

## АНАЕРОБНА УТИЛІЗАЦІЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВІДХОДІВ В БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ

Скляр Р.В., к.т.н.

Курашкін О.С., студент 41 АІ

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

Раціональне використання відходів сільськогосподарського виробництва - велика і важлива проблема сучасності. Вона пов'язана з одного боку з можливістю використання величезного енергетичного потенціалу біомаси для отримання рідкого і газоподібного палива (біогазу), з іншого - з необхідністю запобігти забрудненню водоймищ, зараженню ґрунту хвороботворними бактеріями і гельмінтами, що містяться в гнойових стоках тваринницьких ферм [1,2].

Останній час характеризується високими темпами зростання продуктивних сил в більшості країн світу [1-3], що призвело до різкого збільшення споживання всіх видів енергії, особливо укладеної в викопному паливі - вугіллі, нафті та природному газі. Внаслідок цього в багатьох країнах склалася ситуація енергетичної кризи. Це посилило прагнення поставити на службу людині так звані нетрадиційні джерела енергії - сонячну, вітрову, геотермальну.

Хоча сонячна енергія є практично невичерпне джерело та могла б задовольнити енергетичні потреби всього людства на багато століть, її безпосереднє застосування пов'язано з великими труднощами. Інший шлях сьогодні більш перспективний - використовувати сонячну енергію, накопичену в біомасі в результаті фотосинтезної діяльності рослин, для отримання рідкого і газоподібного палива. Цьому шляху приділяють зараз велику увагу в промисловості [1-3].

Найбільш поширений спосіб отримання енергії з біомаси - анаеробне (без доступу кисню) зброджування відходів сільськогосподарського виробництва [4,5]. В результаті цього процесу продукти, що отримуються, - це біогаз і зброджена напіврідка маса - представляють собою велику цінність як газоподібне паливо і органічне добриво [5,6].

Не менш важлива сторона застосування біогазових установок - запобігання забрудненню повітряного і водного басейнів, ґрунту і посівів завдяки утилізації та дезодорації гнойових стоків великих тваринницьких ферм і комплексів, отримання стерильних високоефективних органічних добрив. Все це пояснює великий інтерес, що проявляється наукою до проблем метанового зброджування гнойових стоків та інших органічних відходів.

Найбільш перспективними для практичного використання визнані наступні види відходів [7,8]:

- органічні відходи промисловості, в тому числі лісової, деревообробної, гідролізної, целюлозно-паперової, харчової;
- осади стічних вод;
- відходи комунального виробництва (ТПВ і рідкі);
- відходи тваринницьких і птахівничих ферм (відходи сільськогосподарського виробництва).

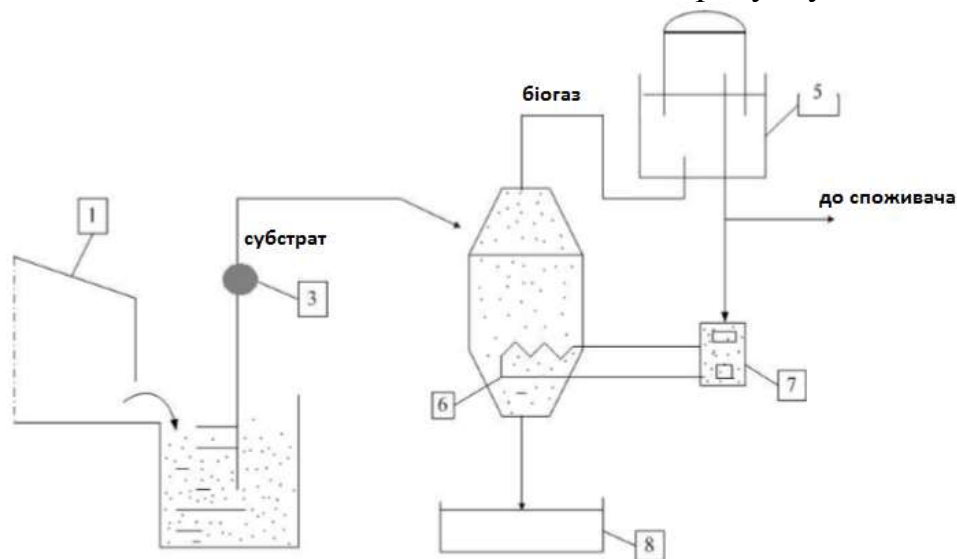
Найбільша частка біогазу надходить від переробки відходів тваринницьких і птахівницьких ферм і комплексів.

До органічних залишків і відходів сільськогосподарського виробництва відносяться головним чином екскременти тварин і рослинні матеріали, особливо солома, а також бурякове і картопляне бадилля. Ці матеріали володіють енергетичним потенціалом, який може бути використаний різними способами. Один з них - виробництво біогазу шляхом анаеробного зброджування [5,6].

Багаторічні накопичення посліду на територіях ферм призводять до утворення «послідних озер» без ознак життя флори і фауни. Цілком реально, що в найближчій перспективі це може призвести до екологічного лиха. Послід і стічні води тваринницьких і птахівницьких підприємств також можуть бути факторами передачі понад сотні збудників інфекційних захворювань.

Таким чином, підхід до проблеми переробки відходів сільськогосподарського виробництва головним чином базується на вимогах захисту навколишнього середовища [1,6].

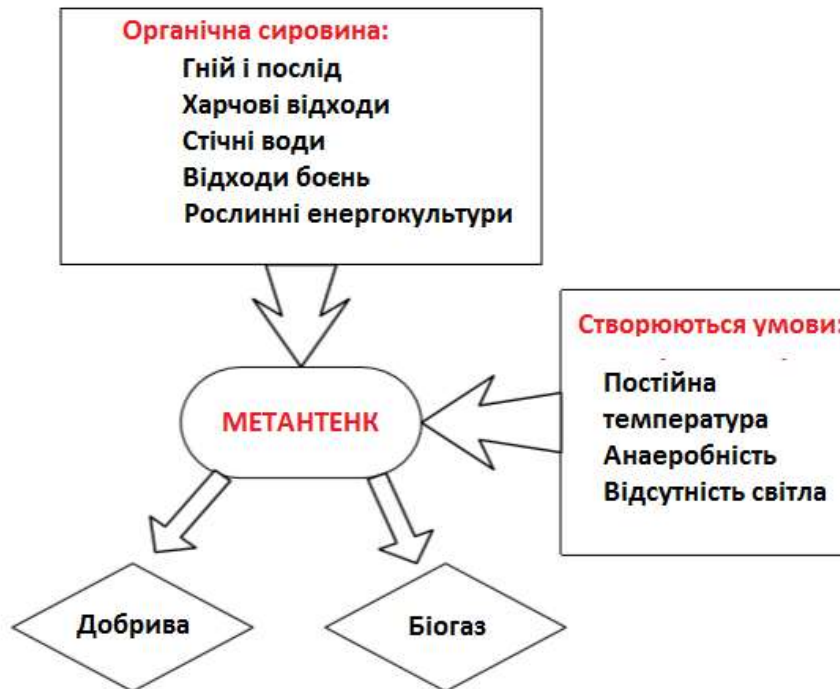
Анаеробна утилізація сільськогосподарських відходів здійснюється в біогазових установках. Біогазові установки складаються з базових елементів, які показані на рисунку 1 [6].



**Рис.1. Принципова блок-схема біогазових установок:**

1 - ферма, 2 - приймальний бункер, 3 - насос, 4 - метантенк, 5 - газгольдер, 6 - теплообмінник, 7 - когенераційна установка, 8 - сховище біодобрива.

Головним вузлом біогазової установки є метантенк, в якому і здійснюється розкладання біомаси під дією метаногенних бактерій при дотриманні певної температури анаеробного зброджування [6,7]. Процес анаеробного зброджування представлено на рисунку 2.



**Рис. 2.** Спрощена схема процесу анаеробного зброджування

Для оптимізації процесу анаеробного зброджування існує три температурні режими:

1. психрофільний режим. У психрофільному режимі оптимальна температура бродіння в метантенку 15...20 °С, може бути і нижче. В даному режимі відходи переробляються впродовж 30...40 днів.

2. мезофільний режим. У мезофільному режимі при температурі 30...40 °С органічні відходи переробляються впродовж 20...30 днів.

3. термофільному. У термофільному при температурі 52...56 °С органічні відходи переробляються впродовж 5...10 днів.

Біогазові установки, які функціонують на даний момент, є автоматизовані комплекси, які можуть працювати в психрофільному, термофільному і мезофільному режимах. Найчастіше на практиці використовуються психрофільні і мезофільні режими, однак при використанні термофільного режиму час зброджування зменшується до 5...7 діб, це призводить до значного зниження обсягу споруд, і збільшення обсягу виходу біогазу за рахунок високої ефективності розпаду органічних речовин.

При психрофільних температурах швидкість бродіння біомаси компенсується простою конструкцією метантенку і легкістю їх використання. В роботі [7] представлені дані, які свідчать про те, що

вихідні параметри біогазу, а також ступінь розщеплення вихідного субстрату в психрофільному режимі роботи біогазової установки знаходяться на тому ж рівні, що і в мезофільному, однак час зброджування субстрату збільшується.

У термофільних умовах анаеробного зброджування насіння бур'янів втрачає схожість, гинуть яйця гельмінтів і патогенна мікрофлора, а також відбувається накопичення високоактивних біологічних сполук класів ауксинів, кініни, гібереліни, які підвищують утворення зеленої маси рослин. Перераховані характеристики добрив для інших температур значно нижчі, це пов'язано з тим, що на виході з-за невисоких температур анаеробного зброджування отримуються незнезаражені добрива [8,9].

Розщеплення органічних речовин при метаногенезі відбувається під впливом різних груп мікроорганізмів, як багатоступінчастий процес [9,10].

Існують наступні стадії анаеробного перетворення складної органічної речовини в біогаз:

1. Стадія гідролізу біополімерних складних молекул (полісахаридів, ліпідів, білків і т.п.).

2. Стадія бродіння, при якій мономери, що утворилися, розщеплюються до більш простих речовин, таких як нижчі спирти і кислоти.

3. Ацетогенна стадія, на якій утворюються: водень, вуглекислота, ацетат - попередники метану.

4. Метаногенна стадія, при якій утворюється кінцевий продукт розщеплення складних органічних речовин - метан.

На кожній фазі одночасно протікає кілька різних реакцій. Кількісне співвідношення даних реакцій залежить від бактерій, що беруть участь на цьому етапі, і від виду сировини, що переробляється, а також від великої кількості інших факторів. У зв'язку з цим практично неможливо точно передбачити і прорахувати характер протікання реакції і кількісні показники на виході.

Головним продуктом анаеробного зброджування є органічні добрива. Можуть бути використані без будь-якої підготовки, вони мають велику цінність, ніж біогаз, що виробляється. Біодобриво є готовим до застосування концентрованим продуктом, яке не містить насіння бур'янів і патогенної мікрофлори, а також є універсальним добривом, яке можна використовувати на будь-яких ґрунтах і під будь-які культури. Особливість і переваги даного виду добрива пов'язані зі способом його отримання [9,10].

Анаеробне зброджування зберігає весь азот в органічній або амонійній формах. У вигляді нуклеопротейдів і фосфатидів знаходиться фосфор в добриві, у вигляді розчинних солей знаходиться калій, це забезпечує їх кращу засвоюваність вирощуваними рослинами.

Таким чином, правильне використання всіх вихідних продуктів анаеробного збродження, дозволить зменшити термін окупності біогазової установки, в порівнянні з іншими пристроями альтернативної енергетики.

### **Список використаних джерел.**

1. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник / Б.В. Болтянський та ін. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.

2. Болтянська Н.І., Скляр Р.В., Скляр О.Г., Комар А.С. Визначення заходів з підвищення енергоефективності сільськогосподарського виробництва. Міжн. ел. наук.-пр. журнал WayScience. Дніпро, 2020. Т.1. С. 118-121.

3. Milko D.O., Sclyar O.H., Sclyar R.V., Pedchenko G.P., Zhuravel D.P., Bratishko V.V. Results of the nutritional preservation research of the alfalfa laying on storage with two-phase compaction. *INMATEH - Сельскохозяйственное машиностроение*. 2020. Vol. 60. No. 1. pp. 269-274. DOI: <https://doi.org/10.35633/inmateh-60-30>

4. Войтов В.А. Аналіз технологій утилізації відходів птахівництва за кордоном. Праці ТДАТУ. Мелітополь, 2019. Вип. 19, т. 4. С. 100-109. DOI: 10.31388/2078-0877-19-4-100-109.

5. 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.

6. 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.

7. Мілько Д.О. Особливості процесу метаногенерації пташиного посліду. Науковий вісник ТДАТУ: Електронне наукове фахове видання. Мелітополь: ТДАТУ, 2018. Вип.8. Т.2. (DOI: 10.31388/2220-8674-2018-2-6)

8. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Біотермічна твердофазна ферментація гною. Праці ТДАТА. Мелітополь, 2008. Вип. 8. Т.3. С. 145-150.

9. 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.

10. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Властивості біодобрих, що отримуються після анаеробної ферментації гною. Праці ТДАТУ. Мелітополь, 2013. Вип. 13. Т.3. С.110 -118.