

УДК 631.582:631.81.095.337

Борисюк Б.В., Залевський Р. А. (Україна, Житомир)

### ДИНАМІКА НАДХОДЖЕННЯ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ В СЕРЕДИНІ РОТАЦІЇ СІВОЗМІНИ

Останнім часом все більшої актуальності набувають заходи біологізації вирощування сільськогосподарських культур, особливо це стосується змін систем удобрення в напрямку збільшення використання органічних добрив (сидератів, підстилкового гною, нетоварної продукції тощо) [1, 2].

Як свідчать наші попередні дослідження [3], підстилковий гній може виступати найвагомішим джерелом надходження важких металів в ґрунті сівозміни.

Оцінка балансу мікроелементного стану орного шару ґрунту проводяться в основному після закінчення ротації сівозміни. Це обумовлене тим, що саме в цей момент, всі поля умовно рівнозначні за впливом антропогенних чинників, що суттєво збільшує вибірку даних і розширює можливість їх статистичної обробки.

Однак, фактично переважна більшість рослинницької продукції в агроценозах втримується в період між початком і кінцем ротаційного циклу кожної сівозміни. Саме в цей проміжок часу, на нашу думку, можуть виникати пікові моменти навантаження на окремо взяті ланки сівозміни пов'язані із підвищенням концентрації важких металів. В таких випадках, крім факторів пов'язаних з обробіткою і удобренням ґрунту, додаються фактори нерівноваженості рівнів внесених добрив та впливу на процес перерозподілу цих елементів вирощуваних культур. Систематизовані агрохімічні дані мікроелементного складу ґрунту, що стосуються проміжку часу між початком та кінцем ротації в науковій літературі фактично відсутні.

Зважаючи на існуючі екологічні підходи в напрямках розвитку аграрного виробництва, на наш погляд, актуальним є питання проведення досліджень щодо рівнів надходження мікроелементів у середині перебігу ротації сівозміни.

Наші дослідження передбачали встановлення рівнів вмісту рухомих форм ВМ у мінеральних і органічних добривах та кількісну оцінку їх надходження в середині перебігу другої ротації типової для зони Полісся сівозміни на прикладі чотирьох мікроелементів: кадмію (Cd), свинцю (Pb), міді (Cu), цинку (Zn). Ці елементи були підібрані для аналізу виходячи з того, що два з них (кадмій та свинець), згідно ГОСТ 17.4.1.02-83 віднесені до забруднювачів першого ступеня небезпечності, а два (мідь і цинк) у певних кількостях є вкрай необхідними для формування повноцінного високого врожаю. Разом з тим широко відомо, що ці елементи містяться у більшості використовуваних в агроценозах видах добрив.

**Мета дослідження.** Дати оцінку системам удобрення в середині перебігу ротації сівозміни з точки зору надходження мікроелементів

**Об'єкт дослідження.** Мінеральні та органічні добрива, показники вмісту ВМ що входять до їх складу та системи удобрення в яких вони використовуються

**Предмет дослідження.** Рівні надходження важких металів із мінеральними та органічними добривами в середині ротації сівозміни.

### Методика дослідження

Дослід "Вивчення ефективності заходів біологізації землеробства в умовах Правобережного Полісся України", був закладений в 1990 році на території дослідного господарства „Україна” (Черняхівський район, Житомирська область, село Велика Горбаша) на сірих лісових легкосуглинкових ґрунтах. Схемою передбачалось вивчення чотирьох рівнів живлення рослин: 1. - 27,5 тґа гною; 2. - 23,4 тґа гною + N<sub>29</sub>; 3. - 18,8 тґа гною + N<sub>28</sub>P<sub>39</sub>K<sub>43</sub>; 4. - 11,2 тґа гною + N<sub>58</sub>P<sub>76</sub>K<sub>86</sub>; у типовій 8-ми пільній польовій сівозміні, з наступним чергуванням культур: *багаторічні трави* (2 роки), *озима пшениця*, *льон-довгунець*, *кукурудза на силос*, *озиме жито*, *картопля*, *ячмінь з підсівом багаторічних трав*.

Схемою досліду передбачалось вивчення питання біологізації систем удобрення шляхом поєднання органічної та мінеральної складових системи удобрення у різних співвідношеннях, при умові зберігання балансу основних елементів живлення. Дослідження проводилося на фоні чотирьох способів основного обробітку ґрунту: 1. оранка на глибину 18-20 см; 2. плоскорізний обробіток на 18-20 см; 3. дискування на 10-12 см; 4. комбінований (під озими культури - дисковий обробіток на 10-12

см; під всі інші культури – плоскорізний - 18-20 см). Відбір проб добрив на агрохімічний аналіз проводився у 2003 році. Зразки гною відбирались із верхньої частини бурту з глибини  $\approx 30$  см від верхньої точки, та нижньої частини з глибини  $\approx 50$  см від краю бурту. Мінеральні добрива відбирались на агрохімічному складі з кагатів у яких зберігались з глибини  $\approx 50$  см від верхньої точки кагату, із виключенням комковатих включень з проби.

Вилучення важких металів із добрив проводилось 1Н розчином HCl (ГОСТ 3118-77), визначення вмісту ВМ здійснювалось методом атомно-адсорбційної спектроскопії із полум'яною атомізацією на атомному спектрографі ААС-115-М1. Аналіз отриманих даних проводили за багатоступеневою шкалою (табл. 1) [4].

Таблиця 1

**Групування ґрунтів за вмістом рухомих форм важких металів, вилучених 1 Н розчином HCl, мг/кг**

Елемент	Фон: О	Номер групи і відповідний їй рівень забруднення					
		1 - слабкий	2 - помірний	3 - середній	4 - підвищений	5 - високий	6 – дуже високий
Кадмій	< 0,1	0,2	0,5	1	1,5	2	3
Свинець	2-3	5	10	15	20	25	30
Мідь	3-5	7	14	21	28	35	42
Цинк	5-10	16	20	40	60	80	100

*Примітка:* на рівні 1 і 2 груп відчутно страждає ґрунтова біота, пригнічується нітрифікаційна діяльність, ферментативна активність. Забрудненість на рівні 3 і 4 груп погіршує агрохімічні властивості ґрунту, порушує нормальну життєдіяльність і хімічний склад рослин. На ґрунтах 5 і 6 груп рослини гинуть, рослинна і тваринницька продукція непридатна для вживання, хімічний склад верхнього шару ґрунту змінюється до такого ступеню, що різко погіршуються всі агрохімічні властивості.

### Результати та їх обговорення

Отримані результати аналізів мінеральних та органічних добрив (табл. 2) засвідчили, що поміж добрив які використовувались у досліді, гній як джерело надходження мікроелементів займає провідне місце лише за показником вмісту цинку - 25,5 мг/кг.

Таблиця 2.

**Вміст важких металів у різних видах добрив, мг/кг**

Вид добрив	Cd	Pb	Cu	Zn
Гній (середнє)	0,66	7,75	4,77	25,5
Аміачна селітра	0,19	11,20	н/в	0,20
Суперфосфат простий	0,56	21,80	10,80	11,50
Хлористий калій	1,40	42,40	1,20	3,50

Джерелом найбільшого надходження кадмію - 1,4 мг/кг та свинцю - 42,4 мг/кг є хлористий калій, а міді - суперфосфат простий - 10,8 мг/кг. Найбільш „чистим” від домішок важких металів виявилась аміачна селітра, в якій не виявлено міді, найнижчі показники вмісту кадмію - 0,19 мг/кг та цинку - 0,2 мг/кг і лише за вмістом свинцю займає третє місце - 11,2 мг/кг випереджаючи гній - 7,75 мг/кг (рис. 1).

Дані по кількості внесених добрив на момент відбору зразків (2003 рік) представлені нами в таб. 3. Різниця між внесенням добрив за різних систем удобрення в середині перебігу ротації є досить значною (табл. 3). Так по органічних добривах вона лежить в межах - 31,7-50 % (таб. 3 а), по азотних - 16,9-19,8 % (таб. 3 б), фосфорних - 10,4 % (таб. 3 в), калійних - 19,4 % (таб. 3 г).

Найбільш суттєвою є різниця по органічних добривах, яка сягає 50% (рис. 1). Окрім того, вплив рослин на перерозподіл ВМ є досить різнонаправленим в плані засвоєння мікроелементів, що вносить свій вклад у коливання рівнів вмісту досліджуємих елементів в сівозміні, тому досить імовірно виникнення пікових ситуацій щодо вмісту техногенних елементів по окремих полях сівозміни у більш високих, порівняно із іншими полями кількостях. Це в свою чергу може призводити до негативних явищ, пов'язаних із підвищеним вмістом ВМ в середині перебігу сівозміни, а відповідно і в продукції, отриманій з цієї сівозміни.

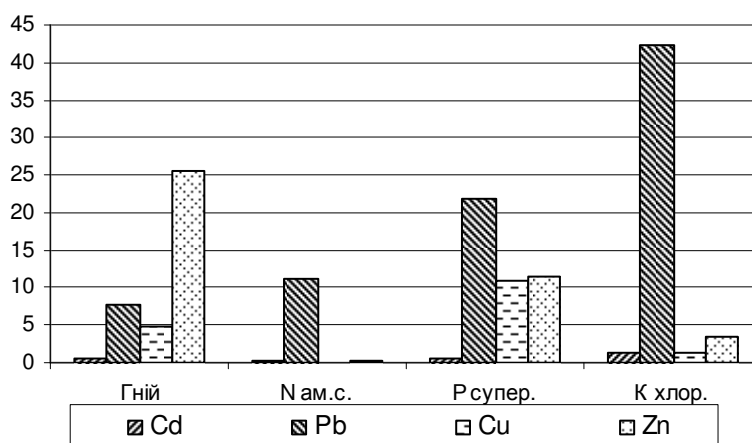


Рисунок 1 - Вміст важких металів у різних видах добрив, г.

Гній – підстилковий гній; N<sub>ам.с.</sub> – аміачна селітра; P<sub>супер.</sub> – суперфосфат простий; К<sub>хлор.</sub> – хлористий калій.

Використовуючи дані таблиць 2 та 3, нами були розраховані кількості вивчаємих елементів що надійшли до ґрунту за півтори ротації сівозміни, а також визначені основні види добрив що впливають на кількісні показники надходження.

Таблиця 3.

**Фізична вага добрив, внесених по полях стаціонару за півтори ротації (1990-2003 р.р.), кг/га:**

№ поля	Варіант удобрення			
	I	II	III	IV
мінімально	280000	230000	180000	90000
максимально	410000	340000	270000	180000
Різниця, т/га	<b>130000</b>	<b>110000</b>	<b>90000</b>	<b>90000</b>
Різниця, %	<b>31,7</b>	<b>32,4</b>	<b>33,3</b>	<b>50</b>

а) гній; б) аміачна селітра; в) суперфосфат простий; г) хлористий калій.

а) гній; б) аміачна селітра; в) суперфосфат простий; г) хлористий калій.

Таблиця 4

Надходження важких металів на полях сівозміни в залежності від системи удобрення та видів добрив,

Г

Таблиця 4а

№ поля	Cd, $\mu$															
	Удобрення I (27,5 т/га гною)				Удобрення II (23,4 т/га гною + N <sub>29</sub> )				Удобрення III (18,8 т/га гною + N <sub>28</sub> P <sub>39</sub> K <sub>43</sub> )				Удобрення IV (11,2 т/га гною + N <sub>58</sub> P <sub>76</sub> K <sub>86</sub> )			
	Гній	N <sub>ам.с.</sub>	P <sub>супер.</sub>	K <sub>хлор.</sub>	Гній	N <sub>ам.с.</sub>	P <sub>супер.</sub>	K <sub>хлор.</sub>	Гній	N <sub>ам.с.</sub>	P <sub>супер.</sub>	K <sub>хлор.</sub>	Гній	N <sub>ам.с.</sub>	P <sub>супер.</sub>	K <sub>хлор.</sub>
Середнє	<b>240,9</b>	-	-	-	<b>198,0</b>	<b>0,21</b>	-	-	<b>155,1</b>	<b>0,22</b>	<b>1,33</b>	<b>1,31</b>	<b>89,1</b>	<b>0,44</b>	<b>2,67</b>	<b>2,62</b>
min	184,8	-	-	-	151,8	0,19	-	-	118,8	0,19	1,3	1,1	59,4	0,39	2,5	2,3
max	270,6	-	-	-	224,4	0,23	-	-	178,2	0,24	1,4	1,4	118,8	0,48	2,8	2,8
Різниця, т/га	85,8	-	-	-	72,6	0,04	-	-	59,4	0,05	0,1	0,3	59,4	0,09	0,3	0,5
Різниця, %	<b>31,7</b>	-	-	-	<b>32,4</b>	<b>16,87</b>	-	-	<b>33,3</b>	<b>19,77</b>	<b>10,4</b>	<b>19,3</b>	<b>50,0</b>	<b>19,77</b>	<b>10,4</b>	<b>19,3</b>

Таблиця 4б

№ поля	<i>Pb, г</i>															
	Удобрення I (27,5 т/га гною)				Удобрення II (23,4 т/га гною + N29)				Удобрення III (18,8 т/га гною + N28P39K43 )				Удобрення IV (11,2 т/га гною + N58P76K86)			
	Гній	N <sub>ам.с.</sub>	P <sub>супер.</sub>	K <sub>хлор.</sub>	Гній	N <sub>ам.с.</sub>	P <sub>супер.</sub>	K <sub>хлор.</sub>	Гній	N <sub>ам.с.</sub>	P <sub>супер.</sub>	K <sub>хлор.</sub>	Гній	N <sub>ам.с.</sub>	P <sub>супер.</sub>	K <sub>хлор.</sub>
Середнє	<b>2828,8</b>	-	-	-	<b>2325,0</b>	<b>12,7</b>	-	-	<b>1821,3</b>	<b>12,9</b>	<b>51,9</b>	<b>39,7</b>	<b>1046,3</b>	<b>25,8</b>	<b>103,8</b>	<b>79,5</b>
min	2170,0	-	-	-	1782,5	11,4	-	-	1395,0	11,4	49,3	34,7	697,5	22,7	98,7	69,5
max	3177,5	-	-	-	2635,0	13,7	-	-	2092,5	14,2	55,1	43,0	1395,0	28,3	110,1	86,1
Різниця, г/га	1007,5	-	-	-	852,5	2,3	-	-	697,5	2,8	5,7	8,3	697,5	5,6	11,5	16,6
Різниця, %	<b>31,7</b>	-	-	-	<b>32,35</b>	<b>16,9</b>	-	-	<b>33,3</b>	<b>19,77</b>	<b>10,4</b>	<b>19,3</b>	<b>50,0</b>	<b>19,8</b>	<b>10,4</b>	<b>19,3</b>

Таблиця 4в

№ поля	<i>Cu, г</i>															
	Удобрення I (27,5 т/га гною)				Удобрення II (23,4 т/га гною + N29)				Удобрення III (18,8 т/га гною + N28P39K43 )				Удобрення IV (11,2 т/га гною + N58P76K86)			
	Гній	N <sub>ам.с.</sub>	P <sub>супер.</sub>	K <sub>хлор.</sub>	Гній	N <sub>ам.с.</sub>	P <sub>супер.</sub>	K <sub>хлор.</sub>	Гній	N <sub>ам.с.</sub>	P <sub>супер.</sub>	K <sub>хлор.</sub>	Гній	N <sub>ам.с.</sub>	P <sub>супер.</sub>	K <sub>хлор.</sub>
Середнє	<b>1741,1</b>	-	-	-	<b>1431,0</b>	-	-	-	<b>1121,0</b>	<b>0</b>	<b>25,72</b>	<b>1,12</b>	<b>644,0</b>	<b>0,00</b>	<b>51,44</b>	<b>2,25</b>
min	1335,6	-	-	-	1097,1	-	-	-	858,6	0	24,4	1,0	429,3	0	48,9	2,0
max	1955,7	-	-	-	1621,8	-	-	-	1287,9	0	27,3	1,2	858,6	0	54,6	2,4
Різниця, г/га	620,1	-	-	-	524,7	-	-	-	429,3	0	2,8	0,2	429,3	0	5,7	0,5
Різниця, %	<b>31,7</b>	-	-	-	<b>32,4</b>	-	-	-	<b>33,3</b>	<b>0</b>	<b>10,4</b>	<b>19,3</b>	<b>50,0</b>	<b>0</b>	<b>10,4</b>	<b>19,3</b>

Таблиця 4г

№ поля	<i>Zn, г</i>															
	Удобрення I (27,5 т/га гною)				Удобрення II (23,4 т/га гною + N29)				Удобрення III (18,8 т/га гною + N28P39K43 )				Удобрення IV (11,2 т/га гною + N58P76K86)			
	Гній	N <sub>ам.с.</sub>	P <sub>супер.</sub>	K <sub>хлор.</sub>	Гній	N <sub>ам.с.</sub>	P <sub>супер.</sub>	K <sub>хлор.</sub>	Гній	N <sub>ам.с.</sub>	P <sub>супер.</sub>	K <sub>хлор.</sub>	Гній	N <sub>ам.с.</sub>	P <sub>супер.</sub>	K <sub>хлор.</sub>
min	9307,5	-	-	-	7650,0	0,2	-	-	5992,5	0,2	27,4	3,3	3442,5	0,4	54,8	6,5
max	<b>7140</b>	-	-	-	<b>5865</b>	<b>0,2</b>			<b>4590</b>	<b>0,2</b>	<b>26,0</b>	<b>2,9</b>	<b>2295</b>	<b>0,4</b>	<b>52,1</b>	<b>5,7</b>
Різниця, г/га	<b>1045</b>	-	-	-	<b>8670</b>	<b>0,2</b>			<b>6885</b>	<b>0,3</b>	<b>29,1</b>	<b>3,6</b>	<b>4590</b>	<b>0,5</b>	<b>58,1</b>	<b>7,1</b>
Різниця, %	<b>3315</b>	-	-	-	<b>2805</b>	<b>0,0</b>			<b>2295</b>	<b>0,1</b>	<b>3,0</b>	<b>0,7</b>	<b>2295</b>	<b>0,1</b>	<b>6,1</b>	<b>1,4</b>
Різниця, %	31,707	-	-	-	32,35	16,87			33,33	19,77	10,42	19,3	50	19,8	10,42	19,3

Оцінюючі дані таб. 4 можна сказати однозначно, що переважна більшість вивчаємих мікроелементів надходить за рахунок підстилкового гною. Навіть по 4-й системі удобрення, в якій половина макроелементів надходить із мінеральними добривами, надходження кадмію із гноєм перевищує в десятки разів сумарне надходження цього елемента із мінеральними добривами. Даний факт пояснюється тим, що хоча гній і знаходиться по вмісту кадмію на другому місці серед досліджуваних добрив, однак фізична вага його на порядки перевищує надходження мінеральних добрив. Розбіжність між полями по всіх видах важких металів сягає приблизно 50 %, що цілком корелює із кількістю внесеного підстилкового гною.

### Висновки та пропозиції

Підстилковий гній займає перше місце за вмістом мікроелементів на одиницю фізичної маси лише по цинку, однак являється найпотужнішим джерелом надходження кадмію, свинцю, міді та цинку в сівозміну за рахунок великих кількостей його внесення порівняно із мінеральними добривами. Розбіжність по полях за кількістю добрив, які вносяться під час перебігу ротації сівозміни можуть сягати значних величин, порядку 50%, що може призводити до приблизно пропорційного коливання вмісту ВМ що надходять із цими добривами. Більшість продукції сільського господарства вирощується саме в умовах які можна назвати внутрішньоротаційними, однак на даний час ці умови детально не вивчені з точки зору збалансованості ВМ що привносяться із добривами. Нерівномірне надходження ВМ що вносяться разом із добривами, разом із перепадами у їх перерозподілу в наслідок різності поглинання вирощуваних культур, може призводити до підвищення вмісту ВМ у ґрунтовому середовищі та негативно впливати на хіміко-біологічні характеристики ґрунту. Відповідно на наш погляд є необхідним проведення аналізів підстилкового гною на кількості ВМ в його складі перед використанням.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Шикула М.К., Балаєв А.Д., Демиденко О.В. Ґрунтоутворювальна і ґрунтозахисна роль соломи та інших післяжнивних решток в агроценозах // Вісник аграрної науки. – 2003. – № 4. – С. 27-32.
2. Шикула М.К., Макарчук О.Л. Прискорення малого біологічного колообігу речовин при мінімалізації обробітку ґрунту та біологізації землеробства // Ґрунтозахисна біологічна система землеробства в Україні: Монографія / За ред. М.К. Шикули. – К.: НДІБВ, 2000. – С. 277-284.
3. Залевський Р.А. Оцінка джерел надходження важких металів в інтенсивних агроекосистемах Полісся. / Залевський Р.А. // Вісник Державного агроекологічного університету. 2005 - № 2. – С. 297.
4. Методика суцільного ґрунтово-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України/ за ред. О.О. Созінова, Б.С. Прістера. – К., 1994. – 162 с.