

АГРОХІМІЯ AGROCHEMISTRY

УДК 631.82.631.445.2(477.8)

ВПЛИВ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА РУХОМІСТЬ КАДМІЮ В ТЕМНО-СІРОМУ ОПІДЗОЛЕНОМУ ҐРУНТІ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

А.І. Фатєєв¹, В.І. Лопушняк²

¹ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»

²Львівський національний аграрний університет
(Vasyll@mail.ru)

За результатами досліджень у стаціонарному польовому досліді, проведеному на території Західного Лісостепу України на темно-сірому опідзоленому ґрунті, встановлено, що за мінеральної системи удобрення в короткоротаційній польовій сівозміні відбувається значне (в два рази) зростання вмісту рухомих сполук кадмію. Під впливом органо-мінеральної системи удобрення - за поєднання гною, соломи й сидерату з мінеральними добривами, в ґрунті підвищується (з 1,03 до 1,38) співвідношення $C_{гк}/C_{фк}$, знижується H_r з 4,00 до 2,71, порівняно з мінеральною системою удобрення, та зменшується вміст рухомої форми кадмію з 0,17 до 0,06 мг/кг ґрунту, що усуває небезпеку можливого зростання вмісту кадмію в рослинницькій продукції.

Ключові слова: гумінові й фульвокислоти; кадмій; темно-сірий опідзолений ґрунт.

Постановка проблеми. Висока біопродуктивність ґрунту та реалізація сільськогосподарськими культурами генетичного потенціалу залежать не лише від вмісту і складу органічної речовини та основних елементів живлення, а й від рівня фітотоксичності ґрунту, яка проявляється в рухомості важких металів [1]. Тому дані щодо вмісту останніх та їх динаміки під впливом різних агрохімічних засобів дають змогу оцінити екологічний стан ґрунтового середовища, слугують підставою для вживання заходів, спрямованих на збереження родючості ґрунту та вирощування екологічно безпечної рослинної продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сьогодні основним джерелом забруднення ґрунтів важкими металами вважається удобрення мінеральними добривами через внесення баласту, в якому міститься кадмій (калійні добрива). Також у певній кількості цей елемент міститься в гної [2; 3]. Він є одним із найнебезпечніших важких металів (належить до першого класу токсичності) в агроценозах, та є поширеним забруднювачем агроландшафтів [4; 5; 6].

Тривале застосування добрив призводить до динамічних змін фізико-хімічних, біологічних і агрофізичних властивостей ґрунту, що позначається на доступності та інтенсивності засвоєння сільськогосподарськими культурами важких металів, в тому числі, і кадмію [2; 7]. Накопичення кадмію в ґрунті залежить від рівня кислотності [2], а також вмісту гумусу та його фракційно-групового складу [8]. Тому для екологічної оцінки систем удобрення важливо знати закономірності накопичення і міграції цього елемента в ґрунті.

Мета досліджень – встановити закономірності зміни вмісту кадмію в темно-сірому опідзоленому ґрунті на території Західного Лісостепу України під впливом різних систем удобрення сільськогосподарських культур у короткоротаційній польовій плодозмінній сівозміні.

Матеріали і методика досліджень. Польові дослідження проводили в умовах стаціонарного досліді кафедри ґрунтознавства, землеробства та агрохімії Львівського

національного аграрного університету. Чергування культур у зерно-просапній плодозмінній сівозміні було таким: пшениця озима – буряки цукрові – ячмінь ярий – конюшина лучна. Зразки ґрунту відбирали після третьої ротації сівозміни. Лабораторні дослідження проводили в лабораторії інструментальних методів досліджень ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського» у м. Харкові згідно з такими методиками: визначення рухомої форми кадмію [3]; гідролітичної кислотності [9] та групового складу гумусу [10].

У схему польового досліду включено фактори – мінеральна, органічна та органо-мінеральна системи удобрення з різним насиченням органічними добривами у таких варіантах: 1. Без добрив (контроль); 2. Мінеральна система удобрення $N_{390}P_{210}K_{430}$; 3. Органо-мінеральна система удобрення $N_{390}P_{207}K_{430}$, із них внесено з мінеральними добривами $N_{270}P_{150}K_{263}$, насиченість сівозміни органічними добривами – 6,25 т/га сівозмінної площі; 4. Органо-мінеральна система удобрення $N_{390}P_{210}K_{430}$, із них внесено з мінеральними добривами $N_{100}P_{170}K_{173}$, насиченість сівозміни органічними добривами – 12,5 т/га; 5. Органо-мінеральна система удобрення $N_{390}P_{210}K_{430}$, із них внесено з мінеральними добривами $N_{50}P_{85}K_{113}$, ступінь насичення органічними добривами – 15,0 т/га сівозмінної площі; 6. Органічна система удобрення $N_{390}P_{210}K_{430}$, ступінь насичення органічними добривами – 17,5 т/га. В усіх варіантах з добривами сума NPK становила 1030 кг д. р./га, усі варіанти досліду були збалансованими за кількістю основних елементів живлення.

Як мінеральні добрива в досліді використовували суперфосфат простий гранульований і калійну сіль, які вносили в основне удобрення, та аміачну селітру, яку вносили під передпосівний обробіток і в підживлення пшениці озимої. Як органічні добрива в основне удобрення під буряки цукрові використовували напівперепрілий солоmistий гній великої рогатої худоби, редьку олійну на сидерат і соломку пшениці озимої. Загальна площа дослідних ділянок – 450 м², облікова – 374 м², повторність досліду – триразова, розміщення ділянок систематичне.

Результати досліджень вказують на певну залежність вмісту в ґрунті рухомих форм кадмію від систем удобрення в короткоротаційній польовій сівозміні. Якщо загалом з літератури відомо, що середній вміст рухомих сполук кадмію коливається в широких межах – від 0,2 до 4,0 мг/кг ґрунту [1], то у наших дослідженнях у шарі ґрунту 0-20 см, залежно від системи удобрення, він коливався від 0,05 до 0,18 мг/кг ґрунту (див. табл.). Мінеральна система удобрення сприяла більш високому вмісту рухомих форм кадмію у верхньому шарі ґрунту, приблизно у два рази більшому порівняно з контрольним варіантом у кожному полі сівозміни.

Вміст рухомих сполук кадмію в темно-сірому опідзоленому ґрунті під впливом систем удобрення культур у польовій плодозмінній сівозміні, середнє за 2009-2012 роки

Варіант досліду	Шар ґрунту, см	Вміст рухомих сполук кадмію у ґрунті під культурами, мг/кг					середнє за ротацію
		буряки цукрові	пшениця озима	ячмінь ярий	конюшина лучна		
1. Без добрив (контроль)	0-20	0,09	0,08	0,09	0,08	0,09	
	20-40	0,10	0,09	0,10	0,09	0,10	
2. $N_{390}P_{210}K_{430}$	0-20	0,18	0,17	0,15	0,16	0,17	
	20-40	0,17	0,15	0,16	0,15	0,16	
3. 20 т/га гній + 5 т/га солома + $N_{270}P_{153}K_{260}$	0-20	0,15	0,13	0,13	0,12	0,13	
	20-40	0,15	0,13	0,12	0,10	0,13	
4. 30 т/га гній + 15 т/га сидерат + 5 т/га солома + $N_{100}P_{110}K_{173}$	0-20	0,12	0,10	0,1	0,11	0,11	
	20-40	0,11	0,09	0,09	0,10	0,10	
5. 40 т/га гній + 15 т/га сидерат + 5 т/га солома + $N_{50}P_{85}K_{113}$	0-20	0,07	0,08	0,06	0,06	0,07	
	20-40	0,06	0,07	0,05	0,06	0,06	
6. 50 т/га гній + 15 т/га сидерат + 5 т/га солома + $N_{25}P_{60}K_{50}$	0-20	0,06	0,07	0,06	0,05	0,06	
	20-40	0,05	0,07	0,06	0,06	0,06	

Застосування органічних добрив разом з мінеральними забезпечувало зниження вмісту рухомих форм кадмію в ґрунті адекватно насиченості системи удобрення у сівозміні органічними добривами. Множинний коефіцієнт детермінації (R^2) становив 0,90-0,95, що вказує на дуже високий зв'язок між кількістю внесених органічних добрив і вмістом рухомих сполук кадмію у ґрунті.

Нижчі показники вмісту рухомих форм кадмію зафіксовано в підорному (20-40 см) шарі ґрунту, де також дещо послабилася залежність вмісту рухомих форм кадмію від насиченості сівозміни органічними добривами. Множинний коефіцієнт детермінації ($R^2=0,81-0,93$) знижувався від поля буряків цукрових до поля конюшини лучної.

За результатами двофакторного дисперсійного аналізу встановлено, що значення величини F-статичне для фактора А (поле сівозміни) $F^A=4,31$, а критична область описується правостороннім інтервалом (3,28; $+\infty$). Оскільки $F^A = 4,31$ потрапляє в критичну область, то поле сівозміни має вплив на вміст рухомих сполук кадмію у верхньому (0-20 см) шарі темно-сірого опідзоленого ґрунту. Розрахункове значення величини F-статичне для фактора Б (система удобрення) $F^B = 100,1$, а критична область описується правостороннім інтервалом (2,91; $+\infty$). Оскільки $F^B=100,1$ потрапляє в критичну область, то система удобрення, а саме, насиченість сівозміни органічними добривами, також має суттєвий вплив на вміст рухомих сполук кадмію в ґрунті й свідчить про істотні відмінності між вибірками.

Як зазначено, вміст рухомих форм кадмію в ґрунті залежить від рівня кислотності та вмісту гумусу, зокрема гумінових і фульвокислот та їх співвідношення [8]. У наших дослідженнях встановлено тісну залежність між цими показниками (див. рис.), а взаємний вплив на вміст рухомих сполук кадмію гідролітичної кислотності та співвідношення між вмістом гумінових і фульвокислот у шарі (0-20 см) ґрунту можна описати таким рівнянням:

$$Cd = -0,1962 + 0,0602 \cdot x + 0,0799 \cdot y,$$

де Cd – вміст рухомих сполук кадмію, мг/кг; x – відношення $C_{гк}/C_{фк}$, y – гідролітична кислотність, ммоль/100 г ґрунту.

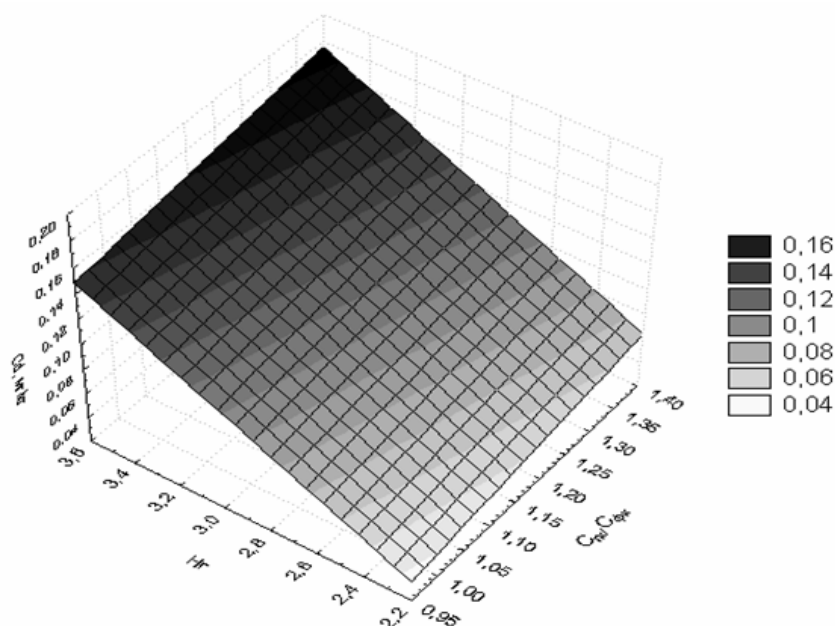


Рис. Залежність вмісту рухомих сполук кадмію в темно-сірому опідзоленому ґрунті від відношення $C_{гк}/C_{фк}$ та гідролітичної кислотності (H)

Коефіцієнти 0,06 і 0,08 вказують на приблизно однаковий вплив відношення гумінові / фульвокислоти і гідролітичної кислотності на рухомість кадмію в ґрунті.

Висновки. Система удобрення суттєво впливає на рухомість кадмію в орному і підорному шарах темно-сірого опідзоленого ґрунту. Під впливом зниження гідролітичної кислотності і зростання частки гумінових кислот у гумусі знижується вміст у ґрунті рухомих сполук кадмію з 0,18 до 0,06 мг/кг, що сприяє поліпшенню екологічного стану ґрунту. Вплив цих двох показників на рухомість кадмію приблизно однаковий.

Застосування органо-мінеральної системи удобрення з насиченістю органічними добривами 15 т/га сівозмінної площі забезпечує найнижчий вміст рухомих сполук кадмію у ґрунті на всіх полях короткоротаційної польової плодозмінної сівозміни.

Список використаної літератури

1. Мірошниченко М.М. Агрогеохімія мікроелементів у ґрунтах України / М.М. Мірошниченко, А.І. Фатєєв // Агрохімія і ґрунтознавство: міжвід. темат. наук. зб. Спец. вип. до VIII з'їзду УТГА: Охороні ґрунтів державну підтримку. – Харків, 2010. – Кн. 1. – С. 98-107.
2. Габибов М.А. Экологическое состояние темно-серых лесных почв при совместном применении минеральных и органических удобрений в севообороте / М. А. Габибов, Е. А. Лупанов, С. И. Чельцов // Вестник ВГУ. – 2008. – № 2. – С. 82-85. – (серия «География. Геоэкология»).
3. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектроскопометрії: ДСТУ 4770.3:2007. – [Чинний від 2009-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 14 с. – (Національний стандарт України).
4. Тяжёлые металлы в системе почва–растение–удобрение / [М.М. Овчаренко, И. А. Шильников, Г.Г. Вендило и др.]. – М.: ЦИНАО, 1997. – 290 с.
5. Черных Н.А. Тяжёлые металлы и радионуклиды в биогеоценозах / Н. А. Черных, М. М. Овчаренко. – М.: Агроконсалт, 2002. – 200 с.
6. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants / A. Kabata-Pendias. – [3 ed.]. – CRC Press, 2001. – 412 p.
7. Габрель Г. Вплив вапнування та удобрення на вміст валових та рухомих форм важких металів у ясно-сірому лісовому поверхнево оглеєному ґрунті / Г. Габрель, Ю. Оліфір, О. Германович // Вапнування та відтворення родючості ґрунтів в сучасних господарсько-економічних умовах: матеріали Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф., Рівне, 25 лип. 2012 р. – Рівне: ПП Свиначук Р.В., 2012. – С. 22-23.
8. Фатєєв А.І. Співвідношення Сгк/Сфк у ґрунтах України як показник рухомості мікроелементів / А.І. Фатєєв, Д.О. Семенов, М.М. Мірошниченко [та ін.] // Вісник аграрної науки. – 2013. – № 7. – С. 16-19.
9. ММВ 31-497058-006-2002. Ґрунти. Визначення групового складу гумусу за методом І.В. Тюріна в модифікації М.М. Конової та Н.П. Бельчикової, спалювання за Б.А. Нікітіним / Варіант ННЦ ІГА // Методики визначення складу та властивостей ґрунтів: Збірник – Харків, 2004. – книга 1. – С. 107-129.
10. ГОСТ 26212 Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО – Введенное 1993-07-01. – М.; Издательство стандартов, 1992. – 7 с. – (Государственный стандарт Союза ССР).

Стаття надійшла до редколегії 30.11.2014

EFFECT OF FERTILIZATION SYSTEM ON THE MOBILITY OF CADMIUM IN DARK-GRAY PODZOLIZED SOIL OF THE WESTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

A.I. Fateev¹, V.I. Lopushnyak²

¹NSC «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O. N. Sokolovsky»,

²National agrarian University, Lviv
(Vasyll@mail.ru)

In the stationary field experiment it is determined that in short crop rotation in Western Forest-Steppe of Ukraine in dark gray podzolized soil the content of mobile forms of cadmium significantly (twofold) increased as a result of mineral fertilizer system. Under the influence of organic and mineral fertilizer system which is combining manure, straw and green manure with chemical fertilizers the ratio of carbon humic acid and carbon of fulvic acid in the soil increases from 1.03 to 1.38 and hydrolytic acidity reduces from 4.00 to 2.71 mmol/100 g of soil compared with mineral fertilization system. The content of mobile forms of cadmium decreases from 0.17 to 0.06 mg/kg of soil, eliminating the possibility of the danger of cadmium content in crop production increasing.

Key words: cadmium; humic and fulvic acids; dark-gray podzolized soil.