

OBTENCIÓN DEL ALCOHOL A PARTIR DE POLVILLO DE ARROZ

Mario Bautista C., Óscar Cornejo S. y Leoncio Reyna M.

Facultad de Química e Ingeniería Química, Universidad Nacional Mayor de San Marcos

RESUMEN

En el presente trabajo se describe el proceso tecnológico seguido para obtener alcohol a partir del polvillo de arroz. El tiempo óptimo de fermentación fue de 12 horas y el rendimiento de producción de alcohol de 57% basado en el contenido de almidón de la materia prima.

Palabras clave: Alcohol, polvillo de arroz, fermentación.

ABSTRACT

This work describes a technological process to obtain alcohol from rice bran. The optimum time of fermentation was 12 hours with a yield production of 57% based on starch contents in the rice bran.

Keywords: Alcohol, rice bran, fermentation.

INTRODUCCIÓN

La agroindustria del arroz se inicia con la cosecha y deshidratación del arroz en cáscara, para luego ser enviado a las plantas de procesamiento denominadas «molinos». En este lugar se procede a la limpieza y selección del producto al granel, luego se le procesa por una serie de equipos que se encargan, primero, en retirar la cáscara y, luego, raspar y cepillar el grano. En esta última etapa se obtiene un subproducto denominado «polvillo de arroz».

Este subproducto, que representa en promedio el 8% de todo el arroz final obtenido, contiene básicamente grasa, vitaminas y almidón. Debido a este perfil nutricional actualmente se emplea en la alimentación de animales. No obstante, debido a que el polvillo

de arroz permanece en los molinos, a veces por un tiempo prolongado, se produce la oxidación de las grasas, la cual deteriora su calidad.

Considerando este factor, el presente estudio tiene por objetivo abrir una nueva alternativa para el aprovechamiento de este importante subproducto, la cual es la obtención de alcohol etílico.

MATERIALES Y EQUIPOS EMPLEADOS (Laboratorio y Planta Piloto)

- 200 kg de polvillo de arroz con 7% de almidón.
- Cocinador a presión «HENZE» de 0.93 m³.
- Sacarificador de 1 m³.
- Unidad Piloto de destilación y rectificación de alcohol.

- Refinadora de acero inoxidable.
- Refractómetro.
- Lavadura de panificación.
- Nutrientes: úrea y fosfato de amonio.
- Caldera de 40 BHP.
- Malta en granos.
- Compresor de aire.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

a) Hidratación

Esta operación se efectuó en cilindros metálicos protegidos con material anticorrosivo, empleando agua acidificada con ácido clorhídrico. Las condiciones fueron:

Cantidad de agua: 210 Kg.

Temperatura de remojo: 21.5 °C.

Tiempo de remojo: 23.0 h.

pH del medio: 5.5.

En algunos casos es conveniente emplear temperaturas de remojo de 50 a 60 °C que permitan exponer mejor las partículas del almidón para la sacarificación^[1].

b) Cocinado

Esta operación se lleva a cabo en el cocinador «HENZE» con los siguientes parámetros:

Volumen de agua de cocinado: 50 kg

kg de agua / kg polvillo: 1/3.

kg de agua condensado (del vapor): 25-30% del total.

Temperatura de cocinado: 98 °C.

Tiempo de cocinado: 2h, 15 min.

Tiempo para alcanzar la temperatura del cocinado: 1h.

pH del cocinado: 5.64.

Densidad del cocinado: 0.9888 g/cc.

c) Sacarificación

El cocinado fue transportado haciendo sobrepresión en el cocinador, lo cual generó

un flujo positivo en la línea, hacia el sacarificador. Aquí se realiza el ataque enzimático de la malta, previamente molida, a diferentes temperaturas. Se emplearon los siguientes parámetros:

Malta molida: 16 kg

Agua para infusión de malta: 47 kg

Temperatura de infusión: 40 °C.

Tiempo de cocinado de la infusión: 40-45 min.

kg malta / kg polvillo: 0.08.

Poder diastásico de la malta^[2]: 2.794 °P.E.

Es conveniente que la infusión de malta permanezca en reposo entre 12 a 13 horas, luego de lo cual se encontrará en condiciones de ser mezclado con el cocinado, para lo cual se regula previamente la temperatura del cocinado en 52 °C.

El pH de la infusión antes de la mezcla es de 4.36 y el pH durante la hidrólisis es de 6.55. En este periodo es necesario sacar muestras de material cada diez minutos para someterla a la prueba de yodo. Cuando la coloración del yodo no cambie, entonces el proceso de hidrólisis ha terminado.

Los resultados se aprecian en los siguientes cuadros:

Cuadro N.º 1. Temperaturas escalonadas y tiempos correspondientes.

Temperatura (°C)	52	64	72	76
Tiempo (min.)	25	20	15	10

Cuadro N.º 2. Tiempos de permanencia para pasar de una temperatura a otra.

Tiempos (min)	35	64	72	76
Temperatura (°C)	52-64	64-72	72-76	

De los cuadros N.º 1 y 2 puede concluirse que el tiempo total empleado para la sacarificación fue de 2 horas y 38 min. y el grado de hidrólisis alcanzado fue de 0.92.

d) Fermentación

Terminada la hidrólisis, se procedió a filtrar el líquido empleando una máquina refinadora adaptada en reemplazo de un equipo de filtración. El rendimiento no fue el esperado ya que hubo una pérdida de 20 a 30% de mosto. Se emplearon los siguientes parámetros:

Volumen de mosto obtenido: 348 litros

Levadura de panificación: 1.35 kg

Úrea: 0.97 kg

Fosfato de amonio: 0.97 kg

Temperatura inicial de fermentación: 30 °C.

pH de la fermentación: 4.5

El proceso de fermentación se efectuó por el método intermitente, para lo cual se prepararon dos inóculos^[3]. Se empezó primero con un volumen de mosto de 9 litros diluidos a 11 °Brix, luego se añadió la levadura con aproximación al 15% de este volumen (1,35 Kg.), seguidamente se añadió fosfato y úrea correspondiente al 0,22% del mencionado volumen. Finalmente, se hizo pasar aire proveniente de un compresor a razón de 1.8 m³/h para activar el desarrollo de la levadura. El tiempo de permanencia de este inóculo fue de 15 horas.

Para el segundo inóculo, se tomó 90 litros (escalamiento de 1/10) del mosto original diluido a 13 °Brix; se agregó fosfato y úrea al mismo porcentaje, luego se reguló el pH y se mezcló con el primer inóculo. Para facilitar el desarrollo de la biomasa, se fue agregado aire en forma similar a la del primer inóculo. Esta operación duró 18 horas.

El volumen del segundo inóculo se mezcló con el volumen restante del mosto total obtenido. Luego se agregaron nutrientes, se reguló el pH y se procedió a la fermentación.

Para medir la cinética fermentativa y calcular el tiempo requerido para la fermentación se emplearon dos métodos: variación del peso seco de la biomasa e índice de refracción (concentración de alcohol). En el cuadro N.º 3 se aprecian los resultados de la fermentación durante 27 horas de operación.

Cuadro N.º 3. Cinética de fermentación.

Muestra	Tiempo (hr.)	Peso seco (gr./Lt)	Log (peso seco)	Índice de refracción	Alcohol producido (%)
M0	0	12,15	1,0846	1,3530	38,75
M1	3	13,95	1,1446	1,3532	39,00
M2	6	27,15	1,4338	1,3550	45,00
M3	9	30,15	1,4793	1,3552	45,50
M4	12	29,50	1,4698	1,3555	45,25
M5	15	26,85	1,4289	1,3548	44,00
M6	18	27,10	1,4330	1,3544	42,00
M7	21	25,45	1,4057	1,3542	41,00
M8	24	25,10	1,3997	1,3522	37,75
M9	27	25,05	1,3988	1,3520	37,51

e) Destilación

Concluido el proceso fermentativo se procedió a pasar el mosto fermentado a la columnas de destilación, obteniéndose aproximadamente 8 litros de alcohol.

El grado alcohólico fue medido por el método del refractómetro (29.7 °GL) y del alcoholímetro, cuyo promedio fue de 27.57% GL. El rendimiento alcanzado en relación a la materia prima total fue de 4.0%.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Considerando que el proceso se inició con una materia prima que contenía 7% de almidón, se obtuvieron los siguientes rendimientos:

$$\frac{\text{alcohol obtenido}}{\text{materia prima (polvillo de arroz)}} = 4 \%$$

$$\frac{\text{alcohol obtenido}}{\text{materia prima (almidón)}} = 57 \%$$

La tecnología empleada en la hidrólisis, usando como agente sacarolítico el grano de malta y las temperaturas escalonadas, dio resultados satisfactorios, con un rendimiento de conversión de 92%.

En relación a la cinética de la fermentación, a partir de los resultados que se encuentran en el cuadro N.º 3, puede apreciarse una mayor concentración celular (mayor peso seco) a las 12 horas de haberse iniciado el proceso fermentativo, para luego descender a un valor mínimo y constante a las 27 horas según puede observarse en el gráfico N.º 1.

A partir del mismo cuadro se puede apreciar la variación del porcentaje de alcohol obtenido (calculado a partir del índice de refracción) en función del tiempo, concluyéndose que la tendencia es la misma; así se observa que a las 12 horas de haber transcurrido la fermentación se alcanza el porcentaje máximo de 46.25%, para luego disminuir a un valor mínimo a las 27 horas.

Por tanto, el proceso fermentativo es eficaz

Gráfico N.º 1. Log. peso seco vs. tiempo de fermentación.

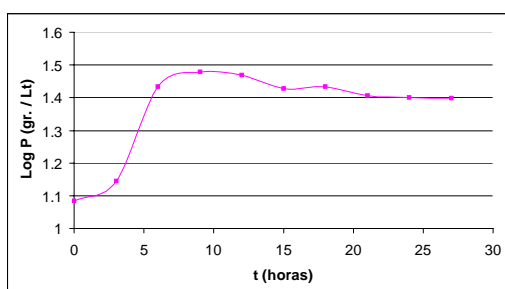
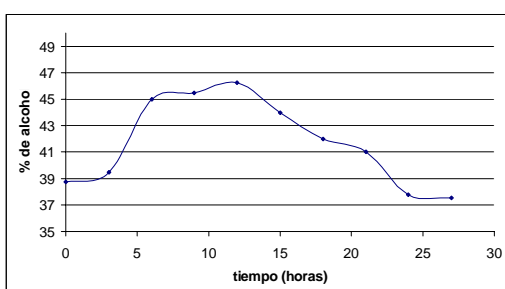


Gráfico N.º 2. Producción de alcohol vs. tiempo.



sólo hasta las 12 horas; tiempo después del cual debe detenerse la operación para evitar la disminución del alcohol producido. En el gráfico N.º 2 se aprecia esta tendencia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Se ha logrado obtener alcohol a partir del polvillo de arroz en Planta Piloto, lo cual constituye una alternativa para el tratamiento de subproductos en la agroindustria del arroz.

2. Se ha desarrollado un método para sacarificar almidón de arroz con un rendimiento de 92% empleando como agente enzimático el grano de malta, así como un sistema escalonado de temperaturas.
3. El proceso fermentativo se produjo empleando levadura de panificación a un pH de mosto de 4.5, obteniéndose un tiempo óptimo de fermentación de 12 horas.
4. El rendimiento para la obtención de alcohol alcanzó 4% en relación a la materia prima y 57% en relación al almidón contenido en la materia prima.
5. Para mejorar el proceso global es necesario emplear: un sistema de sacarificación por vía ácida, un sistema de filtración eficiente que permita reducir la pérdida de mosto y emplear levaduras de mayor rendimiento fermentativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Carr, M. *Continuos enzymatic liquefaction of starch for saccharification*. Biotech. and Bioeng. XXIV, 1982, pp. 2441-2449.

[2] Holló, J. *Fabricación de alcohol de almidón y materias primas con contenido de azúcar*. Facultad de Tecnología Química Agrícola, Universidad de Ingeniería de Budapest, 1975.

[3] Almeida, U.; Aquarone, E. y Borzani, W. *Tecnología de las fermentaciones*. Vol. I. Universidad de Sao Paulo, Brasil.

[4] Ballestros, I.; Oliva, J.; Negro, M.; Manzanares, P. y Ballesteros, M. *Procesos de sacarificación y fermentación simultánea para la conversión de la fracción celulósica del residuo de la extracción del aceite de oliva en etanol*. Grasas y aceites, julio-agosto, vol. 53, Issue 3, 2002, p. 282 (7pp.).