

Alpha-Acétolactate Decarboxylase pour brasserie : réduction du diacétyle, fermentation plus maîtrisée et maturation accélérée

Équipe de recherche Enzymes.bio · Wellington, Nouvelle-Zélande · June 19, 2026

L'Alpha-Acétolactate Decarboxylase, ou ALDC, est une enzyme de procédé utilisée en brasserie pour limiter la formation de diacétyle en convertissant son précurseur, l' α -acétolactate, directement en acétoïne. Elle agit en amont du défaut aromatique beurré : elle ne masque pas le diacétyle et ne remplace pas une fermentation saine, mais elle aide à réduire la dépendance aux longues phases de maturation lorsque le diacétyle est le facteur limitant ^[1]. Enzymes.bio fournit cette enzyme aux utilisateurs professionnels en unité de 1 kg vendue directement en ligne ; le CoA et la SDS sont fournis avec la commande.

Comprendre le rôle de l'ALDC dans la maîtrise du diacétyle

L'Alpha-Acétolactate Decarboxylase est une enzyme qui catalyse la décarboxylation de l' α -acétolactate en acétoïne avec libération de dioxyde de carbone. Dans le procédé brassicole, cette réaction est importante parce que l' α -acétolactate est le précurseur direct d'une voie menant au diacétyle, composé associé à des notes de beurre, de caramel beurré ou de rance selon le niveau présent et le style de bière. Les pages techniques d'enzymes brassicoles décrivent cette utilisation comme une intervention ciblée sur le précurseur du diacétyle, ajoutée pendant la fermentation pour orienter la chimie du moût vers l'acétoïne plutôt que vers la formation de dicétones vicinales indésirables ^[1].

Pendant la fermentation, la levure produit de l' α -acétolactate dans le cadre de la biosynthèse de la valine. Une partie de cet intermédiaire peut être excrétée dans le moût, où il subit ensuite une conversion non enzymatique vers le diacétyle. La levure peut réduire le diacétyle en acétoïne puis en composés moins odorants, mais cette réduction dépend fortement de la vitalité levurienne, du temps de contact, de la température, de l'état nutritionnel et du calendrier de maturation. L'intérêt de l'ALDC est de court-circuiter cette étape limitante en transformant l' α -acétolactate avant qu'il ne devienne diacétyle ^[2].

La réaction simplifiée peut être représentée ainsi :

α -acétolactate → acétoïne + CO₂

ALDC

Cette logique explique pourquoi l'ALDC est avant tout un outil de prévention de la formation du diacétyl, et non un correcteur universel d'une bière déjà chargée en diacétyl. Les fournisseurs spécialisés en brasserie insistent sur l'ajout précoce, généralement autour du démarrage fermentaire, afin que l'enzyme soit présente lorsque la levure libère l' α -acétolactate ^[1]. Cette distinction est essentielle : si le défaut est déjà installé, si la levure est incapable de réduire les composés formés ou si une contamination bactérienne produit du diacétyl, l'enzyme ne remplace pas le contrôle microbiologique, la gestion de la levure et les pratiques de fermentation.

Pourquoi le diacétyl est un enjeu industriel en brasserie

Le diacétyl appartient aux dicétones vicinales, une famille de composés particulièrement suivie dans les bières à profil propre. Dans certains styles, de très faibles notes beurrées peuvent être tolérées, mais dans les lagers, pilsners, helles, kölsch, bières blondes neutres, bières sans alcool fermentées ou bases destinées à l'aromatisation, le diacétyl est généralement considéré comme un écart sensoriel. Les recherches sur des levures brassicoles dotées d'activité ALDC montrent que la maîtrise de cette voie était déjà un objectif technologique majeur : réduire la présence de diacétyl dans la bière fermentée en agissant sur l' α -acétolactate ^[2].

Le coût industriel du diacétyl n'est pas uniquement sensoriel. Une bière peut avoir terminé sa fermentation extractive tout en nécessitant encore un repos diacétyl ou une maturation prolongée. Dans ce cas, la cuve reste occupée alors que la production d'alcool ou l'atténuation principale ne sont plus les étapes limitantes. Pour les brasseries, cette attente se traduit par une capacité de cuverie immobilisée, une planification moins flexible, des coûts de refroidissement ou de maintien thermique et un risque de variabilité entre lots. Les applications commerciales de l'ALDC mettent donc en avant la réduction du temps de maturation lorsque le diacétyl est le facteur qui retarde la libération du lot ^[3].

diacétyle. Cependant, cette stratégie dépend d'une biomasse levurienne en bon état, d'une température favorable et d'un temps suffisant. L'ALDC modifie l'équilibre en réduisant la quantité de diacétyle qui doit ensuite être gérée par cette voie de réduction levurienne ^[2].

Conversion enzymatique par l'ALDC

L'ALDC catalyse directement la conversion de l' α -acétolactate en acétoïne, sans passer par l'étape diacétyle. Dans la pratique, cela signifie qu'une partie du précurseur est transformée en un composé dont l'impact sensoriel est beaucoup moins critique que celui du diacétyle. Des approches génétiques ont utilisé l'introduction de séquences codant l' α -acétolactate décarboxylase dans des levures pour générer une activité capable de diminuer la production de diacétyle dans le moût fermenté, ce qui confirme la pertinence du mécanisme dans un contexte brassicole réel ^[5].

L'enzyme agit donc au niveau de la cinétique de formation, pas comme un agent de masquage aromatique. Elle ne modifie pas directement le profil houblonné, ne remplace pas l'oxygénation maîtrisée du moût, ne compense pas une levure fatiguée et ne corrige pas l'ensemble des causes possibles de faux goûts. Son domaine d'action est précis : réduire la disponibilité de l' α -acétolactate susceptible d'évoluer vers le diacétyle. Cette précision mécanistique est aussi ce qui rend l'outil utile, car le brasseur peut l'intégrer à une logique de contrôle ciblé plutôt qu'à une approche corrective générale ^[1].

Ce que montrent les travaux sur les levures et l'activité ALDC

Les premières approches appliquées à la brasserie ont notamment consisté à identifier ou construire des levures présentant une activité α -acétolactate décarboxylase. Une publication de Sone sur une levure de brasserie possédant une activité ALDC a montré l'intérêt de cette fonction dans la réduction du diacétyle, confirmant qu'une activité enzymatique présente pendant la fermentation pouvait modifier le devenir du précurseur ^[2]. Même si l'utilisation industrielle actuelle repose souvent sur l'ajout d'une préparation enzymatique, ces travaux sont importants parce qu'ils démontrent le principe dans une matrice fermentaire.

D'autres recherches ont exploré la modification de souches brassicoles pour améliorer leurs propriétés de fermentation et réduire les composés indésirables. Les travaux sur la mutagénèse de souches de brasserie visaient précisément l'amélioration de la performance fermentaire, une problématique qui inclut la régularité, la vitesse et la qualité sensorielle du produit final ^[6]. Ces démarches montrent que la maîtrise du diacétyle n'est pas un sujet isolé : elle s'inscrit dans une recherche plus large sur la physiologie de la levure et la stabilité des fermentations.

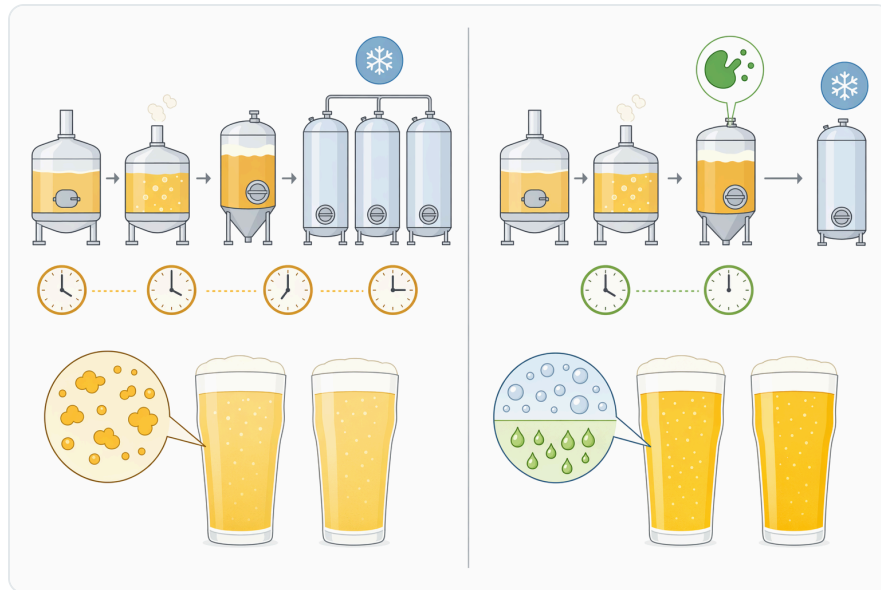


Figure 2. 기존의 디아세틸 관리는 디아세틸이 생성된 뒤 효모가 이를 환원하는데 의존하지만, ALDC를 활용한 관리는 그보다 앞선 단계인 알파-아세토락테이트에서 작용합니다.

L'expression contrôlée de gènes liés à l'ALDC dans des levures brassicoles a également été étudiée. L'utilisation d'un promoteur ADH1 modifié pour construire une levure de brasserie ne produisant pas de diacétyl illustre une stratégie claire : intégrer l'activité ALDC au métabolisme de fermentation afin de limiter la formation du composé indésirable [4]. Pour une brasserie qui utilise une enzyme exogène, le message scientifique reste le même : lorsque l'activité ALDC est disponible au bon moment, la voie de formation du diacétyl peut être réduite.

Ces résultats doivent toutefois être interprétés correctement. Une levure génétiquement modifiée, une souche mutée et une enzyme ajoutée au moût ne sont pas des solutions identiques sur le plan réglementaire, pratique ou commercial. Elles partagent cependant la même logique biochimique : intervenir sur l' α -acétolactate avant qu'il ne soit converti en diacétyl. C'est cette convergence entre mécanisme, études de levure et applications commerciales qui soutient l'usage de l'Alpha-Acétolactate Decarboxylase en brasserie [5].

Applications brassicoles typiques

Lagers, pilsners et bières à profil propre

Les lagers constituent l'application la plus intuitive de l'ALDC. Elles sont souvent fermentées à basse température, avec une attente sensorielle très stricte : finale nette, faible ester, faible soufre résiduel et absence de note beurrée. Lorsque le diacétyl devient le paramètre qui retarde la mise en garde ou le

conditionnement, l'ALDC peut aider à raccourcir la phase nécessaire à l'atteinte du profil souhaité. Les fiches commerciales d'enzymes ALDC destinées à la brasserie décrivent explicitement cet usage pour réduire le diacétyle et soutenir des calendriers de production plus efficaces [7].

Dans les pilsners, helles, festbiers et bières blondes de fermentation basse, l'enjeu n'est pas seulement de réduire une molécule isolée, mais de préserver la lisibilité du malt et l'équilibre général. Une faible note beurrée peut masquer la sécheresse, arrondir artificiellement la finale ou donner une impression de lourdeur. L'ALDC aide à préserver le profil propre attendu, à condition que la fermentation produise par ailleurs un profil conforme au style. Elle ne remplace donc pas la sélection de levure, la gestion des températures ou le suivi de l'atténuation [8].

Ales neutres, bières rapides et procédés à rotation élevée

L'ALDC peut aussi présenter un intérêt pour des ales à fermentation rapide lorsque la brasserie cherche à limiter le temps de cuve sans prendre le risque d'un relargage de diacétyle. Les bières blondes, cream ales, kölsch-style, bières de base pour aromatisation ou bières destinées à une filtration rapide sont des cas où la neutralité aromatique compte fortement. Dans ces matrices, l'enzyme peut contribuer à limiter la formation du défaut beurré pendant que la levure termine son travail fermentaire [3].

L'intérêt est plus marqué lorsque le temps de maturation est dimensionné par la réduction du diacétyle plutôt que par d'autres contraintes. Si la bière doit de toute manière attendre pour stabilisation colloïdale, clarification, intégration aromatique, carbonatation naturelle ou maturation d'un houblonnage, le gain de temps lié à l'ALDC peut être moins visible. L'enzyme est donc à considérer comme un outil de réduction d'un goulot spécifique, non comme une accélération globale de toutes les étapes de production [1].

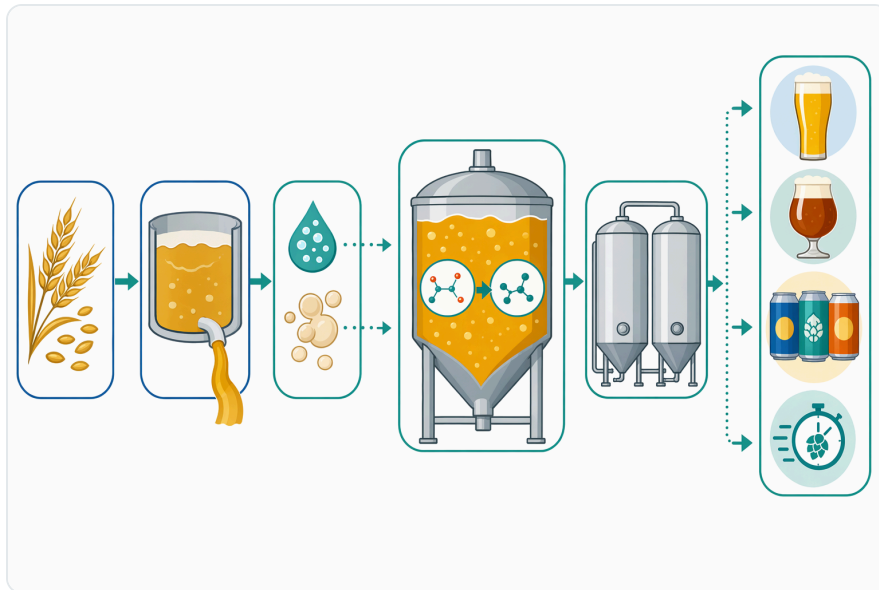


Figure 3. ALDC는 냉각된 맥즙 이송, 효모 접종 또는 발효 초기에 투입하는 것이 가장 적합하며, 이때 생성되는 알파-아세토락테이트에 작용할 수 있습니다.

Gestion des risques liés au houblonnage à froid et aux fermentations prolongées

Dans certaines bières houblonnées à froid, des enzymes issues du houblon peuvent libérer des sucres fermentescibles tardivement, phénomène souvent associé au “hop creep”. Cette refermentation secondaire peut s’accompagner d’une production supplémentaire de précurseurs, dont l’ α -acétolactate, et donc d’un risque de diacétyle si la levure n’est pas en mesure de réduire rapidement les composés formés. Les fournisseurs d’ALDC évoquent cette application comme une aide possible dans la prévention du diacétyle, sans pour autant supprimer les causes enzymatiques du hop creep lui-même [1].

Là encore, le mécanisme impose une lecture prudente. Si le houblonnage à froid déclenche une refermentation, l’ALDC peut agir sur l’ α -acétolactate produit dans cette phase si les conditions restent favorables à l’enzyme. Mais elle ne bloque pas la dégradation des dextrines, ne stabilise pas à elle seule la densité finale et ne remplace pas la validation du profil fermentaire. Elle réduit un risque sensoriel lié au précurseur du diacétyle, dans les limites du procédé [3].

Comparaison : fermentation sans ALDC et fermentation avec ALDC

Aspect du procédé	Sans Alpha-Acétolactate Decarboxylase	Avec Alpha-Acétolactate Decarboxylase
Devenir de l’ α -acétolactate	Une fraction peut être convertie chimiquement en diacétyle dans le moût ou la bière.	L’enzyme oriente l’ α -acétolactate vers l’acétoïne avant la formation du diacétyle.

Aspect du procédé	Sans Alpha-Acétolactate Decarboxylase	Avec Alpha-Acétolactate Decarboxylase
Gestion du diacétyl	Dépend fortement de la réabsorption et de la réduction par la levure pendant le repos ou la maturation.	Réduit la charge de diacétyl à gérer par la levure, car moins de précurseur devient diacétyl.
Temps de maturation	Peut être prolongé si le diacétyl reste au-dessus de l'objectif sensoriel interne.	Peut être raccourci lorsque le diacétyl est le principal facteur limitant.
Sensibilité au procédé	Très dépendante de la vitalité levurienne, de la température, du pH et du temps.	Toujours dépendante du procédé, mais avec une intervention enzymatique ciblée sur le précurseur.
Limite principale	Attente nécessaire pour que la levure réduise le diacétyl déjà formé.	Ne supprime pas un diacétyl déjà présent à un niveau élevé et ne corrige pas une contamination.
Usage typique	Fermentations où la maturation classique suffit ou où le diacétyl n'est pas critique.	Lagers, bières propres, procédés à rotation élevée et contextes où la maîtrise du diacétyl conditionne le planning.

Ce tableau résume la différence opérationnelle principale : l'ALDC n'ajoute pas une étape corrective en fin de fabrication, elle déplace le flux chimique plus tôt dans la fermentation. Les descriptions commerciales d'ALDC brassicole insistent sur cette logique d'ajout au début de la fermentation et de réduction de la formation du diacétyl plutôt que sur une élimination tardive du composé déjà formé [1].

Paramètres de procédé qui influencent le résultat

Le moment d'ajout est l'un des paramètres les plus importants. L'ALDC est généralement utilisée au début de la fermentation, souvent au moment où le moût estensemencé, parce que l'enzyme doit être présente pendant la production et l'excrétion de l' α -acétolactate. Un ajout tardif, une fois que le diacétyl est déjà formé, correspond moins bien au mécanisme enzymatique. Les données de produits brassicoles décrivent ainsi l'ALDC comme un additif de fermentation visant à empêcher la formation de diacétyl à partir de l' α -acétolactate [7].

Le pH et la température conditionnent également la performance observée. Comme toute enzyme, l'ALDC possède une plage de fonctionnement dans laquelle son activité est plus favorable, et la matrice bière évolue au cours de la fermentation : le pH baisse, l'alcool augmente, les composés dissous

changent et la levure modifie l'environnement redox. Même sans détailler de méthode analytique, il faut retenir que le résultat dépend de la présence de l'enzyme au bon moment dans une matrice compatible avec son action [1].

La souche de levure reste déterminante. Deux souches peuvent produire des niveaux différents d' α -acétolactate, réabsorber le diacétyle à des vitesses différentes et réagir différemment à la température ou à la pression. Les travaux sur l'amélioration de levures brassicoles montrent que la performance fermentaire, y compris la gestion des composés indésirables, dépend de caractéristiques propres à la souche [6]. L'ALDC peut réduire la formation du diacétyle issue du précurseur, mais elle ne rend pas toutes les levures équivalentes.



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

La composition du moût influence aussi la dynamique. Les niveaux d'acides aminés, la disponibilité en valine, la densité initiale, l'oxygénation et la présence d'adjoints peuvent modifier le métabolisme de la levure. Une fermentation sous stress peut produire plus de composés indésirables ou réduire moins efficacement ceux qui sont formés. L'ALDC doit donc être intégrée dans une fermentation cohérente : elle complète une maîtrise du procédé, elle ne la remplace pas [2].

Immobilisation enzymatique et recherche appliquée

Au-delà de l'ajout d'enzyme libre, la recherche a exploré l'immobilisation enzymatique pour améliorer la stabilité, la réutilisation ou l'intégration dans certains procédés. Les systèmes d'immobilisation par microbilles d'alginate ou structures hybrides enzyme-inorganique ont été étudiés comme plateformes

potentielles d'application, montrant l'intérêt industriel de disposer d'enzymes mieux stabilisées ou plus facilement séparables dans des procédés liquides ^[9].

Pour la brasserie courante, ces approches ne signifient pas que l'utilisateur final doit immobiliser lui-même l'ALDC. Elles indiquent plutôt que la maîtrise du diacétyle par voie enzymatique est suffisamment importante pour susciter des travaux sur les formats d'application. Les procédés de fermentation liquide imposent en effet des contraintes pratiques : stabilité pendant le temps de contact, compatibilité avec la matrice, dispersion dans le volume et absence d'impact défavorable sur la qualité finale. L'ALDC libre reste l'approche la plus directement compatible avec l'ajout en fermentation, tandis que l'immobilisation relève davantage de développements de procédé spécifiques ^[9].

Avantages attendus pour les brasseries

Le premier avantage est la réduction du risque de profil beurré lié au diacétyle. En transformant l' α -acétolactate en acétoïne, l'ALDC réduit la quantité de précurseur disponible pour former du diacétyle. Cette action est particulièrement utile dans les bières où une signature aromatique propre est recherchée et où la moindre dérive sensorielle est perceptible. Les fournisseurs d'ALDC brassicole présentent cette enzyme comme un moyen direct de réduire le diacétyle pendant la fermentation ^[3].

Le deuxième avantage est la possibilité de réduire la durée de maturation lorsque le diacétyle est le facteur limitant. Dans une brasserie, quelques jours économisés sur une étape de garde peuvent avoir un effet important sur la rotation des cuves, surtout pour les produits récurrents. Il faut toutefois formuler ce bénéfice avec précision : l'ALDC ne raccourcit pas nécessairement toutes les maturations, mais elle peut réduire l'attente liée spécifiquement à la disparition du diacétyle ^[1].

Le troisième avantage est la régularité. Les lots successifs peuvent varier en fonction de la levure, de la densité, de la température réelle, du calendrier de refroidissement ou du temps de garde. Une intervention enzymatique ciblée sur l' α -acétolactate peut aider à stabiliser un point critique du procédé. Les études sur levures brassicoles dotées d'activité ALDC montrent que l'introduction de cette activité vise précisément à rendre la formation de diacétyle moins problématique dans la bière fermentée ^[4].

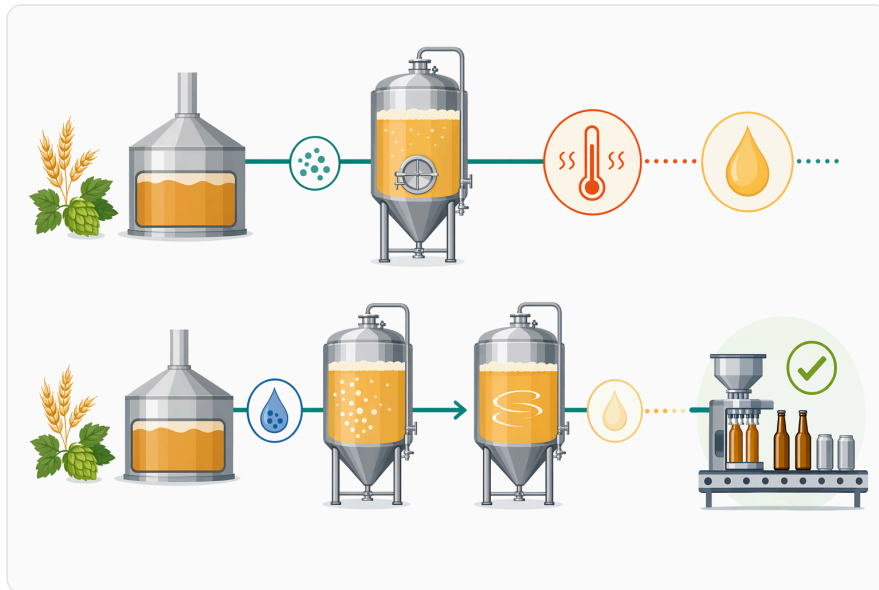


Figure 5. ALDC는 디아세틸 생성을 줄여 숙성이 장기간의 후반 정리 단계에 덜 의존하도록 만들 수 있습니다.

Un autre intérêt concerne la planification énergétique. Si le lot atteint plus rapidement le profil sensoriel attendu, certaines durées de maintien en cuve ou de maturation froide peuvent être réduites. Ce bénéfice dépend fortement du schéma de brasserie : il sera plus évident si le diacétyle impose un temps d'attente additionnel, moins visible si d'autres étapes restent incompressibles. L'ALDC doit donc être présentée comme un levier de productivité conditionnel, lié au diagnostic du procédé ^[7].

Limites techniques et erreurs d'interprétation à éviter

La première erreur serait de considérer l'ALDC comme une solution qui "retire" le diacétyle déjà présent. Son rôle principal est d'empêcher la formation de diacétyle en consommant son précurseur. Si une bière contient déjà une quantité élevée de diacétyle, la levure et les conditions de maturation restent les acteurs majeurs de la réduction ultérieure. Les indications d'usage des enzymes ALDC en brasserie les positionnent clairement comme des auxiliaires ajoutés tôt pour prévenir la formation du composé indésirable ^[1].

La deuxième erreur serait d'oublier les causes non enzymatiques ou microbiologiques du défaut. Des bactéries contaminantes peuvent produire du diacétyle ou maintenir un profil beurré malgré une gestion correcte du précurseur levurien. De même, une levure en mauvaise santé peut générer des profils fermentaires déséquilibrés et réduire moins efficacement les composés formés. L'ALDC ne remplace donc ni l'hygiène, ni la maîtrise microbiologique, ni la gestion de la levure ^[3].

La troisième limite concerne le style de bière. Dans certaines recettes, une légère perception beurrée peut être acceptée ou même recherchée à très faible intensité, selon les traditions et les attentes du marché. L'utilisation d'ALDC doit être cohérente avec l'objectif sensoriel. Pour les bières très maltées, les bières britanniques traditionnelles ou certains profils historiques, la suppression maximale du diacétyle n'est pas nécessairement l'objectif prioritaire. L'enzyme est surtout pertinente lorsque la propreté aromatique et la reproductibilité priment ^[8].

Enfin, l'ALDC ne doit pas être présentée comme une manière de contourner une fermentation incomplète. Une bière peut être pauvre en diacétyle mais encore instable sur d'autres plans : atténuation non terminée, acétaldéhyde, soufre, turbidité, pression inadaptée ou profil microbiologique non conforme aux critères internes. La réduction du diacétyle est un paramètre important, mais elle ne constitue pas à elle seule une libération qualité ^[2].

Intégration dans une logique de production professionnelle

Pour une brasserie, l'intégration de l'ALDC doit commencer par une compréhension claire du goulot de procédé. Si les lots restent en cuve principalement parce que le diacétyle met du temps à descendre, l'enzyme peut être un levier direct. Si les délais sont causés par la clarification, l'extraction houblonnée, la stabilisation à froid ou les contraintes d'embouteillage, le gain lié à l'ALDC sera plus limité. La valeur de l'enzyme dépend donc du rôle réel du diacétyle dans le calendrier de production ^[7].

L'ajout en début de fermentation est cohérent avec la production d' α -acétolactate par la levure. L'objectif est d'assurer la présence de l'enzyme au moment où le précurseur apparaît dans le moût. Cette stratégie réduit le risque qu'une fraction importante du précurseur évolue vers le diacétyle avant que l'enzyme ne puisse agir. Les fournisseurs d'ALDC destinées à la brasserie décrivent ce principe comme une application simple pendant la fermentation, avec un effet attendu sur la diminution des dicétones vicinales ^[1].



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

Dans les brasseries produisant plusieurs styles, l'ALDC peut être réservée aux produits les plus sensibles au diacétyle : lagers, bières blondes propres, bières rapides, bases neutres ou lots soumis à un calendrier serré. Elle peut aussi être envisagée lorsque le même site doit produire à la fois des bières très houblonnées et des bières neutres, car les risques de refermentation tardive et de formation secondaire de diacétyle peuvent varier selon la recette et le traitement post-fermentaire ^[3].

Positionnement d'Enzymes.bio

Enzymes.bio fournit Alpha-Acetoactate Decarboxylase For Brewing Industry aux professionnels recherchant un auxiliaire enzymatique pour la gestion du diacétyle en fermentation brassicole. Enzymes.bio est un fournisseur en ligne, non un fabricant et non un laboratoire ; le rôle de la plateforme est de rendre le produit disponible à la commande dans un format adapté aux utilisateurs professionnels.

Le produit est vendu directement en ligne par unité de 1 kg. Après commande, le CoA et la SDS sont fournis avec la livraison afin d'accompagner l'utilisation du produit dans un cadre documenté. Les informations techniques opérationnelles doivent être utilisées en cohérence avec les procédures internes de la brasserie, les règles applicables au site de production et l'objectif sensoriel du style brassé.

Conclusion

L'Alpha-Acétolactate Decarboxylase est une enzyme de procédé bien ciblée pour la brasserie : elle transforme l' α -acétolactate en acétoïne et réduit ainsi la voie menant au diacétyle. Les travaux sur les levures brassicoles possédant ou exprimant une activité ALDC, ainsi que les applications commerciales en fermentation, convergent vers le même principe : la présence d'ALDC pendant la phase pertinente de fermentation peut diminuer la formation du défaut beurré [2] [4].

Son intérêt principal se situe dans les lagers, les bières à profil propre et les procédés où le temps de maturation est fortement influencé par la réduction du diacétyle. Elle doit cependant rester comprise comme un outil de maîtrise du procédé, non comme un correcteur universel : la santé de la levure, l'hygiène, la température, le pH, la recette et le calendrier de fermentation restent déterminants. Utilisée dans ce cadre, l'ALDC peut contribuer à une bière plus régulière, à une gestion sensorielle plus fiable et à une meilleure efficacité de cuverie lorsque le diacétyle est le facteur limitant [1] [3].

Commander Alpha-Acétolactate Decarboxylase For Brewing Industry en ligne

Vendu par unité de 1 kg, en stock et prêt à expédier. Commandez directement sur notre boutique — payez en ligne et nous traitons votre commande. Un certificat d'analyse et une fiche de données de sécurité sont inclus avec chaque commande.

[Acheter Alpha-Acétolactate Decarboxylase For Brewing Industry →](#)

Références

Numérotées par ordre de première citation. Sources en libre accès, chacune vérifiée comme accessible au moment de la publication ; les numéros de citation dans le texte renvoient ici.

1. [Abv Alpha Acetolactate Decarboxylase](#). *Lallemandbrewing*.
2. Sone, H., Shimizu, F., Fujii, T., Kondo, K., Yamano, S., Tanaka, J., & Inoue, T. (1990). [Some Properties of a Brewing Yeast having \$\alpha\$ -Acetolactate Decarboxylase Activity](#).
3. [Enzymes Nutrients Detail?Id=330&Type=Enzymenutrient&Srltid=AfmboorjxmdguhsmtufzthzOWzahfjdsnG5J1McmhfpobwibQetwbd](#). *Whitelabs*.
4. 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 .
5. Beer, K., & Kaisha, K. (2010). [DNA strand coding for alpha-acetolactate decarboxylase and yeast transformed with the DNA strand - European Patent Office - EP 0339532 B1](#).

6. Liu, Z., Zhang, G., & Sun, Y. (2008). Mutagenizing brewing yeast strain for improving fermentation property of beer. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 106 1, 33-8 .
7. CellarScience® ALDC | Diacetyl Reducing Enzyme – MoreBeer!. Morebeer.
8. Exbeeriment Impact Alpha Acetolactate Decarboxylase Aldc Has On A Festbier. Brulosophy.
9. Zhao, F., Wang, Q., Dong, J., Xian, M., Yu, J., Yin, H., Chang, Z., ... et al. (2017). Enzyme-inorganic nanoflowers/alginate microbeads: An enzyme immobilization system and its potential application. *Process Biochemistry*, 57, 87-94.

Contactez Enzymes.bio

Des questions sur une commande ? Notre équipe se fera un plaisir de vous aider.

E-MAIL wholesale@enzymes.bio

TÉLÉPHONE (ÉTATS-UNIS) **+1 (507) 428-6057**

[Nous contacter →](#)



400+ Clients B2B



60+ partenaires de recherche universitaires



54 servis dans le monde entier

© 2026 Enzymes.bio · Fourniture d'enzymes industrielles & de transformation alimentaire · Non destiné à la consommation humaine ni à la vente au détail.