



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2007 00657**

(22) Data de depozit: **19.09.2007**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28.08.2009** BOPI nr. 8/2009

(41) Data publicării cererii:
30.03.2009 BOPI nr. 3/2009

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA "ALEXANDRU IOAN
CUZA" DIN IAȘI,**
BD CAROL I, NR. 11, IAȘI, JUDEȚUL IAȘI,
RO

(72) Inventatori:
• **TĂNASE CĂTĂLIN,**
BD COPOU, NR. 3, BL. TC, SC. A, AP. 10,
ET. 2, IAȘI, JUDEȚUL IAȘI, RO;
• **IOANID EMIL GHIOCEL,**
STR. SĂRĂRIEI, NR. 43, IAȘI,
JUDEȚUL IAȘI, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
JP 9275784 A

(54) **PROCEDEU DE DEPOLUARE ȘI STABILIZARE A HALDELOR MINIERE DE ALTITUDINE**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de depoluare și stabilizare a haldelor miniere de altitudine, contaminate cu sulfuri, nitriți, metale grele și radionuclizi. Procedeu conform invenției constă în plasarea uniformă pe suprafața haldei a unui strat de 5...10 cm de amestec de rumeguș de conifere, format din 40% molid, 40% jneapăn și 20% zămbru, procente fiind exprimate în greutate, care conține un inocul complex, format din

proportii egale de spori ai speciilor *Suillus luteus*, *Suillus plorans* și *Laccaria laccata*, la pH 5,5...7, temperatură de 22...24°C, umiditate relativă de 80...90% și ventilație redusă, urmată de plantarea, după 6 luni, a unor specii de conifere care formează micorize cu *Suillus luteus* și *Suillus plorans*.

Revendicări: 2



1 Invenția se referă la un procedeu de depoluare și stabilizare a haldelor miniere de
altitudine, contaminate cu sulfizi, nitriți, metale grele și radionuclizi.

3 Se cunoaște un procedeu de remediere a degradării solurilor prin utilizarea unor specii
lemnoase din zonele poluate și din perimetrul unor halde miniere unde, datorită decopertării
5 solurilor în vederea exploatării de minereuri neferoase în carieră de suprafață s-au creat
deponii cu $pH = 5,5-6,5$ și fenomene erozionale de suprafață și de adâncime accentuată
7 (Leșan M., 2002, *Cercetări privind comportarea unor specii lemnoase din pădurile periurbane
de la Baia Mare și Baia Sprie sub influența unor factori poluanți specifi zonei*, Teză doctorat,
9 250 pp). Stabilizarea preliminară a taluzurilor haldelor a fost făcută cu gardulețe de coastă
prevăzute cu terase în spatele lor și banchete de piatră, iar în ogașe, cleonaje din nuiiele.
11 Împădurirea efectivă a haldei se remarcă prin abordarea diferită a modului de plantare a puie-
ților. Astfel, pe terasele din spatele gardulețelor și banchetelor de piatră au fost folosiți puieți
13 normali (de talie mică), cu rădăcina nudă, iar compoziția de împădurire fiind 40% molid, 30%
pin, 30% mesteacăn, schema de plantare în dreptunghi, cu distanța între puieți de 0,5-0,7 m
15 în cadrul terasei și de 2,5-3,0 m între terase (6700 puieți/ha). Pe terasele din spatele gârdu-
lețelor de coastă au fost folosiți puieți de talie mică, repicați, aflați în recipiente de polietilenă
17 cu circa 2 kg de pământ vegetal (50% humus de litieră de fag și 50% pământ de țelină)
compoziția fiind de 40% pin, 40% mesteacăn, 20% molid. Puieții de mesteacăn au fost
19 recoltați din flora spontană având 0,4-0,5 m înălțime.

Dezavantajul acestui procedeu este că nu poate fi generalizat pe toate tipurile de
21 halde din țara noastră, ci doar pe acelea cu grad scăzut de toxicitate și nivel al poluării cu
diverse metale.

23 Un alt dezavantaj este că mesteacănul are longevitate redusă și nu acoperă îndeajuns
solul, fiind o specie cu coroană rară.

25 În documentul *Cercetări privind redresarea ecologică a haldelor din perimetrul
exploatării miniere Călimani* (Cenușă R., Barbu I., Vlad R., 1999, Simpozionul "Zămbrul,
27 molidul de altitudine și jneapănul. Reîmpădurirea terenurilor situate în condițiile dificile ale
zonei montane", Direcția Silvică Suceava, pp 8-46) sunt evidențiate aspecte referitoare la
29 reacția unor specii autohtone în condiții staționare din cadrul zonei poluate cu sulf. Rezultatele
relevă faptul că cele mai bune rate de prindere și de menținere a puieților (70-80%) sunt
31 pentru jneapăn, molid și zămbru, iar pentru lariță și scoruș au fost consemnate rate de
prindere și de menținere reduse (9-48%). Aceste rezultate evidențiază reacția speciilor
33 plantate la un pH foarte scăzut (3,5-4,5) și un grad ridicat de toxicitate a substratului, manifes-
tat prin creșterea redusă și uscarea acută la nivelul frunzelor și lujerilor.

35 În documentul **JP 9275784 A** se dezvăluie obținerea unui sol fertil pentru însămânțări,
ce conține ciuperci. Acest sol este capabil să stimuleze germinația și să ajute creșterea
37 semințelor, fiind adecvat și pentru împădurirea cu pini a diverselor zone. Acest sol se obține
prin adăugarea prin amestecare de micorize ectotropice într-un sol fertil.

39 În documentele **US 5583041** și **5597730** se evidențiază rolul macromicetelor saprofite
în biodegradarea unor compuși străini recalcitranti, cum ar fi hidrocarbonații polinucleari
41 aromatici, alcalini, pentaclorfenolul, diclorodifeniltriclorețan, trinitrotoluen, dioxină, compuși
nitrogenoși (nitratul de amoniu, ureea, purinele și putresceinele).

43 Problema pe care o rezolvă invenția constă în refacerea și stabilizarea solurilor
afectate de activități miniere, care prezintă un grad ridicat de toxicitate și poluare.

45 Procedeu de depoluare și stabilizare a haldelor miniere de altitudine, conform invenției,
contaminate cu sulfizi, nitriți, metale grele și radionuclizi, înlătură dezavantajele menționate
47 mai sus prin aceea că se plasează uniform pe suprafața haldei un strat de 5...10 cm de amestec
de rumeguș de conifere, format din 40% molid, 40% jneapăn și 20% zămbru, procente fiind

exprimate în greutate, care conține un inocul complex, format, în proporții egale, din spori ai speciilor <i>Suillus luteus</i> , <i>Suillus plorans</i> și <i>Laccaria laccata</i> , la pH 5,5...7, temperatură de 22...24°C, umiditate relativă de 80...90% și ventilație redusă, urmată de plantarea, după 6 luni, a unor specii de conifere care formează micorize cu <i>Suillus luteus</i> și <i>Suillus plorans</i> .	1
Speciile preferate de conifere pentru plantare sunt alese dintre jneapăn (<i>Pinus mugo</i>) și zâmbru (<i>Pinus cembra</i>).	3
Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:	5
- se realizează <i>in situ</i> cu costuri reduse;	7
- macromicetele acumulează poluanți ce pot fi reciclați și eliminați din mediu;	9
- se poate aplica în tratamentul unor suprafețe contaminate de dimensiuni mari;	11
- nu produce perturbări ale mediului înconjurător;	11
- crește porozitatea și agregarea solului accelerând circulația nutrienților.	11
Procedeele de remediere a haldelor miniere de altitudine este bifazic (biologic - chimic) și utilizează în acest scop un inocul de spori, provenit de la specii de macromicete micorizante/saprofite indigene selecționate pe baza activității enzimactice, cu rol activ în degradarea celulozei și ligninei, introdus în deșeuri forestiere (rumeguș de diferite dimensiuni care provine de la specii de conifere indigene), în vederea accelerării, descompunerii și eliberării de nutrienți favorabili depoluării haldelor miniere.	13
Analiza concentrației de metale din circuitul sol-fungi a urmărit determinarea conținutului de Cd, Zn, Pb, Hg dar și de Cu, Fe, Cr, Ni și Mn, precum și a unor radionuclizi. Capacitatea speciilor de macromicete de a acumula acești poluanți este influențată de natura speciei (micorizantă sau saprofită) și a solului, condițiile climatice, altitudine, perioada de recoltare, gradul de maturitate a corpurilor sporifere, concentrația inițială și interacțiunile cu alte elemente chimice. Rezultatele obținute evidențiază faptul că utilizarea inoculului permite dezvoltarea plantelor vasculare, a relațiilor de tip simbiotic, restaurarea ecologică a haldelor miniere prin controlul eroziunii și stabilizarea solurilor, precum și microremedierea poluanților chimici și a reziduurilor toxice din mediu. Datorită proprietăților naturale de filtrare, inoculul permite reînnoirea solurilor și declanșarea biodiversității (dezvoltarea florei și faunei indigene) pe haldele miniere.	15
Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției.	17
Exemplu. Aria de studiu a fost amplasată pe o haldă minieră situată la 1700 m altitudine, cu o suprafață de 320 m. Aceasta a fost împărțită în 10 blocuri experimentale, fiecare având 16 m lungime. Blocurile experimentale au fost divizate în 5 loturi de tratament și 6 zone tampon. Lungimea blocurilor experimentale pentru zonele tampon este de 1 m, iar pentru loturile de tratament, de 2 m. Loturile au fost plasate pe lungimea liniei centrale a haldelor, având 2 m lățime. Aria totală a lotului este de 4 m ² .	19
Fiecare bloc este folosit pentru aplicarea a 5 tratamente. Blocurile sunt marcate pentru identificare.	21
De la o altitudine 1700 m au fost ridicate probe cu specii micorizante <i>Suillus luteus</i> și <i>Suillus plorans</i> , precum și o specie saprofită comună, <i>Laccaria laccata</i> . Sporii acestor specii de macromicete au fost colectați în plăci Petri și s-au realizat trei tipuri de amestecuri: inocul cu spori de la specii micorizante, inocul cu spori de la specii saprofite, amestecuri din cele două tipuri de inocul.	23
Inoculul se însămânțează pe substraturi bogate în celuloză (rumeguș de conifere indigene) cu pH = 5,5-7. Incubarea se realizează la temperatura de 22-24°C, umiditatea relativă de 80-90%, în condiții de ventilație foarte redusă. Rata de însămânțare este de 2-2,5% inocul sporifer raportat la greutatea substratului celulozic ud.	25

1 Ulterior s-a aplicat randomizat 5 tipuri de tratament: 1) martorul; 2) inocul cu spori de
la specii micorizante; 3) inocul cu spori de specii saprofite; 4) amestecuri din cele două tipuri
3 de inocul; 5) mulci cu rumeguș și amestec din cele două tipuri de inocul.

5 Determinarea conținutului de metale (Zn, Pb, Hg, Cu, Fe, Cr, Ni, Mn și Cd) s-a făcut
prin spectrometria de absorbție atomică. Pentru aceste analize s-au cântărit 2 g probă solidă
7 care a fost dezagregată la cald (aproximativ 80°C) cu un amestec de 20 ml de HNO₃ concen-
trat și 1 ml de HCl în pahar Erlenmeyer. Comparativ cu martorul (1) în variantele 2, 3, 4 și
9 5 concentrația de metale scade, și, prin urmare, variantele de inocul prezintă potențial de
microremediere pentru haldele miniere. Determinările pentru martor (1) au evidențiat valori
11 ridicate pentru Zn (200,69), Fe (450,47), Pb (57,62) și Cd (128,42). În varianta 3 valoarea
pentru Pb a scăzut la 1,78, iar în varianta 5 s-a obținut 23,57 pentru Zn, 16,70 pentru Fe și
27,40 pentru Cd.

13 Mulciul (așchii/rumeguș de conifere indigene) este aplicat într-un strat de 5-10 cm.
Rumegușul de conifere stimulează germinarea sporilor, aerarea, incubarea și împrăștierea
15 masei sporifere.

17 Mulciul se aplică pe suprafața solului pentru a păstra umiditatea prin scăderea evapo-
rării, pentru a asigura prin descompunere substanțe nutritive necesare plantelor vasculare
care repopulează haldele, pentru a preveni infiltrațiile care favorizează eroziunea solului și
19 împiedică înghețarea suprafeței solului.

21 În răsadnițe, într-un strat de sol podzolic gros de 10 cm, care provine din etajul montan
de la o altitudine de 1700 m, s-au semănat semințe de *Pinus mugo* (jneapăn) și *Pinus cembra*
(zâmbbru). După 6 luni au răsărit puieții, care au fost plantați în loturile de tratament. S-a făcut
23 în prealabil un control pentru verificarea prezenței micorizelor la puieții obținuți. După un an
de la plantarea în teren, această verificare este repetată pentru a putea pune în evidență
25 prezența micorizei la nivelul sistemului radicular. Puieții s-au plantat la distanța de 1 m,
vizându-se astfel și o viitoare rărire a acestora.

27 Revendicări

29 1. Procedeul de depoluare și stabilizare a haldelor miniere de altitudine contaminate
31 cu sulfizi, nitriți, metale grele și radionuclizi, **caracterizat prin aceea că** se plasează uniform
pe suprafața haldei un strat de 5...10 cm de amestec de rumeguș de conifere, format din 40%
33 molid, 40% jneapăn și 20% zâmbbru, procente fiind exprimate în greutate, care conține un
inocul complex, format, în proporții egale, din spori ai speciilor *Suillus luteus*, *Suillus plorans*
35 și *Laccaria laccata*, la pH 5,5...7, temperatură de 22...24°C, umiditate relativă de 80...90%
și ventilație redusă, urmată de plantarea, după 6 luni, a unor specii de conifere care formează
37 micorize cu *Suillus luteus* și *Suillus plorans*.

39 2. Procedeul de depoluare a haldelor miniere de altitudine, conform revendicării 1,
caracterizat prin aceea că speciile de conifere pentru plantare sunt alese dintre jneapăn
(*Pinus mugo*) și zâmbbru (*Pinus cembra*).

