

# Alpha-Acetolactate Decarboxylase per birrificazione: controllo del diacetile, maturazione più rapida e applicazioni in lager e dry hopping

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

**Alpha-Acetolactate Decarboxylase**, spesso abbreviata in **ALDC** o indicata come  **$\alpha$ -acetolactate decarboxylase**, è un enzima usato in birrificazione per ridurre la formazione di diacetile intervenendo sul suo precursore, l' $\alpha$ -acetolattato. Invece di “coprire” l’aroma burroso, ALDC converte l' $\alpha$ -acetolattato in acetoino prima che possa ossidarsi a diacetile, rendendo il controllo dei VDK più prevedibile durante la fermentazione <sup>[1]</sup>.

## Che cos'è Alpha-Acetolactate Decarboxylase per uso birrario

**Alpha-Acetolactate Decarboxylase For Brewing Industry** è un coadiuvante enzimatico destinato alla gestione dei **vicinal diketones**, o **VDK**, nella produzione di birra. Il VDK di maggiore interesse è il **diacetile**, associato a note sensoriali burrose, “butterscotch” o a una sensazione di bocca scivolosa quando supera il livello compatibile con lo stile. Gli studi dedicati all’effetto dell' $\alpha$ -acetolactate decarboxylase sul contenuto di diacetile nella birra confermano che l’enzima agisce come strumento tecnologico per ridurre questo composto nel processo brassicolo <sup>[1]</sup>.

Nel metabolismo del lievito birrario, l' $\alpha$ -acetolattato è legato alla biosintesi della valina. Una quota del precursore può fuoriuscire dalla cellula; nel mosto o nella birra giovane può quindi trasformarsi chimicamente in diacetile. Il lievito è in grado di ridurre il diacetile in composti meno impattanti, ma questa fase richiede tempo e dipende dalle condizioni fermentative, dalla vitalità cellulare e dalla temperatura di maturazione <sup>[2]</sup>.

ALDC modifica il percorso a monte: intercetta l' $\alpha$ -acetolattato e lo decarbossila direttamente ad **acetoino**, riducendo la quantità di precursore disponibile per formare diacetile. Per questo motivo l’enzima è più correttamente descritto come uno strumento di **prevenzione della formazione di diacetile**, non come una correzione tardiva equivalente alla rimozione del diacetile già presente <sup>[3]</sup>.

Enzymes.bio rende disponibile Alpha-Acetolactate Decarboxylase per applicazioni birrarie B2B come prodotto acquistabile direttamente online in unità da **1 kg**. Enzymes.bio è un **fornitore**, non un produttore né un laboratorio analitico; il **Certificato di Analisi (CoA)** e la **Scheda di Dati di Sicurezza (SDS)** sono forniti insieme all'ordine.

## Perché il diacetile è un problema tecnico in birrificio

---

Il diacetile non è sempre indesiderato in assoluto: in alcuni profili tradizionali può essere tollerato a livelli molto bassi. Tuttavia, nella maggior parte delle lager moderne, pilsner, helles, birre chiare pulite, birre analcoliche o a bassa intensità aromatica e prodotti ad alta ripetibilità industriale, una nota burrosa evidente viene percepita come difetto. Per questo il controllo dei VDK è una parte critica della stabilizzazione sensoriale della birra <sup>[4]</sup>.

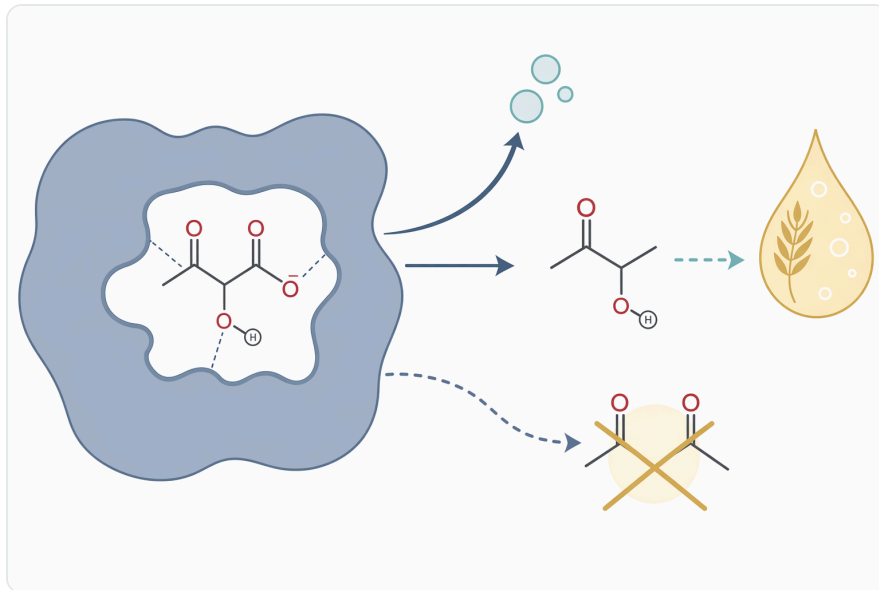
Il problema è particolarmente rilevante perché il diacetile può apparire o riapparire in fasi diverse. Può formarsi durante la fermentazione primaria, durante la maturazione, oppure in seguito a una ripresa fermentativa quando nel prodotto restano zuccheri fermentescibili o precursori. La gestione tradizionale prevede tempo sufficiente perché il lievito riassorba e riduca il diacetile, ma questo tempo occupa serbatoi, allunga il ciclo produttivo e può aumentare il consumo energetico, soprattutto nelle lager a bassa temperatura <sup>[2]</sup>.

L'impiego di ALDC risponde a un'esigenza industriale concreta: diminuire la probabilità che il precursore  $\alpha$ -acetolattato diventi diacetile e, di conseguenza, rendere meno vincolante la fase di maturazione dedicata alla riduzione dei VDK. Il lavoro tecnico sulla riduzione dei tempi di maturazione mantenendo la qualità ha identificato l'uso di ALDC come uno degli strumenti utili per accelerare il percorso verso una birra sensorialmente pronta <sup>[4]</sup>.

## Meccanismo d'azione: dal precursore al composto meno critico

---

Il meccanismo può essere riassunto in una sequenza semplice. Durante la crescita e la fermentazione, il lievito produce  $\alpha$ -acetolattato. Senza intervento enzimatico, questo intermedio può subire una decarbossilazione ossidativa non enzimatica e dare origine a diacetile. ALDC introduce una via alternativa: decarbossila direttamente l' $\alpha$ -acetolattato in acetoino, evitando il passaggio attraverso il diacetile <sup>[3]</sup>.



**Figure 1.** ALDC는 알파-아세토락테이트를 직접 아세트인으로 전환해, 향미에 영향을 주는 디아세틸로 이어질 전구물질의 흐름을 줄입니다.

La reazione tecnologicamente desiderata è:



Dal punto di vista pratico, il valore dell'enzima nasce dal momento in cui agisce. Se ALDC è presente quando il lievito produce e rilascia  $\alpha$ -acetolattato, il precursore viene deviato verso acetoino prima che il diacetile si accumuli. Questo spiega perché l'aggiunta in fermentazione, e in particolare nelle fasi iniziali, è coerente con il meccanismo biochimico dell'enzima [5].

Gli studi strutturali su acetolactate decarboxylase hanno chiarito che l'enzima non è una generica "proteina anti-difetto", ma un catalizzatore con una specificità funzionale per la trasformazione dell'acetolattato. Questa distinzione è importante per la comunicazione tecnica: ALDC non deve essere descritta come un trattamento universale per qualsiasi nota burrosa, ma come un intervento mirato sul precursore del diacetile [3].

## Percorso naturale e percorso con ALDC: confronto tecnico

Aspetto del processo	Fermentazione senza ALDC	Fermentazione con ALDC
Intermedio chiave	Il lievito produce $\alpha$ -acetolattato come intermedio collegato alla biosintesi della valina	Il lievito produce comunque $\alpha$ -acetolattato, ma l'enzima lo intercetta nel mezzo fermentativo

Aspetto del processo	Fermentazione senza ALDC	Fermentazione con ALDC
Destino del precursore	Una parte dell' $\alpha$ -acetolattato può trasformarsi chimicamente in diacetile	L' $\alpha$ -acetolattato viene convertito direttamente in acetoino
Impatto sensoriale potenziale	Maggiore rischio di note burrose se il diacetile si accumula o non viene ridotto in tempo	Minore formazione del composto responsabile del difetto, con profilo più pulito
Dipendenza dalla maturazione	Maggiore dipendenza da tempo, temperatura e attività del lievito per ridurre il diacetile	Possibile riduzione del carico di maturazione legato ai VDK
Uso più razionale	Diacetyl rest e maturazione adeguata rimangono centrali	Applicazione preventiva durante la fermentazione, non correzione tardiva di prodotto già difettoso

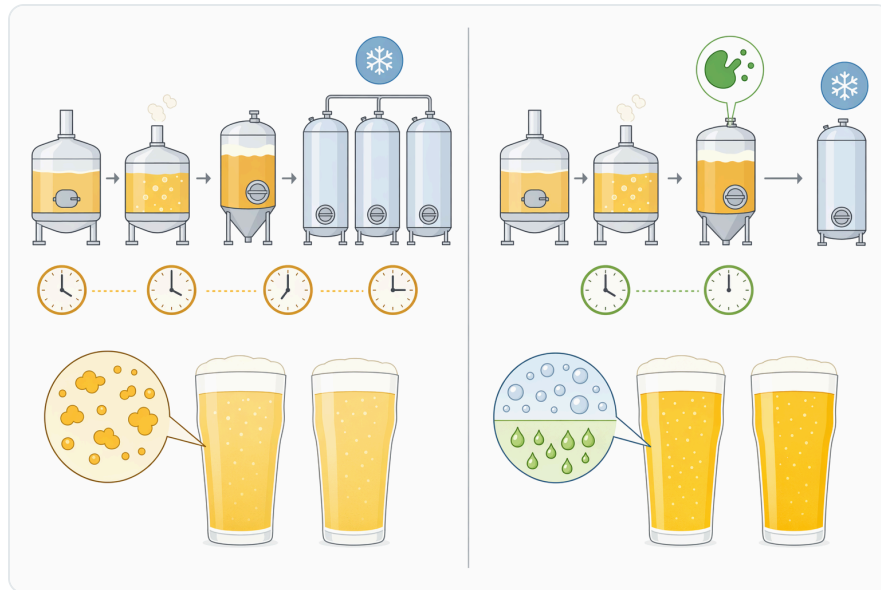
La tabella evidenzia il punto essenziale: ALDC non elimina la necessità di una fermentazione sana, ma riduce la formazione del composto che rende necessarie lunghe attese di maturazione. Le ricerche sulla maturazione della birra con  $\alpha$ -acetolactate decarboxylase hanno storicamente collocato l'enzima proprio in questo contesto: accelerare la maturazione riducendo il problema del diacetile alla radice <sup>[2]</sup>.

## Evidenze scientifiche sull'effetto di ALDC nella birra

Uno studio specificamente dedicato all'**effetto di  $\alpha$ -acetolactate decarboxylase sul contenuto di diacetile della birra** riporta l'impiego dell'enzima come mezzo per abbassare il livello di diacetile nel prodotto fermentato. La rilevanza applicativa è diretta: non si tratta solo di un meccanismo teorico, ma di un intervento valutato nel contesto birrario <sup>[1]</sup>.

Già negli anni Ottanta, lavori sulla **maturazione della birra con  $\alpha$ -acetolactate decarboxylase** avevano descritto l'uso dell'enzima per modificare la dinamica del diacetile durante la fase di maturazione. Questo è un punto importante per i birrifici: il vantaggio non si limita al valore sensoriale finale, ma riguarda anche il tempo necessario per arrivare a un profilo conforme <sup>[2]</sup>.

La letteratura successiva sulla riduzione del tempo di maturazione e sul mantenimento della qualità ha consolidato il ruolo di ALDC come strumento per rendere il processo più efficiente. La logica è particolarmente adatta ai processi in cui la disponibilità dei tank limita la capacità produttiva: se la birra raggiunge prima un profilo VDK accettabile, il ciclo di produzione può diventare più prevedibile <sup>[4]</sup>.



**Figure 2.** 기존의 디아세틸 관리는 디아세틸이 생성된 뒤 효모가 이를 환원하는데 의존하지만, ALDC를 활용한 관리는 그보다 앞선 단계인 알파-아세토락테이트에 작용합니다.

Le evidenze non vanno però interpretate come autorizzazione a comprimere indiscriminatamente ogni fase. La maturazione non serve solo al diacetile: contribuisce anche alla stabilizzazione del profilo gustativo, alla sedimentazione, all'armonizzazione della birra e alla gestione di altri composti fermentativi. ALDC riduce un collo di bottiglia importante, ma non sostituisce il giudizio tecnico del birrifico [4].

## Evidenze da lieviti ingegnerizzati e studi genetici

Una parte consistente della ricerca storica su ALDC in birrificazione ha riguardato l'espressione di geni batterici di  $\alpha$ -acetolactate decarboxylase in lieviti da birra. Il lavoro sulla sequenza nucleotidica e l'espressione del gene di **Enterobacter aerogenes** nel lievito birrario ha dimostrato che l'introduzione della capacità ALDC nel contesto del lievito può ridurre la formazione di diacetile durante la fermentazione [6].

Altri studi hanno valutato l'integrazione cromosomica di geni batterici di ALDC in ceppi di lievito da birra. Questi lavori sono rilevanti non perché l'utilizzatore debba impiegare lieviti modificati, ma perché confermano il principio biochimico: quando l'attività ALDC è presente nel sistema fermentativo, il flusso del precursore viene deviato e la formazione di diacetile diminuisce [7].

Un ulteriore esempio è la costruzione di un lievito birrario con gene di  $\alpha$ -acetolactate decarboxylase da **Acetobacter aceti ssp. xylinum** integrato nel genoma. Anche in questo caso, il valore tecnico è la prova del nesso tra presenza dell'enzima, metabolismo del precursore e riduzione del diacetile nel

contesto della fermentazione birraria <sup>[8]</sup>.

Sono stati studiati anche sistemi di espressione regolati da promotori, con l'obiettivo di ottenere lieviti birrari non produttori di diacetile o a produzione fortemente ridotta. Questi approcci rientrano nella ricerca biotecnologica, mentre l'uso di ALDC come coadiuvante di processo offre una via applicativa diversa: aggiungere l'enzima al processo senza modificare il ceppo di lievito utilizzato dal birrificio <sup>[9]</sup>.

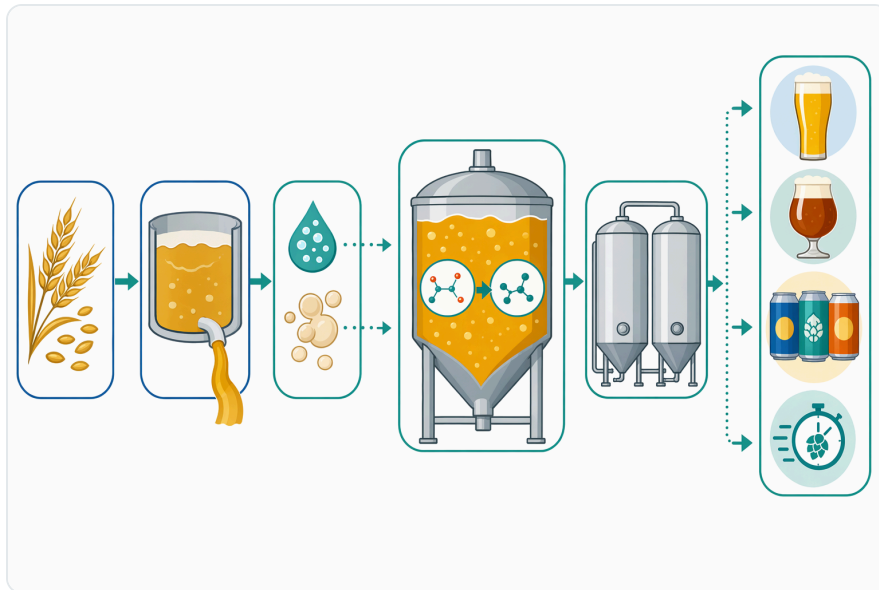
## Cosa insegnano gli studi su batteri lattici e metabolismo del citrato

---

Gli studi su microrganismi lattici aiutano a comprendere la funzione fisiologica di ALDC e il legame tra  $\alpha$ -acetolattato, acetoino e diacetile. In **Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis**, l'inattivazione dell' $\alpha$ -acetolactate decarboxylase modifica la produzione di  $\alpha$ -acetolattato e diacetile, mostrando che l'enzima è un nodo reale del metabolismo dei composti aromatici carbonilici <sup>[10]</sup>.

Anche i lavori sul cometabolismo glucosio/citrato in ceppi con ALDC compromessa mostrano che quando l'attività dell'enzima viene ridotta o alterata, cambiano le proporzioni tra precursori e prodotti aromatici. Per la birrificazione, il messaggio non è che il metabolismo lattico sia identico a quello del lievito, ma che ALDC controlla un passaggio biochimico effettivo e misurabile <sup>[11]</sup>.

Studi su mutanti spontanei di **Streptococcus thermophilus** privi di  $\alpha$ -acetolactate decarboxylase confermano ulteriormente che l'assenza dell'enzima incide sul profilo metabolico. Queste evidenze trasversali rafforzano la comprensione meccanicistica dell'ALDC, utile quando si spiega perché il suo impiego in birrificio è preventivo e non cosmetico <sup>[12]</sup>.



**Figure 3.** ALDC는 알파-아세토락테이트가 생성되는 동안 작용할 수 있도록 냉각된 맥주 이송, 효모 접종, 또는 발효 초기 단계에 투입하는 것이 가장 적합합니다.

## Applicazioni principali in birrificio

### Lager, pilsner, helles e birre a profilo pulito

Le lager sono l'applicazione più intuitiva per ALDC. La fermentazione a temperatura più bassa, il profilo aromatico pulito e la scarsa tolleranza verso note burrose rendono il controllo del diacetile particolarmente importante. La maturazione tradizionale può richiedere tempi prolungati proprio perché il lievito deve ridurre il diacetile formatosi durante o dopo la fermentazione primaria <sup>[2]</sup>.

In questi stili, ALDC contribuisce a rendere più prevedibile la transizione da birra giovane a birra pronta. Riducendo la formazione del diacetile, l'enzima può diminuire la dipendenza da diacetyl rest estesi e da lunghe attese dedicate esclusivamente ai VDK. Questo beneficio è particolarmente rilevante quando il birrificio vuole mantenere un profilo sensoriale pulito senza aumentare inutilmente il tempo di permanenza in tank <sup>[4]</sup>.

### Birre ad alta rotazione produttiva

Nei birrifici con programmazione serrata, la variabilità dei tempi di maturazione può creare problemi operativi: un lotto che richiede più tempo per scendere sotto il livello sensoriale desiderato di diacetile occupa fermentatori o maturatori e ritarda la produzione successiva. ALDC non aumenta la capacità fisica dell'impianto, ma può ridurre un fattore biologico che spesso rallenta il rilascio del lotto <sup>[4]</sup>.

Per questo l'enzima è utile non solo nelle grandi lager industriali, ma anche in brewpub e birrifici artigianali con linee pulite e programmazione frequente. Il beneficio più realistico è la **maggiore prevedibilità**: minore rischio di scoprire tardi una nota burrosa e dover prolungare la sosta o rielaborare la pianificazione <sup>[1]</sup>.

### Ale pulite e birre ibride

Sebbene ALDC venga spesso associata alle lager, può essere pertinente anche in ale dal profilo neutro o in birre ibride dove il diacetile non è desiderato. Kölsch-style, cream ale, blonde ale pulite, pseudo-lager e altre birre fermentate con profilo controllato possono trarre vantaggio da una riduzione preventiva dei VDK, soprattutto se la rotazione produttiva è rapida <sup>[5]</sup>.

In queste applicazioni il punto non è trasformare il carattere dello stile, ma evitare che una deviazione fermentativa domini il profilo aromatico. Quando il birrificio punta a esprimere malto, luppolo o pulizia fermentativa, il controllo dell' $\alpha$ -acetolattato diventa un modo per proteggere l'intenzione sensoriale del prodotto <sup>[1]</sup>.

### Dry hopping, hop creep e formazione tardiva di diacetile

Il **dry hopping** può complicare la gestione del diacetile quando induce o accompagna una ripresa fermentativa, spesso descritta come **hop creep**. Se residui fermentescibili vengono resi disponibili e il lievito riprende attività, può essere prodotto nuovo  $\alpha$ -acetolattato; questo apre la possibilità di formazione tardiva di diacetile, anche dopo una fermentazione primaria apparentemente conclusa <sup>[13]</sup>.

In questo scenario ALDC può essere considerata uno strumento preventivo, ma con cautela. La sua efficacia dipende dal fatto che vi sia ancora precursore su cui agire e da condizioni compatibili con l'attività enzimatica; inoltre, il dry hopping introduce variabili sensoriali e microbiologiche che non si riducono al solo diacetile. Fonti tecniche del settore collegano l'uso di ALDC alla gestione dei VDK in contesti di dry hop, ma il processo deve restare governato da controllo fermentativo, igiene e valutazione sensoriale <sup>[13]</sup>.



**Figure 4.** ALDC는 깔끔한 라거, 빠른 생산 일정, 고비중 발효, 효모 재사용 프로그램, 드라이 홉핑 맥주, 섬세하고 중립적인 스타일에서 흔히 유용합니다.

## Condizioni di processo che influenzano l'efficacia

ALDC funziona meglio quando è presente nel momento in cui l' $\alpha$ -acetolattato viene generato. Per questo l'aggiunta all'inizio della fermentazione è la strategia più coerente: il precursore viene intercettato prima che si trasformi in diacetile. L'aggiunta tardiva può avere senso solo se esiste ancora  $\alpha$ -acetolattato o se si prevede nuova formazione del precursore, ad esempio in una ripresa fermentativa [5].

Il **pH** è una variabile importante perché l'attività degli enzimi dipende dall'ambiente chimico. In generale, la birra finita presenta condizioni diverse dal mosto in fermentazione; ciò contribuisce a spiegare perché ALDC viene discussa soprattutto come coadiuvante da usare in fermentazione e non come intervento finale su prodotto già stabilizzato [5].

Anche la **temperatura** incide sulla cinetica complessiva del sistema. La conversione enzimatica, la trasformazione chimica dell' $\alpha$ -acetolattato in diacetile e la capacità del lievito di ridurre i composti carbonilici sono tutte influenzate dalla temperatura. Nelle lager, dove la fermentazione fredda rallenta molti processi biologici, la prevenzione a monte può risultare particolarmente utile [2].

La **salute del lievito** resta centrale. ALDC riduce la formazione di diacetile dal precursore, ma non corregge carenze nutrizionali, pitch rate inadeguato, ossigenazione iniziale errata, stress osmotico, contaminazioni o deviazioni di fermentazione. Un birrificio che usa ALDC senza controllare il lievito può ridurre un rischio specifico, ma non elimina le cause generali di instabilità fermentativa [13].

## Limiti tecnici: cosa ALDC non fa

---

ALDC non deve essere presentata come un enzima che “rimuove” qualunque quantità di diacetile già formato. Il suo substrato tecnologicamente rilevante è l' $\alpha$ -acetolattato: se il diacetile è già presente a livelli sensorialmente elevati, la riduzione dipenderà ancora dalla capacità del lievito e dalle condizioni di maturazione, non da una conversione diretta del diacetile da parte di ALDC [3].

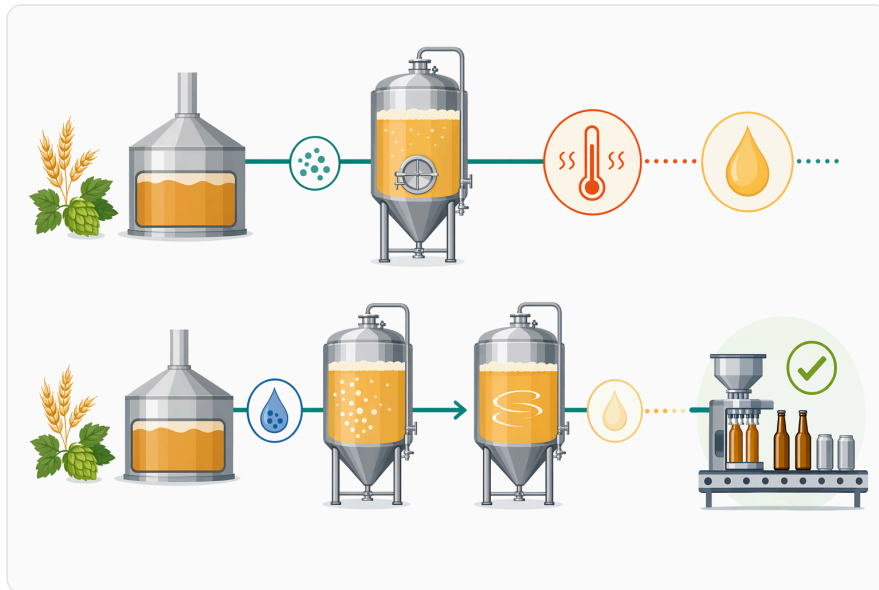
L'enzima non sostituisce il **diacetyl rest** quando questo è richiesto dal processo specifico. In molti casi può ridurre la necessità o l'intensità, ma la decisione operativa deve basarsi sul profilo del lotto, sullo stile, sulla cinetica fermentativa e sulla verifica interna del birrificio. La letteratura sulla maturazione con ALDC supporta la riduzione del carico legato al diacetile, non l'eliminazione indiscriminata di ogni fase di affinamento [2].

ALDC non sostituisce nemmeno l'igiene. Alcune contaminazioni microbiche possono produrre composti indesiderati o alterare il metabolismo del prodotto; in questi casi l'enzima può ridurre una via di formazione del diacetile, ma non risolve la causa microbiologica. La gestione dei VDK deve quindi restare integrata in un sistema di qualità che includa pulizia, sanificazione, controllo del lievito e tracciabilità di processo [13].

## Uso come coadiuvante di processo: indicazioni generali senza dosaggi

---

In ambito birrario, Alpha-Acetolactate Decarboxylase viene normalmente considerata un **coadiuvante di processo**. La logica applicativa è inserirla nel flusso produttivo quando il precursore del diacetile viene prodotto, cioè durante la fermentazione attiva o in momenti in cui si prevede una ripresa metabolica. Le indicazioni tecniche disponibili per prodotti ALDC commerciali confermano questa impostazione preventiva [5].



**Figure 5.** ALDC는 디아세틸 생성을 줄여 숙성이 장시간의 후반 정리 단계에 덜 의존하도록 만들 수 있습니다.

Questo articolo non riporta valori specifici di attività enzimatica, unità di attività, metodi analitici o definizioni di unità. Tali elementi non sono necessari per comprendere il meccanismo e dipendono dalla documentazione del prodotto acquistato. Per l'uso operativo, il birrificio deve fare riferimento all'etichetta e ai documenti forniti con l'ordine.

L'integrazione corretta di ALDC richiede coerenza con il processo esistente. Un birrificio che produce lager a bassa temperatura, ad esempio, può usare l'enzima per ridurre il rischio di accumulo di diacetile, ma deve comunque monitorare attenuazione, profilo sensoriale, stabilità e tempi di maturazione. L'enzima migliora il controllo di una variabile chiave, non sostituisce la conduzione della fermentazione [4].

## Stabilità qualitativa e interpretazione dei risultati

Il beneficio più solido di ALDC è la riduzione del rischio di formazione di diacetile. Questo può tradursi in una birra più pulita, in una minore variabilità tra lotti e in tempi di maturazione più prevedibili. Tuttavia, il risultato percepito dipende anche dallo stile: una pilsner molto neutra renderà evidente anche una piccola differenza di VDK, mentre una birra molto luppolata o maltata può mascherare parzialmente deviazioni lievi [1].

È utile distinguere tra **riduzione chimica del rischio** e **percezione sensoriale finale**. ALDC agisce sul precursore; il consumatore percepisce invece l'insieme di aroma, gusto, corpo, carbonazione, amaro, equilibrio maltato e stabilità. Una riduzione del diacetile non garantisce automaticamente una birra eccellente, ma rimuove una delle cause più comuni di difetto in stili puliti [2].

Quando il birrifico valuta l'adozione di ALDC, dovrebbe ragionare sul punto del processo in cui il diacetile crea il maggiore vincolo: fermentazione primaria, maturazione fredda, dry hopping, rilascio rapido del lotto o stabilità tra confezionamento e distribuzione. Questa analisi di processo aiuta a usare l'enzima nel modo più coerente con il suo meccanismo, evitando aspettative irrealistiche [13].

## Sviluppi tecnologici e ricerca su ALDC

La ricerca su ALDC non si è limitata all'applicazione diretta in birra. Studi di purificazione, cristallizzazione e analisi strutturale hanno contribuito a chiarire la natura dell'enzima e a fornire basi per comprenderne il meccanismo catalitico. Queste informazioni sono importanti perché spiegano perché l'enzima sia selettivo per il precursore e perché il suo uso preventivo sia più logico di un intervento tardivo [14].

L'espressione di geni ALDC in diversi sistemi microbici è stata studiata anche per migliorare o comprendere la produzione dell'enzima. La clonazione e l'espressione di  $\alpha$ -acetolattate decarboxylase da **Bacillus licheniformis** in sistemi come **E. coli** e **Saccharomyces cerevisiae** rientrano in questa linea di ricerca e mostrano l'interesse industriale verso fonti e piattaforme diverse [15].



Figure 6. ALDC는 알파-아세토락테이트를 대상으로 하는 예방적 관리 지점이며, 이미 축적된 디아세틸을 제거하지는 않습니다.

Questi sviluppi non cambiano il messaggio per il birrifico: qualunque sia l'origine o la tecnologia a monte, la funzione applicativa resta la stessa, cioè ridurre la disponibilità di  $\alpha$ -acetolattato per la formazione di diacetile. La differenza pratica tra prodotti riguarda la documentazione, le condizioni d'uso e l'integrazione nel processo, non il principio fondamentale della reazione [3].

## Alpha-Acetolactate Decarboxylase disponibile tramite Enzymes.bio

---

Enzymes.bio fornisce Alpha-Acetolactate Decarboxylase per applicazioni birrarie come prodotto B2B acquistabile online in unità da **1 kg**. L'articolo è destinato a birrifici, brewpub e produttori di bevande fermentate che desiderano integrare un coadiuvante enzimatico per il controllo del diacetile nel proprio processo produttivo.

Enzymes.bio non è un produttore e non è un laboratorio analitico. Il ruolo del fornitore è rendere disponibile il prodotto e la documentazione associata all'ordine; **CoA** e **SDS** sono forniti insieme all'acquisto. Le istruzioni operative specifiche da seguire sono quelle riportate sulla documentazione del prodotto ricevuto.

Per l'utilizzatore tecnico, il punto chiave è comprendere cosa aspettarsi dall'enzima: ALDC riduce la formazione del diacetile agendo sull' $\alpha$ -acetolattato, può contribuire ad abbreviare o rendere più prevedibile la maturazione legata ai VDK e supporta la produzione di birre pulite quando viene integrata correttamente nella fermentazione <sup>[1]</sup>.

### Sintesi tecnica finale

---

Alpha-Acetolactate Decarboxylase è uno degli enzimi più rilevanti per il controllo del diacetile in birrificazione perché interviene prima che il difetto si formi. Convertendo l' $\alpha$ -acetolattato in acetoino, riduce il percorso chimico che porta al diacetile e rende più gestibile una delle principali cause di note burrose nella birra <sup>[3]</sup>.

Le evidenze disponibili supportano il suo impiego in lager, birre a profilo pulito, processi a rotazione rapida e situazioni in cui il rischio di VDK limita il rilascio del lotto. Gli studi sulla maturazione con ALDC e sulla riduzione dei tempi mantenendo la qualità mostrano che il valore dell'enzima è sia sensoriale sia operativo <sup>[2]</sup>.

Il suo uso deve però restare tecnicamente corretto: ALDC non sostituisce lievito sano, igiene, controllo della fermentazione o maturazione quando necessaria. È un coadiuvante preventivo, mirato al precursore del diacetile, da integrare in un processo birrario ben gestito. Enzymes.bio lo rende disponibile online in unità da 1 kg, con CoA e SDS forniti insieme all'ordine.

## Ordina Alpha-Acetolactate Decarboxylase For Brewing Industry 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 Alpha-Acetolactate Decarboxylase For Brewing Industry →](#)

## 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. Choi, E., Ahn, H., & Kim, W. (2015). Effect of  $\alpha$ -acetolactate decarboxylase on diacetyl content of beer. *Food Science and Biotechnology*, 24, 1373-1380.
2. Godtfredsen, S., & Ottesen, M. (1982). Maturation of beer with  $\alpha$ -acetolactate decarboxylase. *Carlsberg Research Communications*, 47, 93-102.
3. Marlow, V. A., Rea, D., Wills, M., & Fülöp, V. (2012). Structural insights into the mechanism of acetolactate decarboxylase. *The FASEB Journal*, 26.
4. Hannemann, W. (2002). Reducing beer maturation time and retaining quality.
5. Abv Alpha Acetolactate Decarboxylase. *Lallemandbrewing*.
6. Sone, H., Fujii, T., Kondo, K., Shimizu, F., Tanaka, J., Inoue, T., Erdal, K., ... et al. (1988). Nucleotide sequence and expression of the *Enterobacter aerogenes* alpha-acetolactate decarboxylase gene in brewer's yeast. *Applied and Environmental Microbiology*, 54, 38 - 42.
7. Blomqvist, K., Suihko, M., Knowles, J., & Penttilä, M. (1991). Chromosomal Integration and Expression of Two Bacterial  $\alpha$ -Acetolactate Decarboxylase Genes in Brewer's Yeast. *Applied and Environmental Microbiology*, 57, 2796 - 2803.
8. Yamano, S., Kondo, K., Tanaka, J., & Inoue, T. (1994). Construction of a brewer's yeast having alpha-acetolactate decarboxylase gene from *Acetobacter aceti* ssp. *xylum* integrated in the genome. *Journal of Biotechnology*, 32 2, 173-8 .
9. Onnela, M., Suihko, M., Penttilä, M., & Keränen, S. (1996). Use of a modified alcohol dehydrogenase, ADH1, promoter in construction of diacetyl non-producing brewer's yeast. *Journal of Biotechnology*, 49 1-3, 101-9 .
10. Aymes, F., Monnet, C., & Corrieu, G. (1999). Effect of alpha-acetolactate decarboxylase inactivation on alpha-acetolactate and diacetyl production by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis*. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 87 1, 87-92 .
11. Curic, M., Richelieu, M., Henriksen, C. M., Jochumsen, K. V., Villadsen, J., & Nilsson, D. (1999). Glucose/citrate cometabolism in *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* with impaired alpha-acetolactate decarboxylase. *Metabolic Engineering*, 1 4, 291-8 .

12. Monnet, C., & Corrieu, G. (2007). Selection and properties of alpha-acetolactate decarboxylase-deficient spontaneous mutants of *Streptococcus thermophilus*. *Food microbiology*, 24 6, 601-6 .
13. Understanding Vdks In Brewing How Aldc Can Enhance Your Beer. *Brewing-products*.
14. Najmudin, S., Andersen, J. T., Patkar, S., Borchert, T., Crout, D., & Fülöp, V. (2003). Purification, crystallization and preliminary X-ray crystallographic studies on acetolactate decarboxylase. *Acta Crystallographica Section D: Biological Crystallography*, 59 Pt 6, 1073-5 .
15. Qin, Y., Gao, D., & Wang, Z. (2000). [Alpha-acetolactate decarboxylase from *B. licheniformis* AS10106: cloning and expression gene in *E. coli* and *S. cerevisiae*]. *Yi chuan xue bao = Acta genetica Sinica*, 27 2, 165-9 .

## Contatta Enzymes.bio

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

EMAIL [wholesale@enzymes.bio](mailto: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.