

changes at which an initial parameter arrives at a maximum on the basis of equalization of regression. Model allows to get the detailed information about quality of synthesis-gas depending on entrance factors which influence on the process of gasification. Substantial reduction of considerable money and resources which are spent at the receipt of necessary information from realization of experimental researches is possible.

УДК 332.64

Студ. М.Т. Матвієнко;

доц. В.П. Оліферчук, канд. біол. наук – НЛТУ України, м. Львів

РОЛЬ МІКРОФЛОРИ БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ В ПРОЦЕСІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТАНОУТВОРЕННЯ

Із біогазової установки було виділено три штами метанотвірних бактерій. Створена на їх основі асоціація підвищила ефективність метаноутворення та скоротила час виділення біогазу. Сформована асоціація рекомендується для застосування в метантенках з різним субстратом.

Ключові слова: асоціація мікроорганізмів, біогаз, метантенк, ферментація.

Стан питання. Інтерес до проблеми надмірного нагромадження відходів, зважаючи на можливості їх повторного використання, останнім часом значно зріс у зв'язку з впровадженням екологічних біотехнологій та світовою енергокризою. Тому питання біотрансформації органічного складника відходів є актуальним та має теоретичне і практичне значення [1, 2]. Проблема біоконверсії відходів анаеробними мікроорганізмами пов'язана також з потребою захисту навколишнього природного середовища від забруднень [3]. Сировиною для перероблення в анаеробних умовах можуть слугувати побутові відходи та стоки, відходи сільськогосподарського виробництва та інших галузей, які містять органічний складник [4]. Біоконверсія органічних відходів різного походження дає змогу одержати корисні продукти – біопаливо, біогаз, екологічно чисті добрива, органічні кислоти, промислово важливі ферменти [5]. Анаеробну деградацію біополімерів здійснює багатовидова мікробна асоціація, яка об'єднується міцними трофічними зв'язками. Обов'язковими компонентами асоціації є первинні анаероби гідролітичної мікрофлори (гідролізують біополімери), бродильної мікрофлори (зброджують молекули мономерів), ацетогенної мікрофлори (перетворюють різноманітні продукти бродіння в субстрати метаногенезу) і вторинні анаероби – метанотвірні археї [6].

Методика досліджень. Було виконано дослідження мікрофлори біогазової установки, наповненої мулом з очисних споруд м. Львова [7]. Виявилось, що в установці сформувалась стійка асоціація метанотвірних та целюлолітичних бактерій. Тут є висока концентрація органічних речовин, відносно швидке споживання кисню і постійна температура. Ці умови і спричинили масовий розвиток усіх організмів ланцюга анаеробного розкладання органічних речовин, включаючи метаногени, що трансформують C_1 – C_2 органічні сполуки, целюлозу, гній і послід у біопаливо.

Вирощували виділені археї на середовищі: "Р" з водень – вуглекислою сумішшю + намул, відібраний на очисних спорудах м. Львова. Активне газотворення (CH_4 , H_2 , CO_2) спостерігали у дослідних зразках мулу метантенка

за температури 45 °С. Порівняльна оцінка наявності метанотвірних і целюлолітичних мікроорганізмів показала, що наявність їх взаємозалежна, тому що продукти трансформації первинних анаеробів є субстратом для росту метаногенних археїв.

З мулу метантенка (біогазової установки) було виділено термофільну нагромаджувальну культуру, що здатна до гідролізу целюлози до метану за 20 діб за температури 40 °С. З нагромадженої метаногенної культури надалі було ізольовано метан: первинних анаеробів, що гідролізують целюлозу (целюлолітичні бактерії), бродильних (сахаролітичні бактерії) і вторинних анаеробів – метанотвірних археїв.

Результат досліджень. З біогазової установки ізольовано термофільні анаеробні штами мікроорганізмів, які можуть трансформувати складні органічні речовини в біогаз. На підставі морфолого – культурних та фізіолого – біохімічних властивостей виділені штами ідентифіковано як *Clostridium* sp. 7ВП, *Methanobacterium* sp. 5СС, *Methanobacterium sarcina* 3БС.

На основі виділених монокультур створено активну асоціацію анаеробних мікроорганізмів, які містили: целюлолітичний штам *Clostridium* sp. 7ВП та метаногени *Methanobacterium* sp. 5СС, *Methanobacterium sarcina* 3БС. Під час складання асоціації спрямовано увагу на фізіологічний стан кожного штаму та співвідношення між кількістю клітин культур, внесених у культиватор. Ми здійснили дослідження з оптимізації процесу перетворення органічної складової побутових відходів.

Роботу з окремими видами мікроорганізмів випробували на мулі з очисних споруд. Результати досліджень подано на рисунках.

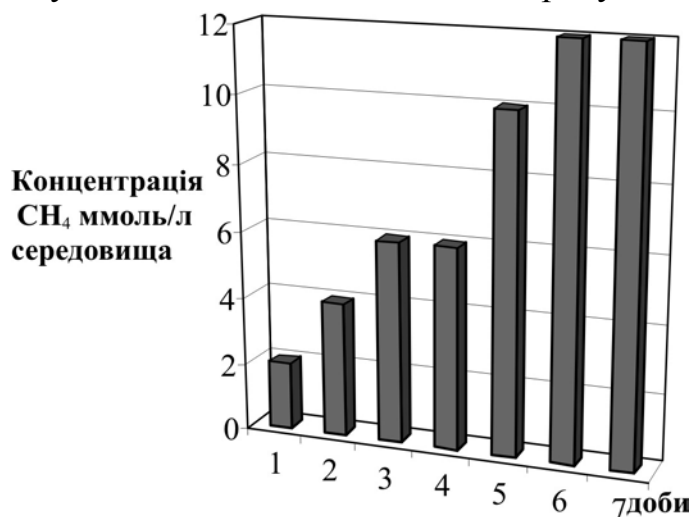


Рис. 1. Залежність концентрації CH₄ ммоль/л від часу трансформації для *Clostridium* sp. 7ВП

Як бачимо з рис. 1, при застосуванні штаму *Clostridium* sp. 7ВП концентрація CH₄ у перший день становить 2 ммоль/л. На другий день концентрація метану збільшується, а на шостий та сьомий день дорівнює 12 ммоль/л.

Характеристика целюлолітичного штаму 7В. На поверхні агаризованого середовища утворює дрібні, круглі білі або прозорі колонії розміром 1-2 мм. Облігатний анаероб. Росте в діапазоні температур 45-50 °С. Опти-

мальне значення рН 7,0-7,5. Ріст не спостерігається за рН понад 8,0, нижче 6,5. Внаслідок вивчення здатності виділеного штаму використовувати для росту різні джерела вуглецю встановлено, що штам 7ВП здатний ферментувати крім целюлози також арабінозу, глюкозу, галактозу, сахарозу, ксилозу. На живильних середовищах МПБ, МПА не росте. Ріст спостерігали на мінеральному середовищі "Р" з дріжджовим екстрактом або вітамінами. Основними екзометаболітами є + водень, вуглекислий газ, етанол, ацетат та лактат. На підставі фізіологічних – біохімічних і морфологічних ознак ізолюваний штам 7ВП віднесено до роду *Clostridium* sp.

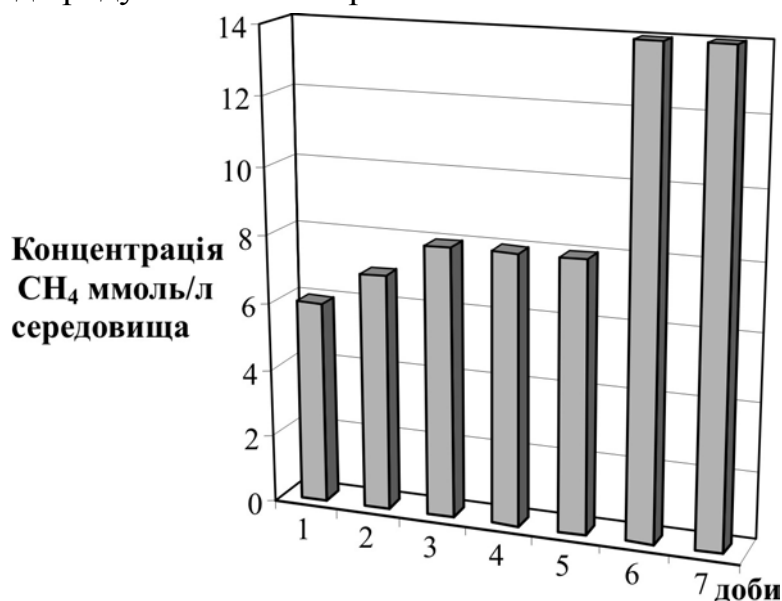


Рис. 2. Залежність концентрації CH₄ ммоль/л від часу трансформації для *Methanobacterium* sp. 5CC

У випадку застосування штаму *Methanobacterium* sp. 5CC концентрація CH₄ в перший день є більшою, ніж у разі застосування штаму *Clostridium* sp. 7ВП і становить 6 ммоль/л. У цьому випадку спостерігаємо і вищу концентрацію метану на 6 день – 14 ммоль/л.

Характеристика сахаролітичного штаму 5CC. Клітини штаму 5CC – палички, розміром 0,5-0,6-7-100 мкм, вигнуті, утворюють ланцюги до 100 мкм, грам-позитивні, нерухомі. Поверхневі колонії опуклі, з рівним краєм, коричнюваті, округлої форми, 1-2 мм у діаметрі. У рідкому середовищі культура росте у вигляді опалесцентної суспензії. Ріст та утворення метану штамом 5CC спостерігали на мінеральному середовищі "Р" з водень – вуглекислотною сумішшю як єдиним джерелом вуглецю й енергії. Облігатний анаероб. Ріст й утворення метану відбувається в діапазоні температур 40-65 °С, з оптимумом 55-60 °С. Діапазон рН 6,5-8,0, оптимальне рН 7,0-7,5. Ріст стимулюється внесенням у середовище дріжджового екстракту. Порівняльна діагностика ознак штаму 5CC дала змогу віднести його до роду *Methanobacterium* sp.

У разі застосування штаму *Methanobacterium* sarcinum 3БС концентрація CH₄ є вищою, ніж у двох попередніх випадках, скорочується час трансформації до 5 діб та збільшується концентрація CH₄.

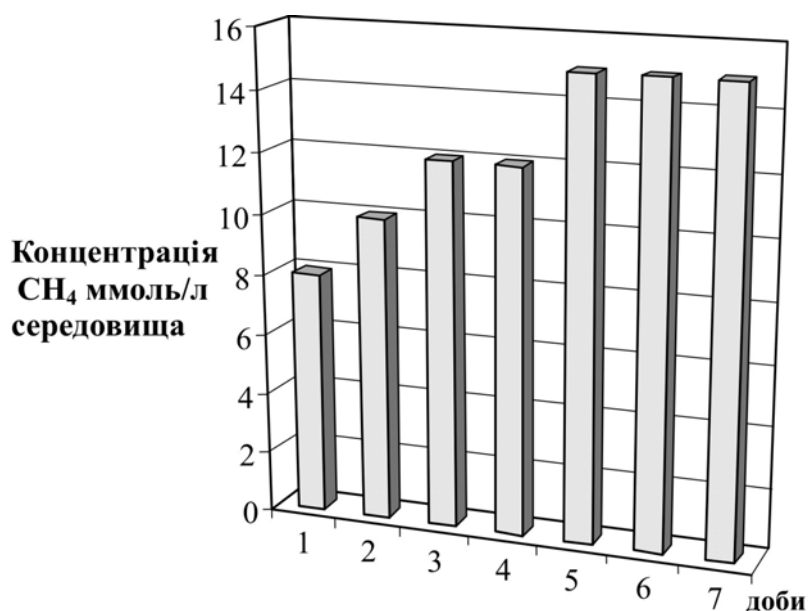


Рис 3. Залежність концентрації CH_4 ммоль/л від часу трансформації для *Methanobacterium sarcinum* 3БС

Характеристика метанотвірного штаму 3БС. Клітини штаму – коки (1-2 мкм у діаметрі), які розмножуються поділом у різних напрямках і поєднуються по 2, 4, 8 у сарціноподібні нерухомі пакети. Колонії на щільному середовищі – зернисті, жовтуватого кольору 0,5-1 мм у діаметрі. Облігатний анаероб. Ріст та утворення метану штамом 3БС спостерігали на мінеральному середовищі "Р". Ростає в діапазоні температур 30-60 °С, з оптимумом 55 °С; за значень рН від 6,0 до 8,0 з оптимумом 6,8-7,0. Ріст і метаноутворення стимулювали додаванням дріжджового екстракту. Порівняння властивостей виділеного штаму 3БС з відомими термофільними метаногенами дало змогу віднести його до роду *Methanobacterium sarcina*.

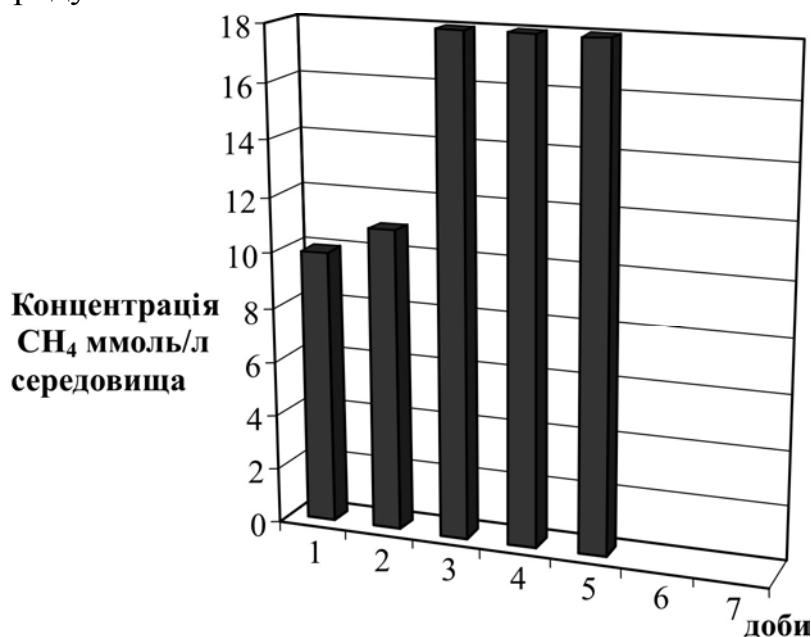


Рис. 4. Залежність концентрації CH_4 ммоль/л від часу трансформації для асоціації мікроорганізмів

Бачимо, що застосування асоціації мікроорганізмів скорочує час трансформації мулу до 5 діб та збільшує вихід CH_4 до 18 ммоль/л. Планується

застосування цієї асоціації мікроорганізмів для трансформації мулу з очисних споруд у біогаз.

Висновки. 1. Вперше виділено та ідентифіковано нові штами облигатних анаеробних термофільних мікроорганізмів: целюлолітичний штам *Clostridium* sp. 7ВП та метаногени *Methanobacterium* sp. 5СС та *Methanobacterium sarcina* ЗБС, які утилізують мул з очисних споруд.

2. Визначено, що внесення дріжджового екстракту в культурне середовище під час росту культури супроводжується підвищенням продукування етанолу.

3. На основі виділених монокультур бактерій створено асоціації анаеробних мікроорганізмів на вихід остаточних продуктів метаболізму – метану, етанолу, ацетату під час трансформації органічної сировини.

Література

1. Гелету́ха Г.Г. Энергетический потенциал биомассы в Украине / Гелету́ха Г.Г., Марценюк З.А. // Промышленная теплотехника. – 1998. – № 4. – С. 52.

2. Ротштейн О.П. Self Computing в біотехнології: багатофакторний аналіз і діагностика : монографія / О.П. Ротштейн, Є.П. Ларюшкін, Ю.І. Мітюшкін. – Вінниця : Вид-во УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 144 с.

3. Ратушняк Г.С. Інтенсифікація біоконверсії коливальним перемішуванням субстрату : монографія / Г.С. Ратушняк, В.В. Джеджула. – Вінниця : Вид-во УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 117 с.

4. Соуфер С. Биомасса как источник энергии : пер. з англ. / С. Соуфер, О. Заборски. – М. : Вид-во "Мир", 1985. – 368 с.

5. Баадер Б. Биогаз: теория и практика : пер. с нем. М.И. Серебрянного / Б. Баадер, Е. Доне, М. Брендерфер. – М. : Изд-во "Колос", 1982. – 148 с.

6. Дебабова В.Г. Генетика промышленных микроорганизмов в биотехнологии / под ред. В.Г. Дебабова. – М. : Изд-во "Наука". – 1990. – 275 с.

7. Оліферчук В.П. Можливість використання осаду стічних вод очисних споруд Львова для виробництва біогазу / Оліферчук В.П., Матвієнко М.Т., Войтович І.Г. // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.9. – С. 72-76.

Matvienko M.T., Oliferchuk V.P. Роль мікрофлори біогазової установки в процесі підвищення ефективності метанового сбражування

Из биогазовой установки было выделено три штамма метанообразующих бактерий. Созданная на их основе ассоциация повысила эффективность метанового сбраживания и сократила время выделения биогаза. Сформированная ассоциация рекомендуется для применения в метантенке с разным субстратом.

Matvienko M.T., Oliferchuk V.P. The significance of microflora of biogasreactor in the process of increasing the efficiency of methane production

The cultures of methane producing bacterium were selected from the biogas producing device. The association created on their basis increased the efficiency of methane production and reduced time of biogas emitting. The given association is recommended for application in biogasreactor with different substrata.

Keywords: microorganisms association, biogas, biogasreactor, fermentation.