продукції тваринництва: посібник-практикум / К. О. Самойчук, С. В. Кюрчев, Н. О. Паляничка, В. О. Верхоланцева, С. В. Петриченко, О. О. Ковальов: ТДАТУ. Мелітополь: видавничо-поліграфічний центр «Forward press», 2020. 250 с.

2. Ковальов, О., Самойчук, К., Червоткіна, О., (2023). Порівняння енергоефективності струминних гомогенізаторів молока з роздільною подачею вершків Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету, 13(2).

3. Ковальов О.О, Самойчук К.О., Необхідні умови забезпечення конкурентоздатності України на світових ринках продуктів харчування. Матеріали шостої міжнародної науково-практичної конференції «Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії» (3-4 листопада 2022 р). вид. ФОП Гордієнко Є.І., Черкаси, 2022 с. 143–146.

4. Вступ до фаху: Конспект лекцій для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / Ковальов О.О., Самойчук К.О., Олексієнко В.О., Паляничка Н.О., Петриченко С.В., Верхоланцева В.О., Колодій О.С.: ТДАТУ. Мелітополь, 2021. 180 с.

5. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник / ТДАТУ: К. О. Самойчук, В. С. Бойко, В. О. Олексієнко та ін. Мелітополь: Вид. «ММД», 2020. 428 с.

УДК 631.171

ЩОДО ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТАНОГЕНЕЗУ В БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ

Скляр О. Г., к.т.н.,
Скляр Р. В., к.т.н.,
Болтянський Б. В., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Сучасні глобальні виклики, такі як зростання попиту на енергію, необхідність утилізації відходів і боротьба зі змінами клімату, стимулюють розвиток біогазових технологій. Утилізація органічних відходів із виробництвом біогазу дозволяє вирішувати одночасно екологічні, енергетичні та економічні завдання [1]. Біогазові установки є багатокомпонентними системами, що поєднують технічні, біологічні, хімічні та організаційні процеси, які вимагають оптимізації для досягнення максимальної ефективності.

Переробка гною з отриманням біогазу, добрив та інших супутніх продуктів вирішує проблеми захисту навколишнього середовища, підвищення родючості земель, отримання екологічно чистого виду енергії [2]. По даній проблемі проведені численні дослідження [2], особливо з питання визначення потенціалу виходу метану з різних сільськогосподарських відходів, за оцінкою і оптимізацією умов виробництва біогазу. Розроблені численні моделі, що враховують біологічні та фізико-хімічні основи анаеробного бродіння, а також кінетику росту метанотвірних мікроорганізмів. При оцінці загальної швидкості виробництва біогазу в анаеробних реакторах лімітуючою стадією виступає метаногенна стадія, незважаючи на те, що метанотвірні бактерії мають більш низьку швидкість росту, ніж кислототвірні бактерії [3]. Кінетичні параметри виробництва метану полегшують розуміння процесу метаногенезу і оптимізацію роботи біогазових установок.

1. Біологічні аспекти анаеробної ферментації [1]. Основою процесу є метаболічна активність мікроорганізмів, які в кілька етапів розщеплюють органічні речовини до метану та вуглекислого газу. Основні етапи ферментації: гідроліз – розщеплення складних органічних сполук на простіші (білків, жирів, вуглеводів); ацидогенез – утворення летких жирних кислот; ацетогенез – перетворення кислот на ацетат; метаногенез – синтез метану за участю метанутворюючих бактерій.

Проблеми: низька активність мікроорганізмів у разі відхилення температурного режиму; нестабільність процесу через нерівномірність складу сировини.

Рішення: використання консорціумів мікроорганізмів із підвищеною стійкістю до умов середовища; застосування коферментації (додавання інших органічних матеріалів для збалансування вуглецево-азотного співвідношення).

2. Технічні рішення для підвищення ефективності [2]:

2.1. Системи підігріву та ізоляції. Температурний режим є критично важливим для ефективності ферментації: мезофільний (30–40°C) або термофільний (50–60°C). Використання сучасних теплоізоляційних матеріалів для мінімізації тепловтрат. Інтеграція внутрішніх і зовнішніх теплообмінників для нагрівання субстрату. Застосування рекуперації тепла від когенераційних установок для обігріву ферментатора.

2.2. Системи очищення біогазу. Біогаз містить домішки (H_2S, CO_2, H_2O), які знижують його калорійність і можуть спричиняти корозію обладнання. Сучасні технології очищення: Мембранні системи для видалення CO_2. Адсорбційні установки з активованим вугіллям для поглинання H_2S. Вологовідділювачі для зниження вологості.

2.3. Системи перемішування. Перемішування субстрату забезпечує рівномірний розподіл мікроорганізмів і температури.

Використання гідравлічних або пневматичних систем перемішування. Автоматизація управління швидкістю та частотою перемішування.

3. Оптимізація енергетичних витрат [3]. Рекуперація енергії: використання теплової енергії, що виділяється під час ферментації, для нагрівання вхідного субстрату або обігріву приміщень. Когенерація: установки комбінованого виробництва тепла та електроенергії дозволяють досягти ККД до 85%. Зменшення втрат енергії: Використання низькопотенційних теплових насосів. Інтеграція сонячних колекторів для нагрівання субстрату.

4. Інноваційні підходи в управлінні [3]:

4.1. Автоматизація процесів. Сучасні біогазові установки оснащуються системами автоматичного моніторингу та регулювання параметрів (температура, pH, склад газу). Використання IoT-технологій (Інтернет речей) для віддаленого контролю.

4.2. Моделювання процесу. Застосування математичних моделей для прогнозування поведінки системи та оптимізації роботи ферментаторів.

Перспективи розвитку біогазових технологій в Україні [3,4]:

- сировинна база: використання побутових відходів, залишків харчової промисловості та енергетичних культур (міскантус, сорго);
- експорт біометану: розвиток інфраструктури для очищення біогазу до рівня біометану та його подальше транспортування через газові мережі ЄС;
- державна підтримка: впровадження грантових програм і пільг для стимулювання фермерів;
- енергетична незалежність: використання біогазу для виробництва електроенергії в умовах енергетичної кризи.

Аналіз існуючих установок вказує на наступні виклики [2,3]: висока енергоємність процесу підтримання температурного режиму, нерівномірність сировини, що вимагає її попередньої підготовки (подрібнення, змішування); необхідність модернізації технологічного обладнання для підвищення продуктивності.

Для підвищення ефективності біогазових установок можна запропонувати процесний підхід, заснований на принципах ISO 9001:2000. Це дозволить моделювати систему як взаємопов’язану сукупність елементів із чітко визначеними межами, вхідними та вихідними параметрами [1].

Створена карта процесів включає:

- основні процеси: подача сировини, ферментація, виділення та очищення біогазу.
- підтримуючі процеси: нагрівання субстрату, контроль якості, утилізація залишків.
- управлінські процеси: моніторинг, аналіз і коригування параметрів.

Так, підвищення ефективності біогазових установок можливе за

рахунок впровадження сучасних технічних і біологічних рішень, оптимізації енергетичних витрат і автоматизації процесів. Інтеграція інноваційних підходів, таких як когенерація, рекуперація енергії та коферментація, забезпечить стійкий розвиток біогазових технологій, зробить їх більш рентабельними та сприятиме зменшенню екологічного впливу.

Список використаних джерел

1. Болтянський Б.В. Аспекти вдосконалення технології виробництва біогазу. *Праці ТДАТУ*. 2024. Вип. 24, т. 1. С. 89–100. https://doi.org/10.32782/2078-0877-2024-24-1-6.

2. Скляр О. Г., Комар А. С. Теоретичні аспекти моделювання машинної технології утилізації органічних відходів. *Праці ТДАТУ*. 2023. Вип. 23, т. 1. С. 104–114. https://doi.org/10.31388/2078-0877-2023-23-1-104-115 .

3. Комар А. С. Огляд методів дослідження та оптимізації машинних технологій утилізації відходів тваринництва. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2023. Вип. 13, т. 2. https://doi.org/10.31388/2220-8674-2023-2-9.

4. Григоренко С. М. Удосконалення технології метаногенерації пташиного посліду. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі:* мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 94–99.

УДК 628.473: 628.424+628.427

ПРИРОДОСУМІСНА ТЕХНОЛОГІЯ УТИЛІЗАЦІЇ ПРОДУКТІВ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ В КРИЗОВИХ УМОВАХ

Сабо А.Г., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Постановка проблеми. В результаті воєнних дій відбувається як пряме є руйнування будинків та об’єктів ЖКГ, так і пошкодження ліній енергопостачання, що веде до порушення водопостачання. Особливо в районах міської багатоповерхової забудови, що веде до порушення роботи об’єктів ЖКГ, з яких найбільш небезпечною є порушення роботи каналізації та водоводу. Така ситуація загрожує порушенням медико-санітарних норм та через відсутність місць для безпечного збору органічних відходів може призвести до забруднення ґрунтів та водоймищ, створює загрозу розповсюдження інфекційних