

**ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНІ
ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ**

**ХVІІ ВСЕУКРАЇНСЬКА
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
МОЛОДИХ УЧЕНИХ ТА СТУДЕНТІВ
(14 квітня 2017 р.)**

Збірник наукових праць

**Секція 1: «Екологія, технології захисту навколишнього середовища та
збалансоване природокористування»**



ОДЕСА 2017

УДК 547; 37.022

Еколого-енергетичні проблеми сучасності / Збірник наукових праць всеукраїнської науково - технічної конференції молодих учених та студентів.
Одеса, 14 квітня 2017 р. – Одеса, Видавництво ОНАХТ, - 2017р. – 128 с.

Збірник включає наукові праці учасників, що об'єднані по темам:
екологія людини, харчових продуктів та техніка охорони довкілля.

Матеріали подано українською, російською та англійською мовами.

ISSN 0453-8307 © Одеська національна академія харчових технологій



ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ МЕТАНОВОГО БРОДІННЯ

Скляр В. Ю., аспірант I року факультету ПЕЕтаНГТ
Одеська національна академія харчових технологій

Найбільш поширеними в багатьох галузях народного господарства є біотехнологічні процеси, що відбуваються за участю мікроорганізмів (ферментативні процеси). Вони застосовуються для приготування ряду харчових продуктів (кисломолочних, сиру, хліба), виробництва спирту, вин, пива, органічних кислот (оцтової, лимонної, молочної та ін.), амінокислот (серед яких незамінні: валін, лейцин, лізин, фенілаланін, триптофан тощо), ферментів (амілолітичних, протеолітичних, ліполітичних), антибіотиків (пеніциліну, ампіциліну, стрептоміцину та ін.), окремих вітамінів (А, групи В, С, D), органічних розчинників (ацетону, бутанолу). Одержання цих продуктів базується на процесі бродіння.

Бродіння – це ферментативний окиснювально-відновний процес отримання енергії, у якому від субстрату (донора) відщеплюється гідроген (або електрони) та переноситься на продукти – органічні речовини (акцептори) за дотримання певних умов [1]. Розщеплення різних сполук субстратів являє собою джерело енергії для клітин мікроорганізмів, в основному у вигляді органічної речовини – аденозінтрифосфату (АТФ). Процеси, унаслідок яких відбувається виділення енергії – це реакції біологічного окиснення. При цьому обов'язковим продуктом, що виділяється з речовин клітин, є діоксид вуглецю (CO₂) [2].

При бродінні утворюються низькомолекулярні органічні речовини, які можуть виступати в ролі енергетичних джерел (наприклад, етиловий спирт, оцтова кислота, молочна кислота, ацетон, бутанол та ін.). Продукти, що виникають у процесі бродіння, виділяються в живильне середовище та накопичуються в ньому. Кисень у бродінні не бере участь.

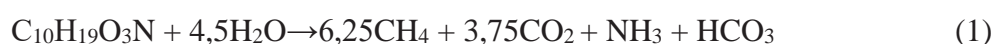
Бродіння (біохімія) (також зброджування, ферментація) - це анаеробний метаболічний розпад молекул (наприклад, глюкози) за допомогою мікроорганізмів [3].

Існують такі типи бродильних анаеробних процесів: спиртове, молочнокисле, метанове, пропіоновокисле, маслянокисле, лимоннокисле, оцтове.

Метанове бродіння — метод біотехнології, що полягає ферментаційному перетворенні біоценозом анаеробних мікроорганізмів більшості органічних полімерних та інших сполук на біометан і вуглекислий газ [4].

Серед його продуцентів – складні мікробні асоціації, що включають такі групи: аеробні бактерії, які перетворюють продукти деструкції целюлози; анаеробні ацетогенні бактерії *Clostridium acetivum*, *Clostridium thermoacetivum*, *Acetobacterium woodii*, які ферментують утворені первинні метаболіти бродіння; метанотвірні бактерії *Methanobacterium formicivum*, *Methanospirillum hungati*, для яких вищеназвані сполуки є подальшими поживними субстратами). Субстратами для життєдіяльності кожної групи бактерій слугують певні органічні речовини, а саме: для бактерій-аеробів – полісахариди (целюлоза, геміцелюлоза); для ацетогенів – продукти деструкції целюлози (янтарна, пропіонова, масляна, молочна, оцтова кислоти, спирти, CO₂ і H₂); для метаногенів – ацетат (оцтова), форміат (мурашина) кислоти, CO₂ та H₂.

По теорії Маккарті повне руйнування органічних речовин відбувається слідуєчим чином:



Біотехнологія методу включає в себе чотири біохімічні стадії (табл.1), які, хоча і можуть проводитися в одному резервуарі, виконуються різними типами мікроорганізмів.

Ферментативний гідроліз відбувається з допомогою ферментативних бактерій *Bacillus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Clostridium* і т.д., які перетворюють органічні складні сполуки в прості шляхом ферментативного гідролізу і кислотоутворення. Ці бактерії при pH = 6,5-7,6 швидко ростуть і виділяють в середовище біологічні каталізатори – екзоферменти,

при участі яких і протікає гідроліз і перехід твердих нерозчинних з'єднань в розчинний стан. Швидкість гідролізу залежить від природи органічних речовин і умов його проведення: необхідно забезпечити достатню кількість ферментів, створити умови для їх контакту з органічним субстратом, витримувати оптимальні температури і величини рН.

Таблиця 1 - Стадії анаеробного метанового бродіння

Назва стадії	Коротка характеристика
Ферментативний гідроліз	перетворення за допомогою бактерій складних вхідних полімерних матеріалів на прості розчинні сполуки, доступні іншим мікроорганізмам
Ацидогенез	перетворення цукрів та амінокислот на вуглекислий газ, водень, аміак і органічні кислоти
Ацетогенез	перетворення органічних кислот на оцтову кислоту, аміак, водень
Метаногенез	перетворення археями-метаногенами цих продуктів на метан і вуглекислий газ

Оскільки наступні стадії анаеробного збродження не можуть початися, поки не пройде гідроліз і тверді нерозчинні речовини не перейдуть в рідку фазу, загальна швидкість процесу може сповільнюватись закінченням гідролізу.

Кислотогена стадія відбувається за допомогою гетерогенних мікроорганізмів, для яких вуглець, що перейшов в розчин простих органічних сполук є джерелом харчування. Дослідження показали, що 20% органічних сполук перетворюються в оцтову кислоту, 15% - в пропіонову і 65% в інші перебіжні з'єднання.

Стадії кислотоутворення відбуваються швидко, оскільки бактерії кислототворні не вибагливі і розмножуються з великою швидкістю. Інтенсивний перебіг гідролізу і кислотоутворення (загальна тривалість біля 7 годин) приводить до накопичення летучих кислот і зниження рН, що пригнічує ріст бактерій і стримує метаногенез.

На третій ацетогенній стадії перша група бактерій, як приклад з пропіонової і масляної кислот утворюється оцтової кислота і водень.



Друга група ацетогенних бактерій утворює оцтову кислоту шляхом відновлення вуглекислого газу воднем.



На четвертій метаногенній стадії метанові бактерії утворюють метан двома шляхами – розщепленням ацетату (оцтової кислоти) і відновленням вуглецевої кислоти воднем.



Метанове бродіння відбувається при різних температурах, а саме виділяють психрофільне (< 20 °С), мезофільне (20 – 40 °С) та термофільне (45 – 65 °С) бродіння (рис. 1).

Анаеробний процес утворення метану являє собою метаногенез. Унаслідок метаногенезу утворюється газова суміш, яка називається біогазом, вона має такий склад: метан (CH₄) – 50–75%, вуглекислий газ (CO₂) – до 25–30%, сірководень (H₂S) – 1% і незначна кількість азоту (аміаку), кисню, водню та закису вуглецю.

Процеси метанового бродіння (ферментації) використовуються для одержання пального газу – метану і органічних добрив. Також, метанове бродіння використовують для очищення стічних вод і відбувається в лужному середовищі [5].

У біотехнології анаеробного ферментування використовуються герметичні резервуари - метантенки. У результаті життєдіяльності біоценозу метантенка відбувається зниження концентрації органічних речовин і утворення екологічно чистого палива — біогазу [6].

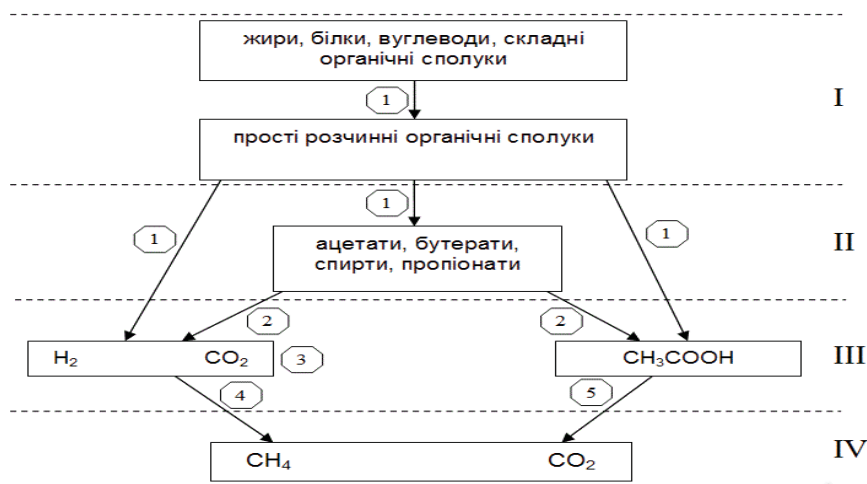


Рис. 1 - Схема анаеробного метанового зародження.

1 – ферментативні кислотогени; 2 – ацетогени утворюючі H₂; 3 – ацетогени використовуючі H₂; 4 – метаногени відновлюючі CO₂; 5 – метаногени використовуючі ацетат. I – гідроліз; II – кислотоутворення; III – утворення оцтової кислоти; IV – утворення метану.

Перевагами анаеробного методу є низька енергозатратність (енергоспоживання процесів анаеробного очищення становить ~ 10% від енергоспоживання аеробного очищення), високі навантаження, одержання метану як енергоносія, утворення невеликої кількості надлишкового мулу, невеликі площі для споруд, можливість застосування модулів доочищення, а вартість анаеробного очищення у 13 разів менша, ніж аеробного.

Метанове бродіння дешевих органічних целюлозовмісних матеріалів дозволяє виробляти повноцінне альтернативне біологічне паливо (біогаз). Для отримання біогазу та добрив з вмістом вітаміну B₁₂ можуть використовуватися відходи сільського господарства, стоки переробних підприємств, що містять цукор, побутові відходи, стічні води міст, спиртних заводів і т.д. Виробництво біогазу шляхом метанового «бродіння» відходів – один з шляхів вирішення енергетичних, економічних, екологічних, агрохімічних проблем у більшості країн світу.

Інформаційні джерела

1. Хиггинс, И. Биотехнология [Текст]: пер. с англ. / И. Хиггинс, Д. Беет, Дж. Джонс. – М.: Мир, 1988. – 480 с.
2. Егорова, Т.А. Основы биотехнологии [Текст]: учеб. пособие для высш. пед. учеб. завед. / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина. – М.: Академия, 2003. – 208 с.
3. Сазыкин, Ю.О. Биотехнология [Текст]: учеб. пособие для студ. высш. учеб. завед. / Ю.О. Сазыкин, С.Н. Орехов, И.И. Чакалева. – М.: Академия, 2006. – 256 с.
4. Галяс, В.Л. Біохімічний і біотехнологічний словник [Текст] / В.Л. Галяс, А.Г. Колотницький. – Л.: Оріяна-Нова, 2006. – 468 с. 6. Бирюков, В.В. Основы промышленной биотехнологии [Текст]: учеб. пособие для студ. высш. учеб. завед. / В.В. Бирюков. – М.: КолосС, 2004. – 296 с.

Крусір Г. В., д.т.н., проф.

Одеська національна академія харчових технологій

УДК 62-781

THE PROBLEM OF DUSTINESS AS A CONSTITUENT OF OCCUPATIONAL AND ECOLOGICAL SAFETY

**Skuibida O. L., cand. of techn. sciences, docent
Zaporizhzhya National Technical University**

ГЛОСАРІЙ

Амирасланов Т.Н.	3
Антонюк Г.Л.	5
Арнаут О.І.	6
Балабан И. О.	9
Баріщенко О.М.	10
Бедрій Т.О	12
Березнюк Л.Л.	15
Березнюк О.В.	13,15
Бондар О.І.	17
Бублієнко Н.О.	19
Бутенко Д.В.	21
Бучка А.В.	23
Волошина В.Г.	25
Гаврилкіна Д.В.	26
Gazakov N.	28
Георгиев Е.В.	29
Глазиріна О.Є.	31
Гніденко В. С.	33
Голопура С.М.	34
Грегулич А.	36
Грегораши В.С.	38
Гринюк В.І.	39
Губіна В.Ю.	40
Дорохин О.О.	42
Дядюша Л. О.	44
Єлгаєва М.О.	46
Єрмаков В.М.	47
Жалівців С.І.	49
Жарюк В.М.	51
Закревська А.С.	53
Іванюта П.В.	54
Іскра К.О.	34
Кальчук В.В.	56
Кірюхіна Д.В.	57
Ковтун Я.	59
Костейков Н.Ю.	61
Кравців Р.В.	62
Кулік А.С.	64
Курінна В.В.	68
Курінна Д.В.	68
Кульбачко А.Б.	66
Лагойда О.С.	69
Ляшенко К.І.	71
Маєвський А.Р.	54
Майлунець Н.В.	6
Маренич А.В.	25

Марчук О.	72
Машков О.А.	17
Мурин О.В.	76
Муріна О.В.	74
Михайленко А.С.	78
Носенко К.В.	79
Нікішина П.С.	81
Оласюк Ю.Ю.	82
Панченко Т.	83
Пасенко А. В.	33
Пашков Д.В.	17
Пісьменнікова Т.С	85
Петровская Ю.С.	86
Печнев О.І.	88
Побережна С.М.	90
Полуденко О.С.	5
Полусин Д.С.	76
Поліщук В.М.	56,82,92
Поперечна Д.С.	92
Потебна Д.В.	93
Ритченко Ю.В.	66,115
Романова О.В.	95
Рубайко А.В.	96
Саввова К.О.	97
Свіржевський О. М.	98
Семенова О.І.	104
Семёнова И.Д.	100
Сироватіна Н.Л	102
Skiibida O.L.	108
Скляр В.Ю.	106
Солошенко С.Ю.	110
Сулейко Т.Л.	90
Сьцевич В.И.	86
Семенюк А.В.	111
Толмаченко Г. О.	112
Троян Б.В.	115
Тристан Г. С.	116
Федорова С.Е.	118
Харламова О.В.	53
Хлієв Н.О.	120
Чекал Г.Л.	122
Чернишова О.О.	124
Шилофост Т.О.	19
Ширабордіна В.С.	86
Шостік Д.І.	71
Юрас Ю.І.	8

**ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНІ
ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ**

**ХVІІ ВСЕУКРАЇНСЬКА
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ УЧЕНИХ ТА
СТУДЕНТІВ
(14 квітня 2017 р.)**

**Збірник наукових праць
Секція 1: «Екологія, технології захисту навколишнього середовища та збалансоване
природокористування»**

Підписано до друку 12.04.2017 р. Формат 60x84 1/16.
Гарн. Таймс. Умов.- друк. арк5,1. Тираж 20 прим.
Замовл. №.790
ВЦ «Технолог»