

Invenția se referă la bioenergetică, și anume la un procedeu de obținere a biogazului.

Invenția poate fi utilizată pentru generarea energiei termice și electrice, pentru alimentarea motoarelor cu ardere internă ale automobilelor, pentru termoficare, precum și în calitate de materie primă în procesele de sinteză chimică. Este cunoscut procedeu de obținere a biogazului, care include omogenizarea prealabilă a deșeurilor agricole. Omogenizarea deșeurilor se efectuează periodic într-un spațiu închis cu introducerea lor dozată în loturi mici pentru separare, în procesul separării deșeurilor în componente o parte a fracțiunii lichide se îndreaptă prin scurgere pentru utilizarea separată, iar înainte de introducerea componentelor biodegradabile ale deșeurilor în rezervorul de producere a biogazului în compoziția acestora se adaugă substanța organică solidă formând în totalitate masa de fermentare [1].

Acest proces este complicat, se realizează în mai multe faze și necesită un volum mare de muncă.

Cel mai apropiat după esența tehnică și rezultatul atins este procedeu de obținere a biogazului, care include fermentarea anaerobă cu surplus de nămol activ și adausul la acesta a bălegarului vitelor cornute mari [2].

Și acest procedeu nu este efectiv și este dependent de ciclul lung de fermentare.

Sarcina soluționată de prezenta invenție constă în ridicarea eficacității fermentării anaerobe a deșeurilor agricole și ale industriei de prelucrare cu asigurarea măririi cantității de metan în biogazul obținut și accelerarea procesului de fermentare.

Esența procedurii propus de obținere a biogazului constă în fermentarea anaerobă în condiții mezofile a biomasei ce conține un substrat organic cu adaos de bălegar de vite mari cornute, cu obținerea biogazului, totodată în calitate de substrat organic se utilizează borhotul rezultat de la distilarea alcoolului etilic, totodată în borhot se introduce materie primă vegetală cu conținut de sclareol sau un produs al prelucrării acesteia cu conținut de sclareol, în cantitate ce asigură 5...10 mg/dm³ de sclareol pur, biomasa este supusă omogenizării hidrodinamice cavitaționale, iar fermentarea se efectuează la temperatura de 33±2 °C timp de 2...4 zile.

În calitate de materie primă vegetală cu conținut de sclareol se utilizează deșeurile de la extragerea uleiului eteric din Salvia sclarea L, care conține până la 3% de sclareol rezidual.

În calitate de produs al prelucrării materiei prime vegetale cu conținut de sclareol se utilizează concretul, care conține până la 30% de sclareol.

Conform procedurii, raportul dintre borhot și bălegar este respectiv de 1: (0,3...0,5).

Omogenizarea hidrodinamică cavitațională a biomasei se efectuează până la dispersarea în particule mai mici de 0,03...0,05 mm.

Rezultatul constă în majorarea eficacității fermentării anaerobe, cu asigurarea majorării cantității de metan în biogazul obținut, precum și accelerarea procesului de fermentare.

Cavitația hidrodinamică asigură omogenizarea și amestecarea sedimentului de particule suspendate până la starea coloidal-lichidă. Sub impactul cavitației direcționate și dirijate în materia biologică se rup legăturile complicate ale fibrelor organice la nivel molecular (lignina, celuloza, părți de semințe, rămășițele nedigerate ale hranei vitelor cornute mari, părți ale plantei salvia). În consecința acestui proces, se mărește gradul de dispersie a materiei prime biologice, particulele acesteia micșorându-se până la 0,03...0,05 mm și mai mici. Astfel pentru toate tulpinile de bacterii participante la formarea biogazului le este mai ușor procesul de degradare a materiilor biologice la toate fazele, dat fiind că structura compactă a acestora este distrusă și corespunzător se mărește suprafața de acoperire a materiei biologice cu bacterii.

Totodată, cele mai importante rezultate pozitive la introducerea în biomasă a stimulentei fermentării din clasa substanțelor biologice active – sclareolul, și tratarea cavitațional-destructivă a materiei biologice până la introducerea în bioreactor se referă la următorii indicatori:

- mărirea gradului de mărunțire și dispersare atât a materiei prime, cât și a adaosului vegetal de salvia cu conținut de sclareol contribuie la înmulțirea particulelor puternic dispersate la suprafața de interacțiune a masei biologice cu microorganismele în bioreactor, ceea ce duce la intensificarea producerii biogazului;
- aceste două procese concomitente cu acțiuni intensificatoare asupra fermentării microbiologice, și anume omogenizarea biomasei și stimularea cu substanță biologic activă se completează unul pe altul manifestând efect sinergic, fapt care ridică și mai mult eficacitatea procesului de fermentare și emisia de gaz în raport cu acțiunea separată a fiecărui proces;
- în procesul destrucției biomasei din materiile celulare și subcelulare se eliberează mai intensiv substanțele stimulente, biologice active, și enzimele naturale, care sunt catalizatori biologici ai fermentării biomasei. În definitiv acest efect conduce la creșterea volumului de biogaz produs și a conținutului de metan în acesta;
- datorită prezenței microadaosurilor de substanță biologic activă și măririi gradului de dispersie a biomasei, aspecte care intensifică procesele fermentării anaerobe, concomitent se reduce timpul de fermentare a biomasei. În consecință apare posibilitatea reducerii dimensiunilor bioreactoarelor, fapt care presupune economii importante de cheltuieli pentru construcțiile capitale;
- omogenizarea suspenției mărește esențial procesele schimbului și transferului de masă în spațiul bioreactorului, fapt care stabilizează procesele biologice, previne spumarea și flotarea segmentelor vegetale în partea superioară a bioreactorului. Toate acestea reduc probabilitatea formării zonelor stagnante în bioreactor și ridică eficacitatea utilizării întregului spațiu de lucru al bioreactorului, corespunzător și eficacitatea totală a procesului biochimic;

- datorită majorării conținutului procentual al metanului în biogaz, care se apropie de conținutul acestuia în gazul natural, crește capacitatea calorică a gazului în cuptoarele de ardere sau la combustia gazului în instalațiile de cogenerare a energiei electrice și termică.

Prelucrarea materiei prime cu conținut de sclareol se efectuează în câteva stadii. La prima dintre acestea, la uzinele etero-oleaginoase, prin antrenarea cu vapori de apă se izolează uleiul volatil din Salvia sclarea, conținutul căruia în flori și frunze constituie până la 3%. În acest proces sclareolul rămâne în reziduul vegetal care se acumulează la uzinele de prelucrare în calitate de deșeu, totodată fiind și o materie primă accesibilă pentru utilizarea în tehnologia biogazului.

Ulterioar reziduul vegetal de salvie poate servi ca materie primă pentru obținerea sclareolului prin extragere cu eter de petrol la fabricile de parfumerie. Produsul intermediar al acestei procesări este un extract de salvie – produs comercial numit concret, care conține cca 30% sclareol. Pentru utilizarea în procesele biochimice metanogene concretul se dizolvă în etanol și se dozează în cantitățile preconizate.

Izolarea sclareolului în condiții industriale din concret se efectuează conform unei scheme cu multe faze, care include separarea sclareolului cu alcool etilic din rășinile de „concret”, îndepărtarea prin extragere cu acetonă a celorlalți compuși secundari ai sclareolului și recristalizarea produsului din etanol. Schema include multe operațiuni auxiliare, procesul este îndelungat și se caracterizează printr-un consum mare de solvenți.

Astfel, utilizarea sclareolului pur extras în procesele biochimice ale fermentării anaerobe pentru obținerea biogazului deși posibilă, este costisitoare. De aceea pentru tehnologia biogazului este economic mai avantajoasă utilizarea reziduurilor vegetale sau semiproduselor intermediare cu conținut de sclareol de la procesarea salviei. Datorită tratării hidrodinamice cavitaționale a particulelor vegetale se asigură un astfel de grad de dispersie și o stare de omogenitate, în care sclareolul din materia vegetală acționează asupra activității vitale a microorganismelor și manifestă efect de stimulare asupra procesului de fermentare practic cu eficiență identică sclareolului pur.

Urmare a acestui efect, utilizarea deșeurilor care se formează la uzinele etero-oleaginoase după extragerea uleiului volatil din salvie, în condițiile omogenizării cavitaționale practic este comparabilă cu eficiența sclareolului pur. Această abordare exclude cheltuielile de exploatare și volumul de muncă pentru purificarea fină a sclareolului, fapt care reduce cheltuielile la utilizarea compusului menționat în tehnologia obținerii biochimice a biogazului.

Acțiunea sclareolului, ca substanță biologic activă, de stimulare a proceselor biochimice este în legătură cu particularitățile și proprietățile grupelor funcționale din structura chimică a moleculelor acestuia (fig. 1), care influențează asupra celulelor microorganismelor accelerând dezvoltarea lor. Acțiunea de intensificare a procesului de fermentare anaerobă a substratului organic se pune pe seama proprietăților antioxidante, antihipoxante și antimutagene, care reduc oxidarea peroxidică a lipidelor, împiedică deteriorarea membranelor celulare ale microorganismelor și contribuie la stabilizarea lor. Mecanismul proceselor energetice ale metanogenezei, care decurg în reacțiile biochimice este destul de complex, însă momentele principale sunt stabilite. Astfel obținerea energiei, cel puțin în cazul oxidării H₂ și procesului, conjugat cu acesta, de reducere a CO₂, este în dependență de funcționarea sistemului de transportare a electronilor, care include reductaze și dihidrogenaze ca transportori ai electronilor în procesele biochimice. În special, în calitate de dehidrogenaze au fost identificate hidrogenaza și formatdehidrogenaza.

Un rol anumit în intensificarea acestor procese îl au microadaosurile de sclareol ca substanță biologic activă. Acestea ridică activitatea dehidrogenazei, reduc faza latentă, activează înmulțirea exponențială a asociației de microbi și reduc substanțial faza staționară a dezvoltării acesteia. În legătură cu aceasta, utilizarea microadaosurilor de ingrediente cu conținut de sclareol contribuie la stimularea proceselor biochimice ale metanogenezei și la majorarea cantității de metan din biogaz, ceea ce permite utilizarea mai efectivă și rapidă a deșeurilor agroindustriale cu obținerea biogazului ca sursă alternativă de energie.

Bălgarul de vite mari cornute conține, în medie, apă – 53%, azot – 0,56%, fosfor – 0,33%, potasiu – 0,65%. Substanța organică constituie, în medie, 17,3%. Corespunzător, o tonă de asemenea bălgar conține, calculat la masa uscată, 5,6 kg de azot, 3,3 kg de fosfor, 6,5 kg de potasiu. Biomasa de bălgar conține microorganisme cu potențial biochimic mare și, suplimentar, produse ale digestiei incomplete a hranei vegetale (celuloză, lignină, ș. a.), care similar părților de semințe din borhotul postalcoolic necesită, în cazul proceselor de obținere a biogazului, dispersare mecanică pentru o asimilare mai deplină a biomasei de către microorganisme.

Procesul omogenizării hidrodinamice se poate realiza utilizând cavitațoare industriale de tipul ”Tornado” sau alte instalații, care funcționează pe principiul trecerii amestecului printr-un orificiu inelar, cu o deschizătură îngustă de intrare și o deschizătură de ieșire cu mult mai largă. Căderea de presiune impusă de asemenea soluție constructivă provoacă cavitația, dat fiind că lichidul tinde spre un spațiu mai mare. Tot în acest scop este posibilă aplicarea agitatoarelor – cavitator cu dispozitive rotative de agitare instalate în rezervoare imobilizate. Procedul poate fi dirijat cu dispozitive hidraulice care controlează dimensiunea orificiului de intrare, ceea ce permite ajustarea procesului pentru funcționarea în diferite medii.

Partea exterioară a supapelor de agitare, pe care bulele cavitaționale se deplasează în contrasens pentru a provoca o explozie internă (implozie), este supusă unei presiuni enorme, de aceea se execută din materiale dure sau supradure, spre exemplu din oțel inoxidabil sau stelit. Astfel de instalații cavitaționale suportă condițiile de limită ale cavitației și pot dispersa și omogeniza particulele mecanice care conțin celuloză, pot distruge polimeri, polifenoli, măbind accesibilitatea lor pentru fermentarea microbiologică. Instalațiile se disting prin simplitatea construcției, lejeritatea montării, chiar și în sisteme aflate în funcțiune, de asemenea dispun de o resursă mare de exploatare dat fiind lipsa de elemente dinamice și electrice. Funcționarea lor se caracterizează prin universalitatea aplicării în raport cu

materia inițială. Utilizarea tehnologiei hidrodinamice cavitaționale pentru omogenizarea destructivă în instalațiile de biogaz se deosebește prin productivitate mare și nu necesită cheltuieli mari.

În schema tehnologică, complexul de utilaje a instalației de obținere a biogazului, destructorul de biomasă poate fi instalat între rezervorul de acumulare prealabilă a biomasei și bioreactor (fermentator). Prin intermediul unui utilaj de pompare biomasa se transmite în spațiul de lucru al destructorului. De asemenea este posibilă circulară ciclică și omogenizarea concomitentă a biomasei direct în capacitatea de acumulare prealabilă.

Astfel, se asigură atingerea scopurilor preconizate, destinate accelerării procesului de fermentare în cazul fermentării anaerobe a deșeurilor agricole și ale industriei de prelucrare și majorarea eficienței din contul sporirii cantității de biogaz și a conținutului de metan în compoziția acestuia.

Exemplu de realizare

Borhotul de la distilarea alcoolului s-a amestecat cu bălegar de vite mari cornute (VMC) în proporție de volum 1:0,3 și cu deșeurile vegetale de la extracția florilor și frunzelor uscate de Salvia sclarea cu un conținut de sclareol de 2,35% în cantitate de 10 mg/L, raportat la sclareolul pur. Ulterior s-a omogenizat suspensia cu cavitatorul hidrodinamic până la un grad mediu de dispersare, de 0,3 mm, a particulelor suspendate în faza lichidă. Gradul de dispersie s-a determinat cu microscopul optic. Conținutul de sclareol ca principiu activ stimulent în adaosul de deșeu vegetal de salvie introdus în amestecul de fermentare a fost determinat gravimetric prin extragerea cu eter de petrol și purificarea cu solvenți. Amestecul omogenizat obținut a fost supus fermentării anaerobe în condiții termofile la 33±2°C într-un bioreactor termostat, cu volumul util de 3 dm³. Valoarea inițială CCO a borhotului a fost de 18500 mgO₂/L. Viteza medie pe zi de emisie a biogazului, cantitatea specifică a acestuia calculată la 1,0 kg CCO eliminat, conținutul de metan în biogaz după fermentarea anaerobă s-au determinat în anumite intervale de timp.

În paralel, în regim identic, s-a efectuat experimentul în condițiile celei mai apropiate soluții. Datele obținute au fost introduse în tabel.

Eficacitatea introducerii microadaosului cu conținut de sclareol asupra procesului de fermentare anaerobă a amestecului "borhot postalcoolic + băligar de VMC" Tabel

№ exp.	Condițiile fermentării anaerobe			Eficacitatea fermentării anaerobe		
	Durata fermentării anaerobe a amestecului, zile	Cantitatea de microadaos recalculată în sclareol, mg/L	Raportul de volum (V)	Viteza de emisie a biogazului, dm ³ /zi	Cantitatea specifică de biogaz, m ³ /kg CCO	Conținutul de CH ₄ în biogaz, %
Conform condițiilor propuse						
1	1	10	borhot:băligar 1:0,3	1,8	0,62	83
2	2			3,0	0,65	85
3	3			3,84	0,66	86,5
4	4			3,55	0,63	86
Conform condițiilor prototipului						
5	1	Lipsă	nămol:băligar 1:0,5	0,88	0,48	57
6	2			2,3	0,5	59
7	3			2,96	0,51	60
8	4			2,76	0,49	58

După cum este evident din datele obținute, viteza de emisie a biogazului în condițiile propuse este de 1,3 ori mai mare față de condițiile celei mai apropiate soluții, iar emisia specifică de biogaz a crescut cu 30%. În același timp, conținutul metanului în biogaz a crescut cu aproape 25%. Aceste rezultate caracterizează eficacitatea ridicată a procedurii propuse de obținere a biogazului.