

Chymosin(키모신) 효소: 치즈 제조용 렌넷 키모신과 발효 생산 키모신의 핵심 적용

Enzymes.bio 연구팀 · 뉴질랜드 웰링턴 · June 17, 2026

Chymosin은 치즈 제조에서 우유 단백질 κ -casein을 선택적으로 절단해 casein micelle의 안정성을 낮추고 커드 형성을 시작하는 렌넷 계열 응유 효소입니다. 오늘날 산업용 chymosin enzyme은 전통적 송아지 렌넷뿐 아니라 recombinant chymosin 및 fermentation produced chymosin 형태로 널리 다루어지며, rDNA 기술을 이용한 bovine chymosin 생산과 치즈 제조 적용은 오래전부터 연구되어 왔습니다^[1].

Enzymes.bio에서 취급하는 Chymosin은 치즈 및 유제품 공정에서 응유 단계의 일관성을 높이려는 제조사를 위한 효소 원료이며, 온라인에서 1kg 단위로 직접 구매할 수 있습니다. Enzymes.bio는 제조사나 실험실이 아니며, 주문 시 제품 문서인 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다.

Chymosin이란 무엇인가: rennet chymosin의 역할

Chymosin, 한국어로는 키모신, 일부 검색어에서는 "chymosin adalah"처럼 다국어로도 조회되는 이 효소는 전통적으로 어린 반추동물의 제4위, 즉 abomasum에서 유래한 렌넷의 주요 우유 응고 성분으로 알려져 있습니다. 식품 효소 안전성 평가 문헌에서도 송아지, 어린 염소, 어린 양의 abomasum 유래 렌넷은 chymosin과 pepsin A 또는 pepsin을 포함하는 효소 제제로 다루어집니다^[2].

치즈 제조 관점에서 chymosin의 핵심 기능은 단순히 "우유를 굳히는 것"이 아니라, 우유 내 casein micelle 표면에서 안정화 역할을 하는 κ -casein을 특정 위치에서 절단해 micelle 간 응집이 일어날 수 있는 상태를 만드는 것입니다. 이 특이적 절단 반응 때문에 chymosin in cheese making은 산 응고, 열 응고, 비특이적 단백질분해와 구별되는 렌넷 응고 공정으로 분류됩니다^[1].

일반 소비자 검색에서는 "what is chymosin", "chymosin pronunciation", "chymosin in humans" 같은 표현도 함께 나타나지만, B2B 식품 공정에서 중요한 것은 chymosin이 치즈 커드 형성, 유청 분리, 숙성 중 단백질 분해 양상에 영향을 주는 기능성 효소라는 점입니다. 특히 chymosin cheese 공정에서는 응유의 시작 속도만이 아니라 커드 강도, 절단 시점, 수분 보유, 숙성 중 쓴맛 형성 가능성까지 연결되므로 효소 선택이 제품 설계의 일부가 됩니다^[1].

우유 응고 메커니즘: κ -casein 절단에서 커드 형성까지

우유의 casein micelle은 α s-casein, β -casein, κ -casein 등을 포함하는 콜로이드성 단백질 집합체입니다. 이 중 κ -casein은 micelle 표면에서 친수성의 "털층"처럼 작용해 입자들이 서로 달라붙는 것을 막는데, chymosin은 이 보호층을 절단하여 micelle이 더 이상 안정하게 분산되기 어려운 상태로 바꿉니다^[1].

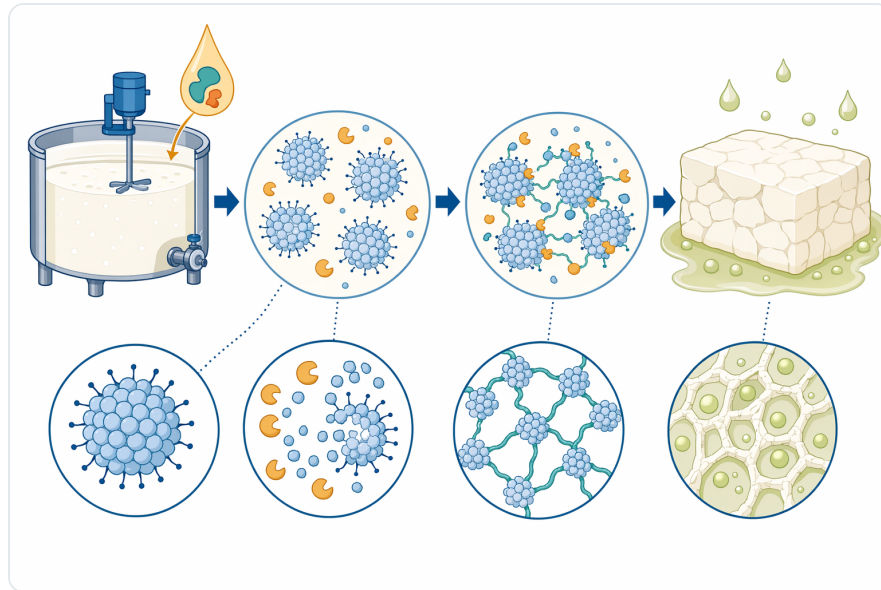


Figure 1. 키모신은 광범위하게 단백질을 분해하는 효소가 아니라, 커드 형성을 시작하는 데 사용되는 우유 응고 특화 아스파르트산 프로테아제이다.

Bovine chymosin의 대표적 반응은 κ -casein의 Phe105–Met106 결합을 선택적으로 절단하는 것으로 설명됩니다. 이 절단으로 친수성 glycomacropeptide가 유청 쪽으로 이동하고, 남은 para- κ -casein을 가진 micelle은 칼슘 존재하에서 서로 응집하기 쉬워져 젤 네트워크를 형성합니다^[1].

이 반응은 두 단계로 이해하면 공정 해석이 명확해집니다. 첫째는 효소가 κ -casein을 절단하는 효소 반응 단계이고, 둘째는 절단된 micelle이 칼슘 매개 상호작용과 소수성 상호작용을 통해 네트워크를 만드는 물리적 응집 단계입니다. 따라서 같은 chymosin rennet을 사용하더라도 우유 조성, pH, 열처리 이력, 칼슘 상태, 온도 조건에 따라 커드 형성 양상이 달라질 수 있습니다^[1].

chymosin structure 관점에서 이 효소는 aspartic protease 계열로 다루어지며, 활성 부위의 산성 잔기가 펩타이드 결합 가수분해를 촉진하는 구조적 특성을 갖습니다. 산업적 논의에서 중요한 점은 구조 자체의 학술적 묘사보다 " κ -casein에 대한 높은 우유 선택성"과 "비목표 단백질분해를 얼마나 제한하느냐"이며, 이것이 rennet chymosin이 치즈 제조에서 오래 사용된 이유입니다^[1].

전통 렌넷, 발효 생산 키모신, 기타 응유 효소의 차이

치즈 산업에서는 “rennet”이라는 말이 넓게 쓰이지만, 실제 조성은 다양합니다. 전통적 동물성 렌넷은 chymosin과 pepsin을 함께 포함할 수 있고, fermentation produced chymosin은 미생물 발효 시스템을 이용해 bovine chymosin 또는 다른 종의 chymosin을 생산하는 방식입니다. EFSA의 식품 효소 평가에서도 동물 abomasum 유래 렌넷은 chymosin과 pepsin을 포함하는 제제로 별도 검토되어 왔습니다^[3].

발효 생산 키모신은 “recombinant chymosin”, “gm chymosin”, “chymosin gmo” 같은 검색어와 함께 언급됩니다. 이 표현들은 보통 최종 효소의 기능이 아니라 생산 방식, 즉 chymosin 유전자를 적절한 숙주에 도입해 발효로 생산한다는 점을 가리킵니다. Bovine chymosin의 rDNA 생산과 치즈 제조 적용은 이미 1990년대 문헌에서 산업적 대안으로 정리되어 있습니다^[1].

아래 표는 치즈 제조에서 접할 수 있는 주요 응유 효소군을 공정 관점에서 비교한 것입니다. 실제 적용성은 제품 형태, 치즈 종류, 규정, 우유 원료, 공정 목표에 따라 달라지지만, chymosin application을 이해하는 기본 틀로 사용할 수 있습니다.

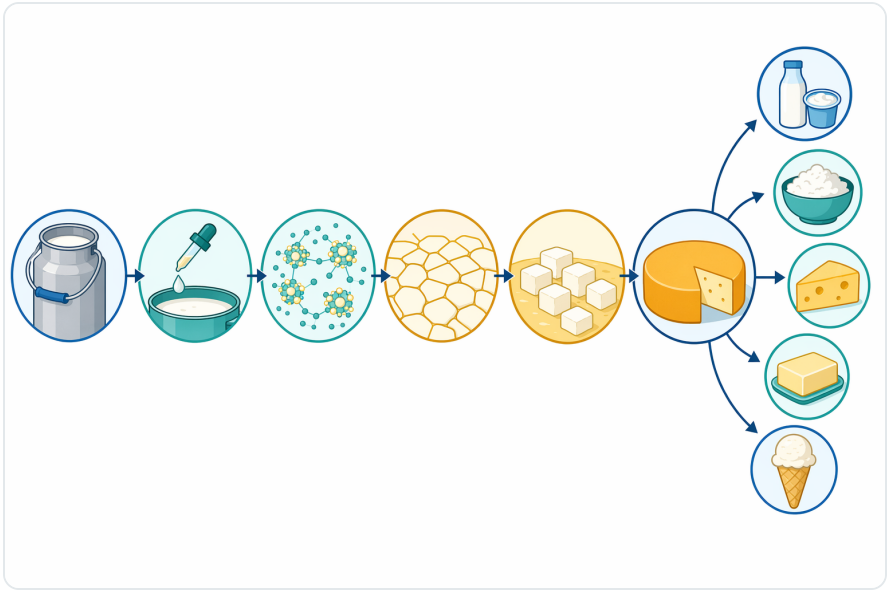


Figure 2. 현대의 키모신 공급은 미생물 숙주가 키모신 유전자를 발현하고, 생성된 효소를 회수해 치즈 제조에 사용하는 발효 생산 방식으로 이루어질 수 있다.

구분	주요 효소 성격	장점	공정상 주의점	일반적 사용 맥락
송아지 등 동물성 렌넷	Chymosin과 pepsin 계열 효소 혼합 가능	전통적 치즈 제조와 긴 사용 이력	원료 유래, 조성 변동, 동물성 원료 이슈	전통 치즈, 특정 원산지·제조 관행

구분	주요 효소 성격	장점	공정상 주의점	일반적 사용 맥락
Fermentation produced chymosin	발효 숙주가 생산한 recombinant chymosin	일관성, 동물 원료 의존도 감소, chymosin 중심 응유	지역별 표시·규정 해석 필요	산업용 치즈, 표준화된 대량 제조
미생물성 응유 효소	곰팡이·미생물 유래 protease	동물성 렌넷 대체 가능	비특이적 단백질 분해가 품질에 영향 가능	대체 렌넷, 특정 경제성 목적
식물성 응유 효소	식물 유래 protease	전통 지역 치즈 또는 식물성 이미지	쓴맛·조직 변화 가능성 관리	특수 치즈, 지역 전통 제품

이 비교에서 핵심은 “우유를 굳히는 힘”만 보는 것이 아니라, 응고 이후 숙성 중 단백질 분해가 어떤 방향으로 진행될지까지 함께 보는 것입니다. Chymosin은 κ -casein 절단에 집중된 응유 특이성이 강조되는 반면, pepsin 비율이 높거나 다른 protease 성격이 강한 제제는 숙성 중 peptide 생성 패턴이 달라질 수 있습니다^[1].

Fermentation produced chymosin의 산업적 의미

Fermentation produced chymosin은 동물 abomasum에서 직접 추출하는 방식과 달리, chymosin 유전자를 미생물 숙주에 도입하고 발효를 통해 효소를 생산하는 접근입니다. Mohanty의 리뷰는 bovine chymosin이 rDNA 기술로 생산되어 치즈 제조에 적용되는 산업적 흐름을 정리하고 있으며, 이는 recombinant chymosin이 단순한 실험실 개념이 아니라 실제 유제품 공정의 효소 원료로 자리 잡았음을 보여줍니다^[1].

이 방식의 장점은 생산 원료의 계절성·동물성 원료 공급 변동을 줄이고, chymosin 중심의 응유 성능을 보다 일관되게 확보할 수 있다는 데 있습니다. 특히 대형 치즈 제조에서는 커드 절단 시점, 유청 배출, 수분 목표, 숙성 편차가 생산성에 직접 연결되므로 효소의 배치 간 일관성은 비용과 품질을 동시에 좌우합니다^[1].

“Chymosin genetic engineering”이라는 표현은 여기서 과장된 의미가 아니라, 숙주 선택, 유전자 설계, 발현 조절, 분비 경로 개선 등 재조합 단백질 생산 기술을 포함합니다. 예를 들어 *Pichia pastoris*에서 *Bos taurus* chymosin 유전자를 생산하기 위해 codon optimization을 적용한 연구는 숙주의 번역 특성에 맞춘 유전자 설계가 recombinant chymosin 생산에 사용될 수 있음을 보여줍니다^[4].

또 다른 연구에서는 *Pichia pastoris*를 이용한 recombinant milk-converting enzyme 생산이 보고되어, 효모 기반 시스템이 chymosin production의 한 축으로 계속 검토되고 있음을 보여줍니다^[5]. 이러한 연구들은 특정 상업 제품의 성능을 직접 보증하는 자료가 아니라, 발효 생산 키모신이 여러 숙주와 발현 전략을 통해 개발되어 온 기술 영역임을 뒷받침합니다.

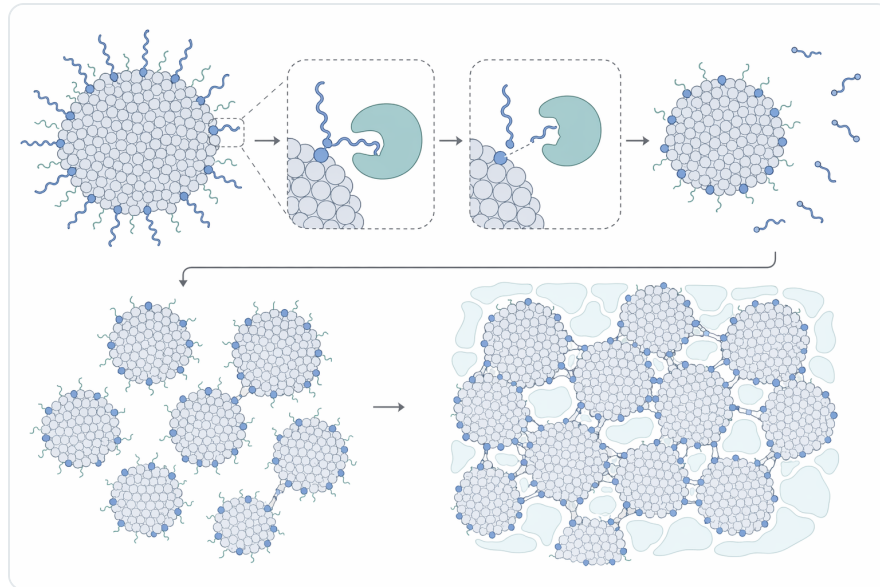


Figure 3. 키모신은 미셀 표면의 κ -카제인을 절단해 글리코마크로펩타이드를 방출하고, 칼슘 매개 미셀 응집을 통해 커드가 형성되도록 한다.

생산 숙주별 연구 흐름: *Aspergillus*, *Pichia*, *Kluyveromyces*, 식물 시스템

*Aspergillus oryzae*는 식품 발효와 효소 생산에서 오랜 사용 이력을 가진 곰팡이 숙주로, chymosin 생산 연구에서도 사용되어 왔습니다. Tsuchiya 등은 glucoamylase-prochymosin fusion gene을 이용해 *A. oryzae*에서 calf chymosin의 분비 생산을 높이는 접근을 보고했으며, 이는 분비 신호와 융합 단백질 설계가 chymosin 생산성에 영향을 줄 수 있음을 보여줍니다^[6].

A. oryzae 같은 분비형 숙주에서는 목적 단백질이 배지로 분비되는 동안 숙주 protease에 의해 분해될 수 있습니다. Yoon 등의 연구는 *A. oryzae*에서 여러 protease 유전자를 파괴하면 이중 단백질 생산이 크게 개선될 수 있음을 보여주었고, Zhu 등의 후속 연구도 특정 유전자 결손 조합을 통해 이중 단백질 생산을 추가로 개선하는 방향을 제시했습니다^[7].

Chymosin production에서는 단백질이 정확히 접히고, 분비되고, 불필요한 분해를 피하는 것이 중요합니다. Brink 등의 연구는 glycosylation 조절이 chymosin 생산 증가와 연결될 수 있음을 다루었으며, 이는 효소 자체의 촉매 기능뿐 아니라 숙주 내 가공과 안정성이 생산 공학의 중요한 변수임을 보여줍니다^[8].

*Pichia pastoris*는 강한 발현 시스템과 분비 생산 가능성 때문에 재조합 효소 생산에 자주 검토됩니다. *Bos taurus* chymosin 유전자에 대한 codon optimization 연구는 같은 아미노산 서열을 암호화 하더라도 숙주의 선호 codon에 맞춘 설계가 발현 효율에 영향을 줄 수 있음을 보여주며, 이는 chymosin genetic engineering의 대표적 사례입니다^[4].

Kluyveromyces lactis 역시 유제품 산업과 관련성이 높은 효모로 주목받습니다. 최근 연구에서는 CRISPR/Cas9와 UV mutagenesis를 활용해 bovine chymosin 생산을 높이는 multi-copy integration *K. lactis* 균주 구축이 보고되었고, 다른 연구에서는 promoter 선택이 *K. lactis*에서 maral chymosin 생산에 영향을 줄 수 있음을 제시했습니다^[9].

식물 기반 시스템도 탐색되고 있습니다. Tobacco plant를 recombinant bovine chymosin 생산을 위한 이종 생물반응기로 검토한 연구는 chymosin production이 미생물 발효에만 국한되지 않으며, 식물 발현 플랫폼까지 확장되고 있음을 보여줍니다^[10]. 다만 이러한 연구 흐름은 기술 가능성을 설명하는 것이며, 식품 효소로서의 실제 사용은 각 지역의 식품 규정과 제품 승인 범위에 따라 판단됩니다.

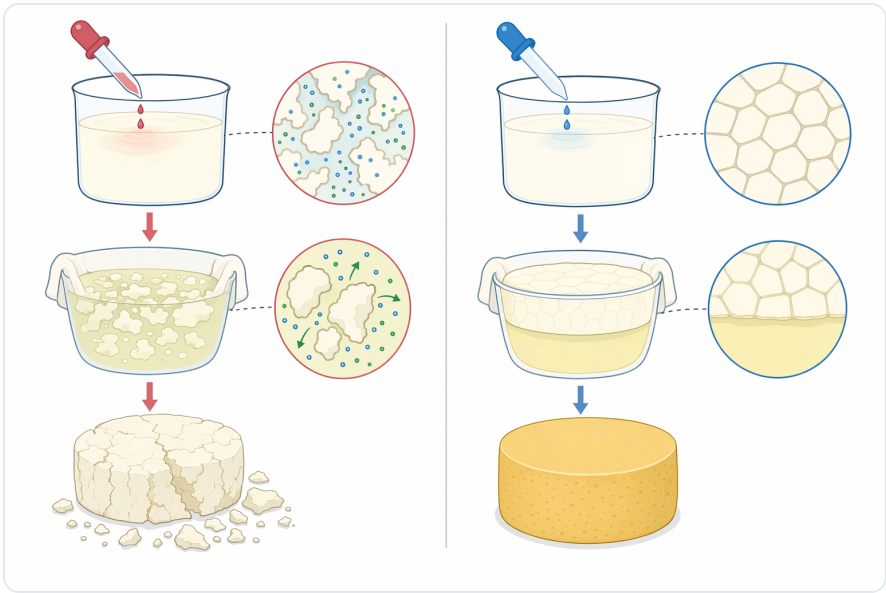


Figure 4. 키모신은 선택적인 κ -카제인 절단을 주된 응고 유발 기전으로 한다는 점에서 동물성 레닛 혼합물, 식물성 응고제, 광범위 미생물 프로테아제, 산 응고와 구별된다.

치즈 제조에서 chymosin 적용이 만드는 공정 효과

Chymosin in cheese making의 첫 번째 효과는 응유 개시의 예측 가능성입니다. κ -casein 절단이 충분히 진행되면 micelle 응집이 시작되고, 이후 커드가 절단 가능한 강도에 도달합니다. 커드 절단 시점이 지나치게 빠르거나 늦으면 유청 배출, 지방·단백질 보유, 최종 수분이 흔들릴 수 있으므로 chymosin enzyme 선택은 단순한 원료 투입이 아니라 제조 일정 관리의 일부입니다^[1].

두 번째 효과는 조직과 수분 관리입니다. 응유가 약하면 절단과 교반 중 미세 입자가 늘어 유청 손실이 증가할 수 있고, 응유가 과도하게 빠르거나 단단하면 수분 배출이 예상과 달라질 수 있습니다. Chymosin cheese 공정에서는 우유의 단백질 함량, 칼슘 균형, 열처리 조건, 배양 스타터의 산 생성 속도가 모두 효소 반응과 결합해 최종 조직을 만듭니다^[1].

세 번째 효과는 숙성 중 단백질 분해 방향입니다. 치즈 숙성에서는 스타터와 비스타터 미생물, 잔존 응유 효소, 우유 자체 효소가 함께 작용하지만, 초기 렌넷 효소의 성격은 casein 분해 시작점에 영향을 줍니다. Chymosin은 응유 목적에 적합한 선택성이 강조되므로, 치즈 종류에 따라 pepsin 함량이나 대체 protease 사용 여부가 풍미와 쓴맛 형성 가능성에 영향을 줄 수 있습니다^[1].

네 번째 효과는 원료 유통과 공급 안정성입니다. 전통적 동물성 렌넷은 특정 치즈의 정체성과 연결될 수 있지만, 대량 생산에서는 동물 유래 원료의 공급 변동과 식이·종교·채식 관련 요구가 의사결정에 영향을 줍니다. Fermentation produced chymosin은 이러한 요구 속에서 chymosin rennet의 기능을 유지하면서 생산 방식의 대안을 제공하는 기술로 발전해 왔습니다^[1].

pH, 온도, 칼슘, 우유 처리 이력이 중요한 이유

Chymosin은 효소이므로 반응 환경의 영향을 받습니다. pH는 효소의 촉매 잔기 이온화 상태와 casein micelle의 전하 상태를 동시에 바꾸며, 치즈 제조에서 스타터 배양이 진행되며 산도가 변하면 응고 속도와 gel firming이 달라집니다. 따라서 rennet chymosin 적용은 스타터 배양 설계와 분리해서 이해하기 어렵습니다^[1].

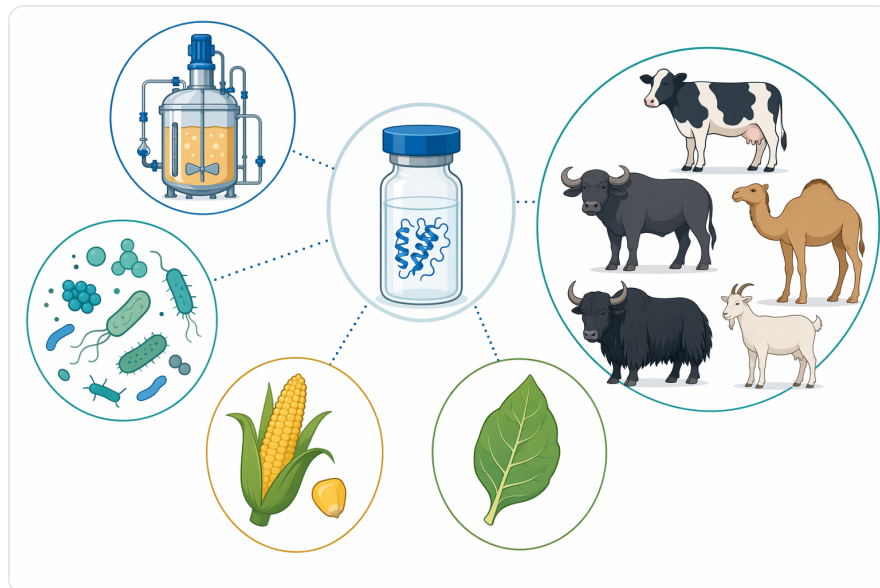


Figure 5. 키모신 연구에는 여러 반추동물 유래 효소와 다양한 발현 플랫폼이 포함되지만, 상업적 적합성은 생산성, 규제 요건, 치즈 제조 성능 등의 요인에 따라 달라진다.

온도는 효소 반응 속도와 micelle 응집 속도 모두에 영향을 줍니다. 낮은 온도에서는 효소 반응과 응집이 느려지고, 지나치게 높은 열 이력은 유청 단백질 변성, casein micelle 표면 변화, 칼슘 평형 변화로 이어져 렌넷 응고성이 달라질 수 있습니다. 이 때문에 같은 chymosin application이라도 파스퇴르 조건과 우유 표준화 방식에 따라 제조 반응이 달라질 수 있습니다^[1].

칼슘은 κ -casein 절단 이후 micelle 간 연결과 gel network 형성에 관여합니다. 우유의 염 평형은 냉장 저장, 열처리, pH 변화에 따라 이동할 수 있으므로, chymosin을 투입했을 때 관찰되는 응고성은 효소 자체만의 특성이 아니라 우유 매트릭스의 상태를 반영합니다^[1].

이러한 변수들은 Enzymes.bio가 제조사처럼 공정을 설계하거나 시험법을 제공한다는 의미가 아닙니다. 다만 치즈 제조사가 chymosin enzyme을 사용할 때 효소와 우유 시스템이 상호작용한다는 점을 이해하면, 제품 개발·공정 전환·동물성 렌넷 대체 검토에서 원인 분석이 더 명확해집니다.

Chymosin, pepsin, 렌넷 안전성 평가의 맥락

식품 효소로서 chymosin은 오랜 사용 이력을 가진 렌넷 기술과 연결되어 있지만, 실제 안전성 평가는 원료 동물, 효소 조성, 제조 방식, 노출 평가 등 구체적 맥락에서 이루어집니다. EFSA는 송아지 abomasum 유래 chymosin 및 pepsin A 함유 렌넷, 어린 양·염소 abomasum 유래 chymosin 및 pepsin 함유 식품 효소를 각각 평가한 문헌을 공개했습니다^[2].

2022년 평가에서도 calf abomasum 유래 chymosin과 pepsin A를 포함하는 rennet 식품 효소가 검토되었고, 어린 양 abomasum 유래 chymosin 및 pepsin 함유 식품 효소에 대한 별도 평가도 이루어졌습니다^[11]. 이러한 문헌은 chymosin이 식품 효소로 다루어질 때 “효소명”만이 아니라 원료와 조성, 제조 공정이 함께 평가 대상이 된다는 점을 보여줍니다.

어린 양과 염소 abomasum 유래 chymosin 및 pepsin 효소에 대한 2021년 안전성 평가도 존재합니다. 이는 동물성 rennet chymosin의 경우 종과 조직 원료가 명확히 구분되어야 하며, 같은 “렌넷”이라도 평가 문맥이 달라질 수 있음을 보여줍니다^[12].

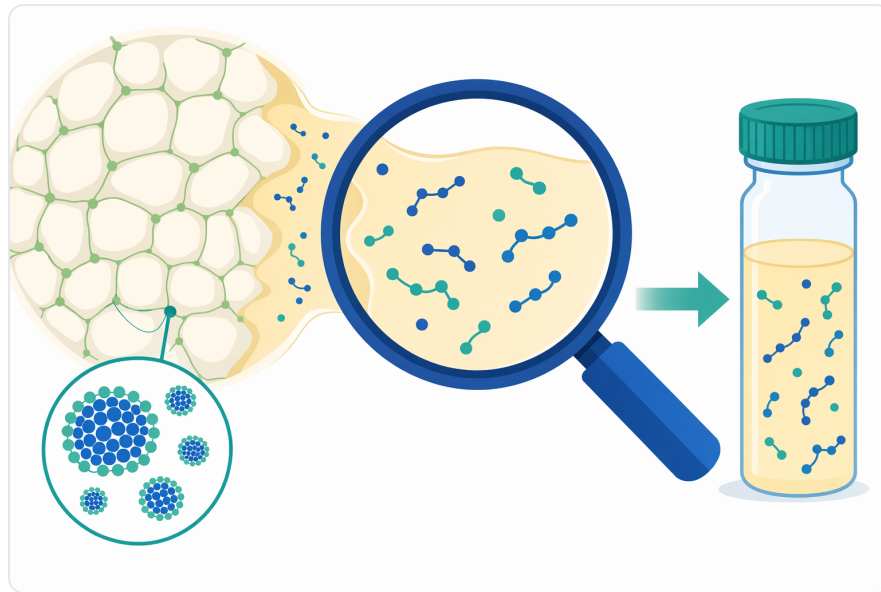


Figure 6. 글리코마크로펩타이드는 키모신 작용 중 κ -카제인에서 방출되는 수용성 단편으로, 레닛 활성의 측정 가능한 지표로 활용될 수 있다.

Recombinant chymosin의 경우에는 생산 숙주, 도입 유전자, 정제 및 불순물 관리, 지역별 식품 규정이 함께 고려됩니다. "chymosin gmo" 또는 "gm chymosin"이라는 검색어는 소비자 커뮤니케이션에서 민감할 수 있으나, 기술적으로는 생산 미생물의 유전공학적 사용을 가리키는 경우가 많고, 최종 식품 표시 의무는 국가와 제품 범주에 따라 달라집니다^[1].

Chymosin을 사용하는 대표 치즈 범주

Chymosin은 렌넷 응고가 필요한 다양한 치즈에서 사용될 수 있습니다. 대표적으로 hard cheese, semi-hard cheese, pasta filata 계열, 일부 soft cheese에서 chymosin의 κ -casein 절단 반응이 커드 형성의 출발점이 됩니다. 치즈 종류가 달라져도 기본 원리는 "우유 단백질의 콜로이드 안정성을 선택적으로 낮추고, 응집 가능한 gel network를 만든다"는 점에서 같습니다^[1].

Hard cheese에서는 커드 강도와 절단 후 입자 안정성이 수분 배출과 숙성 조직에 연결됩니다. Semi-hard cheese에서는 응유와 교반, 세척, 가열 조건의 조합이 최종 수분과 탄성에 영향을 주며, chymosin의 초기 작용은 이 전체 공정의 시작점을 안정화합니다^[1].

Soft cheese에서는 지나친 유청 배출보다 부드러운 gel 구조와 균일한 수분 보유가 중요할 수 있습니다. 이 경우 chymosin 투입 자체보다 산 생성 속도, 배양 미생물, 우유 열처리, 절단 강도와 균형이 중요하며, 효소는 그 균형 속에서 응유 구조를 형성하는 역할을 합니다^[1].

Pasta filata 계열처럼 이후 stretching 공정이 있는 제품에서는 단백질 네트워크의 칼슘 상태와 산도 변화가 기능성에 큰 영향을 줍니다. Chymosin은 초기 응유를 만들지만, 최종 용융성·신장성·조직은 산도, 칼슘 이동, 가열 및 기계적 처리까지 포함한 전체 공정의 결과로 결정됩니다^[1].

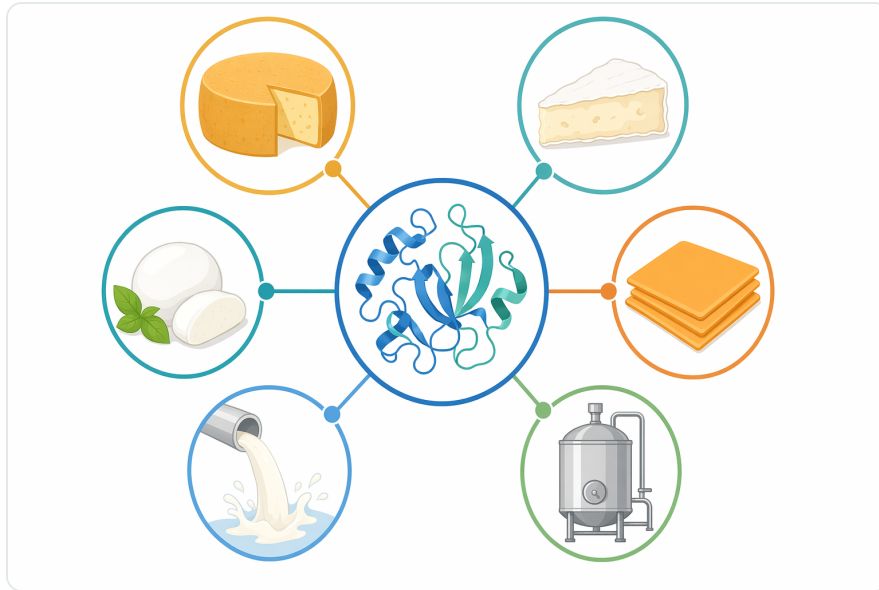


Figure 7. 키모신은 초기 효소적 응고 단계를 제공하기 때문에 신선 치즈, 연성 치즈, 반경성 치즈, 경성 치즈, 숙성 치즈, 모차렐라 스타일 치즈 등 다양한 치즈 제조 시스템에서 사용된다.

Recombinant chymosin 연구가 보여주는 품질 일관성의 방향

Recombinant chymosin 연구의 중심은 “새로운 효소를 임의로 만드는 것”이라기보다, 치즈 제조에 적합한 chymosin을 안정적으로 생산하고 공급하는 데 있습니다. Bovine chymosin의 rDNA 생산과 치즈 제조 적용에 대한 리뷰는 전통 렌넷 수급의 한계를 보완하고, 효소 조성을 더 명확히 관리하려는 산업적 필요와 연결됩니다^[1].

*A. oryzae*에서 calf chymosin을 높은 수준으로 분비시키기 위한 fusion gene 접근은 생산 공정에서 세포 밖 분비와 전구체 가공이 중요하다는 점을 보여줍니다. Prochymosin 형태로 생산된 뒤 활성형으로 전환되는 생물학적 경로는 전통적 abomasum 유래 효소와 재조합 생산 모두에서 이해해야 할 부분입니다^[6].

Protease gene disruption 연구는 chymosin 자체 연구가 아니더라도, 재조합 단백질 생산 숙주를 개선하는 전략이 왜 필요한지를 설명합니다. 목적 단백질이 숙주 protease에 의해 분해되면 수율과 품질이 흔들릴 수 있으므로, 숙주 배경을 조정하는 것은 효소 생산 공학에서 중요한 접근입니다^[13].

*K. lactis*에서 promoter가 maral chymosin 생산에 미치는 영향을 다룬 연구는 chymosin의 종 다양성과 발현 조절의 중요성을 함께 보여줍니다. Bovine chymosin이 가장 널리 알려졌지만, 낙농 산업에서는 낙타, 염소, 양, 사슴류 등 다양한 chymosin 유래와 특성이 연구될 수 있으며, 최종 선택은 목표 치즈 품질과 규정에 따라 달라집니다^[14].

Enzymes.bio의 Chymosin 공급 정보

Enzymes.bio는 효소 원료를 온라인으로 공급하는 B2B 채널이며, Chymosin 제품은 1kg 단위로 직접 구매할 수 있습니다. Enzymes.bio는 제조사나 실험실이 아니므로 특정 제조 공정, 실험법, 분석법을 운영하는 기관처럼 설명하지 않으며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다.

Chymosin은 치즈 제조사가 렌넷 응고 공정을 설계하거나 기존 rennet chymosin을 대체·표준화할 때 검토할 수 있는 효소입니다. 제품을 적용할 때는 치즈 종류, 우유 원료, 배양 조건, 열처리 이력, 원하는 커드 특성에 따라 결과가 달라질 수 있으며, 이는 chymosin이 우유 단백질 매트릭스 안에서 작용하는 효소라는 특성 때문입니다^[1].

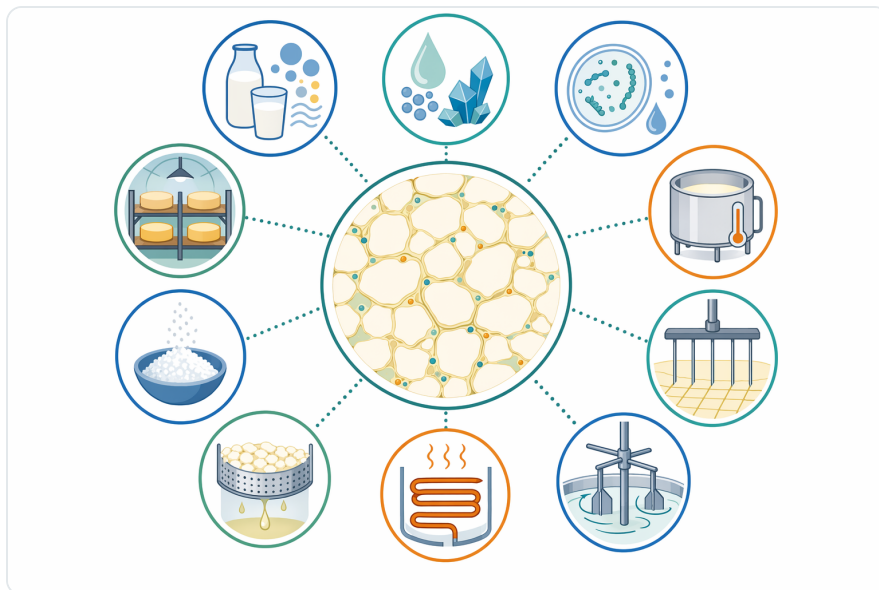


Figure 8. 키모신은 응고를 유발하는 역할을 하며, 최종 커드와 치즈의 품질 및 성능은 우유 조성, 무기질 균형, 산성화, 온도, 기계적 처리에 의해 결정된다.

Enzymes.bio의 역할은 제조사를 대신해 공정을 확정하거나 특정 치즈의 품질 결과를 보증하는 것이 아니라, 식품·유제품 제조사가 자체 공정에서 사용할 수 있는 효소 원료 접근성을 제공하는 것입니다. Chymosin과 관련된 CoA 및 SDS는 주문 문서로 제공되므로, 제품 취급과 내부 품질 문서화에 필요한 기본 정보를 확인할 수 있습니다.

핵심 정리: chymosin application의 판단 기준

Chymosin은 cheese making에서 κ -casein 절단을 통해 casein micelle을 불안정화하고 커드 형성을 유도하는 렌넷 계열 효소입니다. 이 반응은 치즈의 첫 번째 구조 형성 단계이므로, chymosin enzyme 선택은 응고 시간만이 아니라 커드 절단성, 유청 배출, 수분, 숙성 중 단백질 분해 방향에 영향을 줍니다^[1].

Fermentation produced chymosin과 recombinant chymosin은 전통 동물성 렌넷의 기능을 산업적으로 더 일관되게 확보하려는 기술적 대안으로 발전했습니다. *Aspergillus oryzae*, *Pichia pastoris*, *Kluyveromyces lactis*, 식물 발현 시스템 등 다양한 생산 플랫폼 연구는 chymosin production이 유전공학, 숙주 분비, 단백질 안정성, 발현 조절을 포함하는 성숙한 효소 공학 영역임을 보여줍니다^[4].

치즈 제조사의 관점에서 가장 실용적인 질문은 “chymosin이 무엇인가”보다 “우리 우유와 치즈 공정에서 어떤 응유 구조와 숙성 결과를 만들 것인가”입니다. Chymosin은 그 질문에 대해 가장 전통적 이면서도 현대적으로 표준화된 효소 선택지 중 하나이며, Enzymes.bio에서는 1kg 단위의 온라인 구매 방식으로 접근할 수 있습니다.

Chymosin 온라인 주문

1kg 단위로 판매되며 재고 보유, 즉시 출고됩니다. 온라인 스토어에서 바로 결제하시면 주문을 처리해 드립니다. 모든 주문에는 시험성적서(CoA)와 물질안전보건자료(SDS)가 포함됩니다.

[Chymosin 구매하기 →](#)

참고문헌

최초 인용 순서로 번호를 매겼습니다. 모든 출처는 발행 시점에 접근 가능 여부를 확인한 오픈 액세스 자료이며, 본문의 인용 번호가 이곳으로 연결됩니다.

1. Mohanty, A., Mukhopadhyay, U., Grover, S., & Batish, V. (1999). Bovine chymosin: production by rDNA technology and application in cheese manufacture. *Biotechnology Advances*, 17 2-3, 205-17 .
2. Lambré, C., Baviera, J. M. B., Bolognesi, C., Cocconcelli, P., Crebelli, R., Gott, D., Grob, K., ... et al. (2023). Safety evaluation of the food enzyme rennet containing chymosin and pepsin A from the abomasum of suckling calves, goats and lambs. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 21.
3. Lambré, C., Baviera, J. M. B., Bolognesi, C., Cocconcelli, P., Crebelli, R., Gott, D., Grob, K., ... et al. (2022). Safety evaluation of the food enzyme rennet containing chymosin and pepsin A from calf abomasum. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 20.
4. Espinoza-Molina, J. A., Acosta-Muñiz, C., Sepulveda, D., Zamudio-Flores, P. B., & Rios-Velasco, C. (2016). Codon Optimization of the “Bos Taurus Chymosin” Gene for the Production of Recombinant Chymosin in Pichia pastoris. *Molecular Biotechnology*, 58, 657-664.
5. Akishev, Z., Auyez, M., Baltin, K., Tursunbekova, A., & Khassenov, B. (2024). PRODUCTION OF RECOMBINANT MILK-CONVERTING ENZYME IN YEAST PICHIA PASTORIS. *Eurasian journal of applied biotechnology*.
6. Tsuchiya, K., Nagashima, T., Yamamoto, Y., Gomi, K., Kitamoto, K., Kumagai, C., & Tamura, G. (1994). High level secretion of calf chymosin using a glucoamylase-prochymosin fusion gene in Aspergillus oryzae.

Bioscience, biotechnology and biochemistry, 58 5, 895-9 .

7. Yoon, J., Maruyama, J., & Kitamoto, K. (2011). Disruption of ten protease genes in the filamentous fungus *Aspergillus oryzae* highly improves production of heterologous proteins. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 89, 747-759.
8. Brink, H. V. D., Petersen, S. G., Rahbek-Nielsen, H., Hellmuth, K., & Harboe, M. (2006). Increased production of chymosin by glycosylation. *Journal of Biotechnology*, 125 2, 304-10 .
9. Yue-Song, Zhou, J., & Ni, Y. (2024). [Construction of a *Kluyveromyces lactis* strain with multi-copy integration for enhanced bovine chymosin production by CRISPR/Cas9 and UV mutagenesis]. *Sheng wu gong cheng xue bao = Chinese journal of biotechnology*, 40 9, 2983-2997 .
10. Azizi-Dargahlou, S., Pouresmaeil, M., & Ahmadabadi, M. (2024). Tobacco Plant: A Novel and Promising Heterologous Bioreactor for the Production of Recombinant Bovine Chymosin. *Molecular Biotechnology*, 66, 2595 - 2605.
11. Lambré, C., Baviera, J. M. B., Bolognesi, C., Coconcelli, P. S., Crebelli, R., Gott, D. M., Grob, K., ... et al. (2022). Safety evaluation of the food enzyme containing chymosin and pepsin from the abomasum of suckling lambs. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 20.
12. Lambré, C., Baviera, J. M. B., Bolognesi, C., Coconcelli, P., Crebelli, R., Gott, D., Grob, K., ... et al. (2021). Safety evaluation of the food enzyme containing chymosin and pepsin from the abomasum of suckling lambs and goats. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 19.
13. Zhu, L., Maruyama, J., & Kitamoto, K. (2013). Further enhanced production of heterologous proteins by double-gene disruption ($\Delta AosedD \Delta Aovps10$) in a hyper-producing mutant of *Aspergillus oryzae*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 97, 6347 - 6357.
14. Belenkaya, S., Balabova, D., Yelchaninov, V., & Shcherbakov, D. (2022). THE EFFECT OF PROMOTERS ON THE PRODUCTION OF RECOMBINANT MARAL CHYMOSIN BY YEAST *KLUYVEROMYCES LACTIS*. *BIOTECHNOLOGY: STATE OF THE ART AND PERSPECTIVES*.

Enzymes.bio 문의

주문에 관해 궁금한 점이 있으신가요? 기꺼이 도와드리겠습니다.

이메일 wholesale@enzymes.bio

전화 (미국) +1 (507) 428-6057

문의하기 →

 **400+** B2B 고객사  **60+** 대학 연구 파트너  **54** 전 세계 54개국 공급

© 2026 Enzymes.bio · 산업용 및 식품 가공용 효소 공급 · 인체 섭취 또는 소매 판매용이 아님