

## ПОРІВНЯЛЬНІ ПОКАЗНИКИ АНАЕРОБНОЇ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦТВА

Скляр Р.В., к.т.н.

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

Одним з напрямків економічного розвитку суспільства є розвиток ресурсозберігаючих технологій [1-3]. Такі технології, забезпечують виробництво продукції з мінімально можливою витратою палива й інших джерел енергії, а також сировини, матеріалів, повітря, води та інших ресурсів для технологічних цілей [3]. Вони включають в себе використання вторинних ресурсів, утилізацію відходів, а також рекуперацію енергії, замкнуту систему водозабезпечення. Дозволяють економити природні ресурси і уникати забруднення навколишнього середовища.

Грамотне вживання відходів сільського господарства - глобальна і важлива проблема в нашому світі [1-3]. З одного боку вона пов'язана, з можливістю утилізації енергії біомаси та отриманням з неї рідкого і газоподібного палива (біогазу), з іншого боку сприяє запобіганню забрудненню водних об'єктів, зараження ґрунтового покриву землі патогенними мікроорганізмами і гельмінтами, які знаходяться в гнойових стоках тваринницьких ферм.

Великої шкоди навколишньому середовищу надають саме великі тваринницькі виробництва. Щоб слідувати сучасним тенденціям вони повинні модернізуватися. Більшість таких підприємств встановлюють біогазові установки [4,5], засновані на отриманні біогазу і біодобриш шляхом анаеробного зброджування відходів тваринництва під впливом мікроорганізмів. Виробництво біогазу допомагає запобігти викиду метану в атмосферу, найкращим способом запобігання глобальному потеплінню є уловлювання метану [6].

Основна діяльність тваринницьких ферм і птахофабрик поряд з виробництвом м'яса, молока, яєць і продуктів їх переробки, повинна бути спрямована на екологізацію виробництва і переведення підприємств на безвідходні технології. В цілому ферментація органічних відходів може задовольнити чималу частину енергетичних потреб населення та сприяти ресурсозбереженню. Біоенергетичні установки дозволяють економити ресурси і знімають частину енергетичного дефіциту в сільськогосподарських районах [5,6], в сфері малої промислової діяльності, в побуті, і можуть стати істотним елементом в системі регіональної енергетичної та екологічної стратегії.

Важливим завданням будь-якого біотехнологічного процесу є робота і оптимізація науково-обґрунтованої технології та апаратури для

нього. При організації біотехнологічних виробництв потрібно враховувати, що біотехнологічні процеси мають істотну відмінність від хімічних в силу того, що в біотехнології використовують складнішу організацію матерії - біологічну. Кожен біологічний об'єкт (клітка, фермент) - це автономна саморегулююча система [4,5]. Природа біологічних процесів складна і далеко не з'ясована остаточно. Для мікробних популяцій, наприклад, характерна істотна гетерогенність по ряду ознак - вік, фізіологічна активність, стійкість до впливу несприятливих факторів середовища. Гетерогенність також може бути обумовлена наявністю поверхонь розділу фаз і неоднорідністю умов середовища [5].

У загальному вигляді будь-який біотехнологічний процес включає три основні стадії: передферментаційну, ферментаційну і післяферментаційну [6,7]. Стадія ферментації є основною стадією в біотехнологічному процесі, так як в її ході відбувається взаємодія продуцента з субстратом і утворення цільових продуктів. Ця стадія здійснюється в біохімічному реакторі (ферментере) і може бути організована в залежності від особливостей використовуваного продуцента і вимог до типу і якості кінцевого продукту різними способами. Ферментація може проходити в строго асептичних умовах і без дотримання правил стерильності (так звана «незахищена» ферментація); на рідких і на твердих середовищах; анаеробно [6] і аеробно. Аналіз літературних джерел показав, що для переробки відходів тваринництва і забезпечення біотехнологічного процесу розкладання органічних складових з отриманням корисної енергії і продуктів застосовуються в основному: анаеробне зброджування, компостування, термохімічних обробка, вермикомпостування і комплексні технології [6].

Кислототвірні і метанотвірні бактерії зустрічаються в природі повсюдно, зокрема в екскрементах тварин. Наприклад, в травній системі великої рогатої худоби міститься повний набір мікроорганізмів, необхідних для зброджування гною, а сам процес метанового бродиння починається ще в кишечнику.

Тому гній ВРХ часто застосовують в якості сировини, що завантажується в новий реактор, де для початку процесу зброджування досить забезпечити такі умови: підтримка анаеробних умови в реакторі; дотримання температурного режиму; доступність поживних речовин для бактерій; вибір правильного часу зброджування і своєчасна завантаження і вивантаження сировини; дотримання кислотно-лужного балансу; дотримання співвідношення вмісту вуглецю і азоту; вибір правильної вологості сировини; регулярне перемішування і відсутність інгібіторів процесу. На кожен з різних типів бактерій, що беруть участь в трьох етапах метаноутворення, ці параметри впливають по-різному. Існує також тісний взаємозв'язок між параметрами (наприклад, вибір часу зброджування залежить від температурного режиму), тому складно визначити точне вплив кожного фактору на кількість що утворюється біогазу.

Підтримка оптимальної температури є одним з найважливіших чинників процесу зброджування. У природних умовах утворення біогазу відбувається при температурі від 0 °С до 97 °С, але з урахуванням оптимізації процесу переробки органічних відходів для отримання біогазу і біодобрив виділяють три температурних режиму [5]:

- психрофільний (температура до 20...25 °С);
- мезофільний (25 °С...40 °С);
- термофільний (понад 40 °С).

Анаеробне зброджування широко використовується в Західній Європі, де практикується в основному мезофільне зброджування. За кордоном [6] створення і експлуатація таких виробництв стимулюється державою: безоплатні державні субсидії на будівництво біозаводів, придбання виробленої біозаходами енергії за вигідними цінами.

Психрофільний температурний режим дотримується в установках без підігріву, в яких відсутній контроль за температурою. Найбільш інтенсивне виділення біогазу в психрофільному режимі відбувається при 23 °С.

Процес біометанізації дуже чутливий до змін температури. Ступінь цієї чутливості, в свою чергу, залежить від температурних рамок, в яких відбувається переробка сировини. При процесі ферментації можуть бути допустимі зміни температури в межах: психрофільний температурний режим (2 °С в годину), мезофільний температурний режим (1 °С в годину), термофільний температурний режим (0,5 °С в годину) [6].

До переваг термофільного процесу зброджування відносяться (таблиця 1): підвищена швидкість розкладання сировини, отже, більш високий вихід біогазу, а також практично повне знищення хвороботворних бактерій, що містяться в сировині.

Таблиця 1 - Порівняльні показники анаеробної переробки відходів тваринництва

Показники	Мезофільне зброджування (t=35 °С)	Термофільне зброджування (t=55 °С)
Час зброджування, доб.	35...40	5...7
Об'єм метантенку, м <sup>3</sup>	1750	300
Вихід біогазу, м <sup>3</sup> /доб. м <sup>3</sup> метантенку	1,1	6,5
Використана електрична енергія на забезпечення процесу, кВт	15	5
Капітальні затрати на будівництво, тис.грн.	16000	6700
Питомі капітальні витрати тис.грн./м <sup>3</sup> гною за рік	750	315

Недоліками термофільного розкладання є: велика кількість енергії, потрібна на підігрів сировини в реакторі, чутливість процесу зброджування до мінімальних змін температури і декілька нижча якість отримуваних біодобрив.

При мезофільному режимі зброджування [7] зберігається високий амінокислотний склад біодобрив, але знезараження сировини не таке повне, як при термофільному.

Детальне вивчення методу анаеробного зброджування призвело до висновку, що економічно, технічно і екологічно найбільш ефективним є термофільний режим (таблиця 1).

Термофільний режим в поєднанні з високопродуктивною мікрофлорою дозволяє скоротити час зброджування до 5...7 діб, що веде до значного зниження об'єму споруд, підвищити вихід біогазу з 1,5 м<sup>3</sup> (німецька технологія) до 7...8 м<sup>3</sup> з 1 м<sup>3</sup> метантенка [5]. Значно менше витрачається енергії на проведення процесу термофільним зброджуванням при продуктивності 50 т/добу гною [6].

#### ***Список використаних джерел.***

1. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник / Б.В. Болтянський та ін. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.
2. Скляр О.Г, Скляр Р.В. Методологія оптимізації ресурсовикористання у тваринництві. Праці ТДАТУ. Мелітополь, 2011. Вип. 11. Т.5. С. 245-251.
3. Болтянська Н.І. Визначення заходів з підвищення енергоефективності сільськогосподарського виробництва. Міжн. ел. наук.-пр. журнал WayScience. Дніпро, 2020. Т.1. С. 118-121.
4. Скляр О.Г, Скляр Р.В. Напрями використання органічних ресурсів у тваринництві. Праці ТДАТУ. Мелітополь, 2011. Вип. 11. Т.5. С.210-217.
5. 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.
6. 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.
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)