

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

за матеріалами
XVIII Всеукраїнської науково-технічної
онлайн-конференції
**«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ»**

29-30 вересня 2020 року



Одеса
Видавець Бондаренко М. О.
2020

УДК 621.31(075.8)

ББК 31.2я73

3-41

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Одеської національної академії харчових технологій,
протокол № 3 від 6 жовтня 2020 р.*

Відповідальний редактор:

Тітлов О. С., завідувач кафедри нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики, д-р. техн. наук, професор.

*За достовірність інформації
відповідає автор публікації*

Збірник наукових праць за матеріалами XVIII Всеукраїнської 3-41 науково-технічної онлайн-конференції «Актуальні проблеми енергетики та екології» 29-30 вересня 2020 року / ред. О. С. Тітлов. – Одеса : ФОП Бондаренко М. О., 2020. – 280 с.

ISBN 978-617-7829-81-1

До збірника включені матеріали сучасних наукових досліджень, що представлені вченими України, Білорусії, Молдови, Росії, а також роботи студентів.

Розглянуто наступні напрямки досліджень: тепломасообмін; теплофізичні властивості робочих тіл енергетичного обладнання; нанотехнології в холодильній техніці; екологічні проблеми енергетики; теплові насоси. Системи опалення та кондиціонування; теплообмінні апарати; енергетичні та екологічні проблеми нафтогазової галузі; енергетичні та екологічні проблеми холодильної техніки; енергетичні та екологічні проблеми харчової промисловості; екологічна безпека; екологічні проблеми сучасності; раціональне використання природних ресурсів.

УДК 621.31(075.8)

ББК 31.2я73

ISBN 978-617-7829-81-1

© Одеська національна академія
харчових технологій, 2020

Секція 1:

**«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ЕНЕРГЕТИКИ»**

УДК 663.551.63:662.76+631.86

БУРЯКОВА ВІНАСА ЯК СИРОВИНА ДЛЯ ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ ТА ДОБРІВ

Іванова Т.С.¹, к.б.н., наук. співроб., Кулічкова Г.І.¹, аспірантка, Сивак В.О.², студентка,
Володько О.І.¹, пров. інж., Лукашевич К.М.¹, наук. співроб.,
Циганков С.П.¹, д.т.н., ст. наук. співроб.

¹ – Державна установа «Інститут харчової біотехнології та геноміки Національної академії наук України»

² – Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Наразі існує значна проблема із відходом виробництва біоетанолу – буряковою вінасою, рідиною темного кольору з кислим рН та високим вмістом летких речовин з неприємним запахом. Вінаса утворюється як нижня фракція в дистиляційних колонах на спиртових заводах [1]. Стічні води вінаси скидаються на поля фільтрації, під які використовують родючі землі, що призводить до забруднення поверхневих водоем та повітря, погіршує якість життя населення та призводить до збитків у сфері туризму. В Україні у 2019 році було вироблено 50 тис. тон біоетанолу із бурякової меляси, при цьому утворилося більше півмільйона тонн забруднених органічними речовинами рідинних відходів – бурякової барди (вінаси).

Коли вінаса без попередньої обробки використовується для удобрення та зволоження рослин на полях, значно збільшується хімічне споживання кисню (ХПК) ґрунтових вод, а також відбувається забруднення іонами з вінаси водних ресурсів [2]. Водночас, дигестат після метанового ферментування має менший вміст ХПК, фенольних речовин і нітратів, але при цьому може бути джерелом калію, магнію, фосфору та застосовуватися на полях як добриво. Органічні добрива, що утворюються при метановому бродінні, забезпечують додатковий приріст врожайності в середньому на 20 % в порівнянні з незбродженим гноєм, це пояснюється мінералізуванням джерел азоту та фосфору, при цьому підвищується їх засвоєння рослинами [3]. Після метанового бродіння у біошламі також знижується здатність до проростання насіння бур'янів [4]. Важливим аспектом є те, що при метановому ферментуванні інтенсивно розкладаються речовини, які мають сильний запах, такі як леткі жирні кислоти та феноли. Крім того, біошлам після ферментування добре зберігається та позитивно впливає на утворення гумусу, завдяки чому в період тривалої засухи ґрунти довше зберігають вологу [4].

Анаеробне ферментування – одна з найперспективніших технологій очищення стічних вод етанолу, оскільки одержаний біогаз може використовуватися як джерело енергії на заводі з виробництва етанолу [5]. Біогаз – це форма відновлюваного палива та джерела енергії, горюча газова суміш, що утворюється при анаеробному ферментуванні біомаси бактеріями [6]. Вінаса містить органічні речовини такі як оцтова, молочна кислота, гліцерин, які легко розкладаються при анаеробному ферментуванні [7]. Поряд з цим, використання вінаси для метанової ферментації вимагає додавання ко-субстрату через низьке співвідношення C/N, невисокий вміст макро- і мікроелементів [8], а також через високий вміст солей калію, сульфатів та присутність фенольних компонентів [9]. Метою роботи було дослідження потенціалу бурякової вінаси для створення технології перероблення цих відходів виробництва біоетанолу в біогаз та добрива.

Бурякова вінаса була надана із ДП «Тайсінський спиртовий завод» (м. Гайсин, Вінницька обл.) та зберігалася у замороженому вигляді. Як ко-субстрат та джерело культур посівного матеріалу для анаеробного ферментування застосовували коров'ячий гній. Вологість сировини визначали висушуванням наважки 5 г при температурі 105 °С у сушильній шафі до постійної маси [10, 11]. Зольність субстратів визначали шляхом спалювання наважки

2 г у муфельній печі при температурі 600-900 °С до повного озолення із наступним визначенням кількості неспаленого залишку [10, 12]. Вміст органічних сухих речовин визначали за різницею вмісту сухих речовин та зольності. Достовірність відмінності показників різних субстратів у повторностях оцінювали за t-критерієм Стьюдента.

Органічні сухі речовини – це компонент біомаси, який зумовлює біогазовий потенціал при анаеробному ферментуванні. Відповідно до проведеного дослідження (див. рис.), середні показники вмісту органічних сухих речовин у коров'ячому гною були на 1,51 % менші, ніж у буряковій вінасі ($10,96 \pm 0,02$ %) і статистично відрізнялися, $p < 0,05$. Наявність води є необхідною умовою для ферментування субстратів, в той же час якщо вміст сухих речовин субстрату є дуже низьким (4-7 %), то процес отримання біогазу може виявитися економічно не доцільним [13].

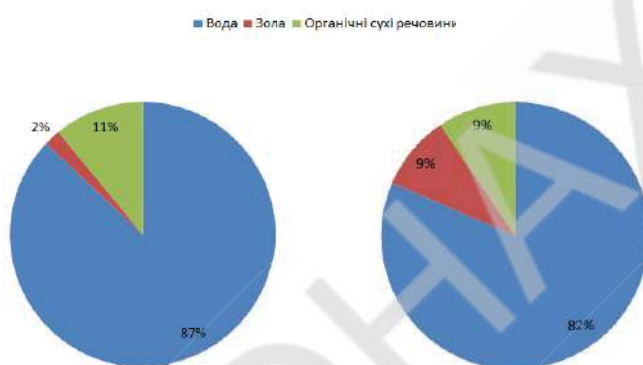


Рис. Усереднені показники вмісту вологості, зольності та органічних сухих речовин у буряковій вінасі (зліва) та у коров'ячому гною (справа)

Збалансований склад мінеральних речовин є одним із параметрів, що забезпечує стабільність процесу анаеробного ферментування, тому використовують взаємодоповнюючі ко-субстрати або додають підживлення у вигляді комплексу лімітувальних мікро- та макроелементів [14]. Іншим важливим параметром при ферментуванні є співвідношення Карбону до Нітрогену. Так як бурякова вінаса має значний вміст загального Нітрогену, що може викликати інгібування метаноутворюючих бактерій, то для створення оптимального співвідношення Карбону до Нітрогену в сировині для виробництва біогазу додавали ко-субстрат, коров'ячий гній. Ферментування моносубстрату з коров'ячого гною – це тривалий процес, при якому вихід біогазу є невеликим [15]. В той же час, при ферментуванні бурякової вінаси з коров'ячим гноєм вихід біогазу збільшується у порівнянні з використанням одного з цих субстратів [15].

За попередніми даними, розрахованими для використання на підприємстві з виробництва біоетанолу, при вхідних компонентах бурякової вінаси 500 т/добу та ко-субстрату 30 т/добу вихід цільових продуктів складає 2 500 м³/добу біогазу та 510 т/добу дигестату. Біогаз може використовуватись на потреби заводу для отримання технологічної пари та електроенергії, а надлишок електроенергії – продаватися у електромережу. Таким чином, виробництво біогазу має потенціал для вирішення як енергетичних проблем, так і екологічних, оскільки залишки після процесу виробництва біогазу безпечні для навколишнього середовища і можуть використовуватися як добрива.

Інформаційні джерела

1. Reis C.E.R., Bento H.B.S., Alves Th.M., Carvalho A.K.F., Castro H.F. Vinasse treatment within the sugarcane-ethanol industry using ozone combined with anaerobic and aerobic microbial processes // *Environments*. – 2019. – Vol. 6. – doi: 10.3390/environments6010005
2. Moraes B.S., Junqueira T.L., Pavanello L.G., Cavalett O., Mantelatto P.E., Bonomi A., Zaiat M. Anaerobic digestion of vinasse from sugarcane biorefineries in Brazil from energy, environmental, and economic perspectives: Profit or expense? // *Appl. Energy*. – 2014. – Vol. 113. – P. 825–835.
3. Гелетуха Г.Г., Кобзарь С.Г. Современные технологии анаэробного сбраживания биомассы (Обзор) // *Экотехнологии и ресурсосбережение*. – 2002. – № 4. – С. 3-8.
4. Басок Б.И., Матвеев Ю.Б., Кужель Л.Н., Коломейко Д.А. Когенерационные технологии использования биогаза // *Наукові праці*. – 2009. – Вип. 98, Т. 111. – С. 7-12.
5. Sawatdeenarunat Ch, Wangnai Ch, Songkasiri W, Panichnumsin P, Saritpongteeraka K, Boonsawang P, et al. Biogas production from industrial effluents (p. 779-816) // *Biomass, Biofuels, Biochemicals* (ed. A. Pandey). – 2019. – Vol. *Biofuels: Alternative feedstocks and conversion processes for the production of liquid and gaseous biofuels* (ed. A. Pandey, Ch. Larroche, C.-G. Dussap, E. Gnansounou, S.K. Khanal, S. Ricke), 2nd edition. – Elsevier: Academic Press. – 886 p.
6. Abderezzak B, Khelidj B, Kellaci A, Tahar Abbes M. The smart use of biogas: Decision support tool. *AASRI Procedia* 2012; 2: 156-62.
7. Syaichurrozi B.I., Sumardiono S. Kinetic model of biogas yield production from vinasse at various initial pH: Comparison between modified Gompertz model and first order kinetic model // *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*. – 2014. – Vol. 7, Iss. 13. – P. 2798-2805.
8. Moraes B.S., Triolo J.M., Lecona V.P., Zaiat M., Sommer S.G. Biogas production within the bioethanol production chain: Use of co-substrates for anaerobic digestion of sugar beet vinasse. *Bioresource Technology* 2015; 190: 227-34.
9. Gonzalez L.M.L., Reyes I.P., Romero O.R. Anaerobic co-digestion of sugarcane press mud with vinasse on methane yield // *Waste Management*. – 2017. – Vol. 68. – P. 139-145.
10. Нечаев А.П., Траубенберг С. Е., Кочеткова А.А. *Пищевая химия*. – СПб.: ГИОРД, 2007.- С. 119-120.
11. ГОСТ 29143-91 (ИСО 712-85) *Зерно и зернопродукты. Определение влажности (рабочий контрольный метод)*. – [Введ. 1992-10-01]. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 7 с. – (Стандарты на методы контролю).
12. ДСТУ ISO 2171:2009 *Зернові, бобові та продукти їх помелу. Визначення загальної золи методом озольовання*. – [Введ. 2011-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2011. – 11 с. – (Стандарты на методы контролю).
13. Abbasi T., Tauseef S.M., Abbasi S.A. *Biogas Energy*. Springer Briefs in Environmental Science, Springer-Verlag, NY, 2012; pp. 169.
14. Nguyen D, Nitayavardhana S, Sawatdeenarunat Ch, Surendra KC, Khanal SK. In: Pandey A, Ed. *Biogas production by anaerobic digestion: Status and perspectives*. Biomass, Biofuels, Biochemicals, Academic Press, Elsevier 2019; 763-78.
15. Polishchuk V., Lobodko M., Bobyr M. Research of biogas methane fermentation of after alcohol bard // *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. – 2017. – Vol. 19, Iss. 3. – P. 57-64.

ЗАСТОСУВАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ <i>Волчок В.О., Власов О.К.</i>	65
БУРЯКОВА ВІНАСА ЯК СИРОВИНА ДЛЯ ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ ТА ДОБРІВ <i>Іванова Т.С., Кулічкова Г.І., Сивак В.О., Володько О.І., Лукашевич К.М., Циганков С.П.</i>	67
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТРАБОТАННЫХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ «МАГНЕГАЗА» <i>Комарова-Ракова Я. О., Королев А.В.</i>	70
ЗМЕНШЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ВІТРОДВИГУНА КОЛИВАЛЬНОГО РУХУ <i>Медвідь А. М., Панченко В. О.</i>	72
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ВЕТРОВЫХ ПОТОКОВ МАЛОЙ МОЩНОСТИ <i>Бошков Л.З., Филипенко А.А.</i>	77
ВОЗДУШНАЯ КОМПРЕССОРНАЯ ТЕПЛОВАЯ УСТАНОВКА (ВКТУ) <i>Хлебников И.</i>	80
БУРЯКОВА ВІНАСА ЯК ДЖЕРЕЛО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ <i>Циганков С.П., Іванова Т.С.</i>	83
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФІЛЬТРАТИВ ПОЛІМЕРВМІСНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІДИН НА ФІЛЬТРАЦІЙНО-ЄМНІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРИГЕННОГО КОЛЕКТОРА <i>Ахметова В.М., Іванків О.О., Світлицький В.М.</i>	85
ПОСТРОЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ НЕФТЕБАЗ ПРИ ПАРАЛЛЕЛЬНОМ СОЕДИНЕНИИ НАСОСОВ МЕТОДОМ ХАРДИ КРОССА <i>Бузовский В.П., Кологривов М.М.</i>	89
ПІДВИЩЕННЯ ВИДОБУВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ХІМІЧНИХ МЕТОДІВ ВПЛИВУ <i>Ковальчук Ю.І., Світлицький В.М., Іванків О.О.</i>	91
ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ТРУБОПРОВІДНИЙ ТРАНСПОРТ ПРИРОДНОГО ГАЗУ <i>Кологривов М. М., Гнатовський А. С.</i>	94
АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВИСОТИ НАЛИВУ НАФТИ ПРИ ЗБЕРІГАННІ В РЕЗЕРВУАРАХ НА ВТРАТИ ВІД ВИПАРОВУВАННЯ <i>Сагала Т.А., Овезов Аман, Дорошенко В.М.</i>	97

Наукове видання

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

за матеріалами
XVIII Всеукраїнської науково-технічної
онлайн-конференції

«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ»

29-30 вересня 2020 року

(українською, російською, англійською мовами)

Підписано до друку 6.10.2020
Формат 60×84/16. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Друк офсетний. Ум. др. арк. 16,27. Наклад 100 прим.
Зам № 231120/2

Надруковано з готового оригінал-макету у друкарні «Апрель»
ФОП Бондаренко М.О.
65045, м. Одеса, вул. В.Арнаутська, 60
тел.: +38 048 700 11 55
www.aprel.od.ua

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців ДК № 4684 від 13.02.2014 р.