

## ВПЛИВ ГРАНУЛЬОВАНИХ СИНТЕТИЧНИХ ЦЕОЛІТІВ НА ВМІСТ СТРОНЦІЮ В ГЕНЕРАТИВНИХ ТА ВЕГЕТАТИВНИХ ОРГАНАХ ПОМІДОРІВ ТА КАРТОПЛІ

В.О. Зінченко,  
О.В. Лук'янчук,  
Стефан Піткевич<sup>1</sup>,  
Тадеуш Лобода,  
Барбара Гворек,  
Ярослав Сінчевський,  
Гжегож Вишневський<sup>1</sup>

Державна агроекологічна академія України,  
1 – Варшавський сільськогосподарський університет

*Викладено результати впливу гранульованих синтетичних цеолітів на вміст стронцію в помідорах та картоплі. Показано дію кислотності і водного режиму ґрунту на сорбцію стронцію цеолітами.*

Північна частина Житомирської області в найбільшій мірі зазнала радіаційного забруднення, що характеризується діапазоном значень щільності забруднення Cs-137 від 1 до 40 Кі/км<sup>2</sup> і вище. Основними ґрунтами є дерново-підзолисті, що займають до 60% площі всіх сільськогосподарських угідь. Серед них значного розвитку набули піщані та глинисто-піщані різновиди, що сформувалися воднольодовикових відкладах легкого механічного складу. Висока кислотність, перезволоження цих ґрунтів значно збільшують рухомість радіонуклідів. Саме тому для зниження переходу радіонуклідів між елементами біогеоценозів в даний час впроваджуються різні композиційні матеріали, одними з яких є цеоліти.

За своєю кристалічною структурою цеоліти складаються з алюмокремнійкисневого каркасу, що містить порожнечі та канали, де розміщені катіони лужних та лужно-земельних металів та молекули води. Після видалення води мінерал являє собою мікропористу кристалічну "губку" з місткістю пор до 50% від об'єму каркасу. При такій характеристиці цеоліти мають високу сорбційну здатність.

Тому метою дослідження було визначення ступеня переходу стронцію у рослини картоплі та помідорів в присутності цеолітів, а також ступінь вбирання цеолітами цезію і стронцію без рослин в залежності від кислотності та вологості ґрунту.

Дослід проводився в вегетаційних посудинах за такою схемою: в 6-и посудинах знаходились помідори, в 3-х з яких знаходились цеоліти, також 6 посудин з картоплею, де також в 3-х знаходились цеоліти. У всіх цих посудинах кислотність ґрунту була рН(Н<sub>2</sub>О) 5,5 та вологість 60%. Також було 8 посудин з ґрунтом без рослин, в 4-х досліджувався вплив вологості ґрунту на вбирання цеолітами стронцію: одна контрольна посудина з вологістю ґрунту 60%, в 3-х інших відповідно 40, 60, 90%; у всіх посудинах кислотність ґрунту 5,5. В 4-х інших досліджувався вплив кислотності ґрунту на вбирання цеолітами стронцію і цезію: одна посудина контрольна з кислотністю 5,5, а в 3-х інших відповідно 4,5; 5,5; 6,5; у всіх посудинах вологість ґрунту 60%.

Таблиця 1

Схема досліду

№ посудини	Наявність цеолітів	Умови		Наявність рослин
		кислотність ґрунту, рН(H <sub>2</sub> O)	вологість ґрунту, %	
21	+	5,5	60	-
22	+	5,5	40	-
23	+	5,5	60	-
24	+	5,5	90	-
25	+	5,5	60	-
26	+	4,5	60	-
27	+	5,5	60	-
28	+	6,5	60	-
29	-	5,5	60	Помідори
30	-	5,5	60	
31	-	5,5	60	
32	+	5,5	60	
33	+	5,5	60	
34	+	5,5	60	
35	-	5,5	60	Картопля
36	-	5,5	60	
37	-	5,5	60	
38	+	5,5	60	
39	+	5,5	60	
40	+	5,5	60	

Дослід закладався в такій послідовності: пронумеровані залізні посудини ретельно очищувались і вимивались, ставились дном до верху для висушування. Після висушування посудини парафінувались зсередини, розігрітий парафін наносився тонким шаром. Потім в посудини вставляли 2 пластмасові трубки з напівкруглою перфорованою перетинкою між ними. Посудина ставилась на вагу і її досипали щебенем розміром 20-30 мм так, щоб його маса з посудиною становила 2 кг. Далі ґрунт просівали через сито, видаляючи зайвий щебінь, органічні рештки і т. д. Одночасно просівався через інше сито пісок. Заздалегідь готується поживне середовище для рослин, яке вносять при набиванні посудини. Вносять такі солі в кількості: Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>\*4H<sub>2</sub>O –23.75г, KNO<sub>3</sub>-15.25г, NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>-5.25г, MgSO<sub>4</sub>\*7H<sub>2</sub>O-11,25г. Всі солі розчиняють в 250 мл води і вносять по 10 мл на посудину.

При наповненні посудини вносили радіоактивну сіль SrCo<sub>3</sub> – 250 мг/кг ґрунту. Також при набиванні посудини встановлювали кислотність, необхідну для досліду. Початкова кислотність ґрунту рН(H<sub>2</sub>O)- 5,8, рН(KCl) – 4,7, гідролітична кислотність 1,65 мл/100г ґрунту. Для встановлення кислотності 4,5 вносили 0,1 молярний розчин H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> –10 см<sup>3</sup> на 1 кг ґрунту, для рН-6,5 вносили CaCO<sub>3</sub> –7,4 г/9 кг ґрунту.

В досліді використовувались гранульовані синтетичні цеоліти циліндричної форми типу 3А. В кожен посудину закладали по 3 цеоліти, розміщували їх на глибині 12 – 15 см.

Потім визначали повну вологоємність суміші ґрунту і піску та на основі цього обчислювали скільки треба води, щоб вологість досягла 40, 60, 90% від повної вологоємності.

Для набивання посудини використовувалось 2 кг піску та 7 кг ґрунту. Після набивання посудини висаджували розсаду помідорів сорту Робін і бульби картоплі сорту Базура по 1 рослині на посудину.

Посудини встановлювали на вагонетках і в добру погоду вагонетки викочували на повітря з вегетаційних будиночків.

Протягом вегетації проводились фенологічні спостереження: вимірювання рівня фотосинтезу та дихання приладом Li-COR-6400 Primer.

Перед збиранням врожаю брали проби ґрунту, висушували їх та аналізували.

При збиранні врожаю у помідорів зрізали надземну частину та відділяли плоди, нарізали їх та сушили у сушильних шафах, стебло та листя нарізували невеликими відрізкамі та сушили. Коріння ретельно відмивали та також сушили.

У картоплі надземну частину подрібнювали, бульби відмивали, нарізали та сушили, коріння відмивали та також сушили. Після висушування всі проби змелювали до пилоподібного стану та аналізували.

Перед проведенням аналізу ґрунту його спочатку змінералізували: для цього брали 2-5 г повітряно сухого ґрунту, розмелювали його до пилоподібного стану в кварцовому тиглі. Після цього доливали 10 см<sup>3</sup> концентрованої HNO<sub>3</sub> (густина 1,4) та 5 см<sup>3</sup> 70%-ої HClO<sub>4</sub>. Ставили розчин на 1 годину на водяну баню t=90-95° С, накривали скельцем та випаровували всю рідину. Після повного випаровування доливали 37%-ну HCl розведену з водою в співвідношенні 1:1 та ще 1 годину гріли під склом, потім знімали скло та відмивали його 1%-ю HCl. Потім вищезгадану суміш профільтрували через фільтрувальний папір до колби ємністю 100 мл, багато раз декантуючи осад. Потім перевіряють наявність Fe<sup>3+</sup> в розчині, додаючи 10%-й NH<sub>4</sub>SCN, при відсутності червоного осаду мінералізацію завершено. Колбу доповнюють до 100 мл водою.

Рослини мінералізували методом мікрохвильової мінералізації в закритій системі. Наважку 1 г заливали 7 мл HNO<sub>3</sub> і 1мл H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> і знову ставили в мікрохвильову піч. Потім наважку переносили в колбу ємністю 25 мл і доповнювали водою. Аналіз всіх проб проводили на пристрої Atom Scan 25, Thermo JarraI Ash.

В результаті проведених нами дослідів встановлено, що застосування синтетичних гранульованих цеолітів привело до зниження вмісту стронцію в плодах, надземної частини, кореневій системі помідорів (табл.2).

Таблиця 2

**Вплив цеолітів на вміст стронцію в кореневій системі, вегетативних та генеративних органах помідорів та картоплі, мг/кг**

Схема досліджу	Помідори			Картопля		
	плоди	надземна частина	коренева система	бульби	надземна частина	коренева система
Контроль – без цеолітів	78	2472	1450	48	2006	1457
Цеоліт	72	1861	1244	47	2250	1859

Так, вміст стронцію в плодах помідорів був нижчим на 5 мг/кг, тобто на 6%, надземній частині на 611 мг/кг, тобто на 25%, кореневій системі на 206 мг/кг, тобто на 14 %. Загальний винос стронцію рослинами помідорів склав на контролі 61,6 мг, а у варіанті з цеолітами 42,3 мг, тобто застосування синтетичних гранульованих цеолітів сприяло зменшенню виносу стронцію рослинами на 19,3 мг, або на 31,3%.

На культурі картоплі дія цеолітів на зменшення вмісту стронцію не проявилась. Необхідно відмітити, що вміст стронцію в бульбах картоплі був значно нижчим, ніж в плодах помідорів. Це пояснюється тим, що бульба картоплі – видозмінене стебло, і радіонуклід може потрапляти з ґрунту до надземної частини рослини, не накопичуючись у великих кількостях в бульбах.

Таблиця 3

**Вплив цеолітів на вміст стронцію в ґрунті в залежності від його вологості та кислотності.**

Схема досліджу	Вміст стронцію в ґрунті, мг/кг	Вміст стронцію в цеолітах, мг/кг	Баланс
Вологість ґрунту 40%	116	134	18
-//- 60%	117	133	16
-//- 90%	267	0	-
Кислотність ґрунту 4,5	108	142	34
-//- 5,5	97,2	152,8	55,6
-//- 6,5	100	150	50

Відомо, що агрохімічні властивості ґрунту значно впливають на процес “старіння” радіонуклідів. Велику роль в цих процесах відіграють механічний склад ґрунту, його кислотність, вологість, сума вбирних основ, наявність калію, органічної речовини та її складу.

Тому в наших дослідах ми намагались підібрати таку вологість та кислотність ґрунту, які б дозволили збільшити сорбційну здатність цеолітами радіонуклідів до максимальної (табл. 3).

Як видно з таблиці 3 збільшення вологості ґрунту до 90% від ППВ практично загальмувало сорбцію стронцію цеолітами, тобто вміст його в ґрунті залишився незмінним. Максимальна сорбційна здатність цеолітів проявилась при вологості ґрунту 40-60% від ППВ. Вміст стронцію в ґрунті був мінімальним і складав 116-117 мг/кг.

Вивчення впливу кислотності ґрунту на сорбційну здатність стронцію цеолітами показало, що найбільше його сорбується при  $pH_{(H_2O)} 5,5$ . Зменшення та збільшення кислотності на одиницю зменшило сорбційну здатність цеолітів і, як наслідок, вміст стронцію в ґрунті був дещо більший.

Таким чином, можна зробити попередній висновок про те, що застосування гранульованих цеолітів може бути ефективним методом очистки кореневмісного горизонту ґрунту від радіонуклідів і, як наслідок, одержання екологічно чистої продукції.