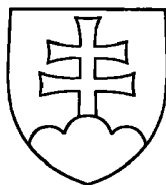


SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19)

SK



ÚRAD
PRIEMYSELNÉHO
VLASTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

**ZVEREJNENÁ PRIHLÁŠKA
VYNÁLEZU**

- (22) Dátum podania: 23.09.96
(31) Číslo prioritnej prihlášky: 08/533 237
(32) Dátum priority: 25.09.95
(33) Krajina priority: US
(40) Dátum zverejnenia: 06.05.98
(86) Číslo PCT: PCT/CA96/00631, 23.09.96

(21) Číslo dokumentu:

654-97

(13) Druh dokumentu: A3

(51) Int. Cl.⁶ :

**B 09C 1/10,
A 62D 3/00**

(71) Prihlasovateľ: ZENECA CORP., Mississauga, Ontario, CA;

(72) Pôvodca vynálezu: Bernier Roger L., Montreal, Quebec, CA;
Gray Neil C. C., Oakville, Ontario, CA;
Moser Lori E., Guelph, Ontario, CA;

(54) Názov prihlášky vynálezu: **Kompostová dekontaminácia pôdy kontaminovanej DDT**

(57) Anotácia:

Predložený vynález poskytuje spôsob dekontaminácie pôdy a/alebo sedimentov obsahujúcich kontaminanty typu DDT pomocou premeny týchto kontaminantov na neškodné materiály. Takto je pôda dekontaminovaná na akýkoľvek požadovaný stupeň buď čiastočnou dekontamináciou, alebo kompletnou remediáciou. Spôsob zahŕňa spracovanie pôdy a/alebo sedimentu, ktoré zahŕňa populácie životaschopných anaeróbných a aeróbných mikroorganizmov schopných premeny kontaminantov typu DDT na neškodné materiály, a ktoré sú životaschopné pri oboch anaeróbných a aeróbných podmienkach.

Kompostová dekontaminácia pôdy kontaminovanej DDT.

Oblasť techniky

Tento vynález sa týka kontrolovanej kompostovej metódy na dekontamináciu pôdy alebo sedimentov obsahujúcich DDT kontaminanty.

Doterajší stav techniky

Existujú početné plochy pôd, ktoré sú kontaminované insekticídmi DDT (1,1,1-trichlóro-2,2-bis(p-chlórofenyl) etán). Boli používané rôzne metódy na zníženie kontaminácie pôdy, ktoré zahŕňajú spaľovanie, termálnu desorpciu pri nízkej teplote a chemické spracovanie. Všetky tieto metódy sú vysoko nákladné a nemusia byť vhodné pre mnoho kontaminovaných plôch.

Dokumenty zo stavu techniky popisujú laboratórne pokusy v biodegradácii DDT v pôdnych kaloch. Popisujú premiešanie pôdy kontaminovanej DDT s komunálnym anaeróbnym kalom spracovaným rastlinami, neiónovou povrchovo aktívnou látkou a redukčným činidlom vo vodnom kvapalnom systéme. Vyskytujú sa síce významné biodegradácie DDT v týchto experimentoch, ale aj tak toxické metabolity DDT zostávajú.

Podstata vynálezu

Predložený vynález poskytuje metódu dekontaminovania pôdy a/alebo sedimentov obsahujúcich kontaminanty typu DDT pomocou premeny týchto kontaminantov na neškodné materiály a týmto je dekontaminovaná pôda na akýkoľvek požadovaný

stupeň buď čiastočnou dekontamináciou alebo kompletnou remediáciou. Metóda obsahuje spracovanie pôdy a/alebo sedimentu, ktoré zahŕňa populáciu živých anaeróbných a aeróbných mikroorganizmov schopných transformácie kontaminantov typu DDT na neškodné materiály, a ktoré sú živé za anaeróbných a aj aeróbných podmienok. Toto spracovanie zahŕňa primiešanie pôdy k prostriedku na zlepšenie, aby sa vytvorila pevná kompostová zmes, ktorá obsahuje organické materiály výživných látok; kompostovanie uvedenej zmesi zatiaľ čo je kompostovaná zmes udržiavaná pri teplote v rozsahu od asi 20°C do 65°C a obsah vody kompostovej zmesi je v rozsahu od asi 40% do asi 100% WHC; v priebehu tohoto kompostovania je udržiavaná hladina redoxného potenciálu kompostovej zmesi pod negatívnou hodnotou asi 200 mV, až je významné množstvo kontaminantov typu DDT degradované a potom nasleduje okysličenie kompostovej zmesi, aby bola hladina redoxného potenciálu kompostovej zmesi zvýšená nad pozitívnu hodnotu asi 100 mV a udržiavanie hladiny redoxného potenciálu nad pozitívnu hodnotou asi 100 mV, až je významné množstvo kontaminantov typu DDT degradované. Sled jednotlivých stupňov negatívne/pozitívnych hladín redoxného potenciálu môže byť opakovaný až do požadovaného výťažku pôdy, ktorá obsahuje málo, alebo žiadne nežiadúce kontaminanty typu DDT, ktoré majú byť konvertované na neškodné produkty.

Termín "kompostovanie", ako je tu používaný na popísanie dekontaminačného procesu podľa predloženého vynálezu, znamená transformovanie kontaminantov typu DDT v pôde a/alebo sedimente pomocou degradácie na neškodné materiály využitím biologickej aktivity, kedy je proces uskutočnený v pevnom stave s prídavkom materiálu organických výživných látok.

"Kontaminanty typu DDT" znamenajú 1,1,1-trichlóro-2,2-bis(p-chlórofenyl) etán (DDT); 1,1-dichlóro-2,2-bis(p-chlórofenyl) etán (DDD); 2,2-bis(p-chlórofenyl)1,1-dichlóroetylén (DDE); metabolické transformačné produkty DDT, DDD a DDE, ktoré zahŕňajú 1-chlóro-2,2-bis(p-chlórofenyl) etylén (DDMU), 2,2-bis(p-chlórofenyl) etylén (DDOH), dichlórodifenylmetán (DPM), dichlórobenzofenón (DBP), dichlórobenzylol (DBZ) a unsymbis(p-chlórofenyl) etylén dichlórofenylacetát (DDA). Niektoré kontaminanty typu DDT sú prítomné v pôde pred dekontamináciou pomocou predložených metód a niektoré môžu byť vytvorené ako transformačné produkty v priebehu predložených metód.

"Neškodné materiály" znamenajú transformované DDT typy kontaminantov, ktoré zahŕňajú biodegradáciu uvedených kontaminantov a naviazanie uvedených kontaminantov do pôdy alebo iného materiálu.

"Dekontaminácia" znamená transformáciu kontaminantov typu DDT na neškodné materiály, ktorá zahŕňa biodegradáciu uvedených kontaminantov a viazanie uvedených kontaminantov na pôdu alebo iný materiál.

"Remediácia" znamená dekontamináciu na naprosto prijateľnú úroveň kontaminantov typu DDT v pôde na zamýšľané použitie pôdy.

"Pôda" znamená zeminu, napríklad humus, piesok a častice hornín a zahŕňa sediment spod hladiny vody.

V metóde podľa predloženého vynálezu, v priebehu kompostovania dekontaminovanej pôdy, musí pôda obsahovať vhodné typy pôvodných životaschopných mikróbov schopných degradovať kontaminanty typu DDT. Tieto mikroorganizmy musia byť životaschopné pri oboch anaeróbných aj aeróbných

podmienkach, pri ktorých budú mikroorganizmy vystavené v priebehu prítomného procesu. Mikroorganizmy sú normálne baktérie, huby, aktinomycéty a v menšom stupni protozoá. Mikroorganizmy pochádzajú výhodne z kontaminovanej pôdy, čo znamená, že sú prítomné v pôde, ktorá je dekontaminovaná alebo sú recyklované z pôdy alebo súčasne s pôdou už vystavené do prítomného procesu. V niektorých prípadoch môže byť prospešné pridať inokulum obsahujúce také životaschopné mikroorganizmy, ktoré degradujú DDT.

V praxi podľa predloženého vynálezu je pripravená pevná kompostová zmes pomocou zmiešania vhodného prostriedku na zlepšenie pôdy s dekontaminovanou pôdou v množstve aspoň asi 10% až do 95% na celkovú hmotnosť zmesi a výhodne od asi 30% do asi 70% na celkovú hmotnosť prostriedku na zlepšenie. Materiál prostriedku na zlepšenie pôdy obsahuje tradičný zdroj organických výživných látok na kompostovanie. Výhodné materiály. Preferovanými materiálmi prostriedku na zlepšenie sú poľnohospodárske odpady a mestské odpadové kaly, výhodne hnojivo ako sú koňské, hovädzie, ovčie, morčacie, slepačie alebo rybie hnoje alebo aktivované kaly. Medzi prostriedky na zlepšenie sú zahrnuté tiež lucerna, seno, piliny, slama, rašelina, tráva a iné výhodné objemné materiály. Tieto materiály môžu vzniknúť v hnoji alebo môžu byť špecificky pridané. V niektorých prípadoch môže byť požadované pridať do pôdneho prostriedku povrchovo aktívnu látku, ktorá je výhodne tvorená zmesou aniónovej a neiónovej povrchovo aktívnej látky na premenu kontaminanty DDT na viacej spôsobilé na biologickú degradáciu.

Povrchovo aktívne látky by mali byť biodegradovateľné, neinhibujúce mikrobiálnu populáciu a mali by mať schopnosť zvýšiť biodegradáciu DDT a metabolitov DDT. Medzi vhodné

povrchovo aktívne látky sú zahrnuté polysorbáty, oktoxyláty, aniónové alkylsulfáty, aniónové alkyl aryl sulfonáty a etoxyláty. Príklady vhodných povrchovo aktívnych látok zahŕňajú "Tween" neiónové povrchovo aktívne látky, ktoré sú obchodne dostupné od ICI Americas, Inc., "Triton" povrchovo aktívne látky, ktoré sú komerčne dostupné od Union Carbide a "DAWN" zmes detergentu neiónovej povrchovo aktívnej látky, ktorá je obchodne dostupná od firmy Procter & Gamble. Vhodná zmes povrchovo aktívnych látok je "Triton" X-100 a "DAWN". Prostriedok na zlepšenie môže tiež obsahovať (alebo môže byť s týmito doplnený) kvapalné alebo pevné organické alebo anorganické výživné látky. Obvykle sú používané organické materiály vysoko nitrované a fosfátované.

Kompostová zmes je udržiavaná vo vlhkom ale pevnom stave. V priebehu procesu je udržiavaná hladina vlhkosti na menšej než 100% kapacity zadržania vody v zmesi (WHC), výhodne v rozsahu od asi 40% do asi 100% WHC.

Po zmiešaní, organickej hmoty v počiatočnej zmesi, biologická degradácia zvýši teplotu a vyčerpá kyslík na anaeróbne podmienky. Teplota zmesi je potom udržiavaná vo vnútri rozsahu od asi 20°C do asi 65°C. Toto je ľahko uskutočnené pomocou kontrolovaného pohybu vzduchu cez kompostovú zmes (napríklad cez rúry) a/alebo pomocou pridania materiálu výživných látok. Pod teplotou asi 20°C postupujú degradačné procesy pomaly; nad teplotou asi 65°C môže prevládať vysoký počet smrtiacich baktérií. Výhodný teplotný rozsah je medzi asi 30°C až 55°C. Tento vysoký teplotný rozsah poskytuje rýchlu degradáciu DDT, DDD a DDE. Anaeróbne mikroorganizmy v kompostovej zmesi zostávajú životaschopné pre nasledujúci aeróbny degradačný krok a anaeróbne baktérie zostávajú životaschopné pre akékoľvek

potrebné nasledujúce degradačné kroky. Teda je podstatné, že životaschopné aeróbne a anaeróbne degradačné mikroorganizmy sú udržiavané v priebehu procesu podľa predloženého vynálezu.

V priebehu anaeróbného kroku je v kompostovej zmesi udržiavaná nízka hladina redox potenciálu pod negatívnou hodnotou asi 200 mV a výhodne vo vnútri rozsahu od negatívnej hodnoty asi 300 mV do 500 mV. Táto hladina negatívneho redox potenciálu bola nájdená ako optimálna pre anaeróbnú degradáciu kontaminantov typu DDT v predloženom procese kompostovania. Nasledujúca teória nie je nijako obmedzujúca, aspoň nie u hladín negatívneho potenciálu, je zrejmé, že je prítomné veľmi mnoho kyslíku na rýchlu degradáciu DDT. Hladina redox potenciálu môže byť udržiavaná vo vnútri rozsahu pomocou pohybu vlhkého kyslíku cez kompostovú zmes a/alebo pomocou prídavku obvyklých redukčných činidiel ako sú napríklad sulfit a/alebo acetátové zlúčeniny.

Za prvé anaeróbny krok a akékoľvek nasledujúce anaeróbne kroky pokračujú tak dlho, až je významné množstvo kontaminantov typu DDT degradované. Toto môže byť stanovené pomocou analýz.

V prvom anaeróbnom kroku je typicky požadované degradovať asi od 20% do 50% kontaminantov typu DDT oproti počiatočnému obsahu.

Potom, ako je obsah kontaminantov typu DDT v pôde/zmesi hnoji výrazne znížený na požadovanú hladinu v priebehu prvého anaeróbného degradačného kroku, je zmes okysličená pomocou vhodných prostriedkov, výhodne pomocou vzduchu vedeného cez zmes a/alebo mixovaného so zmesou, aby boli dosiahnuté aeróbne podmienky. Okysličovanie pokračuje

v takej dostatočnej miere, aby bola udržiavaná hladina redox potenciálu nad pozitívnu hodnotou asi 100 mV v priebehu aeróbného degradačného kroku. Aeróbne podmienky aktivujú degradáciu kontaminantov typu DDT a obzvlášť metabolitov DDT, výhodne zlúčenín, ktoré neobsahujú viacej než jeden atóm chlóru naviazaný na alifatický atóm uhlíka, pri výťažku neškodných materiálov. Aeróbny degradačný krok pokračuje až do doby, kedy je dostatočné množstvo kontaminantov typu DDT degradované.

Vo väčšine prípadov tohoto predloženého procesu nemôže byť dosiahnutý požadovaný stupeň biodegradácie kontaminantov typu DDT pre akceptovateľnú remediáciu v zodpovedajúcom čase v prvom slede aeróbne/aeróbných spracovaných krokov negatívne/pozitívnych hladín redox potenciálu. V mimoriadne výhodnom vyhotovení spôsobu musí byť preto sled opakovaný, obvykle viacej než len raz, až do dosiahnutia požadovanej remediácie pôdy. Podstatne kompletná dekontaminácia od kontaminantov typu DDT je ľahko dosiahnuteľná pomocou týchto niekoľkých sledov preferovaného procesu.

Nasledujúca teória nie je nijako záväzná, je predpokladané, že v priebehu anaeróbnej degradácie anaeróbne mikroorganizmy odstraňujú aspoň jeden alebo dva alifatické chlóry z kontaminantov typu DDT. Toxické metabolity, primárne DDD a v menšom rozsahu aj DDE, sú produkty počiatočného anaeróbného kroku v biodegradácii DDT. Ďalšia aeróbna degradácia znižuje tieto na menej toxické metabolity, primárne DDMU a DDOH, DPM, DBP, DBH a DDA. Pretože môže byť významné množstvo kontaminantov typu DDT, najmä metabolitov, tiež naviazaných na pôdu a/alebo organické materiály v prítomnom procese, ktorý produkuje

neškodné materiály, nezahŕňa tu použitý termín "degradácia" len biodegradáciu, ale aj takéto viažuce sa kontaminanty.

Požadovaným znakom v tomto procese je, že mikroorganizmy degradujúce DDT sú udržiavané životaschopné po celé anaeróbne/aeróbne spracovávané cykly, takže nie je podstatné či sú mikroorganizmy pridané pred opakovaním spracovávaného cyklu. Avšak môže byť požadované pridať viacej prostriedkov na zlepšenie, ktoré obsahujú viacej výživných materiálov, hnojivo alebo iné konvenčné fermentačné zložky, primárne na doplnenie zásoby organického krmiva a tiež na zavedenie objemnejších činidiel.

Ako je už uvedené skôr, je udržiavanie správnej hladiny redox potenciálu v kompostovej zmesi v anaeróbných a aeróbných krokoch nutné pre účinnú prax predloženého vynálezu. Vhodné hladiny redox potenciálu môžu byť udržiavané pomocou prídavku konvenčných výživných materiálov a/alebo redukčných činidiel ako sú napríklad sulfátové a/alebo acetátové zlúčeniny. Sú potrebné absolútne aeróbne a anaeróbne podmienky (aj keď môžu byť očakávané krátke lokalizované odchýlky). Pre účel definovania tohoto predloženého vynálezu, je hladina redox potenciálu nižšia než negatívna hodnota asi 200 mV považovaná za anaeróbnú a je vyžadovaná pre anaeróbne kroky a hladina redox potenciálu väčšia než asi pozitívna hodnota 100 mV je považovaná za aeróbnú a je vyžadovaná pre aeróbne kroky. V priebehu anaeróbných krokov je výhodná hladina redox potenciálu v rozsahu od negatívnej hodnoty asi 300 až 500 mV a v priebehu aeróbných krokov je v rozsahu od pozitívnej hodnoty asi 200 až 300 mV. Hladina redox potenciálu od negatívnej hodnoty asi 200 mV do pozitívnej hodnoty asi 100 mV je považovaná za "anoxic". V tomto

prítomnom procese, keď prechádzame od anaeróbných do aeróbných podmienok a naopak, sú v komposte prítomné anoxické podmienky. V priebehu tohoto obdobia sa zdá, že degradácia niektorých kontaminantov typu DDT je vykonaná, ale v nízkych hodnotách. Teda rýchlosť tranzície z jedného stavu do druhého urýchľuje celkovú degradáciu.

V praxi podľa predloženého vynálezu môže byť žiadúce mať anaeróbne podmienky v niektorých častiach kompostu a súčasne aeróbne podmienky v iných častiach. Toto môže byť žiadúce vzhľadom na odlišné počiatočné hladiny a/alebo vzhľadom na degradačné rýchlosti v rôznych častiach kompostovej zmesi. Teda na priblíženie jednotnej degradácie môže byť nevyhnutné, že niektoré časti kompostu zostávajú ďalej v aeróbnom alebo v anaeróbnom stave.

V priebehu kompostovania je prítomné vysoké množstvo mikroorganizmov, výhodne až 10^8 aeróbných kultúr tvorených jednotkami na gram, ako je merané pomocou štandardných doštičkových počítačových techník (cfu) a až 10^6 anaeróbných kultúr cfu/g. Toto množstvo mikroorganizmov samozrejme zahŕňa mikroorganizmy iné ako tie, ktoré degradujú kontaminanty typu DDT.

Skúsenosti ukazujú, že v priebehu kompostovania môže byť obsah DDD na začiatku zvýšený, ako je očakávané od začiatkovej degradácie DDT. Koncentrácia DDE nevykazuje toto zvýšenie. Obidva DDD aj DDE sú potom znížené na akceptovateľné nízke hladiny na konci prítomného kompostujúceho procesu.

V praxi podľa predloženého vynálezu je prítomný proces uskutočňovaný v kompostovej hromade, obyčajne v kontajnerovej bunke alebo v brázde. Pôda, ktorá má byť spracovaná, môže byť analyzovaná a kompostovaná

v laboratóriu na stanovenie optimálnych podmienok na kompostovanie, pre doplnkové zmesi a na stanovenie aeróbne/anaeróbneho včasného spracovania a nakoniec aj na stanovenie počtu jednotlivých sledov.

Typicky pre pôdu kontaminovanú až 600 ppm DDT sú nutné tri sledy po dvoch týždňoch anaeróbneho kompostovania nasledované dvomi týždňami aeróbneho kompostovania na úspešné dekontaminovanie jednej tony hromád pôdy na dolnú hladinu menšiu než 140 ppm DDT s žiadnou produkciou DDD alebo DDE.

Ako je popísané vyššie, zahŕňa predložený vynález anaeróbne štádium kompostovania, ktoré je nasledované aeróbnym štádiom. Tento sled sa javí ako nutný pre degradáciu DDT metabolitov.

Avšak môže byť žiadúce začínať spracovanie pôdy aeróbne na zníženie obsahu skôr existujúcich metabolitov DDT pred začiatkom anaeróbneho štádia.

Nasledujúce príklady sú ilustratívne pre prax uskutočňovania podľa predloženého vynálezu.

Príklady vyhotovenia vynálezu

Príklad 1

Tento príklad ukazuje spôsob kompostovania podľa predloženého vynálezu, ktorý je použitý na zníženie kontaminácie DDT v pôde v priebehu siedmich týždňov z pesticídom kontaminovaných nálezísk. Pôda obsahovala pôvodnú populáciu životaschopných anaeróbných a aeróbných mikroorganizmov, ktoré sú schopné premeniť kontaminanty

typu DDT na neškodné, a ktoré sú životaschopné pri oboch anaeróbných a aeróbných podmienkach.

Pôda z oblasti kontaminovanej DDT (180 ppm) bola mixovaná so slamou a hovädzím hnojom v hmotnostnom pomere 55:5:40, čo je počítané na sušinu zmesi. Približne 6,5 kg hromady tejto pevnej kompostovej zmesi bolo potom narovnané do dvojitého cylindrického polyvinylchloridového lysimerického kompostizéru (1,2 m dĺžky na 10,2 cm id) na vrchole 10 cm hlbkej štrkovej odvodňovacej podložke. Bol pridaný dusičnan amónny, aby bol privedený pomer uhlík : dusík na pomer 100 : 28. Dva kontrolné sterilné lysimetre boli tiež pripravené tak, že obsahovali 6,5 kg kontaminovanej pôdy, ktorá bola sterilizovaná pomocou prídavku 1000 ppm chloridu ortuťnatého.

V priebehu testovanej periódy boli kontrolné lysimetre a skúšky udržiavané pri 40 až 60 % WHC (zadržiavacia kapacita vody) pomocou prídavku vody na vrchol kompostizéru. Teplota bola udržiavaná v rozsahu 20°C až 55°C v priebehu testovanej periódy. Všetky štyri lysimetre boli najprv aerované zo dna lysimetrov počas siedmich dní pri rýchlosti 44 litrov/tona/deň poskytnutím aeróbných podmienok. Potom bola aerácia zastavená na sedem dní, v priebehu ktorých boli časové podmienky kompostovej zmesi anaeróbne. Hodnota pH bola riadená v priebehu celého spracovania a udržiavaná vo vnútri rozsahu od 7,3 do 7,8. Aeróbna mikrobiálna populácia bola v koncentrácii od 10^6 do 10^8 cfu/g, ako je merané pomocou štandardných doštičkových počítačových techník. Lysimetre boli opäť aerované počas siedmich dní poskytnutím anaeróbných podmienok.

Anaeróbne/aeróbne dvojtyždňové sledy pokračovali až do uplynutia siedmich týždňov. Potom boli vzorky zobraté

z kompostizéru a z kontrolných lysimetrov. Pôdne vzorky boli extrahované metylénom chloridovým. Extrakty boli zmerané pomocou GC analýzy s ECD detektorom po výmene rozpúšťadla. Výsledky sú ukázané v tabuľke 1 dole.

Tabuľka 1

Percentá zníženia v extrahovateľnom DDT po kompostovaní.

Test#	Spracovanie	Zníženie v DDT
1	ster. kontr.	0 %
2	ster. kontr.	4,7 %
3	kompostizér	78,7 %
4	kompostizér	53,8 %

Príklad 2

Tento príklad ilustruje použitie niekoľkých prídavkov zmesi rašeliny, hovädzieho hnoja a slamy na zlepšenie degradácie DDT v pôde v priebehu laboratórneho systému kompostovania.

V tejto štúdií pôda z náleziska kontaminovaná DDT (180 ppm DDT) bola mixovaná s rôznymi prídavnými zmesami a zmesi boli pridané do laboratórneho prístroja kompostizéru v množstve približne 65 g kompostovej zmesi na každý testovaný kompostizér.

V priebehu štúdie testovaných kompostizérov boli striedavo okysličované po dobu piatich dní so vzduchom a potom dva dni s dusíkom (0,5 litrov za minútu, LPM) odo dňa pôdnej zmesi, vždy striedavo poskytnutím vysoko aeróbných a anaeróbných podmienok. Pretože objem pôdy bol príliš nízky pre metabolické procesy, aby bol príčinou zahrievania, bol

experiment zvládnutý v inkubátore, kde bola teplota stupňovito zvyšovaná od 25°C do 55°C. Vlhkosť bola udržiavaná pri 60% až 80% WHC, čo bolo dosiahnuté pomocou dvojnásobného každotýždenného ručného prídavku vody a mixovaním. Hodnota pH sa mohla pohybovať kolísaním a menením v rozmedzí od 5,25 do 9,0.

Po 54 dňoch bola štúdia prerušená a znížená koncentrácia DDT spracovanej kompostovej zmesi v porovnaní s počiatočnou koncentráciou DDT v pôde bola stanovená ako v príklade 1 a je ukázaná v tabuľke 2.

Tabuľka 2

Použitie rôznych prídavkov na zvýšenie degradácie DDT v priebehu kompostovania.

Test#	Zloženie kompostovej zmesi				Zníženie v DDT
	Pôda	Rašelina*	Hnojivo	Slama	
5	25	1	37	37	91,0 %
6	35	0	65	0	56,9 %
7	45	0	45	10	96,1 %
8	50	0	20	30	96,3 %
9	60	0	35	5	93,0 %
10	60	0	40	0	98,0 %

* Použitá rašelina bola Sphangum rašelinník

Príklad 3

Tento príklad ilustruje použitie odlišných pomerov rašeliny, hovädzieho hnojiva a slamových prídavkov k pôde

kontaminovanej DDT na zlepšenie degradácie DDT, DDD a DDE v priebehu kompostujúceho procesu.

V tejto štúdii bola pôda z náleziska obsahujúca kontaminanty typu DDT (180 ppm DDT, 46 ppm DDD, 35,5 ppm DDE) mixovaná s rôznymi prídavkami hromád a kompostovými zmesami pridanými do laboratórneho prístroja kompostizéru, v približnom množstve 65 g kompostujúcej zmesi v každom testovanom kompostizére. Kompostizéry boli uvedené na program vzduchu po dobu piatich dní nasledované dvomi dňami dusíkového sledu (1 liter za minútu), po dobu 54 dní poskytnutím striedavo vysoko aeróbných a vysoko anaeróbných podmienok v kompostujúcich zmesiach. Pretože objem pôdy bol príliš nízky pre metabolické procesy, ktoré by boli príčinou zahriatia, boli experimenty uskutočnené v inkubátore, ktorého teplota bola stupňovito zvyšovaná od 25°C do 55°C. Hodnota pH pôdy bola riadená a spočívala v rozsahu od 6 do 8. Vlhkosť bola udržiavaná v rozsahu od 60 do 80 % WHC a bola udržiavaná pomocou dvojnásobného každotýždenného ručného pridávania a mixovania. Po 54 dňoch znižovania DDT bol obsah DDD a DDE stanovený a je ukázaný v tabuľke 3.

Tabuľka 3

Percentá znížených kontaminácií.

Test#	Zloženie kompostovej zmesi v hmotnostných %	DDT	DDD	DDE
11	10:1:45:45 (pôda:rašelina:hnoj:slama)	89 %	60 %	65 %
12	25:1:37:37 (pôda:rašelina:hnoj:slama)	85 %	51 %	67 %
13	25:20:35:20 (pôda:rašelina:hnoj:slama)	73 %	49 %	67 %

Príklad 4

Tento príklad predstavuje veľký stupeň kompostovania pôdy kontaminovanej DDT. Osem ton kontaminovanej pôdy (536 ppm DDT, 73 ppm DDD a 36 ppm DDE) mixované s hovädzím hnojom 40 obj. % na celkový objem a slamy (5 obj. % na celkový objem) a umiestnenom v kompostujúcom boxe (8'x 8'x 8') s dvomi skupinami aeračných trubíc, jedna v základe a tri nad základom. Po dvoch dňoch bola teplota v pôde zvýšená nad 40°C a táto teplota zostala na tejto hodnote po dobu aspoň dvoch týždňov a potom bola znížená na 30°C v treťom a štvrtom týždni. Jeden mesiac bol systém udržiavaný v anaeróbnom stave, aby boli zvýšené počiatočné dechlóračné kroky (redox potenciál menší než mínus 400 mV). Toto bolo nasledované jeden týždeň aeróbnymi a jeden týždeň anaeróbnymi cyklami, v priebehu ktorých bol redox potenciál rýchle zmenený z pozitívnej hodnoty väčšej než 200 mV

v priebehu aeróbného stavu do negatívnej hodnoty menšej než 400 mV v priebehu anaeróbného stavu. Počas tohoto spracovania sa obsah vody pohyboval medzi 40 % a 100 % WHC. Po začiatočných štyroch týždňoch klesla hladina DDT na koncentráciu 264 ppm (50,7 % zostatku) a po celkovej dobe 12 týždňov poklesla hladina DDT na koncentráciu 140 ppm (26 % zostatku ako bolo zmerané pomocou procesu uvedeného v príklade 1). Žiadne ďalšie nahromadenie väčšieho množstva metabolitov DDD a DDE nebolo pozorované po dvanásťtýždňovej perióde.

Príklad 5

Proces bol uskutočňovaný podľa príkladu 1 okrem použitia objemných a výživných materiálov uvedených v zozname v tabuľke 4 pre pôdne prídavky od a) až do d) v mieste slamy a hovädzieho hnoja v príklade 1. Pretože v príklade 1 je používaná kompostová zmes 55/5/40 pôdy/objemný materiál/výživný materiál na celkovú hmotnosť zmesi.

Tabuľka 4

Zloženie prídavkov (v hmotnostnom pomere 55/5/40)
a) pôda:lucerna:ovčí hnoj
b) pôda:seno:morčací hnoj
c) pôda:piliny:slepačí hnoj
d) pôda:tráva:aktivovaný kal

V priebehu siedmich týždňov kompostovania sa vyskytuje významné zníženie obsahu DDT v pôde bez významného zvýšenia obsahu DDD a DDE.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Spôsob dekontaminácie pôdy obsahujúcej kontaminanty typu DDT, v y z n a č u j ú c i s a t ý m , že pôda obsahuje populácie životaschopných anaeróbných a aeróbných mikroorganizmov schopných premeniť kontaminanty typu DDT na neškodné materiály, a ktoré sú životaschopné pri oboch anaeróbných a aeróbných podmienkach zahrňujúcich:

a) zmiešanie uvedenej pôdy s prídavným materiálom pri vytvorení pevnej kompostovej zmesi obsahujúcej organické výživné materiály;

b) kompostovanie uvedenej pôdy zatiaľ čo je udržiavanie teploty kompostovej zmesi v rozsahu asi 20°C až 65°C a obsah vody kompostovej zmesi je v rozsahu asi 40 % až 100 % WHC;

c) v priebehu zmieneného kompostovania je hladina redox potenciálu v kompostovej zmesi udržiavaná pod negatívnou hodnotou asi 200 mV až do doby, kedy je významné množstvo kontaminantov typu DDT degradované a

d) nakoniec okysličovanie kompostovej zmesi na zvýšenie hladiny redox potenciálu kompostovej zmesi nad pozitívnu hodnotu asi 100 mV a udržiavanie hladiny redox potenciálu nad touto pozitívnou hodnotou až do doby, kedy je významné množstvo DDT degradované.

2. Spôsob podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t ý m , že sled krokov a) až d) je opakovaný.

3. Spôsob podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t ý m , že sú opakované kroky b) až d).

4. Spôsob podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t ý m , že uvedená kompostová zmes najprv obsahuje aspoň 10 hmotnostných % prídavného materiálu.

5. Spôsob podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t ý m , že prídavný materiál zahŕňa poľnohospodárske odpady alebo mestské odpadové kaly.

6. Spôsob podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t ý m , že uvedený prídavný materiál obsahuje objemný materiál.

7. Spôsob podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t ý m , že uvedený prídavný materiál obsahuje výživný materiál vybraný zo skupiny zahrňujúcej koňský, hovädzí, ovčí, rybí, morčací a slepačí hnoj a aktivovaný kal.

8. Spôsob podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t ý m , že prídavný materiál obsahuje objemný materiál vybraný zo skupiny zahrňujúcej slamu, rašelinu, lucernu, seno, piliny a trávnu.

9. Spôsob podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t ý m , že kompostová zmes obsahuje zo začiatku uvedený prídavný materiál v rozsahu 30 až 70 hmotnostných %.

10. Spôsob podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t ý m , že je pridané povrchovo aktívne činidlo do uvedenej kompostovej zmesi.

11. Spôsob podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t ý m , že povrchovo aktívne činidlo, zahrňujúce

neiónové povrchovo aktívne činidlá a aniónové povrchovo aktívne činidlá, je pridané do uvedenej kompostovej zmesi.

12. Spôsob podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t ý m , že teplota je v rozsahu od asi 30°C do asi 55°C.

13. Spôsob podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t ý m , že hladina redox potenciálu, pokiaľ je uvedená hladina redox potenciálu pod negatívnou hodnotou 200 mV, je udržiavaná v rozsahu od asi 300 mV do 500 mV a pokiaľ je uvedená hladina redox potenciálu nad pozitívnu hodnotou 100 mV je udržiavaná v rozsahu asi od 200 do 300 mV.

14. Spôsob dekontaminácie pôdy obsahujúcej kontaminanty typu DDT, v y z n a č u j ú c i s a t ý m , že pôda obsahuje populácie životaschopných anaeróbných a aeróbných mikroorganizmov schopných premeniť kontaminanty typu DDT na neškodné materiály, a ktoré sú životaschopné pri oboch anaeróbných a aeróbných podmienkach zahrňujúcich:

a) zmiešanie uvedenej pôdy s prídavným materiálom, ktorý obsahuje poľnohospodárske odpady alebo mestský odpadový kal pri vytvorení pevnej kompostovej zmesi obsahujúcej organické výživné materiály, kde uvedená kompostová zmes obsahuje aspoň asi 10 hmotnostných % prídavného materiálu;

b) kompostovanie uvedenej pôdy zatiaľ čo je udržiavanie teploty kompostovej zmesi v rozsahu asi 20°C až 65°C a obsah vody kompostovej zmesi je v rozsahu asi 40 % až 100 % WHC;

c) v priebehu zmieneného kompostovania je hladina redox potenciálu v kompostovej zmesi udržiavaná pod negatívnou hodnotou asi 200 mV až do doby, kedy je významné množstvo kontaminantov typu DDT degradované a

d) nakoniec okysličovanie kompostovej zmesi na zvýšenie hladiny redox potenciálu kompostovej zmesi nad pozitívnu hodnotu asi 100 mV a udržiavanie hladiny redox potenciálu nad touto pozitívnou hodnotou až do doby, kedy je významné množstvo DDT degradované.

15. Spôsob podľa nároku 14, v y z n a č u j ú c i s a t ý m , že sled krokov a) až d) je opakovaný.

16. Spôsob podľa nároku 14, v y z n a č u j ú c i s a t ý m , že sú opakované kroky b) až d).

17. Spôsob podľa nároku 14, v y z n a č u j ú c i s a t ý m , že uvedený prídavný materiál obsahuje objemný materiál.

18. Spôsob podľa nároku 14, v y z n a č u j ú c i s a t ý m , že uvedený prídavný materiál obsahuje výživný materiál vybraný zo skupiny zahrňujúcej koňský, hovädzí, ovčí, rybí, morčací a slepačí hnoj a aktivovaný kal.

19. Spôsob podľa nároku 14, v y z n a č u j ú c i s a t ý m , že prídavný materiál obsahuje objemný materiál vybraný zo skupiny zahrňujúcej slamu, rašelinu, lucernu, seno, piliny a trávnu.

20. Spôsob podľa nároku 14, v y z n a č u j ú c i s a t ý m , že kompostová zmes najprv obsahuje uvedený prídavný materiál v rozsahu 30 až 70 hmotnostných %.

21. Spôsob podľa nároku 14, v y z n a č u j ú c i s a t ý m , že je pridané povrchovo aktívne činidlo do uvedenej kompostovej zmesi.

22. Spôsob podľa nároku 14, v y z n a č u j ú c i s a t ý m , že povrchovo aktívne činidlo, zahrňujúce neiónové povrchovo aktívne činidlá a aniónové povrchovo aktívne činidlá, je pridané do uvedenej kompostovej zmesi.

23. Spôsob podľa nároku 14, v y z n a č u j ú c i s a t ý m , že teplota je v rozsahu od asi 30°C do asi 55°C.

24. Spôsob podľa nároku 14, v y z n a č u j ú c i s a t ý m , že hladina redox potenciálu, pokiaľ je uvedená hladina redox potenciálu pod negatívnou hodnotou 200 mV, je udržiavaná v rozsahu od asi 300 mV do 500 mV a pokiaľ je uvedená hladina redox potenciálu nad pozitívnu hodnotou 100 mV je udržiavaná v rozsahu asi od 200 do 300 mV.