

EFICIENCIA EN LA FERMENTACIÓN DE MOSTO PARA CERVEZA DE SÚPER ALTA DENSIDAD

Raúl Damián Carrillo, Raúl Carrillo y Orerves Martínez*

Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria, Carretera al Guatao, km 3 1/2,

La Habana, C.P. 19 200, Cuba

E-mail: dcarrillo@iiaa.edu.cu

RESUMEN

Se experimentó un proceso de elaboración de cerveza super concentrada, con sacarosa como adjunto y adición de enzima proteolítica papaína en la maceración, que incrementó la hidrólisis de las proteínas de la malta y compensó la dilución del nitrógeno provocado por la adición de sacarosa. Se probaron cinco concentraciones diferentes del extracto original y se les determinó la concentración de extracto fermentable residual, concentración de alcohol obtenido y eficiencia de la fermentación. Los resultados mostraron que la eficiencia mayor, expresada como etanol, (48,73 g/100 g extracto fermentable) se obtuvo con la variante que produjo 113,3 g/L de etanol, equivalente a 14,33 % vol/vol.

Palabras clave: eficiencia de la fermentación, cerveza de súper alta densidad, papaína.

ABSTRACT

Wort fermentation efficiency for super high density beer

Super concentrated beer was study using sucrose as adjunct and adding papain protolithic enzyme in the mashing process, increasing the hydrolysis of malt proteins, balancing the nitrogen dilution caused by the sucrose addition. Five different concentrations of the original wort were tested, determining their concentration of residual fermentable wort, alcohol concentration and fermentation efficiency. The results, statistically processed, showed that the better efficiency, expressed as ethanol, (48,73 g/100 g fermentable wort) was obtained when producing 113,3 g/L of ethanol, equivalent to 14,33% vol/vol.

Key words: super high density beer, fermentation efficiency, papain.

INTRODUCCIÓN

Una nueva tendencia de desarrollo de la industria cervecera es obtener la cerveza a ultra alta concentración (1). Se definió como proceso de ultra alta concentración, la preparación y fermentación de mostos de concentraciones mayores de 18 °P (grados Plato) (2). Para llevar a cabo este procedimiento, es importante la participación de los aminoácidos en la nutrición de la levadura. Ninguna fermentación sucede en ausencia de crecimiento de la biomasa de levadura y ésta tampoco crece en ausencia de material nitrogenado asimilable (3). La concentración de nitrógeno amínico libre está relacionada con el viable crecimiento de la levadura y la eficiencia de la fermentación (4). Una adecuada concentración de ni-

trógeno amínico libre en el mosto asegura un crecimiento eficiente de la levadura y promueve un deseable desempeño de la fermentación (5).

La cantidad de aminoácido en el mosto de doble concentración es alrededor del doble que en el mosto normal; un exceso de ellos se mantiene en la cerveza después de la fermentación, por eso es posible utilizar más adjunto en la preparación de mosto de alta gravedad (por encima de 50 %) sin efecto significativo en el tiempo de fermentación. La levadura utiliza de 100 a 140 mg de amino nitrógeno en forma de amino ácidos y pequeños péptidos por litro de mosto (6).

Algunos autores sugieren que el nitrógeno α amino es el nutriente principal siempre que haya suficientes lípidos disponibles. Mediante técnicas de suplementación con este nutriente, se encontró posible obtener cervezas con 16,2 % de etanol en vol/vol, sin pérdida de viabilidad de la levadura (7).

**Raúl Damián Carrillo Vázquez: Ingeniero Químico (ISPJAE, 2009). Sus principales líneas de trabajo son la utilización de enzimas para mejorar el proceso de elaboración y el desarrollo de nuevos procesos.*

A medida que la concentración inicial del mosto aumenta, efectos de estrés, tales como alta presión osmótica y niveles elevados de etanol, se tornan más significativos, resultando en una disminución de la viabilidad celular de la levadura y en fermentaciones más lentas (2).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el rendimiento fermentativo del mosto para cervezas de súper alta densidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se experimentó un proceso de elaboración de cerveza de super alta concentración con sacarosa como adjunto. Se preparó mosto de solo malta a 16 °P de concentración, por el método de maceración por infusión (Fig. 1). A 63 °C, se añadió enzima papaína en cantidad correspondiente a 3,4 U.A. por cada 100 g de malta, según resultados reportados (8).

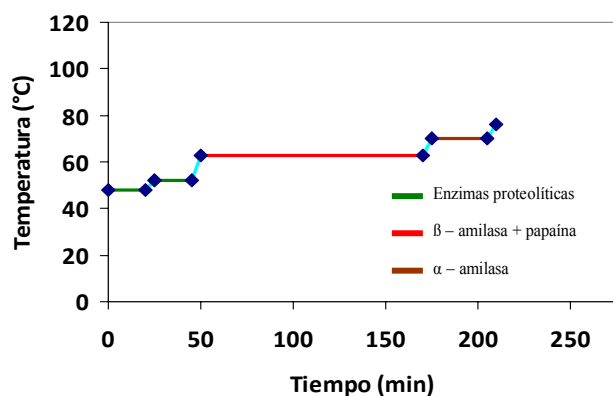


Fig. 1. Diagrama de maceración para la cerveza de súper alta densidad.

Al mosto obtenido se le determinaron concentración del extracto, nitrógeno total, nitrógeno amínico libre, pH y color, mediante los métodos analíticos establecidos por el comité de análisis de la Convención Europea de Cerveceros (EBC) (9).

Se prepararon cinco variantes, por triplicado, con el extracto fermentable requerido calculado para obtener 13; 13,5; 14; 14,5 y 15 % de alcohol en vol/vol, se determinó dividiendo el contenido de alcohol en masa/vol. de cada variante entre el factor de conversión de extracto fermentable en alcohol (0,4832), de Balling (10). A cada una se le añadió 1 L de mosto de 16 °P y

se calculó el extracto fermentable que aporta el mosto de solo malta, que correspondió a 106,4 g, con el factor de fermentabilidad medio de 0,625 (11).

Se utilizó para la fermentación crema de levadura *Saccharomyces uvarum*, del banco de cepas del IIIA, alto tolerante al etanol y clasificada con la denominación Budvar, con 90 % de viabilidad y 76 % de sólidos en volumen, determinado por centrifugación a 1 500 min⁻¹ durante 5 min. La crema de levadura se añadió desde el comienzo de la fermentación en una relación en masa constante de 0,1186 g/g de extracto fermentable total. Las fermentaciones se realizaron a temperatura de 10 °C y cada 24 h, la concentración de extracto aparente y el valor de pH hasta concluir la fase logarítmica de multiplicación de la levadura, aproximadamente hasta 6 °P, medidas con areómetro certificado con corrección de temperatura. Posteriormente se agregó sacarosa en forma de sirope a 60 °P y se calculó por el balance de extracto fermentable siguiente:

$$V_s = \frac{C_f - (C_m \times 0,625)}{C_s - C_f},$$

Donde: C_m= Concentración de extracto total en el mosto de malta (g/L).

V_s= Volumen de sirope de sacarosa a 60 °P (L).

C_s= Concentración del sirope de sacarosa (g/L).

C_f= Concentración de extracto fermentable total requerido (g/L).

Cuando se adicionó el sirope, se continuó con la fermentación hasta su conclusión, determinada por la repetición del valor de concentración aparente del extracto. La Tabla 1 refleja los datos utilizados para realizar cada variante.

A las cervezas se les determinaron la concentración de extracto real y aparente, concentración de alcohol, pH, extracto original y extracto residual fermentable, mediante los métodos analíticos establecidos por el comité de análisis de la EBC (9).

Con los datos obtenidos se determinó la eficiencia de la fermentación.

Tabla 1. Condiciones de los experimentos

Etanol en vol (% v/v)	Fermentables ¹ (g/L)	Sirope ² (mL/L)	Levadura (g)
13,0	212,3	190	30,0
13,5	220,6	200	31,6
14,0	228,7	220	33,2
14,5	236,7	240	35,0
15,0	245,0	260	36,7

¹Fermentables = Concentración de fermentables totales necesarios por litro de mosto.

²Sirope = Volumen de sirope de sacarosa a 60 °P adicionado por litro de mosto.

Los datos se procesaron estadísticamente mediante análisis de varianza de clasificación simple para determinar si existían diferencias significativas en la concentración de alcohol, extracto fermentable residual y eficiencia de la fermentación. Se aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan para un nivel de confianza de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2 muestra los resultados para el análisis. No hubo diferencia significativa en el extracto residual fermentable y el rendimiento de la fermentación entre las variantes 1 y 2, pero sí en la concentración de alcohol obtenida, resultando significativamente mayor en la variante 2. El resto de las variantes son significativamente diferentes y en sentido desfavorable, debido a que mostraron incremento notable del contenido de extracto residual fermentable y decrecimiento del coeficiente de eficiencia de la fermentación, lo que demuestra un inadecuado aprovechamiento del sustrato disponible. Tomando en cuenta el resultado del procesamiento estadístico, se seleccionó la variante 2 por ofrecer la mayor concentración de etanol de las dos variantes con mayor eficiencia en la fermentación.

CONCLUSIONES

La adición de 3,4 U.A. de papaína por 100 g de malta, permitió obtener un mosto con suficientes nutrientes para que la levadura mantuviese su capacidad fermentativa durante la fermentación y se obtuviera la cerveza super concentrada.

Se evaluó la eficiencia de la fermentación para las cinco variantes con el análisis estadístico y se demostró que la variante 2 con 48,73 g etanol/100 g extracto fermentable resultó con mayor eficiencia y permitió obtener una concentración de etanol de 113,3 g/L de etanol, equivalente a 14,33 % vol/vol, tres veces superior a la cerveza clásica.

Tabla 2. Análisis realizados

Variante	Extracto residual fermentable (g/L)	Concentración de etanol en la cerveza (g/L)	Eficiencia de la fermentación (g etanol/100 g extracto fermentable)
1	41,6 ^a (0,2)	108,4 ^a (0,6)	48,2 ^a (0,3)
2	41,9 ^a (0,1)	113,3 ^b (0,3)	48,7 ^a (0,1)
3	45,3 ^b (0,2)	114,2 ^{b,c} (0,4)	47,2 ^b (0,2)
4	51,2 ^c (0,1)	114,7 ^c (0,3)	46,2 ^c (0,1)
5	54,0 ^d (0,2)	115,2 ^c (0,5)	44,9 ^d (0,2)

() Desviación estándar.

Letras distintas indican diferencias significativas para $p \leq 0,05$.

REFERENCIAS

1. Wei, L.; Wei Fan, L. y Yong Sun, J. *Chinese Brewing* 11: 31-33, 2008.
2. Batista, J. *Tecnología de Bebidas*. Edgard Blücher, Sao Paulo, 368, 2005.
3. Lewis, M. y Bamfosth, CH. *Essays in Brewing Science*, Springer + Business Media, LLC. 89, 2006.
4. Pugh, T.; Maurer, J. y Pringle, A. *Tech. Q. MBAA*. 42: 21-23, 2005.
5. O'connor, E. y Ingledeu, W. J. *Am. Soc. Brew. Chem.* 47: 102-108, 1989.
6. Kunze, W. *Technology Brewing and Malting*. Versuchs und Lehranstalt für Braverei. Berlin, 1999, p. 332.
7. Casey, G.; Magnus, C. y Ingledeu, W. *Appl. Environ. Microb.* 48: 639-646, 1984.
8. López, N. *Alimentaria* (273): 93-96, 1996.
9. Analytica EBC. *European Brewery Convention*. Fachverlag Hans Carl Numberg Germany, Section 4, 2005.
10. Basaňová, G. Y Ěpiěka, J. *Sladařství a pivovarství*, Státní Nakladatelství Technické Literatury. Praha, 1985, pp. 340-342.
11. Hlaváček, F. y Lhotský, A. *Pivovarství*, Státní Nakladatelství Technické Literatury. Praha, 1972, pp. 507-508.