

Glucosa-isomerasa (EC 5.3.1.5)

Mariana Mendoza Badillo* 

Licenciatura en Biotecnología, Facultad de Ciencias Biológicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.

*Email: mariana.mendozaba@alumno.buap.mx

02 de marzo de 2023

DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.7690700>

Editado por: Jesús Muñoz-Rojas (Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla).

Revisado por: Dalia Molina-Romero (Facultad de Ciencias Biológicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla).

Colección de ESMOS

Resumen

Las enzimas son proteínas catalizadoras, tienden a cumplir funciones únicas al acelerar las reacciones químicas y haciendo posibles varios procesos biológicos [1]. La clasificación de enzimas se rige por el tipo de función que desempeña, siendo las enzimas isomerasas las capaces de isomerizar un compuesto, transformándolo a través de catalizar la reacción de reordenamiento de sus átomos, su nomenclatura inicia con EC [2].

La glucosa-isomerasa (EC 5.3.1.5), se denomina así por catalizar la isomerización reversible de la D-glucosa para convertirla en D-fructosa ($C^6H^{12}O^6$), El sustrato natural que isomeriza es la D-Xilosa ($C^5H^{10}O^5$), una aldopentosa, que se isomeriza a la D-Xilulosa, por lo que se denomina también como xilosa-isomerasa [3]. Su estructura sugiere ser un tetrámero compuesto por cuatro cadenas polipeptídicas casi idénticas [4, 5]. Es una isomerasa microbiana debido a que puede obtenerse a partir de microorganismos capaces de crecer sobre una fuente de xilosa, como lo son *Streptomyces* sp., *Bacillus coagulans* y *Actinoplanes missouriensis* [6]. También es una metaloenzima, enzima que retiene iones metálicos, en este caso pueden ser Co^{2+} , Mg^{2+} o Mn^{2+} , para activarse y unirse con el sustrato de interés; dentro de las metaloenzimas se clasifica como una isomerasa oxidorreductasa debido a que cataliza el intercambio de electrones en reacciones redox [2].

La glucosa-isomerasa se utiliza desde los años 60 en la industria alimentaria (Clinton Corn Processing Co. En Estados Unidos, 1967), dado que inicio junto con otras enzimas al uso de biocatalizadores a nivel industrial [3, 7]. Su importancia radica en el descubrimiento de su capacidad isomerizante de glucosa a fructosa (Marshall y Kooi, 1957), que es un sustituto edulcorante 1,3 veces más dulce que la sacarosa, 1,7 más que la glucosa [7]. Convierte los jarabes glucosados en jarabes fructosados para aumentar la dulzura, como el jarabe de maíz de alta fructosa (JMAF) [6].

La glucosa-isomerasa es estable ante el aumento de temperatura y no requiere cofactores NAD1 o ATP para su actividad, que son costosos, además de tener especificidad de la reacción y no forma productos indeseables, así mismo, es más conveniente su fructosa resultante que la fructosa sintetizada químicamente (reacciones de Lobry de Bruyn-Alberdavan Ekenstein), la cual tiene un sabor desagradable y dulzor limitado [7]. Normalmente se trabaja en temperaturas ambiente, o entre 50-100°C, y a un pH neutro o tendiendo levemente a ácido. La inmovilización de la glucosa-isomerasa permite que trabaje aumentando su productividad, su actividad catalítica y da una baja formación de derivados en el jarabe. Por ejemplo, en la GI obtenida de *Streptomyces murinus* por Jorgensen y Col en 1988, usando glutaraldehído como agente reticulante y en óptimas condiciones industriales, se consiguió

más de 10,000 kg de sustancia seca de jarabe por kilogramo de enzima [8].

Se emplea en la bioconversión de hemicelulosa a etanol (con la isomerización de xilosa a xilulosa y convertirse en etanol mediante fermentación de levaduras), participa en las funciones nutricionales para una bacteria prolífica, inclusive sirve para estudiar las relaciones de la función estructural en técnicas de bioquímica e ingeniería genética avanzadas y su aplicación en producción de etanol derivado de hemicelulosas como biomasa renovable [7]. Sin embargo, su función principal es la isomerización de D-glucosa a D-fructosa para la producción industrial de JMAF, alimentos y bebidas azucaradas. Este último proceso se lleva a cabo a partir de derivados del almidón, transformando el jarabe de glucosa en jarabe de fructosa: se transforma una solución de almidón gelatinizado a maltodextrinas con una amilasa y salen tres transformaciones, la que forma D-fructosa es en la que se agrega una amiloglucosidasa y se incuba, después por hidrólisis (97%-98%) se obtiene D-glucosa que posteriormente añadiendo glucosa-isomerasa en forma inmovilizada se transforma en D-fructosa [3].

Palabras clave: enzimas; isomerasas; glucosa-isomerasa; D-glucosa; D-fructosa.

<https://sites.google.com/view/esmosbuap/esmos-2023/esmos-43>

Referencias

[1]. Rodwell VW, Bender DA, Botham KM, Kennelly PJ, Weil AP. Harper Bioquímica ilustrada. 31^a ed. Miramar Outsourcing, traducción. Ciudad de México: McGraw-Hill/Interamericana; 2018. 793 p.

[2]. López RP. Estudio de isomerasas microbianas para la obtención de carbohidratos raros con propiedades bioactivas [Internet]. DIGITAL.CSIC: Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación (CIAL); 2021 [Consultado 02 Oct 2022]; Disponible en: <http://hdl.handle.net/10261/263794>

[3]. Quirasco Baruch M. Capítulo 5 Enzimas. En: Badui Dergal S, ed. Química de los alimentos [Internet]. 4^a ed. Ciudad de México: Pearson



Educación; 2006 [Citado 2 octubre 2022]. pp. 301–357. Disponible en: <https://fcen.uncuyo.edu.ar/upload/libro-badui200626571.pdf> ISBN: 970-26-0670-5

[4]. Berman HM, Rubin BH, Carrell HL, Glusker JP. Crystallographic studies of D-xylose isomerase. J Biol Chem [Internet]. 1974 [Citado 18 Oct 2022];249(12):3983–4. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s0021-9258\(19\)42570-2](http://dx.doi.org/10.1016/s0021-9258(19)42570-2)

[5]. Hogue-Angeletti RA. Subunit structure and amino acid composition of xylose isomerase from *Streptomyces albus*. J Biol Chem [Internet]. 1975 [Citado 18 Oct 2022];250(19):7814–8. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s0021-9258\(19\)40888-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0021-9258(19)40888-0)

[6]. Peña Montes, Quirasco Baruch C, Quirasco Baruch M. ¿Enzimas en los alimentos? Bioquímica de lo comestible. RDU [Internet] 2014 [Consultado 03 Oct 2022]; 15(12). Disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.15/num12/art94/index.html>

[7]. Bhosale SH, Rao MB, Deshpande VV. Molecular and industrial aspects of glucose isomerase. Microbiol Rev [Internet]. 1996 [Citado 02 Oct 2022];60(2):280–300. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1128/mr.60.2.280-300.1996>

[8]. Valenzuela Lagarda JA. Producción de fructosa mediante glucosa isomerasa inmovilizada en alginato de calcio en un reactor de lecho fluidificado [Tesis de maestría en Internet]. México: Universidad Autónoma de Sinaloa; 2019 [Citado 03 Oct 2022]. 102 p. Disponible en: https://mcta.uas.edu.mx/pdf/repositorio/2016-2018/14_Valenzuela_Lagarda_Julio_Alberto.pdf

Esmos 43

