

# ПЕРЕРОБЛЕННЯ РОСЛИННИЦЬКОЇ СИРОВИНИ

УДК 676.16 : 661.72

*Ю.О.Батог, наук. співроб.,  
С.Т.Олійничук, д.т.н.,  
Т.І. Лисак, наук. співроб.,  
О.О. Коваль, пров. інженер,  
Інститут продовольчих ресурсів НААН*

## ОСОБЛИВОСТІ ДЕЛІГНІФІКАЦІЇ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНИХ ВІДХОДІВ КУКУРУДЗИ

*У статті висвітлюються результати досліджень впливу основних технологічних параметрів процесу делігніфікації післязбиральних відходів кукурудзи за різної температури та тривалості процесу варіння на ступінь конверсії лігніну в сировині. Встановлений основний кількісний склад післязбиральних відходів кукурудзи.*

*Ключові слова: післязбиральні відходи, баластні речовини, делігніфікація, лігнін, редуруючі речовини.*

*Y. Batog, res.worker,  
S.Oliynichuk, D.Sc.Technics,  
T.Lysak, res.worker,  
O.Koval, lead. eng.,  
Food Resources Institute of NAAS*

## THE FEATURES OF PRETREATMENT OF CORN POST-HARVEST WASTES

*The article represents results of research of the influence of the major technological pre-treatment parameters of corn post-harvest wastes at different temperatures and duration of brew process the degree of conversion of lignin in the raw. The basic quantitative composition of corn post-harvest wastes is established.*

*Keywords: post-harvest waste, ballast substances, pre-treatment, lignin, reducing substances.*

*Ю.А. Батог, науч. сотруд.  
С.Т. Олийничук, д-р.техн. наук,  
Т.И. Лысак, науч. сотруд.,  
О.А. Коваль, вед. инженер  
Институт продовольственных ресурсов НААН*

## ОСОБЕННОСТИ ДЕЛИГНИФИКАЦИИ ПОСЛЕУБОРОЧНЫХ ОТХОДОВ КУКУРУЗЫ

*В статье описаны результаты исследований влияния основных технологических параметров процесса делигнификации послеуборочных отходов кукурузы при различной температуры и продолжительности процесса варки на степень конверсии лигнина в сырье. Установлен основной количественный состав послеуборочных отходов кукурузы.*

*Ключевые слова: послеуборочные отходы, балластные вещества, делигнификации, лигнин, редуцирующие вещества.*

**Постановка проблеми.** До біопалива першого покоління належать біоетанол та біодизель. Біоетанол отримують з таких рослин, як цукрова тростина, кукурудза, пшениця та інші злакові культури [1]. Біодизель отримують з олійних культур таких як: сої, ріпаку, соняшнику. Друге покоління біопалива, що розробляється, передбачатиме використання лігніно-целюлозної біомаси як сировини для виробництва біопалива.

Целюлозна біомаса є найбільш поширеним біологічним матеріалом на Землі, тому на основі целюлози можна істотно розширити об'єми палива та розробити успішні технології виробництва біопалива другого покоління.

Целюлозна біомаса є більш стійкою до розщеплювання, ніж крохмаль і цукор, оскільки лігнін скріплює целюлозні волокна, утримує їх у єдиній структурі та заважає доступності целюлози і геміцелюлози для дії розчинника та каталізаторів. Складність перетворення целюлози в біоетанол робить технологію переробки дорожчою, хоча власне витрати на целюлозну сировину менші, ніж на сировину для біопалива першого покоління [2,3]. Переробка целюлози на етанол включає кілька основних стадій – спочатку необхідно підібрати ефективний розчинник, який би максимально розчиняв лігнін, що і є головною метою наших досліджень. Ця стадія технічно дуже складна, хоча ведуться розробки ефективних і ресурсощадних способів здійснення цього процесу. Наступною стадією є розщеплення целюлозного і геміцелюлозного компонентів біомаси до простих цукрів, які придатні до зброджування для отримання етанолу.

**Матеріали і методи.** Післязбиральні відходи кукурудзи, які були використанні в дослідженні, мали наступний склад: лігнін 24 %, целюлоза 30,5 %, геміцелюлоза 31,9 %, зола 2,3 %, решта - баластні речовини. До таких речовин належать пектинові речовини, камеді та інші сполуки, непридатні для використання у виробництві біоетанолу. Склад сировини, вміст редуруючих речовин та залишковий вміст лігніну визначали за загальноприйнятими методиками [4].

Сировина була подрібнена до розмірів частинок 1,0-1,5 см<sup>3</sup>. Наважку сировини в кількості 20 г змішували з розчинником у співвідношенні 1:5 і проводили делігніфікацію за різної температури в межах 70-100°C впродовж трьох годин. В якості розчинника використовували суміш спирт: вода:кислота у співвідношенні 48:48:4 %. Далі масу охолоджували, відділяли твердий осад фільтруванням, осад промивали дистильованою водою, висушували і визначали в ньому вміст залишкового лігніну. З фільтрату виділяли етиловий спирт шляхом перегонки, після вилучення спирту лігнін випадав в осад, який відфільтровували, висушували і зважували.

**Обговорення результатів.** Дані, що характеризують ступінь біоконверсії лігніну з помелу післязбиральних відходів кукурудзи, наведено в таблиці 1.

*Таблиця 1*

**Вплив температури обробки на вихід лігніну з післязбиральних відходів кукурудзи**

Показник	Температура витримки, °C			
	70	80	90	100
Вміст лігніну в наважці, г	4,39	4,39	4,39	4,39
Вихід твердого залишку, г	13,72	13,36	10,56	9,66
Ступінь конверсії лігніну, %	1,8	9,1	13,0	13,7
Вміст залишкового лігніну, г	4,31	3,99	3,82	3,79

Результати показують, що при делігніфікації післязбиральних відходів кукурудзи вихід твердого залишку зменшується з підвищенням температури, який становив 9,66 г або 48,3 %, а ступінь конверсії лігніну зростає з підвищенням температури – 13,7 %, а вміст залишкового лігніну зменшується. Це можна пояснити тим, що зменшення виходу твердого

осаду обумовлене більш високим вмістом легкогідролізуючих полісахаридів, зокрема геміцелюлози, яка була переведена в розчин. Геміцелюлоза, переведена в розчин з утворенням редукуючих речовин, які в подальшому можуть бути зброженні дріжджами.

Припустимо, що розмір часточок, за даних умов, може суттєво впливати на процес делігніфікації. Для підтвердження чи спростування такого припущення проведено дослідження з обробки післязбиральних відходів кукурудзи, подрібненого на лабораторному млині ЛЗМ-1 до отримання 90 % проходу через сито з отворами 1 мм. (табл. 2.).

Таблиця 2

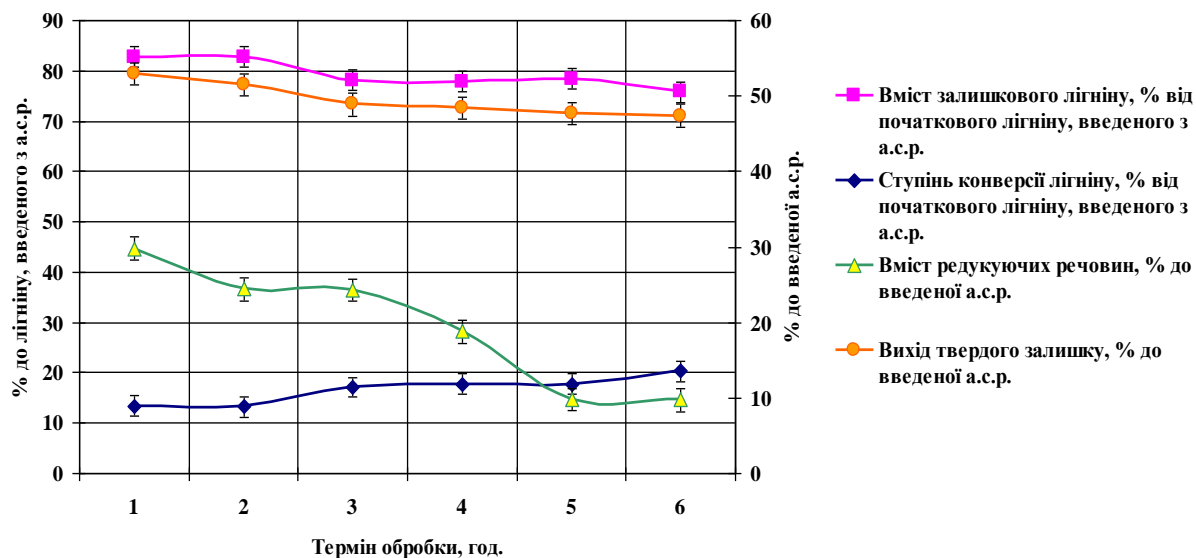
**Вплив ступеня подрібнення на конверсію лігніну з стебла кукурудзи**

Показник	Температура витримки, °С			
	70	80	90	100
Вміст лігніну в наважці, г	4,39	4,39	4,39	4,39
Вихід твердого залишку, г	12,56	11,42	10,08	8,82
Ступінь конверсії лігніну, %	6,8	9,3	15,7	17,1
Вміст залишкового лігніну, г	4,09	3,98	3,7	3,64

Дані таблиці 2 підтверджують висновок щодо впливу ступеня подрібнення на делігніфікацію післязбиральних відходів кукурудзи, конверсія лігніну значно збільшується. При температурі 70 °С вона збільшується на 5 % та досягає 17,1 % за температури +100 °С. Вихід твердого залишку зменшується на 5,3 % при температурі 70°С і при досягненні +100 °С він становить 44,1 %.

Дослідженнями було встановлено, що оптимальними умовами для делігніфікації обраних типів сировини є температура +100...+105°С та тиск 0,25– 0,3 МПа.

Наступним етапом дослідження було встановлення оптимальної тривалості обробки подрібнених післязбиральних відходів кукурудзи за температури 100°С (рис. 1).



**Рис. 1. Вплив тривалості обробки на делігніфікацію помелу післязбиральних відходів кукурудзи за температури 100°С**

З рисунку 1 видно, що за постійної температури і збільшення тривалості обробки до 6 годин зменшується вихід твердого осаду (до 47,4 % від початкової маси сировини), зменшується вміст залишкового лігніну в біомасі до 75,8 %, а ступінь конверсії лігніну підвищується до 20,3 % від його вмісту в післязбиральних відходах кукурудзи. Але вміст редукуючих речовин у гідролізатах зменшувався від 29,8 % мас для 1 години до 9,7 % мас

для 6 годин гідролізу. Це може пояснюватись руйнуванням молекул цукрів в процесі делігніфікації за рахунок значної тривалості процесу та агресивного середовища (рН=1,2).

### **Висновки**

1. В результаті порівняльної технологічної і екологічної оцінки різних способів делігніфікації біомаси доведено ефективність використання розчинника, на основі етилового спирту, рослинного лігніну для розчинення лігніну.

2. Використання розчинника лігніну на основі етилового спирту за температури делігніфікації досягнуто ступінь конверсії лігніну післязбиральних відходів кукурудзи 13,7% від його початкового вмісту.

3. Встановлено, що вихід твердого залишку після обробки сировини розчинником зменшується, а ступінь конверсії лігніну збільшується до 17,1% з підвищенням температури обробки та ступеню подрібнення біомаси.

4. Виявлено, що збільшення тривалості процесу делігніфікації до 6 год призводить до значних втрат редуруючих речовин сировини і зменшує ефективність процесу.

### **Література**

1. Циганков С.П. Розроблення та випробування технології комплексного трансформування вуглеводного складу рослинної сировини у біоетанол [Текст] / С.П. Циганков, О.І. Володько, А.І. Ємець та ін.. // Наука та інновації, 2013. Т.9 №4, с. 55-69

2. Кузнецов Б.Н. Каталитические методы переработки древесины в целлюлозу с низким содержанием лигнина [Текст] / Б.Н. Кузнецов, С.А. Кузнецова, В.Г. Данилов // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2007. – №12. – С.27-30.

3. Vandenbrink Joshua P. Analysis of Crystallinity Index and Hydrolysis Rates in the Bioenergy Crop Sorghum bicolor [Text] / Joshua P Vandenbrink, Roger N. Hilten, K.C. Das, Andrew H. Paterson, Frank Alex Feltus // Bioenerg. Res. 2012 publish 5 p. 387-397

4. Оболенская А.В. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы [Текст]: учеб. для вузов / А.В. Оболенская, З.П. Ельницкая, А.А.Леонович – М, Экология, 1991. – 320 с.