

АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ СИРОВИННИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ

Піскун О.В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, piskun.olha@iim.kpi.ua

Abstract: *This article is devoted to the study of the feasibility of using different types of raw materials for the production of bioethanol based on the availability and cost of raw materials in Ukraine, environmental benefits, the economic feasibility of using raw materials and the complexity of the production process.*

Keywords: *bioethanol, beet molasses, grain crops, production process*

Вступ. Виробництво біоетанолу є чи не найперспективнішою галуззю розвитку сучасних паливних технологій. Біопаливо загалом набуває все більшої і більшої популярності на ринку, в першу чергу, за рахунок таких факторів, як менший негативний вплив на довкілля та відновність даного ресурсу. Існують також і недоліки, пов'язані зі зменшенням посівних площ продовольчих культур, недостатньою якістю моторних біопалив та підвищеним рівнем викидів двоокису вуглецю.

Тому, хоч перспективність біопалив і залежить від багатьох аспектів, основний вплив на економічну ефективність використання біопалив, їх собівартість та якість чинять тип сировини та методи її обробки у виробництві біопалива.

Основною технологією виробництва біоетанолу є зброджування вуглеводної складової різних сировинних джерел, таких як цукрова тростина, кукурудза, картопля, пшениця тощо. Проте, можуть бути застосовані й більш екзотичні види сировини, як відходи деревини, біомаса водоростей тощо [1].

Метою даної роботи є дослідження доцільності використання різних видів сировини у виробництві біоетанолу з точки зору економічності, екологічності та складності виробничого процесу.

Матеріали та методи. У ході роботи було проаналізовано літературні джерела, що стосуються використання різних сировинних ресурсів для виробництва біоетанолу.

Результати та обговорення. Було встановлено ефективність використання таких видів сировини, як зернові культури та їх відходи, картопля, меляса, відходи деревини та біомаса водоростей для виробництва біоетанолу. Аналіз здійснювався відповідно до таких показників: доступність та вартість сировини в Україні, екологічні переваги, економічна доцільність використання сировини та складність виробничого процесу.

1. Вартість сировини та її доступність в Україні.

Було встановлено, що сприятливими сировинними ресурсами для українського сегменту виробництва біоетанолу є цукрові буряки, фуражне зерно, кукурудза, картопля та меляса, за рахунок широкої доступності та дешевизни даних продуктів [2].

Високоєфективним джерелом для біоетанолу є залишки сільськогосподарських культур, такі як стеблова маса та качани кукурудзи, солома тощо. Вони є дешевим побічним відходом сільськогосподарського виробництва, що мають високий вміст сухих речовин та цукрів. Лігніноцелюозна сировина дешевша порівняно зі звичайними кормовими культурами та не потребує значних витрат добрив, пестицидів та енергії. Те саме стосується і відходів деревообробної промисловості. Проте, така сировина завжди потребує попередньої обробки перед зброджуванням. Це підвищує складність виробництва та загальну вартість біоетанолу.

Окрім цього, рівень розвитку цукрової промисловості в Україні забезпечує значну доцільність використання бурякової меляси. Вона є побічним відходом виробництва та дуже багата на необхідні для виготовлення біоетанолу цукри такі які сахароза, глюкоза, фруктоза тощо. Ця сировина є дешевою та не потребує складної обробки, що робить технологію виробництва економічно вигідною та ефективною.

У разі виробництва спирту з біомаси водоростей їх культивування може здійснюватися у відкритих і закритих водоймах або закритих фотобіореакторах, заснованих на трубчастих, плоских пластинах або інших конструкціях. Залежно від виду, водорості здатні жити як у солоних, так і в прісноводних середовищах, потребують мінімального додаткового обслуговування, та можуть накопичувати величезну біомасу за малі проміжки часу та на відносно незначній площі [3].

2. Екологічні переваги використання сировини.

Використання лігніноцелюозної сировини є доцільним з точки зору ефективного ресурсокористування, оскільки мінімізує потенційний конфлікт використання земельних ресурсів для виробництва продуктів і кормів та для виробництва енергетичної сировини. Крім того, дана сировина найчастіше є відходом.

Використання бурякової меляси, як виробничої сировини сприятиме зниженню кількості відходів виробництва на цукрово-промислових заводах. Тому економічний ефект використання меляси як сировини для виробництва біопалива проявляється й з точки зору ефективного ресурсокористування та зеленої економіки.

3. Економічна доцільність використання сировини.

До поняття лігноцелюозної біомаси належать численні відходи сільського та лісового господарств, енергетична деревна сировина тощо. У складі рослинних клітини лігноцелюозної біомаси міститься велика кількість целюлози, близько 33–60%. А також, геміцелюлоза (6–30%) та лігнін (9–30%). Тож, завдяки високому вмісту целюлози та геміцелюлози дана сировина потенційно є ефективним енергоресурсом. Проте, ця перевага нівелюється високою вартістю та складністю попередньої обробки. Розробка ефективних та дешевих технологій екстракції цукрів із лігніноцелюозної біомаси може значно підвищити інтерес до даної сировини в майбутньому [4].

Використання меляси є економічно доцільним вже тому, що сама по собі вона є відходом цукрового виробництва, але також значною перевагою є

кількість цукрів в даній сировині. Із тонни цукрових буряків можна отримати 100 л біоетанолу, що за середньої урожайності в 50 тонн на гектар землі дає потенційний вихід біопалива в об'ємі 4.5 тисячі літрів [5]. Чи не основним недоліком меляси є її широке використання в інших виробництвах, що може створювати конкуренцію за сировину.

Використання картоплі, як сировини забезпечує на 10 % більшу продуктивність, ніж переробка зернових, а витрати палива на 12 % нижче. Також, крохмаль картопляного походження забезпечує найвищий вихід спирту. Недоліком звісно є те, що це кормовий та харчовий ресурс, що викликає конфлікт інтересів.

Водорості є одними з найшвидше зростаючих рослин у світі, і близько 50% їх ваги становить олія, що може використовуватись для виготовлення біодизеля. Після виокремлення олій, решта біомаси придатна для виробництва біоетанолу. Мікрководорості ростуть набагато швидше, ніж наземні культури. Врожайність олії з водоростей на одиницю площі оцінюється в межах від 8 до 33 тисяч літрів на гектар на рік, що робить дану сировину дуже ефективною для виробництва біопалив.

4. Складність виробничого процесу.

Основною проблемою виробництва етанолу з лігніноцелюлозної сировини є оптимізація методів ферментації та метаболічної інженерії. Процес переробки лігніноцелюлози до придатної до зброджування форми вимагає подрібнення та обробки сировини, зазвичай за рахунок ферментації або хімічних методів. Геміцелюлоза та целюлозні полімери гідролізуються ензимами або кислотами для вивільнення мономерних цукрів, які згодом ферментуються бактеріями або дріжджами. Ці процеси можуть відбуватися паралельно. Також, вироблений етанол потребує доволі складного очищення. Тож, загалом виробничий процес, хоч і є ефективним, доволі складний і дороговартісний [5].

Процес виробництва біоетанолу з меляси вимагає підготовки сировини, ферментації, ректифікації, видалення етанольної фракції. Хоча процес виробництва і вимагає додаткової обробки, він є дуже ефективним за рахунок можливості отримання корисних побічних продуктів під час виробничого циклу, таких як скраплений діоксид вуглецю, пресовані хлібопекарські дріжджі, органо-мінеральні добрива або біогаз у разі переробки післяспиртової мелясної барди. Крім того, виробництво біоетанолу з меляси може бути вигідно інтегроване в уже існуючі цукропереробні заводи, сприяючи спрощенню зберігання та логістики сировини [5].

Картопля є дуже ефективною сировиною для виробництва біоетанолу, завдяки швидкому розварюванню та утворенню рідкого суслу, що містить азотисті речовини, необхідні для дріжджів. Проте вона вимагає трудомісткої обробки, погано зберігається та не підлягає транспортуванню на великі відстані за рахунок великого вмісту вологи.

Процес виробництва біоетанолу з біомаси водоростей вимагає попереднього хімічного та/або ферментативного гідролізу, тривалого бродіння, ректифікації етанолу та кінцевого очищення. Перевагою водоростей, як

сировини, є той факт, що вони здатні нарощувати велику кількість біомаси в легко контрольованих умовах у будь-який сезон, займаючи незначну площу. Опукрювання біомаси водоростей відбувається відносно легко через відсутність лігніну, що теж є важливим позитивним фактором, оскільки це значно спрощує та здешевлює виробничий процес. Проте, більшість водоростей накопичують незначну кількість цукрів, окрім целюлоз клітинної стінки. Таким чином, ця сировина більше підходить для виробництва інших видів біопалива, таких як біодизель [3].

Висновки. У результаті проведеного дослідження було визначено переваги та недоліки використання різних видів сировини для виробництва біоетанолу на основі доступності та вартості сировини в Україні, екологічних переваг, економічної доцільності використання сировини та складності виробничого процесу.

Було встановлено, що залишки сільськогосподарської промисловості, такі як кукурудзяні стебла, хоч і є дешевою, легкодоступною та екологічно вигідною сировиною, все ж менш ефективні у використанні через складність та вартість технології.

Бурякова меляса наразі є найбільш ефективною як сировина для виробництва біопалива в Україні. Дана сировина широко доступна та відносно дешева, не потребує додаткової складної обробки та має високий вміст цукрів, необхідних для отримання біоетанолу. Крім того, технологія може бути впроваджена на вже існуючих цукрових виробництвах, що знижує негативний вплив на навколишнє середовище та сприяє ефективному ресурсокористуванню.

Список використаної літератури:

1. Chihiro Kayo, Seishu Tojo, Masahiro Iwaoka, Takeshi Matsumoto, Chapter 14 - Evaluation of Biomass Production and Utilization Systems. Research Approaches to Sustainable Biomass Systems - 2014, Pages 309-346 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404609-2.00014-3>.
2. БІОЕТАНОЛ ЯК АЛЬТЕРНАТИВНЕ ПОНОВЛЮВАНЕ ДЖЕРЕЛО ЕНЕРГІЇ. К. А. ЛАРЧЕНКО, Б. В. МОРГУН. Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, Київ. Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, Київ <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/28149/02-Larchenko.pdf?sequence=1>
3. Ayhan Demirbas. Use of algae as biofuel sources, Energy Conversion and Management, Volume 51 - 2010, <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2010.06.010>.
4. СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА БІОНАФТИ МЕТОДОМ ШВИДКОГО ПІРОЛІЗУ З ЛІГНОЦЕЛЮЛОЗНОЇ БІОМАСИ. Г.Г. Дідківська, канд. техн. наук, З.В. Маслокова, Є.Г. Новицька. Інститут відновлюваної енергетики НАН України, Київ. DOI: [https://doi.org/10.36296/1819-8058.2020.3\(62\).89-96](https://doi.org/10.36296/1819-8058.2020.3(62).89-96)
5. Біоетанольні заводи. [Електронний ресурс] (Дата звернення: 21.04.2024) <https://utc.bio/bioetanolnyj-zavod-ukraine/>