

Відгук

офіційного опонента Поліщука Віктора Миколайовича
на дисертаційну роботу Кулічкової Ганни Іванівни на тему
«РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ З ВІДХОДІВ
ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ», представлену на здобуття наукового ступеня
доктора філософії зі спеціальності 091 - Біологія

1. Актуальність теми дисертації

Промислова діяльність людства призводить до нанесення суттєвої екологічної шкоди довкіллю. Виробництво етанолу не виключення. Щороку в Україні утворюється 4 млн. м³ вінаси. Вона є дуже кислою (рН=4,0-4,3), з високими показниками біохімічної і хімічної потреби в кисні і великим вмістом суспендованих твердих речовин. Оскільки в ній міститься велика кількість мінеральних речовин, то безпосередньо на корм тваринам вінаса непридатна. Високі концентрації сульфідів в вінасі обмежують її використання в якості добрив, оскільки можуть викликати содифікацію ґрунту. Утилізація вінаси на полях фільтрації викликає появу неприємних запахів, які відчувають жителі навколишніх населених пунктів.

Саме вирішенню проблеми утилізації вінаси присвячена дана робота, причому дисертантка запропонувала здійснювати її утилізацію шляхом метанової деструкції з отриманням енергетично цінного біогазу, який є аналогом природного газу. При цьому частково вирішується енергетична проблема для спиртових заводів, адже вони зможуть менше коштів витратити на закупівлю енергоресурсів.

Виходячи з цього, вважаю роботу Кулічкової Ганни Іванівни актуальною.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота Кулічкової Ганни Іванівни виконана у рамках Проекту цільової програми наукових досліджень НАН України «Розроблення технології виробництва енергоносіїв та органічних добрив із рослинної сировини» (№ держреєстрації 0118U005321) та перспективного тематичного плану «Розроблення технології отримання біогазу та органічних добрив із відходів

виробництва біоетанолу» (№ держреєстрації 0119U101434).

3. Наукова новизна одержаних результатів

В ході виконання дисертаційної роботи здобувачем особисто проведено значний обсяг досліджень, в результаті яких отримані нові наукові результати.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

- вперше науково обґрунтовано використання лігноцелюлозної біомаси як носія метаногенних мікроорганізмів для утримання їх у реакторі при ферментації вінаси;
- експериментально підтверджено вплив розмірів носія ко-субстрату на стабільність процесу ферментації;
- з'ясовано, що вінаса слугує ключовим фактором для підтримання стабільної метаногенної ферментації за умов використання сорго як лігноцелюлозної біомаси у якості ко-субстрату;
- визначено, що контроль процесу ферментації вінаси доцільно проводити за показником концентрації летких жирних кислот у ферментаційному середовищі.

4. Практичне значення результатів, що отримані дисертантом

За результатами роботи та їх експериментальної перевірки у виробничих умовах розроблені рекомендації, які впроваджено у проектування промислових біогазових установок у Товаристві з обмеженою відповідальністю «Компанія «Еко-Енергія»» (Сумська область), Державному підприємстві «Гайсинський спиртовий завод» та Державному підприємстві «Тростянецький спиртовий завод» (Вінницька область).

Практичне значення отриманих результатів дисертаційної роботи підтверджено листами підтримки від даних підприємств.

5. Ступінь обґрунтованості і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Мета роботи та завдання для її досягнення відповідають програмі проведення досліджень. Наукові положення, висновки і рекомендації

сформульовані на основі проведених автором теоретичних і експериментальних досліджень з використанням типових і запропонованих здобувачем методів, є кількісно і якісно обґрунтованими і достовірними.

Всі наукові положення, які наведені в дисертації, підтверджені поданими у дисертації даними досліджень та результатами виробничих випробувань.

Результати дисертаційної роботи викладені у 7 пунктах загальних висновків.

У першому висновку на основі аналізу літературних джерел встановлено, що вінаса належить до субстратів із низьким співвідношенням Карбон/Нітроген і для її ефективного анаеробного метанового зброджування потрібні додаткові джерела Карбону.

У другому висновку вказується, що використання носіїв із лігноцелюлозної біомаси для іммобілізації метаногенних мікроорганізмів сприяє стабільній метановій ферментації гідролізованих субстратів і запобігає вимиванню анаеробів із ферментаційного середовища.

У третьому висновку експериментально встановлено, що оптимальна кількість лігноцелюлозної біомаси багаси складає 5-10 % по сухій масі до об'єму нативної вінаси.

Четвертий висновок зроблений на основі експериментальних досліджень і стосується оптимального розміру часток багаси цукрового сорго для забезпечення затримки метаногенів в субстраті, який становить 2-5 см.

У п'ятому висновку на основі власних досліджень і в результаті аналізу функціонування працюючих біогазових комплексів встановлено, що контроль процесу ферментації вінаси доцільно здійснювати за показником концентрації летких жирних кислот у ферментаційному середовищі, максимальна концентрація яких в реакторі не повинна перевищувати 6 г/л, що сприяє запобіганню консервації процесу ферментації.

У шостому висновку доведено, що використання лігноцелюлозних носіїв біомаси дозволяє ферментувати сконцентровану випаровуванням до 40 % сухих речовин вінасу, що дозволяє зменшити об'єм ферментаторів і капітальні витрати на їх будівництво.

У сьомому висновку як підсумок досліджень стверджується, що

впровадження розроблених в дисертаційній роботі технологічних рекомендацій і рішень дозволить отримувати альтернативні види палива, а саме біоетанол та біогаз, та сприятиме покращенню екологічного стану довкілля.

6. Повнота викладення результатів дисертації в опублікованих працях

Основні положення дисертації викладено у 19 публікаціях, у тому числі у двох статтях у наукових фахових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України; у трьох наукових виданнях інших держав, що індексуються у міжнародних наукометричних базах. За результатами досліджень отримано патент на винахід і патент на корисну модель. Робота пройшла апробацію на наукових конференціях, за результатами яких опубліковано 12 тез доповідей.

Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням. Узагальнення та інтерпретація отриманих результатів проведені здобувачем на достатньому методичному рівні і відповідають первинній документації.

7. Оцінка змісту дисертації, її завершеність у цілому

Дисертаційною роботою є рукопис українською мовою. Робота складається із вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел, який налічує 138 найменувань, та додатків. Роботу викладено на 131 сторінках друкованого тексту (зокрема 106 сторінок основної частини). Дисертація побудована згідно із вимогами МОН України.

У вступі, відповідно до вимог, обґрунтовано актуальність теми дисертації, розкрито сутність і стан наукової проблеми, її значущість, викладено зв'язок роботи з науковими програмами, встановлено об'єкт та предмет дослідження, відображено методи дослідження, сформульовані мета й основні завдання дослідження, визначено наукову і практичну цінність одержаних результатів.

У першому розділі проведено аналіз стану проблеми: описаний процес метаногенезу; дані характеристики субстратів для біогазової ферментації, а саме особливості метанового монозброджування вінаси, а також її сумісне метанове зброджування з лігноцелюлозною сировиною; описане технологічне оформлення біогазової ферментації, методи контролю процесу; способи використання

продуктів метанової ферментації

У другому розділі описані експериментальні установки, вимірювальне обладнання, наведені методики проведення досліджень.

У третьому розділі описані методи визначення та наведені результати визначення основних параметрів вінаси як сировини для отримання біогазу.

У четвертому розділі наведені результати експериментальних досліджень впливу співвідношення та розміру часток субстратів на ефективність процесу метанової ферментації багатокомпонентного субстрату із вінаси і багасси.

У п'ятому розділі наведені результати дослідження впливу летких жирних кислот та процеси метанової ферментації.

У шостому розділі дані узагальнення результатів дослідження і розроблені рекомендації із організації процесу біоконверсії при проектуванні біогазових комплексів на підприємствах ДП «Гайсинський спиртовий завод», ДП «Тростянецький спиртовий завод» та ТОВ «Еко-Енергія».

8. Основні зауваження до дисертаційної роботи

В ході ознайомлення з дисертацією виник ряд зауважень:

1. При згадуванні процесу анаеробної метанової ферментації інколи з'являється термін «бродіння», що асоціюється із спиртовим бродінням. Доцільно використовувати терміни «анаеробне метанове бродіння» або «метанова деструкція».

2. Результати експериментальних досліджень доцільно було б привести до одиниці сухої органічної речовини (не cm^3 , а $\text{m}^3/\text{kg COP}$), що дає можливість порівнювати вихід біогазу при різному об'ємі субстрату.

3. В розділі 2 «Матеріали і методи» доцільно було б додати опис методу визначення метану в біогазі, оскільки в роботі вказується цей показник, а також методу визначення летючих жирних кислот, про які говориться в розділі 5.

В цілому вищезазначені зауваження не знижують рівень виконаної роботи і отриманих наукових і практичних результатів досліджень.

9. Загальна оцінка дисертації та висновок щодо її відповідності вимогам МОН України

Робота Кулічкової Ганни Іванівни на тему «Розроблення технології отримання біогазу з відходів виробництва біоетанолу» є завершеним науковим дослідженням, має наукову новизну і практичне використання, та відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» Постанови Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 р., а її авторка - Кулічкова Ганна Іванівна, заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 091 - Біологія.

Офіційний опонент,
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри охорони праці та
біотехнічних систем у тваринництві
Національного університету біоресурсів і
природокористування України

В. М. Поліщук