

УДК 504.03(477.41/42)

Р.А. Валерко

к.с.-г.н.

Т.М. Мислива

к.с.-г.н.

Л.О. Герасимчук

аспірант

Житомирський національний агроекологічний університет

Рецензент – член редколегії «Вісник ЖНАЕУ», д.с.-г.н. В.М. Положенець

ОСОБЛИВОСТІ АКУМУЛЯЦІЇ СВИНЦЮ В УРБАНОЗЕМАХ І ФІТОЦЕНОЗАХ НА ТЕРИТОРІЇ М. ЖИТОМИРА

Наведено результати досліджень щодо оцінки рівня вмісту свинцю в ґрунтах та рослинницькій продукції в межах індивідуальної житлової забудови на території селітебної зони м. Житомира. Встановлено, що максимальними перевищеннями допустимих нормативів вмісту Pb характеризуються урбаноземі в районі вул. Баранова, а критичними по відношенню до накопичення цього політанта є петрушка листкова і кучерява.

Постановка проблеми

Важкі метали посідають сьогодні одне з провідних місць серед антропогенних забруднювачів педосфери. Потрапляючи в ґрунт у кількостях, що перевищують гранично допустимі концентрації, вони негативно впливають на екологічні функції ґрунту, його хімічні та фізичні властивості, погіршуючи тим самим родючість і, таким чином, прямо впливаючи на фітоценози. Хімічне забруднення ґрунтів відбувається переважно через атмосферу шляхом осідання парів, аерозолів і пилу. Найбільш сильно піддаються такому забрудненню ґрунти урбоекосистем, що є територіями, де безпосередньо локалізовані процеси техногенезу. Одним з пріоритетних забруднювачів урбаноземів є свинець, основним джерелом постачання якого в довкілля є викиди від двигунів внутрішнього згоряння автотранспортних засобів, парк яких щорічно зростає [16]. Дослідження проблеми забруднення свинцем компонентів довкілля має важливе значення як для розуміння процесів, що відбуваються в природних і штучних екосистемах, так і для вирішення практичних завдань, пов'язаних з охороною навколишнього середовища [22].

Аналіз останніх результатів досліджень та постановка завдання

Із середини минулого століття розпочалося інтенсивне дослідження впливу важких металів на такі компоненти навколишнього середовища, як ґрунт [1, 7, 15 та ін.] та рослини [1, 6, 20]. Особливостям розподілу Pb у ґрунтовому покриві, накопичення його рослинами урбанізованих територій, що піддаються

посиленому техногенному тиску, також присвячено цілий ряд робіт [2–7 та ін.]. Однак особливості міграції й акумуляції важких металів, у тому числі й свинцю, вивчалися переважно на ґрунтах мегаполісів та урбоєкосистем, розташованих у районах з високим ступенем концентрації промислового виробництва [9, 11, 16, 17]. Питання ж забруднення урбоедафотопів та фітоценозів на території селітебних зон, розташованих поза межами промисловорозвинених регіонів України з високою концентрацією промислових, хімічних, енергетичних та інших виробництв, лишилися поза увагою дослідників. Недостатньо проведено й досліджень щодо оцінки екологічного стану урбоедафотопів в аграрних регіонах України, зокрема в Житомирській області. Сучасний стан ґрунту і рослинного покриву м. Житомира відносно вмісту свинцю також залишається неповністю вивченим. Дослідження ж рівнів концентрації плюмбуму в ґрунті та рослинах міста наразі актуальні й необхідні для оцінки і прогнозування якості природного середовища на його території.

Виходячи зі сказаного, нами було поставлено за мету оцінити рівні вмісту свинцю у ґрунтовому покриві та фітоценозах центральної й окраїнної частин м. Житомира. Для досягнення цього передбачалося вирішити такі завдання:

- оцінити рівень забруднення покриву і фітоценозів селітебної зони рухомими формами свинцю ґрунтового в межах індивідуальної житлової забудови м. Житомира;
- встановити рівень забруднення свинцем картоплі та овочів, вирощуваних населенням на цих територіях, та розрахувати коефіцієнти накопичення Pb для даних культур;
- визначити особливості міграції й акумуляції свинцю в урбаноземах і фітоценозах.

Об'єкти та методика досліджень

Дослідження проводили протягом 2006–2009 рр. у межах індивідуальної житлової забудови у центральній (вул. Михайлівська, Київська, Б. Тена, Б. Лятошинського) та окраїнній (вул. Баранова, Бугайченка, Новогоголівська, Залізнична, Саєнка, пров. Саєнка) частинах м. Житомира. Окраїнна частина міста належить до так званої промислової зони: тут розташована залізнична станція Житомир, завод огорожувальних конструкцій, цех з виготовлення металопластикових вікон. Крім того, вул. Саєнка безпосередньо прилягає до Київського шосе, по якому здійснюється інтенсивний рух автотранспорту в бік м. Києва, а по вул. Баранова в об'їзд центральної частини міста рухається транзитний великотоннажний автотранспорт, який прямує в бік м. Вінниці.

Вихідні ґрунти – дерново-підзолисті легко- та середньосуглинкові, проте наразі їх профіль частково або повністю порушений внаслідок антропогенної діяльності, а властивості змінені. Кількість зразків ґрунту з кожної земельної ділянки визначали, виходячи з її загальної площі. Відбір зразків проводився на глибину 0–20 см. Відбір проб рослин здійснювали рівномірно з усієї ділянки у двох діагональних напрямках, при цьому відбиралися тільки товарні плоди, коренеплоди та качани, здорові і без дефектів [12].

Вміст рухомих форм свинцю в ґрунті і рослинах визначали за методом атомно-абсорбційної спектрометрії в модифікації ЦІНАО [13].

Для оцінки можливості переходу рухомих форм свинцю із ґрунту в рослини використовувався коефіцієнт накопичення (K_n), величину якого розраховували за формулою:

$$K_n = \frac{C_{ip}}{C_{igr}},$$

де C_{ip} – концентрація i -ої забруднюючої речовини у рослині, мг/кг; C_{igr} – концентрація i -ої забруднюючої речовини у ґрунті, мг/кг.

Оцінку екологічного стану ґрунту за вмістом у ньому рухомих форм свинцю проводили шляхом порівняння фактичного їх вмісту з показником гранично допустимої концентрації.

Статистична обробка експериментальних даних була проведена з використанням пакета прикладних програм Microsoft Excel.

Результати досліджень та їх обговорення

При техногенному забрудненні ґрунту важливе значення мають не лише відомості про надлишковий вміст хімічних елементів, але й інформація про його агрохімічні та фізико-хімічні властивості, що можуть досить суттєво змінюватись і впливати на динаміку накопичення поллютантів. Досліджені урбаноземі взагалі мали сприятливі агрохімічні властивості для вирощування овочів та картоплі (табл. 1).

Таблиця 1. Агрохімічні властивості урбаноземів селітебної зони м. Житомира (ділянки індивідуальної житлової забудови), 2006–2009 рр., шар 0–20 см, n = 36

Місце відбору зразків	Агрохімічні показники				
	гумус, %	pH _{сол}	P ₂ O ₅	K ₂ O	N
вул. Михайлівська	2,0–3,3	6,5–6,7	>1000	470–1020	67–121
вул. Київська	2,5–3,0	6,6–6,8	>1000	500–675	65–101
вул. Б.Лятошинського	2,7–3,0	6,3–6,9	>1000	348–590	83–102
вул. Б.Тена	2,53–3,15	6,7–7,0	>1000	540–675	58–98
вул. Баранова	2,28–4,43	7,0–7,2	>1000	500–1220	94–121
вул. Новогоголівська	1,85–4,02	6,9–7,0	>1000	460–1040	83–109
вул. Бугайченка	1,81–3,53	6,9–7,0	>1000	284–436	67–102
вул. Залізнична	1,20–3,12	6,5–6,9	>1000	292–590	58–96
вул. Саєнка	2,30–3,80	6,7–6,9	>1000	297–475	65–98
пров. Саєнка	2,66–3,94	6,7–6,9	>1000	302–560	76–108

Примітка: розбіжності між показниками паралельних визначень вмісту гумусу не перевищували $\pm 0,05$ %; лужногідролізованого азоту – $\pm 3,2$ мг/кг; обмінного калію – $\pm 14,2$ мг/кг

Вміст гумусу в орному шарі в багатьох випадках сягав 3–4 %, що свідчить про сильну окультуреність ґрунту, особливо в районі вул. Баранова, Саєнка та пров. Саєнка, мешканці яких традиційно займаються городництвом і садівництвом на власних присадибних ділянках, а отже, застосовують органічні добрива у високих дозах. Варто зазначити, що ґрунти присадибних ділянок часто характеризувалися накопиченням карбонатів у верхньому 0–20 см шарі, причиною чого, на наш погляд, могло стати проведення індивідуального житлового будівництва, яке й сприяло привнесенню їх в ґрунт. В більшості випадків рН сольове мало слабокислу і нейтральну реакцію середовища (рН 6,5–7,2). Крім того, досліджувані урбаноземі мали досить високий вміст рухомого фосфору (на рівні понад 1000 мг/кг) та обмінного калію – в межах 280–1220 мг/кг.

У результаті проведених досліджень встановлено перевищення ГДК вмісту рухомих форм свинцю, яке складало 6,3–16,5 раза, в урбаноземах всіх обстежених ділянок індивідуальної житлової забудови (рис. 1).

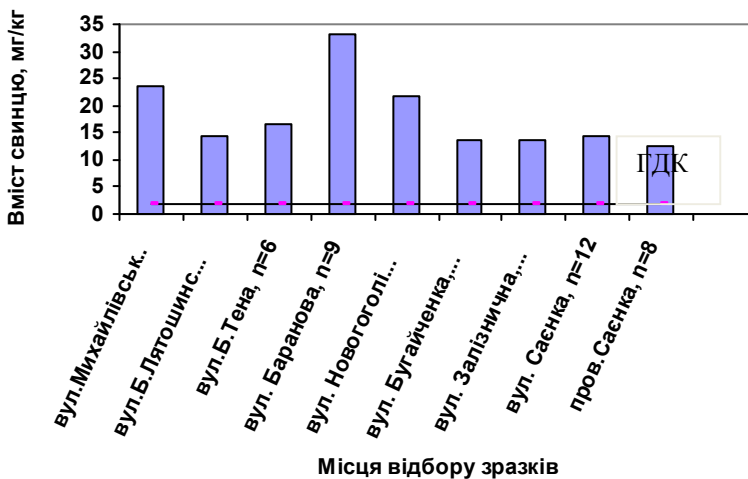


Рис. 1. Вміст рухомих форм свинцю в урбаноземах селітебної зони м. Житомира (ділянки індивідуальної житлової забудови), 2006–2009 рр.

Максимальні перевищення встановлених нормативів вмісту свинцю зафіксовано в районі вул. Баранова, по якій інтенсивно рухається великотоннажний транзитний автотранспорт, та вул. Новоголівської, безпосередньо прилеглої до неї. Тобто транспорт є беззаперечним лідером з привнесення цього забруднювача в навколишнє середовище.

Варто зауважити, що однією з особливостей селітебної зони м. Житомира є збереження поряд із сучасними житловими спорудами ділянок індивідуальної забудови з невеликими присадибними городами. Наявність таких ділянок характерна як для окраїнних частин міста, так і для його центру. Рослинницька продукція, що отримується на таких ділянках, входить до раціону харчування місцевих жителів. Таким чином, потрапляння важких металів із забрудненого ґрунту в харчовий ланцюг стає досить вірогідним.

Характерною виявилась неоднорідність розподілу вмісту свинцю у рослинницькій продукції, вирощеній у різних частинах міста. Для центральної частини встановлено перевищення ГДК вмісту свинцю, яке коливалось від 1,1 до 6,2 разів. Найбільш забрудненою Рb виявилась продукція, одержана на присадибних городах, розташованих в районі вул. Б. Лятошинського, де вміст свинцю в рослинах петрушки досягав 4,3 мг/кг (табл. 2). Причиною цього може бути наявність у центрі міста великої кількості багатоповерхових будинків, які заважають нормальній циркуляції забрудненого повітря, що спричиняє осідання на ґрунт аерозольних забруднювачів і пилу.

Таблиця 2. Вміст свинцю в овочевих культурах, вирощених у межах індивідуальної житлової забудови (центральна частина м. Житомира), мг/кг, 2006–2009 рр.

Культура, об'єм вибірки	Pb	Культура, об'єм вибірки	Pb
	$\frac{M \pm m}{\text{lim V}}$		$\frac{M \pm m}{\text{lim V}}$
<i>вул. Б. Лятошинського</i>		<i>вул. Михайлівська</i>	
Буряк столовий, 10	$\frac{1,9 \pm 0,095}{0,3-32}$	Капуста білоголова, 3	$\frac{1,3 \pm 0,13}{1,2-1,5}$
Петрушка кучерява, 8	$\frac{3,1 \pm 1,67}{0,2-4,3}$	Петрушка листкова, 3	$\frac{2,0 \pm 0,1}{0,5-3,5}$
<i>вул. Б. Тена</i>		<i>вул. Київська</i>	
Картопля, 10	$\frac{0,53 \pm 0,02}{0,5-0,55}$	Петрушка кучерява, 7	$\frac{1,43 \pm 1,15}{0,2-3,0}$
Капуста білоголова, 8	$\frac{1,96 \pm 0,3}{1,5-2,3}$	Капуста білоголова, 4	$\frac{2,05 \pm 0,1}{1,2-3,0}$
ГДК	0,5	ГДК	0,5

Проте віднесення ґрунту до розряду небезпечно забрудненого, виходячи з вмісту в ньому рухомих форм важких металів, ще не означає, що вирощувана на ньому рослинницька продукція буде непридатною до споживання через високе забруднення. Рослини мають цілий комплекс захисних властивостей, внаслідок чого в органи запасання асимілянтів потрапляє ослаблений потік наявних у

грунті в надлишкових кількостях хімічних елементів, до того ж, різні овочеві культури здатні різною мірою накопичувати полютанти. При дослідженні сільськогосподарських культур, вирощених у межах окраїнної частини міста, встановлено, що, не зважаючи на те, що свинець у ґрунтах знаходився у підвищених кількостях, перевищення нормативів його концентрації у рослинах не виявлено (табл. 3). Причиною цього, на наш погляд, є те, що Pb здатний утворювати комплексні сполуки з органічною речовиною ґрунту, внаслідок чого він стає тимчасово недоступним для рослин. У нашому випадку ґрунти окремих присадибних ділянок мали досить високий – на рівні 2,5–3,9 % – вміст гумусу, що, вірогідно, й сприяло утворенню комплексних сполук і перешкоджало надходженню свинцю в рослини.

Таблиця 3. Вміст важких металів у сільськогосподарських культурах та плодах, вирощених на присадибних ділянках в межах індивідуальної житлової забудови м. Житомира (окраїнна частина міста), мг/кг, 2006–2009 рр.

Назва культури, об'єм вибірки	$\frac{Pb}{M \pm m}$ $\lim V$	Назва культури, об'єм вибірки	$\frac{Pb}{M \pm m}$ $\lim V$
<i>вул. Баранова</i>		<i>вул. Новоготлівська</i>	
Щавель (листя), 9	$\frac{0,35 \pm 0,013}{0,21-0,49}$	Морква столова, 12	$\frac{0,18 \pm 0,002}{0,11-0,29}$
Щавель (корені), 9	$\frac{0,3 \pm 0,01}{0,18-0,44}$	Капуста білоголова, 8	$\frac{0,6 \pm 0,02}{0,28-0,87}$
Буряк столовий, 12	$\frac{0,14 \pm 0,01}{0,09-0,17}$	Буряк столовий, 10	$\frac{0,11 \pm 0,01}{0,07-0,23}$
Яблука, 6	$\frac{0,09 \pm 0,004}{0,071-0,11}$	Петрушка листкова, 8	$\frac{0,10 \pm 0,010}{0,6-0,15}$
Морква столова, 12	$\frac{0,32 \pm 0,011}{0,18-0,51}$	Картопля, 10	$\frac{0,14 \pm 0,01}{0,09-0,17}$
<i>вул. Бугайченка</i>		<i>вул. Залізнична</i>	
Буряк столовий, 14	$\frac{0,10 \pm 0,004}{0,02-0,26}$	Буряк столовий, 10	$\frac{0,92 \pm 0,05}{0,47-0,29}$
Буряк цукровий, 6	$\frac{0,28 \pm 0,015}{0,17-0,36}$	Гарбуз, 6	$\frac{0,27 \pm 0,013}{0,16-0,041}$
<i>вул. Сасенка</i>		<i>пров. Сасенка</i>	
Картопля, 14	$\frac{1,9 \pm 0,07}{0,7-2,3}$	Буряк столовий, 12	$\frac{0,15 \pm 0,01}{0,10-0,21}$
Буряк столовий, 16	$\frac{0,6 \pm 0,018}{0,5-0,82}$	Морква столова, 12	$\frac{0,43 \pm 0,02}{0,23-0,58}$
Морква столова, 16	$\frac{0,6 \pm 0,017}{0,2-0,74}$	Картопля, 12	$\frac{0,14 \pm 0,01}{0,09-0,17}$
Капуста білоголова, 10	$\frac{0,52 \pm 0,06}{0,41-0,68}$	Петрушка кучерява, 8	$\frac{0,6 \pm 0,02}{0,28-0,87}$
ГДК	0,5	ГДК	0,5

Коефіцієнт накопичення свинцю в овочевій продукції в цілому був невеликим і коливався в межах від 0,1 до 0,3 (табл. 4).

Таблиця 4. Коефіцієнт накопичення Pb сільськогосподарськими культурами та плодами, вирощеними в межах індивідуальної житлової забудови м. Житомира, мг/кг, середнє за 2006–2009 рр.

Назва культури	Коефіцієнт накопичення
	Pb
Буряк столовий	0,4–1,3
Буряк цукровий	0,2
Морква столова	0,1–0,4
Картопля	0,3–1,3
Капуста білоголова	0,3–1,2
Щавель листя	0,1
Щавель корені	0,1
Яблука	0,3
Петрушка	0,4–2,2
Гарбуз	0,2

За їх величиною можна судити про доступність даного елемента для рослин. Зокрема, найбільшою мірою здатна накопичувати свинець петрушка, а найменше цього елемента накопичують яблука. В окремих випадках підвищені кількості свинцю накопичували столові буряки ($K_n = 1,3$), картопля ($K_n = 1,3$) та капуста білоголова ($K_n = 1,2$).

Висновки

1. Ґрунти в межах індивідуальної житлової забудови центральної та північно-східної частин м. Житомира характеризуються сприятливими агрохімічними та фізико-хімічними властивостями для вирощування картоплі та овочів.

2. У досліджуваних урбаноземах має місце перевищення ГДК рухомих форм свинцю, яке становить 6,3–16,5 рази.

3. У рослинницькій продукції, вирощеній на земельних ділянках в межах центральної частини селітебної зони м. Житомира, спостерігається підвищений вміст свинцю.

4. В крайній частині міста спостерігається перевищення вмісту свинцю в рослинницькій продукції, вирощеній на присадибних ділянках, розташованих по вул. Саєнка.

5. Встановлено, що критичною по відношенню до накопичення свинцю, є петрушка листкова і кучерява, а найменше цього полютанта накопичують яблука.

Подальші дослідження, на наш погляд, слід зосередити на встановленні фітотоксичності ґрунту, забрудненого свинцем, для рослин різних ботанічних родин.

Література

1. *Алексеев Ю.В.* Тяжелые металлы в почвах и растениях / *Ю.В. Алексеев.* – Л. : Агропромиздат, 1987. – 142 с.
2. *Байдина Н.Л.* Загрязнение городских почв и огородных культур тяжелыми металлами / *Н.Л. Байдина* // *Агрохимия.* – 1995. – № 12. – С. 99–104.
3. *Бортнік Л.М.* Екологічна оцінка урболандшафтів за вмістом важких металів у системі ґрунт–рослина (на прикладі м. Харкова) : автореф. дис. ... канд. біол. наук : спец. 03.00.16 «Екологія» / *Л.М. Бортнік.* – Дніпропетровськ, 1999. – 19 с.
4. *Геник Я.В.* Нагромадження важких металів у ґрунтах та фітомасі комплексної зеленої зони міста Львова : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.03.01 «Лісові культури та фітомеліорація» / *Я.В. Геник.* – Львів, 1994. – 24 с.
5. *Гладков Е.А.* Влияние комплексного взаимодействия тяжелых металлов на растения мегаполисов / *Е.А. Гладков* // *Экология.* – 2007. – № 1. – С. 71–74.
6. *Глазовская М.А.* Критерии классификации почв по опасности загрязнения свинцом / *М.А. Глазовская* // *Почвоведение.* – 1994. – № 4. – С. 110–120.
7. *Давыдова Н.Д.* Химические элементы в почвах и культурных растениях урбанизированной территории / *Н.Д. Давыдова* // *Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы-биофилы в окружающей среде : тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. (16–18 окт. 2002 г.).* – Семипалатинск, 2002. – Т. 2. – С. 408–412.
8. *Ильин В.Б.* Мониторинг тяжелых металлов применительно к крупным промышленным городам / *В.Б. Ильин* // *Агрохимия.* – 1997. – № 4. – С. 81–86.
9. К экологической обстановке в Новосибирске: тяжелые металлы в местных почвах и огородных культурах / *В.Б. Ильин, А.И. Сысо, Г.А. Корнобаева и др.* // *Агрохимия.* – 1997. – № 3. – С. 76–83.
10. *Козьякова Н.О.* Підхід до оцінки фітотоксичності ґрунту в умовах його забруднення Cd та Pb / *Н.О. Козьякова, В.М. Кавецький* // *Вісн. аграр. науки Причорномор'я.* – 2001. – Вип. 3(12), Т. 2. – С. 63–69.
11. *Кураева И.В.* Загрязнение почв урбанизированных территорий Украины тяжелыми металлами / *И.В. Кураева* // *Минералогический журнал.* – 1997. – Т. 19, № 2. – С. 43–51.
12. Методичні рекомендації з агроекологічного моніторингу селітебних територій / за ред. *Н.А. Макаренко.* – К., 2005. – 26 с.

13. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М. : ЦИНАО, 1991. – 58 с.
 14. Мислива Т.М. Забруднення важкими металами рекреаційних ресурсів селітебної зони м. Житомира / Т.М. Мислива, О.В. Сич, Т.М. Чубик // Проблеми сільськогосподарської радіології: 17 років після аварії на Чорнобильській АЕС : доп. учу. IV міжнар. наук.-практ. конф. (19–21 черв. 2003 р.). – Житомир, 2003. – С. 136–138.
 15. Наплекова Н.Н. Влияние тяжелых металлов (свинца и кадмия) на микрофлору выщелоченного чернозема и дерново-подзолистой почвы / Н.Н. Наплекова, М.Д. Степанова // Вопросы метаболизма почвенных микроорганизмов. – Новосибирск : Наука, 1981. – С. 142–155.
 16. Никифорова Е.М. Динамика загрязнения городских почв свинцом (на примере восточного округа Москвы) / Е.М. Никифорова, Н.Е. Кошелева // Почвоведение. – 2007. – № 8. – С. 984–997.
 17. Пелинець М.В. Форми знаходження важких металів у ґрунтах міста Львова та його околиць : автореф. дис. ... канд. геол. наук : 04.00.02 «Геохімія» / М.В. Пелинець. – Львів, 2000. – 20 с.
 18. Ричак Н.Л. Поведінка важких металів у ґрунтових покривах міських ландшафтів / Н.Л. Ричак // Вісн. СумДУ. – 2006. – № 5 (89). – С. 145–148.
 19. Сердюк С.М. Екологічна оцінка забруднення важкими металами урбанізованих територій Дніпровсько-Дзержинської агломерації : автореф. дис. ... канд. біол. наук : 03.00.16 «Екологія» / С.М. Сердюк. – Дніпропетровськ, 2004. – 20 с.
 20. Скрипниченко И.И. Оценка токсического действия тяжелых металлов (свинца) на растения овса / И.И. Скрипниченко, Б.Н. Золотарева // Агрехимия. – 1981. – № 1. – С. 103–109.
 21. Смирнова Н.В. Влияние свинца и кадмия на фитотоксичность почвы / Н.В. Смирнова, Л.В. Шведова, А.В. Невский // Экология и промышленность России. – 2005. – № 4. – С. 32–35.
 22. Соболева Е.В. Свинец в почве и растениях как показатель воздействия автотранспорта на среду г. Уссурийска : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16 / Е.В. Соболева. – Уссурийск, 2003. – 137 с.
 23. Філіна Т.В. Еколого-біохімічні особливості забруднених важкими металами урбоедафотопів в межах м. Дніпропетровська : автореф. дис. ... канд. біол. наук : 03.00.16 «Екологія» / Т.В. Філіна. – Дніпропетровськ, 2006. – 20 с.
-
-