



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2019 00773**

(22) Data de depozit: **20/11/2019**

(41) Data publicării cererii:
28/05/2021 BOPI nr. **5/2021**

(71) Solicitant:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
INGINERIE ELECTRICĂ ICPE-CA,
SPLAIUL UNIRII NR.313, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **MATEESCU CARMEN,
CALEA 13 SEPTEMBRIE NR.102, BL.48 A,
SC.1, ET.7, AP.26, SECTOR 5,
BUCUREȘTI, B, RO;**

• **DIMA ANDREEA DANIELA, STR.MORII,
NR.31, SAT STEJNICU,
COMUNA TÎRGUȘORU VECHI, PH, RO;**
• **LUNGULESCU EDUARD MARIUS,
STR.PRELUNGIREA GHENCEA, NR.285A,
AP.3, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **MILITARU ADRIAN, STR. ROTUNDĂ
NR. 15, BL. H23, SC. 2, AP. 28, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO**

(54) **PROCEDEU DE STIMULARE A PRODUCȚIEI DE BIOGAZ
ȘI BIOMETAN ÎN PROCESE DE CODIGESTIE**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de stimulare a producției de biogaz și biometan în procese de codigestie a biomasei în bioreactoare anaerobe cu alimentare în șarjă sau cu alimentare continuă. Procedeu conform invenției utilizează un aditiv de biomasă microalgală din specia *Chlorella vulgaris* adăugat la substratul de fermentare în concentrație de 5% raportat la masa de solide totale, substratul de fermentare reprezentat de un amestec format din rădăcină de sfeclă, reziduuri de cartof, siloz deporumb, gunoi de grajd și dejecții de păsări fiind inoculat cu digestat lichid, întreg procesul de codigestie având loc într-o instalație care conține un număr determinat de vase de fermentare confecționate din sticlă brună cu capacitate prestabilită, conectate de tuburi de Teflon fixate etanș de câte un sac de

colectare gaz, sacii fiind suspenși pe un suport cadru iar vasele de fermentare fiind scufundate într-o baie de apă termostată și condiționate la temperatura de $37 \pm 1^\circ\text{C}$ pe o durată de fermentare de 60 zile, producțiile de biogaz și de biometan fiind cuantificate și analizate cu un cromatograf de gaze dotat cu detector FID și un sistem de măsurare a volumului de gaz prin metoda dislocuirii, care permit evaluarea comparativă calitativă și cantitativă a efectului stimulator al aditivului de biomasă microalgală asupra producției de biogaz și biometan.

Revendicări: 1
Figuri: 2



Procedeu de stimulare a producției de biogaz și biometan în procese de codigestie

Prezenta invenție se referă la un procedeu de stimulare a producției de biogaz și biometan în procese de codigestie a biomasei în bioreactoare anaerobe cu alimentare în șarjă sau cu alimentare continuă. Procedeu se aplică materialelor lichide, semi-lichide și solide cu conținut de componente organice care pot fi valorificate energetic, precum: nămoluri, inclusiv nămoluri lichide, semi-lichide sau solide; ape reziduale industriale cu încărcare organică; biomasă vegetală și algală; gunoi de grajd; deșeuri organice menajere, agricole și industriale; uleiuri și grăsimi reziduale, etc. Substratul de fermentare, adică materialul supus fermentării în condiții anaerobe, prin descompunerea căruia se generează produși de fermentare, respectiv biogaz și nămol fertilizant, poate fi constituit dintr-un singur tip de material, sau din materiale diferite, în cel din urmă caz fiind vorba despre un proces anaerobic de codigestie.

Se cunosc numeroase procedee de stimulare a producției de biogaz și biometan în bioreactoare anaerobe, care vizează fie pretratarea substratului organic prin metode mecanice, termice, chimice și biologice, pentru creșterea gradului de biodegradabilitate, fie utilizarea în codigestie a unor substraturi de fermentare constituite din diferite proporții de reziduuri sau chiar aditivarea substratului de fermentare cu diverși compuși având rol de stimulare a proceselor biochimice din reactorul anaerob [1]. Izumi și colaboratorii săi au aplicat o pretratare de mărunțire mecanică unor deșeuri alimentare pentru a studia efectul dimensiunii particulelor asupra producției de biogaz, constatând că mărunțirea mecanică a deșeurilor a determinat o creștere a solubilizării fracției organice cu 40%, care a condus la o producție de biogaz cu 28% mai ridicată față de producția dată de proba nemărunțită [2]. X. Liu și echipa sa de cercetare au determinat efectul pretratării termice asupra fracției organice a deșeurilor municipale solide, constatând că pretratarea termică la temperaturi ridicate are ca efect creșterea gradului de dezintegrare a membranelor celulare, respectiv de solubilizare a compușilor organici, care s-ar putea obține și la temperaturi mai mici (37°C) dar la un timp de pretratare mult mai îndelungat [3]. Ariunbaatar a studiat pretratarea chimică acidă a unor substraturi lignocelulozice și a evidențiat faptul că prin această metodă structurile celulozice se dezintegrează în fragmente de monozaharide care sunt mai ușor hidrolizate de microorganismele hidrolitice [4]. Kim și colaboratorii au studiat efectul pretratării alcaline asupra unor materiale lignocelulozice și au demonstrat că acest tip de pretratare favorizează degradarea selectivă a ligninei, fără a degrada carbohidrații, crescând astfel porozitatea substratului de fermentare și implicit hidroliza enzimatică [5]. Maragkaki și colaboratorii săi au arătat că adaosul de resturi alimentare și ape reziduale organice la nămolul de epurare poate crește producția de biogaz în procese de codigestie [6].

Soluțiile tehnice de optimizare menționate anterior prezintă unele dezavantaje, dintre care pot fi subliniate următoarele:

- Pretratarea mecanică a materialului rezidual prezintă consumuri energetice ridicate și necesitatea dotării bioreactorului cu echipamente auxiliare costisitoare (mori, concasoare, blendere etc.);

- Pretratarea termică a materialului rezidual prezintă consumuri energetice ridicate, inactivarea unei părți din microbiota de fermentare, pierderea unei părți din materialul organic volatil, riscul de îngroșare a substratului de fermentare prin evaporarea apei, afectând conținutul de solide totale și îngreunând procesul de fermentare anaerobă;

- Pretratarea chimică acidă sau alcalină a materialului rezidual prezintă riscul de inhibare a populațiilor microbiene ca urmare a efectului toxic generat de agentul chimic de pretratare, corodarea materialelor din care este confecționat bioreactorul, costuri suplimentare cu materiile prime etc.;

- Pretratarea enzimatică implică utilizarea de amestecuri bioactive de funghi și bacterii, care necesită resurse umane de specialitate pentru pregătirea și dozarea acestora în condiții de siguranță, cu evitarea riscului de contaminare a personalului;

- Stimularea producției de biogaz prin fermentarea simultană a diverselor amestecuri de materiale reziduale necesită infrastructură și spațiu de lucru adecvate care să permită efectuarea de teste simultane în condiții de triplicat;

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui procedeu de stimulare a producției de biogaz și biometan în procese de codigestie utilizând un substrat de fermentare format dintr-un amestec de deșeuri agro-zootehnice (rădăcină de sfeclă de zahăr, reziduuri de cartof, siloz de porumb, gunoi de grajd și dejecții de păsări), inocul de digestat lichid și aditiv de biomasă microalgă din specia *Chlorella vulgaris*, rolul aditivului fiind de furnizare aport de fitocatalizatori care să accelereze procesele biochimice de degradare a macrostructurilor organice (proteine, carbohidrați, lipide) din componența amestecului de deșeuri și să îmbunătățească potențialul de biogaz al substratului de fermentare.

Procedeul de stimulare a producției de biogaz și biometan în procese de codigestie, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate prin aceea că utilizează un aditiv de biomasă microalgă din specia *Chlorella vulgaris* adăugat la substratul de fermentare în concentrație de 5% raportat la masa de solide totale a substratului, proporțiile de deșeuri agro-zootehnice din substrat fiind stabilite astfel încât raportul carbon/azot să se situeze în intervalul 20-25, concentrația solidelor totale în masa de fermentare fiind stabilită la 10%, iar cantitatea de material de inocul fiind de 1/3 din masa totală de fermentare. Experimentele de laborator pentru determinarea stimulării producției de biogaz prin teste de codigestie au fost desfășurate instalație experimentală de laborator precum cea reprezentată în figura 1, constând din 8 vase de fermentare confecționate din sticlă brună, fiecare având volumul de 240 ml, conectate prin intermediul unor conectori confecționați din alamă nichelată și cuplu din policarbonat cu îmbinare rotativă la 90° de tuburi de Teflon fixate etanș de câte un sac de colectare gaz, de capacitate 5 litri, suspențați pe un suport cadru, vasele de fermentare fiind scufundate până la gât într-o baie de apă termostată pentru asigurarea unei temperaturi constante de fermentare de $37 \pm 1^\circ\text{C}$ pe o durată totală de fermentare de 60 zile. În paralel cu proba de substrat aditivat, o probă martor de substrat de fermentare pregătit identic cu cel descris anterior dar fără adaos de aditiv de biomasă microalgă a fost supus experimentelor de fermentare anaerobă în vas de fermentare și în condiții identice cu cele descrise anterior astfel încât evaluarea acțiunii aditivului microalgă asupra producției de biogaz, pe durata totală de fermentare de 60 zile, să poată fi determinată prin teste comparative de producție de biogaz și de biometan.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- Este un proces care se poate aplica atât cercetărilor de laborator, cât și procedeelor industriale cu tehnologie prin alimentare în șarjă sau continuă și nu implică operații de condiționare consumatoare de energie, precum pretratare mecanică sau termică la temperaturi ridicate;
- Nu necesită consum de substanțe chimice agresive (acizi sau baze) care ar putea dăuna microorganismelor fermentative;

- Utilizează ca aditiv pentru stimularea producției de biogaz și biometan, biomasa microalgală reziduală după extracția de lipide prin bioprocésare, susținând astfel valorificarea completă a biomasei microalgale, respectiv bioeconomia circulară;
- Nu implică pretratarea cu compuși bioactivi pe bază de microorganisme, evitându-se astfel riscul de contaminare a personalului;
- Permite efectuarea simultană de 8-12 teste de fermentare anaerobă, acest avantaj oferind posibilitatea efectuării de analize comparative pentru același substrat de fermentare supus unor pretratari preliminare, sau testări simultane pe substraturi organice diferite, reducând astfel durata totală a experimentelor de laborator.

În continuare se dă un exemplu de realizare a invenției, pentru un procedeu de stimulare a producției de biogaz și biometan prin teste de codigestie utilizând un aditiv de biomasă microalgală din specia *Chlorella vulgaris* rezultată ca reziduu după extracția de lipide, aditivul de microalgă fiind adăugat la substratul de fermentare în concentrație de 5% raportat la masa de solide totale, substratul de fermentare pentru experimentul de codigestie fiind reprezentat de un amestec format din 10% rădăcină de sfeclă, 10% reziduuri de cartof, 20% siloz de porumb, 30% gunoi de grajd și 30% dejecții de păsări (procente de masă), materialul organic fiind inoculat cu digestat lichid rezultat de la o instalație de biogaz industrială care tratează diverse tipuri de deșeuri și ape uzate de la procesarea cărnii, deșeuri vegetale și nămol de epurare, raportul masic dintre inocul și substratul organic fiind de 1:3, concentrația solidelor totale TS în masa de fermentare fiind de 10%, la amestecul astfel creat fiind adăugată apă de diluție pentru obținerea unui volum de substrat de fermentare de 150 ml, în total 8 vase de fermentare confecționate din sticlă brună 1 și fiecare având volumul de 240 ml fiind alimentate cu câte 150 ml substrat de fermentare (3 probe aditivate cu biomasă microalgală de *Chlorella vulgaris* și 3 probe neaditivate), iar 2 vase de fermentare fiind alimentate cu material de inocul pentru ca rezultatele producției de biogaz și biometan a substraturilor de fermentare să poată exclude producția de biogaz și biometan generată de inocul, vasele de fermentare fiind purjate cu azot timp de 2 minute pentru crearea condițiilor de anaerobioză, apoi închise etanș și conectate cu ajutorul unor conectori 2 confecționați din alamă nichelată și cuplu din policarbonat cu îmbinare rotativă la 90° de tuburi de Teflon 3 fixate etanș de câte un sac de colectare gaz 4, de capacitate 5 litri, sacii fiind suspenși pe un suport cadru 5, iar vasele de fermentare fiind scufundate într-o baie de apă termostată 6 pentru asigurarea unei temperaturi constante de fermentare de 37±1°C pe o durată totală de fermentare de 60 zile, biogazul generat fiind prelevat și analizat de 3 ori pe săptămână, atât din punct de vedere calitativ în ceea ce privește conținutul în biometan, utilizând un cromatograf de gaze tip Varian 450, dotat cu detector de ionizare în flacără (FID), calibrat în prealabil cu metan standard și echipat cu coloană capilară de polaritate redusă, cât și cantitativ, cuantificarea producției de biogaz realizându-se după fiecare analiză calitativă prin metoda dislocuirii nivelului de apă dintr-un cilindru imersat cu baza în sus, iar determinarea volumului de biometan făcându-se pentru fiecare analiză din rezultatele volumelor de biogaz și concentrațiilor de metan aferente. Creșterea producției de biometan pentru exemplul dat este de 20,83%. Schema etapelor tehnologice ale procedurii de stimulare a producției de biogaz și biometan în procese de codigestie este prezentată în fig. 2.

Invenția este destinată încercărilor de optimizare a producției de biogaz și biometan din deșeuri agro-zootehnice, atât în cercetări fundamentale și aplicative de laborator, cât și în proiecte de dezvoltare tehnologică la beneficiar, cu tehnologie de codigestie cu alimentare în șarjă sau continuă.

Bibliografie:

- [1] Jay N. Meegoda, Brian Li, Kush Patel, Lily B. Wang, *A Review of the Processes, Parameters, and Optimization of Anaerobic Digestion*, International Journal of Environmental Research and Public Health, 2018, 15, 2224; doi:10.3390/ijerph15102224.
- [2] K. Izumi, Y.K. Okishio, C. Niwa, S. Yamamoto, T. Toda *Effects of particle size on anaerobic digestion of food waste* Int Biodeterioration and Biodegradation, 2010, 64, pp. 601-608
- [3] X. Liu, W. Wang, X. Gao, Y. Zhou, R. Shen, *Effect of thermal pretreatment on the physical and chemical properties of municipal biomass waste*, Waste Management, 2012, 32, pp. 249-255
- [4] Ariunbaatar J., Panico A., Esposito G., Pirozzi F., Lens P.N.L. *Pretreatment methods to enhance anaerobic digestion of organic solid waste*, Applied Energy, 2014, 123, pp. 143–156.
- [5] Kim, J.S.; Lee, Y.Y.; Kim, T.H. A review on alkaline pretreatment technology for bioconversion of lignocellulosic biomass, Bioresource Technology, 2016, 199, pp. 42–48.
- [6] Maragkaki A.E., Vasileiadis I., Fountoulakis M., Kyriakou A., Lasaridi K., Manios T., *Improving biogas production from anaerobic co-digestion of sewage sludge with a thermal dried mixture of food waste, cheese whey and olive mill wastewater*, Waste Management, 2018, 71, pp. 644-651.

Revendicare

Procedeu de stimulare a producției de biogaz și biometan în procese de codigestie, caracterizat prin aceea că utilizează un aditiv de biomasă microalgală din specia *Chlorella vulgaris* rezultată ca biomasă reziduală după extracția de lipide, aditivul de microalgă fiind adăugat la substratul de fermentare în concentrație de 5% raportat la masa de solide totale, substratul de fermentare pentru experimentul de codigestie fiind reprezentat de un amestec format din rădăcină de sfeclă, reziduuri de cartof, siloz de porumb, gunoi de grajd și dejecții de păsări, materialul organic fiind inoculat cu digestat lichid, experimentul de codigestie realizându-se într-o instalație experimentală de laborator constând din vase de fermentare (1) confecționate din sticlă brună, fiecare având volumul de 240 ml, conectate prin intermediul unor conectori (2) confecționați din alamă nichelată și cuplu din policarbonat cu îmbinare rotativă la 90° de tuburi de Teflon (3) fixate etanș de câte un sac de colectare gaz (4), de capacitate 5 litri, sacii fiind suspendați pe un suport cadru (5) iar vasele de fermentare fiind scufundate într-o baie de apă termostată (6) și condiționate la temperatura de $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ pe o durată totală de fermentare de 60 zile, producția de biogaz și de biometan fiind cuantificate și analizate cu un cromatograf de gaze dotat cu detector FID și un sistem de măsurare volum de biogaz prin metoda dislocuirii, ce permit evaluarea comparativă calitativă și cantitativă a efectului stimulativ al aditivului de biomasă microalgală asupra producției de biogaz și biometan.

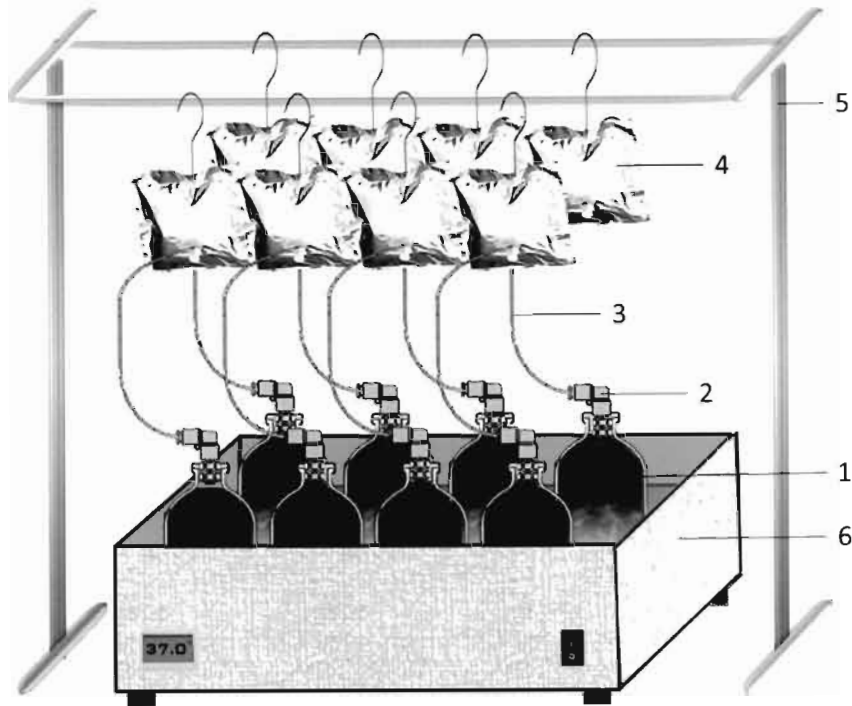


Figura 1

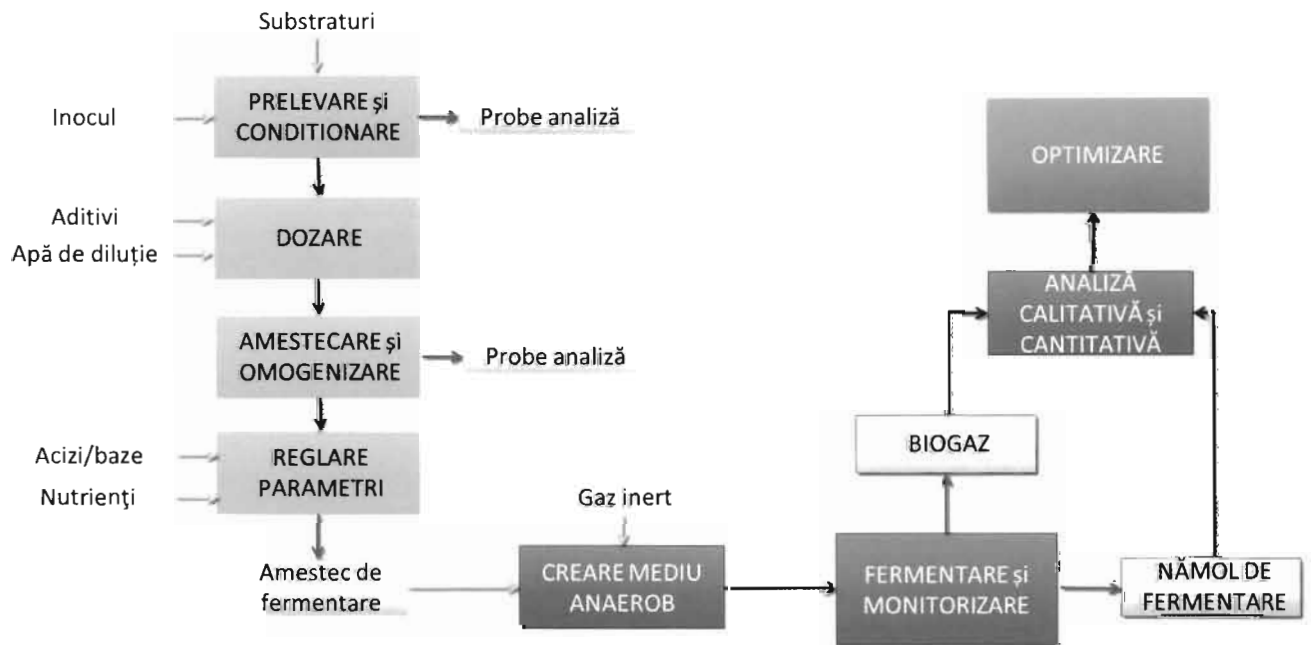


Figura 2

Handwritten signature