

**Т. В. Дудка**

Український інститут експертизи сортів рослин

УДК 621.43-634.5:339.13 (477)

## *Доцільність отримання біоетанолу із зерна кукурудзи*

*Висвітлено походження і господарське значення кукурудзи як важливої зернової та енергетичної культури. Наведено обсяги світового виробництва біоетанолу. Проаналізовано законодавче забезпечення розвитку альтернативної енергетики, а також переваги та недоліки біоенергетики загалом.*

### Ключові слова:

біоетанол, кукурудза, джерела енергії, етанольний бум, потреба у біопаливі, крохмаль, вихідний матеріал, гібрид, сировина.

**Постановка проблеми.** Кукурудза (*Zea mays* L.) – одна з найдавніших рослин, введених у культуру землеробства. Її використовували у своїх церемоніях ще стародавні народи. Найдавніші археологічні знахідки в Нью-Мексичі свідчать про те, що кукурудза в культурі була відома близько 4,5 тис. років тому.

В Україні кукурудза вперше стала відома в колишніх Херсонській і Таврійській губерніях наприкінці XVII ст., де її вирощували переважно як городню рослину. Завдяки високій пристосованості до різних ґрунтово-кліматичних умов кукурудза росте майже скрізь. Нинішній стан культури кукурудзи – це результат багатовікового пристосування її до умов існування, тривалого добору природи і людини.

Кукурудза – одна з найпродуктивніших зернових сільськогосподарських культур. Вона дає різноманітні і поживні корми для сільськогосподарських тварин, цінні харчові продукти для людини. Велику частку посівів займає кукурудза на силос, забезпечуючи худобу доброякісним кормом упродовж зимового періоду.

Із зерна кукурудзи виготовляють крупи, крохмаль, патоку, пиво, спирт, синтетичний каучук, декстрин, кукурудзяний екстракт, гідроль, гліцерин, фітин.

Кукурудза має також велике агрокультурне значення як попередник. Після її збирання за умов високої агротехніки вирощування залишається чисте, без бур'янів поле. Зібрана у повній стиглості кукурудза є добрим попередником для ранніх зернових і зернобобових культур, а зібрана раніше (у молочно-восковій стиглості) у Степу і частково в Лісостепу – для пшениці озимої та жита озимого.

За вирощування кукурудзи у сівозміні вона має перевагу перед соняшником, просом, оскільки не дає падалиці.

У роки з несприятливими метеорологічними умовами, коли інші зернові потерпають від посухи, вона дає високі врожаї.

Цінні властивості кукурудзи перевірені впродовж багатьох століть народами різних країн. Її заслужено називають «чемпіоном» серед зернових і кормових культур, а також «королевою полів», «золотим качаном». Це справді рослина необмежених можливостей [5].

За оцінками експертів Українського клубу аграрного бізнесу (УКАБ), у 2010 р. прибутковість виробництва кукурудзи на зерно в середньому по галузі становила близько 30%, що залишає її на першому місці за рентабельністю порівняно з традиційними зерновими: пшеницею, ячменем та житом. Як пояснюють в УКАБ,

висока прибутковість кукурудзи зумовлена зростанням її ціни у 2010 р. на понад 50% порівняно з попереднім роком, що дало змогу перекрити втрати зерна від спекотного літа [2].

**Мета досліджень** – оцінка стану і потенціалу кукурудзи, найважливіших складових раціонального та різноманітного її використання.

**Матеріали та методи досліджень** – матеріалами досліджень слугували наукові праці з питань поточних та перспективних ресурсних можливостей виробництва біопалива в Україні, потенціалу кукурудзи. Під час проведення досліджень було застосовано методи: кількісного та якісного порівняння, абстрактно-логічний, аналітичний.

**Результати досліджень.** Однією з найперспективніших серед усіх інших культур для виробництва альтернативного палива, а саме біоетанолу та біогазу, є кукурудза, яка на ринку України має значний попит, що зростає з року в рік. Згідно зі статистичними даними площа збирання врожаю кукурудзи за 2009–2010 рр. зросла на 558,8 тис. га, а валовий збір – на 14323,3 тис. т. (рис. 1). В Україні за наявності високоякісних гібридів та впровадження сучасних агротехнологій за сприятливих умов у зоні Степу можна отримувати до 8,0 т/га зерна кукурудзи, тоді

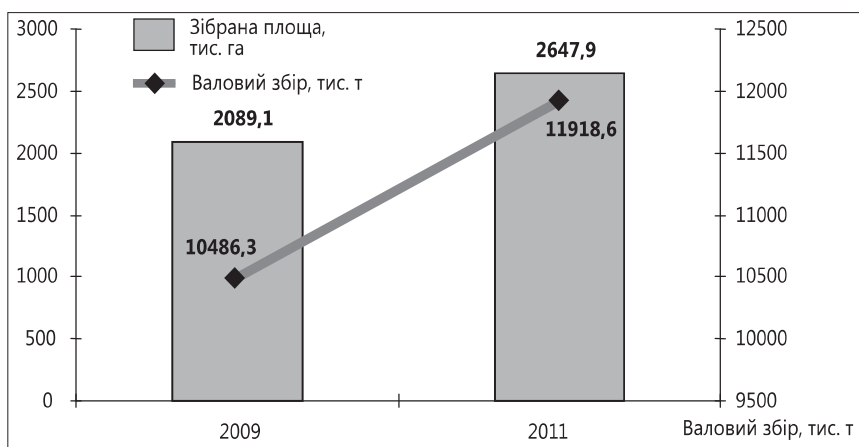


Рис.1. Виробництво кукурудзи на зерно в Україні у 2009–2011 рр.

Бразилія	Обов'язкова добавка 25% етанолу в пальне. Податкові пільги для виробників біоетанолу
Аргентина	Введення обов'язкової добавки 5 % біоетанолу протягом найближчих 5 років
Таїланд	Увесь бензин, що продається в Бангкоку, має містити 10% біоетанолу
Індія	Обов'язкова добавка 5% етанолу в пальне
Австралія	Добровільне додавання 10 % біоетанолу у всі бензини
Велика Британія	Субсидії для виробників біоетанолу в розмірі 36 US центів за 1 л
Євросоюз	Вміст у пальному 2% біоетанолу у 2005 р. зі збільшенням до 5,75% у 2011 р.
Канада	Регіональні податкові пільги для виробників біоетанолу з 1992 р.

як у США – 27,7 т/га. З 1 т зерна можна отримати понад 470 л біоетанолу [7].

У світі вирує етаноловий бум. Біоетанол – звичайний етанол, отримуваний у процесі переробки рослинної сировини для використання як біопального. Світове виробництво біоетанолу як пального для транспорту зросло з 17 млрд л у 2000 р. до 52 млрд л у 2007 р. Його використовують переважно у Бразилії та Сполучених Штатах Америки. Ці дві країни забезпечили у 2008 р. 89% світового виробництва етанолу [1].

**Програми з розвитку біоетанолу у світі.** За даними Мінагрополітики України, оптимальна потреба нашої держави в біопаливі у 2010 р. становила 400–500 тис. т на рік. Для виробництва такої кількості етанолу потрібно 1 тис. 700 т зерна. На сьогоднішній день біоетанол виробляють з цукрової тростини або крох-

малевмісних культур, зокрема з кукурудзи, пшениці, тритикале, сорго, соризу.

Середній вміст крохмалю у цих видів становить: кукурудза – 70,6%, тритикале – 64,3%, пшениця – 65,8%, сориз – 71,4%.

Вихід біоетанолу з 1 т сировини цих культур становить: кукурудза – 471 л, тритикале – 428, пшениця – 445, сориз – 464 л. Хоча сориз має більший вміст

крохмалю, однак його важче гідролізувати, і тому вихід біоетанолу з кукурудзи більший.

Для створення сортів різних видів зернових з високим вмістом крохмалю селекціонерам потрібен добрий вихідний матеріал. На сьогодні генетичний матеріал кукурудзи, який перебуває в НЦ ГРРУ, представлений 4 490 зразками, серед них 3 607 (80,3%) становлять самозапильні лінії, 883 (19,7%) – місцеві і селекційні сорти та синтетичні популяції. У колекції представлено зразки більшості країн Європи, але значну кількість зразків створено саме в Україні.

За ботанічним складом представлено лінії: кременисті – 48%, напівзубоподібні – 41%, зубоподібні – 5%, розлусні – 3%, інші – 3%. Розподіл сортів за підвидами дещо інший: зубоподібні – 40%, напівзубоподібні – 40%, розлусні – 10%, кременисті – 8%, інші – 2% (рис.2).

У Державному реєстрі сортів рослин, придатних до поширення в Україні у 2011 р., налічується 566 гібридів кукурудзи, з яких 234 – вітчизняної селекції, 332 – іноземного походження, що становлять відповідно 42 та 58%. Відсоток гібридів кукурудзи вітчизняного походження в Реєстрі постійно варіює. Так, у 2005 р. цей показник становив – 56%, а в 2011 – 42% (рис.3).

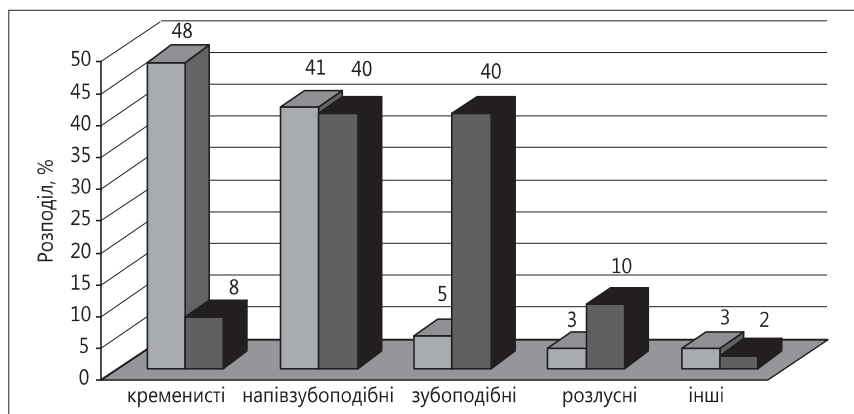


Рис. 2. Розподіл самозапильних ліній та сортів кукурудзи за підвидами.

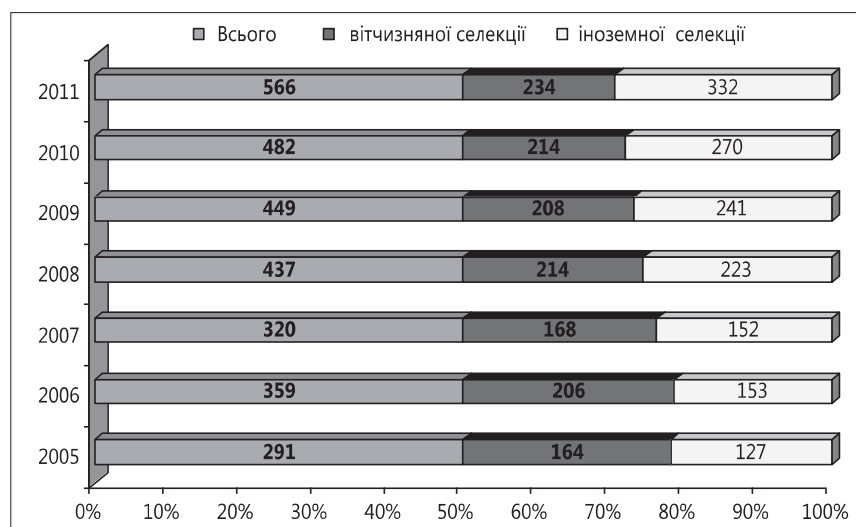


Рис. 3. Динаміка формування сортів кукурудзи в Україні у 2005 – 2011 рр.

В Україні зроблено перші кроки в нормативно-правовому забезпеченні стимулювання і розвитку біопалива. Нині розвиток альтернативних видів палива регулюється такими законодавчими актами: Законом України «Про альтернативні види палива»; Постановою Кабінету Міністрів України № 1044 від 4.06.2000 р. «Про затвердження програми «Етанол»»; Указом Президента України «Про заходи розвитку виробництва палива з біологічної сировини»; Законом України «Про альтернативні джерела енергії» та ін. [7].

**Сировина для виробництва біоетанолу.** Наразі залежно від регіону світу на енергетичні цілі використовують різні культури. У США широке визнання отримали кукурудза та соя, в Європі – ріпак, льон, соя, кукурудза, зернові культури, буряки цукрові, у Бразилії – тростина цукрова, у Південно-Східній Азії – пальмова олія, у Китаї – соя, соргові та швидкорослі деревні рослини [6].

Виробництво етанолу з цукрової тростини економічно вигідніше, ніж з кукурудзи. Федеральний уряд США надає виробникам етанолу податковий кредит (але не субсидії) до \$0,51

за галон етанолу. Бразильський етанол дешевий через низьку заробітну плату робітників плантацій цукрової тростини.

Уряди цих країн стимулюють збільшення виготовлення та використання спирту через надання певних податкових пільг компаніям, які застосовують та виробляють біоетанол. Останніми роками біопаливо стало складовою світової енергетичної системи. Наприклад, Управління з енергетичної інформації США повідомило, що до 2015 р. на частку біопалива припадатиме майже 2,3% всього спожитого у світі пального, а до 2030 р. цей показник буде доведено до 3,5%. У США та ЄС стверджують, що в разі відмови розвинених країн від планів з упровадження біопалива зростання цін на нафту і газ неминуче [6]. У США 80% виробленого етанолу використовується як пальне.

**Переваги та недоліки.** На міжнародному форумі з біоенергетики, котрий відбувся в Україні у 2007 р. за участю Німеччини як визнаного у Європі лідера з виробництва біопалива, відзначалося, що Україна як потенційний виробник біопалива має багато переваг. Це наявність земельних ресурсів, сприятливі

агрокліматичні умови для вирощування зернових та олійних культур, що може забезпечити достатню кількість сировини (ріпак, соя, кукурудза, соняшник, пшениця), спиртові й олійнопереробні заводи. Водночас зазначалося, що наявні заводи не оснащені потужним сучасним обладнанням, нарощування виробництва сировини неконтрольоване, виробництво несертифікованого біопалива для власних потреб є стихійним, малопотужним, країна перетворюється на «сировинний додаток» для забезпечення біопаливних потреб інших країн.

За розрахунками фахівців, конкурентоспроможність біопалива залежить від багатьох чинників і насамперед від урожайності біоенергетичних культур, яка тісно пов'язана з належною агротехнікою, кліматичними умовами, забезпеченням добривами, засобами захисту рослин тощо, а також від ціни на нафту. У Німеччині Федеральне міністерство продовольства, сільського господарства і захисту прав виробників надає всебічну підтримку як фермерам, які вирощують біоенергетичні культури, так і виробникам палива, чого немає в Україні. Проте субсидії, які надаються у США, спонукають американських фермерів скорочувати площі під інші продовольчі культури для розширення виробництва кукурудзи з метою переробки її на етанол, а це призводить до підвищення цін на продукти харчування і зменшення обсягів їх виробництва. З огляду на це можна зробити висновок, що виготовлення біопалива із зерна не має майбутнього, оскільки призведе до зменшення обсягів виробництва продуктів харчування, їхнього подорожчання, спричинить виснаження ґрунтів. Це є вагомим аргументом для

використання лігніноцелюлозної сировини.

**Висновки.** Аналіз досліджень проблеми виробництва і впровадження альтернативних відновлюваних джерел енергії засвідчує, що вчені багатьох країн світу активно працюють над її розв'язанням. Кожна країна має самостійно вирішувати, з якої наявної сировини виготовляти біопаливо. В Україні ведеться широка полеміка з цього питання, висловлюються різні думки і пропозиції. Уже сьогодні є можливість виробляти біопаливо із зерна пшениці, кукурудзи, соняшнику, сої, ріпаку. Однак згідно з економічними розрахунками для України таке біопаливо не є конкурентоспроможним.

Насіннєві й біотехнологічні іноземні компанії, які працюють на ринку України, вбачають нові великі можливості у створенні енергетичних рослин, стійких до комах і пестицидів, зокрема генетично модифікованої кукурудзи, призначеної для виробництва етанолу.

В Україні є понад 1,5 млн га земель, не придатних для сільськогосподарського використання, які необхідно освоювати. На цій території можна було б вирощувати енергетичні культури, що не накопичують важких металів у листостебловій масі, з метою їх використання як лігніноцелюлозної сировини для виробництва біоетанолу.

Нині проблема відновлюваних джерел енергії відкриває нові перспективи використан-

ня земельних ресурсів. Унікальність землі з фотосинтезуючими рослинами на ній у тому, що її ресурси за правильного використання невичерпні й безмежні. Лише дбаючи про родючість землі, можна максимально гарантувати продовольчу й енергетичну безпеку країни.

Виконання програми «Біопаливо» потребує розроблення в Україні власної стратегії розвитку біоенергетики з урахуванням наукових напрацювань та досвіду провідних країн світу. Раціональне освоєння нових технологій виготовлення біопалива з різних видів сировини, зокрема з відходів аграрного і деревообробного виробництва, будівництво й переоснащення переробних заводів – це вимоги нового часу.

#### ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Земляний, Н. Г. Перспективи енергозабезпечення України в контексті світових тенденцій / Н. Г. Земляний, [та ін.]. – 2008. – [http://www.db.niss.gov.ua/docs/energy/energy\\_02\\_2009.pdf](http://www.db.niss.gov.ua/docs/energy/energy_02_2009.pdf).
2. Проців, Х. Кукурудза залишається найприбутковішою серед традиційних зернових / Х. Проців. – 2011. – <http://www.agribusiness.kiev.ua/uk/news/ucab/17-01-2011/1295276089/>
3. Поллак, Е. Створення рослин для виробництва палива / Е. Поллак // Пропозиція. – К., 2007. – № 3. – С. 12–13.
4. Рибалка, О. Одержання біоетанолу із зернових виглядає привабливішим, ніж дизельного пального із соняшнику й ріпаку / О. Рибалка, В. Соколов // Зерно і хліб. – К., 2006. – С. 22–24.
5. Білоножко, М. А. Рослинництво – інтенсивна технологія вирощування польових і кормових культур / М. А. Білоножко, В. П. Шевченко, Д. М. Алімов, О. Л. Скрипльов [та ін.]. – К., 1990. – 392 с.
6. Скрипниченко, В. А. Інноваційні аспекти виробництва біопалива на Україні: стан, проблеми, перспективи / В. А. Скрипниченко. – 2009. – [http://www.nbuv.gov.ua/portal/chem\\_biol/nvnau/2009\\_142\\_1/09sva.pdf](http://www.nbuv.gov.ua/portal/chem_biol/nvnau/2009_142_1/09sva.pdf)
7. Козачок, Ю. І. Перспективи вирощування насіннєвої кукурудзи для виробництва біоенергетичних ресурсів / Ю. І. Козачок. – [http://www.rusnauka.com/32\\_PWMN\\_2009/Economics/55209.doc.htm](http://www.rusnauka.com/32_PWMN_2009/Economics/55209.doc.htm)