

Neutral Protease **Bacillus subtilis** cho bột mì: enzyme điều chỉnh gluten trong bánh mì, bun, cracker và bột nhào công nghiệp

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

Neutral Protease *Bacillus subtilis* là protease trung tính được dùng để thủy phân có kiểm soát protein bột mì, đặc biệt là mạng gluten, nhằm làm bột nhào bớt dai, dễ cán, dễ tạo hình và ổn định hơn trên dây chuyền. Trong ứng dụng bánh, giá trị chính của enzyme này không phải “làm mạnh gluten”, mà là điều chỉnh độ đàn hồi–độ giãn để bột phù hợp hơn với quy trình chia, cán, vê, ép khuôn hoặc lên men. Enzymes.bio cung cấp sản phẩm này trực tuyến theo đơn vị 1 kg; CoA và SDS được cung cấp kèm theo khi đặt hàng, và Enzymes.bio là nhà cung cấp chứ không phải nhà sản xuất hay phòng thí nghiệm phát triển enzyme .

Neutral Protease *Bacillus subtilis* là gì trong bối cảnh bột mì?

Neutral Protease *Bacillus subtilis* là một chế phẩm protease có nguồn gốc từ hệ enzyme liên quan đến *Bacillus subtilis*, được định hướng cho xử lý protein trong bột mì và bột nhào. Protease là nhóm enzyme cắt liên kết peptide trong protein; trong thực phẩm, chúng được dùng rộng rãi để biến đổi cấu trúc protein, cải thiện tính công nghệ hoặc tạo các phân đoạn peptide có đặc tính chức năng khác với protein ban đầu ^[1].

Trong tên sản phẩm có cụm “Flour-Specific Endonuclease”. Khi đặt trong ứng dụng bột mì, cách hiểu kỹ thuật hợp lý là enzyme có hoạt tính kiểu **endo-protease** trên protein bột: enzyme cắt ở bên trong chuỗi polypeptide thay vì chỉ “gặm” từ đầu mút chuỗi. Không nên diễn giải cụm này theo nghĩa hẹp của endonuclease trong sinh học phân tử là enzyme cắt DNA/RNA, vì cơ chế phù hợp với ứng dụng bột mì là protease tác động lên gluten và các protein liên quan trong bột ^[1].

Nguồn *Bacillus subtilis* có ý nghĩa thực tế vì loài này được nghiên cứu nhiều trong sản xuất enzyme ngoại bào, bao gồm protease. Các nghiên cứu gần đây tiếp tục mô tả protease từ *Bacillus subtilis* như một nhóm enzyme có tiềm năng trong thực phẩm và các ứng dụng công nghiệp, nhờ khả năng thủy phân protein trong điều kiện chế biến khác nhau ^[2].

Vì sao protease trung tính hữu ích trong bột mì và bánh?

Bột mì không chỉ là tinh bột; phần quyết định lớn đến tính chất bột nhào là protein gluten, chủ yếu gồm gliadin và glutenin. Khi trộn với nước và chịu tác động cơ học, các protein này hình thành mạng viscoelastic: vừa đàn hồi để giữ khí, vừa giãn để tạo hình. Nếu mạng này quá kháng kéo, bột nhào sẽ co lại sau cán, khó chia, khó vê, dễ gây sai lệch kích thước trong bun, bánh mì mềm, biscuit hoặc cracker.

Protease trung tính hỗ trợ bằng cách cắt một phần các chuỗi protein trong mạng gluten. Sự cắt này làm giảm chiều dài hiệu dụng của chuỗi protein và số điểm liên kết cơ học giữa các phân tử, từ đó giảm lực kháng kéo và tăng khả năng thư giãn của bột nhào. Nghiên cứu về thủy phân gluten lúa mì bằng protease từ *Bacillus subtilis* cho thấy xử lý enzyme có thể làm thay đổi tính chất chức năng của gluten thủy phân, củng cố cơ sở rằng protease có thể biến đổi hành vi của protein lúa mì [3].

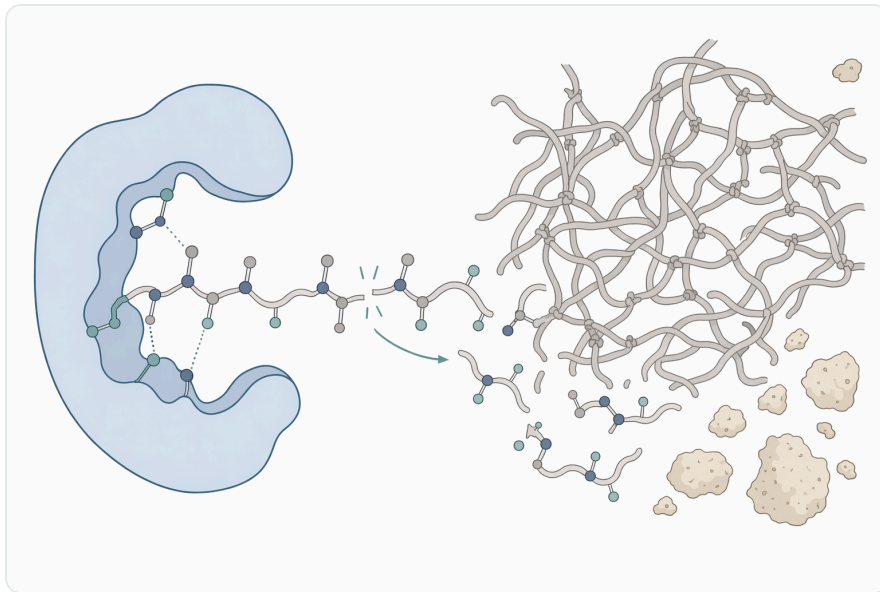


Figure 1. *Bacillus subtilis* 유래 중성 프로테아제는 글루텐 단백질의 펩타이드 결합을 가수분해하여 반죽의 탄성을 낮추고 취급성을 향상시킵니다.

Trong thực tế sản xuất, tác động mong muốn không phải là phá vỡ hoàn toàn mạng gluten. Mục tiêu là “nới” cấu trúc ở mức có kiểm soát để bột dễ cán, dễ kéo giãn, ít bật ngược và ít rách khi đi qua máy. Nếu thủy phân quá sâu, bột có thể yếu, dính, mất khả năng giữ khí hoặc khó giữ hình; vì vậy neutral protease nên được xem là công cụ tinh chỉnh lưu biến, không phải thành phần thay thế cho quản lý bột, nước, thời gian trộn và lên men [3].

Cơ chế enzyme: từ cắt peptide đến thay đổi lưu biến bột nhào

Cắt liên kết peptide trong protein gluten

Về mặt hóa sinh, protease xúc tác phản ứng thủy phân liên kết peptide. Với endo-protease, vị trí cắt nằm bên trong chuỗi protein, tạo ra các peptide có kích thước nhỏ hơn. Khi đối tượng là gluten, việc cắt nội chuỗi làm giảm khả năng các protein dài tạo mạng liên tục, từ đó ảnh hưởng trực tiếp đến độ đàn hồi, độ kéo giãn và thời gian hồi phục của bột nhào ^[1].

Điều này khác với tác động của amylase lên tinh bột hoặc xylanase lên arabinoxylan. Protease tập trung vào pha protein; vì vậy ảnh hưởng dễ thấy nhất thường là thay đổi độ dai, độ co, cảm giác cán và độ ổn định hình dạng trong quá trình tạo hình. Nói cách khác, enzyme này không nhằm tạo đường lên men hay chống lão hóa tinh bột trực tiếp, mà điều chỉnh “khung cơ học” do gluten tạo ra.

Vì sao “trung tính” phù hợp với hệ bột nhào?

Bột nhào dùng cho bánh mì, bun, bánh bao hoặc cracker thường hoạt động trong môi trường không quá acid hay quá kiềm. Một protease trung tính vì vậy có tính logic công nghệ: enzyme được lựa chọn để hoạt động trong khoảng điều kiện gần với môi trường của bột nhào, nơi protein đã hydrat hóa và có đủ độ linh động để enzyme tiếp cận. Tổng quan về protease dùng trong thực phẩm phân biệt nhiều nhóm protease theo điều kiện hoạt động và nguồn sản xuất, trong đó protease trung tính là nhóm có vai trò rõ trong chế biến protein thực phẩm ^[1].

Trong bột khô, enzyme gần như chưa có môi trường để hoạt động hiệu quả. Tác động thực tế bắt đầu khi bột được thêm nước và trộn: nước làm protein trương nở, mở ra các vùng tiếp cận trên chuỗi protein, còn trộn cơ học phân tán enzyme vào hệ bột. Vì vậy, kết quả cuối cùng phụ thuộc mạnh vào công thức, cường độ trộn, thời gian nghỉ, thời gian lên men và nhiệt độ bột nhào.



Figure 2. 밀가루 가공에서는 굽거나 성형하기 전에 글루텐 강도를 조절하기 위해 혼합 단계에서 중성 프로테아제를 투입합니다.

Tác động có giới hạn trước khi cấu trúc được cố định bằng nhiệt

Trong các sản phẩm có nướng, hấp hoặc gia nhiệt, cấu trúc cuối cùng được cố định khi tinh bột hồ hóa, protein biến tính và nước phân bố lại trong ruột bánh. Protease chủ yếu phát huy trong giai đoạn trước gia nhiệt: trộn, nghỉ, lên men, cán hoặc tạo hình. Khi đi qua giai đoạn nhiệt cao, hoạt tính enzyme thường suy giảm, nên ảnh hưởng quan trọng nhất nằm ở việc bột nhào được xử lý như thế nào trước khi sản phẩm “set” cấu trúc.

Cách nhìn này giúp tránh kỳ vọng sai. Neutral protease không phải phụ gia “sửa” mọi lỗi thành phẩm sau nướng; nó là công cụ điều khiển trạng thái bột trước khi nướng hoặc hấp. Nếu quy trình trộn quá mạnh, bột quá ẩm, men hoạt động không ổn định hoặc bột nền vốn đã yếu, protease có thể làm rủi ro tăng lên thay vì cải thiện chất lượng.

Bằng chứng khoa học liên quan đến *Bacillus subtilis* protease

Bacillus subtilis là nền tảng quen thuộc cho enzyme ngoại bào

Bacillus subtilis được nghiên cứu rộng rãi vì khả năng tiết enzyme ra môi trường, trong đó có protease. Một điểm đáng chú ý là sản xuất protease ngoại bào có thể đem lại lợi ích sinh thái cho vi khuẩn nhưng cũng tạo chi phí sinh lý tùy ngữ cảnh, cho thấy đây là một đặc điểm sinh học thực sự chứ không chỉ là hiện tượng phụ [4].

Các nghiên cứu về protease từ *Bacillus subtilis* cho thấy nhóm enzyme này không đồng nhất: có thể khác nhau về loại xúc tác, phổ cơ chất, độ bền và tính phù hợp ứng dụng. Ví dụ, protease collagenolytic từ một chủng *Bacillus subtilis* đã được tinh sạch, đặc trưng và khảo sát ứng dụng, minh họa rằng các chủng khác nhau có thể tạo protease với đặc tính chức năng rất khác nhau [5].

Điều đó cũng có nghĩa là không nên suy luận quá mức từ một bài báo về một chủng cụ thể sang mọi sản phẩm thương mại. Bằng chứng khoa học ủng hộ nền tảng chung của protease *Bacillus subtilis*, nhưng hiệu quả trên từng công thức bột mì vẫn phụ thuộc vào đặc tính của chế phẩm, điều kiện quy trình và mục tiêu sản phẩm.

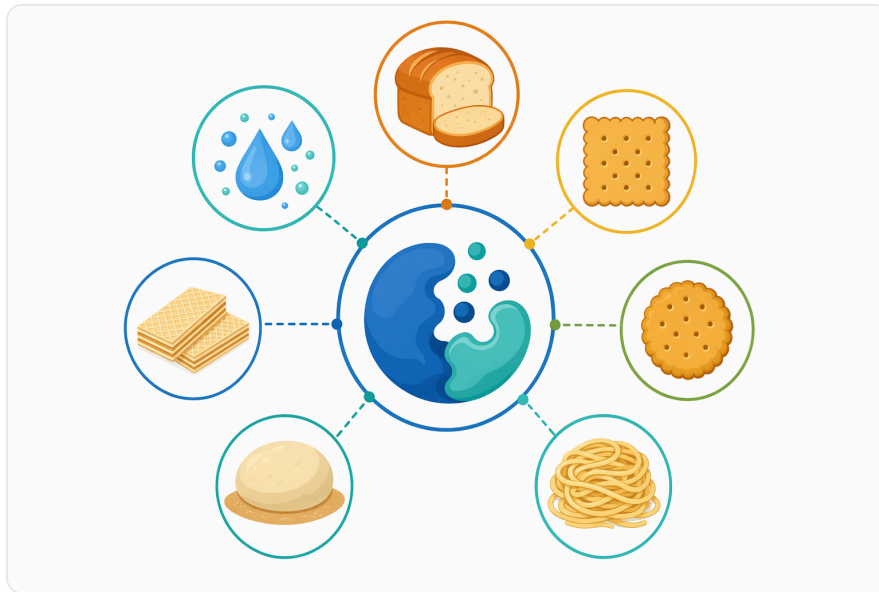


Figure 3. 중성 프로테아제는 제빵 및 곡물 가공에서 반죽의 신장성, 식감, 기계 가공성을 조절하는 데 사용됩니다.

Protease *Bacillus subtilis* có tiềm năng thực phẩm, nhưng cần phân biệt ứng dụng

Một nghiên cứu về protease thu được từ *Bacillus subtilis* cộng sinh với côn trùng đã đánh giá tiềm năng sử dụng trong thực phẩm, cho thấy protease từ nguồn *Bacillus* tiếp tục là chủ đề được quan tâm trong lĩnh vực chế biến protein [2]. Tuy nhiên, “tiềm năng thực phẩm” không đồng nghĩa với việc mọi protease đều cho cùng một tác dụng trên bột mì, vì gluten là hệ protein đặc thù với cấu trúc mạng phức tạp.

Trong gluten lúa mì, thủy phân bằng protease có thể làm thay đổi độ hòa tan, khả năng giữ nước, khả năng tạo bọt hoặc các đặc tính chức năng khác của protein. Nghiên cứu tối ưu hóa thủy phân gluten lúa mì bằng protease từ *Bacillus subtilis* MTCC 2423 cho thấy xử lý enzyme là một hướng có cơ sở để cải thiện tính chất của gluten hydrolysate, dù mục tiêu nghiên cứu hydrolysate không hoàn toàn trùng với mục tiêu điều chỉnh bột nhào trong bakery [3].

Vì vậy, cách diễn giải đúng cho Neutral Protease *Bacillus subtilis* trong bột mì là: cơ chế protease và bằng chứng trên gluten ủng hộ khả năng điều chỉnh protein lúa mì, nhưng kết quả thực tế phải được đánh giá trong bối cảnh công thức và dây chuyền cụ thể. Đây là lập luận kỹ thuật thận trọng hơn so với tuyên bố rằng enzyme luôn làm bánh nở hơn hoặc mềm hơn.

Ứng dụng chính trong ngành bánh và sản phẩm bột nhào

Bánh mì mềm, bun và sandwich bread

Trong bánh mì mềm, bun hoặc sandwich bread, bột nhào cần cân bằng giữa giữ khí và dễ tạo hình. Nếu gluten quá mạnh, bột có thể co rút sau cán, gây biến động chiều cao hoặc hình dạng; nếu gluten quá yếu, bánh có thể xẹp, ruột kém hoặc khó giữ cấu trúc. Neutral protease phù hợp nhất với trường hợp bột có xu hướng quá dai, quá kháng kéo hoặc khó thư giãn.

Ở dây chuyền tốc độ cao, thời gian bột được “nghỉ” để tự thư giãn thường bị giới hạn. Protease có thể hỗ trợ rút ngắn cảm giác căng cơ học của bột bằng cách giảm một phần liên kết protein, từ đó giúp khối bột đi qua chia, vê, cán hoặc tạo hình ổn định hơn. Tác động này đặc biệt có ý nghĩa khi nhà máy cần duy trì nhịp vận hành nhưng bột nền thay đổi theo mùa vụ hoặc theo lô.

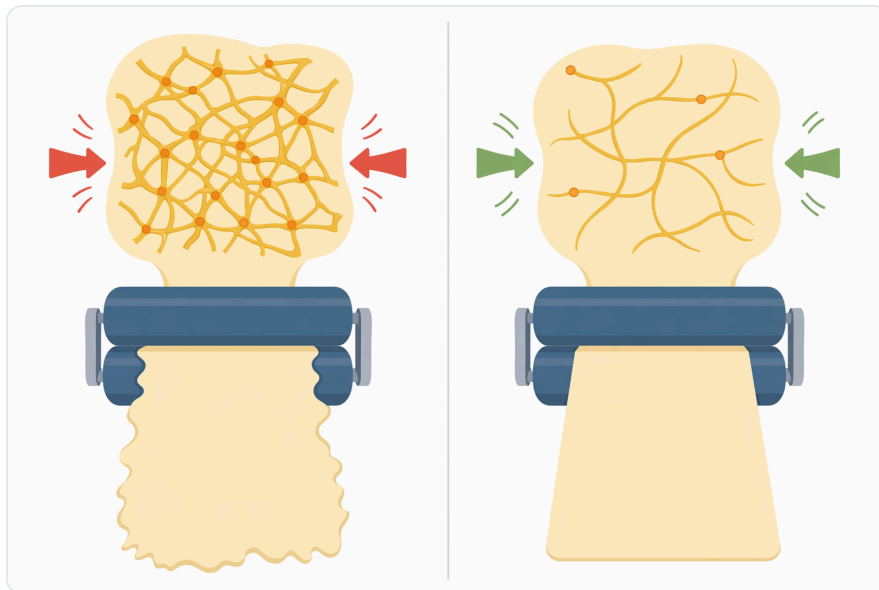


Figure 4. 기계적 또는 화학적 반죽 연화 방식과 비교할 때, 프로테아제 처리는 온화한 가공 조건에서 글루텐을 목표적으로 이완시킬 수 있습니다.

Biscuit, cracker và sản phẩm cán mỏng

Với biscuit, cracker và các sản phẩm cần cán tấm, mạng gluten quá đàn hồi có thể làm tấm bột co lại sau cán, khó đạt kích thước ổn định hoặc gây biến dạng sau cắt. Neutral protease giúp giảm lực hồi đàn hồi của bột, nhờ đó tấm bột có thể trải đều hơn và dễ kiểm soát hình dạng hơn. Đây là ứng dụng rất khác

với bánh mì: mục tiêu không phải tối đa hóa giữ khí, mà là ổn định độ mỏng, kích thước và cảm giác ăn.

Trong nhóm sản phẩm này, protease thường được quan tâm khi nhà sản xuất muốn giảm độ “lì” của bột mà không thay đổi quá mạnh công thức nền. Tuy nhiên, nếu dùng quá mức, bột có thể mất độ liên kết cần thiết, bề mặt dễ dính hoặc sản phẩm sau nướng thiếu cấu trúc. Vì vậy, enzyme cần được cân bằng với hàm lượng protein bột, chất béo, đường, nước và thời gian nghỉ bột.

Bánh bao, steamed bread và hệ bột hấp

Trong bánh bao hoặc steamed bread, cấu trúc được tạo không chỉ bởi gluten mà còn bởi tinh bột, nước và quá trình hấp. Sự thay đổi thành phần bột, ví dụ bổ sung chất xơ như β -glucan yến mạch, có thể ảnh hưởng đến đặc tính bột và chất lượng steamed bread, cho thấy hệ bột hấp rất nhạy với cân bằng giữa nước, protein và polysaccharide [6].

Neutral protease có thể hữu ích khi bột hấp quá dai hoặc khó cán, nhưng cần thận trọng hơn so với một số ứng dụng cán mỏng. Nếu mạng protein bị nới quá nhiều, sản phẩm hấp có thể giảm độ đàn hồi mong muốn hoặc cấu trúc ruột kém. Trong nhóm này, enzyme nên được nhìn như công cụ tinh chỉnh cảm giác bột và tạo hình, không phải yếu tố duy nhất quyết định độ nở hoặc độ trắng.

So sánh Neutral Protease với các enzyme làm bánh thường gặp

Nhóm enzyme	Cơ chất chính trong bột	Tác động công nghệ điển hình	Khi nào thường hữu ích	Rủi ro nếu dùng lệch mục tiêu
Neutral Protease <i>Bacillus subtilis</i>	Protein gluten và protein bột mì	Giảm độ dai, tăng thư giãn, hỗ trợ cán và tạo hình	Bột quá mạnh, co rút, khó cán, khó chạy máy	Bột yếu, dính, giảm giữ khí nếu thủy phân quá sâu
Alpha-amylase	Tinh bột bị tổn thương hoặc dextrin	Tạo thêm đường lên men, hỗ trợ màu vỏ và thể tích	Bột thiếu hoạt tính amylase, lên men kém	Ruột dính, vỏ quá màu nếu mất cân bằng
Xylanase	Arabinoxylan trong thành tế bào hạt	Điều chỉnh nước, hỗ trợ thể tích và cấu trúc ruột	Bột có nhiều pentosan/arabinoxylan ảnh hưởng xử lý nước	Bột quá mềm hoặc thay đổi độ dính nếu dùng quá mức
Lipase	Lipid bột và lipid bổ sung	Tạo chất nhũ hóa tại chỗ, hỗ trợ cấu trúc ruột	Bánh mì mềm, bun, sản phẩm cần ruột mịn	Ảnh hưởng mùi vị hoặc cấu trúc nếu không phù hợp

Nhóm enzyme	Cơ chất chính trong bột	Tác động công nghệ điển hình	Khi nào thường hữu ích	Rủi ro nếu dùng lệch mục tiêu
Glucose oxidase	Glucose và oxy, tạo tác động oxy hóa gián tiếp	Tăng cường mạng bột, cải thiện độ vững	Bột yếu cần tăng độ chịu trộn	Bột quá chặt, khó giã nếu dùng sai mục tiêu

Bảng trên cho thấy protease không nên được xếp chung chức năng với các enzyme “tăng cường” bột. Vai trò của nó gần như đối trọng với các hệ làm mạnh mạng gluten: protease giúp bột bớt kháng cơ học, trong khi các tác nhân oxy hóa hoặc một số hệ enzyme khác có thể làm mạng bột vững hơn. Nghiên cứu về protease thực phẩm nhấn mạnh rằng giá trị của protease nằm ở khả năng biến đổi protein có kiểm soát, vì vậy cách dùng phải dựa trên mục tiêu protein cụ thể [1].

Các yếu tố quyết định hiệu quả trong bột nhào

Chất lượng bột và độ mạnh gluten ban đầu

Bột có hàm lượng protein cao chưa chắc luôn cần protease, và bột protein thấp cũng không phải lúc nào cũng tránh protease. Điều quan trọng là trạng thái cơ học thực tế: bột có co rút mạnh không, có khó cán không, có quá dai khi vê hoặc ép khuôn không, và thành phẩm có bị biến dạng do hồi đàn hồi không. Protease phù hợp nhất khi vấn đề chính nằm ở độ kháng kéo và thời gian thư giãn của gluten.

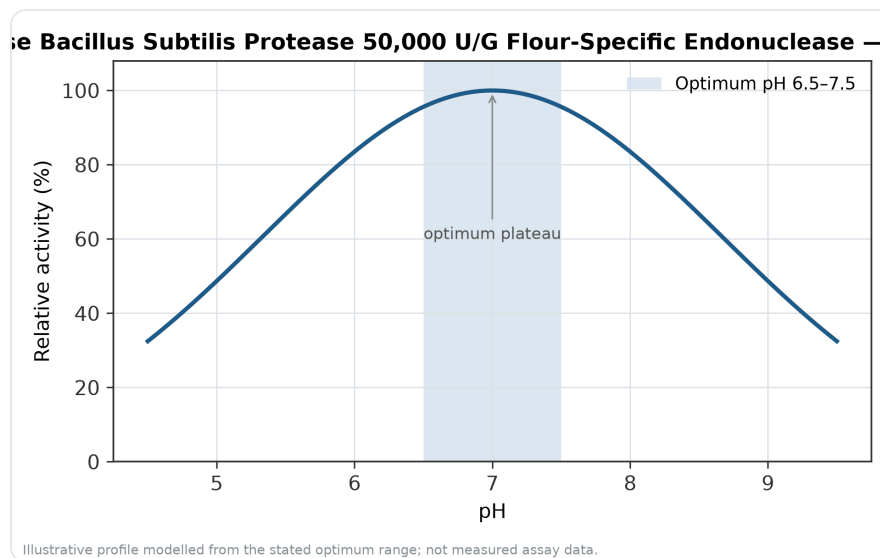


Figure 5. pH에 따른 Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 50,000 U/G Flour-Specific Endonuclease의 상대 활성으로, pH 6.5~7.5에서 최적 활성 구간이 나타 납니다.

Nếu bột nền đã yếu, thiếu khả năng giữ khí hoặc dễ nhão, protease có thể làm bột mất cấu trúc nhanh hơn. Trong trường hợp đó, hướng điều chỉnh thường liên quan đến quản lý nước, trộn, enzyme tăng cường hoặc lựa chọn bột phù hợp hơn. Đây là lý do protease cần được đánh giá như một biến công nghệ trong toàn hệ công thức, không phải giải pháp độc lập.

Nước, trộn và thời gian tiếp xúc

Protease cần nước để protein trương nở và để phản ứng thủy phân diễn ra. Trong giai đoạn trộn, enzyme được phân tán vào khối bột và bắt đầu tiếp cận các vùng protein có thể cắt. Thời gian tiếp xúc càng dài trước khi gia nhiệt, tác động lên mạng gluten càng có cơ hội tích lũy, dù mức độ còn tùy thuộc vào công thức và điều kiện quy trình.

Cường độ trộn cũng quan trọng. Trộn mạnh làm phát triển gluten nhanh hơn nhưng cũng làm lộ thêm vùng protein cho enzyme tiếp cận. Nếu vừa tăng trộn vừa dùng protease, bột có thể chuyển trạng thái nhanh hơn dự kiến. Ngược lại, trong quy trình trộn ngắn, enzyme có thể cần thời gian nghỉ hoặc lên men để biểu hiện tác động rõ hơn.

Tương tác với chất béo, đường, muối và phụ gia

Chất béo có thể bọc một phần protein và tinh bột, làm thay đổi cách enzyme tiếp cận cơ chất. Đường và muối ảnh hưởng đến hoạt độ nước, lên men và cảm giác bột. Các hydrocolloid, chất xơ hoặc protein bổ sung có thể cạnh tranh nước hoặc thay đổi cấu trúc nền. Nghiên cứu về ma trận thực phẩm cho thấy môi trường thực phẩm có thể ảnh hưởng đáng kể đến khả năng tiếp cận và đồng hóa của thành phần dinh dưỡng, nhắc rằng enzyme không hoạt động trong “nước tinh khiết” mà trong một ma trận phức tạp ^[7].

Trong các công thức giàu chất béo hoặc đường, tác động cảm nhận của protease có thể khác với bột lean dough. Cùng một enzyme có thể tạo hiệu ứng thư giãn rõ trong một hệ bột, nhưng biểu hiện nhẹ hơn trong hệ khác do phân bố nước, độ nhớt nền hoặc mức độ phát triển gluten khác nhau. Vì vậy, khi đánh giá enzyme, cần nhìn vào hiệu ứng quy trình cuối cùng: lực cán, độ co, độ dính, độ giữ hình và cấu trúc sau gia nhiệt.

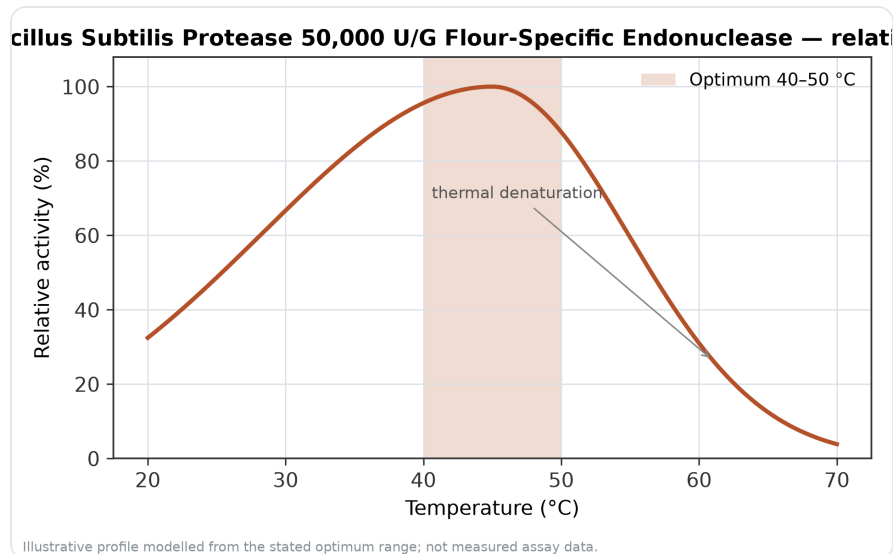


Figure 6. 온도에 따른 Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 50,000 U/G Flour-Specific Endonuclease의 상대 활성으로, 40~50°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열 변성에 따른 특징적인 활성 감소가 나타납니다.

Lợi ích kỹ thuật khi sử dụng đúng mục tiêu

Lợi ích thực tế đầu tiên là cải thiện khả năng gia công. Khi bột quá dai được điều chỉnh vừa đủ, khối bột có thể dễ chia hơn, ít bột ngược sau cán, ít căng tại công đoạn tạo hình và giảm áp lực lên thiết bị. Trong bối cảnh công nghiệp, những thay đổi nhỏ về độ thư giãn của bột có thể giúp dây chuyền vận hành ổn định hơn, đặc biệt với bun, bánh mì mềm, cracker hoặc sản phẩm cán tấm.

Lợi ích thứ hai là hỗ trợ ổn định chất lượng giữa các lô bột. Lúa mì thay đổi theo giống, mùa vụ, điều kiện bảo quản và xay xát; do đó cùng một công thức có thể cho cảm giác bột khác nhau. Protease là một trong các công cụ giúp nhà sản xuất điều chỉnh phần protein của hệ bột, thay vì chỉ thay đổi nước hoặc thời gian trộn. Tuy nhiên, tác động này là điều chỉnh có điều kiện, không phải bảo đảm tuyệt đối cho mọi lô nguyên liệu.

Lợi ích thứ ba là tăng tính linh hoạt trong thiết kế sản phẩm. Với sản phẩm cần cán mỏng, protease giúp giảm xu hướng co; với bun tốc độ cao, enzyme có thể hỗ trợ tạo hình; với một số hệ bột hấp, enzyme có thể làm bột dễ thao tác hơn. Các nghiên cứu về chiến lược cải thiện chức năng protein thực vật cũng cho thấy biến đổi enzyme là một hướng quan trọng để điều chỉnh đặc tính công nghệ của protein, dù mỗi ma trận thực phẩm cần được đánh giá riêng [8].

Giới hạn và rủi ro cần hiểu đúng

Rủi ro lớn nhất của protease là quá thủy phân. Khi mạng gluten bị cắt quá nhiều, bột có thể chuyển từ “dễ giã” sang “yếu và dính”. Trong bánh mì hoặc bun, điều này có thể làm giảm khả năng giữ khí; trong cracker hoặc biscuit, có thể làm bột quá mềm, khó tách khỏi băng tải hoặc biến dạng khi xử lý. Vì vậy, dấu hiệu thành công không phải là bột càng mềm càng tốt, mà là bột đạt mức thư giãn phù hợp với thiết bị và cấu trúc thành phẩm.

Một giới hạn khác là không nên gán lợi ích sức khỏe cho sản phẩm chỉ vì protease có thể tạo peptide. Văn liệu về peptide thực phẩm cho thấy một số peptide có hoạt tính sinh học như chống viêm hoặc chống dị ứng trong các bối cảnh nghiên cứu nhất định, nhưng điều đó không có nghĩa là bột mì xử lý protease trong dây chuyền bánh sẽ tự động có tác dụng sinh học tương tự ^[9].

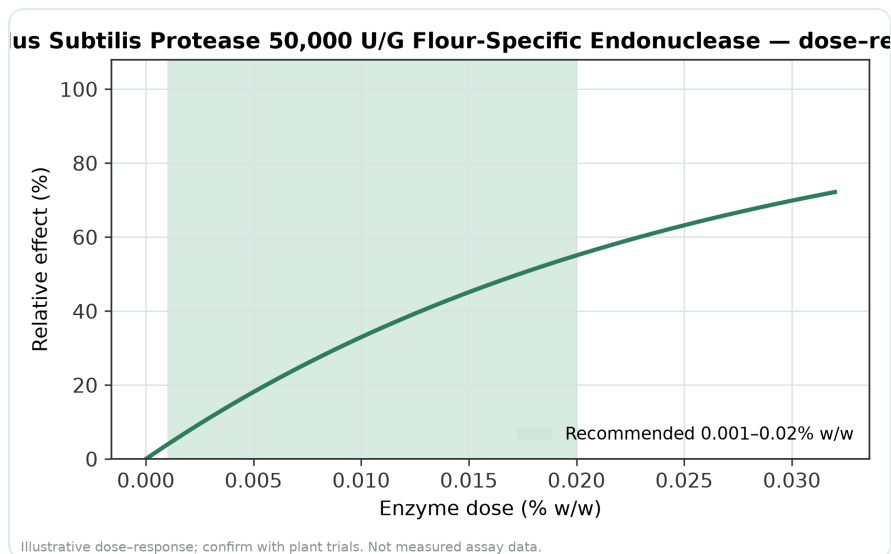


Figure 7. 권장 사용 범위(0.001~0.02% w/w)에서 Neutral Protease *Bacillus Subtilis* Protease 50,000 U/G Flour-Specific Endonuclease의 예시적 용량-반응 관계입니다.

Cũng cần phân biệt enzyme thương mại với chủng vi sinh. Sản phẩm protease không nên được hiểu là probiotic hoặc chế phẩm vi sinh sống chỉ vì liên quan đến *Bacillus subtilis*. Các nghiên cứu về *Bacillus subtilis* trong vai trò probiotic là một lĩnh vực khác, tập trung vào bào tử, tương tác với vật chủ và an toàn sử dụng, không đồng nhất với ứng dụng enzyme xử lý bột ^[10].

An toàn, tài liệu lô hàng và vai trò của Enzymes.bio

Enzymes.bio cung cấp Neutral Protease *Bacillus subtilis* trực tuyến theo đơn vị 1 kg, kèm CoA và SDS khi đặt hàng. CoA là tài liệu chất lượng đi kèm lô hàng; SDS là tài liệu an toàn hóa chất, hỗ trợ người dùng đánh giá các yêu cầu xử lý, lưu kho và bảo hộ trong môi trường sản xuất.

Cần nhấn mạnh rằng Enzymes.bio là nhà cung cấp, không phải nhà sản xuất enzyme và không phải phòng thí nghiệm phát triển chủng. Vì vậy, nội dung kỹ thuật nên được hiểu là tài liệu giải thích cơ chế và ứng dụng dựa trên nền tảng khoa học công khai, không phải công bố dữ liệu sản xuất nội bộ. Cách diễn giải thận trọng này phù hợp với thực tế rằng protease từ các chủng và quy trình khác nhau có thể có đặc tính khác nhau [5].

Trong môi trường nhà máy, protease dạng bột hoặc chế phẩm enzyme nói chung cần được xử lý theo SDS để kiểm soát bụi enzyme và phơi nhiễm hô hấp. Đây là nguyên tắc an toàn phổ biến với enzyme công nghiệp: ngay cả khi enzyme được dùng trong thực phẩm, dạng cô đặc trước khi phối trộn vẫn cần quản lý an toàn lao động phù hợp.

Cách định vị trong hệ enzyme làm bánh

Neutral Protease *Bacillus subtilis* nên được định vị là enzyme điều chỉnh protein bột mì. Nếu mục tiêu là tăng đường lên men, enzyme chính thường không phải protease; nếu mục tiêu là tăng độ vững mạng bột, protease cũng không phải lựa chọn trực tiếp. Protease phù hợp khi nhà sản xuất cần giảm độ kháng kéo, cải thiện thư giãn gluten và làm bột dễ đi qua công đoạn cơ học.

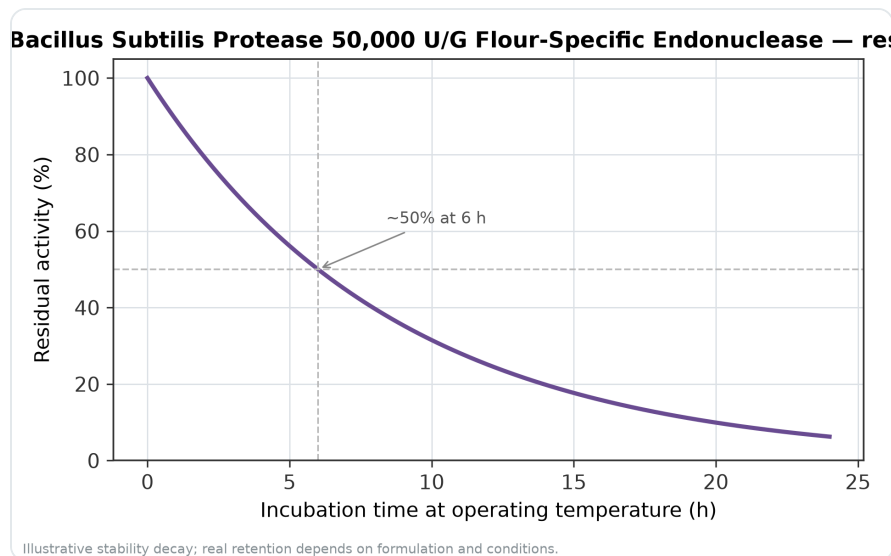


Figure 8. Neutral Protease *Bacillus Subtilis* Protease 50,000 U/G Flour-Specific Endonuclease의 예시적 열 안정성 감소로, 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 낮아지는 모습을 보여줍니다.

Trong hệ enzyme nhiều thành phần, protease có thể đi cùng amylase, xylanase, lipase hoặc các tác nhân điều chỉnh oxy hóa-khử, nhưng vai trò phải rõ ràng. Một công thức có thể vừa cần tăng thể tích vừa cần giảm co rút; khi đó protease xử lý phần “co và dai”, còn các enzyme khác xử lý tinh bột, polysaccharide hoặc lipid. Sự phối hợp này phải tránh hai tác động đối nghịch triệt tiêu nhau, ví dụ vừa làm yếu mạng quá mức vừa cố tăng cường mạng bằng hệ khác.

Cách tiếp cận tốt nhất về mặt kỹ thuật là xem bột nhào như một hệ vật liệu sinh học gồm protein, tinh bột, lipid, nước, khí và chất hòa tan. Protease thay đổi pha protein; vì vậy mọi kết luận về hiệu quả cần dựa trên biểu hiện của toàn hệ: độ dính, độ đàn hồi, độ giãn, khả năng giữ khí, hình dạng sau tạo hình và cấu trúc sau nướng hoặc hấp. Nghiên cứu về thực phẩm nhấn mạnh rằng ma trận sản phẩm có thể quyết định mạnh đến tính sẵn có và chức năng của thành phần, điều này cũng đúng khi đánh giá enzyme trong bột nhào [7].

Kết luận kỹ thuật

Neutral Protease *Bacillus subtilis* cho bột mì là công cụ enzyme dùng để thủy phân có kiểm soát protein gluten, giúp bột nhào bớt dai, tăng khả năng thư giãn và dễ xử lý hơn trong các sản phẩm như bánh mì mềm, bun, sandwich bread, biscuit, cracker và một số hệ bột hấp. Cơ sở khoa học đến từ vai trò đã biết của protease trong biến đổi protein thực phẩm, cùng các nghiên cứu về protease nguồn *Bacillus subtilis* và thủy phân gluten lúa mì [1].

Giá trị của enzyme nằm ở điều chỉnh quá trình, không phải lời hứa tuyệt đối về chất lượng thành phẩm. Khi vấn đề chính là bột quá mạnh, co rút hoặc khó cán, neutral protease có thể là lựa chọn phù hợp; khi bột đã yếu hoặc công thức mất cân bằng nước-protein, enzyme có thể làm rủi ro tăng. Enzymes.bio cung cấp sản phẩm theo đơn vị 1 kg với CoA và SDS kèm theo khi đặt hàng, trong vai trò nhà cung cấp trực tuyến chứ không phải nhà sản xuất.

Đặt mua Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 50,000 U/G Flour-Specific Endonuclease 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 Bacillus Subtilis Protease 50,000 U/G Flour-Specific Endonuclease →](#)

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. Philipps-Wiemann, P. (2018). [Proteases—human food](#).
2. Raut, S. D., Bharuka, V. A., Patel, A. R., & Patil, U. K. (2024). [Food utility potential of protease obtained from insect-commensal *Bacillus subtilis* AU-2.](#) *The Journal of the Science of Food and Agriculture*.

3. Rajendhran, H. P., Vaidyanathan, V., Venkatraman, S., & Karthik, P. (2024). Optimization of Enzymatic Hydrolysis by Protease Produced from Bacillus subtilis MTCC 2423 to Improve the Functional Properties of Wheat Gluten Hydrolysates. *International journal of food Science*, 2024.
4. Rosazza, T., Eigentler, L., Earl, C., Davidson, F. A., & Stanley-Wall, N. (2023). Bacillus subtilis extracellular protease production incurs a context-dependent cost. *Molecular Microbiology*, 120, 105 - 121.
5. Bhuiambar, M. V., Jalkute, C. B., Bhagwat, P., & Dandge, P. (2024). Purification, characterization and application of collagenolytic protease from Bacillus subtilis strain MPK. *Journal of Bioscience and Bioengineering*.
6. Pan, L., Luo, S., Liu, F., Zha, X., & Jian-Luo (2017). EFFECTS OF OAT β -GLUCAN ON CHARACTERISTICS OF CHINESE STEAMED BREAD FLOUR AND CHINESE STEAMED BREAD.
7. Kosmerl, E., Martínez-Sánchez, V., Calvo, M., Jiménez-Flores, R., Fontecha, J., & Pérez-Gálvez, A. (2023). Food matrix impacts bioaccessibility and assimilation of acid whey-derived milk fat globule membrane lipids in Caco-2 cells. *Frontiers in Nutrition*, 10.
8. Shadrack, S. M., Wang, Y., Mi, S., Lu, R., Zhu, Y., Tang, Z., McClements, D., ... et al. (2025). Enhancing bioavailability and functionality of plant peptides and proteins: A review of novel strategies for food and pharmaceutical applications. *Food Chemistry*, 485, 144440 .
9. Abril, A. G., Pazos, M., Villa, T. G., Calo-Mata, P., Barros-Velázquez, J., & Carrera, M. (2022). Proteomics Characterization of Food-Derived Bioactive Peptides with Anti-Allergic and Anti-Inflammatory Properties. *Nutrients*, 14.
10. Williams, N., & Weir, T. L. (2024). Spore-Based Probiotic Bacillus subtilis: Current Applications in Humans and Future Perspectives. *Fermentation*.

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.