

НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ДЕРНОВО-СЛАБОПІДЗОЛИСТОМУ ГЛИНИСТО-ПІЩАНОМУ ҐРУНТІ І БУЛЬБАХ КАРТОПЛІ ПРИ ТРИВАЛОМУ ЗАСТОСУВАННІ ДОБРІВ В УМОВАХ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Довгострокове (30-річне) застосування органічних і мінеральних добрив у сівозміні в значній мірі впливало на вміст важких металів у ґрунті і бульбах картоплі. Органічні добрива знижували вміст у ґрунті і рослинах Ni, Cr, Cu. Застосування мінеральних добрив збільшувало вміст більшості металів за винятком Mn, Sr - в ґрунті, V та Cr - в бульбах.

Природний розподіл елементів (особливо рідких і розсіяних) у навколишньому середовищі характеризується помітною нерівномірністю. Зони, в яких концентрація елементів суттєво відрізняється від деякого середнього значення, називаються аномальними або біогеохімічними [1]. Виробнича діяльність людини також може призвести до утворення великих регіонів площ з аномальним вмістом деяких елементів, причому антропогенний тип міграції за своїми масштабами уже давно зрівнявся з природним, а в деяких випадках значно перевищує за впливом природні геохімічні процеси.

Збільшення антропогенного навантаження на навколишнє середовище веде за собою збільшення небезпеки забруднення її важкими металами. Тут доречно відмітити, що використання терміну "важкий метал" справедливе, коли мова йде про небезпечні для живих організмів концентрації елементу з атомною масою понад 40 [2].

Значним джерелом надходження важких металів у ґрунт є органічні і мінеральні добрива, а з добрив найбільш вагомим джерелом забруднення, як за складом елементів, так і за вмістом – фосфорні добрива [3, 4]. Так, за даними Б.А.Ягодіна [4], вміст їх в фосфоритах може досягти 1000 мг/кг, в апатитах - 32 мг/кг, в фосфорному борошні - 21 мг/кг і в подвійному суперфосфаті - 15 мг/кг.

При внесенні 100 кг/га суперфосфату в ґрунт надходить до 0,22 г миш'яку, 17 г кадмію, 24,3 г хрому, 9,2 г свинцю, 143 г цинку, що протягом 100 років може призвести до збільшення вмісту в ґрунті тільки за рахунок фосфорних добрив кадмію - на 12 %, свинцю - на 3,1%, цинку - на 9,6 % [5].

Вирощування рослин на ґрунтах з підвищеним вмістом важких металів веде до одержання забрудненої ними продукції.

Об'єктом досліджень був вибраний дерново-підзолистий глинисто-піщаний ґрунт, розвинений на флювіо-гляціальних

відкладах, які характерні для Південного Полісся.

Дослідження ведуться у довгостроковому досліді, який

закладеному у 1963 році на Поліській дослідній станції ім. О.М. Засухіна.

Таблиця 1

Схема застосування добрив під культури стаціонарного досліду

№ варіанту	Поле I	Поле II	Поле III	Поле IV	Поле V	Поле VI	Всього за ротацию
	Люпин на зелений корм	Озиме жито	Картопля	Кукурудза на силос	Вик-овес на зелений корм	Озиме жито	
1	Без добрив	Без добрив	Без добрив	Без добрив	Без добрив	Без добрив	Без добрив
2	-//-	-//-	Доломіт 0,5 г.к.	-//-	-//-	-//-	Доломіт 0,5 г.к.
3	-//-	Т. компост 20 т/га	Доломіт 0,5 г.к. Т. компост 30 т/га	Т. компост 30 т/га	-//-	-//-	Доломіт 0,5 г.к. Т. компост 80 т/га
4	-//-	НРК за еквівалентом до т. компосту	Доломіт 0,5 г.к. НРК за еквівалентом до т. компосту	НРК за еквівалентом до т. компосту	-//-	-//-	Доломіт 0,5 г.к. НРК за еквівалентом до т. компосту
5	-//-	Т. компост 20 т/га N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Доломіт 0,5 г.к. Т. компост 30 т/га N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	Т. компост 30 т/га N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Доломіт 0,5 г.к. Т. компост 80 т/га N ₃₃₀ P ₃₀₀ K ₃₃₀
6	-//-	Т. компост 20 т/га N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Доломіт 1,0 г.к. Т. компост 30 т/га N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	Т. компост 30 т/га N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Доломіт 1,0 г.к. Т. компост 80 т/га N ₃₃₀ P ₃₀₀ K ₃₃₀

Він являє собою шестипільну сівозміну, розгорнуту в часі і просторі з таким чергуванням культур: люпин на зелений корм, озиме жито, картопля, кукурудза на силос, вик-вівсяна суміш на зелений корм, озиме жито. Посівна площа ділянки - 140 м², облікова - 100 м². У досліді використовуються сорти: жовтого люпину Кастрічник, озимого жита - Верхняцьке 32, картоплі - Зов, куку-

рудзи - гібрид Дніпровський 247 ТВ, вівса - Буг. З органічних добрив у досліді використовується торфогнойовий компост, виготовлений восени, із співвідношенням компонентів 1:1. Органічні і мінеральні (Naa, Pcg, Kx) добрива вносяться навесні перед посівом культур, частина азоту (N₃₀) залишається для підживлення. Вапнування в досліді проводиться доломітовим борошном у полі під

картоплю раз у ротацию сівозміни. Агрохімічна характеристика ґрунту перед закладкою досліду була такою: (в шарі 0-20 см): вміст гумусу - 1,1%, ємкість поглинання - 3,0-3,3 мг-екв, гідролітична кислотність - 1,85-2,4 мг-екв на 100 г ґрунту, рН - 4,6-4,9, ступінь насичення основами - 35-50%, вміст рухомих форм фосфору - 2-3 мг і калію - 1,5-2 мг на 100 г ґрунту.

Вміст гумусу в ґрунті визначається за Тюриним, ємкість поглинання - за Бобко-Аскіназі, суму поглинутих основ - за Капленом-Гільковцем, гідролітичну кислотність - за Капленом, рухомі форми фосфору і калію - у витяжці за Кирсановим, фосфор - за Деніже, калій - на полум'яному фотометрі. Визначення вмісту металів у ґрунті і рослинах проводили за допомогою спектрографа УСА-4 у попередньо підготовлених зразках.

Кислотність ґрунту і вміст рухомих форм фосфору і калію виз-

начається щорічно, решта показників - один раз у ротацию в другому полі сівозміни. У сівозміну входили трьома полями з подальшим додаванням одного поля щорічно. Таким чином у 1993 році в другому полі закінчилась п'ята ротация сівозміни. Вапнування помітно знизило кислотність ґрунту і підвищило ступінь насиченості його основами на 14,3% (табл.2). Внесення органічних добрив забезпечило підвищення ємкості поглинання на 0,34 мг-екв щодо вапнованого фону, але кислотність ґрунту при внесенні торфокомпосту була вища, ніж на варіанті з внесенням доломіту. Використання еквівалентної органічним за НРК кількості мінеральних добрив на фоні вапнування привело до значного зменшення ступеня насиченості основами, а також деякого (на 0,2 мг-екв у порівнянні з органічними добривами) підвищення гідролітичної кислотності.

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники дерново-підзолистого глинисто-піщаного ґрунту після 30-ти річного застосування добрив (0-20 см), кінець ротации 1993 р.

Варіанти (добрив за ротацию)	Вміст гумусу %	Т, мг-екв на 100 г ґрунту	V, %	Нг, мг-екв на 100 г ґрунту	рН
1. Без добрив	1,02	2,56	45,6	1,40	4,4
2. Доломіт 0,5 за г.к.	1,04	2,69	59,9	1,08	4,9
3. Доломіт 0,5 за г.к. + торфокомпост 80 т/га	1,27	3,03	58,4	1,26	4,6
4. Доломіт 0,5 за г.к. + НРК за еквівалентом до т.компосту	1,25	2,51	41,9	1,46	4,6
5. Доломіт 0,5 за г.к. + торфокомпост 80 т/га + N ₃₃₀ P ₃₀₀ K ₃₃₀	1,20	3,25	40,2	1,94	4,6
6. Доломіт 1,0 за г.к. + торфокомпост 80 т/га + N ₃₃₀ P ₃₀₀ K ₃₃₀	1,33	3,90	56,2	1,70	4,7

Найбільшою ємкістю поглинання була при внесенні мінеральних добрив на фоні вапна і торфокомпосту, причому, внесення повної за гідролітичною кислотністю норми доломіту забезпечувало більш високу, ніж при використанні половинної норми вапна, ступінь насиченості основами - 56,2 %.

Визначення вмісту важких металів у ґрунті, проведене в кінці п'ятої ротачії сівозміни, показало (табл.3), що на контрольному варіанті, за винятком Mn, Ti, Cu і Pb, воно є достатньо характерним для даного генетичного ґрунтового різновиду. Підвищений вміст Ti

пояснюється тим, що географічне місце проведення досліду знаходиться у межах природної біогеохімічної провінції, збагаченої Ti. Джерелом Ti є мінерал ільменіт. Вміст Mn у ґрунті коливається в рамках (0,01-0,4%) [6], але, хоч визначений вміст (0,3%) і знаходиться в цьому інтервалі для легких дерново-підзолистих ґрунтів, він трохи підвищений. Вміст Pb для піщаних ґрунтів 50 мг/кг також є підвищеним, але не перевищує ГДК. Вміст Cu перевищує сучасні вітчизняні ГДК [7] у 2,5 рази, що, можливо, пов'язане з широким застосуванням раніше пестицидів, що містять мідь.

Таблиця 3

Вміст металів в дерново-підзолистому глинисто-піщаному ґрунті при довгостроковому застосуванні добрив (шар 0-20 см), кінець V ротачії, 1993 р., мг/кг абсолютно сухого ґрунту

Варіанти (добрив за ротачією)	Метали *											
	Mn	Ni	V	Cr	Zr	Cu	Pb	Ag	Zn	Sc	Y	Sr
1. Без добрива	3022	10	22	20	208	106	50	2	99	5	103	300
2. Доломіт 0.5 за г.к.	1089	6	20	15	111	159	12	0.5	36	6	30	29
3. Доломіт 0.5 за г.к. + торфокомпост 80 т/га	2958	12	20	20	109	112	11	1	108	6	27	36
4. Доломіт 0.5 за г.к. + NPK за еквівалентом до т.компосту	2108	20	31	30	156	208	12	1.5	211	5	98	39
5. Доломіт 0.5 за г.к. + торфокомпост 80 т/га + N ₃₃₀ P ₃₀₀ K ₃₃₀	2099	6	20	19	199	209	10	1	59	5	49	38
6. Доломіт 1.0 за г.к. + торфокомпост 80 т/га + N ₃₃₀ P ₃₀₀ K ₃₃₀	2006	9	40	22	196	158	19	1	36	5	96	39

*Вміст Ti в ґрунті коливався в межах $1 \pm 0,3\%$

Систематичне вапнування протягом 30 років знижувало вміст Mn у ґрунті майже у 3 рази в порівнянні з контрольним варіантом. Відмічено також значне зниження вмісту Zr - на 90%, Pb - в 4,2 рази, Zn - на 63%, Y - на 70% і Sr - у 10 разів у порівнянні з вмі-

стом на контрольному варіанті.

У 1,5 рази, в порівнянні з контролем, підвищувався при вапнуванні вміст Cu у ґрунті.

Органічні добрива на вапнованому фоні значного підвищення вмісту Cu в ґрунті не викликали. Слід відмітити значне (в

3 рази з вапнованим фоном) збільшення вмісту Zn в ґрунті при використанні органічних добрив.

Внесення еквівалентної органічним за NPK кількості мінеральних добрив сприяло деякому підвищенню вмісту в ґрунті Ni, V, Cr, а вміст Cu і Zn в цьому випадку підвищувався у 2 рази в порівнянні з абсолютним контролем.

На варіанті, де протягом п'яти ротаций сівозміни на фоні доломіту (0,5 за г.к.) вносили 80 т/га

торфокомпосту і N₃₃₀P₃₀₀K₃₃₀, у ґрунті в деякій мірі знижувався вміст Ni більш помітно (майже у 2 рази в порівнянні з варіантом, де вносились одні органічні добрива) – Zn.

Збільшення дози вапна до 1.0 норми за г.к. при тому ж рівні застосування органічних і мінеральних добрив приводило до зниження вмісту Cu і Zn в ґрунті, одночасно в деякій мірі підвищувався вміст в ньому V і Y.

Таблиця 4

Вміст металів у бульбах картоплі при довготривалому застосуванні добрив, сорт Зоя, 1996-1998 рр., мг/кг абс.сух. речовини

Варіанти (добрива під картоплю)	Метали *												
	Mn	Ni	Ti	V	Cr	Mo	Zr	Cu	Pb	Ag	Zn	Sc	Y
1. Без добрива	3.75	0.75	7.49	0.19	0.22	0.19	1.87	1.85	0.37	0.11	7.50	0.04	0.11
2. Доломіт 0.5 за г.к.	7.10	0.71	17.75	0.18	0.35	0.35	1.77	2.13	0.18	0.11	2.13	0.04	0.12
3. Доломіт 0.5 за г.к. + NPK за еквівалентом до т.компосту	11.55	0.12	7.70	0.08	0.08	0.39	1.93	1.54	0.08	0.12	1.93	0.04	0.12
4. Доломіт 0.5 за г.к. + NPK за еквівалентом до т.компосту	10.95	0.73	7.30	0.07	0.07	0.08	0.73	1.83	0.07	0.11	11.00	-	0.10
5. Доломіт 0.5 за г.к. + т.компост 30 т/га + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	21.75	0.13	4.35	0.09	0.13	0.22	0.43	2.17	0.09	0.13	2.17	-	0.13
6. Доломіт 1.0 за г.к. + т.компост 30 т/га + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	9.40	0.14	4.70	0.09	0.10	0.23	0.47	2.35	0.23	0.14	2.35	-	0.14

*При аналізі, крім вказаних металів, знайдені сліди Co, Hg, Sb, Cd, Sn, Th, As, кількісне визначення яких не було можливим

Визначення вмісту металів у бульбах картоплі, проведене в 1996-1998 роках, показало (таблиця 4), що найменша кількість Mn накопичувалась на абсолютному контролі. Якщо врахувати, що рухомість Mn і, отже, доступність його рослинам, у значній мірі залежить від кислотності ґрунту, треба

визнати, що не дивлячись на найбільший вміст валового Mn у ґрунті на абсолютному контролі, його доступність рослинам картоплі на цьому варіанті була найбільш низькою. Цей факт в значній мірі може пояснити найбільше накопичення Mn у ґрунті контрольного варіанту. Внесення

доломіту, знижуючи кислотність ґрунту, підвищувало вміст Mn у бульбах картоплі у 1,9 рази. Органічні і мінеральні, які вносились за еквівалентом до органічних, добрива приблизно в рівній мірі впливали на вміст Mn у бульбах. Найбільша кількість Mn - 21,75 мг/кг відмічена на варіанті з внесенням органічних і мінеральних добрив на фоні вапнування половинною за г.к. нормою вапна. Підвищення норми внесення доломіту до повної за г.к. значно знижувало вміст Mn у бульбах картоплі.

Вміст Ni у бульбах на контрольному варіанті в деякій мірі перевищував середній вміст його в бульбах, який складає за різними даними [4, 8] 0,2-0,5 мг/кг сухої речовини. Звертає на себе значне (~ в 5 разів) зниження вмісту Ni в картоплі при використанні органічних добрив і їх поєднань з мінеральними.

Вапнування підвищувало вміст у бульбах Ti, Cr, Mo, Cu і знижувало Pb і Zn.

Довгострокове

застосування органічних добрив привело до значного зниження вмісту V, Cr, Cu, Pb і Zn в порівнянні з вапнованим фоном, вміст у бульбах Mo і Zr при використанні органічних добрив підвищувався.

Внесення еквівалентної органічним кількості мінеральних добрив, на відміну від застосування органічних добрив, практично не впливало на вміст Ni у бульбах, але у 5 разів знижувало вміст Mo та у 2,2 рази - Zr. Крім того, використання чисто мінеральної системи удобрення підвищувало вміст Zr у бульбах у 5,7 разів порівняно з використанням органічної системи удобрення.

При внесенні мінеральних добрив на фоні половинної за г.к. нормою вапна і органічних добрив у бульбах накопичувалась найбільша кількість Mn - 21,75 мг/кг, в деякій мірі зменшувалася, за відношенням до фону, вміст Ti, Mo, Zr. При підвищенні норми вапна до повної за г.к. зменшувалася більш ніж у 2 рази вміст Mn у бульбах і підвищувався вміст Pb.

ВИСНОВКИ

1. Вапнування, що проводилось половинною нормою вапна за г.к. протягом п'яти ротаций шестипільної сівоzmіни суттєво знижувало вміст Mn, Zr, Pb, Zn у ґрунті. Вміст стабільного Sr знижувався більш ніж у 10 разів. Відмічено підвищення вмісту Cu.
2. Органічні добрива на вапнованому фоні сприяли підвищенню до рівня абсолютного контролю вмісту Mn в ґрунті і зниженню до того ж рівня вмісту Cu.
3. Застосування мінеральних добрив викликало підвищення вмісту в ґрунті Cu і Zn.
4. Вапнування ґрунту сприяло підвищенню вмісту Mn, Ti, Cr, Mo, Cu в бульбах картоплі і зниженню вмісту в останніх Zr, Pb, Zn.
5. Використання органічної системи удобрення забезпечувало зменшення вмісту Ni в бульбах у 5 разів, V - у 2 рази, Cr - у 4 рази, Pb - у 2

- рази.
6. Мінеральні добрива, які вносились за еквівалентом до органічних, викликали підвищення вмісту Ni, Cu і, особливо, Zn в бульбах.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Лантєв И.Д.* Экологические проблемы. М.: Мысль, 1982, 245 с.
2. *Алексеев Ю.Б.* Тяжелые металлы в почвах и растениях. - Л.: Агропромиздат, 1987, 142с.
3. *Гармаш Н.Ю.* Химические элементы в системе почва-растение. Новосибирск, 1982, 105 с.
4. *Ягодин Б.А., Говорина В.В., Виноградова С.Б.* Никель в системе почва-удобрения-растения-животные и человек. // *Агрохимия*, 1991, №1, с.128-138
5. *Ефремов Е.Н.* Токсикологический и радиологический контроль состояния почв и растений в процессе химизации сельского хозяйства // Сб.науч.тр. ЦИНАО. М., 1981, с.185-190
6. *Виноградов А.П.* Геохимия редких и рассеянных элементов. М.:Изд-во АН СССР, 1950, 174 с.
7. *Ильин В.Б.* О надежности гигиенических нормативов содержания тяжелых металлов в почве // *Агрохимия*, 1992, №12, с.78-85
8. *Кабата-Пендиас А., Пендиас Х.* Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989, 439 с.

Балибо С.А. - кандидат сільськогосподарських наук.