

Glucose Isomerase per isomerizzazione glucosio-fruttosio, HFCS e bioconversioni da xilosio

Team di ricerca Enzymes.bio · Wellington, Nuova Zelanda · June 20, 2026

La **Glucose Isomerase** è l'enzima industriale che catalizza la conversione reversibile di **D-glucosio in D-fruttosio** e di **D-xilosio in D-xilulosio**; per questo in letteratura è spesso indicata anche come **xylose isomerase**. La sua applicazione più consolidata è la produzione di sciroppi ad alto contenuto di fruttosio, mentre studi recenti la esaminano anche in biocatalizzatori immobilizzati, sistemi riutilizzabili e processi collegati alla valorizzazione degli zuccheri della biomassa ^[1].

Enzymes.bio fornisce **Glucose Isomerase** come fornitore online, in unità da **1 kg** acquistabili direttamente sul sito. Il **CoA** e la **SDS** sono forniti insieme all'ordine; Enzymes.bio non è un produttore né un laboratorio di analisi o sviluppo applicativo.

Che cos'è la Glucose Isomerase e perché è chiamata anche xylose isomerase

La Glucose Isomerase appartiene alla classe delle isomerasi e corrisponde alla funzione enzimatica comunemente associata alla **D-xylose isomerase / D-glucose isomerase**, indicata in molti contesti con **EC 5.3.1.5**. La reazione di maggiore interesse alimentare è l'equilibrio tra **D-glucosio** e **D-fruttosio**; la reazione di maggiore interesse nelle bioconversioni da pentosi è l'equilibrio tra **D-xilosio** e **D-xilulosio**. Questa doppia specificità spiega perché i termini "glucose isomerase" e "xylose isomerase" compaiano spesso come sinonimi tecnici nella letteratura su alimenti, biocarburanti e biocatalisi industriale ^[2].

In termini chimici, la reazione **isomerase glucose fructose** non idrolizza il substrato e non ne modifica la formula molecolare: cambia la disposizione interna degli atomi, trasformando un aldoso in un chetoso. Il glucosio e il fruttosio hanno entrambi formula molecolare **C₆H₁₂O₆**, ma differiscono per il gruppo carbonilico e per la distribuzione della struttura ciclica in soluzione. L'enzima abbassa la barriera energetica della conversione, portando il sistema verso un equilibrio glucosio-fruttosio anziché verso una conversione completa e irreversibile ^[3].

La Glucose Isomerase è documentata in un'ampia varietà di microrganismi. Studi storici e contemporanei riportano enzimi da **Streptomyces**, **Actinoplanes**, **Lactobacillus**, **Escherichia coli**, **Thermus**, **Thermoanaerobacter** e **Anoxybacillus**, con proprietà diverse in funzione della fonte biologica e delle modifiche introdotte tramite ingegneria proteica [4]. Questa diversità è importante perché stabilità termica, comportamento in forma immobilizzata e compatibilità con matrici zuccherine dipendono dalla specifica proteina e dalla formulazione, non solo dal nome generico dell'enzima.

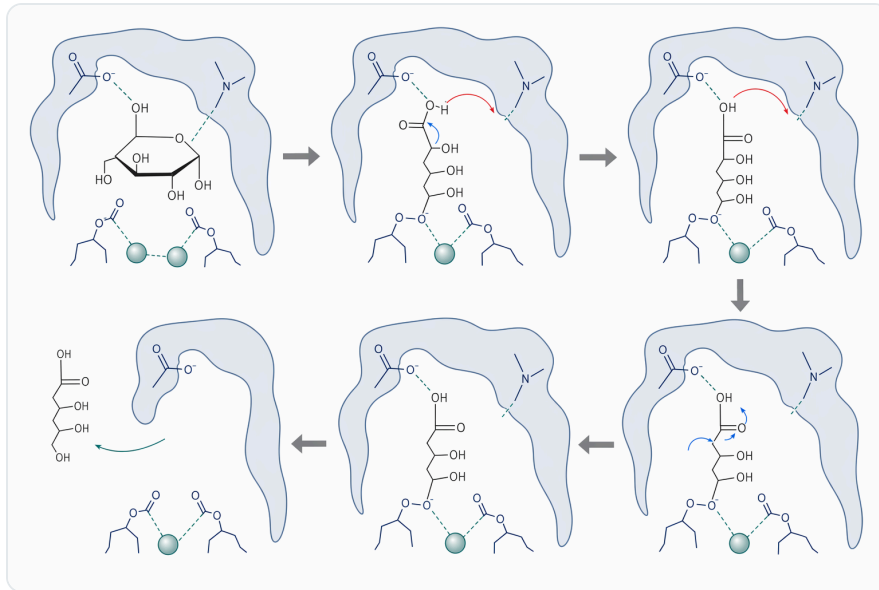


Figure 1. 글루코스 이성화효소는 금속 보조 알도스-케토스 재배열을 통해 D-글루코스를 D-프럭토스로 가역적으로 이성화하는 반응을 촉매한다.

Da non confondere con glucose-6-phosphate isomerase

Un equivoco frequente nasce dai termini di ricerca **glucose-6-phosphate isomerase** e **glucose 6 phosphate isomerase**. Questi indicano un enzima diverso dalla Glucose Isomerase usata per convertire glucosio in fruttosio in processi alimentari. La glucose-6-phosphate isomerase catalizza l'interconversione tra **glucosio-6-fosfato** e **fruttosio-6-fosfato**, quindi opera su zuccheri fosforilati coinvolti nel metabolismo cellulare, non su sciroppi di glucosio destinati alla produzione di fruttosio [5].

La distinzione è rilevante anche dal punto di vista applicativo. La Glucose Isomerase per sciroppi lavora su zuccheri liberi come D-glucosio e D-xilosio; la glucose-6-phosphate isomerase è studiata in contesti biochimici, microbiologici e clinici, inclusi casi di deficit enzimatico associati ad anemia emolitica non sferocitica congenita [6]. Usare i due nomi come equivalenti può portare a errori nella selezione dell'enzima e nell'interpretazione della letteratura.

Termine cercato o usato in letteratura	Substrato principale	Prodotto principale	Contesto tipico	Nota pratica
Glucose Isomerase	D-glucosio	D-fruttosio	Sciroppi zuccherini, HFCS, biocatalisi alimentare	È l'enzima trattato in questo articolo ^[1]
Xylose Isomerase	D-xilosio	D-xilulosio	Metabolismo delle pentosi, biomassa lignocellulosica, bioetanolo	Spesso è la stessa famiglia funzionale indicata anche come glucose isomerase ^[2]
Glucose-6-phosphate isomerase	Glucosio-6-fosfato	Fruttosio-6-fosfato	Glicolisi, metabolismo cellulare, studi biochimici	Non è l'enzima usato per isomerizzare sciroppi di glucosio ^[5]
Glucose 6 phosphate isomerase	Glucosio-6-fosfato	Fruttosio-6-fosfato	Variante grafica del termine precedente	Termine correlato ma applicazione diversa ^[6]

Meccanismo catalitico: perché servono struttura, metalli e conformazione del sito attivo

La Glucose Isomerase catalizza una trasformazione aldoso-chetoso che richiede l'apertura della forma ciclica dello zucchero, il riarrangiamento del gruppo carbonilico e la successiva formazione della specie isomerica. Le analisi strutturali sulle xylose/glucose isomerase mostrano un sito attivo organizzato per posizionare lo zucchero e coordinare ioni metallici, elementi necessari per stabilizzare gli intermedi della reazione e orientare correttamente i gruppi funzionali coinvolti ^[3].

Studi cristallografici sullo stato privo di metallo hanno mostrato che la proteina assume una configurazione aperta minima compatibile con il legame dei metalli, suggerendo che il sito attivo non sia una cavità rigida ma un ambiente conformazionale che si predispone al legame catalitico ^[3]. Questo punto è importante per interpretare la sensibilità dell'enzima a condizioni di processo, matrice e ioni presenti: la catalisi non dipende solo dal substrato, ma anche dall'architettura dinamica del sito attivo.

La letteratura strutturale descrive due regioni metalliche spesso indicate come **M1** e **M2**. Uno studio su Glucose Isomerase legata a xilitolo ha evidenziato che il legame dello xilitolo al sito M1 può indurre il rilascio del metallo associato al sito M2, mostrando come un ligando possa alterare l'assetto del canale di legame del substrato ^[7]. Un ulteriore studio ha collegato il legame dello xilitolo a un cambiamento conformazionale nel canale di accesso al substrato, rafforzando l'idea che inibitori, analoghi dello zucchero o componenti della matrice possano influire sul comportamento catalitico ^[8].

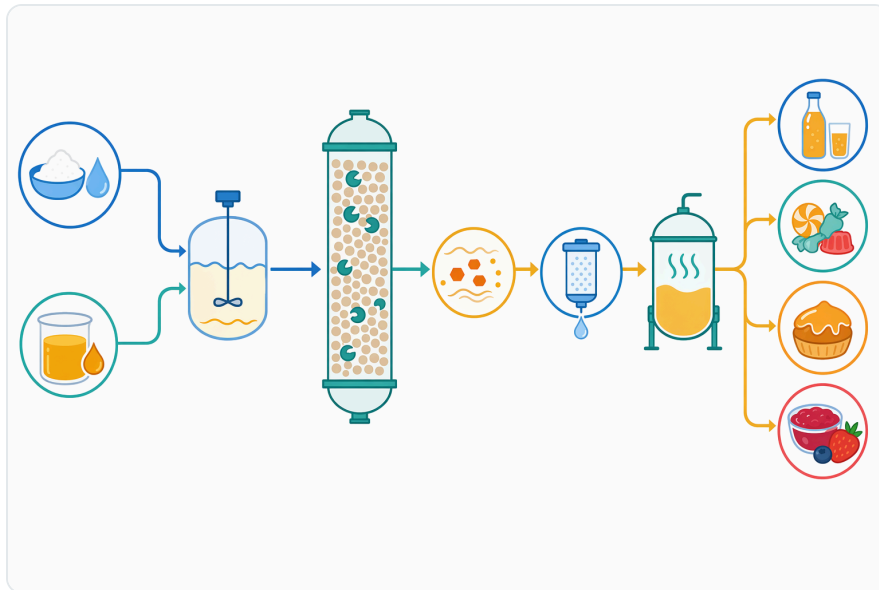


Figure 2. 산업용 글루코스 이성화효소는 일반적으로 고정화 충전층 반응기에 서 포도당 시럽으로부터 과당이 풍부한 시럽을 생산하는 데 사용된다.

Per l'utilizzatore tecnico, il messaggio chiave è che la Glucose Isomerase non è semplicemente "un enzima per rendere il glucosio più dolce". È un catalizzatore metallo-dipendente con geometria del sito attivo, accessibilità del substrato e stabilità conformazionale che influenzano la conversione. Questa base meccanicistica spiega perché la ricerca continui a intervenire su immobilizzazione, mutagenesi e stabilità termica anche per un enzima già maturo industrialmente [9].

Applicazione principale: conversione del glucosio in fruttosio per sciroppi dolcificanti

L'applicazione più nota della Glucose Isomerase è la produzione di sciroppi in cui una parte del glucosio viene convertita in fruttosio. La rilevanza tecnologica nasce dal fatto che il fruttosio contribuisce a un profilo dolcificante diverso rispetto al glucosio, permettendo di modulare le proprietà sensoriali e funzionali degli sciroppi derivati dall'amido. Il lavoro su una Glucose Isomerase termostabile da **Thermus oshimai** cita esplicitamente l'applicazione alla preparazione di **high fructose corn syrup**, confermando il legame diretto tra enzima e produzione di HFCS [1].

La Glucose Isomerase non trasforma direttamente amido, maltodestrine o polisaccaridi complessi in fruttosio. La sua funzione è successiva alla produzione di glucosio libero: prima occorre ottenere una matrice ricca di D-glucosio, poi l'isomerasi sposta una parte di quel glucosio verso D-fruttosio. Questa distinzione evita un errore operativo comune: l'enzima di isomerizzazione non sostituisce gli enzimi che liquefano o saccarificano l'amido, ma interviene dopo la generazione del substrato monosaccaridico [2].

Poiché la reazione è reversibile, l'enzima non produce fruttosio puro. Il risultato atteso è una miscela glucosio-fruttosio la cui composizione dipende dall'equilibrio, dalla matrice e dalle condizioni del processo. La ricerca su varianti più stabili o più efficienti mira quindi a migliorare produttività, durata operativa e compatibilità con le condizioni industriali, non a eliminare la natura reversibile della reazione [9].



Figure 3. 글루코스 이성화효소의 주요 상업적 용도는 과당 시럽 생산이며, 그 밖에도 감미 식품, 음료 및 탄수화물 생물공정 분야에서 중요하게 활용된다.

Isomerizzazione dello xilosio e collegamento con biomassa e bioetanolo

La seconda reazione fondamentale è la conversione di **D-xilosio** in **D-xilulosio**. Lo xilosio è uno dei principali zuccheri derivati dall'emicellulosa, mentre lo xilulosio può essere più facilmente inserito in percorsi metabolici fermentativi da specifici microrganismi. Per questo la xylose/glucose isomerase è stata discussa come enzima importante nelle strategie di utilizzo degli zuccheri pentosi provenienti da biomassa lignocellulosica [2].

In questo campo, l'enzima è spesso valutato non come prodotto isolato da aggiungere a una matrice alimentare, ma come componente di ceppi microbici, sistemi enzimatici o piattaforme di bioconversione. La clonazione del gene di xylose isomerase di **Escherichia coli K12**, indicata anche come glucose isomerase, mostra come la ricerca abbia studiato l'espressione e le proprietà dell'enzima anche in relazione a modelli microbici facilmente manipolabili [10].

La maturità applicativa delle bioconversioni da xilosio non è identica a quella dell'HFCS. La conversione glucosio-fruttosio in sciroppi alimentari è una tecnologia storicamente consolidata; l'uso del metabolismo dello xilosio in processi da biomassa dipende invece da integrazione con fermentazione,

tolleranza del microrganismo ospite, composizione dell'idrolizzato e gestione di inibitori tipici della biomassa pretrattata [2].

Immobilizzazione: perché è centrale nella storia industriale della Glucose Isomerase

La Glucose Isomerase è uno degli enzimi più studiati in forma immobilizzata. L'immobilizzazione permette di mantenere il catalizzatore in un reattore o su un supporto, facilitando riutilizzo e separazione dal prodotto zuccherino. Già studi storici hanno trattato preparazione e proprietà di Glucose Isomerase immobilizzata, inclusi lavori su enzimi da **Lactobacillus brevis** e confronti tra forma libera e immobilizzata [11].



Figure 4. 비효소적 당 이성화와 비교할 때, 글루코스 이성화효소는 더 온화한 조건에서 분해 부산물을 적게 생성하면서 선택적으로 과당을 생산할 수 있게 한다.

Altri studi classici hanno esaminato la produzione e le proprietà di Glucose Isomerase immobilizzata, contribuendo alla comprensione di come il supporto e la modalità di fissaggio possano influire su stabilità e prestazione operativa [12]. Questa tradizione di ricerca spiega perché, ancora oggi, molti sviluppi non riguardino solo “quale enzima” usare, ma anche “come presentarlo” al substrato in modo da renderlo recuperabile e più resistente.

La ricerca più recente continua su questa linea. Un lavoro del 2022 ha descritto un biocatalizzatore immobilizzato di tipo **UCST** riciclabile per l'isomerizzazione del glucosio a fruttosio, puntando sulla possibilità di recuperare e riutilizzare il sistema catalitico [13]. Un altro studio ha confrontato

immobilizzazione ionica e covalente della Glucose Isomerase termofila di **Anoxybacillus gonensis** su DEAE-sepharose, mostrando l'interesse per supporti e legami diversi nella stabilizzazione dell'enzima [14].

Anche sistemi più complessi sono stati proposti. Uno studio del 2020 ha descritto cellule permeabilizzate di **Bacillus subtilis** esprimenti TreS, decorate con Glucose Isomerase e rivestite con un guscio di **ZIF-8**, come biocatalizzatore riutilizzabile per la co-produzione di trealosio e fruttosio [15]. Questo esempio non va confuso con l'applicazione standard in sciroppi, ma dimostra come la Glucose Isomerase possa essere integrata in architetture biocatalitiche multifunzionali.

Fonti microbiche e ingegneria enzimatica: cosa mostra la letteratura

La storia della Glucose Isomerase include numerosi organismi produttori e varianti ricombinanti. Studi su **Streptomyces sp.** hanno trattato purificazione, cristallizzazione e proprietà dell'enzima, contribuendo alla base conoscitiva delle isomerasi microbiche [16]. Altri lavori hanno studiato Glucose Isomerase da **Streptomyces flavogriseus**, includendo purificazione, immobilizzazione e proprietà dell'enzima [17].

Actinoplanes missouriensis è un'altra fonte storicamente studiata: la letteratura riporta purificazione e proprietà della sua Glucose Isomerase, confermando l'interesse per actinomiceti e batteri affini nella ricerca di enzimi utili per isomerizzazione degli zuccheri [4]. Più recentemente, l'ottimizzazione della produzione da **Streptomyces roseiscleroticus** isolato dal suolo mostra che l'esplorazione di nuovi ceppi e condizioni di produzione resta un tema attuale [18].

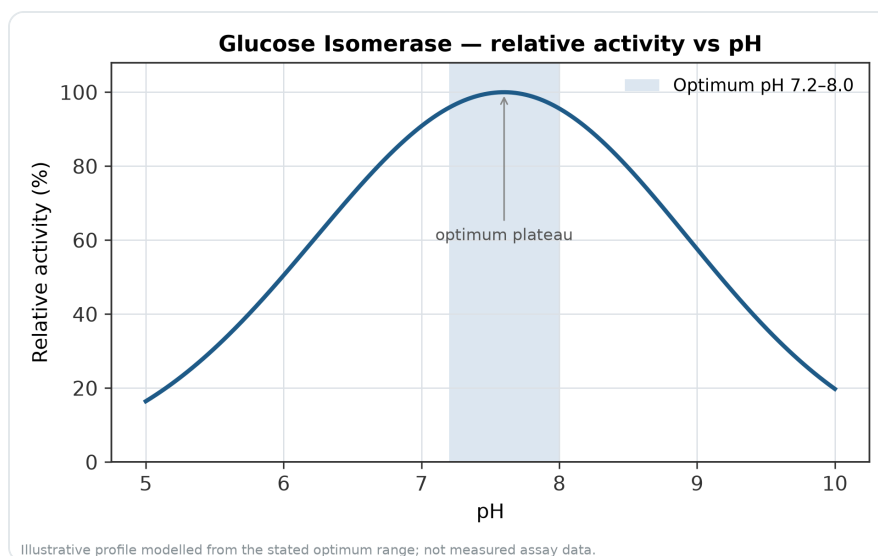


Figure 5. pH에 따른 글루코스 이성화효소의 상대 활성으로, pH 7.2-8.0에서 최적 활성 구간이 나타난다.

Gli approcci moderni non si limitano a trovare nuove fonti. La mutagenesi sito-diretta è stata usata sulla Glucose Isomerase di **Thermoanaerobacter ethanolicus** per aumentare efficienza catalitica e termostabilità, due proprietà direttamente rilevanti per processi che espongono l'enzima a condizioni operative impegnative [9]. Un altro studio ha esaminato lo sviluppo di proprietà di una Glucose Isomerase termofila ricombinante tramite mutazione, confermando il ruolo dell'ingegneria proteica nel miglioramento mirato dell'enzima [19].

La ricerca strutturale completa questo quadro. L'analisi della xylose isomerase da **Streptomyces avermitilis** offre informazioni sulla relazione tra struttura e funzione, mentre le review sull'ingegnerizzazione della xylose isomerase riassumono il passaggio da enzimi naturali a varianti progettate per applicazioni industriali [20]. Per un utilizzatore B2B, ciò significa che il nome "Glucose Isomerase" identifica una funzione enzimatica, ma le prestazioni concrete dipendono da origine, formulazione, stabilità e forma fisica del prodotto.

Confronto tra principali aree applicative

La Glucose Isomerase ha livelli di maturità diversi a seconda dell'applicazione. La conversione glucosio-fruttosio per sciroppi è la più consolidata; l'uso su xilosio è biochimicamente fondamentale e tecnologicamente importante, ma più dipendente dal sistema di bioprocesso; le architetture immobilizzate avanzate o multi-enzimatiche sono promettenti ma spesso specifiche del disegno sperimentale.

Area applicativa	Reazione coinvolta	Stato della letteratura	Vantaggio tecnico	Limite da considerare
Sciroppi ad alto contenuto di fruttosio	D-glucosio \rightleftharpoons D-fruttosio	Applicazione consolidata, citata in studi su enzimi termostabili per HFCS [1]	Modifica mirata del profilo zuccherino	Reazione reversibile, non produzione di fruttosio puro
Bioconversione da xilosio	D-xilosio \rightleftharpoons D-xilulosio	Rilevante per xylose isomerase e applicazioni industriali [2]	Collegamento con zuccheri da emicellulosa	Dipende dall'integrazione con fermentazione o altri passaggi
Enzima immobilizzato	Substrati zuccherini in reattori o sistemi recuperabili	Ampia storia di preparazione e caratterizzazione [12]	Riutilizzo e separazione più semplice dal prodotto	Prestazione legata a supporto e modalità di immobilizzazione

Area applicativa	Reazione coinvolta	Stato della letteratura	Vantaggio tecnico	Limite da considerare
Biocatalizzatori avanzati	Reazioni combinate, ad esempio fruttosio più altri prodotti	Studi specifici su sistemi riutilizzabili complessi [15]	Possibilità di accoppiare più funzioni catalitiche	Non sempre trasferibile a processi standard

Parametri di processo: cosa si può affermare in modo affidabile

Le prestazioni della Glucose Isomerase dipendono da pH, temperatura, composizione della matrice, concentrazione e natura del substrato, disponibilità di ioni compatibili con il sito attivo e stabilità della proteina. Tuttavia, non esiste un unico profilo operativo valido per ogni Glucose Isomerase: una variante termofila, un enzima immobilizzato e una forma ricombinante possono mostrare comportamenti diversi. Gli studi su enzimi da **Thermus oshimai**, **Thermoanaerobacter ethanolicus** e altre fonti mostrano proprio l'interesse per proprietà differenziate come termostabilità ed efficienza catalitica [1].

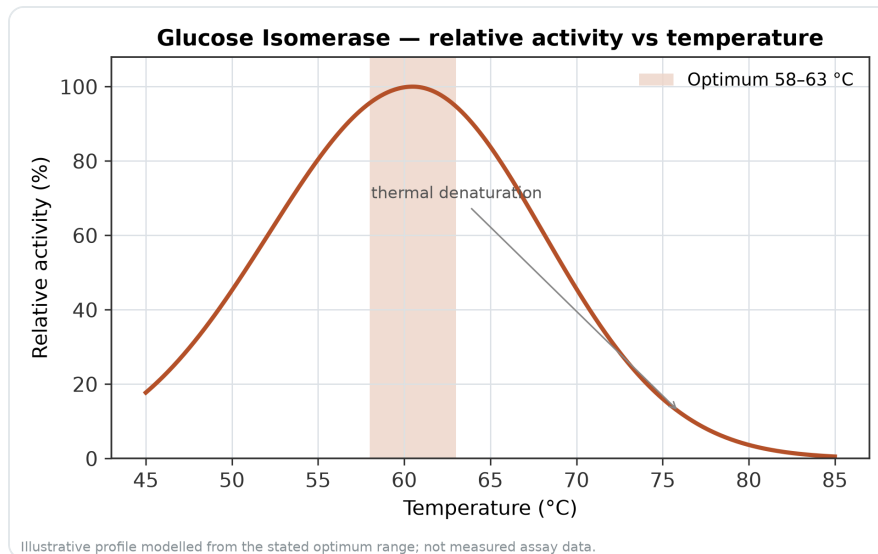


Figure 6. 온도에 따른 글루코스 이성화효소의 상대 활성으로, 58–63°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열 변성에 따른 특징적인 활성 감소가 나타난다.

È quindi più corretto considerare la Glucose Isomerase come una famiglia funzionale di enzimi con una reazione comune, non come un singolo materiale identico in ogni fornitura commerciale. La letteratura su mutagenesi e immobilizzazione dimostra che piccole variazioni di struttura, supporto o ambiente possono cambiare il comportamento applicativo, anche quando la reazione catalizzata rimane la stessa [9].

Dal punto di vista pratico, l'aspettativa realistica è una conversione verso un equilibrio glucosio-fruttosio o xilosio-xilulosio, non una trasformazione completa del substrato. Inoltre, la matrice deve contenere zuccheri semplici accessibili: se il carbonio è ancora incorporato in amido, cellulosa, emicellulosa polimerica o lattosio non idrolizzato, la Glucose Isomerase non ha la funzione idrolitica necessaria per liberarlo [2].

Benefici tecnici per formulazione e processo

Il primo beneficio è la **selettività di reazione**. La Glucose Isomerase catalizza un riarrangiamento specifico tra isomeri zuccherini, evitando di impostare la conversione come degradazione chimica generalizzata del carboidrato. La selettività è particolarmente rilevante nelle matrici alimentari, dove colore, gusto e sottoprodotti devono essere controllati con attenzione [1].

Il secondo beneficio è la **compatibilità con strategie di riutilizzo**. Le forme immobilizzate, storiche e moderne, sono state studiate proprio per rendere l'enzima recuperabile e più adatto a processi continui o semicontinui. L'interesse per supporti ionici, covalenti e materiali responsivi conferma che la durabilità operativa è una leva fondamentale nell'economia del processo [14].

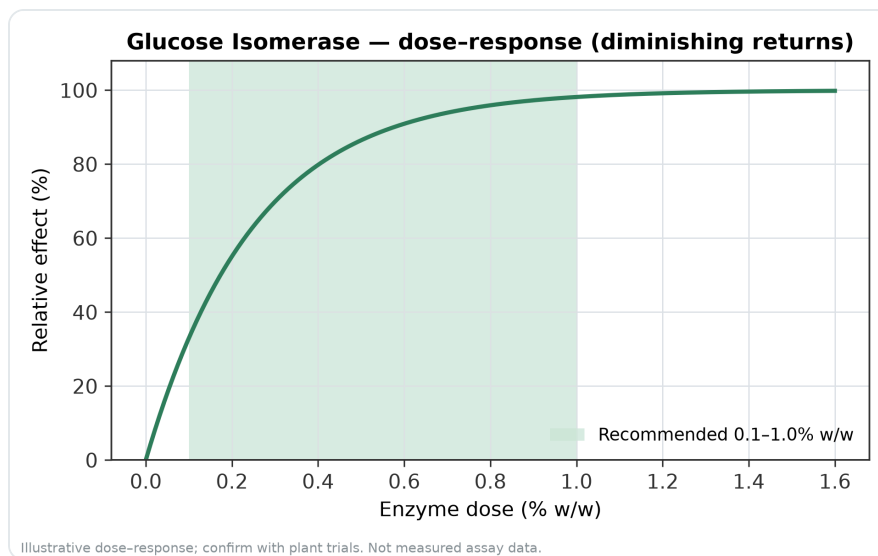


Figure 7. 권장 사용 범위(0.1-1.0% w/w)에서 글루코스 이성화효소의 용량-반응 관계를 예시한 그래프.

Il terzo beneficio è la **versatilità biochimica**. La stessa famiglia enzimatica collega la produzione di fruttosio da glucosio e l'uso dello xilosio come zucchero C5, creando un ponte tra industria alimentare, zuccheri liquidi e biotecnologie della biomassa. Questa versatilità non significa che tutte le applicazioni siano ugualmente mature, ma spiega perché la Glucose Isomerase continui a essere oggetto di studi strutturali e ingegneristici [2].

Limiti tecnici e aspettative realistiche

Il limite più importante è l'equilibrio reversibile della reazione. L'enzima accelera l'avvicinamento all'equilibrio tra glucosio e fruttosio, ma non elimina il glucosio residuo e non produce un flusso di fruttosio puro senza ulteriori passaggi di separazione o formulazione. Questo comportamento è una proprietà della reazione, non un difetto specifico di un singolo prodotto ^[3].

Un secondo limite è la specificità per zuccheri semplici. La Glucose Isomerase non è un'amilasi, non è una cellulasi e non è una beta-galattosidasi: non rompe legami glicosidici in polimeri o disaccaridi. La sua collocazione corretta è in processi dove il substrato libero — D-glucosio o D-xilosio — è già disponibile nella matrice ^[2].

Un terzo limite riguarda la trasferibilità dei risultati sperimentali. Studi su cellule decorate con enzimi, gusci ZIF-8, biocatalizzatori UCST o supporti cromatografici specifici forniscono evidenze scientifiche importanti, ma non devono essere interpretati automaticamente come prestazioni applicabili a qualunque contesto produttivo ^[15]. Ogni architettura biocatalitica introduce variabili proprie: diffusione del substrato, accessibilità del sito attivo, stabilità del supporto e recuperabilità del sistema.

Posizionamento del prodotto Enzymes.bio

La **Glucose Isomerase** disponibile su Enzymes.bio è proposta per acquirenti professionali che necessitano di un enzima documentato per l'isomerizzazione di zuccheri semplici, in particolare per contesti compatibili con la conversione **glucosio-fruttosio** e, dove pertinente, con la reazione **xilosio-xilulosio**. Il prodotto è venduto direttamente online in unità da **1 kg**; la documentazione accompagnatoria, inclusi **CoA** e **SDS**, viene fornita insieme all'ordine.

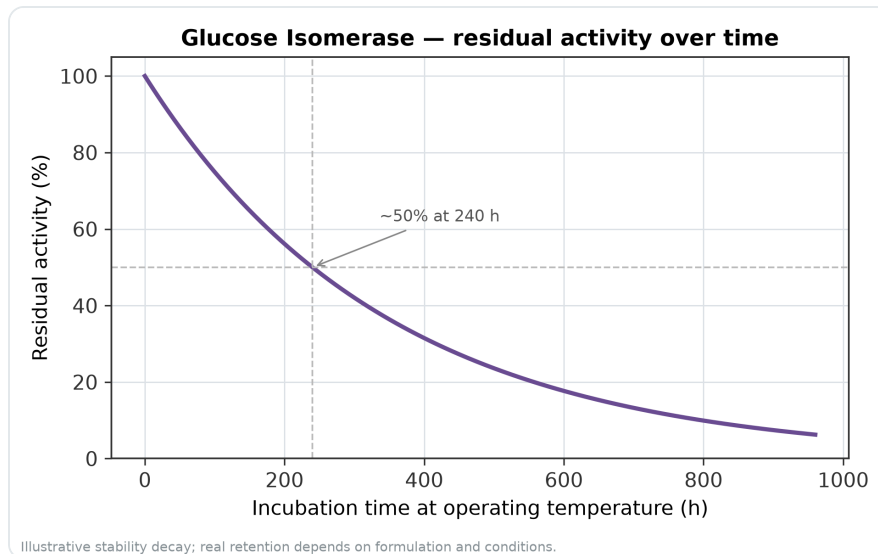


Figure 8. 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소하는 글루코스 이성화효소의 열 안정성 저하를 예시한 그래프.

Enzymes.bio opera come **fornitore**, non come produttore e non come laboratorio di sviluppo, validazione analitica o ottimizzazione di processo. Le informazioni in questo articolo hanno finalità tecniche ed educative: aiutano a comprendere il ruolo dell'enzima, le applicazioni descritte in letteratura e i limiti realistici della reazione, senza sostituire la documentazione specifica fornita con l'ordine.

Sintesi conclusiva

La Glucose Isomerase è un enzima maturo e ben studiato per l'isomerizzazione di zuccheri semplici. La reazione più importante per l'industria alimentare è **D-glucosio** \rightleftharpoons **D-fruttosio**, alla base degli sciroppi ad alto contenuto di fruttosio; la reazione **D-xilosio** \rightleftharpoons **D-xilulosio** la rende rilevante anche per bioconversioni da pentosi e tecnologie legate alla biomassa ^[1].

La ricerca moderna continua a migliorarne stabilità, efficienza e riutilizzabilità tramite mutagenesi, studi strutturali e immobilizzazione. Allo stesso tempo, è essenziale non confonderla con la **glucose-6-phosphate isomerase**, che agisce su zuccheri fosforilati e appartiene a un contesto metabolico diverso ^[5]. Per un impiego B2B consapevole, la chiave è considerare la Glucose Isomerase come un catalizzatore specifico, reversibile e dipendente dal contesto applicativo, non come un enzima universale per tutti i carboidrati.

Ordina Glucose Isomerase online

Venduto in unità da 1 kg, disponibile a magazzino e pronto per la spedizione. Ordina direttamente dal nostro store: paga online e noi elaboriamo il tuo ordine. Un Certificato di Analisi e una Scheda Dati di Sicurezza sono inclusi in ogni ordine.

[Acquista Glucose Isomerase →](#)

Riferimenti

Numerati in ordine di prima citazione. Fonti open access, ciascuna verificata come raggiungibile al momento della pubblicazione; i numeri di citazione nel testo rimandano qui.

1. Jia, D., Zhou, L., & Zheng, Y. (2017). Properties of a novel thermostable glucose isomerase mined from *Thermus oshimai* and its application to preparation of high fructose corn syrup. *Enzyme and Microbial Technology*, 99, 1-8 .
2. Nam, K. H. (2024). Engineering Xylose Isomerase for Industrial Applications. *Catalysts*.
3. Nam, K. (2021). Crystal structure of the metal-free state of glucose isomerase reveals its minimal open configuration for metal binding. *Biochemical and Biophysical Research Communications - BBRC*, 547, 69-74 .
4. Gong, C., Chen, L. F., & Tsao, G. T. (1980). Purification and properties of glucose isomerase of *Actinoplanes missouriensis*. *Biotechnology and Bioengineering*, 22.
5. Angira, D., Natarajan, N., Dedania, S. R., Patel, D., & Thiruvengatam, V. (2020). Characterization of *P. aeruginosa* Glucose 6- Phosphate Isomerase: A Functional Insight via In-Vitro Activity Study. *Current Topics in Medicinal Chemistry*.
6. Arnold, H., Blume, K., Löhr, G. W., Schröter, W., Koch, H. H., & Wonneberger, B. (1974). Glucose Phosphate Isomerase Deficiency with Congenital Nonspherocytic Hemolytic Anemia: A New Variant (Type Nordhorn). II. Purification and Biochemical Properties of the Defective Enzyme. *Pediatric Research*, 8, 26-30.
7. Nam, K. (2021). Room-Temperature Structure of Xylitol-Bound Glucose Isomerase by Serial Crystallography: Xylitol Binding in the M1 Site Induces Release of Metal Bound in the M2 Site. *International Journal of Molecular Sciences*, 22.
8. Xu, Y., & Nam, K. (2023). Xylitol binding to the M1 site of glucose isomerase induces a conformational change in the substrate binding channel. *Biochemical and Biophysical Research Communications - BBRC*, 682, 21-26 .
9. Jin, L., Jin, Y., Jing-Zhang, Zhi-Liu, & Zheng, Y. (2021). Enhanced catalytic efficiency and thermostability of glucose isomerase from *Thermoanaerobacter ethanolicus* via site-directed mutagenesis. *Enzyme and Microbial Technology*, 152, 109931 .
10. Rozanov, A. S., Zagrebely, S., & Beklemishev, A. (2009). Cloning of *Escherichia coli* K12 xylose isomerase (glucose isomerase) gene and studying the enzymatic properties of its expression product. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 45, 31-37.

11. Kent, C. A., & Emery, A. (2007). The preparation of an immobilised glucose isomerase. I. The production and selected properties of the partially-purified enzyme from Lactobacillus brevis. *Journal of Applied Chemistry and Biotechnology*, 23, 689-703.
12. Hupkes, J., & Tilburg, R. (1976). Production and Properties of an Immobilized Glucose Isomerase. *Starch-starke*, 28, 356-360.
13. Ma, X., Huang, W., Song, Y., Han, J., Wu, J., Wang, L., & Wang, Y. (2022). Novel Recyclable UCST-Type Immobilized Glucose Isomerase Biocatalyst with Excellent Performance for Isomerization of Glucose to Fructose. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
14. Akpınar, Z., YILDIRIM, M. K., & Karaoglu, H. (2022). Ionic and covalent immobilization of glucose isomerase of thermophilic Anoxybacillus gonensis on DEAE-sepharose. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*.
15. Zhu, L., Shen, B., Song, Z., & Jiang, L. (2020). Permeabilized TreS-expressing Bacillus subtilis cells decorated with glucose isomerase and a shell of ZIF-8 as a reusable biocatalyst for the co-production of trehalose and fructose. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
16. Takasaki, Y., Kosugi, Y., & Kanbayashi, A. (1969). Studies on Sugar-isomerizing Enzyme Purification, Crystallization and Some Properties of Glucose Isomerase from Streptomyces sp. *Agricultural and biological chemistry*, 33, 1527-1534.
17. Chen, W. P., & Anderson, A. W. (1979). Purification, Immobilization, and Some Properties of Glucose Isomerase from Streptomyces flavogriseus. *Applied and Environmental Microbiology*, 38, 1111 - 1119.
18. Okwuenu, P. C., Onosakponome, I., Oparaji, E. H., Isoje, A. O., & Omo-okoroh, M. O. (2025). Optimization of Glucose Isomerase Production by Streptomyces roseiscleroticus from Soil. *Nigerian Journal of Pure and Applied Sciences*.
19. Dokuzparmak, C., Colak, A., Kolcuoğlu, Y., Akatin, M. Y., Ertunga, N. S., & Tuncay, F. O. (2020). Development of Some Properties of a Thermophilic Recombinant Glucose Isomerase by Mutation. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 56, 164-172.
20. Nam, K. H. (2024). Structural Analysis of Xylose Isomerase from Streptomyces avermitilis. *Crystals*.

Contatta Enzymes.bio

Hai domande su un ordine? Il nostro team è lieto di aiutarti.

EMAIL wholesale@enzymes.bio

TELEFONO (USA) **+1 (507) 428-6057**

[Contattaci →](#)



400+ Clienti B2B



60+ partner di ricerca universitari



54 serviti in tutto il mondo

© 2026 Enzymes.bio · Fornitura di enzimi industriali e per la lavorazione alimentare · Non destinato al consumo umano né alla vendita al dettaglio.