

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

СТОЛБОВА КАТЕРИНА СЕРГІЇВНА

«На правах рукопису»

УДК 636.03:631.371

**ЗАСТОСУВАННЯ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ
ПТАХІВНИЦТВА ДЛЯ ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ**

Спеціальність 101 «Екологія»

АВТОРЕФЕРАТ

магістерської дисертації на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня
магістра

Київ – 2019

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі інженерної екології у Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор кафедри інженерної екології

Ремез Наталя Сергіївна,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Захист відбудеться «17» грудня 2019 року о 14⁰⁰ годині на засіданні ЕК при Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» за адресою 03056, м. Київ, вул. Борщагівська, буд. 115/3, корп. 22, ауд. 201.

З дисертацією можна ознайомитися у Науково-технічній бібліотеці ім. Г.І. Денисенка Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» за адресою: 03056, м. Київ, просп. Перемоги, 37.

Секретар ЕК

асистент кафедри

інженерної екології ІЕЕ

НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

Євтеєва Л.І.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Створення великих птахофабрик на промисловій основі викликає значні порушення екологічної рівноваги. В даний час у світовій практиці для утилізації посліду отримали досить широке поширення біогазові установки. Україна перебуває на початковому етапі запровадження відновлюваних джерел енергії, недостатньо вивченими є науково-технічні та економічні проблеми виробництва і використання біогазу. Серйозним сповільненням впровадження біогазових установок в сільське господарство України є їх відносно низька ефективність при виробництві біогазу. Через те, що основним субстратом для більшості біогазових установок є силос кукурудзи, виникає необхідність пошуку нових видів субстратів. Таким чином, підвищення ефективності роботи біогазових установок шляхом заміни силосу кукурудзи на більш доцільний вид субстрату в аграрних підприємствах України набуває особливої актуальності.

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності роботи біогазової установки шляхом сумісного бродіння посліду та паперових відходів.

Для досягнення визначеної мети в дисертації були поставлені та вирішені такі основні завдання:

- здійснити огляд літератури щодо проблеми застосування технологій виробництва біогазу з використанням пташиного посліду на птахофабриках;
- проаналізувати технології використання та принцип роботи біогазових установок;
- запропонувати новий спосіб отримання біогазу із застосуванням відходів виробництва продукції птахівництва та паперових відходів;
- розробити стартап-проект для отримання біогазу на ПрАТ «Оріль-Лідер».

Об'єкт дослідження – процес отримання біогазу при застосуванні відходів виробництва продукції птахівництва.

Предмет дослідження – вихід та склад біогазу залежно від співвідношення між послідом та паперовими відходами при сумісному метановому бродінню.

Методи дослідження. У дисертаційній роботі було використано системний аналіз науково-технічної літератури; метод математичного моделювання та прогнозування; метод математичної статистики для апроксимації даних та встановлення залежностей; методи сучасних комп'ютерних технологій обробки інформації, зокрема, пакет прикладних програм MS Excel; графіко-аналітичний аналіз.

Наукова новизна результатів дослідження. Вперше запропоновано застосування в якості сухої речовини субстрату при метановому бродінні паперових відходів. Встановлено, що ефективність виходу біогазу за цією технологією збільшується на 63,6 % в порівнянні з традиційним використанням силосу кукурудзи в якості косубстрату.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що використання паперових відходів в якості косубстрату пташиного посліду замість силосу кукурудзи дозволить збільшити ефективність виходу біогазу та зменшити кількість відходів целюлозно-паперової промисловості.

Апробація результатів дослідження. Основні теоретичні та практичні результати роботи доповідалися на II науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ (НТУУ «КПІ», м. Київ, 22.11.2019).

Публікації. За результатами дослідження опубліковано статтю у збірнику матеріалів II науково-технічної конференції магістрантів ІЕЕ.

Структура дисертаційної роботи. Магістерська дисертація включає вступ, 4 розділи, висновки, список використаних джерел. Загальний обсяг складає 70 сторінок. Дисертація містить 14 таблиць, 10 рисунків, 69 літературних джерел.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми дисертації, сформульовані мета та основні завдання дисертації, визначено об'єкт та предмет дослідження, вказано методи дослідження, наукову новизну і практичну цінність отриманих результатів, наведено відомості про апробацію отриманих результатів та публікації основних результатів дисертації.

У першому розділі розглянуто проблему забруднення навколишнього середовища відходами птахофабрик. Забруднення повітряного середовища відбувається через те, що при зберіганні у чистому вигляді послід швидко злежується та випускає неприємний запах, обумовлений виділенням продуктів розкладу. У посліді розвиваються патогенна мікрофлора та яйця гельмінтів. Забруднюючі речовини потрапляють також у водні об'єкти та ґрунти поблизу підприємств.

Виявлено, що для вирішення проблеми переробки відходів сільськогосподарського походження більшість країн світу використовує біогазові установки. Проаналізовано сучасний стан виробництва біогазу в Україні та світі. Визначено, що потужності біогазових установок в Україні зросли майже втричі за останні три роки.

Здійснено огляд літературних джерел та наукових досліджень щодо застосування технологій виробництва біогазу з використанням пташиного посліду. Вагомий внесок у експериментальні та теоретичні дослідження процесу метанового бродіння, математичне моделювання процесу бродіння зробили вітчизняні вчені Дубровін В.О., Голуб Н.Б., Семененко І.В., Матвеев Ю.Б. Мовсєсов Г.Е. та ін., а також зарубіжні вчені Баадер В., Шульц Х., Батстоун Д.Ж., Вавілін В.О., Ангелідакі І., Калюжний С.В. та ін.

Проведено аналіз моделей, що описують динаміку виходу біогазу, серед яких модель ADM-1 найбільш повно описує процес метанового бродіння. Для визначення виходу та складу біогазу без описання зростання мікробних популяцій найбільше підходить модель Гомпертца:

$$Y_{\text{БГ}}(\tau) = P \cdot \exp\left(-\exp\left(\frac{I_{\text{max}} \cdot e \cdot (L - \tau)}{P} + 1\right)\right)$$

де $Y_{\text{БГ}}$ – вихід біогазу з одиниці об'єму реактора або з одиниці СОР, $\text{дм}^3/\text{дм}^3$ або $\text{дм}^3/\text{г СОР}$;

P – метановий потенціал субстрату, $\text{дм}^3/\text{дм}^3$ або $\text{дм}^3/\text{г СОР}$;

I_{max} – максимальна інтенсивність виходу метану, $\text{дм}^3/\text{дм}^3 \cdot \text{доба}$ або $\text{дм}^3/\text{г СОР} \cdot \text{доба}$;

L – тривалість лаг-фази, доба;

τ – тривалість бродіння, доба.

У другому розділі розглянуто процес утворення, склад та основні характеристики біогазу, виробленого в біореакторі з відходів птахівництва.

Суть процесу утворення газу полягає в анаеробному бродінні (без доступу повітря), яке відбувається внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів і супроводжується рядом біохімічних реакцій. Біогаз складається в основному з метану (вміст від 50 до 85%), вуглекислого газу (вміст від 15 до 50%) та інших газів у меншому відсотковому співвідношенні.

Основні характеристики біогазу наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Основні характеристики біогазу

Запас енергії в 1 м ³ біогазу	6-6,5 кВт
Теплотвірна здатність	4500-6300 ккал/м ³
Щільність біогазу	1,16-1,27 кг/м ³
Температура згоряння	650-750°C
Тиск біогазу в реакторі	0,05 атм.
Тиск біогазу перед споживанням	Піднімається до питомого тиску

Встановлено, що ефективний перебіг метанової ферментації органічних речовин потребує виконання чотирьох основних умов:

- відповідної температури маси, що зброджується;
- безкисневої атмосфери;

- присутності бактерій, що виробляють метан;
- слаболужної реакції середовища.

Для оптимальної роботи біогазової установки на пташиному посліді повинно підтримуватись задане співвідношення вуглецю до азоту C:N, оскільки воно відповідає за оптимальний розвиток культури метаногенів, які відіграють головну роль в утворенні біогазу.

Розглянуто схему та принцип роботи біогазових установок. Принципова схема біогазової установки наведена на рис. 2. Принцип роботи біогазової установки полягає у наступному: доставка продуктів переробки та відходів в установку, переробка в реакторі, вихід готового продукту.

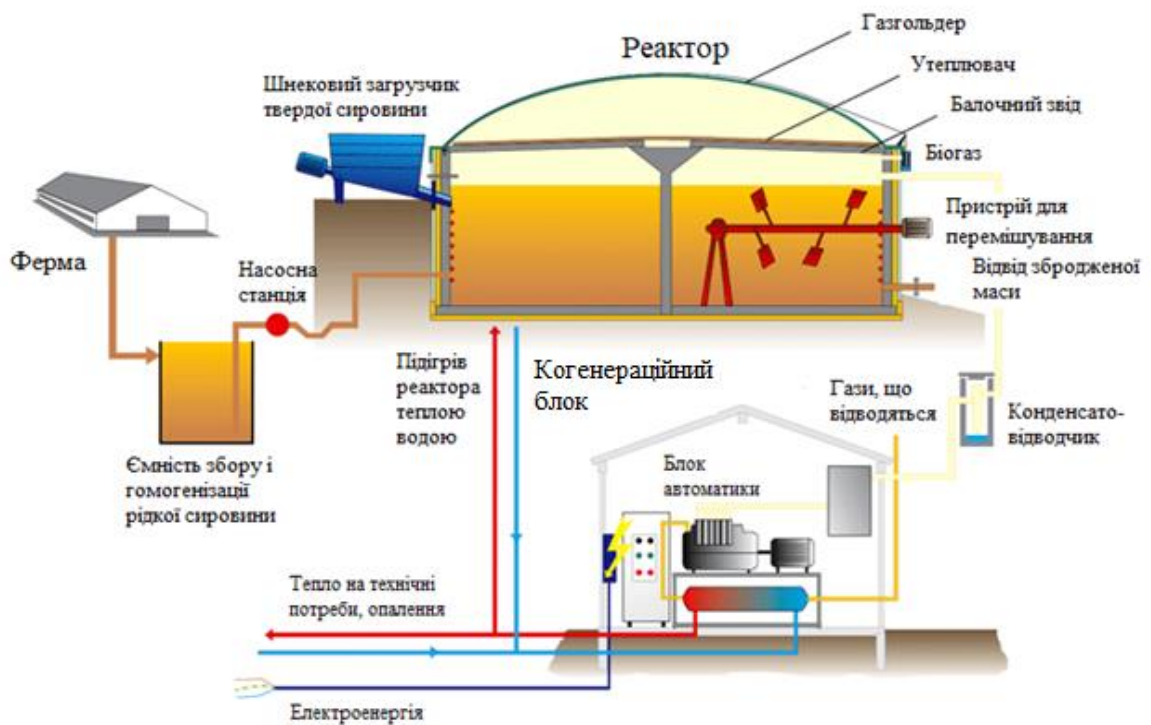


Рисунок 2 – Схема біогазової установки

Розглянуто методики визначення характеристик субстратів та показників виходу біогазу. Визначено, що вихід біогазу залежить від вмісту сухої речовини (СР) та сировини, що використовується. З однієї тонни курячого посліду виходить 50-65 м³ біогазу з вмістом метану 60%. З 1 кг сухої речовини

отримують від 300 до 500 літрів біогазу. Об'єм виробленого біогазу визначається за допомогою методу витискання еквівалентного об'єму рідини. Виявлено, що із субстрату, для окиснення органічних речовин якого потрібно 1 г кисню, може теоретично утворитись 350 мл CH_4 . Максимальну інтенсивність виходу метану та тривалість лаг-фази визначають з використанням апроксимації експериментальних даних до математичної моделі Гомпертца. Ефективність перероблення субстрату характеризується ступенями деструкції та конверсії COP.

У третьому розділі розглянуто використання курячого посліду як сировини для біогазової установки. До складу пташиного посліду входять органічні та неорганічні сполуки. Цінність посліду як органічного визначається перш за все вмістом таких хімічних елементів, як азот, фосфор та калій. Виявлено, що курячий послід дає високий вихід біогазу. Свіжий послід циплят, несушок та бройлерів при клітковому удержанні дає приблизно однаковий вихід біогазу 130-140 м³/т. Послід також багатий на мікроелементи: 100 г сухої речовини містить марганцю 15-38 мг, цинку – 12-39 мг, кобальту – 1-1,3 мг, міді – 0,5 мг, заліза – 367-900 мг.

Проблема утилізації посліду з метою одержання біогазу полягає в тому, що через значний вміст іонів амонію чистий послід погано піддається процесам метанової ферментації. Для підвищення швидкості бродіння, виходу біогазу та зниження концентрації іонів амонію застосовують процес коферментації з целюлозовмісною сировиною.

У дисертації проведено порівняння ефективності виходу біогазу при використанні відходів кукурудзи та паперових відходів в якості косубстрату пташиного посліду.

Розглянуто процес отримання біогазу при метановому зброджуванні пташиного посліду з кукурудзою. Оскільки у світовій практиці відходи кукурудзи найчастіше використовуються в технології отримання біогазу, було обрано саме цю сировину, як целюлозовмісного косубстрату.

Вихід біогазу в процесі ферментації при різному співвідношенні компонентів субстрату наведено на рис. 3.

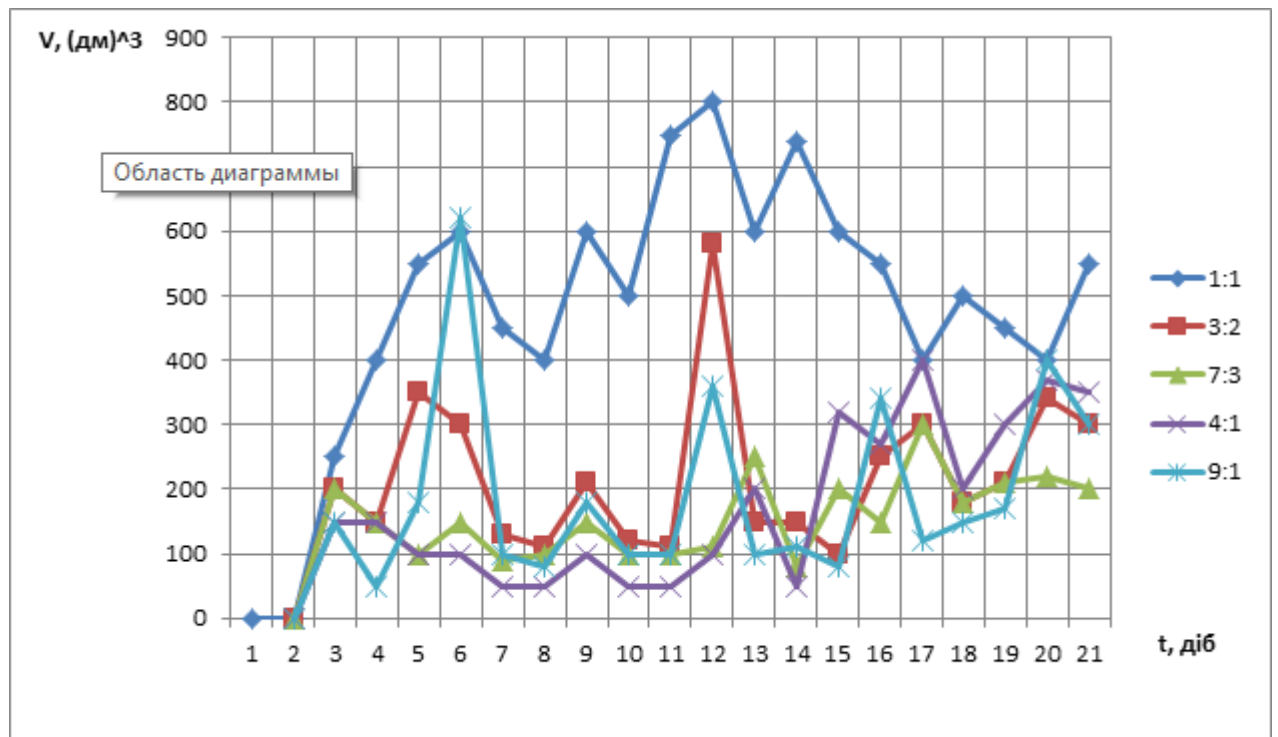


Рисунок 3.1 – Вихід біогазу (V) у процесі зброджування (t) пташиного посліду з відходами кукурудзи як целюлозовмісним косубстратом при співвідношенні послід:кукурудза

З графіку на рис. 3 видно, що найбільший вихід біогазу спостерігається при співвідношенні посліду до кукурудзи 1:1. Це пояснюється тим, що за більшої кількості целюлозовмісної сировини зменшується кількість іонів амонію у середовищі, які є інгібіторами розвитку мікроорганізмів та процесу метанового бродіння.

Невід’ємним та важливим показником, що характеризує процес проходження метанового бродіння, є вихід біогазу на одиницю сухої органічної речовини, яка знаходиться в метантенку. На рис. 4 наведено вихід біогазу з 1 г СОР при тривалості процесу бродіння 21 доба.

З графіку на рис. 4 видно, що зразок з співвідношенням послід:кукурудза 1:1 найкраще піддається мікробній деструкції з утворення біогазу. Збільшення

вмісту посліду призводить до різкого зниження виходу біогазу на одиницю СОР.

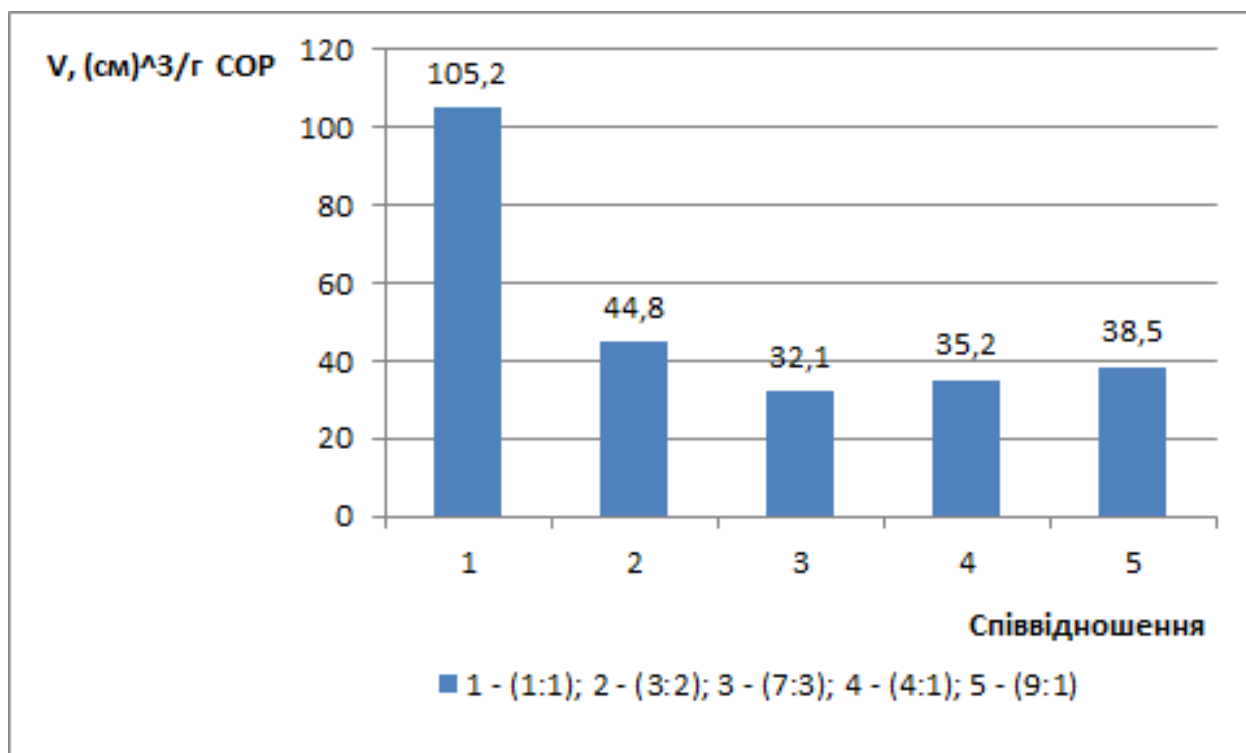


Рисунок 4 – Вихід біогазу (V) на одиницю СОР при різному співвідношенні косубстратів послід:кукурудза

Розглянуто процес отримання біогазу при метановому зброджуванні пташиного посліду та з паперовими відходами. Вибір паперових відходів як косубстрату базувався на його великій кількості утворення. Під паперовими відходами мається на увазі макулатура необроблена, зіпсована, забруднена або не ідентифікована, та її залишки, які не можуть бути використані за призначенням. Також на відміну від інших целюлозовмісних субстратів папір майже не містить лігніну. Процес деструкції лігніну мікроорганізмами потребує багато часу, тому необхідно визначити вихід біогазу при використанні целюлозовмісної сировини без наявності лігніну при коферментації з послідом.

Вихід біогазу в процесі зброджування наведено на рис. 5. З графіка на рис. 5 видно, що при зброджуванні целюлозовмісного косубстрату подрібнених паперових відходів, вихід біогазу вищий для усіх співвідношень компонентів

субстрату, ніж при використанні кукурудзи. Така залежність пояснюється відсутністю лігніну у папері на відміну від целюлозовмісних відходів рослинного походження.

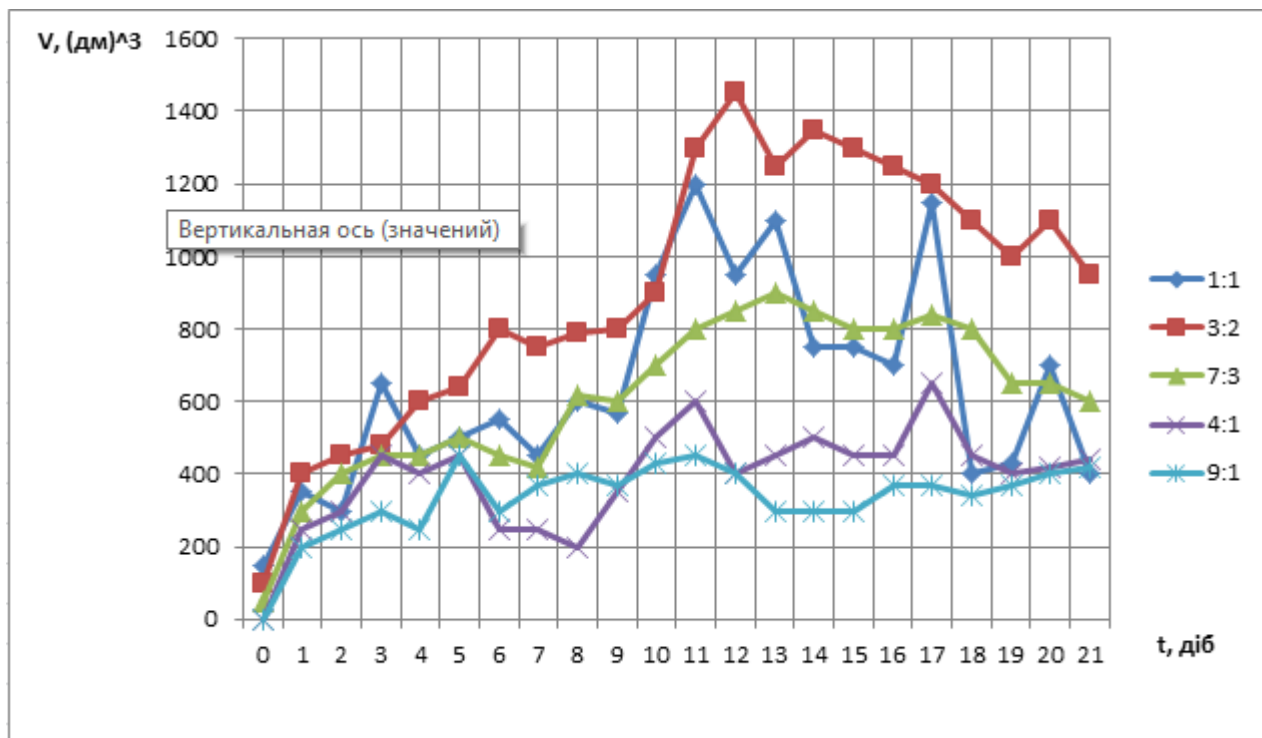


Рисунок 5 – Вихід біогазу (V) у процесі зброджування (t) пташиного посліду з паперовими відходами при співвідношенні послід:паперові відходи

Результати виходу біогазу при коферментації посліду та паперових відходів з одиниці СОР наведено на рис. 6 при тривалості процесу 21 доба. Як видно з рис. 6 найвищий вихід біогазу при використанні паперових відходів спостерігається при використанні співвідношення послід:косубстрат – 3:2.

Виявлено, що швидкість розкладу субстрату залежать від компонентного складу целюлозовмісної сировини. Чим більше вмісту лігніну та целюлози, що погано розчиняється, тим нижче швидкість її утилізації мікроорганізмами.

За результатами сумісного зброджування посліду та паперових відходів можна стверджувати, що при використанні такого целюлозовмісного косубстрату вихід біогазу та вміст метану в ньому високий і характеризується найбільшим ступенем перетворення сировини.

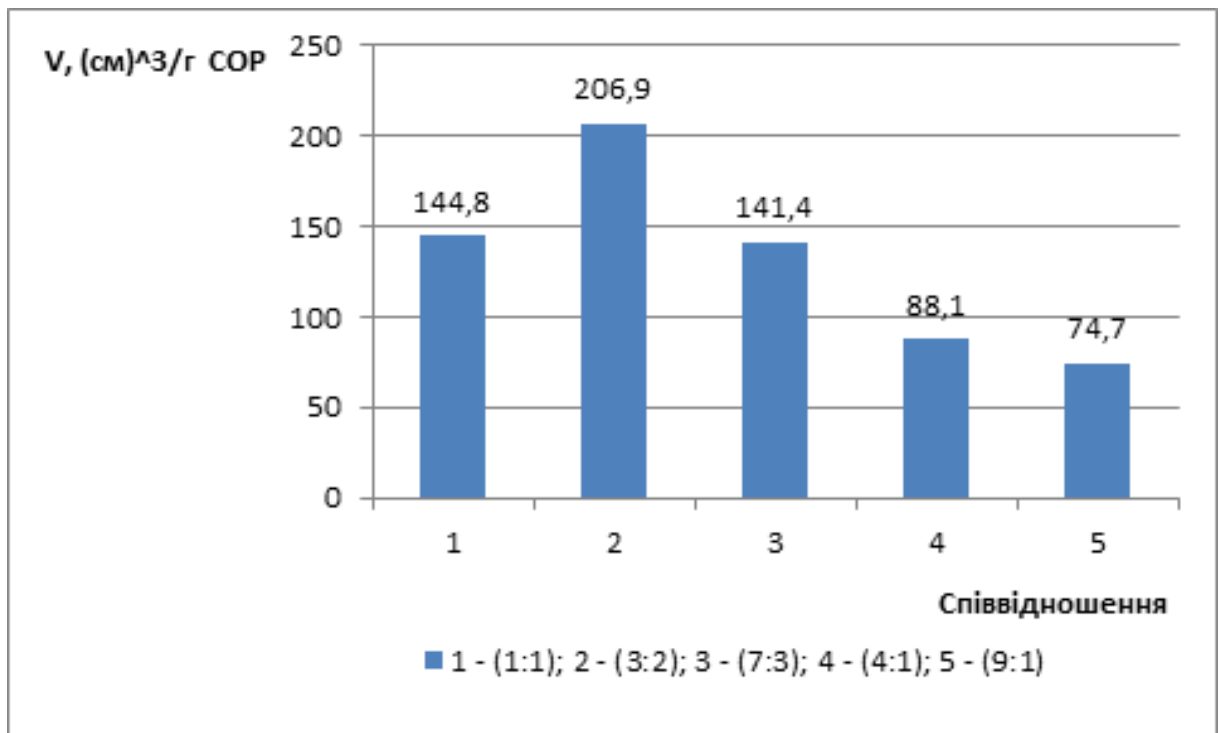
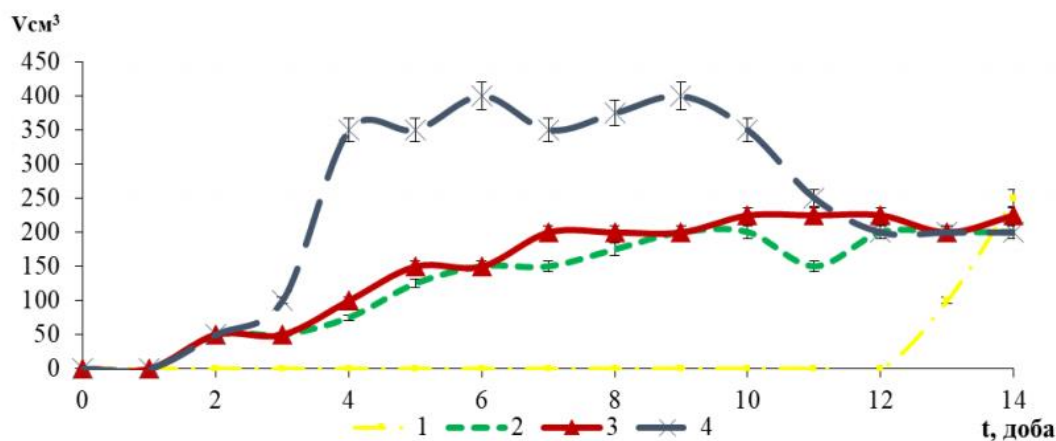


Рисунок 6 – Вихід біогазу (V) на одиницю СОР при різному співвідношенні косубстратів послід:паперові відходи

Виявлено, що ефективність виходу біогазу підвищується на 63,6 % при використанні паперових відходів в якості косубстрату замість силосу кукурудзи.

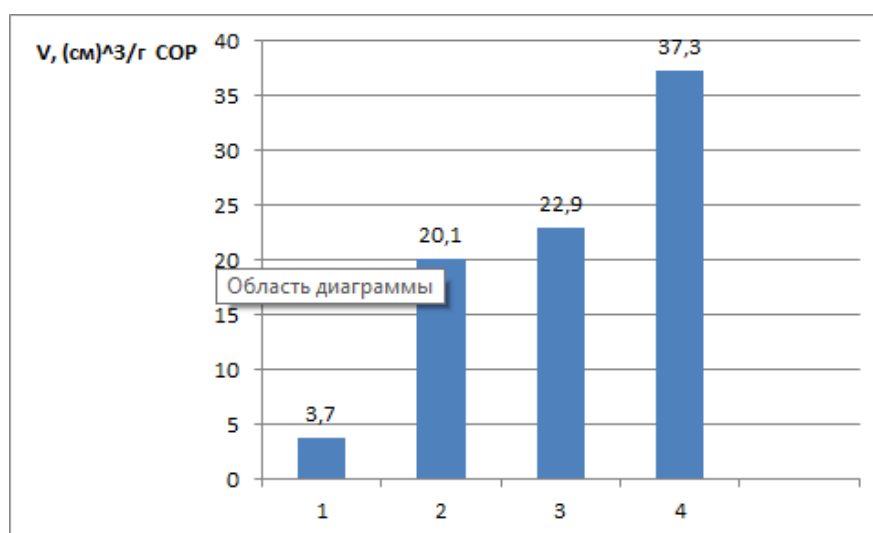
Досліджено вплив співвідношення інокуляту та субстрату на технологічний процес метанового зброджування пташиного посліду. На ряду з СОР, рН та співвідношення С:N важливим параметром для процесу метанового зброджування пташиного посліду з целюлозовмісним косубстратом є кількість інокуляту, оскільки у посліді птахів міститься менше метаногенних бактерій в порівнянні, наприклад, з гноєм ВРХ. Від цього співвідношення також залежить зміна рН середовища, оскільки збільшення вмісту інокуляту призводить до швидкого утворення кислот, наслідком чого є інгібування розвитку метаногенних мікроорганізмів і припинення утворення метану. На рис. 7 наведено залежність виходу біогазу від співвідношення інокулят:субстрат в ферментері за сухою органічною речовиною.



1 – без інокуляту, 2 – 20 ± 1 % інокуляту, 3 – 40 ± 2 % – інокуляту,
4 – 60 ± 3 % – інокуляту

Рисунок 7 – Динаміка виходу біогазу (V) в процесі ферментації (t) в залежності від співвідношення інокуляту та субстрату в перерахунку на СОР

Виявлено, що для збільшення швидкості переробки сировини раціональним є співвідношення інокуляту:субстрат – 3:2. За цих умов швидкість перетворення субстрату і вихід біогазу на одиницю СОР збільшується (рис. 8).



1 – без інокуляту, 2 – 20 ± 1 % інокуляту, 3 – 40 ± 2 % – інокуляту, 4 –
 60 ± 3 % – інокуляту

Рисунок 8 – Вихід біогазу (V) на одиницю СОР за 14 діб ферментації при різному початковому вмісті інокуляту

У четвертому розділі розроблено стартап-проект, основною ідеєю якого є впровадження технології виробництва біогазу з використанням паперових відходів в якості косубстрату пташиного посліду на птахофабриках. Впровадження даної технології полягає у заміні силосу кукурудзи на макулатуру необроблену зіпсовану, забруднену або не ідентифіковану та її залишків, які не можуть бути використані за призначенням в якості косубстрату для виробництва біогазу у біогазовій установці.

В табл. 2 охарактеризовано основні переваги пропонованого виробу та вигоди від їх використання споживачами.

Таблиця 2 – Актуальність та новизна ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Переваги та вигоди споживача
Виробництво біогазу з використанням паперових відходів в якості косубстрату	Біогаз для вироблення електричної енергії	Забезпечення власною електричною та тепловою енергією; зменшення або повна відсутність витрат на оплату комунальних послуг; отримання додаткових коштів при продажі електричної енергії державі за «зеленим тарифом», зменшення відходів підприємства
	Біогаз для вироблення теплової енергії	

Визначено потенційні можливості та загрози реалізації проекту (табл. 3).

Таблиця 3 – Матриця SWOT-аналізу

<i>Сильні сторони</i>	<i>Слабкі сторони</i>
1. Підвищення ефективності виходу біогазу 2. Зменшення відходів птахофабрик 3. Вирішення проблеми утилізації паперових відходів 4. Економія коштів за рахунок припинення вирощування енергетичних культур 5. Не потребує змін параметрів та характеристик біогазової установки.	1. Україна перебуває на початковому етапі запровадження відновлюваних джерел енергії 2. Недостатньо вивченими є науково-технічні та економічні проблеми виробництва і використання біогазу.

Продовження таблиці 3

<i>Можливості</i>	<i>Загрози</i>
1. Можливість використання не тільки на пахофабриках, а на будь-яких підприємства агропромислового комплексу. 2. Вихід на міжнародний ринок	1. Негативні зміни з боку законодавства 2. Відсутність бажання підприємств змінювати технологію

Фінансове обґрунтування стартап-проекту узагальнено в табл. 4.

Таблиця 4 – Прямі матеріальні витрати

№ п/п	Назва ресурсу	Одиниця вимір.	Ціна	Кількість ресурсу	Потреба на місяць	Потреба на рік
1.	Паперові відходи	грн/кг	0,5	80 т/день	1 200 000	14 400 000
2	Паливо	грн/л	29,69	100 л/день	89 070	1 068 840
Всього:					1 289 070	15 468 840

Прибуток підприємства ПрАТ «Оріль-Лідер» – це кошти, зекономлені на оплату комунальних послуг, а саме електричної енергії, опалення, гарячої води. Додатковим прибутком може бути продаж невикористаної електричної енергії у загальну електромережу за «зеленим» тарифом, а також продаж біодобрив, які утворюються в результаті роботи біогазової установки.

Розраховано, що рентабельність запровадження технології складає 26,3 %.

Аналіз ринку підтверджує відсутність абсолютних аналогів використання паперових відходів у якості косубстрату для виробництва біогазу у біогазових установках.

Побудовано конкурентну бізнес-модель, що є ефективним інструментом вирішення поставлених у роботі задач. Дана модель представляє структуру найважливіших елементів бізнес-проекту та є джерелом інноваційних ідей.

В табл. 5 представлено структуру бізнес-моделі інноваційної технології.

Таблиця 5 – Структура бізнес моделі технології

<u>Ключові партнери</u>	<u>Ключові види діяльності</u>	<u>Цінність пропозиції</u>	<u>Взаємовідносини з клієнтами</u>	<u>Споживачі сегменти</u>
<p>ПрАТ «Оріль-Лідер», постачальник паперових відходів ВАТ «Дніпропетровська паперова фабрика»</p>	<p>Виробництво біогазу при використанні пташиного послідута паперових відходів у якості косубстрату.</p>	<p>Підвищення виходу біогазу, екологічність, відсутність абсолютних аналогів</p>	<p>Надійність наданих послуг, дотримання термінів, дотримання всіх діючих природоохоронних законів та норм</p>	<p>Птахо-фабрики, свиноферми, скотарські підприємства</p>
	<p><u>Ключові ресурси</u></p> <p>Матеріальні – паперові відходи. Фінансові – витрати на купівлю паперових відходів та їх транспортування. Інтелектуальні – науково цінна інформація щодо технологій виробництва біогазу. Нематеріальні – комерційна таємниця щодо раціонального складу компонентів та відношенням посліду до паперових відходів</p>		<p><u>Прямий канал збуту</u></p> <p>Для загальної електромережі збут електроенергії здійснюється за «зеленим» тарифом</p>	
<p><u>Структура собівартості</u></p> <p>Постійні витрати: 1 289 070 грн/міс</p>		<p><u>Потоки надходження доходу</u></p> <p>Зекономлені кошти на електричній та тепловій енергії + кошти з продажу електроенергії за «зеленим тарифом»</p>		

ВИСНОВКИ

1. У дисертаційній роботі розглянуто проблему забруднення навколишнього середовища відходами птахівництва. Для вирішення проблеми переробки відходів використовують біогазові установки. Розглянуто потужності біогазових установок в Україні. Проаналізовано експериментальні та наукові дослідження процесу метанового бродіння та розглянуто математичні моделі, що описують динаміку виходу біогазу. Встановлено, що модель ADM-1 найбільш повно описує процес метанового бродіння, а для визначення виходу та складу біогазу використовують модель Гомпертца.

2. Проаналізовано процес утворення, склад та основні характеристики біогазу. Встановлено, що важливими факторами ефективного протікання процесу ферментації є анаеробне середовище, температура маси, що зброджується, присутність бактерій, що виробляють метан та слаболужна реакція середовища. Наведено схему та принцип роботи біогазових установок.

3. Розглянуто методики визначення характеристик субстратів та показників виходу біогазу. Визначено, що вихід біогазу залежить від вмісту сухої речовини. Максимальну інтенсивність виходу метану та тривалість лаг-фази визначають з використанням апроксимації експериментальних даних до математичної моделі Гомпертца.

4. Доведено, що курячий послід дає високий вихід біогазу, однак чистий послід погано піддається процесам метанової ферментації. Рішенням даної проблеми є застосування процесу коферментації з целюлозовмісною сировиною. Запропоновано використання паперових відходів в якості косубстрату.

5. Досліджено процес отримання біогазу при метановому зброджуванні пташиного посліду з кукурудзою та з відходами паперу. Виявлено, що чим більше вмісту лігніну та целюлози, що погано розчиняється, тим нижче швидкість її утилізації мікроорганізмами. Встановлено, що раціональне співвідношення компонентів сировини послід:відходи паперу

складає 3:2. Досліджено вплив співвідношення інокуляту та субстрату на технологічний процес метанового зброджування пташиного посліду. Виявлено, що для збільшення швидкості переробки сировини раціональним є співвідношення інокуляту:субстрат – 3:2.

6. Виявлено, що при використанні паперових відходів в якості косубстрату замість силосу кукурудзи ефективність виходу біогазу підвищується на 63,6 % .

7. Розроблено стартап-проект впровадження нової технології використання паперових відходів в якості косубстрату для виробництва біогазу в біогазових установках. Аналіз ринку підтверджує відсутність абсолютних аналогів використання паперових відходів у якості косубстрату. Враховуючи наявний попит та динаміку на ринку є можливість ринкової комерціалізації запропонованого стартап-проекту. Рентабельність впровадження технології складає 26,3%. З огляду на потенційні групи клієнтів, легкість входження, стан конкуренції та конкурентоспроможність проект є доцільним для подальшого впровадження.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Матеріали дисертаційної роботи викладено в таких опублікованих наукових працях:

1. Столбова К.С. Підвищення ефективності роботи біогазових установок при використанні пташиного посліду. Наукові праці КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ.: збірник тез доповідей II наук.-техн. конф. магістрантів ІЕЕ. Київ, 2019.

АНОТАЦІЯ

Дисертацію присвячено підвищенню ефективності роботи біогазової установки шляхом сумісного бродіння посліду та паперових відходів.

У дисертаційній роботі досліджено процес отримання біогазу при метановому зброджуванні пташиного посліду з целюлозовмісною сировиною. Проаналізовано вихід та склад біогазу при використанні силосу кукурудзи та відходів паперу як косубстратів. Виявлено, що при використанні паперових відходів замість силосу кукурудзи ефективність виходу біогазу підвищується на 63,6 %.

Розроблено стартап-проект впровадження нової технології використання паперових відходів в якості косубстрату для виробництва біогазу в біогазових установках.

Ключові слова: птахівництво, птахофабрика, курячий послід, біогаз, біогазова установка, анаеробне бродіння, субстрат.

ANNOTATION

The dissertation is devoted to increase of efficiency of work of the biogas plant by joint fermentation of manure and paper waste.

In the dissertation the process of biogas production at methane fermentation of avian litter with cellulose-containing raw material is investigated. The output and composition of biogas using corn silage and paper wastes as substrates were analyzed. It was found that when using paper waste instead of corn silage, the efficiency of biogas output is increased by 63.6%.

A start-up project for the introduction of a new technology for the use of paper waste as a substrate for biogas production in biogas plants has been developed.

Keywords: poultry farm, bird droppings, biogas, biogas plant, anaerobic fermentation, substrate.

Столбова Катерина Сергіївна

**Застосування відходів виробництва продукції птахівництва для отримання
біогазу**

101 – Екологія

(Автореферат)