

ВМІСТ СВИНЦЮ ТА КАДМІЮ В ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИНАХ  
ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

Білявський Ю. А., к.с.-г.н.

**Постановка проблеми.** Забруднення важкими металами і накопичення їх біотичними компонентами екосистем відбувається під впливом двох основних чинників – природного і антропогенного, явне переважання якого спостерігається в останні десятиліття [1]. Негативним наслідком антропогенної трансформації довкілля є значне зростання рівнів вмісту важких металів у його компонентах, зокрема, в ґрунтах і рослинах, серед яких свинець і кадмій визнані одними з найбільш небезпечних полютантів [2]. Забруднення ґрунту Pb і Cd має незворотний характер, тому їх надходження навіть у незначних кількостях протягом тривалого часу призводить до накопичення в ґрунті та міграції в системі «ґрунт – рослина – рослинницька продукція – організм людини» [3, 4].

**Аналіз останніх досліджень.** Дикорослі лікарські рослини є основним вихідним матеріалом для виготовлення значної кількості лікарських препаратів і переважно використовуються без спеціальної обробки. Саме тому санітарно-гігієнічна якість дикорослої лікарської сировини є вагомим чинником, що впливає на її безпечність [5]. Однак, вміст важких металів у фітомасі представників дикорослої флори Полісся України, придатних для використання в якості лікарської сировини, зокрема Житомирського, вивчено недостатньо. Наявні лише фрагментарні відомості про їх концентрацію в трав'янистій рослинності на території Поліського державного заповідника [6] та робота [7], у якій викладено результати досліджень щодо оцінки рівнів забруднення важкими металами дикорослих представників родин *Poaceae* і *Fabaceae*. Основна маса проведених досліджень присвячена особливостям міграції і акумуляції важких металів у сільськогосподарських культурах, тоді як дикорослі види залишилися поза зоною уваги вчених.

Враховуючи те, що внаслідок інтенсифікації техногенно-антропогенного тиску на екосистеми число осередків, придатних для збору екологічно безпечної лікарської сировини, катастрофічно знижується, нами було **поставлено за мету** оцінити просторово-часову мінливість вмісту свинцю і кадмію в лікарських рослинах синантропної фракції, що зростають на мезогемеробних ектопах, які межують із сільськогосподарськими угіддями, в межах поліської частини Житомирської області, та встановити особливості їх накопичення представниками дикорослої флори.

**Об'єкти і методика досліджень.** Дослідження проводилися впродовж 2003-2012 років. Зразки рослин відбирались в межах як природних (П), так і агроекосистем (А) на околицях таких населених пунктів: смт. Баранівка Баранівського району (П), с. Ставище Брусилівського (А), с. Топорище Володар-Волинського (А), с. Яблунівка Ємільчинського (П), с. Веселівка Коростенського (П), с. Гуменники Коростишівського (П), с. Красностав Лугинського (П), с. Федорівка (А) та с. Головки (П) Малинського, с. Норинці (П) Народицького, с. Гошів (П) та с. Велика Фосня (А) Овруцького, с. Білокоровичі (П) Олевського, с. Меньківка (А) та с. Велика Рача (А) Радомишльського, с. Видумка Червоноармійського (А) і с. Жадьки Черняхівського (П) адміністративних районів Житомирської області.

Відбір зразків дикорослих трав'янистих рослин: здійснювали у межах контрольних ділянок розміром 20 x 20 м. Трав'янисті рослини відбирали для аналізу у травні та вересні. Для отримання об'єднаної проби масою 0,5 – 1 кг натуральної вологості відбирали 8 – 10 точкових проб. Загалом було проаналізовано 120 зразків лікарських рослин.

Вміст Pb і Cd у фітомасі рослин визначали в їх зольних розчинах методом атомно - абсорбційної спектрометрії, попередньо піддавши рослинні зразки сухому озоленню при температурі 500 – 550 0C у муфельній печі до білої золи, з наступним одержанням зольного розчину (HNO<sub>3</sub> 1 : 2).

Санітарно-гігієнічно оцінку якості лікарської сировини за вмістом важких металів здійснювали шляхом порівняння фактичного вмісту політанта з таким показником, як гранично допустима концентрація [8], і розрахунку коефіцієнта небезпечності елемента-забруднювача (Кнб), який виконували за формулою 1:

$$Кнб = C_p / ГДК_n \quad (1),$$

де:  $C_p$  – концентрація забруднюючої речовини у фітомасі рослини, мг/кг;  $ГДК_n$  – гранично допустима концентрація забруднюючої речовини у фітомасі рослини, мг/кг.

Для кількісної оцінки надходження важких металів з ґрунту в рослини використовували коефіцієнт біологічного накопичення (Кбн), який розраховували за формулою 2:

$$Кбн = \frac{C_p}{C_n}, \quad (2),$$

де:  $C_p$  – концентрація забруднюючої речовини у фітомасі рослини, мг/кг;  $C_n$  – концентрація забруднюючої речовини в ґрунті, мг/кг.

Математично-статистична обробка експериментальних даних була проведена з використанням пакету прикладних програм Microsoft Excel і Statistica 6.0.

**Результати досліджень.** Джерелами потрапляння свинцю в екосистеми є викиди металургійних підприємств, автомобільний транспорт, осади промислових і побутових стічних вод, а також хімічні засоби захисту рослин (інсектициди), до складу яких він входить. Слід зауважити, що під час моніторингових спостережень за екологічним станом ґрунтового покриву особливу увагу слід приділяти, насамперед, оцінці рівнів вмісту у ґрунті рухомих форм свинцю, як найбільш вірогідних потенційних забруднювачів фітоценозів [2, 9].

Джерелами потрапляння кадмію в екосистеми є промислові викиди, осади промислових і побутових стічних вод, сільськогосподарська діяльність (застосування фосфорних мінеральних добрив, вапнякових матеріалів) та викиди автотранспорту (гума автомобільних шин і мастильні матеріали вміщують кадмій). Близько 80 % антропогенних викидів цього політанта пов'язані з виробництвом міді, свинцю, цинку і кадмію; біля 45 % загального забруднення цим елементом припадає на виплавку кадмію з руд; 52 % кадмію надходить в атмосферу внаслідок спалювання чи переробки виробів, що його вміщують [2]. Значні кількості кадмію можуть потрапляти у ґрунт при внесенні мінеральних добрив: вміст його у фосфорних добривах, залежно від місця походження фосфатної сировини, може коливатись від 0,76-0,77 г/т P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Росія) до 43-49 г/т P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Марокко) і навіть досягати 176-218 г/т P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Туніс) [2, 10].

Кадмій не належить до числа фізіологічно необхідних мікроелементів, однак досить активно поглинається рослинами. Він є розсіяним елементом земної кори і майже не утворює власних мінералів. Сам метал не є токсичним, однак надзвичайно небезпечними є його розчинні сполуки, що за токсичністю не поступаються ртуті й миш'яку [10]. Ґрунти Полісся характеризуються відносно низькими запасами валового кадмію, які коливаються в середньому від 0,14 до 56 мг/кг. Кадмій, який потрапив у ґрунт, присутній у ньому, головне, в доступному для рослин стані, що має негативне екологічне значення. Рухома форма зумовлює порівняно високу міграційну здатність цього елемента в ландшафті і призводить до підвищеної забрудненості потоку речовин, що надходять із ґрунту в рослини. Для ґрунтів природних і агроландшафтів Житомирського Полісся кадмій не виступає як пріоритетний елемент – забруднювач, оскільки коефіцієнт його концентрації лише в окремих випадках досягає 1,1 – 1,3, в середньому коливаючись від 0,15 до 0,95. Однак, зважаючи на те, що хімічні і фізико-хімічні властивості ґрунтів досліджуваного регіону досить сприятливі для підвищеної міграції кадмію у системі

„грунт – рослина” або „грунт – вода”, навіть на малозабруднених ґрунтах можливе одержання забрудненої рослинницької продукції.

Свинець як і кадмій також не належить до групи фізіологічно необхідних мікроелементів. Згідно з ГОСТ 17.4.1.02-83 за ступенем небезпечності для живих організмів його віднесено до першого (вищого) класу безпеки.

Ґрунти Житомирського Полісся характеризуються відносно низьким вмістом валового свинцю, який коливається в середньому від 5 до 20 мг/кг, що обумовлено, насамперед, якісним складом ґрунотворних порід, легким гранулометричним складом ґрунту і низьким вмістом у ньому гумусу. На відміну від кадмію, свинець є забруднювачем ґрунтового покриву як природних, так і агроєкосистем, оскільки коефіцієнти його концентрації коливаються залежно від типу ґрунту від 9 – 11 у ґрунтах піщаного гранулометричного складу, підстелених елювієм масивно кристалічних порід, до 12 – 15 у глейових та ясно-сірих опідзолених ґрунтах.

Рівень забруднення рослинного покриву слугує важливим показником (індикатором) рівня забруднення ґрунту. Однак віднесення ґрунту до розряду небезпечно забрудненого за одним чи кількома елементами, виходячи із вмісту у ньому валових і міцнофіксованих форм важких металів, не дає підстав твердити про високий рівень забруднення фітомаси рослин, що зростають на такому ґрунті. Рослинні організми володіють цілим комплексом захисних властивостей, внаслідок чого в органи запасання асимілянтів потрапляє ослаблений потік наявних у ґрунті в надлишкових кількостях хімічних елементів. І навпаки, підвищена концентрація політантів може спостерігатись у рослин, вирощених на незабрудненому ґрунті. Предметом наших досліджень були п'ять видів лікарських рослин, хімічний склад та лікарські властивості яких наведені в таблиці 1. Всі вони відносяться до різних ботанічних родин і різняться як за біологічними особливостями, так і за умовами місцезростання.

Аналіз одержаних даних щодо вмісту важких металів у різних видах лікарських рослин не виявив перевищення ГДК свинцю в них, за виключенням *Taraxacum officinale* L. (1,9 ГДК), а надмірні концентрації кадмію фіксувались у *Plantago major* L. (1,2 ГДК) та у *Taraxacum officinale* L. (3,7 ГДК) (таблиця 1).

Таблиця 1.

**Середній вміст важких металів у фітомасі  
(корінь + стебло + листки) лікарських рослин, 2003-2012 рр.**

Назва рослини	Вміст, мг/кг			
	Pb		Cd	
	травень	вересень	травень	вересень
Грицики звичайні <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik., n=24	0,06±0,003	0,14±0,01	0,05±0,001	0,18±0,02
Гірчак звичайний <i>Polygonum aviculare</i> L., n=20	0,26±0,01	0,78±0,04	0,03±0,001	0,07±0,003
Кульбаба лікарська <i>Taraxacum officinale</i> L., n=24	1,58±0,08	9,86±0,21	0,19±0,01	1,12±0,05
Подорожник великий <i>Plantago major</i> L., n=22	0,15±0,01	0,56±0,03	0,13±0,005	0,37±0,02
Собача кропива п'ятилопатева <i>Leonurus quinquelobatus</i> Gilib., n=22	0,89±0,06	2,13±0,12	0,04±0,001	0,16±0,01
ГДК [8]	5		0,3	

Підвищені концентрації політантів саме в рослинах кульбаби лікарської та подорожника великого, на нашу думку, пов'язані з тим, що дані види зростають в межах селітебних територій, те рівень забруднення ґрунтового покриву на порядок вищий за такий в межах природних та агроєкосистем. Зазначимо, що у травні фітомаса всіх рослин за

якістю відповідала санітарно-гігієнічним нормативам, тоді як у вересні ця відповідність була порушена. Аналіз сезонної динаміки вмісту свинцю та кадмію свідчить, що максимум поллютантів не залежно від виду рослин концентрується у їх вегетативних органах у вересні, перевищуючи вміст останніх у травні в 2,3 – 6,2 рази для Pb і в 2,3 – 5,9 рази для Cd. За коефіцієнтом біологічного накопичення можна судити про здатність рослин до накопичення того або іншого елемента. Слід, проте, зазначити, що на величину цього показника впливає цілий ряд чинників, досить мінливих у просторі та часі. Це, насамперед, характер ґрунтового покриву і його еколого-агрохімічні характеристики, агроекологічні умови, що склалися в період вегетації, наявність геохімічних аномалій. Встановлено, що в розрізі окремих видів концентраторами свинцю є *Taraxacum officinale* L. (Кбн = 0,25 – 2,9) та *Leonurus quinquelobatus* Gilib. (Кбн = 0,14 – 0,62) (рис. 1), а концентраторами кадмію - *Taraxacum officinale* L. (Кбн = 2,4 – 5,9) і *Plantago major* L. (Кбн = 0,8 – 3,2) та *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. (Кбн = 0,7 – 3,6). Накопичення кадмію більш інтенсивно відбувалось в початкові етапи вегетації, оскільки рослини здатні засвоювати цей елемент через листову поверхню, тоді як свинець, який поступає в рослину за посередництва кореневої системи більш інтенсивно концентрувався у вересні, коли розвиток кореневої системи досягав максимуму. Вміст важких металів у різних частинах рослин зумовлений їх фізіологічною здатністю до не однакового нагромадження цих токсикантів у кореневій, вегетативній і репродуктивній масі, він також залежить від рівня надходження і хімічної форми цих елементів та наявності їх у ґрунті. Накопичення іонів кадмію відмічається в усіх вегетативних органах рослин, однак з різною інтенсивністю. Привертає увагу відносно підвищений вміст цього металу у листках рослин на початку вегетації (40 – 52 % від загального вмісту), що ще раз підтверджує можливість його надходження у організм рослин через листовий апарат. У коренях вміст елемента зростає у вересні місяці і залежно від виду рослини становить від 48 до 68 % від загального його вмісту.

**Висновки.** Результати виконаних експериментальних досліджень дають підстави зробити такі висновки:

1. Територія поліської частини Житомирської області придатна до використання як потенційно ресурсна для збору лікарських рослин синантропної фракції.

2. Під час заготівлі лікарської сировини *Taraxacum officinale* L., *Plantago major* L. та *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. необхідно проводити контроль її якості на вміст свинцю та кадмію.

3. Виходячи з характеру просторово-часової мінливості вмісту Pb і Cd з метою запобігання забрудненню лікарської сировини цими поллютантами, корені лікарських рослин слід збирати рано навесні, надземні пагони – у весняно-літній період.

4. Якість лікарської сировини щодо вмісту свинцю та кадмію буде зростати, якщо проводити збір рослин з тривалим терміном вегетації на початку вегетаційного періоду.

5. Подальші дослідження мають бути зосереджені в напрямку встановлення особливостей накопичення важких металів дикорослими представниками родин *Asteraceae*, *Liliaceae*, *Ranunculaceae* і *Lamiaceae*.

#### **Використані джерела інформації**

1. Жовинский Э. Я. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины / Э. Я. Жовинский, И. В. Кураева. – К. : Наук. думка, 2002. – 213 с.

2. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас ; пер. с англ. – М. : Мир, 1989. – 439 с.

3. Грабовський О. В. Акумуляція важких металів ґрунтом та рослинними об'єктами в умовах антропогенного навантаження / О. В. Грабовський, В. Г. Рошко, О. І. Ніколайчук // Наук. вісник УжДУ. Серія Біологія. – Ужгород, 2000. – №8. – С. 158-160.

4. Мислива Т. М. Важкі метали у ґрунтах агроландшафтів Житомирського Полісся / Т. М. Мислива, В. А. Трембіцький // Агрокол. жур. – 2009. – №4. – С. 30-35.

5. Сметанюк О. І. Просторово-часова мінливість вмісту свинцю в лікарських

- рослинах / О. І. Сметанюк, Н. В. Черновська // Клінічна та експериментальна патологія. – 2009. – Вип. 8, №3. – С. 101-102.
6. Самчук А. І. Важкі метали у ґрунтах Українського Полісся та Київського мегаполісу / А. І. Самчук, І. В. Кураєва, О. С. Єгоров. – К.: Наук. думка, 2006. – 108 с.
7. Мислива Т. М. Важкі метали в рослинності Українського Полісся / Т. М. Мислива // Таврійський наук. вісн. – 2010. – Вип. 70. – С. 224-233.
8. Временный максимально допустимый уровень (МДУ) содержания некоторых химических элементов и госсипола в кормах для сельскохозяйственных животных и кормовых добавках: утвержден Главным управлением ветеринарии Госагропрома СССР 07.08.87 г., № 123-4/281 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.http://busel.org](http://busel.org).
9. Ведення сільськогосподарського виробництва у приватному секторі в умовах посиленого антропогенного впливу на навколишнє середовище / Т. М. Мислива, П. П. Надточій, Л. О. Герасимчук [та ін.]; за ред. Т. М. Мисливої. – Житомир, 2011. – 50 с.
10. Соколов О. А. Экологическая безопасность и устойчивое развитие. Кн. 1. Атлас распределения тяжелых металлов в объектах окружающей среды / О. А. Соколов, В. А. Черников. – Пущино : ОНТИ ПНЦ РАН, 1999. – 164 с.
11. Атлас сорных, лекарственных и медоносных растений / Л. Н. Верещагин. – [2-е изд. испр. и доп.]. – К.: Юнивест-маркетинг, 2002. – 384 с.
- Мінарченко В. М. Атлас лікарських рослин України / В. М. Мінарченко, І. А. Тимченко. – К.: Фітосоціоцентр, 2002. – 172 с.