



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2018 00053**

(22) Data de depozit: **30/01/2018**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/05/2022** BOPI nr. **5/2022**

(41) Data publicării cererii:
30/07/2019 BOPI nr. **7/2019**

(73) Titular:

- **INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU INGINERIE ELECTRICĂ ICPE-CA, SPLAIUL UNIRII NR.313, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;**
- **INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE DEZVOLTARE DELTA DUNĂRII, STRADA BABADAG, NR.165, TULCEA, TL, RO**

(72) Inventatori:

- **MATEESCU CARMEN, CALEA 13 SEPTEMBRIE NR.102, BL.48 A, SC.1, ET.7, AP.26, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;**
- **LIPCINSKI DANIEL, STR. LABORATOR NR.123, BL. V14, SC.2, AP.50, ET. 4, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;**

- **LUNGULESCU EDUARD MARIUS, STR.PRELUNGIREA GHENCEA, NR.285A, AP.3, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**
- **TĂNASE NICOLAE, STR. CUCULUI NR. 1, COMUNA ADUNAȚII-COPĂCENI, GR, RO;**
- **TOROK LILIANA PARASCHIVA, STR.1848, NR.17, BL.8, SC.C, ET.1, AP.7, TULCEA, TL, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:

- C. HOLLINGER, M. C. ALVES, D. ANDRADE, I. ANGELIDAKI, "TOWARDS A STANDARDIZATION OF BIOMETHANE POTENTIAL TESTS", WATER SCIENCE & TECHNOLOGY, 2016; F. LIOTTA, G. ESPOSITO, A. PANICO, F. PIROZZI, "BIOMETHANE POTENTIAL TESTS TO MEASURE THE BIOGAS PRODUCTION FROM THE DIGESTION AND CO-DIGESTION OF COMPLEX ORGANIC SUBSTRATES", THE OPEN ENVIRONMENTAL ENGINEERING JOURNAL, 2013**

(54) **MODEL EXPERIMENTAL PENTRU TESTAREA
POTENȚIALULUI DE BIOMETAN AL BIOMASEI**



RO 133499 B1

1 Prezenta invenție se referă la un model experimental demonstrativ de laborator
destinat testării potențialului de biometan al biomasei, ce integrează într-un sistem unitar
3 două bioreactoare de fermentare anaerobă care operează în paralel, în regim de tempe-
ratură mezofil, adaptabil și pentru regim termofil, fiecare bioreactor fiind echipat cu o linie de
5 purificare biogaz și un recipient de recoltare biogaz purificat, permițând totodată cuantificarea
producției de biogaz prin metode volumetrice, manometrice și cromatografice, precum și
7 prelevarea manuală sau automată a probelor de biogaz pentru analize de laborator.

Este cunoscut faptul că valorificarea biomasei pentru producerea de biogaz a
9 dobândit un interes crescând în comunitatea științifică având în vedere creșterea cerințelor
pentru producerea de energie regenerabilă din resurse valorificabile, concomitent cu îmbună-
11 tățirea calității mediului. Dezvoltarea de tehnologii de biogaz performante este posibilă numai
prin parcurgerea etapei de cercetări experimentale de laborator, care vizează identificarea
13 de amestecuri de fermentare cu potențial ridicat de biogaz și de biometan, precum și a
parametrilor operaționali care favorizează procesele biochimice de producere a biogazului.
15 Numeroși factori afectează eficiența de transformare anaerobă a biomasei în biogaz, acești
factori acționând direct asupra metabolismului microbial și implicit asupra producției și
17 calității biogazului. Prin urmare, studii teoretice și cercetări experimentale suplimentare
desfășurate în modele experimentale de laborator sunt esențiale pentru dezvoltarea de
19 tehnologii de biogaz eficiente, cu aplicabilitate practică, utilizând biomasă generată în natură
sau rezultată în activități domestice și agro-industriale.

21 Se cunosc numeroase instalații de biogaz, variantele constructive și funcționale fiind
foarte diverse, depinzând de materia primă utilizată ca substrat de fermentare, dar și de
23 scopul pentru care acestea sunt proiectate: producere de gaz combustibil, producere de
energie electrică și termică. Acestea sunt instalații de capacitate medie și mare (volum
25 reactor de fermentare 50-5000 m³), construite în cadrul fermelor sau la diverși producători
din industria alimentară, în scopul tratării reziduurilor organice generate. Pentru conceperea
27 și dezvoltarea instalațiilor de biogaz au fost utilizate rezultatele testelor de laborator privind
potențialul de biogaz al biomasei utilizate, teste care au fost desfășurate fie pe bioreactoare
29 comerciale de laborator cu aplicabilitate multiplă, fie pe baza unor teste de fermentare a
probelor de biomasă în vase de laborator sau în montaje experimentale concepute și reali-
31 zate în cadrul unor lucrări de cercetare, acestea din urmă nefiind instalații brevetate. Testele
de laborator se efectuează fie în incinte sau vase de fermentare cu alimentare continuă, fie
33 cu alimentare în șarje. Scopul testelor de laborator este optimizarea procesului de
fermentare anaerobă în condiții de aplicabilitate practică, pentru stabilirea unui echilibru între
35 condițiile optime de fermentare și balanța cost-beneficiu a întregului proces.

Montajele de laborator sunt utilizate pentru experimente de fermentare cu alimentare
37 în șarje, iar vasele de fermentare sunt amplasate fie în baie de apă, fie în etuvă cu încălzire,
pentru asigurarea regimului termic constant, în domeniul mezofil sau termofil impus. Volumul
39 de biogaz generat în proces este contorizat prin metoda dezlocuirii, adică prin determinarea
zilnică a volumului de apă dezlocuit de biogazul care se acumulează la baza unui cilindru
41 imersat în apa aflată într-un vas, cilindru fiind dispus inversat.

Bioreactoarele de laborator, pe lângă costul de fabricație foarte ridicat, sunt destinate
43 unor aplicații multiple, precum culturi de celule în mediu aerob sau anaerob, fermentării
microbiene cu aplicații de cercetare în domeniul biocombustibililor de tip bioetanol, biodiesel,
45 dar nu sunt dedicate exclusiv procedeelelor de fermentare microbială anaerobă cu producere
de biogaz și nu sunt dotate cu sistem de spălare/purificare biogaz. În plus, aceste bioreac-
47 toare nu au prevăzut un sistem de captare, stocare și contorizare biogaz.

RO 133499 B1

| | |
|---|--|
| Soluțiile tehnice de laborator menționate anterior prezintă unele dezavantaje, dintre care pot fi subliniate următoarele: | 1 |
| - bioreactoarele de laborator nu sunt concepute exclusiv pentru teste de fermentare anaerobă ci sunt dotate cu diverse facilități care le permit utilizarea în aplicații diverse, în special pentru fermentare microbiană aerobă și pentru culturi celulare, însă această configurație complexă ridică foarte mult costul de fabricație și de mentenanță al echipamentului; | 3 5 7 |
| - încălzirea se realizează prin intermediul unei plite electrice amplasate la baza vasului de fermentare, sau prin intermediul unui panou de încălzire vertical, asigurarea temperaturii constante în incintă implicând necesitatea omogenizării continue a masei de fermentare; | 9 |
| - nu sunt dotate cu sistem de purificare biogaz care au rolul de reținere a bioxidului de carbon și hidrogenului sulfurat în scopul concentrării biogazului în metan; | 11 |
| - nu prezintă componenta de stocare biogaz care permite evaluarea calitativă și cantitativă a biogazului generat în proces. | 13 |
| Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui model experimental de laborator destinat exclusiv proceselor de fermentare anaerobă a biomasei cu producere de biogaz, care permite efectuarea simultană a două experimente de fermentare anaerobă, amplasarea într-un sistem unitar a tuturor componentelor necesare procesului tehnologic, cu elementele componente dispuse etajat, ce includ atât componenta de fermentare, cât și componentele de spălare a biogazului și de stocare în recipiente flexibile, impermeabili la metan, prevăzuți cu valvă și sistem de prelevare biogaz pentru analiză chimică; asigurarea încălzirii constante a substratului de biomasă prin intermediul unui conductor electric înfășurat pe suprafața cilindrică a corpului fiecărei incinte, cu control de temperatură unitar asigurat de un controller comandat de un microprocesor; omogenizarea substratului organic de biomasă mărunțit anterior astfel încât particulele solide să se mențină în suspensia organică, este asigurată prin intermediul hidrodinamicii naturale create de gazele de fermentare. | 15 17 19 21 23 25 27 |
| Modelul experimental pentru testarea potențialului de biometan al biomasei, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate prin aceea că integrează într-un sistem unitar toate componentele procesului tehnologic, amplasate etajat pe trei nivele fixate pe un stand de susținere având lungimea 1200 mm și înălțimea 1760 mm, pe nivelul inferior fiind amplasate două incinte de fermentare confecționate din inox, fiecare având volumul de 5 L, fiind prevăzute cu gură de alimentare substrat organic de biomasă respectiv ieșire pentru nămolul fermentat, prevăzută cu dispozitiv de închidere, fitting racord pentru gaz, supapă de supra-presiune și manometru pentru indicarea presiunii, incintele de fermentare fiind încălzite electric pentru crearea regimului de temperatură impus, încălzirea fiind realizată individual, pentru fiecare incintă de fermentare, cu câte o manta de încălzire reprezentată de câte un conductor din aliaj pe bază de Fe-Ni, având diametrul de 0,2 mm, rezistența electrică de 150 Ω, izolat din punct de vedere electric într-o membrană de polimer, înfășurat spiralat pe suprafața cilindrică a corpului incinte, distanța între spire fiind de aproximativ 10 mm, astfel încât să asigure un regim de temperatură constant în domeniul $37 \pm 2^\circ\text{C}$, controlul temperaturii realizându-se cu ajutorul unui controller de temperatură comandat printr-un microprocesor ATMEL de tipul AT89C2051-24PI; alimentarea și evacuarea incintelor de fermentare se realizează manual sau cu ajutorul unor pompe de nămol; biogazul generat în incintele de fermentare este purificat prin trecerea fluxului de biogaz prin câte două vase de spălare de tip Drechsel, în total instalația conținând patru vase de spălare, amplasate pe nivelul intermediar al standului de susținere, fiecare vas având volumul util de 500 ml, vasele de spălare fiind realizate din sticlă borosilicată și umplute cu câte 300 ml soluție de hidroxid de | 29 31 33 35 37 39 41 43 45 47 |

RO 133499 B1

1 sodiu 2N; biogazul purificat este colectat în doi recipienți de recoltare biogaz amplasați pe
2 nivelul superior al standului de susținere, câte un recipient de recoltare prevăzut pentru
3 fiecare incintă de fermentare, recipienții având volumul de 5 L, perete multistrat confecționat
4 din două straturi de folie de aluminiu, două straturi de polietilenă și un strat de nylon,
5 recipienții de stocare biogaz fiind prevăzuți cu valvă de suprapresiune din polipropilenă și
6 orificiu de prelevare gaz pentru analiză cromatografică; instalația experimentală este
7 echipată cu un recipient de azot pentru crearea condițiilor de anaerobioză în incintele de
8 fermentare.

9 Invenția prezintă următoarele avantaje:

10 - permite efectuarea de teste de laborator în scop de cercetare și/sau scop didactic,
11 pentru evaluarea potențialului de biometan al diferitelor tipuri de biomasă în vederea
12 proiectării și dimensionării de instalații de biogaz cu aplicabilitate practică în cadrul unor
13 proiecte de dezvoltare;

14 - permite efectuarea simultană a două teste de fermentare anaerobă pentru determi-
15 narea potențialului de biometan al biomasei, acest avantaj oferind posibilitatea efectuării de
16 analize comparative pentru același substrat de fermentare supus unor tratamente mecanice
17 și/sau fizico-chimice preliminare, sau testări simultane pe substraturi organice diferite,
18 reducând astfel durata totală a experimentelor de laborator;

19 - asigură economie de spațiu de lucru prin amplasarea tuturor componentelor
20 necesare procesului tehnologic de fermentare anaerobă într-un sistem unitar, cu elementele
21 componente dispuse etajat;

22 - asigură încălzirea substratului organic de biomasă în regim de lucru mezofil, adap-
23 tabil pentru regim termofil, cu controlul și reglarea temperaturii de - fermentare;

24 - permite purificarea biogazului și concentrarea sa în metan, adică în componenta
25 care asigură valoarea energetică a biogazului;

26 - permite colectarea, stocarea biogazului și prelevarea de probe pentru analiză
27 chimică;

28 - permite contorizarea volumului de biogaz generat prin metode volumetrice,
29 manometrice și cromatografice, precum și evaluarea calitativă a biogazului purificat.

30 În continuare se dă un exemplu de realizare a invenției, pentru un model
31 experimental demonstrativ destinat testării potențialului de biometan al biomasei, în legătură
32 cu fig. 1 care reprezintă schema de principiu a modelului experimental demonstrativ de
33 laborator pentru testarea potențialului de biometan al biomasei.

34 Modelul experimental demonstrativ pentru testarea potențialului de biometan al
35 biomasei, conform invenției este alcătuit din două incinte de fermentare **1**, **2**, confecționate
36 din inox, fiecare având volumul de 5 L, incintele de fermentare fiind încălzite electric pentru
37 crearea regimului de temperatură impus, încălzirea fiind realizată individual, pentru fiecare
38 incintă de fermentare, cu câte o manta de încălzire **3**, reprezentată de câte un conductor din
39 aliaj pe bază de Fe-Ni, având diametrul de 0,2 mm, rezistența electrică de 150 Ω , izolat din
40 punct de vedere electric într-o membrană de polimer, înfășurat spiralat pe suprafața cilindrică
41 a corpului incintei, distanța între spire fiind de aproximativ 10 mm, astfel încât să asigure un
42 regim de temperatură constant în domeniul $37 \pm 2^\circ\text{C}$, controlul temperaturii realizându-se cu
43 ajutorul unui controller de temperatură **4**, comandat printr-un microprocesor ATMEL de tipul
44 AT89C2051-24PI; incintele de fermentare sunt prevăzute cu câte un manometru **5** pentru
45 indicarea presiunii din interior, substratul organic de biomasă depozitat în rezervorul de ali-
46 mentare **6** fiind introdus manual sau prin pompare în incinta de fermentare, iar nămolul fer-
47 mentat fiind evacuat manual sau prin pompare din incinta de fermentare și depozitat în rezer-
48 vorul de evacuare **7**; biogazul generat în incintele de fermentare este purificat prin trecerea

RO 133499 B1

fluxului de biogaz prin câte două vase de spălare **8**, fiecare vas având volumul util de 500 ml, vasele de spălare fiind umplute cu câte 300 ml soluție de hidroxid de sodiu 2N; biogazul purificat este colectat în doi recipienți de recoltare biogaz **9**, câte un recipient de recoltare prevăzut pentru fiecare incintă de fermentare, recipientii având volumul de 5 L, perete multistrat confecționat din două straturi de folie de aluminiu, două straturi de polietilenă și un strat de nylon, recipientii de stocare biogaz fiind prevăzuți cu valvă de suprapresiune din polipropilenă și sistem de prelevare gaz pentru analiză cromatografică; modelul experimental este echipat cu un recipient de azot **10** pentru crearea condițiilor de anaerobioză în incintele de fermentare; componentele modelului experimental sunt integrate într-un sistem unitar prin amplasarea etajată pe un stand de susținere **11** cu trei nivele.

Modelul experimental demonstrativ pentru testarea potențialului de biometan al biomasei funcționează în modul următor: Biomasa prelucrată conform procedurilor cunoscute și inoculată cu material biologic activ, denumită generic substrat organic, este depozitată în rezervorul de alimentare, de unde este alimentată manual sau prin pompare în cele două incinte de fermentare amplasate pe nivelul inferior al standului de susținere. Aerul existent în interiorul incintelor este evacuat prin purjare cu azot. Incintele de fermentare sunt încălzite până la temperatura de fermentare de $37 \pm 2^\circ\text{C}$ prin pornirea regulatorului termic, temperatura de fermentare fiind controlabilă și menținută constantă pe toată durata experimentului, la regimul termic mezofil impus, adaptabil pentru regim termofil. Biogazul generat în cele două incinte de fermentare este evacuat pe la partea superioară a incintelor de fermentare, manometrele instalate pe capacul incintelor asigurând controlul presiunii din interior. Fluxul de biogaz din fiecare dintre cele două incinte care funcționează în paralel este condus prin intermediul unui tub de teflon către sistemul de spălare-purificare biogaz amplasat pe nivelul intermediar al standului de susținere, biogazul proaspăt fiind barbotat în primul vas de spălare ce conține 300 ml soluție NaOH 2N, după care biogazul îmbogățit în metan este condus către cel de-al doilea vas de spălare ce conține 300 ml soluție NaOH 2N sau altă soluție alcalină, în vederea unei purificări avansate. Biogazul purificat, provenit de la fiecare din cele două sisteme de spălare este condus prin intermediul unui tub de teflon către cei doi recipienți de recoltare biogaz amplasați pe nivelul superior al standului de susținere, câte un recipient de recoltare pentru fiecare sistem de două vase de spălare-purificare biogaz. Volumul de biogaz colectat în fiecare din cei doi recipienți de recoltare este cuantificat zilnic pe durata testelor de fermentare și este determinat cantitativ fie prin metoda volumetrică, fie manometrică sau cromatografică, calitatea biogazului fiind evaluată prin prelevarea de probă și analiză cromatografică.

Invenția este destinată activităților de cercetare fundamentală și aplicativă, dezvoltare tehnologică și inovare în domeniul valorificării biomasei de diferite proveniențe pentru producere de biogaz și fertilizanți ecologici.

Invenția se aplică tratării anaerobe, în regim de temperatură mezofil ($37 \pm 2^\circ\text{C}$), adaptabil și pentru regim termofil, a biomasei de tip fracțiunea biodegradabilă a produselor, deșeurilor și reziduurilor de origine biologică din agricultură, silvicultură și industriile conexe, pescuit și acvacultură, inclusiv biomasă algală, precum și fracțiunea biodegradabilă a deșeurilor industriale și municipale.

RO 133499 B1

Revendicare

1

3

5

7

9

11

13

15

17

19

21

23

25

27

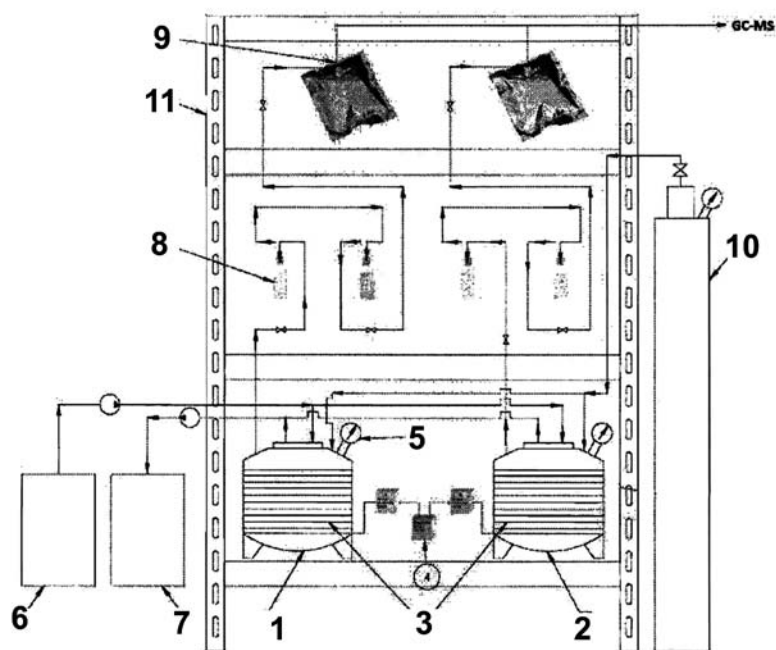
29

Model experimental pentru testarea potențialului de biometan al biomasei, constituit din incinte de fermentare, rezervor de alimentare cu biomasă, rezervor de evacuare pentru nămolul fermentat, vase de spălare pentru biogaz și vase de colectare a biogazului obținut, **caracterizat prin aceea că**, este alcătuit din două incinte de fermentare **(1)** și **(2)**, confecționate din inox, fiecare având volumul de 5 L, incintele de fermentare fiind încălzite electric pentru crearea regimului de temperatură impus, încălzirea fiind realizată individual, pentru fiecare incintă de fermentare, cu câte o manta de încălzire **(3)**, reprezentată de câte un conductor din aliaj pe bază de Fe-Ni, având diametrul de 0,2 mm, rezistența electrică de 150 Ω , izolat din punct de vedere electric într-o membrană de polimer, înfășurat spiralat pe suprafața cilindrică a corpului incintei, distanța între spire fiind de aproximativ 10 mm, astfel încât să asigure un regim de temperatură constant în domeniul $37 \pm 2^\circ\text{C}$, controlul temperaturii realizându-se cu ajutorul unui controller de temperatură **(4)**, comandat printr-un microprocesor ATMEL de tipul AT89C2051-24PI; incintele de fermentare fiind prevăzute cu câte un manometru **(5)** pentru indicarea presiunii din interior, substratul organic de biomasă depozitat în rezervorul de alimentare **(6)** fiind introdus manual sau prin pompare în incinta de fermentare, iar nămolul fermentat fiind evacuat manual sau prin pompare din incinta de fermentare și depozitat în rezervorul de evacuare **(7)**; biogazul generat în incintele de fermentare este purificat prin trecerea fluxului de biogaz prin câte două vase de spălare **(8)**, fiecare vas având volumul util de 500 mL, vasele de spălare fiind umplute cu câte 300 mL soluție de hidroxid de sodiu 2N; biogazul purificat fiind colectat în doi recipiente de recoltare biogaz **(9)**, câte un recipient de recoltare prevăzut pentru fiecare incintă de fermentare, recipientii având volumul de 5 L, perete multistrat confecționat din două straturi de folie de aluminiu, două straturi de polietilenă și un strat de nylon, recipientii de stocare biogaz fiind prevăzuți cu valvă de suprapresiune din polipropilenă și sistem de prelevare gaz pentru analiză cromatografică; modelul experimental este echipat cu un recipient de azot **(10)** pentru crearea condițiilor de anaerobioză în incintele de fermentare; componentele modelului experimental sunt integrate într-un sistem unitar prin amplasarea etajată pe un stand de susținere **(11)** cu trei nivele.

(51) Int.Cl.

C02F 11/04 (2006.01);

G01N 33/00 (2006.01)



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 243/2022