

**НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У НАСАДЖЕННЯХ ЯБЛУНІ
З РІЗНИМИ ТИПАМИ ПІДЩЕП**

Висвітлено закономірності накопичення та локалізації важких металів (Cu, Pb, Cd, Zn) у вегетативних та генеративних органах насаджень яблуні на насінневій (M. silvestris) та клоновій (МЗ) підщепах. Розраховані коефіцієнти переходу та встановлено міграційну здатність важких металів у системі “грунт–плодове дерево”.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень

Особливості накопичення важких металів багаторічними культурами пов'язані, насамперед, з тривалістю поглинання елементів протягом періоду вирощування, що призводить до щорічного зростання їх концентрацій у багаторічних органах. Крім того, діапазон концентрацій елементів у рослинах буває досить суттєвим, й обумовлюється біологічними особливостями останніх [4]. Разом з тим, дослідники зазначають і диференційоване нагромадження важких металів окремими культурами та сортами [4, 7]. При цьому важливе місце у процесі поглинання належить кореневій системі, через яку здійснюється обмін речовин між організмом та ґрунтовим середовищем. Однак, враховуючи відмінності в архітектоніці корневих систем рослин, не виключається можливість різної акумуляції певних елементів рослинами навіть в межах одного виду.

Деякі особливості накопичення важких металів плодовими культурами висвітлено в роботах [4, 5, 7], зокрема, вказано кількісні показники їх вмісту у плодах окремих кісточкових культур, негативну дію на ростові процеси та функціональний стан насаджень. Однак закономірності накопичення важких металів у насадженнях плодових культур вивчено недостатньо, а саме – залежність процесу міграції та характеру їх локалізації у вегетативних та генеративних органах від типу підщепи. При цьому актуальність даного дослідження зумовлена можливістю прогнозування переходу важких металів з ґрунту у плодову продукцію, що має важливе наукове та практичне значення.

Методика досліджень

Дослідження проводили протягом 2006–2008 рр. в насадженнях яблуні на базі Ботанічного саду ЖНАЕУ. Площа живлення дерев 5x4 м. Рельєф площі рівнинний, ґрунти – чорноземи неглибокі, легкосуглинкові, вилугувані, вміст гумусу 1,9–2,03 %, рН_{KCl} – 5,5–6.

Для аналізу відбирали зразки ґрунту (шар 0–60 см), коренів, листків, плодів яблуні сорту Кальвіль сніговий на насіннєвій (*M. silvestris*) та клоновій (МЗ) підщепах насаджень 5-го вікового періоду (за Шиттом). Плоди відбирали у фазі споживчої стиглості. Зразки ґрунту, коренів та листків попередньо висушували та подрібнювали.

Вміст важких металів у зразках визначали за атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі С-115М.

Для визначення ступеня забруднення ґрунту та плодів користувалися встановленими гігієнічними нормативами.

Результати досліджень

Процес міграції важких металів з ґрунту в рослини певною мірою залежить від концентрації їх рухомих форм у ґрунті. Загальну уяву про забруднення насаджень яблуні дає таблиця 1. Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок про переважне забруднення ґрунтового покриву насаджень свинцем, вміст якого в кореневмісному шарі перевищує гігієнічний норматив у 3,2 рази. Слід також підкреслити незначне забруднення ґрунту міддю, при ГДК 3 мг/кг; показник його вмісту перевищує норматив лише на 0,44 мг/кг. Концентрація інших дослідних елементів, а саме – кадмію та цинку, не перевищувала ГДК і становила 0,34 та 6,85 мг/кг відповідно.

Висока концентрація свинцю в ґрунті, очевидно, обумовлена надходженням даного елемента з викидами автотранспорту, оскільки ділянка піддослідних насаджень межує з однією з центральних автомагістралей міста (відстань від полотна дороги становить 30 м). Ймовірною причиною високого вмісту міді є післядія застосування мідних препаратів захисту рослин, які регулярно використовувались у ранньому віці насаджень.

Таблиця 1. Вміст рухомих форм важких металів у ґрунті та органах яблуні, мг/кг

Назва зразка	Cu	Pb	Cd	Zn
	M±m	M±m	M±m	M±m
Ґрунт (0–60)	3,44±0,23	6,47±0,22	0,34±0,02	6,85±0,26
<i>С. Кальвіль сніговий, M. silvestris</i>				
Плоди	1,22±0,04	0,26±0,02	0,017±0,0016	1,86±0,13
Листки	4,51±0,17	2,55±0,08	0,35±0,01	13,78±0,47
Корені	4,5±0,28	2,92±0,02	0,41±0,03	24,43±2,45
<i>С. Кальвіль сніговий, МЗ</i>				
Плоди	1,3±0,02	0,35±0,02	0,03±0,001	3,81±0,15
Листки	4,46±0,38	4,09±0,18	0,43±0,03	22,72±0,78
Корені	4,93±0,11	4,93±0,2	0,51±0,03	35,04±1,44

Примітка: ГДК у ґрунті – Cu – 3; Pb – 2; Cd – 0,7; Zn – 23 мг/кг;
у плодах – Cu – 5,0; Pb – 0,4; Cd – 0,03; Zn – 10,0 мг/кг

Розміри накопичення важких металів в органах яблуні коливаються від 0,017 (для кадмію) до 35,04 мг/кг (для цинку); при цьому мінімальним вмістом елементів характеризуються плоди, максимальним – корені. На нерівномірний розподіл важких металів між окремими органами культур вказують й інші вчені [1, 7], пов'язуючи це з наявністю двох шляхів міграції елементів у рослинах, а саме: апоплазматичним – у вегетативні органи, та симплазматичним – у генеративні.

Необхідно також зазначити, що показники вмісту важких металів в органах яблуні на клоновій підщепі *МЗ* дещо вищі за такі у яблуні на насінневій підщепі, а саме: за вмістом міді – в 1,1 раза; свинцю – 1,3–1,7, кадмію – 1,2–1,7, цинку – в 1,4–2,0 рази. Оскільки рівні накопичення важких металів у рослинах певною мірою визначаються особливостями розвитку кореневої системи, дане явище можна пояснити більш щільним поверхневим розміщенням у ґрунті кореневої системи яблуні на підщепі *МЗ*, де концентрація важких елементів значно вища, тоді як корені дерев, щеплених на насінневій підщепі, проникають у глибші, порівняно менш забруднені шари ґрунту.

Стосовно кількісних показників вмісту важких металів у плодах, слід зазначити, що їх рівень не перевищує встановлені гігієнічні нормативи. Однак вміст кадмію в плодах яблуні на *МЗ* знаходився на рівні ГДК навіть при досить низькому його вмісті в ґрунті. Це вказує на високу мобільність цього металу, про що стверджується й в літературних джерелах [1, 2]. Особливу увагу слід звернути на низьку концентрацію в плодах свинцю, яким суттєво (на рівні 3 ГДК) забруднений ґрунт піддослідних насаджень. Причиною цього може бути наявність захисних механізмів, що обумовлені сукупною дією морфологічних структур рослини – поясок Каспарі (на коренях) та хімічних реакцій – інактивація органічними сполуками, що здатні переводити важкі метали у малорухомі з'єднання [2, 6].

Характеристика міграційних можливостей важких металів, що забруднюють ґрунт, має важливе значення, оскільки дозволяє прогнозувати рівні їх вмісту в продукції. Показником інтенсивності міграції елементів з ґрунту в рослину є коефіцієнт переходу, що визначається відношенням вмісту елемента в рослині до вмісту його рухомих форм у ґрунті [3].

Коефіцієнти переходу важких металів в окремі органи яблуні на насінневій та клоновій підщепях відображено на рисунку 1.

Як видно, для яблуні на клоновій підщепі характерними є вищі показники переходу важких металів, порівняно з рослинами на насінневій підщепі. Зрештою, це відповідає підвищеному вмісту елементів в органах яблуні на клоновій підщепі. Найнижчу міграційну здатність спостерігали для свинцю; вона коливалася від 0,04–0,05 у плодах до 0,45–0,76 у коренях піддослідної культури, найвищу – для цинку – 0,27–0,55 та 3,6–5,12 відповідно. Досить високі значення коефіцієнтів переходу має мідь; показники коливаються в межах 0,35–1,43.

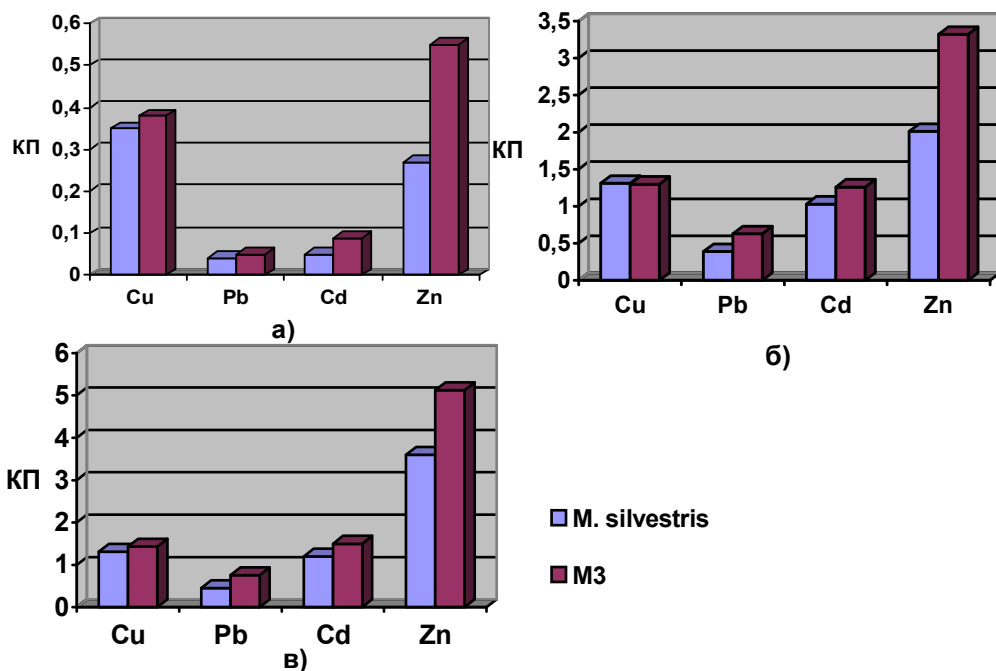


Рис. 1. Акумуляція важких металів в органах яблуні сорту Кальвіль сніговий на насіннєвій та клоновій підщепі (коефіцієнти переходу): а) плоди; б) листки; в) корені

Висновки

1. У насадженнях яблуні спостерігається забруднення кореневмісного шару ґрунту міддю на рівні ГДК та свинцем на рівні 3,2 ГДК, концентрація кадмію та цинку не перевищувала ГДК і становила 0,34 мг/кг та 6,85 мг/кг відповідно.
2. Концентрація важких металів в органах яблуні на клоновій підщепі M3 у 1,1–2,0 рази вища, ніж у яблуні на насіннєвій підщепі *M. silvestris*.
3. Рівні вмісту важких металів у плодах не перевищують гігієнічних нормативів.
4. Відповідно до встановлених коефіцієнтів переходу серед дослідних елементів найнижчу міграційну здатність має свинець, найвищу – цинк.

Перспективи подальших досліджень

Подальші дослідження необхідно зосередити на вивченні динаміки накопичення важких металів у насадженнях плодових культур протягом вегетаційного періоду.

Література

1. *Алексеев Ю.В.* Тяжёлые металлы в почвах и растениях / *Ю.В. Алексеев.* – Л. : Агропромиздат. Ленинград. отд-ние, 1987. – 142 с.
2. *Нестерова А.Н.* Действия тяжелых металлов на корни растений. 1. Поступление свинца, кадмия и цинка в корни, локализация металлов и механизмы устойчивости растений / *А.Н. Нестерова* // Биологические науки. – 1989. – № 9. – С. 72–86.
3. *Перельман А.И.* Геохимия ландшафта / *А.И. Перельман.* – М. : Высшая школа, 1975. – 342 с.
4. *Попович Л.П.* Екологічна характеристика забрудненості плодово-ягідної продукції Лісостепу України / *Л.П. Попович* // Садівництво. – 1995. – Вип. 44. – С. 29–30.
5. *Попович Л.П.* Забруднення навколишнього середовища і нагромадження ксенобіотиків плодовими і ягідними культурами / *Л.П. Попович* // Садівництво. – 1994. – Вип. 43. – С. 17–19.
6. *Серёгин И.В.* Передвижение ионов кадмия и свинца по тканям корня / *И.В. Серёгин, В.Б. Иванов* // Физиология растений. – 1998. – Т. 45. – № 6. – С. 899–905.
7. *Середа І.І.* Міграція важких металів у різні органи абрикоса залежно від їх вмісту в ґрунті / *І.І. Середа, Л.С. Полівцева* // Садівництво. – 1995. – Вип. 44. – С. 25–28.