

УДК 577.34:581.14

ВПЛИВ СПОЛУК ZN І MN НА ЗНИЖЕННЯ НАДХОДЖЕННЯ РАДІОНУКЛІДІВ ^{137}Cs І ^{90}Sr ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН

В.В. Груша¹, І.М. Гудков²

Вплив сполук Zn і Mn на зниження надходження радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr та продуктивність рослин. – В.В. Груша¹, І.М. Гудков². – Доведено, що позакореневе підживлення рослин ріпаку ярого сполуками цинку і марганцю зменшує накопичення в рослинах ^{137}Cs і ^{90}Sr та підвищує їх продуктивність. Найбільшу ефективність проявив гетерокомплексонат цих металів, при застосуванні якого накопичення радіонуклідів зменшувалось у 2,8 рази. Встановлено, що внесення мікроелементів у формі комплексних сполук значно ефективніше за їх використання у вигляді простих водних розчинів.

Ключові слова: радіонукліди, мікроелементи, монокомплексонати, гетерокомплексонат.

Адрес: ¹Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України, вул. Васильківська, 31/17, Київ, 03022; ²Національний аграрний університет, вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041

Zn and Mn microelements action on the accumulation radionuclides ^{137}Cs and ^{90}Sr decreasing and on productivity of plants. – V. Grusha, I. Gudkov. – It is established, that a foliar treatment of plants of a lupine and a rape by monocomplexonates of zinc and manganese, and also its heterocomplexonate are decreased the accumulation in plants ^{137}Cs and ^{90}Sr and increased their productivity. The highest efficiency has shown heterocomplexonate reduced the accumulation of radionuclides in 2-2,5 times. It is shown, that uptake of microelements in the form of complex compounds is much more effective than in form of simple water solutions.

Key words: radionuclides, microelements, monocomplexonates, heterocomplexonate.

Address: Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine, 31/17 Vasylkivska St., Kyiv, 03022, Ukraine; National Agricultural University of Ukraine, 15 Geroev Oborony St., Kyiv, 03041, Ukraine

Вступ

У зв'язку із використанням атомної енергії в навколишньому середовищі з'явилися штучні радіонукліди як додаткові джерела опромінення. В надзвичайно великих масштабах вони надходили і продовжують надходити внаслідок штатних і аварійних викидів підприємств ядерно-енергетичного паливного циклу [6, 8, 9].

Чорнобильська аварія призвела до забруднення сільськогосподарських угідь сумішшю продуктів ядерного поділу, радіонуклідами плутонію та іншими трансурановими елементами. Проте головна роль у дозоутворенні тепер, як і в минулі роки, належить ^{137}Cs . На більшості території за межами 30-кілометрової зони і протягом всього західного радіоактивного сліду від Поліського району Київської області до Волині радіонуклідний склад опадів нині в основному представлений ^{137}Cs , що осів у конденсаційній формі. Ця форма під час опадів була практично розчинена і рухомість ^{137}Cs обумовлена його взаємодією з ґрунтами та трансформацією форм зв'язку з ними [1].

Одним з найефективніших заходів у практиці землекористування для зниження рівня

радіонуклідного забруднення продукції рослинництва є застосування підвищених доз калійних та фосфорних добрив, основні елементи яких блокують надходження в рослини, відповідно ^{137}Cs і ^{90}Sr [2, 7].

Було доведено, що в умовах Полісся на бідних практично на всі макро- та мікроелементи живлення рослин досить ефективним прийомом, який суттєво може доповнити дію макродобрив, є внесення таких мікроелементів як цинк, марганець, кобальт, мідь та деяких інших. Ці мікроелементи можуть безпосередньо виступати в якості антагоністів-блокаторів радіонуклідів, а з іншого – синергістів макроелементів, які відомі як класичні блокатори згаданих радіонуклідів і гальмують їх перехід з ґрунту в рослини [4, 5].

Позакореневе підживлення рослин цими мікроелементами, тобто безпосередньо їх нанесення на листову поверхню у вигляді водних розчинів хлоридів, зменшує надходження в рослини ^{137}Cs не в меншій мірі, ніж при внесенні в ґрунт, але дозволяє застосування солей у значно менших кількостях і значно полегшує технологію їх внесення [3]. З метою покращення ефективності солей було вирішено випробувати їх дію у складі комплексонатів [10].

Умови та методи досліджень

Польовий дослід проводили на угіддях сільськогосподарського товариства „Злагода” в селі Базар Народицького району Житомирської області на дерново-підзолистому супіщаному за гранулометричним складом ґрунті. Рівень радіонуклідного забруднення ґрунту за ^{137}Cs складав 580 Бк/кг і за ^{90}Sr – 6 Бк/кг. Забезпеченість ґрунту поживними речовинами низька: вміст рухомих форм фосфору за Чиріковим – 20 мг/кг, калію за Масловою – 46 мг/кг, вміст легкогідролізованого азоту 26,5 кг/га (за методом Тюріна і Конової). Вміст гумусу в ґрунті складав 1,29 %, рН ґрунту – 5,8.

Мікроелементи застосовували у вигляді водних розчинів їх сірчано-кислих солей, а також монокомплексонатів (хелатів) цих мікроелементів та їх спільного гетерокомплексонату на основі комплексону (хелатора) етилендіаміндіянтраної

кислоти (ЕДДЯ). Монокомплексонати мають склад $\text{K}_2\text{Zn}(\text{Mn})\text{edds}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$, а гетерокомплексонат – $\text{K}_4[\text{ZnMn}(\text{edds})_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}]\text{H}_2\text{O}$ і містять по 8 % кожного або обох із вищевказаних металів.

Результати досліджень та їх обговорення

Отримані нами результати свідчать про те, що обидва мікроелементи, як і у попередніх дослідях, проявили радіоблокуючу дію (табл. 1). Так, цинк у формі розчину солі зменшував накопичення ^{137}Cs у вегетативній масі більш як у півтора рази (1,9 рази), а у формі комплексонату – більш як удвічі (2,2 рази). Марганець і у вільному стані і у формі комплексонату проявляв дещо менший ефект. В той же час у дії гетерокомплексонату цинку і марганцю проявився чіткий адитивний ефект – за його дії коефіцієнт накопичення (K_{H}) ^{137}Cs зменшився у 2,8 разів.

Таблиця 1. Вплив позакореневого підживлення рослин сполуками Zn і Mn на накопичення ^{137}Cs та ^{90}Sr у вегетативній масі

Варіанти дослідів	^{137}Cs		^{90}Sr	
	Бк/кг	K_{H}	Бк/кг	K_{H}
Контроль	296±29	0,51	22±4	3,67
Zn	155±17	0,27	20±4	3,33
Mn	144±19	0,25	20±4	3,33
Комплексонат Zn	134±18	0,23	16±2	3,67
Комплексонат Mn	184±21	0,32	20±4	3,33
Комплексонат Zn+Mn	107±17	0,18	14±2	2,33

Слід відзначити, дуже високі коефіцієнти накопичення ^{90}Sr . В контрольних варіантах вони досягали 3,67. Вплив мікроелементів на накопичення ^{90}Sr у вегетативній масі проявлявся у значно меншому ступеню. Найбільш результативні дані, як і у дослідях з ^{137}Cs , виявились у варіанті з гетерокомплексонатом – накопичення радіонукліду у вегетативній масі зменшувалось на 58%. У інших варіантах результати були

статистично недостовірні, хоча можна говорити про деякі тенденції зниження вмісту ^{90}Sr практично в усіх випадках.

Дані з впливу мікроелементів на урожай наведено у табл. 2. Вони свідчать про помітне збільшення продуктивності під впливом мікроелементів, особливо на варіантах з використанням комплексонатів.

Таблиця 2. Вплив позакореневого підживлення ярого ріпаку сполуками Zn і Mn на урожайність, ц/га

Варіанти дослідів	Урожайність насіння	
	ц/га	%
Контроль	11,2±0,7	100
Zn	13,0±0,6	116
Mn	12,7±0,5	113
Комплексонат Zn	13,5±0,8	121
Комплексонат Mn	12,3±0,7	110
Комплексонат Zn+Mn	14,5±0,8	129

Так, урожай насіння ріпаку під впливом чистих солей мікроелементів підвищувався на 13-16 %. Під впливом їх комплексонатів на 10-21 %, а при дії гетерокомплексонату цинку і марганцю на 29 %.

Нами був проведений аналіз насіння рослин на вміст деяких поживних речовин, зокрема протеїну,

жирів, клітковини, цукрів (табл. 3-4). Наведені дані свідчать про те, що під впливом цинку і марганцю збільшується суха речовина, активізується накопичення протеїну та цукрів. При цьому ефективність мікроелементів у складі комплексонатів, як правило, була вищою, ніж при їх застосуванні у вигляді водних розчинів.

Таблиця 3. Вплив позакореневого підживлення ярого ріпаку сполуками Zn і Mn на якість вегетативної маси, г/кг

Варіанти дослідів	Суха речовина	Протеїн	Жири	Клітковина	Цукри
Контроль	107±7	18,4±1,2	6,3±0,5	25,4±1,8	16,3±0,7
Zn	114±7	20,4±1,4	6,6±0,4	25,8±2,0	17,2±0,6
Mn	119±8	19,7±1,7	6,2±0,4	25,7±1,7	16,5±0,7
Комплексопат Zn	118±7	21,7±1,3	6,8±0,5	27,9±2,1	18,0±1,0
Комплексопат Mn	121±7	20,0±1,4	6,6±0,4	25,7±2,2	16,9±1,1
Комплексопат Zn+Mn	128±8	22,6±1,5	6,8±0,5	28,6±1,7	17,2±1,0

Таблиця 4. Вплив позакореневого підживлення ярого ріпаку сполуками Zn і Mn на якість насіння, г/кг

Варіанти дослідів	Суха речовина	Протеїн	Жири	Клітковина	Цукри
Контроль	808±33	169±15	330±27	109±6	35,4±2,4
Zn	842±26	182±12	335±22	121±8	33,7±1,9
Mn	820±30	179±10	374±16	95±7	37,6±2,0
Комплексопат Zn	840±39	175±9	342±10	129±9	38,8±1,7
Комплексопат Mn	851±30	178±9	390±12	122±8	37,0±1,9
Комплексопат Zn+Mn	870±52	190±10	376±10	128±7	40,2±2,1

Спостерігалась тенденція до збільшення кількості клітковини і цукру при застосуванні мікроелементів у складі комплексопатів. А у варіанті із застосуванням гетерокомплексопату цинку і марганцю спостерігалось зростання їх кількості у порівнянні з контролем.

Висновки

Позакореневе підживлення ярого ріпаку водними розчинами сірчаноокислих солей цинку

(200 г/га) і марганцю (300 г/га) зменшує накопичення вмісту ^{137}Cs і ^{90}Sr в соломі та насінні в 1,5–2 рази в порівнянні з контролем, а також позитивно впливає на врожай та якість кормової маси рослин, збільшуючи у ній кількість протеїну, жирів, клітковини, цукрів. Використання солей у формі комплексопатів помітно підвищує ефективність мікроелементів. Але найбільший ефект був одержаний при застосуванні спільного гетерокомплексопату цинку і марганцю.

1.

- Алексахин Р.М., Булдаков Л.А., Губанов В.А. // Радиационные аварии. – М.: ИздАТ, 2001. – 752 с.
- Архипов Н.П., Федорова Т.А., Федоров Е.А., Февралева Л.Т. Изменение содержания естественных радионуклидов в почвах при систематическом внесении фосфорных удобрений // Почвоведение. – 1981. – №12. – С.52-62.
- Груша В.В., Гудков І.М. Вплив позакореневого підживлення рослин мікроелементами на накопичення ^{137}Cs // Науковий вісник НАУ. – 2003. – № 63. – С. 263-267.
- Гудков І.М., Грисюк С.М., Кічно В.О., Ткаченко Г.М. Зменшення надходження ^{137}Cs і ^{90}Sr в сільськогосподарські рослини під впливом мікроелементів // Науковий вісник НАУ. – 1998. – № 10. – С. 264-269.
- Гудков І.Н., Кічно В.Е., Грисюк С.Н., Ткаченко Г.М. Протилучева заштита растений с помощью солей металлов

- в условиях радиоактивного загрязнения территории // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1999. – Т. 39, № 2-3. – С. 349-353.
- Гусев Н.Г., Беляев В.А. Радиоактивные выбросы в биосфере. – М.: Атомиздат, – 1968. – 340 с.
- Кабата-Пендиас А., Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, – 1989. – 439 с.
- Козлов В.А. Справочник по радиационной безопасности. – М.: Энергоатомиздат, – 1991. – 351 с.
- Моисеев А.А., Иванов В.И. Справочник по дозиметрии и радиационной гигиене. – М.: Энергоатомиздат, – 1990. – 293 с.
- Островская Л.К. Комплексоны и их значение для питания растений металлами-микроэлементами // Физиология и биохимия культ. растений. – 1986. – Т. 18, № 6. – С. 591-603.

Отримано: 18 березня 2008 р.

Прийнято до друку: 12 травня 2008 р.