

М.О. Шевчук, Е.П. Шишаков (БГТУ, г. Минск)

## ТЕРМОХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА КУКУРУЗНОГО ЗЕРНА

В настоящее время в Республике Беларусь ежегодно выращивается более 50 тыс. т зерна кукурузы. В ближайшие годы намечено увеличить производство зерна кукурузы до 1 млн т.

При производстве кукурузного зерна образуются в качестве отхода стержни кукурузных початков (СКП) в количестве 20-30% от массы зерна и солома кукурузы в количестве 10-25 т/га [1]. Основную часть от массы соломы кукурузы составляют стебли – 80-95%, листья и метелочки – 5-20%. Влажность соломы и СКП на момент уборки составляет 11-22% относительных. Характеристика отходов производства зерна кукурузы представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика отходов производства зерна кукурузы

Вид сырья	Зольность, %	Активная зольность, % (в пересчете на серную кислоту)	Теоретический выход фурфурола, % от массы а.с.с.	Объемная масса измельченных отходов, кг/м <sup>3</sup>
СКП	3,0-3,6	1,25-1,42	22-25	120-130
Стебли кукурузы	8,0-8,8	2,35-2,45	17-19	95-105
Листья кукурузы	11,0-12,0	3,45-3,55	16-19	80-90
Метелочки кукурузы	14,1-15,1	5,05-5,43	17-20	75-85

Большая часть соломы кукурузы сжигается или запахивается в почву. В редких случаях солома используется в качестве грубого корма для скота. Стебли, листья, метелочки кукурузы и СКП содержат значительное количество пентозанов и уроновых кислот. При химической переработке этих видов отходов можно получить гетероциклический альдегид – фурфурол – ценное сырье для химической промышленности. Теоретический выход этого продукта из указанных отходов достигает 16-25%.

Отличительной особенностью сельскохозяйственных отходов является их высокая общая и активная зольность, достигающая 15,1 и 5,43% соответственно.

Недостаток данных отходов при их промышленном использовании – низкая плотность загрузки и необходимость их измельчения перед проведением технологического процесса гидролиза.

Переработка СКП и стеблей кукурузы автокаталитическим способом дала очень низкие выходы фурфурола – 5,1 и 3,1% от массы абсолютно сухого сырья (а.с.с.) соответственно.

Были произведены исследования по возможности использования данных отходов при производстве фурфурола с использованием раствора смешанного катализатора, содержащего смесь уксусной и серной кислот.

Растворы уксусной кислоты являются селективным катализатором конверсии концентрированных растворов ксилозы в фурфурол. Применение в качестве катализатора уксусной кислоты в процессе получения фурфурола эффективно только тогда, когда нейтрализованы зольные элементы сырья. Нами было предложено в реакции получения фурфурола из растительного сырья по прямому парофазному способу применить раствор уксусной кислоты совместно с сильной минеральной кислотой. Для нейтрализации активной зольности было предложено применить серную кислоту.

Процесс образования фурфурола изучался на лабораторной установке, имеющей объем реактора 3 дм<sup>3</sup>. Сырье пропитывалось раствором катализатора в течение 20-30 мин при 90 °С при величине гидромодуля (ГМ) пропитывающего раствора равном 2. Пропитанное сырье обрабатывалось перегретым до 200-220 °С паром при давлении 0,8-1,5 МПа и температурах 160-210 °С в течение 150 мин. Скорость отбора фурфуролсодержащего конденсата была во всех опытах постоянна и равнялась 3 ГМ за 150 мин (1,2 ГМ/ч).

В таблице 2 представлены результаты выхода фурфурола при применении различных катализаторов.

Как видно из таблицы, применение 1,2% раствора уксусной кислоты позволяет увеличить выход фурфурола по сравнению с автокаталитическим процессом на 13-14%. Использование 0,8-3,5% растворов серной кислоты увеличивает выход фурфурола в 2,16-2,2 раза. Применение смешанного катализатора, содержащего 1,2% уксусной и 0,8-3,5% серной кислот увеличивает выход фурфурола в 2,55-2,60 раза по сравнению с автокаталитическим процессом.

Выходы фурфурола из стеблей кукурузы сопоставимы с выходами фурфурола из березовой щепы [2].

Таблица 2 - Результаты фурфурольных варок с использованием различных катализаторов

Вид сырья	Вид катализатора	Выход фурфуrolа, % от массы а.с.с.	Увеличение выхода фурфуrolа относительно автокаталитического процесса, %
СКП	Отсутствует, «автогидролиз»	5,1	-
СКП	1,2% уксусная кислота	5,8	14
СКП	0,8% серная кислота	11,0	116
СКП	1,2% уксусная кислота + 0,8% серная кислота	13,3	160
Стебли кукурузы	Отсутствует, «автогидролиз»	3,1	-
Стебли кукурузы	1,2% уксусная кислота	3,5	13
Стебли кукурузы	3,5%-ная серная кислота	6,8	120
Стебли кукурузы	1,2% уксусная кислота + 3,5% серная кислота	7,9	155

Можно сделать вывод о целесообразности использования отходов, образующихся при выращивании кукурузы на зерно, в качестве сырья для получения фурфуrolа.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Морозов, Е. Ф. Производство фурфуrolа / Е.Ф. Морозов. – М.: Лесная промышленность. – 1979. – 200 с.
- 2 Carrasco, F. Fundamentos de la produccion de furfural / F. Carrasco // AFINIDAD. – 1991. – № 433. – P. 184-188.