

Neutral Protease trong thủy phân protein: enzyme trung tính cho thực phẩm, đồ uống và nguyên liệu B2B

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

Neutral protease là enzyme protease thủy phân liên kết peptide của protein trong điều kiện gần trung tính, giúp chuyển protein lớn thành peptide ngắn hơn và amino acid. Trong sản xuất B2B, enzyme này thường được dùng để cải thiện độ hòa tan protein, hỗ trợ lọc, kiểm soát độ đục, tạo nền vị và xử lý nguyên liệu giàu protein mà không cần môi trường acid hoặc kiềm mạnh. Enzymes.bio cung cấp Neutral Protease như một nguyên liệu enzyme thương mại bán trực tiếp online theo đơn vị 1 kg; CoA và SDS được cung cấp kèm theo khi đặt hàng.

Neutral protease là gì và vì sao được dùng trong chế biến protein?

Neutral protease là một nhóm enzyme thuộc họ protease, có chức năng cắt liên kết peptide trong protein bằng phản ứng thủy phân. Điểm khác biệt chính so với protease acid hoặc protease kiềm là vùng hoạt động công nghệ của neutral protease nằm quanh môi trường trung tính hoặc gần trung tính, phù hợp với nhiều hệ thực phẩm, đồ uống, dịch chiết và nguyên liệu protein nhạy cảm với pH cực đoan. Các nghiên cứu về neutral protease từ vi sinh vật, bao gồm *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Aspergillus oryzae* và một số chủng khác, cho thấy nhóm enzyme này đã được khảo sát rộng rãi cho mục tiêu biểu hiện, cải thiện đặc tính và ứng dụng công nghiệp ^[1].

Trong thực tế sản xuất, câu hỏi “neutral protease là gì” thường xuất phát từ nhu cầu rất cụ thể: protein trong nguyên liệu quá khó hòa tan, tạo đục, gây tải lọc cao, làm tăng độ nhớt hoặc chưa tạo được profile peptide mong muốn. Khi protein bị thủy phân có kiểm soát, kích thước phân tử giảm, các vùng kỵ nước hoặc ưa nước được bộc lộ khác đi, từ đó thay đổi khả năng hòa tan, tạo nhũ, tạo gel, vị nền và khả năng tiếp cận của enzyme tiêu hóa. Các tổng quan về protease công nghệ nhấn mạnh rằng protease là nhóm biocatalyst quan trọng vì có thể biến đổi trực tiếp cấu trúc protein trong nhiều ngành như thực phẩm, thức ăn chăn nuôi, chất tẩy rửa, da thuộc và xử lý phụ phẩm sinh học ^[2].

Cơ chế hoạt động: cắt liên kết peptide nhưng không “phá hủy” protein một cách ngẫu nhiên

Protein là chuỗi amino acid được nối với nhau bằng liên kết peptide; neutral protease xúc tác quá trình đưa nước vào liên kết này để tạo ra peptide ngắn hơn hoặc amino acid tự do. Tác động công nghệ không chỉ nằm ở việc “làm nhỏ” protein, mà còn ở việc thay đổi phân bố kích thước peptide, mức độ lộ nhóm chức, độ tích điện bề mặt và khả năng tương tác với nước, muối, lipid, polyphenol hoặc polysaccharide trong công thức. Vì vậy, cùng một nguyên liệu protein nhưng thời gian thủy phân, pH, nhiệt độ, trạng thái tiền xử lý và thành phần ion khác nhau có thể tạo ra kết quả rất khác nhau về độ hòa tan, vị, độ nhớt và tính ổn định [3].

Một phần neutral protease công nghiệp thuộc nhóm metalloprotease, tức trung tâm hoạt động có thể phụ thuộc vào ion kim loại để duy trì cấu hình xúc tác. Nghiên cứu về metallo-neutral protease từ *Bacillus amyloliquefaciens* trong bối cảnh sản xuất bia cho thấy đặc điểm “neutral” không chỉ liên quan đến pH, mà còn gắn với cấu trúc enzyme, độ ổn định và khả năng thủy phân protein trong ma trận thực phẩm hoặc đồ uống cụ thể [4]. Điều này giải thích vì sao hiệu quả thực tế của neutral protease không thể tách rời khỏi công thức: nước cứng, muối, chất tạo phức, polyphenol, lipid oxy hóa hoặc protein đã biến tính đều có thể làm thay đổi khả năng tiếp xúc giữa enzyme và cơ chất.

Cần phân biệt “thủy phân có kiểm soát” với “phân giải quá mức”. Ở mức vừa phải, neutral protease có thể làm tăng độ hòa tan, giảm tắc lọc hoặc tạo peptide có giá trị cảm quan; nhưng nếu phản ứng đi quá xa, sản phẩm có thể bị đắng, mất cấu trúc, giảm khả năng giữ nước hoặc tạo cảm giác miệng không mong muốn. Các nghiên cứu về thủy phân protein thực phẩm, chẳng hạn trên protein nhộng *Antheraea pernyi*, cho thấy việc dùng neutral protease kết hợp có thể tạo peptide có hoạt tính chống oxy hóa, nhưng tính chất cuối cùng phụ thuộc mạnh vào mức độ thủy phân và thành phần peptide thu được [5].

Nguồn gốc vi sinh và lý do neutral protease phổ biến trong công nghiệp

Neutral protease có thể có nguồn gốc từ vi khuẩn, nấm mốc hoặc các hệ sinh học khác, nhưng nguồn vi sinh đặc biệt quan trọng trong công nghiệp vì có thể phát triển trên nền lên men, tối ưu biểu hiện enzyme và chuẩn hóa chất lượng thương mại. Từ rất sớm, neutral protease của *Bacillus subtilis* đã được nghiên cứu ở cấp gene và ứng dụng công nghiệp, cho thấy nhóm enzyme này không chỉ là “enzyme tự nhiên” mà còn là đối tượng của công nghệ sinh học nhằm nâng cao khả năng sản xuất và tính phù hợp với quy trình [6].

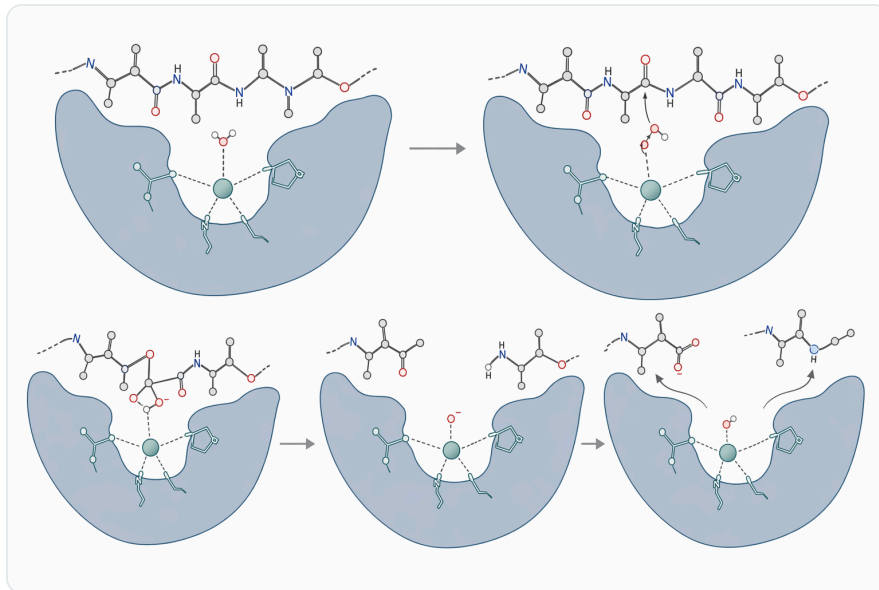


Figure 1. 중성 프로테아제는 중성 pH 부근에서 단백질의 펩타이드 결합을 가장 효과적으로 가수분해하며, 활성 부위의 활성화된 물 분자를 이용하는 경우가 많습니다.

Các nghiên cứu biểu hiện neutral protease cũng cho thấy enzyme có thể được chuyển hệ và tối ưu trong vật chủ khác để cải thiện khả năng tiết protein. Ví dụ, neutral protease từ *Bacillus subtilis* đã được nghiên cứu trong hệ *Lactococcus lactis*, một vi khuẩn có ý nghĩa trong công nghệ thực phẩm, nhằm tăng tiết enzyme ngoại bào [1]. Với khách hàng B2B, thông tin này quan trọng ở mức nền tảng: neutral protease thương mại không phải một hoạt chất đơn giản, mà là kết quả của chọn lọc nguồn enzyme, biểu hiện sinh học, tinh chỉnh ổn định và kiểm soát chất lượng theo mục tiêu ứng dụng.

Ngoài *Bacillus*, một số nghiên cứu cũng tập trung vào neutral protease từ nấm hoặc vi sinh vật khác. Neutral protease I từ *Aspergillus oryzae* đã được kỹ thuật hóa để cải thiện hoạt tính trong điều kiện pH acid hơn, cho thấy ranh giới giữa neutral protease và các điều kiện quy trình không hoàn toàn cứng nhắc [7]. Điều này có ý nghĩa với các ứng dụng như lên men đậu, thủy phân protein thực vật hoặc nền gia vị, nơi pH có thể thay đổi trong quá trình xử lý.

So sánh neutral protease với acid protease và alkaline protease

Neutral protease thường được chọn khi doanh nghiệp muốn tác động lên protein mà không đẩy nguyên liệu vào điều kiện acid mạnh hoặc kiềm mạnh. Điều này đặc biệt hữu ích với protein thực phẩm dễ biến tính, dịch chiết cần giữ màu, sản phẩm lên men cần duy trì vi sinh vật hoặc công thức có thành phần nhạy cảm với pH. Trong khi đó, protease kiềm thường phù hợp với môi trường pH cao như chất tẩy rửa hoặc một số xử lý công nghiệp; các tổng quan gần đây ghi nhận alkaline protease có phạm vi ứng dụng rộng nhưng đặc tính quy trình khác rõ với neutral protease [3].

Tiêu chí công nghệ	Neutral protease	Acid protease	Alkaline protease
Môi trường phù hợp	Gần trung tính, đôi khi hơi acid hoặc hơi kiềm nhẹ tùy enzyme	Acid, phù hợp một số lên men hoặc xử lý protein ở pH thấp	Kiềm, thường gặp trong chất tẩy rửa và một số xử lý công nghiệp
Tác động mong muốn	Thủy phân protein có kiểm soát, cải thiện hòa tan, giảm đục, tạo peptide	Hỗ trợ thủy phân trong hệ acid, có thể phù hợp với một số nguyên liệu lên men	Phân giải protein mạnh trong môi trường kiềm, hữu ích khi pH cao là điều kiện sẵn có
Rủi ro công thức	Quá thủy phân có thể gây đắng hoặc làm yếu cấu trúc protein	pH acid có thể ảnh hưởng màu, vị, khoáng và protein nhạy acid	pH kiềm có thể làm thay đổi màu, mùi, cấu trúc và cần trung hòa sau xử lý
Ứng dụng thường gặp	Protein hydrolysate, bia/đồ uống, đậu nành, gluten, thịt, dịch chiết thực vật	Một số quy trình lên men, thủy phân trong điều kiện acid	Chất tẩy rửa, da thuộc, xử lý phụ phẩm, một số thủy phân công nghiệp
Điểm cần kiểm soát	Mức độ thủy phân, vị đắng, độ hòa tan, lọc, bất hoạt sau phản ứng	Ăn mòn thiết bị, biến đổi cảm quan do acid	An toàn vận hành, trung hòa, biến đổi protein do kiềm

Bảng trên không nhằm thay thế dữ liệu kỹ thuật của từng sản phẩm enzyme, vì mỗi neutral protease có nguồn gốc, độ bền nhiệt, tính chọn lọc cơ chất và độ ổn định khác nhau. Tuy nhiên, nó giúp định vị neutral protease như lựa chọn cân bằng khi mục tiêu là xử lý protein trong điều kiện tương đối nhẹ, giảm nhu cầu dùng acid/kiềm mạnh và hạn chế các biến đổi phụ ngoài ý muốn. Các tổng quan về alkaline protease cũng cho thấy việc chọn protease cần gắn với pH quy trình và ma trận cơ chất, thay vì chỉ dựa trên tên enzyme [2].

Ứng dụng 1: thủy phân protein thực vật để tăng độ hòa tan và tạo peptide

Trong protein thực vật như đậu nành, đậu hà lan, lúa mì, đậu phộng hoặc phụ phẩm giàu protein, một thách thức lớn là cấu trúc protein có thể khó hòa tan, bị kết tủa sau gia nhiệt hoặc chứa vùng kỵ nước gây vị và kết cấu không mong muốn. Neutral protease có thể cắt một phần cấu trúc này để tạo peptide ngắn hơn, từ đó cải thiện khả năng phân tán trong nước và hỗ trợ sản xuất protein hydrolysate, nền dinh dưỡng, nước chấm, bột gia vị hoặc nguyên liệu đồ uống giàu protein. Các tài liệu về valorization protein từ khô dầu đậu phộng cho thấy công nghệ xử lý protein thực vật ngày càng hướng đến việc tạo thành phần chức năng có giá trị cao hơn từ nguyên liệu nông nghiệp [8].

Trong chế biến đậu nành, neutral protease đặc biệt hữu ích vì có thể hỗ trợ giải phóng peptide và amino acid mà không cần điều kiện xử lý quá khắc nghiệt. Nghiên cứu về chủng sinh protease chịu nhiệt trong lên men thể rắn bã đậu nành cho thấy protease có thể đóng vai trò quan trọng trong cải thiện giá trị sử dụng của nguyên liệu giàu protein và hỗ trợ chuyển hóa protein trong hệ lên men [9]. Đối với các nhà sản xuất nguyên liệu vị mặn, dịch thủy phân thực vật hoặc sản phẩm lên men đậu, tác dụng này liên quan trực tiếp đến độ đậm hòa tan, độ đậm vị và tính ổn định của dịch sau lọc.

Một điểm cần kiểm soát là vị đắng. Peptide kỵ nước có khối lượng phân tử trung bình có thể góp phần tạo vị đắng nếu quá trình thủy phân không được dừng đúng lúc hoặc nếu nguyên liệu nền giàu vùng protein kỵ nước. Vì vậy, neutral protease thường được xem như công cụ “điều chỉnh” hơn là giải pháp càng dùng lâu càng tốt; mục tiêu là đạt phân bố peptide phù hợp với công thức, không phải phân giải protein đến mức tối đa. Các nghiên cứu về thủy phân protein nhộng bằng neutral protease cho thấy peptide tạo ra có thể mang đặc tính sinh học đáng chú ý, nhưng kết quả phụ thuộc vào chiến lược enzyme và mức độ thủy phân [5].

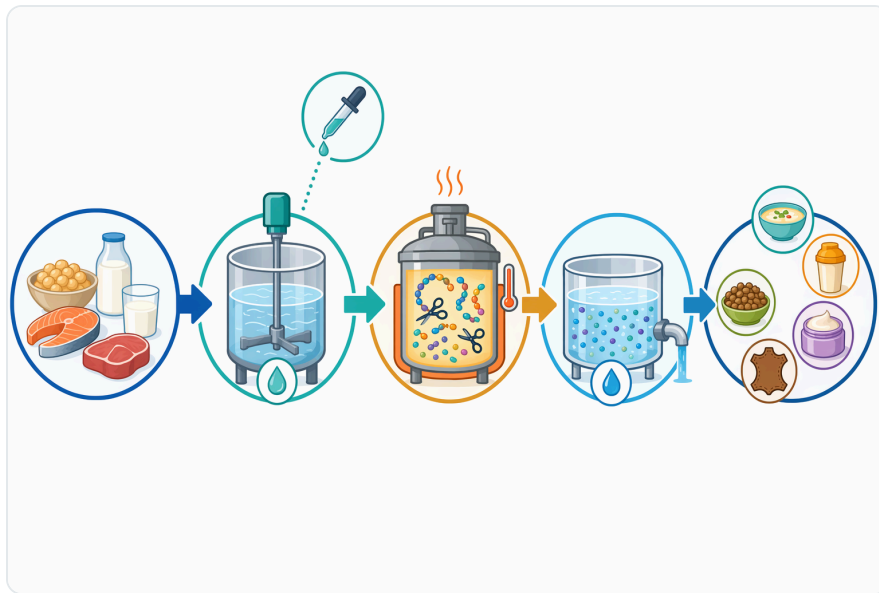


Figure 2. 산업용 중성 프로테아제 처리는 단백질 원료를 식품, 사료, 화장품 및 피혁 용도에 쓰이는 가용성 펩타이드 가수분해물로 전환합니다.

Ứng dụng 2: bia, đồ uống lên men và kiểm soát độ đục protein

Trong bia và đồ uống lên men, protein có vai trò hai mặt: một số phân đoạn góp phần tạo bọt và cảm giác miệng, trong khi các phân đoạn khác có thể tương tác với polyphenol tạo đục lạnh, cặn hoặc tải lọc cao. Neutral protease có thể được dùng để giảm bớt protein không ổn định, cải thiện khả năng lọc hoặc hỗ trợ giải phóng nguồn nitơ hữu dụng cho vi sinh vật lên men, tùy vào điểm bổ sung và mục tiêu quy

trình. Nghiên cứu về metallo-neutral protease từ *Bacillus amyloliquefaciens* được đặt trong bối cảnh sản xuất bia, cho thấy nhóm enzyme này đã được khảo sát chuyên biệt cho ứng dụng brewing chứ không chỉ cho thủy phân protein nói chung [4].

Điểm tinh tế trong đồ uống là không được thủy phân “quá sạch” mọi protein. Với bia, protein liên quan đến độ bền bọt và cảm giác thân bia cũng cần được bảo toàn ở mức phù hợp; với dịch chiết thực vật hoặc đồ uống protein, peptide tạo ra có thể ảnh hưởng độ chất, vị đắng hoặc độ ổn định keo. Vì vậy, neutral protease có giá trị nhất khi được dùng để điều chỉnh phân đoạn protein gây bất lợi, không phải để loại bỏ hoàn toàn protein khỏi hệ. Các nghiên cứu và bằng sáng chế về enzyme phối hợp trong bia cũng cho thấy protease thường được xem như một phần của hệ enzyme công nghệ nhằm xử lý nhiều thành phần cùng lúc, bao gồm protein và polysaccharide [10].

Ứng dụng 3: tạo nền vị, chiết xuất men và nguyên liệu savory

Protein thủy phân bằng enzyme là nền tảng của nhiều sản phẩm vị mặn, vị umami, nước chấm, bột gia vị, chiết xuất men và dịch đậm thực vật. Neutral protease giúp giải phóng peptide ngắn và amino acid, trong đó một số amino acid và peptide góp phần vào cảm giác umami, hậu vị, độ đậm và khả năng làm tròn vị. So với thủy phân acid mạnh, thủy phân enzyme có thể nhẹ hơn về điều kiện xử lý và cho phép kiểm soát profile peptide tinh tế hơn, dù vẫn cần kiểm soát vị đắng và mùi nền của nguyên liệu [2].

Trong chiết xuất men, protease có thể hỗ trợ phá vỡ hoặc làm mềm hệ protein nội bào, giúp giải phóng chất hòa tan và cải thiện hiệu suất thu hồi. Với nguyên liệu thực vật, tác động tương tự có thể giúp tăng tỷ lệ chất khô hòa tan trong nước chấm, súp nền, nước dùng thực vật hoặc bột gia vị. Dù các kết quả cảm quan cuối cùng luôn phụ thuộc vào nguyên liệu và công thức, cơ chế thủy phân peptide của protease là nền tảng sinh hóa trực tiếp giải thích tại sao neutral protease được dùng trong nhóm ứng dụng savory [3].

Ứng dụng 4: gluten, bột mì và sản phẩm bakery

Gluten là mạng protein phức tạp tạo độ đàn hồi, độ dai và khả năng giữ khí cho bột nhào. Neutral protease có thể cắt một phần protein gluten để giảm độ dai, tăng khả năng cán, giảm co rút hoặc điều chỉnh kết cấu trong một số sản phẩm bakery. Tuy nhiên, đây là ứng dụng có “biên an toàn công nghệ” hẹp: thủy phân vừa đủ có thể giúp bột dễ xử lý hơn, nhưng thủy phân quá mức có thể làm yếu mạng gluten, giảm thể tích, mất khả năng giữ khí hoặc tạo ruột bánh kém cấu trúc. Nghiên cứu về thủy phân enzyme trong hệ lòng đỏ trứng và bánh không gluten cũng cho thấy tương tác đại phân tử sau thủy phân có thể thay đổi kết cấu và hương vị của sản phẩm nướng [11].

Với sản phẩm không gluten, neutral protease có thể không tác động lên gluten nhưng vẫn ảnh hưởng đến protein trứng, đậu, sữa hoặc protein thực vật được dùng để tạo cấu trúc thay thế. Khi protein bị cắt thành peptide, khả năng tạo mạng, nhũ hóa, giữ nước và tương tác với tinh bột có thể thay đổi. Điều này mở ra hướng điều chỉnh kết cấu, nhưng cũng đòi hỏi kiểm soát phản ứng theo mục tiêu sản phẩm cụ thể thay vì dùng enzyme như một chất cải thiện chung cho mọi công thức [11].

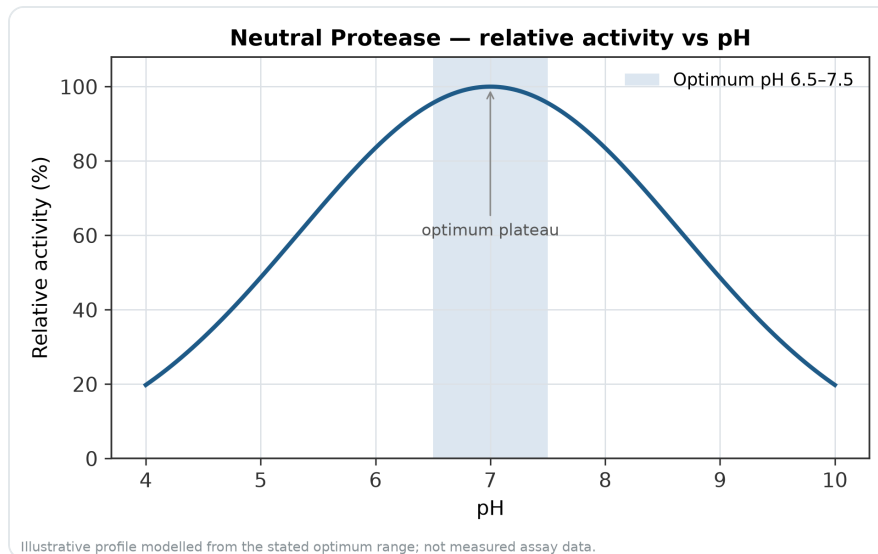


Figure 3. pH에 따른 중성 프로테아제의 상대 활성으로, pH 6.5–7.5에서 최적 활성 구간이 나타납니다.

Ứng dụng 5: thịt, collagen và phụ phẩm protein động vật

Trong thịt và nguyên liệu động vật, protease có thể tác động lên protein cơ, protein mô liên kết hoặc collagen đã qua xử lý để cải thiện độ mềm, chiết xuất chất hòa tan hoặc tạo hydrolysate. Neutral protease thường được quan tâm khi cần xử lý trong điều kiện không quá acid/kiềm, ví dụ tẩm ướp, sản xuất nước dùng, dịch thịt, peptide động vật hoặc xử lý phụ phẩm giàu collagen. Nghiên cứu về ứng dụng protease trong sản xuất da thuộc và xử lý chất thải rắn chứa collagen cho thấy protease có thể làm thay đổi đặc tính vật liệu protein và hỗ trợ valorization phụ phẩm [12].

Với thủy phân collagen hoặc protein động vật, mục tiêu công nghệ có thể là giảm kích thước phân tử, tăng hòa tan, cải thiện khả năng phun sấy hoặc tạo peptide chức năng. Nhưng cơ chất động vật thường có cấu trúc phức tạp, chứa lipid, khoáng, heme, mô liên kết và các sản phẩm oxy hóa; những yếu tố này có thể ảnh hưởng đến mùi, màu và vị sau thủy phân. Do đó, neutral protease nên được nhìn nhận như một bước trong chuỗi xử lý gồm tiền xử lý cơ học, nhiệt, tách béo, kiểm soát oxy hóa và ổn định sản phẩm cuối [12].

Ứng dụng 6: trứng, thủy sản và protein có giá trị cao

Một hướng ứng dụng đang được nghiên cứu là dùng protease để cải thiện đặc tính vật lý của bột protein hoặc sản phẩm giàu lipid-protein. Nghiên cứu về bột lòng đỏ trứng muối sử dụng thủy phân protease cho thấy enzyme có thể cải thiện các đặc tính hóa lý của sản phẩm, minh họa khả năng dùng protease để điều chỉnh ma trận protein-lipid phức tạp ^[13]. Với các sản phẩm như bột trứng, nước sốt, nhân bánh, bột dinh dưỡng hoặc nguyên liệu nhũ hóa, neutral protease có thể làm thay đổi độ phân tán, độ nhớt và khả năng tương tác với chất béo.

Trong thủy sản, protein cá, mực hoặc phụ phẩm biển có thể được thủy phân để tạo peptide, nguyên liệu dinh dưỡng hoặc thành phần có hoạt tính sinh học. Nghiên cứu về hạt nano protein mực tạo phức kềm cho thấy protein thủy sản có thể được biến đổi thành dạng vật liệu hoặc thành phần chức năng có đặc tính chống oxy hóa đáng chú ý ^[14]. Dù không phải mọi ứng dụng đều dùng neutral protease, cơ sở chung vẫn là kiểm soát cấu trúc protein để tạo đặc tính chức năng mới.

Ứng dụng 7: thức ăn chăn nuôi và tiền xử lý nguyên liệu khó tiêu

Trong thức ăn chăn nuôi, neutral protease có thể hỗ trợ thủy phân một phần protein nguyên liệu để tăng khả năng tiếp cận của enzyme tiêu hóa nội sinh. Ứng dụng này đặc biệt liên quan đến nguyên liệu thực vật có protein khó tiêu, phụ phẩm nông nghiệp, bã đậu nành, khô dầu hoặc nguyên liệu đã qua nhiệt có thể bị biến tính. Nghiên cứu về lên men thể rắn bã đậu nành bằng chủng sinh protease cho thấy protease có thể góp phần cải thiện xử lý nguyên liệu protein trong hệ lên men, một hướng quan trọng trong nâng giá trị phụ phẩm nông nghiệp ^[9].

Tuy nhiên, lợi ích trong thức ăn chăn nuôi không nên được diễn giải như một cam kết cố định cho mọi khẩu phần. Hiệu quả phụ thuộc vào loài vật nuôi, tuổi, hệ tiêu hóa, công thức khẩu phần, mức xử lý nhiệt, độ ẩm, thời gian lưu trong quá trình ép viên và tương tác với các enzyme khác như phytase, xylanase hoặc amylase. Neutral protease có cơ sở sinh hóa rõ ràng, nhưng kết quả dinh dưỡng cuối cùng cần được đánh giá trong bối cảnh công thức và điều kiện sản xuất cụ thể ^[3].

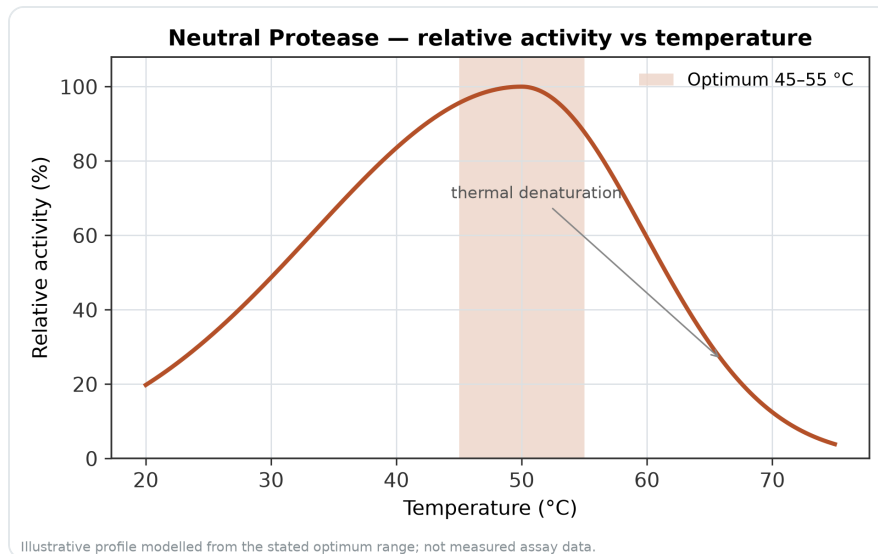


Figure 4. 온도에 따른 중성 프로테아제의 상대 활성으로, 45–55 °C에서 최적 활성을 보이고 최적 온도를 넘어서면 열 변성으로 인한 전형적인 활성 감소가 나타납니다.

Ứng dụng 8: chiết xuất thực vật, lọc và giảm tải keo protein

Dịch chiết thực vật thường chứa hỗn hợp protein, polyphenol, polysaccharide, tinh bột, pectin, lipid và chất keo. Protein có thể góp phần làm đục, bám màng lọc hoặc tạo phức với polyphenol gây lắng theo thời gian. Neutral protease có thể giảm kích thước hoặc thay đổi tính tan của phân đoạn protein, từ đó hỗ trợ lọc, ly tâm hoặc ổn định dịch chiết. Cơ chế này tương tự trong đồ uống và dịch lên men: enzyme không “làm trong” bằng hấp phụ, mà tác động vào thành phần protein gây bất ổn keo [4].

Trong các quy trình chiết xuất thực vật phục vụ đồ uống, nutraceutical, hương liệu hoặc nguyên liệu lên men, ưu điểm của neutral protease là có thể xử lý trong điều kiện pH tương đối nhẹ, giảm nguy cơ phá hủy hoạt chất nhạy acid/kiềm. Tuy nhiên, nếu dịch chiết chứa nhiều polyphenol hoặc chất ức chế enzyme tự nhiên, hiệu quả có thể khác biệt đáng kể. Vì vậy, neutral protease thường phát huy tốt nhất khi được tích hợp cùng tiền xử lý cơ học, kiểm soát nhiệt, enzyme carbohydrate và bước tách rắn phù hợp [2].

Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả trong quy trình B2B

Yếu tố đầu tiên là bản chất cơ chất: casein, gluten, protein đậu, collagen, protein men và protein thủy sản có cấu trúc, độ tan và độ nhạy enzyme khác nhau. Protein đã gia nhiệt hoặc biến tính thường dễ tiếp cận hơn ở một số vùng, nhưng cũng có thể kết tập làm giảm diện tích tiếp xúc. Do đó, cùng một neutral protease có thể tạo mức độ thủy phân khác nhau trên từng nguyên liệu, ngay cả khi điều kiện pH và nhiệt độ tương tự [3].

Yếu tố thứ hai là trạng thái công thức: nồng độ chất khô cao, độ nhớt lớn, nhiều dầu hoặc nhiều chất keo có thể hạn chế khuếch tán enzyme. Trong hydrolysate protein thực vật hoặc động vật, việc hydrat hóa nguyên liệu trước phản ứng thường ảnh hưởng lớn đến độ đồng nhất thủy phân; còn trong đồ uống và dịch chiết, hàm lượng polyphenol hoặc muối có thể làm thay đổi tương tác protein-enzyme. Các nghiên cứu về cố định neutral protease trên hạt hydrogel từ tính cho thấy độ ổn định và hoạt tính biểu kiến của enzyme có thể thay đổi mạnh khi môi trường vi mô quanh enzyme thay đổi [15].

Yếu tố thứ ba là thời điểm dừng phản ứng. Vì neutral protease tiếp tục cắt protein khi còn điều kiện phù hợp, quy trình cần có bước bất hoạt hoặc tách enzyme theo thiết kế sản phẩm. Nếu phản ứng kéo dài ngoài ý muốn, sản phẩm có thể đổi vị, giảm độ nhớt quá mức hoặc mất cấu trúc. Nghiên cứu về kỹ thuật hóa neutral protease và cải thiện hoạt tính ở pH acid hơn cho thấy chỉ một thay đổi về điều kiện hoặc cấu trúc enzyme cũng có thể làm thay đổi đáng kể hành vi xúc tác trong quy trình [7].

Mức độ bằng chứng: điều gì đã rõ và điều gì cần thận trọng?

Điều đã rõ nhất là cơ chế thủy phân liên kết peptide của protease và giá trị công nghiệp của việc kiểm soát protein. Các tổng quan về protease cho thấy nhóm enzyme này có vai trò rộng trong nhiều lĩnh vực vì chúng tác động trực tiếp lên một trong những đại phân tử quan trọng nhất của thực phẩm và sinh khối: protein [2]. Với neutral protease, bằng chứng cụ thể còn đến từ các nghiên cứu biểu hiện, tinh sạch, đặc trưng hóa và ứng dụng trong hệ bia, phụ phẩm nông nghiệp và protein động vật [4].

Điều cần thận trọng là không nên chuyển kết quả từ một ma trận sang ma trận khác một cách máy móc. Neutral protease có thể cải thiện độ hòa tan trong một hệ protein, nhưng trong hệ khác lại tạo vị đắng hoặc làm yếu cấu trúc; enzyme có thể giúp giảm đục trong đồ uống, nhưng cũng có thể ảnh hưởng bọt hoặc cảm giác miệng nếu tác động lên phân đoạn protein có lợi. Các nghiên cứu về protease công nghiệp luôn nhấn mạnh sự phụ thuộc vào nguồn enzyme, điều kiện phản ứng và cơ chất, vì vậy đánh giá nội bộ theo mục tiêu sản phẩm vẫn là phần không thể thiếu của phát triển quy trình [3].

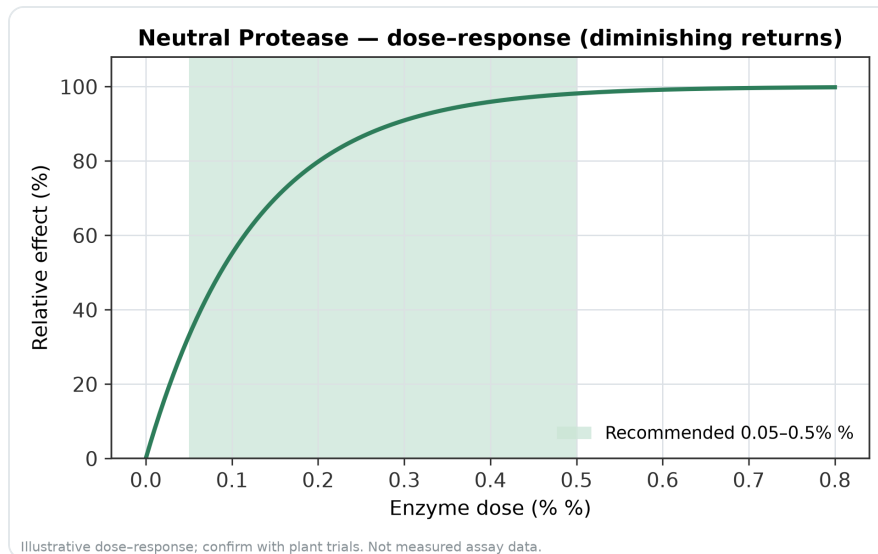


Figure 5. 권장 사용 범위(0.05–0.5%)에서 중성 프로테아제의 예시적 용량-반응 관계.

Một điểm thận trọng khác là không nên xem neutral protease thương mại cho thực phẩm hoặc công nghiệp là sản phẩm y tế. Một số enzyme neutral protease/dispase được dùng trong tách mô hoặc xử lý tế bào ở bối cảnh nghiên cứu sinh học, nhưng các ứng dụng đó có yêu cầu chất lượng, mục đích sử dụng và kiểm soát khác với chế biến thực phẩm hoặc nguyên liệu công nghiệp [16]. Khi nói về neutral protease trong bài viết này, trọng tâm là ứng dụng B2B trong chế biến protein, đồ uống, thực phẩm, chiết xuất và nguyên liệu sản xuất.

Enzymes.bio cung cấp Neutral Protease như nguyên liệu enzyme thương mại

Enzymes.bio là nhà cung cấp trực tuyến các sản phẩm enzyme, bao gồm nhóm Neutral Protease trong danh mục protease; Enzymes.bio không phải nhà sản xuất enzyme và không phải phòng thí nghiệm phát triển enzyme. Sản phẩm Neutral Protease được bán trực tiếp online theo đơn vị 1 kg, phù hợp cho khách hàng cần nguyên liệu enzyme thương mại để tích hợp vào hoạt động sản xuất hoặc phát triển ứng dụng nội bộ.

Khi đặt hàng, CoA và SDS được cung cấp kèm theo để hỗ trợ hồ sơ chất lượng và an toàn trong quá trình tiếp nhận nguyên liệu. Thông tin sản phẩm trên Enzymes.bio định vị Neutral Protease cho các ứng dụng chế biến protein và thực phẩm, nhưng hiệu quả cuối cùng vẫn phụ thuộc vào nguyên liệu, công thức, điều kiện quy trình và mục tiêu chất lượng của từng doanh nghiệp.

Kết luận: neutral protease là công cụ kiểm soát protein trong điều kiện nhẹ

Neutral protease là lựa chọn đáng chú ý khi mục tiêu công nghệ là thủy phân protein trong môi trường gần trung tính để cải thiện độ hòa tan, khả năng lọc, độ ổn định, profile peptide, nền vị hoặc khả năng xử lý nguyên liệu giàu protein. Nhóm enzyme này có cơ sở sinh hóa rõ ràng, được nghiên cứu trên nhiều nguồn vi sinh và đã có bằng chứng ứng dụng trong bia, protein thực vật, phụ phẩm nông nghiệp, hệ protein động vật và các ma trận thực phẩm phức tạp ^[4].

Đối với doanh nghiệp B2B, giá trị thực tế của neutral protease nằm ở khả năng thay đổi protein có chọn lọc hơn so với xử lý acid/kiềm mạnh, đồng thời cho phép điều chỉnh quy trình theo mục tiêu sản phẩm. Enzymes.bio cung cấp Neutral Protease trực tuyến theo đơn vị 1 kg, kèm CoA và SDS khi đặt hàng, như một nguồn nguyên liệu enzyme thương mại cho các ứng dụng sản xuất, phát triển công thức và tối ưu hóa quy trình liên quan đến protein .

Đặt mua Neutral Protease 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 Neutral Protease →](#)

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. Riepe, H. R., & Mckay, L. (1994). Oversecretion of the Neutral Protease from Bacillus subtilis in Lactococcus lactis spp. lactis JF254. *Journal of Dairy Science*, 77, 2150-2159.
2. Uba, G., Yakubu, A., Kabir, A., & Abdullahi, S. A. (2023). Biotechnological Significance and Applications of Alkaline Protease: A Review. *Journal of Environmental Bioremediation and Toxicology*.
3. Mrudula, S. (2024). A Review on Microbial Alkaline Proteases: Optimization of Submerged Fermentative Production, Properties, and Industrial Applications. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 1-19.
4. Wang, J., Xu, A., Wan, Y., & Li, Q. (2013). Purification and Characterization of a New Metallo-Neutral Protease for Beer Brewing from Bacillus amyloliquefaciens SYB-001. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 170, 2021-2033.
5. Ma, S., Li, X., Sun, Y., Mi, R., Li, Y., Wen, Z., Meng, N., ... et al. (2021). Enzymatic Hydrolysis of Defatted Antheraea pernyi (Lepidoptera: Saturniidae) Pupa Protein by Combined Neutral Protease Yield Peptides With Antioxidant Activity. *Journal of Insect Science*, 21.

6. Reid, S., Sugrue, J. A., & Thomson, J. (1986). Industrial applications of a cloned neutral protease gene in *Bacillus subtilis*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 24, 311-318.
7. Hu, Y., Li, T., Tu, Z., Qing-He, Li, Y., & Fu, J. (2020). Engineering a recombination neutral protease I from *Aspergillus oryzae* to improve enzyme activity at acidic pH. *RSC Advances*, 10, 30692 - 30699.
8. Hariharan, S., Patti, A., & Arora, A. (2023). Functional Proteins from Biovalorization of Peanut Meal: Advances in Process Technology and Applications. *Plant Foods for Human Nutrition*, 78, 13-24.
9. Dai, C., Hou, Y., Xu, H., Umego, E. C., Huang, L., He, R., & Ma, H. (2021). Identification of a thermophilic protease-producing strain and its application in solid-state fermentation of soybean meal. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*.
10. 李洪兵, 张锦杰, 李海清, 朱永明, 胡永明, & 向左东 (2013). Beer compound enzyme containing neutral protease.
11. Zhang, R., Tang, T., Yang, Y., Li, J., Su, Y., Gu, L., & Chang, C. (2026). Role of Enzymatic Hydrolysis-Induced Macromolecular Interactions of Egg Yolk Plasma in Regulating Texture and Flavor of Gluten-Free Biscuits. *Journal of Food Science*, 91 5, e71116 .
12. Cao, S., Song, J., Li, H., Wang, K., Li, Y., Li, Y., Lu, F., ... et al. (2020). Improving characteristics of biochar produced from collagen-containing solid wastes based on protease application in leather production. *Waste Management*, 105, 531-539 .
13. Ye, Y., Lu, Z., Xiang, J., Chen, F., Jia, G., Du, H., Jiang, M., ... et al. (2026). Development of an innovative process for salted egg yolk powder with improved physicochemical properties using protease hydrolysis. *Food Science of Animal Resources*, 46.
14. Zhou, Q., Wang, T., Liu, L., Kong, Y., Liu, Y., Wu, W., & Diao, X. (2025). Special Characterization and Excellent Antioxidant Capabilities of Zinc Chelated Squid Protein Nanoparticles. *Foods*, 14.
15. Zhao, Y., Zhang, K., Zeng, J., Yin, H., Zheng, W., Li, R., Ding, A., ... et al. (2022). Immobilization on magnetic PVA/SA@Fe3O4 hydrogel beads enhances the activity and stability of neutral protease. *Enzyme and Microbial Technology*, 157, 110017 .
16. Dissociating Enzymes Neutral Protease Dispace. *Worthington-biochem*.

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