

식품 산업용 람노시다아제 효소: 감귤류 탈고미와 나린진 가수분해

Enzymes.bio 연구팀 · 뉴질랜드 웰링턴 · June 18, 2026

식품 산업용 람노시다아제 효소는 자몽·오렌지·만다린 계열 주스에서 쓴맛에 크게 기여하는 나린진(naringin)의 당 결합을 선택적으로 절단해 감귤류 탈고미(citrus debittering)에 활용되는 공정용 효소입니다. 핵심 반응은 α -L-람노시다아제 활성이 나린진의 말단 L-람노스 결합을 가수분해해 프루닌(prunin)으로 전환하는 것이며, 나린지나아제 계열 연구에서는 이후 β -글루코시다아제 반응을 통해 나린제닌(naringenin)까지 이어질 수 있음이 설명됩니다^[1].

Enzymes.bio의 **Food Industry Grade Rhamnosidase Enzyme – Citrus Debittering & Naringin Hydrolysis**는 제조사나 실험실 서비스가 아니라, 식품·음료 공정에서 나린진성 쓴맛 저감을 검토하는 B2B 고객을 위한 온라인 공급 제품입니다. 제품은 1kg 단위로 온라인 주문할 수 있으며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다.

감귤류 주스에서 람노시다아제가 필요한 이유

감귤류 주스의 쓴맛은 단순히 “산미가 강하다”거나 “껍질 향이 진하다”는 감각과 다릅니다. 자몽, 일부 오렌지·만다린, 킨노우(kinnow), 기타 시트러스 블렌드에서는 플라보노이드 배당체인 나린진이 미각적으로 뚜렷한 쓴맛을 만들 수 있으며, 이 쓴맛은 원료 품종, 과피·막 조직의 혼입 정도, 착즙 압력, 저장 조건, 농축·희석 공정에 따라 달라집니다. 자몽 주스 탈고미 연구에서는 나린진을 표적으로 하는 효소 처리가 실제 주스 매트릭스에서 검토되어 왔고, 나린지나아제 고정화 기술도 자몽 주스의 쓴맛 저감 목적에서 연구되었습니다^[2].

식품 제조 현장에서는 쓴맛을 당, 향료, 블렌딩으로 덮을 수도 있지만, 이 방식은 원인 성분을 줄이는 것이 아니라 감각 균형을 재조정하는 접근입니다. 저당 음료, 클린라벨 지향 주스, 농축액 기반 음료 베이스에서는 과도한 당 첨가나 강한 향 보정이 제품 콘셉트와 맞지 않을 수 있습니다. 효소적 탈고미는 나린진 분자 자체를 변환해 쓴맛 기여도를 낮추는 방향이므로, 감귤 고유의 산미와 향을 유지하면서 특정 쓴맛 축을 완화하려는 공정에 적합합니다^[3].

다만 감귤류의 모든 쓴맛이 나린진에서만 오는 것은 아닙니다. 리모닌(limonin)처럼 저장 중 드러나는 지연성 쓴맛에 관여하는 성분도 있고, 과피 유래 폴리페놀, 플라보노이드 조성, 가열·저장 중 변화가 함께 영향을 줍니다. 따라서 람노시다아제는 “감귤 쓴맛 전체를 제거하는 첨가제”라기보다, **나린진성 쓴맛을 효소적으로 낮추는 공정 도구로 이해하는 것이 정확합니다**^[4].

나린진 가수분해의 기전: 람노스 절단에서 프루닌 형성까지

나린진은 플라보노이드 골격인 나린제닌에 당이 결합한 배당체입니다. 이 당 부분에는 L-람노스가 포함되어 있으며, α -L-람노시다아제는 이 람노스가 연결된 결합을 물을 이용해 절단합니다. 반응 결과 나린진은 먼저 프루닌으로 전환될 수 있으며, 이 단계가 람노시다아제 기반 감귤류 탈고미의 핵심입니다^[1].

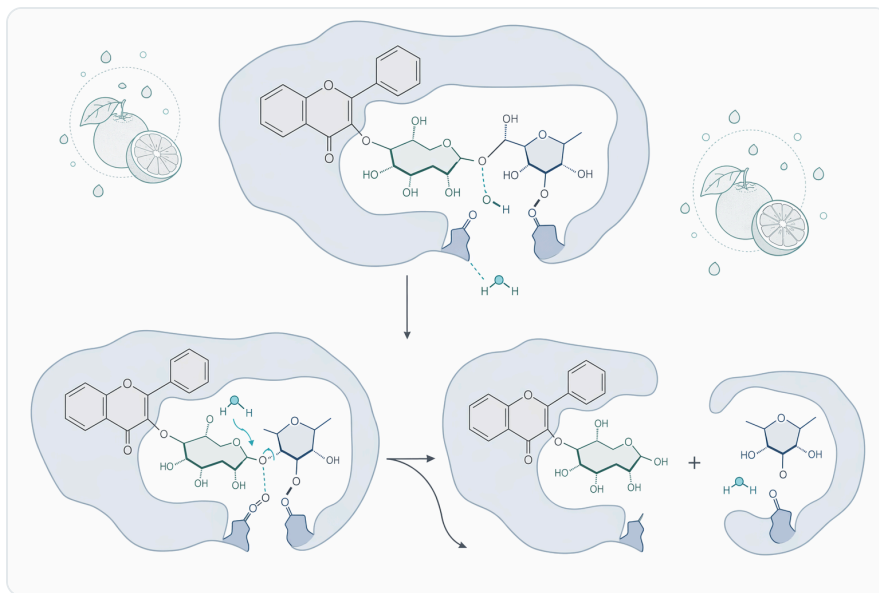


Figure 1. α -L-람노시다아제는 감귤류 매트릭스에서 나린진의 말단 L-람노스를 제거해 프루닌을 형성한다.

나린지나아제(naringinase)라는 용어는 식품 효소 문헌에서 자주 등장하지만, 람노시다아제와 완전히 같은 의미는 아닙니다. 나린지나아제는 일반적으로 나린진 분해에 관여하는 효소 복합 활성을 가리키며, α -L-람노시다아제와 β -글루코시다아제가 함께 논의됩니다. α -L-람노시다아제가 나린진을 프루닌으로 바꾸고, β -글루코시다아제가 프루닌의 글루코스 결합을 추가로 절단하면 나린제닌이 생성될 수 있습니다. 2023년의 효소 캐스케이드 연구도 β -글루코시다아제와 α -람노시다아제 조합을 이용해 나린진을 나린제닌으로 전환하는 경로를 다루었습니다^[5].

이 구분은 제품 적용에서 중요합니다. 제품명이 람노시다아제인 경우, 주된 기대 기능은 나린진에서 람노스 결합을 절단하는 것입니다. 반대로 완전한 나린제닌 전환을 목표로 하는 공정은 β -글루코시다아제 활성이 함께 작동하는지, 또는 별도의 효소 조합을 쓰는지에 따라 결과가 달라집니다. 식품

주스 탈고미에서는 반드시 나린제닌까지 완전 전환해야만 가치가 생기는 것은 아니며, 나린진의 구조를 변화시켜 쓴맛 기여를 낮추는 것 자체가 실무적으로 의미 있는 목표가 될 수 있습니다^[3].

람노시다아제와 나린지나아제의 차이

구분	람노시다아제 중심 접근	나린지나아제 또는 복합 효소 접근
주된 효소 기능	나린진의 L-람노스 결합 절단	α -L-람노시다아제와 β -글루코시다아제 활성이 함께 관여할 수 있음
대표 전환 경로	나린진 → 프루닌	나린진 → 프루닌 → 나린제닌
감귤류 탈고미에서의 의미	나린진성 쓴맛 저감에 직접 초점	나린진 완전 분해 또는 플라보노이드 전환까지 고려 가능
공정 해석 시 주의점	리모닌성 쓴맛에는 직접적 해결책이 아닐 수 있음	복합 활성에 따라 향·맛 변화가 더 넓게 나타날 수 있음
연구 문헌의 맥락	α -L-람노시다아제 특성, 안정성, 선택성 연구가 다수 존재	나린지나아제 고정화, 캐스케이드 전환, 주스 탈고미 연구가 다수 존재

나린지나아제 연구가 감귤류 탈고미 분야에서 많이 인용되는 이유는 실제 나린진 분해가 두 단계 반응으로 설명되는 경우가 많기 때문입니다. 그러나 식품 공정에서 어떤 단계까지 전환할 것인지는 제품 목표에 따라 달라집니다. 나린진성 쓴맛의 완화가 목표라면 람노시다아제 활성이 중심이고, 특정 플라보노이드 유도체 생산이나 나린제닌 생성까지 목표로 한다면 β -글루코시다아제와의 조합을 함께 고려하는 연구 흐름이 관련됩니다^[5].

연구 근거: 나린진 분해와 감귤류 탈고미

나린진 가수분해에 대한 효소 연구는 단순한 이론 수준을 넘어 고정화 효소, 효소 안정성, 실제 주스 매트릭스 적용으로 확장되어 왔습니다. 나린지나아제 나노바이오촉매 연구에서는 나린진 가수분해의 동역학과 열역학적 특징이 다루어졌고, 이는 효소 기반 나린진 전환이 반응 조건과 촉매 안정성에 의해 크게 좌우된다는 점을 보여줍니다^[6].

자몽 주스는 응용 근거가 특히 많은 영역입니다. *Penicillium decumbens* 유래 나린지나아제를 키토산 마이크로스피어에 고정화해 자몽 주스 탈고미에 적용한 연구는, 효소가 실제 식품 매트릭스에서 나린진성 쓴맛 저감 목적으로 검토될 수 있음을 보여줍니다^[2]. 고정화 여부와 담체 종류는 연구 조건에 해당하므로 온라인 공급되는 분말형 람노시다아제 제품 성능과 동일하게 해석해서는 안 되지만, 감귤 주스 탈고미라는 적용 분야의 과학적 타당성을 뒷받침합니다.

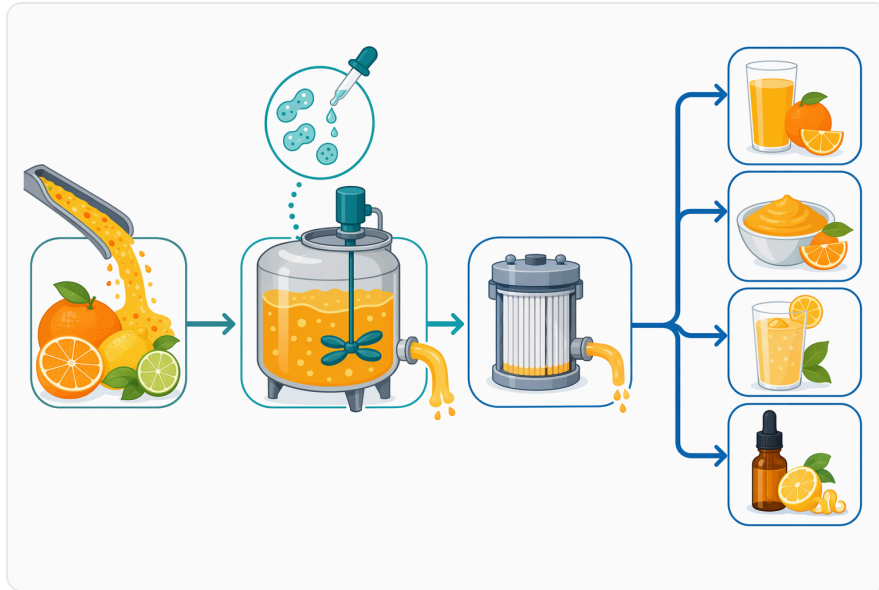


Figure 2. 나린진이 나린제닌으로 완전히 전환되려면 먼저 α -L-람노시다아제가 작용하고, 이어서 β -D-글루코시다아제가 작용해야 한다.

감귤 주스의 관능 품질과 항산화 특성까지 함께 살핀 연구도 있습니다. 자몽 주스의 효소적 탈고미가 항산화 능력에 미치는 영향을 평가한 연구는 나린진 저감이 단순히 쓴맛만의 문제가 아니라, 주스의 기능성 성분과 품질 균형을 함께 고려해야 하는 공정 변수임을 시사합니다^[4]. 즉, 효소 처리는 강도를 높일수록 무조건 좋은 공정이 아니라, 목표 풍미와 영양·품질 지표 사이의 균형점을 찾는 기술입니다.

킨노우 주스 연구에서는 효소적 탈고미와 향 개선이 함께 다루어졌습니다. 킨노우는 감귤류 음료에서 향은 매력적이지만 쓴맛과 떼은맛 관리가 필요한 원료로 취급될 수 있으며, 효소 처리는 쓴맛 완화뿐 아니라 향미 프로파일 조정과 연결될 수 있습니다^[7]. 이 결과는 람노시다아제를 단순한 “쓴맛 제거제”가 아니라 감귤류 원료의 풍미 설계를 돕는 공정 보조 효소로 이해하게 합니다.

산성 주스 매트릭스에서 중요한 공정 변수

감귤 주스는 일반적으로 산성 식품 매트릭스입니다. 따라서 람노시다아제 기반 탈고미에서는 효소가 산성 조건에서 충분히 작동하는지, 주스의 당도와 고형분이 반응 속도에 어떤 영향을 주는지, 향 성분 손실 없이 접촉 시간을 어떻게 설정할지가 중요합니다. α -L-람노시다아제와 나린지나아제에 관한 리뷰들은 미생물 유래 효소의 공급원, 기질 특이성, 안정성, 식품 응용 가능성이 서로 연결되어 있음을 정리합니다^[1].

온도 역시 중요한 변수입니다. 효소는 단백질 촉매이므로 일정 범위에서는 반응이 촉진되지만, 과도한 열은 구조 안정성을 떨어뜨릴 수 있습니다. *Cryptococcus albidus* 유래 α -L-람노시다아제의 열 안정성을 다룬 연구처럼, 효소별 안정성은 공급원과 구조 특성에 따라 달라질 수 있습니다^[8]. 따라

서 실제 감귤 주스 공정에서는 열처리 전후 위치, 효소 접촉 단계, 향 보존 목표를 함께 고려해야 합니다.

고정화 효소 연구는 재사용성, 안정성, 연속 공정 가능성을 탐색하는 데 의미가 있습니다. 예를 들어 나노자성 교차결합 효소 응집체 형태의 나린지나아제 연구는 나린진 가수분해에서 촉매 안정성과 반응 제어를 다루었습니다^[6]. 그러나 이러한 연구는 특정 담체와 제조 조건을 포함하므로, 일반적인 공급 제품을 사용하는 공정과 직접 동일시하기보다는 기술 발전 방향을 보여주는 근거로 보는 것이 적절합니다.



Figure 3. 람노시다아제는 결합 특이적으로 작용하는 반면, 나린지나아제 연쇄 반응과 비효소적 탈고미화 방법은 서로 다른 메커니즘으로 감귤류 매트릭스를 변화시킨다.

적용 대상: 자몽, 오렌지, 만다린, 킨노우, 감귤 베이스

자몽 주스는 람노시다아제 적용을 검토하기 쉬운 대표 영역입니다. 자몽 특유의 쓴맛은 제품 정체성의 일부이기도 하지만, 농축액·블렌딩 음료·저당 제품에서는 지나친 쓴맛이 소비자 수용성을 떨어뜨릴 수 있습니다. 자몽 주스 탈고미 연구에서 효소 고정화 및 나린진 저감이 반복적으로 검토된 것은, 이 원료에서 나린진 관리가 실질적 품질 이슈임을 보여줍니다^[2].

오렌지와 만다린 계열에서는 품종과 공정에 따라 적용 필요성이 달라집니다. 모든 오렌지 주스가 강한 나린진성 쓴맛을 갖는 것은 아니지만, 과피·막 조직의 혼입이 많거나 농축·저장 중 쓴맛이 도드라지는 경우 효소적 접근이 검토될 수 있습니다. 나린지나아제 및 α -L-람노시다아제 리뷰들은 감귤류 탈고미가 식품 산업에서 대표적인 응용 분야 중 하나임을 반복적으로 제시합니다^[3].

킨노우 및 기타 시트러스 블렌드는 향의 장점과 쓴맛의 부담이 동시에 존재할 수 있습니다. 킨노우 주스에서 효소적 탈고미와 향 개선을 다룬 연구는, 단일 품종 주스뿐 아니라 블렌딩 원료나 지역 특산 감귤 음료에서도 나린진성 쓴맛 조절이 제품 품질에 영향을 줄 수 있음을 보여줍니다^[7].

농축액, 시럽, 음료 베이스에서도 람노시다아제 처리가 고려될 수 있습니다. 최종 희석 제품에서 쓴맛이 약하게 느껴지더라도, 농축 단계에서는 나린진과 기타 쓴맛 성분의 농도가 높아져 공정 중 품질 편차가 커질 수 있습니다. 다만 농축액은 점도와 고형분이 높아 효소와 기질의 접촉이 달라질 수 있으므로, 희석 주스와 동일한 감각 결과를 기대하기보다는 원료 형태별로 풍미 목표를 구분하는 것이 합리적입니다^[11].

감귤류 탈고미 기술 비교

접근 방식	작용 원리	장점	한계	람노시다아제와의 관계
람노시다아제 처리	나린진의 L-람노스 결합을 효소적으로 절단	나린진성 쓴맛 원인을 직접 변환	리모닌성 쓴맛에는 제한적일 수 있음	나린진 표적 탈고미의 핵심
나린지나아제 처리	α -L-람노시다아제와 β -글루코시다아제 반응으로 나린진을 단계적으로 분해	프루닌 또는 나린제닌까지 전환 가능	복합 활성에 따라 풍미 변화가 넓어질 수 있음	람노시다아제 기능을 포함하는 경우가 많음
β -사이클로덱스트린	쓴맛 성분을 포접해 감각적 쓴맛을 낮춤	효소 반응이 아닌 물리화학적 접근	원인 성분의 화학적 분해는 아님	효소 처리 대안 또는 보완으로 연구됨 ^[9]
흡착·수지 처리	쓴맛 성분을 흡착 또는 제거	리모닌 등 비효소 표적에도 적용 가능	향 성분 손실이나 공정 복잡성이 생길 수 있음	리모닌 문제가 큰 경우 보완적 접근
블렌딩·감미 보정	단맛·향·산미 균형으로 쓴맛을 완화	공정 적용이 비교적 단순	당 함량 증가, 원료 풍미 왜곡 가능	나린진 자체를 줄이지는 않음

β -사이클로덱스트린은 감귤류 쓴맛 저감과 관련해 오래전부터 검토된 물질입니다. 1981년 연구에서도 감귤류 과실의 쓴맛 감소에 β -사이클로덱스트린을 이용하는 접근이 다루어졌습니다^[9]. 이 방식은 쓴맛 물질을 효소적으로 분해하기보다는 포접·상호작용을 통해 감각적 쓴맛을 낮추는 방향이므로, 나린진 결합을 절단하는 람노시다아제와 기전이 다릅니다.



Figure 4. 람노시다아제는 나린진 계열 플라보노이드의 쓴맛을 줄이는 데 작용하지만, 감귤류의 모든 쓴맛 성분을 표적으로 하지는 않는다.

효소 접근의 강점은 특정 결합을 표적으로 삼는다는 점입니다. 감귤 주스에는 당, 산, 펙틴, 색소, 향기 성분, 다양한 플라보노이드가 함께 존재하므로, 무차별적인 제거 공정보다는 목적 성분을 중심으로 변환하는 접근이 품질 보존에 유리할 수 있습니다. 나린지나아제와 α -L-람노시다아제에 대한 종합 리뷰는 이러한 효소가 식품·생명공학 응용에서 넓게 연구되어 왔음을 정리합니다^[3].

람노시다아제 적용 시 기대할 수 있는 변화

가장 직접적인 기대 효과는 나린진성 쓴맛의 완화입니다. 효소가 나린진을 프루닌으로 전환하면 동일한 주스에서도 쓴맛의 강도와 지속감이 달라질 수 있습니다. 이 변화는 단순히 "맛이 약해진다"가 아니라, 산미·단맛·향의 상대적 인지가 바뀌는 형태로 나타날 수 있습니다^[1].

두 번째 변화는 블렌딩 유연성의 증가입니다. 자몽이나 쓴맛이 강한 감귤 원료는 소량만 사용해도 음료 전체의 후미를 지배할 수 있습니다. 나린진성 쓴맛을 일정 수준 낮추면 원료 사용 비율, 향 설계, 당도 설계의 선택지가 넓어질 수 있습니다. 킨노우 주스 연구처럼 효소적 탈고미가 향 개선과 함께 논의되는 사례는, 쓴맛 저감이 전체 향미 설계와 연결된다는 점을 보여줍니다^[7].

세 번째 변화는 제품 콘셉트와의 적합성입니다. 쓴맛을 가리기 위해 당이나 강한 향료를 추가하는 방식은 저당·천연 지향 제품에서 부담이 될 수 있습니다. 반면 효소는 공정 중 기질을 변환하는 촉매로 사용되므로, 원료 자체의 풍미 균형을 조정하는 방향으로 설계할 수 있습니다. 다만 최종 제품 표시, 효소 사용 기준, 지역별 규정은 제조사가 판매 시장에 맞춰 별도로 검토해야 합니다^[10].



Figure 5. 감귤류 탈고미화에는 산성 과일 주스 조건에서도 적합하게 유지되는 람노시다아제 활성이 유리하다.

한계: 리모닌, 과피 성분, 과도한 처리

람노시다아제의 표적은 나린진의 람노스 결합입니다. 따라서 리모닌이 주요 쓴맛 원인인 경우 람노시다아제 단독 처리만으로는 기대한 만큼 쓴맛이 줄지 않을 수 있습니다. 자몽 주스의 효소적 탈고미 연구에서도 쓴맛 저감은 나린진뿐 아니라 주스의 다른 성분과 품질 지표를 함께 고려해야 하는 문제로 다루어졌습니다^[4].

과피나 막 조직에서 유래한 성분이 많을 때도 결과가 달라집니다. 착즙 압력이 높거나 과피 접촉이 길면 플라보노이드, 오일, 폴리페놀 등 다양한 성분이 주스로 이동할 수 있습니다. 이 경우 나린진은 낮아져도 껍질 향, 뚝은 느낌, 씹싸름한 후미가 남을 수 있습니다. 효소 처리는 특정 결합을 전환하는 도구이지, 전체 과피 성분을 제거하는 공정은 아닙니다^[3].

또한 효소 처리를 강하게 적용한다고 해서 항상 더 좋은 관능 결과가 나오는 것은 아닙니다. 나린진이 감귤류의 복합적인 맛 구조 일부로 작용할 수 있기 때문에, 지나친 저감은 자몽이나 일부 감귤 음료가 가진 고유한 씹싸름함을 약화시킬 수 있습니다. 상업적 제품에서는 쓴맛을 “제로”로 만드는 것보다, 단맛·산미·향·후미가 조화되는 범위로 조정하는 것이 더 현실적입니다^[7].

플라보노이드 전환과 부산물 활용 가능성

람노시다아제는 주스 탈고미뿐 아니라 플라보노이드 배당체 전환 연구에서도 중요하게 다루어집니다. 나린진을 프루닌이나 나린제닌 계열로 전환하는 반응은 식품 소재, 기능성 원료, 감귤 부산물 활용 연구와 연결됩니다. β -글루코시다아제와 α -람노시다아제를 조합한 one-pot 효소 캐스케이드 연구는 나린진을 나린제닌으로 전환하는 경로를 평가했습니다^[5].

감귤 껍질, 과육 부산물, 착즙 잔사에는 플라보노이드 배당체가 남아 있을 수 있습니다. 이러한 부산물에서 특정 플라보노이드 유도체를 얻는 연구는 원료 가치 향상과 폐기물 저감이라는 관점에서 관심을 받습니다. 다만 이 문서의 제품 적용 초점은 감귤류 주스와 음료 베이스의 나린진성 쓴맛 저감이며, 부산물 전환은 별도의 공정 설계와 품질 기준이 필요한 응용 영역입니다^[3].



Figure 6. 식품 등급 람노시다아제는 자몽 및 포멜로 주스, 키노 껍질 처리 효름, 감귤류 추출물, 음료 베이스, 플라보노이드 전환 공정에 적용될 수 있다.

최근에는 효소의 안정성이나 선택성을 개선하려는 단백질공학 연구도 이어지고 있습니다. *Aspergillus niger* α-L-람노시다아제의 역가수분해 효율 향상과 관련해 터널 부위 설계를 활용한 연구는, 람노시다아제가 단순한 주스 처리 효소를 넘어 당전이·배당체 전환 반응의 생촉매로도 연구되고 있음을 보여줍니다^[11]. 이러한 연구는 기술 발전 방향을 보여주지만, 감귤 주스 탈고미 적용에서는 여전히 나린진 가수분해가 중심 기능입니다.

효소 안정성과 식품 공정 적합성

식품 공정용 효소에서 안정성은 반응 효율만큼 중요합니다. 주스 공정은 산성 pH, 당과 유기산, 향기 성분, 열 이력, 저장 조건이 복합적으로 작용하기 때문에, 효소가 어떤 환경에서 구조를 유지하는지가 결과를 좌우합니다. α-L-람노시다아제의 열 안정성을 다룬 연구는 효소별로 안정성 특성이 다르며, 이는 적용 조건을 해석할 때 핵심 변수가 된다는 점을 보여줍니다^[8].

알칼리성 조건에서 탈람노실화 활성을 보이는 α-L-람노시다아제의 구조 연구도 보고되어 있습니다. *Aspergillus flavus* 유래 효소의 효소적 성질과 구조적 통찰을 다룬 연구는, 같은 α-L-람노시다아제라 하더라도 유래 미생물과 구조에 따라 작동 환경과 기질 인식이 달라질 수 있음을 시사합니다^[12].

감귤 주스처럼 산성 매트릭스가 중심인 적용에서는 이러한 효소별 차이를 일반화하지 않고, 제품 사용 환경에 맞게 해석하는 것이 중요합니다.

고정화 기술 역시 안정성 개선을 위한 주요 연구 축입니다. 자성 나노입자에 불안정한 재조합 α -L-람노시다아제를 고정화해 나린진 생물전환 효율을 높이려는 연구는, 효소를 담체에 결합해 안정성과 취급성을 개선하려는 흐름을 보여줍니다^[13]. 그러나 Enzymes.bio에서 온라인 공급되는 제품을 특정 고정화 연구 결과와 동일한 형태로 간주해서는 안 되며, 해당 연구들은 람노시다아제 기술의 과학적 배경으로 이해하는 것이 적절합니다.

Enzymes.bio 제품 정보와 문서의 범위

Enzymes.bio는 효소 제조사나 분석 실험실이 아니라 온라인 효소 공급업체입니다. **Food Industry Grade Rhamnosidase Enzyme – Citrus Debittering & Naringin Hydrolysis**는 제품 페이지에서 1kg 단위로 직접 주문할 수 있는 공정용 효소 제품이며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다.



Figure 7. 감각적 변화는 쓴맛 분자를 그대로 둔 채 가리는 것이 아니라, 온전한 나린진을 전환함으로써 나타난다.

이 문서는 제품의 과학적 배경, 감귤류 탈고미에서의 기전, 연구 문헌에 기반한 적용 가능성과 한계를 설명하기 위한 기술 문서입니다. 특정 완제품의 표시, 지역별 식품 규정, 공정 적합성, 관능 목표는 제조사의 제품 유형과 판매 시장에 따라 달라질 수 있습니다. 따라서 람노시다아제는 나린진성 쓴맛을 다루는 효소적 선택지로 해석하되, 모든 감귤 쓴맛에 동일하게 작용하는 범용 처리제로 보아서는 안 됩니다^[3].

결론: 나린진을 표적으로 하는 감귤류 탈고미 효소

식품 산업용 람노시다아제 효소의 핵심 가치는 감귤류 주스와 음료 베이스에서 나린진성 쓴맛을 직접 변환한다는 점에 있습니다. α -L-람노시다아제는 나린진의 L-람노스 결합을 가수분해해 프루닌으로 전환할 수 있으며, 나린지나아제 또는 효소 캐스케이드 연구에서는 β -글루코시다아제와 함께 나린제닌 생성까지 이어지는 경로가 설명됩니다^[5].

감귤류 탈고미에서 이 접근은 당이나 향료로 쓴맛을 덮는 방식과 다르게, 쓴맛 원인 성분 중 하나인 나린진을 효소적으로 바꾸는 전략입니다. 자몽 주스, 킨노우 주스, 감귤 블렌드, 농축액 기반 음료에서 나린진성 쓴맛이 품질 부담이 될 때 람노시다아제는 실무적으로 검토할 만한 공정 보조 효소입니다^[2].

동시에 한계도 명확합니다. 리모닌성 지연 쓴맛, 과피 유래 떼은맛, 과도한 착즙으로 생긴 복합 쓴맛은 람노시다아제 하나로 모두 해결되지 않을 수 있습니다. 따라서 이 효소는 "쓴맛 제거제"가 아니라 **나린진 가수분해를 중심으로 감귤류 풍미 균형을 조정하는 효소적 도구**로 이해하는 것이 가장 정확합니다. Enzymes.bio 제품은 1kg 단위 온라인 공급 형태로 제공되며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다.

Food Industry Grade Rhamnosidase Enzyme - Citrus Debittering & Naringin Hydrolysis 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 Industry Grade Rhamnosidase Enzyme - Citrus Debittering & Naringin Hydrolysis 구매하기 →

참고문헌

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

1. Ribeiro, M. (2011). Naringinases: occurrence, characteristics, and applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 90, 1883-1895.
2. Bodakowska-Boczniewicz, J., & Garncarek, Z. (2019). Immobilization of Naringinase from *Penicillium decumbens* on Chitosan Microspheres for Debittering Grapefruit Juice. *Molecules*, 24.
3. Hallikeri, N. S., Yaraguppi, D. A., Gangadharappa, B., & Mantri, N. (2025). Naringinase: A comprehensive review on its characteristics, production, and biotechnological applications. *Enzyme and Microbial*

Technology, 195, 110808 .

4. Busto, M. D., Cavia-Saiz, M., Ortega, N., & Muñoz, P. (2014). Enzymatic Debittering on Antioxidant Capacity of Grapefruit Juice.
5. Lu, M., Liu, S., Zhao, L., & Pei, J. (2023). Screening β -glucosidase and α -rhamnosidase for biotransformation of naringin to naringenin by the one-pot enzymatic cascade. *Enzyme and Microbial Technology*, 167, 110239 .
6. Torabizadeh, H., & Mikani, M. (2018). Kinetic and thermodynamic features of nanomagnetic cross-linked enzyme aggregates of naringinase nanobiocatalyst in naringin hydrolysis. *International Journal of Biological Macromolecules*, 119, 717-725 .
7. Kaur, M. (2017). Enzymatic debittering and aroma enhancement of kinnow juice.
8. Gudzenko, O., Borzova, N., & Varbanets, L. (2015). THERMAL STABILITY OF Cryptococcus albidus α -L-RHAMNOSIDASE. *Ukrainian Biochemical Journal*, 87 3, 23-30 .
9. Konno, A., Miyawaki, M., Misaki, M., & Yasumatsu, K. (1981). Bitterness Reduction of Citrus Fruits by β -Cyclodextrin. *Agricultural and biological chemistry*, 45, 2341-2342.
10. Kumar, A., Dhiman, S., Krishan, B., Samtiya, M., Kumari, A., Pathak, N., Kumari, A., ... et al. (2024). Microbial enzymes and major applications in the food industry: a concise review. *Food Production, Processing and Nutrition*, 6.
11. Lin, Y., Cai, Y., Li, H., Li, L., Jiang, Z., & Ni, H. (2024). Efficiency enhancement in Aspergillus niger α -L-rhamnosidase reverse hydrolysis by using a tunnel site rational design strategy. *Enzyme and Microbial Technology*, 180, 110484 .
12. Vishal, K., Barman, S., Senger, D. S., Yadav, V., & Yadav, P. K. (2025). Enzymatic Properties and Structural Insights Into the Derhamnosylating Alkaline α -L-Rhamnosidase From Aspergillus flavus. *Biotechnology and applied biochemistry*, 73, 634 - 644.
13. Sun, G., Guo, S., Yao, Y., Lin, Z., Gao, H., Stauber, R. H., Li, B., ... et al. (2026). Facile immobilization of an unstable recombinant α -L-rhamnosidase on magnetite nanoparticles for efficient naringin biotransformation. *International Journal of Biological Macromolecules*, 150652 .


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