

# Alpha-galactosidase : enzyme pour soja, légumineuses, pet food, feed et bioprocédés glucidiques

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

L'**alpha-galactosidase** est une enzyme qui hydrolyse des liaisons alpha-galactosidiques, notamment dans des galactosides et oligosaccharides végétaux où le galactose terminal limite la digestibilité ou la transformation. Pour les utilisateurs B2B, son intérêt principal est la réduction ciblée de composés de type raffinose, stachyose ou galactomannanes dans des matrices végétales, des formulations pet food/feed et certains bioprocédés glucidiques, sans la confondre avec l'alpha-galactosidase A humaine étudiée en médecine lysosomale <sup>[1]</sup>.

Enzymes.bio fournit de l'**Alpha-Galactosidase** pour des usages professionnels de formulation et de transformation ; le produit est vendu directement en ligne par unité de 1 kg, avec certificat d'analyse et fiche de données de sécurité fournis avec la commande. Ce document explique les mécanismes, les domaines d'application et les limites d'interprétation pour une utilisation technique, non comme recommandation de **dosage alpha galactosidase** en complément alimentaire.

## Qu'est-ce que l'alpha-galactosidase ?

L'alpha-galactosidase — aussi écrite **alpha galactosidase**, **α-galactosidase** ou **alpha-galactosidase enzyme** — appartient aux enzymes capables de rompre des liaisons glycosidiques impliquant un résidu galactose en configuration alpha. Dans les applications alimentaires, feed et bioprocédés, elle est surtout recherchée pour son action sur des sucres végétaux que les traitements mécaniques ou thermiques ne dégradent pas de manière aussi sélective <sup>[1]</sup>.

Sur le plan biochimique, l'enzyme reconnaît des structures alpha-galactosidiques et catalyse leur hydrolyse : l'eau participe à la rupture de la liaison glycosidique, libérant des fragments glucidiques plus simples. Des travaux consacrés au mécanisme de l'alpha-galactosidase et au déroulement stéréochimique de la réaction confirment que l'activité observée dépend de la reconnaissance du substrat, de l'architecture du site actif et des conditions de réaction propres à chaque enzyme <sup>[2]</sup>.

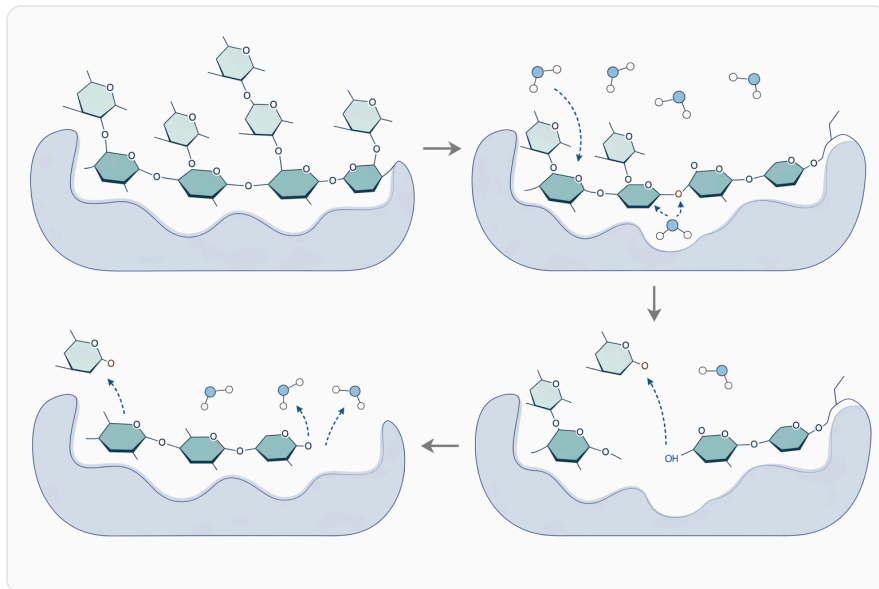
Dans les matrices végétales, cette activité peut concerner des oligosaccharides de la famille des galactosides ainsi que certaines chaînes latérales contenant du galactose. La littérature sur des alpha-galactosidases végétales montre également leur implication dans des phénomènes de texture et de modification de paroi cellulaire au cours de la maturation, ce qui illustre que leur rôle ne se limite pas aux compléments digestifs ou aux formulations feed [3].

Il faut distinguer l'**enzyme alpha-galactosidase industrielle** de l'**alpha-galactosidase A humaine**. Cette dernière est une enzyme lysosomale étudiée dans la maladie de Fabry, où le déficit enzymatique entraîne l'accumulation de substrats lipidiques spécifiques ; les publications sur les chaperons pharmacologiques ou l'enzymothérapie substitutive concernent donc un cadre médical distinct des usages industriels décrits ici [4][5].

## Pourquoi cette enzyme intéresse les transformateurs de matrices végétales ?

L'intérêt industriel de l'alpha-galactosidase vient de sa spécificité : elle vise une famille de liaisons que d'autres enzymes courantes, comme les amylases ou protéases, ne traitent pas directement.

Lorsqu'une formulation contient du soja, des légumineuses ou des fractions végétales riches en oligosaccharides galactosylés, l'**enzyme alpha-galactosidase** peut être utilisée pour transformer ces composés en sucres plus simples et plus faciles à intégrer dans un procédé [1].



**Figure 1.** 알파-갈락토시다아제는 라피노스와 스타키오스 같은 라피노스 계열 올리고당에서 말단의 알파 결합 갈락토스 잔기를 제거한다.

Cette action est pertinente dans les produits à base de soja, les bases végétales liquides, les ingrédients protéiques, les aliments pour animaux et les formulations pet food. Le raisonnement est toujours le même : lorsque la fraction glucidique contient des motifs alpha-galactosidiques, l'enzyme apporte une

voie de conversion plus ciblée qu'un chauffage prolongé, une acidification forte ou une fermentation non maîtrisée [2].

L'enzyme est aussi utile pour comprendre et optimiser des matrices où les polysaccharides de paroi ou les galactosides influencent la texture, la viscosité ou la fermentescibilité. Des travaux sur une alpha-galactosidase liée à la maturation et aux changements de texture montrent que l'activité galactosidasique peut contribuer à modifier des structures de paroi végétale, ce qui explique son intérêt dans des applications plus larges que la seule réduction de sucres fermentescibles [3].

## Mécanisme d'action : hydrolyse ciblée des liaisons alpha-galactosidiques

---

### Reconnaissance du substrat

Le fonctionnement d'une **alpha-galactosidase enzyme** repose sur la complémentarité entre le site actif et la partie galactosylée du substrat. L'enzyme ne "digère" pas indistinctement toute la matrice : elle agit sur des motifs compatibles avec son site catalytique, ce qui explique pourquoi son efficacité varie selon l'origine de l'enzyme, la structure du substrat et l'accessibilité des liaisons dans la matrice [1].

Dans un ingrédient végétal complexe, le substrat n'est pas toujours libre en solution. Il peut être dissous, piégé dans une matrice protéique, associé à des fibres ou partiellement inaccessible après cuisson, extrusion ou séchage. L'action réelle dépend donc à la fois de la présence de liaisons alpha-galactosidiques et de leur disponibilité physique au moment où l'enzyme est incorporée.

### Hydrolyse et formation de sucres plus simples

La réaction catalysée est une hydrolyse : l'eau intervient pour rompre la liaison glycosidique. Les études mécanistiques sur l'alpha-galactosidase ont précisément cherché à décrire la manière dont la réaction se déroule au niveau du site actif, y compris les aspects stéréochimiques de la coupure catalytique [2][1].

Pour un utilisateur industriel, la conséquence pratique est la conversion d'oligosaccharides ou de motifs galactosylés en composés plus courts. Cette conversion peut réduire la charge en composés fermentescibles spécifiques, faciliter une fermentation contrôlée, modifier une fraction glucidique ou améliorer la tolérance d'une formulation contenant des ingrédients végétaux.

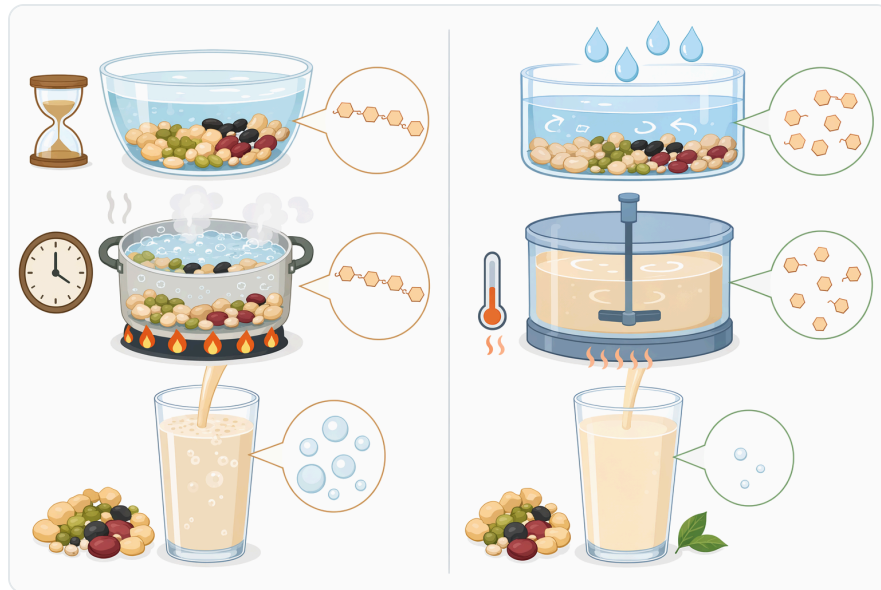


Figure 2. 탄수화물 가공에 사용되는 산업용 알파-갈락토시다아제는 인간 알파-갈락토시다아제 A 진단, 파브리병 치료, 알파-갈 알레르기 용어와는 구별된다.

## Limites de spécificité

L'alpha-galactosidase ne remplace pas une xylanase, une cellulase, une pectinase, une amylase ou une protéase. Elle peut être combinée à d'autres enzymes dans une stratégie multi-enzymatique, mais son rôle reste centré sur les liaisons alpha-galactosidiques et les substrats apparentés [1].

Cette spécificité est un avantage lorsqu'un problème de procédé est correctement attribué à des galactosides. Elle devient une limite si la difficulté principale provient d'une fibre insoluble, d'une protéine peu hydrolysée, d'un amidon résistant ou d'un autre facteur de formulation. L'analyse technique doit donc relier le choix de l'**enzyme alpha-galactosidase** à la composition réelle de la matrice.

## Applications B2B : où l'alpha-galactosidase apporte le plus de valeur

Domaine d'application	Matrices typiques	Cible technique	Effet attendu	Point de vigilance
Transformation du soja et des légumineuses	Bases végétales, ingrédients protéiques, hydrolysats, coproduits	Oligosaccharides et motifs alpha-galactosidiques	Réduction ciblée de composés fermentescibles ou difficiles à gérer	L'efficacité dépend de l'accessibilité du substrat et des conditions de procédé [1]
Pet food, notamment	Formules avec soja, légumineuses ou	Galacto-oligosaccharides	Soutien à la digestibilité	Ne pas présenter comme traitement

Domaine d'application	Matrices typiques	Cible technique	Effet attendu	Point de vigilance
aliments pour chiens	protéines végétales	associés à la fermentation digestive	technologique de la formule	médical ou complément humain
Feed animal	Rations contenant des ingrédients végétaux	Fraction glucidique galactosylée	Meilleure gestion des substrats fermentescibles	Effet variable selon l'espèce, la formulation et le procédé
Bioprocédés glucidiques	Sirops, biomasses végétales, fermentations	Conversion de sucres complexes	Profil glucidique plus maîtrisé	Nécessite un couplage avec les objectifs de fermentation ou de transformation
Matrices végétales texturées	Fruits, parois cellulaires, fractions végétales	Galactosides liés à la structure	Modification possible de propriétés de texture	Les résultats sont propres à la matrice et à l'enzyme <sup>[3]</sup>

## Soja, légumineuses et ingrédients végétaux

Les recherches autour des **enzymes alpha galactosidase** sont souvent liées aux matrices riches en ingrédients végétaux. Le soja et certaines légumineuses contiennent des sucres qui peuvent être techniquement gênants parce qu'ils ne sont pas tous hydrolysés par les enzymes digestives endogènes des animaux monogastriques ou par les procédés classiques de transformation. L'alpha-galactosidase apporte ici une action ciblée, adaptée lorsque la formulation contient des motifs alpha-galactosidiques accessibles <sup>[1]</sup>.

Dans une base végétale liquide, l'enzyme peut être introduite à une étape où l'eau est disponible et où les substrats sont solubilisés ou dispersés. Dans une matrice plus sèche, l'effet dépend davantage de l'humidité, du temps de contact et du niveau de diffusion de l'enzyme vers le substrat. Le choix de l'étape d'incorporation est donc aussi important que le choix de l'enzyme elle-même.

L'objectif industriel n'est pas de transformer l'ensemble de la matière végétale, mais de réduire une fraction précise de sucres ou de motifs galactosylés. Cette nuance est importante pour éviter des attentes irréalistes : une **alpha-galactosidase** ne corrige pas à elle seule l'amertume d'un hydrolysat, la solubilité d'une protéine ou la stabilité complète d'une émulsion.

## Pet food et aliments pour chiens

En pet food, l'alpha-galactosidase est pertinente lorsque la formule contient des ingrédients végétaux pouvant apporter des galacto-oligosaccharides. La page produit Enzymes.bio dédiée à l'alpha-galactosidase pour chiens situe l'usage dans un contexte de formulation d'aliments pour chiens, en lien avec la dégradation de composés glucidiques végétaux et le soutien de la digestion des formules concernées .

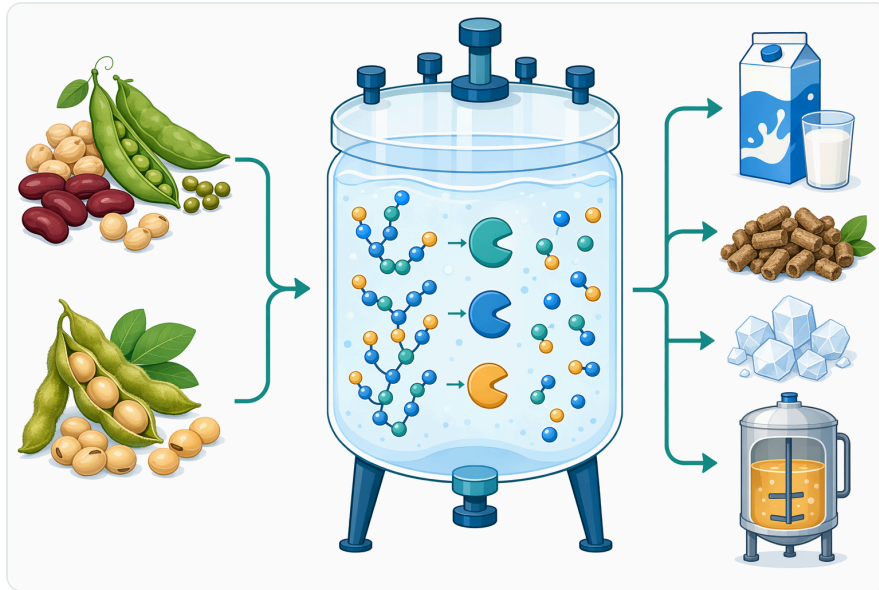


Figure 3. 대두와 두류에 들어 있는 라피노스 계열 올리고당은 소화 과정까지 남아 있거나 후속 가공에 영향을 줄 수 있어 주요 처리 대상이 된다.

Pour un formulateur, l'intérêt est surtout technologique : mieux gérer la fermentescibilité de certaines fractions végétales, améliorer la régularité d'une recette contenant du soja ou des légumineuses, et limiter les effets indésirables associés à des substrats non hydrolysés. Ces effets doivent rester formulés avec prudence, car ils dépendent de l'ensemble de la recette, de la cuisson, de l'extrusion, de l'humidité et du profil animal visé.

Il ne faut pas confondre ce positionnement avec un produit de **pharmacie alpha galactosidase** ou un **alpha galactosidase complément alimentaire** destiné à la consommation humaine directe. Enzymes.bio fournit ici une enzyme pour usages professionnels ; ce document ne fournit pas de recommandation de **dosage alpha-galactosidase** pour un consommateur, un animal individuel ou un protocole thérapeutique.

## Feed animal

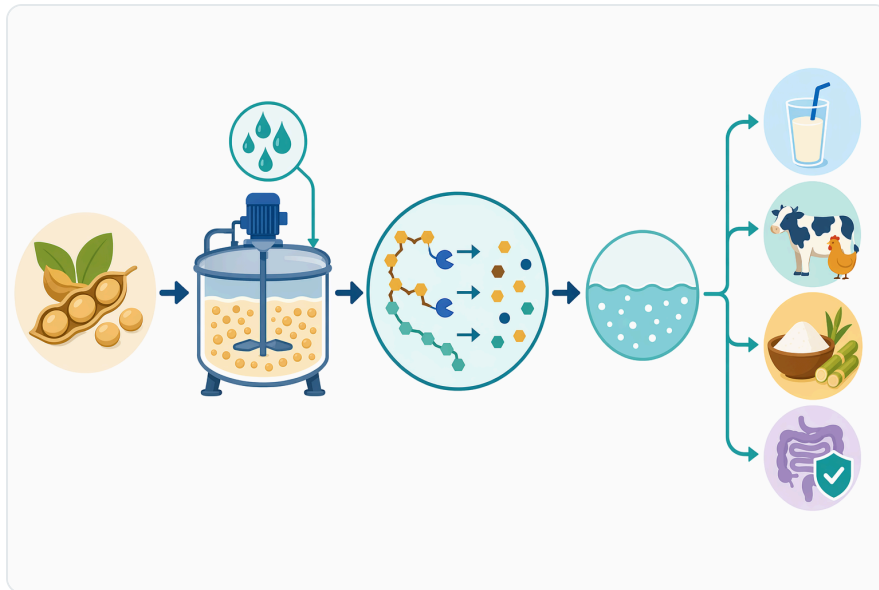
En alimentation animale, l'intérêt d'une **enzyme alpha-galactosidase** est lié à la présence d'ingrédients végétaux contenant des substrats compatibles. Les formulations intégrant tourteaux, légumineuses ou coproduits végétaux peuvent contenir des fractions glucidiques qui contribuent à la fermentation digestive ou à une moindre valorisation de certains nutriments. L'enzyme permet alors de cibler une partie de cette fraction, sous réserve que les conditions de fabrication préservent son activité.

Dans les procédés feed, les étapes thermiques sont un point critique. Les enzymes sont des protéines : leur activité peut diminuer si elles sont exposées à des conditions trop sévères, même si la tolérance dépend de l'origine enzymatique, de la formulation et de la protection apportée par la matrice. Le positionnement dans le procédé doit donc viser une étape où l'enzyme conserve une activité utile sur ses substrats.

Le bénéfice attendu doit être relié à la composition de la ration. Une formule pauvre en substrats alpha-galactosidiques ne tirera pas le même avantage qu'une formule riche en légumineuses ou en fractions végétales galactosylées. C'est pourquoi l'alpha-galactosidase doit être considérée comme un outil ciblé, non comme une enzyme feed universelle.

## Bioprocédés, fermentation et conversion de sucres

Les alpha-galactosidases peuvent aussi s'inscrire dans des bioprocédés où l'objectif est de modifier un profil glucidique avant ou pendant une fermentation. La présence de gènes de glycoside hydrolases et de fonctions microbiennes associées dans des fermentations alimentaires, comme celle étudiée chez *Debaryomyces hansenii* dans le thé noir fermenté, montre l'importance des enzymes glucidiques dans la transformation de matrices complexes <sup>[6]</sup>.



**Figure 4.** 효과적인 알파-갈락토시다아제 처리는 수화, 기질 접근성, 효소와의 접촉, 가수분해, 그리고 그 결과로 나타나는 올리고당 조성 변화에 달려 있다.

Dans ce contexte, l'alpha-galactosidase peut servir à rendre certains sucres plus accessibles à une microflore contrôlée, à limiter l'accumulation d'oligosaccharides spécifiques ou à orienter le profil final d'un ingrédient. L'intérêt dépend fortement du procédé : fermentation liquide, hydrolyse préalable, co-incubation avec d'autres enzymes ou traitement d'un coproduit végétal.

L'enzyme peut également contribuer à des logiques de valorisation de biomasse, mais il faut éviter de généraliser. Une biomasse riche en cellulose, lignine ou xylanes exigera d'autres activités enzymatiques ; l'alpha-galactosidase n'a de pertinence que si des motifs galactosylés constituent une cible utile dans la stratégie de conversion.

## Conditions d'utilisation : facteurs qui influencent la performance

### pH, température et eau disponible

Comme toutes les enzymes, l'alpha-galactosidase possède une zone de fonctionnement dépendante du pH, de la température et de l'activité de l'eau. Les données exactes varient selon l'origine de l'enzyme et la formulation commerciale ; il serait donc imprudent de transférer directement les conditions d'une publication scientifique à un produit donné sans validation interne <sup>[2]</sup>.

Dans les procédés liquides, la disponibilité en eau facilite généralement la rencontre entre enzyme et substrat. Dans les procédés pâteux, extrudés ou semi-secs, la diffusion est plus limitée : le temps de contact et l'hydratation deviennent alors déterminants. Une incorporation trop tardive ou dans une matrice insuffisamment hydratée peut réduire l'effet, même si l'enzyme est intrinsèquement active.

## Effet des traitements thermiques

La chaleur peut dénaturer les enzymes, c'est-à-dire modifier leur structure tridimensionnelle au point de réduire ou d'annuler l'activité catalytique. Cet aspect est particulièrement important en pet food extrudé, en feed granulé ou dans les bases végétales chauffées. Le choix du point d'ajout doit donc tenir compte de l'exposition thermique réelle de l'enzyme.

Inversement, une étape modérée d'incubation avant un chauffage final peut permettre à l'enzyme d'agir sur les substrats, puis d'être inactivée si le procédé l'exige. Ce type de logique est courant dans les procédés enzymatiques : on recherche d'abord l'activité, puis la stabilité du produit fini ou l'arrêt de la réaction selon le cahier des charges.



Figure 5. 두유, 대두 슬러리, 두류 원료, 콩류 기반 식품은 매트릭스 내 라피노스와 스타키오스에 접근할 수 있을 때 적용 가능한 분야이다.

## Interaction avec d'autres enzymes

L'alpha-galactosidase peut être utilisée seule lorsque la cible principale est clairement alpha-galactosidique. Elle peut aussi être intégrée à un système comprenant cellulases, hémicellulases, pectinases, protéases ou amylases si la matrice présente plusieurs verrous technologiques. La valeur de l'association dépend alors de la complémentarité réelle des activités enzymatiques.

Par exemple, une hémicellulase peut ouvrir une structure de paroi et améliorer l'accessibilité de certains motifs, tandis que l'alpha-galactosidase hydrolyse les résidus galactosylés compatibles. Mais l'ordre d'ajout, le pH commun, la température et la durée doivent rester cohérents : une combinaison d'enzymes n'est efficace que si les conditions du procédé permettent à chaque activité d'agir.

## Niveau de preuve : ce qui est établi et ce qui doit rester prudent

---

### Établi : l'activité hydrolytique alpha-galactosidique

La base la plus solide est le mécanisme : l'alpha-galactosidase hydrolyse des liaisons alpha-galactosidiques. Les travaux mécanistiques et stéréochimiques disponibles soutiennent cette compréhension et justifient l'usage de l'enzyme lorsque la cible industrielle est bien un substrat galactosylé compatible <sup>[2][4]</sup>.

Cette solidité mécanistique ne signifie pas que tous les produits contenant des végétaux répondront de la même manière. Les substrats peuvent être libres, liés, masqués, insolubles ou transformés par les étapes de fabrication. La preuve mécanistique doit donc être reliée à une preuve de procédé pour chaque matrice importante.

### Établi : l'existence de rôles biologiques variés

Les alpha-galactosidases ne sont pas uniquement des additifs technologiques. Elles existent dans des systèmes biologiques variés, y compris dans des organismes végétaux et microbiens. Leur caractérisation dans des contextes de maturation, de texture végétale ou de fermentation illustre la diversité de leurs fonctions et confirme que l'activité galactosidasique peut influencer des matrices complexes <sup>[3][6]</sup>.

Cette diversité explique pourquoi deux alpha-galactosidases d'origines différentes peuvent présenter des comportements différents. Une enzyme issue d'un microorganisme psychroadapté, une enzyme végétale liée à la paroi ou une enzyme humaine lysosomale ne doivent pas être considérées comme interchangeables, même si elles partagent une désignation générale.

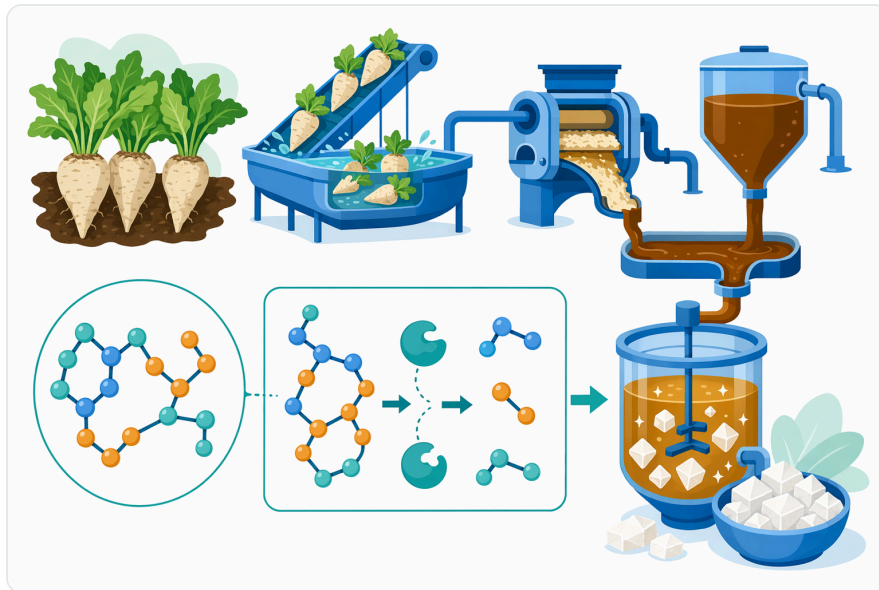


Figure 6. 사탕무 당밀과 설탕 가공에서는 알파-갈락토시다아제가 자당 회수나 공정 흐름 처리에 방해가 될 수 있는 라피노스를 가수분해할 수 있다.

### À ne pas surinterpréter : littérature médicale et recherches “allergy”

Les recherches en ligne comme **alpha galactosidase allergy**, **alpha-galactosidase pharmacie** ou **alpha galactosidase complement alimentaire** peuvent conduire à des contenus très différents : allergologie, compléments digestifs, médicaments liés à l’alpha-galactosidase A ou produits industriels. Pour un document B2B, il est essentiel de séparer ces univers et de ne pas transférer des conclusions médicales vers une enzyme de transformation.

Les publications sur la maladie de Fabry traitent de l’alpha-galactosidase A humaine, de chaperons pharmacologiques et d’enzymothérapie substitutive. Elles sont utiles pour clarifier la terminologie, mais elles ne constituent pas une preuve d’effet santé pour une alpha-galactosidase industrielle utilisée dans un procédé alimentaire ou feed <sup>[4][5]</sup>.

### Dosage, complément alimentaire et vocabulaire commercial : clarifier les attentes

Les requêtes **dosage alpha galactosidase**, **alpha-galactosidase dosage** ou **alpha galactosidase dosage** sont fréquentes, mais elles ne correspondent pas au même besoin selon le contexte. En B2B, le “dosage” ne doit pas être compris comme une posologie de complément alimentaire ; il s’agit plutôt d’un taux d’incorporation technologique à définir selon la matrice, le temps de contact, les conditions de procédé et l’objectif de transformation.

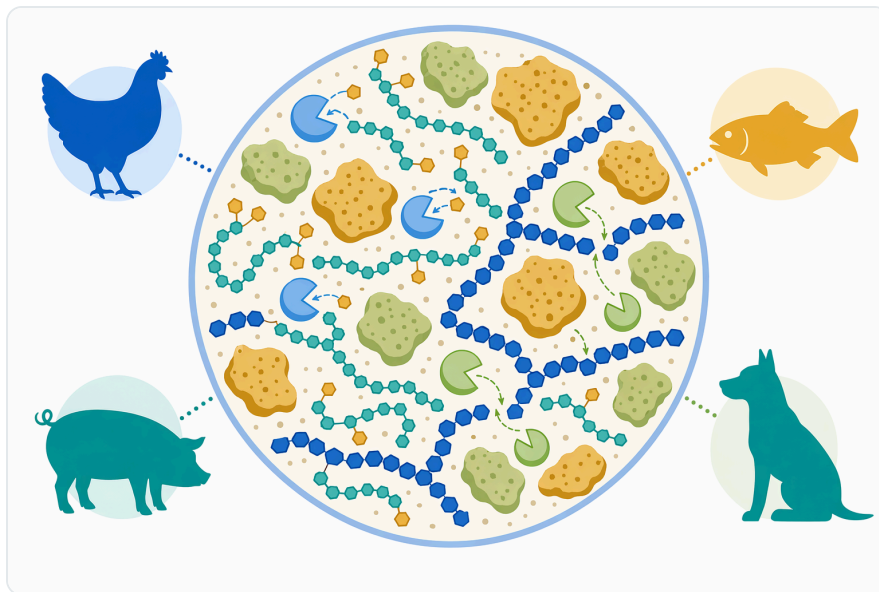
Les expressions comme **alpha galactosidase complément alimentaire** ou **alpha-galactosidase complément alimentaire** renvoient à un marché grand public distinct. L’Alpha-Galactosidase fournie par Enzymes.bio est positionnée pour des usages professionnels de formulation et de transformation,

et non pour une consommation humaine directe. Les documents fournis avec la commande — certificat d'analyse et fiche de données de sécurité — accompagnent l'usage professionnel du produit.

De même, les recherches de type “**alpha galactosidase pharmacie**” ne doivent pas être confondues avec l'achat en ligne B2B d'une enzyme de procédé. La terminologie peut sembler proche, mais les exigences réglementaires, les usages, les responsabilités et les preuves attendues ne sont pas les mêmes.

## Positionnement Enzymes.bio

Enzymes.bio agit comme fournisseur en ligne d'enzymes pour usages professionnels. L'Alpha-Galactosidase est proposée par unité de 1 kg ; Enzymes.bio n'est pas présenté ici comme fabricant ni comme laboratoire d'analyse. Le rôle de cette page est d'aider les clients B2B à comprendre l'intérêt technique de l'enzyme, ses mécanismes et ses limites d'application.



**Figure 7.** 사료와 반려동물 식품에서 알파-갈락토시다아제는 식물성 박류에 유의미한 알파-갈락토시드 기질이 포함되어 있을 때 가장 관련성이 높다.

Le produit s'adresse aux équipes qui travaillent sur des matrices végétales, des formulations pet food/feed ou des bioprocédés où la gestion des liaisons alpha-galactosidiques est pertinente. Le certificat d'analyse et la fiche de données de sécurité sont fournis avec la commande, afin d'accompagner l'intégration du produit dans les procédures internes de l'utilisateur.

L'enzyme doit être choisie pour une cible claire : oligosaccharides galactosylés, fraction glucidique fermentescible, modification contrôlée d'un profil de sucres ou soutien technologique d'une formulation végétale. Lorsqu'aucun substrat alpha-galactosidique significatif n'est présent, une autre enzyme ou une autre stratégie de procédé sera probablement plus appropriée.

## Conclusion technique

---

L'**alpha-galactosidase** est une enzyme de spécialité pour la conversion ciblée de liaisons alpha-galactosidiques dans des matrices végétales, des formulations pet food/feed et certains bioprocédés glucidiques. Sa valeur tient à sa spécificité : elle agit là où la présence de galactosides, d'oligosaccharides végétaux ou de motifs galactosylés crée un enjeu de digestibilité, de fermentescibilité ou de transformation <sup>[1]</sup>.

Les preuves les plus robustes concernent le mécanisme d'hydrolyse et la diversité biologique des alpha-galactosidases, depuis les enzymes microbiennes jusqu'aux enzymes végétales et humaines. Pour un usage industriel, il faut cependant distinguer strictement les applications de procédé des publications médicales sur l'alpha-galactosidase A humaine et des recherches grand public liées aux compléments alimentaires <sup>[4][3][5]</sup>.

Pour les clients B2B, l'intérêt pratique est d'intégrer une **enzyme alpha-galactosidase** lorsque la matrice contient des substrats compatibles et que le procédé offre les conditions nécessaires à son activité. Utilisée dans ce cadre précis, elle constitue un outil enzymatique pertinent pour améliorer la gestion des ingrédients végétaux, soutenir les formulations pet food/feed et orienter certains profils glucidiques en bioprocédés.

### Commander Alpha-Galactosidase 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-Galactosidase →](#)

## 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. Mathew, C., & Balasubramaniam, K. (1987). Mechanism of action of alpha-galactosidase. *Indian Journal of Biochemistry & Biophysics*, 24 5, suppl 29-32 .
2. Bakunina, I., Balabanova, L., Golotin, V. A., Slepchenko, L. V., Isakov, V., & Rasskazov, V. A. (2014). Stereochemical course of hydrolytic reaction catalyzed by alpha-galactosidase from cold adaptable marine bacterium of genus Pseudoalteromonas. *Frontiers in Chemistry*, 2.

3. Soh, C., Ali, Z., & Lazan, H. (2006). Characterisation of an alpha-galactosidase with potential relevance to ripening related texture changes. *Phytochemistry*, 67 3, 242-54 .
4. Sugawara, K., Tajima, Y., Kawashima, I., Tsukimura, T., Saito, S., Ohno, K., Iwamoto, K., ... et al. (2009). Molecular interaction of imino sugars with human alpha-galactosidase: Insight into the mechanism of complex formation and pharmacological chaperone action in Fabry disease. *Molecular Genetics and Metabolism*, 96 4, 233-8 .
5. Ko, Y., Lee, C., Moon, M., Hong, G., Cheon, C., & Lee, J. (2015). Unravelling the mechanism of action of enzyme replacement therapy in Fabry disease. *Journal of Human Genetics*, 61, 143-149.
6. Zou, Y., Liu, M., Lai, Y., Liu, X., Li, X., Li, Y., Tang, Q., ... et al. (2023). The glycoside hydrolase gene family profile and microbial function of *Debaryomyces hansenii* Y4 during South-road dark tea fermentation. *Frontiers in Microbiology*, 14.

## Contacter Enzymes.bio

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

E-MAIL [wholesale@enzymes.bio](mailto: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.