

Alpha-amylase pour distillerie : conversion de l'amidon en sucres, liquéfaction des moûts et fermentation à haut rendement

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

L'**Alpha Amylase Distillers' Enzyme** est une préparation d' α -amylase destinée à liquéfier les substrats riches en amidon avant fermentation alcoolique : elle fragmente l'amylose et l'amylopectine en dextrans et sucres plus courts, ce qui rend le moût plus fluide et plus accessible aux étapes de saccharification. Pour les distilleries, brasseries, producteurs de bioéthanol et transformateurs d'amidon, son intérêt principal est de transformer un empâtage visqueux en matrice enzymatiquement exploitable avant la fermentation à haut rendement. Enzymes.bio la propose directement en ligne en unité de **1 kg**, avec CoA et SDS fournis avec la commande .

Rôle de l' α -amylase dans la conversion de l'amidon avant fermentation

Dans un procédé de distillation à base de céréales, l'amidon n'est pas fermenté directement par la levure. Il doit d'abord être hydrolysé en molécules plus courtes, puis en sucres fermentescibles selon le schéma enzymatique retenu. L' α -amylase intervient en amont : elle coupe les chaînes internes de l'amidon, diminue rapidement la taille moyenne des polymères glucidiques et prépare la matière pour une saccharification plus poussée ^[1].

L'amidon des grains, tubercules ou farines est constitué principalement de deux fractions : l'**amylose**, plutôt linéaire, et l'**amylopectine**, fortement ramifiée. Ces macromolécules sont organisées dans des granules dont l'accessibilité dépend de l'hydratation, de la cuisson, de la gélatinisation, de la structure cristalline et de l'endommagement mécanique. Les travaux sur l'hydrolyse enzymatique de l'amidon montrent que l'efficacité de l' α -amylase dépend fortement de cette accessibilité structurale, et pas seulement de la quantité totale d'amidon présente dans la matière première ^[2].

Dans les empâtages de maïs, blé, riz, seigle, orge ou pomme de terre, la cuisson provoque le gonflement des granules et la désorganisation partielle de l'amidon. C'est à ce moment que l' α -amylase devient particulièrement utile : elle hydrolyse les liaisons internes des chaînes glucidiques exposées, ce

qui entraîne une baisse de viscosité et la formation de dextrans. Cette phase est généralement appelée **liquéfaction de l'amidon**, car elle transforme un mélange épais en une phase plus fluide et plus facile à transférer, refroidir et conduire en fermentation [3].

Le produit vendu par Enzymes.bio est positionné comme une enzyme de distillation pour la conversion de l'amidon en sucre avant fermentation. Cette formulation doit être interprétée techniquement : l' α -amylase initie et accélère la conversion en générant des fragments solubles, mais la conversion maximale en glucose fermentescible peut nécessiter une étape complémentaire de saccharification selon le procédé et la matière première .

Mécanisme enzymatique : coupure interne des chaînes d'amidon

L' α -amylase est une **endo-amylase** : elle agit à l'intérieur des chaînes d'amidon plutôt qu'exclusivement à leurs extrémités. Ce mode d'action explique sa rapidité sur la viscosité. Une seule coupure interne dans une longue chaîne peut réduire fortement la masse moléculaire apparente et donc la résistance à l'écoulement du moût, même si la conversion en sucres simples n'est pas encore complète [1].

La spécificité de produit des α -amylases a été étudiée de longue date : selon l'origine de l'enzyme, la structure du substrat et les conditions de procédé, l'hydrolyse peut générer des dextrans de tailles variées, du maltose, du maltotriose et de faibles quantités de glucose. Cette distribution de produits est centrale pour comprendre l'usage en distillerie : l' α -amylase est avant tout l'enzyme de **dépolymérisation rapide**, tandis que la production finale de sucres hautement fermentescibles dépend de la suite du procédé [1].

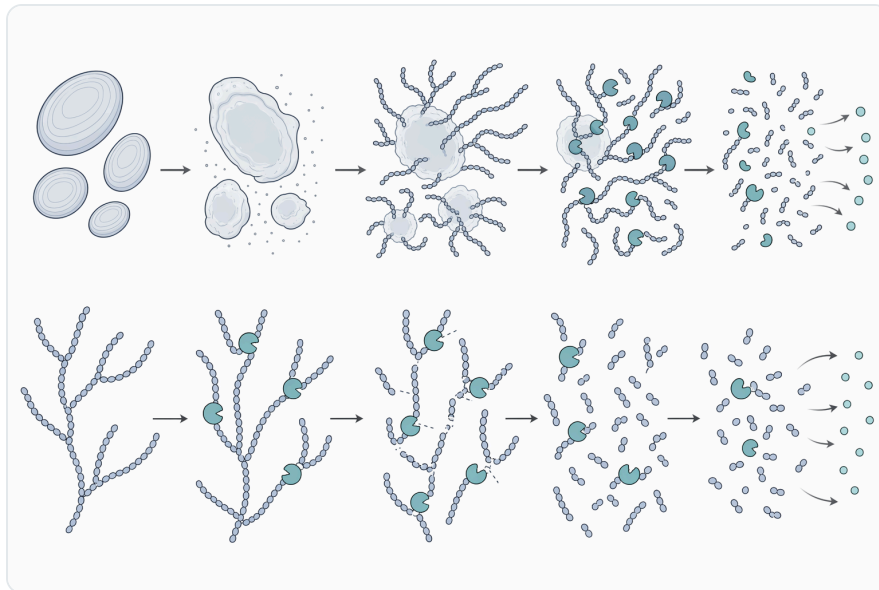


Figure 1. 알파-아밀라아제는 아밀로스과 아밀로펙틴 내부의 α -1,4 결합을 가수 분해해 덱스트린과 더 작은 수용성 탄수화물을 만들며, α -1,6 분지점은 다른 효소가 작용할 수 있도록 남겨 둡니다.

Les études sur le site actif des α -amylases montrent que la catalyse repose sur une reconnaissance précise du polymère glucidique et sur l'orientation des liaisons à hydrolyser dans le site catalytique. Cette architecture enzymatique permet d'attaquer efficacement des chaînes d'amidon hydratées, mais elle reste limitée lorsque le substrat est enfermé dans une structure granulaire dense, cristalline ou complexée [4].

La notion d'accessibilité est donc déterminante. Des travaux récents sur l'hydrolyse de granules d'amidon de blé par des amylases maltogènes ont montré que la dégradation enzymatique est liée à la structure des granules et à la rétrogradation de l'amidon, c'est-à-dire à la réorganisation des chaînes après chauffage et refroidissement [5]. Pour un procédé industriel, cela signifie que le moment d'ajout, la température, le temps de contact et l'état physique de l'amidon influencent fortement le résultat.

Pourquoi la liquéfaction est critique en distillation

La première difficulté d'un empâtage amylicé est mécanique : lorsque l'amidon est chauffé dans l'eau, le mélange peut devenir très visqueux. Cette viscosité complique l'agitation, augmente les efforts de pompage, ralentit les échanges thermiques et peut créer des zones mal homogénéisées. L'hydrolyse par α -amylase réduit la longueur des chaînes et limite ces effets, ce qui stabilise la conduite du procédé [3].

La seconde difficulté est biochimique : la levure ne convertit pas efficacement l'amidon polymérique intact en alcool. Avant fermentation, le substrat doit donc être rendu disponible sous forme de sucres ou de dextrans rapidement convertibles. L' α -amylase crée une matrice plus favorable en augmentant la fraction soluble et en multipliant les extrémités de chaînes disponibles pour les étapes enzymatiques suivantes [2].

La troisième difficulté est la variabilité des matières premières. Deux lots de grain peuvent différer par leur humidité, leur teneur en amidon, leur proportion amylose/amylopectine, leur degré d'endommagement, leur taille de particules et leur comportement à la cuisson. Les recherches sur différentes voies d'hydrolyse montrent que des différences de structure multi-échelle modifient l'accessibilité enzymatique et les propriétés de pâte des granules d'amidon [3].

En distillation, une liquéfaction insuffisante peut se traduire par un moût trop épais, une saccharification incomplète, une fermentation irrégulière ou une perte de rendement potentiel. À l'inverse, une liquéfaction maîtrisée prépare une base plus homogène pour la fermentation à haut rendement : le procédé n'est pas seulement plus fluide, il devient aussi plus prévisible.

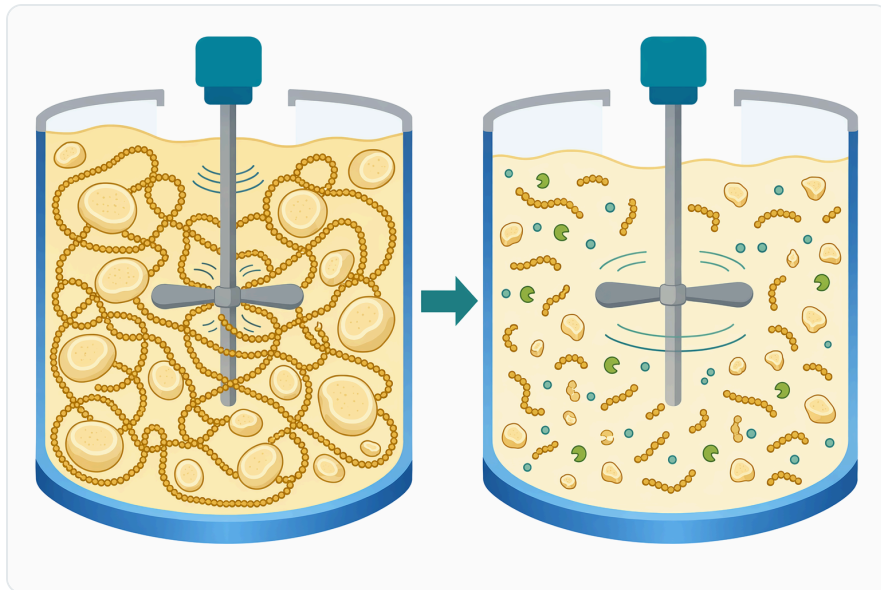


Figure 2. 젤라틴화된 긴 전분 사슬을 더 짧은 조각으로 자르면 고분자 얽힘이 줄어들어 매시의 점도가 눈에 띄게 낮아집니다.

Tableau comparatif : rôle des principales enzymes de conversion de l'amidon

Fonction dans le procédé	Enzyme ou activité	Action dominante	Résultat attendu dans un moût amyacé	Limite à comprendre
Liquéfaction initiale	α-amylase	Coupures internes dans l'amylose et l'amylopectine	Baisse de viscosité, formation de dextrans et sucres courts	Ne convertit pas nécessairement tout l'amidon en glucose
Saccharification avancée	Enzymes exo-saccharifiantes, selon formulation du procédé	Libération progressive de sucres fermentescibles à partir des extrémités	Augmentation de la fermentescibilité	Dépend de la qualité de la liquéfaction préalable
Déstructuration des zones ramifiées	Activités de débranchement, si utilisées	Attaque des points de branchement de l'amylopectine	Meilleure conversion des dextrans ramifiées	Pertinence variable selon la matière première
Gestion d'autres viscosités végétales	Enzymes non amylolytiques, selon substrat	Action sur polysaccharides de paroi	Réduction de viscosités non dues à l'amidon	Ne remplace pas l' α -amylase pour l'amidon

Ce tableau distingue les fonctions plutôt que des produits interchangeableables. L' α -amylase est la base de la liquéfaction, mais une fermentation alcoolique optimisée peut impliquer d'autres activités enzymatiques selon l'objectif de sucre fermentescible, la structure de l'amidon et la présence de polysaccharides non amyacés. La littérature sur la spécificité des α -amylases confirme que leurs produits d'hydrolyse sont variables et ne doivent pas être assimilés automatiquement à une conversion totale en glucose ^[1].

Conditions de procédé : accessibilité, pH, température et temps de contact

L'efficacité d'une α -amylase dépend d'abord de l'état du substrat. Un amidon hydraté, chauffé et gélatinisé est généralement plus accessible qu'un amidon cru intact. Les études sur l'hydrolyse enzymatique de l'amidon pendant la germination et dans les procédés technologiques montrent que la structure du granule et l'ouverture de la matrice conditionnent la vitesse d'attaque enzymatique ^[2].

La température influence à la fois la gélatinisation de l'amidon, l'activité de l'enzyme et sa stabilité. Une température trop basse peut laisser une partie de l'amidon insuffisamment accessible ; une température trop élevée peut réduire l'activité enzymatique selon la préparation utilisée. Les travaux

sur les α -amylases thermostables issues de micro-organismes, notamment des souches de **Bacillus**, illustrent l'importance industrielle d'enzymes capables de fonctionner dans des environnements thermiques exigeants ^[6].

Le pH joue également un rôle direct sur la catalyse. Des études mécanistiques sur l' α -amylase de *Bacillus coagulans* ont montré que le maximum d'activité peut se déplacer selon le substrat, ce qui rappelle qu'un optimum enzymatique n'est pas une constante abstraite indépendante du milieu ^[7]. En pratique, un moût réel contient des ions, des protéines, des composés phénoliques, des lipides et des particules végétales qui peuvent modifier le comportement apparent de l'enzyme.

Le temps de contact doit être suffisant pour que l'enzyme réduise la viscosité et génère les dextrines recherchées, mais il s'inscrit dans un procédé global : cuisson, liquéfaction, refroidissement, saccharification, ensemencement et fermentation. Une hydrolyse trop courte peut laisser une fraction d'amidon peu accessible ; une conduite excessive ou mal coordonnée peut ne pas apporter de gain supplémentaire si le facteur limitant se situe ailleurs, par exemple dans la saccharification ou la fermentation.

Applications industrielles : distillerie, bioéthanol, brasserie et transformation de l'amidon

Distilleries de grains et spiritueux

En distillerie, l' α -amylase est pertinente dès que la recette repose sur une fraction importante d'amidon : maïs, blé, seigle, riz, orge ou mélanges céréaliers. Son rôle est de liquéfier l'empâtage après hydratation et cuisson, puis de fournir une base plus régulière à la saccharification. Le produit Enzymes.bio est explicitement présenté pour la conversion de l'amidon en sucre avant fermentation à haut rendement, ce qui correspond à cette logique de préparation du moût .

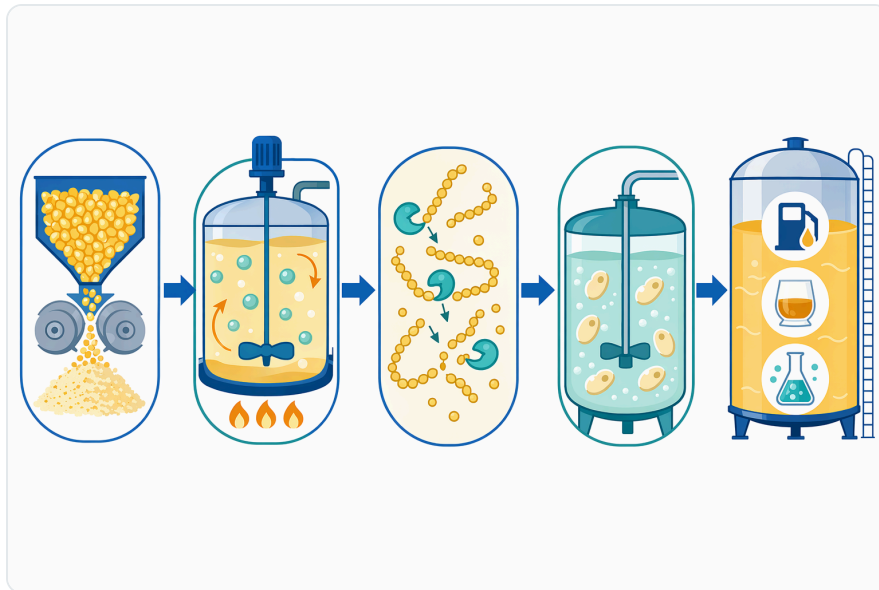


Figure 3. 알파-아밀라아제는 분쇄, 수화, 가열로 전분 구조가 열린 뒤에 가장 효과적으로 작용합니다. 접근 가능한 젤라틴화 전분이 액화를 위한 더 많은 α -1,4 결합을 노출하기 때문입니다.

Pour les spiritueux, la performance ne se résume pas à l'alcool potentiel. La fluidité du moût influence la manipulation de la matière, l'homogénéité thermique, la séparation éventuelle des phases, la cinétique de fermentation et la reproductibilité d'un lot à l'autre. L' α -amylase agit en amont de ces paramètres en réduisant la taille des polymères d'amidon responsables d'une grande partie de la viscosité.

Bioéthanol et fermentations industrielles

La production de bioéthanol à partir de matières amylacées repose sur la transformation de l'amidon en sucres fermentescibles utilisables par les micro-organismes. Les publications sur l' α -amylase en fermentation montrent que cette enzyme reste un outil central pour ouvrir le substrat et soutenir des procédés où l'hydrolyse et la fermentation doivent être coordonnées ^[8].

Les recherches sur l'immobilisation de l' α -amylase dans des fermentations alcooliques traditionnelles montrent aussi l'intérêt de mieux contrôler la disponibilité enzymatique dans des matrices réelles ^[8]. Même si une enzyme immobilisée n'est pas équivalente à une préparation liquide ou poudreuse utilisée en distillerie, ces travaux confirment la même logique : améliorer la transformation de l'amidon pour soutenir la production fermentaire.

Brasserie et boissons fermentées

Dans les boissons fermentées, l' α -amylase est utile lorsque la matière première contient de l'amidon insuffisamment converti par les enzymes naturelles du malt ou lorsque le procédé utilise des compléments céréaliers. Elle peut contribuer à réduire les problèmes de trouble amidonné, de viscosité et de conversion incomplète, en particulier dans des formulations où la charge amylacée est élevée.

Les céréales ne réagissent pas toutes de la même manière à la cuisson et à l'hydrolyse. Des travaux sur le blé ont montré que l'expression d' α -amylases pendant le développement et la germination influence les propriétés de l'amidon, ce qui illustre le lien étroit entre enzyme, structure du grain et comportement technologique ^[9]. Pour les procédés brassicoles ou assimilés, ce lien explique pourquoi une activité amylassique contrôlée peut être utile lorsque les matières premières varient.

Transformation de l'amidon et sirops

Au-delà de l'alcool, l' α -amylase est largement associée à la transformation industrielle de l'amidon : production de dextrans, préparation de sirops, modification de propriétés de pâte et amélioration de la solubilité. Les publications sur les applications industrielles de l'amylase issue de bactéries indigènes soulignent l'importance de cette famille enzymatique dans l'hydrolyse des substrats amylacés et dans plusieurs secteurs de transformation ^[10].

Dans ces applications, le principe reste identique : l'enzyme modifie la taille et la distribution des chaînes glucidiques. Ce changement peut être recherché pour fluidifier une suspension, préparer une saccharification, ajuster la texture ou produire des intermédiaires glucidiques. La différence entre distillation et transformation de l'amidon réside surtout dans l'objectif final : fermentation alcoolique d'un côté, fonctionnalité ou composition glucidique de l'autre.



Figure 4. 전분 전환 효소들은 서로 보완적인 역할을 하며, 알파-아밀라아제는 전분을 액화하고 다른 효소들은 당화나 탈분지를 더 진행시킵니다.

Structure de l'amidon : pourquoi certains substrats résistent davantage

Tous les amidons ne se valent pas face à l' α -amylase. Les granules diffèrent par leur taille, leur cristallinité, leur teneur relative en amylose, leur complexation avec les lipides, leur degré de rétrogradation et leur association avec les protéines ou fibres de la matrice végétale. Ces paramètres modifient l'accès du site actif de l'enzyme aux liaisons glucosidiques ^[11].

Les amidons résistants illustrent bien cette limite. Des recherches récentes sur l'amidon résistant de type RS-5 ont analysé les mécanismes de résistance à l'hydrolyse enzymatique, en mettant en évidence le rôle des structures complexes et de l'accessibilité réduite ^[11]. Pour un utilisateur industriel, cela signifie qu'une même dose opérationnelle d' α -amylase peut produire des résultats différents selon que l'amidon est bien gélatinisé, partiellement rétrogradé ou protégé dans une matrice dense.

Les traitements physiques ou chimiques peuvent aussi modifier l'accessibilité. Des études ont évalué l'effet d'ultrasons sur l'activité de l' α -amylase et sur l'hydrolyse de l'amidon, montrant que les conditions de prétraitement peuvent influencer l'efficacité de l'hydrolyse ^[12]. D'autres travaux ont examiné la synergie entre traitement à l'ozone et α -amylase sur la microstructure et les propriétés de pâte de l'amidon de riz japonica ^[13]. Ces approches ne sont pas des recommandations générales de procédé, mais elles confirment que l'état microstructural du substrat est un facteur majeur.

Avantages opérationnels pour les utilisateurs B2B

Le premier avantage est la **réduction de viscosité**. Dans une cuve d'empâtage, cette réduction améliore l'agitation et diminue le risque de zones épaisses ou mal traitées. Elle peut aussi faciliter le pompage et le transfert vers les étapes suivantes. Ce bénéfice découle directement du mécanisme endo-enzymatique de l' α -amylase, qui fragmente les chaînes longues responsables de la viscosité [1].

Le deuxième avantage est la **préparation à une fermentation plus régulière**. En produisant des dextrines solubles et des sucres courts, l' α -amylase rend la matière première plus disponible pour la suite de la conversion. Dans les procédés où l'objectif est un rendement alcoolique élevé, cette étape réduit le risque de laisser de l'amidon sous forme peu exploitable.

Le troisième avantage est la **polyvalence sur les matrices amylicées**. Les amylases sont étudiées et produites à partir de nombreuses sources microbiennes, notamment des bactéries et champignons, parce qu'elles répondent à un besoin industriel transversal : hydrolyser l'amidon dans des environnements de transformation variés [14]. Cette diversité d'origine explique aussi pourquoi les propriétés de chaque préparation enzymatique doivent être considérées dans le contexte de son application réelle.

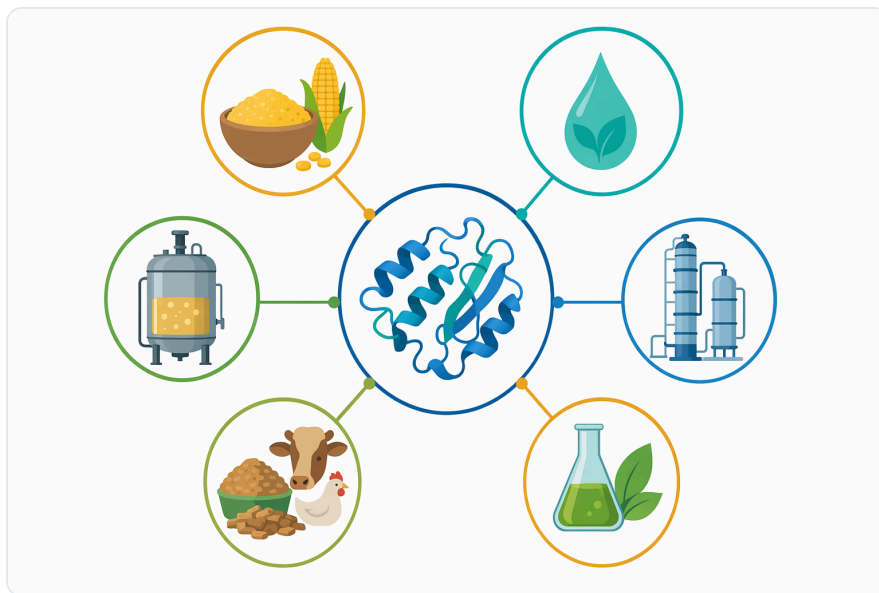


Figure 5. 이와 같은 전분 절단 화학 반응은 증류, 양조용 부원료 처리, 섬유 호발 제거, 식품 및 제빵 개량, 기타 전분 가공 분야에 활용됩니다.

Le quatrième avantage est la **standardisation du procédé** par rapport à une dépendance exclusive aux activités enzymatiques naturellement présentes dans certaines matières. Dans les grains germés, l' α -amylase joue déjà un rôle biologique dans la mobilisation des réserves d'amidon, mais cette activité

dépend de l'état du grain et des conditions de germination ^[9]. Une préparation enzymatique dédiée permet d'intégrer cette fonction de manière plus contrôlée dans un procédé industriel.

Limites techniques : ce que l' α -amylase ne fait pas seule

L' α -amylase ne doit pas être présentée comme une solution universelle de conversion totale de l'amidon en glucose. Son action principale est la coupure interne, ce qui génère des dextrans et des sucres courts. La distribution exacte des produits dépend de l'enzyme, du substrat et des conditions de procédé ^[1].

Elle ne corrige pas non plus toutes les causes de viscosité. Dans certains moûts de céréales, une partie de la viscosité peut provenir de polysaccharides non amylacés, de particules fines, de protéines hydratées ou de fibres végétales. Dans ces cas, l' α -amylase traite la fraction amidon, mais elle ne transforme pas les autres polymères responsables de l'écoulement.

L'enzyme peut aussi être limitée par un amidon mal préparé. Si le granule reste intact, cristallin ou difficilement accessible, la vitesse d'hydrolyse peut être réduite. Les études sur l'accessibilité enzymatique des granules d'amidon confirment que les voies d'hydrolyse modifient différemment la structure multi-échelle, les propriétés de pâte et la sensibilité à l'enzyme ^[3].

Enfin, les composés présents dans la matrice peuvent influencer l'activité. Certains polyphénols ou extraits végétaux sont étudiés pour leur potentiel inhibiteur de l' α -amylase, notamment dans des contextes nutritionnels liés à la digestion de l'amidon ^[15]. Dans une matrice de fermentation, l'effet réel dépend de la concentration, de la nature des composés et des conditions de procédé, mais le principe rappelle que l'enzyme agit dans un environnement chimique complexe.

Qualité documentaire, sécurité et format de commande

Enzymes.bio est un fournisseur en ligne, et non un fabricant ni un laboratoire. Le produit **Alpha Amylase Distillers' Enzyme For Conversion Of Starch Into Sugar Before High Yield Fermentation** est vendu directement en ligne par unité de **1 kg** ; le certificat d'analyse et la fiche de données de sécurité sont fournis avec la commande .



Figure 6. 관찰되는 액화 정도는 전분의 접근성, 입자 구조, 수화, 젤라틴화, 그리고 단백질, 섬유질, 분지 텍스처의 존재 여부에 따라 달라집니다.

Comme toute préparation enzymatique, l' α -amylase doit être manipulée avec les précautions adaptées aux enzymes industrielles. Les enzymes sont des protéines biologiquement actives ; l'exposition aux poussières, aérosols ou contacts répétés doit être limitée par de bonnes pratiques de manipulation et par le respect des informations de sécurité fournies avec le produit. La documentation de sécurité jointe à la commande sert précisément à encadrer l'utilisation, le stockage et la manipulation dans le contexte de l'utilisateur .

Pour un procédé de distillation ou de fermentation, le bon usage ne consiste pas à considérer l'enzyme comme un additif isolé, mais comme un auxiliaire de procédé intégré à l'empâtage. Les paramètres critiques restent l'hydratation, la cuisson, le pH, la température, le temps de liquéfaction, la nature de la matière première et la cohérence avec l'étape de saccharification. Les travaux sur les amylases microbiennes et leurs applications industrielles montrent que cette famille d'enzymes est performante lorsque l'activité enzymatique est alignée avec les conditions réelles du substrat ^[10].

Synthèse technique pour la fermentation à haut rendement

L'Alpha Amylase Distillers' Enzyme sert d'abord à **ouvrir et liquéfier l'amidon**. Elle coupe les chaînes internes d'amylose et d'amylopectine, réduit la viscosité du moût et génère des dextrines plus facilement convertibles. Cette fonction est particulièrement importante pour les matières premières riches en amidon, où l'étape de fermentation dépend de la disponibilité préalable des sucres fermentescibles ^[1].

Son intérêt en distillation est donc double : améliorer la conduite physique de l'empâtage et préparer la conversion biochimique vers les sucres. Une liquéfaction efficace favorise un moût plus homogène, plus fluide et plus compatible avec les étapes suivantes. Les études sur l'hydrolyse de l'amidon confirment que la performance dépend de la structure du substrat, de l'accessibilité enzymatique et des conditions de procédé ^[2].

Pour les utilisateurs professionnels, l'enzyme doit être comprise comme un outil de procédé ciblé : très utile pour la liquéfaction et la préparation de l'amidon, mais à intégrer dans une stratégie complète de conversion amidon-sucres lorsque l'objectif est une fermentation à haut rendement. Vendue en ligne par Enzymes.bio en unité de 1 kg avec CoA et SDS fournis avec la commande, elle s'adresse aux applications de distillation, boissons fermentées, bioéthanol et transformation de l'amidon nécessitant une hydrolyse enzymatique fiable avant fermentation .

Commander Alpha Amylase Distillers' Enzyme For Conversion Of Starch Into Sugar Before High Yield Fermentation 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 Amylase Distillers' Enzyme For Conversion Of Starch Into Sugar Before High Yield Fermentation →](#)

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. Robyt, J. (1989). Mechanism and Product Specificity of Alpha-Amylases. *Journal of the Japanese Society of Starch Science*, 36, 287-301.
2. Матвеев, Ю., & Аверьянова, Е. В. (2022). ON THE MECHANISM OF PEA STARCH HYDROLYSIS BY ALPHA-AMYLASE DURING GERMINATION AND IN TECHNOLOGICAL PROCESSES. *Южно-Сибирский научный вестник*.
3. Zhang, B., Bai, Y., Li, X., Dong, J., Wang, Y., & Jin, Z. (2025). Mechanism analysis for the differences in multi-level structure, enzyme accessibility and pasting properties of starch granules caused by different hydrolysis pathways of maltogenic α -amylase. *Food Chemistry*, 471, 142789 .
4. Wakim, J., Robinson, M., & Thoma, J. (1969). The active site of porcine-pancreatic alpha-amylase: Factors contributing to catalysis. *Carbohydrate Research*, 10, 487-503.

5. Zhai, Y., Li, X., Bai, Y., Jin, Z., & Svensson, B. (2021). Maltogenic α -amylase hydrolysis of wheat starch granules: mechanism and relation to starch retrogradation. *Food Hydrocolloids*.
6. Rodrigo, W. W. P., Magamulla, L. S., Thiwanka, M. S., & Yapa, Y. M. S. M. (2022). Optimization of Growth Conditions to Identify the Superior *Bacillus* Strain Which Produce High Yield of Thermostable Alpha Amylase. *Advances in Enzyme Research*.
7. Keating, L., Kelly, C., & Fogarty, W. (1998). Mechanism of action and the substrate-dependent pH maximum shift of the alpha-amylase of *Bacillus coagulans*. *Carbohydrate Research*, 309 4, 311-8 .
8. Nguyen, B. P., & Vo, T. (2025). STUDY ON IMMOBILIZATION OF ENZYME ALPHA-AMYLASE IN TRADITIONAL ALCOHOL WINE FERMENTATION. *Thu Dau Mot University Journal of Science*.
9. Zhang, Q., Pritchard, J. R., Mieog, J. C., Byrne, K., Colgrave, M., Wang, J., & Ral, J. (2022). Over-Expression of a Wheat Late Maturity Alpha-Amylase Type 1 Impact on Starch Properties During Grain Development and Germination. *Frontiers in Plant Science*, 13.
10. Fazil, M. M., Javed, I., Ali, K., Waheed, H., & Dastagir, N. (2023). Production Optimization and Industrial Applications of Amylase From Indigenous Bacterial Species Using Banana Peels. *BioSight*.
11. Zhong, H., She, Y., Yang, X., Wen, Q., Chen, L., Wang, X., & Chen, Z. (2024). Analysis of the mechanism of resistance to enzymatic hydrolysis of RS-5 resistant starch. *Food Chemistry*, 452, 139570 .
12. Oliveira, H. M., Correia, V. S., Segundo, M., Fonseca, A., & Cabrita, A. R. (2017). Does ultrasound improve the activity of alpha amylase? A comparative study towards a tailor-made enzymatic hydrolysis of starch. *Lwt - Food Science and Technology*, 84, 674-685.
13. Almeida, R. L. J., Santos, N. C., Monteiro, S. S., Monteiro, S. S., Feitoza, J. V. F., Almeida Mota, M. M., Silva Eduardo, R., ... et al. (2024). Synergistic effect of ozone treatment with α -amylase on the modification of microstructure and paste properties of japonica rice starch. *Food Chemistry*, 465 Pt 2, 142145 .
14. M, G. V., & S, P. (2025). Review on Scaling up α -Amylase Production by Bacterial Strains through Solid State Fermentation. *International Journal for Sciences and Technology*.
15. Saidu, S., Eleazu, C., Ebuka, D. E., Ikechukwu, A., Blessing, M., Chibuikwe, N., & Chukwuma, C. (2017). Starch Hydrolysis, Polyphenol Contents, and In Vitro Alpha Amylase Inhibitory Properties of Some Nigerian Foods As Affected by Cooking. *Frontiers in Nutrition*, 4.

Contacteur 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

