

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КОМПЛЕКСОНАТІВ ТА СОЛЕЙ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ MN, CU, ZN, CO У РОСЛИННИЦТВІ

Кураченко Н. М.

к. х. н., доцент кафедри хімії

Біденко В. М.

к. с.-г. наук, доцент кафедри технологій переробки та якості продукції
тваринництва,

Постановка проблеми

У двадцять першому столітті розвиток сільського господарства неможливий без застосування мікродобрих. У багатьох країнах світу, а також в Україні використовують нові, більш доступні мікродобрива. Саме їх використання впливає на засвоєння мікроелементів рослинами. Мікроелементи приймають участь в синтезі ферментів, визначають ріст, розвиток, розмноження та інші процеси, що відбуваються в живих організмах.

Зона Полісся Житомирщини належить до біогеохімічної провінції з низьким вмістом у ґрунтах, рослинах, і відповідно кормах та раціонах тварин, продуктах харчування біогенно важливих мікроелементів, таких як йод, мідь, марганець, цинк, кобальт, бор, тощо. З метою збільшення урожаїв сільськогосподарських культур, запобіганню їх захворюванню застосовують мікроелементи у вигляді неорганічних солей та хелатних сполук. Переважна більшість хелатних мікродобрих мають ряд переваг над солями мікроелементів. Вони сприяють кращому засвоєнню самих мікроелементів рослинами, чим відповідно і визначається їх більш суттєвий вплив на урожай і поживну цінність рослин.

Синтетичні хелати – це внутрішньокмплесні сполуки, які утворюються в результаті приєднання металу до двох і більше донорних атомів, що належать одній молекулі хелатоутворюючого агента. Найбільш поширеними хелатними сполуками є комплексонати.

При внесенні у ґрунт ефективність комплексонату визначається його стабільністю, тобто рівнем звільнення металу у ґрунтовий розчин. Чим довше мікроелемент утримується комплексонатом, тим вища ефективність добрива. При внесенні у ґрунт комплексонати мікроелементів проявляють ефективність у 2-5 разів більшу у порівнянні з солями. Тривалість дії комплексонатів складає не менше 3-х років, що дає значний економічний ефект [1].

На сьогодні наша наука та хімічна промисловість інших держав розробляє цілий ряд комплексних сполук, що містять мікроелементи. В інституті загальної та неорганічної хімії ім. Вернадського синтезовані біологічно активні комплекси етилендіаміндибурштинової кислоти з 3-d металами [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Науковцями інституту загальної та неорганічної хімії ім. Вернадського проведено ряд досліджень по вивченню впливу комплексів етилендіаміндибурштинової кислоти з включеними до її складу Mn, Zn, Cu, Fe на урожайність та якість ягід винограду, урожайність люцерни, конюшини, гречки. Використання препарату сприяло підвищенню врожайності винограду, збільшенню його цукристості та маси грони культури. Комплексонати позитивно вплинули на урожайність та поживну цінність інших культур [4, 5].

Під керівництвом академіка І. М. Гудкова у зоні радіоактивного забруднення було проведено ряд досліджень по вивченню впливу ефективних препаратів мікроелементів – комплексонатів. Дослідженнями встановлено, що ці препарати сприяють підвищенню урожайності рослин, вегетативної маси і насіння на 10 – 26% , мікроелементи у формі

комплексонатів можуть зменшувати перехід цезію-137 і стронцію-90 до рослин у 2 і більше разів [2].

Мета, завдання та методика досліджень

Метою нашої роботи було вивчити вплив комплексонатів Mn, Zn, Cu, Co на накопичення мікроелементів у зеленій масі рослин, на урожайність зеленої маси конюшини червоної, люпину жовтого, перехід радіонуклідів Цезію-137 та Стронцію-90 із ґрунту в рослини.

Основним завданням нашого дослідження було показати переваги використання комплексонатів над солями мікроелементів. Довести більш суттєвий вплив хелатних комплексів на засвоєння рослинами мікроелементів, на збільшення урожайності та зменшення переходу Цезію-137 і Стронцію-90 у рослини.

Дослідження проводились у господарстві СТОВ «Полісся» Народицького району Житомирської області. Ґрунти господарства – дерново-підзолисті. Основний обробіток ґрунту – зяблева оранка, яка проводилася восени. Весною проводили боронування і посів конюшини, люпину жовтого. Дослід був закладений у 4-х кратній повторності, проводився впродовж 2-х років. Загальна площа складала – 120 м², облікова – 10 м². Вміст Цезію-137 у вегетативній масі люпину, конюшини визначали на приладі СЕГ-0,5, Стронцію-90 – на приладі – РІ-БГ. Мікроелементи визначали атомно-адсорбційним методом. Урожайність зеленої маси кормової культури визначали шляхом зважування зеленої маси із дослідних ділянок. Підживлення люпину, конюшини солями та комплексонатами мікроелементів проводили шляхом позакореневого обприскування за допомогою ранцевого обприскувача. Кількість мікроелементів, що вносили на 1 га становили: 300 г металу Мангану, 300 г - Кобальту, 300 г - Купруму, 250 г - Цинку. Контрольні ділянки обприскували водою.

Результати досліджень

Люпин – бобова культура, яка навіть в умовах Полісся Житомирщини здатна давати добрі врожаї. Дані урожайності зеленої маси люпину представлені у таблиці 1.

Таблиця 1.

Урожай зеленої маси люпину жовтого, ц/га

N п/п	Варіант досліджу	Урожай культури	Приріст урожаю, ц/га	У % до контролю
1.	Контроль (без мікродобавок)	429,3 ± 13,8	-	100,0
2.	Солі мікроелементів	440,0 ± 60,2	10,7	102,4
3.	Комплексонати мікроелементів	487,3 ± 24,8	58,0	113,5

Результати наведені в таблиці показують, що на приріст урожаю зеленої маси люпину жовтого переважно вплинули комплексонати мікроелементів. При цьому приріст урожаю по відношенню до контролю склав – 58 ц, або 13,5%, але отримані дані мали різницю не достовірну. Приріст урожаю при застосуванні солей становив лише – 10,7 ц або 2,4%.

У нашому експерименті кращі результати були отримані при застосуванні комплексонатів мікроелементів, що свідчить про більшу ефективну дію комплексонатів, відповідно їх засвоєння рослинами.

Дані по вмісту мікроелементів у зеленій масі люпину жовтого наведені у таблиці 2.

Таблиця 2.

Вміст мікроелементів мг, в 1 кг люпину жовтого

Варіант досліджу	Мікроелементи			
	Cu	Zn	Mn	Co
Контроль	1,40±0,1	17,8±0,9	31,7±1,2	-
Солі Мікроелементів	1,40±0,0	18,6±1,0	32,0±0,7	-
Комплексонати Мікроелементів	1,49±0,1	28,7±0,9	32,9±0,5	-

Дані таблиці свідчать, що солі мікроелементів на зміни у вмісті Купруму не вплинули. Відмічалася тенденція збільшення її кількості у дослідних зразках, на ділянках, де застосовували комплексонати мікроелементів. Також спостерігалася тенденція у збільшенні кількості Цинку, у контролі вміст елемента складав – 17,8 г, у зразках дослідних ділянок – 18,6 і 28,7 мг/кг, Мангану, вміст у контролі становив – 31,7 мг/кг, на дослідних ділянках яких застосовували солі та комплексонати мікроелементів – 32,0 і 32,9 мг/кг.

У таблиці 3 представлені дані питомої радіоактивності та коефіцієнти переходу Цезію-137 і Стронцію-90 із ґрунту в зелену масу люпину жовтого.

Таблиця 3.

Вміст ^{137}Cs і ^{90}Sr у зеленій масі люпину жовтого, Бк/кг

Варіант досліджу	Питома Радіоактивність ^{137}Cs Бк/кг	Кп, %	у % до контролю	Питома радіоактивність ^{90}Sr Бк/кг	Кп, %	у % до контролю
Контроль	316,3 ± 27,7	0	100,0	99,7 ± 10,1	5,45	100,0
Солі мікроелементів	280,4 ± 29,2	0	88,6	86,9 ± 16,2	4,74	87,1
Комплексонати мікроелементів	241,1 ± 18,4	0	76,2	57,9 ± 10,6	3,16	58,0

Із таблиці видно, що на зниження питомої активності зеленої маси люпину вплинули солі і комплексонати мікроелементів. Проте більш виражений ефект було отримано при застосування комплексонатів. Солі мікроелементів сприяли зниженню активності люпину по Цезію-137 і Стронцію-90 в - 1,1 рази. Тоді, як комплексонати мікроелементів сприяли зниженню питомої активності зеленої маси культури по Цезію-137, в - 1,3 рази, по Стронцію-90 – в -1,7 рази.

Отже, і в цьому випадку, на дослідях з люпином жовтим отримані нами результати показали більш впливовий ефект стосовно зниження питомої активності по Цезію-137 і Стронцію-90 використання комплексонатів мікроелементів.

Умови проведення досліджу по вивченню впливу солей та комплексонатів мікроелементів на урожайність, поживну цінність та перехід Цезію-137 і Стронцію-90 із ґрунту в зелену масу конюшини майже нічим не відрізнялися від експерименту на люпині. Покривною культурою конюшини червоної була озима пшениця. Дослід проводився на окультурених угіддях.

Дані урожайності зеленої маси конюшини червоної представлені в таблиці 4.

Таблиця 4.

Урожай зеленої маси конюшини червоної, ц/га

N п/п	Варіант досліджу	Урожай культури	Приріст урожаю, ц/га	в % до контролю
1.	Контроль (без мікродобавок)	144,5±35,5	-	100,0
2.	Солі мікроелементів	238,5±43,5	94,0	165,0
3.	Комплексонати мікроелементів	247,5±17,5	103,0	171,2

Результати таблиці свідчать, що прирости урожаю конюшини червоної на дослідних ділянках по відношенню до контрольних були значними – 94 і 103 ц, або на 65 і 71% більше, при не достовірній різниці. Звісно, що такі прирости могли дати мікроелементи, але при певних умовах, на нашу думку це пов'язано із тим, що для попередника було використано добриво, аміачна селітра, і відповідно поєднання макро- та мікродобрив сприяло такому зростанню врожаю культури, проте одержані різниці дають змогу стверджувати про позитивний вплив мікроелементів на врожайність конюшини червоної, а ще більше їх комплексонатів.

Таблиця 5.

Вміст мікроелементів, мг в 1 кг в конюшині (зелена маса)

Варіант досліджу	Мікроелементи			
	Cu	Zn	Mn	Co
Контроль	1,61 ± 0,0	5,91 ± 0,0	13,3 ± 0,7	0,08 ± 0,0
Солі мікроелементів	2,38 ± 0,6	6,76 ± 0,0	13,4 ± 0,2	0,34 ± 0,2
Комплексонати мікроелементів	3,12 ± 0,2	6,99 ± 0,4	14,6 ± 0,2	0,50 ± 0,4

Проведення поверхневого обробітку культури мікроелементами сприяє нагромадженню їх у самій рослині, що було отримано нами при проведенні обприскування рослин. Так, у зеленій масі конюшини збільшився вміст Купруму, із 1,61 мг у контролі, до 2,38 мг у 1 кг на ділянках, де застосовували солі мікроелементів ($P > 0,05$), і до 3,12 мг в 1 кг, на ділянках, яких застосовували комплексонати мікроелементів. На дослідних ділянках збільшився також вміст Цинку, але достовірне збільшення було отримано там, де використовували солі елементів. Відмічалася тенденція збільшення вмісту Мангану на ділянках, де застосовували комплексонати мікроелементів. В порівнянні до контролю збільшився вміст Кобальту на дослідних ділянках, де застосовували солі – на 0,26 мг, при застосуванні комплексонатів збільшення становило – на 0,42 мг в 1 кг.

Отже, аналізуючи дані таблиці можна сказати, що у більшості випадків мікроелементи проявили себе позитивно, сприяючи накопиченню у зеленій масі конюшини мікроелементів. Проте кращі результати було отримано при застосуванні комплексонатів мікроелементів.

Дані радіоактивності зеленої маси конюшини червоної по Цезію-137 та Стронцію-90 представлені в таблиці 6.

Таблиця 6.

Вміст ^{137}Cs і ^{90}Sr у зеленій масі конюшини червоної, Бк/кг

Варіант досліджу	Питома радіоактивність, ^{137}Cs Бк/кг	Кп, %	у % до контролю	Питома радіоактивність, ^{90}Sr Бк/кг	Кп, %	у % до контролю
Контроль	28,0 ± 5,60	0,20	100,0	57,3 ± 8,10	8,6	100,0
Солі мікроелементів	17,6 ± 0,85	0,13	62,8	26,6 ± 0,85	3,3	46,4
Комплексонати мікроелементів	14,5 ± 0,85	0,10	51,7	18,0 ± 0,90	9,0	31,4

Результати досліджень показують, що обробка конюшини червоної солями і комплексонатами мікроелементів сприяла зниженню її питомої радіоактивності, як за Цезієм-137, так і за Стронцієм-90. Якщо вміст Цезію-137 на контрольних ділянках складав – 28 Бк/кг, то на дослідних ділянках, де застосовували солі мікроелементів рівнявся – 17,6 Бк/кг, менше у – 1,6 рази, на ділянках, яких застосовували комплексонати вищевказаних мікроелементів становив лише – 14,5 Бк/кг, менше по відношенню до контролю в – 1,9 рази.

Меншим був вміст і Стронцію-90, у зразках контрольних ділянок він становив – 57,3 Бк/кг, на ділянках, де застосовували солі, відповідно – 26,6 Бк/кг, що менше в – 2,1 рази і на ділянках, яких використовували комплексонати – 18,0 Бк/кг, менше у 3 рази, при $P > 0,05$.

Одержані дані активності зеленої маси конюшини червоної зразків на дослідних ділянках по відношенню до контрольних мали не достовірну різницю, але все ж таки свідчать про позитивний вплив солей та комплексонатів мікроелементів на зниженню переходу Цезію-137 та Стронцію-90 у вегетативну масу культури.

Висновки та перспективи досліджень

1. Позакореневе підживлення рослин солями мікроелементів сприяло приросту урожаю по відношенню до контролю люпину жовтого до 10,7 ц або 2,4%, конюшини червоної – до 94 ц або 65%. Комплексонати мікроелементів збільшили приріст урожаю люпину жовтого до 58 ц, або 13,5%, конюшини червоної – до 103 ц або 71%. Крайні результати були отримані при застосуванні комплексонатів мікроелементів, що свідчить про більшу ефективну дію комплексонатів, відповідно їх засвоєння рослинами.

2. Застосування солей і комплексонатів мікроелементів у вирощуванні кормових культур люпину жовтого сприяло більш суттєвому накопиченню мікроелементів Zn, Mn у їх зеленій масі, у конюшині червоній усі мікроелементи проявили себе позитивно, збільшився вміст мікроелементів Cu, Co, Zn, Mn. Проте крайні результати було отримано при застосуванні комплексонатів мікроелементів

3. Поверхнєве підживлення люпину жовтого та конюшини червоної солями і комплексонатами мікроелементів знизило відкладання у рослинах Цезію-137 і Стронцію-90. Проте більш виражений ефект було отримано при застосуванні комплексонатів, останні сприяли зниженню питомої радіоактивності зеленої маси культури люпину жовтого по Цезію-137 – в – 1,3 рази, по Стронцію-90 – в -1,7 рази, солі мікроелементів сприяли зниженню активності люпину по Цезію-137 і Стронцію-90 в - 1,1 рази. Комплексонати мікроелементів знизили питому радіоактивність конюшини червоної по Цезію-137 – в 1,9 разів, по Стронцію-90 – в 3,0 рази, солі мікроелементів сприяли зниженню активності конюшини червоної по Цезію-137 – в 1,6 рази, по Стронцію-90 – в 2,1 рази.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу комплексонатів мікроелементів на перехід ТУЕ із ґрунту в рослини, продукцію тваринництва.

Перелік використаних джерел

1. Васильев В.П. Комплексоны и комплексонаты / Васильев В. П. – Соросовский образовательный журнал. Химия. № 4. – 1996. – С. 43.
2. Груша В.В. Вплив позакореневого підживлення рослин мікроелементами та накопичення ^{137}Cs / В.В. Груша, І. М. Гудков // Науковий вісник НАУ. – 2003. – №63. – С. 263-267.
3. Мазуренко Е.А. Биологически активные комплексы на основе янтарной кислоты / Е.А. Мазуренко, Е.К. Трунова // УХЖ. – 2001. – Т.67. – №7. – С.24-32.
4. Гетерометальні комплексонати 3D-металів з етилендіаміндибурштиноюю кислотою як блокуючі речовини радіоактивних Cs-137 і Sr-90 / [В.О. Осадча, О.К. Трунова, В.М. Біденко, Н.М. Кураченко.]. – Тези доповідей ХХІV Міжнародної Чугаєвської конференції з координаційної хімії – Санкт-Петербург – 15-19 червня 2009 року – С.627 – 628.
5. Новый экологически чистый комплексон как хелатирующий реактив. Применение в различных областях промышленности / [Трунова Е.К., Мазуренко Е.А., Роговцев А.А., Макотрин Т.А.]. – Хімічна промисловість. Україна, 2006. – № 5, С. 19-22.