



(12) **BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2007 00391**

(22) Data de depozit: **26.07.2007**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28.11.2008** BOPI nr. **11/2008**

(41) Data publicării cererii:  
**28.02.2008** BOPI nr. **2/2008**

(73) Titular:  
• **SAVPROD S.R.L.**,  
B-DUL CAMIL RESSU, NR. 2, BL. R2,  
SC. A, AP. 9, SECTOR 3, BUCUREȘTI, RO;  
• **UNIVERSITATEA POLITEHNICĂ**,  
PIAȚA VICTORIEI, NR. 2, TIMIȘOARA,  
JUDEȚUL TIMIȘ, RO

(72) Inventatori:  
• **IONEL IOANA**,  
STR. VIRGIL MADGEARU, NR. 6A, ET. 3,  
AP. 10, TIMIȘOARA, JUDEȚUL TIMIȘ, RO;  
• **SAVU ALEXANDRU**,  
B-DUL CAMIL RESSU, NR. 2, BL. R2,  
SC. A, ET. 3, AP. 9, SECTOR 3,  
BUCUREȘTI, RO;

• **POPESCU FRANCISC**,  
PIAȚA ROMANILOR, NR. 15, AP. 3,  
TIMIȘOARA, JUDEȚUL TIMIȘ, RO;  
• **SAVU BOGDAN**, B-DUL CAMIL RESSU,  
NR. 2, BL. R2, SC. A, ET. 3, AP. 9,  
SECTOR 3, BUCUREȘTI, RO;  
• **SAVU MONICA**,  
B-DUL CAMIL RESSU, NR. 2, BL. R2,  
SC. A, ET. 3, AP. 9, SECTOR 3,  
BUCUREȘTI, RO;  
• **GOLEȘTEANU CATINCA**,  
STR. VIRGIL MADGEARU, NR. 6A, ET. 3,  
AP. 10, TIMIȘOARA, JUDEȚUL TIMIȘ, RO

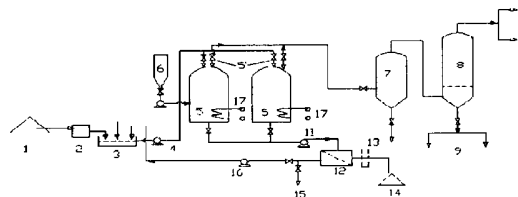
(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**WO 2007/052306 A2; US 2006/0060526 A1;**  
**WO 2007/039067 A2**

(54) **PROCEDEU ȘI INSTALAȚIE PENTRU OBTINEREA  
BIOGAZULUI DIN BIOMASĂ**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de obținere a biogazului, prin fermentația biomasei, și la o instalație pentru aplicarea procedeuului. Procedeuul conform invenției constă în fermentația anaerobă a deșeurilor de biomasă, în suspensie, la o temperatură de maximum 55...60°C, timp de maximum 120 zile, și pH cuprins între 7,2 și 8,2, urmată de filtrarea biogazului obținut, prin șpan de fier, pentru reținerea hidrogenului sulfurat, concentrarea și spălarea biogazului, pentru reținerea dioxidului de carbon, obținându-se produsul dorit, cu o concentrație de metan de peste 80%. Instalația conform invenției cuprinde: un depozit (1) de biomasă, o moară/tocător (2), un rezervor (3) de preparare a suspensiei de biomasă, două reactoare de fermentație (5), prevăzute cu un sistem (17) de încălzire termostatat, un rezervor (6) pentru agentul de corecție a pH-ului, un filtru (7) pentru reținerea hidrogenului sulfurat, un vas (8) pentru reținerea dioxidului de carbon și un filtru pentru compost (12).

Revendicări: 4  
Figuri: 1



Examinator: ing. ANCA MARINA



Orice persoană are dreptul să formuleze în scris și motivat, la OSIM, o cerere de revocare a brevetului de invenție, în termen de 6 luni de la publicarea mențiunii hotărârii de acordare a acesteia

RO 122047 B1

# RO 122047 B1

1           Invenția se referă la un procedeu și la o instalație pentru producerea de biogaz prin  
fermentație metanogenă a biomasei.

3           Sunt cunoscute alte procedee pentru obținerea de biogaz prin utilizarea deșeurilor  
de biomasă, care folosesc sisteme de agitare mecanică, pentru omogenizarea termică și a  
5 compoziției materialului de fermentație din reactoare.

7           În documentul **WO 2007/052306 A2** se dezvăluie un procedeu trifazic biometanogen,  
ce cuprinde etapele:

9           - alimentarea primului reactor cu biomasă, solubilizarea acesteia la o temperatură de  
40...90°C și hidrolizarea prin adăugarea în reactor a unei enzime sau microorganism  
capabile să producă enzimele necesare procesului, timp de 1...24 h;

11          - trecerea masei hidrolizate în cel de-al doilea reactor în care are loc transformarea  
masei de reacție în acizi gra și cu catena scurtă, suplimentarea cu microorganism și  
13 încălzirea la o temperatură de 30...50°C, agitând ocazional, timp de 30...72 h;

15          - trecerea masei de reacție în cel de al treilea reactor, adăugarea de acid, încălzirea  
amestecului la o temperatură de 30...50°C, timp de 70...96 h, în condiții anaerobe. Din acest  
proces se obține un amestec bogat în metan.

17          De asemenea, în **US 2006/0060526 A1** este dezvăluită o metodă de obținere a  
biogazului din biomasa în care hidroliza, acidifierea și generarea de biogaz se pot realiza  
19 consecutiv, în reactoare separate, în condiții de temperatură, amestecare, pH și presiune  
atent supravegheate și măsurate de aparate specifice, iar în documentul **WO 2007/039067**  
21 **A2** se dezvăluie un procedeu de folosire a biomasei pentru obținerea de biogaz. Scopul  
invenției este de a folosi substanțe cu un conținut bogat de azot și conținut de solide, și care  
23 folosește o mică cantitate de apă. Substanțele sunt tratate cu produse recirculate, pentru a  
forma un mediu transportabil cu pompa, și suplimentar tratate cu bacterii în cicloane și  
25 fermentatoare, care înlătură azotul simultan cu procesul de stripare.

27          Procedeele și instalațiile prezentate presupun un consum ridicat de energie electrică  
și costuri mari pentru echipamente.

29          Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în stabilirea unui procedeu și a  
unei instalații pentru producerea de biogaz din deșeuri de biomasă.

31          Procedeul conform prezentei invenții înlătură dezavantajele menționate, prin aceea  
că biomasa mărunțită, aflată sub formă de suspensie, este menținută într-un sistem de  
33 reactoare de fermentație, la o temperatură de 55...60°C, timp de 30...120 zile, la un pH  
cuprins între 7,2 și 8,2, și este omogenizată prin recircularea ocazională a suspensiei între  
35 reactoarele sistemului, până la începerea fermentației, a degajării de biogaz și obținerea unei  
suprapresiuni, care este folosită în continuare pentru amestecarea secvențială a masei de  
37 fermentație, prin barbotarea acesteia dintr-un reactor al sistemului în alt reactor al sistemului,  
până la completa epuizare a biomasei, biogazul rezultat fiind captat, purificat și stocat.

39          Într-o realizare preferată, barbotarea biogazului se realizează între două reactoare  
consecutive, în ambele sensuri, cu recircularea parțială a acestuia, la baza reactorului  
anterior și/sau următor.

41          Instalația conform invenției este formată dintr-un depozit **1** de biomasă, o moară **2**,  
un rezervor **3** de preparare a suspensiei de biomasă, un sistem de reactoare înseriate **5**, de  
43 fermentație, în care omogenizarea masei de fermentație se face prin recircularea acesteia  
între reactoarele aferente sistemului și care este prevăzut cu un ansamblu de electroventile  
45 **5'**, montate pe capacele reactoarelor de fermentație, în scopul reglării presiunii rezultate prin  
formarea biogazului și folosirea suprapresiunii pentru agitarea secvențială a masei de  
47 fermentație prin barbotarea acesteia la baza reactoarelor, un rezervor **6** pentru agentul de

# RO 122047 B1

corecție a pH-ului, un sistem de purificare format dintr-un filtru <b>7</b> pentru reținerea hidrogenului sulfurat și filtru <b>8</b> pentru reținerea dioxidului de carbon, un sistem de captare a biogazului purificat, rezultat <b>10</b> și un sistem de recirculare a materialelor uzate, format din pompe de recirculare <b>11</b> , <b>16</b> , filtru mecanic <b>12</b> , sterilizator <b>13</b> și depozit de compost <b>14</b> .	1 3
Într-o variantă preferată de realizare a instalației conform invenției, ansamblul de electroventile <b>5'</b> este format din electroventile centrale prin care se barbotează biogaz la baza reactoarelor și electroventile laterale care asigură circulația biogazului dintr-un reactor în alt reactor aferent sistemului de reactoare <b>5</b> și evacuarea acestuia din sistem.	5 7
Procedee și instalația pentru producerea de biogaz prin fermentație metanogenă prezintă următoarele avantaje:	9
- procedeul poate fi utilizat pentru orice mărime de instalație de producere biogaz din deșeuri de biomasă, cu condiția dimensionării corecte, pentru a se asigura timpii optimi de contact și rezidență, în scopul obținerii performanțelor preconizate: concentrație în metan de 90% și de epurare a gazelor de peste 95% (reținerea hidrogenului sulfurat);	11 13
- pierderea de presiune în instalație este redusă, iar suprafața de contact a biogazului cu mediul de adsorbție-absorbție la reținerea/eliminarea dioxidului de carbon este mare, în volume relativ reduse;	15 17
- consumul energetic este redus;	
- consumul de reactivi, pentru neutralizare, poluanți chimici, este redus, iar deșeurile rezultate pot fi reciclate, prin utilizarea în alte domenii.	19
Invenția va fi prezentată în continuare, în legătură și cu figura care reprezintă schema de principiu a instalației de producere biogaz prin fermentație metanogenă a biomasei și de epurare a biogazului.	21 23
Parametrii procesului vor fi măsurați și controlați permanent, în timpul funcționării instalației, în principal, aceștia fiind:	25
- temperaturi măsurate și reglate cu termostate;	
- presiuni măsurate cu senzori de presiune, în reactoarele instalației;	27
- concentrații de hidrogen sulfurat și dioxid de carbon, înainte și după purificare/concentrare biogaz;	29
- debite de apă de încălzire reactoare, debite lichid spălare biogaz în filtrul de reținere dioxid de carbon, capacitate biogaz produs în instalație.	31
Din depozitul de biomasă <b>1</b> se introduce biomasa în sistemul de tocare a deșeurilor <b>2</b> și apoi în rezervorul de preparare suspensie de biomasă <b>3</b> . Cu ajutorul pompei de alimentare suspensie de biomasă <b>4</b> , se introduce suspensia în sistemul de reactoare <b>5</b> . Din rezervorul <b>6</b> se alimentează reactivi de corecție pH, acesta fiind cuplat la senzorii de pH, montați pe reactoarele <b>5</b> .	33 35
Biogazul produs este acumulat în treimea superioară a reactoarelor de fermentație metanică, până la atingerea unei presiuni impuse. Pe capacele reactoarelor sunt montate electroventile pentru evacuare și pentru injecție biogaz dintr-un reactor în masă de fermentație a celuilalt reactor, la bază, printr-un distribuitor cu duze, până la egalizarea presiunii, apoi, după creșterea presiunii se repetă operația la celalalt reactor. Operațiile sunt comandate de senzori de presiune montați pe ambele reactoare. Biogazul evacuat din reactoarele <b>5</b> este trecut printr-un filtru <b>7</b> cilindric, vertical, umplut cu șpan de oțel, pentru reținerea hidrogenului sulfurat produs în timpul fermentației metanice, biogazul intrând pe la bază și ieșind pe la partea superioară a filtrului și intrând apoi într-un filtru <b>8</b> , cilindric, vertical, umplut cu inele Raschig, pentru reținerea unei părți din dioxidul de carbon produs din fermentație, prin spălare, cu un lichid adsorbant, alimentat cu o pompă adiacentă. După desorbția termică a dioxidului de carbon, captare <b>9</b> și răcirea lichidului, acesta este recirculat.	37 39 41 43 45 47

# RO 122047 B1

1 Biogazul purificat și îmbogățit în metan este trimis la utilizator **10**. Periodic se evacuează din  
2 reactoare material uzat, cu pompa **11**, care este trecut printr-un filtru mecanic **12**, apoi,  
3 opțional, compostul (partea solidă) este trecut printr-un sterilizator (uscător) **13** și apoi intră  
4 într-un depozit de compost **14**. După filtrare, o parte din lichid poate fi trimisă la utilizare ca  
5 fertilizant **15** sau neutralizată și evacuată în rețeaua de canalizare, iar altă parte din lichid  
6 este preluată de pompa **16** și trimisă la rezervorul de preparare suspensie de biomasă **3**.  
7 Materialul de fermentație este încălzit la temperatura de lucru prin sisteme de serpentine  
8 amplasate în treimea inferioară a reactoarelor și se controlează și menține cu ajutorul unor  
9 termostate care comandă sistemul/cazanul de încălzire **17**.

10 Prin procedeul conform invenției, se reduce consumul intern al instalației și se obține  
11 biogaz cu o concentrație mare de metan (circa 90%) față de alte procedee (60...70%).

12 Instalația conform invenției are în componență un sistem de minimum două reactoare  
13 **5**, cilindrice, verticale, racordate la bază cu pompa de evacuare material **11** și pompa de  
14 recirculare lichid **16**, care trimite lichidul la prepararea suspensiei **3** și este preluată de  
15 pompa **4** pentru alimentare reactoare.

16 S-au efectuat teste de hidroliză a deșeurilor de biomasă, cu acid acetic concentrat,  
17 la un pH suspensie inițial de 3...3,5, la o temperatură de 45...50°C, timp de 3...4 h, după care  
18 s-a adus suspensia de biomasă la pH 7...7,5, prin adaos de lapte de var  $[Ca(OH)_2]$ , apoi fer-  
19 mentația deșeurilor de biomasă și s-au obținut performanțele preconizate, realizându-se o  
20 fermentație metanogenă acceptabilă și purificarea/concentrarea eficientă a biogazului  
21 rezultat, iar izolația cu saltele de izopren a stopat disiparea căldurii în exterior, temperatura  
22 la exteriorul izolației nedepășind 30°C, deși în interiorul instalației s-a menținut temperatura  
23 propice desfășurării procesului.

24 Procesul de metanogeneză, deci producția de biogaz, este puternic influențat de  
25 temperatură. Astfel, din punct de vedere al temperaturii la care își desfășoară activitatea,  
26 microorganismele ce concură la producerea biogazului, îndeosebi cele metanogene, se  
27 împart în trei categorii:

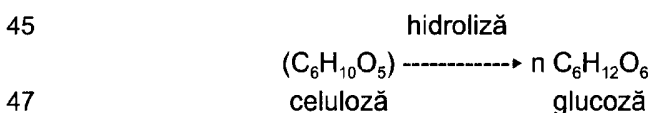
- 28 - criofile, caracterizate printr-o activitate care poate avea loc la temperaturi cuprinse  
29 între 10 și 20°C, zonă caracteristică fermentării în *regim criofil*, cu durata de 90...120 zile;
- 30 - mezofile, caracterizate printr-o activitate care poate avea loc la temperaturi cuprinse  
31 între 25 și 35°C, zonă caracteristică fermentării în *regim mezofil*, cu durata de 25÷30 zile;
- 32 - termofile, caracterizate printr-o activitate care poate avea loc la temperaturi cuprinse  
33 între 40 și 55°C, zonă caracteristică fermentării în *regim termofil*, cu durata de aproximativ  
34 10 zile.

35 Acest proces este cu atât mai rapid, cu cât temperatura din reactorul de fermentație  
36 este mai mare (dar fără a depăși 55...60°C când bacteriile metanogene mor).

37 Materialul de fermentație pretratat poate fi introdus (după diluție) în proces (în  
38 reactor), obținându-se regimul termic dorit, fără a mai fi necesară o preîncălzire anterioară.

39 Celuloza (din materialele vegetale) constă, în bună parte, din polimeri ai glucozei și  
40 este impregnată, în general, cu lignină, care îngreunează accesul bacteriilor metanogene,  
41 pentru a avea loc fermentația metanică.

42 Prin tratarea chimică a deșeurilor vegetale, are loc solubilizarea ligninei și totodată  
43 ruperea polimerilor celulozici, în urma reacțiilor chimice, în forme ușor accesibile fermentației  
44 metanice:



## RO 122047 B1

Substanțele macromoleculare pot fi solubilizate într-o singură etapă, cu ajutorul enzimelor produse de bacterii specifice sau prin tratament chimic (acidulare sau alcalinizare).	1
Această etapă este numită etapa de scindare de polimeri.	3
Celuloza, constând din glucoză polimerizată, poate fi scindată în forma dimerică, apoi momomerică (glucoza), utilizând bacterii celulozice sau reactivi chimici.	5
Prin acidifiere, are loc degradarea monomerului (glucoza) cu ajutorul enzimelor produse de bacterii specifice. În această etapă, moleculele de 6 atomi de carbon (glucoza) sunt rupte în molecule mai mici (în special acizi). Acizii principali produși în această etapă sunt:	7
- acid acetic ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ );	9
- acid propionic ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ );	11
- acid butiric ( $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{COOH}$ ).	13
De asemenea, se produce și etanol ( $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ ).	15
Produsele rezultate, prezentate anterior, sunt introduse în reactorul de fermentație metanică anaerobă, unde, sub acțiunea bacteriilor metanogene, se desfășoară procesul de producere a biogazului, conform reacțiilor:	17
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{COOH}$ ,	19
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CH}_3\text{-COOH}$ ,	21
$\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}_2$ ,	23
$2\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{CH}_3\text{-COOH}$ ,	25
$\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ .	27
Din toate reacțiile, rezultă metan ( $\text{CH}_4$ ). În timp, concentrația de dioxid de carbon ( $\text{CO}_2$ ) crește între anumite limite, deoarece hidrogenul produs în proces este insuficient pentru reducerea totală a $\text{CO}_2$ la $\text{CH}_4$ .	29
Bacteriile metanogene sunt foarte sensibile la pH acid și mor sub valoarea pH de 6,5. În timpul continuării procesului, pH-ul crește până la valoarea peste 8, datorită creșterii concentrației de amoniac (rezultat din fermentația metanică).	31
Când regimul de producție metanică se stabilizează, valoarea pH-ului variază între 7,2 și 8,2.	33
Motivația utilizării acidului acetic în etapa de hidroliză, deși este un acid slab, deci consum mare pentru a atinge pH-ul necesar reacției, este argumentată de faptul că excesul de acid poate fi procesat de bacterii, la $\text{CH}_4$ și $\text{CO}_2$ .	35
Se prezintă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură și cu figura.	37
A fost realizată o instalație demonstrativă, cu o capacitate de material de fermentație de $4 \text{ m}^3$ .	39
Se introduce în fiecare reactor 5 de fermentație, aferent sistemului de reactoare de fermentație, câte o cantitate de 85...90 kg de biomasă mărunțită în prealabil, care este hidrolizată și adusă la concentrația de 2...3% și la un pH de 7...7,5. Corecția de pH se face după omogenizarea suspensiei în reactoare, omogenizare ce are loc periodic, prin recircularea cu ajutorul pompei 4, de la partea superioară a reactoarelor 5, la baza acestora, printr-un sistem de conducte. Nu s-a făcut inocularea de bacterii metanogene, acestea formându-se după o perioadă de circa două săptămâni, când a început să crească presiunea în reactoare și a pornit fermentația. Temperatura în reactoare a fost menținută la o valoare de 30...40°C, cu ajutorul sistemului de încălzire 17. În timpul procesului de fermentație, se evacuează o parte din materialul uzat, adăugându-se, corespunzător, material proaspăt. Operația de evacuare material uzat și adăugare de material proaspăt se efectuează când începe să scadă producția de biogaz. După începerea fermentației, s-a făcut, secvențial,	41
	43
	45
	47

# RO 122047 B1

1 amestecarea masei de fermentație din reactoare, utilizând biogazul produs, astfel: cu ajutorul  
ansamblului **5'** de electroventile, montat pe fiecare capac de reactor **5** al sistemului de  
3 reactoare de fermentație, din primul reactor se trimite biogazul printr-o conductă, la baza  
următorului reactor, din care se elimină, pe la partea superioară, biogaz, ce este apoi trimis  
5 la purificare. Barbotarea biogazului se face în ambele sensuri ale fluxului, cu colectarea  
concomitentă a biogazului produs. Biogazul produs este trimis pentru purificare la filtrul **7** cu  
7 șpan de oțel, în care se reține hidrogenul sulfurat produs în timpul fermentației, apoi la filtrul  
**8**, pentru reținerea unei părți din dioxidul de carbon emis în timpul fermentației. Biogazul  
9 purificat și concentrat este stocat și apoi trimis la utilizator. Se obține biogaz cu o  
concentrație de metan de circa 90%.

## Revendicări

13  
1. Procedeu de obținere a biogazului prin fermentația metanogenă a biomasei, în  
15 care biomasa mărunțită, aflată sub formă de suspensie, este menținută într-un sistem de  
reactoare de fermentație la o temperatură de 55...60°C, timp de 30...120 zile, la un pH  
17 cuprins între 7,2 și 8,2 și este omogenizată prin recircularea ocazională a suspensiei între  
reactoarele sistemului, până la începerea fermentației, a degajării de biogaz și obținerea  
19 unei suprapresiuni, care este folosită în continuare pentru amestecarea secvențială a masei  
de fermentație, prin barbotarea acesteia dintr-un reactor al sistemului în alt reactor al  
21 sistemului, până la completa epuizare a biomasei, biogazul rezultat fiind captat, purificat și  
stocat.

23 2. Procedeu conform revendicării 1, în care barbotarea biogazului se realizează între  
două reactoare consecutive, în ambele sensuri, cu recircularea parțială a acestuia, la baza  
25 reactorului anterior și/sau următor.

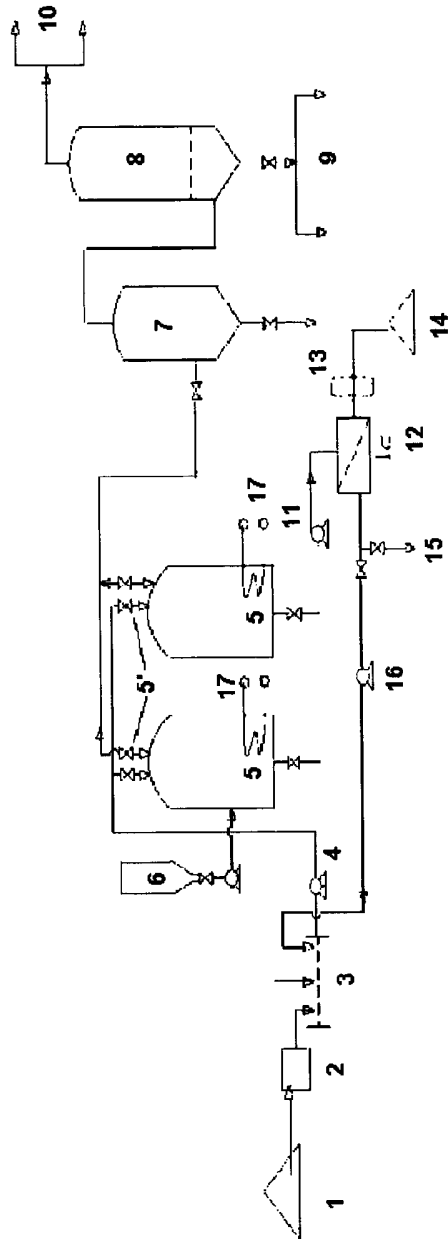
27 3. Instalație pentru obținerea biogazului prin procedeul de fermentație metanogenă  
a biomasei, definit în revendicarea 1, care este formată dintr-un depozit (**1**) de biomasă, o  
moară (**2**), un rezervor (**3**) de preparare a suspensiei de biomasă, un sistem de reactoare  
29 înseriate (**5**), de fermentație, în care omogenizarea masei de fermentație se face prin  
recircularea acesteia între reactoarele aferente sistemului și care este prevăzut cu un  
31 ansamblu de electroventile (**5'**) montate pe capacele reactoarelor de fermentație, în scopul  
reglării presiunii rezultate prin formarea biogazului și folosirea suprapresiunii pentru agitarea  
33 secvențială a masei de fermentație, prin barbotarea acesteia la baza reactoarelor, un  
rezervor (**6**) pentru agentul de corecție a pH-ului, un sistem de purificare format dintr-un filtru  
35 (**7**) pentru reținerea hidrogenului sulfurat și filtru (**8**) pentru reținerea dioxidului de carbon, un  
sistem de captare a biogazului purificat, rezultat (**10**) și un sistem de recirculare a mate-  
37 rialelor uzate, format din pompe de recirculare (**11**, **16**), filtru mecanic (**12**), sterilizator (**13**)  
și depozit de compost (**14**).

39 4. Instalație conform revendicării 3, în care ansamblul de electroventile (**5'**) este  
format din electroventile centrale prin care se barbotează biogaz la baza reactoarelor și  
41 electroventile laterale care asigură circulația biogazului dintr-un reactor în alt reactor aferent  
sistemului de reactoare (**5**) și evacuarea acestuia din sistem.

# RO 122047 B1

(51) Int.Cl.

C12P 5/02 (2006.01)



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci