

Гавриш В.І., Бондаренко О.В., Ракул О. І., Пилип В. Є.

Миколаївський державний аграрний університет

### **ОБГРУНТУВАННЯ СТРАТЕГІЇ ЩОДО ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ З КУКУРУДЗИ В УМОВАХ УКРАЇНИ**

В роботі проведений аналіз ефективність використання основних сільськогосподарських культур для виробництва біопалива. Виявлено найефективнішу культуру для переробки. Наведено декілька шляхів, якими може скористатися Україна на піку біопаливного буму. Розрахована ефективність переробки кукурудзи на етанол.

Ключові слова: кукурудза, етанол, побічні продукти.

I. Вступ. Основним джерелом енергії в світі є органічне паливо, запаси якого досить обмежені. На думку експертів, світ наблизився до максимального загального видобутку нафти, який найближчим часом може щорічно знижуватись на кілька відсотків, що значно загострить енергетичні проблеми більшості держав світу.

Питання ресурсо- та енергозбереження для України дуже актуальні. У нас на одиницю валового внутрішнього продукту споживається в три рази більше енергоресурсів, ніж у промислово розвинених країнах ЄС [5]. Слід відмітити, що видобування Україною енергоресурсів (трохи більше 3 млн т нафти на рік) не достатньо для власних потреб, а ціни на імпортовану нафту стрімко зростають (рис. 1) і їх стабілізації найближчим часом чекати не доводиться. Базовою в ціноутворенні нафти є ціна на нафту марки WT1 (Western Texas Intermediate). Для Західної Європи такою базою є нафта марки North Sea Brent Crude. Урал - марка нафти, виробленої в Росії та інших країнах СНД. Ціни різних сортів нафти тісно пов'язані між собою. Хоча вони можуть і відрізнятися, особливо в періоди швидких змін цін, що спостерігалось протягом останніх чотирьох років. Порівняно з 2003 роком ціни на нафту значно зросли, досягнувши в 2006 року позначки 78 USD/барель. На початку 2007 року ціна зросла до 100

USD/барель, а у квітні 2008 року досягла 114 USD/барель

Україна не в змозі сама себе повністю забезпечити енергоносіями і вимушена велику їх частину (близько 12 млн т нафти на рік) імпортувати, що знижує енергетичну безпеку держави та рівень життя громадян.

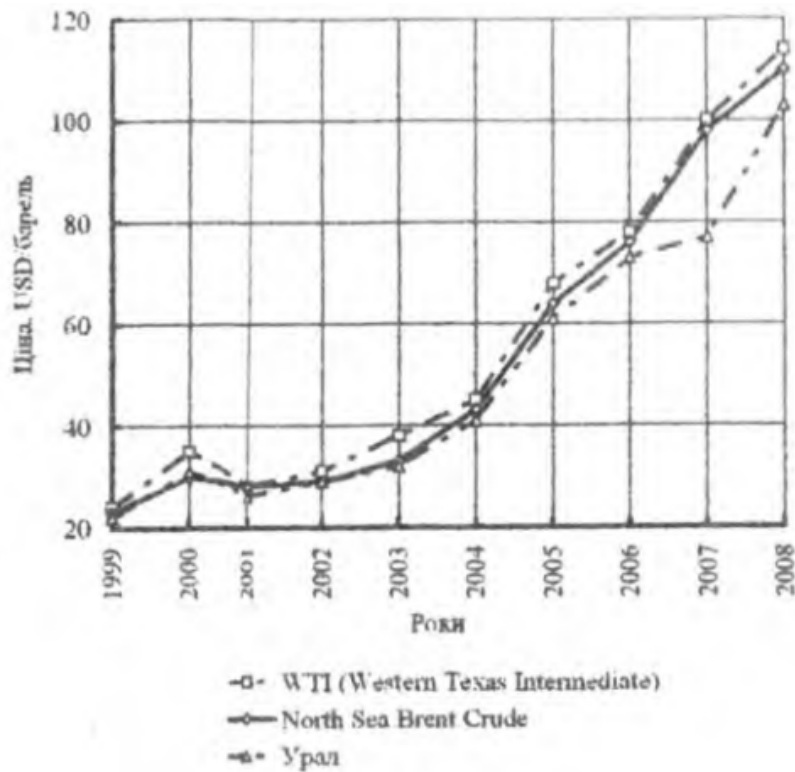


Рис. 1. Динаміка цін на сирі нафту.

II. Постановка завдання. Дана стаття присвячена оцінці ефективності використання кукурудзи якості сировини для виробництва біопалива на Україні.

III. Результати. Кукурудза - рослина різнобічного застосування. Її використовують у харчовій (борошно, крупа, кукурудзяні пластівці та палички, консерви, крохмаль, сироп, пиво, живильні речовини для середовища культур мікроорганізмів, ліки екстракти, пасти ксиліт - дієтичний цукор), крахмалопаточній та пивоварній промисловості. З кукурудзи виробляють папір, лінолеум, віскозу, ізоляційні матеріали, кіноплівку і багато чого іншого. Кукурудзяні стебла і качани - чудовий корм для домашніх тварин. Кукурудзяний силос і подрібнені консервовані

качани (разом із зерном) у молочно-восковій стиглості - цінні корми. Медициною у кукурудзі використовується буквально все: масло, зерно, крохмаль. Вона дозволяє приготувати лікувальні чаї, таблетки, порошки. Зараз налагоджений випуск очищених кукурудзяних отрубів, додавання яких у харчові продукти веде до значного зниження вмісту холестерину та триглицеридів в організмі

Але це не єдині застосування кукурудзи, також її можна використовувати як сировину для виготовлення етанолу - зневодненого спирту.

Етанол - це рідке паливо, що виробляється з сільськогосподарської продукції, яка містить крохмаль (кукурудза, зернові, картопля або цукрового буряку). На відміну від харчового спирту, етанол не містить води, проте в ньому є метанол, бензол та сивушні масла.

Доцільність промислового виробництва етанолу залежить від багатьох чинників, у тому числі енергетичних та економічних [7]. Головний критерій вибору сировини - це доступність та наявність для переробки 365 днів на рік. Виходячи з того, що вартість сировини складає 70-80 % собівартості етанолу, доступність сировини визначає прибутковість виробництва.

На рис 2 наведені данні щодо виробництва етанолу з деяких сільськогосподарських культур з одиниці площі в умовах України

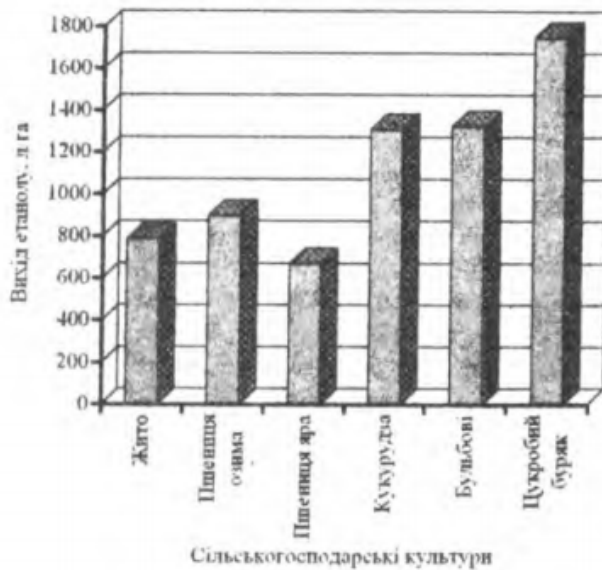


Рис. 2. Вихід етанолу з тони сировина

Виробництво етанолу з цукровою буряку значно простіше ніж з інших культур, проте буряк не дає достатньої кількості відходів для тримання тепла, що призводить до здорощення етанолу (етанол з буряків у 2,5 рази дорожчий за етанол з кукурудзи).

Враховуючи високу врожайність бульбових (картопля, топінамбур), вартість сировини на літр етанолу приблизно однакова як для бульбових, так і для кукурудзи. Але бульбові мають декілька принципових недоліків:

- великі затрати праці на збирання (відсутність або проблеми механізованого збирання);
- складнощі при зберіганні (не зберігаються весь період, необхідний для роботи заводу);
- малоцінні додаткові продукти (з-за низького вмісту протеїну завод позбавляється важливого додаткового джерела прибутку);
- низька "ліквідність" (фермер, не продавши зерно для переробки на етанол знає, що він продасть зерно куди завгодно, а у випадку з бульбовими це не так).

Зернові культури розповсюджені на всій території нашої держави. Аналізуючи табл. 1 можна зробити висновок, що найефективнішою

сільськогосподарською культурою для виробництва етанолу на території України є кукурудза, так як має найбільший вихід етанолу з тонн сировини, а також наші природно-кліматичні умови дозволяють отримувати високі врожаї на всій території країни [1].

Таблиця 1

Вихід етанолу з зернових культур			
Сировина	Етанол, літрів з тонни	Суха барда, кг з тонни	CO <sub>2</sub> , кг з тонни
Пшениця	375	330	370
Жито	357	390	350
Ячмінь	330	430	320
Кукурудза	410	300	400

В складі пального етанол дозволяє збільшити октанове число і покращити експлуатаційні характеристики сумішевого бензину. Важливою особливістю етанолу є здатність витримувати ударні навантаження, через це він набагато кращий до добавок з тетра-етил-свинцю [2].

Виконані в Україні, у тому числі і в Миколаївському державному аграрному університеті, експлуатаційні, стендові та дорожні випробовування підконтрольної групи автомобілів на сумішевих бензинах дають підстави до таких висновків [4]:

- на 20 % збільшується потужність двигунів,
- не зафіксовано негативного впливу тривалої роботи автомобілів на технічний стан і стабільність регулювання паливної апаратури,
- зменшується концентрація шкідливих речовин у відпрацьованих газах: оксиду вуглецю на 25 %, оксидів азоту на 4,5-16 %, ароматичних вуглеводнів - на 9-15% (залежно від типу бензину та двигуна)

Теплота згорання етанолу (28 МДж/кг) на 40 % нижче ніж у бензину (44 МДж/кг) Однак краще горіння етанолу компенсує цю розбіжність. Досліди підтверджують, що двигуни споживають приблизно однакову

кількість сумішевого пального та чистого бензину

Американські експерти підрахували, що якщо етанол виробляти з кукурудзи, то при його спалюванні виділяється на третину більше енергії, ніж було витрачено на вирощування, збирання та переробку цієї культури. Бензин же повертає лише 80 % енергії, витраченій на його виробництво.

Виграти на виробництво залежать від типу процесу розмелювання сировини. Розрізняють сухе та вологе розмелювання. Вологе розмелювання має дещо нижчий вихід етанолу, проте побічні продукти, як, наприклад, кукурудзяна олія, підсолонкувачі, CGF (Com Gluten Feed - сухий глютен, що широко використовується для відгодівлі м'ясної та молочної великої рогатої худоби), мають більшу цінність. Застосування мокрої помелу дає можливість одержати 36-38 м<sup>3</sup> етанолу, 20 кг кормів, 4 кг клейковини та 2 кг кукурудзяної олії. Сухе розмелювання має вищий вихід етанолу, але вартість побічних продуктів - в основному DDGS (Dried Distillers Grains with Solubles - сухий кормопродукт, що містить протеїн, волокно, олію та використовується у тваринництві) - є трохи нижчою [1].

Світовим лідером з виробництва етанолу є Бразилія (42 % світового виробництва етанолу). Частка етанолу в загальному споживанні мінерального пального в країні складає близько 40 %. В 2007 році виробництво етанолу в Бразилії склало близько 20 млрд л, а в 2016 році прогнозується виробництво на рррр 45 млрд л.

Раніше тут виробляли переважно безводний етанол як пальне для автомобілів зі спеціальними двигунами. Але останнім часом у Бразилії використовуються паливні суміші з вмістом етанолу: 26 % у бензині і 3 % у дизельному паливі. Такі суміші не потребують змін у конструкції двигунів внутрішнього згорання та дизельних двигунів і допоміжних приладів до них.

Сполучені штати Америки - другий солідний виробник етанолу. В країні, в основному, використовується бензин з вмістом 10 % етанолу (так

званий Е-Ю або газо хол та Е-85).

Порівняно з Бразилією, виробництво паливною етанолу з кукурудзи у США менш прибуткове, але це не заважає їй щорічно заощаджувати близько 1,5 млрд доларів на придбанні нафтопродуктів.

Американський досвід свідчить: будівництво етанолових заводів - це досить вдалі інвестиції, нові робочі місця, зростання цін на зернові, збільшення прибутків місцевих фермерських господарств, додаткові податки в бюджет. Нові ринки збуту для виробників кукурудзи дали можливість скоротити програми підтримки фермерів, фінансовані з бюджету.

За даними Національної асоціації виробників зернових, у виробництві етанолу з кукурудзи в США зайняті більш ніж 40 тис. чоловік, а їх внесок у ВВП держави становить більш ніж 6 млрд доларів за рік.

На сьогоднішній день пріоритетним напрямком наукових досліджень і генної інженерії є збільшення в кукурудзі вмісту крохмалю (з якого і отримують етанол), завдяки чому вдасця збільшити вихід етанолу.

Отже переваги використання етанолу очевидні. По-перше, не зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу, що покращить здоров'я українців, особливо в екологічно несприятливих регіонах. По-друге, Україна отримає незалежність від експортерів нафти, а це вже питання національної безпеки. По-третє, можна буде нарешті підняти вітчизняне сільське господарство і створити додаткові робочі місця. По-четверте етанол це поновлюване паливо, яке виробляється з власної сировини.

Ринок біопалива в світі стрімко зростає. При цьому виникають великі можливості щодо використання біопалива для країн, що розвиваються. Ці країни, у тому числі і Україна, мають можливість експортувати або сировину, або біопаливо на світові ринки, отримуючи

від цього суттєві прибутки

При переробці власної кукурудзи для виробництва етанолу, собівартість його складе 2,5 грн/л, а при покупці за ринковою ціною - 3,5 грн./л (рис 3).

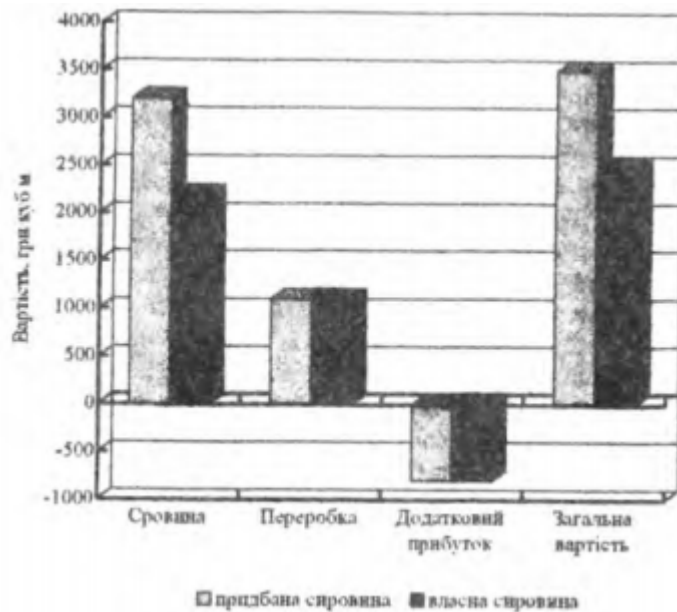


Рис. 3. Собівартість виробництва етанолу в Україні

Україна є крупним виробником харчового спирту. Річна сумарна потужність спиртових заводів становить близько 700 млн літрів. Нажаль, велика кількість таких підприємств працює з неповним завантаженням або взагалі простоює. В перспективі їх потужності можна спрямувати на виробництво паливного етанолу з кукурудзи.

Реконструкція існуючих спиртових заводів дозволить довести виробництво паливного етанолу до 0,3 млн т за рік. Крім того, одним із перспективних напрямків будівництво заводів малої потужності (до 5 т етанолу на добу) на базі підприємств переробної промисловості та безпосередньо в сільських господарствах, що дасть змогу отримувати 0,05 млн т етанолу за рік. Ці заходи дозволять зменшити споживання дорогого імпортного бензину в аграрному секторі України на 28 %.

Власні дослідження та закордонний досвід, зокрема в США, свідчить, що виробництво етилового спирту доцільно організувати в



вертикально інтегрованих підприємствах або кооперативах, що дозволить зменшити собівартість продукції [3].

#### IV. Висновки:

1. Високі світові ціни на енергоносії та залежність багатьох країн від їх імпорту стимулює пошук альтернативних джерел енергії і Україна не виняток.

2. Використання етанолу (екологічно чистого та відновлювального палива) дасть можливість зменшити споживання бензину в аграрному секторі України на 28 %.

3. Найефективнішою сільськогосподарською культурою для виробництва етанату на території України є кукурудза, так як природно-кліматичні умови дозволяють отримувати високі врожаї на всій території країни.

4. Виробництво етанолу з кукурудзи стимулює розвиток сільського господарства та надасть нові робочі місця.

5. При переробці кукурудзи на етанол отримуємо ряд інших побічних продуктів, що приносять додатковий прибуток.

6. При сьогоднішніх цінах на бензин очевидно, що для України виробляти етанол з кукурудзи вигідно як для споживання всередині країни, так і для його експорту. Собівартість етанолу з власної сировини господарства (кукурудзи) складає 2,5 грн/л, а при її покупці - 3,5 грн/л