

Transglutaminase TG cho thực phẩm: enzyme tạo liên kết protein để cải thiện gel, độ đàn hồi và giữ nước

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

Transglutaminase TG dùng trong thực phẩm là enzyme xúc tác liên kết chéo giữa các protein, đặc biệt thông qua phản ứng giữa gốc glutamine và lysine, giúp mạng protein chắc hơn, giữ nước tốt hơn và ổn định cấu trúc trong các sản phẩm như thịt, cá, sữa, đậu nành, bột mì và nhũ tương. Với sản phẩm **Food Grade Transglutaminase Enzyme Powder – TG for Food Products, CAS 80146-85-6**, Enzymes.bio đóng vai trò nhà cung cấp trực tuyến, không phải nhà sản xuất hay phòng thí nghiệm; sản phẩm được bán theo đơn vị 1 kg và CoA, SDS được cung cấp kèm theo khi đặt hàng.

Transglutaminase là gì trong bối cảnh chế biến thực phẩm?

Transglutaminase, thường viết tắt là TG hoặc mTG khi nói đến dạng vi sinh vật, là nhóm enzyme có khả năng “khâu nối” các phân tử protein bằng liên kết cộng hóa trị. Trong thực phẩm giàu protein, chức năng này đặc biệt có giá trị vì cấu trúc sản phẩm — độ dai, độ đàn hồi, độ cắt lát, độ mọng nước, độ mịn của gel — phần lớn phụ thuộc vào cách các chuỗi protein tương tác với nhau trong quá trình phối trộn, ủ, gia nhiệt và làm nguội ^[1].

Khác với protease, vốn cắt protein thành peptide nhỏ hơn, transglutaminase chủ yếu làm tăng mức độ liên kết giữa các protein. Phản ứng điển hình là chuyển acyl từ nhóm γ -carboxamide của glutamine sang nhóm ϵ -amino của lysine, tạo liên kết isopeptide ϵ -(γ -glutamyl)lysine; liên kết này có thể xuất hiện trong cùng một chuỗi protein hoặc giữa nhiều chuỗi protein khác nhau, từ đó hình thành mạng lưới bền hơn ^[1].

Trong ngôn ngữ sản xuất, có thể xem TG như một công cụ điều chỉnh cấu trúc protein chứ không phải phụ gia tạo đặc thông thường. Hydrocolloid như carrageenan, xanthan hoặc tinh bột biến tính thường tăng độ nhớt bằng hút nước, trương nở hoặc tạo mạng polysaccharide; TG thì khác, nó tác động trực tiếp lên protein và làm thay đổi kiến trúc liên kết của ma trận protein ^[2].

Sản phẩm Food Grade Transglutaminase Enzyme Powder – TG for Food Products, CAS 80146-85-6 trên Enzymes.bio được định vị cho các ứng dụng thực phẩm cần cải thiện liên kết protein và cấu trúc thành phẩm. Enzymes.bio không tuyên bố là nhà sản xuất enzyme hoặc đơn vị phân tích; vai trò phù hợp là cung cấp sản phẩm thương mại trực tuyến, kèm tài liệu CoA và SDS khi đơn hàng được xử lý .

Cơ chế hoạt động: vì sao TG làm gel chắc hơn và giảm tách nước?

Để hiểu cơ chế, hãy hình dung protein trong thịt, cá, sữa hoặc đậu nành như các sợi polymer sinh học có nhiều điểm phản ứng. Khi sản phẩm được xay, nhào, hydrat hóa hoặc gia nhiệt, các sợi protein mở ra ở mức độ khác nhau; TG tận dụng các điểm glutamine và lysine có thể tiếp cận được để tạo cầu nối giữa chúng, làm mạng lưới protein liên tục hơn và ít bị rã dưới lực cơ học [1].

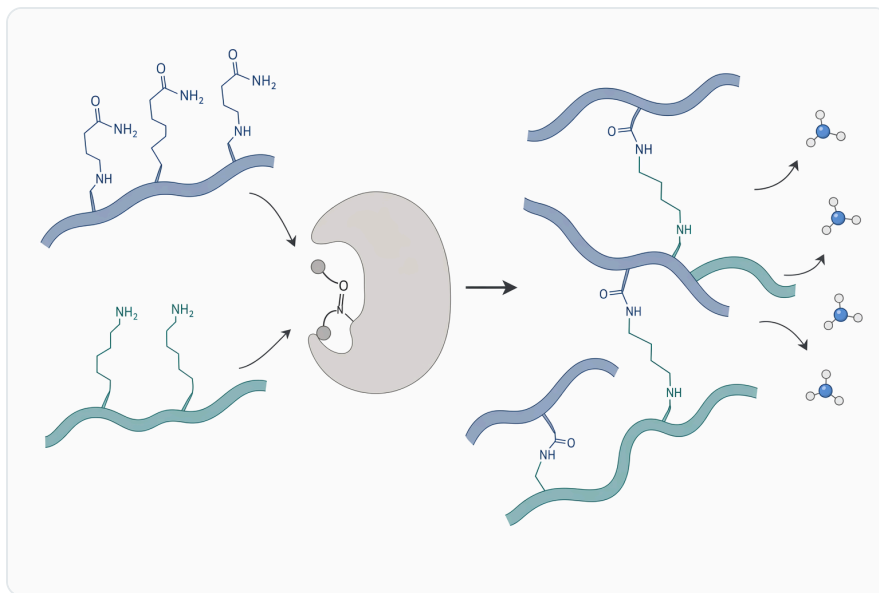


Figure 1. Transglutaminase củng cố mạng lưới protein thực phẩm bằng cách hình thành các liên kết chéo cộng hóa trị ϵ -(γ -glutamyl) lysine giữa các gốc glutamine và lysine.

Liên kết isopeptide do TG xúc tác có ý nghĩa công nghệ vì nó không chỉ dựa trên tương tác yếu như liên kết hydro, lực kỵ nước hoặc tương tác tĩnh điện. Khi số lượng cầu nối protein tăng lên trong điều kiện phù hợp, ma trận gel thường có khả năng giữ nước tốt hơn, chịu cắt tốt hơn và duy trì hình dạng ổn định hơn sau các bước chế biến như hấp, nướng, chiên, làm lạnh hoặc rã đông [3].

Các nghiên cứu cấu trúc trên thành viên của họ transglutaminase, chẳng hạn yếu tố đông máu XIII của người, cho thấy nhóm enzyme này có trung tâm hoạt động chuyên biệt cho phản ứng liên kết chéo protein. Dù enzyme dùng trong thực phẩm thường là transglutaminase vi sinh vật chứ không phải enzyme người, dữ liệu cấu trúc giúp giải thích vì sao phản ứng đặc trưng của nhóm enzyme này là hình thành liên kết cộng hóa trị giữa đại phân tử protein [4].

Một điểm quan trọng là TG không tự tạo hiệu quả nếu nền công thức không có protein thích hợp hoặc protein không ở trạng thái có thể tiếp cận. Protein quá ít, đã bị biến tính quá sâu, bị thủy phân quá mức, hoặc bị che chắn bởi chất béo, polysaccharide và muối khoáng có thể làm giảm khả năng hình thành mạng liên kết hiệu quả [1].

Những vấn đề công nghệ mà transglutaminase thường giải quyết

Trong thực phẩm giàu protein, các lỗi thường gặp bao gồm gel yếu, lát cắt dễ vỡ, bề mặt chảy nước, sản phẩm co rút sau gia nhiệt, nhũ tương kém bền, cấu trúc bở hoặc cảm giác nhai không đồng nhất. TG được dùng để xử lý phần “khung protein” của các hệ này, tức là cải thiện cách protein liên kết để giữ nước, giữ mỡ, giữ khí hoặc giữ hình dạng [3].

Ở sản phẩm thịt và thủy sản, protein myofibrillar như myosin và actin là thành phần quan trọng tạo gel. Khi được chiết và phân tán tốt trong quá trình xay trộn, các protein này có thể trở thành cơ chất cho TG, giúp tăng độ chắc, độ đàn hồi và tính liên tục của cấu trúc, nhất là trong chả cá, xúc xích, viên thịt, surimi hoặc sản phẩm tái cấu trúc [2].

Trong sữa, TG được quan tâm vì casein và whey protein có thể tham gia mạng liên kết chéo, ảnh hưởng đến độ nhớt, độ mịn, khả năng giữ nước và hiện tượng tách whey. Tổng quan về ứng dụng TG trong sữa cho thấy enzyme này đã được nghiên cứu nhiều trong sữa chua, phô mai và các hệ protein sữa nhằm cải thiện đặc tính gel và kết cấu cảm quan [5].

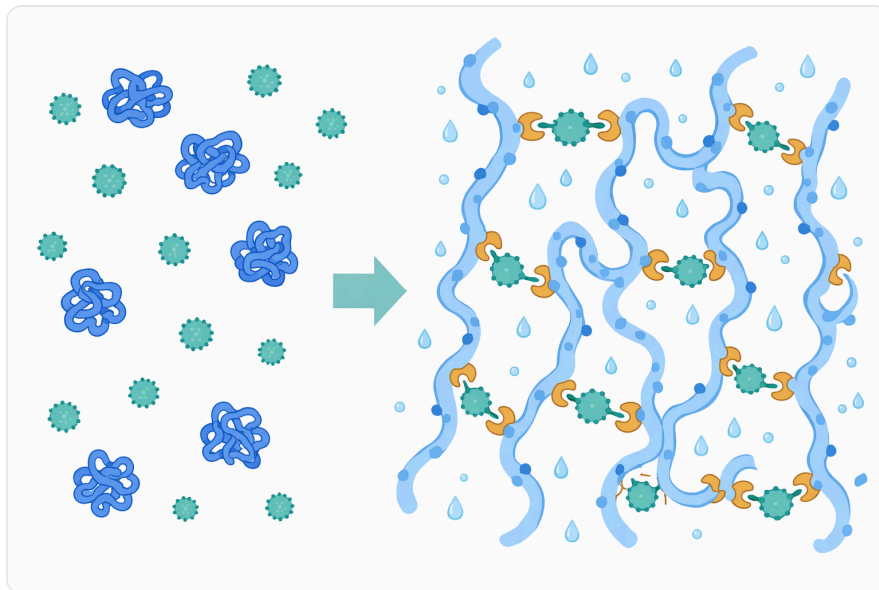


Figure 2. Quá trình hydrat hóa, hòa tan và mở cuộn một phần giúp các vị trí trên protein dễ tiếp cận hơn để transglutaminase xúc tác tạo liên kết chéo.

Trong protein thực vật, đặc biệt là đậu nành, TG có thể hỗ trợ tăng ổn định nhũ tương và khả năng giữ nước nếu protein được phân tán, thủy hóa hoặc xử lý trước theo cách làm lộ các vị trí phản ứng. Nghiên cứu trên nhũ tương dầu-trong-nước dùng protein đậu nành biến đổi bằng papain và TG cho thấy xử lý enzyme có thể cải thiện tính ổn định đông lạnh-rã đông của hệ nhũ tương, một chỉ số quan trọng đối với thực phẩm lạnh đông [6].

Bảng so sánh ứng dụng TG theo nền thực phẩm

Nền sản phẩm	Protein/cấu trúc mục tiêu	Tác dụng công nghệ thường kỳ vọng	Điểm cần kiểm soát	Bảng chứng liên quan
Thịt, cá, surimi, viên và xúc xích	Protein cơ, đặc biệt hệ myofibrillar	Tăng độ chắc gel, độ đàn hồi, khả năng cắt lát và giữ nước	Độ tươi nguyên liệu, mức chiết protein, muối, phối trộn, gia nhiệt	TG cải thiện gel protein thực phẩm và có thể kết hợp tiền xử lý để tăng chất lượng gel [2]
Sữa chua, phô mai, gel sữa	Casein, whey protein	Giảm tách whey, tăng độ mịn, cải thiện độ nhớt và gel	Trạng thái protein sữa, xử lý nhiệt, pH, quá trình lên men	Ứng dụng TG trong sữa được tổng quan là hướng cải thiện cấu trúc đáng chú ý [5]
Đậu nành và protein thực vật	Globulin đậu nành, protein thực vật hydrat hóa	Cải thiện độ đồng nhất, giữ nước, độ ổn định nhũ tương	Mức biến tính, thủy phân, chất xơ, tinh bột, chất béo	Protein đậu nành xử lý bằng enzyme có thể tăng ổn định nhũ tương khi đông lạnh-rã đông [6]
Bột mì, mì, bánh hấp/nướng	Gluten và protein bổ sung	Điều chỉnh độ dai, độ đàn hồi, khả năng giữ cấu trúc	Tránh liên kết chéo quá mức; cân bằng với nhào, hydrat hóa, lên men	TG được tổng quan như enzyme liên kết chéo có ứng dụng trong nhiều hệ thực phẩm [1]
Nhũ tương, vi bao, thực phẩm cấu trúc mới	Màng protein tại giao diện dầu-nước hoặc lõi-vỏ	Tăng bề mặt giao diện, giảm tách pha, cải thiện ổn định trong bảo quản	Protein phải hấp phụ tốt tại giao diện trước khi liên kết chéo	TG có thể làm thay đổi cấu trúc protein và tính bền của nhũ tương [6]

Ứng dụng trong thịt, cá và sản phẩm tái cấu trúc

Trong thịt chế biến, TG thường được dùng khi cần tạo liên kết giữa các mảnh thịt nhỏ, thịt xay hoặc hệ nhũ tương thịt. Cơ chế hữu ích nhất là tạo cầu nối giữa các protein cơ sau khi chúng được giải phóng một phần bởi xay trộn và muối, từ đó giúp sản phẩm có cấu trúc liền khối hơn, giảm vụn vỡ và cải thiện

cảm giác cắn [2].

Đối với chả cá, surimi và viên cá, chất lượng gel phụ thuộc mạnh vào khả năng myosin tạo mạng khi gia nhiệt. TG có thể hỗ trợ hình thành mạng trước hoặc trong giai đoạn gia nhiệt, giúp gel có độ đàn hồi và khả năng giữ nước tốt hơn; tuy nhiên, hiệu quả cuối cùng còn phụ thuộc vào độ tươi cá, pH, mức rửa, hàm lượng nước và điều kiện gia nhiệt [3].

Một hướng đáng chú ý là kết hợp TG với các biện pháp làm lộ vị trí phản ứng của protein, chẳng hạn tiền xử lý vật lý hoặc kết hợp với polysaccharide phù hợp. Nghiên cứu trên protein myofibrillar thịt heo cho thấy tiền xử lý siêu âm kết hợp carrageenan có thể cải thiện tính chất gel do TG trung gian, gợi ý rằng enzyme hoạt động tốt hơn khi cấu trúc protein được chuẩn bị hợp lý [2].

Về mặt R&D, TG không nên được dùng để che giấu nguyên liệu kém chất lượng. Nếu protein đã bị oxy hóa, phân giải hoặc mất chức năng mạnh, enzyme vẫn có thể tạo một số liên kết nhưng khó tạo ra cấu trúc đạt yêu cầu về cảm quan và ổn định chế biến [1].

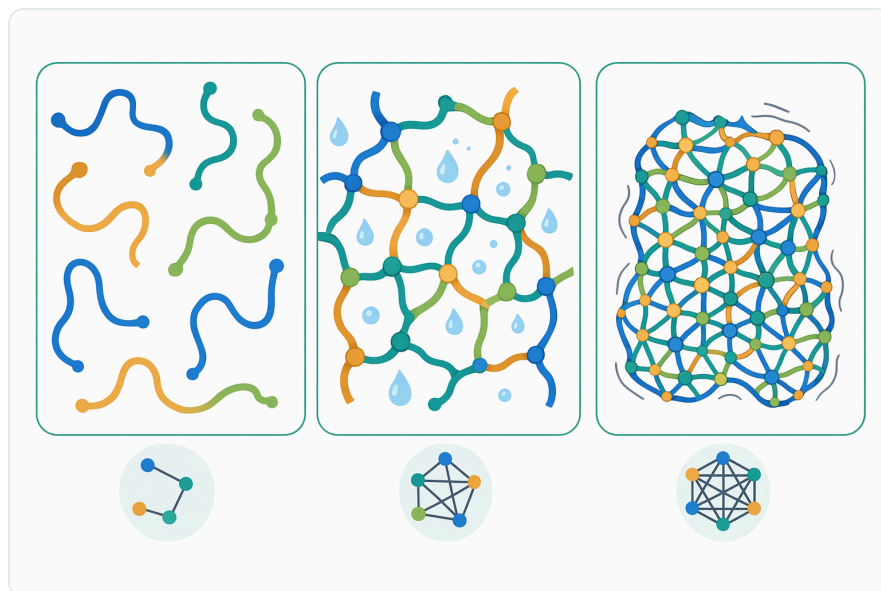


Figure 3. Kết cấu được cải thiện khi mật độ liên kết chéo đạt mức trung bình phù hợp, trong khi liên kết chéo quá ít hoặc quá nhiều có thể tạo ra sản phẩm yếu hoặc quá cứng.

Ứng dụng trong sữa chua, phô mai và protein whey

Trong sữa chua, vấn đề phổ biến là gel yếu, tách whey và cảm giác miệng loãng. TG có thể liên kết casein và một phần whey protein, làm mạng gel sữa dày và đồng nhất hơn; nhờ đó sản phẩm có thể cải thiện độ nhót, độ mịn và khả năng giữ nước nếu được tích hợp đúng vào quy trình lên men hoặc xử lý nhiệt [5].

Trong phô mai và sản phẩm tương tự phô mai, TG có thể ảnh hưởng đến độ chắc, độ đàn hồi và hiệu suất giữ ẩm của khối đông. Tuy nhiên, vì quá trình tạo phô mai còn phụ thuộc vào đông tụ casein, acid hóa, enzyme đông tụ, muối và thoát whey, TG nên được hiểu là công cụ hỗ trợ cấu trúc chứ không thay thế các bước công nghệ cốt lõi [5].

Đối với whey protein, liên kết chéo bằng TG có thể làm thay đổi kích thước phân tử, trạng thái tập hợp và khả năng tạo gel. Điều này mở ra ứng dụng trong đồ uống protein, gel protein, topping, nhân kem hoặc các hệ cần độ nhớt và ổn định cao hơn, nhưng cũng cần chú ý nguy cơ tăng đục, tăng độ đặc hoặc thay đổi cảm giác miệng nếu công thức không cân bằng [1].

Ứng dụng trong đậu nành, protein thực vật và thực phẩm plant-based

Protein thực vật thường khó tạo cấu trúc “cắn” giống thịt hoặc gel mịn như sữa vì thành phần protein đa dạng, có chất xơ, tinh bột, lipid và các hợp chất phenolic đi kèm. TG giúp cải thiện một phần thách thức này bằng cách tăng liên kết giữa các protein có vị trí glutamine và lysine tiếp cận được, đặc biệt trong hệ protein đã được hydrat hóa tốt hoặc xử lý nhiệt vừa đủ [1].

Trong hệ đậu nành, nghiên cứu về nhũ tương dầu-trong-nước dùng soybean protein isolate cho thấy kết hợp thủy phân có kiểm soát và liên kết chéo bằng TG có thể cải thiện ổn định đông lạnh-rã đông. Điều này có ý nghĩa với sốt, kem thực vật, nhân đông lạnh, sản phẩm thay thế thịt có pha dầu hoặc các sản phẩm cần duy trì cấu trúc sau chu kỳ bảo quản lạnh [6].

Tuy nhiên, phản ứng trong protein thực vật thường khó dự đoán hơn hệ thịt hoặc sữa. Nếu protein bị thủy phân quá mạnh, chuỗi peptide có thể quá ngắn để tạo mạng liên tục; nếu protein kết tụ quá sớm, enzyme khó tiếp cận vị trí phản ứng; nếu công thức chứa nhiều chất xơ không hòa tan, cảm giác miệng có thể vẫn thô dù liên kết protein được tăng cường [1].

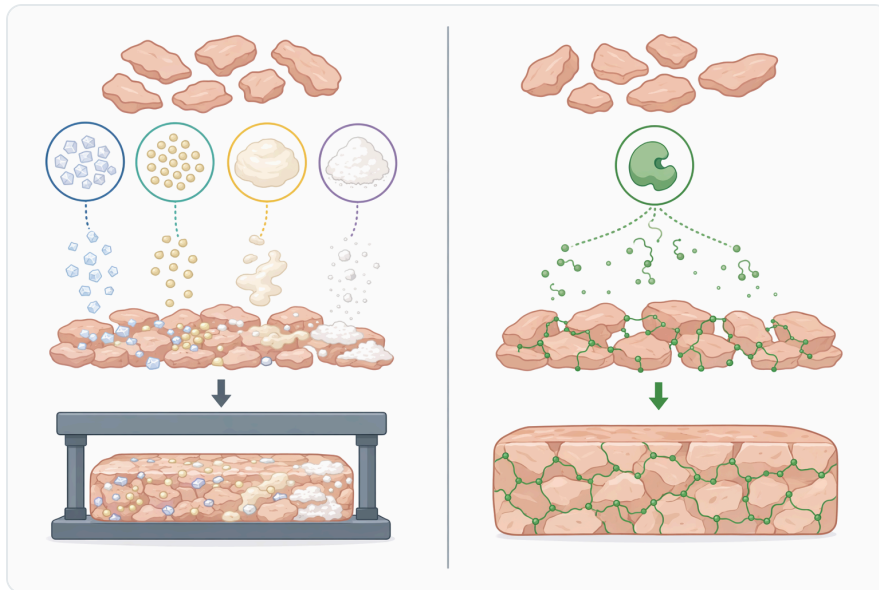


Figure 4. Transglutaminase khác với nhiệt, hydrocolloid, tinh bột và protease vì nó xây dựng cấu trúc bằng cách nối cộng hóa trị chính các protein sẵn có trong thực phẩm.

Ứng dụng trong bột mì, mì, bánh hấp và bánh nướng

Trong hệ bột mì, TG có thể tác động lên gluten và các protein bổ sung để điều chỉnh độ đàn hồi, độ dai và khả năng giữ hình dạng. Với mì, bánh hấp hoặc sản phẩm cần độ chắc chắn, liên kết chéo protein có thể giúp giảm mềm nhũn sau nấu; với bánh mì, cần cân bằng cẩn thận vì mạng protein quá chặt có thể ảnh hưởng đến khả năng nở và thể tích ^[1].

TG đặc biệt hữu ích khi công thức có thêm protein ngoài gluten, ví dụ protein đậu nành, protein sữa, protein đậu Hà Lan hoặc bột giàu protein. Trong trường hợp này, enzyme có thể giúp các protein khác nhau tham gia một mạng cấu trúc chung, nhưng mức độ tương thích phụ thuộc vào tỷ lệ nguyên liệu, hydrat hóa, pH và lịch sử nhiệt của từng loại protein ^[1].

Ứng dụng trong bột mì nên được đánh giá theo mục tiêu sản phẩm cụ thể: tăng dai cho mì không giống tăng mềm cho bánh mì; tăng độ giữ nước cho bánh hấp không giống tăng giòn cho bánh nướng. TG là công cụ điều chỉnh liên kết protein, nên hiệu quả mong muốn chỉ rõ ràng khi mục tiêu cấu trúc được xác định ngay từ thiết kế công thức ^[1].

Ứng dụng trong nhũ tương, vi bao và thực phẩm cấu trúc mới

Trong nhũ tương, protein thường đóng vai trò chất nhũ hóa bằng cách hấp phụ lên bề mặt giọt dầu và tạo màng giao diện. Nếu màng protein quá yếu, giọt dầu dễ kết tụ, tách lớp hoặc mất ổn định khi đông lạnh-rã đông; TG có thể củng cố lớp protein này bằng liên kết chéo, làm màng giao diện bền hơn trước

biến động cơ học hoặc nhiệt [6].

Ứng dụng này phù hợp với sốt, sản phẩm nhũ hóa giàu protein, kem, nhân béo, thực phẩm lạnh đông hoặc hệ vi bao chứa dầu. Điều kiện quan trọng là protein cần được phân tán và hấp phụ tốt trước khi liên kết chéo; nếu enzyme được thêm khi protein chưa định vị ở giao diện, hiệu quả ổn định nhũ tương có thể không tối ưu [6].

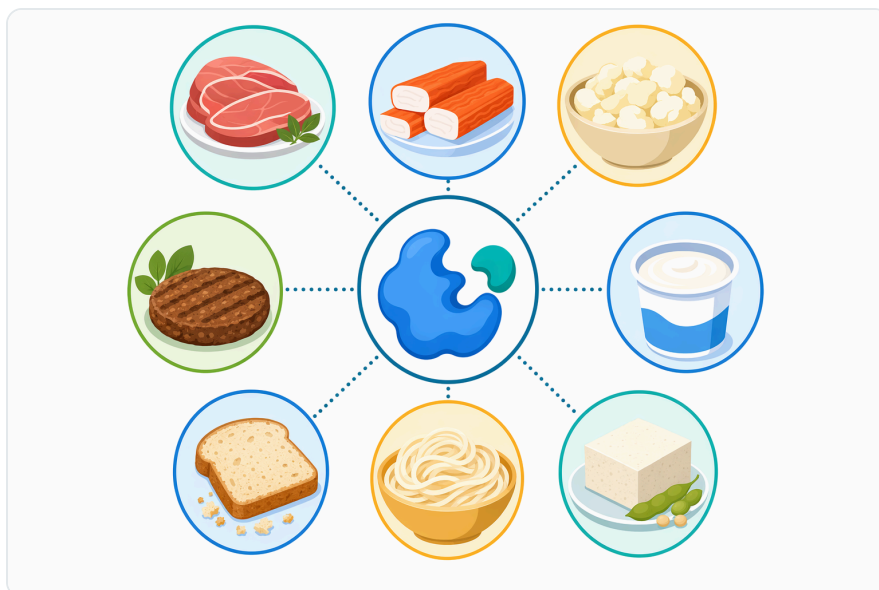


Figure 5. Các ứng dụng thực phẩm chính gồm tái cấu trúc thịt, tăng cường gel surimi, kiểm soát gel sữa, tạo độ kết dính cho protein thực vật, điều chỉnh bột mì, nhũ tương và màng ăn được.

Trong thực phẩm cấu trúc mới, TG còn được xem như công cụ thiết kế ma trận protein-polysaccharide hoặc protein-lipid. Các tổng quan gần đây về transglutaminase trong thực phẩm và công nghệ sinh học mô tả enzyme này không chỉ giới hạn ở thịt hoặc sữa mà còn có vai trò trong tạo vật liệu thực phẩm, hệ gel, hệ nhũ tương và sản phẩm giàu protein có cấu trúc được kiểm soát [1].

Các yếu tố quy trình ảnh hưởng đến hiệu quả của TG

Yếu tố đầu tiên là cơ chất protein. TG cần các vị trí glutamine và lysine đủ tiếp cận; vì vậy protein nguyên khối, protein đã mở cấu trúc một phần, protein hòa tan hoặc protein được chiết tốt thường phản ứng khác nhau. Trong thịt và cá, quá trình xay trộn và chiết protein cơ rất quan trọng; trong sữa, xử lý nhiệt có thể làm whey protein tham gia mạng tốt hơn; trong thực vật, hydrat hóa và phân tán là điểm quyết định [5].

Yếu tố thứ hai là thời điểm bổ sung enzyme. Nếu bổ sung quá muộn, protein có thể đã đông tụ hoặc hình thành cấu trúc không còn linh động; nếu bổ sung quá sớm trong môi trường không phù hợp, enzyme có thể bị giảm hiệu quả trước khi phản ứng mong muốn diễn ra. Cách tiếp cận hợp lý là đưa TG vào giai đoạn protein còn có thể tương tác, sau đó dùng bước gia nhiệt hoặc xử lý tiếp theo để cố định cấu trúc sản phẩm [1].

Yếu tố thứ ba là tương tác với thành phần công thức. Muối, phosphate, đường, chất béo, hydrocolloid, chất xơ và pH đều có thể ảnh hưởng đến độ hòa tan protein, mức mở cấu trúc và khả năng enzyme tiếp cận cơ chất. Ví dụ, carrageenan có thể phối hợp với protein cơ để cải thiện gel khi được thiết kế phù hợp, nhưng nếu dùng không cân bằng cũng có thể làm thay đổi nước tự do, độ cứng hoặc cảm giác miệng [2].

Yếu tố thứ tư là kiểm soát nhiệt. TG là enzyme nên hoạt tính phụ thuộc vào điều kiện môi trường và có thể giảm khi gặp điều kiện bất lợi hoặc gia nhiệt mạnh; trong thực phẩm, bước nhiệt sau phản ứng thường vừa làm chín sản phẩm vừa giúp ổn định cấu trúc cuối. Điều này giải thích vì sao cùng một liều công thức nhưng thay đổi thứ tự trộn, thời gian nghỉ hoặc lịch gia nhiệt có thể cho kết quả cảm quan rất khác nhau [3].

Lợi ích công nghệ khi sử dụng đúng cách

Lợi ích rõ nhất của TG là cải thiện cấu trúc protein: sản phẩm có thể chắc hơn, đàn hồi hơn, ít bở hơn và giữ hình dạng tốt hơn sau cắt, đóng gói, vận chuyển hoặc gia nhiệt lại. Cơ sở của lợi ích này là sự hình thành mạng liên kết chéo giữa các protein, được ghi nhận rộng rãi trong các tổng quan về transglutaminase trong thực phẩm [1].

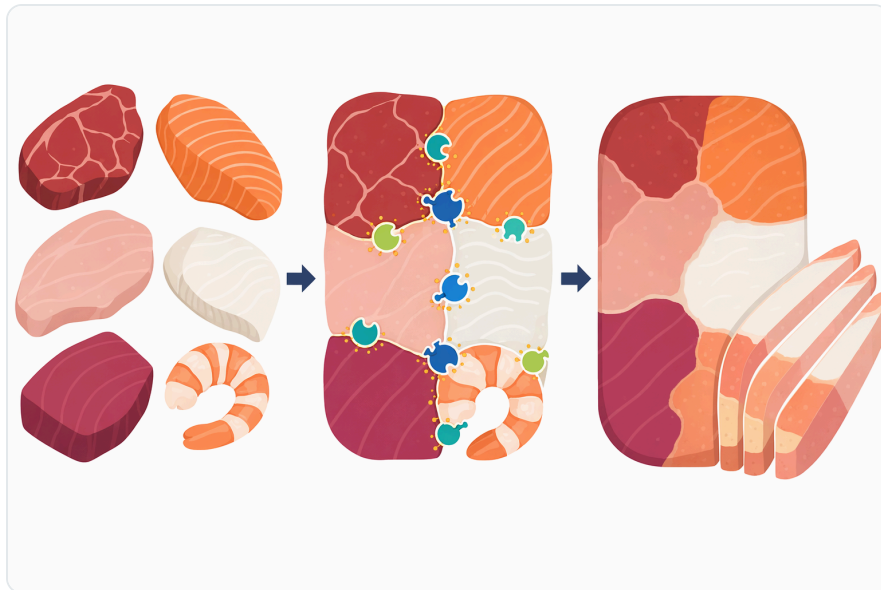


Figure 6. Trong các hệ thịt, gia cầm, hải sản và surimi, các liên kết chéo giữa những protein cơ được bộc lộ giúp cải thiện độ kết dính, khả năng cắt lát và độ đàn hồi của gel.

Lợi ích thứ hai là cải thiện khả năng giữ nước. Khi mạng protein liên tục và ít đứt gãy hơn, nước có xu hướng bị giữ trong các khoang gel tốt hơn, giúp giảm rỉ dịch ở thịt chế biến, giảm tách whey ở sữa chua hoặc cải thiện độ mọng trong sản phẩm thủy sản [5].

Lợi ích thứ ba là hỗ trợ ổn định nhũ tương. Protein liên kết chéo tại giao diện có thể làm lớp màng quanh giọt dầu bền hơn, hạn chế kết tụ và tách pha; nghiên cứu trên protein đậu nành biến đổi bằng papain và TG cho thấy tác động tích cực đến ổn định đông lạnh-rã đông của nhũ tương dầu-trong-nước [6].

Lợi ích thứ tư là mở rộng khả năng thiết kế thực phẩm giàu protein. Khi kết hợp với xử lý nhiệt, xử lý cơ học, hydrocolloid hoặc protein khác nguồn, TG giúp nhà phát triển sản phẩm tạo ra phổ cấu trúc rộng hơn: từ gel mềm mịn, cấu trúc dai đàn hồi đến hệ nhũ tương hoặc sản phẩm plant-based có cảm giác cắn tốt hơn [2].

Giới hạn kỹ thuật và cách diễn giải bằng chứng

TG không phải giải pháp phổ quát cho mọi lỗi cấu trúc. Nếu nguyên liệu có hàm lượng protein thấp, protein không phù hợp, chất béo tách pha mạnh, độ ẩm quá cao hoặc quy trình gia nhiệt không ổn định, enzyme có thể chỉ cải thiện một phần hoặc thậm chí làm sản phẩm quá cứng, quá dai, kém nở hoặc kém mịn [1].

Cũng cần phân biệt giữa bằng chứng công nghệ và tuyên bố sức khỏe. TG có thể làm thay đổi cấu trúc protein và đôi khi được nghiên cứu trong bối cảnh giảm hoặc điều chỉnh tính dị ứng của protein thực phẩm, nhưng các tổng quan về dị ứng thực phẩm nhấn mạnh rằng enzyme và biopolymer có thể làm thay đổi epitope theo nhiều hướng khác nhau; không nên tuyên bố TG loại bỏ dị ứng nếu không có dữ liệu đặc hiệu cho sản phẩm cuối [7].

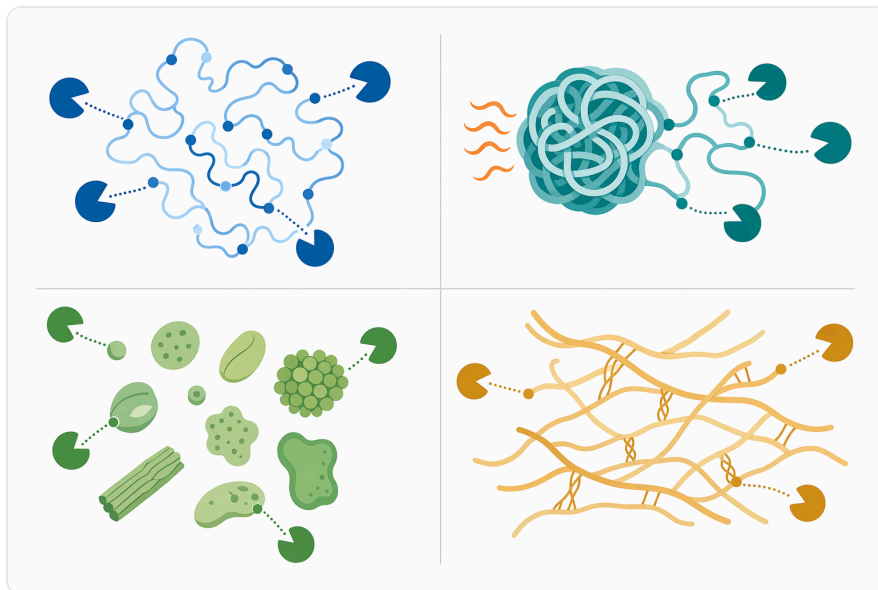


Figure 7. Các nguồn protein khác nhau phản ứng khác nhau vì khả năng tiếp cận các vị trí phản ứng phụ thuộc vào cấu trúc protein, lịch sử xử lý, độ hòa tan và mức độ hydrat hóa.

Một điểm dễ gây nhầm lẫn là họ transglutaminase có nhiều thành viên trong sinh học người, chẳng hạn tissue transglutaminase liên quan đến nhiều quá trình sinh lý và bệnh lý. Các nghiên cứu y sinh về transglutaminase của người không thể được dùng trực tiếp để suy luận tác động của enzyme thực phẩm trong ma trận chế biến, vì nguồn enzyme, cơ chất, đường tiếp xúc và bối cảnh sinh học rất khác nhau [8].

Do đó, cách truyền thông B2B phù hợp là mô tả TG như enzyme hỗ trợ cấu trúc protein, không phải chất điều trị, chất bảo quản diệt khuẩn hay công cụ “nâng cấp” nguyên liệu không đạt chất lượng. Việc sử dụng cần phù hợp quy định địa phương, yêu cầu ghi nhãn và tiêu chuẩn nội bộ của từng nhà sản xuất thực phẩm [1].

Lưu ý về bảo quản và xử lý trong nhà máy

Vì là enzyme, TG nên được bảo quản theo hướng tránh ẩm, tránh nhiệt bất lợi và hạn chế tiếp xúc kéo dài với điều kiện có thể làm giảm hiệu quả. Trong sản xuất, thao tác cân, phân tán và phối trộn cần hướng đến phân bố đồng đều trong khối nguyên liệu, vì enzyme phân tán không đều có thể tạo vùng

quá cứng hoặc vùng không đủ liên kết [3].

Ở sản phẩm khô hoặc bán khô, TG cần đủ nước để enzyme và protein tiếp xúc; ở hệ quá loãng, mạng protein có thể không đủ mật độ để hình thành gel mong muốn. Điều này cho thấy độ ẩm không chỉ là thông số công thức mà còn là yếu tố quyết định động học tiếp xúc giữa enzyme và cơ chất protein [1].

Trong hệ lạnh đông, TG không thay thế kiểm soát tinh thể đá, bao bì hoặc chuỗi lạnh. Tuy nhiên, khi mạng protein hoặc màng nhũ tương được củng cố tốt hơn, sản phẩm có thể chịu biến động đông lạnh-rã đông tốt hơn, như đã được ghi nhận trong hệ nhũ tương protein đậu nành xử lý bằng enzyme [6].

Thông tin cung ứng qua Enzymes.bio

Enzymes.bio cung cấp Food Grade Transglutaminase Enzyme Powder – TG for Food Products, CAS 80146-85-6 dưới dạng sản phẩm bán trực tuyến theo đơn vị 1 kg. CoA và SDS được cung cấp kèm theo khi đặt hàng, giúp khách hàng có tài liệu lô hàng và thông tin an toàn để lưu hồ sơ nội bộ .

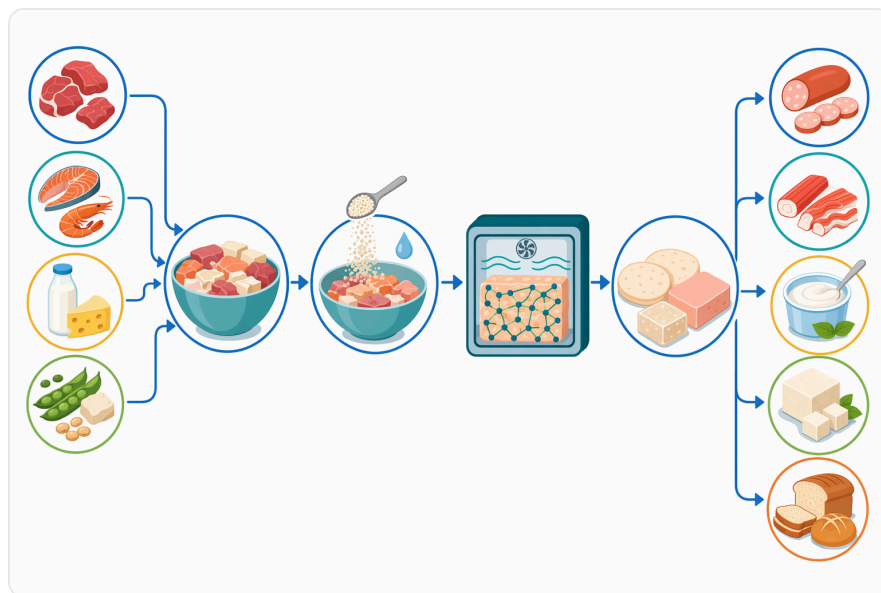


Figure 8. Việc sử dụng hiệu quả phụ thuộc vào việc phối hợp quá trình hydrat hóa, phân tán enzyme, chiết xuất hoặc mở cuộn protein, thời gian giữ/định hình và gia nhiệt hoặc ổn định cuối cùng.

Điểm cần diễn đạt rõ là Enzymes.bio là nhà cung cấp, không phải nhà sản xuất enzyme và không phải phòng thí nghiệm phân tích. Vì vậy, tài liệu kỹ thuật nên tập trung vào cơ chế, ứng dụng, giới hạn và cách tích hợp TG vào công thức thực phẩm, thay vì trình bày như dữ liệu sản xuất nội bộ hoặc kết quả thử nghiệm do Enzymes.bio thực hiện .

Đối với khách hàng B2B, giá trị thực tế của TG nằm ở khả năng giải quyết bài toán cấu trúc: tăng độ chắc gel, giảm tách nước, cải thiện độ đồng nhất, ổn định nhũ tương và mở rộng thiết kế thực phẩm giàu protein. Những lợi ích này đạt được tốt nhất khi enzyme được xem là một phần của hệ công thức hoàn chỉnh, cùng với nguyên liệu, nước, muối, hydrocolloid, xử lý cơ học, xử lý nhiệt và điều kiện bảo quản [1].

Kết luận

Transglutaminase TG cho thực phẩm là enzyme tạo liên kết chéo protein có cơ sở khoa học rõ ràng: xúc tác hình thành liên kết giữa glutamine và lysine, từ đó củng cố mạng protein trong nhiều nền sản phẩm. Cơ chế này giải thích vì sao TG được ứng dụng rộng rãi trong thịt, cá, sữa, protein thực vật, bột mì, nhũ tương và thực phẩm cấu trúc mới nhằm cải thiện gel, độ đàn hồi, khả năng giữ nước và ổn định cảm quan [1].

Tuy nhiên, TG không phải chất làm đặc đơn giản, không phải chất bảo quản và không thay thế kiểm soát nguyên liệu hoặc quy trình. Hiệu quả phụ thuộc vào loại protein, mức độ biến tính, hydrat hóa, phối trộn, thành phần công thức và xử lý nhiệt; khi dùng đúng bối cảnh, TG là công cụ công nghệ mạnh để xây dựng cấu trúc protein ổn định và nhất quán hơn trong sản xuất thực phẩm [3].

Đặt mua Food Grade Transglutaminase Enzyme Powder 130U/G - Tg For Food Products Cas 80146-85-6 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 Food Grade Transglutaminase Enzyme Powder 130U/G - Tg For Food Products Cas 80146-85-6 →](#)

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. Vasić, K., Knez, Ž., & Leitgeb, M. (2023). Transglutaminase in Foods and Biotechnology. *International Journal of Molecular Sciences*, 24.
2. Li, J., Zhou, Y., Li, Z., Ma, Z., Ma, Q., & Wang, L. (2023). Mechanism for improving the gel properties of transglutaminase-mediated porcine myofibrillar protein by ultrasonic pretreatment combined with carrageenan. *Food*

Chemistry, 426, 136635 .

3. Ma, T., Li, X., Montalbán-López, M., Wu, X., Zheng, Z., & Mu, D. (2022). Secretion of Bacillus amyloliquefaciens Transglutaminase from Lactococcus lactis and Its Enhancement of Food Gel Properties. *Gels*, 8.
4. Yee, V., Pedersen, L., Trong, I. L., BISHOPT, P. D., Stenkamp, R., & Teller, D. (1994). Three-dimensional structure of a transglutaminase: human blood coagulation factor XIII. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 91 15, 7296-300 .
5. Romeih, E., & Walker, G. (2017). Recent advances on microbial transglutaminase and dairy application. *Trends in Food Science and Technology*, 62, 133-140.
6. Zang, X., Peng, L., Chen, Y., Wang, J., Yu, G., & Xu, H. (2019). Improved freeze-thaw stability of o/w emulsions prepared with soybean protein isolate modified by papain and transglutaminase. *LWT*.
7. Sabaghi, M., & Maleki, S. (2024). Mitigating Food Protein Allergenicity with Biopolymers, Bioactive Compounds, and Enzymes. *Allergies*.
8. Yao, Z., Fan, Y., Lin, L., Kellems, R., & Xia, Y. (2023). Tissue Transglutaminase: A Multifunctional and Multisite Regulator in Health and Disease. *Physiological Reviews*.

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.