

ОРГАНІЧНІ ВІДХОДИ – ЯК СИРОВИНА ДЛЯ КОФЕРМЕНТАЦІЇ В БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ

О.Г. Скляр, к.т.н.,

Р.В. Скляр, к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.*

Постановка проблеми. Крім отримання біогазу та додаткової енергії, біогазові установки вирішують ще кілька важливих завдань. Одне з них – це проблема утилізації органічних відходів. Не секрет, що в результаті господарської діяльності підприємства – очисні споруди, харчові та сільськогосподарські – в тій чи іншій мірі продукують неперероблювані залишки, маса й обсяг яких може досягати значних обсягів.

Відходи тваринництва є одним з найперспективніших джерел отримання енергії шляхом анаеробного бродіння в біореакторах [1-3]. Вони є в будь-якому господарстві, не вимагають попередньої обробки і сортування, їх не важко транспортувати.

Основні матеріали дослідження.

Під поняттям «коферментація» мається на увазі бродіння рідкого або твердого гною разом з іншими органічними речовинами. Коферментаційні установки на сьогоднішній день живлять енергетичними рослинами, тобто рослинами, спеціально вирощеними для біогазових установок та органічними відходами. Серед органічних відходів, які використовуються для коферментації в сільськогосподарських біогазових установках, розрізняють три групи:

- відходи рослинництва та тваринництва,
- відходи переробки і споживання продуктів харчування,
- комунальні органічні відходи.

Основною метою переробки цього типу відходів є отримання вторинної сировини, палаючих речовин або продукції, яку можна використовувати в різних сферах життєдіяльності людини [3-5]. Наприклад, після переробки можна отримати:

- газ для використання в автономних установках обігріву;
- органічні добрива для сільського господарства;
- добавки до кормів для тваринницької або рибної галузі та ін.

При цьому реалізація коферментації на сільськогосподарських підприємствах залежить від таких факторів:

- кількість та якість відходів;
- можливість застосування на власних сільськогосподарських площах;
- рівень техніки, що використовується;

- рівень цін на техніку.

При коферментації з органічними відходами проявляється цікаве об'єднання енергетичної галузі і сфери використання (утилізації) промислових відходів, оскільки з відходів виробляють електрику і тепло (рис.1) [5,6].

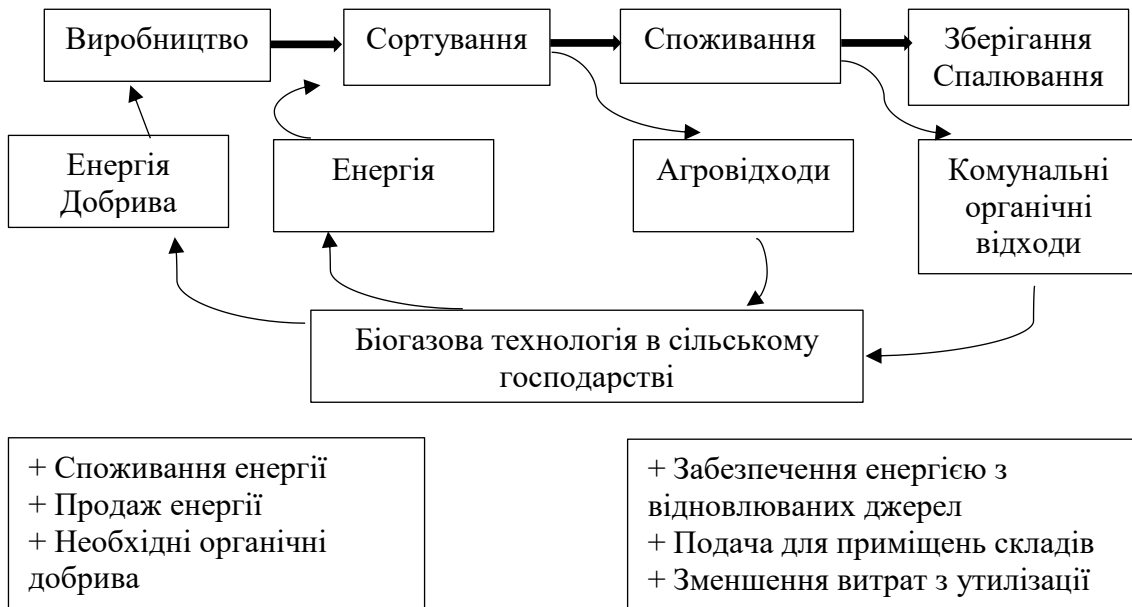


Рис. 1. Біотехнології в круговороті речовин

Продуктами біогазової установки є газ, тверді і рідкі добрива [4-6]. При цьому, вміст живильних речовин в одержаному добриві збільшується на 15% у порівнянні зі звичним гноєм. Таке добриво не містить гельмінтів, хвороботворних бактерій і насіння бур'янів та може застосовуватися без традиційних витримок і зберігання, а рідкий екстракт використовується безпосередньо для поливу кормових трав, овочів тощо. Завдяки використанню вищезазначених добрив можливо збільшити врожайність на 50%.

При змішуванні різних відходів необхідно підтримувати певний рівень рН, співвідношення між вуглецем і азотом, наявність інгібуючих метаногенез з'єднань [4]. Справа в тому, що реакція з утворенням метану може відбуватися тільки в певних умовах. Занадто високий або занадто низький рН перешкоджає окисленню субстрату. Внаслідок цього біогаз містить занадто мало метану або має багато домішок.

Універсальне рішення для такої проблеми – створення енергетичних кооперативів, що складаються з підприємств різних галузей. Для кожного з учасників вирішується проблема утилізації відходів, а вироблений біогаз витрачається на опалення або вироблення електроенергії.

Існуючі в даний час шляхи утилізації або переробки органічних відходів на корми, продукти харчування для людини і виробництва основних компонентів для косметичних засобів знаходяться на краю своїх можливостей. До зберігання органічних відходів підхід дуже

реструктивний. Відходи можна зберігати лише в тому випадку, якщо вони згідно з технічними інструкціями при прожарюванні мають втрати максимум 3%, тобто містять менше 3% органічних речовин. Крім того, згідно із Законом про відходи діють правила переробки органічних відходів.

Органічні відходи принципово підходять для бродіння і коферментації в поєднанні з екскрементами тварин [3]. Особливо для моносубстратів, як, наприклад, глюкол від промислової переробки, для стабільної ферментації рекомендовано використовувати гній ВРХ як «базовий субстрат». Істотною умовою для бродіння моносубстратів є повне забезпечення складного комплексу мікроорганізмів усіма необхідними для життя поживними речовинами і мікроелементами [4].

Косубстрати призводять до змін у складі бродильного субстрату, особливо, що стосується вмісту сухої речовини, поживних і шкідливих речовин. При бродінні шкідливі речовини не грають, як правило, ніякої важливої ролі, проте вони мають значення пізніше при використанні добрива.

У групі органічних відходів вихід газу має велику амплітуду коливань. У рідкісних випадках і лише для деяких установок з переробки біовідходів проводять точний аналіз вихідних субстратів і біологічної сторони процесу.

Субстрати, які утворюються внаслідок виробництва алкоголю, мають надзвичайно високий вміст води і призводять до високої щільності заповнення ферментатора без ефективного виходу газу. Високий вихід газу мають переважно багаті жирами і дуже багаті на цукор речовини як жир з жировловлювача і сокова вода від виробництва крохмалю.

При виборі косубстратів варто також перевірити їх доступність і здатність до тривалого зберігання. До відходів, що в залежності від сезону відносяться, наприклад, барда. Вона вимагає великого об'єму ферментатора, який буде пустувати по закінченню сезону. Таким чином, пред'являються високі вимоги до субстрат-менеджменту підприємства [3].

Якщо субстрати необхідно зберігати тривалий час щоб гарантувати їх поступове використання, то необхідно звернути увагу на придатність для тривалого зберігання. Деякі субстрати схильні до розшарування або переокислення. Всі ці фактори необхідно враховувати в конкретних випадках.

Відходи з-за вмісту в них домішок і шкідливих речовин, а також з міркувань гігієни перед переробкою повинні проходити спеціальну підготовку (таблиця 1). В залежності від складу, домішки необхідно відокремлювати за допомогою сит, магнітних сепараторів або інших пристосувань після чого субстрат подрібнюють і гігієнізують. На практиці кроки по розподілу виконуються для біовідходів. Сортування субстрату відбувається з використанням мішалок або коловратних

вантажних насосів. Обладнання для подрібнення підключається безпосередньо до насосу, що подає. Суміші та біологічні добавки, що ведуть переважно до прискорення анаеробного процесу розкладання до останнього часу не набули широкого поширення в силу їх високої вартості [3,4].

Таблиця 1

Технології попередньої обробки органічних відходів

Способи обробки	Засоби обробки
Сепарація домішок	Сита, повітряні сепаратори, циклон, магнітний сепаратор, преса, поділ вручну
Збагачення субстратів	Механічне (міксер, комбінатор), хімічне (додавання кислот/лугів), біологічне (додавання ензимів), термічне (гігієнізація)
Комбінований метод	Сепарація осаду і плаваючою кірки, механічне збагачення

Коферментаційні установки мають схильність до порушень біологічного процесу, тому що вони працюють з швидкозмінними або швидко розкладаємими субстратами. Щоб процесом можна було добре керувати, необхідно проводити аналізи і використовувати обладнання, що контролює. При належному виконанні будівельних робіт і відповідної експлуатації біогазової установки [4] кількість поломок можна знизити до мінімуму (таблиця 2).

Таблиця 2

Заходи щодо експлуатації без поломок біогазової установки, яка працює на коферментації

Можливість оптимізації роботи підприємства при коферментації	
Почата дія	Наслідки
1	2
Резервуар попереднього зберігання або пристрій, що подає, об'ємом, який достатньо для зберігання протягом 3 днів	Буфер для рівномірної подачі, можливість додавати допоміжні речовини, сепарування грубих непотрібних домішок; в разі необхідності - попереднє зберігання, один з етапів гідролізу; в разі необхідності - попередня аеробна обробка
2-ступеневе бродіння (ферментатори послідовно)	Розподіл кожного з етапів, різна інтенсивність перемішування, застосування різної температури
Розділова стінка в ферментаторі	Зменшення проривання потоку
Температура бродіння 25...28°C	Уповільнення кінетики реакцій, поліпшення буферних властивостей, менший відносний вміст CO ₂ в біогазі
Оптимізація співвідношення C/N	Уникнення дефіциту N або зменшення затримки розвитку від впливу NH ₃
Сталість складу субстрату	Розробка найкраще адаптованих культур

1	2
Підвищення інтервалів подачі	Уникнення різких ривків при завантаженні проміжними продуктами (напр. органічними кислотами)
Поступова подача (концентрація CO ₂ як регульована величина)	Уникнення різких ривків при завантаженні проміжними продуктами (напр. органічними кислотами)
Повторна подача збродженого субстрату	«Заправлення» субстрату бактеріями, поліпшення буферного потенціалу
Покриття сховища з гноєм	Уловлювання залишків бродильних газів

Найчастіше саме на невеликих установках прибуток, який одержується від переробки відходів, не перебиває витрати на відповідне технічне обслуговування і роботу персоналу.

Висновки. Проведені дослідження показують, що для успішного, економічно вигідного коферментаційного процесу в біогазових установках вкрай важливо правильно проаналізувати вихідні матеріали, побудувати ефективний технологічний процес і забезпечити регулярне надходження сировини в достатній кількості. З огляду на те, що відходи різних виробництв мають дуже різноманітні склад і кислотність, потрібно правильно розрахувати суміш відходів для субстрату згідно відповідних вимог.

Список літератури.

1. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Методологія оптимізації ресурсовикористання у тваринництві. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2011. Вип. 11. Т.5. С. 245-251.
2. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Дослідження способів утилізації відходів птахівництва і тваринництва. *Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України: Зб. наукових-праць*. Ніжин, 2019. Вип. 12. С. 298-304.
3. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз роботи біогазових установок. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник*. Вип. № 10 (109). ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. С. 132-138.
4. Skliar A., Skliar R. Justification of conditions for research on a laboratory biogas plant. *MOTROL: Motoryzacja I Energetyka Rolnictwa*. Lublin, 2014. Vol.16. No2. b. P.183-188.
5. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз технологій підготовки залишків після анаеробного бродіння. *Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка*. Харків, 2015. Вип. 156. С. 649-655.
6. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Властивості біодобрив, що отримуються після анаеробної ферментації гною. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2013. Вип. 13. Т.3. С.110-118.