

SUGAZYM – DEXTRANASA Y AMILASA EN LA INDUSTRIA AZUCARERA SUGAZYM – DEXTRANASE AND AMYLASE IN THE SUGAR INDUSTRY

Juan Carlos Pescador Piedra

jpescador@sterningredients.com.mx

Resumen

En la industria del procesamiento de caña, la presencia de dextranos y de almidón genera dificultades en la obtención de azúcar. Los dextranos son polisacáridos que se forman principalmente por bacterias del género *Leuconostoc* y se consideran como responsables e indicadores del deterioro de la caña de azúcar durante la cosecha, transporte y almacenaje. Además, estos polisacáridos indeseables tienen un impacto negativo en los rendimientos de evaporación y de cristalización debido al aumento de viscosidad del jugo y de la miel obtenida, lo que conlleva a severas pérdidas económicas. Por otra parte el almidón, que es un producto primario de la fotosíntesis y se almacena en las hojas y en la punta del tallo de la caña de azúcar, tiende a gelatinizar durante el procesamiento, lo que provoca cambios en la viscosidad, problemas de coagulación y aumento en la presión durante la filtración con carbón activado.

La eliminación de dextranos o de almidón por métodos físicos de separación, como la ultrafiltración o la ósmosis inversa funciona bien en pequeña escala (laboratorio y piloto), pero está lejos de ser una opción económicamente atractiva para su aplicación en los procesos reales. De tal forma, que una posibilidad que se puede contemplar, es la aplicación de la dextranasa y α -amilasa para disminuir los impactos negativos de estos polisacáridos en los ingenios azucareros sin necesidad de una considerable inversión en equipos, operación y/o modificaciones en los procesos.

Los costos de la aplicación enzimática usualmente están por debajo de 1 USD por tonelada de caña triturada, mientras que las pérdidas financieras por el deterioro de la caña con concentraciones normales de almidón se estiman en cifras superiores a 2 USD. Cabe mencionar, que el continuo desarrollo de nuevas enzimas y métodos de producción más eficientes, hacen factible la reducción de los costos de las enzimas.

Abstract

In the sugarcane industry dextrans and starch impose difficulties in the sugar processing. Dextrans are polysaccharides formed by the action of microorganisms mainly from *Leuconostoc* bacteria that in moderate and severe cases is a deterioration product, and is responsible for many of the negative impacts during the harvest, transport and storage of the sugarcane. In addition, these undesirable polysaccharides have a negative impact on the evaporation and crystallization yields due to the increased viscosity of the juice and the syrup obtained, which leads to severe economic losses. On the other hand starch, which is a primary product of photosynthesis and is stored in the leaves and at the tip of the sugarcane stem, tends to gel during processing, causing changes in viscosity, coagulation problems and increase the pressure during filtration with activated carbon.

Dextran or starch removal by physical separation methods, such as ultrafiltration or reverse osmosis works well on a small scale (laboratory and pilot), but is far from an economically attractive option for application in real processes. Thus, one possibility is the application of dextranase and α -amylase to reduce the negative impacts of these polysaccharides in sugar mills without the need for a considerable investment in equipment, operation and / or modifications in the processes.

The costs of enzymatic application are usually below USD 1 per ton of crushed cane, while financial losses from cane deterioration with normal concentrations of starch are estimated to be in excess of USD2. It is worth mentioning that the continuous development of new enzymes and more efficient production methods make it feasible to reduce the costs of enzymes.

Palabras clave: dextranasa, amilasa, dextrano, almidón, enzima.

Keywords: dextranase, amylase, dextran, starch, enzyme.

1. Introducción

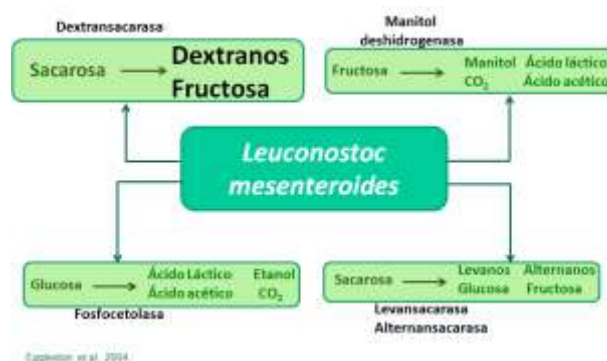
Los problemas tecnológicos asociados a la presencia de dextranos y almidón durante el procesamiento de la caña de azúcar ha sido un tema de estudio por muchos años debido al impacto económico, a la disminución en el rendimiento del proceso y a las consecuencias en la calidad del azúcar que se obtiene (Eggleston. 2002; Abdel-Rahman y otros. 2008 Watt, D; Cramer, M. 2009).

Los dextranos son polisacáridos de alto y mediano peso molecular constituidos por unidades de glucosa. Estos compuestos químicos no se encuentran naturalmente en la caña de azúcar, se forman a partir de la actividad metabólica de *Leuconostoc mesenteroides*, un microorganismo que prolifera con relativa facilidad en climas cálidos y con altos niveles de humedad, condiciones comunes en un ingenio azucarero (Watt, D; Cramer, M. 2009). El almidón, otro polisacárido de alto peso molecular formado por unidades de glucosa, está presente de manera natural en la caña de azúcar ya que es el compuesto químico de reserva energética de la planta para satisfacer necesidades metabólicas (Cole y otros. 2016).

2. Los dextranos y la dextranasa

Los dextranos son un problema frecuente en la producción de azúcar. Se forman después de la cosecha, debido al metabolismo microbiano de *Leuconostoc mesenteroides* principalmente, que utiliza la sacarosa para la generación de dextrano como un producto de desecho (Figura 1).

Figura 1. Representación del metabolismo de *Leuconostoc mesenteroides* presente en la caña de azúcar.



La contaminación con este microorganismo se puede presentar durante la cosecha, el corte, el quemado de las hojas (que provocan agrietamiento de la caña), el almacenaje y la transportación de la caña de azúcar (Figura 2). En general, algunas publicaciones señalan que el 95 % de las pérdidas de sacarosa se deben a la contaminación microbiana (Stanton y otros. 2015).

Figura 2. Formas en las que se puede presentar la contaminación de la caña de azúcar con *Leuconostoc mesenteroides*.

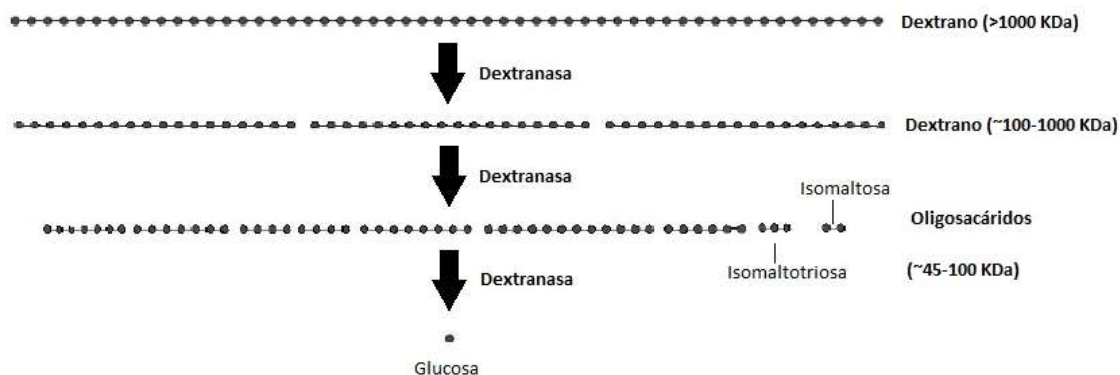


Los dextranos son reconocidos como los principales contaminantes de tipo extracelular que se acumulan durante el deterioro de la caña de azúcar. Altas concentraciones de dextranos (>1000 ppm/°Brix) puede reducir los rendimientos de evaporación y cristalización, así mismo, se podría presentar problemas en el producto final modificando la forma de los cristales y el valor pol. (Eggleston y otros. 2008)

Aunque durante la clarificación partes de los dextranos son eliminados, el uso de dextranasa es una buena opción para minimizar el impacto negativo de estos polisacáridos.

La dextranasa (EC 3.2.1.11) es una enzima que cataliza la ruptura de los enlaces glicosídicos α -(1,6) presentes en los dextranos. La forma en que realiza estos cortes en la estructura es aleatoria, por lo que los principales productos de la reacción enzimática son isomaltosa, isomaltotriosa, oligómeros y en pequeña concentración D-glucosa (Khalikova , Susi, Korpela, 2005) (Figura 3).

Figura 3. Representación de la hidrólisis de dextranos mediante dextranasa.



Las dextranasas son producidas por varios microorganismos, incluyendo bacterias, levaduras y hongos filamentosos, siendo estos últimos los que a nivel comercial representan la fuente usual para obtener la enzima. El género *Chaetomium* que tiene asignación GRAS (generalmente reconocido como seguro) es el que se utiliza para estos propósitos (Virgen y otros, 2015).

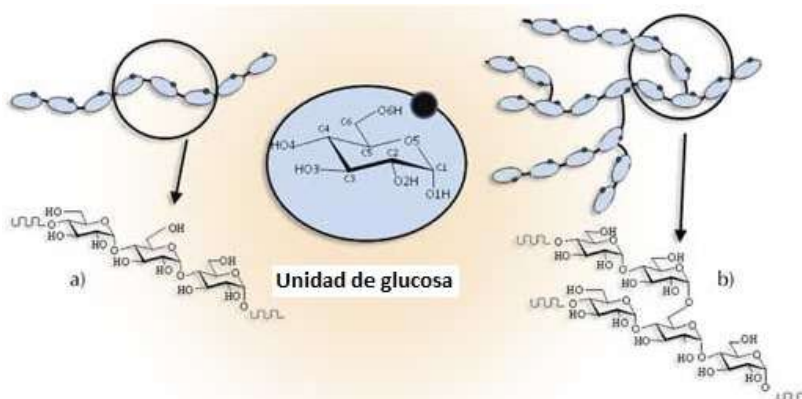
Al reducir el tamaño y peso molecular de los dextranos, y ser considerada una sustancia que no representa un riesgo a la salud humana, esta enzima se aplica a nivel industrial para mitigar los problemas de viscosidad que originan estos polisacáridos en la producción de azúcar, ya que es bien sabido que la presencia de dextranos reduce el rendimiento de azúcar cristalizado y la calidad del azúcar, se presentan problemas en los filtros y existen pérdidas de energía en los evaporadores y cristalizadores (Eggleston, Monge. 2005; Eggleston, Harper. 2006).

El empleo de la enzima dextranasa (Sugazym DX-L) es de gran ayuda para la hidrólisis y eliminación de los dextranos en el ingenio azucarero y refinерías.

3. El almidón y las amilasas

El almidón es un polisacárido que se produce en las hojas verdes de las plantas y es almacenado en forma de gránulos cristalinos como un mecanismo de reserva energética. Los gránulos de almidón están constituidos por un componente lineal, llamado amilosa, y un componente ramificado, la amilopectina (Figura 4) (Liu y otros. 2006).

Figura 4. Estructura de amilosa (a) y amilopectina (b) que conforman el almidón.



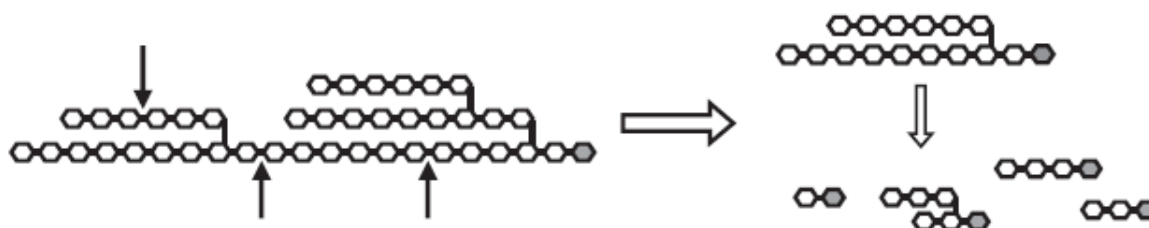
El contenido de almidón se encuentra en una concentración desde 1.6 hasta 2.6 g de almidón / kg de jugo de caña dependiendo de la temporada del año; la variedad, enfermedades o madurez de la planta; condiciones climáticas, estrés o tipos de suelo. Incluso en pequeñas concentraciones, la presencia de almidón en el jugo o melaza que ha sufrido tratamiento térmico causa problemas. El almidón en el jugo no es soluble, pero en el calentamiento se dificulta la clarificación y la evaporación ya que los gránulos de almidón en presencia de agua en exceso se hidratan, se hinchan y finalmente muchos de ellos se rompen lo que genera una solución viscosa (Viginotti y otros. 2014).

De esta forma, la presencia de almidón puede elevar los costos de producción por reducción en los rendimientos de cristalización y centrifugación cuando se concentra el azúcar; se reduce también la

capacidad de filtración, se retarda el crecimiento de los cristales de sacarosa y se ve comprometida la forma (distorsión) de los mismos (Cole y otros. 2016).

Las enzimas α -amilasas (EC 3.2.1.1) han sido utilizadas para solucionar los problemas generados por el almidón. Su actividad específica, el rompimiento de enlaces α -(1,4) característicos de la amilosa y la amilopectina, permite producir estructuras más pequeñas que generen menor viscosidad y por tanto, jugos con menos problemática al ser procesados para obtener azúcar (Figura 5) (Cole y otros, 2015).

Figura 5. Acción de la amilasa sobre el almidón. Cada hexágono representa unidades de glucosa. Las flechas indican los sitios de corte que realiza la enzima.



Las amilasas comerciales se obtienen comúnmente a partir de bacterias del genero *Bacillus*, ya que la actividad, eficiencia y estabilidad que presentan las enzimas que producen estos microorganismos las hace muy atractivas por sus cualidades afines al proceso (Cole y otros. 2015)

El uso de la enzima alfa amilasa (Sugazym HiTaA L) es el método más eficiente para hidrolizar el almidón en los ingenios azucareros y refinerías.

4. Cálculo del beneficio del uso de dextranasa y amilasa

- El dextrano remanente promedio de azúcar bruto es del 20%.
- 5,000 ppm% Brix en jugo, resulta en 1,000 ppm en azúcar en bruto.
- 0.017 USD/Tonelada $(1,000 - 250) / 5 = 2.55$ USD/Tonelada
- La pérdida promedio de azúcar en bruto durante el procesamiento de 5.000 ppm% de dextrano Brix de jugo contaminado con dextrano puede alcanzar los 40 kg por tonelada de producción de azúcar bruto.
- 300 USD/Tonelada de azúcar bruto se traduce en la pérdida de azúcar en bruto 12 USD/Tonelada.
- Pérdida de 12 USD/Tonelada.

5. Conclusión

Existen soluciones tecnológicas que permiten contrarrestar las pérdidas económicas por la presencia de dextranos y almidones en la caña de azúcar.

Una alternativa es el uso de ingredientes de origen natural como son las enzimas dextranasa y amilasa que se aplican fácilmente en proceso y están al alcance de cualquier ingenio azucarero y/o refinería.

Es de suma importancia identificar y actuar de acuerdo al polisacárido (dextrano o almidón) que provoca el problema tecnológico y de producto terminado.

6. Bibliografía:

- Abdel-Rahman, E.A; Smejkal, Q; Schick, Q; El-Syiad, S; Kurz, T. (2008). JFoodEng. 84, 501-508.
- Cole, M; Rose I; Chung, Y; Eggleston, G; (2015). FoodChem. 166, 165-172.
- Cole, M; Rose I; Chung, Y; Eggleston, G; Gilbert A. (2016). FoodChem. 190, 50-59.
- Eggleston, G; (2002). FoodChem. 78, 95-103.
- Eggleston, G; Legendre, B; Tew, T. FoodChem. 87, 119-133.
- Eggleston, G; Karr J; Parris, A; Legendre, B. (2008). FoodChem. 111, 476-486.
- Eggleston, G; Monge, A. (2005). ProcBio. 40, 1881-1894.
- Eggleston, G; Harper W. (2006). FoodChem. 98, 366-372.
- Khalikova E.; Susi, P.; Korpela, T. (2005). MicrobMolBiolRev. 69, 306-325.
- Liu, H; Yu, L; Xie, F; Chen, L. (2006) CarbPol. 65, 357-363.
- Stanton, H; Kyle W; Rolene, B; Inonge, M; Etienne, S; Jens, K; Gavin, G. (2015). JPone 0.145487, 1-10.
- Viginotti, F; Polesi, L; Aguiar, C; Silveira, S. (2014). CarbPol. 111, 592-597.
- Virgen, J; Ibarra, V; Escalante, P; Ornelas, J; Osuna, J; González, A. (2015). MolCatB. 122. 80-86.
- Watt, D; Cramer, M. (2009). SugarTech. 11(2). 142-145.

