

# 중성 프로테아제 효소: 증류주·곡물 발효 제품의 단백질 혼탁 완화와 발효성 질소 관리

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

중성 프로테아제 효소는 위스키, 보드카, 곡물 주정처럼 단백질을 포함한 원료를 발효·증류하는 공정에서 큰 단백질을 더 작은 펩타이드와 아미노산으로 절단해 단백질성 혼탁, 여과 부담, 효모 영양 불균형을 완화하는 보조 효소입니다. 전분을 당으로 바꾸는 아밀라아제나 글루코아밀라아제를 대체하지 않으며, 증류 제품의 품질을 좌우하는 원료 단백질 분획을 더 다루기 쉬운 형태로 조정하는 역할에 가깝습니다. 프로테아제의 산업적 활용은 식품·발효·단백질 가수분해 분야에서 폭넓게 검토되어 있으며, 증류 공정에서는 단백질 관리와 발효 안정성 관점에서 해석하는 것이 가장 정확합니다 [1].

## 증류 공정에서 중성 프로테아제가 필요한 이유

증류주 생산자는 전분 전환, 발효 속도, 알코올 수율, 증류 컷, 숙성 조건에 많은 관심을 둡니다. 그러나 곡물·맥아·식물성 원료 기반 공정에서는 전분뿐 아니라 단백질, 세포벽 다당류, 지질, 무기질이 함께 들어오며, 이 중 단백질은 발효에는 도움이 될 수 있지만 과잉 또는 불용성 형태로 남으면 탁도, 침전, 여과 지연, 발효 편차의 원인이 됩니다. 밀 품종과 생화학적 차이가 보드카 증류액의 발효 효율과 증류 수율에 영향을 줄 수 있다는 연구도 있어, 증류 공정의 성능은 단순한 당화율만이 아니라 원료 조성 전체와 연결됩니다 [2].

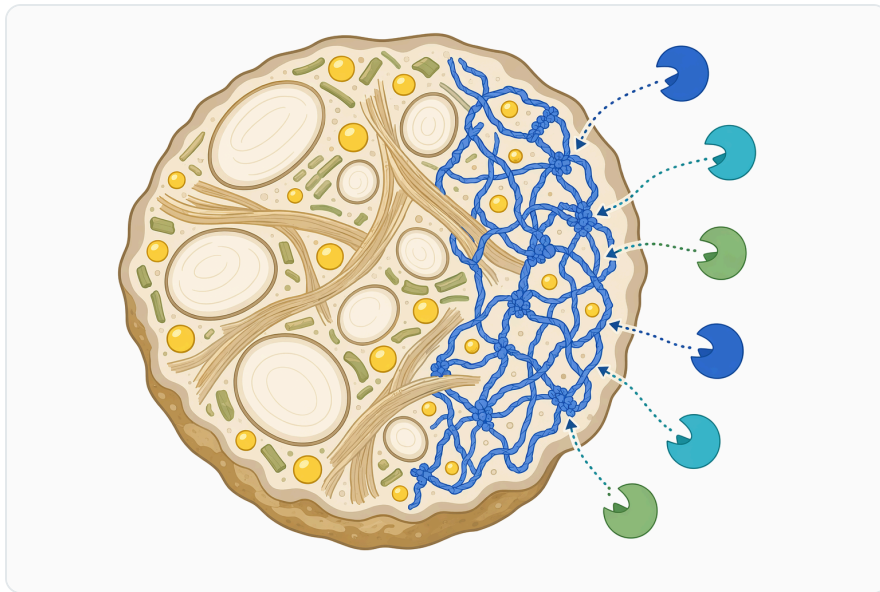
중성 프로테아제는 이 복합 원료 중 "단백질성 분획"을 대상으로 합니다. 단백질 사슬의 펩타이드 결합을 가수분해해 고분자 단백질을 저분자 펩타이드와 아미노산으로 바꾸면, 단백질이 응집해 탁도를 만들 가능성이 낮아지고, 효모가 이용할 수 있는 질소성 성분이 늘어날 수 있습니다. 이 효과는 증류 직전의 액상 명도뿐 아니라 발효 전 원료 균질성, 발효 중 영양 균형, 후단 여과 부담에도 영향을 줄 수 있습니다.

Enzymes.bio의 Neutral Protease 관련 제품은 온라인에서 1kg 단위로 직접 구매할 수 있는 효소 제품군에 속하며, Enzymes.bio는 제조사나 실험실이 아니라 효소 공급업체입니다. 제품 사용과 안전 취급에 필요한 CoA와 SDS는 주문 시 함께 제공되며, 이 문서는 조달 사양서가 아니라 증류·발효 공정 담당자가 중성 프로테아제의 기능을 이해하도록 돕는 기술 설명 자료입니다.

## 중성 프로테아제의 핵심 기능: 단백질을 더 작은 질소 성분으로 전환

프로테아제는 단백질을 구성하는 펩타이드 결합을 물과 함께 절단하는 효소군입니다. 이 반응은 단백질을 "제거"한다기보다 큰 단백질 사슬을 더 짧은 펩타이드, 경우에 따라 자유 아미노산에 가까운 형태로 전환하는 과정입니다. 식품 등급 프로테아제는 단백질 가수분해, 풍미 형성, 조직 개선, 발효 보조 등 다양한 식품·산업 공정에서 다루어져 왔으며, 중성 조건에서 작동하는 프로테아제는 원료 단백질을 과격한 산·알칼리 조건 없이 처리할 수 있다는 점에서 유용합니다 [3].

증류 원료에서 이 전환은 세 가지 방향으로 해석할 수 있습니다. 첫째, 불용성 또는 응집성 단백질이 줄어들어 단백질성 혼탁과 침전 위험이 감소할 수 있습니다. 둘째, 펩타이드와 아미노산이 늘어나 효모가 활용 가능한 질소원 풀이 넓어질 수 있습니다. 셋째, 단백질이 전분·섬유·지질 성분과 이루던 복합 구조가 일부 풀리면서 매시의 물성, 고형분 거동, 하류 여과성이 달라질 수 있습니다.



**Figure 1.** 중성 프로테아제는 전분 분해 효소를 대체하는 것이 아니라 곡물 기반 증류 공정 흐름의 단백질 분획에 작용한다.

중성 프로테아제의 "중성"이라는 표현은 강산성 또는 강알칼리성 조건이 아니라 발효·식품 원료 처리에서 흔히 접하는 중성 부근 조건에서 단백질 분해를 수행하는 효소라는 의미로 이해하는 것이 적절합니다. 특정 효소의 작동 범위는 제품과 원료에 따라 달라지지만, 공정 관점에서는 산성 프로테아제처럼 낮은 pH에 특화된 효소, 알칼리성 프로테아제처럼 높은 pH 세정·가공 조건에 자주 쓰이는 효소와 구별됩니다. *Bacillus* 유래 프로테아제는 중성 및 알칼리성 범위에서 산업적으로 중요한 효소군으로 자주 검토되어 왔습니다 [1].

## 증류 제품에서 기대되는 공정 효과

### 단백질성 혼탁과 침전 가능성 완화

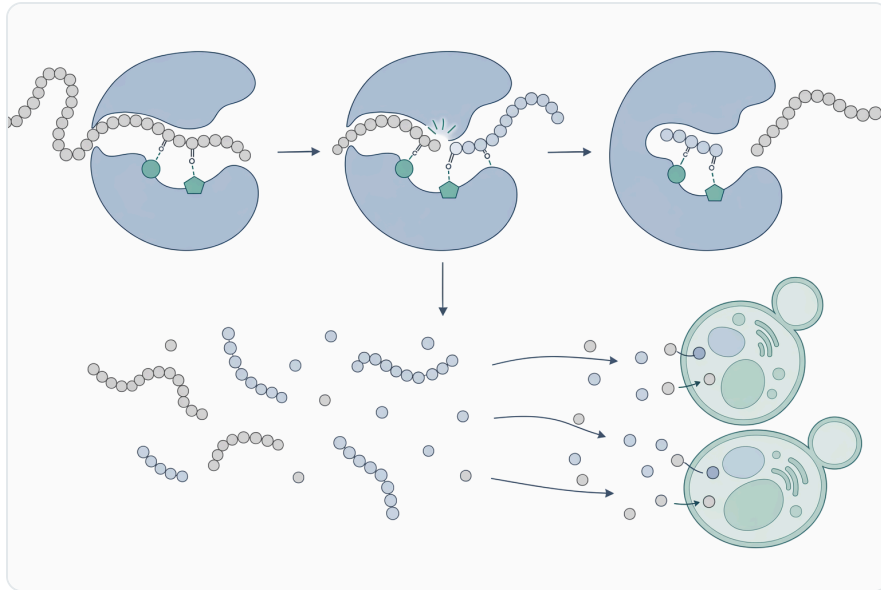
곡물 매시와 발효액에는 가열, 냉각, 알코올 농도 변화, pH 변화, 희석수와의 접촉에 따라 응집할 수 있는 단백질성 성분이 남을 수 있습니다. 이러한 성분은 증류 전 여과를 어렵게 하거나, 증류 후 희석·냉각·저장 과정에서 미세한 탁도와 침전을 만들 수 있습니다. 단백질 가수분해는 큰 단백질을 더 짧은 펩타이드로 나누어 응집핵이 형성되는 가능성을 낮추는 방향으로 작동합니다.

다만 모든 혼탁이 단백질에서 비롯되는 것은 아닙니다. 증류 제품에서 보이는 탁도는 무기염, 지방산 에스터, 고급 알코올과 오일성 성분, 폴리페놀-단백질 복합체, 물 품질, 미생물성 오염, 숙성재 유래 물질과도 관련될 수 있습니다. 따라서 중성 프로테아제의 효과는 “단백질성 원인”에 가장 직접적이며, 비단백질성 혼탁까지 자동으로 해결한다고 보기는 어렵습니다. 프로테아제는 다목적 산업 효소이지만, 기질 특이성은 단백질 결합에 놓여 있다는 점이 핵심입니다 <sup>[4]</sup>.

### 효모가 이용할 수 있는 질소 성분 증가

효모는 당을 에탄올과 이산화탄소로 전환할 때 질소원을 필요로 합니다. 질소가 부족하거나 이용 가능한 형태가 제한되면 발효 속도가 늦어지고, 잔당이 남거나, 스트레스 대사로 인해 원치 않는 향미 성분이 증가할 수 있습니다. 중성 프로테아제는 원료 단백질을 더 작은 펩타이드와 아미노산으로 바꾸어 효모 영양 환경을 보조할 수 있습니다.

이 효과는 특히 맥아 비율이 낮거나, 고부원료 배합이 높거나, 원료 배치별 단백질 조성이 크게 달라지는 공정에서 의미가 있습니다. 단백질 총량이 충분하더라도 효모가 바로 이용하기 어려운 고분자 형태로 존재하면 발효성 질소로서의 기능은 제한될 수 있습니다. 프로테아제 처리는 총질소를 새로 만들어내는 것이 아니라, 기존 원료 단백질을 효모가 더 접근하기 쉬운 분획으로 재배치하는 과정입니다.



**Figure 2.** 중성 프로테아제는 물을 이용해 펩타이드 결합을 가수분해하여 큰 단백질을 더 작은 펩타이드와 아미노산 함유 조각으로 분해한다.

## 여과 부담과 매시 처리성 개선

발효액 또는 매시 내의 고분자 단백질은 고형분, 섬유, 전분 잔사와 결합해 점도와 여과 저항을 높일 수 있습니다. 중성 프로테아제 처리로 단백질성 응집체가 줄어들면 고형물 분리, 여과, 원심분리, 증류 전 액상 처리의 부담을 낮추는 데 도움이 될 수 있습니다. 식물성 원료에서 효소 보조 추출이 세포벽과 단백질성 성분의 접근성을 바꾸어 추출 효율과 기능성 추출물 생산에 활용된 사례는, 효소가 복합 생물 원료의 구조를 완화하는 도구가 될 수 있음을 보여줍니다 [5].

여기서 중요한 점은 중성 프로테아제가 점도 문제의 주된 원인인  $\beta$ -글루칸, 아라비노자일란, 펙틴, 셀룰로오스 자체를 직접 분해하는 효소는 아니라는 것입니다. 점도의 주요 원인이 세포벽 다당류라면 xylanase,  $\beta$ -glucanase, cellulase, pectinase 계열 효소가 더 직접적일 수 있습니다. 반대로 단백질-다당류 복합체나 단백질성 고형분이 문제가 되는 경우 중성 프로테아제가 하류 처리성을 보완할 수 있습니다.

## 중성 프로테아제와 다른 증류용 효소의 역할 비교

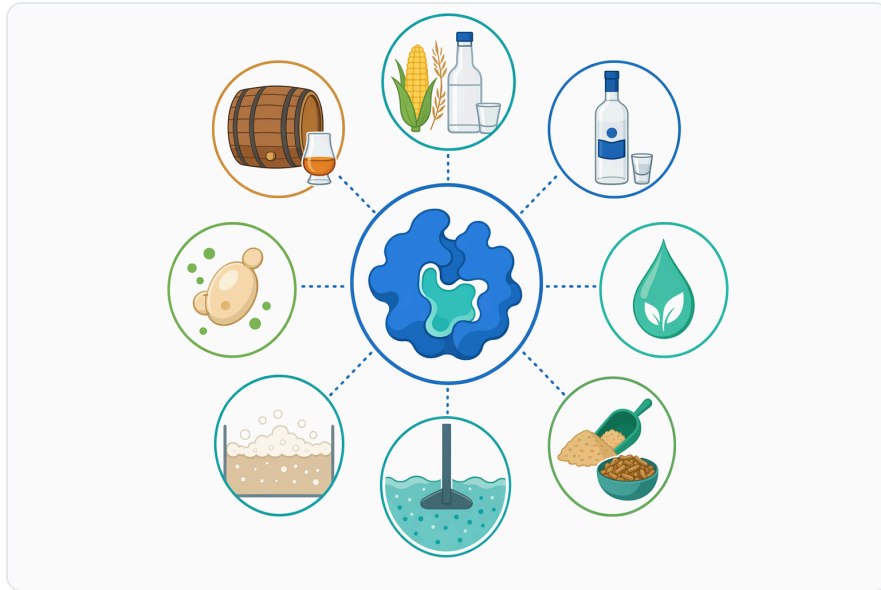
증류 공정에서 효소는 하나의 목적만 갖지 않습니다. 전분을 당으로 전환하는 효소, 세포벽을 열어 주는 효소, 단백질을 분해하는 효소가 서로 다른 기질을 담당합니다. 중성 프로테아제는 당화 효소가 아니라 단백질 관리 효소이며, 이 구분을 명확히 해야 공정 기대치를 현실적으로 설정할 수 있습니다.

효소군	주 기질	증류 공정에서의 주요 역할	중성 프로테아제와의 관계
$\alpha$ -아밀라아제	전분	전분 액화, 점도 저감, 덱스트린 생성	탄수화물 전환 담당. 단백질 혼탁이나 질소 방출은 직접 해결하지 않음
글루코아밀라아제	덱스트린·전분 말단	포도당 생성, 발효성 당 증가, 알코올 수율 보조	발효당 확보 담당. 중성 프로테아제와 병행 시 당·질소 균형 관리 가능
중성 프로테아제	단백질	펩타이드·아미노산 생성, 단백질 성 혼탁 완화, 여과 부담 감소	단백질 분획 조정 담당. 전분 당화 효소를 대체하지 않음
xylanase / $\beta$ -glucanase	비전분 다당류	곡물 세포벽 완화, 점도 저감, 추출성 개선	점도·세포벽 문제가 클 때 보완적. 단백질 문제에는 간접적
cellulase / pectinase	식물 세포벽 성분	식물성 원료 추출성, 과실 원료 액상화, 고형분 처리성 개선	식물성 증류 원료에서 병행 가능하지만 주 기질은 다름

복합 효소 조합은 사료와 발효 원료 처리 연구에서도 자주 다루어지며, 아밀라아제·프로테아제 등 서로 다른 효소가 함께 사용될 때 기질별 소화성 또는 이용성이 달라질 수 있습니다. 예를 들어 곡물 기반 사료에서 외인성 글루코아밀라아제와 중성 프로테아제의 조합이 영양소 소화성과 발효 관련 지표에 미치는 영향을 검토한 연구는, 전분 분해와 단백질 분해가 서로 다른 영양 분획을 담당한다는 점을 이해하는 데 참고가 됩니다 <sup>[6]</sup>.

## 기전: 왜 단백질이 작아지면 발효와 명도에 도움이 되는가

단백질은 소수성 영역, 전하를 띤 영역, 이황화 결합 또는 금속 이온과의 상호작용 등으로 입체 구조를 유지합니다. 매싱과 발효 과정에서 열, pH, 알코올, 염, 폴리페놀, 산화 조건이 변하면 일부 단백질은 구조가 풀리거나 서로 엉겨 큰 입자를 만들 수 있습니다. 중성 프로테아제가 단백질 내부 결합을 절단하면 단백질 사슬 길이가 짧아지고, 응집에 필요한 다점 결합이 약해지며, 물에 더 잘 분산되는 펩타이드가 늘어날 수 있습니다.



**Figure 3.** 단백질 가수분해는 공정에 따라 효모 영양, 거품 거동, 부유 고형물, 침전물 및 증류박 조성에 영향을 줄 수 있다.

효모 영양 측면에서는 단백질 분해 산물이 더 중요합니다. 효모는 자유 아미노산과 짧은 펩타이드를 질소원으로 사용해 세포 성장, 효소 합성, 막 구성, 발효 대사를 유지합니다. 원료 단백질이 고분자 형태로만 남아 있으면 효모가 직접 이용하기 어렵지만, 프로테아제 처리를 통해 일부가 저분자 질소 성분으로 바뀌면 발효 초기 성장과 대사 안정성에 도움이 될 수 있습니다. 다만 과도한 단백질 분해는 특정 소수성 펩타이드 축적, 쓴맛 가능성, 발효 향미 전구체 변화로 이어질 수 있으므로 목표는 “완전 분해”가 아니라 “공정에 필요한 정도의 부분 가수분해”입니다.

중성 프로테아제의 효소학적 배경은 미생물 효소 연구에서 잘 설명되어 있습니다. *Bacillus subtilis* 중성 프로테아제 유전자의 이종 발현과 분비·가공을 다룬 연구는 중성 프로테아제가 세포 밖으로 분비되어 단백질 기질을 처리하는 산업 효소로 연구되어 왔음을 보여줍니다 [7]. 또한 *Bacillus amyloliquefaciens*가 대두박 기반 배지에서 프로테아제를 선택적으로 생산·분비할 수 있다는 보고는, 식물성 단백질 원료와 미생물성 프로테아제 생산·작용 사이의 실질적 연결을 보여줍니다 [8].

## 과학적 근거의 강도: 확실한 부분과 조심해야 할 부분

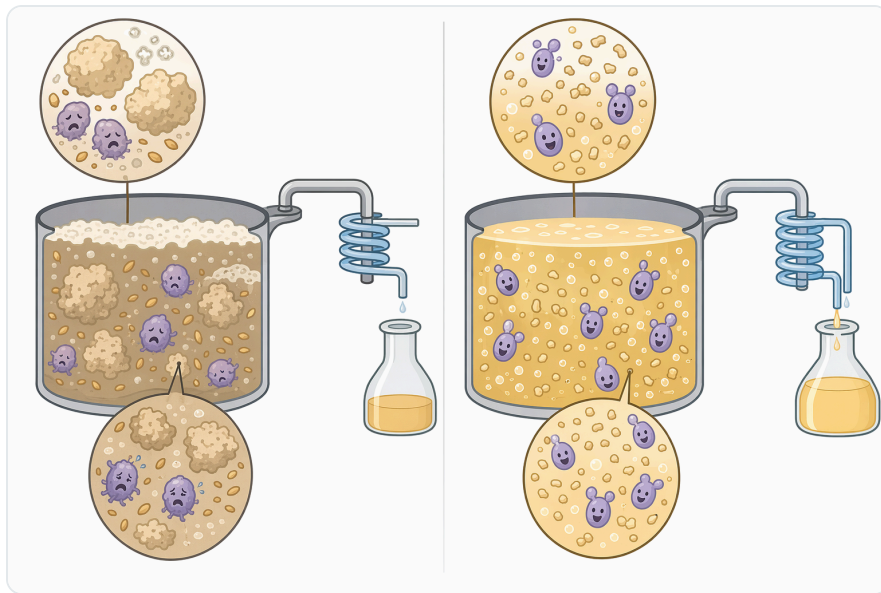
### 가장 확실한 근거: 단백질 가수분해

중성 프로테아제가 단백질을 펩타이드와 아미노산 방향으로 분해한다는 점은 가장 견고한 근거를 갖습니다. 산업용 프로테아제 리뷰들은 미생물 프로테아제가 식품, 세제, 피혁, 사료, 단백질 가수분해물, 폐기물 valorization 등 매우 다양한 분야에서 활용되며, 그 공통 기전이 단백질 펩타이드 결합 가수분해라는 점을 일관되게 설명합니다 [4].

식품 단백질 가수분해 연구에서도 이 기능은 반복적으로 확인됩니다. 예를 들어 녹두 단백질 가수분해물의 물리화학적 특성과 안정성, 지질 산화 억제 효과를 다룬 연구는 효소적 단백질 가수분해가 원료 단백질의 분자 크기, 용해성, 기능성을 바꿀 수 있음을 보여줍니다 [9]. 원료가 증류 곡물과 동일하지는 않지만, “프로테아제가 단백질 분해를 기능적으로 다른 형태로 전환한다”는 원리는 동일합니다.

### 중간 수준 근거: 발효성 질소와 공정 안정성

중성 프로테아제가 증류 매시에서 효모 영양을 보조할 수 있다는 논리는 단백질 가수분해와 효모 질소 요구를 연결한 공정적 해석입니다. 직접적으로 모든 증류주 유형에서 동일한 수율 개선을 보장하는 연구가 있는 것은 아니지만, 곡물·식물성 원료의 단백질 분해가 발효 성능에 영향을 줄 수 있고, 프로테아제가 이를 저분자 질소 성분으로 전환할 수 있다는 점은 합리적입니다. 젖소 사료에서 아밀라아제와 프로테아제 급여가 영양소 소화성과 반추위 발효 지표를 변화시킨 연구는, 복합 원료에서 탄수화물 분해 효소와 단백질 분해 효소가 서로 다른 영양 분획의 이용성을 바꿀 수 있음을 보여줍니다 [10].



**Figure 4.** 산성, 중성, 알칼리성 프로테아제는 단백질 가수분해 활성이 가장 유용하게 작용하는 공정 pH 환경에 따라 구분된다.

증류 공정에서는 이러한 근거를 과장하지 않는 것이 중요합니다. 중성 프로테아제의 투입만으로 알코올 수율, 향미, 명도, 여과성이 항상 개선된다고 말할 수는 없습니다. 결과는 원료 단백질 함량, 열처리 이력, 입도, 맥아 사용량, 효모 균주, 발효 온도, pH, 증류 방식, 여과 조건에 따라 달라집니다.

## 제한적 근거: 특정 제품의 관능 개선

프로테아제 처리가 향미에 영향을 줄 수는 있습니다. 단백질 분해로 생긴 아미노산과 펩타이드는 효모 대사, 열반응, 숙성 중 변화의 전구체가 될 수 있기 때문입니다. 육류 가수분해물이나 식물 단백질 가공처럼 풍미 개선을 직접 목표로 하는 연구에서는 효소 처리에 따른 향미 성분 변화가 다루어 집니다. 그러나 이 결과를 위스키, 보드카, 소주, 중성 주정 같은 증류 제품에 그대로 적용하기는 어렵습니다.

증류 제품의 관능은 발효 향미뿐 아니라 증류 장치, 컷 포인트, 환류, 숙성, 블렌딩, 희석수, 여과 조건에 의해 크게 달라집니다. 따라서 중성 프로테아제의 1차 가치는 "향미를 직접 개선하는 효소"라기보다 "발효 원료의 단백질성 부담과 질소 형태를 조정하는 효소"로 보는 것이 정확합니다. 향미 변화는 가능한 2차 효과이며, 공정별로 별도 확인이 필요한 영역입니다.

## 공정 적용 위치: 매싱, 발효 전 처리, 증류 전 정리

중성 프로테아제는 원료 단백질이 물을 흡수하고 효소가 접근할 수 있는 상태에서 효과가 나타납니다. 곡물 분쇄 직후 건조한 상태보다는 매싱 중 또는 발효 전 액상화된 원료에서 더 현실적으로 작용할 수 있습니다. 단, 매싱 단계에서는  $\alpha$ -아밀라아제, 글루코아밀라아제,  $\beta$ -glucanase 등 다른 효소와 함께 쓰일 수 있으므로 각 효소의 작동 조건이 서로 충돌하지 않는지 공정 설계상 고려해야 합니다.

발효 전 처리에서는 효모 접종 전에 원료 단백질 일부를 펩타이드와 아미노산으로 전환해 초기 질소 가용성을 높이는 방향으로 활용될 수 있습니다. 이는 맥아에서 자연적으로 제공되는 단백질 분해 효소 활성이 낮거나, 부원료 비중이 높아 효모 영양 균형이 흔들리는 공정에서 특히 관심을 받을 수 있습니다. 다만 발효 중에는 효모가 자체적으로 질소를 흡수하고 대사하기 때문에, 효소 처리 시점과 접촉 시간은 최종 질소 분포와 향미 전구체 형성에 영향을 줄 수 있습니다.

증류 전 단계에서는 단백질성 고형분과 응집체를 줄여 여과, 원심분리, 열교환, 증류기 투입 안정성을 보조하는 목적으로 검토할 수 있습니다. 그러나 이미 알코올 농도가 높아졌거나 단백질이 열변성·응집된 뒤에는 효소 접근성이 떨어질 수 있습니다. 따라서 중성 프로테아제는 문제가 발생한 뒤의 "사후 청징제"라기보다, 단백질성 부담이 커지기 전에 원료를 조정하는 공정 효소로 이해하는 것이 더 적절합니다.



Figure 5. 상업용 중성 프로테아제는 일반적으로 박테리아와 곰팡이 같은 미생물 원료에서 생산된다.

## 원료별 적용 해석

### 위스키와 곡물 증류주

위스키 원료인 보리, 옥수수, 밀, 호밀은 전분 함량이 높지만 단백질도 함께 포함합니다. 원료 단백질은 발효성 질소의 잠재 공급원이지만, 불용성 단백질이나 열변성 단백질이 많으면 탁도와 고형분 처리성 문제가 커질 수 있습니다. 중성 프로테아제는 곡물 단백질을 부분 분해해 발효 전후의 단백질 성 부담을 낮추고, 효모가 접근 가능한 질소 성분을 늘리는 보조 수단으로 해석할 수 있습니다.

특히 밀과 호밀처럼 단백질·비전분 다당류가 공정 물성에 영향을 주기 쉬운 원료에서는 단백질 관리와 세포벽 관리가 함께 중요해집니다. 중성 프로테아제는 단백질 분획에 초점을 맞추고, 점도나 세포벽 해체가 주요 문제라면 xylanase나  $\beta$ -glucanase 계열 효소와 역할을 구분해야 합니다.

### 보드카와 중성 주정

보드카와 중성 주정은 최종 제품의 투명도와 깨끗한 감각이 중요합니다. 최종 증류와 정제가 강하게 이루어지더라도, 발효 원료의 편차가 크면 발효 부산물 조성, 여과 부담, 후단 안정성에 영향을 줄 수 있습니다. 중성 프로테아제는 발효 전 원료 단백질을 조정해 질소 균형을 보조하고, 단백질성 탁도 위험을 낮추는 역할을 할 수 있습니다.

다만 보드카의 명도와 안정성은 증류 정제도, 활성탄 처리, 희석수의 무기질, 냉각 안정화, 병입 조건 과도 밀접합니다. 따라서 중성 프로테아제는 전체 투명도 관리 전략 중 단백질성 원인을 다루는 한 부분으로 보는 것이 타당합니다.

## 고부원료·저맥아 발효

맥아 사용량이 낮거나 옥수수, 쌀, 소맥, 기타 전분질 부원료의 비중이 높은 공정에서는 맥아 자체 효소와 질소 공급 능력이 제한될 수 있습니다. 이때 당화 효소로 발효성 당을 확보하더라도, 효모가 이용 가능한 질소 성분이 충분하지 않으면 발효 속도와 안정성이 흔들릴 수 있습니다. 중성 프로테아제는 부원료 단백질을 펩타이드와 아미노산으로 전환해 질소 가용성을 보완하는 공정 효소로 사용될 수 있습니다.

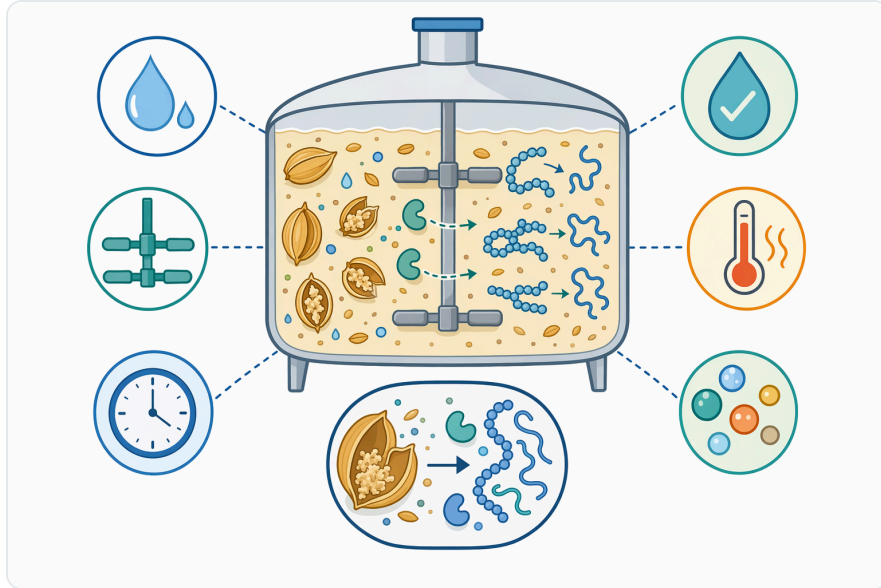


Figure 6. 중성 프로테아제의 성능은 기질 접근성, 적합한 pH와 온도, 수화, 혼합, 미네랄 및 접촉 시간에 따라 달라진다.

이러한 적용은 “단백질 함량이 높을수록 항상 좋다”는 의미가 아닙니다. 중요한 것은 총단백질이 아니라 효모가 실제로 활용할 수 있는 질소 형태와, 하류 공정에서 문제를 일으키지 않는 단백질 분포입니다. 중성 프로테아제는 이 분포를 조정하는 도구입니다.

## 식물성 원료 기반 발효와 추출 연계 공정

식물성 단백질 원료, 곡물 부산물, 해조류 또는 식물 조직을 포함한 발효·추출 공정에서는 단백질이 세포벽 성분과 결합해 추출성, 여과성, 액상 안정성에 영향을 줄 수 있습니다. 효소 보조 추출 연구에서는 protease를 포함한 효소 처리가 세포 구조와 고분자 성분을 변화시켜 목적 성분 회수와 기능성 추출물 제조에 활용될 수 있음을 보여줍니다 [5]. 증류 공정 자체와 동일한 조건은 아니지만, 복합 생물 원료에서 효소가 구조적 장벽을 낮추는 방식은 유사하게 이해할 수 있습니다.

## 품질 관점에서 보는 장점과 한계

중성 프로테아제의 장점은 단백질성 원인에 비교적 직접적으로 작용한다는 점입니다. 큰 단백질을 작게 나누면 혼탁을 일으킬 수 있는 응집체 형성이 줄고, 효모 영양에 활용될 수 있는 질소 성분이 늘어나며, 단백질성 고형분의 하류 부담이 완화될 수 있습니다. 또한 전분 분해 효소와 병행하면 발효성 당과 발효성 질소의 균형을 동시에 관리하는 공정 설계가 가능합니다.

한계도 분명합니다. 중성 프로테아제는 무기염 침전, 지질성 탁도, 물 품질 문제, 미생물 오염, 숙성 중 목재 유래 물질, 폴리페놀 산화물 등 비단백질성 원인을 직접 해결하지 않습니다. 또 단백질을 지나치게 분해하면 소수성 펩타이드에 의한 쓴맛 가능성, 효모 대사 경로 변화, 열처리 중 반응성 아미노산 증가 같은 부작용이 생길 수 있습니다. 프로테아제는 친환경적이고 다목적적인 생축매로 평가되지만, 효소의 효과는 기질과 공정 조건에 의존한다는 점이 항상 전제되어야 합니다 [4].

따라서 중성 프로테아제의 현실적인 기대효과는 “모든 발효 문제를 해결하는 만능 효소”가 아니라 “단백질성 부담을 줄이고 원료 질소 분획을 조정하는 보조 효소”입니다. 이 관점에서 보면 위스키, 보드카, 곡물 주정, 고부원료 발효, 식물성 원료 발효에서 중성 프로테아제는 단백질 관리 도구로 충분히 검토할 가치가 있습니다.

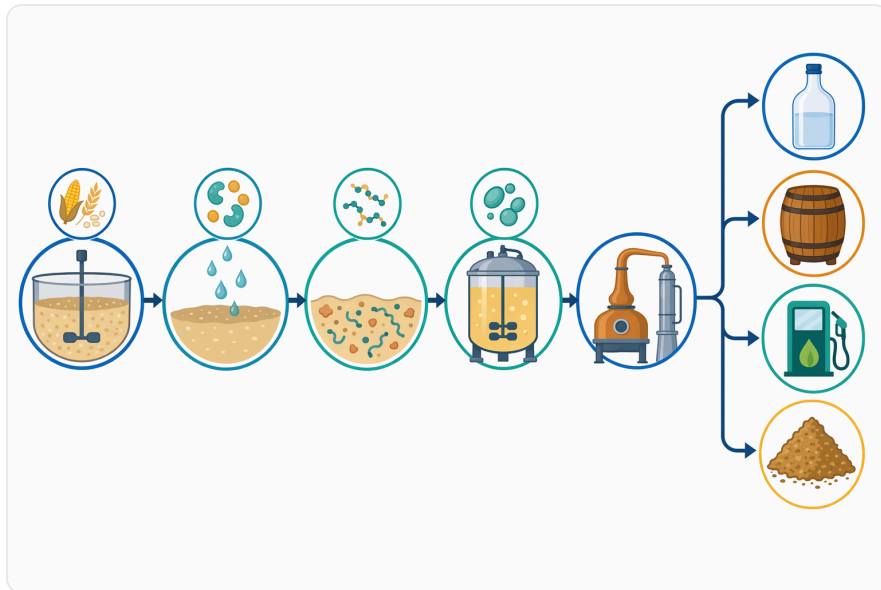


Figure 7. 증류 효소 프로그램에서 아밀라아제는 전분을, 섬유 분해 효소는 비전분 다당류를, 중성 프로테아제는 단백질을 표적으로 한다.

## Enzymes.bio에서의 제품 이용 방식

Enzymes.bio는 효소 제조사나 분석 실험실이 아니라 B2B 효소 공급업체입니다. Neutral Protease 관련 제품은 Enzymes.bio의 온라인 제품 페이지에서 1kg 단위로 직접 구매할 수 있으며, 주문 시 제품 문서인 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다. 이 문서는 특정 활성 수치나 분석법을 제시하기 위한 자

료가 아니라, 증류 제품 공정에서 중성 프로테아제가 어떤 문제를 다루고 어떤 한계를 갖는지 설명하기 위한 기술 자료입니다.

공정 담당자는 중성 프로테아제를 전분 당화 효소와 혼동하지 않는 것이 중요합니다. α-아밀라아제와 글루코아밀라아제가 발효성 당을 확보하는 효소라면, 중성 프로테아제는 단백질을 펩타이드와 아미노산으로 바꾸어 단백질성 탁도, 여과 부담, 효모 질소 가용성에 영향을 주는 효소입니다. 증류 제품에서 단백질성 혼탁이나 발효성 질소 문제가 반복된다면, 중성 프로테아제는 전체 효소 설계 안에서 단백질 분해를 담당하는 구성 요소로 이해하는 것이 가장 적절합니다.

## 핵심 정리

중성 프로테아제 효소는 증류주·곡물 발효 제품에서 단백질을 더 작은 펩타이드와 아미노산으로 가수분해해 단백질성 혼탁과 침전 위험을 줄이고, 효모가 이용할 수 있는 질소 성분을 늘리며, 여과와 하류 공정 부담을 낮추는 데 도움을 줄 수 있습니다. 과학적으로 가장 강한 근거는 프로테아제의 단백질 가수분해 기능이며, 발효 안정성이나 명도 개선 효과는 원료와 공정 조건에 따라 달라지는 응용 영역입니다 <sup>[1]</sup>.

따라서 Neutral Protease Enzyme For Distillation Products는 위스키, 보드카, 곡물 주정, 고부원료 발효에서 “당을 만드는 효소”가 아니라 “단백질을 관리하는 효소”로 위치づけ하는 것이 정확합니다. Enzymes.bio를 통해 1kg 단위로 온라인 구매할 수 있으며, 주문 시 CoA와 SDS가 제공됩니다.

### Neutral Protease Enzyme For Distillation Products 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.

[Neutral Protease Enzyme For Distillation Products 구매하기 →](#)

## 참고문헌

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

1. Contesini, F. J., Melo, R., & Sato, H. (2018). An overview of Bacillus proteases: from production to application. *Critical Reviews in Biotechnology*, 38, 321 - 334.
2. Kaur, N., Bhushan, K., Kashyap, L., Kocher, G. S., & Srivastava, P. (2025). Multi-Scale Effects of Wheat Genotypic and Biochemical Variation on Fermentation Efficiency and Distillation Yield of Vodka Distillates. *Journal of Food Science*, 91 1, e70791 .

3. Sumantha, A., Larroche, C., & Pandey, A. (2006). Microbiology and Industrial Biotechnology of Food-Grade Proteases: A Perspective. *Food Technology and Biotechnology*, 44, 211-220.
4. Naveed, M., Nadeem, F., Mehmood, T., Bilal, M., Anwar, Z., & Amjad, F. (2020). Protease—A Versatile and Ecofriendly Biocatalyst with Multi-Industrial Applications: An Updated Review. *Catalysis Letters*, 1-17.
5. Hardouin, K., Bedoux, G., Burlot, A., Donnay-Moreno, C., Bergé, J., Nyvall-collen, P., & Bourgougnon, N. (2016). Enzyme-assisted extraction (EAE) for the production of antiviral and antioxidant extracts from the green seaweed *Ulva armoricana* (Ulvales, Ulvophyceae). *Algal Research-Biomass Biofuels and Bioproducts*, 16, 233-239.
6. Devant, M., Yu, S., Genís, S., Larsen, T., & Wenting, L. (2020). Effects of Exogenous Glucoamylase Enzymes Alone or in Combination with a Neutral Protease on Apparent Total Tract Digestibility and Feces D-Lactate in Crossbred Angus Bulls Fed a Ration Rich in Rolled Corn. *Animals*, 10.
7. Guchte, M., Kodde, J., Vossen, J. D., Kok, J., & Venemâ, G. (1990). Heterologous gene expression in *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*: synthesis, secretion, and processing of the *Bacillus subtilis* neutral protease. *Applied and Environmental Microbiology*, 56, 2606 - 2611.
8. Xie, F., Feng, F., Liu, D., Quan, S., Liu, L., Zhang, X., & Chen, G. (2021). *Bacillus amyloliquefaciens* 35 M can exclusively produce and secrete proteases when cultured in soybean-meal-based medium. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 209 Pt 2, 112188 .
9. Zhang, Y., Li, W., Hou, P., Yang, T., & Xie, J. (2024). Physicochemical and stability analysis of mung bean protein hydrolysates with lipid peroxidation inhibition. *Food Chemistry*, 463 Pt 1, 141135 .
10. Bugoni, M., Takiya, C., Grigoletto, N., Júnior, P. C. V., Nunes, A. T., Chesini, R. G., Silva, G. G., ... et al. (2023). Feeding amylolytic and proteolytic exogenous enzymes: Effects on nutrient digestibility, ruminal fermentation, and performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science*.


## Enzymes.bio 문의

주문에 관해 궁금한 점이 있으신가요? 기꺼이 도와드리겠습니다.


이메일 [wholesale@enzymes.bio](mailto: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