

Acid Cellulase Enzymes For Animal Feed Additives: enzyme cellulase acid cho phụ gia thức ăn chăn nuôi giàu xơ

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

Acid Cellulase Enzymes For Animal Feed Additives là phụ gia enzyme cellulase định hướng cho thức ăn chăn nuôi, dùng để hỗ trợ thủy phân cellulose trong nguyên liệu thực vật như thức ăn thô, phụ phẩm nông nghiệp, silage, cám, vỏ hạt và khẩu phần giàu xơ. Về cơ chế, cellulase cắt liên kết β -1,4-glycosidic trong cellulose, làm thành tế bào thực vật dễ bị phá vỡ hơn và tạo điều kiện để vi sinh vật tiêu hóa hoặc quá trình lên men tiếp cận cơ chất tốt hơn ^[1].

Trong thực tế, acid cellulase không nên được hiểu là “chất tăng năng suất” độc lập, mà là công cụ sinh học hỗ trợ khai thác phần dinh dưỡng bị khóa trong ma trận xơ thực vật. Hiệu quả phụ thuộc vào loại nguyên liệu, cấu trúc xơ, loài vật nuôi, công nghệ phối trộn, điều kiện ủ chua hoặc chế biến nhiệt, và mức độ phù hợp giữa enzyme với cơ chất cellulose ^[2].

Acid cellulase trong thức ăn chăn nuôi là gì?

Acid cellulase là nhóm enzyme cellulase hoạt động trong môi trường acid hoặc hơi acid, phù hợp với một số bối cảnh trong đường tiêu hóa của động vật dạ dày đơn, quy trình xử lý nguyên liệu thực vật, hoặc hệ ủ chua có pH giảm dần do lên men acid lactic. Trong ngành phụ gia thức ăn chăn nuôi, thuật ngữ này thường dùng để chỉ chế phẩm enzyme có mục tiêu chính là hỗ trợ phân giải cellulose — một polysaccharide cấu trúc tạo nên độ bền cơ học của thành tế bào thực vật ^[1].

Cellulose được cấu tạo từ các đơn vị glucose nối với nhau bằng liên kết β -1,4-glycosidic, tạo thành chuỗi dài, thẳng và có khả năng kết tinh cao. Khi cellulose nằm cùng hemicellulose, pectin, protein thành tế bào, lignin và các hợp chất phenolic, nó tạo ra một ma trận vật lý khó tiếp cận đối với enzyme tiêu hóa nội sinh, đặc biệt ở heo, gia cầm và thủy sản vốn không có hệ lên men xơ mạnh như động vật nhai lại ^[3].

Điểm quan trọng là cellulase không phải một enzyme đơn lẻ theo nghĩa chức năng. Một hệ cellulase thường gồm endoglucanase, exoglucanase hoặc cellobiohydrolase, và β -glucosidase; mỗi thành phần xử lý một giai đoạn khác nhau trong quá trình cắt cellulose từ chuỗi dài thành oligosaccharide ngắn

hơn, cellobiose và glucose [4].

Trong bối cảnh phụ gia thức ăn chăn nuôi, “acid cellulase” vì vậy nên được đọc theo hướng chức năng: một công cụ giúp làm mềm hoặc mở một phần cấu trúc xơ, hỗ trợ tiêu hóa và lên men, thay vì thay thế toàn bộ vai trò của khẩu phần cân đối, xử lý nguyên liệu, vi sinh vật đường ruột hoặc quản lý chăn nuôi [1].

Vì sao cellulose là rào cản kỹ thuật trong khẩu phần vật nuôi?

Nhiều nguyên liệu thực vật có giá trị kinh tế trong thức ăn chăn nuôi lại chứa tỷ lệ xơ cấu trúc cao: thân cây ngô, bã mía, phụ phẩm cọ, cám, vỏ hạt, thân lá cây họ đậu, bã nông nghiệp và thức ăn thô xanh. Các nguồn phụ phẩm này có thể cung cấp năng lượng, khoáng, protein hoặc hợp chất sinh học, nhưng phần dinh dưỡng đó thường bị bao bọc bởi thành tế bào thực vật khó phân giải [5].

Ở cấp độ vi mô, thành tế bào thực vật hoạt động như một “lớp vỏ cơ học”. Nếu lớp vỏ này không được phá vỡ đủ, tinh bột, protein, lipid và đường hòa tan bên trong tế bào không tiếp xúc tốt với enzyme tiêu hóa hoặc hệ vi sinh lên men. Điều này giải thích vì sao hai nguyên liệu có thành phần dinh dưỡng thô tương tự nhau vẫn có thể cho khả năng tiêu hóa khác nhau khi cấu trúc xơ, kích thước hạt và mức lignin hóa khác nhau [6].

Ở động vật dạ dày đơn, thách thức càng rõ hơn vì chúng tiết ít hoặc gần như không tiết enzyme nội sinh chuyên cắt cellulose. Heo và gia cầm có thể khai thác một phần xơ thông qua lên men ở ruột sau hoặc manh tràng, nhưng quá trình này bị giới hạn bởi thời gian lưu thức ăn, cộng đồng vi sinh vật và khả năng tiếp cận cơ chất [1].

Ở động vật nhai lại, hệ vi sinh dạ cỏ có năng lực phân giải xơ mạnh hơn, nhưng điều đó không có nghĩa mọi nguồn cellulose đều được tận dụng tối đa. Khi cellulose bị lignin che chắn, khi thức ăn thô có cấu trúc quá bền, hoặc khi silage lên men kém, tốc độ phân giải xơ và tính ổn định của khẩu phần vẫn có thể bị ảnh hưởng [7].

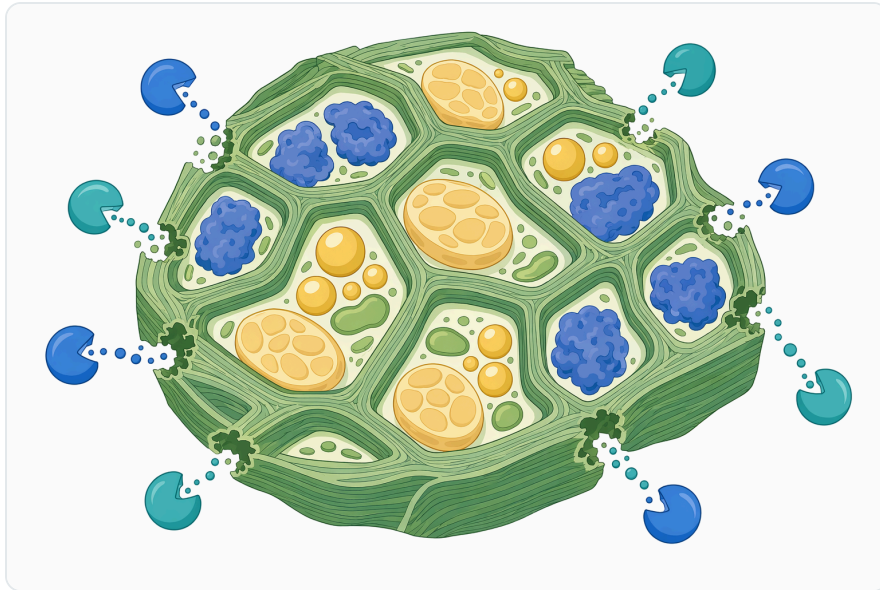


Figure 1. Cellulase axit được dùng để làm suy yếu thành tế bào thực vật giàu cellulose, giúp các chất dinh dưỡng vốn có trong mô thức ăn trở nên dễ tiếp cận hơn.

Cơ chế hoạt động: acid cellulase cắt cellulose như thế nào?

Cơ chế của cellulase có thể hiểu theo ba bước phối hợp. Trước hết, endoglucanase cắt ngẫu nhiên bên trong chuỗi cellulose ở các vùng dễ tiếp cận hơn, tạo ra nhiều đầu mạch mới và làm giảm độ dài trung bình của chuỗi polymer. Bước này đặc biệt quan trọng vì cellulose trong thành tế bào không phải lúc nào cũng lộ ra dưới dạng sợi tự do, mà thường bị nén trong cấu trúc lignocellulose ^[4].

Sau đó, exoglucanase hoặc cellobiohydrolase tiếp tục tác động ở đầu chuỗi, giải phóng các đơn vị cellobiose hoặc cello-oligosaccharide. Khi nhiều đầu mạch được tạo ra bởi endoglucanase, exoglucanase có thêm điểm bám, nhờ đó quá trình thủy phân diễn ra có tổ chức hơn so với việc chỉ cắt ngẫu nhiên ^[4].

Cuối cùng, β -glucosidase chuyển cellobiose thành glucose. Bước này không chỉ tạo đường đơn dễ lên men hoặc dễ hấp thu hơn, mà còn giúp giảm tích lũy cellobiose — một sản phẩm trung gian có thể làm chậm hoạt động của các thành phần cellulase khác nếu tồn tại ở mức cao trong hệ phản ứng ^[4].

Trong thức ăn chăn nuôi, kết quả mong muốn không nhất thiết là biến toàn bộ cellulose thành glucose. Mục tiêu thực tế thường là làm thành tế bào bớt bền, giải phóng một phần carbohydrate hòa tan, giảm rào cản vật lý đối với dinh dưỡng nội bào và tạo thêm cơ chất cho vi sinh vật có lợi trong silage hoặc trong đường tiêu hóa ^[8].

Acid cellulase khác gì so với enzyme xơ khác?

Cellulase thường được đặt cạnh xylanase, β -glucanase, pectinase và phytase trong nhóm enzyme phụ gia thức ăn, nhưng đích tác động của chúng khác nhau. Cellulase tập trung vào cellulose; xylanase cắt xylan trong hemicellulose; β -glucanase xử lý β -glucan không phải cellulose; pectinase tác động lên pectin; còn phytase xử lý phytate để giải phóng phospho và giảm tác động kháng dinh dưỡng của phytate [9].

Sự khác biệt này rất quan trọng khi đánh giá khẩu phần. Nếu nguyên liệu chính là bã mía, thân ngô hoặc phụ phẩm giàu lignocellulose, cellulase có ý nghĩa trực tiếp hơn so với khẩu phần mà rào cản chính là arabinoxylan hòa tan hoặc β -glucan nhớt. Ngược lại, khi hemicellulose chiếm vai trò lớn, xylanase hoặc hệ enzyme phối hợp có thể được nghiên cứu song song với cellulase [10].

Nhóm enzyme	Cơ chất chính trong thức ăn thực vật	Tác động kỹ thuật kỳ vọng	Bối cảnh thường gặp
Acid cellulase	Cellulose trong thành tế bào	Hỗ trợ cắt liên kết β -1,4-glycosidic, làm ma trận xơ dễ tiếp cận hơn	Silage, phụ phẩm nông nghiệp, khẩu phần giàu xơ [8]
Xylanase	Xylan và arabinoxylan trong hemicellulose	Giảm rào cản hemicellulose, hỗ trợ giải phóng oligosaccharide	Nguyên liệu ngũ cốc, phụ phẩm thực vật, hệ enzyme phối hợp [9]
β -glucanase	β -glucan không phải cellulose	Giảm độ nhớt dịch tiêu hóa trong khẩu phần phù hợp	Một số khẩu phần ngũ cốc giàu β -glucan [1]
Phytase	Phytate	Hỗ trợ giải phóng phospho liên kết và giảm tác động kháng dinh dưỡng	Khẩu phần ngũ cốc–khô dầu ở heo, gia cầm [11]
Protease	Protein khó tiêu hoặc protein bị khóa trong ma trận thức ăn	Hỗ trợ thủy phân protein và khả năng tiêu hóa amino acid	Khẩu phần cần tối ưu tiêu hóa protein [12]

Vì thành tế bào thực vật là cấu trúc đa thành phần, một enzyme đơn lẻ hiếm khi giải quyết toàn bộ rào cản dinh dưỡng. Tuy nhiên, điều đó không có nghĩa cứ phối nhiều enzyme là luôn tốt hơn; lợi ích phụ thuộc vào cơ chất hiện diện, điều kiện hoạt động và việc các enzyme có thực sự bổ trợ nhau trong hệ nguyên liệu cụ thể hay không [13].

Bằng chứng ứng dụng trong silage và xử lý phụ phẩm giàu xơ

Một hướng ứng dụng có cơ sở rõ ràng của cellulase là cải thiện quá trình ủ chua và xử lý phụ phẩm nông nghiệp. Khi cellulase thủy phân một phần cellulose, lượng đường hòa tan hoặc dễ lên men có thể tăng lên, tạo điều kiện cho vi khuẩn lactic tạo acid hữu cơ và làm pH khối ủ giảm theo hướng ổn định hơn [8].

Nghiên cứu về silage thức ăn hoàn chỉnh dựa trên phế phụ phẩm nông nghiệp cho thấy xử lý bằng cellulase được đánh giá trong mối liên hệ với đặc điểm lên men và khả năng tiêu hóa in vitro. Đây là bối cảnh rất gần với thực tế ngành thức ăn chăn nuôi: tận dụng nguyên liệu địa phương, giảm lãng phí sinh khối, nhưng cần cải thiện chất lượng lên men và khả năng khai thác dinh dưỡng [14].

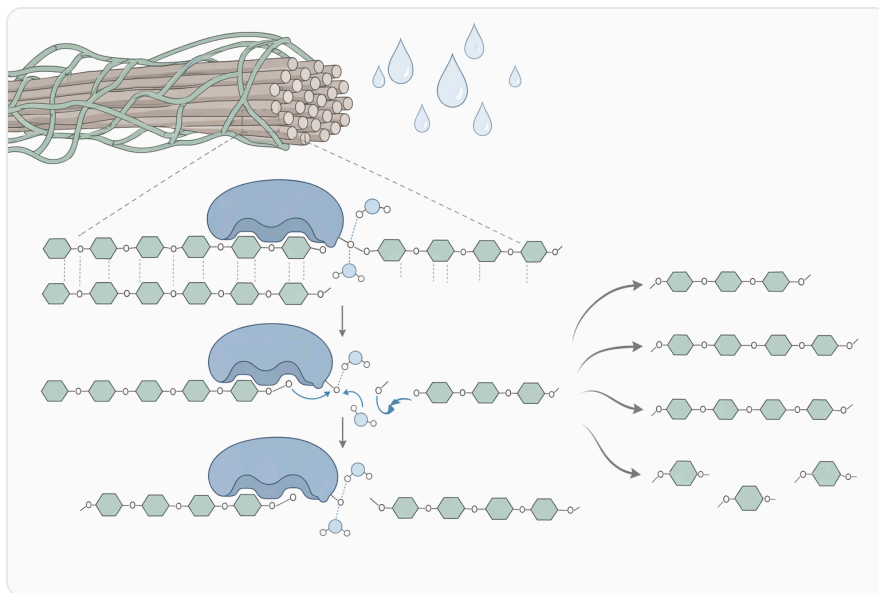


Figure 2. Các hệ enzyme cellulase hoạt động phối hợp: endo-cellulase mở các vị trí bên trong chuỗi, exo-cellulase giải phóng cellodextrin, còn β -glucosidase chuyển cellobiose thành glucose.

Một nghiên cứu khác trên silage thân lá bắp ngọt và bã sắn đã khảo sát tác động của cellulase cùng vi khuẩn lactic nhằm điều chỉnh đặc tính ủ chua và tiêu hóa in vitro. Về cơ chế, bã sắn cung cấp carbohydrate dễ lên men hơn, còn thân lá bắp ngọt đóng góp xơ cấu trúc; sự phối hợp enzyme–vi sinh vì vậy có thể tác động đồng thời lên nguồn đường và quá trình acid hóa [8].

Đối với nguồn phụ phẩm như bã mía, việc sàng lọc vi khuẩn phân giải cellulose và tối ưu hóa hoạt tính cellulase cho mục tiêu thức ăn chăn nuôi cho thấy nhu cầu kỹ thuật rõ ràng: các phụ phẩm lignocellulose có sẵn nhưng cần công cụ sinh học để tăng khả năng sử dụng trong khẩu phần [10].

Bằng chứng trên vật nuôi: đọc kết quả thế nào cho đúng?

Các nghiên cứu trên vật nuôi cho thấy enzyme phân giải xơ có thể ảnh hưởng đến tiêu hóa, lên men và chỉ tiêu năng suất, nhưng mức đáp ứng không đồng nhất giữa loài và khẩu phần. Ở heo đang sinh trưởng, nghiên cứu về enzyme phân giải xơ trong khẩu phần có mức cao corn distillers grains with solubles tập trung vào tiêu hóa hồi tràng của amino acid và xơ, cũng như tiêu hóa năng lượng và xơ toàn đường tiêu hóa ^[3].

Ở gia cầm, tài liệu tổng quan về enzyme ngoại sinh như phụ gia kỹ thuật cho động vật dạ dày đơn nhấn mạnh vai trò của enzyme trong việc xử lý các yếu tố kháng dinh dưỡng và cải thiện khả năng sử dụng dưỡng chất. Tuy vậy, cellulase chỉ là một phần trong bức tranh rộng hơn, bên cạnh xylanase, phytase, protease và các enzyme khác ^[1].

Ở cá, nghiên cứu trên cá diếc non đánh giá bổ sung cellulase trong khẩu phần qua các chỉ tiêu tăng trưởng, tiêu hóa dưỡng chất và hoạt tính enzyme tiêu hóa. Điều này cho thấy cellulase không chỉ được quan tâm ở gia súc, gia cầm mà còn trong thức ăn thủy sản có thành phần thực vật ngày càng tăng ^[15].

Ở thỏ thịt, nghiên cứu về phụ gia thức ăn nền enzyme và nấm men xem xét tăng trưởng, tiêu hóa dưỡng chất, chất lượng thịt và hình thái ruột. Đây là ví dụ về cách enzyme thường được đánh giá trong hệ sinh học phức tạp, nơi kết quả không chỉ đến từ phản ứng thủy phân cơ chất mà còn từ thay đổi hệ vi sinh, tốc độ tiêu hóa và cấu trúc đường ruột ^[16].

Ở trâu bò sữa, một nghiên cứu về cellulase từ *Penicillium chrysogenum* trên trâu Ai Cập ăn khẩu phần giàu thức ăn thô đã đánh giá sản lượng sữa, thành phần sữa, hồ sơ amino acid và acid béo. Điều này phù hợp với giả thuyết rằng trong khẩu phần giàu forage, tác động lên phân giải xơ và lên men có thể liên quan đến dòng năng lượng và tiền chất dinh dưỡng cho sản xuất sữa ^[17].

Vì sao hiệu quả acid cellulase có thể thay đổi?

Lý do đầu tiên là khác biệt về cơ chất. Cellulose trong lá non, thân ngô, bã mía, vỏ hạt hoặc phụ phẩm cọ không giống nhau về mức độ kết tinh, mức lignin hóa và mức gắn kết với hemicellulose. Một cellulase có thể tiếp cận cellulose dễ hơn trong nguyên liệu đã nghiền, hấp ẩm hoặc ủ chua tốt so với nguyên liệu có mô thực vật già và lignin cao ^[5].

Lý do thứ hai là thời gian tiếp xúc. Enzyme cần đủ thời gian để gắn vào cơ chất và thủy phân liên kết. Trong silage, thời gian tiếp xúc có thể kéo dài trong khối ủ; trong đường tiêu hóa của gia cầm, thời gian lưu thức ăn ngắn hơn, nên phản ứng phụ thuộc mạnh vào khả năng enzyme hoạt động nhanh và đúng vị trí ^[1].

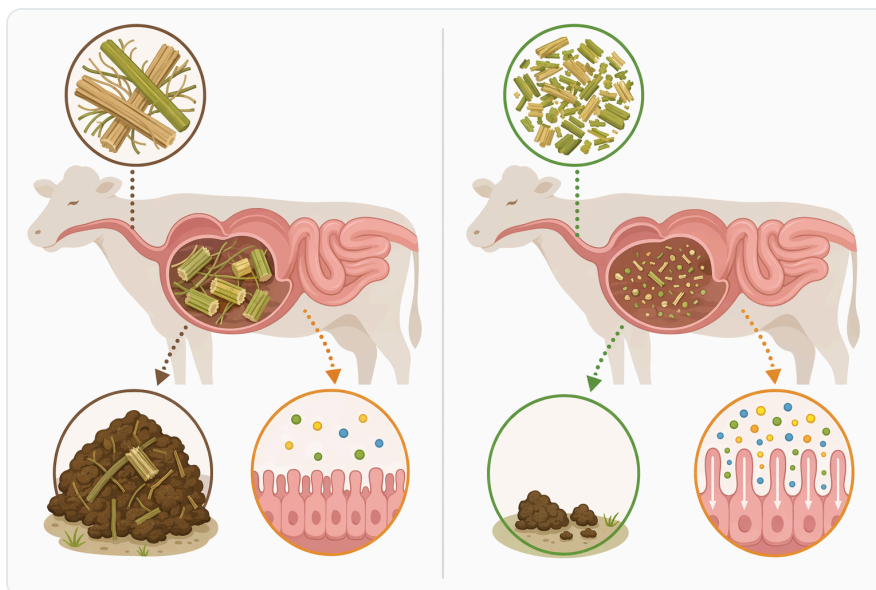


Figure 3. Các enzyme thức ăn khác nhau tùy theo cơ chất; cellulase nhắm vào cellulose, trong khi xylanase, β -glucanase, phytase và protease xử lý các hạn chế khác của thức ăn.

Lý do thứ ba là chế biến thức ăn. Quá trình ép viên, điều hòa hơi nước và xử lý nhiệt ẩm có thể ảnh hưởng đến độ bền của enzyme trong thành phẩm. Nghiên cứu về nhiệt độ và thời gian điều hòa hơi nước trong sản xuất viên cho thấy điều kiện chế biến có liên quan đến biến số sản xuất viên, tiêu hóa amino acid và khả năng thu hồi enzyme thức ăn [2].

Lý do thứ tư là hệ vi sinh. Cellulase không hoạt động trong môi trường vô sinh khi đưa vào vật nuôi; nó tương tác với vi khuẩn đường ruột, vi sinh vật dạ cỏ hoặc vi khuẩn lactic trong silage. Các nghiên cứu về *Bacillus* ứng viên cho thức ăn chăn nuôi và hệ vi sinh phân giải cellulose từ tự nhiên cho thấy chức năng enzyme thường gắn với cộng đồng vi sinh và điều kiện sinh thái cụ thể [18].

Ứng dụng theo nhóm vật nuôi và nguyên liệu

Heo và gia cầm

Trong khẩu phần heo và gia cầm, acid cellulase được quan tâm khi công thức chứa nhiều nguyên liệu thực vật giàu xơ hoặc phụ phẩm nông nghiệp. Cellulose có thể làm giảm khả năng tiếp xúc giữa enzyme tiêu hóa nội sinh với tinh bột, protein và lipid; khi ma trận xơ được mở một phần, khả năng giải phóng dưỡng chất có thể được hỗ trợ [3].

Với gia cầm, lợi ích tiềm năng cần được đặt trong bối cảnh thời gian lưu thức ăn ngắn và cấu trúc manh tràng khác với động vật lên men mạnh. Do đó, acid cellulase có ý nghĩa nhất khi cơ chất cellulose phù hợp, enzyme được bảo toàn qua chế biến và khẩu phần có rào cản xơ thực sự cần xử lý [1].

Động vật nhai lại

Ở bò, trâu, dê và cừu, cellulase có thể tham gia theo hai hướng: xử lý thức ăn thô trước khi ăn, đặc biệt trong silage, hoặc hỗ trợ phân giải xơ trong khẩu phần giàu forage. Các nghiên cứu về enzyme ngoại sinh ở bò sữa thường đánh giá đồng thời lên men dạ cỏ, hiệu suất sản xuất, chất lượng sữa và sức khỏe vật nuôi, phản ánh bản chất đa yếu tố của hệ nhai lại [7].

Trong silage, cellulase có thể cung cấp thêm cơ chất đường cho vi khuẩn lactic, từ đó hỗ trợ quá trình acid hóa khối ủ. Tuy nhiên, nếu nguyên liệu quá khô, quá nghèo đường dễ lên men, bị nhiễm bẩn hoặc nén không đủ chặt, enzyme không thể bù đắp hoàn toàn cho quy trình ủ kém [8].

Thủy sản

Trong thức ăn thủy sản hiện đại, tỷ lệ nguyên liệu thực vật tăng lên để giảm phụ thuộc vào nguồn đạm động vật. Khi nguyên liệu thực vật mang theo cellulose và polysaccharide thành tế bào, cellulase có thể được nghiên cứu như một cách hỗ trợ tiêu hóa và giảm rào cản xơ trong ruột cá [15].

Tuy nhiên, thủy sản là nhóm rất đa dạng: cá ăn thịt, ăn tạp và ăn thực vật có sinh lý tiêu hóa khác nhau. Vì vậy, kết quả trên một loài hoặc một giai đoạn phát triển không nên được suy rộng trực tiếp cho mọi công thức thức ăn thủy sản [13].

Phụ phẩm nông nghiệp và nguyên liệu địa phương

Acid cellulase đặc biệt phù hợp với chiến lược tận dụng phụ phẩm: bã mía, phụ phẩm cọ, thân lá ngô, bã sắn, lá cây, vỏ hạt hoặc các nguồn lignocellulose khác. Các nghiên cứu in vitro về phụ phẩm cọ và tiềm năng trong ngành thức ăn chăn nuôi cho thấy giá trị dinh dưỡng không chỉ nằm ở phân tích thành phần, mà còn ở khả năng tiêu hóa và hợp chất sinh học đi kèm [5].

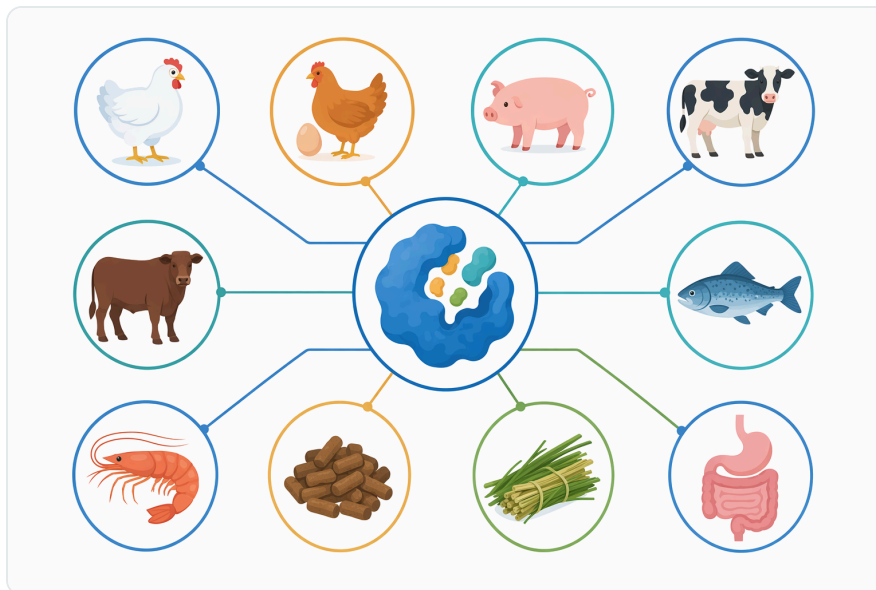


Figure 4. Cellulase phù hợp nhất với các cơ chất giàu xơ như rơm rạ, thân lá ngô sau thu hoạch, thức ăn thô xanh, cám, vỏ hạt, phụ phẩm ngũ cốc và bã thực vật lên men.

Với phụ phẩm có cấu trúc cứng, enzyme thường chỉ là một phần của giải pháp. Nghiền, phối trộn, điều chỉnh độ ẩm, ủ chua, phối hợp vi sinh vật và lựa chọn tỷ lệ đưa vào khẩu phần đều ảnh hưởng đến mức độ enzyme có thể phát huy tác dụng ^[14].

Acid cellulase trong hệ enzyme phối hợp

Trong nhiều công thức thức ăn, cellulase được dùng cùng các enzyme khác để xử lý nhiều phần của ma trận thực vật. Ví dụ, cellulose và xylan thường cùng hiện diện trong thành tế bào; vì vậy, cellulase và xylanase có thể được nghiên cứu trong cùng một hệ để tác động lên cả cellulose và hemicellulose ^[9].

Tuy nhiên, cần phân biệt “cùng có mặt” với “hiệp đồng đã được chứng minh”. Hiệp đồng đúng nghĩa đòi hỏi kết quả phối hợp vượt quá tổng hiệu ứng riêng lẻ trong điều kiện thí nghiệm phù hợp. Nếu không có dữ liệu cụ thể, cách diễn giải an toàn hơn là “hệ enzyme phối hợp có thể mở rộng phổ cơ chất được xử lý” ^[13].

Phối hợp enzyme cũng có thể tạo thêm sản phẩm trung gian như oligosaccharide, đường hòa tan hoặc peptide tùy enzyme đi kèm. Những sản phẩm này có thể ảnh hưởng đến vi sinh vật đường ruột hoặc lên men, nhưng tác động cuối cùng phụ thuộc vào loài vật nuôi, khẩu phần nền và cân bằng hệ vi sinh ^[6].

Các yếu tố kỹ thuật ảnh hưởng đến ứng dụng trong thức ăn

Yếu tố đầu tiên là độ đồng đều phân bố. Enzyme là chất xúc tác, chỉ phản ứng tại nơi nó tiếp xúc được với cơ chất. Trong khối thức ăn phối trộn không đều, một phần nguyên liệu giàu xơ có thể nhận ít enzyme hơn, làm hiệu quả thủy phân không ổn định giữa các phần thức ăn ^[2].

Yếu tố thứ hai là độ ẩm. Thủy phân cellulose cần pha nước để enzyme khuếch tán và tiếp xúc với bề mặt sợi. Trong thức ăn khô, phản ứng trước khi ăn có thể hạn chế; trong silage hoặc nguyên liệu được làm ẩm, cơ hội tiếp xúc thường cao hơn ^[8].

Yếu tố thứ ba là pH. Acid cellulase được định hướng cho môi trường acid hoặc hơi acid, nhưng pH thực tế thay đổi theo vùng đường tiêu hóa và theo diễn biến lên men. Trong silage, pH giảm dần khi vi khuẩn lactic tạo acid; trong dạ dày đơn, thức ăn đi qua các vùng có pH khác nhau, nên thời gian enzyme nằm trong vùng phù hợp là yếu tố đáng chú ý ^[1].

Yếu tố thứ tư là nhiệt. Enzyme là protein có cấu trúc không gian cần được duy trì để hoạt động; xử lý nhiệt quá mạnh có thể làm biến tính protein enzyme. Vì vậy, khi thức ăn trải qua điều hòa hơi nước hoặc ép viên, độ bền enzyme sau chế biến là một yếu tố kỹ thuật quan trọng ^[2].

Lợi ích kỳ vọng và giới hạn cần hiểu đúng

Lợi ích kỳ vọng đầu tiên của acid cellulase là hỗ trợ phân giải cellulose, làm giảm một phần rào cản thành tế bào và tăng khả năng tiếp cận dưỡng chất nội bào. Đây là lợi ích dựa trên cơ chế sinh hóa trực tiếp, có cơ sở vững chắc hơn so với các tuyên bố rộng về năng suất ^[4].

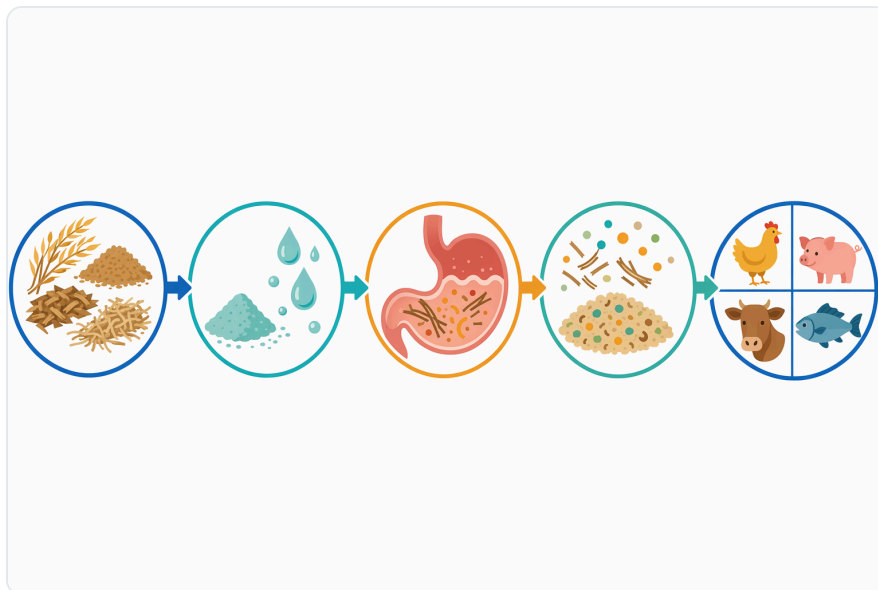


Figure 5. Trong ủ chua, cellulase có thể giải phóng carbohydrate hòa tan từ sinh khối giàu xơ, để vi khuẩn axit lactic chuyển hóa chúng thành axit phục vụ bảo quản.

Lợi ích thứ hai là hỗ trợ lên men trong silage. Khi cellulose được cắt một phần, lượng cơ chất dễ lên men có thể tăng, tạo điều kiện cho vi khuẩn lactic hoạt động trong khối ủ phù hợp. Các nghiên cứu về cellulase kết hợp vi khuẩn lactic trên silage cho thấy hướng ứng dụng này có nền tảng thực nghiệm đáng chú ý ^[8].

Lợi ích thứ ba là hỗ trợ tận dụng phụ phẩm nông nghiệp. Khi phụ phẩm xơ được xử lý hợp lý, chúng có thể đóng góp vào chiến lược giảm chi phí nguyên liệu, giảm lãng phí sinh khối và mở rộng nguồn thức ăn địa phương. Tuy nhiên, enzyme không thể biến nguyên liệu chất lượng thấp thành nguyên liệu chất lượng cao nếu giới hạn chính là độc tố, nhiễm bẩn, mất cân đối dinh dưỡng hoặc lignin quá cao ^[5].

Giới hạn quan trọng nhất là tính phụ thuộc điều kiện. Nếu khẩu phần ít cellulose, nếu cơ chất không tiếp cận được, nếu enzyme bị giảm hoạt tính do chế biến, hoặc nếu thời gian lưu trong đường tiêu hóa quá ngắn, kết quả có thể khiêm tốn. Vì vậy, acid cellulase nên được xem như một thành phần trong chiến lược dinh dưỡng và xử lý nguyên liệu, không phải giải pháp đơn lẻ cho mọi vấn đề về tiêu hóa ^[1].

Vị trí của sản phẩm do Enzymes.bio cung cấp

Enzymes.bio cung cấp **Acid Cellulase Enzymes For Animal Feed Additives** với vai trò nhà cung cấp trực tuyến, không phải nhà sản xuất enzyme và không phải phòng thí nghiệm thử nghiệm. Sản phẩm được bán trực tiếp online theo đơn vị 1 kg; CoA và SDS được cung cấp kèm theo khi đặt hàng để hỗ trợ thông tin lô hàng và an toàn sử dụng .

Thông tin kỹ thuật trong bài viết này nhằm giải thích cơ chế và bối cảnh ứng dụng của acid cellulase trong phụ gia thức ăn chăn nuôi. Nội dung không nên được hiểu là tuyên bố độc quyền về sản xuất, nghiên cứu nội bộ, thử nghiệm trên vật nuôi hoặc cam kết kết quả trong mọi khẩu phần .

Kết luận

Acid cellulase là enzyme có vai trò rõ ràng trong việc hỗ trợ phân giải cellulose — thành phần cấu trúc quan trọng của thành tế bào thực vật. Trong thức ăn chăn nuôi, giá trị của nó nằm ở khả năng hỗ trợ mở ma trận xơ, tạo thêm cơ chất dễ lên men, cải thiện điều kiện xử lý silage và giúp khai thác tốt hơn các nguyên liệu thực vật giàu xơ ^[8].

Bằng chứng ứng dụng mạnh nhất hiện nằm ở cơ chế thủy phân cellulose và các nghiên cứu về silage, phụ phẩm nông nghiệp, khẩu phần giàu xơ, cũng như một số thử nghiệm trên heo, gia cầm, nhai lại, thỏ và cá. Tuy vậy, hiệu quả thực tế luôn phụ thuộc vào nguyên liệu, loài vật nuôi, chế biến thức ăn, pH, độ ẩm, thời gian tiếp xúc và mức độ enzyme còn hoạt động sau xử lý ^[2].

Cách tiếp cận kỹ thuật phù hợp là xem Acid Cellulase Enzymes For Animal Feed Additives như một công cụ sinh học hỗ trợ tiêu hóa xơ và xử lý nguyên liệu thực vật. Khi được đặt đúng vào công thức thức ăn, quy trình ủ chua hoặc chiến lược tận dụng phụ phẩm, acid cellulase có thể góp phần nâng cao khả năng khai thác dinh dưỡng từ nguồn sinh khối thực vật vốn khó tiêu hóa ^[14].

Đặt mua Acid Cellulase Enzymes For Animal Feed Additives 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 Acid Cellulase Enzymes For Animal Feed Additives →](#)

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. Sureshkumar, S., Song, J., Sampath, V., & Kim, I. (2023). Exogenous Enzymes as Zootechnical Additives in Monogastric Animal Feed: A Review. *Agriculture*.
2. Boltz, T., Ward, N., Ayres, V., Lamp, A. E., & Moritz, J. (2020). The effect of varying steam conditioning temperature and time on pellet manufacture variables, true amino acid digestibility, and feed enzyme recovery. *The Journal of Applied*

3. Hong, J., Halbur, J. G., Petry, A., Doung, T., Llamas-Moya, S., Kitt, S., Bertram, M., ... et al. (2025). Effects of a fiber-degrading enzyme on ileal digestibility of amino acids and fiber and total tract digestibility of energy and fiber in growing pigs fed diets with high level of corn distillers grains with solubles. *Journal of Animal Science*.
4. Li, Z., Pei, X., Zhang, Z., Wei, Y., Song, Y., Chen, L., Liu, S., ... et al. (2018). The unique GH5 cellulase member in the extreme halotolerant fungus *Aspergillus glaucus* CCHA is an endoglucanase with multiple tolerance to salt, alkali and heat: prospects for straw degradation applications. *Extremophiles*, 22, 675 - 685.
5. Alharthi, A., Al-Baadani, H., Soufan, W., Alghonaim, A. A., Alkoaik, F. N., Almaarik, B., & Alhidary, I. (2025). Evaluation of the nutritional value and bioactive compounds of palm by-products and their potential use in the animal feed industry: in vitro study. *Italian Journal of Animal Science*, 24, 1199 - 1210.
6. Kim, H. Y., Moon, J., & Kim, S. W. (2024). Development and application of a multi-step porcine in vitro system to evaluate feedstuffs and feed additives for their efficacy in nutrient digestion, digesta characteristics, and intestinal immune responses. *Animal Nutrition*, 17, 265 - 282.
7. Vitt, M. G., Brunetto, A. L., Leal, K., Deolindo, G. L., Corrêa, N. G., Silva, L. E. L., Wagner, R., ... et al. (2025). Use of a Blend of Exogenous Enzymes in the Diet of Lactating Jersey Cows: Ruminal Fermentation In Vivo and In Vitro, and Its Effects on Productive Performance, Milk Quality, and Animal Health. *Fermentation*.
8. Kaewpila, C., Thip-uten, S., Cherdthong, A., & Khota, W. (2021). Impact of Cellulase and Lactic Acid Bacteria Inoculant to Modify Ensiling Characteristics and In Vitro Digestibility of Sweet Corn Stover and Cassava Pulp Silage. *Agriculture*.
9. Zhang, T., Cheng, Z., Fan, Y., Lan, Y., Shu, H., Chen, J., Jin, F., ... et al. (2025). Isolation, expression and characterization of a novel thermo-acid/alkali-stable GH10 xylanase BsXynA from *Bacillus safensis* L7 and its potential for xylooligosaccharide production and animal feed saccharification. *Enzyme and Microbial Technology*, 191, 110735 .
10. Ramadhani, S. I., Ardyati, T., & Sjoftan, O. (2023). Screening of Cellulolytic Bacteria from Sugarcane Waste (Bagasse) and Optimization of Cellulase Activity as Animal Feed. *Journal of Tropical Life Science*.
11. Amiranashvili, E., Yadrishchenskaya, O., Selina, T., Basova, E., & Shpynova, S. (2024). Influence of complex enzyme drug and phytase on growth, digestibility and use of nutrients of wheat and soya compound feed and mineralization of the drumstick in broiler chickens. *Kormlenie sel'skhozajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo (Feeding of agricultural animals and feed production)*.
12. Poudel, I., Hodge, V., Wamsley, K., Roberson, K., & Adhikari, P. (2022). Effects of protease enzyme supplementation and varying levels of amino acid inclusion on productive performance, egg quality, and amino acid digestibility in laying hens from 30 to 50 weeks of age. *Poultry Science*, 102.
13. Jacobsen, H. J., Samuelsen, T. A., Girons, A., & Kousoulaki, K. (2018). Different enzyme incorporation strategies in Atlantic salmon diet containing soybean meal: Effects on feed quality, fish performance, nutrient digestibility and distal intestinal morphology. *Aquaculture*, 491, 302-309.
14. Santoso, B., Widayati, T., & Hariadi, B. (2020). Improvement of Fermentation and the In Vitro Digestibility Characteristics of Agricultural Waste-Based Complete Feed Silage with Cellulase Enzyme Treatment. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 8.
15. Shi, X., Luo, Z., Chen, F., Huang, C., Zhu, X., & Liu, X. (2017). Effects of dietary cellulase addition on growth performance, nutrient digestibility and digestive enzyme activities of juvenile crucian carp *Carassius auratus*.

Aquaculture Nutrition, 23, 618-628.

16. Khan, K., Aziz, K., Khan, N., Khan, S., & Ayaşan, T. (2022). Effect of enzyme and yeast-based feed additives on growth, nutrient digestibility, meat quality and intestinal morphology of fattening rabbits. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*.
17. Azzaz, H., Tawab, A. M. A. E., Khattab, M., Szumacher-Strabel, M., Cieślak, A., Murad, H., Kiełbowicz, M., ... et al. (2021). Effect of Cellulase Enzyme Produced from *Penicillium chrysogenum* on the Milk Production, Composition, Amino Acid, and Fatty Acid Profiles of Egyptian Buffaloes Fed a High-Forage Diet. *Animals*, 11.
18. Mingmongkolchai, S., & Panbangred, W. (2017). In vitro evaluation of candidate *Bacillus* spp. for animal feed. *Journal of General and Applied Microbiology*, 63 2, 147-156 .

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.