

Територія парку знаходиться в Степовій зоні, що практично не дає можливості природного поновлення головних порід без втручання людини. Тому саме господарське, адаптоване та індивідуальне втручання людини може стати необхідним для збереження та відновлення плакучих дібров та соснових борів якими славиться Національний природний парк «Святі Гори».

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ЗУ «Про природно-заповідний фонд України». URL: <https://www.google.com/search?client=opera&q=1.+ЗУ+«Про+природно-заповідний+фонд+України&sourceid=opera&ie=UTF-8&oe=UTF-8>
2. Проект організації території, хорони, відтворення і рекреаційного використання природних комплексів і об'єктів національного природного парк «Святі Гори». Київ, 2002.
3. Положення про національний природний парк «СВЯТІ ГОРИ». Київ: Мінприроди, 2019.
4. Проект лісовпорядкування НПП «Святі Гори». Ірпінь, 2008.
5. Червона книга України. Київ, 2024.

#### БІОТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ З ОПАЛОГО ЛИСТЯ

А.П. Захарчук<sup>1</sup>, Н.Б. Голуб<sup>2</sup>

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

<sup>1</sup>студентка магістратури, [alina3434err@gmail.com](mailto:alina3434err@gmail.com)

<sup>2</sup>д.т.н., професор, [golubnb@ukr.net](mailto:golubnb@ukr.net)

Вступ. Збільшення чисельності населення, розвиток промисловості та техніки призводить до всі більших об'ємів споживання електроенергії. З іншої сторони відбувається обмеження та поступове зменшення запасів традиційного викопного палива. Як наслідок актуальним є пошук та дослідження альтернативних та доступних енергоресурсів. У даний час відновлювані джерела енергії стають популярним рішенням цієї енергетичної проблеми.

Зараз біопаливо привертає увагу в усьому світі завдяки своєму потенціалу та можливості заміни нафтового палива, зменшення шкідливих для довкілля викидів при спалюванні природного газу та нафти та зменшення викидів парникових газів, які є однією з причин глобального потепління. Біогаз є економічно вигідним джерелом енергії, так як для його отримання можна використовувати відходи різних виробництв та природні джерела [1].

Метою даної роботи є дослідження можливості біотехнологічного отримання біогазу за використання опалого листа дерев з *Ceratophyllum demersum* та водоростями як косубстратом.

Дослідження проводилось за мезофільних умов при різних співвідношеннях опалого листа до *Ceratophyllum demersum*, *Spirulina platensis* та *Chlorella vulgaris* (20:1, 10:1, 6:1). У якості контролю було проведено зброджування листа без домішок. Перемішування проводили один раз на добу. Інокулятом слугував зброджений залишок, який отримали при зброджуванні силосу кукурудзи на кафедрі біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Для зброджування було обрано основною сировиною опале листа дерев, оскільки листа є досить розповсюдженою сировиною та містить багато целюлози, що підходить для метанового бродіння. Водні рослини та водорості ж активно ростуть в теплий сезон, чим викликають заболочення річок. Вони на відміну від листа, мають низький показник співвідношення C/N, чим його коригують до більш сприятливого для метаногенезу. Окрім

того водорості містять вітаміни, фактори росту та інші біологічно активні речовини, що позитивно впливають на розвиток асоціації мікроорганізмів інокуляту.

За результатами дослідження, при додаванні 1 г *C. demersum* до 20 г опалого листа вихід метану збільшується на 6 % за рахунок підвищення концентрації метану в біогазі за незначного зниження загального виходу біогазу. Вміст метану в біогазі збільшується з 62 % за співвідношення опалого листа до водної рослини 20:1 до 64 % за співвідношення 10:1. За таких умов підвищення виходу метану відбувається за рахунок підвищення вмісту азоту в середовищі ферментації і наближення співвідношення C/N до оптимального. За використання співвідношення опалого листа до *C. demersum* 6:1 вміст метану в біогазі зменшується на 14 %, а загальний вихід на 48 % по відношенню до контролю. що можна пояснити впливом на біохімічні процеси в асоціації мікроорганізмів речовин, що містяться в клітинах *C. demersum*. Клітинні екстракти рослини *C. demersum* складаються з різних класів фітомолекул, таких як вуглеводи, білки, алкалоїди, кардіотоніки, глікозиди, таніни флавоноїди та неорганічні речовини [2]. Суттєве зниження виходу біогазу при підвищенні концентрації водної рослини як косубстрату за цей період пояснюється тривалою лаг фазою і збільшенням концентрації інгібіторних речовин, які впливають на мікроорганізми асоціації метантенка.

Спільне зброджування листа та *S. platensis* дозволило отримати вихід метану – 71 %, що свідчить про ефективність зброджування листа та *S. platensis*. При цьому на початку зброджування збільшення співвідношення водоростей до листа призводило до меншого виходу біогазу та вмісту метану в ньому. На початку при додаванні *S. platensis* до листа фіксувався високий вміст  $H_2$  та незначна кількість  $H_2S$ . Високий вміст водню може свідчити про підвищену активність ацетогенних бактерій, що спричинило низький вихід метану на початку дослідження. Вміст сірководню може свідчити про вміст білка у зброджуваному субстраті.

При зброджуванні листа з *Chlorella vulgaris* продуктивність метаногенезу також збільшилась. Вихід біогазу збільшується на  $3 \pm 0,1$ ,  $5,9 \pm 0,1$ ,  $8,0 \pm 0,1$  % за використання співвідношення компонентів 20:1, 10:1 та 6:1 відповідно. При підвищенні вмісту на 1 г вміст метану збільшується на  $2,0 \pm 0,5$  %. Це можна пояснити як доступністю поживних речовин, що містяться в клітинах хлорели, так і позитивним впливом їх компонентного складу для розвитку асоціації мікроорганізмів як ацетогенів, так і метаногенів.

Таким чином, введення як косубстрату водних рослин та мікроводоростей підвищує як вихід біогазу, так і вміст метану в ньому. Необхідно регулювати співвідношення целюлозовмісної сировини та водних рослин, оскільки *C. Demersum* містить речовини, які інгібують розвиток асоціації мікроорганізмів.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ramaraj R., Unpaprom Y., Whangchai N., Dussadee N. // Emer Life Sci Res. 2015. 1(1): 38–45.
2. Ibrahim S., Humaira F., Abrar M., Mohsin A.S. // Indian Journal of Pharmaceutical and Biological Research. 2018. 6(02): 10-17.