

Alpha-amylase thermostable pour fermentation à haut rendement : liquéfaction de l'amidon, bioéthanol, distillation et moûts concentrés

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

Réponse directe — Une alpha-amylase thermostable sert à liquéfier l'amidon chauffé en coupant les liaisons α -1,4 internes de l'amylose et de l'amylopectine ; elle réduit ainsi la viscosité des moûts riches en amidon et prépare la saccharification en sucres fermentescibles. Dans une fermentation à base de maïs, blé, riz, manioc, patate douce ou coproduits amylicés, elle ne remplace pas la glucoamylase ni la levure : elle améliore surtout l'accessibilité du substrat et la régularité de conversion en amont de la fermentation ^[1].

Enzymes.bio fournit **Thermostable Alpha Amylase For High Yield Fermentation** en ligne par unité de **1 kg** ; le certificat d'analyse — CoA — et la fiche de données de sécurité — SDS — sont fournis avec la commande . Le produit s'inscrit dans les usages industriels classiques de l'alpha-amylase : liquéfaction de l'amidon, préparation de moûts fermentescibles, production d'hydrolysats et réduction de viscosité dans les matrices végétales riches en polysaccharides ^[1].

Rôle technique de l'alpha-amylase thermostable dans une fermentation amylicée

L'alpha-amylase est une hydrolase qui attaque l'amidon de manière **endo-agissante** : elle coupe à l'intérieur des chaînes glucidiques, principalement sur les liaisons α -1,4, au lieu de libérer uniquement des sucres simples depuis les extrémités. Cette action fragmente les longues chaînes d'amylose et les segments linéaires de l'amylopectine en dextrans, maltodextrans et oligosaccharides plus courts, ce qui transforme une pâte épaisse en moût plus fluide et plus facilement transformable ^[1].

Le qualificatif **thermostable** est important parce que l'amidon devient beaucoup plus accessible après hydratation et chauffage. Lors de la gélatinisation, les granules d'amidon gonflent, perdent une partie de leur organisation cristalline et exposent davantage de liaisons glycosidiques aux enzymes ; une alpha-amylase non adaptée aux étapes chaudes peut perdre trop vite son efficacité dans ces

conditions. Les travaux récents sur la gélatinisation et l'hydrolyse enzymatique de matrices riches en amidon, comme les boissons végétales à base de féverole, confirment que le profil amidon-sucre dépend fortement de la combinaison entre traitement thermique et hydrolyse enzymatique [2].

Dans une fermentation dite « à haut rendement », l'enjeu n'est pas seulement de produire des sucres, mais de maintenir un procédé robuste : mélange homogène, transfert thermique efficace, pompage régulier, faible amidon résiduel et disponibilité suffisante du carbone pour la levure ou le microorganisme de fermentation. L'alpha-amylase thermostable intervient au début de cette chaîne en abaissant la viscosité et en augmentant la surface enzymatiquement accessible, deux facteurs qui conditionnent la saccharification ultérieure [3].

Il faut toutefois distinguer **liquéfaction** et **saccharification**. L'alpha-amylase liquéfie rapidement l'amidon et produit surtout des dextrines ; la glucoamylase, elle, poursuit l'hydrolyse depuis les extrémités non réductrices pour générer davantage de glucose. Des études sur l'immobilisation de la glucoamylase et son usage pour produire du glucose à partir d'amidon illustrent bien cette complémentarité : la glucoamylase est centrale lorsque l'objectif est l'accumulation de glucose fermentescible, tandis que l'alpha-amylase prépare le substrat en amont [4].

Mécanisme : de la pâte d'amidon aux dextrines fermentescibles

L'amidon est constitué de deux fractions principales : l'amylose, plutôt linéaire, et l'amylopectine, fortement ramifiée. Les régions linéaires contiennent des liaisons α -1,4 ; les points de branchement de l'amylopectine reposent sur des liaisons α -1,6. L'alpha-amylase cible surtout les liaisons α -1,4 internes, ce qui explique son effet rapide sur la longueur moyenne des chaînes et donc sur la viscosité du moût [1].

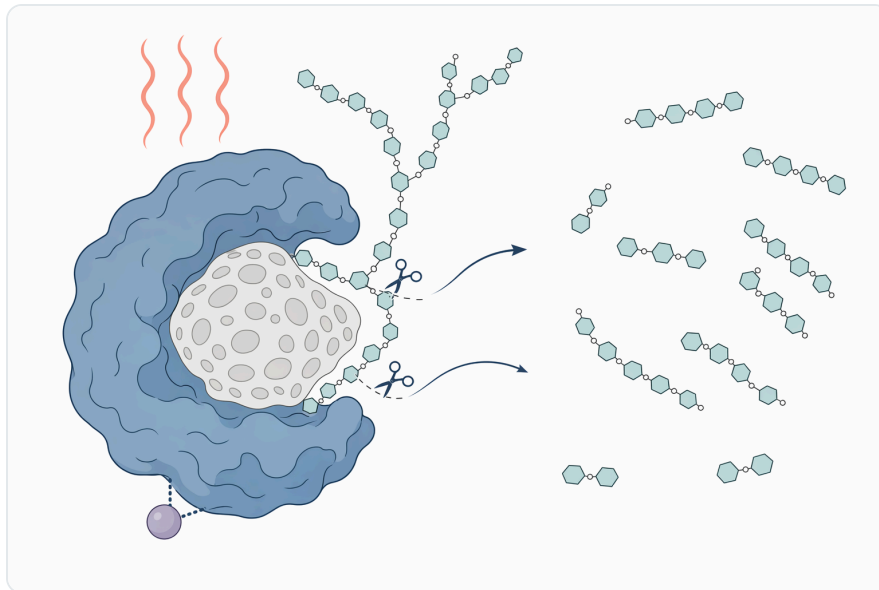


Figure 1. 내열성 알파아밀라아제는 발효 전 단계에서 전분의 내부 α -1,4 결합을 절단해 더 짧은 덱스트린을 형성한다.

À l'échelle du procédé, l'effet de l'enzyme se voit avant tout dans la rhéologie. Une suspension d'amidon chauffée forme une pâte parce que les granules gonflés et les chaînes solubilisées créent un réseau qui retient l'eau. Lorsque l'alpha-amylase coupe ces chaînes, le réseau perd sa continuité : la résistance au mélange diminue, le transfert de chaleur devient plus uniforme et les enzymes en aval accèdent plus facilement aux fragments solubles [3].

Cette action ne doit pas être confondue avec une conversion totale en éthanol ou en autre métabolite. La levure de fermentation alcoolique consomme surtout des sucres simples ou certains disaccharides, pas l'amidon polymérique. La fonction de l'alpha-amylase est donc de rendre le carbone amylacé compatible avec les étapes suivantes : saccharification par glucoamylase, fermentation par levure ou conversion par d'autres microorganismes industriels [5].

Dans les procédés modernes, cette logique s'applique aussi à des matières premières non conventionnelles. L'hydrolyse enzymatique a été étudiée pour des biomasses riches en amidon comme **Chlorella sorokiniana**, où le broyage et l'hydrolyse enzymatique influencent la production de glucose à partir de la fraction amylacée [6]. Des travaux sur la valorisation de biomasse de pineapple en maltodextrine montrent également que l'hydrolyse enzymatique peut transformer des flux végétaux sous-utilisés en ingrédients glucidiques mieux valorisables [7].

Chaîne de conversion : où se place l'alpha-amylase ?

Le tableau ci-dessous résume la position de l'alpha-amylase thermostable dans une chaîne de fermentation à base d'amidon. Les étapes exactes varient selon la matière première, l'équipement et l'objectif final, mais la logique biochimique reste stable.

Étape du procédé	Transformation principale	Rôle de l'alpha-amylase thermostable	Limite à ne pas oublier
Préparation et mouture	Augmentation de la surface de contact	Aucun rôle mécanique direct, mais une mouture adaptée facilite son accès à l'amidon	Une particule trop peu ouverte peut limiter l'hydrolyse
Hydratation et chauffage	Gonflement puis gélatinisation partielle ou complète de l'amidon	L'enzyme thermostable peut agir dans des conditions chaudes compatibles avec la liquéfaction	L'accessibilité dépend de la matrice et du traitement thermique [2]
Liquéfaction	Coupure des chaînes α -1,4 et baisse de viscosité	Rôle principal : production de dextrans et fluidification du moût	Ne produit pas seule une saccharification complète en glucose [1]
Saccharification	Conversion des dextrans en sucres fermentescibles	Fournit un substrat plus accessible à la glucoamylase	La glucoamylase reste généralement nécessaire pour maximiser le glucose [4]
Fermentation	Conversion des sucres en éthanol ou autre produit	Effet indirect par disponibilité du substrat et régularité du moût	Le rendement dépend aussi du microorganisme, des nutriments et de l'hygiène du procédé [8]

Cette séparation des fonctions est utile pour éviter les attentes irréalistes. Une alpha-amylase thermostable peut contribuer fortement au rendement global, mais elle ne garantit pas à elle seule un rendement élevé si la saccharification, la fermentation ou la qualité de la matière première sont limitantes. Des travaux sur des résidus industriels d'amidon de maïs utilisés comme substrat pour produire des polyhydroxyalcanoates montrent que la valorisation microbienne d'un flux amylic dépend de toute la chaîne de conversion, pas uniquement d'une étape enzymatique [8].

Pourquoi la thermostabilité compte dans les moûts riches en amidon

Les moûts de maïs, de blé, de riz, de manioc ou de patate douce deviennent visqueux pendant la cuisson parce que l'amidon absorbe l'eau et se désorganise. C'est précisément à ce moment que l'alpha-amylase est la plus utile : elle intervient lorsque le substrat devient accessible, mais avant que la viscosité ne pénalise le mélange, le transfert thermique ou le pompage [9].

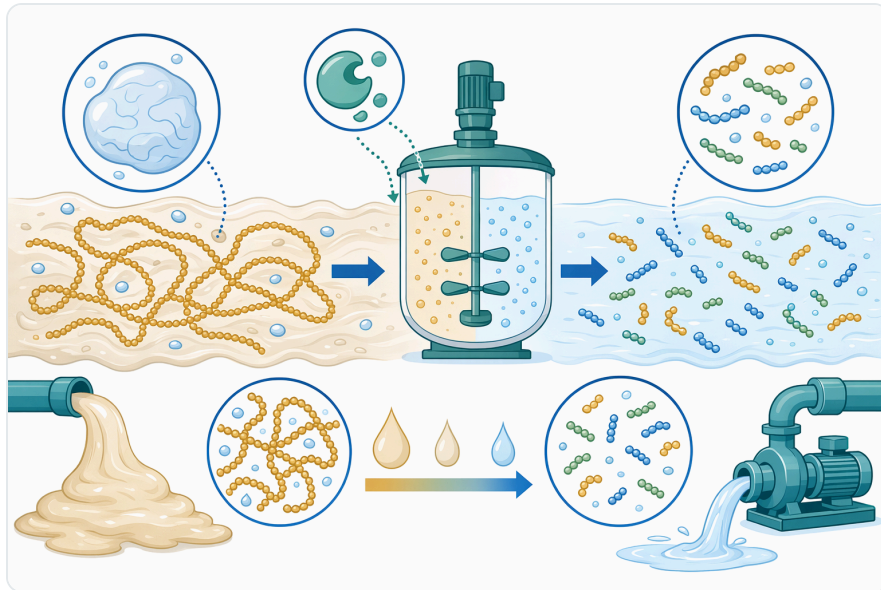


Figure 2. 젤라틴화된 긴 전분 사슬을 더 짧은 조각으로 절단하면 매시의 높은 점도를 유발하는 얽힌 고분자 네트워크가 줄어든다.

La thermostabilité permet de maintenir une activité utile pendant les phases chaudes de liquéfaction. Dans les environnements industriels, cette propriété est recherchée parce que l'amidon n'est pas uniformément accessible à basse température et parce que les procédés de cuisson visent souvent à ouvrir rapidement les granules. Des isolats bactériens producteurs d'amylases thermostables ont été recherchés dans des environnements comme les sites de compostage, ce qui illustre l'intérêt industriel pour des enzymes capables de rester fonctionnelles sous contrainte thermique [10].

Les alpha-amylases microbiennes, notamment issues de bactéries du genre **Bacillus**, sont fréquemment étudiées pour leurs propriétés industrielles. Des travaux récents portent sur la production d'amylase par des espèces de *Bacillus* pour des applications industrielles, y compris des enzymes acides ou thermostables selon les souches et les conditions de production [11]. Ces études ne constituent pas une spécification du produit Enzymes.bio, mais elles expliquent pourquoi les amylases bactériennes occupent une place importante dans les procédés de liquéfaction de l'amidon.

La thermostabilité présente aussi un intérêt de conduite : une enzyme qui tolère mieux la chaleur laisse davantage de marge entre la gélatinisation du substrat et la perte d'activité enzymatique. Cela peut aider à réduire les zones de pâte non hydrolysée, à éviter les gradients de viscosité et à produire un moût plus homogène avant l'étape de saccharification [12].

Matières premières concernées : céréales, racines et coproduits amylicés

L'alpha-amylase thermostable est pertinente dès que le carbone principal est présent sous forme d'amidon. Les substrats typiques comprennent les céréales comme le maïs, le blé et le riz, les racines et tubercules comme le manioc ou la patate douce, ainsi que certains flux secondaires de l'agro-industrie contenant encore une fraction amylicée exploitable [9].

Le manioc illustre bien l'importance de la variété et de la structure de l'amidon. Une étude sur différentes variétés de manioc a montré que la nature du substrat influence les changements physicochimiques pendant l'hydrolyse enzymatique ; dans un contexte industriel, cela signifie que deux lots riches en amidon peuvent ne pas se comporter exactement de la même manière pendant la liquéfaction [9].

Les types de patate douce riches en amidon ont également fait l'objet de travaux de caractérisation des paramètres d'hydrolyse enzymatique. Ces études soulignent que la conversion ne dépend pas seulement de l'enzyme, mais aussi de la qualité du substrat, de son architecture granulaire et de la façon dont il a été préparé avant hydrolyse [12].

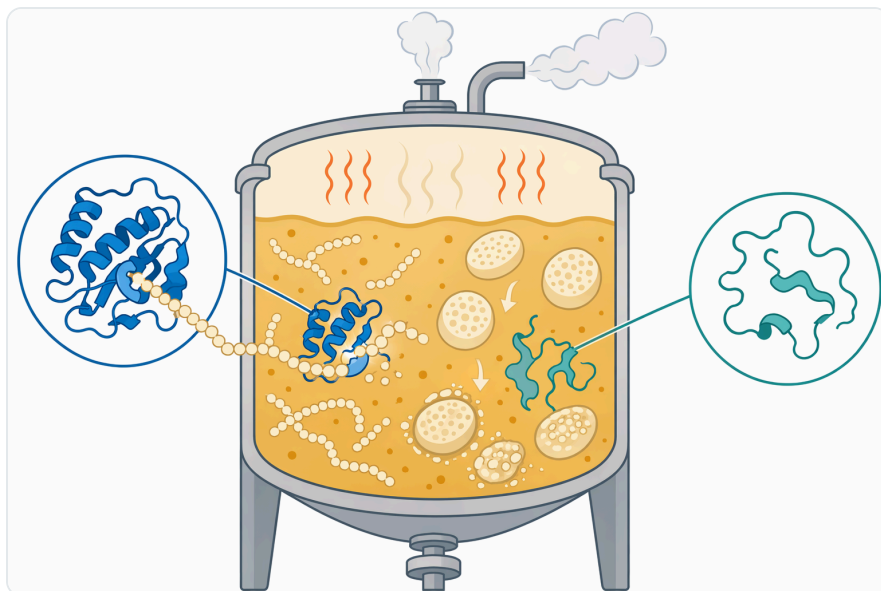


Figure 3. 내열성 알파아밀라아제는 고온 전분 처리 조건에서도 유용한 접힌 구조를 더 오래 유지한다.

Les amidons issus de matières moins classiques peuvent aussi être hydrolysés en glucose ou en intermédiaires glucidiques. Des recherches sur l'amidon de **Dioscorea hispida** ont étudié son profil d'hydrolyse vers le glucose avec une alpha-amylase, ce qui confirme que la logique enzymatique s'étend au-delà des céréales majeures ^[13]. De même, les travaux sur les biomasses microalgales riches en amidon montrent que la libération de glucose dépend de l'association entre ouverture physique de la matrice et hydrolyse enzymatique ^[6].

Applications industrielles : bioéthanol, distillation, brasserie et amidonnerie

Dans le **bioéthanol**, l'alpha-amylase thermostable intervient généralement après la préparation du grain ou de la racine amylicée et pendant la phase de liquéfaction. Son objectif est de réduire la viscosité du mash et de transformer l'amidon gélatinisé en dextrines qui seront ensuite converties en glucose fermentescible. Les technologies enzymatiques de l'hydrolyse de l'amidon vers le glucose sont bien documentées, y compris dans des schémas industriels visant une conversion simplifiée ^[5].

Dans la **distillation** et les spiritueux de grain, l'intérêt est similaire : extraire le potentiel glucidique de céréales ou d'adjuvants amylicés, tout en produisant un moût suffisamment fluide pour être manipulé. L'alpha-amylase peut être particulièrement utile lorsque l'activité enzymatique naturelle du malt est insuffisante, lorsque la proportion d'adjuvants est élevée ou lorsque la matière première a subi un traitement qui modifie l'accessibilité de l'amidon ^[1].

En **brasserie à forts adjuvants**, le riz, le maïs, le sorgho ou d'autres sources d'amidon peuvent augmenter la charge amylicée sans apporter la même activité enzymatique que le malt. L'alpha-amylase aide alors à liquéfier l'amidon gélatinisé et à améliorer l'extractibilité, tandis que d'autres enzymes peuvent être nécessaires selon la composition du brassin. Les recherches sur les interactions entre amylases montrent d'ailleurs que les mélanges enzymatiques peuvent produire des effets différents d'une enzyme utilisée seule, notamment lorsque les mécanismes d'action sont complémentaires ^[14].

Dans l'**amidonnerie** et la production d'hydrolysats, l'alpha-amylase thermostable est une enzyme de liquéfaction plutôt qu'une enzyme de finition sucrante. Elle prépare des dextrines, maltodextrines ou substrats intermédiaires qui peuvent ensuite être orientés vers des sirops, des fermentations, des ingrédients ou d'autres transformations enzymatiques. La production de maltodextrine à partir de biomasse de pineapple par hydrolyse enzymatique illustre l'intérêt de ce type d'approche pour convertir des ressources végétales en produits glucidiques à valeur ajoutée ^[7].

Fermentation à haut rendement : ce que l'enzyme peut réellement améliorer

Le premier bénéfice attendu est la **baisse de viscosité**. Dans un moût concentré, la viscosité élevée augmente les coûts d'agitation, perturbe les transferts thermiques et peut créer des zones moins hydrolysées. En coupant les chaînes d'amidon, l'alpha-amylase réduit la longueur moyenne des polymères et contribue à un fluide plus homogène [3].

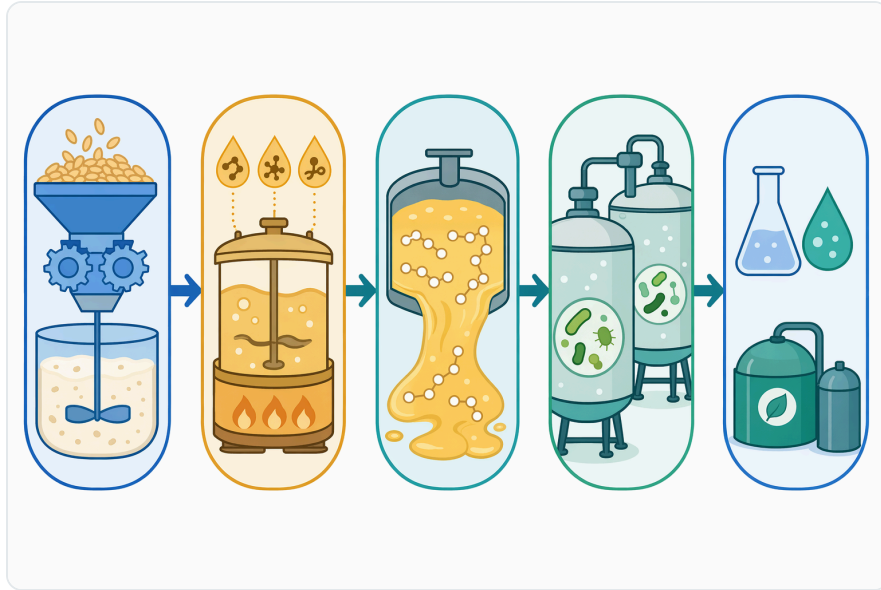


Figure 4. 전분 기반 발효에서는 일반적으로 알파아밀라아제에 의한 액화 단계를 보완 효소에 의한 당화 및 미생물 발효 단계와 분리한다.

Le deuxième bénéfice est une **saccharification plus efficace en aval**. Les dextrines formées par l'alpha-amylase présentent davantage d'extrémités disponibles pour la glucoamylase, ce qui facilite la production de glucose fermentescible. Les travaux sur l'immobilisation de la glucoamylase dans des supports végétaux comme la poudre d'épi de maïs montrent que la conversion de l'amidon en glucose reste une étape technique à part entière, fortement dépendante de l'accessibilité du substrat [4].

Le troisième bénéfice est la **réduction potentielle de l'amidon résiduel**. Un amidon mal liquéfié peut traverser partiellement le procédé sans être converti en sucre, ce qui diminue l'efficacité carbone. Les études sur les procédés d'hydrolyse enzymatique de différents amidons montrent que la composition et la structure du substrat influencent la conversion, d'où l'importance d'une liquéfaction robuste et reproductible [9].

Le quatrième bénéfice est la **stabilité de conduite**. Dans les procédés fermentaires, un moût plus fluide permet une meilleure répartition de la chaleur, des nutriments et des enzymes, ainsi qu'une alimentation plus régulière des fermenteurs. Toutefois, le rendement final reste multifactoriel : qualité

de la matière première, degré de cuisson, saccharification, souche fermentaire, contamination, inhibiteurs, gestion de l'azote et récupération du produit jouent tous un rôle ^[8].

Comparaison avec enzymes complémentaires

L'alpha-amylase thermostable est souvent confondue avec d'autres enzymes de l'amidon. Le tableau suivant clarifie les fonctions principales dans une chaîne amyliacée orientée fermentation.

Enzyme ou action	Cible principale	Produit dominant	Intérêt pour la fermentation	Relation avec l'alpha-amylase
Alpha-amylase thermostable	Liaisons α -1,4 internes de l'amidon	Dextrines et oligosaccharides	Liquéfaction, baisse de viscosité, préparation du substrat	Enzyme de départ pour ouvrir le moût ^[1]
Glucoamylase	Extrémités non réductrices des dextrines	Glucose	Production de sucres fermentescibles	Complément nécessaire pour viser une saccharification poussée ^[4]
Bêta-amylase	Extrémités des chaînes glucidiques	Maltose principalement	Utile selon les profils de sucres souhaités	Peut agir de manière complémentaire dans certains mélanges amyliques ^[14]
Enzyme de branchement	Réorganisation des liaisons dans les glucanes	Maltooligosaccharides spécifiques	Plutôt orientée ingrédients ou profils glucidiques ciblés	Des synergies avec amylases spécialisées sont étudiées ^[15]
Traitement thermique	Désorganisation du granule d'amidon	Amidon gélatinisé plus accessible	Rend l'hydrolyse enzymatique plus efficace	Crée la fenêtre d'action de l'enzyme thermostable ^[2]

Des études récentes sur l'action synergique d'une amylase formant du maltohexaose avec une enzyme de branchement montrent que la conversion de l'amidon peut être orientée vers des maltooligosaccharides spécifiques, et pas seulement vers du glucose ^[15]. Pour une fermentation alcoolique classique, l'objectif reste généralement plus simple : liquéfier l'amidon, produire des dextrines accessibles, puis générer des sucres fermentescibles.

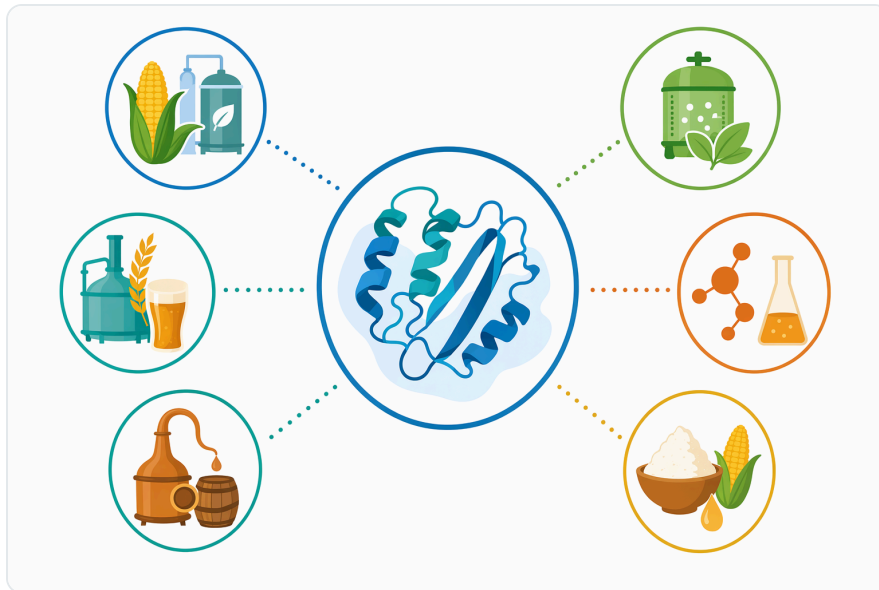


Figure 5. 내열성 알파아밀라아제는 옥수수, 밀, 카사바, 쌀, 보리, 감자, 고구마 및 전분질 잔류물과 같은 전분이 풍부한 원료에 적합하다.

Paramètres de procédé à comprendre sans réduire l'enzyme à une fiche de dosage

La performance d'une alpha-amylase thermostable dépend d'abord de l'**accessibilité de l'amidon**. Une matière première finement préparée, correctement hydratée et chauffée expose davantage les chaînes glucidiques qu'un substrat grossier ou insuffisamment gélatinisé. Les travaux sur l'effet de la mouture et de l'hydrolyse enzymatique dans une biomasse riche en amidon confirment que la préparation physique influence directement la libération de glucose ^[6].

La **structure multi-échelle du granule** compte également. Les zones cristallines, les pores, les lamelles et l'organisation amylose/amylopectine modulent l'accès de l'enzyme. Une étude sur différentes voies d'hydrolyse par alpha-amylase maltogène a montré que les propriétés de structure, l'accessibilité enzymatique et le comportement de pâte peuvent varier selon la manière dont l'hydrolyse progresse ^[3].

Le **profil thermique** doit être cohérent avec la fenêtre d'action de l'enzyme. Une alpha-amylase thermostable est choisie pour agir dans les étapes chaudes, mais cela ne signifie pas qu'elle soit indestructible ou indépendante du procédé. Les recherches sur des bactéries productrices d'amylases thermostables soulignent l'intérêt de la stabilité thermique, tout en montrant que chaque enzyme possède ses propres conditions favorables ^[10].

Le **pH, les ions et la matrice** peuvent aussi influencer l'activité. Certaines amylases bactériennes sont étudiées pour des conditions acides, d'autres pour des milieux salins ou des matrices particulières ; par exemple, une amylase isolée de **Halomonas** a été caractérisée pour des conditions de basse température et de salinité élevée, montrant la diversité fonctionnelle des amylases microbiennes [16]. Dans une usine de fermentation, ces facteurs doivent être interprétés à l'échelle du procédé réel, sans supposer qu'une donnée issue d'une souche de laboratoire s'applique automatiquement à tout produit commercial.

Matrices végétales complexes et valorisation de coproduits

L'intérêt de l'hydrolyse enzymatique dépasse les matières premières nobles. De nombreux flux agro-industriels contiennent des fractions amylacées, cellulosiques, hémicellulosiques ou phénoliques qui peuvent être valorisées par des enzymes adaptées. Les études sur la conversion de déchets alimentaires en nouveaux produits et l'analyse de l'hydrolyse enzymatique montrent que cette approche s'inscrit dans une logique plus large d'upcycling et d'économie circulaire [17].

Lorsque la matière première est mixte, l'amidon n'est pas toujours le seul facteur limitant. Des fibres, protéines, lipides ou composés phénoliques peuvent modifier la viscosité, l'accessibilité enzymatique ou la fermentation. Les travaux sur la libération d'acide férulique à partir de coproduits agro-industriels par enzymes hydrolytiques illustrent que des matrices végétales peuvent nécessiter plusieurs familles enzymatiques selon la cible de valorisation [18].

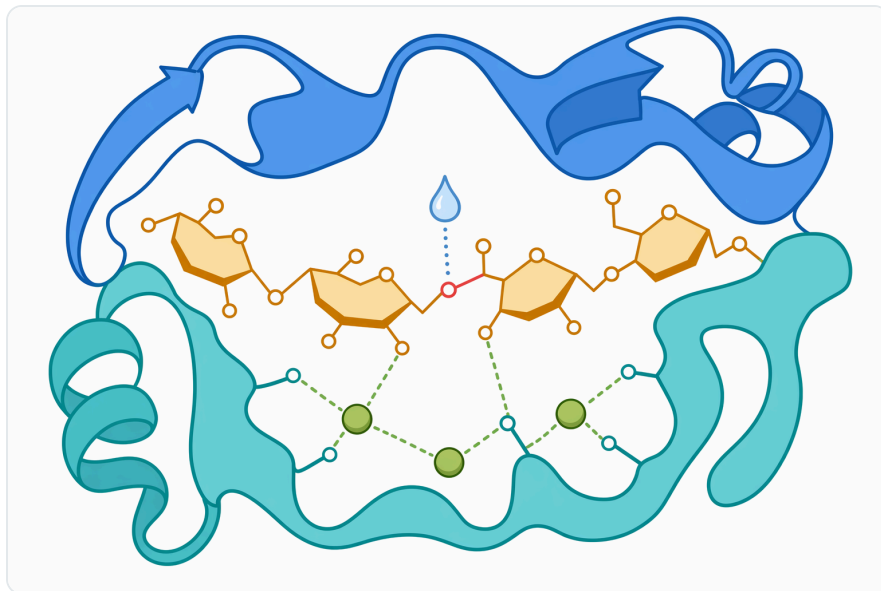


Figure 6. 칼슘과 같은 금속 이온은 기질 인식과 촉매 작용을 지원하는 알파아밀라아제의 결합 부위를 안정화하는 데 도움을 줄 수 있다.

Dans les résidus riches en cellulose ou hémicellulose, l'alpha-amylase ne remplace pas les cellulases. Des stratégies d'hydrolyse enzymatique de sucres cellulosiques pour produire du bioéthanol à partir d'écorce d'**Eucalyptus globulus** relèvent d'un autre système de polysaccharides, où les enzymes cellulolytiques sont centrales ^[19]. Cette distinction est importante : l'alpha-amylase thermostable est une solution pour l'amidon, pas une enzyme universelle pour toutes les biomasses.

Inversement, lorsque le flux contient une fraction amylacée exploitable, l'alpha-amylase peut être un premier levier de conversion. L'utilisation de résidus industriels d'amidon de maïs comme substrat pour des productions microbiennes montre que les coproduits amylacés peuvent devenir des ressources fermentaires, à condition que le carbone soit rendu accessible aux microorganismes ^[8].

Sélection d'usage : quand l'alpha-amylase thermostable est pertinente

L'enzyme est particulièrement pertinente lorsque le procédé comporte une étape chaude de préparation de l'amidon et que la viscosité limite l'exploitation. C'est le cas des moûts de céréales, des suspensions de tubercules, des adjuvants de brasserie, des bases de distillation et de certaines matières secondaires contenant de l'amidon ^[1].

Elle est également pertinente lorsque le procédé vise une **charge en solides plus élevée**. Plus la concentration en matière sèche augmente, plus les contraintes de mélange et de transfert thermique deviennent sensibles. La liquéfaction enzymatique aide alors à conserver une fluidité compatible avec la saccharification et la fermentation, même si elle ne supprime pas les autres limites du procédé ^[3].

Elle est moins adaptée comme solution unique lorsque l'objectif est un glucose maximal sans étape de saccharification. Dans ce cas, l'association avec une glucoamylase ou une stratégie enzymatique équivalente reste généralement nécessaire. Les procédés enzymatiques industriels de conversion de l'amidon vers le glucose reposent précisément sur cette logique de complémentarité entre ouverture de la chaîne et libération de sucres fermentescibles ^[5].

Enfin, elle doit être intégrée avec prudence dans les matrices non amylacées. Si la viscosité provient surtout de bêta-glucanes, pectines, fibres insolubles ou protéines, d'autres enzymes peuvent être plus déterminantes. Les études sur les films d'amidon renforcés par nanofibres de cellulose issues de grignons d'olive rappellent que les systèmes amidon-cellulose combinent plusieurs polymères aux comportements très différents ^[20].

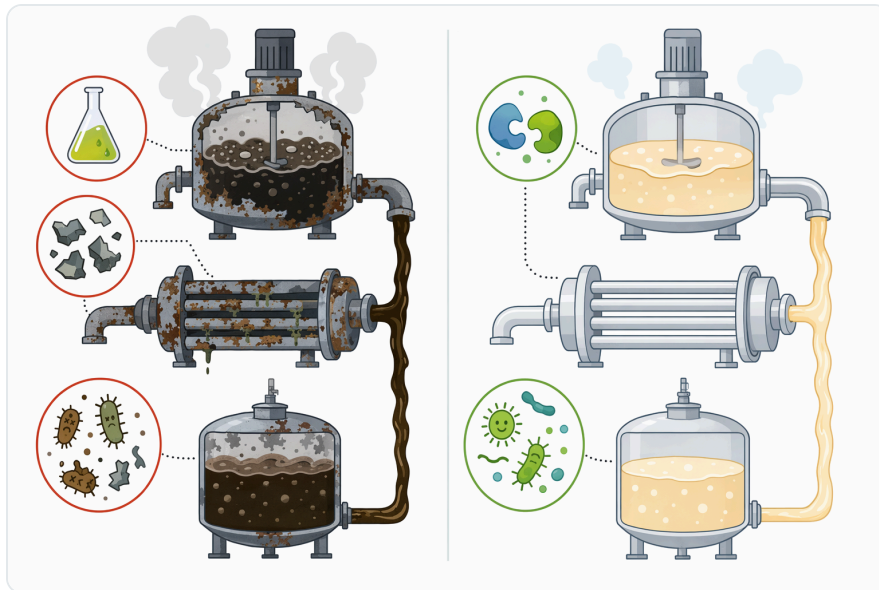


Figure 7. 알파아밀라아제는 주로 전분을 액화하는 반면, 글루코아밀라아제, 가지절단 효소, 베타아밀라아제는 이후 단계에서 서로 다른 탄수화물 전환 역할을 수행한다.

Positionnement Enzymes.bio

Thermostable Alpha Amylase For High Yield Fermentation est proposé par Enzymes.bio comme enzyme destinée aux applications de transformation de l'amidon et de fermentation. Enzymes.bio est un fournisseur en ligne, non un fabricant ni un laboratoire ; le produit est vendu directement par unité de **1 kg**, et les documents CoA et SDS accompagnent la commande .

Dans un contexte B2B, le bon positionnement technique est donc le suivant : utiliser l'alpha-amylase thermostable comme outil de liquéfaction pour améliorer la fluidité et l'accessibilité des substrats amylicés, puis conduire la saccharification et la fermentation selon le procédé industriel visé. Cette lecture est cohérente avec la littérature sur l'hydrolyse enzymatique de l'amidon, les effets de la structure du substrat et les stratégies de conversion vers le glucose ou d'autres produits fermentaires [1].

Conclusion

L'alpha-amylase thermostable est une enzyme clé pour les fermentations à base d'amidon parce qu'elle intervient au point où le procédé est le plus sensible à la viscosité : après hydratation et chauffage, lorsque l'amidon est accessible mais encore trop polymérique pour être fermenté efficacement. En coupant les liaisons α -1,4 internes, elle transforme la pâte d'amidon en un moût plus fluide contenant des dextrans, ce qui facilite la saccharification par glucoamylase et la conversion ultérieure en produit fermenté [1].

Son apport au « haut rendement » doit être compris de façon technique : meilleure liquéfaction, meilleure accessibilité du substrat, réduction possible de l'amidon résiduel et conduite plus régulière du procédé. Le rendement final dépend néanmoins de l'ensemble de la chaîne — matière première, cuisson, saccharification, microorganisme, nutriments et maîtrise de fermentation — et non de l'enzyme seule ^[8].

Pour les applications de bioéthanol, distillation, brasserie à adjuvants, amidonnerie et valorisation de coproduits amylacés, **Thermostable Alpha Amylase For High Yield Fermentation** fournit une fonction claire : ouvrir et liquéfier l'amidon avant la conversion en sucres fermentescibles. Enzymes.bio le met à disposition en ligne par unité de 1 kg, avec CoA et SDS fournis avec la commande .

Commander Thermostable Alpha Amylase For 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 Thermostable Alpha Amylase For 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. He, R., Li, S., Zhao, G., Zhai, L., Qin, P., & Yang, L. (2023). Starch Modification with Molecular Transformation, Physicochemical Characteristics, and Industrial Usability: A State-of-the-Art Review. *Polymers*, 15.
2. Akintayo, O., Falconer, R., Lauer, J. C., Cowley, J., & Bozkurt, H. (2025). The effect of gelatinisation and enzymatic hydrolysis methods on the starch, sugar and physicochemical profiles of faba bean milk. *International Journal of Biological Macromolecules*, 140898 .
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. Costa Luchiari, I., Cedeno, F. R. P., Macêdo Farias, T. A., Picheli, F., Paula, A. D., Monti, R., & Masarin, F. (2021). Glucoamylase Immobilization in Corncob Powder: Assessment of Enzymatic Hydrolysis of Starch in the Production of Glucose. *Waste and Biomass Valorization*, 12, 5491 - 5504.
5. Kvesitadze, G., Urushadze, T., Khvedelidze, R., Kutateladze, L., Zakariashvili, N., Jobava, M., & Sadunishvili, T. (2019). One step industrial enzymatic technology of starch hydrolysis to glucose. *Global NEST International Conference on Environmental Science & Technology*.

6. Souza, M. F., Rodrigues, M. A., Freitas, S., & Bon, E. (2020). Effect of milling and enzymatic hydrolysis in the production of glucose from starch-rich *Chlorella sorokiniana* biomass. *Algal Research-Biomass Biofuels and Bioproducts*, 50, 101961.
7. Nurhadi, B., M.TP, P., Ermawar, R. A., Sondari, D., Sikin, A. M., Mahani, Indiarto, R., ... et al. (2025). Upcycling pineapple biomass waste to produce maltodextrin through enzymatic hydrolysis. *International Journal of Food Properties*, 28.
8. Xu, X., Li, Z., Ma, Q., & Gu, P. (2024). Application of *Bacillus cereus* for synthesis of polyhydroxyalkanoates from industrial corn starch residue. *International Journal of Biological Macromolecules*, 138785 .
9. Cornejo, F., Maldonado-Alvarado, P., Palacios-Ponce, S., Hugo, D., & Rosell, C. (2022). Impact of Cassava Starch Varieties on the Physiochemical Change during Enzymatic Hydrolysis. *Molecules*, 27.
10. Bandara, Y. (2024). Isolation and identification of thermostable amylase enzyme producing bacteria from compost production plant in Kurunegala. *The 24th International Postgraduate Research Conference*.
11. Muneer, H., Alam, M. A., Siddiqui, R., Durrani, I. K., Uddin, Q. S., Zia, Z., & Ilyas, M. W. (2026). Production and characterization of acidic amylase from *Bacillus* species for industrial applications. *International Journal of Biochemical and Allied Health Research*.
12. Ega, L. (2023). Characterization and determination of hydrolysis process parameters of superior sweet starch CIP-types enzymatically. *Food Research*.
13. Agustina, U., Hasan, A., & Purnamasari, I. (2024). Hydrolysis profile of gadung (*dioscorea hispida* dennst) starch to glucose using alpha amylase enzyme. *Jurnal Teknik Kimia*.
14. Wei, X., Huang, W., Han, Y., Chen, L., Wang, Y., Yu, S., & Yang, F. (2024). Allosteric mechanism of synergistic effect in α - and β -amylase mixtures. *International Journal of Biological Macromolecules*, 135653 .
15. Zhong, L., Wang, P., Jiang, M., Zheng, Y., Xu, X., Ye, X., Huang, Y., ... et al. (2025). Synergistic action of novel maltohexaose-forming amylase and branching enzyme improves the enzymatic conversion of starch to specific maltooligosaccharide. *Carbohydrate Polymers*, 347, 122753 .
16. Kim, J. A., Kim, M. J., Yim, J., Kim, I., Rhee, J., & Han, S. J. (2025). Isolation and Characterization of Low-Temperature and High-Salinity Amylase from *Halomonas* sp. KS41843. *Fermentation*.
17. Esposito, L., Accardo, F., Prandi, B., & Tedeschi, T. (2025). How food wastes can be converted into new products: European legislation and analysis of enzymatic hydrolysis. *New Biotechnology*.
18. Juhņeviĉa-Radenkova, K., Kviesis, J., Moreno, D., Segliņa, D., Vallejo, F., Valdovska, A., & Radenkovs, V. (2021). Highly-Efficient Release of Ferulic Acid from Agro-Industrial By-Products via Enzymatic Hydrolysis with Cellulose-Degrading Enzymes: Part I–The Superiority of Hydrolytic Enzymes Versus Conventional Hydrolysis. *Foods*, 10.
19. Amândio, M. S., Rocha, J., & Xavier, A. (2023). Enzymatic Hydrolysis Strategies for Cellulosic Sugars Production to Obtain Bioethanol from *Eucalyptus globulus* Bark. *Fermentation*.
20. Souza Rocha, P., Pagno, C., Crizel, T. M., Flôres, S. H., & Hertz, P. (2024). Olive pomace upcycling: Eco-friendly production of cellulose nanofibers by enzymatic hydrolysis and application in starch films. *Journal of Food Science*.

Contacter 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.