

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2022 00675

(22) Data de depozit: 25/10/2022

(41) Data publicării cererii:  
30/04/2024 BOPI nr. 4/2024

(71) Solicitant:  
• UNIVERSITATEA " ȘTEFAN CEL MARE "  
DIN SUCEAVA, STR. UNIVERSITĂȚII  
NR. 13, SUCEAVA, SV, RO

(72) Inventatori:  
• GUTT GHEORGHE, STR. VICTORIEI,  
NR.61, SAT SF.ILIE-ȘCHEIA, SV, RO;  
• DIMIAN MIHAI, STR.MĂRĂȘEȘTI, NR.9,  
SUCEAVA, SV, RO

(54) PROCEDEU PENTRU PRODUCEREA BIOETANOLULUI

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu pentru producerea bioetanolului prin fermentarea zaharurilor (Z) rezultate în urma hidrolizei enzimatică a unor biomase (BLC) lignocelulozice de tip deșeu agricol sau deșeu de lemn. Procedeu conform invenției are o fază de hidroliză enzimatică și o fază de fermentație alcoolică cu drojii specifice, extracția continuă și automată a bioetanolului având loc într-un bioreactor (1) de fermentație cu cămașă dublă de încălzire, astfel încât concentrația bioetanolului să nu depășească 10% iar temperatura să fie menținută automat la valoarea de 30°C, extracția bioetalolului realizându-se cu ajutorul unui circuit de vacuum compus dintr-o pompă (5) de vacum cu plaja de vid cuprinsă în domeniul 100...500 mbar, un microprocesor (3), un senzor (4) de infraroșii având filtrul de inter-ferență acordat pe lungimea de undă de 9500 nm specifică etanolului și un electroventil (6) de golire și scurgere a materiei (E) lichide epuizate, iar pentru menținerea automată a valorii temperaturii la 30°C este folosit un microprocesor (3), un senzor (7) de temperatură de tip termorezistență și un electroventil (8) pentru admiterea/închiderea apei fierbinți de încălzire în cămașa dublă a bioreactorului (1).

Revendicări: 3  
Figuri: 3

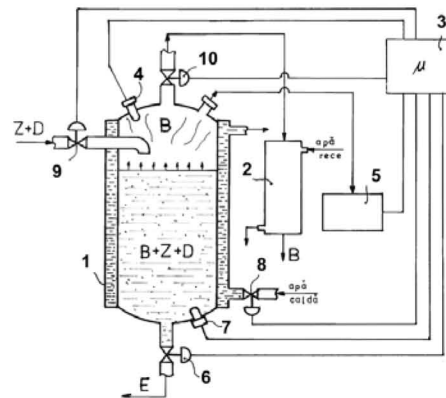


Fig. 2



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr. ....	a 2022 0675
Data depozit .....	25-10-2022

## PROCEDEU PENTRU PRODUCEREA BIOETANOLULUI

Invenția se referă la un procedeu de producere a bioetanolului din zaharuri fermentescibile rezultate în urma hidrolizei enzimatică a unor biomase lignocelulozice.

Bioetanolul este alcoolul produs prin fermentația materiilor prime naturale care conțin zaharuri fermentescibile, cu molecule scurte, de tipul zaharozei, glucozei, fructozei și amidonului. În ultimii ani, pe plan mondial, bioetanolul este folosit în cantități tot mai mari pentru aditivarea carburantului benzină. În Europa procentul de aditivare a benzinei atinge 10 %, corespunzător a crescut exponențial și necesarul de bioetanol.

Bioetanolul de prima generație folosește ca materii prime cereale, porumb, trestie de zahăr și sfecla de zahăr. Pentru cultivarea acestor materii prime sunt necesare suprafețe agricole fertile foarte mari, care sunt scoase din circuitul agricol în detrimentul cultivării cerealelor destinate consumului uman și animal. Ca urmare au fost promovate cercetări avansate privind obținerea bioetanolului și din alte surse de tip bio. Astfel a apărut bioetanolul de a doua generație care folosește ca materie primă materie lignocelulozică de tip deșeurii agricole (paie pleavă, iarbă) și deșeurii de lemn (rumeguș, talaj, tocătură de lemn). Aceste materii prime conțin polizaharidele celuloză și hemiceluloză precum și lignină, folosirea lor în scopul obținerii bioetanolului presupune în prima fază eliminarea ligninei. Celuloza și hemiceluloza rămase după îndepărtarea ligninei sunt polizaharide cu lanț molecular lung și ca atare sunt nefermentescibile, obținerea de bioetanol fiind posibilă doar după ce lanțul molecular este rupt prin hidroliza în medii specifice până la nivel de zaharuri cu molecula scurtă de tip zaharoză xiloză și arabinoză, zaharuri care la rândul lor pot fi fermentate la cu drojzii specifice rezultând bioetanol.

În scopul hidrolizei materiei celulozice, este cunoscut un procedeu care folosește pentru rupererea moleculelor lungi de celuloza și hemiceluloza acid sulfuric la temperaturi și presiuni ridicate. Procedeu prezintă mai multe dezavantaje precum: efort energetic ridicat, necesitatea eliminării avansate a acidului sulfuric din masa fermentescibilă pentru a nu otrăvi drojdiile de fermentație, corozivitate ridicată a masei de hidroliză.

Realizarea unor enzime performante de tipul celulazelor au adus în prim plan hidroliza enzimatică ca bază pentru producția bioetanolului de a doua generație folosind în acest scop biomasă lignocelulozică. Ca la orice proces biochimic de producție de masă din punct de vedere economic sunt importante randamentul de transformare și productivitatea.



În cazul fermentației alcoolice a zaharurilor fermentescibile, rezultate ca urmare a hidrolizei enzimatică a celulozei și hemicelulozei, randamentul se exprimă prin raportul dintre masa de bioetanol obținută prin fermentație și masa de zaharuri fermentescibile rezultate din hidroliză și depinde de tipul drojdiilor folosite, de activitatea acestora și de parametrii tehnologici la care are loc fermentația alcoolică. În plus randamentul de transformare, care se dorește cât mai ridicat, este influențat hotărâtor și de concentrația bioetanolului ce ia naștere în masa fermentativă. Concret atunci când concentrația de bioetanol depășește în masa fermentativă 10%-12% drojdiile mo, iar fermentația este întreruptă, în masa fermentativă rămânând zaharuri nefermentate cu influență negativă asupra randamentului de transformare, asupra productivității dar și pierderi datorate drojdiilor moarte.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în creșterea randamentului și a productivității la fermentația alcoolică a zaharurilor fermentescibile, obținute la rândul lor prin hidroliză enzimatică din biomasa lignocelulozică, folosind un procedeu automat care asigură extragerea continuă și controlată a bioetanolului format în masa zaharurilor fermentescibile astfel încât concentrația acestuia să nu depășească 10%, procedeu automat care asigură totodată și menținerea a unei temperaturii constante de 30°C în masa fermentativă.

Prin procedeul conform invenției se extrage controlat bioetanolul, pe măsură ce acesta rezultă din fermentația zaharurilor fermentescibile, obținute la rândul lor prin hidroliză enzimatică a unei biomase lignocelulozice. Scopul propus a fost acela de evitare depășirii concentrației de 10% bioetanol în masa fermentativă, precum și menținerea constantă a temperaturii la 30°C în aceeași masă fermentativă. Respectarea acestor limite duce la evitarea morții drojdiilor de fermentație cu efect pozitiv asupra creșterii randamentului de bioetanol și asupra creșterii productivității. Extracția bioetanolului excedentă celor 10% din masa fermentativă apoi are loc prin fierberea acesteia sub vacuum într-un bioreactor de fermentație, în prezența unor drojdii specifice, la o temperatură constantă de 30°C.

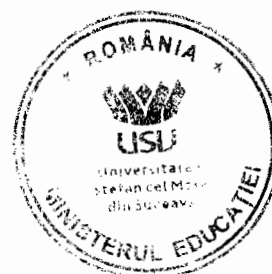
Prin aplicarea invenției, la obținere a bioetanolului de a doua generație, se obține avantajul unui randament și a unei productivități ridicate precum și pierderi reduse de drojdii de fermentație.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătura cu Fig.1, cFig.2 și Fig.3 care reprezintă:

Fig.1 - Schema de principiu a procedurii de obținere a bioetanolului de generația a doua

Fig.2 - Schema de automatizare care stă la baza optimizării randamentului și a productivității de bioetanol de a doua generație.

Fig.3 - Curbele de etalonare folosite pentru corelarea concentrației de bioetanol din masa fermentativă cu concentrația vaporilor de bioetanol deasupra masei fermentative în funcție de diferite valori ale presiunii create de vacuum.



4

Conform procedurii descrise se extrage controlat bioetanolul **B**, pe măsură ce acesta rezultă din fermentația zaharurilor **Z** fermentescibile cu ajutorul unor drojdii **D** de fermentație specifice, zaharurile fermentescibile fiind obținute la rândul lor prin hidroliză enzimatică a unei biomase **BLC** lignocelulozice din care în prima fază se realizează delignificarea cu obținere de celuloză și hemiceluloze. În faza a doua se realizează hidroliza enzimatică a celulozei și hemicelulozelor rezultând zaharuri **Z** fermentescibile cu moleculă scurtă.

Scopul și obiectivul principal al procedurii conform invenției sunt evitarea depășirii concentrațiilor de 10 % bioetanol în masa fermentativă precum și menținerea constantă, la nivelul de 30 °C, a temperaturii în aceeași masă fermentativă. Nerespectarea acestor doi parametri de proces duce la moartea drojdiilor **D** cu influență negativă pronunțată asupra randamentului și a productivității de bioetanol.

Extracția bioetanolului din masa fermentativă apoasă are loc prin fierberea acesteia într-un bioreactor **1** de fermentație, prevăzut cu cămașă dublă de încălzire cu apă caldă. Fermentația are loc, în prezența unor drojdii specifice, sub vacuum la depresiuni cuprinse între 100 mbar și 500 mbar, la o temperatură menținută automat la valoarea de 30° C, temperatură care corespunde activității maxime a drojdiilor. Vaporii de bioetanol eliminați din bioreactor prin partea superioară a acestuia sunt ulterior răciți într-un schimbător de căldură **2** rezultând bioetanol lichid de concentrații variabile cuprinse între 65 și 86 grade volumetrice în funcție de intensitatea vacuumului folosit. Pentru comandarea extracției continue a bioetanolului format deasupra masei fermentative precum și pentru comandarea golirii bioreactorului de fermentație, la epuizarea zaharurilor fermentescibile, este folosit un circuit **C** de automatizare compus dintr-un microprocesor **3**, un senzor **4** de infraroșii plasat în partea superioară a bioreactorului **1** de fermentație, o pompă **5** de vacuum, un electroventil **6** de golire. După comanda deschiderii electroventilului de golire, masa fermentativă epuizată în zaharuri, se scurge din bioreactor într-un rezervor tampon din care sunt recuperate drojdiile de fermentație specifice care sunt redozate în bioreactorul **1** odată cu realimentarea acestuia cu o nouă șarjă de zaharurilor fermentescibile.

Circuitului de automatizare are ca element central un microprocesor **3** care comandă două bucle de reglare automată:

Prima buclă de reglare este destinată menținerii constante la nivelul de 10% a concentrației maxime a bioetanolului lichid în masa fermentativă. La atingerea acestei concentrații limită microprocesorul comandă automat pompa **5** de vacuum, în sensul creșterii depresiunii în bioreactorul **1**, până la revenirea concentrației bioetanolului sub nivelul de 10%, după care vacuumul revine automat la nivelul anterior. Dat fiind faptul că limita superioară de concentrație admisă în masa fermentativă nu se poate măsura continuu și automat se măsoară concentrația vaporilor de bioetanol în partea superioară a bioreactorului cu ajutorul unui senzor cu radiație infraroșie, senzor echipat cu un filtru de interferență de 9.500 nm, lungime de undă specifică determinării concentrației



etanolului în stare gazoasă. Corelarea valorilor măsurate pentru concentrația bioetanolului gazos cu valorile reale ale bioetanolului lichid din masa fermentativă se face automat cu ajutorul tabelelor electronice stocate în memoria RAM a microprocesorului 3. Aceste tabele care conțin la rândul lor valorile care au stat la bază realizării curbelor de etalonare din Figura 3. Aceleași tabele electronice sunt accesate de microprocesor atunci când în urma epuizării zaharurilor fermentescibile scade producția de bioetanol gazos sub limita prescrisă, situație în care este comandată deschiderea automată electroventilului 6 de golire și scurgerea materiei lichide epuizate **E** într-un rezervor tampon din care are loc recuperarea drojdiilor **D** de fermentație specifice.

A doua buclă de reglare este destinată menținerii constante a temperaturii în bioreactorul 1 la nivelul de 30° C, temperatură necesară pentru asigurarea activității maxime a drojdiilor de fermentație specifice. În acest scop este folosit tot microprocesorul 3, un senzor 7 de temperatură de tip termorezistență și un electroventil 8 pentru deschiderea/închiderea alimentării cu apă fierbinte de încălzire a cămașii duble a bioreactorului de fermentație. Din structura procedurii conform invenției mai fac parte un electroventil 9 de alimentare a bioreactorului cu zaharuri **Z** fermentescibile și drojdiile **D** de fermentație specifice și un electroventil 10 comandat de microprocesorul 3 pentru reglarea nivelului de vacuum în bioreactorul 1.

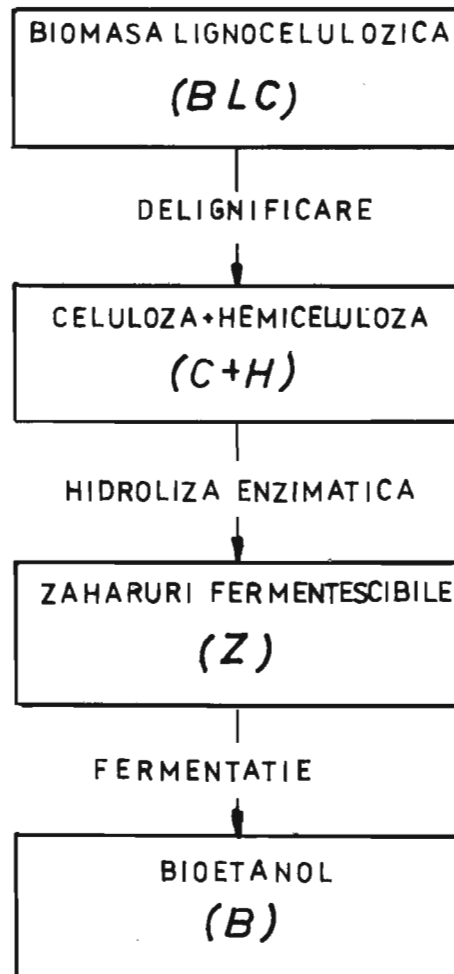


## REVEDICĂRI

1. Invenția Procedeu pentru producerea bioetanolului în compunerea căruia intra o fază de hidroliza enzimatică și o fază de fermentație alcoolică cu drojdii specifice, **caracterizat prin aceea că**, în vederea creșterii randamentului, a productivității și a reducerii pierderilor de drojdii la fermentația alcoolică a zaharurilor (**Z**) fermentescibile, obținute la rândul lor dintr-o biomasă (**BLC**) lignocelulozică, se realizează extracția continuă și automată abioetanolului (**B**) rezultat în urma fermentației într-un bioreactor (**1**) de fermentație cu cămasă dublă de încălzire, astfel încât concentrația acestuia să nu depășească 10% iar temperatura să fie menținută automat la valoarea de 30<sup>0</sup> C.
2. Invenția Procedeu pentru producerea bioetanolului, conform revendicării nr.1, **caracterizat prin aceea că**, extracția bioetanolului care depășește procentul de 10 % în zaharurile (**Z**) fermentescibile din bioreactorul (**1**) se face în mod continuu și automat cu ajutorul unui circuit de vacuum compus dintr-o pompă (**5**) de vacuum cu plaja de vid în domeniul 100 mbar - 500 mbar, un microprocesor (**3**), un senzor (**4**) de infraroșii având filtrul de interferență acordat pe lungimea de undă de 9.500 nm specifică etanolului și un electroventil (**6**) de golire și scurgerea materiei lichide epuizate (**E**).
3. Invenția Procedeu pentru producerea bioetanolului, conform revendicării nr.1 și a revendicării nr.2, **caracterizat prin aceea că**, în vederea menținerii automate a valorii temperaturii la 30<sup>0</sup> C este folosit microprocesorul (**3**), un senzor (**7**) de temperatură de tip termorezistență și un electroventil (**8**) pentru admiterea/închiderea apei fierbinți de încălzire în cămașa dublă a bioreactorului (**1**)



4

FIG.1

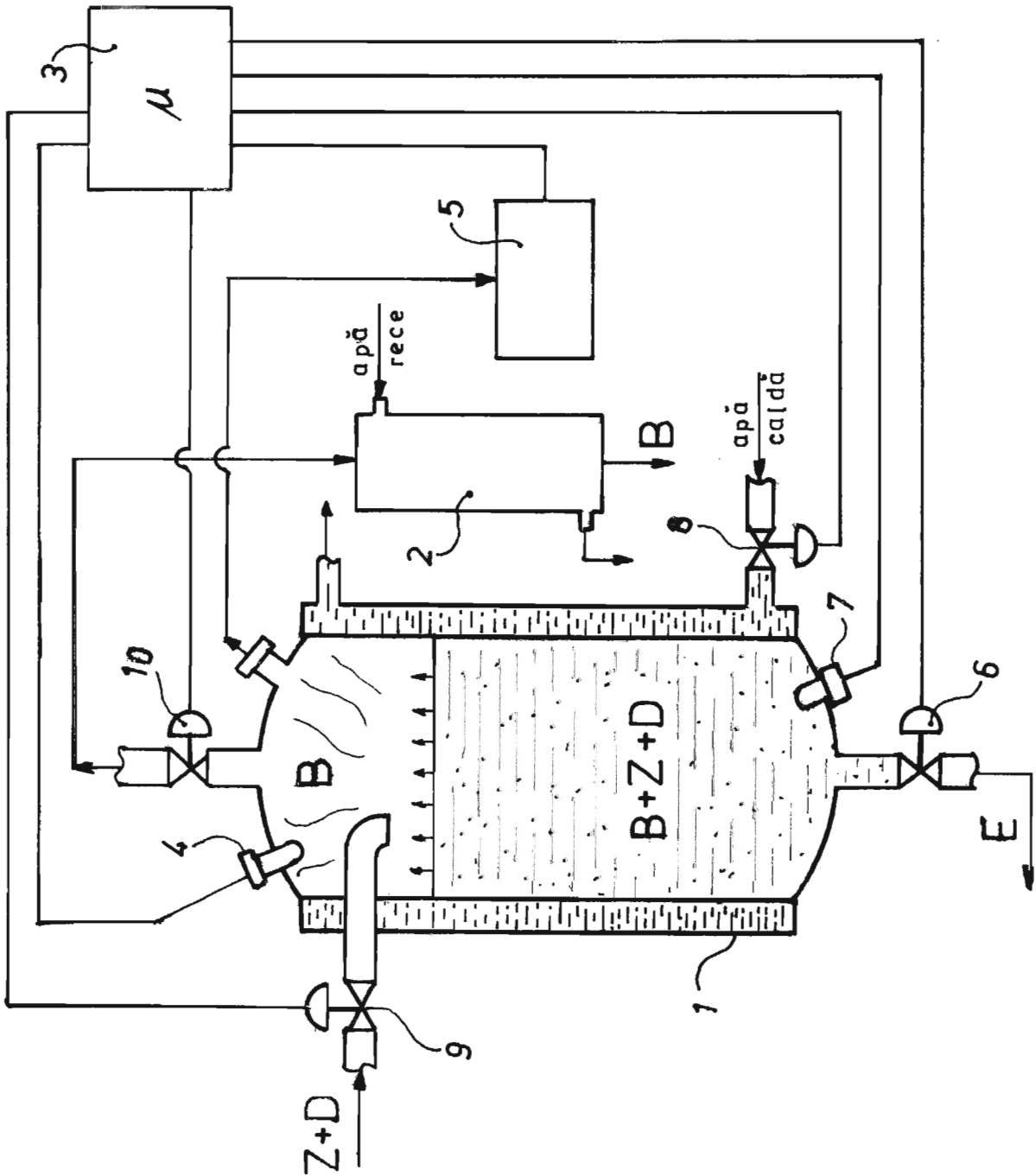


FIG. 2



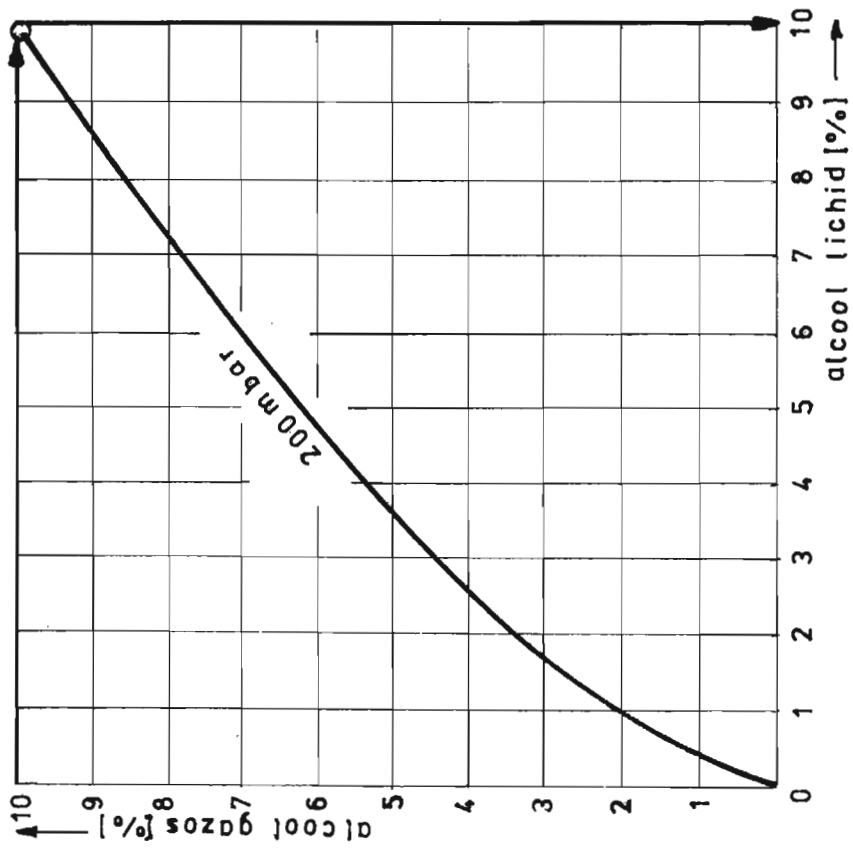


FIG. 3

