

# КРОХМАЛЬ У ЗЕРНІ КУКУРУДЗИ ЯК СИРОВИНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ

ПРЯДКІНА Г.О.,  
МИХАЛЬСЬКА Л.М.,  
ШВАРТАУ В.В.

(Інститут фізіології рослин і генетики НАН України)

**Вступ.** У сучасному світі біоетанол – рідке спиртове паливо, що виготовляється з продуктів сільського господарства – є важливою складовою паливних матеріалів. Завдяки додаванню етанолу, бензин збагачується киснем, що сприяє більш повному його згорянню та підвищенню ККД двигуна. Крім цього, підраховано, що, в залежності від відсоткового вмісту біопалива, в паливній суміші відбувається зниження викидів вуглеводнів, що не згоріли, оксиду азоту, твердих частинок, сульфатів, поліциклічних ароматичних вуглеводнів. Хоча, в той же час, дещо (максимально до 10%, у порівнянні з традиційним дизельним паливом) зростає рівень викидів оксидів азоту. Важливою є й відновлюваність цього виду продукції, в порівнянні з корисними копалинами, запас яких з часом зменшується. Виробництво біоетанолу також відкриває перспективи для підйому аграрного сектора. З моменту підписання договору про зону вільної торгівлі з ЄС, Україна може безмитно продавати до Європи до 100 тис. т біопалива (12,5 млн. декалітрів спирту) [1]. Це збільшить зайнятість населення в процесі вирощування сільськогосподарських культур та їх переробки в етанол і при виробництві побічних продуктів – кукурудзяної олії, підсолонджувачів, протеїнових кормів для тварин і т.п.

В якості сировини для виробництва біоетанолу використовують різні сільськогосподарські культури. Але, за критерієм виходу етанолу з одиниці сировини, однією з найважливіших культур є кукурудза [2, 3]. З тонни зерна кукурудзи виходить більше 400 літрів етанолу, в той час як з пшениці – 375, жита – 357, ячменю – 330, а картоплі – лише 110 л.

Вивчення змін вмісту крохмалю у зерні кукурудзи за різних умов вирощування, або у різних генотипів – також є важливими для вивчення та обґрунтування фізіологічних механізмів, що регулюють накопичення крохмалю в зерні кукурудзи [4, 5]. Не менш вагомим є практичний аспект досліджень: для ви-

явлення перспективних для виробництва біопалива сортів та ліній кукурудзи.

**Мета.** Тому метою нашої роботи було порівняння вмісту та кількості крохмалю в зерні кукурудзи різних репродукцій.

**Матеріали та методи.** Об'єкт дослідження: зерна кукурудзи різних підвидів селекційних зразків. Визначення вмісту крохмалю в зерні кукурудзи проводили поляриметричним методом Еверса [6], який базується на гідролізі крохмалю соляною кислотою до глюкози, вміст якої визначається за допомогою сахариметра СУ-3.

З добре розмолотих зерен кукурудзи відбирали наважку масою 5 г. Потім її кількісно переносили змиванням 50 мл 1,124% розчину соляної кислоти у мірну колбу Кольрауша ємністю 100 мл. Після цього колбу ставили на водяну баню та кип'ятили протягом 15 хв. Потім доводили її вміст до 90 мл холодною дистильованою водою та охолоджували.

Для осадження білків та освітлення розчину в нього добавляли 5 мл 4% розчину фосфорно-вольфрамової кислоти. Після цього доводили вміст колби до мітки, перемішували та, після відстоювання, фільтрували у суху колбу через подвійний складчастий фільтр. Прозорий фільтрат аналізували на сахариметрі в трубці довжиною 200 мм з жовтим світлофільтром.

Вміст крохмалю розраховували за формулою:  $x = a \times K$  де:  $x$  – вміст

крохмалю, %;  $a$  – показник сахариметра, %;  $K$  – коефіцієнт Еверса ( $= 1,898$ ). Всі результати статистично оброблені [7].

**Результати досліджень.** Вміст крохмалю в зерні кукурудзи різних репродукцій, отриманих у 2010 р., представлено у табл. 1. В результаті проведеного нами дослід з'ясувалося, що досліджувані селекційні зразки кукурудзи, за виключенням № 1140 та 1143, достовірно відрізнялися за його вмістом. Максимальний вміст крохмалю спостерігали в зернах репродукції № 1142: він перевищував мінімальні значення у репродукції № 1144 на 9 %. Далі слідували репродукції № 1140 та 1143 – на 7 % та № 1145 і 1141, відповідно – на 6 та 5 %.

Максимальну масу сухої речовини в зерні кукурудзи різних селекційних зразків відмічено в зерні зразка № 1144, яка відрізнялася мінімальним вмістом крохмалю (табл. 1).

Наші дослідження показали, що селекційні зразки зерна кукурудзи також відрізнялися за кількістю крохмалю на одну зернину. Розрахунки показали, що максимальною валовою кількістю крохмалю у зерні відрізнявся селекційний зразок № 1144 ( $0,229 \pm 0,003$ ), за ним слідували зразки № 1143 та 1141, які, відповідно, мали по 0,218 та 0,212 г крохмалю на 1 зернівку (табл. 1). Якщо у зразка № 1144 висока кількість крохмалю була обумовлена максимальною масою його зернини, яка сягала

Таблиця 1.

Вміст та валова кількість крохмалю у зерні кукурудзи різних селекційних зразків

Селекційний зразок	Вміст крохмалю у зерні, % на суху речовину	Маса сухої речовини, г/зернину	Кількість крохмалю, г/зернину
1140	66,5±0,2 <sup>a</sup>	0,269±0,003	0,179±0,022 <sup>b</sup>
1141	64,9±0,2 <sup>a,b</sup>	0,327±0,005 <sup>a</sup>	0,212±0,048 <sup>a</sup>
1142	67,8±0,5 <sup>a,b</sup>	0,275±0,003	0,186±0,015 <sup>a,b</sup>
1143	66,6±0,1 <sup>a</sup>	0,327±0,003 <sup>a</sup>	0,218±0,023 <sup>a</sup>
1144	62,1±0,1 <sup>b</sup>	0,369±0,004 <sup>a,b</sup>	0,229±0,032 <sup>a,b</sup>
1145	65,7±0,1 <sup>a,b</sup>	0,311±0,003 <sup>a,b</sup>	0,205±0,023 <sup>a,b</sup>

Прим.: розбіжності достовірні на 95% рівні значущості –  $a$  з мінімальним вмістом,  $b$  – між репродукціями.

Таблиця 2.

Розподіл селекційних зразків за вмістом крохмалю, масою сухої речовини та валовою кількістю крохмалю в зерні кукурудзи, % від мінімального.

№ зразка	Вміст крохмалю у зернівці	№ зразка	Маса сухої речовини	№ зразка	Валова кількість крохмалю
1144	100	1140	100	1140	100
1141	105	1142	102	1142	104
1145	106	1145	116	1145	116
1143	107	1143	122	1141	119
1140	107	1141	122	1143	122
1142	109	1144	137	1144	128

0,369±0,004, то у зернин репродукції № 1143 – як достатньо високою масою зернини (0,327±0,003), так і вмісту крохмалю в ній (66,6%). У зернин зразка №

1141 їх маса також була достатньо високою (0,327±0,005), а вміст крохмалю – трохи нижчим (64,9%). Дані табл. 2 показують порядок розташування

зразків за вмістом крохмалю, масою сухої речовини та валовою кількістю крохмалю. Згідно з її даними, найбільш перспективним є зразок № 1143, в якому вдало поєднані як висока маса зернини, так і достатній вміст крохмалю в ній.

**Висновки:** Отримані дані свідчать, що, для підвищення ефективності використання кукурудзи в якості сировини для біопалива, порівняльну оцінку зразків необхідно проводити за величиною валової кількості крохмалю, оскільки вона є інтегральним показником. Така оцінка дасть змогу вибрати сорти кукурудзи, які містять максимальну кількість крохмалю, що дозволить найбільш повно використати потенціал кукурудзи для виробництва біопалива.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. www.minagro.gov.ua
2. Иманкулов Н.Н., Балабеков О.С. Биодизельное топливо растительного происхождения / Материалы научно-практической конференции «Нефтехимия и нефтепереработка». – Уфа, 2008.
- Wu X., Zhao R., Wang D., Bean S., Seib P.A., Tuinstra M.R., Campbell M., O'Brien A. Effects of amylose amylopectin ratio, corn protein and corn fiber contents on ethanol production //Cereal Chemistry. – 2006. – 83, 5. – P. 569-575.

3. Liang J., Zhang J., Cao X. Grain sink strength may be related to poor grain filling of indica-japonica rice hybrids //Physiol. Plant. – 2001. – v. 112. – P. 470-477.
4. Дэй Ж. Активность ферментов, участвующих в синтезе крахмала, в семенах сортов пшеницы, различающихся по содержанию крахмала // Физиология растений. – 2010. – т. 57, №1. – С.81-85.
5. Городний Н.М., Сердюк А.Г., Деревянчук А.М. Агрохимический анализ. – Киев: Вища школа, 1985. – 255 с.
6. Лакин Г.Ф. Биометрия. –М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.

## АНОТАЦІЯ

У якості сировини для виробництва біоетанолу використовують різні сільськогосподарські культури. Але, за критерієм виходу етанолу з одиниці сировини, однією з найважливіших культур є кукурудза. З тонни зерна кукурудзи виходить більше 400 літрів етанолу, в той час як з пшениці – 375, жита – 357, ячменю – 330, а картоплі – лише 110 л. У статті наведено результати оцінки різних сортів кукурудзи за вмістом крохмалю з метою підвищення ефективності їх використання в якості сировини для біопалива, вивчення та обґрунтування фізіологічних механізмів, що регулюють накопичення крохмалю в зерні кукурудзи, виявлення перспективних для виробництва біопалива сортів та ліній кукурудзи. Отримані дані свідчать, що, для підвищення ефективності використання кукурудзи в якості сировини для біопалива, порівняльну оцінку зразків необхідно проводити за величиною валової кількості крохмалю, оскільки вона є інтегральним показником.

## АННОТАЦИЯ

В качестве сырья для производства биоэтанола используют разные сельскохозяйственные культуры. Но, по критерию выхода этанола из единицы сырья, одной из самых важных культур является кукуруза. С тонны зерна кукурузы выходит больше 400 литров этанола, в то время как из пшеницы – 375, ржи – 357, ячменя – 330, а картофеля – лишь 110 л. В статье приведены результаты оценки разных сортов кукурузы по содержанию крахмала с целью повышения эффективности

их использования в качестве сырья для биотоплива, изучены и обоснованы физиологические механизмы, которые регулируют накопление крахмала в зерне кукурузы, выявлены перспективные для производства биотоплива сорта и линии кукурузы. Полученные данные свидетельствуют, что, для повышения эффективности использования кукурузы в качестве сырья для биотоплива, сравнительную оценку образцов необходимо проводить в соответствии с величиной валового количества крахмала, поскольку она является интегральным показателем.

## ANNOTATION

As a raw material for ethanol production using different agricultural crops. But according to the criterion of yield of ethanol per unit of raw material, one of the major crops is corn. With tons of corn goes up to 400 gallons of ethanol, while wheat - 375, rye - 357, barley - 330, and potatoes - only 110 liters. The results of evaluation of different varieties of corn according to the content of starch to improve the efficiency of their usage as a feedstock for biofuel, research and study of the physiological mechanisms that regulate the accumulation of starch in corn, identify promising for biofuel varieties and lines of maize are presented in the article. These data suggest that, to improve the efficiency of utilization of corn as a feedstock for biofuel, a comparative assessment of samples necessary to conduct according to the largest gross amount of starch because it is an integral indicator.

## АГРОТЕХНОЛОГІЇ

## КРИМ: ПРЕЗЕНТАЦІЯ ПРОЕКТУ З ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У Криму необхідно розвивати і ефективно використовувати біоенергетичні ресурси. Про це заявив Голова Ради міністрів Криму Анатолій Могильов у рамках презентації проекту з впровадження енергозберігаючих технологій у вуличному освітленні.

- Крим має потужний потенціал для розвитку цього напрямку, - заявив Анатолій Могильов. - За рік ми виробляємо близько мільйона тонн со-

ломи, значна частина використовується для потреб сільського господарства, але близько 200 тисяч тонн фермери просто спалюють. Ми можемо використовувати цей ресурс для опалювання, у тому числі, об'єктів соціальної сфери і освіти.

Згідно з попередніми розрахунками Республіканського комітету АРК з палива, енергетики та інноваційної політики, з 200 тис. тонн соломи можна виробити 173 тис. пелет. Їх викорис-

тання еквівалентне 79 млн кубометрів природного газу.

Анатолій Могильов доручив комітету спільно з іншими профільними відомствами розробити проект з розвитку біоенергетики. Проект, за даними Управління інформаційної політики Ради міністрів АРК, повинен враховувати будівництво заводів з виготовлення пелет, а також оснащення установ необхідним котельним обладнанням.

Джерело: Урядовий портал.