



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 149860

(13) U

(51) МПК

C02F 11/04 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

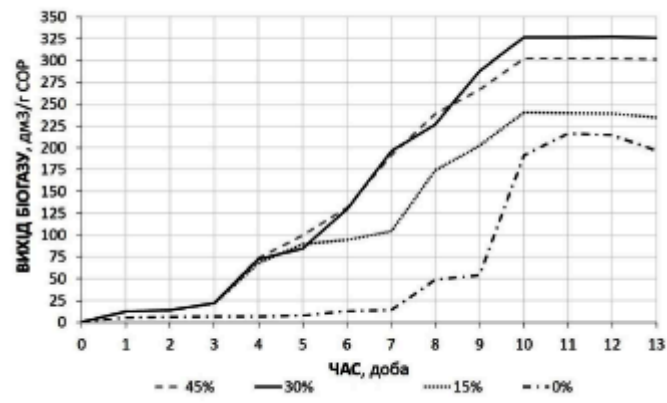
<p>(21) Номер заявки: u 2021 04252</p> <p>(22) Дата подання заявки: 20.07.2021</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 09.12.2021</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 08.12.2021, Бюл.№ 49</p>	<p>(72) Винахідник(и): Черниш Єлізавета Юріївна (UA), Пляцук Леонід Дмитрович (UA), Чубур Вікторія Сергіївна (UA)</p> <p>(73) Володілець (володільці): СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Римського-Корсакова, буд. 2, м. Суми, 40007 (UA)</p> <p>(74) Представник: ГУДКОВ СЕРГІЙ МИКОЛАЙОВИЧ</p>
---	--

(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ БІОПАЛИВА ТА БІОДОБРІВ З ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ

(57) Реферат:

Спосіб одержання біопалива та біодобрив з органічних відходів, що включає подрібнення, нагрівання, гомогенізацію, анаеробне перероблення в реакторі органічних відходів, таких як курячий послід, з відбором біогазу та вивантаженням перебродженої маси з подальшим поділом на рідку та тверду фази, причому до органічних відходів додають целюлозовмісну добавку (вносять сухе опале листя у дозі не менше 30 % за сухою речовиною від маси органічних відходів).

UA 149860 U



Корисна модель, що заявляється, належить до технології перероблення органічних відходів тваринного і рослинного походження, шляхом їх анаеробного зброджування з отриманням біопалива та біодобрив і може бути застосована в сільськогосподарському виробництві.

5 Рослинні та тваринні відходи можуть бути утилізовані як органічний субстрат під час їх сумісного анаеробного зброджування, завдяки чому значно знижується збиток від забруднення навколишнього середовища, та утворюються біогаз та дігестат, що мають порівняно високі економічні показники.

Відомий спосіб отримання біогазу шляхом анаеробного зброджування рослинних решток із високим вмістом лігноцелюлози [пат. Китай № 104357489, МПК С12Р 5/02; С02F 11/04, 2014].
10 Метод передбачає такі етапи: додавання каталізаторів, після подрібнення рослинних решток, для попередньої обробки; змішування попередньо оброблених решток із тваринним гноєм; додавання активного мулу як інокулянту; доведення значення рН до 7,2-8,0; додавання в анаеробний реактор; реалізація процесу анаеробного бродіння при 30-37 °С. Недоліком відомого способу є додавання рослинних залишків, які можуть містити токсичні компоненти,
15 зокрема мулові осади з муніципальних очисних споруд, які у своєму складі містять важкі метали, які діють як інгібітори процесу анаеробного зброджування.

Інший відомий спосіб [пат. Китай № 102173895, МПК С123 5/02; С05F 17/00, 2011], прискорення процесу анаеробного зброджування курячого посліду шляхом внесення додаткового джерела вуглецю у вигляді рослинних залишків (соломи). Спосіб ферментації
20 полягає в компостуванні соломи з подальшим змішуванням її з курячим послідом, та складається з етапів: подрібнення соломи (ручним або механічним способом), змочування подрібненої соломи, перемішування й ущільнення, перенесення компостної суміші із соломи й інокулянта у ферментер; додавання курячого посліду та води для приготування суміші і проведення анаеробної ферментації мокрого типу при температурі 35 °С та перемішуванні з
25 метою отримання метану. Наведені способи отримання біогазу демонструють доцільність сумісної ферментації органічних відходів тваринного та рослинного походження, забезпечення оптимальної пропорції співвідношення вуглецю та азоту під час змішування у різному співвідношенні цих відходів, але при цьому відбувається підкислення зброджуваної маси відходів. Недоліком можна вважати сприяння підкисленню субстрату, що не завжди є
30 доцільним. Все залежить від направленості процесу ферментації, якщо здійснюється збродження таких відходів без етапу метаногенезу, тобто лише фаза ацидогенезу для отримання органічних кислот, то це може бути ефективним. Але якщо здійснюється повний процес анаеробного зброджування, тобто з метаногенезом, то це потребує більш складної технічної реалізації та відповідно окремого проведення кількох стадій збродження із підтримкою
35 різними значеннями рН на кожній стадії.

Відомий спосіб одержання біогазу та біодобрив з органічних відходів, що включає подрібнення, нагрівання, гомогенізацію та анаеробне перероблення органічної сировини у два етапи [пат. України на винахід 64020, МПК С02F 11/00, 2011]. Спосіб передбачає вивантаження
40 перебродженої маси, сепарацію перебродженого розчину, розбавлення до робочої вологості подрібненої органічної маси фільтратом перебродженого розчину або водою. У процесі гідролізації цим способом, мінеральні домішки, які містить органічна маса, осідають у відстійник гідролізатора і зливаються назовні, а гідролізований розчин спрямовується на ферментацію через мацератор, у якому одночасно здійснюється подрібнення твердих частинок. Відомий спосіб оснований на механічному процесі оброблення відходів та підвищенні ефективності
45 експлуатації устаткування, про те недоліком є відсутність обґрунтування біохімічних реакцій, що відбуваються в процесі перероблення органічних відходів під час зміни компонентного складу вихідної сировини, що значно впливає на інтенсивність процесу анаеробного зброджування і показники якісного складу біогазу.

Найближчим до корисної моделі, що заявляється, є спосіб одержання біогазу та біодобрив з
50 органічних відходів, який включає подрібнення, нагрівання, гомогенізацію, анаеробне перероблення в реакторі з відбором біогазу та вивантаження перебродженої маси [пат. України на винахід 29997, МПК С02F 11/04, 2006]. У відомому технічному рішенні підвищення ступеня перероблення органіки та виходу біогазу досягається послідовно спочатку відбуваються процеси гідролізу-кислотоутворення, а потім, процеси метаноутворення. Стабільність процесу
55 анаеробного розкладу органічних речовин у реакторі визначається складністю асоціації різних бактерій, їх співвідношенням та взаємодією.

У реакторі відбуваються мікробіологічні та біохімічні процеси, спрямовані на гідроліз складних багатовуглеводних речовин з утворенням водню, вуглекислого газу, низькомолекулярних жирних кислот, спиртів, низькомолекулярних органічних кислот, щоб на
60 останній стадії розкладу, метаноутворюючі та сульфатредуючі бактерії, використовуючи

5 метаболіти попередніх стадій, продукували CH_4 , CO_2 та H_2S . Кількість та склад газу, який утворюється в результаті повного розкладу органічної речовини залежить від співвідношення C:H:O:N в початковій сировині. Але не обґрунтовано у найближчому аналогу вплив сполук сірки на склад газової фази. Адаже сульфатредуючі бактерії є конкурентними видами для метаноутворюючих і при вмісті у вихідному субстраті значної концентрації сполук сірки в органічній чи в мінеральній формі, можуть вплинути негативно на якісний склад біогазу та зробити його виробництво економічно не доцільним.

10 Основним недоліком найближчого аналогу є незначний рівень вмісту метану в біогазі, що зумовлено використанням відходів виключно тваринного походження, що обмежує не тільки кількісні, але і якісні показники збродження органічних відходів.

15 В основу корисної моделі поставлено задачу поліпшення якісних і кількісних показників збродження тваринних органічних відходів та підвищення вмісту метану в біогазі за рахунок удосконалення відомого способу одержання біогазу та біодобрив з органічних відходів за допомогою додавання целюлозовмісної добавки до тваринних органічних відходів, на стадії попередньої обробки.

20 Поставлена задача вирішується тим, що у відомому способі обробки відходів, що включає подрібнення, нагрівання, гомогенізацію, анаеробне перероблення в реакторі органічних відходів, таких як курячий послід, з відбором біогазу та вивантаженням перебродженої маси з подальшим поділом на рідку та тверду фази, згідно з корисною моделлю, до курячого посліду на стадії попередньої обробки додають целюлозовмісну добавку.

Як целюлозовмісну добавку вносять сухе опале листя у дозі не менше 30 % за сухою речовиною від маси органічних відходів.

25 Завдяки тому, що в мінеральному складі опалого листя, яке пропонується як целюлозовмісна добавка, міститься значний відсоток кальцію, калію, а також присутній магній, які є біогенними елементами і корисні для розвитку анаеробних мікроорганізмів, залучених до метанового збродження. Присутність іонів Ca^{2+} , Mg^{2+} в оптимальній дозі целюлозовмісної добавки дозволяє ефективно протидіяти процесу аміачного інгібування та підвищити якість одержаного біогазу, оскільки в курячому посліді вміст азоту вищий, ніж в інших органічних відходах. В опалому листі міститься значна кількість біополімерів, в тому числі вуглеводів (волокна, вуглеводи тощо) та інших біологічно активних речовин, які є поживним середовищем для розвитку мікроорганізмів, необхідних еколого-трофічних груп. Доцільно використовувати опале листя з територій із низьким рівнем антропогенного навантаження.

Заявлений спосіб здійснюється наступним чином.

35 Суміш таких органічних відходів як курячого посліду разом із целюлозовмісною добавкою, за яку використовують сухе опале листя у дозі не менше 30 % від маси органічних відходів, змішують та подрібнюють до частинок не більше 10 мм. Масу загрузають у біореактор, в якому проходить процес метанового бродіння у мезофільних умовах, тобто зволожують до 92 % та нагрівають до температури 35-37 °С. Протягом перших трьох днів в біореакторі відбувається гідроліз, після чого починаються процеси бродіння, в цей період рН з 8,0-8,5 (гідроліз) змінюється до рН 6,5-7,5 (процес бродіння). З шостої доби починаються процеси газотворення. Максимальний вихід газу відбувається на 10 добу з подальшою стабілізацією до 16 дня. Біогаз, що утворився, збирається у спеціальні ємності. Після анаеробного збродження біопродукт вивантажують із реактора та в процесі відстоювання в окремому блоці відстійника він поділяється на рідку та тверду фази, що є насиченими біогенними речовинами, корисними для розвитку рослин, і відносяться до біодобрива.

45 Концентрація метану в отриманому біогазі може варіюватися від 70 до 78 %.

Приклад виконання способу.

Як субстрат використовують курячий послід з характеристиками, наведеними в таблиці 1, рН початкова - 7,55 та ступінь вологості - 51 %.

Таблиця 1

Характеристики курячого посліду

Суша речовина, %	Загальний нітроген N, %	Масова частка органічної речовини у перерахунку на вуглець C, %	Масова частка загального фосфору P, %	Зольність, %	Стандартне відхилення	C: N співвідношення
48,9	5,8	15,9	42,1	2,3	±0,2	2,74

До 10 кг курячого посліду (70 % від загальної маси в біореакторі) додають 4,3 кг опалого листа (30 % від загальної маси в біореакторі) *Acer platanoides* L. з вмістом лігніну в межах 10-13 % за сухою речовиною та целюлози - 19-21 % за сухою речовиною.

5 Суміш курячого посліду із целюлозовмісною добавкою подрібнюють до розмірів частинок не більше 10 мм та доводять до вологості 92 %. Субстрат нагрівають та гомогенізують в мезофільних умовах.

10 Суміш курячого посліду разом із опалим листям протягом 3 діб піддають гідролізу, що забезпечує інтенсифікацію процесу метаногенезу подальшої анаеробної переробки. В біореакторі підтримують температуру 36 °С, рН 8,0-8,5, прослідковують відсутність утворення кірки на поверхні суміші під час гідролізу.

15 Технологічний режим в біореакторі: T=35-37 °С, рН 6,5-7,5, відсутнє утворення шарів, що плавають, та осаду на дні. Лінійна фаза розвитку процесу газоутворення відбувається у період з 6 по 9 добу, з максимумом виходу біогазу на 10 добу процесу анаеробного збродження та подальшою стабілізацією на одному рівні 326.4-327.0 дм³/г сухої органічної речовини.

На 16-й день інтенсивність утворення біогазу знижується, що свідчить про поступове зниження метаболічної активності метаногенних мікроорганізмів за рахунок зниження вмісту поживних речовин в зброджуваній суміші.

20 Біогаз, що утворився у кількості 42 л, збирається спеціальною ємністю, а рідку зброджену масу використовують як корисні продукти – рідке та твердофазне біодобрива.

Для порівняння проводилося дослідження анаеробного збродження курячого посліду разом із целюлозовмісною добавкою з висušеним опалим листям, з дозами добавки: 15 %, 30 %, 45 % за сухою речовиною, та контрольний дослід, характеристики отриманого біогазу представлені в таблиці 2.

25

Таблиця 2

Склад і властивості біогазу

Параметр	Дозування добавки із опалого листа				Стандартне відхилення
	Без добавки	Курячий послід з добавкою опалого листа (15 % за сухою речовиною)	Курячий послід з добавкою опалого листа (30 % за сухою речовиною)	Курячий послід з добавкою опалого листа (45 % за сухою речовиною)	
Метан, % об.	43–50	62–69	70–78	69–76	±0.2
Водень, % об.	0–1	0–1	0–1	0–1	±0.2
Вуглекислий газ, % об.	32–41	24–38	23–37	29–38	±0.2
Аміак, ppm	93–108	9–12	4–6	4–6	±0.3

Обробка даних у процесі експлуатації реактора для визначення залежності об'єму біогазу від часу за різної дози целюлозовмісної добавки представлена рівняннями регресії у графічній формі (кресл.).

30 Значення целюлозовмісної добавки: інтенсифікація процесу анаеробного збродження пташиного посліду, зменшення лаг-фази процесу (з 7 до 3 діб) та забезпечення отриманням корисних продуктів (рідкого та твердофазного біодобрив).

35 Целюлозовмісна добавка забезпечує зменшення початкової стадії збродження із покращенням об'єму виходу біогазу з високим вмістом метану та отриманням таких корисних продуктів як рідкого та твердофазного біодобрив.

40 Аналіз виробництва відходів птахівництва демонструє перспективний прогноз зростання їх обсягів утворення і високий ресурсний потенціал використання курячого посліду в біоенергетичних цілях. Водночас, важливо вивчити процеси ферментації пташиного посліду разом із целюлозовмісною добавкою, що позитивно впливають на процес ферментації та отримання кращих, якісних і кількісних параметрів одержуваних біопродуктів (біогаз та дигестат).

Проблема утилізації опалого листа в урбоєкосистемах і рослинних залишків у сільському господарстві часто залишається невирішеною. Спалювання рослинних залишків є найменш екологічно безпечним способом поводження з цим видом відходів. Використання опалого листа,

як косубстрату сприятиме поліпшенню стану міських екосистем у сфері сталого використання відходів, додатково до інтенсифікації процесу виробництва біогазу.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

5

1. Спосіб одержання біопалива та біодобрив з органічних відходів, що включає подрібнення, нагрівання, гомогенізацію, анаеробне перероблення в реакторі органічних відходів, таких як курячий послід, з відбором біогазу та вивантаженням перебродженої маси з подальшим поділом на рідку та тверду фази, який **відрізняється** тим, що до органічних відходів додають целюлозовмісну добавку.

10

2. Спосіб одержання біопалива та біодобрив з органічних відходів за п. 1, який **відрізняється** тим, що як целюлозовмісну добавку вносять сухе опале листя у дозі не менше 30 % за сухою речовиною від маси органічних відходів.

