Захист і карантин рослин. 2012. Вип. 58.
УДК 634.11:504.054

В.Г. КУЯН, доктор сільськогосподарських наук
О.Б. ОВЕЗМИРАДОВА, асистент
Житомирський національний агроекологічний університет

ЗАКОНОМІРНОСТІ НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У НАСАДЖЕННЯХ ЯБЛУНІ ПРОТЯГОМ ПЕРІОДУ ВЕГЕТАЦІЇ

Досліджено динаміку накопичення важких металів у насадженнях яблуні на клоновій підщепі М 3 протягом періоду вегетації. Встановлено зв'язок між характером росту, розвитку, активністю процесів метаболізму та акумуляцією важких металів вегетативними і генеративними органами в різні фенологічні фази рослин. Визначено період збору плодів, протягом якого відбувається мінімальне накопичення важких металів у продукції.

важкі метали, насадження яблуні, вегетативні органи, плоди, фази вегетації

В умовах сьогодення забруднення довкілля важкими металами є одним з основних факторів, що істотно погіршує його екологічний стан та негативно позначається на якості вирощуваної продукції. Здатність до накопичення важких металів, як правило, зумовлена видовою специфікою рослин, їх біологічними, анатомо-морфологічними, фізіологічними особливостями, поглиблене вивчення яких має важливе

© В.Г. Куян, О.Б. Овезмирадова, 2012.

наукове і практичне значення, оскільки не лише дозволяє прогнозувати ситуацію, а й попереджати та усувати можливі негативні наслідки.

Важкі метали, проникаючи в рослинний організм, здатні до нерівномірного накопичення у різних його частинах. Плодові рослини впродовж тривалого життєвого періоду, більшою мірою, накопичують метали у багаторічних органах. Зокрема, у деревних форм по стовбуру розподіляється близько 60—68% забруднюючих речовин [7].

Істотне значення в обмеженні транспортування важких металів до надземної частини рослин належить кореневій системі [2, 6, 8]. Доведено, що токсичний вплив важких металів на рослини зменшується за рахунок розміщення основної маси коренів нижче забрудненого горизонту, а тому найбільшою здатністю виносити з ґрунту і накопичувати в біомасі характеризуються культури з поверхневим розміщенням кореневої системи [10].

Найменшу кількість важких металів накопичують продуктивні органи рослин [8]. Проте, впродовж вегетації різниця у накопиченні важких металів плодами може бути більш суттєвою, ніж за поглинання їх вегетативними органами, і зокрема листками [5]. Надходження важких металів у товарну частину продукції плодових культур відбувається синусоїдно — з мінімальною кількістю у фазах цвітіння та достигання. Поступове зменшення концентрації відмічається у період наливання, фізіологічної та повної стиглості [7].

Річний цикл розвитку плодових культур супроводжується послідовними, генетично зумовленими змінами метаболізму і морфоструктур [3]. Протягом вегетації, внаслідок обмінних процесів, разом з необхідними для життєдіяльності асимілятами до рослинного організму надходять і важкі метали. А відтак, здатність культур до акумуляції цих елементів тісно пов'язана з фізіологічними ритмами, що впливають на тривалість проходження фаз вегетації, а отже і період їх активного засвоєння рослинами. У зв'язку з цим, важливим моментом при дослідженні закономірностей накопичення важких металів плодовими культурами є вивчення динаміки акумуляційного процесу в різні фенологічні фази росту і розвитку рослин.

Методика досліджень. Дослідження провадили в насадженнях яблуні зимового сорту Кальвіль сніговий на клоновій підщепі *М3.* Насадження розміщені на території Ботанічного саду ЖНАЕУ, що межує з однією з центральних автомагістралей м. Житомир, а відтак їх забруднення зумовлене викидами автотранспорту.

Рельєф площі рівнинний, ґрунти — чорноземи вилугувані, неглибокі, легкосуглинкові на лесових суглинках. Схема розміщення дерев 5 × 4 м. Вік рослин — 40 років. Середня висота дерев — 4,8 м, діаметр крони — 3,8 м, окружність штамба — 79,6 см, середній приріст пагонів — 15,1 см.

Відбір ґрунтових (шар 0—60 см) та рослинних зразків для лабораторного аналізу здійснювали протягом основних фенологічних фаз яблуні: розпускання бруньок, цвітіння, формування та достигання плодів, листопад. Вміст важких металів (Cu, Pb, Cd, Zn) визначали методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії [4].

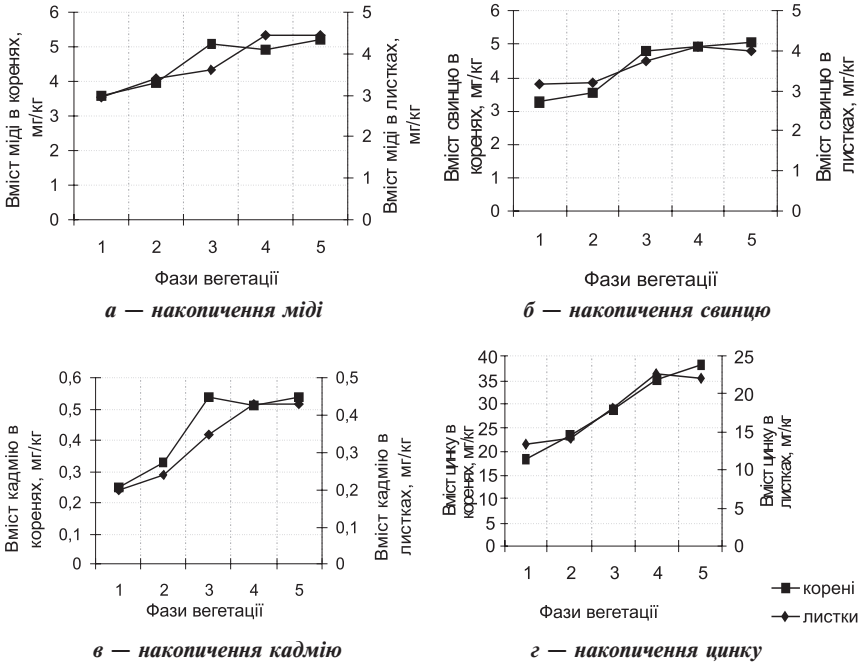
Результати досліджень. Протягом вегетації яблуні спостерігали певні зміни вмісту рухомих форм важких металів у ґрунті насаджень. В цілому від початку вегетації до фази листопаду яблуні концентрація елементів у ґрунті зросла в 1,01—1,13 раза, при цьому дещо варіюючи між окремими фенофазами (табл.). Так, концентрація важких металів у фазі цвітіння відносно початкового їх вмісту збільшилась у 1,08—1,21 раза. В наступний період, спостерігалось поступове зниження рівня вмісту елементів у ґрунті, яке тривало до фази достигання плодів, протягом якої і було зафіксовано їх мінімальні показники.

Наприкінці вегетації яблуні, коли ростові процеси вповільнюються, відмічається повторне зростання вмісту важких металів у ґрунтовому покриві. Від фази достигання плодів до листопаду концентрація елементів збільшилась у 1,17—1,35 раза. Протягом цього періоду відбувається більш активне накопичення важких металів у ґрунті, ніж на початку вегетації, що певною мірою пов'язано з їх відтоком із надземної системи.

Процес накопичення важких металів у вегетативних органах характеризується деякими особливостями (рис. 1). Аналіз динаміки вмісту важких металів у коренях показав, що найбільш інтенсивне накопичення міді та кадмію відбувається на початкових етапах вегетації яблуні, яке триває до фази формування плодів. За цей період вміст досліджуваних елементів відносно фази розпускання бруньок

1. Динаміка вмісту рухомих форм важких металів у кореневмісному шарі ґрунту насаджень яблуні протягом основних фаз вегетації (середнє 2006—2008 рр.), мг/кг

Фаза вегетації	Вміст важких металів, мг/кг			
	Cu	Pb	Cd	Zn
Розпускання бруньок	4,32±0,61	6,65±0,46	0,42±0,06	8,26±0,49
Цвітіння	4,66±0,43	7,80±0,41	0,51±0,054	8,92±0,47
Формування плодів	4,32±0,32	7,08±0,50	0,39±0,058	7,06±0,72
Достигання плодів	3,44±0,23	6,47±0,22	0,34±0,02	6,85±0,26
Опадання листя	4,37±0,40	7,54±0,36	0,46±0,05	8,52±0,41



а — накопичення міді

б — накопичення свинцю

в — накопичення кадмію

г — накопичення цинку

Рис. 1. Накопичення важких металів у кореневій системі та листках яблуні протягом вегетаційного періоду
(1 — розпускання бруньок, 2 — цвітіння, 3 — формування плодів, 4 — достигання плодів, 5 — опадання листя)

збільшився у 1,42—2,16 раза. У фазі достигання плодів вміст міді та кадмію дещо знижується, після проходження якої знову відмічається їх накопичення, яке триває до листопаду.

Щодо свинцю та цинку, то їх накопичення у коренях яблуні протягом вегетаційного періоду відбувається поступово та більш рівномірно, ніж міді та кадмію. Проте, більш інтенсивне вбирання цих елементів також триває до фази формування плодів.

Дослідження динаміки накопичення важких металів у листках дозволили встановити дещо іншу закономірність — при збільшенні площі листкової поверхні яблуні протягом вегетаційного періоду відмічалось зростання їх концентрації. Так, від фази розпускання бруньок до достигання плодів рівень вмісту елементів збільшився в 1,29—2,15 раза. Протягом вегетації у листках яблуні найактивніше накопичуються кадмій та цинк. Підвищену акумуляцію кадмію можна пояснити його хімічними властивостями: вступаючи в реакції обміну він не створює важкорозчинних хелатних комплексів у компартментах

клітин рослинного організму і тому відрізняється високою мобільністю [1]. А зростання вмісту цинку — елементу, який впливає на синтез хлорофілу, зумовлене фізіологічною потребою рослини [9]. До того ж, опале по закінченню вегетації листя може бути додатковим джерелом надходження важких металів до ґрунтового покриву насаджень.

Певну динаміку вмісту важких металів протягом вегетації було відмічено у генеративних органах яблуні. За результатами проведеного аналізу встановлено, що вміст важких металів у плодах за період від їх формування до достигання збільшується у 1,82—2,22 раза, досягаючи максимуму на початку знімальної стиглості плодів (рис. 2).

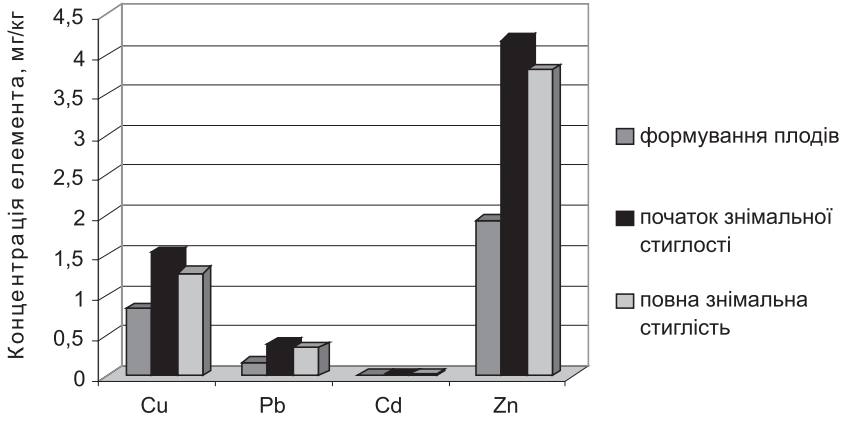


Рис. 2. Динаміка вмісту важких металів у плодах яблуні залежно від фази вегетації

Водночас, у плодах, зібраних у період повної знімальної стиглості, відмічалось зниження активності надходження міді у 1,19 раза, свинцю — 1,14, кадмію — 1,3, цинку — 1,1 раза в порівнянні з початком цієї фази. Очевидно дану динаміку зумовлює те, що певна частка важких металів з відтоком метаболітів надходить у насіння.

Таким чином, збирання плодів яблуні сорту Кальвіль сніговий у разі їх забруднення важкими металами, з метою більш безпечного використання, доцільно здійснювати у фазі повної знімальної стиглості, що забезпечує зниження рівня їх вмісту.

ВИСНОВКИ

Накопичення важких металів у вегетативних та генеративних органах яблуні протягом вегетаційного періоду має закономірну дина-

міку, зумовлену характером росту й розвитку та активністю процесів метаболізму рослин.

Найбільш активне накопичення важких металів у вегетативній кореневій системі триває до фази формування плодів. Рівень вмісту важких металів у листках зростає залежно від збільшення їх площі протягом вегетації.

З настанням повної знімальної стиглості спостерігається зниження вмісту важких металів у плодах.

Подальші дослідження необхідно зосередити на вивченні здатності яблуні літніх та осінніх сортів до накопичення важких металів впродовж вегетаційного періоду.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. *Алексеев Ю.В.* Тяжёлые металлы в почвах и растениях / Ю.В. Алексеев. — Л.: Агропромиздат. Ленинград. Отд-ние., 1987. — 142 с.

2. *Жеребная Л.А.* Роль корневых систем в блокировании поступления тяжелых металлов в генеративные органы растений / Л.А. Жеребная // Матеріали міжнар. конф. "Ґрунтознавство та агрохімія на шляху до сталого розвитку України". — Книга 3. Агрохімія та ґрунтознавство. — Вінниця, 2002. — С. 61—63.

3. *Куян В.Г.* Спеціальне плодівництво / В.Г. Куян. — К.: Світ, 2004. — 464 с.

4. *Методические* указания по определению тяжёлых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. — М.: ЦИНАО, 1992. — 61 с.

5. *Мотылёва С.М.* О накоплении тяжёлых металлов в листьях и плодах различных сортов черной смородины в зависимости от фазы вегетации / С.М. Мотылёва, М.В. Соснина // С. х. биология. Сер. биология растений. — 1996. — № 1. — С. 67—70.

6. *Нестерова А.Н.* Действие тяжелых металлов на корни растений / А.Н. Нестерова // Биологические науки. — 1989. — № 9. — С. 72—86.

7. *Попович Л.П.* Придатність забруднених ґрунтів під плодоягідні культури / Л.П Попович // Садівництво. — 1995. — Вип. 44. — С. 87—89.

8. *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.

9. *Шуруба Г.А.* Некорневое питание плодовых и ягодных культур микроэлементами / Г.А. Шуруба. — Л.: Вища школа, 1982. — 176 с.

10. *Яковишина Т.Ф.* Толерантность сельскохозяйственных культур к загрязнению тяжелыми металлами // Матеріали ІV міжнар. науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених "Екологія. Людина. Суспільство." — Київ, 2002. — С. 191—192.

В.Г. Куян, О.Б. Овезмирадова. Закономерности накопления тяжелых металлов в насаждениях яблони на протяжении периода вегетации

Исследована динамика накопления тяжелых металлов в насаждениях яблони на клоновом подвое М 3 на протяжении периода вегетации. Установлена связь между характером роста, развития, активностью процессов метаболизма и аккумуляцией тяжелых металлов вегетативными и генеративными органами в разные фенологические фазы растений. Определён период сбора плодов, на протяжении которого происходит минимальное накопление тяжелых металлов в продукции.

Kuyan V., Ovezmiradova O. The regularities of accumulating heavy metals in apple-tree plantations during vegetation

The paper presents the investigation into the dynamics of heavy metal accumulation in apple-tree plantations grown from M 3 during vegetation. The author establishes the correlation between growth, development, metabolism activity and heavy metal accumulation by vegetative and generative organs under various plant phenological phases. The paper determines the period of harvesting fruits during which the minimum accumulation of heavy metals in the produce is observed.