

УДК 634.8:631.8:549.2
© 2013

Є.І. Кузьменко,
А.С. Кузьменко,
кандидати сільсько-
господарських наук
ННЦ «Інститут
виноградарства
і виноробства
ім. В.Є. Таїрова»

ВЗАЄМОДІЯ ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ЗА ЇХ НАДХОДЖЕННЯ ДО ВИНОГРАДНОЇ РОСЛИНИ

Виявлено вплив моно- і поліелементного забруднення ґрунту Pb, Cu, Zn, Fe у дозі 5-ти гранично допустимих концентрацій на надходження цих металів до виноградної рослини. Визначено коефіцієнти накопичення важких металів у пагонах виноградної рослини. Установлено, що в умовах поліелементного забруднення ґрунту важкими металами спостерігається більше зниження врожайності винограду, ніж в умовах моноелементного забруднення.

Ключові слова: важкі метали, ґрунт, виноградна рослина, моно- і поліелементи забруднення.

Забруднення ґрунту важкими металами (ВМ) найчастіше має поліелементний характер. Взаємодія компонентів поліелементного забруднення у системі ґрунт — рослина є дуже складною. Залежно від концентрації іонів металів та їх співвідношення в поживному розчині між ними можуть виникнути антагоністичні і синергічні відносини. Явище конкуренції між іонами окремих металів, коли надлишок одного іона в ґрунтового розчину значно пригнічує поглинання іншого іона кореннями рослин, отримало назву іонного *антагонізму*. Іонний *синергізм* — явище повністю протилежне іонному антагонізму і полягає у взаємному стимулюванні окремих іонів у процесі їх поглинання кореннями рослин з ґрунтового розчину [2–4]. Тому дуже важливим є визначення напряду процесів поглинання і накопичення іонів важких металів органами виноградної рослини в умовах поліелементного забруднення.

Мета досліджень — виявити вплив моно- і поліелементного забруднення ґрунту Pb, Cu, Zn, Fe на надходження цих металів до виноградної рослини.

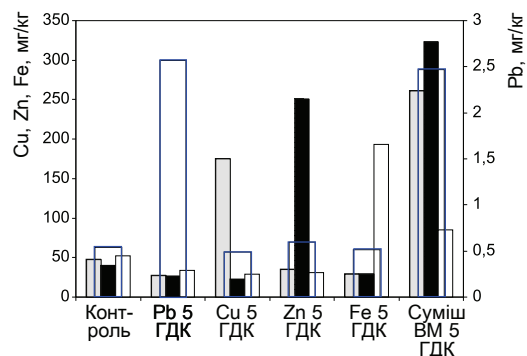
Матеріали та методи досліджень. Дослідження здійснювали на виноградної плантації ДП ДГ «Таїровське». Сорт винограду — Суходиманський білий, рік висаджування — 1983, схема садіння кущів — 3,5×1,5 м, формування — 2-бічний горизонтальний кордон з висотою штаблів 80–90 см. Ґрунт — чорнозем південний малогумусний важкосуглинковий на карбонатному лесі. На початку фази цвітіння винограду нами було змодельовано забруднення ґрунту важкими металами — Pb, Cu, Zn, Fe та їх сумішшю з розрахунку 5-разового перевищення ГДК для валових форм. Важкі метали вносили у вигляді азотнокислих солей. У конт-

рольному варіанті ВМ не вносили. Їх уміст визначали в ґрунті (ААБ з рН 4,8) і вегетативних органах — однорічних пагонах винограду (10%) за методом атомної абсорбції на спектрофотометрі С-115 М1.

Результати досліджень (рисунк) показали, що в органах винограду в підвищеній кількості накопичується саме той метал, який вносили в ґрунт окремо в дозі 5 ГДК.

Інші метали накопичуються в меншій кількості порівняно з контрольним варіантом. Так, за внесення в ґрунт Pb у дозі 5 ГДК спостерігалось підвищення його вмісту в пагонах винограду в 4,8 раза, водночас уміст Cu в пагонах цих рослин навпаки зменшився в 1,8 раза, Zn і Fe — у 1,5 раза щодо показників контрольного варіанта. Зниження вмісту елементів (Cu, Zn, Fe) у вегетативних органах, на нашу думку, може бути виявом антагоністичних відносин між Pb, з одного боку, та Cu, Zn і Fe, з другого, за їх надходження до рослин.

Унесення в ґрунт Cu у дозі 5 ГДК призводи-



Уміст ВМ у пагонах винограду: ■ — Cu; ■ — Zn; □ — Fe; □ — Pb

1. Уміст ВМ у ґрунті та органах виноградної рослини

Варіант	Уміст важких металів, мг/кг											
	Pb			Cu			Zn			Fe		
	ґрунт	пагони	Кн	ґрунт	пагони	Кн	ґрунт	пагони	Кн	ґрунт	пагони	Кн
Контроль	0,75	0,54	0,72	1,32	47,8	36,2	0,33	39,2	118,8	0,62	52,4	84,5
Pb 5 ГДК	3,31	2,57	0,78	1,35	26,7	19,8	0,35	26,1	74,6	0,60	34,2	57,0
Cu 5 ГДК	0,73	0,49	0,67	3,95	175,4	44,4	0,32	22,5	70,3	0,57	28,6	50,2
Zn 5 ГДК	0,78	0,60	0,77	1,34	34,8	26,0	1,92	250,8	130,6	0,60	31,1	51,8
Fe 5 ГДК	0,70	0,51	0,73	1,25	29,1	23,3	0,38	29,4	77,4	2,40	193,8	80,6
Суміш ВМ												
5 ГДК	3,32	2,47	0,74	5,20	261,5	50,3	2,18	323,1	148,2	1,04	84,6	88,3
НІР ₀₅	0,14	0,11	0,10	0,14	10,65	9,41	0,18	10,86	15,71	0,13	13,19	4,25

ло до підвищення її вмісту в пагонах рослин у 3,7 раза порівняно з контролем, проте істотно не впливало на вміст Pb. Уміст Zn та Fe в пагонах рослин цього варіанта знижувався відповідно в 1,5 та 1,8 раза, що, ймовірно, свідчить про повільне надходження цих елементів до рослин.

Унесення в ґрунт Zn у дозі 5 ГДК сприяло підвищенню вмісту цього елемента в пагонах дослідних рослин в 6,4 раза порівняно з контролем. При цьому вміст Pb в пагонах рослин цього варіанта істотно не змінювався, а Cu та Fe — знижувався відповідно у 1,4 та 1,7 раза щодо контролю. Отже, підвищений уміст Zn у ґрунті призводив до зниження вмісту Cu та Fe у вегетативних органах виноградної рослини.

Унесення в ґрунт Fe в дозі 5 ГДК зумовлювало підвищення вмісту Fe в пагонах дослідних рослин у 3,7 раза порівняно з контролем і не впливало на накопичення Pb. Уміст Cu та Zn в пагонах рослин цього варіанта був відповідно в 1,6 та 1,3 раза меншим, ніж на контролі. У цьому варіанті (Fe 5 ГДК) явище антагонізму можна спостерігати між Fe, з одного боку, та Cu і Zn, з другого. З урахуванням того, що майже завжди забруднення ґрунту має поліелементний характер, нами досліджено вплив суміші ВМ (Pb+Cu+Zn+Fe) на надходження цих елементів до рослини. Результати досліджень свідчать про те, що внесення суміші ВМ (5 ГДК) у ґрунт призвело до підвищення вмісту Pb в пагонах рослин у 4,6 раза, Cu — 5,5, Zn — 8,2, Fe — 1,6 раза порівняно з контролем. Порівнявши вміст Pb у пагонах рослин у варіанті із сумішшю ВМ 5 ГДК з варіантом Pb 5 ГДК, слід зазначити, що його вміст істотно не змінився, тобто наявність інших елементів (Cu, Zn, Fe) в суміші не вплинула на поглинання Pb. Уміст Cu в пагонах був більшим у 1,5 раза стосовно варіанта Cu 5 ГДК, Zn — 1,3 раза щодо варіанта Zn 5 ГДК. На нашу думку, це явище відбувається за рахунок синергічних відносин між наве-

деними вище елементами. Уміст заліза в пагонах рослин цього варіанта навпаки був меншим у 2,3 раза щодо варіанта Fe 5 ГДК, що може свідчити про наявність антагоністичного ефекту між Fe та іншими елементами за рахунок їх підвищеної концентрації.

Багатьма дослідниками встановлено, що між хімічним складом рослин та елементним складом середовища є певний взаємозв'язок. Розрахований коефіцієнт біологічного накопичення є характеристикою співвідношення між умістом досліджуваного хімічного елемента в ґрунті і рослині. Елементи, що належать до складу життєво важливих сполук, поглинаються рослинами з ґрунту вибірково, їх коефіцієнт біологічного накопичення, як правило, дорівнює 1 або більше. Інші елементи, біологічне значення яких важко пояснити, мають коефіцієнт біологічного накопичення менше 1 [3, 4].

Коефіцієнт біологічного накопичення, який розраховують на валовий уміст елемента в ґрунті, не завжди відображає його дійсну міграційну рухомість у ланці ґрунт — рослина, тому що в ґрунті одночасно наявні різні форми елементів, що різняться міцністю зв'язку та доступністю для поглинання рослинами. Для більш точної оцінки зв'язку рухомості ВМ у ґрунті та їх накопичення в рослинах використовують коефіцієнт накопичення (Кн), який розраховують як співвідношення концентрації елемента в рослинах до вмісту його рухомої форми в ґрунті.

Було встановлено, що коефіцієнт накопичення Pb для пагонів винограду істотно не змінювався (порівняно з контролем) незалежно від варіанта. Коефіцієнт накопичення Cu достовірно зменшився за внесення в ґрунт окремо Pb, Zn і Fe в дозі 5 ГДК і дещо збільшився у варіанті із сумішшю ВМ порівняно з контролем. Коефіцієнт накопичення Zn для пагонів також зменшувався у варіантах з унесенням ВМ (Pb, Cu, Fe) окремо і збільшувався за внесення

2. Вплив ВМ на врожай винограду та його якість

Варіант	Маса 1 грона, г	Маса врожаю		Якість соку	
		кг/кущ	%	цукристість, г/100 см ³	кислотність, г/дм ³
Контроль	154,2	4,16	100,0	19,4	8,2
Pb 5 ГДК	130,7	3,53	84,9	18,3	9,1
Cu 5 ГДК	126,8	3,42	82,2	18,7	8,7
Zn 5 ГДК	139,4	3,76	90,4	19,1	8,4
Fe 5 ГДК	145,3	3,92	94,2	18,9	8,8
Суміш ВМ 5 ГДК	123,4	3,33	80,0	18,5	8,9
НІР ₀₅	9,59	0,26	7,05	0,33	0,32

суміші ВМ. У пагонах виноградної рослини було виявлено зменшення коефіцієнта накопичення Fe порівняно з контролем у варіантах з окремих унесенням Pb, Cu, Zn.

Такі зміни (збільшення та зменшення) коефіцієнта накопичення елементів у варіантах з унесенням ВМ у дозі 5 ГДК підтверджують наведені вище висновки про наявність антагоністично-синергічних відносин між елементами за їх надходження до рослин.

Одним з основних показників, за яким оцінюють вплив певного фактора на рослину, є врожайність. Під час збирання врожаю виявилось (табл. 2), що в дослідних варіантах маса винограду була меншою, ніж у контрольному варіанті. Це відбувається за рахунок зменшення маси грона, оскільки облікові кущі були навантажені однаковою кількістю суцвіть (27 шт.).

Зменшення маси врожаю на 20% спостерігалось під впливом суміші ВМ 5 ГДК. У варіантах Pb 5 ГДК та Cu 5 ГДК маса врожаю була меншою, ніж на контролі, на 15,1 та 17,8% від-

повідно. У варіанті Zn 5 ГДК також було зафіксовано зменшення маси врожаю на 9,6% порівняно з контролем. Істотного зменшення маси врожаю у рослин у варіанті Fe 5 ГДК виявлено не було.

Під впливом ВМ спостерігалися зміни показників якості винограду, зокрема цукристості та кислотності ягід. Отримані нами дані свідчать про те, що в дослідних варіантах з унесенням ВМ уміст цукру в ягодах винограду знижувався, а кислотність підвищувалася. У варіанті з Pb на 5,7% знижувався рівень цукру, і на 11% підвищувався рівень кислотності в ягодах винограду. Cu та Fe в дозі 5 ГДК призводили до зниження вмісту цукру відповідно на 3,6 та 2,6% і до підвищення рівня кислотності на 6,1 і 7,3%. Істотних змін рівня цукристості і кислотності у варіанті з Zn виявлено не було. Унесення суміші ВМ у ґрунт значно вплинуло на якість соку ягід: на 4,6% була меншою цукристість, і на 8,5% більшим був рівень кислотності порівняно з контролем.

Висновки

За результатами проведених досліджень встановлено, що немає елементів, які є лише антагоністами чи синергістами. Взаємовідносини між елементами за їх надходження до рослин змінюються залежно від умов моно- та поліелементного забруднення. Виявлено, що

найбільше пригнічення розвитку рослин відбувалося в умовах поліелементного забруднення (Pb+Cu+Zn+Fe у дозі 5 ГДК). У варіантах з окремим навантаженням ВМ також було зафіксовано зниження врожайності та погіршення якості винограду порівняно з контролем.

Бібліографія

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях/Ю.В. Алексеев. — Л.: Агропромиздат, 1987. — 142 с.
2. Головатий С.Е. Тяжелые металлы в агроэко-системах/С.Е. Головатий. — Минск, 2002. — 239 с.
3. Ефремов И.В. Моделирование процессов взаимодействия компонентов системы «почва — растение»/И.В. Ефремов, О.Н. Кузьмин, В.Е. Дудоров//

4. Самохвалова В.Л. Пороговые уровни токсичности тяжелых металлов для сельскохозяйственных культур/В.Л. Самохвалова, М.М. Мірошниченко, А.І. Фатеев//Вісн. аграр. науки. — 2001. — № 11. — С. 61–64.

Надійшла 18.06.2012.