

식품가공용 트랜스글루타미나아제 분말: 육가공·수산가공·유제품·식물성 단백질의 결착과 조직감 설계

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

식품가공용 트랜스글루타미나아제, 즉 TG 효소는 단백질의 글루타민 잔기와 라이신 잔기 사이에 공유 결합성 이소펩타이드 결합을 형성해 식품 매트릭스의 결착성, 탄력, 보수성, 절단 안정성을 높이는 효소적 텍스처링 도구입니다 ^[1]. Enzymes.bio의 트랜스글루타미나아제 분말은 식품 제조 및 산업 가공용으로 온라인에서 1kg 단위로 주문되는 공급 제품이며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다. 이 효소는 "접착제"라기보다 육류, 어육, 우유 단백질, 대두·완두·병아리콩 등 식물성 단백질에서 단백질 네트워크를 재배열하는 가공 보조 성격의 생촉매로 이해하는 것이 정확합니다 ^[2].

트랜스글루타미나아제가 식품에서 실제로 하는 일

트랜스글루타미나아제는 단백질을 분해해 맛을 바꾸는 효소가 아니라, 이미 존재하는 식품 단백질 사이에 새로운 연결점을 만드는 효소입니다. 식품 제조 관점에서 이 연결점은 원료 조각을 서로 붙게 하고, 겔을 더 촘촘하게 만들며, 수분이 빠져나가는 통로를 줄이고, 절단 또는 가열 후에도 형태가 유지되도록 돕는 구조적 역할을 합니다 ^[1].

식품 산업에서 TG 효소가 주목받는 이유는 단백질 원료의 품질 편차를 완전히 없애지는 못하더라도, 단백질 기반 제품의 물성을 설계할 수 있는 수단을 제공하기 때문입니다. 육가공에서는 작은 원료육 조각의 결착, 수산가공에서는 수리미와 재구성 어육의 탄력, 유제품에서는 산성 겔의 유청 분리 저감, 식물성 단백질 제품에서는 씹힘과 보수성 개선이 대표적인 검토 대상입니다 ^[2].

Enzymes.bio는 트랜스글루타미나아제 제품군을 식품 제조, 단백질 가공, 육류·수산·유제품·식물성 단백질 응용에 사용할 수 있는 효소 원료로 공급합니다. Enzymes.bio는 제조사나 시험기관이 아니라 온라인 공급업체이며, 제품은 1kg 단위로 직접 주문되는 형태로 제공되고 CoA와 SDS는 주문 시 함께 제공됩니다.

작동 기전: 글루타민과 라이신을 잇는 ϵ -(γ -glutamyl) lysine 결합

트랜스글루타미나아제의 핵심 반응은 단백질 사슬의 글루타민 잔기에 있는 γ -카복시아마이드기를 acyl donor로, 라이신 잔기의 ϵ -아미노기를 acyl acceptor로 사용해 ϵ -(γ -glutamyl) lysine 이소펩타이드 결합을 만드는 것입니다. 이 결합은 일반적인 수소결합이나 정전기적 상호작용보다 훨씬 안정적인 공유 결합성 연결점이므로, 충분히 형성되면 단백질 네트워크의 강도와 응집성이 달라질 수 있습니다 [1].

이 반응은 “단백질을 새로 만드는” 과정이 아니라, 식품 원료 안에 이미 존재하는 반응 가능한 아미노산 잔기를 재배열하는 과정입니다. 따라서 효소가 잘 작동하려면 반응 가능한 글루타민과 라이신 잔기가 표면에 노출되어 있어야 하고, 효소와 기질이 충분히 접촉해야 하며, 수분과 혼합 조건이 단백질 이동성과 반응성을 허용해야 합니다 [2].

TG 효소가 모든 단백질 원료에서 같은 결과를 내지 않는 이유도 여기에 있습니다. 예를 들어 근원섬유 단백질이 비교적 잘 노출된 육류 페이스트, 염용성 단백질이 추출된 수리미, 열처리로 일부 변성된 우유 단백질, 분리·농축 과정을 거친 식물성 단백질은 각각 반응 가능한 잔기의 접근성, 입자 크기, 수화 상태, pH 환경이 다릅니다 [1].

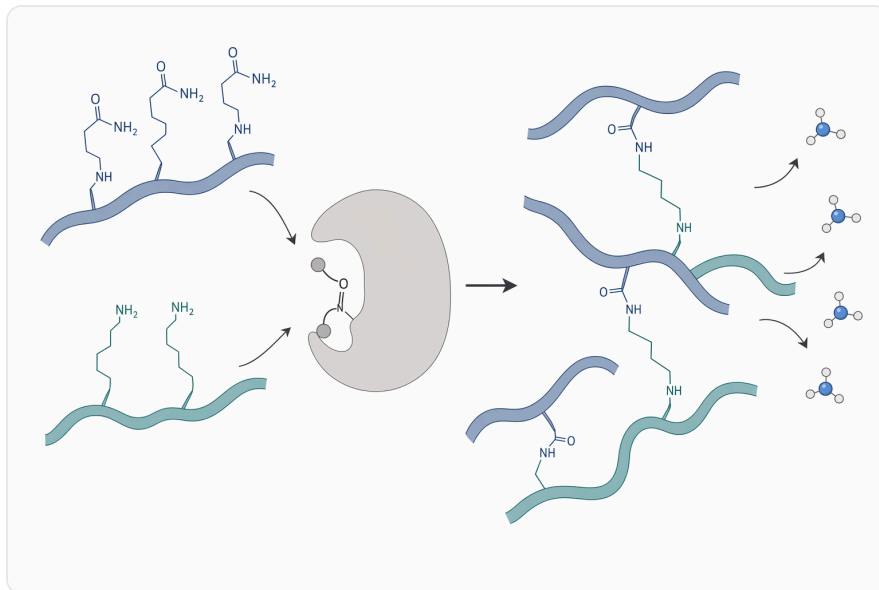


Figure 1. 트랜스글루타미나아제는 글루타민 잔기와 라이신 잔기 사이에 공유 결합성 ϵ -(γ -글루타밀) 라이신 가교를 형성하여 식품 단백질 네트워크를 강화한다.

반응이 진행되면 단백질 사슬 사이의 연결점이 증가하고, 그 결과 점도 상승, 겔 네트워크 강화, 보수력 증가, 슬라이스 안정성 개선 같은 물성 변화가 나타날 수 있습니다. 다만 이러한 변화는 원료 단백질의 종류, 염 농도, 지방 함량, 혼합 강도, 열처리 순서, 발효 여부와 함께 결정되므로 “효소 투입만으로 동일한 효과가 반복된다”고 해석해서는 안 됩니다 [2].

TG 효소와 다른 조직감 조절 수단의 차이

식품 제조에서는 조직감을 조절하기 위해 소금, 인산염, 열처리, 전분, 검류, 단백질 isolate, 유화제, 프로테아제 등 여러 수단을 함께 사용합니다. 트랜스글루타미나아제의 차별점은 수분을 단순히 붙잡거나 점도를 높이는 것이 아니라, 단백질 사이에 효소적 공유 결합을 형성한다는 점입니다 [1].

조직감 조절 수단	주된 작용 방식	주로 기대하는 효과	TG 효소와의 차이
트랜스글루타미나아제	글루타민-라이신 잔기 사이 이소펩타이드 결합 형성	결착성, 겔 강도, 탄력, 보수성, 절단 안정성	단백질 네트워크 자체를 공유 결합성으로 재구성
검류·하이드로콜로이드	수분 결합, 점도 상승, 물리적 겔 형성	시너레시스 감소, 점도 부여, 입안 촉감 조절	단백질 간 공유 결합을 만들지는 않음
전분·변성전분	팽윤, 호화, 수분 포집	점도, 바디감, 열처리 후 구조 보강	주로 탄수화물 기반 물성 조절
소금·인산염	단백질 용해성 및 이온 환경 변화	육단백 추출, 보수성, 결착 보조	단백질 반응성 환경을 바꾸지만 효소적 교차결합은 아님
열처리	단백질 변성 및 열겔 형성	최종 고정, 미생물 제어, 조직 형성	비효소적 변성 과정이며 반응 선택성이 낮음
프로테아제	단백질 절단	연화, 가수분해, 향미 전구체 생성	TG와 반대로 단백질 사슬을 자르는 방향의 효소 작용

이 표에서 중요한 점은 TG가 다른 원료를 대체하는 “만능 첨가물”이 아니라는 것입니다. 예를 들어 수리미 제품에서는 염용성 단백질의 추출과 냉각·가열 조건이 여전히 중요하고, 유제품에서는 산성화 속도와 열처리 이력이 결정적이며, 식물성 단백질 제품에서는 단백질 수화와 지방상 구조가 함께 설계되어야 합니다 [2].

육가공과 재구성 단백질: 결착, 슬라이스성, 포션 안정성

육가공에서 트랜스글루타미나아제는 작은 육편을 하나의 균일한 형태로 만들거나, 햄·소시지를 제품에서 절단 시 부서짐을 줄이고, 가열 후 구조를 안정화하는 데 검토됩니다. 미생물 트랜스글루타미나아제의 산업 적용 리뷰는 육제품과 수산제품에서 단백질 교차결합을 통한 조직감 개선이 오래 전부터 연구·응용되어 왔다고 정리합니다 [2].

육류 시스템에서 TG의 주요 기질은 미오신, 액틴 등 근원섬유 단백질을 포함한 여러 단백질입니다. 분쇄, 텀블링, 염지, 혼합 같은 공정은 단백질을 표면으로 끌어내고 효소와의 접촉을 증가시켜 결합 반응이 일어날 수 있는 물리적 조건을 만듭니다 [1].

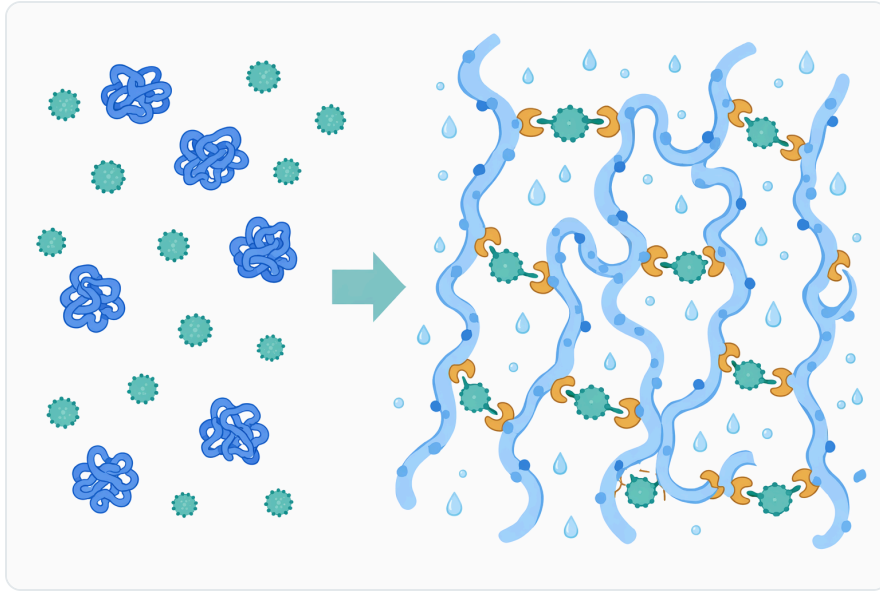


Figure 2. 수화, 가용화, 부분적 펼침은 단백질 부위를 더 노출시켜 트랜스글루타미나아제가 촉매하는 가교 결합이 더 잘 일어나게 한다.

실무적으로 기대되는 효과는 원료육 조각의 결합, 슬라이스 시 균열 감소, 조리 후 형태 유지, 절단면 균일화입니다. 그러나 지방 함량이 높거나 결합 표면에 결합 조직이 과도하게 많거나, 수분이 지나치게 많아 단백질 접촉이 희석되는 경우에는 단순한 효소 사용만으로 강한 결합을 기대하기 어렵습니다 [2].

TG를 사용한 재구성 육제품에서는 위생 관리가 특히 중요합니다. 여러 조각을 결합하는 공정은 표면이 내부로 들어갈 수 있는 구조를 만들 수 있으므로, 효소 반응은 냉장관리, 원료 위생, 가열 조건, 교차오염 방지와 분리해서 생각할 수 없습니다 [1].

수산가공, 수리미, 재구성 새우·어육 제품

수산 단백질은 냉동·해동, 세척, 염용성 단백질 추출, 성형, 가열에 따라 조직감이 크게 달라집니다. 트랜스글루타미나아제는 수리미, 어육 페이스트, 재구성 해산물 제품에서 단백질 네트워크 형성을 촉진해 탄력과 결합성을 보강하는 도구로 연구되어 왔습니다 [2].

재구성 새우 조각을 이용한 연구에서는 트랜스글루타미나아제 적용이 조직감 개선이라는 목적과 직접 연결되어 다루어졌습니다. 이러한 유형의 제품에서는 단백질 표면이 서로 맞닿고 수분이 충분히 존재하며, 성형 후 반응 시간을 확보할 수 있기 때문에 TG 반응의 효과를 관찰하기 상대적으로 적합한 시스템으로 볼 수 있습니다 [3].

수리미 제품에서는 염용성 근원섬유 단백질의 추출 상태가 중요합니다. 단백질이 잘 분산되어 있으면 TG가 단백질 사슬 사이의 연결점을 늘릴 가능성이 커지고, 이후 가열 공정에서 형성되는 열겔과 결합해 더 안정적인 탄성 구조를 만들 수 있습니다 [1].

최근 저염 수산 소시지 연구에서도 겔 특성 개선을 위한 첨가물 조합과 단백질 네트워크 설계가 다뤄졌습니다. 이는 TG가 단독 해결책이라기보다 염도, 보수 성분, 열처리, 기타 식품 소재와 함께 수산 단백질 구조를 조절하는 한 요소로 평가되어야 함을 보여줍니다 [4].

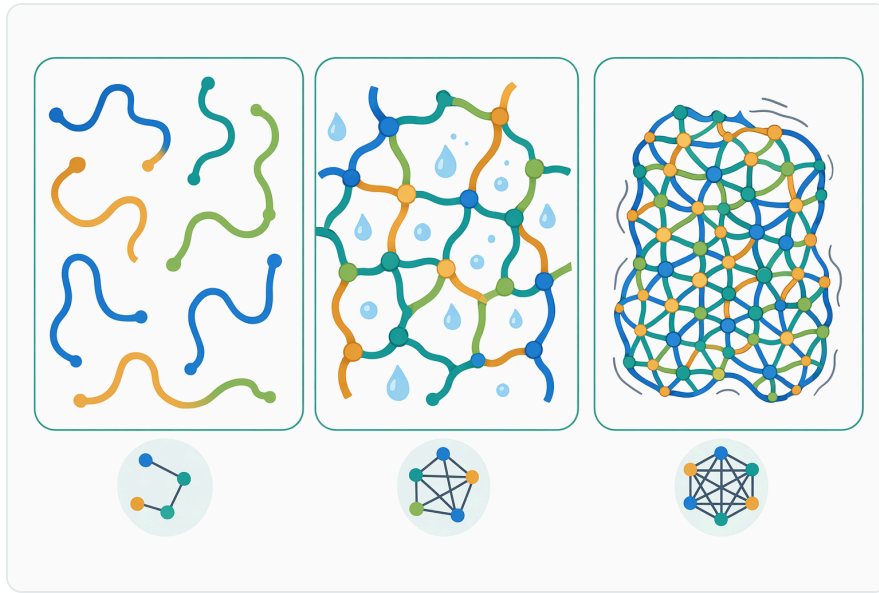


Figure 3. 가교 밀도가 적절한 중간 범위에 도달하면 질감이 개선되지만, 가교가 부족하거나 과도하면 제품이 약해지거나 지나치게 단단해질 수 있다.

유제품과 유청 단백질: 산성 겔, 시너레시스, 여과 적성

우유 단백질은 카제인 미셀과 유청 단백질이라는 서로 다른 구조적 집합을 포함합니다. TG 효소는 이들 단백질 사이의 교차결합을 통해 요구르트, 케피어, 치즈, 단백질 음료, 유청 기반 원료에서 겔 구조와 수분 보유를 조절하는 데 연구되어 왔습니다 [2].

케피어에 트랜스글루타미나아제와 잔탄을 함께 적용한 연구에서는 프로바이오틱 생존성, 관능 특성, 물리적 특성 개선이 함께 검토되었습니다. 이는 발효유 시스템에서 TG가 단순히 점도를 높이는 물질이 아니라, 발효 중 산성화와 다당류·단백질 상호작용 속에서 물성을 조절하는 요소임을 보여줍니다 [5].

유청 가공에서는 여과 적성과 단백질 구조가 밀접하게 연결됩니다. 유청 여과와 트랜스글루타미나아제 전처리에 관한 리뷰는 유청 단백질 제품과 막여과 공정에서 TG 처리가 연구 대상으로 다뤄져 왔음을 정리합니다 [6].

유제품에서 TG의 효과는 처리 시점에 따라 크게 달라질 수 있습니다. 산성화 전 처리하면 단백질 네트워크 형성 방식이 달라지고, 열처리 후 유청 단백질이 변성된 상태에서는 반응 가능한 부위가 더 노출될 수 있으며, 발효 후 처리에서는 이미 형성된 겔 구조의 접근성이 제한될 수 있습니다 [1].

식물성 단백질과 대체 식품: 대두, 참깨, 병아리콩, 땅콩 단백질

식물성 단백질 제품에서 가장 큰 과제 중 하나는 동물성 단백질과 유사한 탄력, 씹힘, 수분 보유, 조리 안정성을 구현하는 것입니다. 트랜스글루타미나아제는 식물성 단백질의 글루타민과 라이신 잔기가 접근 가능한 경우 단백질 네트워크를 강화할 수 있어, 대체육과 식물성 유제품 유사품에서 구조 설계 도구로 검토됩니다 [2].

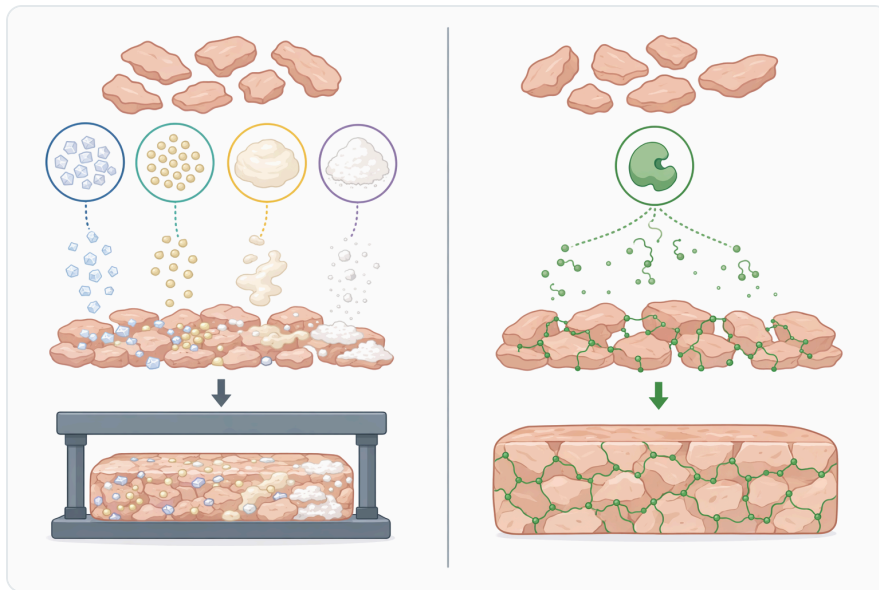


Figure 4. 트랜스글루타미나아제는 식품 자체의 단백질을 공유 결합으로 연결해 구조를 만든다는 점에서 열, 하이드로콜로이드, 전분, 프로테아제와 다르다.

병아리콩 기반 밀크 아날로그 연구에서는 트랜스글루타미나아제를 이용한 안정화가 다뤄졌습니다. 병아리콩 단백질은 우유 단백질과 구조가 다르기 때문에 동일한 질감을 그대로 재현하는 접근이 아니라, 식물성 단백질의 분산 안정성과 물성 한계를 효소적으로 보완하는 접근으로 이해해야 합니다 [7].

참깨 단백질 isolate와 트랜스글루타미나아제를 글루텐프리 반죽 및 케이크 품질에 적용한 연구도 있습니다. 이러한 연구는 식물성 단백질이 베이커리 시스템에서 단백질 네트워크 보강원으로 기능할 수 있으며, TG가 그 네트워크 형성에 관여할 수 있음을 보여줍니다 [8].

땅콩 단백질에 대해서는 효소적 가수분해와 트랜스글루타미나아제 교차결합을 함께 활용해 알레르겐 저감과 기능성 개선을 검토한 연구가 보고되었습니다. 다만 이러한 결과를 모든 견과·두류 단백질에 일반화해서는 안 되며, 원료별 단백질 조성, 가공 이력, 알레르겐 표시 요건은 별도로 다뤄져야 합니다 [9].

글루텐프리 베이커리와 면류: 단백질 네트워크 보강의 한계와 가능성

글루텐프리 제품은 밀 글루텐이 제공하는 탄성·신장성·가스 보유력을 대체해야 하므로, 전분, 검류, 단백질 isolate, 섬유질, 효소의 조합이 중요합니다. 트랜스글루타미나아제는 글루텐이 없는 제형에서도 반응 가능한 단백질이 충분히 존재할 때 단백질 네트워크를 보강하는 방식으로 검토됩니다 [10].

석류씨 분말을 보강한 글루텐프리 케이크 연구에서는 트랜스글루타미나아제를 포함한 제형 최적화가 다뤄졌습니다. 이 유형의 제품에서는 효소가 전분 호화, 기포 안정성, 단백질 구조, 식이섬유의 수분 결합과 동시에 영향을 주기 때문에 결과를 단순히 "TG가 케이크를 부풀린다"로 해석하면 부정확합니다 [10].

글루텐프리 빵 연구에서는 구아검, 카제인나트륨, 트랜스글루타미나아제가 품질 파라미터에 미치는 영향이 분석되었습니다. 카제인나트륨처럼 반응 가능한 동물성 단백질이 포함되면 TG가 단백질 네트워크 형성에 더 직접적으로 관여할 수 있지만, 검류와 전분의 물성 기여도 함께 고려해야 합니다 [11].

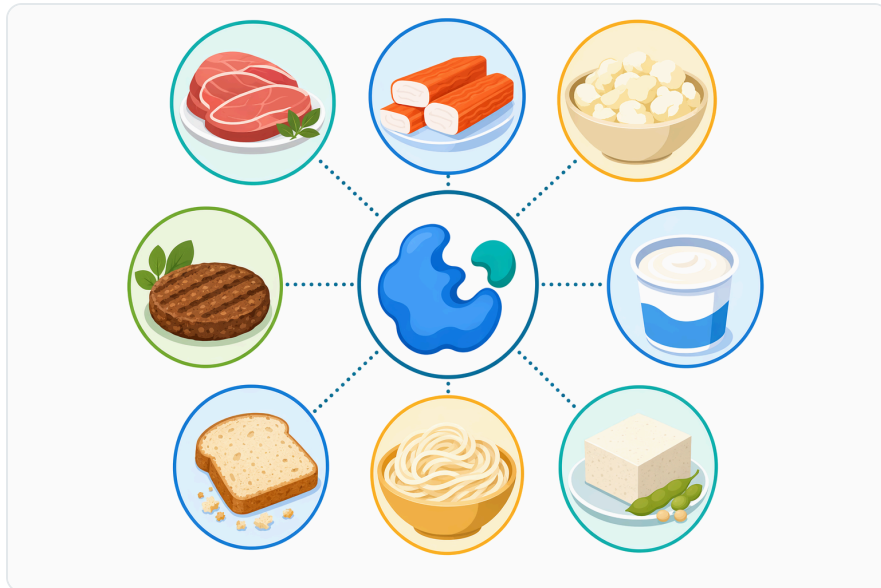


Figure 5. 주요 식품 적용 분야에는 육류 재구성, 수리미 겔 강화, 유제품 겔 조절, 식물성 단백질 결합, 밀가루 반죽 조정, 유화물, 식용 필름이 포함된다.

카사바 기반 습면에 관한 리뷰도 트랜스글루타미나아제의 적용 가능성을 다룹니다. 카사바는 전분 중심 원료이므로 TG의 효과는 전분 자체가 아니라 배합에 포함된 단백질 성분과 그 단백질의 접근성에 의해 좌우됩니다 [12].

적용 결과를 좌우하는 공정 변수

트랜스글루타미나아제 반응은 단백질 기질, 수분, 혼합, 온도, pH, 염도, 시간의 영향을 동시에 받습니다. 특히 효소와 단백질의 접촉이 충분하지 않으면 반응 가능한 잔기가 존재하더라도 교차결합이 제한되므로, 건식 혼합인지 수화 후 혼합인지, 텀블링인지 고전단 혼합인지, 성형 전후 어느 단계인지가 물성 결과에 영향을 줍니다 [11].

수분은 효소 반응과 단백질 이동성 모두에 필요하지만, 과도한 자유수는 단백질 간 접촉을 희석하고 구조를 약하게 만들 수 있습니다. 따라서 보수성 개선이라는 목표가 있더라도, 물을 많이 넣는 것과 단백질 네트워크를 촘촘히 만드는 것은 별개의 설계 문제입니다 [2].

pH와 염도는 단백질의 전하, 용해성, 팽윤, 표면 노출을 바꿉니다. 육류와 수산 단백질에서는 염 농도가 근원섬유 단백질 추출에 관여하고, 유제품에서는 산성화가 카제인 네트워크 형성에 직접 연결되며, 식물성 단백질에서는 등전점 주변의 응집이 효소 접근성을 제한할 수 있습니다 [11].

열처리는 두 가지 의미를 가집니다. 반응 전 열처리는 단백질 변성을 통해 반응 부위를 노출할 수 있지만 과도하면 응집으로 효소 접근성을 떨어뜨릴 수 있고, 반응 후 열처리는 형성된 구조를 최종 제품 조직으로 고정하는 단계가 될 수 있습니다 [2].

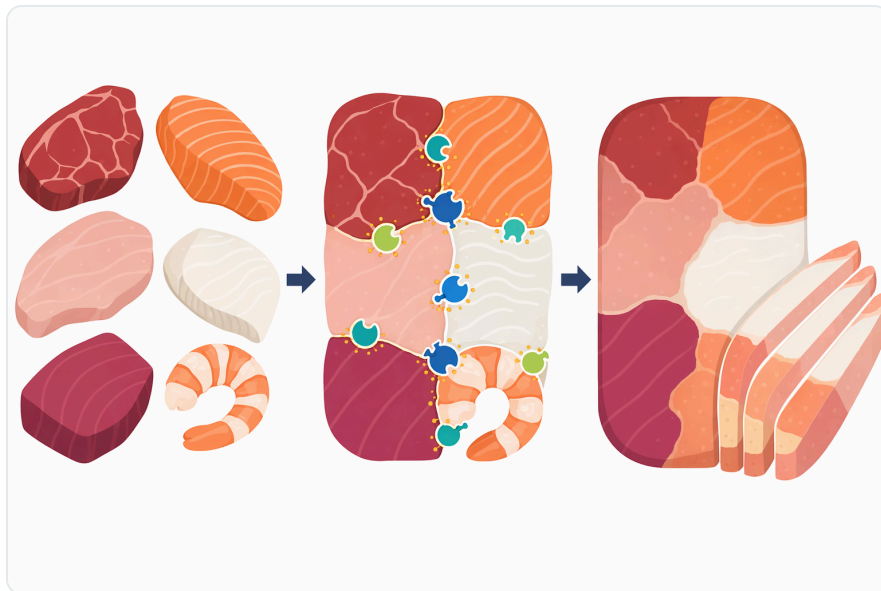


Figure 6. 육류, 가금류, 수산물, 수리미 시스템에서는 노출된 근육 단백질 사이의 가교가 결합력, 슬라이스성, 겔 탄성을 향상시킨다.

적용 분야별 기술적 기대치 비교

트랜스글루타미나아제 적용은 제품군마다 목표와 한계가 다릅니다. 아래 표는 효소가 관여할 수 있는 주요 식품 시스템과 현실적인 기대치를 비교한 것입니다.

식품 시스템	주요 단백질 환경	기대할 수 있는 변화	해석 시 주의점	관련 근거
재구성 육제품	근원섬유 단백질, 결합 조직, 지방, 수분	결착성, 슬라이스성, 형태 유지	원료 위생과 가열 관리는 별도 핵심 관리 요소	[2]
수리미·어육 페이스트	염용성 어육 단백질, 냉동·해동 이력	탄력, 겔 강도, 절단면 안정성	단백질 추출 상태와 가열 프로파일 영향 큼	[3]
발효유·케피어	카제인, 유청 단백질, 산성화 겔	시너레시스 저감, 점도와 입안 촉감 변화	발효균, pH 변화, 다당류와 상호작용	[5]
유청 단백질 공정	유청 단백질, 막여과 환경	단백질 구조 변화, 여과 전처리 연구 대상	막오염·수율은 공정 전체 조건에 의존	[6]
글루텐프리 케이크·빵	전분, 검류, 보강 단백질	구조 보강, 부스러짐 저감 가능성	단백질이 충분해야 TG 효과가 의미 있음	[10]
식물성 밀크 아날로그	병아리콩·두류 단백질, 지방상, 안정제	분산 안정성, 바디감, 네트워크 보강	우유 단백질과 동일한 반응성으로 가정 불가	[7]
카사바 기반 면류	전분 중심 매트릭스와 보강 단백질	면 탄성·조직 보완 가능성	전분이 아니라 단백질 성분이 TG 기질	[12]

이 비교에서 보듯 TG 효소는 단백질이 충분하고, 효소가 접근할 수 있으며, 반응 후 구조를 유지할 공정이 있을 때 의미 있는 도구가 됩니다. 반대로 단백질 함량이 낮거나, 단백질이 강하게 응집되어 있거나, 지방과 전분이 대부분의 구조를 지배하는 시스템에서는 효과가 제한적일 수 있습니다 [1].

“고기 접착제”라는 표현의 한계

트랜스글루타미나아제는 대중적으로 “고기 접착제”라고 불리기도 하지만, 이 표현은 식품공학적으로 불완전합니다. TG는 표면에 끈적한 접착층을 남기는 물질이 아니라, 단백질 분자 사이에 효소적으로 결합을 형성해 구조를 안정화합니다 [1].

이 차이는 제품 설계에서 중요합니다. 접착제라면 비단백질 표면도 붙일 수 있어야 하지만, TG 효소의 실제 기질은 반응 가능한 단백질입니다. 지방층, 전분 과립, 섬유질 입자, 껍질 조직처럼 단백질 반응성이 낮은 구성요소는 TG 반응의 직접 표적이 아닙니다 [2].

따라서 TG를 사용한 제품 개발에서는 “붙일 표면”이 아니라 “반응 가능한 단백질 표면”을 생각해야 합니다. 육류 조각 사이에 단백질이 충분히 노출되어 있는지, 어육 페이스트가 균일하게 분산되어 있는지, 식물성 단백질이 수화되어 있는지, 유제품 단백질이 산성화 전에 적절히 접근 가능한지가 결과를 좌우합니다 [1].

안전성, 표시, 규제 해석은 제품과 시장별로 달라진다

트랜스글루타미나아제는 여러 식품 분야에서 연구·응용되어 온 효소이지만, 특정 제품의 안전성은 효소 하나로 결정되지 않습니다. 육류·수산물에서는 원료 미생물 관리와 냉장 유통, 유제품에서는 발효와 열처리 관리, 식물성 제품에서는 알레르겐과 교차오염 관리가 함께 작동해야 합니다 [2].

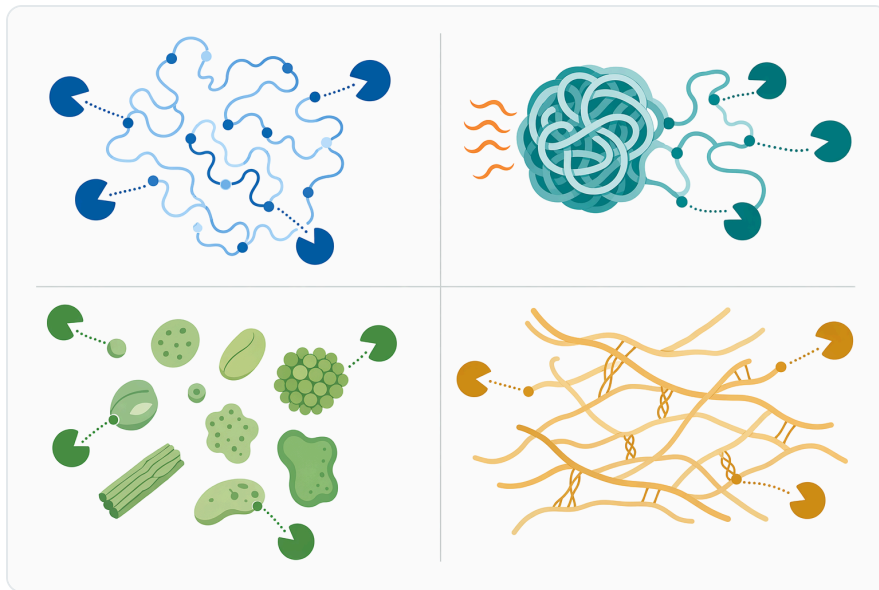


Figure 7. 반응 부위의 접근성은 단백질 구조, 가공 이력, 용해도, 수화 상태에 따라 달라지므로 단백질 원료마다 반응이 다르게 나타납니다.

특히 재구성 육류나 수산 제품에서는 원료 표면이 내부로 들어갈 수 있으므로, 일반적인 위생 원칙과 충분한 가열 관리를 대체할 수 없습니다. TG가 구조를 안정화한다고 해서 병원성 미생물 제어 기능을 제공하는 것은 아니며, 효소 반응과 식품 안전 공정은 별개의 설계 항목입니다 [1].

표시와 규제 분류도 국가와 지역에 따라 다르게 해석될 수 있습니다. 어떤 시장에서는 효소제, 가공 보조제, 식품첨가물, 표시 대상 성분 등으로 분류가 달라질 수 있고, 최종 제품의 성격과 사용 목적에 따라 내부 규정 검토가 필요합니다 [2].

알레르겐 측면에서도 TG가 단백질을 교차결합한다고 해서 알레르겐 문제가 자동으로 사라지는 것은 아닙니다. 땅콩 단백질 연구처럼 가수분해와 TG 교차결합을 조합해 기능성과 알레르겐성 변화를 검토한 사례는 있지만, 이는 특정 원료와 특정 공정의 연구 결과이지 모든 알레르겐 단백질에 대한 일반 결론은 아닙니다 [9].

Enzymes.bio 공급 제품으로서의 위치

Enzymes.bio의 식품가공용 트랜스글루타미나아제 분말은 식품 제조사, 제품 개발팀, 파일럿 생산 환경에서 단백질 기반 식품의 조직감 설계를 검토할 수 있는 효소 원료입니다. Enzymes.bio는 제조사나 분석 실험실이 아니라 공급업체이며, 제품은 온라인에서 1kg 단위로 직접 주문되는 형태로 제공됩니다.

제품 페이지와 TG 효소 카테고리는 트랜스글루타미나아제를 식품 단백질 교차결합과 텍스처 개선 목적의 효소로 소개합니다. 주문 시 제공되는 CoA와 SDS는 수령 제품의 문서화와 취급 정보 확인에 활용할 수 있습니다.

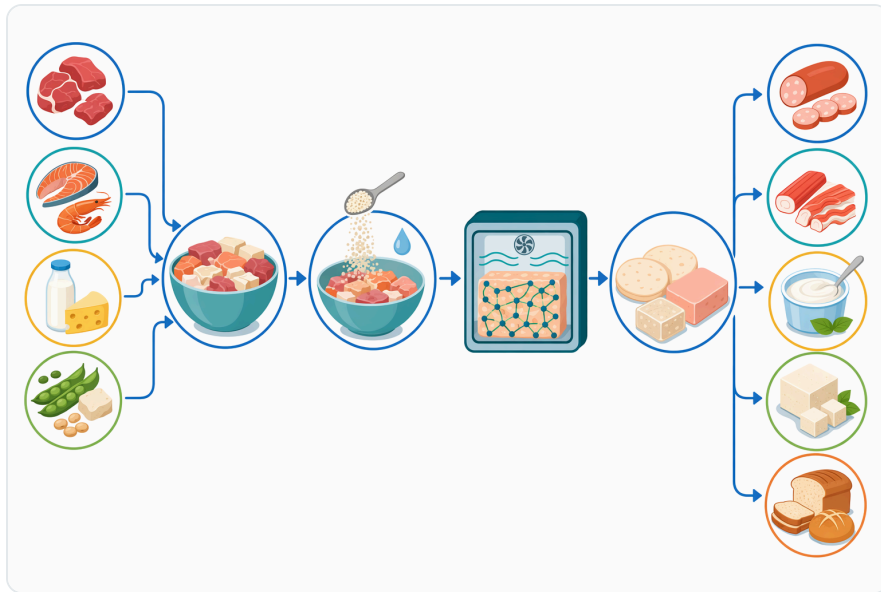


Figure 8. 효과적으로 사용하려면 수화, 효소 분산, 단백질 추출 또는 펄침, 유지·성형 시간, 최종 가열 또는 안정화 과정을 조화롭게 조절해야 한다.

이 문서의 목적은 특정 배합비, 분석법, 활성 단위 정의 또는 제품 규격을 제시하는 것이 아닙니다. 대신 TG 효소가 어떤 기전으로 작동하고, 어떤 식품 시스템에서 근거가 축적되어 있으며, 어떤 조건에서 효과가 제한될 수 있는지 기술적으로 설명하는 데 초점을 둡니다 ^[1].

적용을 검토할 때의 현실적인 기대치

트랜스글루타미나아제는 단백질 기반 식품의 구조를 설계하는 강력한 효소 도구이지만, 모든 품질 문제를 한 번에 해결하는 첨가물은 아닙니다. 가장 신뢰할 수 있는 근거는 글루타민과 라이신 사이의 이소펩타이드 결합 형성이라는 생화학적 기전이며, 이 기전은 육류, 수산물, 유제품, 식물성 단백질, 글루텐프리 제품에서 다양한 방식으로 응용되어 왔습니다 ^[1].

강한 근거가 있는 영역은 단백질 교차결합, 겔 네트워크 형성, 결착성 개선, 물성 조절입니다. 중간 수준의 근거가 있는 영역은 특정 식품군에서의 품질 개선이며, 예를 들어 글루텐프리 케이크, 카사바 기반 면류, 케피어, 병아리콩 기반 음료, 재구성 수산 제품 등에서 연구가 축적되어 있습니다 [10].

제한적으로 해석해야 할 영역은 특정 제품에서의 정량적 수율, 소비자 관능 선호, 국가별 표시, 알레르겐 저감, 장기 저장 안정성입니다. 이들은 효소 기전만으로 결정되지 않고 원료, 배합, 열처리, 포장, 유통, 법규에 의해 함께 좌우됩니다 [2].

따라서 식품가공용 트랜스글루타미나아제 분말은 “무엇이든 붙이는 분말”이 아니라, 반응 가능한 단백질을 포함한 식품에서 단백질 네트워크를 정밀하게 강화하는 효소적 텍스처링 원료로 이해하는 것이 가장 정확합니다. Enzymes.bio의 공급 제품은 이러한 기전을 식품 제조와 제품 개발 환경에서 활용할 수 있도록 제공되는 1kg 단위 온라인 주문 제품입니다 .

Food Grade Transglutaminase Enzyme Powder 130U/G - Tg For Food Products Cas 80146-85-6 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.

Food Grade Transglutaminase Enzyme Powder 130U/G - Tg For Food Products Cas 80146-85-6 구매하기 →

참고문헌

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

1. Kieliszek, M. (2026). Microbial transglutaminase in food biotechnology: from biochemical mechanisms to industrial applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 110.
2. Muhammad, A. S., Abdulqader, A., Al-Ansi, W., Sajid, B., Al-Jaberi, H., Ejaz, S., Habimana, ... et al. (2021). Current industrial applications of microbial transglutaminase: A review. *International Journal of Advanced engineering Management and Science*.
3. Anchundia, D. Á., Carrillo, M. F., Luzuriaga, N. N., & León, R. P. (2017). Mejoramiento de la textura de un producto reconstituido de trozos de camarón empleando la enzima Transglutaminasa.// Improvement of the texture of a reconstituted product based on shrimp pieces using the enzyme transglutaminase.
4. Yen, D., Thi, N., Trang, D., & Ngoan (2024). "Improvement of Gel Properties of Salt-Reduced Fish Sausage by Adding Food Additives". *JST: Engineering and Technology for Sustainable Development*.

5. Sabooni, P., Pourahmad, R., & Adeli, H. R. M. (2018). Improvement of viability of probiotic bacteria, organoleptic qualities and physical characteristics in kefir using transglutaminase and xanthan. *Acta scientiarum polonorum. Technologia alimentaria*, 17 2, 141-148 .
6. Rosseto, M., Rigueto, C., Gomes, K. S., Krein, D., Loss, R. A., Dettmer, A., & Richards, N. (2023). Whey filtration: a review of products, application, and pretreatment with transglutaminase enzyme. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*.
7. Snir, B., Fishman, A., & Glušac, J. (2025). Chickpea-Based Milk Analogue Stabilized by Transglutaminase. *Foods*, 14.
8. Monfared, M. R., Nouri, L., & Nafchi, A. M. (2023). The effects of sesame protein isolate and transglutaminase enzyme on the quality characteristics of gluten-free batter and cake. *Journal of Food Measurement & Characterization*, 17, 4881-4891.
9. Meng, S., Tan, Y., Chang, S. K. C., Li, J., Maleki, S., & Puppala, N. (2019). Peanut allergen reduction and functional property improvement by means of enzymatic hydrolysis and transglutaminase crosslinking. *Food Chemistry*, 302, 125186 .
10. Saeidi, Z., Nasehi, B., & Jooyandeh, H. (2018). Optimization of gluten-free cake formulation enriched with pomegranate seed powder and transglutaminase enzyme. *Journal of food science and technology*, 55, 3110-3118.
11. Moradi, M., Bolandi, M., Arabameri, M., Karimi, M., Baghaei, H., Nahidi, F., & Kanafi, M. E. (2021). Semi-volume gluten-free bread: effect of guar gum, sodium caseinate and transglutaminase enzyme on the quality parameters. *Journal of Food Measurement & Characterization*, 15, 2344 - 2351.
12. Kiyat, W. E., Christopher, A., Rianti, A., & Pari, R. F. (2020). Application of Transglutaminase in Developing Cassava-Based Wet Noodle for Quality and Shelf Life Improvement: A Review. *Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture*.

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