

Alpha-Galactosidase trong chế biến đậu nành và thức ăn: enzyme giảm raffinose, stachyose và galacto-oligosaccharide

Nhóm Nghiên cứu Enzymes.bio · Wellington, New Zealand · June 20, 2026

Alpha-Galactosidase là enzyme thủy phân các liên kết α -galactosidic, đặc biệt hữu ích để cắt raffinose, stachyose và các galacto-oligosaccharide trong đậu nành, cây họ đậu, nguyên liệu thực vật và một số dòng phụ phẩm đường. Trong ứng dụng thực phẩm và thức ăn, giá trị chính của enzyme là chuyển các oligosaccharide khó tiêu thành phân tử dễ xử lý hơn, nhờ đó giảm tiềm năng sinh khí và cải thiện khả năng sử dụng nguyên liệu thực vật giàu protein ^[1].

Enzymes.bio cung cấp Alpha-Galactosidase như một nguyên liệu enzyme dùng cho công thức và quy trình B2B, không phải dược phẩm hay sản phẩm điều trị. Enzymes.bio là nhà cung cấp, không phải nhà sản xuất hoặc phòng thí nghiệm; sản phẩm được bán trực tiếp online theo đơn vị 1 kg, với CoA và SDS được cung cấp kèm theo khi đặt hàng.

Alpha-Galactosidase là gì và vì sao enzyme này quan trọng?

Alpha-Galactosidase, còn được viết là α -galactosidase hoặc α -GAL, là nhóm glycoside hydrolase có khả năng cắt gốc α -D-galactosyl ở đầu không khử của carbohydrate hoặc glycoconjugate. Cơ chất điển hình trong thực phẩm là raffinose family oligosaccharides, gồm raffinose, stachyose và các phân tử liên quan; điểm chung của chúng là chứa gốc galactose gắn bằng liên kết α , vốn không được hệ enzyme tiêu hóa của người và nhiều động vật dạ dày đơn xử lý hiệu quả ở ruột non ^[2].

Trong ngôn ngữ công nghệ thực phẩm, Alpha-Galactosidase thường được xem là “enzyme xử lý oligosaccharide khó tiêu” của đậu nành và cây họ đậu. Khi enzyme cắt gốc galactose đầu mạch, raffinose có thể được chuyển thành galactose và sucrose; stachyose được thủy phân từng bước thành galactose và các oligosaccharide ngắn hơn, rồi tiếp tục giảm về các đường đơn giản hơn nếu điều kiện phản ứng phù hợp ^[1].

Từ góc nhìn công nghiệp, enzyme này có giá trị vì nó tác động đúng vào một “nút thắt” của nguyên liệu thực vật: đậu nành và nhiều loại hạt họ đậu có hàm lượng protein cao nhưng đi kèm nhóm đường dễ lên men trong ruột già. Nếu không được thủy phân trước, các oligosaccharide này có thể trở thành cơ

chất cho vi sinh vật đường ruột, sinh khí và tạo cảm giác đầy hơi ở người hoặc làm giảm hiệu quả tiêu hóa ở vật nuôi [3].

Alpha-Galactosidase không phải là một enzyme đơn lẻ duy nhất về mặt nguồn gốc. Các enzyme có hoạt tính này đã được mô tả ở nấm mốc, nấm men, vi khuẩn, cổ khuẩn, thực vật và động vật; chúng có thể khác nhau đáng kể về độ bền nhiệt, vùng pH hoạt động, ái lực cơ chất và khả năng chịu điều kiện chế biến [4].

Cơ chế thủy phân: enzyme cắt “khóa α -galactose” như thế nào?

Raffinose có thể hình dung là sucrose được gắn thêm một galactose bằng liên kết $\alpha(1\rightarrow6)$. Stachyose có thêm hai đơn vị galactose nối theo kiểu tương tự. Alpha-Galactosidase nhận diện phần galactosyl ở đầu không khử, định vị liên kết glycosidic trong vùng hoạt động, sau đó xúc tác phản ứng thủy phân bằng nước để tách galactose ra khỏi phần còn lại của phân tử [5].

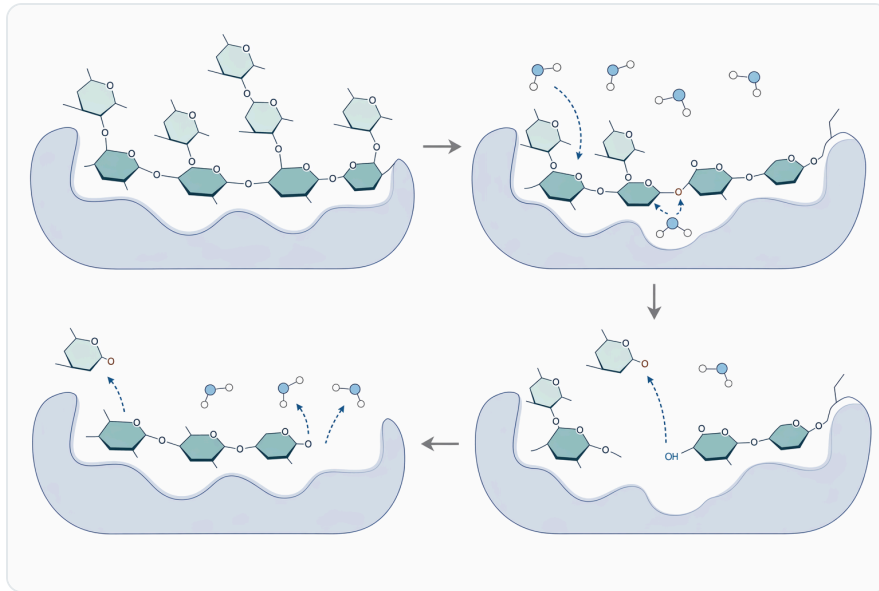


Figure 1. 알파-갈락토시다아제는 라피노스와 스타키오스 같은 라피노스 계열 올리고당에서 말단의 알파 결합 갈락토스 잔기를 제거합니다.

Ở nhiều α -galactosidase thuộc nhóm glycoside hydrolase giữ cấu hình, phản ứng thường được giải thích qua hai bước: trước hết một amino acid xúc tác tấn công vào carbon anomeric để tạo trung gian galactosyl-enzyme; sau đó nước, được hoạt hóa bởi nhóm acid/base trong vùng hoạt động, phá vỡ trung gian này để giải phóng galactose. Nghiên cứu trên α -galactosidase GH36 của *Thermotoga maritima* cho thấy cơ chế của enzyme này phù hợp với logic chung của clan GH-D glycoside hydrolases [5].

Điều quan trọng là tính đặc hiệu α/β . Alpha-Galactosidase nhận diện liên kết α -galactosidic; nó không thay thế lactase trong thủy phân lactose, vì lactose chứa liên kết β -galactosidic và cần β -galactosidase. Các tổng quan về β -galactosidase và thủy phân lactose mô tả một nhóm enzyme khác, có cơ chất, ứng dụng sữa và điều kiện công nghệ riêng [6].

Ngoài raffinose và stachyose, α -galactosidase còn có thể tham gia xử lý các polysaccharide có nhánh galactose, chẳng hạn galactomannan. Trong trường hợp này, enzyme không “cắt xương sống mannan” như mannanase, mà loại bỏ nhánh galactose bên, giúp cấu trúc polymer trở nên dễ tiếp cận hơn với các enzyme khác trong hệ phân giải hemicellulose [7].

Vì sao raffinose và stachyose là vấn đề trong đậu nành và cây họ đậu?

Đậu nành có lợi thế lớn về protein, lipid và khả năng cung ứng nguyên liệu, nhưng raffinose và stachyose là hai thành phần thường được nhắc đến khi đánh giá tính dễ tiêu của sản phẩm đậu nành. Trong sữa đậu nành, nghiên cứu sử dụng α -galactosidase từ *Gibberella fujikuroi* đã tập trung trực tiếp vào thủy phân raffinose và stachyose, phản ánh đúng mục tiêu công nghệ của enzyme này trong sản phẩm đồ uống thực vật [1].

Ở hạt nảy mầm, α -galactosidase có vai trò sinh lý tự nhiên: enzyme giúp phân giải oligosaccharide dự trữ để huy động carbon và năng lượng cho cây con. Nghiên cứu trên hạt đậu nành nảy mầm đã đặc trưng hóa α -galactosidase và cho thấy enzyme có thể được dùng để thủy phân oligosaccharide, củng cố cơ sở sinh hóa cho ứng dụng xử lý nguyên liệu đậu nành [2].

Vấn đề tiêu hóa phát sinh vì người và nhiều động vật dạ dày đơn không có đủ α -galactosidase ở ruột non để thủy phân hoàn toàn các α -galactoside này. Khi đi xuống ruột già, chúng trở thành cơ chất lên men cho hệ vi sinh, tạo khí như một sản phẩm phụ của chuyển hóa carbohydrate; đây là lý do các thí nghiệm giáo dục về enzyme và đầy hơi thường dùng chủ đề α -galactosidase để minh họa mối liên hệ giữa hóa học carbohydrate và triệu chứng tiêu hóa [3].

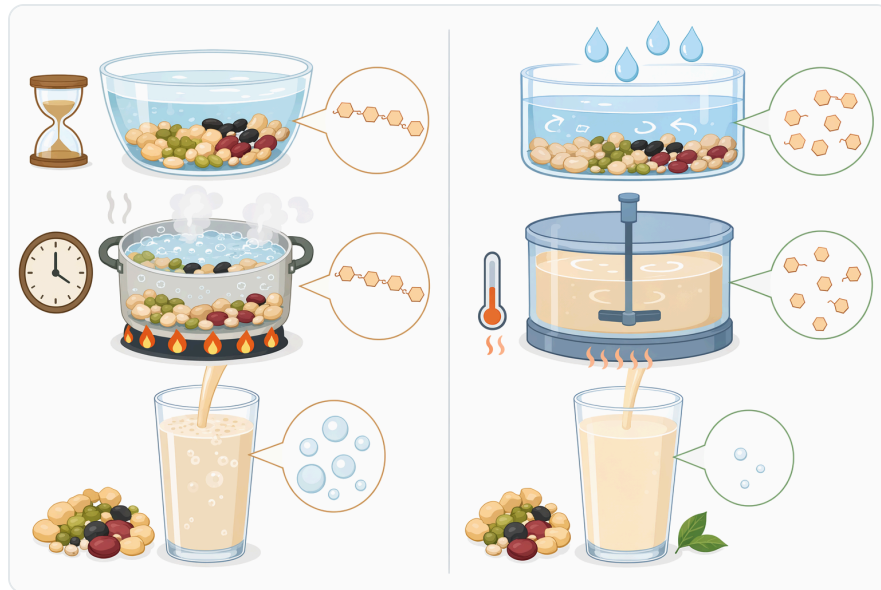


Figure 2. 탄수화물 가공에 사용되는 산업용 알파-갈락토시다아제는 인간 알파-갈락토시다아제 A 진단, 파브리병 치료, 알파-갈 알레르기 용어와는 구별됩니다.

Trong thức ăn chăn nuôi, cùng một cơ chế có thể ảnh hưởng đến khả năng sử dụng năng lượng của khẩu phần. Khô đậu nành và các nguồn protein thực vật cung cấp amino acid, nhưng nếu phần carbohydrate khó tiêu làm tăng lên men ruột sau hoặc thay đổi độ nhớt chất chứa đường ruột, hiệu quả dinh dưỡng thực tế có thể thấp hơn giá trị thành phần trên giấy [8].

Ứng dụng chính trong thực phẩm, thức ăn và xử lý nguyên liệu

Chế biến sữa đậu nành, protein đậu nành và thực phẩm thực vật

Ứng dụng dễ hiểu nhất của Alpha-Galactosidase là xử lý sữa đậu nành, bột đậu nành, protein đậu nành và các dòng nguyên liệu từ cây họ đậu. Mục tiêu là giảm raffinose và stachyose trước khi sản phẩm đến người tiêu dùng hoặc trước khi nguyên liệu được đưa vào công thức cuối cùng [1].

Trong quy trình dạng lỏng như sữa đậu nành hoặc dịch chiết đậu, enzyme có điều kiện tiếp xúc thuận lợi với cơ chất vì raffinose và stachyose tan trong pha nước. Khi độ ẩm đủ và khuấy trộn đồng đều, α -galactosidase có thể tiếp cận oligosaccharide tốt hơn so với nền khô, nơi khuếch tán bị hạn chế và phản ứng enzyme diễn ra chậm hơn [9].

Với protein thực vật, lợi ích không chỉ là giảm nguy cơ đầy hơi. Khi các oligosaccharide khó tiêu được giảm, nhà phát triển công thức có thêm không gian để sử dụng tỷ lệ protein đậu nành hoặc đậu hạt cao hơn mà vẫn kiểm soát cảm quan tiêu hóa của sản phẩm. Đây là điểm quan trọng trong đồ uống protein, bột dinh dưỡng, thực phẩm chay và các sản phẩm “plant-based” giàu đạm [2].

Thức ăn chăn nuôi và thức ăn thú cưng

Trong thức ăn gia cầm, heo, thủy sản hoặc thú cưng, Alpha-Galactosidase được quan tâm khi khẩu phần có nền đậu nành, khô dầu đậu nành, đậu Hà Lan, đậu lupin hoặc các nguyên liệu thực vật khác chứa α -galactoside. Đánh giá của EFSA về một phụ gia thức ăn có α -galactosidase và β -glucanase cho gà thịt cho thấy nhóm enzyme này đã được xem xét trong bối cảnh cải thiện giá trị sử dụng của khẩu phần cho vật nuôi ^[8].

Trong thức ăn chó hoặc mèo có protein thực vật, cơ chế vẫn xoay quanh việc giảm cơ chất lên men gây khí. Enzymes.bio cung cấp Alpha-Galactosidase cho ứng dụng công thức thức ăn có nền đậu nành, nhằm hỗ trợ phân giải galacto-oligosaccharide và cải thiện tính dễ tiêu của khẩu phần; cách diễn giải phù hợp là hỗ trợ công nghệ và dinh dưỡng, không phải điều trị bệnh tiêu hóa .

Điểm cần hiểu rõ là enzyme không tự động cải thiện mọi công thức. Hiệu quả phụ thuộc vào cơ chất có thật sự chứa α -galactoside hay không, độ ẩm trong giai đoạn phản ứng, thời gian tiếp xúc, nhiệt độ xử lý, pH nền, quá trình ép viên hoặc sấy và khả năng enzyme còn hoạt động khi đến vị trí cần tác động ^[8].

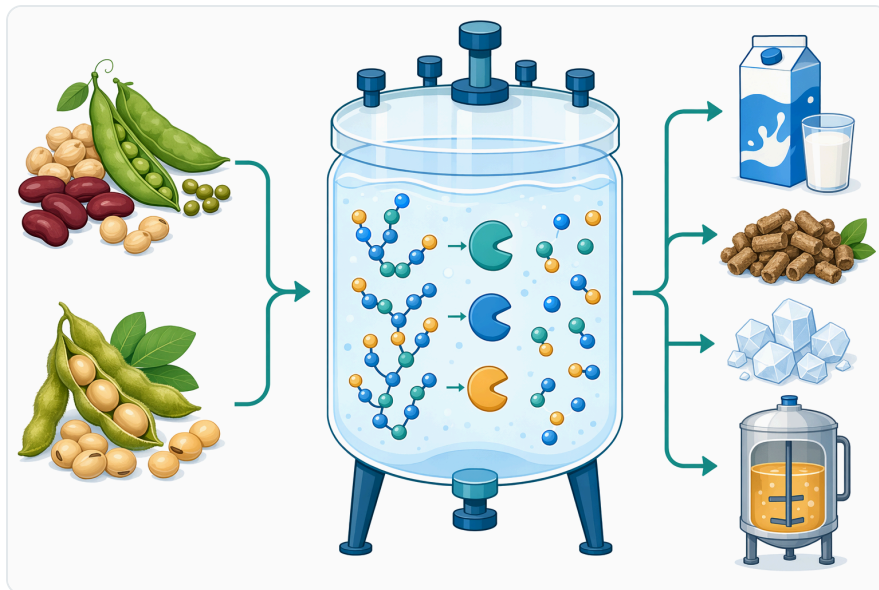


Figure 3. 대두와 두류에 들어 있는 라피노스 계열 올리고당은 소화 과정까지 남아 있거나 후속 가공에 영향을 줄 수 있어 주요 표적이 됩니다.

Ngành đường, mật rỉ và nguyên liệu củ cải đường

Raffinose cũng xuất hiện trong dòng nguyên liệu liên quan đến củ cải đường và mật rỉ, nơi nó có thể ảnh hưởng đến thu hồi sucrose. Nghiên cứu về chuyển hóa mật rỉ củ cải thành α -galactosidase và ethanol cho thấy mối quan tâm song song: vừa có thể tạo enzyme từ dòng nguyên liệu giàu đường, vừa xử lý các carbohydrate đặc thù của ngành đường ^[10].

Trong bối cảnh này, Alpha-Galactosidase không được dùng vì lý do “dễ tiêu” mà vì raffinose là tạp chất carbohydrate có thể làm phức tạp quá trình công nghệ. Khi raffinose bị thủy phân, thành phần đường trong dòng xử lý thay đổi theo hướng thuận lợi hơn cho các bước thu hồi hoặc chuyển hóa tiếp theo, tùy mục tiêu nhà máy [10].

Galactomannan, hemicellulose và hệ enzyme phối hợp

Alpha-Galactosidase còn hữu ích trong các hệ enzyme phân giải galactomannan, một nhóm polysaccharide có xương sống mannan và nhánh galactose. Nghiên cứu trên α -galactosidase A từ *Pseudomonas fluorescens* subsp. *cellulosa* đã chỉ ra vai trò của enzyme này trong thủy phân galactomannan, đặc biệt khi phối hợp với các enzyme cắt mạch chính [7].

Trong sinh khối thực vật, một enzyme đơn lẻ hiếm khi đủ để phân giải toàn bộ cấu trúc. Mannanase, β -mannosidase, α -galactosidase và các enzyme phụ trợ khác thường hoạt động theo kiểu bổ sung: enzyme này loại bỏ nhánh cản trở, enzyme kia tiếp cận và cắt xương sống polymer. Nghiên cứu về thủy phân galactomannan và chuyển hóa mannose ở *Cellvibrio mixtus* minh họa cách hệ vi sinh dùng nhiều hoạt tính enzyme để xử lý polymer thực vật [11].

Sản xuất hoặc biến đổi oligosaccharide chức năng

Dù ứng dụng phổ biến nhất là thủy phân, α -galactosidase trong một số điều kiện có thể xúc tác phản ứng ngược hoặc phản ứng chuyển galactosyl, tạo α -linked galactooligosaccharide. Nghiên cứu trên α -galactosidase từ *Aspergillus niger* APC-9319 đã mô tả phản ứng ngược trong dung dịch cơ chất quá bão hòa để tạo α -GOS, cho thấy enzyme này không chỉ có vai trò “phá vỡ” mà còn có thể tham gia tổng hợp oligosaccharide trong điều kiện được thiết kế [12].

Tuy nhiên, đây là hướng ứng dụng khác với xử lý đậu nành thông thường. Thủy phân raffinose trong thực phẩm hoặc thức ăn thường cần nước, tiếp xúc enzyme–cơ chất và điều kiện thuận lợi cho phản ứng cắt; còn tổng hợp α -GOS cần môi trường cơ chất và cân bằng phản ứng được điều chỉnh theo hướng tạo liên kết glycosidic mới [12].

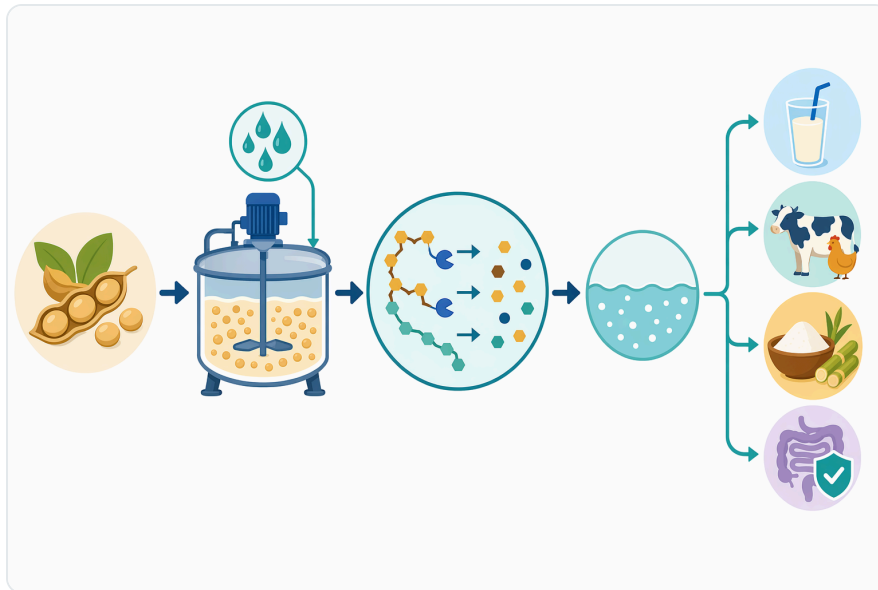


Figure 4. 효과적인 알파-갈락토시다아제 처리는 수화, 기질 접근성, 효소 접촉, 가수분해, 그리고 그에 따른 올리고당 조성 변화에 달려 있습니다.

Bảng so sánh các ứng dụng Alpha-Galactosidase

Ứng dụng	Cơ chất mục tiêu	Tác động công nghệ mong muốn	Cơ sở bằng chứng	Lưu ý khi diễn giải
Sữa đậu nành, bột đậu nành, protein thực vật	Raffinose, stachyose, RFOs	Giảm oligosaccharide khó tiêu, hỗ trợ tính dễ dung nạp	Thủy phân raffinose và stachyose trong sữa đậu nành đã được nghiên cứu trực tiếp [1]	Kết quả phụ thuộc nền nguyên liệu, độ ẩm, thời gian phản ứng và nguồn enzyme
Thức ăn chăn nuôi	α -galactoside trong khô dầu đậu nành và nguyên liệu thực vật	Hỗ trợ tiêu hóa carbohydrate khó tiêu, giảm cơ chất lên men	Phụ gia có α -galactosidase đã được đánh giá trong thức ăn gà thịt [8]	Không nên suy rộng thành bảo đảm tăng trưởng trong mọi khẩu phần
Thức ăn thú cưng	Galacto-oligosaccharide trong công thức có đậu nành	Hỗ trợ giảm sinh khí và cải thiện khả năng tiêu hóa khẩu phần	Ứng dụng thức ăn chó có nền đậu nành được mô tả cho Alpha-Galactosidase của Enzymes.bio	Là ứng dụng công thức, không phải sản phẩm điều trị bệnh
Ngành đường, mật rỉ	Raffinose trong dòng đường củ cải hoặc mật rỉ	Điều chỉnh thành phần đường, hỗ trợ xử lý công nghệ	Mật rỉ củ cải đã được nghiên cứu trong bối cảnh α -galactosidase	Mục tiêu khác với thực phẩm tiêu dùng; cần gắn với quy trình cụ thể

Ứng dụng	Cơ chất mục tiêu	Tác động công nghệ mong muốn	Cơ sở bằng chứng	Lưu ý khi diễn giải
			và chuyển hóa ethanol [10]	
Galactomannan, sinh khối thực vật	Nhánh galactose trên galactomannan	Tăng khả năng tiếp cận của enzyme mannanase và hệ hemicellulase	Vai trò trong thủy phân galactomannan được mô tả ở enzyme vi khuẩn [7]	Thường cần hệ enzyme phối hợp, không chỉ α -galactosidase

Nguồn enzyme và đặc tính công nghệ cần hiểu đúng

Các nguồn nấm mốc như *Aspergillus niger* và *Penicillium chrysogenum* được nghiên cứu rộng rãi vì có khả năng tiết enzyme ngoại bào, thuận lợi cho thu nhận enzyme trong công nghiệp sinh học. Nghiên cứu về sản xuất α -galactosidase từ *Penicillium chrysogenum* và *Aspergillus niger* cho thấy nhóm vi sinh vật này là nguồn enzyme quan trọng, nhưng điều đó không đồng nghĩa mọi sản phẩm thương mại đều có cùng đặc tính [4].

Một số α -galactosidase từ nấm có thể đi kèm hoạt tính enzyme khác trong hệ tiết tự nhiên. Ví dụ, α -galactosidase và invertase từ *Penicillium chrysogenum* sp. 23 đã được tinh sạch và đặc trưng trong nghiên cứu về thủy phân raffinose, cho thấy cùng một nguồn vi sinh có thể tạo ra nhiều enzyme tác động lên carbohydrate hòa tan [9].

Nấm men cũng là nguồn α -galactosidase đáng chú ý. Gene MEL1 của *Saccharomyces carlsbergensis* mã hóa một α -galactosidase tiết ra ngoài tế bào, còn được gọi là melibiase, phản ánh vai trò của enzyme này trong chuyển hóa đường chứa galactose ở nấm men [13].

Ở thái cực khác, các enzyme từ vi sinh vật ưa nhiệt hoặc cổ khuẩn được nghiên cứu vì độ bền nhiệt. Alpha-Galactosidase từ *Thermus* sp. strain T2 được mô tả là thermoresistant cho chế biến thực phẩm, còn enzyme từ cổ khuẩn siêu ưa nhiệt *Sulfolobus solfataricus* cho thấy tự nhiên có các phiên bản α -galactosidase chịu điều kiện khắc nghiệt hơn enzyme thông thường [14].

Điều này có ý nghĩa thực tế: “Alpha-Galactosidase” là tên hoạt tính, không phải cam kết rằng mọi enzyme cùng tên sẽ chịu nhiệt, chịu acid hoặc xử lý cùng một nền cơ chất giống nhau. Khi đưa vào quy trình, cần dựa trên tài liệu chất lượng đi kèm sản phẩm và điều kiện vận hành thực tế, thay vì suy đoán từ một nghiên cứu trên chủng vi sinh khác [15].

Điều kiện quy trình: nơi enzyme phát huy hoặc mất hiệu quả

Alpha-Galactosidase cần nước để phản ứng thủy phân diễn ra. Vì vậy, các bước như ngâm, phối trộn ẩm, xử lý dịch chiết, tiền xử lý bột với nước hoặc phản ứng trong sữa đậu nành thường thuận lợi hơn so với việc rắc enzyme vào nền khô rồi kỳ vọng phản ứng xảy ra mạnh ^[1].



Figure 5. দুয়ু, দাদু স্লুরি, দুয়ু বন্যু, কংযু গিবান শিকুণন মাত্রিক্স নৈ রাফিনোসু ও স্তার্কিওসুে জেকুনহাল সু ঐতুল ত্তে জকয় গাণনহান বুন্যুঐনুদা.

Nhiệt độ là yếu tố hai mặt. Tăng nhiệt trong vùng phù hợp có thể làm phản ứng nhanh hơn, nhưng gia nhiệt quá mạnh hoặc kéo dài có thể làm biến tính protein enzyme. Lý do các enzyme chịu nhiệt được nghiên cứu cho chế biến thực phẩm là vì nhiều quy trình có bước gia nhiệt, ép viên, cô đặc hoặc sấy, trong đó hoạt tính enzyme có thể suy giảm nếu không được bố trí đúng giai đoạn ^[14].

pH cũng quyết định cấu trúc vùng hoạt động và trạng thái ion hóa của các amino acid xúc tác. Một enzyme tối ưu trong môi trường acid nhẹ chưa chắc hoạt động tốt trong nền trung tính hoặc kiềm, và ngược lại. Do đó, khi dùng Alpha-Galactosidase cho sữa đậu nành, thức ăn ẩm, dịch đường hoặc tiền xử lý nguyên liệu, pH của nền cần được xem là một phần của thiết kế công thức chứ không chỉ là thông số phụ ^[5].

Thời gian tiếp xúc là yếu tố dễ bị đánh giá thấp. Enzyme không biến đổi cơ chất tức thì; nó cần khuếch tán đến cơ chất, gắn vào vùng nhận diện, thực hiện chu trình xúc tác rồi lặp lại. Nền càng nhớt, càng khô hoặc càng có cấu trúc hạt lớn thì khả năng tiếp xúc càng bị giới hạn, làm hiệu quả thủy phân thấp hơn so với trong dung dịch đồng nhất ^[11].

Trong thức ăn ép viên hoặc sản phẩm qua gia nhiệt, vị trí bổ sung enzyme rất quan trọng. Nếu mục tiêu là tiền thủy phân trước khi sấy, enzyme cần được dùng ở bước còn đủ ẩm và trước khi nhiệt độ làm mất hoạt tính; nếu mục tiêu là enzyme còn hoạt động trong đường tiêu hóa, cần cân nhắc tồn thất trong quá trình chế biến và bảo quản [8].

Phân biệt ứng dụng công nghiệp với y sinh và dược phẩm

Tên “alpha-galactosidase” cũng xuất hiện trong y học, đặc biệt là alpha-galactosidase A của người liên quan đến bệnh Fabry. Bệnh Fabry là bệnh tích lũy lysosome do thiếu hụt enzyme người đặc hiệu, dẫn đến tích tụ glycosphingolipid; các nghiên cứu về biến thể gene và dạng bệnh tim khởi phát muộn đã làm rõ vai trò sinh học của enzyme này [16].

Tuy nhiên, enzyme công nghiệp hoặc enzyme dùng trong thực phẩm/thức ăn không phải là thuốc thay thế enzyme cho bệnh Fabry. Các nghiên cứu mới về liệu pháp gene hoặc alpha-galactosidase A người được thiết kế cho mô hình Fabry thuộc lĩnh vực dược phẩm, có mục tiêu, tiêu chuẩn và đường dùng hoàn toàn khác với nguyên liệu enzyme B2B [17].

Sự phân biệt này quan trọng để tránh diễn giải sai. Alpha-Galactosidase dùng trong chế biến đậu nành nhằm thủy phân oligosaccharide trong nguyên liệu; alpha-galactosidase A y sinh liên quan đến chuyển hóa glycosphingolipid trong lysosome. Hai ngữ cảnh cùng liên quan đến liên kết α -galactosyl, nhưng yêu cầu an toàn, tinh sạch, kiểm soát và mục đích sử dụng không thể hoán đổi [16].

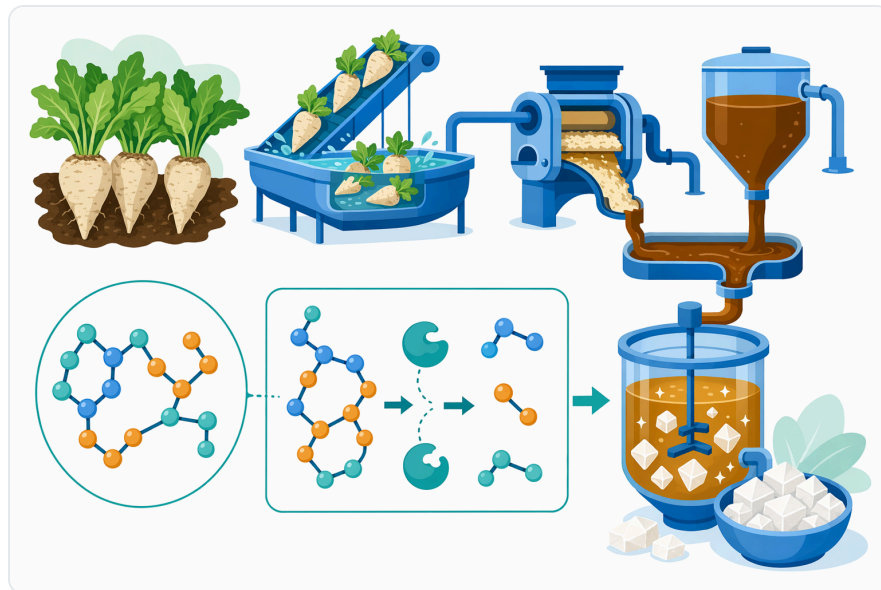


Figure 6. 사탕무 당밀 및 설탕 가공에서는 알파-갈락토시다아제가 자당 회수나 공정 흐름 처리에 방해가 될 수 있는 라피노스를 가수분해할 수 있습니다.

Lợi ích thực tế khi dùng Alpha-Galactosidase trong B2B

Lợi ích trực tiếp nhất là giảm raffinose và stachyose trong nguyên liệu thực vật. Đây là lợi ích có cơ chế rõ: enzyme cắt gốc α -galactose khỏi oligosaccharide, làm giảm lượng cơ chất khó tiêu có khả năng đi xuống ruột già và bị lên men sinh khí [1].

Lợi ích thứ hai là tăng tính linh hoạt khi sử dụng protein thực vật. Khi công thức cần nhiều đậu nành hoặc nguyên liệu họ đậu, xử lý bằng Alpha-Galactosidase giúp giảm một yếu tố hạn chế về tiêu hóa mà không cần loại bỏ toàn bộ phần carbohydrate hòa tan bằng các bước cơ học hoặc hóa lý mạnh [2].

Lợi ích thứ ba là hỗ trợ hệ enzyme phối hợp trong xử lý sinh khối. Với galactomannan và hemicellulose, việc loại bỏ nhánh galactose có thể giúp các enzyme cắt mạch chính hoạt động hiệu quả hơn, mở ra hướng ứng dụng trong thức ăn, phụ phẩm nông nghiệp và công nghệ sinh học carbohydrate [7].

Lợi ích thứ tư là khả năng tối ưu hóa một số dòng công nghệ ngoài dinh dưỡng, chẳng hạn xử lý raffinose trong nguyên liệu đường hoặc mật rỉ. Ở đây, enzyme được nhìn như công cụ điều chỉnh thành phần carbohydrate để phục vụ quy trình, không phải thành phần chức năng cho tiêu hóa [10].

Giới hạn và cách diễn giải thận trọng

Alpha-Galactosidase không phân giải mọi carbohydrate trong thực vật. Nó không thay thế cellulase, xylanase, mannanase, amylase hay β -galactosidase; mỗi enzyme có kiểu liên kết và cơ chất riêng. Nếu vấn đề chính của nguyên liệu là cellulose, tinh bột kháng, β -glucan hoặc lactose, α -galactosidase không phải công cụ chính [6].

Enzyme cũng không tự động loại bỏ hoàn toàn đầy hơi hoặc cải thiện tăng trưởng vật nuôi trong mọi điều kiện. Nếu công thức ít raffinose và stachyose, hoặc enzyme bị bất hoạt trong quá trình gia nhiệt, lợi ích sẽ bị giới hạn. Các đánh giá phụ gia thức ăn thường xem xét an toàn và hiệu quả trong bối cảnh sản phẩm, loài vật nuôi và điều kiện sử dụng cụ thể, không phải kết luận tuyệt đối cho mọi công thức [8].

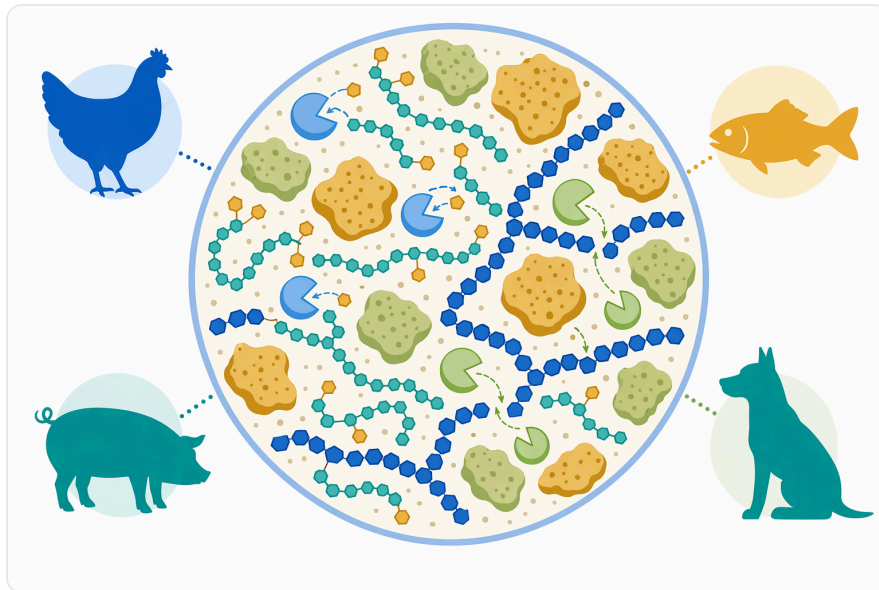


Figure 7. 사료와 반려동물 식품에서 알파-갈락토시다아제는 식물성 박류에 유의미한 알파-갈락토시드 기질이 포함되어 있을 때 가장 관련성이 높습니다.

Một điểm khác là hoạt tính thực tế phụ thuộc vào nguồn enzyme. Enzyme từ nấm mốc, nấm men, vi khuẩn ưa nhiệt hoặc cổ khuẩn có thể khác nhau về độ bền, cơ chất ưu tiên và khả năng hoạt động trong nền thực phẩm. Các nghiên cứu về enzyme chịu nhiệt cho thấy việc chọn đúng đặc tính protein là yếu tố then chốt nếu quy trình có bước xử lý nhiệt [14].

Với sản phẩm từ Enzymes.bio, cách hiểu phù hợp là một nguyên liệu enzyme được cung cấp để tích hợp vào quy trình hoặc công thức, bán online theo đơn vị 1 kg. CoA và SDS được cung cấp kèm theo khi đặt hàng để hỗ trợ nhận diện lô hàng và thông tin an toàn sử dụng; Enzymes.bio không được mô tả như nhà sản xuất hoặc phòng thí nghiệm phát triển enzyme .

Kết luận: Alpha-Galactosidase phù hợp nhất ở đâu?

Alpha-Galactosidase phù hợp nhất khi mục tiêu là xử lý raffinose, stachyose, RFOs hoặc nhánh α -galactose trong nguyên liệu thực vật. Các ứng dụng nổi bật gồm sữa đậu nành, protein đậu nành, thức ăn chăn nuôi, thức ăn thú cưng, xử lý galactomannan và một số dòng nguyên liệu đường hoặc mật rỉ [1].

Giá trị của enzyme nằm ở tính đặc hiệu: nó cắt đúng liên kết α -galactosidic mà hệ tiêu hóa người và động vật dạ dày đơn thường xử lý kém. Khi được đưa vào đúng nền cơ chất, đủ nước, đủ thời gian tiếp xúc và tránh các bước làm mất hoạt tính, Alpha-Galactosidase có thể là công cụ hiệu quả để nâng tính dễ tiêu và giá trị công nghệ của nguyên liệu thực vật [5].

Trong bối cảnh B2B, nên xem Alpha-Galactosidase như một thành phần kỹ thuật hỗ trợ công thức và quy trình, không phải giải pháp y tế. Sự khác biệt giữa enzyme công nghiệp, enzyme thức ăn và alpha-galactosidase A y sinh cần được giữ rõ để truyền thông đúng, ứng dụng đúng và đánh giá hiệu quả theo đúng mục tiêu sản phẩm ^[17].

Đặt mua Alpha-Galactosidase trực tuyến

Bán theo đơn vị 1 kg, có sẵn trong kho và sẵn sàng giao hàng. Đặt mua trực tiếp trên cửa hàng của chúng tôi — thanh toán trực tuyến và chúng tôi sẽ xử lý đơn hàng. Mỗi đơn hàng đều kèm Chứng nhận Phân tích và Bảng Dữ liệu An toàn.

[Mua Alpha-Galactosidase →](#)

Tài liệu tham khảo

Được đánh số theo thứ tự trích dẫn đầu tiên. Các nguồn truy cập mở, đều được xác minh có thể truy cập tại thời điểm xuất bản; số trích dẫn trong bài liên kết đến đây.

1. Mulimani, V., & Ramalingam (1995). Enzymic hydrolysis of raffinose and stachyose in soymilk by alpha-galactosidase from *Gibberella fujikuroi*. *Biochemistry and molecular biology international*, 36 4, 897-905 .
2. Guimarães, V., Rezende, S. T., Moreira, M., Barros, E. G. D., & Felix, C. (2001). Characterization of alpha-galactosidases from germinating soybean seed and their use for hydrolysis of oligosaccharides. *Phytochemistry*, 58 1, 67-73 .
3. Hardee, J., Montgomery, T. M., & Jones, W. H. (2000). Chemistry and Flatulence: An Introductory Enzyme Experiment. *Journal of Chemical Education*, 77, 498-498.
4. Aleksieva, P., Tchorbanov, B., & Nacheva, L. (2010). High-Yield Production of Alpha-Galactosidase Excreted from *Penicillium Chrysogenum* and *Aspergillus Niger*. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 24, 1620 - 1623.
5. Comfort, D. A., Bobrov, K., Ivanen, D. R., Shabalin, K., Harris, J. M., Kulminkaya, A., Brumer, H., ... et al. (2007). Biochemical analysis of *Thermotoga maritima* GH36 alpha-galactosidase (TmGalA) confirms the mechanistic commonality of clan GH-D glycoside hydrolases. *Biochemistry*, 46 11, 3319-30 .
6. Kalathinathan, P., Sain, A., Pulicherla, K., & Muthukaliannan, G. K. (2023). A Review on the Various Sources of β -Galactosidase and Its Lactose Hydrolysis Property. *Current Microbiology*, 80, 1-12.
7. Halstead, J. R., Fransen, M. P., Eberhart, R. Y., Park, A., Gilbert, H. J., & Hazlewood, G. (2000). alpha-Galactosidase A from *Pseudomonas fluorescens* subsp. *cellulosa*: cloning, high level expression and its role in galactomannan hydrolysis. *FEMS Microbiology Letters*, 192 2, 197-203 .
8. Scientific Opinion on the safety and efficacy of Biogalactosidase BL (alpha-galactosidase and beta-glucanase) as feed additive for chickens for fattening. *Semantic Scholar* (2011).

9. Yakimova, B., Tchorbanov, B., & Stoineva, I. (2017). Alpha-galactosidase and invertase from *Penicillium chrysogenum* sp. 23 : purification , characteristics and hydrolysis of raffinose.
10. Álvarez-Cao, M., Cerdán, M., González-Siso, M., & Becerra, M. (2019). Bioconversion of Beet Molasses to Alpha-Galactosidase and Ethanol. *Frontiers in Microbiology*, 10.
11. Centeno, M., Guerreiro, C., Dias, F., Morland, C., Tailford, L., Goyal, A., Prates, J., ... et al. (2006). Galactomannan hydrolysis and mannose metabolism in *Cellvibrio mixtus*. *FEMS Microbiology Letters*, 261 1, 123-32 .
12. Yamashita, A., Hashimoto, H., Fujita, K., Okada, M., Mori, S., & Kitahata, S. (2005). Reverse reaction of *Aspergillus niger* APC-9319 alpha-galactosidase in a supersaturated substrate solution: production of alpha-linked galactooligosaccharide (alpha-GOS). *Bioscience, biotechnology and biochemistry*, 69 7, 1381-8 .
13. Sumner-Smith, M., Bozzato, R. P., Skipper, N., Davies, R., & Hopper, J. (1985). Analysis of the inducible MEL1 gene of *Saccharomyces carlsbergensis* and its secreted product, alpha-galactosidase (melibiase). *Gene*, 36 3, 333-40 .
14. Pessela, B., Fernández-Lafuente, R., Torres, R., Mateo, C., Fuentes, M., Filho, M., Vián, A., ... et al. (2007). Production of a Thermo-resistant Alpha-galactosidase from *Thermus* sp. Strain T2 for Food Processing. *Food Biotechnology*, 21, 103 - 91.
15. Fabris, E., Bulfoni, M., Nencioni, A., & Nencioni, E. (2021). Intra-Laboratory Validation of Alpha-Galactosidase Activity Measurement in Dietary Supplements. *Molecules*, 26.
16. Ishii, S., Kase, R., Sakuraba, H., & Suzuki, Y. (1993). Characterization of a mutant alpha-galactosidase gene product for the late-onset cardiac form of Fabry disease. *Biochemical and Biophysical Research Communications - BBRC*, 197 3, 1585-9 .
17. Ruangsiriluk, W., Deshpande, M., Boukharov, N., Rajarshi, G., Mukherji, S., Yuan, S., Wiseman, J., ... et al. (2025). Reversing Pathology in an Aggravated Fabry Mouse Model Using Low-Dose Engineered Human Alpha-Galactosidase A AAV Gene Therapy. *Biomedicines*, 13.

Liên hệ Enzymes.bio

Có câu hỏi về đơn hàng? Đội ngũ của chúng tôi luôn sẵn sàng hỗ trợ.


EMAIL wholesale@enzymes.bio

ĐIỆN THOẠI (HOA KỲ) **+1 (507) 428-6057**

[Liên hệ với chúng tôi →](#)

 **400+** khách hàng B2B

 **60+** đối tác nghiên cứu đại học

 **54** phục vụ trên toàn cầu

© 2026 Enzymes.bio · Cung ứng enzyme công nghiệp & chế biến thực phẩm · Không dùng cho người tiêu thụ hoặc bán lẻ.