

саме від нас залежить наше майбутнє: «Земля мріє дихати вільно... Від чистих технологій – до чистого довкілля!».

Список використаних джерел:

1. Види мистецтва та основні художньо-стильові напрямки / Сайт Навчальні матеріали онлайн. URL: <http://surl.li/eecad> (дата звернення: 14.07.2022).
2. Квасниця В. Перші мінерали на марках України. Світогляд. 2010. №4, С. 33-35.
3. Сабур К.Н. Дизайн Поштових марок Сирійської Арабської Республіки ХХ ст.: дис.... канд. мистецтвознавства: 17.00.06 /; Харків. держ. акад. дизайну мистецтв. Харків, 2020. 194 с.
4. Поштові марки / Сайт Логастер. URL: <https://www.logaster.com.ua/blog/custom-post-stamps/> (дата звернення: 14.04.2022).

УДК 663.54

Рощупкін М.О., учень 10 класу

(Дніпропетровське відділення Малої академії наук України; Олександрівський лицей Слобожанської селищної ради Дніпровського району Дніпропетровської області, м. Дніпро, Україна)

Науковий керівник: Гармаш С.М., к.с.-г.н., доцент кафедри охорони праці та БЖД (ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпро, Україна)

ПЕРСПЕКТИВИ ОТРИМАННЯ БІОЕТАНОЛУ З НЕКОНДИЦІЙНОЇ КУКУРУДЗИ

З огляду на різке зменшення запасів невідновлюваних видів палива (нафти, вугілля, природного газу) використання біомаси для виробництва твердих, рідких та газоподібних палив набуває дуже великого значення. Актуальнішим стає пошук ефективних альтернативних джерел отримання відновлюваної енергії.

Біоетанол – це рідке спиртове паливо, яке виробляється із сільськогосподарської продукції, що містить крохмаль або цукор, наприклад, з кукурудзи, зернових або цукрової тростини. Для виробництва біоетанолу оптимальними культурами для є пшениця, ячмінь, жито, а також цукрове сорго, цукровий буряк, топінамбур.

Однак найбільш перспективним сировиною для виробництва етанолу є целюлозовміщуюча продукція (деревина, солома, відходи обробки зерна та ін). Приблизно 85 % світового виробництва рідкого біопалива припадає на біоетанол, виробництво якого в останні роки перевищує 85 млрд л. Суттєвою перевагою виробництва біоетанолу є використання поновлюваних джерел енергії.

Відповідно до законопроекту №3356 Верховної Ради, з липня 2021 року бензин, вироблений і реалізований в Україні, повинен на 5% складатися з біоетанолу зі збільшенням його до 6% в 2022 році та до 7% в 2023 році. Доцільно виробляти біоетанол з багатотоннажної некондиційної кукурудзи, що має величезне економічне та екологічне значення.

Два найбільших виробники цього продукту США і Бразилія забезпечують близько 90 % сукупного виробництва, а решта припадає переважно на Китай, Канаду, ЄС (в основному Францію і Німеччину) та Індію. На біоетанол переробляють цукри та крохмаль, які одержують із цукрової тростини, цукрового буряку, кукурудзи, пшениці, сорго тощо.

В Україні проведено масштабні роботи з оцінювання її біоенергетичного

потенціалу, проаналізовано можливості аграрного сектору щодо джерел виробництва біопалив. Насамперед це побічні продукти виробництва сільськогосподарської продукції, а також вирощування цільових енергетичних рослин. Загалом енергетичний потенціал біопалив в Україні оцінюють у 27 млн т умовного палива на рік.

Мета роботи спрямована на отримання біоетанолу з перспективної некондиційної кукурудзи.

Сировину (кукуруззяні качани) подрібнювали, заливали водою та варили протягом 1 години. Потім віджимали сік через марлю та вносили дріжджі (із рахунку 20 г на 1 л соку). Ємність щільно закривалася пробкою з відвідною трубкою (процес анаеробний), кінець якої опускали в стакан з водою. Вся система ставилася в термошафу ($t=25-30^{\circ}\text{C}$).

Зброджування починалося через декілька годин, про що свідчила піна, що утворюється, і бульбашки газу, що поступали в стакан з водою. Ємність з піною 2-3 рази перемішували.

Припинення виділення піни і вуглекислого газу свідчило про закінчення процесу бродіння. Дріжджі при цьому випали в осад, а рідина становиться прозорою.

Після закінчення зброджування рідину переливали в круглодонну колбу. Колбу наповнювали на $\frac{1}{2}$ об'єму, ставили на піщану баню електроплитки із закритою спіраллю. До колби через шліфи під'єднували холодильник.

Після перегонки зібраний біоетанол переливали у циліндр для визначення його об'єму (мл). Пикнометричним методом визначали концентрацію етанолу у водно-спиртовому розчині.

Пикнометричний метод для визначення концентрації етанолу у водно-спиртовому розчині заснований на визначенні концентрації спирту при 20°C за допомогою пикнометра.

В таблиці представлено схема досліджень та їх результати. Повторність дослідів 3-кратна. В таблиці показано середні результати дослідів.

Таблиця 1

Схема експерименту та результати досліджень

Сировина та реактиви	Стадія процесу	Результат (продукт) процесу
Подрібнений некондиційний кукурудзяний качан (100 г на 200 мл води)	Теплова обробка ($\tau = 1$ год., $t = 100^{\circ}\text{C}$) відділення рідини	Сироп кукурудзяний (220 мл)
Дріжджі пекарські (2,0 % від $V_{\text{соку}}$)	Бродіння в анаеробних умовах ($25-30^{\circ}\text{C}$)	Водно-спиртовий розчин (190 мл)
	Перегонка водно-спиртового розчину	Біоетанол (~40 мл)

В результаті теплової обробки субстрату на водяній бані спостерігалася клейстеризація крохмалю, гідроліз якого розчином сульфатної кислоти сприяє оцукрюванню біомаси. Після бродіння відділеної та охолодженої рідини в анаеробних умовах утворюється водно-спиртовий розчин, після перегонки якого отримано біоетанол.

В результаті проведення дослідження встановлено, що із 100 г подрібненого кукурудзяного качана отримано в середньому 40 мл біоетанолу.

Таким чином, запропонована методика дозволяє у промислових умовах зі 100 т кукурудзяних качанів отримати 40 000 л біоетанолу, який містить 77 % етанолу.

Практичне значення роботи у тому, що багатотоннажна некондиційна кукурудза може бути утилізована з отриманням необхідного для країни альтернативного джерела енергії другого покоління (біоетанолу).

Список використаних джерел:

1. Біоенергетичний потенціал аграрного сектору і промисловості - джерело енергетичної стійкості України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://niss.gov.ua/news/komentari-ekspertiv/bioenerhetychnyy-potentsial-ahrarnoho-sektoru-i-promyslovosti-dzherelo>
2. Технології виробництва біоетанолу. Кукурудза як сировина для біоетанолу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://utc.bio/bioetanolnyj-zavod-ukraine/tehnologiyi-vyrobnytva-bioetanolu/kukurudza-yak-syrovyna-dlya-bioetanolu/>

УДК 628.336.6

Харченко К.П., учень 10 класу

(Дніпропетровське відділення Малої академії наук України; Комунальний навчальний заклад «Хіміко-екологічний ліцей» Дніпровської міської ради, м. Дніпро, Україна)

Науковий керівник: Гармаш С.М., к.с.-г.н., доцент кафедри охорони праці та БЖД (ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпро, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ БІОУТИЛІЗАЦІЇ ФРУКТОВИХ ВІДХОДІВ З ОТРИМАННЯМ БІОГАЗУ

За підрахунками фахівців світових запасів природного газу, за нинішніх темпів споживання вистачить ще на 50 років. Виробництво біогазу створює можливості утилізації органічних відходів, у тому числі багатотоннажних відходів овочів та фруктів, які спричиняють глобальні викиди парникових газів та забруднюють території, а також може вирішити проблему дефіциту та збільшення вартості традиційних паливних ресурсів. Виробництво біогазу з органічних відходів дозволяє запобігти викиду метану в атмосферу, а його уловлювання – найкращий спосіб запобігання глобального потепління.

Біогазова технологія дозволяє також прискорено одержати за допомогою анаеробного зброджування натуральні біодобрива, що містять біологічно активні речовини і мікроелементи.

Розвиток біогазових технологій в Україні дозволяє замінити від 2,6 до 8 млрд м³/рік природного газу. Серед країн-виробників біогазу лідер – Німеччина, де встановлено понад 11 000 біогазових установок (більше половини всіх установок).

Основні й потенційні види сировини рослинного походження: силосна кукурудза; цукрове сорго; цукровий буряк; солома зернових культур.

На сокових заводах України щорічно утворюються сотні тисяч тон плодово-ягідних відходів, які впродовж 1–3 днів піддаються мікробіологічному псуванню, внаслідок чого для переробки на харчові цілі не придатні. Ці відходи є потенційним джерелом для отримання біогазу.

Метою роботи було проведення лабораторних досліджень з отримання біогазу із біомаси відходів сокових виробництв та визначення виходу біогазу та вмісту метану.

В якості бродильної посудини використовувалася скляна колба місткістю 1 л, поміщена в термостат. У колбу завантажили 50 г дослідних відходів та 1 г посівного матеріалу для розвитку метаноутворюючих організмів. Сосуд щільно закрили гумовою пробкою, кінець якої знаходився у колбі над водою для виходу газу.

До скляної трубки приєднали гумову трубку, яка через скляний перехідник з'єднувався з м'яким балоном для приймання газу. Герметичність усіх з'єднань і пробки з колбою забезпечували пластмасовою ізоляційною стрічкою.