

Винахід відноситься до проблеми захисту навколишнього середовища, а саме, до технології дезактивації ґрунтів, забруднених радіоактивними елементами внаслідок аварій на атомних електростанціях.

Відомий спосіб очистки ґрунту від радіонуклідів шляхом фітодезактивації, який включає вирощування на забрудненій території рослин, що акумулюють через кореневу систему радіонукліди із ґрунту, внесення в ґрунт сорбуючого радіонукліди матеріалу і водного розчину аміачної селітри або азотної кислоти, збір та утилізацію зеленої рослинної маси [1]. При цьому підбирають елементи-аналоги для кожного радіонукліда, що має бути вилучений з ґрунту, які мають схожі з ним хімічні властивості і таку ж валентність. Визначають також види рослин, які здатні акумулювати елементи-аналоги і мають розвинену кореневу систему. В підготовлений ґрунт висівають насіння вищезгаданих рослин. Добрива, які вносяться в ґрунт, не повинні включати елементи-аналоги; рН ґрунту доводять до значення, яке не перевищує оптимальну величину рН для вибраної рослини більш як на 0,5 одиниці. Використання аміачної селітри або азотної кислоти сприяє переходу радіонуклідів в іонообмінну форму. Для підтримки їх в такому стані на протязі тривалого часу ґрунт повторно обробляють вказаним водним розчином переважно в період активного росту рослин та їх визрівання. При цьому необхідно слідкувати, щоб концентрація і кількість водного розчину не пригнічували вирощуваних рослин. Як сорбент використовують відходи лісозаготівельного виробництва: хвою, кору, тирсу, суміш яких змішують з живицею з розрахунку 10 - 15л живиці на 1м³ суміші. Замість тирси можна використовувати цеоліт.

Недоліками цього способу є складність і трудомісткість технологічного процесу, значні витрати хімікатів, неможливість вилучення із ґрунту, регенерації та повторного використання сорбента. Недоліком є також використання живиці (200л на 1га ґрунту) - дорогої та цінної сировини для хімічної промисловості, яка добувається вручну із дерев сосни.

Відомий також спосіб очистки ґрунту фітодезактивацією [2], що включає періодичну обробку забрудненого радіонуклідами шару ґрунту розчином нітрату амонію з добавками мікроорганізмів як біологічно активних елементів - молочнокислих бактерій, висаджування однорічних та багаторічних рослин, які періодично збирають на протязі вегетаційного періоду та здійснюють екстракцію радіонуклідів. Технологія включає багато трудомістких операцій обробки ґрунту, дорога і потребує витрат великої кількості хімікатів (до 100 кг/га). Крім того, очищені цим способом землі можуть активно використовуватись лише через десятки років (20 - 30 років) внаслідок невисокого коефіцієнта фітосорбції (за один вегетаційний період очистка від радіонуклідів складає 3 - 8%).

Найбільш близьким за технічним рішенням та досягнутим результатах до способу, що заявляється, є спосіб очистки ґрунту від радіонуклідів, який включає внесення в забруднений ґрунт сорбуючого радіонукліди матеріалу, вирощування на забрудненому ґрунті радіоаккумуляуючих рослин, збір та утилізацію рослинного покриву [3]. Вибір рослин проводять на основі даних по акумулюючій здатності їх до елементів-аналогів кожного радіонукліда. Як сорбуючий радіонукліди матеріал використовують гранульований вуглецьмінеральний сорбент з розміром гранул 40 - 60мм, який вносять одночасно з висіванням рослин, а після збирання останніх сорбент також вибирають з ґрунту і утилізують.

Зокрема, може бути використаний вуглецьмінеральний сорбент такого складу (мас. %):

природний сорбент, наприклад,	
вермикуліт, модифікований	
спеціальними добавками	50 - 60;
активоване вугілля	15 - 30;
зв'язуюча добавка	решта.

Встановлено факт впливу сорбційних властивостей вуглецьмінеральних сорбентів на поглинальну здатність радіоаккумуляуючих рослин при їх одночасному знаходженні в забрудненому радіонуклідами ґрунті в вегетаційний період по відношенню до ¹³⁷Cs, при цьому значно підвищується ступінь очищення ґрунту.

Недоліком даного способу є недостатня ефективність методу та довготривалість процесу очистки.

Задачею, на вирішення якої направлений винахід, є розробка ефективної технології дезактивації ґрунту радіоактивне забруднених територій.

Спосіб очистки ґрунту від радіонуклідів, створений для вирішення поставленої задачі, дає можливість досягти технічного результату, який полягає в підвищенні ефективності і прискоренні очищення ґрунту від радіонуклідів за рахунок використання вуглецьмінерального сорбенту, обробленого суспензією сульфатредукуючих бактерій, і підвищення радіоаккумуляуючої здатності рослин.

Для досягнення вказаного технічного результату у відомому способі очистки ґрунту від радіонуклідів, що включає внесення в забруднений ґрунт сорбуючого радіонукліди гранульованого вуглецьмінерального сорбенту з одночасним посівом і подальшим вирощуванням на цьому ґрунті радіоаккумуляуючих рослин, вибір яких здійснюють шляхом встановлення елементів - аналогів для кожного радіонукліда, що підлягає вилученню з ґрунту і наступного визначення рослин, акумулюючих елементи - аналоги, збір та утилізацію рослинного покриву і сорбенту, згідно з винаходом, перед внесенням в ґрунт сорбент обробляють суспензією сульфатредукуючих бактерій.

Переважно, застосовують бактерії виду *Desulfo Vibrio*. Обробку бактеріями проводять з розрахунку 400 - 500 млн. мікробних клітин на 1кг. сорбенту.

Порівняльний аналіз з прототипом показує, що заявлений спосіб відрізняється від відомого використанням більш удосконаленого сорбуючого радіонукліди матеріалу, а саме - гранульованого вуглецьмінерального сорбенту, обробленого суспензією сульфатредукуючих бактерій.

В доступних джерелах інформації не знайдено рішень, які б включали відрізняючу ознаку, мали відмінні ознаки запропонованого винаходу. Таким чином, заявлене технічне рішення відповідає критерію винаходу "новизна".

В окремих випадках застосування, спосіб може відрізнятися в залежності від характеру і інтенсивності радіозабруднення ґрунту, видом рослин і сульфатредукуючих бактерій та інтенсивністю обробки ними сорбенту.

Залежність відрізняючої ознаки і одержаного результату, що полягає в істотному підвищенні ефективності очищення ґрунту комплексом рослина - сорбент, з літератури також не відома. Це дає можливість зробити висновок про творчий характер рішення, тобто про відповідність його критерію "винахідницький рівень".

Для перевірки запропонованого способу в Поліському районі Київської області проводились натурні досліді.

Досліді проводились на 13 ділянках землі, радіоактивність якої по ^{137}Cs складала 22000 Бк/кг. На одній ділянці (контрольній) був внесений лише немодифікований бактеріями сорбент, а на 12 ділянках висівалися такі радіоакумуючі рослини, як топінамбур, рапс, кукурудза і соняшник. При цьому кожну культуру висівали на трьох ділянках (без внесення сорбенту, з сорбентом, з внесенням модифікованого сорбенту).

Як вуглецьмінеральний сорбент використовували гранульований сорбент такого складу (мас. %):

Вермикуліт	55;
активоване вугілля	20;
зв'язуюча добавка	25,

з розміром гранул 40 - 60мм

Сорбент перед внесенням оброблювали бактеріями *Desulfo Vibrio* в момент, коли мікроби досягли максимальної фізіологічної активності (в 1мл суспензії $2 - 3 \cdot 10^{-7}$ мікробних клітин)

Сорбент вносили з розрахунку 20 ц/га аналогічно посадці картоплі, з одночасним висіванням рослин згідно агротехнічним нормам.

На початку осені збирали рослини та викопували сорбент і аналізували їх на вміст ^{137}Cs .

Результати дослідів наведені в таблиці.

Таблиця

**ВПЛИВ ФІТОСОРБЦІЙНОГО ФАКТОРУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ НАКОПИЧЕННЯ
РАДІОНУКЛІДІВ В СИСТЕМІ ЗАБРУДНЕНА
ЗЕМЛЯ – РАДІОАКУМУЛЮЮЧА РОСЛИНА – МОДИФІКОВАНИЙ СОРБЕНТ***

№ досліду	Найменування зразка або системи	Активність (вміст радіонуклідів) Бк/кг	Ступінь накопичення радіонуклідів, %
	Грунт	22000	
1	Сорбент (без рослин)	5600	25
ТОПІНАМБУР (ЗЕЛЕНА МАСА)			
2	Контроль (без сорбенту)	5500	25
3	З сорбентом	5800	26,3
4	З модифікованим сорбентом	6160	28
РАПІС (ЗЕЛЕНА МАСА)			
5	Контроль (без сорбенту)	19580	89
6	З сорбентом	25500	123,5
7	З модифікованим сорбентом	28160	128
КУКУРУДЗА (ЗЕЛЕНА МАСА)			
8	Контроль (без сорбенту)	1914	9
9	З сорбентом	3000	13,6
10	З модифікованим сорбентом	5280	24
СОНЯШНИК (ЗЕЛЕНА МАСА)			
11	Контроль (без сорбенту)	4400	20
12	З сорбентом	9020	41
13	З модифікованим сорбентом	11660	53

*модифікований сорбент – сорбент оброблений сульфатредукуючими бактеріями.

Джерела використаної інформації:

1. Патент РФ № 2033647, G21F9/34, опубл. в БИ № 11 за 1995 р.
2. А. с. СССР №1780436, G21F9/34, опубл. в БИ № 14 за 1994 р.
3. Патент України № 23445 А, G21F9/34, опубл. в бюл. "Промислова власність" № 4 за 1998 р. - прототип.