

Mannanase cho bổ sung thức ăn chăn nuôi và xử lý hemicellulose tạo mannose oligosaccharide

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

Mannanase là enzyme thủy phân mannan trong phần hemicellulose của nguyên liệu thực vật, nhờ đó hỗ trợ giảm tác động kháng dinh dưỡng của polysaccharide phi tinh bột và tạo các phân đoạn mannose oligosaccharide. Trong thức ăn chăn nuôi, ứng dụng hợp lý nhất là với công thức có khô đậu nành, phụ phẩm cọ dầu, copra, guar hoặc nguyên liệu giàu mannan; trong xử lý nguyên liệu ướt, mannanase có thể hỗ trợ chuyển đổi mannan thành oligosaccharide có giá trị công nghệ. Sản phẩm Mannanase Feed Addition Hemicellulose Mannose Oligosaccharide Processing được Enzymes.bio cung cấp trực tuyến theo đơn vị 1 kg, kèm CoA và SDS khi đặt hàng.

Mannanase là gì và vì sao liên quan đến hemicellulose?

Mannanase là nhóm enzyme xúc tác quá trình cắt mạch mannan — một polysaccharide thuộc nhóm hemicellulose trong thành tế bào thực vật. Về mặt ứng dụng, mannanase không “bổ sung dinh dưỡng” theo nghĩa cung cấp protein, năng lượng hay khoáng; giá trị chính của nó nằm ở việc biến đổi cấu trúc carbohydrate khó tiêu thành các phân đoạn ngắn hơn, dễ tiếp cận hơn trong quy trình tiêu hóa hoặc xử lý công nghiệp.

Trong nguyên liệu thực vật, mannan có thể tồn tại dưới nhiều dạng như mannan tuyến tính, glucomannan, galactomannan hoặc galactoglucomannan. Các dạng này khác nhau về tỷ lệ mannose, glucose, mức độ gắn nhánh galactose và mức độ liên kết với những thành phần khác của vách tế bào; vì vậy một chế phẩm mannanase có thể cho hiệu quả khác nhau trên khô đậu nành, nhân cọ, copra, guar hoặc phụ phẩm trái cây ^[1].

Ở cấp độ cơ chế, phần lớn ứng dụng công nghiệp của mannanase dựa trên khả năng cắt liên kết glycosidic trong mạch chính chứa mannose, làm giảm chiều dài polymer và tạo hỗn hợp manno-oligosaccharide hoặc mannose oligosaccharide. Trang sản phẩm của Enzymes.bio định vị chế phẩm này cho bổ sung thức ăn, xử lý hemicellulose và hỗ trợ tạo mannose oligosaccharide từ nguồn mannan thực vật.

Điểm quan trọng đối với người dùng B2B là Enzymes.bio đóng vai trò nhà cung cấp thương mại, không phải nhà sản xuất hay phòng thí nghiệm phát triển enzyme. Vì vậy, cách đọc đúng tài liệu sản phẩm là xem đây như một chế phẩm enzyme sẵn có cho ứng dụng xử lý mannan, với thông tin chất lượng và an toàn được cung cấp qua CoA và SDS đi kèm khi đặt hàng .

Vấn đề mannan trong khẩu phần thức ăn chăn nuôi

Nhiều công thức thức ăn hiện đại dựa vào nguyên liệu thực vật vì chi phí, khả năng sẵn có và áp lực tối ưu hóa nguồn protein. Tuy nhiên, nguyên liệu thực vật không chỉ chứa tinh bột, dầu và protein; chúng còn có polysaccharide phi tinh bột như cellulose, xylan, pectin, β -glucan và mannan, vốn không phải lúc nào cũng được vật nuôi dạ dày đơn sử dụng hiệu quả [2].

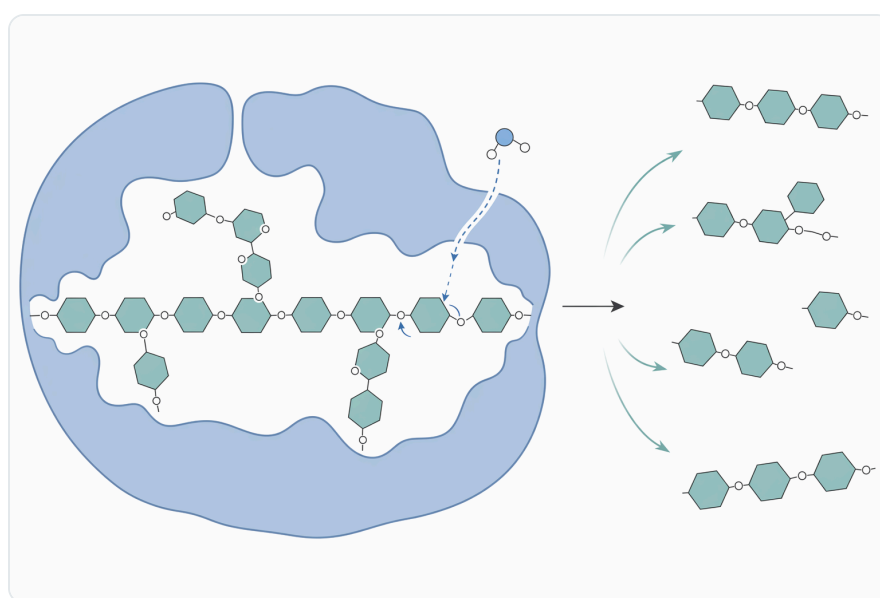


Figure 1. 엔도- β -만난아제는 만난 기반 헤미셀룰로오스의 내부 β -1,4 결합을 가수분해하여 만노스가 풍부한 더 짧은 올리고당을 생성한다.

Trong khẩu phần có tỷ lệ khô đậu nành, phụ phẩm cọ dầu, copra meal hoặc guar meal đáng kể, β -mannan có thể góp phần làm tăng độ nhớt pha dịch, hạn chế tiếp xúc giữa enzyme tiêu hóa nội sinh với dưỡng chất, đồng thời giữ một phần protein và năng lượng trong cấu trúc vách tế bào. Ở gia cầm và lợn, vấn đề này đặc biệt đáng chú ý vì khả năng tự thủy phân hemicellulose của hệ tiêu hóa không đủ mạnh để xử lý hoàn toàn các polymer phức tạp .

Mannanase được sử dụng như một enzyme ngoại sinh nhằm phá vỡ một phần cấu trúc này trước hoặc trong quá trình tiêu hóa. Khi mạch mannan bị cắt ngắn, độ nhớt có thể giảm, bề mặt cơ chất mở ra nhiều hơn, và các thành phần dinh dưỡng bị “khóa” trong vách tế bào có cơ hội được giải phóng tốt hơn .

Ngoài tác động vật lý lên độ nhớt và cấu trúc cơ chất, các oligosaccharide sinh ra từ mannan cũng được quan tâm vì tiềm năng tương tác với hệ vi sinh đường ruột. Các nghiên cứu về mannan-oligosaccharide trong gia cầm, thủy sản và mô hình đường ruột cho thấy MOS có thể ảnh hưởng đến hệ vi sinh, miễn dịch hoặc chỉ tiêu sản xuất, dù mức đáp ứng phụ thuộc mạnh vào loài, nền khẩu phần và mức bổ sung [3].

Cơ chế: mannanase cắt gì trong nguyên liệu thực vật?

Có thể hình dung vách tế bào thực vật như một mạng composite tự nhiên. Cellulose tạo khung sợi bền; hemicellulose như xylan và mannan đan xen quanh khung đó; pectin, protein cấu trúc và lignin làm mạng lưới thêm phức tạp. Mannanase nhắm vào phần mannan của mạng này, làm đứt mạch carbohydrate chứa mannose và chuyển polymer dài thành đoạn ngắn hơn [1].

Khi mạch mannan dài bị thủy phân, ba thay đổi công nghệ thường được kỳ vọng. Thứ nhất, polymer có khối lượng phân tử thấp hơn nên ít góp phần tạo độ nhớt hơn. Thứ hai, cấu trúc thành tế bào trở nên dễ thấm và dễ bị enzyme khác tiếp cận hơn. Thứ ba, sản phẩm phản ứng có thể bao gồm mannose, mannobiose, mannotriose và các oligosaccharide chứa mannose với độ dài khác nhau, tùy bản chất cơ chất và điều kiện xử lý [4].

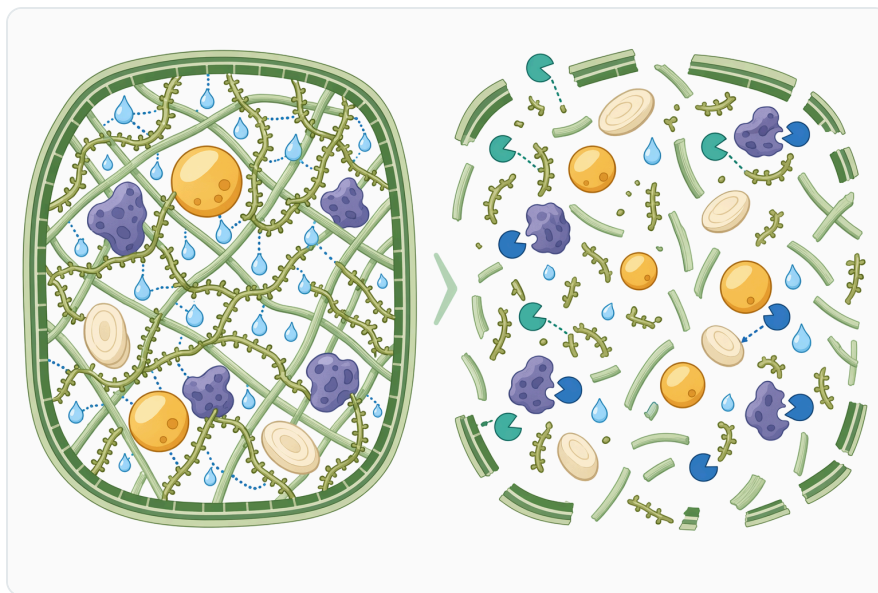


Figure 2. 긴 β -만난 사슬을 절단하면 사료 매트릭스가 느슨해져 섬유질이 풍부한 입자 안에 묻힌 영양소에 물리적으로 더 쉽게 접근할 수 있다.

Trong xử lý thức ăn khô, thời gian tiếp xúc giữa enzyme và cơ chất chủ yếu diễn ra sau khi vật nuôi ăn vào, trong môi trường ẩm của ống tiêu hóa. Trong xử lý ướt hoặc tiền xử lý nguyên liệu, enzyme có thể có thời gian tiếp xúc dài hơn với cơ chất đã hydrat hóa, nhờ đó quá trình cắt mạch hemicellulose có điều kiện diễn ra rõ hơn trước khi phối trộn hoặc sấy lại [5].

Cần nhấn mạnh rằng mannanase không hoạt động độc lập với toàn bộ ma trận thức ăn. Nếu mannan bị bao bọc bởi lignin hoặc liên kết chặt với cellulose, tác động thực tế có thể khác so với khi xử lý galactomannan hòa tan. Đây là lý do trong nhiều hệ nguyên liệu phức tạp, mannanase thường được xem như một phần của chiến lược enzyme rộng hơn, bên cạnh xylanase, cellulase, pectinase, protease hoặc phytase [6].

Mannanase và mannose oligosaccharide: cùng nguồn gốc nhưng khác vai trò

Mannanase là enzyme; mannose oligosaccharide là sản phẩm hoặc thành phần chức năng có nguồn gốc từ mannan. Sự khác biệt này quan trọng trong thiết kế ứng dụng: bổ sung mannanase nhằm thủy phân cơ chất mannan tại chỗ hoặc trong quy trình xử lý, còn bổ sung MOS là đưa trực tiếp phân đoạn oligosaccharide đã có sẵn vào khẩu phần [1].

Các nghiên cứu về MOS trong gà đẻ cho thấy bổ sung mannan oligosaccharide có liên quan đến thay đổi hiệu suất và tác động môi trường của sản xuất trứng trong phân tích tổng hợp, nhưng đó là bằng chứng về MOS như phụ gia dinh dưỡng, không phải bằng chứng trực tiếp rằng mọi mannanase sẽ tạo cùng hồ sơ MOS trong mọi công thức thức ăn [3].

Ở gà thịt, MOS được nghiên cứu trong bối cảnh sức khỏe ruột, miễn dịch và năng suất. Kết quả dạng này giúp giải thích vì sao oligosaccharide chứa mannose được quan tâm trong dinh dưỡng vật nuôi, nhưng vẫn cần phân biệt rõ giữa “enzyme tạo oligosaccharide từ cơ chất” và “oligosaccharide tinh chế hoặc bổ sung trực tiếp” [7].

Trong thủy sản, nghiên cứu trên cá hồi Đại Tây Dương bằng mô hình ruột in vitro cho thấy prebiotic Bio-Mos có thể làm thay đổi hệ vi sinh đường ruột trong điều kiện mô phỏng. Điều này hỗ trợ khái niệm rằng các phân đoạn giàu mannose có thể tương tác với microbiome, nhưng không thay thế cho đánh giá riêng đối với từng quy trình tạo MOS bằng mannanase [8].

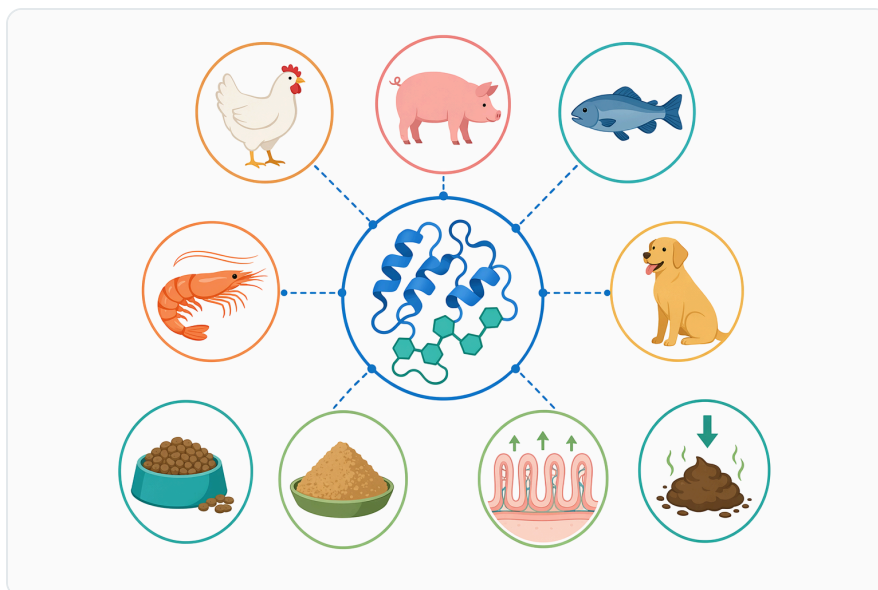


Figure 3. 만난아제는 접근 가능한 β -만난이 풍부한 식물성 원료가 점도 증가, 영양소 포집 또는 항영양 효과에 기여할 때 가금류, 돼지 및 기타 동물의 사료에서 특히 중요하다.

Nghiên cứu trên tôm trong hệ biofloc và trên cá rô phi cũng cho thấy phản ứng với MOS có thể khác nhau theo loài và mức đưa vào khẩu phần. Vì vậy, nếu mục tiêu của quy trình là tạo mannose oligosaccharide từ hemicellulose, trọng tâm kỹ thuật nên là kiểm soát cơ chất, mức thủy phân và đặc tính sản phẩm, thay vì giả định rằng mọi MOS đều có tác động sinh học giống nhau [9].

Bảng so sánh các hướng ứng dụng của mannanase

Hướng ứng dụng	Cơ chất hoặc nền sử dụng thường gặp	Cơ chế mong muốn	Kết quả cần hiểu đúng
Bổ sung trực tiếp vào thức ăn	Khẩu phần chứa khô đậu nành, copra, phụ phẩm cọ dầu, guar hoặc nguyên liệu giàu hemicellulose	Cắt một phần β -mannan trong đường tiêu hóa, hỗ trợ giảm độ nhớt và giải phóng dưỡng chất	Hiệu quả phụ thuộc công thức, loài vật nuôi, tuổi, sức khỏe ruột và mức mannan thực sự có trong khẩu phần
Tiền xử lý nguyên liệu thực vật	Bột hoặc dịch nghiền nguyên liệu giàu mannan đã hydrat hóa	Tăng tiếp xúc enzyme–cơ chất, chuyển polymer dài thành đoạn ngắn	Phù hợp khi có bước trộn ướt, ủ hoặc xử lý trước phối trộn; không nên suy luận kết quả từ cơ chất tinh sạch sang phụ phẩm thô [4]
Tạo mannose oligosaccharide	Galactomannan, glucomannan hoặc nguồn hemicellulose giàu mannose	Thủy phân có kiểm soát để tạo oligosaccharide chứa mannose	Hồ sơ oligosaccharide phụ thuộc nguồn mannan, mức phân nhánh và điều kiện quy trình [1]

Hướng ứng dụng	Cơ chất hoặc nền sử dụng thường gặp	Cơ chế mong muốn	Kết quả cần hiểu đúng
Hỗ trợ khai thác phụ phẩm nông nghiệp	Phụ phẩm trái cây, hạt, bã ép, nguyên liệu lignocellulose	Phá cấu trúc hemicellulose, tăng khả năng giải phóng chất hòa tan	Thường cần phối hợp với enzyme khác vì ma trận thực vật chứa nhiều polysaccharide khác nhau [6]
Công thức enzyme đa thành phần	Nền thức ăn có nhiều NSP: xylan, mannan, cellulose, pectin	Mỗi enzyme xử lý một nhóm cơ chất, tạo hiệu ứng bổ trợ	Thiết kế phải dựa trên thành phần nguyên liệu, không chỉ dựa vào tên enzyme [10]

Ứng dụng trong thức ăn chăn nuôi: giá trị nằm ở nền khẩu phần

Trong thức ăn chăn nuôi, mannanase có ý nghĩa nhất khi khẩu phần chứa lượng đáng kể nguyên liệu có mannan hoặc galactomannan. Nếu công thức chủ yếu dựa trên ngũ cốc ít mannan và ít phụ phẩm giàu hemicellulose chứa mannose, lợi ích thực tế có thể nhỏ hơn so với công thức dùng nhiều khô đậu nành, nhân cọ, copra hoặc guar .

Khô đậu nành là nguồn protein phổ biến nhưng vẫn chứa phần carbohydrate cấu trúc có thể ảnh hưởng đến tính chất xử lý và tiêu hóa. Nghiên cứu về các tổ hợp nguồn protein thay thế từ soybean meal cho thấy đặc tính xử lý của nguyên liệu protein thực vật là yếu tố cần được đánh giá trong công thức thức ăn, không chỉ dựa trên hàm lượng protein thô [2].

Với phụ phẩm cọ dầu và copra, tỷ lệ mannan thường là lý do khiến mannanase được quan tâm nhiều hơn. Các nguyên liệu này có thể hấp dẫn về giá và nguồn cung, nhưng phần xơ và hemicellulose làm giới hạn mức sử dụng trong khẩu phần của vật nuôi dạ dày đơn nếu không có chiến lược xử lý phù hợp [1].

Trong công thức gia cầm, MOS đã được nghiên cứu như một thành phần hỗ trợ sức khỏe ruột và miễn dịch. Tuy nhiên, khi sử dụng mannanase, lợi ích chính trước hết vẫn là xử lý β -mannan trong nguyên liệu; mọi kỳ vọng về tác động prebiotic cần được diễn giải theo lượng oligosaccharide thực sự được tạo ra trong điều kiện tiêu hóa hoặc xử lý cụ thể [7].

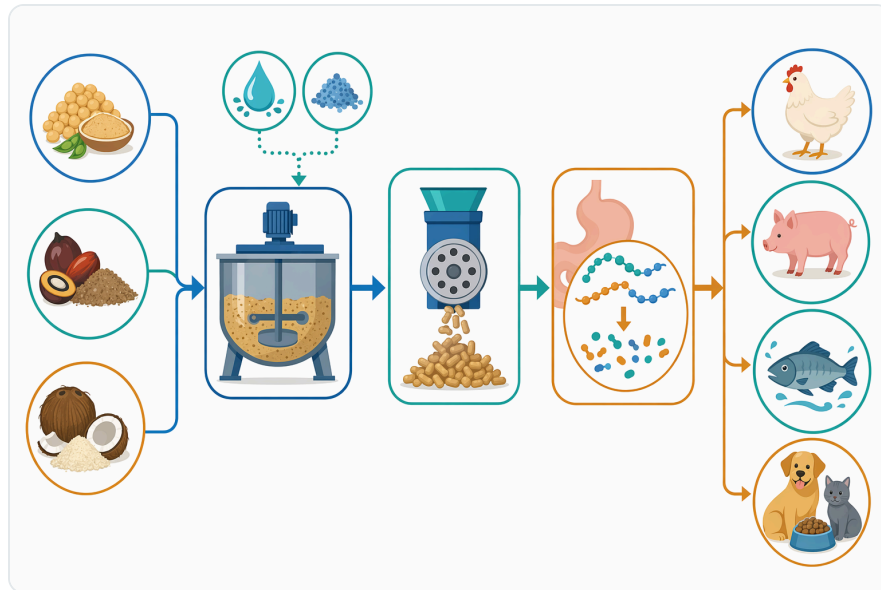


Figure 4. 팜핵박이나 압착박처럼 만nan이 풍부한 부산물에서는 만nan아제 사용을 물리적 접근성 향상에서 헤미셀룰로오스 가수분해와 영양소 방출 개선으로 이어지는 원료 개선 공정으로 볼 수 있다.

Trong thủy sản, quá trình ép viên, tạo viên ướt hoặc xử lý nhiệt có thể làm thay đổi độ ẩm, cấu trúc hạt và khả năng tiếp xúc của enzyme với cơ chất. Nghiên cứu về quy trình tạo viên thức ăn cá cho thấy các thông số chế biến có ảnh hưởng thực tế đến cấu trúc viên và điều kiện công nghệ, vì vậy enzyme trong thức ăn thủy sản cần được xem trong toàn bộ chuỗi phối trộn-tạo viên-bảo quản-tiêu hóa [5].

Ứng dụng trong xử lý hemicellulose và phụ phẩm thực vật

Ngoài thức ăn hoàn chỉnh, mannanase có thể được dùng để xử lý nguyên liệu thực vật trước khi đưa vào công thức. Trong trường hợp này, cơ chất được làm ẩm hoặc phân tán tốt hơn, giúp enzyme tiếp cận mạch mannan hiệu quả hơn so với trạng thái bột khô, đặc biệt khi mục tiêu là giảm độ nhớt hoặc tăng lượng đường hòa tan [4].

Nghiên cứu về hạt açaí cho thấy nguồn phụ phẩm thực vật có thể được khảo sát về tiềm năng tạo mannan-oligosaccharide và đường thông qua thủy phân enzyme. Dù nguyên liệu này không đại diện cho mọi phụ phẩm, nó minh họa hướng tiếp cận quan trọng: thay vì xem phụ phẩm chỉ là chất xơ khó tiêu, có thể chuyển một phần hemicellulose thành phân đoạn có giá trị công nghệ [4].

Trong sinh khối lignocellulose, mannanase thường không đủ để phân giải toàn bộ cấu trúc vì cellulose, xylan, pectin và lignin vẫn còn hiện diện. Do đó, cách dùng thực tế thường là kết hợp mannanase với các enzyme khác hoặc dùng sau bước cơ học, nhiệt, hóa lý hay hydrat hóa nhằm mở cấu trúc nguyên liệu [6].

Đối với phụ phẩm nông nghiệp như bã mía, bã quả hoặc vỏ hạt, đặc điểm vật liệu có thể khác nhau rất lớn về độ lignin hóa, diện tích bề mặt và khả năng giữ nước. Tổng quan về vật liệu sợi từ bã mía cho thấy phụ phẩm lignocellulose có cấu trúc và tiềm năng công nghiệp đa dạng, nhấn mạnh nhu cầu xử lý phù hợp với từng loại mà trộn thay vì áp dụng một công thức enzyme duy nhất [11].

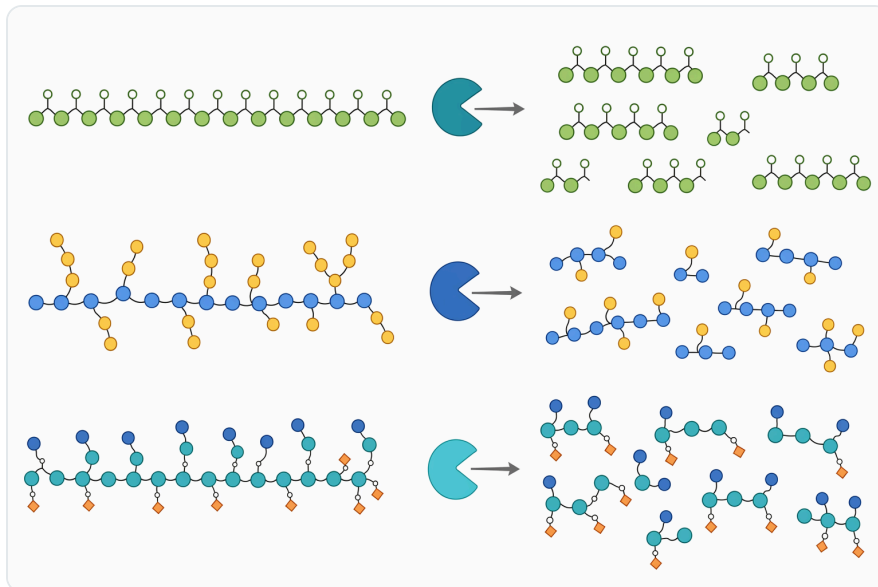


Figure 5. 만난아제가 생성하는 올리고당 혼합물은 가지 구조와 치환 패턴을 포함한 원래 만난 구조에 따라 달라진다.

Những yếu tố quy trình ảnh hưởng đến hiệu quả mannanase

Vì mannanase là protein xúc tác sinh học, hiệu quả của nó phụ thuộc vào pH, nhiệt độ, độ ẩm, thời gian tiếp xúc và khả năng phân tán trong nền nguyên liệu. Trong thức ăn khô, enzyme có thể được phân bố đều nhưng cơ chất chưa hydrat hóa đầy đủ; trong xử lý ướt, độ ẩm cao hơn giúp cơ chất trương nở và tăng khả năng khuếch tán, nhưng lại đòi hỏi kiểm soát vi sinh và ổn định quy trình [12].

Nhiệt độ là yếu tố cần chú ý trong các quy trình ép viên, sấy hoặc tiền xử lý. Tổng quan về enzyme công nghiệp chịu nhiệt cho thấy độ bền nhiệt là một chủ đề lớn trong phát triển enzyme, vì điều kiện sản xuất thường có nhiệt độ vượt ngoài vùng tối ưu của nhiều protein tự nhiên [13].

Tuy nhiên, không nên suy luận rằng mọi chế phẩm mannanase thương mại đều có cùng mức chịu nhiệt hoặc cùng dải pH hoạt động. Mỗi sản phẩm có đặc tính riêng; với sản phẩm được cung cấp qua Enzymes.bio, thông tin đi kèm như CoA và SDS là tài liệu cần dùng để nhận diện, lưu trữ và sử dụng an toàn trong bối cảnh cơ sở của người mua .

Kích thước hạt và mức nghiền của nguyên liệu cũng ảnh hưởng đến quá trình thủy phân. Hạt càng mịn, diện tích bề mặt càng lớn và vách tế bào càng dễ tiếp cận, nhưng nghiền quá mịn có thể làm thay đổi tính chảy, khả năng trộn, tiêu hao năng lượng và đặc tính viên thức ăn; các nghiên cứu về chuẩn bị phần hạt cho sản xuất thức ăn cho thấy xử lý cơ học là một phần quan trọng của hiệu quả công nghệ [12].

Trong trộn thức ăn, phân bố đồng đều quyết định khả năng enzyme tiếp xúc với cơ chất theo lô. Nghiên cứu về thiết kế thiết bị trộn–phân phối thức ăn cho thấy cấu trúc thiết bị và cơ chế trộn có thể ảnh hưởng đến tính đồng nhất của vật liệu, điều này đặc biệt liên quan với phụ gia có lượng đưa vào nhỏ so với tổng khối lượng khẩu phần [14].

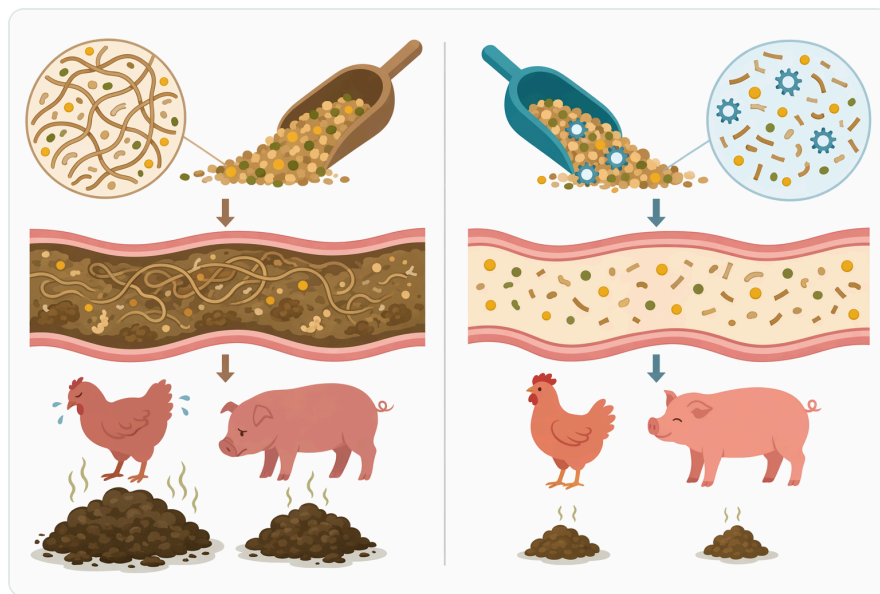


Figure 6. 만난아제는 피테이트, 아라비노자일란, β -글루칸 또는 단백질이 아니라 β -만난 헤미셀룰로오스를 표적으로 하므로 다른 사료 효소를 보완한다.

Bằng chứng về MOS: có triển vọng, nhưng không nên diễn giải quá mức

Mannose oligosaccharide được quan tâm vì khả năng tương tác với đường ruột và hệ vi sinh. Trong phân tích tổng hợp về gà đẻ, MOS được đánh giá về hiệu suất và tác động môi trường của sản xuất trứng, cho thấy nhóm phụ gia này đã có nền bằng chứng ứng dụng trong chăn nuôi, dù kết quả cụ thể phụ thuộc bối cảnh [3].

Ở gà thịt, nghiên cứu về bổ sung MOS tập trung vào sức khỏe ruột, miễn dịch và năng suất sản xuất. Điều này có liên quan đến mannanase ở chỗ enzyme có thể tạo oligosaccharide từ mannan, nhưng cần nhắc lại rằng thành phần MOS tạo ra trong đường tiêu hóa không nhất thiết giống với sản phẩm MOS thương mại đã được chuẩn hóa [7].

Trong mô hình động vật có vú, nghiên cứu trên chuột béo phì do khẩu phần kiểu phương Tây cho thấy mannan oligosaccharide có thể liên quan đến tái cấu trúc microbiome và tăng sản xuất acid béo chuỗi ngắn. Đây là tín hiệu sinh học đáng chú ý, nhưng không nên chuyển thẳng kết luận từ mô hình chuột sang vật nuôi thương mại hoặc quy trình thức ăn mà không có đánh giá phù hợp [15].

Nghiên cứu sản xuất và tinh sạch MOS có hoạt tính tăng cường tight junction biểu mô cho thấy không chỉ “có MOS” là đủ; cấu trúc, độ tinh sạch và phân bố kích thước oligosaccharide có thể liên quan đến hoạt tính sinh học. Vì vậy, nếu mục tiêu là tạo MOS bằng mannanase, chất lượng phân đoạn sản phẩm cần được xem là biến quy trình, không phải kết quả mặc định [16].

Một tổng quan so sánh MOS với các oligosaccharide có nguồn gốc hemicellulose khác cũng nhấn mạnh rằng oligosaccharide khác nhau về cấu trúc và nguồn gốc có thể có đặc tính chức năng khác nhau. Điều này giúp đặt mannanase vào bức tranh rộng hơn của công nghệ chuyển đổi hemicellulose thành thành phần chức năng [1].

Vai trò trong xu hướng enzyme công nghiệp và thức ăn bền vững

Enzyme công nghiệp được sử dụng rộng rãi vì có thể thực hiện phản ứng chọn lọc trong điều kiện nhẹ hơn so với nhiều phương pháp hóa học truyền thống. Tổng quan về ứng dụng enzyme công nghiệp cho thấy enzyme đã trở thành công cụ quan trọng trong thực phẩm, thức ăn, dệt, giấy, nhiên liệu sinh học và xử lý phụ phẩm, trong đó các enzyme thủy phân polysaccharide giữ vai trò trung tâm [10].

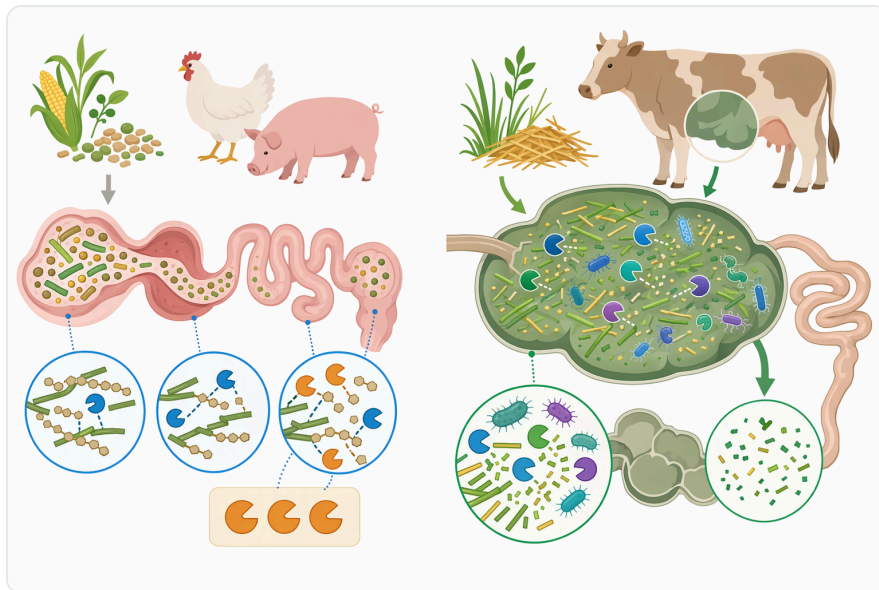


Figure 7. 외인성 만난아제는 반추위 미생물군이 이미 상당한 섬유 분해 능력을 제공하는 반추동물보다 단위동물에서 실제 적용 맥락이 다르다.

Trong sản xuất thức ăn, áp lực tối ưu hóa chi phí, tận dụng nguyên liệu thay thế và giảm phụ thuộc vào nguyên liệu truyền thống làm tăng nhu cầu với phụ gia công nghệ như enzyme. Các phân tích về tiến bộ khoa học-công nghệ trong sản xuất thức ăn nhấn mạnh rằng hiệu quả của ngành phụ thuộc không chỉ vào công thức dinh dưỡng mà còn vào quy trình chế biến, thiết bị và khả năng áp dụng công nghệ mới [17].

Mannanase phù hợp với xu hướng này vì nó giúp khai thác phần carbohydrate cấu trúc vốn bị xem là hạn chế của nguyên liệu thực vật. Nếu được áp dụng đúng nền khẩu phần, enzyme có thể hỗ trợ tăng giá trị sử dụng của phụ phẩm giàu hemicellulose và mở rộng lựa chọn nguyên liệu, đặc biệt trong các công thức cần cân bằng giữa chi phí và hiệu quả tiêu hóa .

Mặt khác, enzyme không thay thế cho kiểm soát chất lượng nguyên liệu, quản lý độc tố nấm mốc, ổn định viên hay cân bằng acid amin. Các tổng quan về enzyme trong thực phẩm và thức ăn cho thấy enzyme là một phần của hệ giải pháp công nghệ, trong khi hiệu quả cuối cùng vẫn phụ thuộc vào nguyên liệu, điều kiện sản xuất và mục tiêu ứng dụng cụ thể [18].

Cách diễn giải thông tin sản phẩm của Enzymes.bio

Mannanase Feed Addition Hemicellulose Mannose Oligosaccharide Processing nên được hiểu là chế phẩm mannanase thương mại dùng cho xử lý cơ chất chứa mannan, đặc biệt trong bổ sung thức ăn và quy trình tạo mannose oligosaccharide. Trang sản phẩm nêu định hướng ứng dụng vào thức ăn chăn nuôi, xử lý hemicellulose và chuyển đổi mannan thành oligosaccharide chứa mannose .

Sản phẩm được bán trực tiếp online theo đơn vị 1 kg, phù hợp với người dùng cần một quy cách thương mại rõ ràng để đưa vào quy trình ứng dụng của mình. CoA và SDS được cung cấp kèm khi đặt hàng, giúp cơ sở tiếp nhận có tài liệu liên quan đến nhận diện lô hàng, thông tin an toàn và quản lý nội bộ .

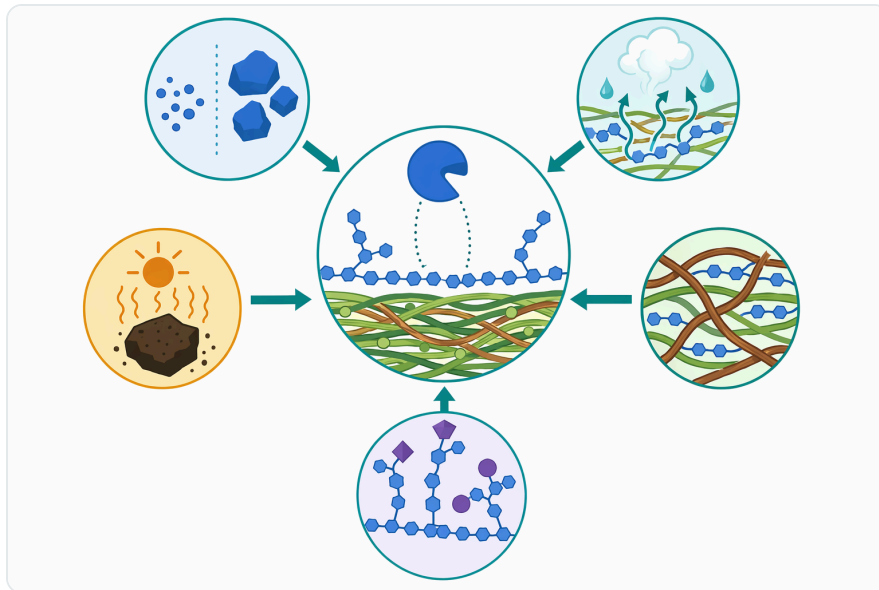


Figure 8. 만난아제의 성능은 기질 접근성에 좌우되며, 이는 입자 구조, 열과 수분 처리 이력, 리그닌과의 결합, 헤미셀룰로오스의 화학적 치환에 의해 영향을 받을 수 있다.

Không nên diễn giải thông tin này như tuyên bố rằng Enzymes.bio tự sản xuất enzyme, tự thực hiện phân tích phòng thí nghiệm hoặc bảo đảm cùng một kết quả sinh học trong mọi khẩu phần. Vai trò phù hợp của Enzymes.bio là cung cấp sản phẩm enzyme thương mại và tài liệu đi kèm; phần thiết kế quy trình, phối trộn và đánh giá hiệu quả thuộc về bối cảnh sử dụng của từng cơ sở .

Kết luận kỹ thuật

Mannanase là công cụ enzyme có cơ sở rõ ràng cho xử lý mannan trong hemicellulose thực vật. Trong thức ăn chăn nuôi, nó phù hợp nhất với công thức có nguyên liệu giàu β -mannan, nơi mục tiêu là giảm ảnh hưởng của polysaccharide phi tinh bột, hỗ trợ giải phóng dưỡng chất và có thể tạo một phần oligosaccharide chứa mannose trong quá trình tiêu hóa hoặc tiền xử lý .

Trong xử lý nguyên liệu và tạo mannose oligosaccharide, mannanase giúp chuyển polymer mannan thành phân đoạn ngắn hơn, nhưng cấu trúc sản phẩm phụ thuộc nguồn cơ chất, mức phân nhánh và điều kiện quy trình. Bằng chứng về MOS trong gia cầm, thủy sản và mô hình đường ruột cho thấy tiềm năng chức năng đáng chú ý, đồng thời nhấn mạnh rằng không nên đánh đồng mọi nguồn MOS hoặc mọi quy trình tạo MOS ^[1].

Với người dùng B2B, cách tiếp cận thực tế là xem Mannanase Feed Addition Hemicellulose Mannose Oligosaccharide Processing như một chế phẩm enzyme cho các quy trình có cơ chất mannan rõ ràng, đặc biệt trong thức ăn và xử lý hemicellulose. Sản phẩm được Enzymes.bio cung cấp trực tuyến theo

đơn vị 1 kg, kèm CoA và SDS khi đặt hàng, hỗ trợ việc đưa enzyme vào hệ thống sản xuất hoặc ứng dụng có kiểm soát .

Đặt mua Mannanase Feed Addition Hemicellulose Mannose Oligosaccharide Processing 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 Mannanase Feed Addition Hemicellulose Mannose Oligosaccharide Processing →](#)

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. Assis, N. M., Ferreira-Leitão, V., & Silva, A. S. (2024). Prospective comparison between mannan-oligosaccharide (MOS) and other hemicellulose-derived oligosaccharides. *Process Biochemistry*.
2. Li, X., Liao, Y., Zhang, B., Li, J., Yang, J., Li, J., & Xue, M. (2024). Evaluation of the Processing Properties of Alternative Soybean Meal Protein Source Combinations Based on Principal Component Analysis. *Journal of the ASABE*.
3. Salami, S. A., Ross, S., Patsiogiannis, A., Moran, C., & Taylor-Pickard, J. (2022). Performance and environmental impact of egg production in response to dietary supplementation of mannan oligosaccharide in laying hens: a meta-analysis. *Poultry Science*, 101.
4. Murillo-Franco, S. L., Galvis-Nieto, J. D., & Orrego, C. (2023). Physicochemical characterization of açai seeds (Euterpe oleracea) from Colombian pacific and their potential of mannan-oligosaccharides and sugar production via enzymatic hydrolysis. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 15, 889 - 898.
5. Braginets, S., Pakhomov, V., Bakhchevnikov, O., Alferov, A. S., & Deev, K. A. (2025). Rational Values of Fish Feed Wet Pelleting Process in the Basket Pelleter. *Engineering Technologies and Systems*.
6. Slimane, M., & El-hafid, N. (2024). Recent status in production, biotechnological applications, commercial aspects, and future prospects of microbial enzymes: A comprehensive review. *International Journal of Agricultural Science and Food Technology*.
7. Asif, M., Hayat, Z., Rahman, A., Qamar, M. F., Nawaz, S., Ijaz, M., Badar, I., ... et al. (2021). Effects of mannan-oligosaccharide supplementation on gut health, immunity, and production performance of broilers. *Brazilian journal of biology = Revista brasleira de biologia*, 84, e250132 .
8. Kazlauskaite, R., Cheaib, B., Humble, J. L., Heys, C., Ijaz, U., Connelly, S., Sloan, W. T., ... et al. (2022). Deploying an In Vitro Gut Model to Assay the Impact of the Mannan-Oligosaccharide Prebiotic Bio-Mos on the Atlantic Salmon (Salmo salar) Gut Microbiome. *Microbiology spectrum*, 10.

9. Genç, E., Kaya, D., Genç, M. A., Keskin, E., Yavuzcan, H., Guroy, D., & Aktaş, M. (2024). Effect of dietary mannan oligosaccharide inclusion on production parameters of *Farfantepenaeus aztecus* cultured in a biofloc system. *Journal of the World Aquaculture Society*.
10. Sarrouh, B., Santos, T. M., Miyoshi, A., Dias, R., & Azevedo, V. (2012). Up-To-Date Insight on Industrial Enzymes Applications and Global Market. *Journal of bioprocessing & biotechniques*, 2012.
11. Mubarak, A. A., Ilyas, R. A., Nordin, A. H., Ngadi, N., & Alkbir, M. (2024). Recent developments in sugarcane bagasse fibre-based adsorbent and their potential industrial applications: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 134165 .
12. Dudarev, I., Uminskyi, S., Moskalyuk, I., & Zhitkov, S. (2025). PREPARATION OF GRAIN FRACTION FOR FEED PRODUCTION PROCESSES. *Аграрний вісник Причорномор'я*.
13. Wu, H., Chen, Q., Zhang, W., & Mu, W. (2021). Overview of strategies for developing high thermostability industrial enzymes: Discovery, mechanism, modification and challenges. *Critical reviews in food science and nutrition*, 63, 2057 - 2073.
14. KUPCHUK, I. K. I. (2025). INVESTIGATION OF DESIGN FEATURES AND WAYS TO IMPROVE VERTICAL AUGERS OF FEED MIXER-DISTRIBUTORS. *ENGINEERING, ENERGY, TRANSPORT AIC*.
15. Yan, S., Shi, R., Li, L., Ma, S., Zhang, H., Ye, J., Wang, J., ... et al. (2019). Mannan Oligosaccharide Suppresses Lipid Accumulation and Appetite in Western Diet-Induced Obese Mice Via Reshaping Gut Microbiome and Enhancing Short-Chain Fatty Acids Production. *Molecular Nutrition & Food Research*, e1900521 .
16. Nopvichai, C., Charoenwongpaiboon, T., Luengluepunya, N., Ito, K., Muanprasat, C., & Pichyangkura, R. (2019). Production and purification of mannan oligosaccharide with epithelial tight junction enhancing activity. *PeerJ*, 7.
17. Chirkov, E. P., Babyak, M. A., Dyachenko, O. V., & Dyachenko, V. (2023). Realization of achievements of scientific and technological progress in feed production as a factor of increasing its efficiency. *Economy of agricultural and processing enterprises*.
18. Fang, J., Sheng, L., Ye, Y., Ji, J., Sun, J., Zhang, Y., & Sun, X. (2023). Recent advances in biosynthesis of mycotoxin-degrading enzymes and their applications in food and feed. *Critical reviews in food science and nutrition*, 65, 1465 - 1481.

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