

УДК 621.37:631.95

ПЕРСПЕКТИВНІ ШЛЯХИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ФЕРМЕНТАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ

Рижков А.О., к.т.н.,

Сидоренко А.О., студент

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-32-63

Анотація – в роботі розглянута можливість підвищення метаболічної активності мікроорганізмів і таким чином прискорення процесу бродіння шляхом стимуляція біомаси у процесі ферментації за допомогою слабких комбінованих електромагнітних полів.

Ключові слова – біогаз, мікроорганізми, анаеробна ферментація, стимуляція, слабкі комбіновані електромагнітні поля.

Постановка проблеми. Анаеробне зброджування органічних відходів і побічних продуктів сільського господарства і харчової промисловості є процес, відомий протягом багатьох років і широко використовується для утилізації відходів, контролю забруднення, покращення якості добрив і виробництва біогазу. Анаеробна ферментація створює широкий спектр позитивних впливів на навколишнє середовище, оскільки знижує викиди парникових газів, покращує управління гноєм і органічними відходами і знижує попит на мінеральні добрива.

Аналіз останніх досліджень. Біогаз – це газ, що приблизно на 65% складається з метану (CH_4) і на 35% – з вуглекислого газу (CO_2). Він є природнім продуктом розпаду органічних субстанції тваринного або рослинного походження під впливом анаеробних (таких, що живуть у безкисневому середовищі) бактерій. В установці для виробництва біогазу субстрат, що містить органічні матеріали, розтирається й завантажується у великі ємності, що герметично закриваються, які називаються біореакторами. У біореакторах субстрат нагрівається до температури оптимальної для виробництва біогазу, який у процесі ферментації виділяється із субстрату й збирається у відповідні ємності. Звідти біогаз надходить в електрогенератор, де він переробляється в електроенергію й тепло.

Цілий ряд повномасштабних анаеробних реакторів для виробництва біогазу були розроблені та встановлені в Європі протягом останніх 20 років. Вони призначені в основному для комплексного зброджування гною з меншою часткою інших відходів як додаткового субстрату.

Анаеробне зброджування – це багатоступінчастий процес, в якому різні групи мікроорганізмів розкладають органічні речовини в послідовному порядку в результаті синергетичної дії. Інтенсивну експлуатацію анаеробних реакторів, таким чином, забезпечують на основі ретельного контролю факторів, що гарантують нормальну життєдіяльність мікроорганізмів: температури 30°C – 35°C для мезофільних бактерій і температури в діапазоні від 50°C до 60°C для термофільних бактерій, значення Ph субстрату, що ферментує, у діапазоні від 6 до 8.

Ще одним важливим фактором інтенсифікації анаеробного зброджування є вибір правильної конфігурації реактора. Враховуючи низьку швидкості біосинтезу метаногенів в анаеробних системах необхідно особливу увагу приділяти реактору.

Дезінтеграція може різко активізувати процес на етапі гідролізу. Це означає, що розпад органічних клітин дає продукти, які будуть бродити легше. Ступінь розпаду залежить від особливостей субстрату, застосування енергії, а також техніки. Рекомендується застосовувати дезінтеграцію для прискорення відносно повільних біохімічних процесів біологічного розкладання. Тільки 3 - 4 дні (замість 20 днів), іноді може бути достатньо, щоб отримати максимальну сахаризацію. Наступні технології можуть бути використані з метою дезінтеграції: механічні процеси (гомогенізатор високого тиску, мішалки, кульовий млин, центрифуги), акустичні процеси (ультразвукова кавітація, звукохімічні реакції), хімічні процесів (кислотна обробка, окислення озоном, солі), теплові процеси (піроліз, термічне руйнування клітини, заморожування і відтавання, змінний тиск).

Для оптимізації процесу розкладання біомаси мікроорганізми потребують енергію, яку вони отримують від переробки полісахаридів, ліпідів і жирів. Ці речовини мікроорганізми можуть отримати тільки після ферментативного поділу більш складних матеріалів – полімерів (целюлоза, крохмаль). Тим не менше, число природних ферментів не завжди є достатнім для досягнення оптимального харчування мікроорганізмів. З додаванням цих біологічних каталізаторів – ферментів, організми постійно отримувати достатньо поживних речовин у вигляді моно- і олігосахариди. Як наслідок, швидкість їх розмноження та біологічної активності збільшується, що приводить до істотного збільшення продуктивності на вихід біогазу та стабільність біологічних процесів в біогазових установок.

Якщо відбувається збій в анаеробної системи через відсутність належного контролю факторів навколишнього середовища або вимивання мікрофлори з реактора, відновлення системи до нормального робочого стану може зайняти кілька місяців через украй повільний темп зростання метаногенів.

Формулювання цілей статті. Розглянути можливість підвищення метаболічної активності мікроорганізмів і таким чином прискорення процесу бродіння шляхом стимуляція біомаси у процесі ферментації за допомогою слабких комбінованих електромагнітних полів.

Основна частина. Відомо, що стимулюючою дією на біологічні об'єкти, у тому числі й мікроорганізми, мають слабкі електромагнітні поля. Низькочастотне електромагнітне поле, яке порівняно з величиною геомагнітного поля Землі зі спеціально підбраною частотою й амплітудою, впливає на стан молекулярних структур у клітках мікроорганізмів, що приводить до інтенсифікації біохімічних реакцій.

Слабкі комбіновані електромагнітні поля, які містять колінеарно направлені постійну і змінну компоненти можуть мати значний вплив на метаболічні та функціональні властивості біологічних систем. Біоефекти такого магнітного поля обумовлені їх впливом на швидкість деяких Ca^{2+} -залежних біохімічних реакцій, які грають ключову роль в регуляції обміну речовин у живих клітинах. Головними мішенями магнітних полів у біологічних системах є іони Ca^{2+} , Mg^{2+} і K^+ , в Ca^{2+} , що зв'язані в ферментах. Максимальний біологічний ефект від дії слабких комбінованих електромагнітних полів досягається при дотриманні наступних умов: частота змінної складової поля повинна відповідати резонансній частоті іонів, відношення величини магнітної індукції змінної складової до магнітної індукції постійної складової магнітного поля повинна дорівнювати 1,84.

Установка для обробки мікроорганізмів низькочастотним електромагнітним полем складається із двох пар коаксіальних котушок Гельмгольца, орієнтованих уздовж вектора магнітного поля Землі. До першої пари котушок надходить постійний струм, щоб одержати постійну складову магнітного поля необхідної величини. Друга пара котушок живиться від генератора синусоїдальних сигналів низької частоти в діапазоні від 1 до 100 Гц.

Висновки. Дослідження спрямовані на вивчення широкого спектру біологічних ефектів, які чинить комбіноване електромагнітне поле на консорціум мікроорганізмів, що беруть участь у анаеробному зброджуванні, а також розвиток прикладних технологій електромагнітної стимуляції виробництва біогазу. Попередні досліди зі зразками бражки, що піддавалась впливу комбінованого електромагнітного поле, створюваного парою котушок Гельмгольца, на фоні постійного геомагнітного поля показали, що можливий рівень стимуляції може досягати 30%.

Запропонована технологія може також бути поширена на інтенсифікацію інших біологічних процесів конверсії біомаси, таких, як ферментація для виробництва біоетанолу, а також зростання водоростей для виробництва біопалива.

Література

1. *Binhi V. N.* Magnetobiology: Underlying Physical Problems / V. N. Binhi. – Academic Press, 2002. – 473 p.

2. *Deublein D.* Biogas from Waste and Renewable Resources / D. Deublein, A. Steinhauser. – Wiley-VCH, 2008. – 444 p.

3. *Gerardi M. H.* The Microbiology of Anaerobic Digesters / M. H. Gerardi. – Wiley-Interscience, 2003. – 177 p.

4. *Khanal S. K.* Anaerobic Biotechnology for Bioenergy Production: Principles and Applications / S. K. Khanal. – John Wiley- Blackwell, 2008. – 301 p.

5. *Mae-Wan H.* Bioelectrodynamics and Biocommunication / H. Mae-Wan, F.-A. Popp, U. Warnke. – World Scientific Publishing Company, 1994. – 436 p.

6. *Pazur A.* Characterisation of weak magnetic field effects in an aqueous glutamic acid solution by nonlinear dielectric spectroscopy and voltammetry / A. Pazur // BioMagnetic Research and Technology, 2004 . – №2 – 8 p.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПУТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ФЕРМЕНТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В БИОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ

Рыжков А.А., Сидоренко А.А.

Аннотация

В работе рассмотрена возможность повышения метаболической активности микроорганизмов и таким образом ускорения процесса брожения путем стимуляция биомассы в процессе ферментации с помощью слабых комбинированных электромагнитных полей.

PROMISING WAYS TO INTENSIFY FERMENTATION PROCESSES IN BIOGAS PLANTS

A. Ryzhkov, A. Sidorenko

Summary

In this work the possibility of increasing the metabolic activity of microorganisms and thus accelerate the fermentation process through stimulation of biomass during digestion with weak combined electromagnetic fields.