

Glucosa oxidasa para detoxificación de micotoxinas en agua de bebida y agua de proceso

Equipo de investigación de Enzymes.bio · Wellington, Nueva Zelanda · June 21, 2026

La **glucosa oxidasa** es una oxidoreductasa que convierte glucosa y oxígeno en ácido glucónico —vía gluconolactona— y peróxido de hidrógeno, creando un flujo oxidativo gradual que puede integrarse en sistemas de reducción de contaminantes orgánicos. Para micotoxinas en agua de bebida o agua de proceso, su uso debe entenderse como un **componente de un proceso validado**, no como una solución universal ni como sustituto de filtración, desinfección o verificación regulatoria. La evidencia más sólida respalda la detoxificación enzimática de micotoxinas como estrategia emergente, mientras que la aplicación directa de GOx en agua potable requiere diseño específico de matriz, toxina objetivo y etapa de control final ^[1].

Qué es la glucosa oxidasa y por qué se considera para micotoxinas en agua

La **glucosa oxidasa**, abreviada con frecuencia como **GOx**, es una enzima flavoproteica ampliamente estudiada en biotecnología, análisis, conservación y sistemas antimicrobianos. Su función catalítica principal no es “capturar” micotoxinas, sino oxidar glucosa usando oxígeno molecular; en esa reacción, la enzima genera peróxido de hidrógeno de manera localizada y sostenida, lo que permite acoplarla a rutas oxidativas posteriores ^[2].

En el contexto de **Glucose Oxidase Mycotoxin Detoxifier For Drinking Water**, el valor técnico de la enzima está en su capacidad para alimentar reacciones de oxidación suaves en medios acuosos. Esto es relevante porque muchas tecnologías de detoxificación de micotoxinas buscan reducir la toxicidad sin recurrir a condiciones químicas agresivas que puedan introducir subproductos, alterar la matriz o aumentar la carga de tratamiento posterior ^[3].

Las micotoxinas son metabolitos fúngicos con estructuras muy diferentes entre sí: aflatoxinas, fumonisinas, tricotecenos como deoxinivalenol, zearalenona, ocratoxina A y patulina no comparten un único grupo químico susceptible. Por eso, la detoxificación enzimática no se evalúa de forma genérica; debe relacionarse con el enlace, anillo o grupo funcional que sostiene la toxicidad de cada molécula ^[4].

Enzymes.bio suministra este producto como proveedor en línea en unidades de **1 kg**. El certificado de análisis y la ficha de datos de seguridad se proporcionan junto con el pedido, y el producto debe incorporarse únicamente a procesos técnicos donde el usuario controle la matriz, el objetivo de tratamiento y la conformidad del agua tratada .

Mecanismo concreto: cómo GOx genera capacidad oxidativa

La reacción base de la glucosa oxidasa puede resumirse así: la glucosa reduce el cofactor FAD de la enzima; después, el FAD reducido transfiere electrones al oxígeno, regenerando la enzima oxidada y formando peróxido de hidrógeno. En términos estequiométricos, el ciclo acopla glucosa y oxígeno con la generación de gluconolactona y peróxido de hidrógeno, y la gluconolactona se transforma posteriormente en ácido glucónico en medio acuoso ^[2].

Este mecanismo es importante porque el peróxido de hidrógeno no aparece como una dosificación química externa instantánea, sino como un producto generado in situ mientras haya glucosa, oxígeno disponible y condiciones compatibles con la enzima. Esa producción gradual puede ser útil cuando se desea alimentar un sistema oxidativo acoplado, por ejemplo con catalizadores, superficies funcionales o enzimas oxidativas complementarias ^[5].

En agua, el peróxido de hidrógeno puede actuar por sí mismo como oxidante moderado o participar en procesos secundarios que generan especies oxidantes más reactivas. En cascadas fotoenzimáticas y sistemas de tratamiento acuoso, la combinación de una enzima generadora de oxidante con catalizadores adecuados se ha estudiado para degradar contaminantes orgánicos persistentes, mostrando que la proximidad entre generación de oxidante y sitio catalítico puede ser decisiva ^[6].

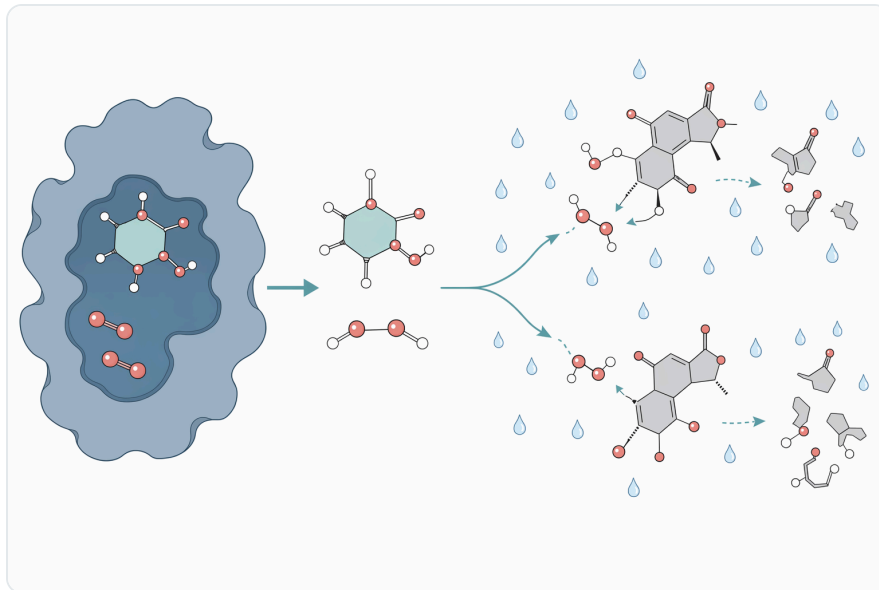


Figure 1. 글루코스 산화효소는 수상에서 용존 산소를 이용해 포도당의 산화를 촉매하여 글루콘산과 과산화수소를 생성한다.

Para micotoxinas, la lógica es similar pero debe aplicarse con cautela: no basta con producir peróxido de hidrógeno; el sistema debe transformar una parte estructural de la micotoxina que sea relevante para su toxicidad. En zearalenona, por ejemplo, el anillo lactona y el sistema resorcílico son claves para su bioactividad; en fumonisinas, las rutas enzimáticas descritas se centran en hidrolizar grupos éster y modificar el grupo amino; en tricotecenos, el epóxido es un motivo crítico [7].

Por qué la detoxificación de micotoxinas no es una sola reacción

La palabra “micotoxina” agrupa moléculas con polaridad, tamaño, estabilidad y mecanismos de toxicidad muy distintos. Por esta razón, la literatura sobre detoxificación bioenzimática insiste en que la eficacia depende de la especificidad del catalizador, la accesibilidad del grupo químico objetivo y la toxicidad de los productos transformados, no solo de la desaparición analítica de la molécula original [1].

La aflatoxina B1, por ejemplo, se asocia a toxicidad elevada por su capacidad de generar metabolitos epóxido reactivos que interactúan con biomoléculas. En cambio, las fumonisinas se relacionan con su similitud estructural con bases esfingoides y con la interferencia en el metabolismo de esfingolípidos; por ello, las estrategias enzimáticas publicadas para fumonisinas se han centrado en desesterificación y transaminación más que en oxidación genérica [8].

El deoxinivalenol y otros tricotecenos contienen un epóxido que contribuye a su toxicidad, mientras que la zearalenona actúa como micotoxina estrogénica debido a su conformación y grupos funcionales capaces de interactuar con receptores hormonales. Una oxidación no dirigida podría ser insuficiente si

no altera el motivo que causa la bioactividad, y también podría producir intermediarios que deban evaluarse antes de considerar el proceso como detoxificación real [9].

La patulina, frecuente en frutas y productos derivados, es otro ejemplo de especificidad química: su estructura insaturada y sus grupos reactivos permiten transformaciones por rutas microbianas y enzimáticas, pero la reducción de toxicidad depende de qué productos se formen. Esto explica por qué los estudios de detoxificación no se limitan a medir una caída de concentración, sino que interpretan la reacción en función del mecanismo químico [4].

Qué aporta GOx frente a otros enfoques enzimáticos

GOx no debe describirse como la enzima universal para todas las micotoxinas. Su aportación técnica es más precisa: puede suministrar un flujo de peróxido de hidrógeno y modificar el microambiente oxidativo, lo que la vuelve útil en **sistemas de cascada** donde otro catalizador, material o enzima aprovecha ese oxidante para transformar contaminantes [2].

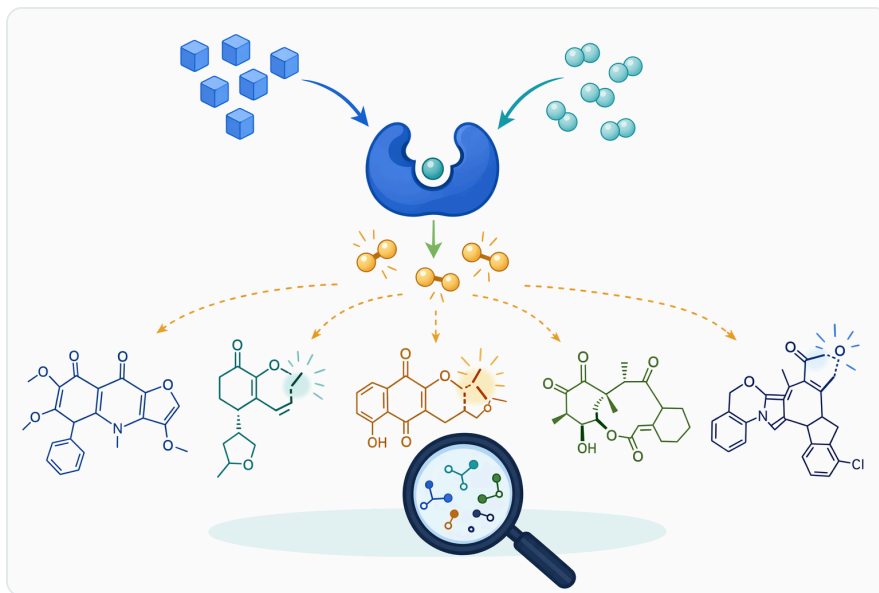


Figure 2. 곰팡이독소는 화학 구조가 서로 다르기 때문에, 글루코스 산화효소는 적절한 조건에서 산화에 민감한 오염물질의 변환만 지원할 수 있다.

Este enfoque es diferente al de enzimas que actúan directamente sobre una micotoxina concreta. En fumonisinas, por ejemplo, se han estudiado carboxilesterasas que eliminan cadenas laterales y transaminasas que actúan después sobre productos hidrolizados; esa secuencia apunta a una detoxificación por modificación específica de grupos funcionales, no por oxidación general [7].

También difiere de estrategias microbianas completas, donde bacterias, levaduras, biofilms o consorcios pueden adsorber, transformar o degradar micotoxinas mediante múltiples rutas simultáneas. Esas aproximaciones pueden ser potentes, pero introducen complejidad biológica, variabilidad y necesidades de control diferentes a las de una preparación enzimática aislada [3].

La glucosa oxidasa se sitúa entre ambos extremos: es más simple que un cultivo vivo, pero normalmente necesita integración con otros componentes si el objetivo es degradar micotoxinas resistentes. Por eso encaja especialmente bien en diseños modulares de tratamiento, donde se combina generación oxidativa, adsorción, catálisis superficial y separación posterior [5].

Comparación técnica de estrategias enzimáticas para micotoxinas

Estrategia	Mecanismo dominante	Micotoxinas o contaminantes estudiados	Ventaja técnica	Limitación principal
Glucosa oxidasa en sistemas acuosos	Generación in situ de peróxido de hidrógeno a partir de glucosa y oxígeno	Aplicaciones oxidativas y de descontaminación acuosa; integración potencial en detoxificación de micotoxinas	Produce oxidante de forma gradual y puede acoplarse a catalizadores o soportes	No transforma todas las micotoxinas por sí sola; requiere validación de matriz y productos [2]
Carboxilesterasas y transaminasas	Hidrólisis de grupos éster y modificación del grupo amino	Fumonisinias, especialmente en matrices de maíz y derivados	Ruta específica para una familia de toxinas con química conocida	Aplicabilidad limitada a toxinas con grupos funcionales compatibles [8]
Enzimas oxidativas y peroxidases	Oxidación de anillos, dobles enlaces o grupos fenólicos	Varias micotoxinas, según estructura y enzima	Puede atacar motivos relacionados con toxicidad	Riesgo de productos parciales si el proceso no se caracteriza [4]
Microorganismos, biofilms o consorcios	Adsorción, biotransformación multienzimática y degradación	Aflatoxinas y otras micotoxinas en matrices alimentarias o fermentativas	Multiplicidad de rutas metabólicas	Mayor complejidad de control, reproducibilidad y seguridad [3]
Materiales enzimáticos inmovilizados	Confinamiento de enzima y contaminante en una superficie o soporte	Tratamiento acuoso, catálisis heterogénea y descontaminación	Mejora contacto local y facilita integración en	Depende del soporte, estabilidad y diseño del proceso [5]

Estrategia	Mecanismo dominante	Micotoxinas o contaminantes estudiados	Ventaja técnica	Limitación principal
			sistemas de flujo o pulido	

Evidencia científica disponible y grado de madurez

La evidencia general sobre **detoxificación enzimática de micotoxinas** es sólida como campo de investigación: revisiones recientes describen enzimas capaces de transformar aflatoxinas, fumonisinas, deoxinivalenol, zearalenona, ocratoxina A y patulina, aunque con diferencias marcadas de eficacia según el sistema. Esta literatura respalda el principio de usar biocatálisis para reducir toxicidad, pero también muestra que cada micotoxina necesita una solución mecanística específica ^[1].

En fumonisinas, la investigación ha avanzado de forma particularmente clara porque la molécula ofrece puntos de ataque definidos. Los estudios sobre maíz describen enfoques enzimáticos para convertir fumonisinas en productos menos preocupantes mediante etapas sucesivas, lo que ilustra cómo la detoxificación efectiva suele requerir más de una transformación química ^[10].

En agua, la evidencia directa para GOx como detoxificante de micotoxinas es más limitada que en alimentos, piensos o modelos de laboratorio. Sin embargo, existe una base relacionada: GOx se ha inmovilizado en textiles y otros soportes para catálisis heterogénea y descontaminación de agua, lo que demuestra interés técnico en trasladar su reacción oxidativa a matrices acuosas ^[5].

Además, los sistemas de nanomateriales con actividad similar a enzimas y los compuestos que incorporan GOx han mostrado que la generación localizada de peróxido de hidrógeno puede integrarse con procesos oxidativos más complejos. Aunque muchos de estos estudios se orientan a aplicaciones biomédicas, sensores o antimicrobianas, ayudan a explicar el potencial de GOx como módulo generador de oxidante ^[11].

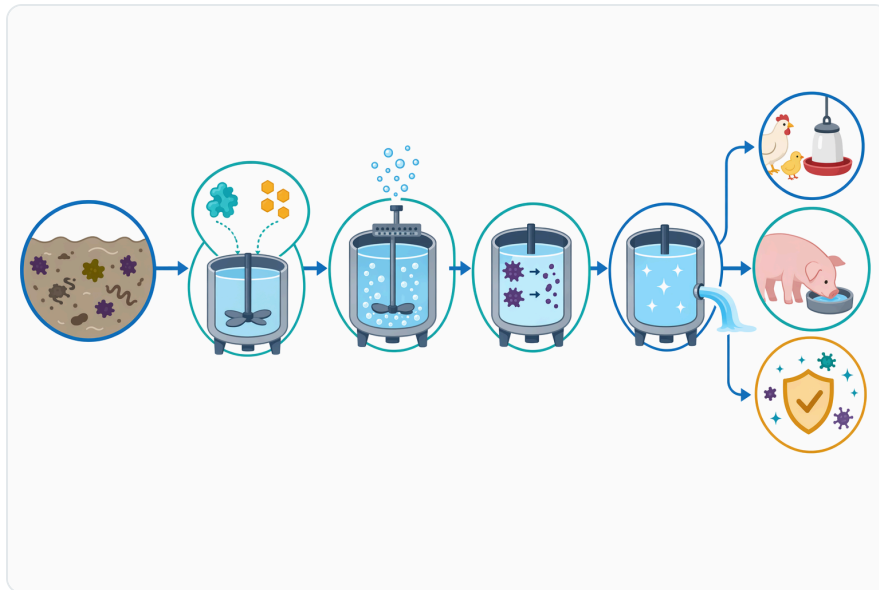


Figure 3. 수계에서는 포도당, 산소, 접촉 표면, 유기 잔류물, 효소 반응 시간이 과산화물이 어디에서 생성되고 무엇과 반응할 수 있는지를 결정한다.

En aplicaciones antimicrobianas, membranas nanofibrosas con GOx encapsulada se han investigado para generar actividad sostenida basada en peróxido de hidrógeno. El paralelismo con agua de proceso no es que el objetivo sea idéntico, sino que el principio operativo —producción local y continua de oxidante en una matriz— es transferible como concepto de diseño [12].

Aplicación en agua de bebida: enfoque responsable

Para agua destinada a consumo, la glucosa oxidasa debe tratarse como una herramienta de proceso, no como una garantía autónoma de potabilidad. La calidad final del agua depende de múltiples dimensiones: contaminantes químicos, carga microbiológica, subproductos, estabilidad, cumplimiento normativo y adecuación al uso previsto [13].

En una aplicación responsable, GOx podría formar parte de una etapa de **pulido oxidativo** diseñada para una micotoxina o familia de micotoxinas previamente identificada. Esa etapa tendría que integrarse con separación física, adsorción, filtración o tecnologías de control posteriores, porque el objetivo no es añadir enzima al agua final, sino lograr una transformación controlada dentro de un tren de tratamiento [5].

También debe considerarse que la reacción de GOx consume oxígeno y glucosa, y produce ácido glucónico y peróxido de hidrógeno. En matrices sensibles, estos cambios pueden afectar pH, demanda oxidante, estabilidad del sistema o compatibilidad con etapas posteriores; por eso el diseño debe contemplar tanto la desaparición de la micotoxina como el balance de productos generados [2].

La vigilancia de agua de bebida en distintos contextos ha mostrado que los parámetros fisicoquímicos y sanitarios varían por región, estación y sistema de suministro. Aunque esos estudios no se centran en micotoxinas, subrayan una idea esencial: cualquier tratamiento adicional debe evaluarse dentro de la calidad real del agua y no como un módulo aislado [14].

Aplicación en agua de proceso industrial

El escenario más realista para empezar a evaluar GOx como detoxificante de micotoxinas no siempre es el agua potable final, sino el **agua de proceso** relacionada con materias primas vegetales, cereales, frutas, extractos, ingredientes o piensos. En estas corrientes puede existir contacto con metabolitos fúngicos procedentes de materias primas contaminadas, y el tratamiento puede diseñarse antes de etapas de clarificación, separación o formulación [4].



Figure 4. 글루코스 산화효소는 주된 역할이 과산화물을 생성해 산화 작용을 지원하는 것이라는 점에서 결합제, 독소 특이 효소, 화학적 산화제, 미생물 생물 전환과 다르다.

En industrias que procesan maíz, por ejemplo, la investigación en fumonisinas durante molienda seca muestra que la distribución de toxinas en fracciones de proceso y la posibilidad de detoxificación enzimática son temas relevantes. Aunque esos trabajos no equivalen a tratamiento de agua potable, sí muestran cómo la industria puede integrar biocatálisis para reducir riesgos asociados a micotoxinas en flujos derivados de materias primas [10].

En matrices acuosas de frutas o fermentaciones, también se ha investigado la reducción de aflatoxina B1 mediante comunidades microbianas como granos de kéfir de agua. Este tipo de estudio no convierte a GOx en un sustituto de esos sistemas, pero confirma que los entornos acuosos y biológicos

pueden participar en la mitigación de micotoxinas bajo condiciones controladas ^[15].

Para agua de proceso, la ventaja de una enzima como GOx es su modularidad: puede incorporarse antes o después de una etapa de adsorción, combinarse con superficies catalíticas o emplearse en sistemas donde el peróxido generado se consume localmente. Esa modularidad es coherente con la tendencia de usar enzimas inmovilizadas para mejorar estabilidad, recuperación y control del contacto en aplicaciones industriales ^[16].

Diseño de proceso: factores técnicos que determinan el rendimiento

El primer factor es la disponibilidad de **glucosa y oxígeno**. Si falta cualquiera de los dos, la enzima no puede sostener la generación de peróxido de hidrógeno; si están presentes en exceso sin una etapa que consuma o dirija el oxidante, el sistema puede producir cambios no deseados en la matriz ^[2].

El segundo factor es la compatibilidad del medio con la enzima. pH, temperatura, sales, metales, materia orgánica disuelta, oxidantes preexistentes y biocidas pueden alterar la estructura proteica o interferir con el ciclo redox de GOx; por ello, una matriz real de agua de proceso no debe asumirse equivalente a un sistema modelo limpio ^[17].

El tercer factor es la proximidad entre la generación de oxidante y la micotoxina. En soluciones diluidas, el peróxido producido puede dispersarse, descomponerse o reaccionar con otros componentes antes de alcanzar el contaminante objetivo; por eso la inmovilización sobre soportes o el acoplamiento con materiales adsorbentes puede mejorar la eficiencia práctica ^[5].

El cuarto factor es la identidad de la micotoxina. Una aflatoxina, una fumonisina y un tricoteceno no requieren la misma transformación para reducir toxicidad; en algunos casos se necesita oxidación, en otros hidrólisis, conjugación, apertura de anillo o modificación de un grupo amino ^[4].

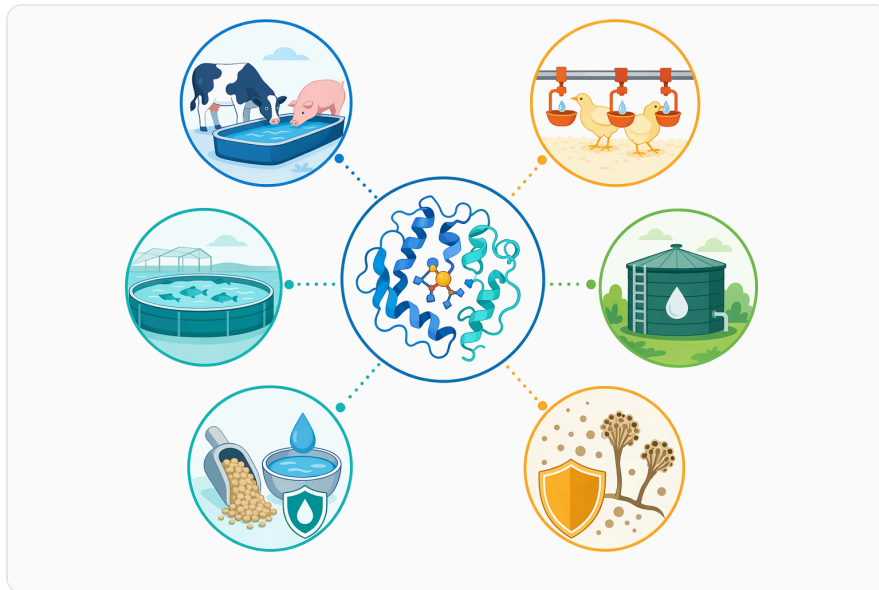


Figure 5. 가금류 급수 라인, 돼지 니플 급수기, 급수조, 탱크, 가축용 물 분배 순환망과 같은 동물 음수 시스템에는 유기 잔류물이 축적될 수 있어 수질 위생 지원이 중요해질 수 있다.

El quinto factor es la gestión de productos de reacción. Una detoxificación real exige que los productos formados sean menos tóxicos o más manejables que la molécula inicial; la literatura sobre ingeniería de enzimas para micotoxinas recalca que mejorar actividad no basta si no se entiende la relación entre estructura transformada y riesgo residual ^[18].

Integración con soportes, catalizadores y sistemas híbridos

La inmovilización de GOx es una línea especialmente relevante para agua porque permite separar mejor la enzima del líquido tratado y aproximar la generación de peróxido a una superficie catalítica. Los trabajos sobre inmovilización de GOx en textiles conductores y no conductores muestran que la enzima puede utilizarse en catálisis heterogénea orientada a descontaminación acuosa ^[5].

Los soportes también pueden proteger parcialmente a la enzima frente a cambios del medio, limitar la pérdida de actividad y crear microambientes donde los reactivos se concentren. En híbridos de sílice-quitosano, por ejemplo, se ha estudiado la encapsulación de GOx junto con otras enzimas para modular estabilidad y liberación, lo que ilustra cómo los materiales pueden cambiar el comportamiento operativo de una enzima ^[16].

En sistemas más avanzados, GOx puede trabajar con materiales que poseen actividad catalítica propia. Los nanomateriales con actividad similar a oxidasa, peroxidasa o catalasa se investigan precisamente porque pueden convertir especies reactivas en rutas de degradación o señalización, aunque su aplicación a agua potable exige evaluación de seguridad y separación del material ^[19].

La investigación en cascadas fotoenzimáticas para contaminantes orgánicos en agua demuestra otra vía de diseño: una etapa enzimática puede generar o modular intermediarios, mientras una etapa fotoquímica o catalítica impulsa mineralización parcial o transformación profunda. La lección para micotoxinas es que GOx puede ser útil cuando se integra en una arquitectura de reacción, no cuando se considera de forma aislada [6].

Beneficios industriales realistas

El primer beneficio es la posibilidad de operar con **condiciones más suaves** que algunas rutas químicas intensivas. Las revisiones sobre detoxificación de micotoxinas describen los enfoques enzimáticos como alternativas con potencial de especificidad, menor severidad de proceso y menor impacto sobre matrices sensibles cuando se diseñan correctamente [3].

El segundo beneficio es la generación controlada de oxidante. En lugar de dosificar directamente un oxidante fuerte, GOx produce peróxido de hidrógeno a partir de glucosa y oxígeno, lo que puede suavizar el perfil de reacción y facilitar el acoplamiento con catalizadores que consumen el oxidante cerca del contaminante [2].

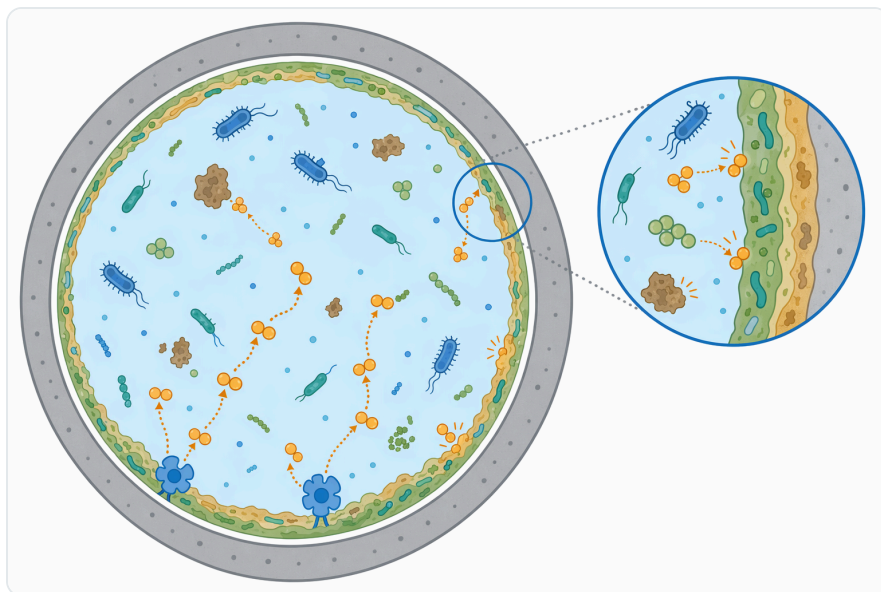


Figure 6. 글루코스 산화효소가 생성한 과산화물은 미생물에 산화 스트레스를 가할 수 있지만, 바이오필름과 유기물 부하는 그 효과가 침투하는 범위를 제한할 수 있다.

El tercer beneficio es la compatibilidad con tecnologías modulares. GOx puede incorporarse a membranas, soportes, textiles funcionales o matrices híbridas, lo que abre opciones para cartuchos, lechos de contacto o etapas de pulido en agua de proceso, siempre que el diseño final contemple separación, estabilidad y control de residuos [12].

El cuarto beneficio es la alineación con tendencias de sostenibilidad. Las revisiones recientes señalan que la detoxificación enzimática de micotoxinas está ganando interés porque puede reducir dependencia de tratamientos físicos o químicos más agresivos y porque puede dirigirse a transformaciones moleculares específicas ^[1].

Límites técnicos y precauciones de interpretación

La principal limitación es que GOx no identifica micotoxinas de forma selectiva. Su sustrato natural es la glucosa; la acción sobre micotoxinas, cuando ocurre, depende del entorno oxidativo generado y de componentes adicionales que conviertan ese oxidante en transformaciones útiles ^[2].

La segunda limitación es que “reducción de concentración” no siempre equivale a detoxificación. Una molécula puede transformarse en un producto todavía tóxico, o la matriz puede contener varias micotoxinas con respuestas distintas; por ello, el proceso debe enfocarse en reducción de riesgo, no solo en desaparición de un pico analítico ^[18].

La tercera limitación es la extrapolación desde alimentos o sistemas modelo hacia agua de bebida. Muchos estudios de detoxificación enzimática se realizan en maíz, piensos, soluciones modelo, fermentaciones o matrices alimentarias; esos resultados orientan el diseño, pero no sustituyen la validación en el agua real que se pretende tratar ^[10].

La cuarta limitación es que la seguridad del agua final depende del sistema completo. GOx no es un desinfectante universal, no elimina sales, no retira partículas por sí misma y no reemplaza tecnologías establecidas de potabilización; su función potencial es una etapa bioquímica específica dentro de un esquema más amplio ^[13].

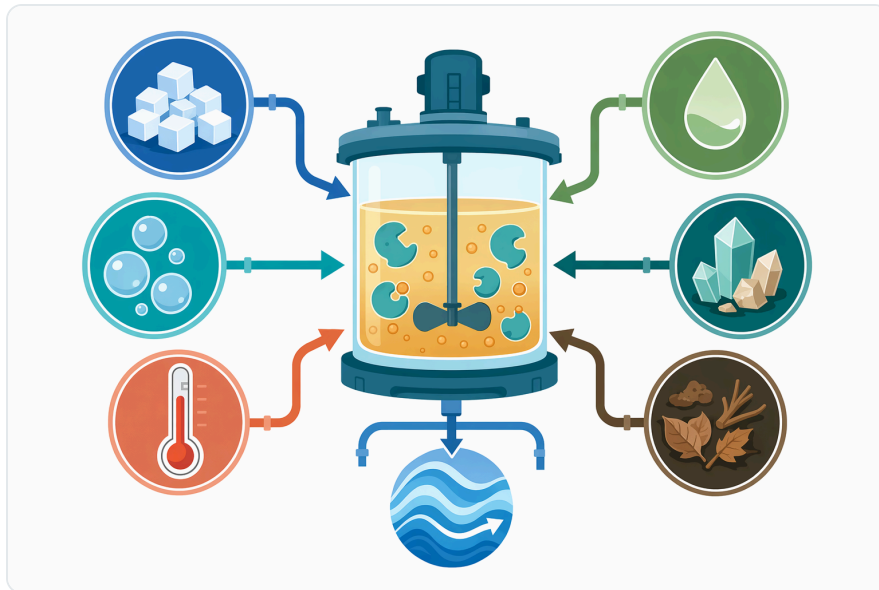


Figure 7. 수계에서 글루코스 산화효소의 성능은 기질 가용성, 산소, 접촉 시간, 온도, pH, 미네랄, 유기물 부하, 전반적인 물의 화학적 특성에 따라 달라진다.

Posicionamiento del producto de Enzymes.bio

Glucose Oxidase Mycotoxin Detoxifier For Drinking Water está orientado a usuarios técnicos que evalúan procesos enzimáticos para reducción de micotoxinas y contaminantes orgánicos susceptibles de oxidación en matrices acuosas. Enzymes.bio actúa como proveedor en línea del producto, no como fabricante ni laboratorio de validación del proceso; el uso final depende del diseño, controles y requisitos del usuario .

El producto se vende directamente en línea en unidades de **1 kg**. El certificado de análisis y la ficha de datos de seguridad se entregan junto con el pedido, lo que facilita la documentación interna de recepción, manipulación y trazabilidad del material dentro de sistemas de calidad .

Desde una perspectiva técnica, el producto debe considerarse una materia enzimática para integración en procesos controlados. La decisión de uso debe basarse en la micotoxina objetivo, la matriz acuosa, la compatibilidad del proceso y la verificación de que la transformación conseguida reduce el riesgo en lugar de desplazarlo a subproductos no evaluados ^[4].

Conclusión técnica

La glucosa oxidasa ofrece una vía concreta para introducir **oxidación enzimáticamente generada** en agua de proceso o sistemas de pulido: convierte glucosa y oxígeno en productos que incluyen peróxido de hidrógeno, y ese oxidante puede alimentar reacciones posteriores si el sistema está correctamente

diseñado. Esta función la convierte en un componente interesante para estrategias de detoxificación de micotoxinas, especialmente cuando se combina con soportes, catalizadores o enzimas complementarias ^[2].

La evidencia científica respalda el potencial de la detoxificación enzimática de micotoxinas, pero también muestra que cada toxina requiere una transformación estructural específica. Por ello, GOx debe posicionarse como módulo de generación oxidativa dentro de procesos validados, no como una solución universal para todas las micotoxinas ni como garantía independiente de potabilidad ^[1].

Para aplicaciones relacionadas con agua de bebida, el enfoque responsable es integrar la enzima en un tren de tratamiento completo, controlar la matriz real y confirmar que el agua final cumple los requisitos aplicables. En aplicaciones de agua de proceso, GOx puede ofrecer mayor flexibilidad como herramienta modular para reducir dependencia de tratamientos químicos severos y apoyar estrategias más sostenibles de mitigación de contaminantes ^[5].

Pedir Glucose Oxidase Mycotoxin Detoxifier For Drinking Water en línea

Se vende en unidades de 1 kg, en stock y listo para enviar. Haga su pedido directamente en nuestra tienda: pague en línea y procesaremos su pedido. Con cada pedido se incluyen un Certificado de Análisis y una Ficha de Datos de Seguridad.

[Comprar Glucose Oxidase Mycotoxin Detoxifier For Drinking Water →](#)

Referencias

Numeradas por orden de primera cita. Fuentes de acceso abierto, verificadas como disponibles en el momento de publicación; los números de cita en el texto enlazan aquí.

1. Liu, M., Zhang, X., Luan, H., Zhang, Y., Xu, W., Feng, W., & Song, P. (2024). Bioenzymatic detoxification of mycotoxins. *Frontiers in Microbiology*, 15.
2. Bauer, J. A., Zámocká, M., Majtán, J., & Bauerová-Hlinková, V. (2022). Glucose Oxidase, an Enzyme “Ferrari”: Its Structure, Function, Production and Properties in the Light of Various Industrial and Biotechnological Applications. *Biomolecules*, 12.
3. Nahle, S., Khoury, A., Savvaidis, I., Chokr, A., Louka, N., & Atoui, A. (2022). Detoxification approaches of mycotoxins: by microorganisms, biofilms and enzymes. *International Journal of Food Contamination*, 9, 1-14.
4. Zhong, Q., Wu, Q., Xu, X., & Wei, W. (2025). Enzymatic detoxification of major mycotoxins: current status, challenges, and future prospective. *Mycotoxin Research*, 41, 559 - 579.

5. Behary, N., Kahoush, M., Morshed, M., Guan, J., & Nierstrasz, V. (2025). Ecotechnologies for Glucose Oxidase-GOx Immobilization on Nonconductive and Conductive Textiles for Heterogeneous Catalysis and Water Decontamination. Catalysts.
6. Du, J., Dang, X., & Zhao, H. (2025). Photo-enzyme cascade catalysis treatment of bisphenol A in water: Synergistic hydroxylation pathway for mineralization and detoxification.. Journal of Hazardous Materials, 489, 137454 .
7. Wang, Y., Jun-Sun, Zhang, M., Pan, K., Liu, T., Zhang, T., Luo, X., ... et al. (2023). Detoxification of Fumonisin by Three Novel Transaminases with Diverse Enzymatic Characteristics Coupled with Carboxylesterase. Foods, 12.
8. Alberts, J., Schatzmayr, G., Moll, W., Davids, I., Rheeder, J., Burger, H., Shephard, G., ... et al. (2019). Detoxification of the Fumonisin Mycotoxins in Maize: An Enzymatic Approach. Toxins, 11.
9. Enguita, F., & Leitão, A. L. (2025). Cross-Kingdom Enzymatic Strategies for Deoxynivalenol Detoxification: Computational Analysis of Structural Mechanisms and Evolutionary Adaptations. Microorganisms, 13.
10. Alberts, J., Davids, I., Moll, W., Schatzmayr, G., Burger, H., Shephard, G., & Gelderblom, W. (2020). Enzymatic detoxification of the fumonisin mycotoxins during dry milling of maize. Food Control.
11. Min, S., Yu, Q., Ye, J., Hao, P., Ning, J., Hu, Z., & Chong, Y. (2023). Nanomaterials with Glucose Oxidase-Mimicking Activity for Biomedical Applications. Molecules, 28.
12. Leonarta, F., & Lee, C. (2021). Nanofibrous Membrane with Encapsulated Glucose Oxidase for Self-Sustained Antimicrobial Applications. Membranes, 11.
13. El-Sanat, S., Abo-Elwafa, A., Aly, A., El-Tabakh, M. M., & Abdel-Ghaney, I. (2015). Seasonal variation of physicochemical parameters of wastes from drinking water purification plants ,Sohag (Egypt).
14. Feng-qj, W. (2012). Surveillance result of the rural drinking water quality in Huanjiang county during 2008-2011. Chinese Journal of Health Laboratory Technology.
15. Ouyang, W., Liao, Z., Yang, X., Zhang, X., Zhu, X., Zhong, Q., Wang, L., ... et al. (2024). Microbial Composition of Water Kefir Grains and Their Application for the Detoxification of Aflatoxin B1. Toxins, 16.
16. Lillo-Pérez, S., Monsalve, Y., Mesa, M., Martínez, R., & Bernal, C. (2025). Encapsulation of glucose oxidase and asparaginase in silica-chitosan hybrids: Stability and pH-modulated release for potential biomedical applications.. International Journal of Biological Macromolecules, 323 Pt 1, 146890 .
17. Sarfaraz, M., Sukmawati, D., Shakir, H. A., Khan, M., Franco, M., & Irfan, M. (2025). Microbial production and applications of glucose oxidase. Systems Microbiology and Biomanufacturing, 5, 890 - 914.
18. Wang, Y., Chen, Y., Jiang, L., & Huang, H. (2022). Improvement of the enzymatic detoxification activity towards mycotoxins through structure-based engineering.. Biotechnology Advances, 107927 .
19. He, W., Wamer, W., Xia, Q., Yin, J., & Fu, P. (2014). Enzyme-Like Activity of Nanomaterials. Journal of Environmental Science And Health Part C - Environmental Carcinogenesis & Ecotoxicology Reviews, 32, 186 - 211.

Contactar con Enzymes.bio

¿Tiene preguntas sobre un pedido? Nuestro equipo estará encantado de ayudarle.

CORREO ELECTRÓNICO wholesale@enzymes.bio

TELÉFONO (EE. UU.) **+1 (507) 428-6057**

[Contáctenos →](#)



400+ Clientes B2B



60+ socios universitarios de investigación



54 atendidos en todo el mundo

© 2026 Enzymes.bio · Suministro de enzimas industriales y para procesamiento de alimentos · No apto para consumo humano ni venta minorista.