

Chymosin rennet enzyme cho đông tụ sữa trong phô mai và sản phẩm curd sữa

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

Chymosin, thường được gọi trong ngành sữa là rennet chymosin enzyme, là protease đông tụ sữa dùng chủ yếu để tạo curd trong sản xuất phô mai. Enzyme này cắt chọn lọc κ -casein trên bề mặt micelle casein, làm hệ protein sữa mất ổn định có kiểm soát và chuyển từ sữa lỏng sang mạng gel có thể cắt, tách whey và xử lý tiếp ^[1].

Sản phẩm “Promote Cheese Yogurt Coagulation High Purity Rennet Chymosin Enzyme Chymosin” do Enzymes.bio cung cấp thuộc nhóm enzyme sữa, hướng đến ứng dụng đông tụ protein sữa trong phô mai, curd tươi và một số sản phẩm sữa lên men có cấu trúc đông tụ đặc thù. Enzymes.bio là nhà cung cấp bán trực tiếp online theo đơn vị 1 kg; CoA và SDS được cung cấp kèm theo khi đặt hàng, còn thông số theo lô cần đọc trên tài liệu đi kèm sản phẩm.

Chymosin là gì trong công nghệ phô mai?

Chymosin là một aspartic protease có vai trò kinh điển trong bước tạo đông của sản xuất phô mai. Trong sữa, phần lớn casein tồn tại dưới dạng micelle: các cụm protein-khoáng có cấu trúc keo, được ổn định một phần nhờ lớp κ -casein ở bề mặt. Khi chymosin tác động lên κ -casein, micelle không còn được “che chắn” như trước và bắt đầu kết tụ, tạo thành curd giữ lại protein, chất béo, nước và khoáng trong một mạng gel ba chiều ^[2].

Trong ngôn ngữ sản xuất, “rennet” có thể chỉ chế phẩm đông tụ sữa, còn “chymosin” là enzyme chính chịu trách nhiệm cho hoạt tính đông tụ đặc hiệu. Rennet truyền thống có nguồn gốc từ dạ dày bê, nhưng ngành sữa hiện nay cũng sử dụng chymosin từ công nghệ lên men hoặc các enzyme đông tụ thay thế từ vi sinh vật và thực vật. Các nghiên cứu về enzyme đông tụ sữa mới từ *Bacillus subtilis* và *Bacillus megaterium* cho thấy nhu cầu công nghiệp đối với các hệ enzyme có khả năng tạo curd vẫn tiếp tục thúc đẩy đổi mới ngoài rennet động vật truyền thống ^[3].

Tên sản phẩm có cụm “cheese yogurt coagulation”, nhưng cần hiểu đúng trọng tâm ứng dụng. Bằng chứng khoa học mạnh nhất của chymosin nằm ở phô mai và các sản phẩm curd sữa; yogurt truyền thống chủ yếu đông tụ do acid lactic từ vi khuẩn lên men, không phải do chymosin. Trong một số công

thức sữa lên men có cấu trúc lai giữa yogurt đặc, curd tươi và phô mai mềm, chymosin có thể được dùng như công cụ hỗ trợ tạo cấu trúc, nhưng không thay thế vai trò của starter culture trong yogurt thông thường.

Cơ chế đông tụ: vì sao chymosin tạo được curd?

Cơ chế quan trọng nhất của chymosin là thủy phân chọn lọc κ -casein. κ -casein nằm trên bề mặt micelle casein và giúp các micelle phân tán ổn định trong sữa nhờ hiệu ứng điện tích và cản trở không gian. Khi chymosin cắt κ -casein, phần “đuôi” ưa nước bị tách khỏi bề mặt micelle, làm giảm lực đẩy giữa các hạt casein và mở đường cho quá trình kết tụ [1].

Có thể tách quá trình đông tụ rennet thành hai pha chính. Pha đầu là pha enzyme: chymosin tiếp cận bề mặt micelle và cắt κ -casein. Pha sau là pha keo-gel: các micelle đã mất ổn định tiến lại gần nhau, liên kết qua tương tác protein-protein và cầu khoáng, đặc biệt trong môi trường có calcium phù hợp, rồi hình thành mạng gel. Nghiên cứu kinh điển về flocculation do chymosin gây ra đã mô tả sự chuyển tiếp từ hạt casein phân tán sang cụm kết bông như một bước then chốt trước khi gel sữa hình thành [2].

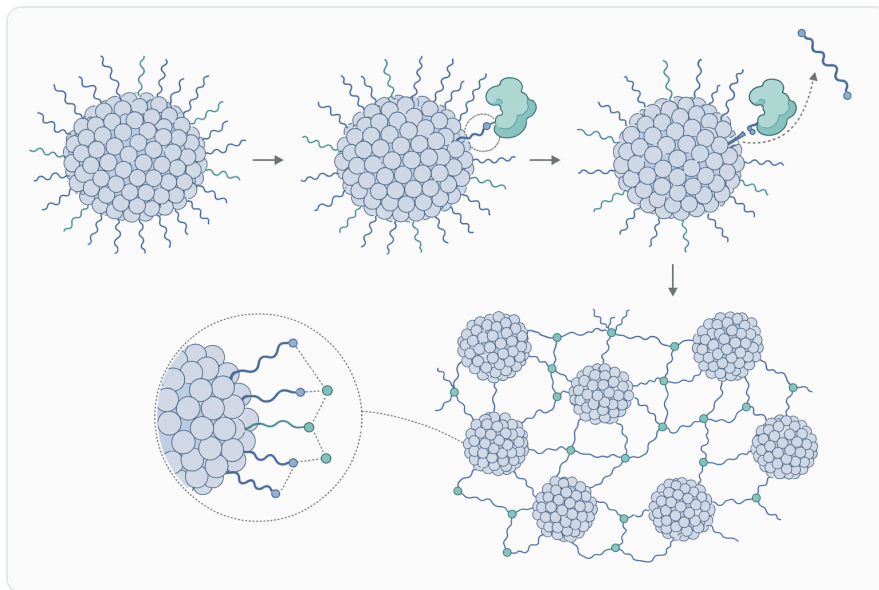


Figure 1. 키모신은 카제인 미셀 표면의 κ -카제인을 절단하여 글리코마크로펩타이드를 방출하고, 미셀들이 응집해 커드를 형성할 수 있게 한다.

Điểm mạnh công nghệ của chymosin là tính đặc hiệu tương đối cao so với nhiều protease đông tụ thay thế. Một protease quá rộng phổ có thể vừa tạo đông vừa tiếp tục thủy phân casein quá mức, làm curd yếu, tăng vị đắng hoặc làm biến đổi cấu trúc trong bảo quản. Vì vậy, trong phô mai, chất đông tụ lý tưởng không chỉ “làm sữa đông” mà phải tạo gel đủ nhanh, đủ chắc, đồng thời hạn chế proteolysis không mong muốn trong giai đoạn đầu.

Cơ chế này khác với đông tụ acid. Acid hóa làm pH giảm, điện tích protein thay đổi và calcium phosphate keo bị hòa tan một phần, khiến casein tiến dần đến điểm mất ổn định. Đông tụ bằng chymosin lại bắt đầu bằng một vết cắt proteolytic đặc hiệu trên κ -casein; acid hóa trong phô mai rennet thường đóng vai trò hỗ trợ kiểm soát tốc độ gel hóa, thoát whey và hệ vi sinh, chứ không phải cơ chế duy nhất tạo gel [1].

Vai trò thực tế trong quy trình phô mai

Trong sản xuất phô mai, bước tạo curd quyết định nhiều thao tác phía sau: thời điểm cắt curd, kích thước hạt curd, tốc độ thoát whey, độ ẩm cuối, khả năng ép, muối hóa và phát triển cấu trúc trong ủ chín. Nếu gel quá yếu, hạt curd dễ vỡ và thất thoát chất khô vào whey; nếu gel phát triển không đồng nhất, mẻ phô mai có thể biến động về độ ẩm, độ đàn hồi và cảm giác miệng. Chymosin được đánh giá cao vì tạo cơ sở cơ học rõ ràng cho bước cắt curd và tách huyết thanh sữa [2].

Với phô mai cứng và bán cứng, curd cần chịu được cắt, khuấy, gia nhiệt hoặc rửa curd mà không vỡ vụn quá mức. Mạng gel do rennet hình thành giúp giữ chất béo và protein trong khối đông, trong khi phần whey được thoát ra theo mức độ mong muốn. Chính sự cân bằng giữa độ chắc curd và khả năng syneresis là yếu tố làm nên khác biệt giữa các dòng như Cheddar, Gouda, Edam hoặc các phô mai bán cứng khác.

Với phô mai mềm và phô mai tươi, mục tiêu thường không phải gel cứng tối đa mà là cấu trúc mịn, ẩm, dễ cắt hoặc dễ phết. Chymosin vẫn có vai trò tạo khung protein ban đầu, nhưng mức acid hóa, thời gian giữ gel, thao tác cắt và mức thoát whey sẽ được điều chỉnh để đạt kết cấu mềm hơn. Trong nhóm sản phẩm này, chymosin có thể phối hợp với acid hóa để tạo cấu trúc curd tươi, quark, cream cheese kiểu enzyme-acid hoặc các sản phẩm mềm có hàm lượng ẩm cao.

Với sản phẩm sữa lên men có cấu trúc đông tụ, cách dùng chymosin cần được diễn đạt thận trọng. Yogurt tiêu chuẩn dựa vào vi khuẩn lactic để tạo acid và gel casein; nếu bổ sung chymosin, mục tiêu thường là cải thiện cấu trúc, tăng độ chắc hoặc tạo sản phẩm lai phô mai tươi-sữa lên men. Vì vậy, thuật ngữ “yogurt coagulation” nên được hiểu là ứng dụng cấu trúc trong công thức cụ thể, không phải quy tắc chung cho mọi quy trình yogurt.

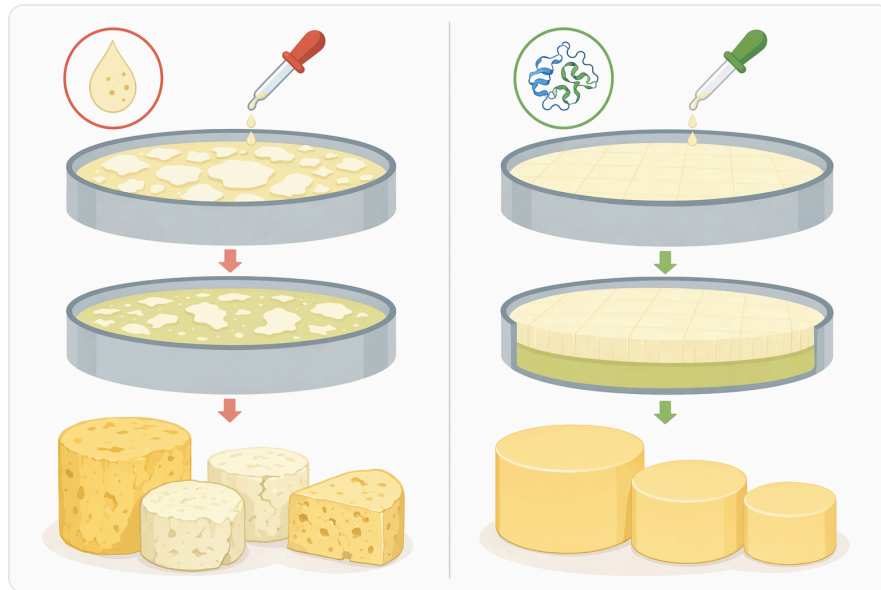


Figure 2. 키모신은 강한 우유 응고 활성을 지니면서도 비특이적 단백질분해가 비교적 제한적이기 때문에 기준 응고제로 높이 평가된다.

Những yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả đông tụ

Hiệu quả của chymosin không chỉ phụ thuộc vào bản thân enzyme. Thành phần sữa là yếu tố nền tảng: hàm lượng casein, tỷ lệ chất béo, trạng thái khoáng, tiền xử lý nhiệt và mức đồng hóa đều có thể làm thay đổi thời gian tạo gel và độ chắc curd. Khi sữa bị xử lý nhiệt mạnh, protein whey có thể tương tác với κ -casein ở bề mặt micelle, làm thay đổi khả năng tiếp cận của enzyme và tính chất gel sau đông tụ.

pH là yếu tố vận hành rất quan trọng. Khi pH giảm trong vùng phù hợp của sản xuất phô mai, micelle casein thường dễ kết tụ hơn sau khi κ -casein bị cắt, và gel có thể hình thành nhanh hơn. Tuy nhiên, pH quá thấp trước khi đông tụ có thể làm cơ chế nghiêng mạnh sang đông tụ acid, thay đổi khả năng thoát whey và tạo ra cấu trúc không mong muốn cho một số loại phô mai. Nghiên cứu về proteolysis và aggregation của micelle casein xử lý bằng chymosin cho thấy sự thủy phân κ -casein và kết tụ micelle là hai hiện tượng liên quan nhưng chịu ảnh hưởng mạnh bởi điều kiện môi trường ^[1].

Calcium cũng có vai trò đáng kể. Trong pha gel hóa, calcium góp phần làm cầu nối và giảm lực đẩy giữa các micelle đã bị cắt κ -casein, từ đó hỗ trợ hình thành mạng gel. Nếu trạng thái calcium của sữa bị thay đổi do xử lý nhiệt, pha loãng, hoàn nguyên hoặc biến động nguyên liệu, thời gian đông tụ và độ chắc curd có thể khác nhau ngay cả khi dùng cùng một loại enzyme.

Nhiệt độ ảnh hưởng đồng thời đến hoạt tính enzyme và động học kết tụ. Ở vùng nhiệt độ phù hợp, chymosin thủy phân κ -casein hiệu quả và các micelle đủ linh động để kết tụ thành gel. Nhiệt độ quá thấp có thể làm quá trình chậm và gel yếu; nhiệt độ không phù hợp có thể làm giảm kiểm soát công

nghe hoặc ảnh hưởng đến vi sinh vật khởi động. Do đó, trong sản xuất thực tế, chymosin luôn được đặt trong hệ điều kiện gồm nhiệt độ, pH, calcium, thành phần sữa và thao tác cơ học, thay vì được xem như một biến đơn lẻ.

Khuấy trộn là yếu tố cơ học dễ bị xem nhẹ. Enzyme cần được phân tán đồng đều trước khi gel bắt đầu hình thành; nếu trộn không đủ, curd có thể không đồng nhất. Ngược lại, khuấy mạnh sau khi gel non đã xuất hiện có thể phá vỡ mạng protein đang hình thành, làm tăng hạt mịn trong whey và ảnh hưởng đến hiệu suất thu hồi chất khô. Đây là hệ quả trực tiếp của cơ chế đông tụ: sau khi micelle mất ổn định, hệ sữa chuyển nhanh từ chất lỏng phân tán sang mạng gel nhạy với lực cắt.

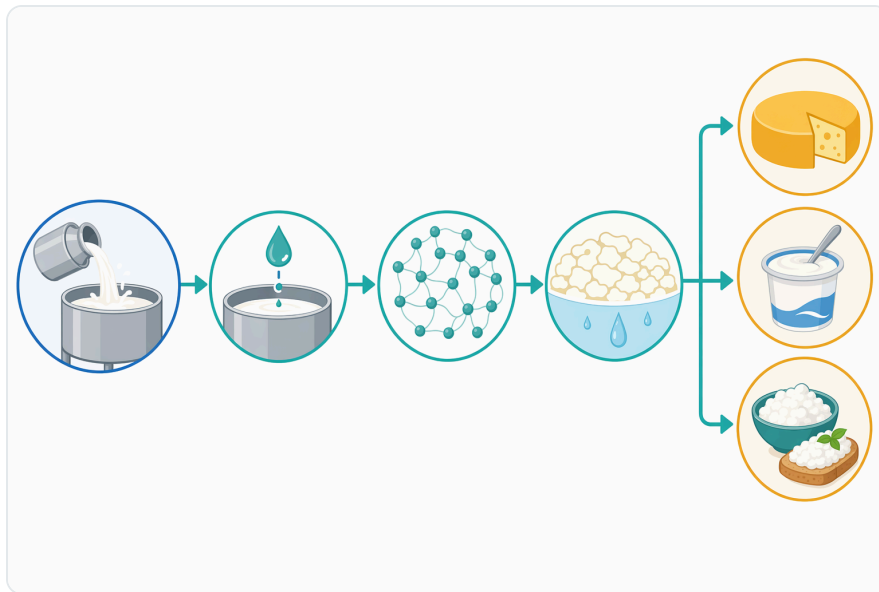


Figure 3. 레닛 응고는 우유 준비와 키모신 첨가에서 시작해 κ -카제인 가수분해, 미셀 응집, 커드 절단, 유청 배출로 이어진다.

So sánh chymosin với các chất đông tụ sữa khác

Ngành phô mai không chỉ có một con đường đông tụ. Bên cạnh chymosin, nhiều nguồn protease từ thực vật, vi sinh vật và enzyme rennet thay thế đã được nghiên cứu nhằm đáp ứng nhu cầu halal, vegetarian, chi phí, nguồn cung hoặc đặc tính cảm quan riêng. Các tổng quan gần đây về protease thực vật cho thấy nhiều enzyme từ nhựa cây, hoa, quả và hạt có khả năng đông tụ sữa, nhưng mức độ đặc hiệu, nguy cơ vị đắng và tính ổn định công nghệ thay đổi đáng kể theo nguồn enzyme ^[4].

Nhóm chất đông tụ	Cơ chế chính	Điểm mạnh công nghệ	Điểm cần kiểm soát	Ứng dụng phù hợp
Chymosin / rennet	Cắt chọn lọc κ -casein, sau đó	Cơ chế rõ, phù hợp quy trình phô mai, curd có tính dự đoán cao	Phụ thuộc pH, calcium, nhiệt độ, thành phần sữa	Phô mai cứng, bán cứng, mềm, tươi, curd sữa

Nhóm chất đông tụ	Cơ chế chính	Điểm mạnh công nghệ	Điểm cần kiểm soát	Ứng dụng phù hợp
chymosin enzyme	micelle kết tụ tạo gel			
Rennet động vật truyền thống	Hỗn hợp enzyme trong đó chymosin thường là thành phần chính	Lịch sử sử dụng lâu dài, phù hợp nhiều dòng phô mai truyền thống	Nguồn gốc động vật, biến động thành phần, yêu cầu tôn giáo/nhãn hàng	Phô mai truyền thống, phô mai chín
Enzyme đông tụ vi sinh	Protease từ vi sinh vật có khả năng tạo đông	Có thể hỗ trợ nguồn cung không động vật; được nghiên cứu cho sản xuất phô mai	Cần kiểm soát proteolysis phụ và cảm quan	Phô mai công nghiệp, dòng sản phẩm không dùng rennet động vật
Protease thực vật	Protease từ hoa, quả, nhựa hoặc mô thực vật	Phù hợp một số định vị halal/vegetarian và sản phẩm địa phương	Dễ khác biệt về vị đắng, độ mềm curd, proteolysis sau đông	Phô mai thủ công, phô mai mềm, sản phẩm đặc sản
Đông tụ acid	Giảm pH làm casein mất ổn định	Không cần enzyme đông tụ; phù hợp yogurt và một số phô mai acid	Cấu trúc, syneresis và cảm giác miệng khác rennet curd	Yogurt, paneer, acid-curd cheese

Các enzyme thực vật như protease từ atisô, thistle hoặc các nguồn quả-rau đang được quan tâm vì có thể tạo bản sắc cảm quan và đáp ứng một số yêu cầu tôn giáo hoặc ăn chay. Tuy nhiên, các tổng quan về rennet thực vật nhấn mạnh rằng một số protease thực vật có hoạt tính thủy phân protein rộng hơn chymosin, do đó có thể làm tăng mềm hóa quá mức hoặc vị đắng nếu không được kiểm soát bằng công thức và quy trình phù hợp ^[5].

Thistle flower aspartic proteases là ví dụ nổi bật vì đã được dùng trong một số phô mai truyền thống vùng Địa Trung Hải. Nhóm enzyme này có thể tạo đông sữa và đóng góp vào đặc tính cảm quan riêng, nhưng không phải lúc nào cũng thay thế trực tiếp chymosin trong phô mai công nghiệp chuẩn hóa. Tổng quan về aspartic proteases từ hoa thistle cho thấy giá trị truyền thống và tiềm năng hiện đại của nhóm này, đồng thời cũng phản ánh nhu cầu đánh giá kỹ cấu trúc, proteolysis và cảm quan theo từng loại phô mai ^[6].

Nguồn vi sinh vật cũng được nghiên cứu mạnh. Các enzyme đông tụ sữa từ *Bacillus subtilis* và *Bacillus megaterium* đã được đánh giá trong ứng dụng làm phô mai, cho thấy khả năng tạo curd nhưng cần xem xét tỉ lệ giữa hoạt tính đông tụ và hoạt tính protease tổng thể. Nói cách khác, một enzyme vi sinh có thể làm đông sữa, nhưng để phù hợp với phô mai chất lượng ổn định, nó phải không phá vỡ protein quá mức trong điều kiện chế biến và bảo quản ^[7].

“High purity” nên được hiểu thế nào trong mua hàng kỹ thuật?

Cụm “High Purity” trong tên sản phẩm là mô tả thương mại cần được đọc cùng tài liệu theo lô. Với enzyme dùng trong thực phẩm, ý nghĩa thực tế đối với nhà máy không nên chỉ dựa vào một cụm từ trên tên hàng, mà cần gắn với CoA, SDS, hướng dẫn sử dụng, điều kiện bảo quản và quy định áp dụng tại thị trường sử dụng. Theo ràng buộc cung ứng, Enzymes.bio cung cấp CoA và SDS kèm theo khi đặt hàng; các tài liệu này là nguồn phù hợp để kiểm tra thông tin lô hàng cụ thể.

Không nên diễn giải “high purity” thành giả định rằng enzyme sẽ cho kết quả giống nhau trong mọi loại sữa hoặc mọi dây chuyền. Dù enzyme có chất lượng nhất quán, quá trình đông tụ vẫn bị chi phối bởi thành phần sữa, pH, calcium, nhiệt độ và thao tác cơ học. Các nghiên cứu về cơ chế chymosin đã cho thấy chỉ riêng việc cắt κ -casein chưa đủ để mô tả toàn bộ kết quả; pha kết tụ và hình thành gel sau đó phụ thuộc mạnh vào môi trường keo của sữa [2].

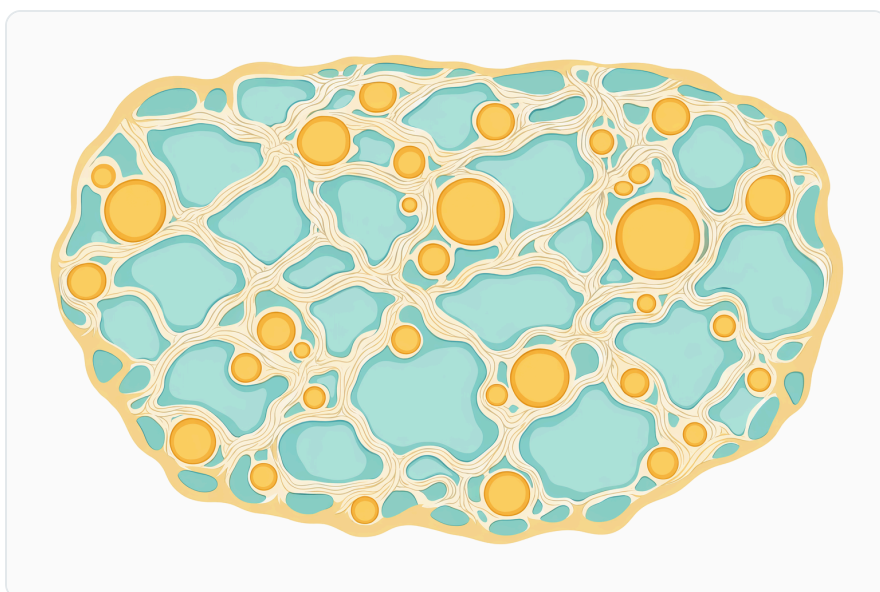


Figure 4. 키모신에 의해 형성된 커드는 단백질·지방·물로 이루어진 네트워크로, 절단 특성, 유청 배출, 수분 보유력, 치즈의 조직감을 결정한다.

Về mặt vận hành, cách hiểu hữu ích hơn là: chymosin là công cụ sinh học có cơ chế rõ, còn chất lượng curd là kết quả của tương tác giữa enzyme và hệ sữa cụ thể. Điều này đặc biệt quan trọng với nhà máy dùng sữa hoàn nguyên, sữa có xử lý nhiệt cao, sữa dê, sữa cừu hoặc công thức có bổ sung protein sữa. Mỗi ma trận có tỷ lệ casein, khoáng và chất béo khác nhau, nên có thể phản ứng khác nhau với cùng một chất đông tụ.

Chymosin trong bối cảnh halal, vegetarian và nguồn gốc không động vật

Một lý do khiến rennet chymosin từ công nghệ hiện đại được quan tâm là nhu cầu giảm phụ thuộc vào rennet động vật. Các thị trường halal, vegetarian hoặc sản phẩm có yêu cầu nhãn sạch thường tìm kiếm chất đông tụ có nguồn gốc phù hợp hơn với định vị sản phẩm. Tổng quan về protease thực vật như rennet thay thế cho phô mai halal cho thấy động lực này không chỉ là kỹ thuật mà còn liên quan đến tôn giáo, đạo đức, tính sẵn có của nguyên liệu và chấp nhận của người tiêu dùng ^[4].

Tuy vậy, không thể suy luận tự động rằng mọi chymosin hoặc mọi rennet không động vật đều phù hợp với mọi tiêu chuẩn halal, kosher hoặc vegetarian. Tình trạng phù hợp phụ thuộc vào nguồn enzyme, môi trường sản xuất, chất mang, phụ gia, hồ sơ chứng nhận và yêu cầu của thị trường đích. Với sản phẩm cụ thể, thông tin cần căn cứ vào tài liệu đi kèm lô hàng và quy định nội bộ của nhà sản xuất thực phẩm.

Rennet thực vật là hướng thay thế đáng chú ý, nhưng không phải lúc nào cũng có tính đặc hiệu tương đương chymosin. Các nghiên cứu về rennet từ quả, rau, papain, bromelain và các nguồn thực vật khác cho thấy khả năng tạo đông sữa, đồng thời cũng ghi nhận ảnh hưởng đến thành phần curd, cấu trúc và cảm quan tùy nguồn enzyme ^[8]. Vì vậy, chymosin vẫn giữ vị trí quan trọng khi mục tiêu là tạo curd có cơ chế chuẩn hóa và ít biến động hơn trong phô mai công nghiệp.

Ứng dụng theo nhóm sản phẩm

Phô mai cứng và bán cứng

Trong phô mai cứng và bán cứng, chymosin hỗ trợ tạo gel đủ chắc để cắt thành hạt curd tương đối đồng đều. Kích thước hạt curd sau cắt ảnh hưởng trực tiếp đến diện tích bề mặt thoát whey: hạt nhỏ thoát whey nhanh hơn, hạt lớn giữ ẩm nhiều hơn. Vì vậy, chất lượng đông tụ ban đầu ảnh hưởng đến độ ẩm, độ chặt khối, khả năng ép và cấu trúc của phô mai sau ủ.

Trong nhóm này, chymosin cần phối hợp với acid hóa do starter culture, quá trình gia nhiệt curd và thao tác khuấy. Nếu gel phát triển quá chậm hoặc quá yếu, nhà máy có thể phải kéo dài thời gian trước khi cắt, làm thay đổi lịch acid hóa. Nếu gel quá nhanh trong khi phân tán enzyme chưa đồng đều, curd có nguy cơ không nhất quán. Cách nhìn đúng là chymosin tạo “điểm khởi động” cho hệ gel, còn toàn bộ quy trình sau đó quyết định cấu trúc cuối cùng.

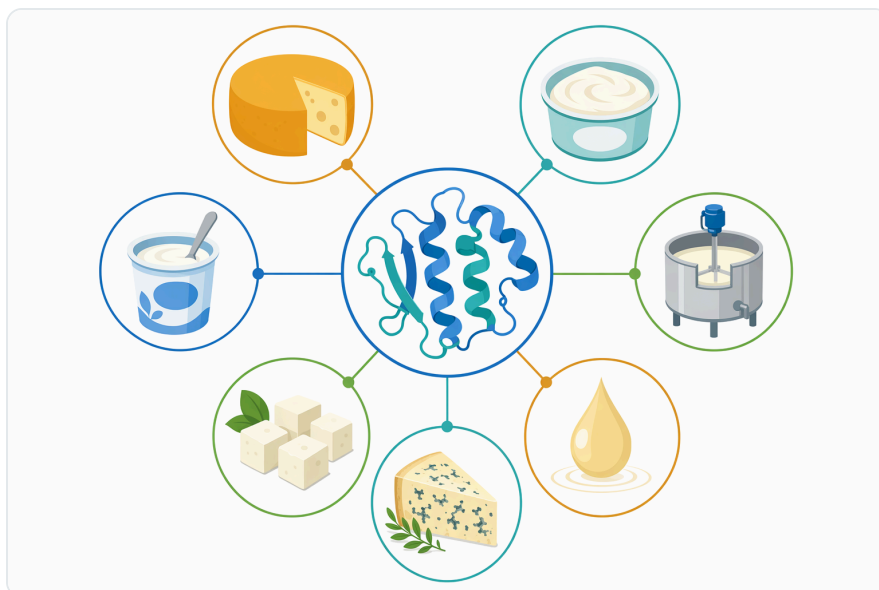


Figure 5. 키모신은 조절된 κ -카제인 응고가 필요한 경우 경질, 반경질, 연질, 백색 염지, 신선 치즈 및 일부 특수 치즈 제조 공정에 적합하다.

Phô mai mềm, phô mai tươi và curd sữa

Trong phô mai mềm và phô mai tươi, yêu cầu curd thường thiên về mịn, ẩm và ít đàn hồi hơn so với phô mai cứng. Chymosin giúp tạo khung protein để giữ chất béo và nước, trong khi mức acid hóa và thoát whey được điều chỉnh để tạo cảm giác miệng mong muốn. Một số dòng sản phẩm curd tươi cần gel đủ bền để múc, đóng gói hoặc cắt nhẹ, nhưng không cần độ chắc cao như phô mai ép.

Các nghiên cứu về chất đông tụ thay thế trong cottage cheese, fresh cheese và soft cheese cho thấy lựa chọn enzyme có thể làm thay đổi thành phần curd, kết cấu và đánh giá cảm quan. Ví dụ, bromelain, papain hoặc các enzyme thực vật khác có thể đông tụ sữa nhưng đồng thời ảnh hưởng đến cấu trúc và vị do hoạt tính protease của chúng [9]. Điều này làm nổi bật lợi thế của chymosin trong các sản phẩm cần cơ chế đông tụ casein có kiểm soát.

Sản phẩm sữa lên men có hỗ trợ enzyme

Với sản phẩm sữa lên men, chymosin nên được xem như công cụ công nghệ bổ sung. Trong yogurt truyền thống, gel hình thành khi acid lactic làm giảm pH và casein mất ổn định; việc thêm chymosin có thể thay đổi động học gel, độ chắc hoặc khả năng tách whey, nhưng cũng có thể làm cấu trúc lệch khỏi đặc tính yogurt mong muốn. Vì vậy, ứng dụng này phù hợp hơn với sản phẩm lai hoặc công thức đặc biệt, chẳng hạn curd lên men, yogurt-style cheese hoặc phô mai tươi lên men.

Điểm cần tránh là quảng bá chymosin như “enzyme làm yogurt” theo nghĩa phổ quát. Chymosin là enzyme đông tụ sữa kinh điển của phô mai; còn yogurt là hệ lên men acid. Khi hai cơ chế được kết hợp, nhà sản xuất cần xác định rõ mục tiêu: tăng độ gel, giảm syneresis, tạo curd có thể cắt, hay phát triển

cấu trúc lai. Sự rõ ràng này giúp tránh kỳ vọng sai và giúp đánh giá kết quả trên tiêu chí phù hợp.

Lợi ích công nghệ nổi bật của rennet chymosin enzyme

Lợi ích đầu tiên là cơ chế chọn lọc. Chymosin hướng vào κ -casein, tạo điều kiện để micelle casein kết tụ mà không cần thủy phân ồ ạt toàn bộ hệ protein ngay từ đầu. Đây là khác biệt quan trọng so với một số protease thay thế có thể có hoạt tính rộng hơn và dễ tạo biến động cảm quan nếu kiểm soát chưa tốt [1].

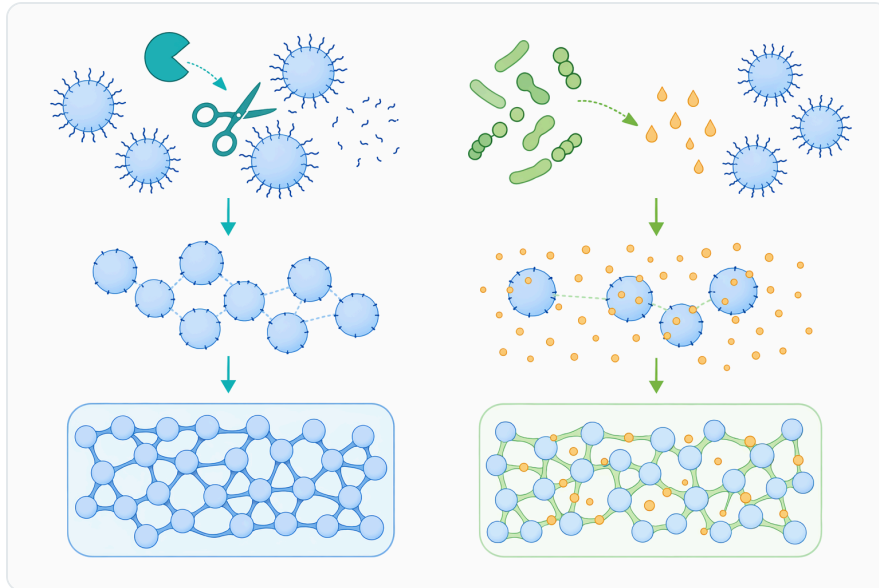


Figure 6. 요거트형 산 젤과 키모신 유도 레닛 젤은 둘 다 유제품 젤 구조를 만들 수 있지만, 서로 다른 분자적 유발 요인에 의해 형성된다.

Lợi ích thứ hai là hỗ trợ chuẩn hóa thao tác curd. Khi gel hình thành theo động học ổn định, nhà máy có thể xác định thời điểm cắt curd hợp lý hơn, từ đó kiểm soát kích thước hạt, thoát whey và độ ẩm cuối. Trong phô mai, những khác biệt nhỏ ở bước cắt curd có thể tích lũy thành khác biệt lớn về hiệu suất và cấu trúc thành phẩm.

Lợi ích thứ ba là tính linh hoạt theo dòng sản phẩm. Cùng một nguyên lý đông tụ casein, chymosin có thể được ứng dụng trong phô mai cứng, bán cứng, mềm, tươi và một số curd sữa lên men. Sự khác nhau nằm ở mục tiêu quy trình: phô mai cứng cần curd bền để gia công mạnh hơn; phô mai mềm cần gel ẩm và mịn; sản phẩm lên men đặc thù cần cân bằng giữa đông tụ enzyme và acid hóa.

Lợi ích thứ tư là phù hợp với xu hướng đa dạng hóa nguồn rennet. Trong khi rennet động vật vẫn có vị trí truyền thống, ngành sữa đang quan tâm đến nguồn enzyme không động vật, enzyme vi sinh và rennet thực vật để đáp ứng yêu cầu thị trường. Các tổng quan về rennet thay thế cho thấy sự quan tâm này tăng lên cùng nhu cầu sản phẩm halal, vegetarian và nguồn cung ổn định hơn [4].

Giới hạn cần hiểu đúng

Chymosin không sửa được mọi vấn đề của sữa đầu vào. Nếu sữa có hàm lượng casein thấp, cân bằng khoáng bất lợi, bị xử lý nhiệt không phù hợp hoặc có biến động pH lớn, gel tạo ra vẫn có thể yếu hoặc không đồng nhất. Enzyme là một phần của hệ công nghệ, không phải giải pháp độc lập tách khỏi nguyên liệu.

Chymosin cũng không phải enzyme tạo hương chính trong phô mai chín. Hương vị trong phô mai phát triển từ nhiều quá trình: hoạt động của starter và non-starter lactic acid bacteria, proteolysis thứ cấp, lipolysis, chuyển hóa acid amin, điều kiện muối, độ ẩm và nhiệt độ ủ. Chymosin có thể còn ảnh hưởng đến proteolysis trong giai đoạn sau tùy loại phô mai, nhưng vai trò công nghệ chính của nó vẫn là khởi phát đông tụ sữa.

Không nên coi mọi chất đông tụ thay thế là tương đương chymosin. Nhiều enzyme thực vật hoặc vi sinh có khả năng làm sữa đông, nhưng chất lượng curd, độ giữ ẩm, nguy cơ vị đắng và khả năng lặp lại có thể khác nhau. Các nghiên cứu về enzyme từ papain, bromelain, artichoke, thistle và các nguồn thực vật khác đều cho thấy tiềm năng, song cũng củng cố thực tế rằng mỗi nguồn enzyme cần được đánh giá theo loại sữa và mục tiêu sản phẩm cụ thể [10].

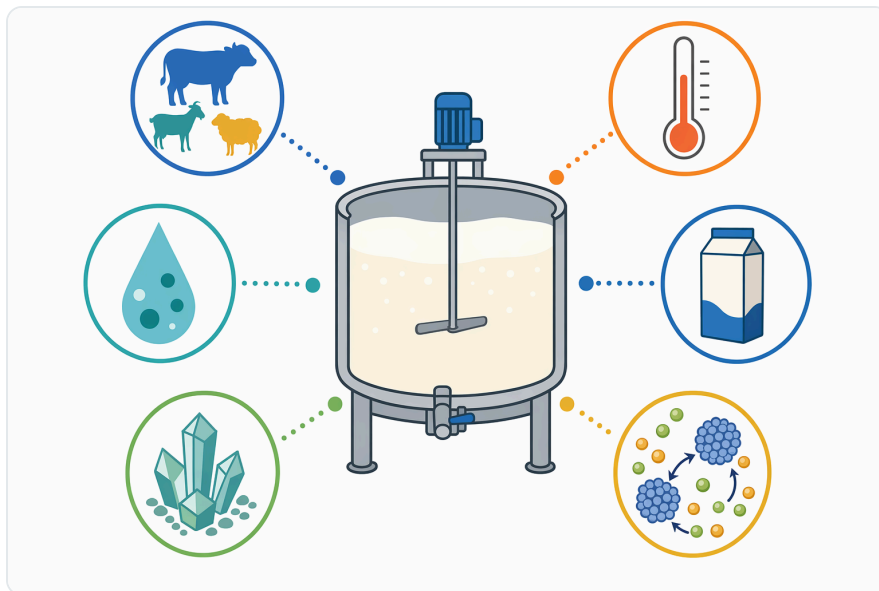


Figure 7. 키모신의 성능은 우유 조성, pH, 온도, 칼슘 균형, 가공 이력, 첨가 원료에 따라 달라진다.

Thông tin cung ứng từ Enzymes.bio

Enzymes.bio cung cấp sản phẩm chymosin/rennet enzyme trong nhóm enzyme sữa, phục vụ các ứng dụng đông tụ protein sữa cho phô mai, curd sữa và sản phẩm sữa lên men có cấu trúc đặc thù. Enzymes.bio là nhà cung cấp, không phải nhà sản xuất enzyme hay phòng thí nghiệm nghiên cứu; vì vậy các tuyên bố kỹ thuật nên được hiểu dựa trên tài liệu sản phẩm và chứng từ theo lô đi kèm đơn hàng.

Sản phẩm được bán trực tiếp online theo đơn vị 1 kg. CoA và SDS được cung cấp kèm theo khi đặt hàng, giúp người dùng công nghiệp có thông tin theo lô và thông tin an toàn cần thiết cho tiếp nhận nội bộ, lưu kho và sử dụng trong quy trình phù hợp. Các thông số vận hành cụ thể cần được hiệu chỉnh theo sản phẩm sữa, thiết bị và yêu cầu pháp lý của thị trường thành phẩm.

Kết luận

Rennet chymosin enzyme là công cụ đông tụ sữa có cơ chế rõ ràng nhất trong sản xuất phô mai: cắt κ -casein, làm micelle casein mất ổn định và tạo mạng gel curd. Chính cơ chế này giúp chymosin phù hợp với phô mai cứng, bán cứng, mềm, tươi và các sản phẩm curd sữa cần kiểm soát cấu trúc [2].

Với sản phẩm mang mô tả “cheese yogurt coagulation”, cách hiểu chính xác là ưu tiên ứng dụng phô mai và curd sữa; còn yogurt hoặc sữa lên men chỉ nên xem là ứng dụng cấu trúc đặc thù khi công thức cần kết hợp đông tụ enzyme với acid hóa. Hiệu quả cuối cùng phụ thuộc vào sữa, pH, calcium, nhiệt độ, thao tác khuấy-giữ gel và mục tiêu sản phẩm, chứ không chỉ vào enzyme riêng lẻ.

Đối với khách hàng B2B, giá trị của chymosin nằm ở khả năng tạo curd có cơ chế dự đoán được, hỗ trợ chuẩn hóa bước cắt curd, tách whey và phát triển cấu trúc phô mai. Sản phẩm từ Enzymes.bio được cung cấp online theo đơn vị 1 kg, kèm CoA và SDS khi đặt hàng, phù hợp cho các đơn vị cần một enzyme đông tụ sữa dùng trong phát triển hoặc vận hành quy trình phô mai và sản phẩm curd sữa.

Đặt mua Promote Cheese Yogurt Coagulation High Purity Rennet Chymosin Enzyme Chymosin 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 Promote Cheese Yogurt Coagulation High Purity Rennet Chymosin Enzyme Chymosin →](#)

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. Dalgleish, D. (1979). Proteolysis and aggregation of casein micelles treated with immobilized or soluble chymosin. *Journal of Dairy Research*, 46, 653 - 661.
2. Dalgleish, D. (1980). A mechanism for the chymosin-induced flocculation of casein micelles. *Biophysical Chemistry*, 11 2, 147-55 .
3. Meng, F., Chen, R., Zhu, X., Lu, Y., Nie, T., Lu, F., & Lu, Z. (2018). Newly Effective Milk-Clotting Enzyme from Bacillus subtilis and Its Application in Cheese Making. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66 24, 6162-6169 .
4. Daris, U. S., Rahmatika, U. H., & Fitri, A. (2024). The potential of plant protease enzymes as rennet alternatives for developing halal cheese product: A review. *Journal of Halal Science and Research*.
5. Bolívar, M. S. B., Pasini, F., Marzocchi, S., Ravagli, C., & Tedeschi, P. (2023). Future Perspective and Technological Innovation in Cheese Making Using Artichoke (Cynara scolymus) as Vegetable Rennet: A Review. *Foods*, 12.
6. Alavi, F., & Momen, S. (2020). Aspartic proteases from thistle flowers: Traditional coagulants used in the modern cheese industry. *International Dairy Journal*, 107, 104709.
7. Zhang, Y., Wang, J., He, J., Liu, X., Sun, J., Song, X., & Wu, Y. (2023). Characteristics and application in cheese making of newly isolated milk-clotting enzyme from Bacillus megaterium LY114. *Food Research International*, 172, 113202 .
8. Pacifico, S., Caputo, E., Piccolella, S., & Mandrich, L. (2024). Exploring New Fruit- and Vegetable-Derived Rennet for Cheese Making. *Applied Sciences*.
9. Komansilan, S., Sakul, S., Maruf, W., Rumondor, D., & Ponto, W. (2025). Amino Acid, Fatty Acid and Curd Profile of Cottage Cheese using Crude Extract of Bromelain Enzyme (Ananas comosus) as Coagulant Source. *Asian Journal of Dairy and Food Research*.
10. Wangi, A. (2021). Organoleptic Test on Fresh Cheese and Papain Enzyme Rennet Coagulant from Goat's Milk Based on Storage Time. *Jurnal Peternakan Integratif*.

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.