

РОЛЬ ВИБОРУ СИРОВИНИ ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ H_2S У БІОГАЗІ

Гоман Є.К., Козар М.Ю.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, lizagoman8@gmail.com

Abstract

The presence of hydrogen sulfide (H_2S) in biogas poses significant challenges due to its corrosive nature and toxicity. This study reviews the sulfur content of various biomass feedstocks and their influence on H_2S formation during anaerobic digestion. Understanding these relationships is crucial for optimizing biogas production and ensuring environmental safety.

Keywords: *Anaerobic digestion, hydrogen sulfide, biogas, sulfur content, feedstock selection.*

Вступ. Як відомо, у процесі анаеробного зброджування біомаси утворюється біогаз, який містить метан (CH_4), вуглекислий газ (CO_2) та небажані домішки, зокрема сірководень (H_2S). Контроль за вмістом сірководню (H_2S) у біогазі є критично важливим аспектом.

Сірководень, що утворюється під час анаеробного зброджування органічної сировини, є не лише токсичним, але й корозійно активним газом, який може призвести до значного зносу обладнання та зниження якості біогазу. Оскільки вміст сірководню (H_2S) у біогазі створює серйозні виклики, то часто застосовуються різні методи очищення. Більшість з них – ефективні, проте не є універсальним рішенням. Висока вартість очищення, складність експлуатації та непристосованість до невеликих систем роблять її малопридатною для масового впровадження.

Контроль та оптимізація складу сировини, впровадження біотехнологічних методів на ранніх етапах сприятимуть мінімізації утворення сірководню, і, як результат уникнення складних процесів, – знесірчення. Саме тому вивчення складу субстратів для метанового бродіння та розроблення рекомендацій щодо комбінування сировини відіграє важливу роль у виробництві біогазу.

Метою даного дослідження є оцінка впливу різних видів біомаси на рівень утворення сірководню в біогазі та обґрунтування доцільності підбору сировини як ефективного інструменту зниження H_2S без додаткових витрат на очищення.

Матеріали та методи. Проведено аналітичний огляд наукових джерел за ключовими словами щодо складу різного роду органічної речовини та вплив на формування сірководню в біогазі. Інформацію було ретельно проаналізовано та узагальнено.

Результати та обговорення. Одним із ключових факторів, що впливають на утворення H_2S , є вибір сировини для зброджування.

Як показали дослідження [1] та [2], вміст H_2S у біогазі безпосередньо залежить від загального вмісту сірки (Total S). Цей показник дає змогу зробити прогноз щодо потенційної кількості H_2S , що утворюється в процесі зброджування, а також оптимізувати вибір сировини для зменшення негативного впливу сірки на якість біогазу. Важливим інструментом для швидкої оцінки ризику утворення H_2S є співвідношення C:S. Виявлено, що сировина з C:S > 40, як правило, формує безпечний рівень H_2S у біогазі ($PSB_{max} < 2\%$), тоді як сировина з низьким C:S < 40, має підвищений ризик і вимагає додаткового очищення біогазу.

У дослідженні [1] було проаналізовано 37 різних типів біомаси з різних джерел: міських стічних вод, аграрного сектору, харчової промисловості та муніципальних відходів. А в роботі [2] були розглянуті тільки посліди різної худоби та рештки овочів та фруктів. Більшість згаданої біомаси у статтях наявні і в Україні, зокрема: пташиний послід, відходи ВРХ, свиней, бадилля сільськогосподарських культур, органічні залишки харчової промисловості та стічні води.

На основі даних статті [1], сировини з високим вмістом білків, зокрема свинячий гній, курячий послід та відходи м'ясопереробки, демонструють значний вміст органічної сірки, що зумовлює підвищену концентрацію H_2S у біогазі. Прогнозований рівень H_2S у таких біомасах перевищує 1000 ppm, що потребує обов'язкового очищення газу перед подачею в когенераційні установки. Натомість гній великої рогатої худоби, силос, солома та інші рослинні залишки мають значно нижчий рівень сірки, що призводить до безпечного рівня H_2S у біогазі (<500 ppm) і дає змогу зменшити або навіть уникнути потреби в дорогих системах десульфуризації.

У статті [2] результати експериментального зброджування підтверджують цю тенденцію. Біогаз із томатного бадилля та гною телят мав менший вихід метану (62–63%) і вищий рівень H_2S . Найбільше сірководню фіксували у випадку курячого та свинячого посліду — до 589 ppm, що збігається з прогнозами, отриманими у [1].

Ці дані є особливо важливими для українського контексту, де тваринництво є поширеним, а саме – курячі та свинячі господарства, які генерують великі обсяги потенційної біомаси. Однак їх безпосереднє використання без попередньої підготовки не є технологічно доцільним через високий вміст сірки. Тож оптимальним рішенням може бути комбінування білковмісної сировини з рослинною, що має низький вміст сірки, задля досягнення збалансованого співвідношення C:S. Такий підхід дасть змогу зменшити середню концентрацію H_2S у біогазі, мінімізувати витрати на його очищення та підвищити загальну ефективність біогазової установки.

Висновки. Вибір сировини є ключовим фактором у контролі за вмістом сірководню в біогазі. Ретельний аналіз сировини дає змогу оптимізувати процес анаеробного зброджування, зменшити корозійні ризики та покращити якість біогазу. Оптимізація сировинного складу з урахуванням сірковмісних характеристик є ефективним інструментом зниження H_2S у біогазі. Перевагу слід надавати субстратам з низьким вмістом сірки та високим співвідношенням C:S. Для потенційно проблемної сировини доцільне застосування попередньої обробки.

Список використаної літератури:

1. Peu, P., Picard, S., Diara, A., Girault, R., Béline, F., Bridoux, G., & Dabert, P. (2012). Prediction of hydrogen sulphide production during anaerobic digestion of organic substrates. *Bioresource Technology*, 121, 419–424. doi:10.1016/j.biortech.2012.06.111
2. Sihlangu, E., et al. (2024). Investigating Methane, Carbon Dioxide, Ammonia, and Hydrogen Sulphide Content in Agricultural Waste during Biogas Production. *Sustainability*, 16(12), 5145. <https://doi.org/10.3390/su16125145>