

УДК 634.1+502.171:632.122
© 2015

Ю.М. КРИВИНЧУК,
аспірант

Львівський національний
аграрний університет, Україна
E-mail: yulia_kryvynchuk@meta.ua
м. Дубляни, Жовківський район,
Львівська область, вул. В. Великого, 1

**БЕЗПЕКА
ПЛОДОВОЇ ПРОДУКЦІЇ
В УМОВАХ
ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ
ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ**

Вивчено шляхи надходження важких металів у сільськогосподарські культури та фактори, які сприяють акумуляції полютантів у рослинній продукції. Охарактеризовано закономірності накопичення важких металів різними органами яблуні, залежно від місцезростання та фази вегетаційного періоду. Описано основні агротехнічні прийоми, які дозволяють знизити рухливість важких металів у системі “грунт–рослина”, підвищити безпеку продукції рослинництва та садівництва.

Ключові слова: важкі метали, забруднення, навколишнє середовище, ґрунт, яблуня, ванпування, фіторе mediaція, хімічне осадження.

Постановка проблеми. Сучасний стан довкілля характеризується високим рівнем забруднення практично всіх його компонентів. Розширення індустріального виробництва, збільшення кількості транспорту спричинюють зростання інтенсивності надходження ксенобіотиків у довкілля. Значна частина забруднень належить важким металам (ВМ), які здатні мігрувати трофічними ланцюгами й накопичуватися в об'єктах рослинного та тваринного світу. ВМ володіють токсичною, мутагенною та канцерогенною дією на живі організми. Тому все більшої актуальності набуває вивчення способів вирощування екологічно безпечної сільськогосподарської продукції.

Аналіз сучасних досліджень і публікацій. Сьогодні велика кількість науковців опікуються дослідженням поведінки ВМ у системі “грунт–рослина”, використовуючи різні підходи. Зокрема, вивчаються надходження ксенобіотиків з різних джерел забруднення [2, 11], розподіл полютантів по прилеглих територіях [4, 11, 14] тощо. Значна увага приділяється питанням впливу ВМ на сільськогосподарські культури [1, 4, 5, 8, 12]. Окремі праці присвячені дослідженням спо-

собів мінімізації надходження ВМ у продукцію рослинництва та садівництва [1, 7–9]. Проте відмінність поведінки ВМ для різних сільськогосподарських культур та різноманітність умов вирощування залишають поле для подальших досліджень.

Мета нашої роботи – дослідити стан вивченості питання безпеки плодової продукції по відношенню до вмісту в ній важких металів та способів мінімізації потрапляння ксенобіотиків у сільськогосподарські культури в системі “грунт–рослина”.

Виклад основного матеріалу. ВМ надходять у рослини двома шляхами – з ґрунту (кореневий) та повітря (фоліарний) [10]. Поглинання ВМ кореневою системою залежить від умов місцезростання рослин, їх біологічних особливостей та властивостей самих металів. Поглинання ВМ листям залежить від концентрації та природи металів у повітрі, метеорологічних умов, анатомо-морфологічних особливостей самих листків тощо [2, 3, 10].

Спостерігаються певні закономірності накопичення ВМ різними органами яблуні протягом вегетаційного періоду. Зокрема, виявлено, що вегетативні органи яблуні накопичують ВМ з посиленням обмінних про-

цесів. У плодах їх вміст досягає максимуму на початку знімальної стиглості та дещо спадає з настанням повної знімальної стиглості [6]. Проведені дослідження [9] показують, що вміст ВМ у плодівих дерев зменшується від коренів до генеративних органів. Щодо плодів, то концентрація ксенобіотиків зменшується в ланцюзі шкірка–м'якоть–сік [1, 8].

Отже, поглинання ВМ рослинами залежить від великої кількості факторів. Тому агротехнічні заходи, спрямовані на зменшення потрапляння ВМ в сільськогосподарську продукцію, у тому числі фруктову, повинні бути розроблені з урахуванням особливостей виду рослини та умов її місцезростання.

Оскільки ВМ більш рухомі в кислому ґрунтовому середовищі, то одним з основних агротехнічних прийомів для їх зв'язування залишається вапнування ґрунту [1, 4, 8]. Попередніми дослідженнями встановлено, що на підвищення значення рН різні карбонати впливають майже однаково, проте значно відрізняються за здатністю утримувати ВМ та запобігати їхньому проникненню в рослини [1].

Захисна дія карбонатів у ґрунтах проявляється в результаті комплексу позитивних змін у ґрунтовому середовищі: водень та алюміній заміщуються на кальцій та магній, сприяючи нейтралізації середовища та утворенню колоїдів гідроксидів більшості ВМ; за нейтралізації ґрунтового середовища зростає біомаса мікроорганізмів та активізується їхня діяльність, що посилює процес біологічного поглинання ВМ; збільшення вмісту кальцію та магнію в ґрунтовому розчині створює умови для прояву антагонізму іонів лужноземельних металів [1, 5].

Збагачення ґрунту органічною речовиною розглядається здебільшого як прийом підвищення родючості ґрунту [1]. Проте внесення органічної речовини можна розглядати і як прийом фізичної меліорації ґрунту, оскільки вона добре адсорбує іони, підвищує буферність ґрунту, знижує концентрацію солей в ґрунтовому розчині, тим самим знижуючи фітотоксичність ВМ і перешкоджаючи надходженню деяких з них у рослини [1, 7].

Фітотоксичність суттєво знижується, коли ВМ переходять у важкорозчинні сполуки: сульфіди, фосфати, карбонати, гідроксиди

[1]. Найбільш ефективним цей прийом залишається тоді, коли при сполученні металу з аніоном кислоти очікується утворення важкорозчинної солі [1, 8]. Такими властивостями володіють більшість солей ортофосфорної кислоти з багатовалентними металами [1].

Для зниження надходження ВМ у рослини використовують явище антагонізму, яке спостерігається тоді, коли близькі за фізичними та хімічними властивостями елементи конкурують між собою, тобто поглинання одного елемента знижує поглинання іншого. Такий антагонізм виявлений між Ca і Sr, Cd і Zn, K і Cs тощо. Знаючи елементи-антагоністи ВМ, можна зменшити надходження останніх в рослини [1, 5]. При цьому рекомендується використовувати антагонізм важких та легких металів. Підкреслимо, що антагонізм проявляється лише за певних незначних концентрацій конкуруючих іонів [1].

Наведені вище агротехнічні прийоми дозволяють зменшити рухливість ВМ у ґрунті, але не виключають їхнього надходження в рослини. Для отримання чистої сільськогосподарської продукції необхідно зменшити кількість ВМ до фонового рівня, чого можна добитися лише видаленням забруднення з кореневого шару [1]. Цього можна досягти за допомогою виносу ВМ разом з рослинами [1, 8, 13–15]. Даний метод у науковій літературі дістав назву фітореMediaції або фітотеліорації. Рослини, призначені для очищення ґрунту, повинні бути толерантними до забруднюючих елементів, вибірково поглинати та накопичувати їх у своєму організмі, мати розвинену кореневу систему, здатну розвиватись у широкому діапазоні рН ґрунту [1].

Загроза забруднення сільськогосподарських культур ВМ зростає на перезволожених ґрунтах (зокрема, глеєвих, глеюватих тощо) внаслідок зростання їх рухливості. За надлишку води у ґрунті з'являються метали з низькою валентністю в розчинних формах. Тому на ґрунтах з порушеним гідрологічним режимом перед вирощуванням сільськогосподарських культур проводять меліоративні роботи [12].

Попередні дослідження виявили, що рухомість ВМ збільшується з ущільненням ґрунту, що є небезпечним для вирощування

культурних рослин. Наприклад, зі збільшенням щільності ґрунту з 0,6–1,0 до 1,3–1,5 г/см³ рухливість ВМ зростає в декілька разів. Щоб знизити ризик забруднення продуктів рослинництва ВМ, ущільнені ґрунти розпушують [12].

Оскільки значна частина ВМ потрапляє в ґрунт разом з пестицидами та мінеральними добривами, їхній вміст необхідно суворо регулювати [8, 12]. Для збагачення ґрунту елементами живлення рослин замість мінераль-

них добрив рекомендується використовувати органічні речовини (гній, біогумус, копроліт, вермикомпост тощо), сидеральні культури тощо. При цьому органічні добрива беруть з ферм, де виробництво продукції тваринництва засновано на біологічних принципах. Для боротьби з хворобами та шкідниками рослин застосовують біологічні методи. При використанні мінеральних добрив та хімічних засобів захисту рослин необхідно точно розраховувати їхню кількість та строки внесення [7, 12].

Висновки

На толерантність рослин до дії ВМ впливає багато факторів: забезпечення культур елементами живлення, фаза росту, глибина проникнення коренів, тривалість вегетаційного періоду тощо. Такі агротехнічні прийоми, як вапнування, внесення добрив та ін. можуть і знижувати, і підвищувати токсичний вплив ВМ. Тому необхід-

но використовувати різні підходи в дослідженні міграції цих елементів у системі “ґрунт–рослина” залежно від виду рослини, типу ґрунту та характеру його забруднення. У подальших дослідженнях буде вивчено міграцію ВМ у рослині яблуні залежно від їх концентрацій в сірих лісових ґрунтах.

Бібліографія

1. *Алексеев Ю.В.* Тяжелые металлы в агроландшафте / Ю.В. Алексеев. – СПб.: Изд-во ПИЯФ РАН, 2008. – 216 с.
2. *Бессонова В.П.* Вміст важких металів у листі дерев і чагарників в умовах техногенного забруднення різного походження / В.П. Бессонова, І.А. Зайцева // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗНУ, 2008. – Вип. 13, № 2. – С. 62–77.
3. *Гришко В.М.* Особливості акумуляції важких металів у листках деревних рослин при аерогенному забрудненні екотопів / В.М. Гришко, О.М. Піскова // Інтродукція рослин. – 2014. – № 1. – С. 93–100.
4. Загрязнение почв и растительности тяжелыми металлами / [В.А. Большаков, Н.Я. Гальпер, Г.А. Клименко и др.]. – М.: Изд-во ВНИИ ГЭИсельхоз, 1978. – 54 с.
5. *Ильин В.Б.* Тяжелые металлы в системе почва–растение / В.Б. Ильин. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. – 191 с.
6. *Кюян В.Г.* Закономірності накопичення важких металів у насадженнях яблуні протягом періоду вегетації / В.Г. Кюян, О.Б. Овезмирадова // Захист і карантин рослин. – 2012. – Вип. 58. – С. 336–342.
7. Методичні рекомендації з основ органічного землеробства для фермерів (досвід ПП “Агроекологія”) / [П.В. Писаренко, А.С. Антонець, В.М. Писаренко та ін.]. – Полтава, 2013. – 62 с.
8. *Сенновская Т.* Сад у дороги [Электронный ресурс] / Т. Сенновская. – Портал на основе электронной версии журнала “Наука и жизнь”. – 2006. – № 5. – Режим доступа: <http://www.nkj.ru/archive/articles/5685>
9. *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.
10. Устойчивость растений к тяжелым металлам / [А.Ф. Титов, В.В. Таланова, Н.М. Казнина, Г.Ф. Лайдинен]; под ред. Н.Н. Немова; Институт биологии КарНЦ. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – 172 с.
11. *Харитонов М.М.* Особливості аеротехногенного забруднення ґрунтів важкими металами поблизу промислових зон / М.М. Харитонов, Л.В. Шупранова // Наукові праці. Екологія. – 2012. – Вип. 167. – С. 51–54.
12. Экологическая безопасность продукции растениеводства / [В.Е. Ториков, О.В. Мельникова, Г.П. Малякко, А.В. Волков]. – Брянск: Изд-во Брянской ГСХА, 2012. – 98 с.
13. Accumulation of heavy metals in soil and uptake by plant species with phytoremediation potential / J. Nouri, N. Khorasani, B. Lorestani [et al.] // Environmental Earth Sciences. – 2009. – № 59. – P. 315–323.
14. *Sherene T.* Mobility and transport of heavy metals in polluted soil environment / T. Sherene // Biological Forum – An International Journal. – № 2(2). 2010. – P. 112–121.
15. *Soni S.* A review on phytoremediation of heavy metals from soil by using plants to remove pollutants from the environment / S. Soni, S. Jain // International Journal of Advanced Research. – 2014. – Vol. 2(8). – P. 197–203.

Рецензенти – доктори сільськогосподарських наук,
професори **П.С. Гнатів, М.М. Харитонов**