

Food Grade α -Acetolactate Decarboxylase: ALDC para control de diacetilo, maduración cervecera más rápida y fermentaciones alimentarias

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

Food Grade α -Acetolactate Decarboxylase —también llamada **α -acetolactato descarboxilasa, ALDC o BudA**— es una enzima de procesamiento alimentario que **convierte α -acetolactato en acetoin antes de que ese precursor se oxide a diacetilo**. En cerveza, su valor práctico es preventivo: reduce la formación de notas mantecosas asociadas al diacetilo y puede disminuir la dependencia de una maduración prolongada dedicada a eliminarlo ^[1]. Enzymes.bio la ofrece en línea para clientes profesionales en unidades de 1 kg; el CoA y la SDS se proporcionan junto con el pedido .

Qué es la α -acetolactato descarboxilasa alimentaria

La **α -acetolactato descarboxilasa** es una enzima que cataliza una reacción muy específica: la descarboxilación del α -acetolactato para formar **acetoin** y dióxido de carbono. En nomenclatura práctica de fermentación se reconoce como **ALDC o BudA**, y su relevancia técnica se debe a que el α -acetolactato es el precursor inmediato de una ruta no deseada hacia **diacetilo**, una dicetona vecinal con impacto sensorial elevado en cerveza y otras matrices fermentadas ^[1].

En elaboración de cerveza, ALDC no actúa como aromatizante, corrector sensorial general ni agente de enmascaramiento. Su función es anterior al defecto: redirige el precursor antes de que pueda transformarse químicamente en diacetilo. Esta distinción es importante porque explica por qué la enzima se usa como herramienta de **prevención de diacetilo** durante la fermentación, no como solución universal para cualquier desviación de proceso ^[2].

El descriptor **Food Grade** indica que la preparación está orientada a procesamiento alimentario, pero no sustituye la evaluación regulatoria y técnica de cada usuario según su país, categoría de producto y proceso. La regulación estadounidense ha tratado una preparación de α -acetolactato descarboxilasa

como **aditivo alimentario secundario directo** permitido para uso en alimentos bajo condiciones definidas, lo que muestra que esta clase enzimática tiene reconocimiento regulatorio específico en aplicaciones alimentarias ^[2].

Para Enzymes.bio, el producto se presenta como una enzima para aplicaciones cerveceras e industriales, disponible en unidades de 1 kg a través de venta directa en línea. Enzymes.bio debe entenderse como proveedor B2B del producto terminado, no como fabricante ni laboratorio; la documentación de lote, incluidos CoA y SDS, acompaña el pedido recibido .

Por qué el diacetilo es un problema técnico en cerveza

El **diacetilo** aporta una impresión sensorial descrita habitualmente como mantequilla, caramelo lácteo o palomitas con mantequilla. En algunos estilos tradicionales puede tolerarse a niveles bajos, pero en gran parte de la producción cervecera moderna se considera una desviación cuando aparece por encima del perfil esperado. El reto industrial no es solo su presencia inmediata, sino la posibilidad de que exista α -acetolactato residual que se transforme en diacetilo durante maduración, almacenamiento o distribución ^[2].

Durante la fermentación, la levadura produce α -acetolactato como intermediario asociado a la biosíntesis de aminoácidos de cadena ramificada, especialmente en rutas relacionadas con valina. Parte de ese intermediario puede salir de la célula al medio fermentativo. Una vez en el mosto o cerveza joven, el α -acetolactato puede sufrir una conversión oxidativa no enzimática hacia diacetilo, proceso que no depende de que el maestro cervecero “añada” diacetilo, sino de la química natural del sistema fermentativo ^[1].

La levadura también puede reducir diacetilo a compuestos menos problemáticos desde el punto de vista sensorial, como acetoin y posteriormente 2,3-butanodiol, siempre que permanezca metabólicamente activa y las condiciones de fermentación sean adecuadas. Por eso las cervecerías recurren tradicionalmente a reposos de diacetilo, tiempos de maduración o estrategias de temperatura para permitir que la levadura complete esa reducción. El coste operativo es tiempo de tanque, variabilidad entre lotes y riesgo de liberar producto antes de que el precursor esté suficientemente controlado ^[2].

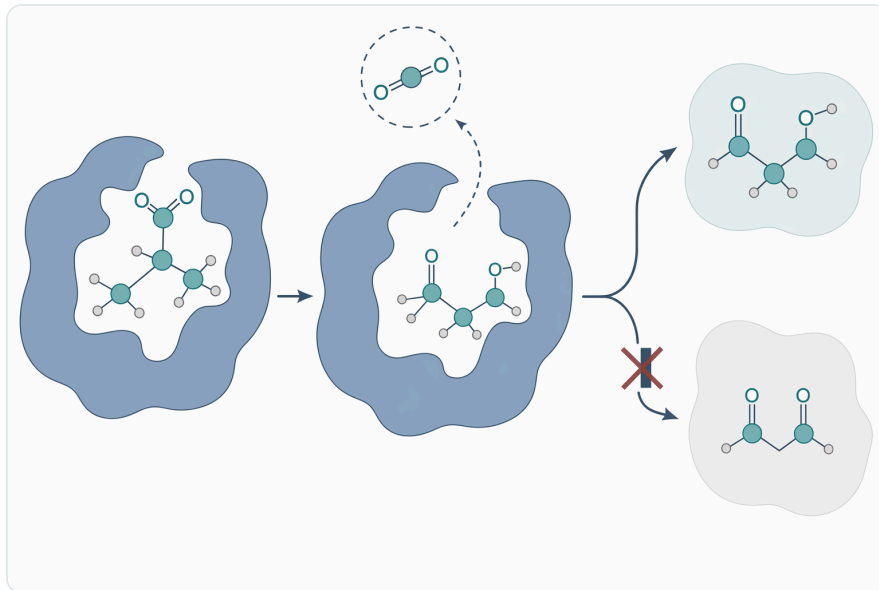
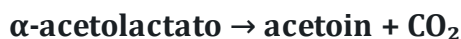


Figure 1. ALDC는 다이아세틸이 형성되기 전 단계에서 α -아세토락테이트에 작용하여 이 전구체를 아세트인과 이산화탄소로 전환합니다.

ALDC cambia el punto de intervención. En lugar de esperar a que el α -acetolactato se convierta en diacetilo y después depender de la levadura para reducirlo, la enzima convierte directamente el α -acetolactato en acetoin. Esta vía evita la acumulación del compuesto problemático y, por tanto, reduce la carga que tendría que gestionar la levadura al final de la fermentación [1].

Mecanismo de acción: de α -acetolactato a acetoin

La reacción catalizada por ALDC puede resumirse así:



Desde el punto de vista del proceso, esta reacción es valiosa porque compite con la ruta espontánea que lleva del α -acetolactato al diacetilo. El α -acetolactato es químicamente inestable en el medio fermentativo; si permanece disponible, puede oxidarse y descarboxilarse de manera no enzimática para formar diacetilo. ALDC acelera una descarboxilación alternativa que produce acetoin directamente, evitando que el precursor entre en la ruta de formación de dicetonas vecinales [1].

La enzima no “destruye” diacetilo ya formado como función principal. Su sustrato tecnológico clave es el α -acetolactato. Por ello, su lógica de uso es preventiva: debe estar presente cuando el precursor se está formando o todavía no ha avanzado de forma significativa hacia diacetilo. Esta diferencia explica por qué ALDC es especialmente útil en fermentación primaria o fases tempranas donde la generación de α -acetolactato aún forma parte activa de la dinámica del lote [2].

El resultado químico, acetoin, pertenece a la misma familia metabólica que aparece en rutas fermentativas bacterianas y levaduriformes vinculadas con diacetilo y 2,3-butanodiol. La investigación sobre microorganismos como *Bacillus* muestra que la dirección de estas rutas puede modificarse mediante ingeniería y condiciones de fermentación para favorecer determinados productos, lo que confirma que α -acetolactato, diacetilo, acetoin y 2,3-butanodiol forman parte de un nodo metabólico industrialmente importante [3].

En términos prácticos para una cervecería, ALDC desplaza el equilibrio operativo desde “esperar a que la levadura corrija” hacia “evitar que el precursor se convierta en el problema”. Esto no elimina la necesidad de fermentación limpia, levadura sana, control térmico y buenas prácticas higiénicas; simplemente aborda una reacción bioquímica concreta que suele ser cuello de botella en maduración [2].

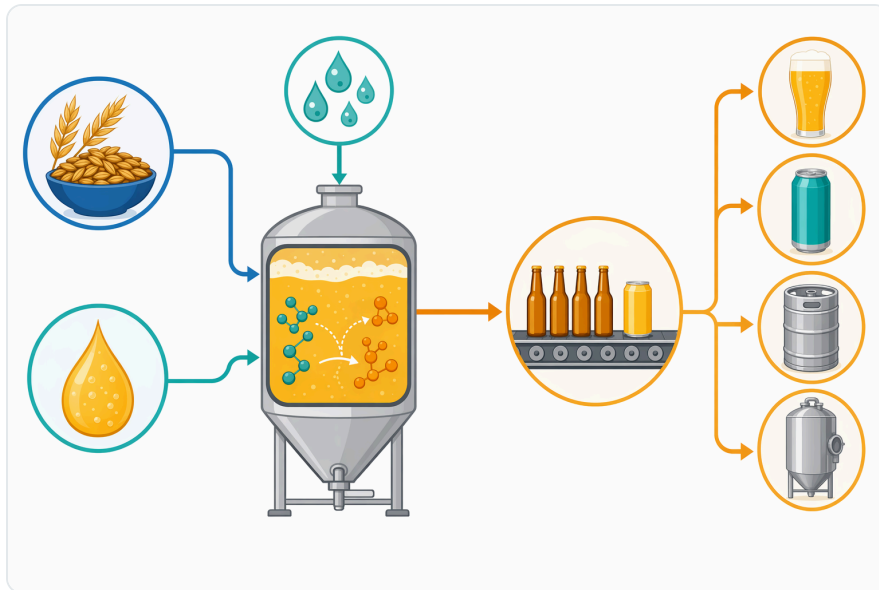


Figure 2. 다이아세틸 위험은 전구체의 배출, 화학적 전환, 시간에 따른 효모의 제거 과정에서 발생하며, ALDC는 이취 성분이 축적되기 전에 개입합니다.

Comparación de rutas y estrategias de control de diacetilo

Enfoque de proceso	Qué ocurre bioquímicamente	Ventaja principal	Limitación práctica
Maduración natural sin ALDC	El α -acetolactato puede oxidarse a diacetilo; después la levadura reduce parte del diacetilo a acetoin y otros productos	No requiere intervención enzimática específica	Depende de tiempo, viabilidad de levadura y condiciones del lote; puede prolongar ocupación de tanque [2]
Reposo de diacetilo	Se mantienen condiciones que favorecen la reducción de	Herramienta conocida en	Actúa después de que el precursor ya pudo generar

Enfoque de proceso	Qué ocurre bioquímicamente	Ventaja principal	Limitación práctica
	diacetilo por la levadura	cervecería	diacetilo; no elimina necesariamente el riesgo de precursor residual [2]
Uso preventivo de ALDC	La enzima convierte α -acetolactato en acetoin antes de que forme diacetilo	Reduce la formación del compuesto mantecoso desde el precursor	Debe integrarse en el momento adecuado; no corrige defectos no relacionados con α -acetolactato [1]
Mezcla o enmascaramiento sensorial	No modifica la ruta química principal	Puede atenuar percepciones en ciertos contextos	No resuelve la química del precursor ni es una estrategia robusta de calidad [2]

La comparación muestra que ALDC no compite con las buenas prácticas de fermentación; las complementa. Su papel más sólido es reducir la carga de α -acetolactato disponible para formar diacetilo, mientras que las prácticas tradicionales siguen siendo relevantes para salud de levadura, atenuación, estabilidad y perfil sensorial general [1].

Aplicación principal: cerveza con menor riesgo de diacetilo

La aplicación más directa de **Food Grade α -Acetolactate Decarboxylase** es la elaboración de cerveza, especialmente cuando el control de diacetilo condiciona la liberación del lote. En cervezas lager, donde la maduración puede ocupar una parte importante del calendario de producción, ALDC puede ayudar a reducir el tiempo necesario para alcanzar un perfil sensorial estable. En cervezas ale de rotación rápida, puede disminuir el riesgo de que un precursor residual genere diacetilo después del envasado .

El beneficio no debe interpretarse como una garantía automática de “cero diacetilo”. La concentración final dependerá de variables como cepa de levadura, composición del mosto, oxigenación, temperatura, cinética de fermentación, sanidad microbiológica y tiempo de contacto. Sin embargo, al atacar el precursor conocido, ALDC convierte el control de diacetilo en una intervención más predecible que confiar únicamente en la reducción posterior por levadura [2].

En operaciones con múltiples referencias de cerveza, la enzima también puede aportar consistencia. Distintos lotes pueden generar cantidades diferentes de α -acetolactato por pequeñas variaciones de fermentación. Al reducir ese precursor por una vía enzimática definida, ALDC ayuda a estrechar la variabilidad en un punto crítico del perfil sensorial, siempre que se incorpore dentro de un programa de control de proceso ya establecido [1].

Para cervecerías que trabajan con ciclos de producción ajustados, el valor económico de ALDC se relaciona con la **eficiencia de maduración**. Si el diacetilo deja de ser el factor que retrasa la liberación del lote, los tanques pueden planificarse con mayor flexibilidad. Aun así, otros criterios —atenuación, carbonatación, clarificación, estabilidad microbiológica y aceptación sensorial— siguen determinando la liberación final del producto [2].

Uso en fermentaciones alimentarias y bioprocesos

Aunque la cerveza es la aplicación más reconocible, ALDC pertenece a una familia de enzimas con interés más amplio en fermentaciones alimentarias y bioprocesos donde se gestionan rutas de α -acetolactato, acetoin, diacetilo y 2,3-butanodiol. En estos sistemas, pequeñas modificaciones en el flujo metabólico pueden cambiar el balance entre aroma deseado, subproducto indeseado y moléculas de interés industrial [3].

En alimentos fermentados distintos de cerveza, el valor potencial de ALDC depende de si el diacetilo es un defecto, un atributo buscado o un componente neutro en el perfil sensorial. En productos lácteos fermentados, por ejemplo, las notas de diacetilo pueden formar parte de la identidad sensorial en ciertos casos; por tanto, el uso de ALDC tendría que evaluarse con cuidado para no eliminar un carácter deseado. La enzima debe entenderse como herramienta de dirección de ruta, no como “mejorador” universal [4].

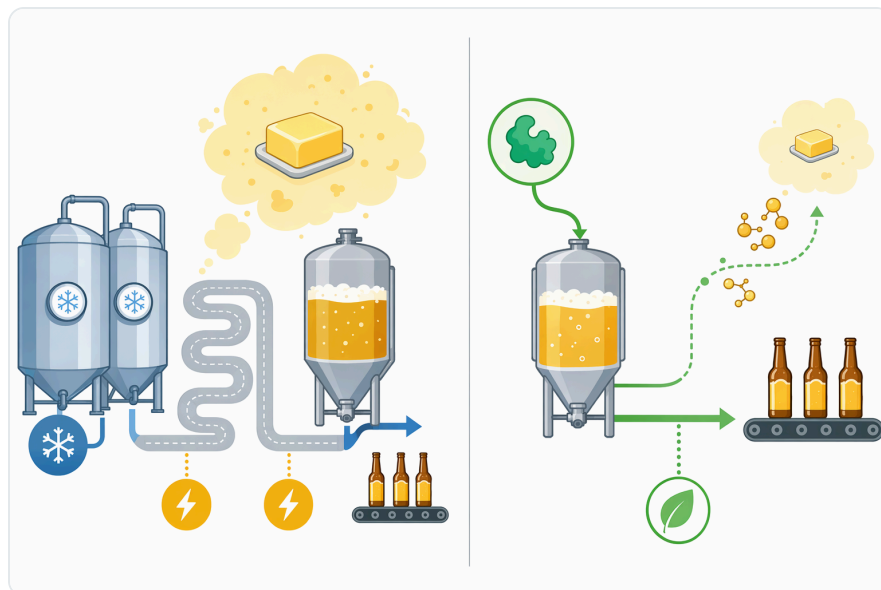


Figure 3. 예방적 ALDC 처리는 다이아세틸의 후반 효모 환원에만 의존하는 기존 관리 방식과 달리 α -아세트락테이트 풀을 줄입니다.

En bioprocesos, la literatura sobre producción de diacetilo y compuestos relacionados en *Bacillus* muestra que el nodo α -acetolactato–acetoin–diacetilo puede manipularse mediante cepas y condiciones de fermentación. Esto no significa que una preparación alimentaria de ALDC sea automáticamente adecuada para cualquier bioproceso; significa que el mecanismo de la enzima tiene relevancia fuera de la cerveza cuando el objetivo es modular ese conjunto de metabolitos [3].

Para matrices alimentarias no cerveceras, la decisión técnica debe basarse en compatibilidad con el proceso, impacto sensorial, normativa local y objetivo del producto. La denominación alimentaria y el antecedente regulatorio de la enzima son puntos de partida, no una exención de validación interna en cada aplicación comercial [2].

Condiciones de incorporación en proceso

La regla técnica más importante es que ALDC funciona mejor cuando el α -acetolactato aún está disponible. Por eso se asocia con fermentación o etapas tempranas del proceso, no con intervenciones tardías sobre cerveza ya cargada de diacetilo. Si el compuesto mantecoso ya se formó en cantidades significativas, la reducción dependerá principalmente de la capacidad del sistema fermentativo para metabolizarlo, no de la acción primaria de ALDC [1].

El punto de adición debe alinearse con la cinética de producción de α -acetolactato de la levadura. En términos generales, interesa que la enzima esté presente durante la fase en la que la levadura excreta precursor al medio. Integrarla demasiado tarde reduce su utilidad preventiva; integrarla de forma incompatible con el proceso puede limitar el contacto con el sustrato. Por eso, la implementación debe validarse en la propia planta según receta, cepa y diseño de fermentación [2].

La cantidad utilizada no debe tratarse como una cifra universal. Las preparaciones enzimáticas comerciales se formulan para aplicaciones concretas y su desempeño depende de composición del mosto, pH, temperatura de fermentación, tiempo de contacto y objetivo sensorial. Enzymes.bio comercializa la preparación para uso profesional, y la documentación del lote recibida con el pedido permite incorporarla al sistema interno de calidad del usuario .

Como proteína enzimática, ALDC también exige manipulación responsable. Las enzimas industriales pueden causar irritación o sensibilización en personas susceptibles, especialmente por contacto directo con polvo, aerosoles o salpicaduras de soluciones concentradas. La SDS incluida con el pedido debe formar parte de la formación interna de manipulación, almacenamiento y equipos de protección de cada instalación .

Beneficios técnicos esperables

El beneficio más directo es la **reducción de la formación de diacetilo** a partir de α -acetolactato. Al convertir el precursor en acetoin, ALDC disminuye la probabilidad de que la ruta oxidativa produzca la dicetona responsable de notas mantecosas. Este mecanismo está bien definido y es la base de su uso como enzima de maduración en cerveza ^[1].

El segundo beneficio es una posible **reducción del tiempo de maduración**. Si el lote acumula menos diacetilo y menos precursor capaz de generarlo, la cerveza puede alcanzar antes un punto sensorial aceptable, siempre que los demás parámetros de calidad estén dentro de especificación. Esta es la razón por la que la regulación y la documentación técnica describen la enzima en el contexto de producción de bebidas fermentadas y control de diacetilo ^[2].

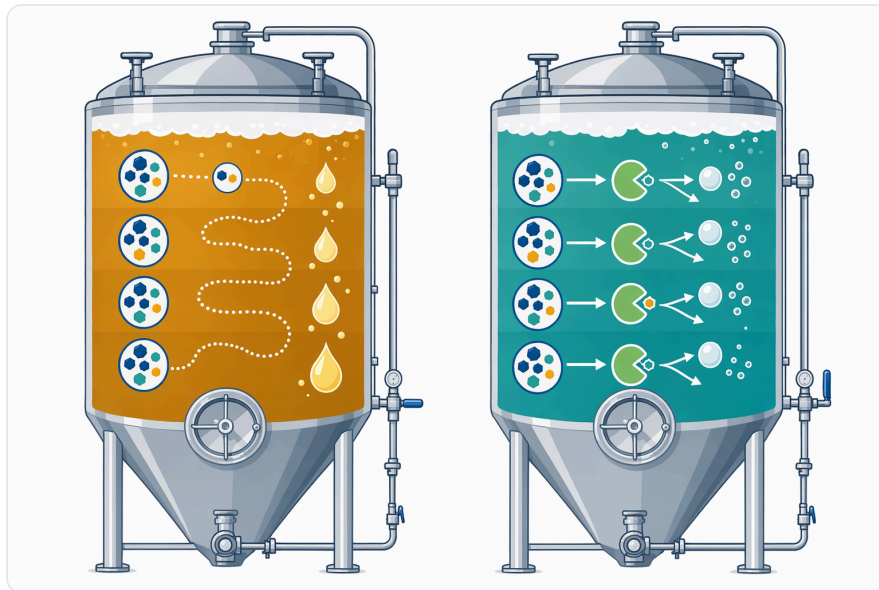


Figure 4. 양조 연구는 발효 중 ALDC 활성을 활용하면 다이아세틸로 이어지는 경로를 줄일 수 있음을 뒷받침합니다.

Un tercer beneficio es la **mejora de previsibilidad entre lotes**. En procesos industriales, el problema no siempre es un diacetilo extremo; a menudo es la variabilidad, es decir, lotes que necesitan más tiempo de reposo que otros. ALDC ofrece una intervención dirigida sobre el precursor, lo que puede hacer que el tiempo hasta aprobación sensorial sea menos dependiente de fluctuaciones pequeñas en el metabolismo de la levadura .

También existe un beneficio operacional indirecto: mayor flexibilidad en programación de tanques. Si la reducción de diacetilo deja de ser el cuello de botella principal, la planta puede organizar fermentación, maduración y envasado con menor incertidumbre. Este beneficio debe evaluarse en

datos internos, porque cada cervecera tiene restricciones distintas de capacidad, estilo, levadura y liberación de producto [2].

Límites técnicos y expectativas realistas

ALDC no corrige contaminación microbiológica, oxidación general, errores de formulación, fermentaciones detenidas, estrés severo de levadura ni defectos derivados de materias primas. Su especificidad es precisamente su fortaleza y su límite: actúa sobre α -acetolactato. Si el problema sensorial no procede de esa ruta, la enzima no debería presentarse como solución [1].

Tampoco sustituye el control de fermentación. Una levadura debilitada puede producir perfiles indeseados por múltiples vías; un mosto mal oxigenado o una temperatura inadecuada pueden generar problemas que ALDC no aborda. En una cervecera profesional, la enzima debe integrarse en un sistema de calidad que ya incluya control de materias primas, propagación o manejo de levadura, higiene, parámetros de fermentación y evaluación sensorial [2].

Otra expectativa que conviene ajustar es la diferencia entre **reducir formación de diacetilo** y **eliminar cualquier percepción sensorial**. El resultado final depende de la matriz y del momento de uso. Si se aplica de manera preventiva, ALDC reduce una fuente importante de diacetilo; si se aplica tarde o en condiciones donde el precursor ya se transformó, el efecto será menor porque el sustrato relevante ya no está disponible [1].

Por último, la condición “food grade” no equivale a aprobación automática en todas las jurisdicciones ni en todas las categorías de producto. La existencia de una regla estadounidense para una preparación de α -acetolactato descarboxilasa demuestra reconocimiento regulatorio, pero cada empresa debe aplicar su propio marco de cumplimiento según destino comercial, formulación y legislación aplicable [2].

Seguridad alimentaria, documentación y cumplimiento

La α -acetolactato descarboxilasa tiene un encaje regulatorio documentado como preparación enzimática de uso alimentario en Estados Unidos bajo la categoría de aditivo alimentario secundario directo. La publicación del Federal Register sobre esta enzima confirma que la autoridad evaluó condiciones de uso alimentario para una preparación específica, especialmente por su función tecnológica en control de diacetilo [2].



Figure 5. ALDC는 라거, 필스너, 라이트 라거, 퀴쉬 스타일 맥주, 깔끔한 에일처럼 깨끗한 풍미가 중요한 발효주와 버터 향이 바람직하지 않은 기타 음료에 특히 적합합니다.

En el plano documental, Enzymes.bio proporciona el **CoA** y la **SDS** junto con el pedido. El CoA permite asociar el material recibido con la información de lote correspondiente, mientras que la SDS orienta la manipulación segura en planta. Esta documentación debe archivar dentro del sistema de calidad del usuario, especialmente en operaciones con auditorías de inocuidad alimentaria o trazabilidad .

El almacenamiento debe proteger la funcionalidad de la enzima. Aunque cada lote debe gestionarse conforme a la documentación recibida, las enzimas alimentarias suelen requerir envases cerrados, ambiente seco y protección frente a condiciones que aceleren pérdida de actividad. La página de producto de Enzymes.bio presenta la preparación para uso cervecero e industrial y la suministra en formato profesional de 1 kg .

En seguridad ocupacional, el riesgo más relevante no es toxicidad alimentaria por el uso previsto, sino exposición del personal a proteínas enzimáticas concentradas. El contacto con piel, ojos o vías respiratorias debe minimizarse mediante procedimientos de manipulación adecuados, ventilación cuando corresponda y equipos de protección definidos internamente a partir de la SDS .

Presentación comercial de Enzymes.bio

Enzymes.bio comercializa **Food Grade α -Acetolactate Decarboxylase** para clientes profesionales mediante venta directa en línea. El producto está disponible en unidades de 1 kg, lo que encaja con operaciones de procesamiento alimentario e industrial que requieren incorporación planificada a proceso, documentación de lote y manejo bajo procedimientos internos .

Es importante describir correctamente el papel del proveedor. Enzymes.bio no debe presentarse como fabricante, laboratorio de análisis ni desarrollador de cepas; actúa como canal de suministro del producto enzimático. Esta precisión evita confusiones técnicas y mantiene la comunicación centrada en la aplicación industrial real: una preparación de ALDC para control de diacetilo y gestión de maduración .

El producto no está orientado a consumo directo ni a uso doméstico. Su uso previsto corresponde a profesionales que integran enzimas de procesamiento en sistemas de producción alimentaria, con personal formado, documentación de lote y controles internos. El CoA y la SDS incluidos con el pedido completan la información necesaria para recepción, archivo y manipulación segura del material recibido .

Cómo integrar ALDC en una estrategia cervecera robusta

La integración más eficaz empieza por definir el problema tecnológico: presencia de diacetilo, riesgo de precursor residual o tiempos de maduración condicionados por dicetonas vecinales. ALDC aporta más valor cuando el cuello de botella está asociado al α -acetolactato; si el retraso de liberación se debe a clarificación, estabilidad microbiológica u otros defectos sensoriales, la enzima no resolverá la causa principal ^[1].

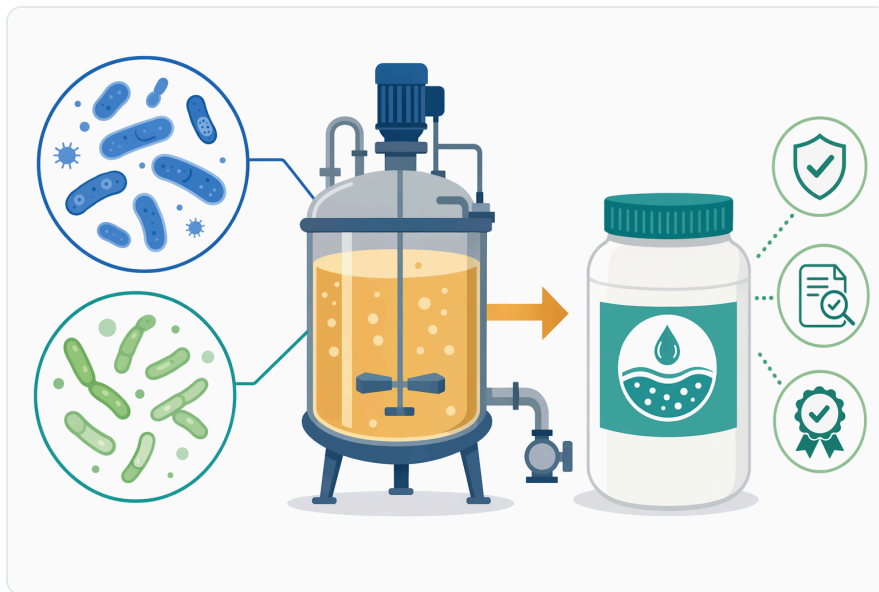


Figure 6. ALDC는 미생물, 생산, 구조 및 안전성 평가 문헌으로 뒷받침되는 확립된 식품 효소 범주입니다.

Después, la cervecería debe alinear el uso con el momento de generación del precursor. La enzima debe estar disponible cuando el α -acetolactato se forma y migra al medio fermentativo. Esa lógica explica por qué la aplicación se relaciona con fermentación, no con correcciones tardías. En la práctica,

el ajuste debe hacerse por validación interna de proceso, observando el perfil sensorial y la estabilidad del lote antes de modificar calendarios de liberación ^[2].

ALDC también debe coexistir con la identidad de producto. En estilos donde una nota ligera de diacetilo sea aceptable o incluso tradicional, reducirla demasiado puede alterar el perfil buscado. En estilos limpios, lagers modernas, cervezas de alta rotación o productos donde el diacetilo se considera defecto, la prevención enzimática encaja mejor con los objetivos sensoriales habituales ^[2].

La enzima es especialmente útil cuando la empresa quiere convertir un parámetro variable en una etapa más controlada. El uso de ALDC no elimina el juicio cervecero ni la evaluación sensorial; permite que una parte de la química del diacetilo se gestione aguas arriba, con una reacción enzimática definida y un efecto tecnológico directo ^[1].

Conclusión

Food Grade α -Acetolactate Decarboxylase es una herramienta enzimática concreta para una necesidad industrial bien definida: reducir la formación de diacetilo mediante la conversión de α -acetolactato en acetoin. Su mecanismo es preventivo, específico y especialmente relevante en cerveza, donde el diacetilo puede prolongar la maduración y generar variabilidad sensorial entre lotes ^[1].

Su valor real aparece cuando se usa dentro de una fermentación bien controlada, no como sustituto de buenas prácticas. Con levadura sana, parámetros estables, higiene adecuada y evaluación sensorial rigurosa, ALDC puede ayudar a acortar la dependencia de reposos prolongados de diacetilo, mejorar la previsibilidad de maduración y reducir el riesgo de precursor residual ^[2].

Enzymes.bio suministra esta enzima para uso profesional en unidades de 1 kg mediante venta directa en línea, con CoA y SDS incluidos junto con el pedido. Para cervecerías y procesadores alimentarios, esto permite incorporar ALDC como una intervención técnica documentada, enfocada en el control del precursor de diacetilo y compatible con sistemas internos de calidad y trazabilidad .

Pedir Food Grade A-Acetolactate Decarboxylase 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 Food Grade A-Acetolactate Decarboxylase →](#)

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. [Acetolactate Decarboxylase 732](#). *Creative-enzymes*.
2. [Federal Register :: Secondary Direct Food Additives Permitted in Food for Human Consumption; Alpha-Acetolactate Decarboxylase Enzyme Preparation](#). *Federalregister*.
3. Wang, Y., Sun, W., Zheng, S., Zhang, Y., & Bao, Y. (2019). [Genetic engineering of Bacillus sp. and fermentation process optimizing for diacetyl production..](#) *Journal of Biotechnology*, 301, 2-10 .

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.