

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БІОЕТАНОЛУ, ЯК ДЕШЕВОГО ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

Онофрієнко А.І., Усенко С. А., Касатов В. А.

Національний університет харчових технологій

Науковий керівник – Ничик О.В., канд. техн. наук, доц.

Останнім часом гостро постає проблема дефіциту паливно-енергетичних ресурсів на Землі. Екологічна ситуація у світі погіршується, корисні копалини незабаром будуть вичерпані. У зв'язку з цим людство почало більш поглиблено досліджувати і частіше застосовувати на практиці альтернативні джерела енергії, наприклад, біопаливо.

Об'єктом дослідження є виробництво біоетанолу, та його перспективи розвитку на ринку України.

Наразі існує три покоління біопалива і створюється четверте, кожне з цих поколінь характеризується певними матеріалами для виробництва біоетанолу. В першому поколінні кукурудза та цукрова тростина є основним джерелом для виробництва біоетанолу, особливо в США, де для цього використовується 40% і більше врожаю кукурудзи. Кукурудза і цукрова тростина вимагають використання пестицидів і добрив, що є дорогими і, більш того, призводять до забруднення ґрунту і води, а також ці культури в багатьох країнах є основним джерелом їжі тому використання їх для виробництва біопалива може бути нерентабельним [4][1].

Згідно з доповіддю Міжнародного енергетичного агентства (МЕА), етанол першого покоління, що отримується з цукрової тростини в Бразилії або з кукурудзи в США, характеризується вже налагодженим ринком і добре вивченими технологіями [2]. У 2016 році в США було вироблено 58 мільярдів літрів біоетанолу, але лише близько 38 мільйонів літрів біоетанолу другого покоління [3]. Того ж року в ЄС було вироблено 5127 млн літрів біоетанолу, але лише 1% був біоетанолом другого покоління [3].

При виробництві біоетанолу другого покоління використовується "рослинна біомаса" - тобто відпрацьовані рештки рослин, які є значно дешевшими і вони не використовуються в якості продуктів харчування. Наприклад для виробництва біоетанолу в США використовуються відходи целюлозно-паперової промисловості, які багаті на моно- та полісахариди [3]. Основною проблемою другого покоління є великі енерговитрати для виробництва біоетанолу, а також дороговартісна і важка попередня обробка субстрату.

МЕА(Міжнародне енергетичне агентство) в своїй доповіді, опублікованій в 2010 році, підрахувало, що 10% світових відходів лісового та сільськогосподарського виробництва в 2007 році можуть дати максимум 4,0 ЕДж енергії що означає, що біопаливо другого покоління може забезпечити тільки 4,0-6,0% від загального попиту на енергію. У доповіді також наголошується, що 25% відходів, перетворених в біопаливо в світовому масштабі можуть забезпечити

10,3-14,8% прогнозованого попиту на паливо для транспорту до кінця 2030 року [4].

У виробництві біоетанолу третього покоління використовується високовуглецева біомаса, наприклад макро- або мікроводорості. Таким чином, виробництво біоетанолу третього покоління передбачає дослідження макро- і мікроводоростей для виробництва біопалива. Компанія Alganol Biofuels Inc. розробила технологію використання мікроводоростей, що затримують сонячне світло, як крихітні біорефрежератори для виробництва етанолу з використанням спеціальних фотобіореакторів. Вони стверджують, що виробляють 6000 галонів етанолу на акр в рік. Цей показник значно вищий за виробництво етанолу на основі кукурудзи, який складає приблизно 400 галонів етанолу на акр в рік.

В даний час, існує більш новий підхід для виробництва біоетанолу, такий як модифікування мікроорганізмів *E. coli* для руйнування целюлозної біомаси, створюючи тим самим велику кількість дешевих вуглеводів. Ця технологія є наразі найперспективнішою тому, що цей мікроорганізм надзвичайно добре вивчений і добре сприймає генетичні зміни. Біопаливо четвертого покоління відрізняється від інших поколінь виробництва біопалива також тим, що це покоління є поєднанням різних технологій, наприклад, генної та загальної інженерії [5]. Основна проблема, пов'язана з використанням *E. coli*, полягає в тому, що максимальний рівень виходу цукру становити тільки 10% і наразі неможливо перевищити цей ліміт [5].

Було розглянуто декілька видів виробництва біоетанолу та було наведено статистичні данні, щодо виготовлення біоетанолу в деяких країнах. Біоетанолу, безумовно, буде недостатньо для задоволення попиту на енергію, який буде рости в зв'язку з зростанням населення і транспортних засобів, а також виснаженням природних ресурсів у всьому світі, але з кожним новим поколінням виробництво біоетанолу розвивається. Наразі найбільш поширеним є біоетанол 1-го та 2-го покоління, адже низька вартість субстратів та відносна дешевизна виробництва сприяють поширенню саме цих поколінь.

Список використаних джерел:

1. Ayodele, B. V., Alsaffar, M. A., Mustapa, S. I. An overview of integration opportunities for sustainable bioethanol production from first- and second-generation sugar-based feedstocks. *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 245.

2. Branco, R. H. R., Serafim, L. S., Xavier, A. M. R. B. Second generation bioethanol production: On the use of pulp and paper industry wastes as feedstock. *Fermentation*. 2019. Vol. 5, No. 1. C. 1–30.

3. Erickson, B. A Rising Tide of Cellulosic Ethanol Production. *Industrial Biotechnology*. 2018. Vol. 14, No. 2. C. 77–78.

4. Sharma, B., Larroche, C., Dussap, C. G. Comprehensive assessment of 2G bioethanol production. *Bioresource Technology*. 2020. Vol. 313, No. May. C. 123630.

5. Zayed, H., Sahu, J. N., Suelly, A., та ін. Bioethanol production from renewable sources: Current perspectives and technological progress. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017. Vol. 71, No. December 2016. C. 475–501.