

УДК 62-192.004

**О.Р. Полішкевич, доц., канд. екон. наук***Миколаївський національний аграрний університет, Миколаїв, polishkevich.or@mail.ru*

## Стратегія розвитку виробництва та переробки зерна кукурудзи як шлях вирішення енергетичної незалежності та безпеки України

У статті наведені результати досліджень щодо ефективності використання основних сільськогосподарських культур для виробництва біопалива. Виявлено найефективнішу культуру для переробки. Розрахована ефективність переробки кукурудзи на етанол. Обґрунтовано проект будівництва заводу з виробництва біоетанолу. Запропонована стратегія розвитку виробництва та переробки зерна кукурудзи. Досліджений стан та економічна ефективність виробництва кукурудзи при врахуванні конкурентоспроможності, рівня цін та прибутковості галузі.

**кукурудза, потенціал забезпечення, біоетанол, економічна ефективність, енергетичні ресурси****О.Р. Полишкевич, доц., канд. экон. наук***Николаевский национальный аграрный университет, Николаев***Стратегия развития производства и переработки зерна кукурузы как путь решения энергетической независимости и безопасности Украины**

В статье приведены результаты исследований по эффективности использования основных сельскохозяйственных культур для производства биотоплива. Выявлено эффективную культуру для переработки. Рассчитана эффективность переработки кукурузы на этанол. Обоснован проект строительства завода по производству биоэтанола. Предложена стратегия развития производства и переработки зерна кукурузы. Исследовано состояние и экономическая эффективность производства кукурузы при учете конкурентоспособности, уровня цен и прибыльности отрасли.

**кукуруза, потенциал обеспечения, биоэтанол, экономическая эффективность, энергетические ресурсы**

**Постановка проблеми.** Найбільшими споживачами енергетичних ресурсів є мобільні енергетичні засоби, на які доводиться значна частка споживання рідких палив і викидів шкідливих речовин в атмосферу. Мала мобільність існуючих нині екологічно чистих енергоносіїв суттєво гальмує всебічне впровадження енергетичного устаткування нового типу в автотранспортних засобах. Тому в умовах енергетичної та екологічної криз, найбільш доцільним бачиться подальше використання в сучасних мобільних енергетичних засобах традиційних поршневих двигунів внутрішнього згорання, що мають високі міри досконалості, які працюють на альтернативних паливах із збереженням відповідного обладнання для їх виробництва та добре розвинуеною системою сервісу. На сьогоднішній день перспективними заміниками традиційних палив нафтового походження є метанол, етанол, ефіри, газовий конденсат, різні біопалива та природний газ [1, 2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На теперішній час існуючі запаси традиційних енергоносіїв, а саме нафти, газу та вугілля при стрімкому зростанні їх видобутку поступово вичерпуються. Але все одно головною сировиною для виробництва моторних палив була і залишається нафта [4, 5]. Як видно з даних, наведених у табл.1, скорочення темпів її світового видобутку (у млрд. т) поки що не варто очікувати.

Таблиця 1 – Видобуток нафти по рокам

| Роки            | До 1900 | 1901-1920 | 1921-1940 | 1941-1960 | 1961-1980 | 1981-2000 | 2001-2020<br>(прогноз) |
|-----------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------------|
| Видобуток нафти | 0,07    | 0,9       | 3,7       | 10,0      | 36,4      | 60,8      | 147,8                  |

*Джерело: Статистичні дані*

Саме тому людство постало перед проблемою пошуку нових джерел енергії. Причому тут доводиться розв'язувати цілу низку проблем, якщо ми хочемо створити наукоємні та недорогі технології одержання альтернативних видів палива. Згідно самих несприятливих прогнозів до 2020 року добудуть усю розвідану нафту, а це 140...150 млрд т (в Україні – 56 млн т) [3, 5]. Особливо цікаво, що численні публікації, де можна знайти аналогічні цифри, більш всього закінчуються порівнянням цієї ситуації із загибеллю «Титанка»: «... корабель уже одержав пробоїну, а пасажирів все ще танцюють у салоні під звуки оркестру». Дуже швидко, всього за одне століття, людство витратило основну частину найціннішої вуглеводневої сировини, що створювалась у надрах Землі протягом сотень мільйонів років! Причому витрачається нафта дуже нерозумно: понад половину її видобутку йде на виробництво моторного палива для подальшого спалювання у двигунах та енергетичних установках. Як приклад, згадаємо проникливе застереження Д.І. Менделєєва, яке він висловив ще 1884 року: «... використовувати нафту як паливо – це те саме, що розпалювати піч асигнаціями».

Поширені прогнози щодо повного виснаження запасів нафти і спричиненої цим світової кризи можуть виявитися хибними, якщо людство знайде нові потужні джерела нафти чи вживе рішучих заходів з обмеження її споживання. Однак упродовж останнього десятиліття щось не чути про відкриття великих родовищ нафти, зокрема в Україні. Навіть якщо й будуть знайдені нові, не відомі раніше родовища, то за таких стрімких темпів світового споживання нафти це лише відстрочить вичерпання її запасів, можливо, до середини XXI століття. Зазначимо, що про вичерпність нафтових ресурсів вчені замислювалися ще на початку зародження сучасної нафтохімії. Відомий хімік-органік В.Є. Тищенко (1861-1941) у книзі «Хімічна промисловість і війна» (1923) писав: «... видобуток нафти йде таким швидким темпом, що висловлюються побоювання за повне виснаження нафтових запасів протягом найближчих 30 років». Відтоді минуло вісім десятиліть, із надр Землі добуто понад 130 млрд т нафти, щорічні обсяги її видобутку зросли у сотні разів, а запаси цієї сировини чомусь оцінюються тією самою магічною цифрою – на 30 років.

У багатьох країнах світу сьогодні істотно активізувалися дослідницькі роботи зі створення альтернативних (не нафтових) моторних палив, які відповідають вимогам високих експлуатаційних показників та нормативам екології. Передбачені розробка національних концепцій виробництва і використання альтернативних палив та створення перспективних двигунів та енергетичних установок. Інакше кажучи, паливна, хімічна та нафтохімічна галузі промисловості більшості країн світу перебувають у пошуку нових траєкторій свого розвитку [2].

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

**Постановка завдання.** Метою роботи є проведення досліджень, які присвячені оцінці ефективності використання кукурудзи в якості сировини для виробництва біопалива на Україні.

**Результати досліджень.** Згідно світового досвіду відомо, що етанол – це рідке паливо, що виробляється з сільськогосподарської продукції, яка містить крохмаль (кукурудза, зернові, картопля або цукрові буряки). На відміну від харчового спирту, етанол не містить води, проте в ньому є метанол, бензол та сивушні масла. При цьому

доцільність промислового виробництва етанолу залежить від багатьох чинників, у тому числі енергетичних та економічних [2, 3]. 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, а доступність сировини визначає прибутковість виробництва.

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

Враховуючи високу врожайність бульбових (картопля, топінамбур), вартість сировини на 1 л 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” (будь-який аграрій, не продавши зерно для переробки на етанол знає, що він продасть зерно куди завгодно, а у випадку з бульбовими це не так).

На рис. 1 наведені дані щодо виробництва етанолу з деяких сільськогосподарських культур з одиниці площі в умовах України.

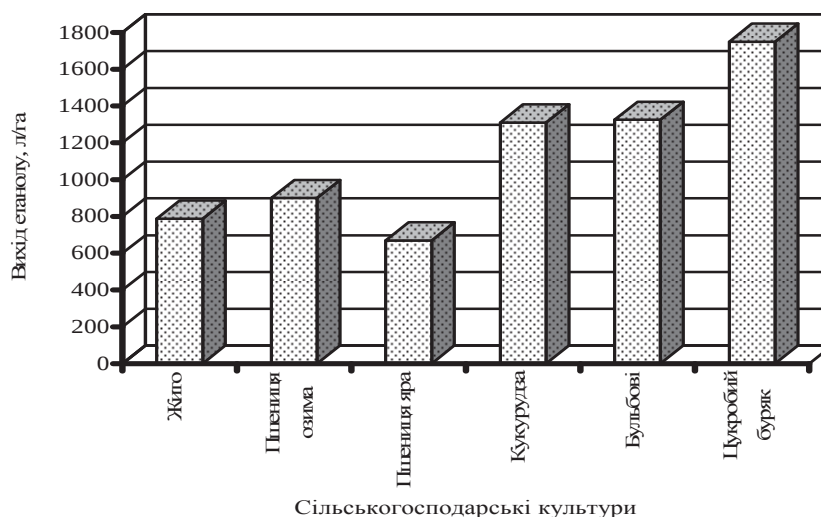


Рисунок 1 – Вихід етанолу з 1 т сировини

Зернові культури розповсюджені на всій території нашої держави. Аналізуючи табл. 2 можна зробити висновок, що найефективнішою сільськогосподарською культурою для виробництва етанолу на території України є кукурудза, так як має найбільший вихід етанолу з тони сировини, а також сприятливі природно-кліматичні умови дозволяють отримувати високі врожаї на всій території країни [2].

Таблиця 2 – Вихід етанолу з зернових культур

| Сировина  | Етанол, літрів з тонни | Суша 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                          |

Джерело: Статистичні дані

Теплота згорання етанолу (28 МДж/кг) на 40 % нижче ніж у бензині (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.

Витрати 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, підсолоджувачі, CGF (Corn Gluten Feed – сухий глютен, що широко використовується для відгодівлі м'ясної та молочної великої рогатої худоби), мають більшу цінність. Застосування мокрого 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 [2].

Світовим лідером з виробництва етанолу є Бразилія (42 % світового виробництва етанолу). Частка етанолу в загальному споживанні мінерального пального в країні складає близько 40 %. В 2010 році виробництво етанолу в Бразилії склало близько 20 млрд л, а в 2016 році прогнозується виробництво на рівні 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-10 або газохол та Е-85). Порівняно з Бразилією, виробництво паливного 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 генної інженерії є збільшення в кукурудзі вмісту крохмалю (з якого і отримують етанол), завдяки чому буде змога збільшити вихід етанолу. Отже переваги використання етанолу очевидні:

- по-перше, це 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.

На сьогоднішній день 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 складає 2,5 грн/л, а при її покупці за ринковою ціною – 3,5 грн/л (рис. 2).

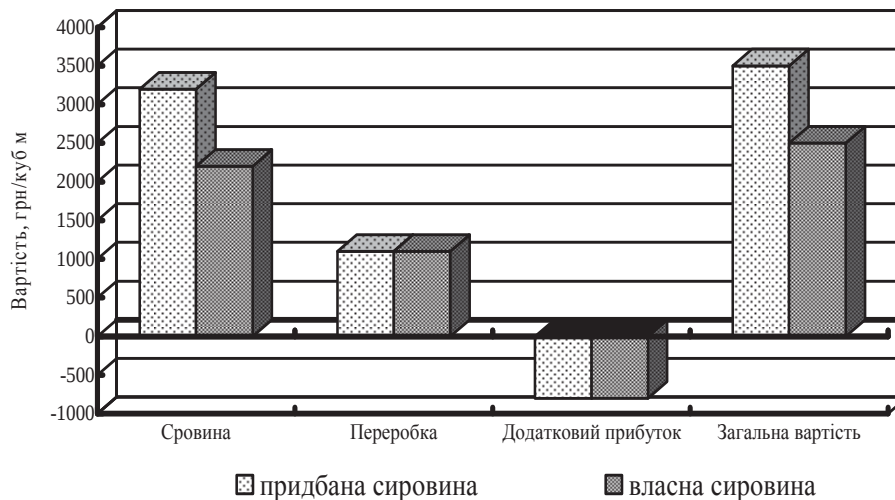


Рисунок 2 – Собівартість виробництва етанолу в Україні

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 [3]. 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 є 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 більш чим на 28 %.

Власні дослідження та закордонний досвід, зокрема в США, свідчить, що виробництво етилового спирту доцільно організовувати в вертикально-інтегрованих підприємствах або кооперативах, що дозволить зменшити собівартість продукції [4]. Враховуючи велику народногосподарську цінність та перспективи розвитку біоетанолової переробки нами обґрунтовано проект будівництва заводу з виробництва біоетанолу в м. Южноукраїнськ Миколаївської області. Передбачається будівництво заводу для виробництва біоетанолу (високооктанового рідкого спиртового палива, одержуваного шляхом ферментації кукурудзи). Основними перевагами місця розташування даного виробництва є:

- близькість до сировинної зони кукурудзи (північні райони Миколаївської області забезпечують 2/3 обласного виробництва);
- близькість транспортних комунікацій, що забезпечують доставку сировини;
- близькість до ресурсної бази: наявність води (річка Південний Буг), електроенергії (Южноукраїнська АЕС).

В табл. 3 наведено номенклатуру та вартість основних видів робіт з будівництва заводу потужністю 200 млн літрів на рік.

Таблиця 3 – Витрати на будівництво заводу з виробництва біоетанолу

| Роботи та послуги                                                                  | Орієнтовна вартість, млн грн |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Передпроектні роботи                                                               | 0,5                          |
| Проектні роботи                                                                    | 5,0                          |
| Придбання обладнання та оплата зобов'язань за договорами з будівельними компаніями | 240,0                        |
| Ліквідація наслідків будівництва та рекультивація земель                           | 0,4                          |
| Придбання власного автотранспорту                                                  | 2,0                          |
| Разом                                                                              | 247,9                        |

Джерело: Розрахунки автора

Виходячи з вартості біоетанолу на FOB Rotterdam EUR 635/м<sup>3</sup>, віднімаючи транспортні витрати та витрати з митного оформлення, ціна складе EUR 570 /м<sup>3</sup> або 6840 грн/м<sup>3</sup>. Економічна доцільність виробництва біоетанолу представлена в табл. 4.

Таблиця 4 – Економічна доцільність виробництва біоетанолу

| Показник               | грн/л | млн грн. в рік |
|------------------------|-------|----------------|
| Дохід від реалізації   | 6,84  | 1094,4         |
| Витрати на виробництво | 5,27  | 843,2          |
| Податок на прибуток    | 0,39  | 62,8           |
| Чистий прибуток        | 1,18  | 188,4          |

Джерело: Розрахунки автора

Чистий прибуток в розмірі близько 188,4 млн грн. дозволить на другий же рік окупити витрати на капітальні інвестиції в розмірі 247,9 млн грн, що є надзвичайно привабливим для потенційних інвесторів. Середнє виробниче завантаження устаткування з урахуванням технологічних ремонтів складатиме 80 %. Розглянемо собівартість 1 літра біоетанолу виходячи з виробничих витрат і амортизації обладнання (табл. 5).

Таблиця 5 – Склад і структура собівартості 1 л біоетанолу

| Статті витрат                     | Ціна одиниці, грн        | Вартість, грн/ л | Структура, % |
|-----------------------------------|--------------------------|------------------|--------------|
| Сировина (кукурудза)              | 1280 грн/т               | 3,2              | 60,7         |
| Електроенергія                    | 0,3128 грн/кВт ч         | 0,0938           | 1,8          |
| Вода                              | 3,648 грн/м <sup>3</sup> | 0,0109           | 0,2          |
| Теплова енергія                   | 151,74 грн/Гкал          | 0,362            | 6,9          |
| Заробітна плата                   |                          | 0,1              | 1,9          |
| Амортизація                       |                          | 0,153            | 2,9          |
| Додаткові витрати                 |                          | 0,5              | 9,5          |
| Виробничі та господарські витрати |                          | 0,6              | 2,7          |
| Утримання транспорту              |                          | 0,05             | 0,9          |
| Нарахування на заробітну плату    |                          | 0,05             | 1,1          |
| Інші податки та збори             |                          | 0,05             | 0,9          |
| Інші витрати                      |                          | 0,1              | 1,9          |
| Разом                             |                          | 5,2697           | 100,0        |

Джерело: Розрахунки автора

**Висновки:**

1. Високі світові ціни на енергоносії та залежність багатьох країн від їх імпорту стимулює пошук альтернативних джерел енергії і Україна не виняток. При цьому використання етанолу (екологічно чистого та відновлювального палива) дає можливість зменшити споживання бензину в аграрному секторі України на 28 %.

2. Найефективнішою сільськогосподарською культурою для виробництва етанолу на території України є кукурудзи, так як природно-кліматичні умови дозволяють отримувати високі врожаї на всій території країни. Виробництво етанолу з кукурудзи стимулює розвиток сільського господарства та надає нові робочі місця, а при переробці кукурудзи на етанол отримуємо ряд інших побічних продуктів, що приносять додатковий прибуток.

3. При сьогоднішніх цінах на паливо очевидно, що для України виробляти етанол з кукурудзи вигідно, як для споживання всередині країни, так і для його експорту.

4. Виробництво біоетанолу – це комплексна програма, у якій задіяна не лише промисловість, але й аграрний сектор, адже запропонований нами проект передбачає збільшення вирощування кукурудзи (як основної сировини виробництва). Кінцевим продуктами виробництва, окрім етилового спирту, будуть ще й комбікорми, що у свою чергу, може стати потужним поштовхом для розвитку тваринництва.

**Список літератури**

1. Бондаренко О.В. Використання кукурудзи в якості альтернативного палива / О.В. Бондаренко, О.Р. Полішкевич // MOTROL. – 2007. – 9А. – С. 101-105.
2. Біопалива / [В.О. Дубровін, М.О. Корченський, І.П. Масло, О. Шептицький]. – К.: ЦПТ “Енергетика і електрифікація”, 2004. – 256 с.
3. Гавриш В.І. Забезпечення ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів у аграрному секторі економіки: теорія, методологія, практика: Монографія. / В.І. Гавриш. – Миколаїв: МДАУ, 2007. – 283 с.
4. Гавриш В.І. Аналіз ефективності використання біоетанолу в порівнянні з іншими альтернативними паливами / В.І. Гавриш, В.Є. Пилип // Вісник аграрного Причорномор’я. – 2007. – № 2(41). – С. 191-195.
5. Твайделл Дж. Возобновляемые источники энергии: Пер. с англ. / Дж. Твайделл, А. Уэйр. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 392 с.

**Olga Polishkevich***Mykolayiv national agrarian university***Strategy of development of production and processing of corn as a way to solve the energy independence and security of Ukraine**

The aim is to conduct research that focus on evaluating the effectiveness of using corn as a feedstock for biofuel production in Ukraine.

The article presents the results of studies on the efficiency of plant crops for biofuels. The effective culture for recycling. Calculated efficiency of processing of corn for ethanol. Reasonably project to build a bioethanol plant. Offered strategy of development of production and processing of grain of corn. Investigational state and economic efficiency of production of corn at the account of competitiveness, standard of prices and profitability of industry.

At today's fuel prices is clear that for Ukraine to produce ethanol from corn is beneficial for both domestic consumption and for its exports.

**corn, potential of providing, bioethanol, economic efficiency, power resources**

Одержано 24.10.14