

УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦТВА ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ БІОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Ю. І. Семірненко, к.т.н., доцент,
Сумський національний аграрний університет

Приведені екологічні аспекти використання процесу утилізації гною за рахунок біогазових технологій. Наводяться результати дослідження по визначенню залежності виходу біогазу з гною великої рогатої худоби від часу його збродження відповідно режимам збродження при оптимальній температурі субстрату.

Ключові слова: екологія, утилізація, енергоносії, біоенергетика, біомаса, біогаз, біогазові установки, субстрат, зброджування, залежність.

Постановка проблеми. В даний час гостро стоять проблеми, з вичерпанням традиційних енергоносіїв, і також екологічні проблеми. Вирішення цих проблем можливе за рахунок переходу на використання відновлюваних джерел енергії. Одним із таких джерел є біоенергетика. Біоенергетика має суттєві переваги в порівнянні з викопними видами палива і рядом інших поновлюваних джерел енергії, забезпечуючи енергопостачання, ефективну утилізацію відходів, підвищення рівня життя та добробуту. Енергетичні системи на основі біомаси сприяють сталому розвитку та охороні навколишнього середовища. Серед основних причин необхідності їх широкого застосування слід зазначити доступність, універсальність, відсутність впливу на клімат.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із напрямків використання біомаси у якості палива є застосування біогазових технологій для виробітку енергії та утилізації відходів. Виробництво біогазу досить широко налагоджене в країнах західної Європи і частково впроваджується в Україні, має мету не тільки забезпечення господарств власною енергією, а й вирішення екологічних проблем. Але використання біогазових технологій не завжди є доцільним із-за природно-кліматичних умов регіонів.

Для забезпечення роботи біогазової установки не тільки як утилізатора гнойової біомаси для тваринницької галузі АПК, а й як ефективного джерела виробітку біогазу необхідно порівнювати загальні затрати на виробництво з об'ємами отриманого біогазу. На вказане співвідношення впливає низка факторів, вирішення яких і забезпечує ефективне застосування даних технологій.

Формулювання цілей статті. Одним із способів забезпечення ефективності біогазових технологій утилізації відходів тваринництва для конкретних кліматичних умов є режим збродження субстрату, який забезпечує максимальний вихід біогазу та, відповідно, ефективну утилізацію відходів тваринництва. Тому, метою досліджень є встановлення залежностей виходу біогазу з гною великої рогатої худоби для різних режимів збродження від часу його збродження при оптимальній температурі протікання процесу.

Результати дослідження. Метаногенеза, як процес біосинтезу метану, грає важливу роль в круговороті вуглецю в природі. Залучаючи свідомо в цей процес антропогенні органічні відходи і утилізуючи потім одержуваний біогаз, ми знижуємо навантаження на навколишнє середовище як за рахунок прискорення розкладання відходів і зменшення їх кількості та обсягу, так і за рахунок зниження викидів більш сильного, ніж двоокис вуглецю, парникового газу - метану.

При використанні в якості органічної субстанції гною припиняється емісія метану і закису азоту, яка є обов'язковим супутником традиційного зберігання гною. Крім того, використання гною для виробництва біогазу зменшує викиди вуглекислого газу, по-перше через те, що велика кількість вуглецю переходить в метан, по-друге завдяки заміні викопних видів палива.

Основними екологічними перевагами використання біогазових технологій є:

- зменшення обсягів накопичення відходів і, відповідно, забруднення навколишнього середовища;
- зменшення місцевого забруднення повітря завдяки меншій кількості шкідливих викидів у порівнянні з викопним паливом;
- екологічна безпека місцевості, розташованої в безпосередній близькості від тваринництва;
- екологічна замкнутість виробництва;
- скорочення площ під зберігання відходів тваринництва і, як наслідок, більш раціональне їх використання;
- підвищення родючості ґрунту за рахунок використання біогумусу;
- скорочення термінів утилізації тваринницьких відходів;
- поліпшення епідеміологічної обстановки в результаті загибелі патогенної мікрофлори, що міститься у відходах.

Гній, один з найбільш великотонажних видів органічних відходів, належить до категорії нестабільних органічних контамінантів і за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я є фактором передачі понад 100 видів різних збудників хвороб тварин і людини. Крім того, гній відрізняється високим вмістом екологічно небезпечних речовин: аміаку, сірководню,

меркаптану, фенолу, солей важких металів та ін. За рівнем хімічного забруднення навколишнього середовища в 10 разів більш небезпечний в порівнянні з твердими побутовими відходами.

При переробці гною в біогаз і біогумус крім виходу товарної продукції відбувається також і знезараження продукції, так як анаеробне збродження забезпечує дегельмінтизацію, втрату схожості насіння бур'янів, придушення патогенних форм мікроорганізмів, підвищення удобрювальної цінності продукту, що утилізується і отримання біогазу. Загибель патогенів відбувається не тільки через високу температуру процесу бродіння, а й із-за бактерицидної дії летючих жирних кислот, які утворюються на етапі ацидогенезу.

Кінцевим продуктом при виробництві біогазу з відходів, як і при очищенні стічних вод, також є переброджений залишок - ефлюент, який, будучи ефективним джерелом поживних речовин для вирощування сільськогосподарських культур, можна використовувати як добриво, замінюючи тим самим продукцію нафтохімічної галузі.

Біогазові технології відносять до поновлюваних джерел енергії, тому сировинною базою для їх роботи є відтворювані в природному циклі рослинні або тваринні органомісні біомаси. Використання біогазових установок є перспективним методом утилізації органічних відходів. Але їх застосування в сільськогосподарському виробництві Півночі України, як і країни в цілому, є обмеженим. Це пов'язано з багатьма особливостями їх роботи. Однією з яких є суттєва чутливість органічних речовин до зміни температури всередині робочої ємкості біогазової установки (середня температура повітря січня $-7,5^{\circ}\text{C}$).

Найважливішою проблемою можливості реалізації біогазової технології вважається залежність її ефективності від кліматичних факторів. В першу чергу - температури навколишнього середовища, тому, що використовується в сучасних біогазових установках явище бактеріального метаногенезу виникає при особливих умовах (відсутність кисню, підвищена температура, висока вологість, необхідність безперервної гомогенізації та ін.).

На думку ряду авторів, енергія отриманого біогазу не покриває витрат, необхідних для підтримки даних умов і, відповідно, використовується тільки як утилізатор відходів. Багато в чому дана думка призвела до широкого використання біогазових установок тільки в регіонах і країнах з теплим кліматом.

Показник енергетичної ефективності біогазової технології, як відношення енергії біогазу (E_6) до загальних витрат енергії, необхідних для його отримання (E_B):

$$K_e = \frac{E_6}{E_B} \quad (1)$$

Прийнято, що технологія є енергетично ефективною, якщо $K_e > 1$, тобто кількість отриманої енергії перевищує сукупні витрати на забезпечення технології.

Теплова енергія, яку можна отримати із виробленого біогазу:

$$E_6 = Q_6 \cdot V_6, \quad (2)$$

де Q_6 - теплотворна здатність біогазу, МДж/м³,

V_6 - об'єм виробленого біогазу, м³.

Витрата енергії на власні потреби біогазових технологій складається з витрати тепла для нагріву до оптимальної температури біомаси та води, яку використовують для розбавлення біомаси до оптимальної вологості, компенсації теплових втрат від біореактора і іншого устаткування в навколишнє середовище; витрати електроенергії на підготовку (подрібнення, змішування), подачу, видалення і періодичне перемішування сировини і субстрату в біогазовій установці, роботу засобів контролю та автоматики. Тобто, ці витрати складаються із витрат теплової енергії та витрат електричної енергії. Для зручностей проведення подальших розрахунків можна привести ці витрати до теплової енергії.

Проведені дослідження вказують, що на ефективність роботи біогазових установок значною мірою впливають теплові втрати, які пов'язані із зміною температури навколишнього середовища. А теплові втрати в значній мірі залежать від масштабного фактора, який визначає співвідношення об'єму та поверхні теплообміну. Слід також враховувати сільгоспвиробникам при впровадженні даних установок типи температурних режимів. Так, при однаковій оптимальній вологості субстрату температура його збродження буде різною (табл. 1).

Таблиця 1 – Залежність оптимальної температури субстрату від режиму збродження

№ п/п	Режим	Оптимальна температура, $^{\circ}\text{C}$
1	Психрофільний	25
2	Мезофільний	35
3	Термофільний	50

На рис. 1 наведені результати досліджень залежності виходу біогазу (%) з гною великої рогатої худоби від часу його збродження.

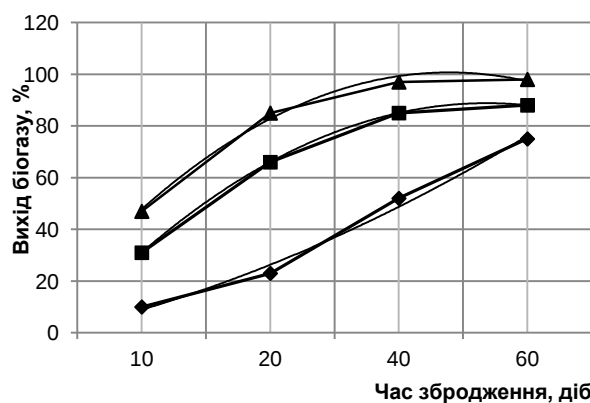


Рисунок 1 - Залежності виходу біогазу з гною великої рогатої худоби від часу його зброджування від режиму: ▲ - термофільний; ■ – мезофільний; ◆ – психрофільний

Як видно з рис. 1, максимальний вихід біогазу спостерігався при часі зброджування 40 діб для мезофільного та термофільного процесів і, в подальшому, з часом зменшувався. Для психрофільного - максимальний вихід був при часі зброджування 60 діб.

Дані залежності описуються рівняннями:

$y = 2,5x^2 + 9,9x - 3,5$ – психрофільний процес;

$y = -8x^2 + 59x - 20$ – мезофільний процес;

$y = -9,25x^2 + 62,75x - 5,75$ – термофільний процес

Термофільний режим має переваги з точки зору екології, оскільки в цьому режимі знищуються майже повністю всі хвороботворні мікроорганізми. Але даний режим вимагає великих енерговитрат на підтримання необхідної температури реакції, а також більшої точності підтримки температури. Крім того, якість біодобрив в цьому режимі гірша. Тому, використання біогазових технологій в регіонах нашої країни з більш низькою зимовою температурою буде раціональнішим при психрофільному та мезофільному режимах зброджування з погляду на вирішення енергетичних та екологічних проблем. В той же час, впровадження даних технологій потребує підбору не тільки режиму збродження субстрату, а й вибору конструкцій біогазових установок з рекуперацією тепла та високим ступенем теплового захисту.

Висновки. Проведений аналіз досліджень вказує на значні переваги застосування біогазових технологій утилізації відходів тваринництва. Проведені власні дослідження по визначенню виходу біогазу з гною великої рогатої худоби від часу його збродження у залежності від режимів збродження вказують на доцільність застосування психрофільного та мезофільного режимів зброджування для регіонів з більш низькою зимовою температурою з погляду на вирішення енергетичних та екологічних проблем.

Список використаної літератури:

1. Баадер, В. Биогаз. Теория и практика / В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер - (Пер. с нем. и предисловие М.И. Серебряного,) — М.: Колос, 1982,- 148 с., ил.
2. Беркинов Э.Х. Экологические аспекты применения биогазовых технологий для переработки органических отходов / Э.Х. Беркинов, Д.Р. Юсупов // Онлайн Электрик: Электроэнергетика. Новые технологии, 2016.—URL: <https://online-electric.ru/articles.php?id=158>.
3. Лобанок А.Г. Микробный синтез на основе целлюлозы: Белок и другие ценные продукты. / А.Г.Лобанок, В.Г.Бабицкая, Ж.Н.Богдановская – Минск: Наука и техника, 1988. – 261 с.
4. Новітні технології біоенергоконверсії: Монографія / Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетука, І.П. Григорюк, В.О. Дубровін, А.І. Ємець, Г.М. Забарний, Г.М. Калетнік, М.Д. Мельничук, В.Г. Мироненко, Д.Б. Рахметов, С.П. Циганков. - К: «Аграр Медіа Груп», 2010. - 360 с.

Семирненко Ю.И. Утилизация отходов животноводства путем применения биогазовых технологий

Приведены экологические аспекты использования процесса утилизации навоза за счет биогазовых технологий. Приводятся исследования по определению зависимости выхода биогаза из навоза крупного рогатого скота от времени его сбраживания соответственно режимам сбраживания при оптимальной температуре субстрата.

Ключевые слова: экология, утилизация, энергоносители, биоэнергетика, биомасса, биогаз, биогазовые установки, субстрат, сбраживание, зависимость.

Semirnenko Y.I. Utilization of wastes of animals by using biographic technologies

At present, there are acute problems, both with the exhaustion of traditional energy sources, and environmental problems. Solving these problems is possible through the transition to the use of renewable energy sources. One such source is bioenergy. Bioenergy has significant advantages over fossil fuels and a number of other renewable energy sources, providing energy supplies, efficient waste management, improving living standards and welfare.

Methanogenesis, as a process of biosynthesis of methane, plays an important role in the cycling of carbon in nature. By deliberately involving anthropogenic organic waste in this process and recycling the biogas then we reduce the burden on the environment by accelerating the decomposition of waste and reducing its volume and volume, as well as by reducing emissions of heavier than carbon dioxide, greenhouse gas - methane .

When using manure as an organic substance, emissions of methane and nitrous oxide are stopped, which is a compulsory companion of traditional manure storage. In addition, the use of manure for the production of biogas reduces carbon dioxide emissions, firstly, because a large amount of carbon goes into methane, and secondly, due to the replacement of fossil fuels.

The main environmental advantages of using biogas technologies are given. The problems of introducing biogas technologies for the utilization of livestock wastes are considered.

The results of the study on the determination of the dependence of the biogas release from the cattle manure from the time of its fermentation, depending on the modes of digestion at optimal temperature of the substrate, are presented. The dependences of the output of biogas from cattle manure from the time of its fermentation from the modes of fermentation have been established. According to the results of own research and studies of other authors, the feasibility of using the psychophilic and mesophilic modes of digestion for regions with lower winter temperatures was found in terms of solving energy and environmental problems.

Keywords: ecology, utilization, energy resources, bioenergy, biomass, biogas, biogas plants, substrate, fermentation, dependence.