enzymes.bio

사료첨가용 만난분해효소: 가금·양돈 식물성 원료의 β-만난 분해와 영양소 이용성 개선

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

사료첨가용 만난분해효소는 대두박, 팜핵박, 코프라박 등 식물성 원료에 존재하는 β-만난 계열 비전분성 다당류를 더 짧은 올리고당과 저분자 탄수화물로 절단해, 영양소 접근성과 장내 내용물 물성을 개선하도록 쓰이는 탄수화물분해효소입니다. 비전분성 다당류는 단위동물이 자체 소화효소만으로 충분히 분해하기 어려운 항영양성 기질로 작용할 수 있으며, 사료용 탄수화물활성효소는 이러한 기질 의존적 제약을 줄이는 목적으로 활용됩니다 [1]. Enzymes.bio는 이 제품의 제조사나 실험실이 아닌 공급업체이며, 제품은 온라인에서 1kg 단위로 직접 구매할 수 있고 CoA와 SDS는 주문 시 함께 제공됩니다.

만난분해효소가 사료에서 표적으로 삼는 것은 무엇인가

만난분해효소는 사료 속 "섬유" 전체를 무차별적으로 분해하는 효소가 아니라, 만노스 기반 골격을 가진 특정 비전분성 다당류를 우선 표적으로 삼는 효소군입니다. β-만난, 갈락토만난, 글루코만난, 갈락토글루코만난과 같은 기질은 식물 세포벽이나 저장 다당류의 일부로 존재하며, 원료의 종류와 가공 이력에 따라 물성·소화율·발효 양상이 달라집니다. 사료 분야에서 탄수화물활성효소는 이러한 구조적 탄수화물을 분해해 원료 내 에너지와 영양소 이용성을 높이는 도구로 설명됩니다 [1].

가금과 양돈 배합에서 만난분해효소가 특히 관심을 받는 이유는 사료가 점점 더 다양한 식물성 단백질원과 농산 부산물에 의존하기 때문입니다. 대두박은 가장 널리 쓰이는 단백질원이지만 비전분성 다당류를 포함하고, 팜핵박·코프라박 같은 부산물 원료는 만난성 섬유의 비중이 실무적으로 더 중요하게 다뤄질 수 있습니다. 팜핵박의 고형발효 과정에서 섬유 가수분해를 위해 만난분해효소 생산과 적용을 검토한 연구는, 이 원료가 만난분해효소와 연결되는 대표적인 부산물 기질임을 보여 줍니다 [2].

만난 계열 비전분성 다당류는 단순히 "소화되지 않는 탄수화물"로만 작용하지 않습니다. 긴 사슬과 가지 구조를 가진 다당류는 물을 붙잡고, 사료 매트릭스 안에서 단백질·전분·지방이 소화효소와 접촉하는 정도를 바꾸며, 장내 미생물의 발효 기질 구성을 변화시킬 수 있습니다. 비전분성 다당류를 제거하거나 낮추기 위한 Paenibacillus pabuli E1의 사료 적용 가능성을 다룬 연구에서도, 동물 사료에서 비전분성 다당류가 소화 효율을 제한하는 기질로 고려된다는 점이 전제됩니다 [3].

효소 작용의 핵심: β-만난 사슬 절단과 사료 매트릭스 완화

β-만난분해효소의 핵심 작용은 만난 주사슬의 β-결합을 절단해 고분자 다당류를 더 짧은 조각으로 바꾸는 것입니다. 이때 생성물은 단당만이 아니라 만노올리고당, 갈락토만노올리고당 등 다양한 올리고당 형태가 될 수 있으며, 실제 산물 분포는 기질 구조, 효소의 계열, 사료 내 수분, pH, 체류 시간에 영향을 받습니다. 만난분해효소 생산과 만난올리고당 생성을 다룬 Aspergillus niger 연구는 효소 발현과 기질 분해가 만난올리고당 생산과 직접 연결될 수 있음을 보여 줍니다 [4].

이 절단 반응이 사료에서 의미를 갖는 첫 번째 이유는 "물리적 접근성"입니다. 세포벽성 다당류가 부분적으로 분해되면 사료 입자 안에 갇혀 있던 영양소가 소화관 효소와 더 쉽게 접촉할 수 있습니다. 밀기울의 화학적·열적·효소적 처리 연구는 비전분성 다당류의 용해도와 물성이 처리 방식에 따라 달라질 수 있음을 보여 주며, 효소 처리가 식물성 원료의 기술적·생물학적 특성을 바꾸는 수단이 될 수 있음을 시사합니다 [5].

두 번째 이유는 장내 내용물의 점성 및 흐름과 관련됩니다. 고분자 비전분성 다당류가 수분을 끌어안고 내용물의 점도를 높이면, 소화효소 확산과 영양소 이동이 제한될 수 있습니다. 모든 만난 기질이 동일한 점성 문제를 만들지는 않지만, 사료용 탄수화물분해효소는 이러한 비전분성 다당류의 항영양적 물성을 낮추는 방향으로 사용된다는 점이 사료 효소 리뷰에서 반복적으로 논의됩니다 [1].

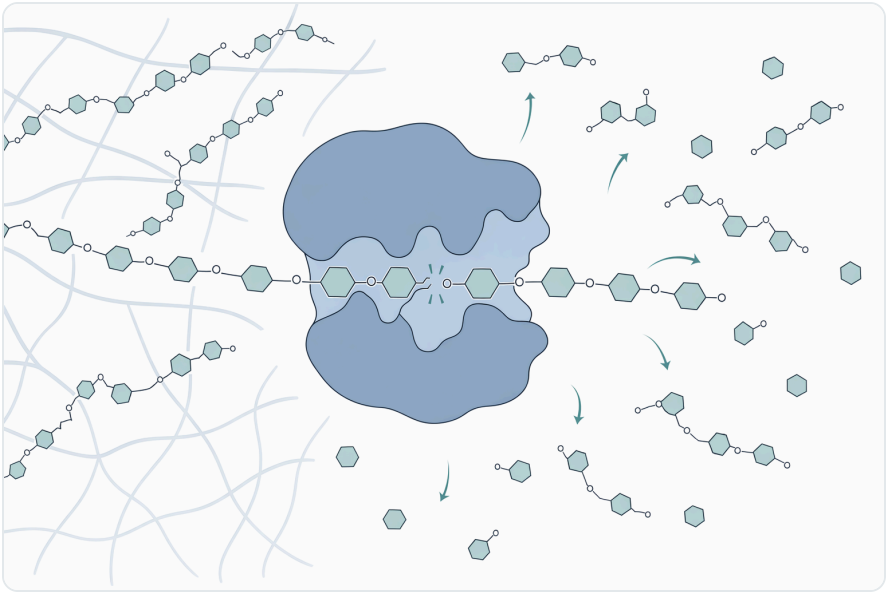

Figure 1. 베타-만난분해효소는 만난형 헤미셀룰로오스의 베타-1,4 결합을 가수분해하여 만노스를 포함한 더 짧은 조각을 생성합니다.

세 번째 이유는 효소분해 산물이 장내 미생물의 기질이 될 수 있다는 점입니다. 고분자 다당류가 그대로 남아 있을 때와 짧은 올리고당으로 전환될 때는 발효 위치, 속도, 미생물 이용성이 달라질 수 있습니다. 중국 밤 알맹이 유래 비전분성 다당류의 소화·흡수·분변 발효 특성을 다룬 연구는 비전분

성 다당류가 장내 미생물과 발효 특성에 영향을 줄 수 있음을 보여 주며, 사료 효소가 단순한 영양소 방출을 넘어 장내 발효 환경과 연결될 수 있는 근거를 제공합니다 [6].

가금·양돈 사료에서 중요한 배경: 단위동물은 NSP를 충분히 분해하지 못한다

가금과 돼지는 반추동물처럼 큰 발효조를 앞쪽 소화관에 갖고 있지 않기 때문에, 세포벽 다당류를 직접 이용하는 능력이 제한적입니다. 이 때문에 식물성 원료에 들어 있는 비전분성 다당류는 에너지 희석, 영양소 포획, 장내 점도 변화, 미생물 발효 패턴 변화 등 여러 경로로 사료효율에 영향을 줄 수 있습니다. 사료용 탄수화물활성효소 리뷰는 비전분성 다당류를 표적으로 하는 효소가 단위동물 사료에서 영양소 이용성을 개선하기 위해 쓰인다고 설명합니다 [1].

가금 사료에서는 곡류와 박류의 조합, 펠릿 가공, 사육 단계, 위생 상태가 효소 반응의 결과를 크게 좌우합니다. 육계 사료에서 자일라나아제와 셀룰라아제의 영양 생효율을 평가한 연구는 비전분성 다당류가 풍부한 사료에서 탄수화물분해효소가 영양 이용성 개선 목적으로 검토된다는 점을 보여 주며, 만난분해효소도 같은 논리 안에서 "표적 기질이 만난인 효소"로 이해할 수 있습니다 [7].

양돈에서는 이유 전후와 성장 단계에 따라 장내 효소 분비, 미생물 안정성, 사료 전환 효율이 달라지므로 만난분해효소의 의미도 달라집니다. 새로 이유한 돼지에서 β-만난분해효소의 영양 및 장 건강 관련 역할을 다룬 연구는 두 가지 사료 유형에서 성장과 장 건강 지표를 함께 고려해 효소 효과를 평가했다는 점에서, 만난분해효소가 단순한 에너지 보정제가 아니라 장내 환경과 연동되는 첨가 효소로 다뤄지고 있음을 보여 줍니다 [8].

원료별 관련성: 모든 식물성 원료가 같은 기질을 제공하지 않는다

만난분해효소의 효과는 "효소가 들어갔는가"보다 "분해할 만난성 기질이 충분히 존재하는가"에 더 강하게 좌우됩니다. 같은 식물성 원료라도 품종, 산지, 탈지·탈피·열처리 방식, 저장 조건에 따라 비전분성 다당류의 구조와 접근성이 달라질 수 있습니다. 밀 유래 비전분성 다당류가 사료 효소에 의해 분해되는 정도가 달라질 수 있음을 분석한 연구는, 동일한 범주의 원료라도 효소 반응성이 균일하지 않다는 점을 잘 보여 줍니다 [9].

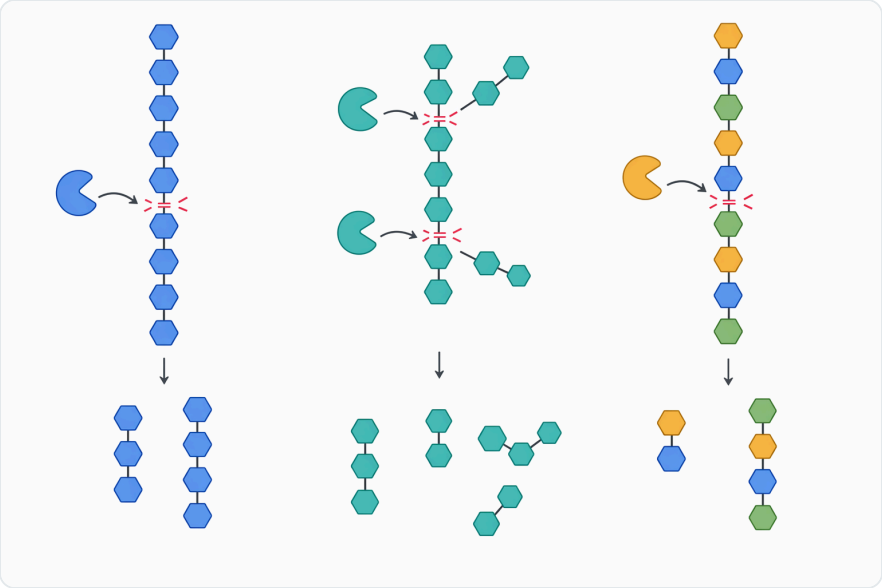

Figure 2. 베타-만난, 갈락토만난, 글루코만난은 구조가 서로 다르지만 모두 베타-만난분해효소의 표적이 되는 만난형 결합을 포함합니다.

팜핵박과 팜커널케이크는 만난분해효소 적용 논의에서 자주 등장하는 원료입니다. 이들은 에너지와 단백질을 제공할 수 있지만, 섬유성 다당류 비중과 물리적 구조 때문에 단위동물에서 이용성이 제한될 수 있습니다. 팜커널케이크의 기능성을 높이기 위한 전처리 방식과 만난분해효소 선택을 다룬 연구는, 해당 원료에서 효소와 전처리 조건이 원료 기능성 개선 전략의 일부로 검토될 수 있음을 보여줍니다 [10].

대두박도 만난분해효소 적용에서 배제되지 않습니다. 대두박은 만난성 다당류 함량이 팜핵박처럼 높은 원료는 아니지만, 가금·양돈 배합에서 사용량이 많기 때문에 낮은 수준의 항영양성 기질도 누적 효과를 낼 수 있습니다. 이유자돈 사료에서 β-만난분해효소를 적용한 연구는 일반적인 식물성 원료 기반 배합에서도 만난분해효소가 생산성 유지와 경제성 평가의 대상으로 다뤄질 수 있음을 보여줍니다 [11].

사료 원료·배합 상황	만난분해효소와의 관련성	기대되는 작용 경로	현실적 한계
대두박 중심 가금·양돈 사료	사용량이 많아 만난성 NSP의 누적 영향이 중요할 수 있음	영양소 포획 완화, 장내 내용물 물성 개선, 올리고당 생성	원료별 NSP 구조와 배합 영양 수준에 따라 반응 차이
팜핵박·팜커널케이크 포함 사료	만난성 섬유가 실무적으로 중요한 부산물 원료	β-만난 사슬 절단, 섬유 구조 완화, 원료 활용성 향상	입자 구조, 전처리, 열이력에 따라 효소 접근성 차이
코프라박 등 열대 부산물 원료	만난·갈락토만난 계열 성분과 연결될 수 있음	점성 및 세포벽 장벽 완화 가능성	동물종과 배합 내 포함 수준에 따라 성과 변동

사료 원료·배합 상황	만난분해효소와의 관련성	기대되는 작용 경로	현실적 한계
저NSP·고소화율 원료 위주 배합	표적 기질이 적어 효소 반응 여지가 작을 수 있음	제한적 보조 효과	성과가 뚜렷하지 않을 수 있음
발효·전처리 부산물 사료	효소와 미생물 발효가 함께 원료 구조를 바꿀 수 있음	발효 가능 탄수화물 생성, 미생물 이용성 변화	수분, pH, 발효 미생물, 저장 조건의 영향 큼

만난분해효소와 다른 사료 효소의 차이

사료용 효소는 이름이 비슷해 보여도 표적 기질과 기대 효과가 다릅니다. 자일라나아제는 주로 아라비노자일란을, β-글루카나아제는 β-글루칸을, 셀룰라아제는 셀룰로오스성 구조를, 피타아제는 피테이트를 표적으로 합니다. 만난분해효소는 이 중에서도 만난 계열 다당류를 표적으로 하는 효소이며, 기질이 맞지 않으면 다른 효소가 충분히 대체하기 어렵습니다. 여러 특이 효소가 협력적으로 비전분성 다당류 분해를 높일 수 있다는 고전 연구는, 복합 사료 매트릭스에서 효소 선택이 기질 구조에 맞춰져야 함을 보여 줍니다 [12].

복합효소 접근이 의미 있는 이유는 사료 원료의 세포벽이 단일 다당류로만 구성되지 않기 때문입니다. 예를 들어 곡류 부산물은 자일란과 셀룰로오스, 일부 글루칸이 함께 존재하고, 박류나 열대 부산물은 만난성 다당류의 영향이 커질 수 있습니다. 농산 부산물을 효소로 가수분해하고 동물사료 관점에서 조성 특성을 분석한 연구는 리그노셀룰로오스성 원료에서 여러 탄수화물 구조가 동시에 고려되어야 함을 보여 줍니다 [13].

효소 유형	주요 표적 기질	사료에서의 핵심 목적	만난분해효소와의 관계
만난분해효소	β-만난, 갈락토만난, 글루코만난	만난성 NSP 절단, 점성·포획 효과 완화	만난 함량이 의미 있는 배합에서 중심 역할
자일라나아제	아라비노자일란	곡류 NSP 분해, 장내 점도 완화	곡류 중심 배합에서 상보 가능
β-글루카나아제	β-글루칸	보리·귀리 등 점성 다당류 완화	표적 기질이 다르므로 대체 관계 아님
셀룰라아제	셀룰로오스성 섬유	세포벽 구조 완화	원료 전처리·부산물 활용에서 보조 가능
피타아제	피테이트	인 이용성 개선, 미네랄 결합 완화	탄수화물분해효소가 아니며 작용 경로가 다름

연구 근거: 기질 분해, 생산성 유지, 경제성 평가

만난분해효소의 가장 직접적인 과학적 근거는 β-만난성 기질을 실제로 절단한다는 생화학적 기능입니다. Bacillus subtilis에서 만난분해효소 생산을 개선해 팜핵박 고형발효 중 섬유 가수분해에 활용한 연구는, 만난분해효소가 만난성 섬유가 많은 부산물 원료의 구조를 변화시키는 효소로 적용될 수 있음을 보여 줍니다 [2].

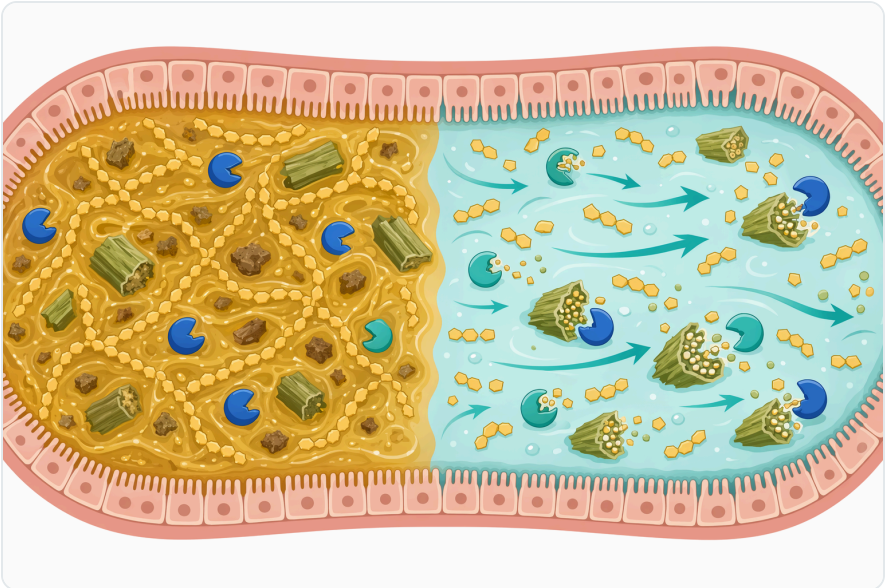

Figure 3. 온전한 수화 만난은 소화물의 점도를 높이고 영양소에 대한 물리적 접근성을 낮출 수 있습니다.

동물 성과와 관련된 근거는 배합 조건에 따라 해석해야 합니다. 순에너지 수준을 낮춘 사료에 β-만난분해효소를 적용한 연구에서는 생산비와 도체중 기준 경제성 평가가 함께 다뤄졌으며, 이는 만난분해효소가 단순한 소화 보조제를 넘어 에너지 설계와 비용 구조 안에서 검토된다는 점을 보여 줍니다 [14]. 다만 이러한 결과를 모든 사료와 모든 농장 조건에 직접 일반화하는 것은 적절하지 않습니다.

이유자돈 연구에서도 비슷한 논리가 나타납니다. 순에너지 수준을 낮춘 이유 후 돼지 사료에서 β-만난분해효소 적용이 성과 유지와 추가 경제적 이점을 가져왔다는 연구는, 효소가 기초 사료의 에너지 설계와 연결되어 평가될 수 있음을 시사합니다 [11]. 여기서 중요한 점은 효소가 에너지를 "만드는" 것이 아니라, 기존 원료에 포함된 이용 가능한 에너지와 영양소에 접근하도록 돕는다는 해석입니다.

장 건강 측면의 근거도 점차 축적되고 있습니다. 새로 이유한 돼지에서 β-만난분해효소의 영양적·기능적 역할을 검토한 연구는 성장 성과뿐 아니라 장 건강과 관련된 지표를 함께 다루었으며, 만난분해효소의 작용이 영양소 방출과 장내 환경 변화를 동시에 포함할 수 있음을 보여 줍니다 [8]. 다만 장 건강은 효소 하나만으로 결정되지 않고, 원료 품질, 병원체 압력, 사육 밀도, 산화 스트레스, 사료 전환기 관리와 함께 평가되어야 합니다.

왜 결과가 매번 같지 않은가: 효소 효과의 변동 요인

사료 효소 연구에서 일관되게 나타나는 현실은 반응 변동성입니다. 같은 효소라도 원료의 비전분성 다당류 구조가 다르면 분해 산물이 달라지고, 같은 원료라도 열처리·분쇄·저장 조건에 따라 효소가 기질에 접근하는 정도가 달라집니다. 밀 유래 비전분성 다당류의 효소 분해 변동성을 다룬 연구는, 기질의 화학 구조와 물리적 접근성이 효소 반응의 핵심 변수임을 보여 줍니다 [9].

동물 측 요인도 큽니다. 어린 동물은 소화관이 아직 안정되지 않았고, 장내 미생물 군집도 빠르게 변합니다. 반대로 성장 후기 동물은 사료 섭취량과 장내 체류 시간이 다르며, 동일한 효소 작용도 생산성 지표로 나타나는 방식이 달라질 수 있습니다. 이유자돈 연구에서 만난분해효소가 성장과 장 건강을 함께 평가받는 이유도, 이 시기에는 영양소 이용성과 장내 안정성이 밀접하게 연결되기 때문입니다 [8].

가공 조건 역시 무시할 수 없습니다. 펠릿화, 압출, 과립화, 저장 중 수분과 온도는 효소 단백질의 구조 안정성과 사료 내 분산성에 영향을 줄 수 있습니다. 육계 사료에서 효소 적용 방식과 성과를 다룬 체계적 검토는, 사료 제조 및 적용 방식이 효소 반응과 생산성 결과에 영향을 줄 수 있다는 점을 종합적으로 다룹니다 [15].

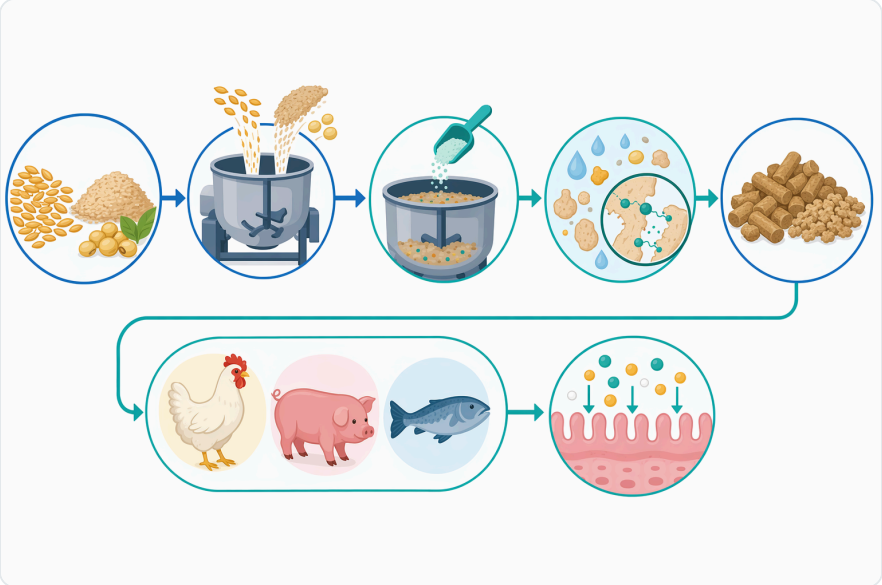

Figure 4. 소화 과정의 순서는 식물성 원료 섭취, 만난의 수화와 포획, 베타-만난분해효소에 의한 절단, 점도 감소 및 영양소 접근성 향상입니다.

가금 사료에서의 응용 관점

가금 사료에서 만난분해효소는 주로 대두박과 부산물 원료가 포함된 배합에서 검토됩니다. 육계는 사료 통과 시간이 비교적 빠르고, 장내 내용물의 물성이 영양소 흡수와 직접 연결될 수 있기 때문에 비전분성 다당류의 물리적 효과가 중요합니다. 비전분성 다당류가 많은 가금 사료에서 자일라나아

제와 셀룰라아제를 평가한 연구는, 탄수화물분해효소가 원료 내 구조성 탄수화물의 영양 장벽을 낮추는 접근이라는 점을 잘 보여 줍니다 [7].

만난분해효소는 특히 에너지와 아미노산 설계가 촘촘한 배합에서 의미를 가질 수 있습니다. 만난성 NSP가 단백질과 전분의 접근성을 낮추거나 장내 점성에 영향을 주면, 배합상 계산된 영양 수준과 실제 이용 수준 사이에 차이가 생길 수 있습니다. 탄수화물활성효소를 사료에 사용하는 근본적 목적은 이러한 계산값과 실제 생체이용성 사이의 간극을 줄이는 데 있습니다 [1].

다만 가금에서 효소 효과를 해석할 때는 "만난분해효소만 넣으면 성장률이 오른다"는 식의 단순화가 위험합니다. 배합 내 만난성 기질이 적거나, 다른 항영양 인자가 더 큰 제한 요인인 경우, 또는 사육 환경이 생산성을 강하게 제한하는 경우에는 기대 효과가 작을 수 있습니다. 사료 효소 적용 방식과 육계 성과를 정리한 체계적 검토도 효소 반응이 배합과 관리 조건에 따라 달라질 수 있음을 보여 줍니다 [15].

양돈 사료에서의 응용 관점

양돈에서는 이유자돈과 성장돈에서 만난분해효소의 의미가 다르게 나타날 수 있습니다. 이유 직후에는 사료 전환, 장 점막 적응, 미생물 재편이 동시에 일어나므로, 만난성 NSP를 낮추고 장내 발효 기질을 조절하는 접근이 더 민감하게 반응할 수 있습니다. 새로 이유한 돼지에서 β-만난분해효소가 성장과 장 건강에 미치는 영향을 다룬 연구는 이 효소가 이유기 영양 전략의 일부로 검토될 수 있음을 보여 줍니다 [8].

성장·비육 단계에서는 사료비와 에너지 이용성이 더 큰 관심사가 됩니다. 순에너지 수준을 낮춘 이유 후 돼지 사료에서 β-만난분해효소를 적용한 연구는 생산성 유지와 경제적 이점을 함께 보고했으며, 이는 효소가 원료 비용과 영양 설계의 균형을 맞추는 기술적 수단으로 검토될 수 있음을 시사합니다 [11].

그러나 양돈에서도 만난분해효소는 항생제나 의약품이 아닙니다. 작용 대상은 병원체 자체가 아니라 사료 속 만난성 다당류이며, 장 건강 개선 가능성도 기질 분해와 발효 환경 변화라는 영양학적 경로를 통해 이해해야 합니다. 사료용 탄수화물활성효소 리뷰는 효소의 효과가 영양소 이용성뿐 아니라 장내 미생물과 면역 관련 지표로 확장될 수 있음을 논의하지만, 그 결과는 조건 의존적입니다 [1].

Figure 5. 만난분해효소는 대두박, 팜핵박, 코프라계 박류, 참깨박 등 만난 함유 원료가 들어간 배합사료에서 가장 관련성이 높습니다.

부산물 원료와 지속가능한 배합에서의 가치

사료 산업은 원료 가격 변동, 식품·바이오연료 산업 부산물 활용, 지역 원료 확대, 탄소 부담 저감이라는 압력을 동시에 받고 있습니다. 이 과정에서 팜핵박, 밀기울, 농산 부산물, 섬유성 원료의 활용성이 중요해지지만, 비전분성 다당류와 세포벽 구조는 소화율을 제한합니다. 농산업 부산물을 효소로 가치화해 육계 생산의 지속가능성과 효율을 높이는 접근을 다룬 연구는, 효소가 부산물 활용 전략에서 중요한 기술 축으로 논의됨을 보여 줍니다 [16].

만난분해효소는 특히 만난성 섬유가 높은 부산물의 영양 가치를 높이는 방향으로 검토될 수 있습니다. 팜커널케이크 전처리와 만난분해효소 선택 연구는 원료 기능성 개선이 단순한 효소 첨가만이 아니라, 원료 구조를 얼마나 열어 효소 접근성을 높이는지와 관련됨을 보여 줍니다 [10].

이러한 관점에서 만난분해효소는 배합 유연성을 높이는 효소라고 할 수 있습니다. 원료 선택지가 넓어지면 가격과 공급 안정성 측면에서 장점이 생기지만, 동시에 원료별 항영양성 기질을 관리해야 합니다. 사료용 탄수화물활성효소는 이러한 원료 변동성을 생물학적으로 완화하는 도구로 활용될 수 있습니다 [1].

만난올리고당 생성과 장내 발효의 의미

만난분해효소의 산물은 단순히 "분해된 섬유"가 아니라, 장내 미생물이 이용할 수 있는 올리고당 풀을 형성할 수 있습니다. 만난올리고당은 원료, 효소, 분해 정도에 따라 조성이 달라지며, 장내 미생물 군집과 발효 산물에 영향을 줄 가능성이 있습니다. Aspergillus niger에서 만난분해효소 발현을 최적

화해 만난올리고당 생산을 강화한 연구는, 만난분해효소 반응이 올리고당 생성과 직접 연결될 수 있음을 보여 줍니다 [4].

비전분성 다당류와 장내 미생물의 관계는 동물 사료뿐 아니라 식품·영양 연구에서도 확인됩니다. 중국 밤 알맹이 비전분성 다당류의 체외 소화와 분변 발효 특성을 다룬 연구는, 비전분성 다당류가 장내 미생물 조성과 발효 특성에 영향을 줄 수 있음을 보여 줍니다 [6]. 사료 현장에서는 이러한 발효 효과가 동물종, 소화관 부위, 기초 사료, 위생 상태에 따라 달라질 수 있음을 전제로 해석해야 합니다.

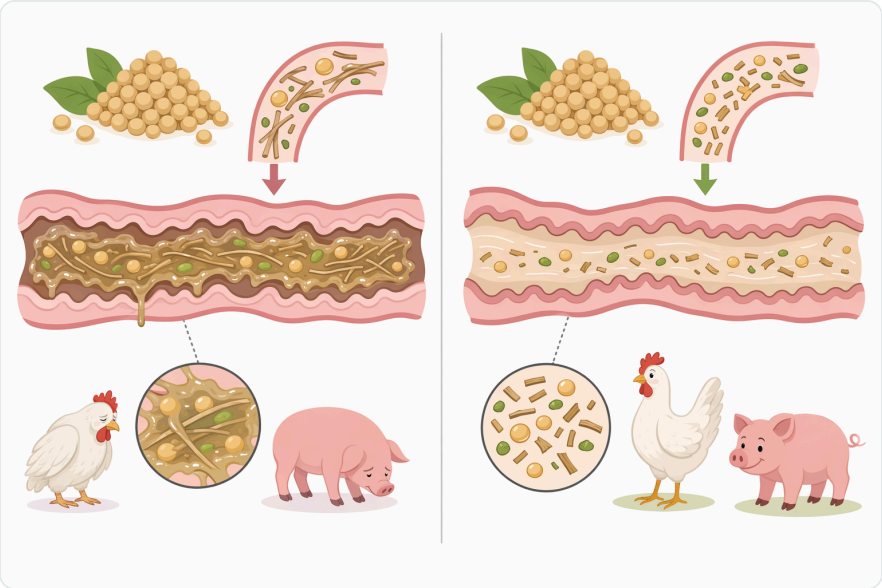

Figure 6. 사료 효소는 서로 대체할 수 없습니다. 만난분해효소, 자일란분해효소, 셀룰라아제, 피타아제, 프로테아제가 각각 서로 다른 사료 기질을 표적으로 하기 때문입니다.

장내 발효의 변화는 긍정적일 수도 있고, 조건에 따라 제한적일 수도 있습니다. 짧은 올리고당은 일부 유익 미생물의 기질이 될 수 있지만, 과도한 미분해 기질이 후장으로 이동하면 발효 불균형이나 분변 상태 변화와 연결될 수 있습니다. 따라서 만난분해효소의 목적은 무조건 많은 발효를 유도하는 것이 아니라, 소화관 앞쪽에서 영양소 접근성을 높이고 후장으로 넘어가는 기질의 양과 형태를 더 바람직하게 조정하는 데 있습니다 [1].

산업 적용에서의 현실적 해석

사료첨가용 만난분해효소는 "모든 사료의 성과를 자동으로 개선하는 첨가제"가 아니라, 만난성 비전분성 다당류가 실제 제한 요인일 때 가치가 커지는 기질 의존적 효소입니다. 만난 함량이 높은 원료를 포함하거나, 식물성 원료 비중이 높고 장내 점도와 영양소 포획이 우려되는 배합에서 더 논리적으로 적용됩니다. 비전분성 다당류 분해 효소의 효과가 원료 구조와 효소 특이성에 따라 달라진다는 점은 사료 효소 문헌 전반에서 반복적으로 확인됩니다 [9].

또한 효소 효과는 사료 설계와 분리해서 볼 수 없습니다. 에너지, 아미노산, 미네랄, 지방 수준이 적절히 설계되어야 효소가 개선한 영양소 접근성이 실제 생산성으로 전환될 수 있습니다. 순에너지 수준을 낮춘 배합에서 β-만난분해효소 적용을 평가한 연구들은 효소가 배합 영양 설계와 함께 해석되어야 함을 보여 줍니다 [14].

현장에서는 효소의 열 안정성, 저장 안정성, 입자 분산성, 소화관 내 기질 접촉 가능성이 중요하지만, 이를 단일 숫자나 일반론으로 평가하기는 어렵습니다. 가공 방식과 적용 방식이 육계 효소 성과에 영향을 줄 수 있다는 체계적 검토는, 사료 효소가 생화학적 기능과 제조 공정 조건을 동시에 고려해야 하는 첨가제임을 보여 줍니다 [15].

Enzymes.bio 제품 페이지에서의 위치

Enzymes.bio가 공급하는 사료첨가용 만난분해효소는 동물 사료 배합에서 β-만난 계열 비전분성 다당류의 영향을 낮추고, 식물성 원료의 영양 이용성을 높이는 목적으로 검토되는 효소 제품입니다. Enzymes.bio는 제조사나 분석 실험실이 아니라 공급업체이며, 제품은 온라인에서 1kg 단위로 직접 구매할 수 있습니다. 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공되므로, 구매 후 제품 문서와 안전 정보를 함께 확인할 수 있습니다.

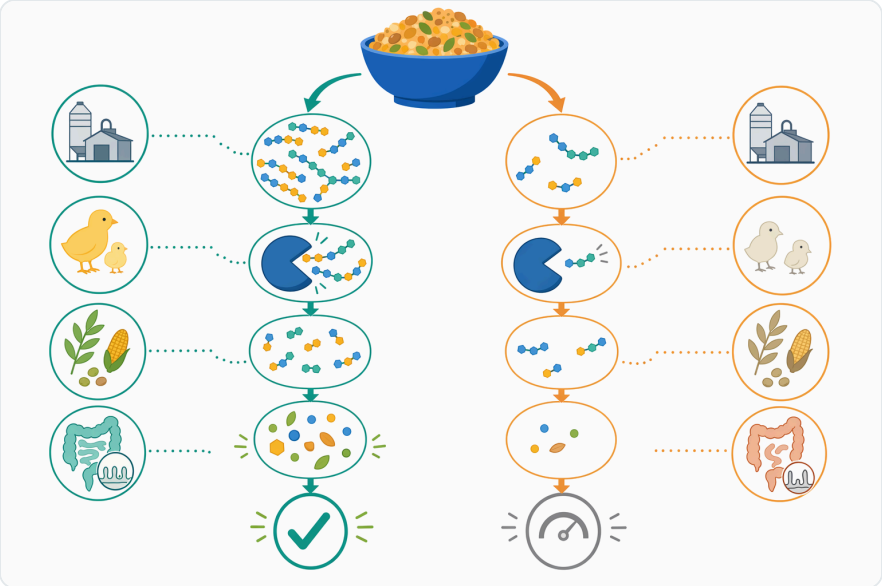

Figure 7. 만난분해효소에 대한 실제 반응은 만난 기질의 수준뿐 아니라 동물, 원료, 가공 조건에 따라 달라집니다.

이 제품을 이해하는 가장 정확한 방식은 "만난성 기질이 있는 사료에서 작동하는 탄수화물분해효소"로 보는 것입니다. β-만난 사슬을 절단해 고분자 비전분성 다당류를 더 작은 조각으로 바꾸고, 그 결과 사료 매트릭스 완화, 영양소 접근성 개선, 장내 내용물 물성 변화, 발효 기질 조정 가능성이 생깁니다. 사료용 탄수화물활성효소 리뷰와 만난분해효소 관련 동물 연구는 이러한 작용 경로가 동물 영양 분야에서 실제로 검토되고 있음을 뒷받침합니다 [1].

동시에, 이 제품은 항생제도 아니고 모든 배합에서 동일한 성과를 보장하는 성장촉진제도 아닙니다. 실제 반응은 원료의 만난성 NSP 수준, 사료 가공 조건, 동물종과 성장 단계, 장내 미생물 상태, 전체 영양 설계에 따라 달라집니다. 이유자돈과 에너지 저감 배합에서 β-만난분해효소를 평가한 연구들은 효소가 특정 조건에서 생산성과 경제성에 기여할 수 있음을 보여 주지만, 그 해석은 항상 배합 맥락 안에서 이루어져야 합니다 [11].

결론: 만난성 NSP가 제한 요인일 때 가치가 커지는 사료 효소

사료첨가용 만난분해효소는 대두박, 팜핵박, 코프라박 및 다양한 식물성 부산물에 존재하는 β-만난 계열 비전분성 다당류를 표적으로 하는 전문 탄수화물분해효소입니다. 이 효소의 주요 가치는 만난성 고분자 다당류를 절단해 사료 매트릭스를 완화하고, 영양소 접근성을 높이며, 장내 물성과 발효 기질 구성을 조정할 수 있다는 데 있습니다. 사료용 탄수화물활성효소 문헌은 이러한 효소가 비전분성 다당류의 항영양적 영향을 줄이고 영양소 이용성을 개선하기 위해 사용된다고 설명합니다 [1].

가금과 양돈에서 만난분해효소는 특히 식물성 원료 비중이 높거나 부산물 원료를 활용하는 배합에서 의미가 커집니다. 팜핵박과 팜커널케이크 관련 연구, 이유자돈 연구, 에너지 저감 배합 연구는 만난분해효소가 원료 활용성, 성장 성과 유지, 경제성 평가와 연결될 수 있음을 보여 줍니다 [2]. 다만 효소 효과는 표적 기질이 충분히 존재하고, 사료 제조와 동물의 소화관 조건에서 효소가 기질에 실제로 접근할 때 가장 논리적으로 기대할 수 있습니다.

따라서 이 제품은 "만난 계열 비전분성 다당류가 실무적 제약이 되는 식물성 사료 배합에서 소화 효율과 원료 활용성을 개선하기 위한 효소 솔루션"으로 해석하는 것이 가장 균형 잡힌 접근입니다. Enzymes.bio는 해당 제품을 1kg 단위로 온라인 공급하며, CoA와 SDS는 주문 시 함께 제공됩니다.

Mannanase Enzyme For Animal Feed Additives ≥10000U/G 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.

Mannanase Enzyme For Animal Feed Additives ≥10000U/G 구매하기 →

참고문헌

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

1. Plouhinec, L., Neugnot, V., Lafond, M., & Berrin, J. (2023). Carbohydrate-active enzymes in animal feed.. *Biotechnology Advances*, 108145 .

2. Ong, W. L., Li, Z., Ng, K., & Zhou, K. (2024). Improving Mannanase Production in Bacillus subtilis for Fibre Hydrolysis during Solid-State Fermentation of Palm Kernel Meal. *bioRxiv*.
3. Li, G., Yuan, Y., Jin, B., Zhang, Z., Murtaza, B., Zhao, H., Li, X., ... et al. (2023). Feasibility insights into the application of Paenibacillus pabuli E1 in animal feed to eliminate non-starch polysaccharides. *Frontiers in Microbiology*, 14.
4. Zhang, H., Tang, H., Ma, T., Ma, X., Kou, Y., Wang, B., He, J., ... et al. (2026). Optimization of mannanase expression in Aspergillus niger for enhanced production of mannan oligosaccharides. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 13.
5. Paesani, C., Lammers, T. C. G. L., Sciarini, L., Moiraghi, M., Perez, G. T., & Fabi, J. P. (2023). Effect of chemical, thermal, and enzymatic processing of wheat bran on the solubilization, technological and biological properties of non-starch polysaccharides.. *Carbohydrate Polymers*, 328, 121747 .
6. Peng, F., Yu, Z., Niu, K., Du, B., Wang, S., & Yang, Y. (2024). In vivo absorption, in vitro digestion, and fecal fermentation properties of non-starch polysaccharides from Chinese chestnut kernels and their effects on human gut microbiota. *Food chemistry: X*, 24.
7. Rosyada, Z., Lamid, M., Arif, M. A. A., Rimayanti, R., Lokapirnasari, W., Ayuti, S. R., Khairullah, A., ... et al. (2026). Evaluating the Nutritional Bioefficacy of Xylanase and Cellulase in Poultry Diets Rich in Non-Starch Polysaccharides. *World's Veterinary Journal*.
8. Baker, J. T., Deng, Z., Sokale, A., Frederick, B., & Kim, S. W. (2024). Nutritional and functional roles of β-mannanase on intestinal health and growth of newly weaned pigs fed two different types of feeds. *Journal of Animal Science*, 102.
9. Smeets, N., Nuyens, F., Campenhout, L. V., & Niewold, T. (2014). Variability in the in vitro degradation of non-starch polysaccharides from wheat by feed enzymes. *Animal Feed Science and Technology*, 187, 110-114.
10. Sathitkowitchai, W., Ayimbila, F., Nitisinprasert, S., & Keawsompong, S. (2022). Selection of pretreatment method and mannanase enzyme to improve the functionality of palm kernel cake.. *Journal of Bioscience and Bioengineering*.
11. Vangroenweghe, F., Goethals, S., Zele, D., & Bruijn, A. (2023). Application of a β-mannanase enzyme in diets with a reduced net energy content in post-weaning piglets resulted in equal performance and an additional economic benefit. *Medical Research Archives*.
12. Düsterhöft, E., Verbruggen, M., Gruppen, H., Kormelink, F., & Voragen, A. (1993). Cooperative and synergistic action of specific enzymes enhances the degradation of non-starch polysaccharides in animal feed..
13. Teixeira, A. J., Menegat, F. D., Weschenfelder, L. M., Oro, C. E., Astolfi, V., Valduga, E., Zeni, J., ... et al. (2022). Enzymatic hydrolysis of lignocellulosic residues and bromatological characterization for animal feed. *Ciência Rural*.
14. Frédéric, V. (2022). Application of a β -Mannanase Enzyme in Diets with a Reduced Net Energy Content Results in Reduced Production Costs Per Kg of Carcass Weight. *Austin Journal of Veterinary Science & Animal Husbandry*.

15. Werku, T. (2025). Method of Enzyme Application and Effect on the Performance of Broilers Fed Meal-Based Diet in Ethiopia: Systematic Review. *American Journal of Applied Scientific Research*.
16. Sugiharto, S., Handayani, F., Adli, D., Sholikin, M. M., & Ujilestari, T. (2026). Enzyme-assisted valorization of agro-industrial byproducts for sustainable and efficient broiler production. *Veterinary World*, 19, 782 - 804.

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