

맥주 냉각 혼탁 예방용 프로테아제 효소 CAS 232-642-4: 양조 Chill Haze 저감과 단백질-폴리페놀 안정화

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

직접 답변: 맥주 냉각 혼탁 예방용 프로테아제 효소 CAS 232-642-4는 냉장 온도에서 맥주가 뿌옇게 보이는 chill haze를 줄이기 위해 단백질성 혼탁 전구체를 더 작은 펩타이드로 절단하는 양조용 효소입니다. 핵심 표적은 폴리페놀과 결합해 콜로이드성 혼탁을 만들기 쉬운 프롤린 풍부 단백질 분획이며, 프롤린 특이적 엔도프로테아제 연구에서는 냉각 혼탁 저감과 거품 안정성 유지 가능성이 보고되었습니다^[1]. Enzymes.bio는 제조사나 실험실이 아니라 온라인 효소 공급업체이며, 해당 제품은 1kg 단위로 직접 구매할 수 있고 CoA와 SDS는 주문 시 함께 제공됩니다.

냉각 혼탁이 양조 품질에서 문제가 되는 이유

냉각 혼탁은 맥주가 실온에서는 비교적 맑아 보이다가 냉장 온도에서 뿌옇게 변하는 현상입니다. 소비자는 라거, 필스너, 밝은 에일처럼 투명도가 중요한 스타일에서 외관을 품질 신호로 해석하는 경우가 많기 때문에, 냉장 진열·냉장 보관·서빙 단계에서 나타나는 혼탁은 제품 일관성 문제로 이어질 수 있습니다. American Homebrewers Association의 맥주 혼탁 설명도 혼탁이 단순한 외관 요소일 수 있지만, 원인에 따라 공정 안정성·효모 상태·미생물 문제·콜로이드 안정성과 연결될 수 있음을 구분해 설명합니다^[2].

냉각 혼탁은 효모가 남아 떠 있는 탁도와 다릅니다. 효모성 혼탁은 냉각 숙성, 응집성 좋은 효모, 침강, 여과 등으로 관리되는 반면, 냉각 혼탁의 핵심은 맥주 속 단백질과 폴리페놀 사이의 상호작용입니다. 특히 맥아 유래 hordein 계열 단백질, 그중 프롤린이 풍부한 분획은 홉과 맥아에서 유래한 폴리페놀과 결합해 미세한 콜로이드 입자를 만들고, 이 입자가 충분히 커지거나 빛을 산란시키면 눈에 보이는 혼탁으로 나타납니다^[3].

이 현상이 까다로운 이유는 가역성과 시간 의존성 때문입니다. 초기 냉각 혼탁은 온도가 올라가면 다시 사라질 수 있지만, 저장 중 산화·폴리페놀 중합·단백질 변성 등이 진행되면 점차 상온에서도 사라지지 않는 영구 혼탁으로 발전할 수 있습니다. 따라서 양조장에서 "출고 직후 맑음"만 확인하는 것으로는 부족하며, 냉장 유통과 저장 중의 콜로이드 안정성을 함께 고려해야 합니다. 맥주 가공 중 페놀성 화합물의 안정성에 관한 검토에서도 폴리페놀은 산화, 결합, 침전, 생체이용성 변화와 연결되는 반응성 높은 성분군으로 다루어집니다^[4].

프로테아제 CAS 232-642-4의 역할: 단백질성 혼탁 전구체를 줄이는 효소적 접근

프로테아제는 단백질의 펩타이드 결합을 절단하는 효소군입니다. 냉각 혼탁 예방용으로 사용될 때의 목적은 맥주의 모든 단백질을 제거하는 것이 아니라, 폴리페놀과 결합해 혼탁 입자를 만들기 쉬운 단백질 전구체의 크기·구조·결합성을 낮추는 것입니다. 단백질이 더 작은 펩타이드로 절단되면 다중 결합을 통해 폴리페놀과 그물형 복합체를 만들 가능성이 줄어들고, 그 결과 냉장 상태에서 가시적 입자로 성장할 확률도 낮아집니다^[1].

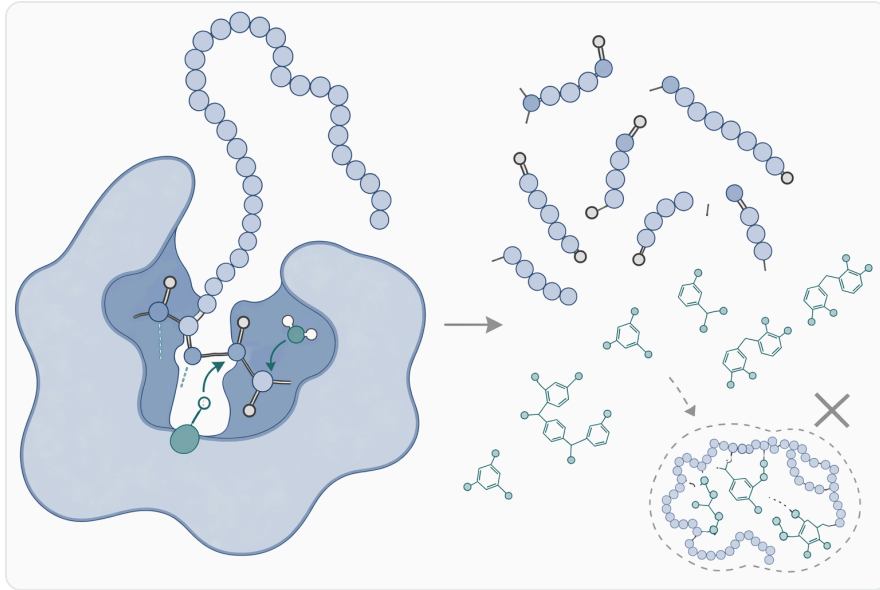


Figure 1. 양조용 프로테아제는 탁도 유발 단백질이 폴리페놀과 결합해 불용성 복합체를 형성하기 전에 이를 가수분해하여 저온 혼탁을 줄입니다.

양조에서 특히 주목받는 효소군은 프롤린 특이적 엔도프로테아제입니다. 맥아 단백질 중 hordein 계열은 프롤린 함량이 높고, 프롤린 잔기는 폴리페놀과의 상호작용에서 중요한 위치를 차지합니다. 프롤린 특이적 절단은 단백질 사슬을 혼탁 형성에 덜 유리한 길이와 형태로 바꾸며, 일반적인 광범위 단백질 분해보다 거품 단백질이나 바디감에 미치는 영향을 더 정밀하게 관리할 가능성을 제공합니다^[3].

다만 “프로테아제”라는 이름만으로 모든 제품이 동일하게 작동한다고 보아서는 안 됩니다. 프로테아제는 기질 특이성, pH 적합성, 온도 안정성, 작용 위치, 발효 단계에서의 지속성에 따라 결과가 달라집니다. 본 문서에서 다루는 Chill-Haze Prevention In Brewing – Protease Enzyme CAS 232-642-4는 냉각 혼탁 저감을 목적으로 소개되는 양조용 프로테아제 제품이며, Enzymes.bio는 이를 제조하거나 분석 서비스를 제공하는 기관이 아니라 온라인 공급 채널로서 1kg 단위 제품 판매와 주문 시 문서 제공을 지원합니다.

단백질-폴리페놀 혼탁의 기전

맥주의 단백질-폴리페놀 혼탁은 단순한 “불용성 침전”이라기보다 콜로이드 입자 형성 과정에 가깝습니다. 맥아에서 유래한 단백질 조각은 수용액 중에서 부분적으로 용해되어 있고, 홉·맥아 유래 폴리페놀은 여러 개의 페놀성 수산기를 통해 단백질 표면의 결합 가능 부위와 상호작용합니다. 수소결합, 소수성 상호작용, 산화에 따른 고분자화가 누적되면 단백질-폴리페놀 복합체가 커지고, 빛 산란이 증가하면서 맥주가 뿌옇게 보입니다^[4].

온도가 낮아지면 이 복합체의 용해성과 동적 안정성이 감소할 수 있습니다. 그래서 동일한 맥주라도 실온에서는 맑고 냉장 온도에서는 혼탁해 보일 수 있습니다. 초기 단계에서는 온도가 올라가면 복합체가 다시 분산되어 혼탁이 사라지지만, 저장 중 산소 노출이나 폴리페놀 산화가 진행되면 결합이 더 강하고 비가역적인 형태로 바뀔 수 있습니다. 이때는 냉각 혼탁이 영구 혼탁으로 이어질 가능성이 커집니다^[2].

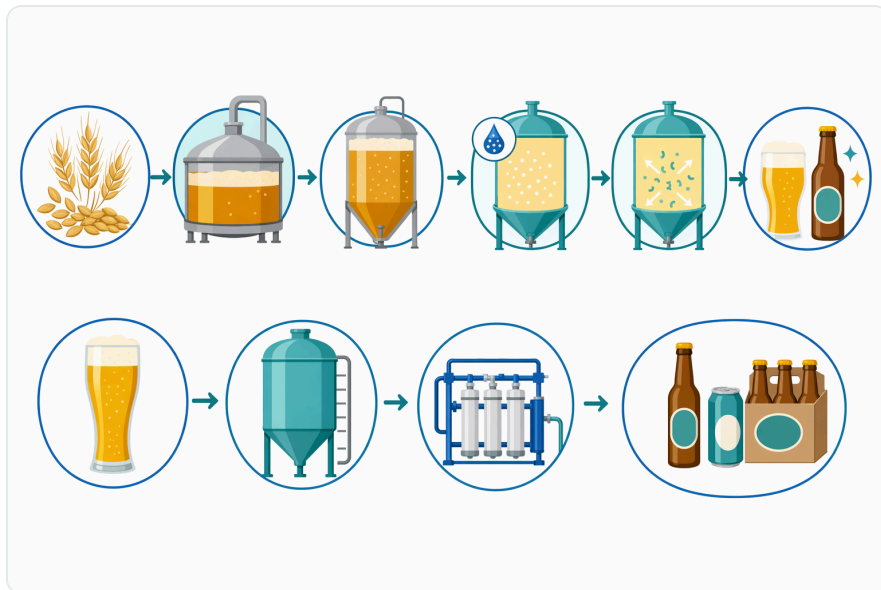


Figure 2. 맥주 양조에서는 여과 및 포장 전에 콜로이드성 투명도를 개선하기 위해 맥주 안정화 단계에서 프로테아제를 투입합니다.

프로테아제 처리는 이 과정의 단백질 쪽 원인을 겨냥합니다. 단백질 사슬을 더 짧은 펩타이드로 만들면 하나의 단백질 분자가 여러 폴리페놀 분자를 붙잡아 입자를 키우는 능력이 낮아집니다. 특히 프롤린이 풍부한 hordein 조각을 절단하면 폴리페놀과 반복적으로 결합하는 구조적 기반이 약해질 수 있습니다. 2024년 양조 연구는 냉각 혼탁이 폴리페놀과 프롤린 풍부 hordein 단백질의 상호작용과 밀접하다는 배경에서 프롤린 특이적 엔도프로테아제의 콜로이드 안정화 효과를 평가했습니다^[3].

연구 근거: 프롤린 특이적 프로테아제와 chill haze 저감

냉각 혼탁 예방에서 가장 직접적으로 인용되는 근거 중 하나는 *Aspergillus niger* 유래 산성 프롤린 특이적 엔도프로테아제를 이용한 연구입니다. 이 연구는 해당 효소가 맥주의 chill haze 형성을 효과적으로 억제할 수 있음을 보고했으며, 중요한 품질 지표인 거품 안정성에는 거의 영향을 주지 않았다고 설명됩니다. 이는 냉각 혼탁용 프로테아제가 무차별적인 단백질 제거제가 아니라, 적절한 기질 선택성과 공정 조건에서 콜로이드 안정성을 높이는 도구가 될 수 있음을 보여줍니다^[1].

최근 연구도 같은 방향의 근거를 보강합니다. 2024년 *Journal of the American Society of Brewing Chemists*에 발표된 연구는 새로운 프롤린 특이적 엔도프로테아제 제품을 다루며, all-malt beer에서 콜로이드 안정성 및 거품 안정성을 benchmark PEP와 비교해 평가했습니다. 이 연구는 냉각 혼탁의 원인으로 프롤린 풍부 hordein과 폴리페놀의 상호작용을 제시하고, 효소 처리가 혼탁 안정성 개선과 연결될 수 있음을 확인했습니다^[3].

효소 기반 접근은 다른 양조 안정화 방법과 경쟁적이라기보다 보완적입니다. Craft Beer & Brewing의 양조 효소 설명에서도 프로테아제는 단백질을 더 작은 조각으로 분해하여 여과성, 혼탁, 완제품 안정성에 영향을 줄 수 있는 효소군으로 소개됩니다. 다만 효소는 적용 시점과 조건에 따라 기능이 달라지고, 끓임 단계처럼 높은 열이 가해지는 구간에서는 활성이 사라질 수 있으므로 발효 또는 컨디셔닝 단계에서 다시 고려되는 경우가 있습니다^[5].



Figure 3. 저온 혼탁 방지용 프로테아제는 맥주 생산에서 주로 투명도, 여과 성능, 저장 안정성을 개선하는 데 사용됩니다.

프로테아제 접근과 다른 혼탁 관리 방법의 비교

맥주 냉각 혼탁 관리는 원료 선택, 당화 조건, 끓임 중 hot break 형성, 냉각 중 cold break 분리, 숙성, 여과, 흡착성 청징제, 폴리페놀 제거, 단백질 조절 등 여러 방법이 결합된 체계입니다. 프로테아제는 이 중 단백질성 전구체를 효소적으로 변화시키는 방법이며, 물리적으로 입자를 제거하는 여과나 특정 성분을 흡착하는 청징제와 작동 원리가 다릅니다^[5].

접근 방식	주요 표적	작동 원리	장점	한계
프로테아제 효소 처리	단백질성 혼탁 전구체	단백질을 더 작은 펩타이드로 절단해 폴리페놀과 큰 복합체를 만들기 어렵게 함	냉각 혼탁 원인 중 단백질 측면을 직접 조절	효모성·미생물성 혼탁에는 직접 대응하지 않음
PVPP 등 폴리페놀 흡착	폴리페놀	폴리페놀을 흡착해 단백질과 결합할 기회를 줄임	폴리페놀 기여도가 큰 혼탁에 유용	풍미·색·폴리페놀 프로파일 변화 가능
실리카 계열 청징	단백질	특정 단백질 분획을 흡착·제거	단백질성 혼탁 전구체 저감	제거 방식이므로 공정 손실과 여과 조건 영향
여과	입자·효모·콜로이드	물리적 분리	최종 외관 조정에 직접적	너무 강한 여과는 감각 특성에 영향 가능
냉각 숙성	효모·불안정 입자	저온에서 침강·안정화 유도	전통적이고 널리 사용	시간과 탱크 점유가 필요

이 비교에서 중요한 점은 프로테아제가 “완제품을 무조건 맑게 만드는 만능 처리”가 아니라는 것입니다. 효모가 충분히 침강하지 않았거나, 포장 전 미생물 관리가 불충분하거나, 원료에서 과도한 전분성 탁도가 남아 있다면 프로테아제만으로 외관 문제를 해결할 수 없습니다. AHA의 혼탁 원인 설명도 효모, 단백질, 폴리페놀, 전분, 오염 등 원인을 구분해 이해할 필요가 있음을 강조합니다^[2].

반대로 단백질-폴리페놀성 냉각 혼탁이 주요 리스크인 맥주에서는 효소 접근이 합리적입니다. 단백질 전구체 자체의 결합성을 낮추기 때문에, 후단 여과나 청징제에만 의존하는 방식보다 공정 설계의 자유도가 커질 수 있습니다. 특히 냉장 유통 기간이 길거나, 밝은 맥주에서 투명도 기준이 엄격하거나, 원료 배치별 단백질 변동이 큰 경우에는 콜로이드 안정성 관리의 한 축으로 검토할 수 있습니다^[3].

거품 안정성과 바디감: 단백질 분해의 균형

프로테아제를 양조에 사용할 때 가장 흔한 우려는 거품입니다. 맥주 거품은 단백질, 폴리펩타이드, 이소알파산, 금속 이온, 점도, 탄산 등 여러 요소가 결합된 결과이므로, 단백질을 과도하게 분해하면 거품 유지성이나 입안 질감에 영향을 줄 수 있습니다. 따라서 냉각 혼탁 예방용 프로테아제의 가치는 단백질을 “많이” 분해하는 데 있지 않고, 혼탁 형성에 기여하는 분획을 적절히 낮추면서 거품 관련 분획의 기능을 가능한 유지하는 데 있습니다^[1].

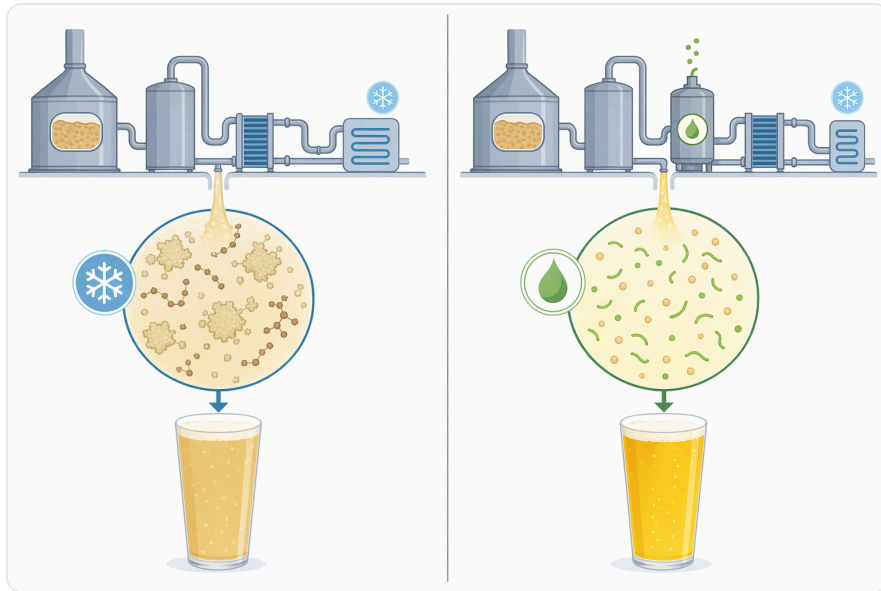


Figure 4. 비효소적 안정화만 적용한 경우와 비교해, 프로테아제 처리는 맥주의 밝은 외관을 유지하면서 탁도 유발 단백질 함량을 직접 낮춥니다.

프롤린 특이적 엔도프로테아제 연구가 중요한 이유도 여기에 있습니다. 2005년 연구는 냉각 혼탁 예방 효과와 함께 foam stability가 거의 영향을 받지 않았다고 보고했습니다. 이는 특정 기질 특이성을 가진 프로테아제가 콜로이드 안정성과 거품 품질 사이의 균형을 달성할 수 있음을 시사합니다^[1].

2024년 연구에서는 특정 PEP 처리가 콜로이드 안정성뿐 아니라 거품 안정성에서도 benchmark와 비교되는 결과를 보였습니다. 이 결과는 모든 프로테아제 처리가 거품을 악화시킨다는 단순한 가정을 피해야 함을 보여줍니다. 다만 실제 맥주에서는 맥아 조성, 보리 품종, adjunct 사용, 홉 투입, 발효 조건, 여과 강도, 포장 산소 관리가 함께 작용하므로 개별 레시피에서의 결과는 달라질 수 있습니다^[3].

적용이 특히 적합한 맥주와 그렇지 않은 맥주

냉각 혼탁 예방용 프로테아제는 투명한 외관이 제품 정체성인 맥주에 가장 적합합니다. 대표적으로 페일 라거, 필스너, 헬레스, 쉐쉬형 맥주, 밝은 에일, 투명도를 강조하는 스페셜티 맥주가 해당됩니다. 이러한 제품에서는 소비자가 잔을 통해 색과 투명도를 직접 확인하기 때문에, 냉장 상태에서 나타나는 단백질-폴리페놀 혼탁은 품질 편차로 받아들여질 수 있습니다^[2].

반대로 밀맥주, 일부 벨지안 스타일, 뉴잉글랜드 IPA 또는 의도적으로 hazy 외관을 설계한 맥주에서는 혼탁이 결함이 아니라 스타일 특성일 수 있습니다. 이런 제품에서 프로테아제 사용은 원하는 외관, 질감, 향미 지각을 바꿀 수 있으므로 목적이 명확해야 합니다. 혼탁이 의도된 경우에는 “맑게 만들기”보다 저장 중 침전, 과도한 덩어리 형성, 불안정한 층분리 같은 별도 품질 문제를 구분해 다루는 편이 적절합니다^[2].

또한 고단백 원료나 특정 adjunct를 많이 사용하는 레시피에서는 냉각 혼탁 외에도 점도, 여과성, 효모 침강, 전분 잔류 등 복합 문제가 함께 나타날 수 있습니다. 이때 프로테아제는 단백질성 전구체를 낮추는 역할을 하지만, 당화 완결성이나 β -glucan 문제, 미생물 안정성까지 해결하지는 않습니다. Craft Beer & Brewing의 효소 설명도 양조 효소를 아밀레이스, β -glucanase, 프로테아제 등 기능별로 구분하며, 각각의 표적이 다르다는 점을 전제로 다룹니다^[5].

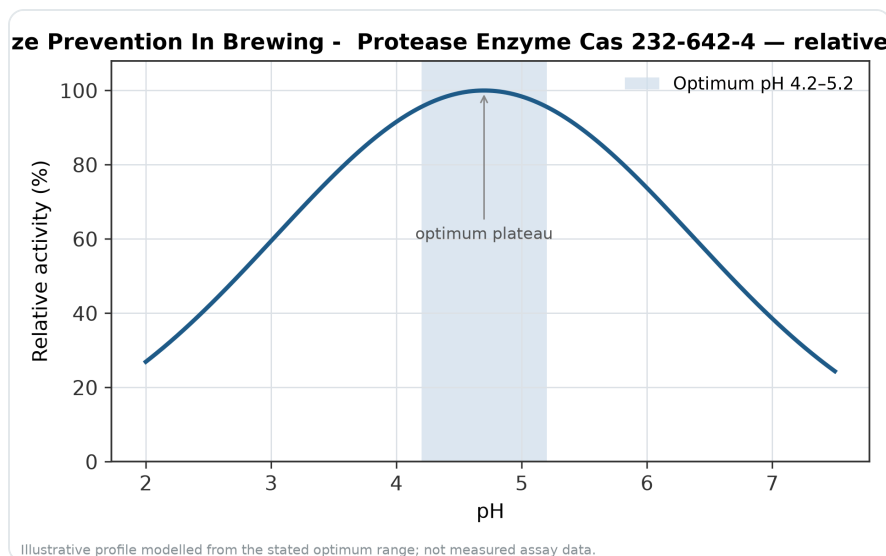


Figure 5. pH에 따른 저온 혼탁 방지용 양조 프로테아제 효소(CAS 232-642-4)의 상대 활성으로, pH 4.2~5.2에서 최적 활성 구간이 나타납니다.

발효·컨디셔닝 단계에서의 의미

냉각 혼탁 예방용 프로테아제는 일반적으로 효소가 실제로 작동할 수 있는 온도와 pH가 유지되는 구간에서 의미가 있습니다. 맥주 끓임 단계처럼 높은 열이 가해지는 구간에서는 효소 단백질이 변성될 수 있으므로, 완제품 안정화를 목표로 하는 효소는 발효 중 또는 발효 후 컨디셔닝 단계에서 고려

되는 경우가 많습니다. 양조 효소에 관한 실무 설명에서도 특정 효소는 끓임 이후 목적에 따라 사용될 수 있음을 언급합니다^[5].

컨디셔닝 단계의 장점은 이미 발효가 상당 부분 진행되어 완제품에 남은 단백질성 전구체를 직접 다룰 수 있다는 점입니다. 이때 단백질-폴리페놀 복합체 형성 가능성을 낮추면 냉장 보관 중 발생하는 가역적 chill haze를 줄이고, 장기적으로 영구 혼탁으로 이어질 가능성을 낮추는 데 도움이 될 수 있습니다. 프롤린 특이적 엔도프로테아제 연구가 완제품 맥주의 콜로이드 안정성을 평가한 것도 이러한 공정적 의미와 연결됩니다^[3].

단, 효소 적용은 맥주 스타일과 공정 흐름에 맞아야 합니다. 고온 살균, 여과, 원심분리, 포장 전 안정화 공정이 어떻게 배치되는지에 따라 효소가 작용할 시간과 남는 영향이 달라집니다. 이 문서는 교육용 기술 문서이므로 특정 투입량, 활성 단위, 분석법 정의를 제시하지 않으며, 제품별 문서와 양조장의 자체 공정 기준에 따라 해석되어야 합니다.

글루텐 저감과의 관련성: 가능성은 있지만 별도 검증 영역

프롤린 특이적 엔도프로테아제는 냉각 혼탁뿐 아니라 맥주 내 글루텐 관련 단백질 분해와도 연결되어 연구되어 왔습니다. 보리 hordein은 프롤린이 풍부한 단백질군이며, 이 구조적 특성 때문에 PEP 계열 효소가 글루텐 관련 펩타이드 절단에도 관심을 받아 왔습니다. 2024년 연구도 콜로이드 안정성, 거품 안정성, 글루텐 저감을 함께 평가한 것으로 소개됩니다^[3].

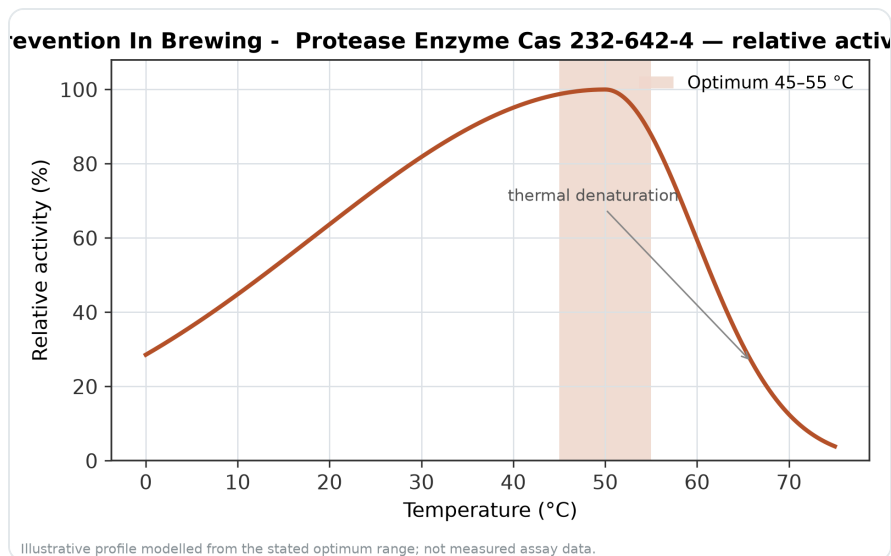


Figure 6. 온도에 따른 저온 혼탁 방지용 양조 프로테아제 효소(CAS 232-642-4)의 상대 활성으로, 45~55°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열변성으로 인한 전형적인 활성 감소가 나타납니다.

그러나 냉각 혼탁 예방과 글루텐 표시·안전성 주장은 분리해서 다루어야 합니다. 효소가 특정 단백질을 절단한다고 해서 모든 민감자에게 문제가 될 수 있는 에피토프가 완전히 사라졌다고 단정할 수 없고, 규정상 “gluten-free”, “gluten-reduced”, “gluten-removed” 표시에는 별도의 검증 체계가 필요합니다. 따라서 CAS 232-642-4 프로테아제 제품의 핵심 용도는 맥주 냉각 혼탁 저감으로 이해하는 것이 적절하며, 글루텐 관련 표시는 별도 규정과 검증 없이는 확장해서 해석하지 않아야 합니다 [3].

제품 구매 정보와 문서 제공 범위

Chill-Haze Prevention In Brewing – Protease Enzyme CAS 232-642-4는 Enzymes.bio에서 온라인으로 구매 가능한 양조용 프로테아제 제품입니다. Enzymes.bio는 제조사나 분석 실험실이 아니며, 제품은 1kg 단위로 직접 판매됩니다. 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공되므로, 구매자는 입고 및 내부 문서 관리에 필요한 기본 제품 문서를 주문과 함께 확인할 수 있습니다.

이 문서에서는 공급업체가 제조사처럼 보일 수 있는 구체적 활성 단위, 등급 체계, 분석법, 활성 단위 정의를 제시하지 않습니다. 또한 특정 양조장에 대한 투입량 산정이나 시험 절차를 안내하지 않습니다. 대신 제품의 기술적 의미, 작동 기전, 연구 근거, 적용 범위와 한계를 설명하여 냉각 혼탁 예방용 프로테아제가 어떤 문제를 다루는지 이해하는 데 초점을 둡니다.

실무적으로 기대할 수 있는 효과

첫 번째 기대 효과는 냉장 온도에서 나타나는 단백질-폴리페놀성 혼탁의 감소입니다. 프롤린 풍부 단백질이 더 작은 펩타이드로 절단되면 폴리페놀과 다중 결합 네트워크를 만들 가능성이 낮아지고, 그 결과 빛 산란을 일으키는 입자 성장이 억제될 수 있습니다. *Aspergillus niger* 유래 산성 프롤린 특이적 엔도프로테아제 연구는 이러한 접근이 chill haze 예방에 유효할 수 있음을 보여주는 대표적 근거입니다^[1].

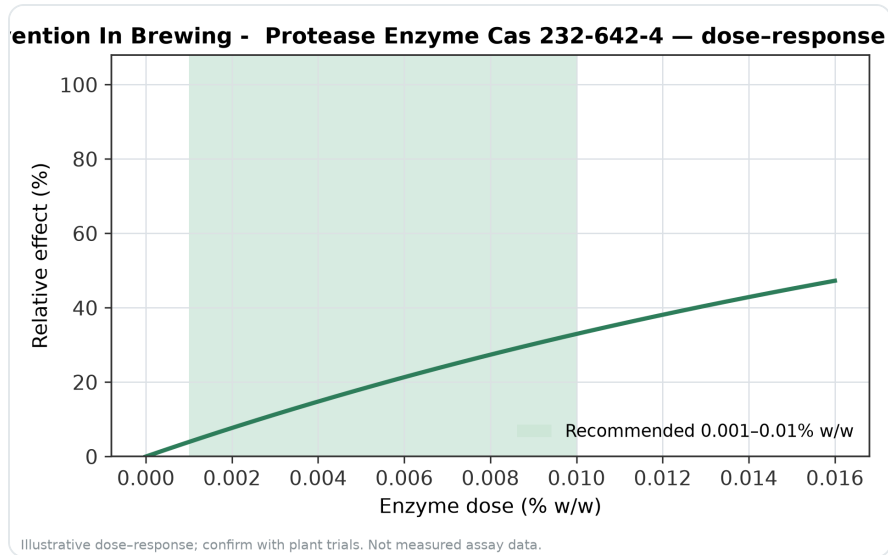


Figure 7. 권장 사용 범위(0.001~0.01% w/w)에서 저온 혼탁 방지용 양조 프로테아제 효소(CAS 232-642-4)의 예시적 용량-반응 관계입니다.

두 번째 기대 효과는 저장 중 외관 일관성의 개선입니다. 콜로이드 불안정성은 시간이 지나며 가역적 냉각 혼탁에서 비가역적 영구 혼탁으로 이동할 수 있으므로, 초기 전구체를 낮추는 것은 장기 저장 품질 관리와 연결됩니다. 특히 냉장 유통이 길거나 소비자가 투명도를 중시하는 맥주에서는 출고 시점뿐 아니라 소비 시점의 외관을 고려해야 합니다^[4].

세 번째는 공정 유연성입니다. 프로테아제 처리는 여과나 청징제와 같은 후단 제거 공정의 부담을 완전히 없애지는 않지만, 단백질성 전구체를 사전에 낮추어 전체 안정화 설계의 선택지를 넓힐 수 있습니다. 효소, 여과, 청징, 냉각 속성은 각기 다른 표적을 가진 도구이므로, 제품 목표와 맥주 스타일에 맞게 조합될 때 가장 현실적입니다^[5].

한계와 주의할 점

프로테아제는 단백질성 혼탁 관리 도구이지, 모든 탁도의 원인을 제거하는 제품이 아닙니다. 효모가 부유해 생기는 혼탁, 전분 전환이 불완전해 남는 탁도, 미생물 오염으로 인한 혼탁, 산화나 포장 문제로 인한 품질 저하는 별도의 원인 분석과 공정 관리가 필요합니다. 맥주 혼탁을 다루는 교육 자료도 원인을 구분하는 접근을 강조합니다^[2].

또한 단백질 분해는 맥주의 감각적 구조와 연결될 수 있습니다. 적절한 PEP 적용 연구에서는 거품 안정성에 큰 악영향이 없거나 개선 가능성이 보고되었지만, 개별 레시피에서 단백질 조성은 거품, 바디감, 질감, 여과성에 동시에 영향을 줍니다. 그러므로 냉각 혼탁 예방이라는 목적과 해당 맥주의 스타일 목표가 일치하는지 확인하는 것이 중요합니다^[1].

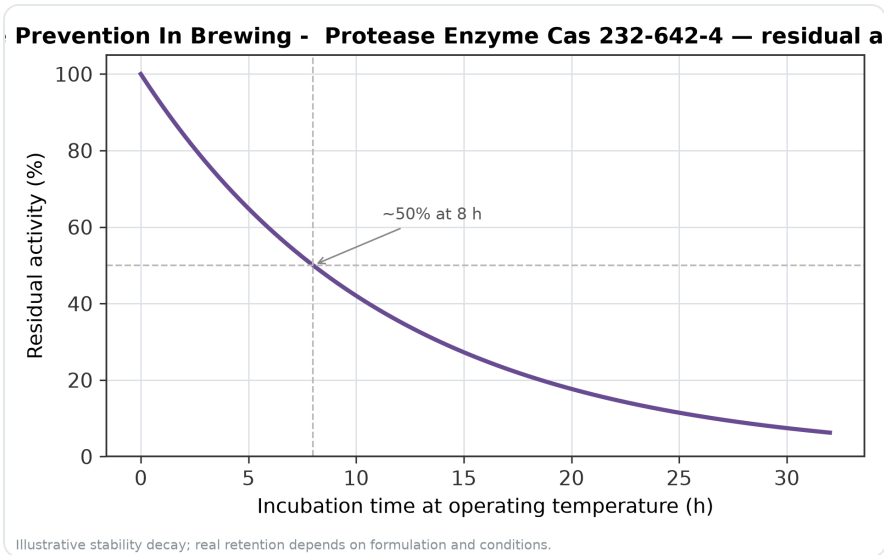


Figure 8. 저온 혼탁 방지용 양조 프로테아제 효소(CAS 232-642-4)의 예시적 열 안정성 감소로, 운전 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소합니다.

마지막으로, 폴리페놀은 혼탁의 원인이면서 동시에 맥주의 향미, 색, 산화 안정성, 감각적 복합성에 기여하는 성분입니다. 페놀성 화합물은 가공과 저장 중 변화하며 맥주의 품질 특성과 연결되므로, 단백질-폴리페놀 상호작용을 줄이는 전략은 전체 품질 설계 속에서 이해해야 합니다^[4].

핵심 정리

Chill-Haze Prevention In Brewing – Protease Enzyme CAS 232-642-4는 맥주의 냉각 혼탁을 줄이기 위한 양조용 프로테아제 제품입니다. 작동의 중심은 폴리페놀과 결합해 콜로이드성 혼탁을 만들기 쉬운 단백질, 특히 프롤린이 풍부한 hordein 관련 분획을 더 작은 펩타이드로 절단하는 데 있습니다. 연구 문헌은 프롤린 특이적 엔도프로테아제가 냉각 혼탁 저감에 효과적일 수 있으며, 적절한 적용에서는 거품 안정성에 대한 부담을 제한할 수 있음을 보여줍니다^[1].

이 효소는 투명도가 중요한 라거, 필스너, 밝은 에일, 저탁도 맥주에서 냉장 유통 중 외관 안정성을 높이는 공정 도구로 이해할 수 있습니다. 다만 효모성 혼탁, 미생물성 혼탁, 전분성 탁도, 의도적 hazy 스타일에는 다른 해석과 관리가 필요합니다. Enzymes.bio는 해당 효소를 제조하거나 분석하는 기관이 아니라 온라인 공급업체이며, 제품은 1kg 단위로 구매 가능하고 CoA와 SDS는 주문 시 함께 제공됩니다.

Chill-Haze Prevention In Brewing - Protease Enzyme Cas 232-642-4 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.

[Chill-Haze Prevention In Brewing - Protease Enzyme Cas 232-642-4 구매하기 →](#)

참고문헌

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

1. [D7B277C55D060Bc1B24D873A2D2541B7448193Cc](#). *Semantic Scholar*.
2. [Beer Haze Cloudy Homebrew](#). *Homebrewersassociation*.
3. [2164572563A08E65Db3D34Baffb5E9F76C5Dfb7C](#). *Semantic Scholar*.
4. Couto, A., Santos, L. D., Souza Gomes, M., & Cardoso, V. L. (2025). [Review: Stability of phenolic compounds during beer processing and alternatives to increase their bioavailability](#). *Brazilian Journal of Development*.
5. [Theres An Enzyme For That](#). *Beerandbrewing*.


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