

**УДК 628**

**Вічко О.І.<sup>1</sup>, Швед О.В.<sup>2</sup>, Лубенець В.І.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна

<sup>2</sup>Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

## **ОПТИМІЗАЦІЯ МЕТАНОВОЇ ФЕРМЕНТАЦІЇ ВІДХОДІВ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ ТА АГРОТЕХНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ**

**Vichko O.I.<sup>1</sup>, Shved O.V.<sup>2</sup>, Lubenets V.I.<sup>2</sup>**

### **OPTIMIZATION OF METHANE FERMENTATION OF WASTE FROM FOOD PRODUCTION AND AGRO-TECHNICAL COMPLEX**

Вивчення питання оптимізації метаногенезу при утилізації відходів здійснено на підприємстві виробництва харчової продукції. Біогаз-це є один з способів вирішення двох проблем: зростання кількості органічних відходів, що виробляються сучасним суспільством та економікою, та негативного впливу викидів парникових газів на клімат.

Харчова промисловість одна з найбільш розвинених галузей виробництва України і водночас – одне з найбільших джерел утворення відходів.

Основна маса відходів та побічних продуктів харчової промисловості використовується безпосередньо на кормові цілі в тваринництві, направляється на виробництво продуктів харчування та технічної продукції, решта використовується як добриво та паливо. Відходи харчових підприємств дуже об'ємні, містять багато вологи і не можуть довго зберігатися.

Промислова переробка молока традиційними методами на різні харчові продукти пов'язана з одержанням вторинної сировини у вигляді знежиреного молока, склотин і молочної сироватки. Проблема раціонального використання склотин і знежиреного молока на харчові й кормові цілі в основному вирішена. Що ж стосується молочної сироватки, то її втрачається більше половини. До 50 % молочної сироватки зливається в каналізацію.

Актуальним стає виробництво продуктів мікробного синтезу при використанні в якості субстрату молочної сироватки, а саме отримання метану, молочної кислоти, етанолу (анаеробні процеси).

Рослинні відходи займають ліву частку серед загальної кількості відходів харчової промисловості. Основними відходами плодоовочевої промисловості при виробництві консервів і соків є вичавки і витерки томатів, яблук, томатний м'якуш, вичавки моркви і буряка, відходи очищення різних плодів і овочів.

У відходи виробництва картопляного крохмалю переходить біля 40,0% сухих речовин картоплі. Якщо використання картопляної мезги можна вважати задовільним, то клітинний сік і сокові води поки ще не знаходять застосування і забруднюють атмосферу.

Використання відходів підприємств харчової промисловості дасть можливість виробництва відносно недорогого газу – метану і добрива, не витрачаючи на це нових природних ресурсів.

Перевагами такого формату виробництва є наприклад покращення стану навколишнього середовища (тобто зменшення викиду метану в атмосферу і зменшення площі сміттєзвалищ), агротехнічна перевага полягає у поліпшенні структури ґрунтів, регенерації та підвищенні їх родючості за рахунок внесення поживних речовин органічної природи), створення нових робочих місць та можливість заміни природного газу біометаном.

На 2020 рік в Україні налічується всього 27 біогазових проєктів — це на 50% більше порівняно з 2019 роком. Проте із збільшенням біогазових станцій по Україні постає питання про оптимізацію процесу метанової ферментації задля оптимізації подачі або додавання нової сировини і відповідного збільшення виходу біогазу. Також оптимізація процесу може, наприклад, запропонувати методики усунення утворення піни на біогазових установках, що є однією з головних проблем цієї галузі.

Неконтрольоване піноутворення також може викликати серйозні пошкодження, починаючи від блокування газових труб і проблем з технологією перемішування і закінчуючи пошкодженням обладнання (наприклад, це варіюється від утворення кірки на стінках реактора, виходу з ладу штовхачів, бруду і забиття газових і конденсатних труб і рециркуляційного насоса через утримання твердих частинок піни, до вспінювання і повної зупинки установки). Для видалення піни, як приклад, можуть слугувати заміна більш критичних субстратів (як наприклад, цукровий буряк), або у разі їх неможливої заміни-зменшення кількості і швидкості подачі,

Якщо коротко проаналізувати даний процес оптимізації метаногенезу при утилізації відходів, то вживані заходи проти піноутворення можна розділити на кілька груп:

- екстрені заходи (зниження рівня заповнення)
- застосування противспінюючих добавок (буферні добавки, біодизель)
- запобігання піноутворенню субстратів (подача субстрату у підготовчий реактор)
- запобігання збоїв процесу (скорочення подачі субстрату після перенавантаження подачі субстрату)
- зміна фізико-хімічних умов (зміна лужності (pH))
- оптимізація змішання (скорочення пауз між інтервалами змішування/годування)
- установка технічного обладнання (установка віялових форсунок).

Сірководень ( $H_2S$ ), як відомо, негативно впливає на виробництво біогазу. Він утворюється при розкладанні сірковмісних субстратів (переважно білків).

Аміак ( $NH_3$ ), як відомо, утворюється внаслідок розкладання азотовмісних субстратів (багаті на протеїн субстрати, якими, наприклад, є конюшина або пташиний послід), а його рівень регулюється в залежності від значення температури і pH процесу (рівень pH високий і температура висока, то баланс реакції змінюється в сторону аміаку) для підвищення ступеню метаноферментації.

Методи контролю вмісту цих компонентів необхідно проаналізувати та вибрати найбільш інформативні.

Аналіз процесу метаноутворення показав, що також існують інші речовини які сповільнюють виробництво біогазу, наприклад, кисень, зокрема через можливість проникнути з недостатньо збагаченого подрібненого субстрату у ферментативне середовище і пошкодити метановим бактеріям. Також додаткові домішки, такі як антибіотики, хіміотерапевтичні та дезінфікуючі засоби можуть стримувати процес бродіння і привести до його повної зупинки, особливо, за їх високої концентрації відходів з тваринницьких ферм. Це може статися, якщо зі всім поголів'ям або одночасно всі тваринницькі приміщення почали дезінфікувати.

В такому випадку уникнути проблеми допоможе байпасна (обхідна) лінія, що веде з тваринницьких приміщень прямо в ємність для зберігання, а також збільшене накопичення органічних кислот, які утворюються при анаеробному розкладанні органічних речовин (при стабільному процесі утворення біогазу сума органічних кислот, еквівалентно оцтовій, в нормі складає нижче 2000 мг/л). Як наслідок занадто швидкої подачі свіжих субстратів, що дуже легко розкладаються, може відбутись швидке окислення і накопичення кислот до рівня 16000 мг / л, окрім того, негативне співвідношення оцтової кислоти до пропіонової, що призводить до зниження рівня pH, що, в свою чергу, викликає затримку розвитку метанових бактерій до повної зупинки

*VI Міжнародна науково-технічна конференція «Стан і перспективи харчової науки та промисловості»*  
процесу розкладання. Протидіяти цьому можна лише повним скороченням подачі субстрату та іншими заходами.

Отже, можна зробити висновок що оптимізація метанової ферментації є однією з актуальних питань по виробництву біогазу.

### **Література**

1. Карпик Г. Дослідження способів безвідходної переробки плодів сливи / Галина Карпик, Маунія Жабран // Збірник тез доповідей V міжнародної науково-технічної конференції „Стан і перспективи харчової науки та промисловості“, 10-11 жовтня 2019 року. — Т.: ТНТУ, 2019. — С. 86. — (Інноваційні технології виробництва харчових продуктів).