

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ З ВІДХОДІВ ЦУКРОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Кучерук П.П., Матвеев Ю.Б.

*Інститут технічної теплофізики НАН України,
тел. 044-223-55-04; kucheruk@biomass.kiev.ua*

Метою роботи є пошук раціональної концепції проекту та розробка технологічних рішень для ефективного виробництва біогазу з жому цукрових буряків протягом року, що враховують склад та обсяги жому, а також можливість залучення комплементарних та/або альтернативних видів сировини.

З огляду на сезонний характер роботи цукрових заводів існує декілька основних концепцій реалізації біогазового проекту на жомі. Перша концепція передбачає використання свіжого жому в період роботи цукрового заводу і кислого жому (з жомових ям) – в міжсезонний період. Друга – роботу біогазового заводу на консервованому жомі, що передбачає доведення вмісту сухих речовин в ньому до 24% та закладання в спеціальні пластикові рукави. Інші концепції передбачають використання комплементарних/альтернативних видів сировини.

В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено питомий вихід метану з жому свіжого $0,495 \text{ м}^3 \text{CH}_4 \cdot \text{кг}^{-1} \text{COP}$, з жому кислого (з жомової ями) – $0,375 \text{ м}^3 \text{CH}_4 \cdot \text{кг}^{-1} \text{COP}$. Виявлено, що при збільшенні початкової концентрації сухої органічної речовини (COP) жому $C_{VS,0}$ в біореакторі періодичної дії з 9 до 23 $\text{гCOP} \cdot \text{кг}^{-1}$ зменшується пікова швидкість виходу метану $V_{\text{CH}_4, \text{max}}$ з 2,16 до $0,76 \text{ м}^3 \text{CH}_4 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{доба}^{-1}$, збільшується проміжок часу до досягнення $V_{\text{CH}_4, \text{max}}$ з 9 до 64 діб, а саме значення кумулятивного виходу CH_4 знижується в 3 рази. Додавання до жому меляси (20...70% від маси COP) призводить до збільшення $V_{\text{CH}_4, \text{max}}$ (при $C_{VS,0} = 12,1 \text{ гCOP} \cdot \text{кг}^{-1}$) з 1,64 до $8,28 \text{ м}^3 \text{CH}_4 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{доба}^{-1}$.

Моделювання процесу метанового бродіння жому в проточному реакторі типу CSTR показало, що найбільше значення $V_{\text{CH}_4, \text{max}} = 1,92 \text{ м}^3 \text{CH}_4 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{доба}^{-1}$ може бути досягнуте при величині органічного навантаження $4,4 \text{ кгCOP} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{доба}^{-1}$ та гідравлічного – $0,0333 \text{ доба}^{-1}$. При цьому виникає дефіцит макро- та мікроелементів для росту клітинної маси бактерій: P – 6,37, Co – 0,12, Cu – 0,09, Zn та Mo – 0,07 ммоль.

З огляду на значний масштаб біогазових проектів на жомі (2...10 МВт_e) як комплементарні/альтернативні види сировини доцільно розглядати силос кукурудзи та/або пожнивні рослинні рештки (після відповідної попередньої обробки). Раціональним може бути використання гранульованої соломи, досліджений питомий вихід метану з якої складає $0,22...0,25 \text{ м}^3 \text{CH}_4 \cdot \text{кг}^{-1} \text{COP}$.

При виборі концепції та технології виробництва біогазу з жому необхідно враховувати його вид та хімічний склад, а при виборі комплементарної/альтернативної сировини – можливість збалансування

хімічного складу суміші за окремими дефіцитними елементами (P, Co, Zn, Mo, Cu).

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR ANAEROBIC DIGESTION OF SUGAR REFINERY BY-PRODUCTS

Kucheruk P., Matveev Yu.

Institute of Engineering Thermophysics of National Academy of Sciences of Ukraine, tel. +38 044-223-55-04; kucheruk@biomass.kiev.ua

The aim of this study is to find a rational design concept and development of technological solutions for the efficient production of biogas from sugar beet pulp (SBP) for a year, taking into account the composition and amount of pulp, and the ability to attract complementary and/or alternative raw materials.

As sugar refineries run in seasonal manner, there could be the several basic concepts while implementing biogas project. The first concept involves the use of fresh pulp during sugar beet processing period and sour pulp (taken from pulp storage) - in the off-season. The second concept presupposed the work of a biogas plant on pulp with dry matter content 24% layed in special plastic sleeves. Other concepts include the use of complementary/alternative raw materials.

As a result of experimental studies it was found the specific methane yield from fresh pulp $0.495 \text{ Nm}^3\text{CH}_4 \cdot \text{kg}^{-1} \text{VS}$ and from sour pulp (taken from pulp storage) – $0.375 \text{ Nm}^3\text{CH}_4 \cdot \text{kg}^{-1} \text{VS}$. Increasing the initial concentration of volatile solids (VS) of SBP $C_{\text{VS},0}$ in the batch reactors from 9 to 23 $\text{g}_{\text{VS}} \cdot \text{Kg}^{-1}$ correspondingly leads to the decreased peak rate of methane production $V_{\text{CH}_4,\text{max}}$ from 2.16 to 0.76 $\text{Nm}^3\text{CH}_4 \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$, increased the period needed to achieve $V_{\text{CH}_4,\text{max}}$ from 9 to 64 days, and reduced the cumulative methane yield by 3 times. Adding molasses to the SBP (20 ... 70% by VS) increases the $V_{\text{CH}_4,\text{max}}$ (at $C_{\text{VS},0} = 12.1 \text{ g}_{\text{VS}} \cdot \text{Kg}^{-1}$) from 1.64 to 8.28 $\text{Nm}^3\text{CH}_4 \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$.

Modeling the anaerobic digestion of SBP in CSTR showed that the highest value of $V_{\text{CH}_4,\text{max}} = 1.92 \text{ Nm}^3\text{CH}_4 \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ could be achieved at the organic load rate $4.4 \text{ Kg}_{\text{VS}} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{day}^{-1}$ and $1/\text{HRT} = 0.0333 \text{ day}^{-1}$. Thus there is a deficiency of macro- and microelements for bacteria cell mass growth: P – 6.37, Co – 0.12, Cu – 0.09, Zn and Mo – 0.07 mmol.

Given the large scale of biogas projects based on SBP use (2 to 10 MW_{el}) maize silage and/or crop by-products (following the appropriate pre-treatment) should be considered as the complementary/alternative raw materials. It could be reasonable to use wheat straw pellets (WSP) which experimentally evaluated specific methane yield amounts to $0.22 \dots 0.25 \text{ Nm}^3\text{CH}_4 \cdot \text{kg}^{-1} \text{VS}$.

While choosing the design concept and the appropriate technology for biogas production from SBP it should be taken into account the type of pulp and its chemical composition, and while choosing complementary/alternative raw materials – the possibility to balance the chemical composition of the mix for certain scarce elements like P, Co, Zn, Mo, Cu.