

# Papain cho thủy phân protein thực vật thực phẩm: cơ chế, lợi ích công nghệ và ứng dụng

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

Papain là một protease thực vật từ đu đủ, phù hợp để thủy phân protein thực vật thành peptide ngắn hơn nhằm cải thiện độ hòa tan, khả năng phân tán, nhũ hóa, tạo bọt và tiềm năng tạo peptide chức năng trong thực phẩm. Trong ứng dụng B2B, papain hoạt tính cao cấp thực phẩm được dùng như một công cụ xử lý protein có kiểm soát cho đồ uống protein thực vật, savory base, sản phẩm plant-based, bột protein hoàn nguyên và các hệ nhũ tương thực phẩm. Enzymes.bio cung cấp sản phẩm papain qua kênh bán trực tuyến theo đơn vị 1 kg; CoA và SDS được cung cấp kèm theo khi đặt hàng.

## Papain là gì trong bối cảnh thủy phân protein thực vật?

Papain là enzyme protease có nguồn gốc từ nhựa quả đu đủ (*Carica papaya*), thường được xếp vào nhóm cysteine protease vì trung tâm hoạt động của enzyme có nhóm cysteine tham gia phản ứng cắt liên kết peptide. Trong công nghiệp thực phẩm, papain đã được sử dụng lâu năm cho các ứng dụng liên quan đến phân giải protein, bao gồm làm mềm thịt, xử lý protein, ổn định một số hệ thực phẩm và tạo protein hydrolysate <sup>[1]</sup>.

Trong sản phẩm “Papain High Enzyme Activity for Plant Protein Hydrolysis Food Grade” của Enzymes.bio, điểm quan trọng không chỉ là nguồn gốc thực vật của enzyme, mà là khả năng dùng papain để biến đổi có kiểm soát các protein như đậu nành, đậu Hà Lan, gạo, đậu xanh, chickpea, lentil, gluten lúa mì hoặc các nguồn protein thực vật mới. Enzymes.bio là nhà cung cấp sản phẩm enzyme qua kênh trực tuyến, không phải nhà sản xuất hay phòng thí nghiệm; vì vậy tài liệu này tập trung vào cơ sở kỹ thuật và ứng dụng, không mô tả quy trình sản xuất enzyme hay phương pháp phân tích nội bộ.

Thủy phân protein bằng enzyme khác với xử lý acid hoặc kiềm ở chỗ phản ứng có tính chọn lọc sinh học hơn và có thể được điều chỉnh để đạt mức cắt mạch vừa đủ. Các tổng quan gần đây về thủy phân protein thực vật nhấn mạnh rằng enzyme có thể “thiết kế lại” tính chất protein, làm thay đổi kích thước phân tử, độ hòa tan, tính linh động, khả năng tương tác bề mặt và tiềm năng giải phóng peptide hoạt tính sinh học <sup>[2]</sup>.

## Vì sao protein thực vật thường cần thủy phân bằng enzyme?

Protein thực vật hấp dẫn vì nguồn nguyên liệu đa dạng, phù hợp xu hướng plant-based và có thể hỗ trợ phát triển sản phẩm bền vững hơn. Tuy nhiên, trong công thức thực phẩm, chúng thường gặp các vấn đề như độ hòa tan thấp ở một số vùng pH, cảm giác bột hoặc sạn, mùi vị đậu, độ nhớt cao, khả năng tạo nhũ hoặc tạo bọt chưa ổn định, và cấu trúc gel khó kiểm soát [2].

Nguyên nhân nằm ở cấu trúc protein và thành phần đi kèm của nguyên liệu thực vật. Nhiều protein hạt đậu, ngũ cốc hoặc hạt dầu có cấu trúc bậc ba chặt, vùng kỵ nước bị chôn bên trong hoặc kết tụ do xử lý nhiệt, sấy, tách chiết và biến tính trong quá trình sản xuất isolate/concentrate. Khi đưa vào nước, những phân tử lớn này có thể trương nở không đồng đều, kết tụ hoặc lắng, làm đồ uống protein, súp, sốt, bột pha và nhũ tương plant-based kém ổn định [3].



**Figure 1.** 파파인은 파파야에서 유래한 시스테인 프로테아제로, 새로운 단백질이나 유화제를 추가하기보다 기존 식물성 단백질을 변형하는 데 사용됩니다.

Thủy phân có kiểm soát bằng papain giúp cắt một phần chuỗi protein thành peptide nhỏ hơn. Khi mạch protein được rút ngắn, số đầu amino và carboxyl tăng lên, các nhóm ưa nước có thể tiếp xúc nhiều hơn với pha nước, đồng thời một số vùng kỵ nước được phơi lộ ở mức đủ để tăng hoạt tính bề mặt. Đây là nền tảng cho việc cải thiện độ phân tán, giảm kích thước hạt protein và hỗ trợ hấp phụ tại giao diện dầu–nước hoặc khí–nước [4].

Điểm cần nhấn mạnh là mục tiêu không phải “thủy phân càng sâu càng tốt”. Nếu thủy phân quá nhẹ, protein có thể chưa thay đổi đủ để cải thiện chức năng; nếu thủy phân quá sâu, peptide ngắn và kỵ nước có thể gây đắng, làm giảm khả năng tạo gel hoặc khiến hệ sản phẩm quá loãng. Vì vậy, papain nên

được xem là công cụ điều chỉnh cấu trúc protein theo mục tiêu công thức, không phải giải pháp chung cho mọi vấn đề của protein thực vật <sup>[5]</sup>.

## Cơ chế papain cắt protein: từ liên kết peptide đến tính chất công nghệ

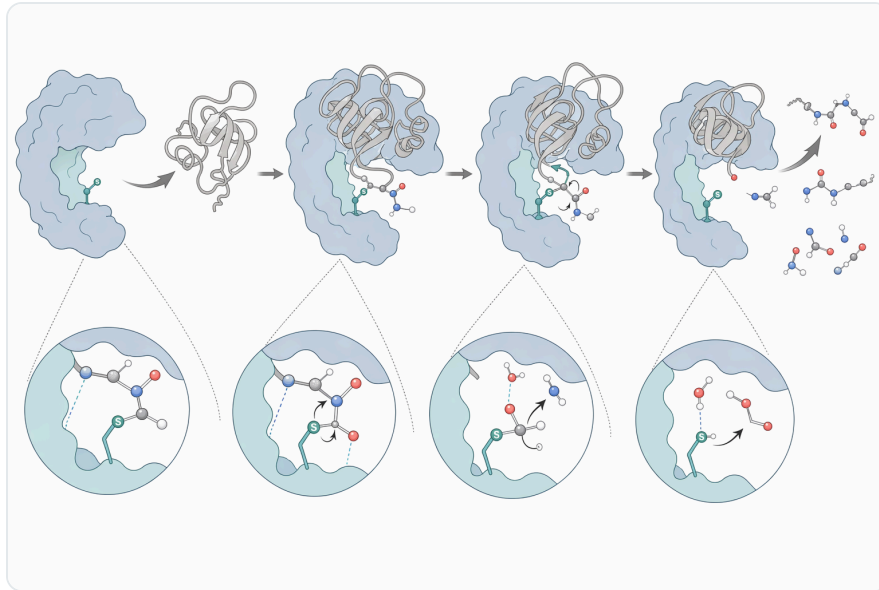
---

Về mặt hóa sinh, papain nhận diện protein như một chuỗi amino acid nối với nhau bằng liên kết peptide. Tại trung tâm hoạt động, nhóm cysteine của enzyme tham gia phản ứng nucleophilic với carbonyl của liên kết peptide, tạo trung gian acyl-enzyme rồi được thủy phân để giải phóng hai đoạn peptide ngắn hơn. Quá trình này lặp lại ở nhiều vị trí khác nhau trên protein, tùy cấu trúc cơ chất và điều kiện môi trường <sup>[6]</sup>.

Papain thường được mô tả là protease có phổ cơ chất tương đối rộng. Điều này có ý nghĩa trong thực phẩm vì nguyên liệu protein thực vật không phải là một protein tinh khiết đơn lẻ, mà là hỗn hợp nhiều phân đoạn: globulin, albumin, prolamin, glutelin và protein liên kết với carbohydrate, lipid hoặc khoáng. Một protease có phổ cắt rộng như papain có thể tiếp cận nhiều vị trí trong hỗn hợp này, từ đó tạo ra dải peptide đa dạng thay vì chỉ một vài sản phẩm cắt đặc hiệu <sup>[1]</sup>.

Ở cấp độ cấu trúc, khi papain cắt protein, khối lượng phân tử trung bình giảm và cấu trúc không gian bị rời lỏng. Các đoạn peptide nhỏ hơn có thể di chuyển nhanh hơn trong pha nước, khuếch tán đến bề mặt giọt dầu hoặc bọt khí tốt hơn, và tái sắp xếp tại giao diện nhanh hơn protein nguyên vẹn. Đây là lý do thủy phân giới hạn thường được dùng để cải thiện nhũ hóa và tạo bọt, đặc biệt trong hệ plant-based cần thay thế chức năng của protein trứng hoặc sữa <sup>[3]</sup>.

Tuy nhiên, papain cũng có thể làm suy yếu một số chức năng cần mạng lưới protein lớn. Ví dụ, gel protein thường cần phân tử đủ dài để tạo mạng ba chiều qua tương tác kỵ nước, cầu disulfide, liên kết hydro hoặc tương tác ion. Nếu papain cắt quá nhiều, khả năng tạo mạng gel có thể giảm; nếu cắt vừa phải, cấu trúc có thể linh động hơn và tạo gel khác biệt. Nghiên cứu trên protein đậu nành cho thấy thủy phân giới hạn bằng papain hoặc kết hợp enzyme có thể làm thay đổi cấu trúc và tính chất gel theo hướng phụ thuộc mức xử lý <sup>[4]</sup>.



**Figure 2.** 파파인은 시스테인 프로테아제 메커니즘을 통해 접근 가능한 펩타이드 결합을 절단하여, 새로운 말단기를 가진 더 짧은 펩타이드 조각을 생성합니다.

## Bằng chứng khoa học về papain và thủy phân protein thực vật

Nền tảng bằng chứng hiện nay không chỉ đến từ lịch sử ứng dụng papain trong thực phẩm, mà còn từ các nghiên cứu gần đây trên protein đậu nành, khoai tây, bí ngô, thủy sinh thực vật, hỗn hợp soy-zein và nhiều nguồn protein khác. Các nghiên cứu này cùng cho thấy thủy phân enzyme có thể điều chỉnh cấu trúc protein, tạo peptide và thay đổi tính chất công nghệ của nguyên liệu thực phẩm [2].

### So sánh tác động của papain và thủy phân enzyme trên một số hệ protein

Hệ protein / ứng dụng	Vai trò của papain hoặc thủy phân enzyme	Tác động công nghệ được ghi nhận	Ý nghĩa cho phát triển sản phẩm
Protein đậu nành	Papain được khảo sát trong thủy phân giới hạn và so sánh với trypsin hoặc phối hợp enzyme	Thay đổi cấu trúc protein, ảnh hưởng đến đặc tính gel và mạng protein	Hữu ích khi cần điều chỉnh texture cho tofu, gel protein, nhân plant-based hoặc bán thành phẩm giàu protein [4]
Hỗn hợp soy protein / corn zein	Thủy phân enzyme giới hạn để "tailor" hỗn hợp protein	Cải thiện tiêu hóa và chức năng của hệ protein hỗn hợp	Gợi ý hướng xử lý protein lai giữa đậu và ngũ cốc cho đồ uống, snack hoặc protein blend [5]

Hệ protein / ứng dụng	Vai trò của papain hoặc thủy phân enzyme	Tác động công nghệ được ghi nhận	Ý nghĩa cho phát triển sản phẩm
Protein khoai tây	Papain và bromelain được dùng để cải thiện tính chất chức năng và nhũ hóa	Tăng tiềm năng dùng protein khoai tây làm chất hỗ trợ nhũ hóa trong bánh không gluten	Phù hợp với công thức bakery gluten-free, cake mix, kem phủ hoặc nhũ tương thực phẩm [7]
Protein hạt bí	Thủy phân enzyme, có thể kết hợp công nghệ hỗ trợ như siêu âm	Tạo hydrolysate có đặc tính hóa lý và hoạt tính chống oxy hóa in vitro	Hữu ích cho phát triển nguyên liệu peptide từ hạt dầu và phụ phẩm giàu protein [8]
Water lentil / duckweed	Thủy phân enzyme để tạo phân đoạn peptide	Được nghiên cứu cho các phân đoạn có tiềm năng liên quan đến hoạt tính sinh học	Mở rộng nguồn protein mới cho thực phẩm chức năng và công thức plant-based [9]
Protein thực phẩm nói chung	Papain thuộc nhóm protease thực vật có khả năng giải phóng peptide hoạt tính	Có thể tạo peptide chống oxy hóa, ức chế enzyme mục tiêu hoặc peptide chức năng khác trong mô hình in vitro	Cần thận trọng khi chuyển từ kết quả in vitro sang tuyên bố trên sản phẩm cuối [6]

Bảng trên cho thấy tác động của papain không nên được hiểu theo một chiều duy nhất. Với protein khoai tây, trọng tâm là nhũ hóa cho bánh không gluten; với protein đậu nành, trọng tâm có thể là cấu trúc gel; với duckweed hoặc hạt bí, trọng tâm lại liên quan đến peptide chức năng và giá trị dinh dưỡng. Điều này phù hợp với kết luận của các tổng quan rằng thủy phân enzyme là công cụ “thiết kế tính chất” hơn là một bước xử lý đồng nhất cho mọi protein [2].

## Ứng dụng chính trong thực phẩm plant-based và nguyên liệu protein

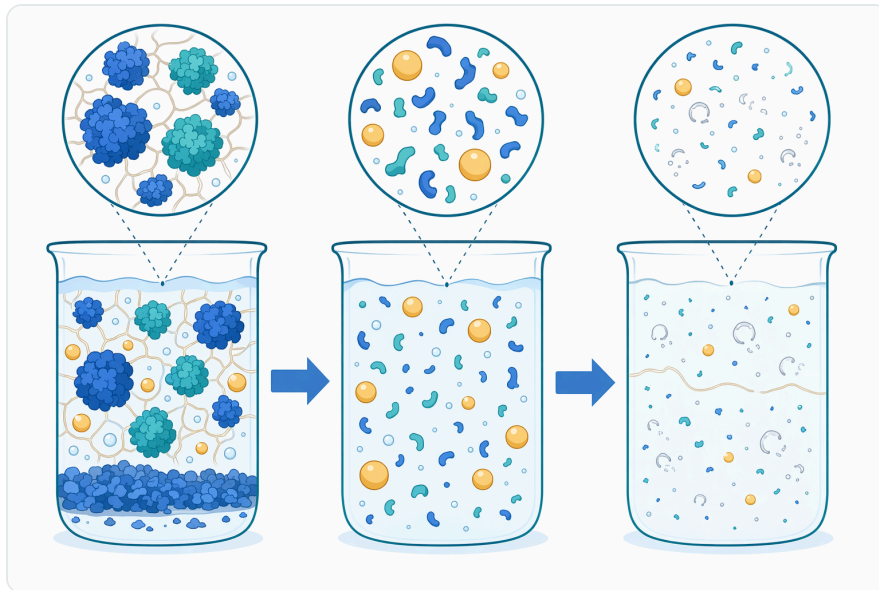
### Đồ uống protein thực vật và bột hoàn nguyên

Trong đồ uống protein, vấn đề thường gặp là lắng cặn, cảm giác bột, độ nhớt cao hoặc khó phân tán khi hoàn nguyên. Papain có thể cắt protein thành peptide ngắn hơn, giúp hệ phân tán đồng đều hơn nếu mức thủy phân được kiểm soát đúng. Với các protein khó tan như đậu, gạo hoặc một số phân đoạn ngũ cốc, thủy phân giới hạn có thể hỗ trợ cải thiện khả năng hòa tan và giảm xu hướng kết tụ [2].

Với bột protein thực vật, papain có thể được dùng trước công đoạn sấy hoặc trong phát triển bán thành phẩm hydrolysate. Khi protein đã được cắt mạch một phần, bột hoàn nguyên có thể phân tán nhanh hơn và ít tạo cục hơn, tùy nền công thức, chất ổn định, chất béo và khoáng có mặt. Tuy nhiên, cảm quan phải được kiểm soát vì peptide quá nhỏ hoặc quá kỵ nước có thể làm tăng vị đắng, một vấn đề phổ biến trong protein hydrolysate thực phẩm [10].

## Nhũ tương, sốt, kem thực vật và sản phẩm có dầu

Trong nhũ tương dầu-nước, protein phải di chuyển đến bề mặt giọt dầu, bám lên giao diện và tạo lớp màng đủ bền để hạn chế kết tụ hoặc tách pha. Protein thực vật nguyên vẹn đôi khi quá lớn, quá cứng hoặc kết tụ sẵn nên hấp phụ chậm. Thủy phân bằng papain có thể làm protein linh động hơn, tạo peptide có cân bằng ưa nước-ky nước phù hợp hơn cho hoạt tính bề mặt [3].



**Figure 3.** 제한적인 가수분해는 기능성을 향상시킬 수 있지만, 과도한 가수분해는 점도, 거품 안정성, 겔 구조를 약화시킬 수 있습니다.

Nghiên cứu trên protein khoai tây cho thấy papain và bromelain có thể cải thiện tính chất chức năng và nhũ hóa, từ đó hỗ trợ ứng dụng trong bánh không gluten như chất nhũ hóa protein tự nhiên hơn. Kết quả này đặc biệt liên quan đến các công thức plant-based cần giảm phụ thuộc vào phụ gia tổng hợp nhưng vẫn cần cấu trúc khí, chất béo và nước được phân bố ổn định [7].

## Tạo bọt cho topping, mousse, đồ uống đánh bọt và bakery

Tạo bọt đòi hỏi protein hoặc peptide phải hấp phụ nhanh tại giao diện khí-nước, giảm sức căng bề mặt và tạo màng đủ đàn hồi quanh bọt khí. Protein thực vật có thể tạo bọt kém vì kích thước lớn, cấu trúc chặt hoặc thiếu linh động. Thủy phân giới hạn làm giảm kích thước phân tử và tăng khả năng tái sắp xếp tại giao diện, từ đó có thể cải thiện khả năng tạo bọt [3].

Trong sản phẩm như mousse thực vật, topping không sữa, đồ uống đánh bọt, kem xốp hoặc bánh có cấu trúc khí, papain có thể là công cụ để điều chỉnh protein nền. Điểm kỹ thuật là phải giữ cân bằng giữa tạo bọt và giữ bọt: peptide quá nhỏ có thể hấp phụ nhanh nhưng tạo màng yếu; protein quá

nguyên vẹn có thể tạo màng bền hơn nhưng hấp phụ chậm. Vì vậy, mức thủy phân giới hạn thường phù hợp hơn thủy phân sâu [5].

### Savory base, gia vị thủy phân và peptide tạo vị

Protein hydrolysate thường được dùng trong savory base, nước chấm, súp, snack seasoning, gia vị plant-based hoặc nền vị umami. Khi papain cắt protein, peptide và amino acid tự do được giải phóng, góp phần tạo chiều sâu vị, hậu vị và cảm giác “brothy” hoặc “meaty” trong một số công thức. Đây là lý do enzyme protease được quan tâm trong phát triển hương vị từ protein thực vật thay vì chỉ dựa vào chiết xuất nấm men hoặc thủy phân acid [10].

Mặt trái là vị đắng. Nhiều peptide đắng có xu hướng chứa amino acid kỵ nước, và thủy phân sâu có thể làm chúng xuất hiện rõ hơn. Vì vậy, trong savory base, papain thường cần được kết hợp với thiết kế công thức: lựa chọn nguồn protein, kiểm soát mức thủy phân, phối hợp phản ứng nhiệt tạo hương, cân bằng muối, acid hữu cơ, nucleotide, đường khử hoặc thành phần tạo umami khác [11].

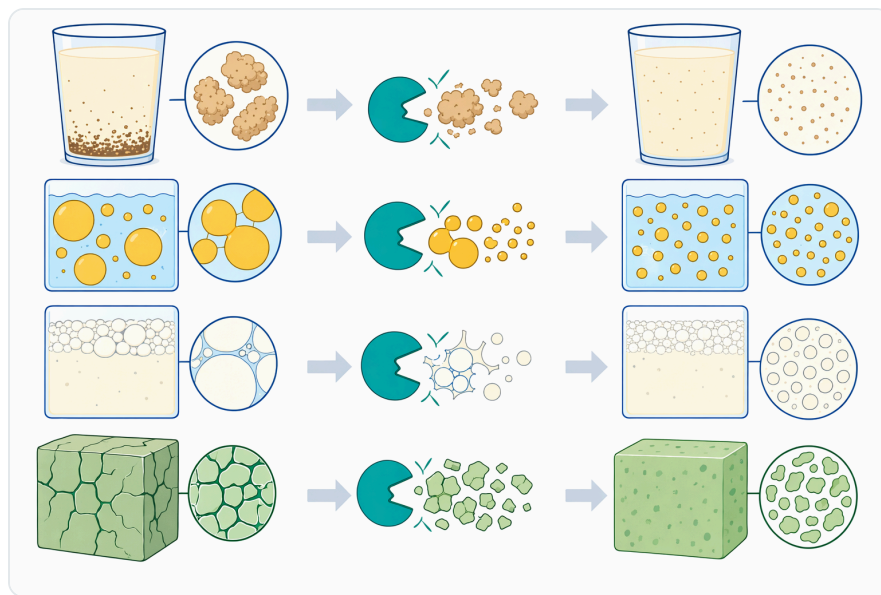


Figure 4. 식물성 단백질은 추출과 가공 과정에서 응집되거나 용해도가 낮아지거나 구조화가 어려워질 수 있기 때문에, 대개 조절된 변형이 필요합니다.

### Protein hydrolysate có tiềm năng peptide hoạt tính sinh học

Một hướng ứng dụng khác là tạo peptide có hoạt tính sinh học in vitro, chẳng hạn chống oxy hóa hoặc liên quan đến các enzyme mục tiêu trong chuyển hóa. Các tổng quan về peptide hoạt tính sinh học từ protein thực phẩm cho thấy kích thước peptide, trình tự amino acid, tính kỵ nước, điện tích và khả năng tồn tại qua tiêu hóa đều quyết định hoạt tính quan sát được [11].

Papain là một trong các protease thực vật được nghiên cứu để giải phóng peptide hoạt tính từ nhiều nguồn protein. Tổng quan về protease thực vật nhấn mạnh papain, bromelain và ficin có thể giải phóng peptide sinh học từ protein thực phẩm, nhưng hiệu quả phụ thuộc mạnh vào cơ chất và điều kiện thủy phân [6].

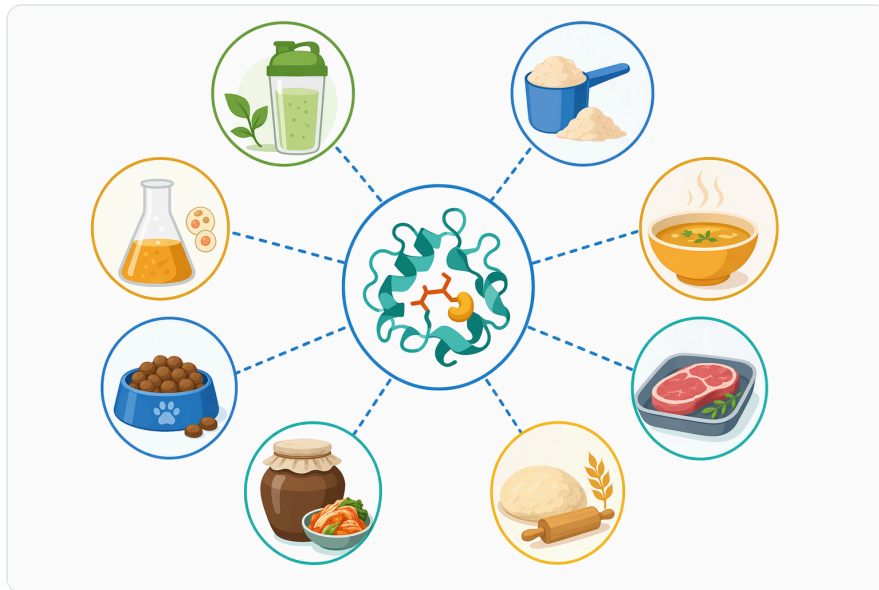
Với protein thực vật mới như water lentil hay duckweed, thủy phân enzyme đã được nghiên cứu để tạo phân đoạn có tiềm năng liên quan đến hoạt tính ức chế enzyme chuyển angiotensin trong mô hình in vitro. Những dữ liệu như vậy có giá trị định hướng R&D, nhưng không đồng nghĩa với tuyên bố sức khỏe trên sản phẩm thương mại nếu chưa có bằng chứng về tiêu hóa, hấp thu, liều dùng và yêu cầu pháp lý phù hợp [9].

## Thiết kế quá trình thủy phân: các biến số cần hiểu đúng

Kết quả thủy phân bằng papain phụ thuộc vào bản chất cơ chất. Protein đậu nành giàu globulin sẽ phản ứng khác protein gạo hoặc zein ngô; protein isolate đã xử lý nhiệt sẽ khác protein concentrate còn nhiều chất xơ, tinh bột hoặc polyphenol. Do đó, cùng một enzyme có thể tạo ra hydrolysate có độ hòa tan, vị, màu, độ nhớt và chức năng bề mặt khác nhau tùy nguyên liệu đầu vào [2].

Mức thủy phân là biến số trung tâm. Ở mức thấp, protein chỉ bị cắt một phần, thường phù hợp khi mục tiêu là cải thiện phân tán, nhũ hóa, tạo bột hoặc gel mà vẫn giữ một phần cấu trúc phân tử lớn. Ở mức cao hơn, sản phẩm có nhiều peptide ngắn, có thể phù hợp với đồ uống peptide, savory base hoặc nguyên liệu dễ tiêu hóa hơn, nhưng rủi ro đắng và mất cấu trúc tăng lên [10].

Môi trường xử lý cũng ảnh hưởng mạnh đến hoạt động của papain. pH, nhiệt độ, thời gian tiếp xúc, hàm lượng chất khô, mức khuấy trộn, độ hòa tan ban đầu của protein và sự có mặt của muối, đường, chất béo hoặc polyphenol đều có thể làm thay đổi tốc độ cắt mạch. Tài liệu về papain trong thực phẩm nhấn mạnh enzyme này có phạm vi ứng dụng rộng, nhưng điều kiện tối ưu thực tế phải gắn với từng cơ chất và mục tiêu sản phẩm [1].



**Figure 5.** 파파인 가수분해는 펩타이드 크기와 표면 화학을 변화시켜 분산성, 유화성, 거품 형성, 수분 결합, 질감, 소화성에 영향을 줄 수 있습니다.

Tiền xử lý có thể làm thay đổi khả năng tiếp cận của papain với protein. Gia nhiệt vừa phải, hydrat hóa đầy đủ, nghiền mịn, đồng hóa hoặc công nghệ hỗ trợ như siêu âm có thể làm lộ các vùng protein trước đây bị che khuất, từ đó tăng hiệu quả thủy phân. Các nghiên cứu về thủy phân enzyme kết hợp công nghệ xử lý mới cho thấy các phương pháp như siêu âm hoặc xử lý phi nhiệt có thể ảnh hưởng đến cấu trúc protein và hiệu suất tạo peptide [12].

Sau khi đạt mục tiêu công nghệ, nhiều quy trình thực phẩm sẽ cần dừng phản ứng enzyme để ổn định sản phẩm. Về nguyên tắc, bất hoạt bằng nhiệt hoặc các bước xử lý tiếp theo có thể được dùng trong sản xuất thực phẩm để hạn chế papain tiếp tục cắt protein trong bảo quản. Điều này quan trọng với sản phẩm cần texture ổn định, vì enzyme còn hoạt động có thể tiếp tục làm giảm độ nhớt, phá gel hoặc thay đổi cảm quan theo thời gian [13].

## Papain so với một số lựa chọn protease khác

Papain không phải protease duy nhất dùng cho thủy phân protein thực vật. Bromelain, ficin, alcalase, protease trung tính, protease kiềm và một số enzyme vi sinh cũng được dùng trong nghiên cứu và sản xuất. Điểm khác biệt nằm ở phổ cắt, mức độ tạo peptide đắng, ảnh hưởng đến gel/nhũ/bọt, yêu cầu điều kiện xử lý và hồ sơ cảm quan của hydrolysate [6].

So với một số protease vi sinh có xu hướng thủy phân mạnh, papain thường được đánh giá cao vì nguồn gốc thực vật, lịch sử ứng dụng trong thực phẩm và phổ cơ chất rộng. Trong công thức hương plant-based hoặc nhãn sạch hơn, nguồn gốc từ đủ đủ có thể là lợi thế truyền thông kỹ thuật, dù quyết định sử dụng vẫn phải dựa trên hiệu quả thực nghiệm trong sản phẩm cuối [1].

So với bromelain hoặc ficin, papain có nhiều điểm tương đồng vì đều là protease thực vật có khả năng cắt protein và giải phóng peptide. Tuy nhiên, từng enzyme tạo hồ sơ peptide khác nhau, nên cùng một nguyên liệu protein có thể cho độ đắng, độ hòa tan, nhũ hóa hoặc hoạt tính in vitro khác nhau. Tổng quan về protease thực vật cho thấy lựa chọn enzyme cần gắn với mục tiêu peptide và tính chất chức năng mong muốn, không chỉ dựa vào tên enzyme [6].



Figure 6. 파파인은 식물 유래 시스테인 프로테아제로서 다양한 단백질 절단에 유용하다는 점에서, 산성·중성·알칼리성 프로테아제 방식과 다릅니다.

Trong một số trường hợp, phối hợp enzyme hoặc thủy phân theo hai giai đoạn có thể tạo hiệu quả khác biệt so với dùng một enzyme đơn lẻ. Nghiên cứu trên protein đậu nành cho thấy papain, trypsin hoặc phối hợp enzyme có thể tác động khác nhau đến cấu trúc và gel, qua đó mở ra cách điều chỉnh texture sâu hơn. Tuy vậy, phối hợp enzyme cũng làm tăng độ phức tạp khi kiểm soát vị, mức thủy phân và tính ổn định [4].

## Lợi ích công nghệ có thể kỳ vọng

Lợi ích đầu tiên là cải thiện độ hòa tan và khả năng phân tán của protein thực vật. Khi papain cắt protein thành peptide nhỏ hơn, lực kết tụ có thể giảm và số nhóm phân cực tiếp xúc với nước tăng lên. Điều này đặc biệt hữu ích trong đồ uống protein, bột pha, súp, sốt và công thức cần hàm lượng protein cao nhưng vẫn muốn cảm giác miệng mịn [2].

Lợi ích thứ hai là điều chỉnh hoạt tính bề mặt. Peptide có kích thước và cân bằng ưa nước-kỵ nước phù hợp có thể hấp phụ tại giao diện dầu-nước hoặc khí-nước hiệu quả hơn protein lớn, giúp hỗ trợ nhũ hóa và tạo bọt. Các nghiên cứu trên protein đậu nành, hỗn hợp protein thực vật và protein khoai tây cho thấy thủy phân enzyme có thể làm thay đổi rõ rệt tính chất bề mặt và chức năng công nghệ [3].

Lợi ích thứ ba là tạo nền peptide cho hương vị và dinh dưỡng. Protein hydrolysate có thể đóng góp vị savory, umami, hậu vị đậm và cảm giác protein dễ tiêu hóa hơn, tùy mức thủy phân và nguồn nguyên liệu. Đồng thời, peptide từ protein thực phẩm là nhóm hợp chất được nghiên cứu nhiều về hoạt tính chống oxy hóa và các hoạt tính sinh học in vitro, dù cần phân biệt rõ giữa dữ liệu nghiên cứu và tuyên bố sản phẩm [11].

Lợi ích thứ tư là hỗ trợ tận dụng nguyên liệu phụ phẩm giàu protein. Các nguồn như bã hạt dầu, phụ phẩm ngũ cốc, protein từ thủy sinh thực vật hoặc dòng phụ trong chế biến thực phẩm có thể được chuyển thành hydrolysate có giá trị cao hơn. Tổng quan về sản xuất peptide chống oxy hóa từ protein thực phẩm cho thấy enzyme hydrolysis thường được kết hợp với công nghệ xử lý mới để tăng hiệu quả khai thác nguyên liệu [10].



Figure 7. 일반적인 파파인 가수분해 공정은 식물성 단백질을 수화하고, 효소를 첨가한 뒤, 접촉 시간을 조절하고, 반응을 비활성화한 다음, 가수분해물을 혼합·가열·건조하거나 제형화하는 과정으로 이루어집니다.

## Giới hạn kỹ thuật và rủi ro cảm quan cần kiểm soát

Rủi ro thường gặp nhất của protein hydrolysate là vị đắng. Peptide ngắn chứa nhiều amino acid kỵ nước có thể tạo vị đắng rõ, đặc biệt khi dùng trong đồ uống trung tính, sản phẩm ít đường hoặc công thức có hương nhẹ. Vì vậy, với papain, mức thủy phân phải được cân bằng giữa lợi ích chức năng và ngưỡng cảm quan chấp nhận được [10].

Rủi ro thứ hai là mất cấu trúc. Một số sản phẩm cần protein nguyên vẹn hoặc chỉ biến đổi nhẹ để tạo gel, giữ nước, tạo độ đặc hoặc tạo màng. Nếu papain cắt quá nhiều, sản phẩm có thể giảm độ nhớt, gel yếu, bọt kém bền hoặc nhũ tương dễ tách pha. Nghiên cứu trên protein đậu nành cho thấy thủy phân

giới hạn có thể thay đổi gel theo hướng có lợi hoặc bất lợi tùy mức xử lý [4].

Rủi ro thứ ba là khác biệt giữa nguyên liệu phòng thí nghiệm và nguyên liệu thương mại. Protein isolate có độ tinh sạch cao trong nghiên cứu có thể phản ứng khác concentrate chứa tinh bột, chất xơ, lipid, polyphenol hoặc khoáng. Các thành phần đi kèm này có thể che chắn protein, làm thay đổi độ nhớt, ảnh hưởng đến pH hệ hoặc tạo tương tác với peptide sau thủy phân [14].

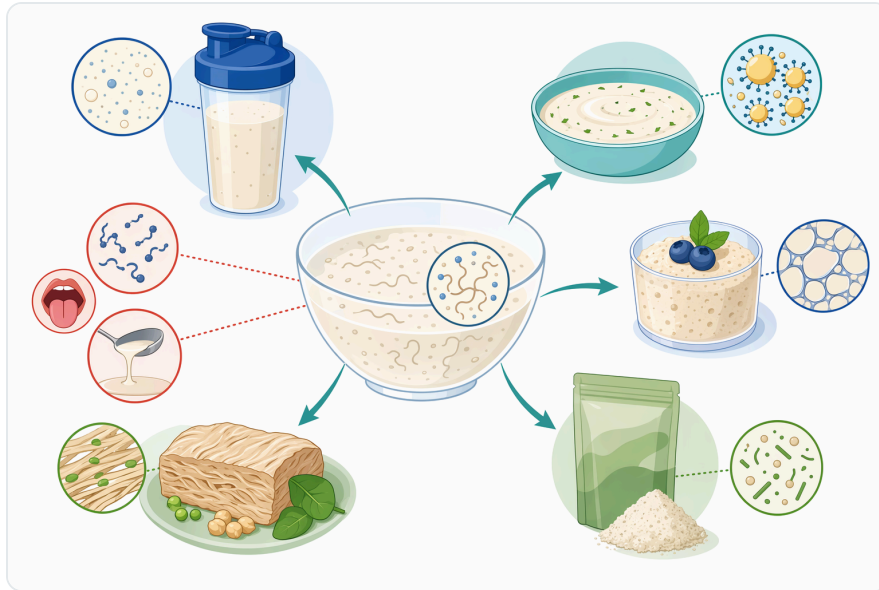
Rủi ro thứ tư là diễn giải quá mức dữ liệu hoạt tính sinh học. Peptide có hoạt tính chống oxy hóa hoặc ức chế enzyme trong ống nghiệm không tự động trở thành lợi ích sức khỏe trên người. Tiêu hóa, hấp thu, chuyển hóa, liều dùng, nền thực phẩm và quy định pháp lý đều quyết định khả năng đưa ra tuyên bố. Các bài tổng quan về peptide hoạt tính sinh học nhấn mạnh khoảng cách lớn giữa phát hiện in vitro và ứng dụng thương mại có tuyên bố sức khỏe [11].

## **Vai trò của sản phẩm papain từ Enzymes.bio trong phát triển công thức**

---

Papain food grade do Enzymes.bio cung cấp phù hợp để đội ngũ R&D thực phẩm đưa vào khảo sát công thức, tối ưu quy trình thủy phân protein thực vật và phát triển nguyên liệu hydrolysate. Sản phẩm được bán trực tiếp online theo đơn vị 1 kg, giúp người dùng tiếp cận enzyme ở quy mô phù hợp cho phát triển ứng dụng và sản xuất theo nhu cầu nội bộ .

Enzymes.bio không phải nhà sản xuất enzyme hay phòng thí nghiệm thử nghiệm, vì vậy vai trò phù hợp là cung cấp sản phẩm enzyme cùng hồ sơ đi kèm cho khách hàng. Khi đặt hàng, CoA và SDS được cung cấp kèm theo để hỗ trợ lưu hồ sơ chất lượng, an toàn và tuân thủ nội bộ. Việc đánh giá tính phù hợp trong công thức cuối cùng vẫn thuộc về đơn vị phát triển hoặc sản xuất thực phẩm sử dụng enzyme.



**Figure 8.** 파파인 가수분해는 분산성과 입안을 감싸는 느낌을 개선할 수 있지만, 펩타이드 분해가 과도하면 쓴맛이 생기거나 바디감이 줄어들 수 있습니다.

Về mặt ứng dụng, sản phẩm papain này nên được xem là công cụ xử lý protein có kiểm soát. Giá trị thực tế không nằm ở việc dùng enzyme ở mức càng nhiều càng tốt, mà ở việc xác định mức cắt mạch phù hợp với mục tiêu: tăng độ hòa tan cho đồ uống, cải thiện nhũ hóa cho sốt, hỗ trợ tạo bột cho bakery, tạo peptide savory cho gia vị, hoặc điều chỉnh texture cho sản phẩm plant-based [2].

## Kết luận

Papain là cysteine protease nguồn gốc đu đủ có nền tảng ứng dụng lâu dài trong thực phẩm và cơ sở khoa học rõ ràng cho thủy phân protein. Với protein thực vật, papain có thể giúp cắt protein thành peptide ngắn hơn, từ đó cải thiện độ hòa tan, khả năng phân tán, nhũ hóa, tạo bột, hương vị savory và tiềm năng tạo peptide chức năng trong giới hạn phù hợp [1].

Đối với phát triển sản phẩm plant-based, papain không nên được coi là giải pháp chung cho mọi vấn đề, mà là một đòn bẩy kỹ thuật cần được kiểm soát theo nguyên liệu và mục tiêu công thức. Khi mức thủy phân được thiết kế hợp lý, papain có thể hỗ trợ tạo protein hydrolysate có giá trị cho đồ uống protein, bột hoàn nguyên, sốt, kem thực vật, bakery không gluten, savory base và nguyên liệu peptide thực phẩm [2].

Sản phẩm papain food grade của Enzymes.bio được cung cấp trực tuyến theo đơn vị 1 kg, kèm CoA và SDS khi đặt hàng. Trong chuỗi phát triển công thức, Enzymes.bio đóng vai trò nhà cung cấp enzyme; hiệu quả cảm quan, tính ổn định, điều kiện xử lý và khả năng đưa ra tuyên bố dinh dưỡng hoặc chức năng cần được đánh giá trên từng sản phẩm cuối bởi đơn vị sử dụng.

## Đặt mua Papain 1.5 Million U/G High Enzyme Activity For Plant Protein Hydrolysis Food Grade 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 Papain 1.5 Million U/G High Enzyme Activity For Plant Protein Hydrolysis Food Grade →](#)

## 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. Fernández-Lucas, J., Castaneda, D., & Hormigo, D. (2017). New trends for a classical enzyme: Papain, a biotechnological success story in the food industry. *Trends in Food Science and Technology*, 68, 91-101.
2. Gasparre, N., Rosell, C. M., & Boukid, F. (2024). Enzymatic Hydrolysis of Plant Proteins: Tailoring Characteristics, Enhancing Functionality, and Expanding Applications in the Food Industry. *Food and Bioprocess Technology*, 18, 3272 - 3287.
3. Li, Q., Chang, B., Huang, G., Wang, D., Gao, Y., Fan, Z., Sun, H., ... et al. (2025). Differential Enzymatic Hydrolysis: A Study on Its Impact on Soy Protein Structure, Function, and Soy Milk Powder Properties. *Foods*, 14.
4. Yin, C., Zhang, X., Xu, B., Zhao, Q., Zhang, S., & Li, Y. (2024). Effect of limited hydrolysis on the structure and gel properties of soybean isolate proteins: A comparative study of papain or/and trypsin. *International Journal of Biological Macromolecules*, 282 Pt 6, 137398 .
5. Wu, D., Wu, W., Zhang, N., Soladoye, O. P., Aluko, R., Zhang, Y., & Fu, Y. (2024). Tailoring soy protein/corn zein mixture by limited enzymatic hydrolysis to improve digestibility and functionality. *Food chemistry: X*, 23.
6. Mazorra-Manzano, M., Ramírez-Suárez, J. C., & Yada, R. (2018). Plant proteases for bioactive peptides release: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 58, 2147 - 2163.
7. Sung, W., Tan, C., Lai, P., Wang, S., Chiou, T., & Lee, W. (2025). Enhancing the Functional and Emulsifying Properties of Potato Protein via Enzymatic Hydrolysis with Papain and Bromelain for Gluten-Free Cake Emulsifiers. *Foods*, 14.
8. Pacheco, A. F. C., Pacheco, F. C., Cunha, J. S., Nalon, G. A., Gusmão, J. V. F., Santos, F. R., Andressa, I., ... et al. (2025). Physicochemical Properties and In Vitro Antioxidant Activity Characterization of Protein Hydrolysates Obtained from Pumpkin Seeds Using Conventional and Ultrasound-Assisted Enzymatic Hydrolysis. *Foods*, 14.
9. Bernier, M., Thibodeau, J., & Bazinet, L. (2024). Enzymatic Hydrolysis of Water Lentil (Duckweed): An Emerging Source of Proteins for the Production of Antihypertensive Fractions. *Foods*, 13.
10. Habinshuti, I., Nsengumuremyi, D., Muhoza, B., Ebenezer, F., Aregbe, A. Y., & Ndisanze, M. A. (2023). Recent and novel processing technologies coupled with enzymatic hydrolysis to enhance the production of antioxidant peptides from food proteins: A review. *Food Chemistry*, 423, 136313 .

11. Bidram, M., & Ganjalikhany, M. R. (2024). Bioactive peptides from food science to pharmaceutical industries: Their mechanism of action, potential role in cancer treatment and available resources. *Heliyon*, 10.
12. Burak, L., & Zavaley, A. (2024). Combined Ultrasound and Microwave Food Processing: Efficiency Review. *Food processing*.
13. Abril, B., Bou, R., García-Pérez, J. V., & Benedito, J. (2023). Role of Enzymatic Reactions in Meat Processing and Use of Emerging Technologies for Process Intensification. *Foods*, 12.
14. Du, Q., Li, H., Tu, M., Wu, Z., Zhang, T., Liu, J., Ding, Y., ... et al. (2024). Legume protein fermented by lactic acid bacteria: Specific enzymatic hydrolysis, protein composition, structure, and functional properties. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 238, 113929 .

## Liên hệ Enzymes.bio

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

EMAIL [wholesale@enzymes.bio](mailto: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.