

# Hemicellulase Enzyme for Baking: 반죽 물성, 빵 부피, 속질 개선을 위한 제빵용 헤미셀룰라아제

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

Hemicellulase Enzyme for Baking은 밀가루와 곡물 원료의 헤미셀룰로오스, 특히 아라비노자일란 계열 비전분성 다당류를 부분적으로 절단해 반죽의 수분 이동, 점탄성, 가스 보유 구조를 조정하는 제빵용 효소입니다. 정제 밀가루보다 통밀, 브랜, 곡물, 식이섬유 강화 배합에서 효과가 더 뚜렷하게 관찰될 수 있으며, 목표는 "완전 분해"가 아니라 제빵 공정에 유리한 수준의 구조 완화입니다. Enzymes.bio는 제조사나 실험실이 아닌 공급업체로서 이 제품을 1kg 단위 온라인 직접 판매 형태로 제공하며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다.

## 제빵용 Hemicellulase Enzyme이 다루는 핵심 문제

제빵에서 밀가루는 전분과 글루텐 단백질만으로 설명되지 않습니다. 밀 배유와 외피에는 아라비노자일란, 글루코만난, 베타글루칸 등 비전분성 다당류가 존재하며, 이들 중 상당 부분은 물을 강하게 붙잡거나 반죽 점도에 영향을 줍니다. 특히 통밀, 브랜, 곡물 혼합물, 고식이섬유 프리믹스에서는 이러한 성분이 글루텐 네트워크 형성을 방해하거나 발효 중 가스 셀 팽창을 제한할 수 있습니다. 제빵 효소는 이러한 원료 성분을 선택적으로 변환해 반죽 발달, 가공성, 완제품 품질을 조정하는 수단으로 연구·활용되어 왔습니다 [1].

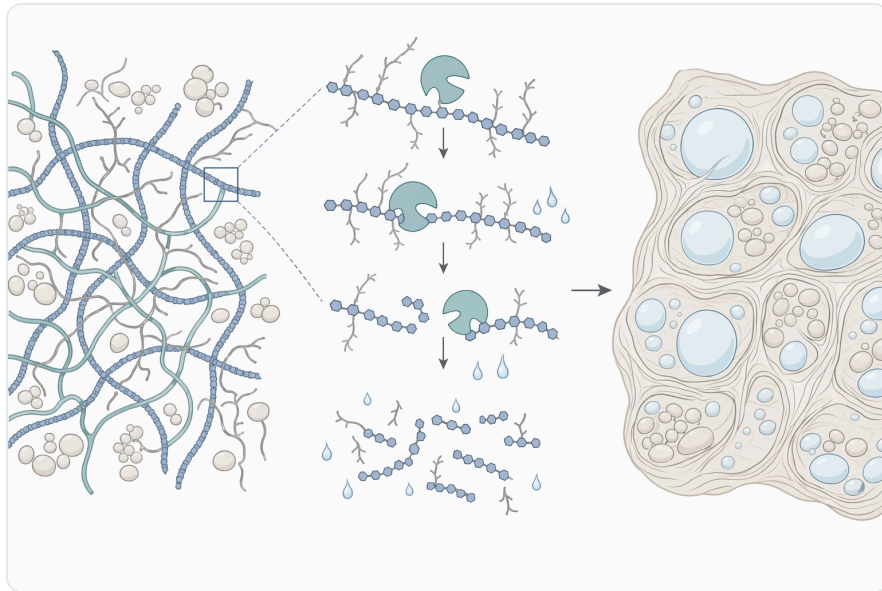
Hemicellulase Enzyme for Baking은 이러한 문제를 "수분을 더 넣는 방식"으로만 해결하지 않습니다. 수분 첨가는 반죽을 부드럽게 만들 수 있지만, 동시에 점착성 증가, 성형 불안정, 오븐 스프링 저하를 만들 수 있습니다. 반면 헤미셀룰라아제는 수분을 붙잡고 있는 다당류 사슬 자체를 부분적으로 절단해, 반죽 안에서 물이 어느 성분에 묶여 있는지와 얼마나 자유롭게 이동하는지를 바꿉니다. 밀가루 제빵성 개선을 위한 효소 제제 연구에서도 효소는 단순한 첨가물이 아니라 밀가루 성분의 기능적 변화를 유도하는 공정 도구로 다뤄집니다 [2].

현장에서 기대하는 효과는 반죽이 지나치게 "짧고 뻣뻣한" 상태를 완화하고, 분할·성형·몰딩 중 저항을 줄이며, 발효 중 생성된 이산화탄소가 균일한 기포 구조 안에 머무르도록 돕는 것입니다. 다만 효소 작용은 밀가루 품질, 단백질 강도, 회분, 섬유질 함량, 흡수율, 반죽 온도, 발효 시간, 혼합 강도에 따라 달라집니다. 따라서 헤미셀룰라아제는 빵 부피를 무조건 증가시키는 성분이라기보다, 반죽의 비전분성 다당류를 조정해 공정성을 안정화하는 효소로 이해해야 합니다.

# Hemicellulase는 단일 효소가 아니라 헤미셀룰로오스 분해 효소군입니다

“Hemicellulase”라는 이름은 하나의 단일 반응만을 가리키기보다, 식물 세포벽의 헤미셀룰로오스 구조를 절단하는 효소군을 포괄합니다. 제빵 맥락에서 가장 자주 언급되는 중심 효소는 xylanase이며, 이는 xylan 또는 arabinoxylan의 주사슬 결합을 절단해 고분자 다당류를 더 짧은 사슬로 바꿉니다. 넓은 의미의 헤미셀룰라아제에는 xylanase,  $\beta$ -xylosidase, arabinofuranosidase, mannanase 등 다양한 보조 효소가 포함될 수 있으며, 이들은 헤미셀룰로오스의 주사슬과 곁가지 구조를 서로 다른 방식으로 처리합니다 [3].

밀가루에서 중요한 표적은 아라비노자일란입니다. 아라비노자일란은 자일로스 주사슬에 아라비노스 곁가지가 붙은 구조로, 물에 잘 녹는 분획과 잘 녹지 않는 분획이 공존합니다. 물에 잘 녹지 않는 분획은 반죽 안에서 물을 묶고 점탄성에 영향을 주며, 적절히 분해되면 일부가 용해성 형태로 전환되어 반죽의 유동성과 가스 보유 특성이 바뀔 수 있습니다. 반대로 지나친 분해는 반죽을 늘어지고 끈적하게 만들 수 있어 “부분적이고 통제된 분해”가 핵심입니다.



**Figure 1.** 헤미셀룰라아제는 밀의 아라비노자일란을 더 짧은 수용성 조각으로 가수분해하여 결합수를 방출하고 가스 보유력을 높임으로써 반죽 품질을 개선합니다.

$\beta$ -D-xylosidase는 xylan 분해 과정에서 생성되는 xylo-oligosaccharide의 말단을 추가로 절단하는 효소로 알려져 있으며, xylanase와 함께 헤미셀룰로오스 분해 체계의 일부를 구성합니다 [4]. 그러나 제빵에서 항상 모든 보조 효소가 강하게 작용해야 하는 것은 아닙니다. 반죽 품질 개선에는 고분자 아라비노자일란을 적절한 수준으로 낮추는 작용이 중요하며, 과도한 저분자화는 점착성, 반죽 약화, 제품 편차를 유발할 수 있습니다. 따라서 제빵용 hemicellulase는 바이오매스 완전 당화용 효소와 목표가 다릅니다.

# 반죽 안에서 일어나는 기전: 수분, 점탄성, 가스 셀의 변화

## 1. 결합수의 재분배

헤미셀룰로오스 계열 다당류는 많은 수산기를 가지고 있어 반죽 내 물과 강하게 상호작용합니다. 통밀이나 브랜 배합에서 물을 충분히 넣어도 반죽이 건조하고 타이트하게 느껴지는 이유 중 하나는, 물이 글루텐 발달에 자유롭게 쓰이기보다 섬유성 다당류에 묶이기 때문입니다. Hemicellulase는 이러한 다당류 사슬의 일부 결합을 절단해 분자 크기와 수화 특성을 바꾸고, 물이 글루텐, 전분, 가용성 다당류 사이에서 더 균형 있게 이동하도록 만듭니다. 제빵 효소 응용 문헌에서도 효소는 반죽 발달 단계에서 원료 성분의 물리화학적 변화를 통해 품질에 영향을 주는 것으로 다뤄집니다 [1].

이 효과는 단순히 "반죽이 묽어진다"는 의미와 다릅니다. 적정 범위에서는 반죽이 더 유연해지고, 혼합 중 에너지 전달이 균일해지며, 발효 중 팽창이 덜 제한됩니다. 그러나 반응이 지나치면 고분자 네트워크가 과도하게 끊어져 반죽 표면이 끈적하고 기계 부착성이 높아질 수 있습니다. 특히 긴 발효, 높은 반죽 온도, 수분이 많은 배합에서는 효소 반응 시간이 길어지거나 이동성이 커져 체감 효과가 강해질 수 있습니다.

## 2. 불용성 아라비노자일란의 기능적 완화

밀가루의 불용성 아라비노자일란은 글루텐 네트워크를 물리적으로 방해하고, 기포벽 형성에 필요한 연속성을 낮출 수 있습니다. Xylanase 계열 작용은 이 불용성 분획의 일부를 더 작은 조각이나 가용성 성분으로 전환해 반죽의 저항성을 완화합니다. 이때 가용성 아라비노자일란이 적절히 증가하면 수분 보유와 점도 안정에 긍정적으로 작용할 수 있지만, 분자량이 지나치게 낮아지면 구조 보강 효과가 사라지고 점착성만 남을 수 있습니다. 밀가루 제빵성 개선을 위한 효소 사용 연구에서는 이러한 효소적 조정이 밀가루의 가공 특성과 최종 제품 품질에 영향을 줄 수 있음을 보여줍니다 [2].

짧은 글루텐 또는 약한 글루텐 밀가루에서는 이 균형이 더 민감합니다. 헤미셀룰라아제가 반죽을 지나치게 완화하면 이미 약한 글루텐 구조가 가스 압력을 충분히 지탱하지 못할 수 있습니다. 반대로 적절한 수준에서는 섬유성 다당류에 의해 제한되던 팽창을 풀어주어 부피와 속질 균일성에 도움이 될 수 있습니다. 실제로 "짧은" 글루텐을 가진 흰 밀가루에서 서로 다른 hemicellulase가 빵 품질에 미치는 영향을 비교한 연구가 수행된 바 있으며, 이는 효소 종류와 밀가루 특성의 상호작용이 제빵 결과를 좌우한다는 점을 시사합니다 [5].



**Figure 2.** 제빵에서 헤미셀룰라아제는 반죽 혼합 단계에 첨가되며, 발효와 초기 가열 과정에서 작용한 뒤 오븐에서 비활성화됩니다.

### 3. 가스 보유 구조와 오븐 스프링

발효 중 효모가 생성한 이산화탄소는 반죽의 글루텐-전분-다당류 복합 구조 안에 갇혀야 합니다. 반죽이 너무 단단하면 기포가 충분히 팽창하지 못하고, 너무 약하거나 끈적하면 기포벽이 찢어져 큰 공동이나 꺼짐이 생길 수 있습니다. Hemicellulase는 아라비노자일란의 물성 기여를 조절함으로써 이 중간 지점을 찾는 데 도움을 줄 수 있습니다. 즉, 기포가 팽창할 수 있을 만큼 반죽을 완화하되, 가스 셀 벽이 붕괴하지 않을 정도의 점탄성은 유지하는 것이 목표입니다.

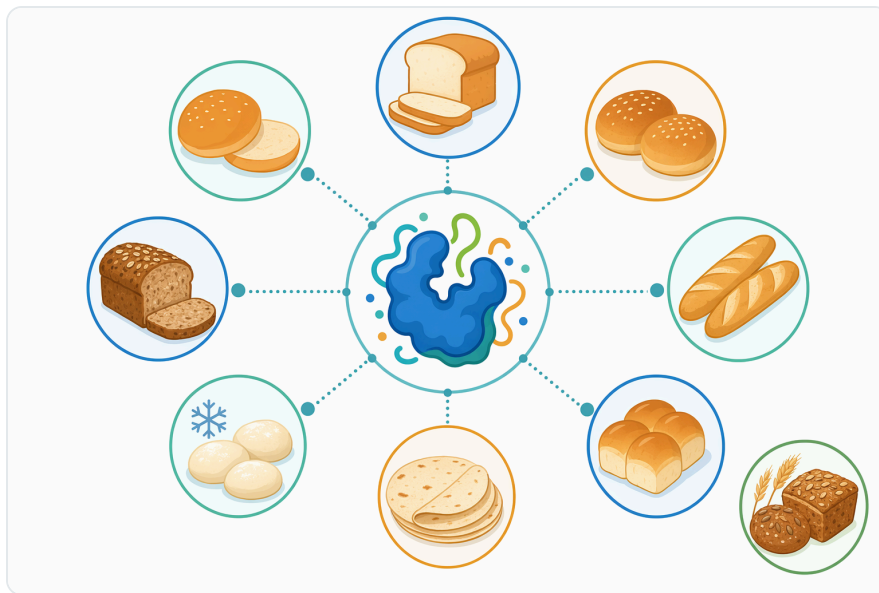
오븐 초기에 반죽 온도가 상승하면 효모 활동, 전분 소화, 단백질 변성, 효소 반응 종료가 시간차를 두고 일어납니다. 이 짧은 구간에서 반죽이 어떻게 팽창하고 고정되는지가 빵 부피와 속질을 결정합니다. 제빵 효소 전반은 반죽 발달부터 저장 중 품질 변화까지 영향을 줄 수 있는 도구로 검토되어 왔으며, 헤미셀룰라아제는 그중 비전분성 다당류를 표적으로 한다는 점에서 amylase나 protease와 구분됩니다 [1].

### 다른 제빵 효소와의 비교

제빵 현장에서는 hemicellulase를 단독으로 이해하기보다 amylase, protease, glucose oxidase, lipase 등과 구분해 보는 것이 중요합니다. 각 효소는 같은 "반죽 개선"이라는 표현 아래에서도 표적 성분과 결과가 다릅니다.

효소 유형	주요 표적	제빵에서의 주된 기능	과도하거나 맞지 않을 때의 위험
Hemicellulase / Xylanase	아라비노자일란, xylan 계열 헤미셀룰로오스	수분 재분배, 반죽 완화, 성형성 및 가스 보유 균형, 속질 개선 가능성	점착성 증가, 반죽 약화, 기계 가공성 저하
Amylase	손상 전분 및 전분 분해 산물	효모 발효용 당 공급, 껍질 색, 부 드러움, 노화 지연 보조	과도한 당화, 끈적한 속질, 구조 약화
Protease	글루텐 단백질의 펩타이드 결합	탄성 감소, 반죽 이완, 크래커·비스 킷류 가공성 개선	빵 반죽의 가스 보유 저하, 납작한 제품
Glucose oxidase	포도당 및 산소를 통한 산화 반응	반죽 강도 및 네트워크 강화 보조	과도한 강화, 부피 저 하, 질긴 식감
Lipase	지질 및 극성 지질 관련 기질	유화성 성분 형성, 반죽 안정성 및 속질 개선 보조	배합에 따라 효과 편 차, 향미 변화 가능성

효소 조합 연구에서는 단일 효소보다 여러 효소의 상호작용이 제빵 품질을 다르게 만들 수 있음을 다룹니다 [6]. 예를 들어 hemicellulase가 수분 이동과 섬유 구조를 완화하는 동안, glucose oxidase는 산화적 결합 형성을 통해 반죽을 강화할 수 있습니다. 이론적으로 두 작용은 서로 보완적일 수 있지만, 실제 배합에서는 글루텐 강도와 발효 조건에 따라 결과가 달라질 수 있습니다. 따라서 hemicellulase의 역할을 amylase처럼 당을 만드는 효소, protease처럼 단백질을 약화시키는 효소, oxidase처럼 반죽을 강화하는 효소와 혼동하지 않는 것이 중요합니다.



**Figure 3.** 제빵용 헤미셀룰라아제는 주로 밀 기반 제품에서 빵 부피를 늘리고, 크럼 구조를 개선하며, 식감을 부드럽게 하고, 기계 가공성을 향상시키는 데 사용됩니다.

Clean label 제빵 분야에서는 효소가 화학적 개량제를 대체하거나 줄이는 기술적 수단으로 자주 논의됩니다. 단일 효소의 작용 기전과 적용 범위를 정리한 제빵 효소 문헌에서도 효소는 원료 성분의 선택적 전환을 통해 반죽과 제품 품질을 조절하는 방식으로 설명됩니다 [7]. 다만 “클린 라벨” 가능성은 국가별 표시 규정, 최종 제품에서의 기능성 여부, 사용 목적에 따라 다르게 해석될 수 있으므로, 기술적 기능과 표시 판단은 구분해야 합니다.

## 적용이 잘 맞는 제빵 제품군

### 식빵과 팬 브레드

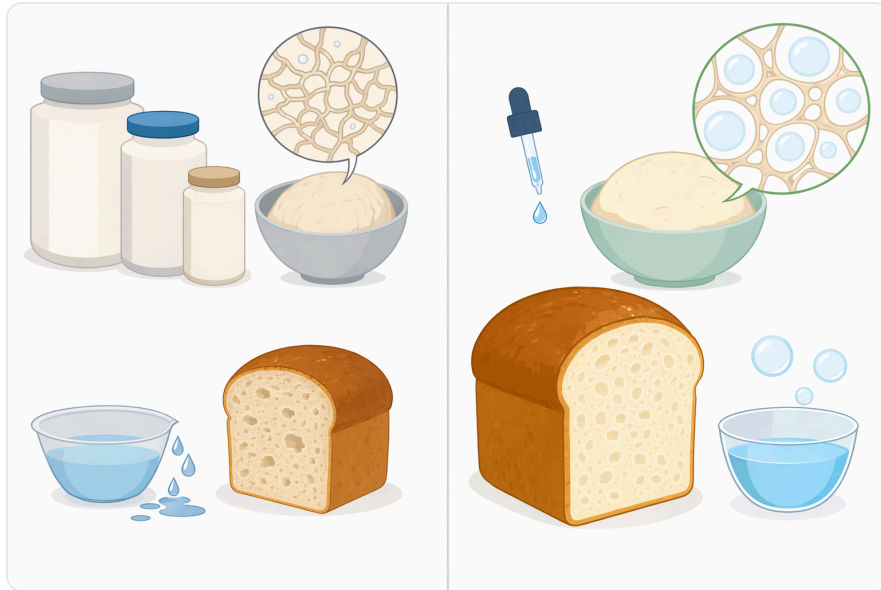
식빵에서는 일정한 부피, 균일한 기공, 얇고 탄력 있는 속질, 절단 안정성이 중요합니다. Hemicellulase는 밀가루의 헤미셀룰로오스 분해를 조정해 반죽이 발효 중 더 균일하게 팽창하도록 도울 수 있습니다. 특히 흡수율은 높지만 반죽이 타이트해지는 밀가루, 또는 공정 중 분할·성형 저항이 큰 배합에서 적용 가치가 있습니다. 효소 제제의 밀가루 제빵성 개선 연구는 이러한 반죽 및 완제품 특성 조정이 제빵 품질과 연결될 수 있음을 보여주는 배경 자료가 됩니다 [2].

식빵 배합에서는 hemicellulase가 amylase와 함께 쓰이는 경우도 많습니다. Amylase는 전분 유래 당과 노화 지연에 관여하고, hemicellulase는 비전분성 다당류와 수분 이동에 관여합니다. 두 효소 모두 제품 부드러움에 영향을 줄 수 있지만, 작용 표적이 다르므로 어느 한쪽을 다른 한쪽의 단순 대체물로 보는 것은 적절하지 않습니다.

### 통밀빵, 곡물빵, 브랜 강화 제품

통밀과 브랜은 영양적·마케팅적 장점이 크지만, 제빵 공정에서는 반죽을 조밀하고 무겁게 만들기 쉽습니다. 외피 성분은 물을 많이 흡수하고 글루텐 네트워크를 물리적으로 끊거나 방해하며, 발효 중 기포 팽창을 제한할 수 있습니다. Hemicellulase는 이 섬유성 다당류 일부를 완화해 수분 이용성과 반죽 확장성을 개선하는 데 기여할 수 있습니다. 식물성 헤미셀룰로오스 분해에 대한 산업적 효소 활용은 식품·바이오공정 전반에서 중요한 주제로 다뤄져 왔습니다 [3].

이 제품군에서는 “부피 증가”보다 “품질 편차 감소”가 더 현실적인 목표일 수 있습니다. 브랜 입도, 통밀 함량, 수분 흡수 속도, 휴지 시간에 따라 같은 효소라도 결과가 달라지기 때문입니다. 높은 섬유질 배합에서는 반죽 초기에는 단단하지만 시간이 지나며 수분이 이동해 갑자기 끈적해지는 경우가 있습니다. Hemicellulase 적용 시에는 이러한 시간 의존적 물성 변화를 고려해야 합니다.



**Figure 4.** 효소를 사용하지 않는 반죽 보정 방식과 비교해, 헤미셀룰라아제는 밀가루의 헤미셀룰로오스를 변형하여 낮은 사용량으로도 더 큰 부피와 더 부드러운 크럼을 얻을 수 있습니다.

## 번, 롤, 부드러운 빵류

번과 롤은 부드러운 속질, 균일한 모양, 표면 매끄러움이 중요합니다. 설탕, 유지, 유제품 성분이 포함되는 배합에서는 글루텐 발달과 수분 분포가 일반 식빵과 다르며, 헤미셀룰라아제의 효과도 배합 내 지방·당·유화 성분과 함께 나타납니다. 적절히 작용하면 반죽이 성형 중 덜 찢어지고, 발효 후 볼륨이 안정되며, 속질이 더 균일하게 느껴질 수 있습니다. 제빵 효소 응용은 반죽 발달부터 최종 식감까지 여러 단계에 걸쳐 영향을 줄 수 있는 것으로 정리되어 있습니다 [1].

다만 지나친 반죽 이완은 둥근 형태 유지에 불리할 수 있습니다. 특히 고당·고유지 반죽은 발효가 느리고 공정 시간이 길어질 수 있어, 효소가 작용하는 시간도 상대적으로 길어집니다. 이런 경우 hemicellulase는 “더 부드럽게”가 아니라 “목표 형태를 유지하면서 필요한 만큼 유연하게”라는 관점에서 이해해야 합니다.

## 냉동 반죽, 부분 베이크, 재가열 제품

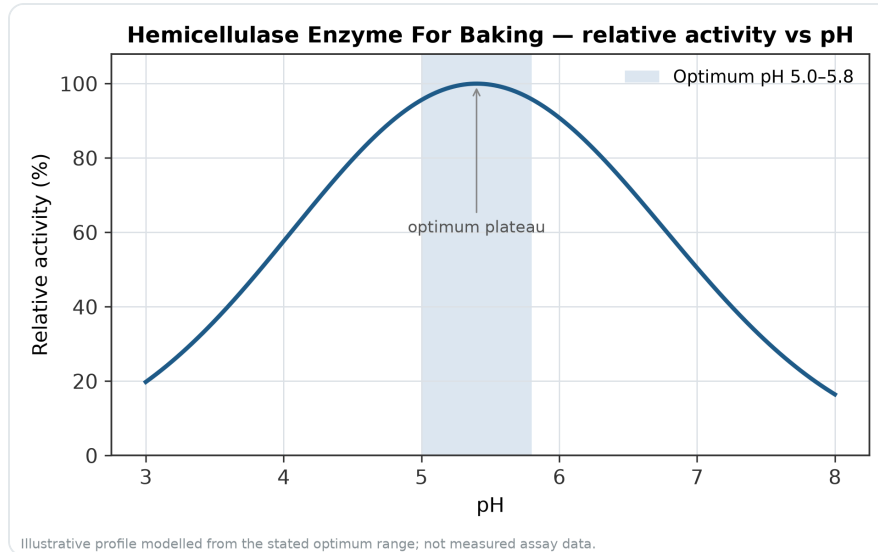
냉동 반죽과 부분 베이크 제품은 수분 이동, 얼음 결정, 해동 후 가스 보유, 껍질 박리, 속질 수축 같은 문제가 품질을 좌우합니다. 선택된 효소가 부분 베이크 빵의 냉각·냉동 중 crumb contraction과 crust flaking에 미치는 영향을 평가한 연구는, 효소가 단순히 굽기 전 반죽에만 작용하는 것이 아니라 냉각·동결 공정 품질과도 연결될 수 있음을 보여줍니다 [8].

Hemicellulase는 냉동 제품에서 수분 재분포와 다당류 구조 변화에 관여할 수 있으나, 냉동 안정성은 효소 하나로 결정되지 않습니다. 효모 내동성, 글루텐 강도, 산화·환원 균형, 유화제, 당류, 냉동 속도, 보관 온도, 해동 조건이 모두 중요합니다. 따라서 냉동 반죽에서는 hemicellulase를 구조 보조 요

소로 보되, 전체 공정 설계의 일부로 해석해야 합니다.

## 토르티야와 플랫브레드류

토르티야와 플랫브레드류에서는 빵처럼 큰 오븐 스프링보다 유연성, 접힘성, 저장 중 갈라짐 감소가 더 중요할 수 있습니다. 효소가 토르티야의 저장성과 식감 품질에 기여할 수 있다는 주제도 별도로 다루어져 왔습니다 [9]. Hemicellulase는 밀가루 기반 플랫브레드에서 비전분성 다당류와 수분 분포를 조정해 유연성 유지에 영향을 줄 수 있지만, 제품 목표가 팬 브레드와 다르므로 동일한 판단 기준을 적용해서는 안 됩니다.



**Figure 5.** pH에 따른 제빵용 헤미셀룰라아제 효소의 상대 활성으로, pH 5.0~5.8에서 최적 활성 구간이 나타납니다.

## 기대 가능한 품질 변화와 한계

Hemicellulase Enzyme for Baking에서 기대할 수 있는 변화는 크게 네 가지입니다. 첫째, 반죽의 초기 저항이 낮아지고 성형이 쉬워질 수 있습니다. 둘째, 발효 중 기포 팽창이 더 균일해져 부피와 내부 기공이 개선될 수 있습니다. 셋째, 속질이 덜 거칠고 더 부드럽게 느껴질 수 있습니다. 넷째, 고섬유 배합에서 원료 로트별 품질 편차가 완화될 수 있습니다. 그러나 이러한 변화는 모두 조건부이며, 특정 배합에서 일정한 수치로 보장되는 성격은 아닙니다.

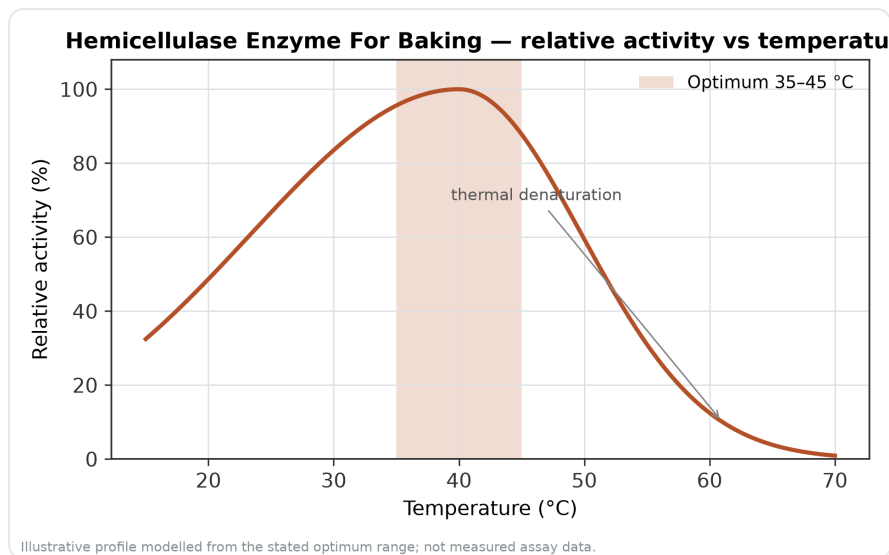
가장 흔한 오해는 hemicellulase가 글루텐을 직접 강화한다고 보는 것입니다. Hemicellulase의 주된 표적은 단백질이 아니라 헤미셀룰로오스입니다. 반죽 강도가 개선된 것처럼 보이는 경우에도, 이는 글루텐 결합이 직접 증가해서라기보다 수분 분배와 섬유성 방해 요소가 조정되어 글루텐 네트워크가 더 효율적으로 작동했기 때문일 수 있습니다. 반대로 약한 밀가루에서는 반죽이 지나치게 이완되어 구조가 약해지는 결과도 가능합니다.

또 다른 한계는 제품 유형별 목표가 다르다는 점입니다. 식빵에서는 부피와 속질 균일성이 중요하지만, 크래커에서는 반죽 이완과 시트 형성이 더 중요하고, 케이크에서는 글루텐 구조보다 전분·설탕·지방의 상호작용이 더 큽니다. 따라서 hemicellulase를 “모든 베이커리 제품의 부드러움 개선 효소”로 일반화하기보다, 밀가루 기반 발효 반죽에서 비전분성 다당류를 조절하는 효소로 보는 것이 더 정확합니다. 제빵 효소의 단일 및 조합 적용 문헌에서도 효소 효과는 배합과 공정 최적화에 따라 달라지는 것으로 다뤄집니다 [6].

## 공정에서 Hemicellulase가 작용하는 위치

Hemicellulase는 보통 건식 원료와 함께 혼합되어 물과 접촉한 뒤 반죽 내에서 작용합니다. 혼합 단계에서는 효소가 밀가루 입자, 브랜, 곡물 분말, 기타 건식 성분과 균일하게 분산되는 것이 중요합니다. 수화가 시작되면 아라비노자일란 등 헤미셀룰로오스 기질이 팽윤하고, 효소가 접근할 수 있는 결합이 증가합니다. 이후 휴지, 발효, 성형 전후 시간 동안 다당류 사슬 절단이 진행되어 반죽 물성이 서서히 변합니다.

발효 시간이 짧은 고속 공정에서는 효소가 작용할 시간이 제한적이므로 효과가 완만할 수 있습니다. 반대로 장시간 발효, 스펀지-도우 공정, 냉장 발효에서는 효소 작용 시간이 길어져 같은 배합에서도 반죽 완화가 더 크게 느껴질 수 있습니다. 온도 역시 중요합니다. 효소 단백질은 일정 온도 범위에서 더 빠르게 반응하지만, 베이킹 중 고온에 노출되면 점차 비활성화됩니다. 제빵 효소 응용 연구는 반죽 단계의 생화학적 변화가 굽기와 저장 품질까지 이어질 수 있음을 포괄적으로 설명합니다 [1].



**Figure 6.** 온도에 따른 제빵용 헤미셀룰라아제 효소의 상대 활성으로, 35~45°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열변성으로 인해 활성이 특징적으로 감소합니다.

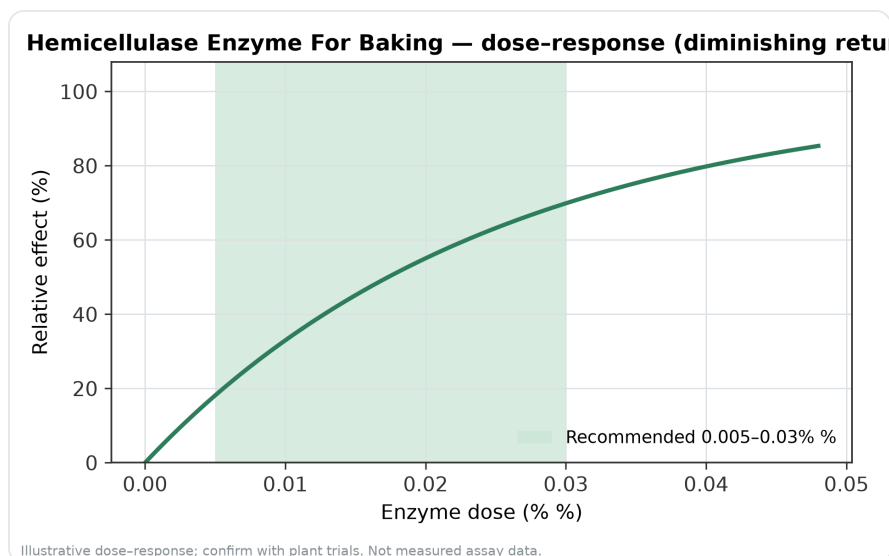
베이킹 단계에서 효소 반응은 제품 구조가 고정되기 전까지 제한적으로 이어질 수 있으나, 오븐 내부의 온도 상승으로 결국 효소 활성은 감소합니다. 최종 제품에서 관찰되는 부피, 속질, 부드러움은 굽는 동안 효소가 계속 작용해서라기보다, 굽기 전 반죽 구조가 어떻게 조정되었는지의 결과로 보는 것이 적절합니다.

## 산업적 관점: 클린 라벨, 공정 안정성, 비용 효율

식품 산업에서 효소는 특정 화학 반응을 선택적으로 촉진해 품질 개선, 공정 효율, 원료 활용성 향상에 기여하는 기술로 널리 사용됩니다 [10]. 제빵에서 hemicellulase의 산업적 가치는 반죽 물성을 미세하게 조정할 수 있다는 점에 있습니다. 물, 혼합 시간, 산화제, 유화제, 글루텐 보강제만으로 해결하기 어려운 고섬유 배합 문제에 대해, 기질 특이적인 효소 작용을 활용할 수 있기 때문입니다.

클린 라벨 관점에서도 효소는 관심이 큽니다. 효소는 비교적 적은 양으로 공정 중 원료 성분을 변환하며, 많은 경우 완제품에서 주된 기능성 성분으로 남기보다 제조 공정 중 작용하는 방식으로 사용됩니다. 제빵에서 효소를 클린 라벨 제품 개발의 잠재적 도구로 다룬 문헌은 단일 효소와 조합 효소의 기전적용을 구분해 설명합니다 [7]. 그러나 실제 표시 여부와 규제상 지위는 국가, 제품 유형, 사용 목적, 최종 제품 내 기능에 따라 달라지므로, 기술 자료의 “공정 보조적 역할”과 법적 표시 판단은 별개로 보아야 합니다.

비용 효율 측면에서는 효소가 원료 편차를 줄이고 공정 중 불량률을 낮추는 데 도움을 줄 수 있습니다. 예를 들어 고섬유 빵에서 매번 수분을 크게 조정하거나 혼합 시간을 늘리는 대신, 헤미셀룰로오스 구조 자체를 부분적으로 완화하면 반죽 반응성이 더 예측 가능해질 수 있습니다. 다만 효소가 원료 품질 문제를 모두 보정하는 것은 아니며, 낮은 단백질 품질, 과도한 손상 전분, 부적절한 발효 관리 같은 문제는 별도의 공정 관리가 필요합니다.



**Figure 7.** 권장 사용 범위(0.005~0.03%)에서 제빵용 헤미셀룰라아제 효소의 용량-반응 관계를 예시한 그래프입니다.

## Enzymes.bio에서 제공되는 제품의 위치

Enzymes.bio의 Hemicellulase Enzyme for Baking은 제빵용 효소를 검토하는 식품 제조 실무자, 베이커리 운영자, 제품 개발 담당자가 온라인에서 바로 구매할 수 있는 공급 제품입니다. Enzymes.bio는 제조사나 분석 실험실이 아니라 공급업체이며, 제품은 1kg 단위로 온라인 직접 판매됩니다. 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공되어 기본 품질·안전 문서를 확인할 수 있습니다.

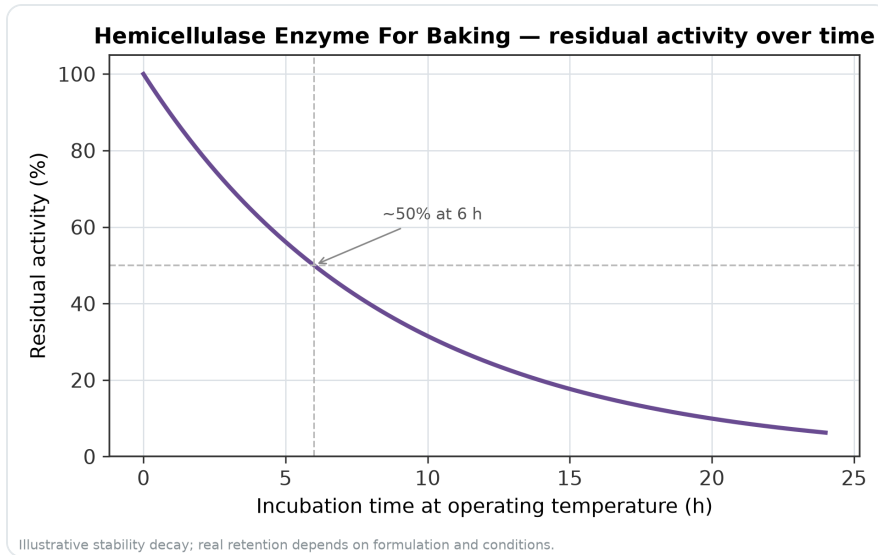
이 제품을 이해할 때 핵심은 “특정 수치 사양”보다 “공정 내 기능”입니다. Hemicellulase는 밀가루와 곡물 원료의 헤미셀룰로오스 분해를 부분적으로 조정해 반죽 취급성, 발효 중 팽창성, 빵 속질의 균일성에 영향을 줄 수 있습니다. 특히 통밀, 브랜, 곡물, 식이섬유 강화 배합처럼 수분이 섬유성 성분에 강하게 묶이는 조건에서 활용 가능성이 큽니다. 반면 정제 밀가루 중심의 단순 배합, 매우 약한 글루텐 배합, 긴 발효 공정에서는 효과가 다르게 나타날 수 있으므로, 효소를 반죽 전체 균형 안에서 해석해야 합니다.

제품 페이지에서 Hemicellulase Enzyme for Baking을 검토하는 사용자는 이 효소를 amylase나 protease와 같은 다른 제빵 효소의 대체물로 보기보다, 비전분성 다당류 조절을 담당하는 별도 기능군으로 이해하는 것이 좋습니다. 제빵 효소의 조합 적용은 서로 보완적일 수 있지만, 동일한 배합 안에서 반죽 완화와 강화가 동시에 일어날 수 있으므로 목표 제품의 물성 기준이 명확해야 합니다 <sup>[6]</sup>.

## 실무적으로 해석해야 할 주의점

Hemicellulase는 “많이 넣을수록 더 좋은” 성분이 아닙니다. 효소 반응은 시간 의존적이며, 반죽이 처음에는 적절해 보여도 발효 후반이나 성형 시점에 지나치게 느슨해질 수 있습니다. 특히 수분이 높은 배합, 장시간 발효, 고섬유 원료, 높은 반죽 온도에서는 반응 체감이 커질 수 있습니다. 반대로 발효 시간이 짧거나 기질이 적은 배합에서는 변화가 작을 수 있습니다.

또한 hemicellulase는 원료의 브랜 입도, 통밀 함량, 손상 전분, 단백질 품질과 상호작용합니다. 브랜 입자가 크면 글루텐 네트워크를 물리적으로 손상시키는 효과가 커질 수 있고, 효소가 다당류를 완화해도 입자 자체의 기계적 방해는 남습니다. 손상 전분이 많으면 수분 흡수와 amylase 반응이 동시에 커질 수 있어 속질 끈적임이 발생하기 쉽습니다. 단백질이 약한 밀가루에서는 hemicellulase로 반죽 저항을 낮추는 효과가 오히려 구조 유지에 불리할 수 있습니다.



**Figure 8.** 제빵용 헤미셀룰라아제 효소의 열 안정성 감소를 예시한 그래프로, 작용 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소합니다.

따라서 hemicellulase의 적절한 사용은 반죽의 “강도”와 “유연성”을 함께 보는 과정입니다. 좋은 결과는 반죽이 부드럽기만 한 상태가 아니라, 성형될 만큼 유연하면서도 발효 가스를 유지할 만큼 탄력 있는 상태입니다. 이 균형이 맞을 때 빵 부피, 속질, 절단성, 식감이 함께 개선될 가능성이 높습니다.

## 결론: 제빵에서 Hemicellulase의 정확한 역할

Hemicellulase Enzyme for Baking은 밀가루와 곡물 원료의 헤미셀룰로오스, 특히 아라비노자일란 계열 다당류를 부분적으로 절단해 반죽 내 수분 분포와 점탄성을 조정하는 제빵용 효소입니다. 이 작용은 통밀, 브랜, 곡물, 고식이섬유 배합에서 반죽이 과도하게 단단해지거나 발효 팽창이 제한되는 문제를 완화하는 데 도움이 될 수 있습니다. 제빵 효소 연구 전반은 효소가 반죽 발달, 제품 부피, 속질, 저장 품질에 영향을 줄 수 있음을 보여주며, hemicellulase는 그중 비전분성 다당류 조절이라는 고유한 역할을 갖습니다 [1].

가장 중요한 원칙은 통제된 부분 분해입니다. 충분히 작용하면 반죽 취급성과 속질이 개선될 수 있지만, 지나치면 점착성 증가와 구조 약화가 발생할 수 있습니다. 따라서 hemicellulase는 전분을 당화하는 amylase, 글루텐을 절단하는 protease, 반죽을 산화적으로 강화하는 glucose oxidase와 명확히 구분해 사용 목적을 이해해야 합니다.

Enzymes.bio는 Hemicellulase Enzyme for Baking을 1kg 단위 온라인 직접 판매 제품으로 공급하며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다. 이 제품은 제조사형 맞춤 개발 서비스가 아니라, 제빵 공정에서 헤미셀룰로오스 조절을 검토하는 사용자를 위한 공급 효소입니다. 반죽의 수분 이동, 고섬유 배합의 가공성, 빵 부피와 속질 균일성을 개선하려는 경우, Hemicellulase Enzyme for Baking은 제빵 효소 포트폴리오 안에서 기술적으로 명확한 위치를 갖는 선택지입니다.

## Hemicellulase Enzyme For Baking 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.

[Hemicellulase Enzyme For Baking 구매하기 →](#)

## 참고문헌

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

1. Chowdhury, M. A. H., Sarkar, F., Reem, C. S. A., Rahman, S. M., Mahamud, A. U., Rahman, M., & Ashrafudoulla, M. (2024). Enzyme applications in baking: From dough development to shelf-life extension. *International Journal of Biological Macromolecules*, 137020 .
2. Zhygunov, D., Mardar, M., & Kovalyova, V. (2018). Use of enzyme preparations for improvement of the flour baking properties.
3. Selim, S., Harun-Ur-Rashid, M., Hamoud, Y. A., & Shaghaleh, H. (2025). Utilization of bacterial enzymes for cellulose and hemicelluloses degradations: Medical and industrial benefits. *BioResources*.
4. Jordan, D., & Wagschal, K. (2010). Properties and applications of microbial  $\beta$ -D-xylosidases featuring the catalytically efficient enzyme from *Selenomonas ruminantium*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 86, 1647-1658.
5. Stoica, A. (2013). INFLUENCE OF THREE DIFFERENT HEMICELLULASES ON THE QUALITY OF BREAD OBTAINED FROM WHITE "SHORT" GLUTEN FLOUR.
6. Achmadi, E. R. (2022). Enzymes as Potencial Source for Clean Label Bakery Product: Part 2, Mechanism, Application and Optimization Combination Enzymes. *Journal of Food and Agricultural Product*.
7. Achmadi, E. R. (2022). Enzymes as Potencial Source for Clean Label Bakery Product: Part 1, Mechanism and Application Single Enzym. *Journal of Food and Agricultural Product*.
8. Ribotta, P., & Bail, A. (2007). Thermo-physical and thermo-mechanical assessment of partially baked bread during chilling and freezing process.: Impact of selected enzymes on crumb contraction to prevent crust flaking. *Journal of Food Engineering*, 78, 913-921.
9. Austin, D. (2015). Enzymes: Extending Shelf Life and Eating Quality of Tortillas.
10. Ghaffari-Moghaddam, M., Eslahi, H., Omay, D., & Zakipour-Rahimabadi, E. (2014). Industrial applications of enzymes. *Review Journal of Chemistry*, 4, 341-361.


## 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