

HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA DEL ALMIDÓN

L. Reyna M., R. Robles, M. Reyes P., Y. Mendoza R., J. Romero D.

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

RESUMEN

Se ha llevado a cabo la hidrólisis enzimática de la cebada a 70 °C y se determinó la constante cinética de reacción.

Palabras claves Almidones, hidrólisis enzimática, azúcares, etanol, suspensión, ecuación cinética, orden.

ABSTRACT

We obtained rate constant for enzymatic hydrolysis of barley at temperature of 70 °C.

Key word: Starches, hydrolysis enzymatic, sugars, ethanol, suspension, equation kinetic, order.

INTRODUCCIÓN

La transformación de almidones en compuestos más livianos como los azúcares se puede lograr mediante la hidrólisis enzimática, dichos azúcares pueden ser aprovechados en la producción de alcohol etílico para diferentes propósitos como la producción de bebidas alcohólicas.

El objetivo del trabajo es determinar la ecuación cinética para la hidrólisis enzimática, la cual debe ser usada en el diseño de reactores para la fabricación en serie de equipos de tal modo que su uso sea difundido ampliamente en el país.

PROCESO PARA LA HIDRÓLISIS DE LA CEBADA

1. PROCESO DE MALTEADO

El **malteado** es la germinación controlada de la cebada, durante la cual se forman las enzimas

y se modifican suficientemente las reservas alimenticias de manera que puedan ser hidrolizados durante la maceración. Debemos considerar que el malteado consta de tres etapas: humedecimiento, germinación y secado.

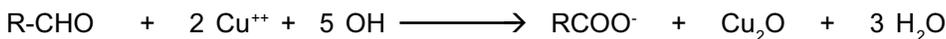
1.1. Proceso de humedecimiento

Tiene por objetivo dar al grano la humedad apropiada bajo condiciones controladas de temperaturas y ventilación. Para que pueda germinar, el agua debe tener una temperatura de 21 °C y el tiempo de proceso para nuestro caso es de 48 h; el tiempo requerido para alcanzar la humedad depende de la temperatura, tamaño de los granos, variedad de la cebada y contenido proteico.

1.2 Germinación

El objeto de la germinación es la formación de enzimas necesarias para llevar a cabo las transformaciones, ya sea la degradación de parte de las sustancias nitrogenadas y fosfatos

Para Aldehídos:



3. PROCESO EXPERIMENTAL

3.1 Materia Prima: 4 700 kg Cebada

3.2 Equipos y Materiales

- Fuente de energía para el calentamiento.
- Bandeja para enfriar las muestras tomadas.
- Recipiente de acero inoxidable para el calentamiento.
- Cronómetro, termómetro.
- Agitador manual de madera.
- Balanza.
- Colador para limpieza del grano.
- Bandeja humedecimiento y germinación.
- Estufa.
- Molino de martillo para molienda de la cebada germinada.
- Refrigerador.
- Refractómetro.
- Frascos para tomar muestras.
- Bureta.
- 04 erlenmeyer de 250 ml.
- 02 pipetas volumétricas de 2ml.
- Cocinilla eléctrica.
- Indicador, azul de metileno.

3.3. Etapas del proceso experimental

3.3.1. Humedecimiento

La cebada que es previamente sometida a limpieza, se pesa 4,700 kg y se adiciona 3.3 L de agua, se deja caer en la bandeja de humedecimiento, aquí permanece durante 43:20 h a la temperatura de 24 °C,

3.3.2. Germinación

El proceso de germinación se lleva a cabo juntamente con el proceso de humedecimiento, el cual es realizado en una bandeja pre-

parada para dicho efecto. Se observa que el incremento del volumen en el grano es proporcional en toda la bandeja y asimismo el crecimiento de las raicillas. La bandeja debe estar cubierta para evitar la evaporación de agua por el paso del aire, pero con suministro de oxígeno suficiente para el grano. El peso obtenido de la cebada húmeda fue 6.140 kg a la temperatura de 20.4 °C.

3.3.3. Secado

Finalizada la germinación, la malta es secada para disminuir su humedad, para esto se usa la estufa en la cual se carga la cebada húmeda (6,140 kg) a 70 °C, el proceso dura aproximadamente 7 h obteniéndose como peso final 4.600 Kg, al término del secado se elimina 15.4% de agua.

3.3.4 Molienda

Se realiza mediante un molino martillo, y se obtiene un peso de 4,516 kg.

3.4 Evaluación de la malta obtenida

Se adiciona 33 litros de agua a 4516 kg de cebada malteada, secada y molida.

Antes de calentar la muestra se extrae 100 ml de suspensión. Luego se empieza a calentar hasta alcanzar la temperatura de 70 °C, y una vez que esto ocurre se toma una muestra de 100 ml. La cual debe ser enfriada rápidamente para evitar que continúe el proceso de hidrólisis, de igual manera se procede para las siguientes muestras.

A cada una de las muestras se le determinan los grados Brix y el análisis para azúcares reductores cuya concentración se expresa en miligramos de maltosa entre 100 ml de solución. Para ello se usan las tablas de Lane y Eynon. (Ref. 5).

Tabla N.º 1. Datos para la obtención de Maltosa.

TIEMPO (min)	GASTO DE SOLUCIÓN DE AZÚCAR (mg)	MALTOSA (mg/100ml)
10	19.6	1961.4
20	19.5	1972
30	18.6	2068
40	18.5	2080
50	18.3	2102
60	18.1	2124
70	17.7	2174
80	17.6	2187
90	17.1	2252
100	16.8	2294
110	16.6	2323
120	16	2410
130	15.9	2427
140	15.6	2478
150	15.3	2525

Tabla N.º 2. Datos para la obtención de la concentración del almidón.

TIEMP. (min)	ALMIDÓN QUE REACCIONA (mg)	ALMIDÓN QUE NO REACCIONA (g/100ml)	CONCENTRACIÓN DE ALMIDÓN (mmol/l)
0	0	7.8	478
10	1869.2	5.931	364
20	1879.3	5.921	363
30	1970.8	5.83	357
40	1982.2	5.818	356
50	2003.2	5.797	355
60	2024.2	5.776	354
70	2071.8	5.729	351
80	2084.2	5.716	350
90	2146.2	5.654	347
100	2186.2	5.614	344
110	2213.8	5.587	342
120	2296.7	5.503	337
130	2312.9	4.487	336
140	2361.5	5.438	333
150	2406.3	5.394	331

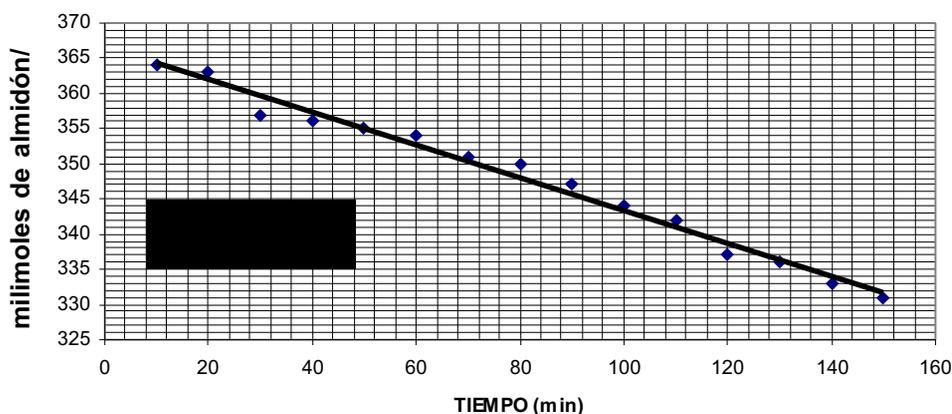


Gráfico N.º 1. Concentración de almidón vs. tiempo.

4. CONCLUSIONES

1. En el proceso de germinación parte del almidón es transformado en azúcares alcanzando la solución una concentración de 1.6° Brix.
2. Durante el proceso transitorio se incrementa hasta alcanzar la concentración de 6.6° Brix.
3. La temperatura promedio de trabajo es de 70 °C y se realiza a presión ambiental.

4. Con los datos obtenidos en diferentes tiempos y usando el reactivo de Fehling se determina la concentración de azúcar en cada muestra.
5. Con los datos de concentración de maltosa frente al tiempo se determina una ecuación cinética de primer orden, según muestra el gráfico N.º 1.

$$-\frac{dC_A}{dt} = 0.2339.$$

5. BIBLIOGRAFÍA

1. Palma de Martin Hilda. *Posibilidades Funcionales en el uso de almidones, gomas, emulsificantes*. *Revista de Industria y Alimentos* – año 3 – 9-octubre-diciembre 2000.
2. Badui S. *Química de los Alimentos*, 3.^a ed. México, 1999
3. Briggs D.E; Hough J.S.; Young T.W., *Malting and Brewing Science*, Vol. 1, Second Edition, London, 1981.
4. Winton & Winton, *Análisis de los Alimentos*, USA, 1947.
5. Mc Cabe; Smith J.O., *Operaciones Básicas de Ingeniería Química*, Ed. Reverté S:A., Barcelona, 1968.