

УДК 631.894:879.4

Павленко С., канд. техн. наук, Ляшенко О., інженер, Філоненко Ю., наук. співроб. (Запорізький науково-дослідний центр з механізації тваринництва ННЦ «ІМЕСГ»)

Закордонні технології анаеробного перероблення органічних відходів

Проведено аналіз найбільш розповсюджених технологій перероблення органічних відходів. Виявлено переваги та недоліки існуючих технологій. Останнім часом набувають поширення системи перероблення відходів, які певним чином поєднують технологічні особливості аеробних і анаеробних процесів.

Ключові слова: аеробний процес, анаеробний процес, органічні відходи, біореактор, технологія, біогаз, метан.

Суть проблеми. Анаеробна переробка органічних відходів – це процес їх зброджування в закритих реакторах без доступу кисню в керованих умовах, який може тривати від двох до кількох тижнів. Основна привабливість: одержання біогазу (з вмістом метану в 45–72%) та рідких органічних добрив, контрольованість за викидами парникових та шкідливих газів. Останнім часом біогазові технології поділяють за видом «фазової» ферментації (з урахуванням вмісту сухої речовини або вологи у вихідному субстраті, особливо коли мова йде про перероблення сільськогосподарських, комунальних відходів, сміття) на традиційну «вологу» та «суху» тверду фракції. Тобто, анаеробне бродіння з ферментаційними субстратами, що містять сухої речовини менше 15% (або вологістю понад 85%), умовно класифікується як «вологе», а з вмістом сухої речовини більше 30% (вологість субстрату коливається у межах 70–75%) – як «сухе» твердофазне зброджування. Технологічні процеси рідкофазної метангенеративності вивчаються й застосовуються досить давно й широко, проте вони мають суттєві недоліки технологічних, організаційних технічних чинників: утилізація збродженої маси в умовах обмежених агротехнічних строків, необхідність підтримки температурних режимів внутрішніх, а іноді й зовнішніх джерел енергії тощо, високі вимоги до підготовки маси.

Дослідженням одержання біогазу з використанням технології твердофазної ферментації приділялося значно менше уваги. Розширення номенклатури оброблюваної сировини, відходів обумовлює необхідність і актуальність розроблення технологічних процесів анаеробного зброджування субстратів зі зниженою вологістю (менш 85%) – твердофазної ферментації. Привабливість технології полягає у зменшенні об'ємів рідкої фракції і частковому її використанні в процесі зброджування, в доступнішому скеровуванню відходів після ферментації, в порівнянні з «вологою» ферментацією, з одночасним одержанням біогазу і добрив, контрольованість екологічного стану. Переваги цієї технології – значно менші капітальні витрати і менша кількість вихідної сировини, ферментація сировини

вологістю 50–60% і одержання біогазу з неї, не обсяжливим вимоги до сортування та підготовки маси. В процесі ферментації не відбувається перемішування, перекачування, не подається свіжа сировина. Фільтрат рідини збирається через дренажну систему і використовується за технологією. При цьому найважливішими й визначальними показниками повноти використання потенціалу є величина часу бродіння, питомі значення виходу біогазу (метану) на одиницю органічної речовини (далі – ОР).

В Україні діють і практично досліджуються установки «вологої» ферментації. Інформації з дослідження «сухої» ферментації і роботи установок зовсім мало.

Мета досліджень – узагальнити напрями та тенденції розвитку технологічних та технічних рішень і засобів твердофазної ферментації органічних відходів тваринництва і рослинництва вологістю менше 80–85% для екологічно безпечного перероблення сільськогосподарських відходів.

Результати досліджень. Перспективи «сухої» ферментації з'являються в напрямках ефективних процесів одержання біогазу з суміші гною сільськогосподарських тварин та рослинної біомаси енергетичних культур – кукурудзи, трави і силосу з них, а також додаткових продуктів: гички буряків, бадилля картоплі, кукурудзи, соняшнику, соломи злакових. За відносно незначних витрат частка гною може становити 25–40%. При сухому бродінні трави з 1 тонни сухої маси можна отримати 6 тис. м³ біогазу з енергетичною цінністю близько 21 МДж/м³, що еквівалентно 12–13 ГДж/га. Під час ферментації близько 60% ОР біомаси перетворюється в біогаз. Залишок використовують як добриво, що є перевагою перед спалюванням. З 1 кг сухої маси вищезазначених продуктів можна отримати близько 0,35–0,50 м³ біогазу з енергетичною цінністю, близькою до біогазу, отриманого з гнойового субстрату.

Біогазові установки «сухої» ферментації розділяють на види:

- за типом організації технологічного процесу (горизонтальні, вертикальні, гаражні, касетні, контейнерні, біобарабани);

- одно-, дво-, багатостадійні за технологічним процесом;
- за значенням робочої температури;
- за використанням внутрішньої рідини (рециркуляція): повне використання рідини в технологічному процесі (з підігрівом і без);
- за способом відбору та збору газу;
- за способом підготовки сировини до технологічного процесу;
- за типом газових сховищ;
- за організацією завантаження та розвантаження.

Розглянемо детальніше деякі біогазові установки.

Установка «Коала» «контейнерного» типу призначена для одержання біогазу та органічних добрив. Установка складається з 28 контейнерів, які заповнюються органічною масою, де проходить процес біогазового зброджування. Контейнери установлені в резервуар, що заповнюється водою з температурою 35–39 °С. Послідовне і регулярно заповнення контейнерів біомасою протягом 28 днів і збір біогазу в газ-

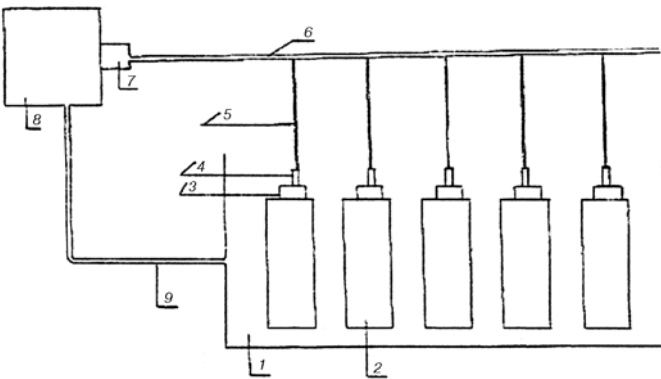


Рис. 1 – Установка «Коала» для одержання біогазу та органічних добрив: 1 – резервуар; 2 – контейнери; 3 – кришка; 4 – зворотний клапан; 5 – гнучкий шланг; 6 – магистральний газопровід; 7 – газовий редуктор; 8 – газовий котел; 9 – трубопровід

гольдер забезпечує ефективність роботи установки, що може працювати в різних режимах – без підігріву, з підігрівом до 40–50 °С. Переваги установки: простота конструкції, компактність, відносна дешевизна, доступність, безпечність. Загальний вигляд установки наведено на рис. 1 [1].

Технологія DRANCO була розроблена у 1983 році в Бельгії. Створенню технології сухого зброджування (dry digestion) сприяли вивчення й оптимізація спонтанних анаеробних процесів, які відбуваються під час тривалого накопичення відходів на звалищах.

В основу розробленої технології DRANCO [2]

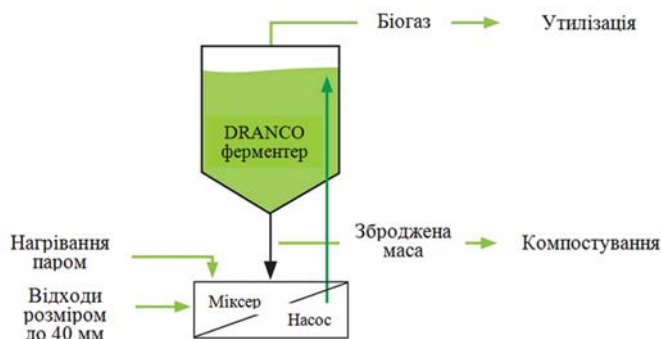


Рис. 2 – Загальна схема технології DRANCO

покладено процес одностадійного анаеробного зброджування (рис. 2) органічних відходів, що завершується нетривалою фазою аеробної стабілізації (компостування) збродженої маси разом з твердими органічними відходами різного походження з метою досягнення безпечності її подальшого використання.

Технологія передбачає можливість зброджування деяких органічних відходів у мезофільному режимі. Вхідна органічна маса попередньо подрібнюється до часток розміром не більше ніж 40 мм і змішується зі збродженою масою у пропорціях 1:6-8. Перед подаванням в реактор субстрат підігривається гарячим паром до температури 35-40 °С для створення мезофільного режиму або до 50-55 °С для забезпечення термофільного режиму. Після надходження субстрату у верхню частину реактора він поступово, у залежності від добової норми подачі, опускається донизу протягом 2-4 днів. Переміщення відбувається виключно за рахунок гравітаційних сил. Примусове перемішування субстрату не виконується, тобто механічне або гідравлічне (пневматичне) змішування не застосовують. Біогаз видаляється через трубопроводи, встановлені в даху реактора, на зберігання чи подальшу обробку.

Зброджена маса видаляється за допомогою гвинтових конвеєрів, розташованих під кінцевою частиною реактора. Переважна частина видаленої маси використовується в рециркуляційному процесі, тобто змішується зі свіжими відходами. Залишкова частина подається на подальшу переробку.

Усереднений термін утримування (average retention time) субстрату в реакторі становить від 20 до 30 діб. Це при тому, що тривалість одного циклу проходження субстрату через реактор становить від 2 до 4 діб. Кінцевими продуктами технологічного процесу є біогаз і органічні добрива.

Переваги та основні положення технології полягають у наступному:

- екологічна безпека процесу оцінюється на рівні вимог до технологічного процесу компостування: зниження неприємних запахів, знезараження патогенної мікрофлори, позбавлення схожості насіння бур'янів;
- наявність достатньо високого вмісту твердих включень в зброджуваній масі, що є ідеальною умовою змішування її з іншими твердими відходами перед подальшим компостуванням, при цьому уникають високовартісних операцій збезводнення і обробки води;
- твердофазне анаеробне зброджування забезпечує зменшення об'єму біореактора або нарощування обсягів перероблення відходів для заданого об'єму біореактора;
- скорочення терміну переробки шляхом зброджування відходів та подальшого компостування;
- виробництво енергії з поновлюваних джерел, економічна зацікавленість.

За станом на 2013 рік в країнах Європи споруджено 24 біоенергетичні установки за технологіями твердофазної ферментації (dry fermentation) компанії DRANCO.

Продовження статті в наступному номері.