



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2016 00882

(22) Data de depozit: 22/11/2016

(41) Data publicării cererii:
30/05/2018 BOPI nr. 5/2018

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
CHIMIE ȘI PETROCHIMIE - ICECHIM,
SPLAIUL INDEPENDENȚEI NR.202,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• OANCEA FLORIN, STR.PAȘCANI NR.5,
BL.D 7, SC.E, ET.2, AP.45, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;
• VULUGA ZINA,
ALEEA DEALUL MĂCINULUI NR.7, BL.D 34,
SC.B, ET.2, AP.22, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;
• CĂLIN MARIANA,
STR. CETATEA DE BALTĂ NR. 41, BL. 07A,
SC. 2, ET. 6, AP. 91, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;

• RĂUT IULIANA,
ALEEA BARAJUL BISTRITA NR.12, BL.4,
ET.4, AP.54, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B,
RO;
• BADEA DONI MIHAELA,
BD. CAMIL RESSU NR. 4, BL. 5, SC. C,
AP. 115, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
• JECU MARIA-LUIZA, STR.PICTOR
OCTAV BĂNCILĂ NR.8, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;
• PACEAGIU JENICA, STR.MOȚOC NR.9,
BL.P 54, SC.1, ET.8, AP.164, SECTOR 5,
BUCUREȘTI, B, RO;
• IORGA MICHAELA DOINA,
STR. AGATHA BĂRSESCU NR. 10, BL. V19,
AP. 8, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
• FLOREA DOREL, STR. EMIL RACOVITĂ
NR. 2 BL. R18 AP. 9 SECTOR 4,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) **PROCEDEU DE CREȘTERE A BIOCUMPATIBILITĂȚII
MATERIALELOR PLASTICE, ȘI PRODUS BIOCUMPOZIT
REZULTAT DIN ACESTA**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de obținere a unui produs biocompozit stratificat termo- și fonoizolator. Procedeu conform invenției constă în încorporarea biomasei de microorganisme endo-sporulante gram- pozitive, cu o umiditate reziduală de maximum 1%, în pondere de 6% din produsul final, între un film de polipropilenă compoundată cu 5% caolin, în pondere de 47% din produsul final, și un film de polipropilenă

compoundată cu 50% paie de grâu, în pondere de 47% din produsul final, prin presare la temperatura de 190°C și presiunea de 200 bari, timp de 5 min, cu răcire bruscă la aceeași presiune, produsul rezultat având biocompatibilitate ridicată.

Revendicări: 4



PROCEDEU DE CREȘTERE A BIOCUMPATIBILITĂȚII MATERIALELOR PLASTICE ȘI PRODUS BIOCUMPOZIT REZULTAT DIN ACESTA

Prezenta invenție se referă la un procedeu de creștere a biocompatibilității materialelor plastice, destinate utilizării ca suport pentru fabricarea de biomateriale termo- și fono- izolatoare pe bază de miceliu de ciuperci, prin încorporare de bacterii în respectivele materiale plastice, ca și la un produs compozit și stratificat, rezultat prin aplicarea acestui procedeu.

Sunt cunoscute diferite procedee de încorporare a bacteriilor în materiale termoplastice. Cererea de brevet WO 2010034776 A1 descrie un procedeu de încorporare în materiale plastice a microorganismelor rezistente la temperatură și la presiune. Sunt utilizate microorganisme care formează endo-spori, ca de ex. tulpina de *Bacillus amyloliquefaciens* depozitată sub numărul No. ID9698 la Belgian Co-ordinated Collections of Micro-organisms (BCCM), ai cărei spori sunt viabili la temperaturi cuprinse între 100°C and 220°C și/sau la presiuni cuprinse între of 1,5 și 50 bari. Materialele plastice sunt pe baza unor polimeri polari, care au o polaritate, exprimată prin parametrul de solubilitate Hildebrand, de cel puțin 20 (MPa)^{1/2}. Polimerii polari au cel puțin un monomer din grupul constituit din: acriilați, metacriilați, acrilamide, metacrilamide, alcooli, amine, anhidride, epoxizi, stireni, vinili funcționalizați, alil funcționalizați, propene, butadiene, etilene, isocianați, lactame, lactone, zaharide, glucoză sau esteri. Materialul rezultat prin diferite procedee de prelucrare termoplastică este destinat utilizării ca barieră de oxigen.

Cererea de brevet EP2718087 A2 prezintă un procedeu de fabricare a unor materiale plastice multistrat, în care sunt incluse diferite tipuri de microorganisme, procariote sau eucariote. Materialul multistrat conține cel puțin un prim strat de bază dublu, compus din material primar (A), ca matrice de înglobare, un strat intermediar secundar (B), inclus în materialul de bază, care reprezintă materialul suport în care este încorporat materialul terțiar (C). Materialul (A) poate fi un polimer, materialul (B) poate fi și un biopolimer, iar materialul C este un lichid, cu viscozitate ridicată, uleios, apos sau pe bază de acriilați. Cererea de brevet este exemplificată pentru realizarea de ambalaje de polietilen-tereftalat, în care microorganismele, *Bacillus subtilis*, dar și lactobacili, ciuperci microscopice, în special conidii, microalge, drojdii sau arhee extremofile, sunt incluse în polietilen

tereftalat glicol. Materialul rezultat are funcționalitate de barieră pentru oxigen, CO₂ sau pentru UV, sau de material purtător de celule vii.

Brevetul SUA 8940074 B2 revendică un procedeu de fabricare a bio-fertilizanților sub formă de pelete care include următoarele etape: amestecarea unui material biodegradabil și un material polimeric solubil în apă pentru a forma un prim amestec; amestecarea unui polioliol cu apă și cu nutrienți salini pentru a forma un al doilea amestec; amestecarea primului amestec și celui de al doilea amestec pentru a forma un conglomerat granular, care reprezintă cel de al treilea amestec; pulverizare unor endo-spori de bacterii benefice pe granulele celui de-al treilea amestec pentru a forma granule de biofertilizant; extrudarea granulelor de bio-fertilizant pentru a forma pelete compacte.

Nu au fost însă descrise până în prezent procedee prin care să se înglobeze bacterii în materialele termoplastice în vederea creșterii biocompatibilității acestora. O biocompatibilitate crescută este necesară mai ales pentru materialele termoplastice destinate formării, ranforsării, dirijării și/sau creșterii durabilității biomaterialelor fono- sau termoizolatoare obținute din miceliul unor ciuperci. Aceste biomateriale inovatoare termo- și fono-izolatoare sunt fabricate prin diferite procedee. Brevetul US 8313939 B2 se referă la un procedeu de formare a unui astfel de material izolator, ca parte a unei piese de material polimeric bio-compozit destinat construcției de auto, respectiv panelurile izolante din uși. Se obține un agregat lichid dintr-un amestec de agregate solide și un fluid. Acest agregat lichid se injectează împreună cu un inocul fungic într-o primă cavitate a unei matrițe. Prima cavitate a matriței este închisă ermetic față de a doua cavitate a matriței. Miceliul fungic este crescut pentru a umple cele două cavități ale matriței. Miceliul este apoi tratat termic pentru a stopa creșterea în continuare și pentru a forma un bio-material izolator. Materialul (termo)plastic din care este formată matrița cu cele două cavități este necesar să prezinte o biocompatibilitate cât mai ridicată, pentru a permite o cât mai bună aderare a miceliului ciupercii la pereții matriței, cu care formează o piesă din material compozit plastic / miceliu.

Un alt procedeu de formare prin creștere este cele descris de cererea de brevet SUA US2013263500 A1. Într-un dispozitiv biocompatibil, termoformat din plasă de material plastic, este inclus un mediu de creștere, constituit dintr-un inocul unei tulpini al unei ciuperci lignocelulozice și un material nutritiv care poate

fi digerat de ciuperca microscopică. Dispozitivul poate defini o cavitate de formă prestabilită în care se dezvoltă miceliul sau dispozitivul poate forma un eșafodaj pe care se dezvoltă dirijat miceliul.

În nici unul din brevetele menționate mai sus nu este descrisă creșterea biocompatibilității materialelor plastice prin încorporare de bacterii. Materiale plastice uzuale, în special cele pe bază de poliolefine, au suprafețe hidrofobe, puțin compatibile cu microorganismele hidrofile. Creșterea biocompatibilității lor, care asigură și o biodegradare (foarte) lentă ulterioară, a fost realizată prin creșterea hidrofilicității suprafețelor, ca de exemplu prin foto-oxidare (Arkatkar et al. 2009, *The Open Environmental Engineering Journal*, **2**, 68-80) sau prin iradiere gama (Sheik et al. 2015, *International Biodeterioration & Biodegradation*, **105**, 21-29).

Autorii au constatat că materialele termoplastice în care sunt încorporate bacterii care stimulează creșterea miceliilor de ciuperci lignocelulozice au o biocompatibilitate semnificativ mărită. Astfel de tulpini bacteriene sunt cunoscute în stadiul anterior al domeniului (de ex. Velázquez-Cedeño et al. 2008. *Bioresource Technology*, **99**, 6966-6973), dar nu a fost descrisă până în prezent utilizarea acestor bacterii pentru a crește biocompatibilitatea materialelor termoplastice destinate formării, ranforsării și/sau creșterii durabilității biomaterialelor termoizolatoare obținute din miceliul unor ciuperci lignocelulozice.

Pentru ca biocompatibilitatea cu miceliul ciupercilor, utilizate pentru obținerea biomaterialelor fono- și termo-izolatoare, să fie maximă, este necesar ca bacteriile încorporate în materialul plastic să migreze la exterior, pentru a forma biofilme hidrofile. Rata de migrare la exterior și de formare a biofilmelor este dependentă de numărul de bacterii. Întrucât bacteriile nu se pot încorpora decât în limita a 5-6%, pentru că altfel ar modifica caracteristicile de prelucrabilitate ale materialelor plastice, pentru o rată ridicată de formare a bio-filmelor este deci necesară o rată ridicată de supraviețuire a bacteriilor încorporate în materialele plastice, în condițiile extreme (pentru sistemele biologice) de temperatură și presiune asociate proceselor de prelucrare termică specifice materialelor plastice.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este de a descrie un procedeu prin care să se asigure o rată de supraviețuire cât mai ridicată a bacteriilor încorporate în materialele plastice, în vederea dezvoltării unei biocompatibilități crescute a respectivelor materiale plastice care includ bacterii și care sunt

destinate formării, ranforsării, dirijării și/sau creșterii durabilității biomaterialelor termoizolatoare obținute din miceliul unor ciuperci lignocelulozice.

Este un alt obiect al acestei invenții de a descrie un procedeu de obținere a biomasei de microorganismelor cu rezistență mare la condițiile extreme de temperatură și presiune asociate proceselor de prelucrare termică specifice materialelor plastice, prin cultivarea pe medii în care sunt eliberate constant concentrații mici, active biologic, de acid ortosilicic.

Procedeul conform invenției constă în următoarele etape:

- Cultivarea axenică a bacteriilor endo-sporulante gram-pozitive, care stimulează dezvoltarea ciupercilor de cultură, pe medii minimale lichide, în care se eliberează constant acid ortosilicic, la pH optim și la aerări de până la 50% saturație de oxigen, cu varierea temperaturii de incubare cu un interval de 10°C, 12 ore la 20°C și 12 ore la 30°C, timp de 3 zile;
- Recoltarea biomasei de microorganisme prin centrifugare la 10.000xg timp de 20 min;
- Uscarea prin pulverizare, la 130-140°C temperatură de intrare și 75-80°C temperatură de ieșire, a biomasei de microorganisme, recoltate prin centrifugare, până la max. 5% umiditate reziduală;
- Uscarea suplimentară a biomasei de microorganisme până la o umiditate reziduală de max. 1%, prin menținere la etuvă cu vid la 105°C timp de 4 ore;
- Incorporarea biomasei de microorganisme, în raport de 6% din produsul final, între un film de polimer compoundat cu 5% caolin, care este 47% din produsul final, și un film de polimer compoundat cu 50% paie de grâu, care este 47% din produsul final, prin presare la 190°C și 200 bari, timp de 5 minute, 4 minute preîncălzire, 1 minut menținere, cu răcire bruscă la aceeași presiune, 200 bari.

Acidul ortosilicic se eliberează constant dintr-un gel de dioxid de siliciu coloidal, inclus într-un sac de dializă, în proporție de 5% din volumul mediului lichid minimal.

Produsul biocompozit stratificat rezultat prin aplicarea procedurii prezintă, mai ales pe partea în care sunt înglobate paiele de grâu, o aderență ridicată la miceliul ciupercilor utilizat ca biomaterial izolator, datorită întrepătrunderii la nivel microscopic cu biofilmele formate de bacteriile înglobate.

Prezenta invenție prezintă următoarele avantaje:

- Determină o rată de supraviețuire avansată a microorganismelor, datorită utilizării unor microorganisme care au mecanisme interne de rezistență la factorii externi activate, sub efectul acidului silicic, de amorsare a mecanismelor de rezistență, combinat cu șocurile de temperatură;
- Asigură eliberarea constantă a unor concentrații mici, biologic active, de acid ortosilicic din dioxidul de siliciu coloidal, datorită cultivării microorganismelor pe mediu minimal, care stimulează producerea de către microorganisme a biocompușilor implicați în solubilizarea acidului ortosilicic;
- Reduce suplimentar umiditatea reziduală din biomasa de microorganisme, favorizând supraviețuirea microorganismelor, ne-expuse unui stres oxidativ semnificativ în condițiile extreme de temperatură și umiditate, datorită lipsei apei;
- Favorizează supraviețuirea microorganismelor datorită efectului protector al caolinului inclus în polipropilenă;
- Facilitează migrarea bacteriilor prin materialul plastic și asigură formarea biofilmelor care determină o compatibilitate și o aderență ridicată a produsului biocompozit rezultat la miceliul ciupercilor utilizat ca bio-izolator.

În continuare se prezintă exemple de realizare care ilustrează invenția fără a o limita.

Exemplu 1. Într-un bioreactor (Biostat[®] B, Goettingen, Germania), prevăzut cu senzor de pH și senzor de oxigen dizolvat (DO) (InPro6800; Mettler-Toledo AG, Greifensee, Elveția), prevăzut cu un vas de 5 litri, se aduc 2 litri mediu minimal M9 care conține la 1 litru: Na₂HPO₄ (anhidru) 6 g; KH₂PO₄ 3 g; NaCl 0.5 g; NH₄Cl 1 g, 10 g lactoză. Se suspendă în mediul rezultat un sac de dializă cu volumul de 250 ml, în care sunt incluse 40 g de dioxid de siliciu coloidal, cu următoarele caracteristici: o suprafață specifică cuprinsă între 270 și 330 m²/g, un conținut de bioxid de siliciu de min. 98% și capacitatea de a genera suspensii cu un pH de 5,5. Mediul rezultat se sterilizează prin autoclavare *in-situ*, inclusiv sacul de dializă cu dioxid de siliciu coloidal. Se adaugă apoi nouă microelemente, în următoarele concentrații finale: MgSO₄ 1 mM; CaCl₂ 0,1 mM; (NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O 3x10⁻⁹ M; H₃BO₃ 4x10⁻⁷ M; CoCl₂ · 6 H₂O 3x10⁻⁸ M; CuSO₄·5H₂O 1x10⁻⁸ M; MnCl₂·4H₂O 8x10⁻⁸ M; ZnSO₄·7H₂O 1x10⁻⁸ M; FeSO₄·7H₂O 1x10⁻⁶ M, provenite din soluții stoc sterilizate prin ultrafiltrare. Se verifică pH-ul și se aduce la pH 5,5 cu HCl 1 M sau NaOH 1 M.

25

Toți reactivi folosiți sunt proveniți de la Merck-Millipore, Darmstadt, Germania, cu excepția dioxidului de siliciu coloidal, care este Aerosil® 300 Pharma (Evonik Resource Efficiency, Hanau-Wolfgang, Germania). Orice alți reactivi care au aceleași caracteristici tehnice pot fi utilizați.

Mediul se inoculează cu 100 ml de suspensie bacteriană, din tulpina *Brevibacillus parabrevis* B50, NCAIM (P) B 001413, normalizate la 10^9 propagule per ml prin determinarea turbidității. Tulpina *Brevibacillus parabrevis* B50, din colecția INCDPC-ICECHIM, este cunoscută ca având efect de biostimulare a ciupercilor (brevet EP 2765185 A2). Se cultivă tulpina B50 timp de 3 zile, la o rată de aerare de până la 50% saturație de oxigen, cu varierea temperaturii de incubare cu un interval de 10°C, 12 ore la 20°C și 12 ore la 30°C.

Din 12 în 12 ore se prelevează aseptice probe de 2-2,4 ml mediu de cultură cu microorganisme, în vase din HDPE (Nalgene, Thermo Scientific, Waltham, MA, SUA). Se separă prin centrifugare supernatantul, de sedimentul microbial, și se preiau probe de câte 1 ml de supernatant, care este diluat cu 4 ml apă ultrapură, în tuburi Eppendorf conice de 15 ml (Eppendorf, Hamburg, Germania). Conținutul de acid ortosilicic liber este determinat cu un kit Merck (Merck Silicate Assay, 1.14794, Merck-Millipore). Acest test colorimetric este bazat pe reacția dintre silicat și ionii molibdat, pentru a forma un complex colorat de silicomolibdat albastru, care poate fi detectat spectrofotometric la 810 nm. Concentrația absolută de acid silicic este calculată după construcția unei curbe de calibrare, folosind un standard de siliciu (Merck 170236, Merck-Millipore). În mediu de cultură se determină o concentrație de acid ortosilicic care este permanent de sub 1 mM, fiind consecința a două procese concomitente – solubilizarea siliciului sub efectul metabolismului microbial și asimilarea acidului ortosilicic. În sedimentul de microorganisme se determină siliciul total, după mineralizare, prin ICP-OES (Georgiadis et al. 2013, *Geoderma*, 209: 251-261). Se constată o continuă creștere a conținutului de siliciu în biomasa de microorganisme, creștere care dovedește asimilarea acidului ortosilicic de către microorganisme.

După terminarea perioadei de cultivare se recoltează biomasa de microorganisme prin centrifugare la 10.000xg timp de 20 min, folosind o centrifugă Sorvall BIOS 16 centrifuge (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA USA 02451). Gelul rezultat prin filtrare este resuspendat în apă pură miliQ (produsă într-un aparat Milli-Q® Integral, Merck-Millipore). Suspensia rezultată se usucă până la max. 5% umiditate reziduală, pe o instalație de uscare prin

pulverizare cu disc atomizor și cu aer încălzit ca agent de uscare, la o turație de cel puțin 20,000 rpm a discului atomizor, la o temperatură de intrare a agentului de uscare de 130-140°C și la o temperatură de ieșire a agentului de uscare de 75...80°C. O instalație de uscare prin pulverizare care poate fi utilizată în acest scop este de exemplu Niro Production Minor Unit, produsă de Niro Gea (Soeborg, Danemarca) sau Laboratory spray dryer, produsă de ICF Cibec (Maranello, Italia). Orice alt tip de instalație de uscare prin pulverizare, cu caracteristici tehnici similare, poate fi utilizată.

Biomasa rezultată se usucă suplimentară până la o umiditate reziduală de max. 1%, prin menținere la etuvă cu vid (VO200, Memmert, Schwabach) timp de 4 ore, la 105°C.

Se iau 0,6 grame de bacterii care se încorporează în 10 grame de produs final. Incorporarea se face prin presare între un film de polipropilenă compoundată cu 5% caolin, cu masa de 4,7 grame, și un film de polipropilenă compoundată cu 50% paie de grâu, cu masa de 4,7 grame. Presarea se face la 190°C și 200 bari, timp de 5 minute, 4 minute preîncălzire, 1 minut menținere, cu răcire bruscă la aceeași presiune, 200 bari. Se utilizează o presă hidraulică EQ-HP-88V220 (MTI, Richmond, SUA), cu o suprafață de 400 x400 mm, o temperatură de lucru până la 350°C, forță totală de strângere de 30 tone.

Compozitele pe baza de polipropilenă și caolin utilizate mai sus, se obțin prin compoundare în topitură în condiții dinamice pe un extruder dublu șneac DSE 20 Brabender (Brabender, Duisburg, Germania) la 220 rpm și 160±5°C. Caolinul este provenit din Dobrogea (Cuza Vodă, Constanța, România), și are 55% mulț, o porozitate de 8% și o masă volumică de 2700 kg/m³.

Compozitele cu paie de grâu s-au obținut prin compoundare în topitură în condiții dinamice pe un extruder dublu șneac Leistritz LSM 30.34. (Leistritz Group, Nürnberg, Germania), la 100 rpm și 170±5°C. Paiele de grâu au fost măcinate, sitate (dimensiuni < 0,5 mm) și uscate în prealabil 14 ore, la 50°C, la vid.

Ca matrice polimerică se utilizează o polipropilenă homopolimer, Moplen HP500N (Lyondell Basell Polymers, Rotterdam, Olanda). Ca agent de compatibilizare între PP și umplutură s-a utilizat o polipropilena maleinizată, Polybond 3200 (Crompton, Chemtura, Philadelphia, USA).

Produsul biocompozit rezultat, film PP-caolin – bacterii – film PP-paie, se testează din punct de vedere al biocompatibilității față de o cultură de *Ganoderma lucidum* DSM 9621, ciupercă utilizată pentru a forma prin creștere materiale

termo- și fono- izolante. Produsul biocompozit se depune într-o tavă și se formează o cavitate paralelipedică. Cavitatea se umple cu paie de grâu tocate, sitate sub 0,5 mm, umectate până la 50% cu apă. Se inoculează cu spori de *G. lucidum*. Se acoperă mediul semisolid cu produs biocompozit, care se sudează de margini prin termolipire. Se crește ciuperca timp de 15 zile, în condițiile de microaerofilie determinate de închiderea în produs biocompozit / film stratificat. După 15 zile se încearcă desprinderea produsului biocompozit / folie de miceliu de ciuperci. Nu se reușește fără a se afecta integritatea miceliului. Se lucrează ca martor și cu un film format prin presarea compozitului PP-caolin cu compozitul PP-paie de grâu. Se constată că produsul format din cele două compozite PP (fără bacterii) nu aderă la miceliul ciupercii *G. lucidum* DSM 9621.

Se introduce aseptice o bucată dezinfectată, de 1 x 1 cm, din produsul biocompozit, film PP-caolin – bacterii – film PP-paie, în 50 ml bulion nutritiv (D-glucoză, 1 g/l; peptonă, 15 g/l; clorură de sodiu, 6 g/l; extract de drojdie, 3 g/l). Se lasă peste noapte, iar a doua zi se scoate materialul plastic, se spală cu jet puternic de tampon fosfat salin, se usucă aseptice, se fixează prin imersare în alcool metilic 99% și se colorează cu cristal violet (conform metodei descrise de Peeters et al. 2008, *Journal of Microbiological Methods*, **72**, 157-165). Se observă formarea abundentă de biofilm specific pentru bacteriile gram pozitive care formează endo-spori. Se lucrează în paralel ca martor și cu un film format prin presarea compozitului PP-caolin cu compozitul PP-paie de grâu. Se constată că produsul format din cele două compozite PP (fără bacterii) nu formează biofilm.

Exemplul 2. Se lucrează ca în exemplul 1, numai că se folosește izolatul 1014 de *Bacillus amyloliquefaciens*, din colecția INCDPC-ICECHIM. Acest izolat are caracteristici de stimulare a creșterii miceliului de ciuperci din genurile *Ganoderma* sau *Pleurotus*, utilizate pentru formarea de bio-materiale izolante. Se constată aceeași aderență a miceliului la suprafața produsului produsul biocompozit, film PP-caolin – bacterii – film PP-paie. De asemenea se constată formarea biofilmului bacterian după incubare peste noapte în bulion nutritiv.

Exemplu 3. Se lucrează ca în exemplu 1, numai că se folosește ca polimer de bază pentru realizarea compozitelor polietilentereftalat / PET.

Exemplu 4. Se lucrează ca în exemplu 1, numai că se folosește ca polimer de bază pentru realizarea compozitelor acid polilactic / PLA.

Exemplu 5. Se lucrează ca în exemplu 1, numai că se folosește pentru realizarea compozitelor copolimerul acrilonitril-butadien-stiren / ABS.

Revendicări

1. Procedeu conform invenției **caracterizat prin aceea că** este alcătuit din următoarele etape: cultivarea bacteriilor endo-sporulante gram-pozitive, care stimulează dezvoltarea ciupercilor cultivate pentru obținerea de biomateriale izolante, în medii axenice, pe medii minimale lichide, în care se eliberează constant acid ortosilicic, la pH optim și la aerări de până la 50% saturație de oxigen, cu varierea temperaturii de incubare cu un interval de 10°C, 12 ore la 20°C și 12 ore la 30°C, timp de 3 zile; recoltarea biomasei de microorganisme prin centrifugare la 10.000xg timp de 20 min; uscarea prin pulverizare, la 130-140°C temperatură de intrare și 75-80°C temperatură de ieșire, a biomasei de microorganisme, recoltate prin centrifugare, până la max. 5% umiditate reziduală; uscarea suplimentară a biomasei de microorganisme până la o umiditate reziduală de max. 1%, prin menținere la etuvă cu vid la 105°C timp de 4 ore; încorporarea biomasei de microorganisme, în raport de 6% din produsul final, între un film de polimer compoundat cu 5% caolin, care este 47% din produsul final, și un film de polimer compoundat cu 50% paie de grâu, care este 47% din produsul final, prin presare la 190°C și 200 bari, timp de 5 minute, 4 minute preîncălzire, 1 minut menținere, cu răcire bruscă la aceeași presiune, 200 bari.
2. Procedeu conform revendicării 1 **caracterizat prin aceea că** acidul ortosilicic se eliberează constant dintr-un gel de dioxid de siliciu coloidal, inclus într-un sac de dializă, în proporție de 5% din volumul mediului lichid minimal.
3. Procedeu conform revendicării 1 **caracterizat prin aceea că** polimerul utilizat este polipropilenă, polietilentereftalat, acid polilactic, copolimerul acrilonitril-butadien-stiren.
4. Produsul biocompozit stratificat rezultat prin aplicarea procedului conform invenției, **caracterizat prin aceea că** prezintă, mai ales pe partea în care sunt înglobate paiile de grâu, o aderență ridicată la miceliul ciupercilor utilizat ca biomaterial izolator, datorită întrepătrunderii la nivel microscopic cu biofilmele formate de bacteriile înglobate.