

β-Mannanase Enzyme: 동물 소화 기능 개선을 위한 사료용 β-만난 분해 효소

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

β-Mannanase는 식물성 사료 원료에 들어 있는 β-만난 계열 비전분 다당류를 절단해 장 내용물의 점성 부담과 영양소 이용 저하를 완화하는 데 쓰이는 사료 효소입니다. 특히 대두박, 대두피, 구아박, 팜커널·코프라 계열 부산물처럼 만난성 섬유가 문제 될 수 있는 원료를 사용할 때, 성장 성적 유지, 소화율 개선, 분변 품질 관리와 연결되어 연구되고 있습니다 [1].

Enzymes.bio의 "B-Mannanase Enzyme - Promote The Digestive Function Of Animals"는 동물 사료 적용을 염두에 둔 β-mannanase 제품으로, 1kg 단위 온라인 직접 판매 형태로 제공됩니다.

Enzymes.bio는 제조사나 실험실이 아니라 효소 공급업체이며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다.

β-Mannanase가 겨냥하는 핵심 문제: β-만난은 왜 소화 부담이 되는가

β-Mannanase의 대상 기질은 β-만난, 갈락토만난, 글루코만난, 갈락토-글루코만난처럼 만노스 기반 골격을 갖는 헤미셀룰로오스성 다당류입니다. 이러한 다당류는 동물의 일반적인 내인성 소화효소만으로 충분히 분해되기 어렵고, 사료 내에서는 에너지·단백질·아미노산 이용성을 낮추는 비전분 다당류 요인으로 작용할 수 있습니다 [2].

가금, 돼지, 어류 사료에서 식물성 단백질과 농산 부산물의 사용이 늘면서 β-만난 문제는 더 실무적인 의미를 갖게 되었습니다. 구아박을 급여한 육계 연구에서 효소 및 발효 처리가 성장 성적, 소화율, 생화학적 지표와 함께 평가된 것은, 구아박 같은 원료가 단순한 단백질 공급원이 아니라 점성 섬유와 항영양 요인을 동시에 고려해야 하는 원료임을 보여줍니다 [3].

대두피를 다양한 수준으로 포함한 육계 사료에서 β-mannanase 보충 효과가 성장 성적, 도체 특성, 영양소 이용률, 혈액 생화학 지표와 함께 연구된 점도 중요합니다. 대두피는 비용과 섬유 공급 측면에서 유용할 수 있지만, 비전분 다당류가 많아 소화관 내 물리적·미생물학적 반응을 바꿀 수 있으므로 효소 적용의 대상이 됩니다 [4].

작동 기전: 긴 만난 사슬을 짧게 만들어 장내 물성을 바꾼다

β -Mannanase는 만난성 다당류의 β -1,4 결합을 절단하는 효소로 설명됩니다. 긴 다당류 사슬이 짧은 올리고당 또는 더 작은 탄수화물 조각으로 잘리면, 사료 매트릭스 안에 갇혀 있던 영양소가 소화 효소와 접촉하기 쉬워지고 장 내용물의 점성 부담이 줄어드는 방향으로 작용할 수 있습니다 [2].

이 기전은 단순히 "섬유를 없앤다"는 의미가 아닙니다. β -만난은 물을 붙잡고 장 내용물의 흐름과 확산을 바꾸며, 소화효소가 전분·단백질·지방 기질에 접근하는 속도를 늦출 수 있습니다. β -Mannanase는 이러한 물리적 장벽을 낮추어 영양소가 흡수 가능한 형태로 전환되는 과정을 보조합니다 [5].

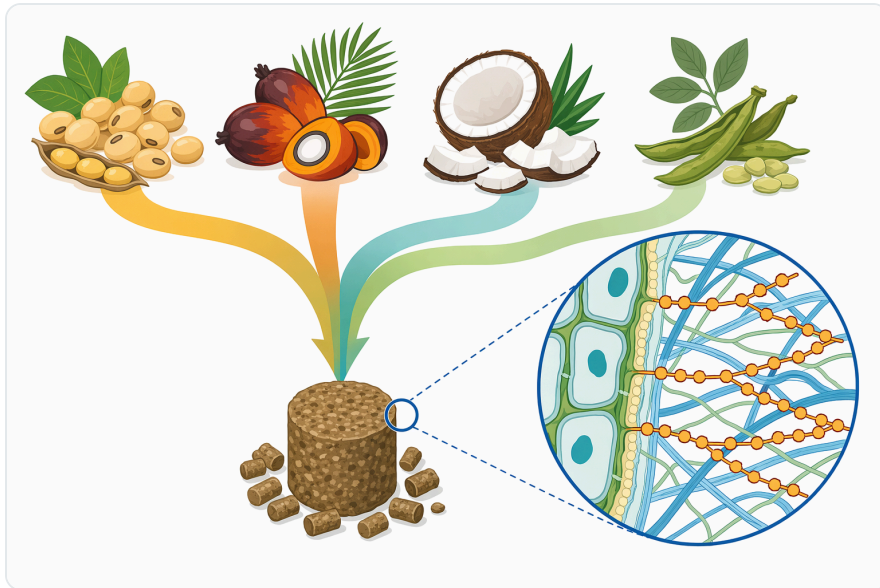


Figure 1. β -만난분해효소는 식물성 사료 원료가 β -만난을 함유한 세포벽 분해를 제공할 때 가장 관련성이 높습니다.

또한 분해 산물은 후장 또는 장내 미생물 생태와도 연결될 수 있습니다. 농산 부산물에서 유래한 프리바이오틱 자원의 활용을 다룬 동물영양 연구들은, 특정 비전분 다당류와 그 가수분해 산물이 장내 미생물 조성 및 발효 패턴에 영향을 줄 수 있음을 강조합니다 [6].

“소화 기능 개선”을 구체적으로 풀어보면

1. 장 내용물 점도와 분변 품질

소화관에서 점성이 높아지면 영양소와 효소의 접촉이 제한되고, 미소화 영양분이 후장으로 이동하는 양이 늘어납니다. 어린 나일틸라피아에 대두박이 풍부한 사료를 급여한 연구에서 β -mannanase가 분변 점도, 소화에너지, 아미노산 소화율, 영양소 손실과 함께 평가된 것은 수산 사료에서도 점성 섬유 관리가 핵심 변수임을 보여줍니다 [5].

가금에서도 분변 상태와 깔짚 품질은 단순한 위생 문제가 아니라 사료 이용률과 장 건강의 반영 지표입니다. 대두피 수준과 β -mannanase 보충을 함께 본 육계 연구는 섬유성 원료 사용 시 성장·도체·영양소 이용·혈액 지표를 동시에 해석해야 함을 시사합니다 [4].

2. 에너지 가치의 회복

β -만난이 많은 원료에서는 사료의 계산상 에너지와 동물이 실제로 이용하는 에너지 사이에 차이가 커질 수 있습니다. 육성돈 연구에서는 β -mannanase 보충이 대사에너지 절감 설계에서 kg당 85~100 kcal 수준의 에너지 절약 효과를 뒷받침하면서 성장 성적을 유지하고 영양소 소화율을 개선한 것으로 보고되었습니다 [1].

이 결과는 현장에서 중요한 메시지를 줍니다. β -Mannanase는 사료에 “새 에너지를 추가”하는 것이 아니라, 원료 안에 이미 존재하지만 만난성 섬유 때문에 충분히 활용되지 못하던 영양소의 접근성을 높이는 방향으로 작용합니다 [1].

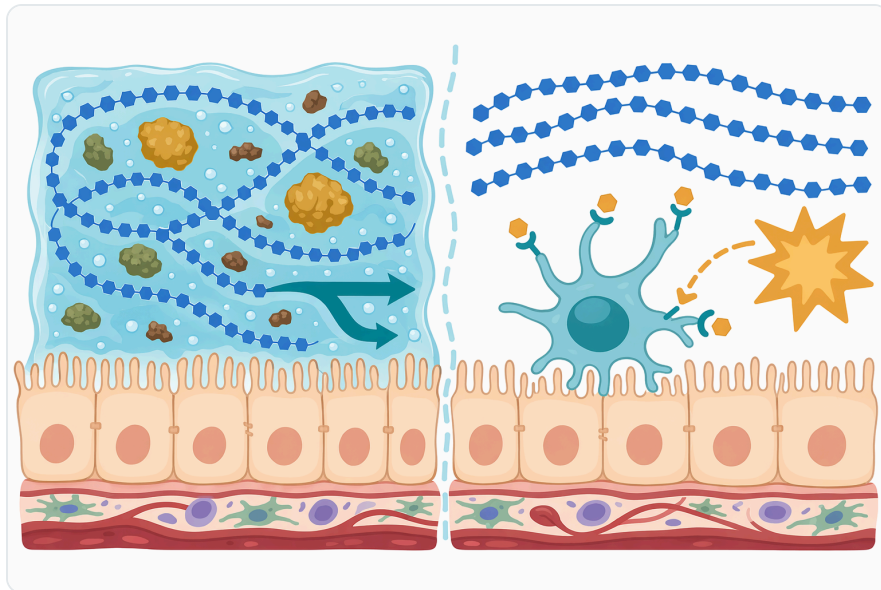


Figure 2. 온전한 β -만난은 소화물의 점도를 높이고 사료 유발성 면역 활성화에 기여하여 소화 효율을 낮출 수 있습니다.

3. 단백질과 아미노산 이용성

β -만난은 단백질 자체를 분해하지 않지만, 단백질 입자 주변의 세포벽 구조와 점성 환경을 완화함으로써 단백질 소화효소가 작용할 기회를 늘릴 수 있습니다. 대두박이 많은 어린 나일틸라피아 사료에서 β -mannanase가 아미노산 소화율과 영양소 손실과 함께 연구된 것은, 어류 사료에서 식물성 단백질 대체율이 높아질수록 비전분 다당류 분해가 단백질 이용성과도 연결될 수 있음을 보여줍니다 [5].

돼지에서도 phytase와 β -mannanase의 병용 또는 개별 효과가 성장 성적, 영양소 이용, 분변 상태, 등지방 두께와 함께 평가되고 있습니다. 이는 β -Mannanase가 단독 영양소 보충제가 아니라, 식물성 원료 기반 사료에서 여러 효소 전략 중 하나로 해석되어야 함을 의미합니다 [7].

축종별 연구 근거와 적용 해석

적용 분야	사료상 문제	β -Mannanase 적용의 해석	연구에서 함께 본 지표
육성돈	대두박·부산물 원료의 만난성 섬유, 에너지 이용 저하	대사에너지 절감 설계에서도 성장 유지와 소화율 개선 가능성	성장 성적, 영양소 소화율, 에너지 절감 [1]
육계	대두피·구아박 등 섬유성 원료 사용	섬유성 원료의 영양소 이용률과 혈액 생화학 지표를 함께 관리	성장, 도체, 영양소 이용, 혈액 지표 [4]
구아박 급여 육계	구아박의 항영양 요인과 소화율 저하	효소 및 발효 처리를 통해 원료 활용성 개선 가능성 검토	성장, 소화율, 생화학 프로파일 [3]
어린 나일 킬라피아	대두박 고함량 사료의 분변 점도와 영양소 손실	점도 완화, 소화에너지 및 아미노산 소화율 개선 가능성	분변 점도, 소화에너지, 아미노산 소화율 [5]
육성·비육돈	사료효소 조합의 성장·분변·체조성 영향	β -Mannanase를 phytase 등과 함께 사료 설계 맥락에서 평가	성장, 영양소 이용, 분변 상태, 등지방 [7]

양돈: 에너지 절감과 소화율 개선 근거가 비교적 직접적이다

양돈에서 β -Mannanase의 실무적 의미는 에너지 비용 관리와 연결됩니다. 육성돈 연구에서 β -mannanase 보충은 kg당 85~100 kcal의 대사에너지 절감 설계를 지지하면서 성장 성적을 뒷받침하고 영양소 소화율을 개선한 것으로 보고되었습니다 [1].

이러한 결과는 돼지 사료에서 β -Mannanase를 "성장촉진제"처럼 이해하기보다, 식물성 원료 안의 만난성 장벽을 낮추어 에너지·영양소 이용 손실을 줄이는 효소로 보는 것이 더 정확합니다. 특히 대두박, 대두피, 일부 부산물성 단백질 원료를 포함한 배합에서는 기질 존재 여부가 효소 효과를 좌우합니다 [7].

다만 돼지에서 모든 성과 지표가 항상 같은 방향으로 움직인다고 해석해서는 안 됩니다. phytase와 β -mannanase를 평가한 육성·비육돈 연구가 성장 성적뿐 아니라 분변 상태와 등지방 두께까지 함께 다룬 이유는, 효소 효과가 소화율·장내 발효·체조성 지표로 분산되어 나타날 수 있기 때문입니다 [7].

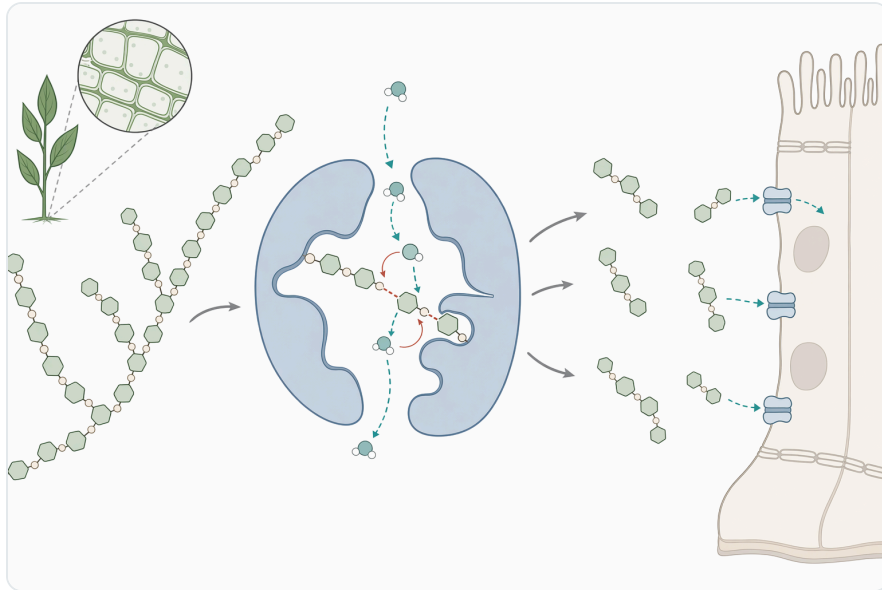


Figure 3. β -만난분해효소는 만난 중합체의 내부 β -1,4 결합을 가수분해하여 더 짧은 만난 유래 단편과 올리고당을 형성합니다.

육계: 섬유성 원료의 활용성과 장내 부담 관리

육계 사료는 사료효율 변화가 생산성에 빠르게 반영되는 분야입니다. 대두피 수준을 달리하고 β -mannanase를 보충한 연구에서 성장 성적, 도체 특성, 영양소 이용률, 혈액 생화학 프로필이 함께 평가된 것은, 만نان성 섬유 관리가 단순한 소화율 문제가 아니라 생산성·생리 상태와 함께 검토되어야 함을 보여줍니다 [4].

구아박을 사용한 육계 연구도 같은 맥락입니다. 구아박은 단백질 원료로 관심을 받을 수 있지만, 갈락토만난 등 점성 다당류가 많아 효소 처리 또는 발효 처리가 없으면 원료 가치가 제한될 수 있습니다. 효소와 발효 처리를 함께 비교한 연구는 β -Mannanase 같은 탄수화물분해효소가 원료 활용성 개선 전략의 일부가 될 수 있음을 시사합니다 [3].

식물성 원료 조합이 다양해질수록 육계 사료에서 “옥수수-대두박 기본 배합”이라는 표현만으로는 효소 반응을 예측하기 어렵습니다. 대두피, 구아박, 기타 부산물 원료가 들어가면 점도, 발효성 섬유, 미소화 단백질 이동량이 달라지므로 β -Mannanase의 가치는 기질이 충분한 배합에서 더 분명해집니다 [4].

수산 사료: 대두박 확대와 분변 점도 관리

양식 사료에서는 어분 의존도를 낮추기 위해 대두박과 기타 식물성 단백질을 늘리는 경향이 있습니다. 어린 나일틸라피아 연구에서 β -mannanase는 대두박이 풍부한 사료의 분변 점도, 소화에너지, 아미노산 소화율, 영양소 손실을 평가하는 효소로 다뤄졌습니다 [5].

수산 사료에서 분변 점도는 양식장 수질과도 연결될 수 있습니다. 소화되지 않은 영양소가 배출되면 사육수의 유기물 부하가 커지고, 이는 사료효율뿐 아니라 시스템 관리 비용에도 영향을 줄 수 있습니다. β -Mannanase는 식물성 원료 사용 확대의 부작용을 줄이는 보조 효소로 해석할 수 있습니다 [5].

반추동물: 직접 효과보다 사료체계 안에서 해석해야 한다

반추동물은 반추위 미생물 발효를 통해 섬유를 이용할 수 있으므로, 단위동물과 같은 방식으로 β -Mannanase 효과를 일반화하기 어렵습니다. 반추동물 영양에서 프리바이오틱과 발효성 탄수화물은 반추위 미생물 생태, 휘발성 지방산 생성, 섬유소화와 연결되어 논의됩니다 [8].

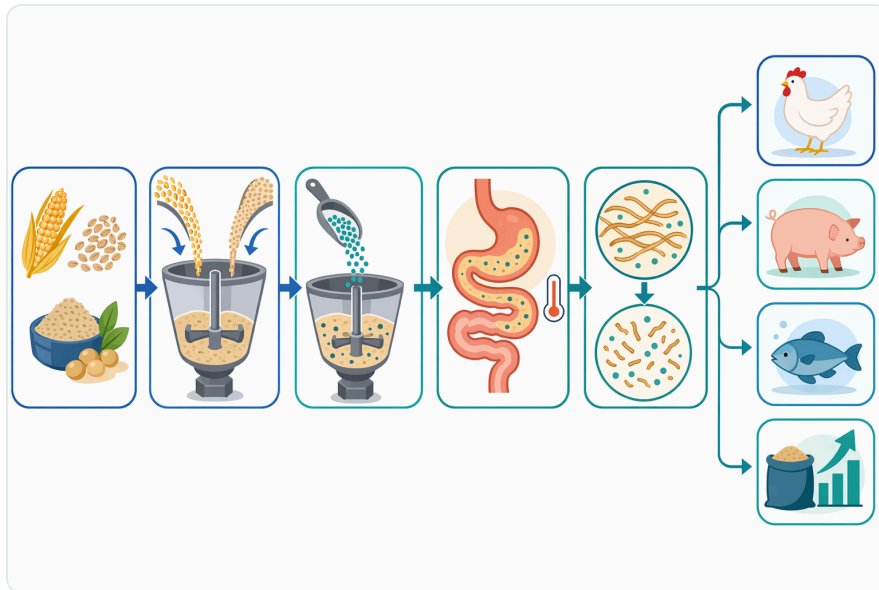


Figure 4. 기질 가수분해는 만난 관련 항영양적 부담을 줄이고, 영양소 접근성을 개선하며, 장내 환경을 더 유리하게 유지하는 데 도움을 줄 수 있습니다.

따라서 반추동물에서는 β -Mannanase를 “섬유소화 전체를 해결하는 효소”로 보기보다, 특정 만난성 부산물이나 식물성 농후사료 원료가 포함될 때 그 기질을 일부 가수분해하는 보조 수단으로 이해하는 것이 타당합니다. 반추위 pH, 조사료 비율, 미생물 군집, 급여 패턴이 함께 작용하기 때문입니다 [8].

β -Mannanase와 다른 사료 효소의 차이

사료 효소는 모두 “소화율 개선”이라는 큰 목표를 공유하지만, 실제 대상 기질은 다릅니다. β -Mannanase는 만난성 헤미셀룰로오스를 절단하고, phytase는 피틴산에 결합된 인 이용성을 높이며, xylanase는 아라비노자일란 같은 자일란성 섬유를 낮추는 데 초점이 있습니다 [7].

효소 유형	주요 대상	기대되는 영양학적 의미	β-Mannanase와의 차이
β-Mannanase	β-만난, 갈락토만난, 글루코만난	점성 섬유 부담 완화, 에너지·아미노산 이용성 보조	대두피·구아박·만난성 부산물에 특히 관련
Phytase	피틴산 결합 인	인 이용성 개선, 무기 인 배출 부담 완화	탄수화물 점도보다는 미네랄 이용성 중심
Xylanase	자일란, 아라비노자일란	곡류 기반 비전분 다당류 부담 완화	밀·보리·호밀 등 자일란성 기질과 관련
Protease	단백질	단백질 분해 보조, 아미노산 이용성 지원	β-만난 장벽 자체를 직접 절단하지는 않음

돼지 연구에서 phytase와 β-mannanase가 함께 평가되는 이유도 여기에 있습니다. 두 효소는 서로 같은 기능을 반복하는 첨가제가 아니라, 식물성 원료 안의 서로 다른 항영양 구조를 겨냥합니다 [7].

원료별로 보는 적용 의미

대두박과 대두피

대두박은 단백질 원료로 널리 쓰이지만, 식물성 세포벽 성분과 비전분 다당류를 함께 포함합니다. 특히 대두피처럼 섬유 비중이 높은 원료를 사용할 때 β-mannanase 보충이 성장 성적, 도체 특성, 영양소 이용률과 함께 평가된 것은, 섬유성 부산물을 비용 절감 목적으로 사용할 때 효소 전략이 필요할 수 있음을 보여줍니다 [4].

대두박이 풍부한 수산 사료에서도 같은 논리가 적용됩니다. 어린 나일틸라피아 연구에서 β-mannanase가 분변 점도와 아미노산 소화율에 미치는 영향을 평가한 것은, 식물성 단백질 확대가 단백질 공급 문제만이 아니라 탄수화물성 항영양 요인 관리 문제이기도 함을 보여줍니다 [5].

구아박

구아박은 갈락토만난이 높은 원료로 알려져 있어 β-Mannanase 적용 논의에서 자주 언급됩니다. 구아박을 섭취한 육계에서 효소 및 발효 처리가 성장 성적, 소화율, 생화학적 프로필에 미치는 영향을 평가한 연구는, 구아박 활용의 한계가 원료 단백질 함량만으로 결정되지 않음을 보여줍니다 [3].

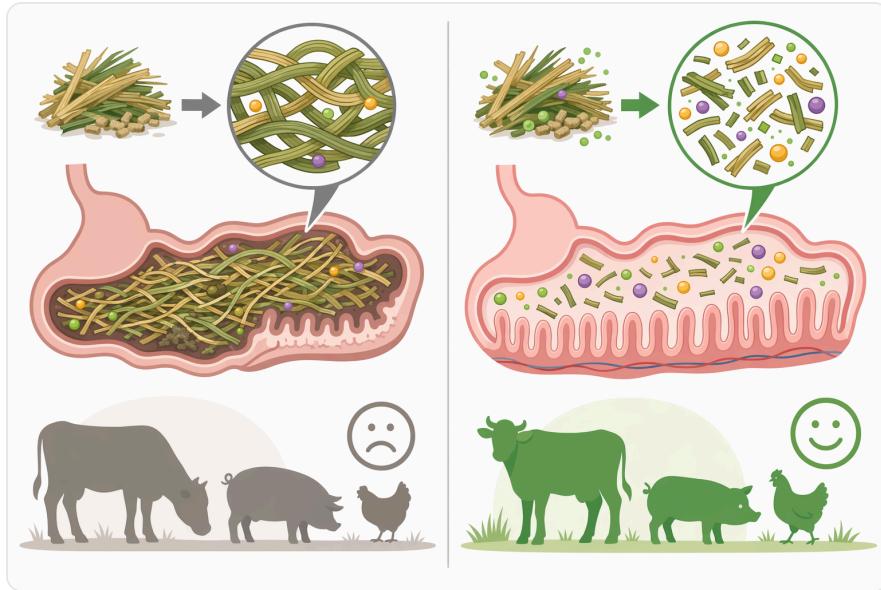


Figure 5. 사료 효소는 작용 기질이 서로 다르므로, β -만난분해효소는 자일라나아제, β -글루카나아제, 피타아제, 프로테아제 또는 아밀라아제의 기능을 대체하는 것으로 보기보다 β -만난이 풍부한 사료에 맞춰 선택해야 합니다.

구아박 기반 배합에서는 β -Mannanase가 장 내용물의 점성 부담을 낮추고, 세포벽에 갇힌 영양소의 접근성을 높이는 방향으로 작용할 수 있습니다. 다만 발효 처리, 배합 내 다른 섬유원, 에너지 수준에 따라 결과가 달라질 수 있으므로 효소 효과는 사료 전체 조성 안에서 해석해야 합니다 [3].

농산 부산물과 지속가능 사료

사료비와 원료 수급 변동성 때문에 농산 부산물 활용은 계속 확대되고 있습니다. 그러나 부산물은 보통 비전분 다당류, 세포벽 성분, 발효성 섬유가 많아 동물별 소화 생리에 맞는 보완 전략이 필요합니다 [6].

농산 부산물을 프리바이오틱 자원으로 활용하는 논의는 β -Mannanase와도 맞닿아 있습니다. 효소가수분해를 통해 긴 만난성 사슬을 짧은 탄수화물 조각으로 바꾸면, 단순히 점도를 낮추는 것뿐 아니라 장내 미생물 발효 기질의 성격도 달라질 수 있습니다 [6].

기대 효과와 한계: 과장 없이 보는 균형점

β -Mannanase에서 가장 직접적으로 기대할 수 있는 효과는 β -만난성 기질이 있는 사료에서 소화관 물성을 개선하고, 에너지와 영양소 이용성을 높이는 것입니다. 육성돈 연구의 에너지 절감 결과와 나일틸라피아 연구의 분변 점도·아미노산 소화율 평가는 이 기전을 비교적 구체적으로 뒷받침합니다 [1].

하지만 기질이 거의 없는 사료에서는 효소의 효과도 제한될 수 있습니다. β -Mannanase는 β -만난을 분해하는 효소이지 모든 섬유, 모든 항영양 인자, 모든 장 건강 문제를 해결하는 범용 첨가제가 아닙니다 [2].

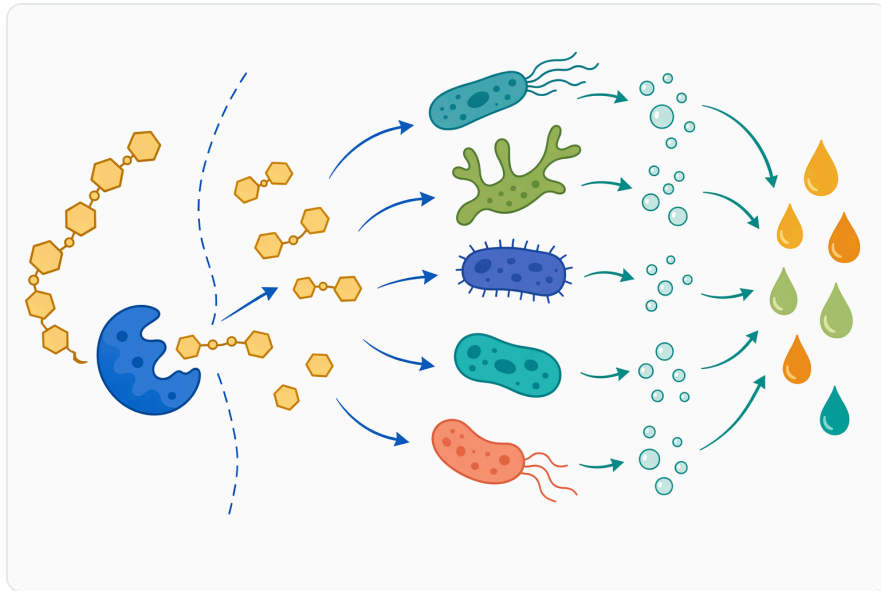


Figure 6. 만난 유래 올리고당은 동물 종, 사료, 미생물 환경에 따라 장내 미생물 발효에 간접적으로 영향을 미칠 수 있습니다.

또한 결과 지표는 축종마다 다르게 나타날 수 있습니다. 돼지에서는 성장 성적과 영양소 소화율, 가금에서는 사료효율과 도체·혈액 지표, 어류에서는 분변 점도와 영양소 손실이 더 직접적인 관찰 지표가 될 수 있습니다 [5].

제품 활용 관점: Enzymes.bio의 β -Mannanase

Enzymes.bio의 β -Mannanase 제품은 동물의 소화 기능 지원을 목적으로 하는 사료용 효소 제품으로 소개되며, 1kg 단위로 온라인에서 직접 주문할 수 있습니다. Enzymes.bio는 제조사나 분석 실험실이 아니라 효소 공급업체이며, 제품 문서인 CoA와 SDS는 주문 시 함께 제공됩니다 .

이 제품은 식물성 사료 원료의 만난성 섬유 부담을 관리하려는 사료 제조·배합 현장에서 검토될 수 있습니다. 특히 대두피, 구아박, 대두박 고함량 배합, 기타 농산 부산물처럼 β -만난 또는 관련 비전분 다당류가 문제 될 수 있는 원료를 다룰 때 β -Mannanase의 기전적 의미가 더 커집니다 [4].

실무적으로 해석해야 할 변수

β -Mannanase의 효과는 사료 내 β -만난 함량, 원료 입자 구조, 열처리 이력, 동물의 성장 단계, 장 건강 상태, 전체 효소 조합에 따라 달라질 수 있습니다. 예를 들어 phytase와 β -mannanase를 함께 평가한 돼지 연구는, 효소를 단일 첨가제로만 보지 않고 전체 사료 내 영양소 방출 체계로 해석해야 함

을 보여줍니다 [7].

또한 효소 적용 결과는 “성장률 증가” 하나로만 판단하기 어렵습니다. 사료효율, 분변 상태, 영양소 소화율, 대사에너지 절감 가능성, 도체 특성, 혈액 생화학 지표처럼 다양한 결과가 동시에 움직일 수 있으므로, β -Mannanase는 사료 설계의 특정 문제를 해결하는 기능성 도구로 이해해야 합니다 [3].

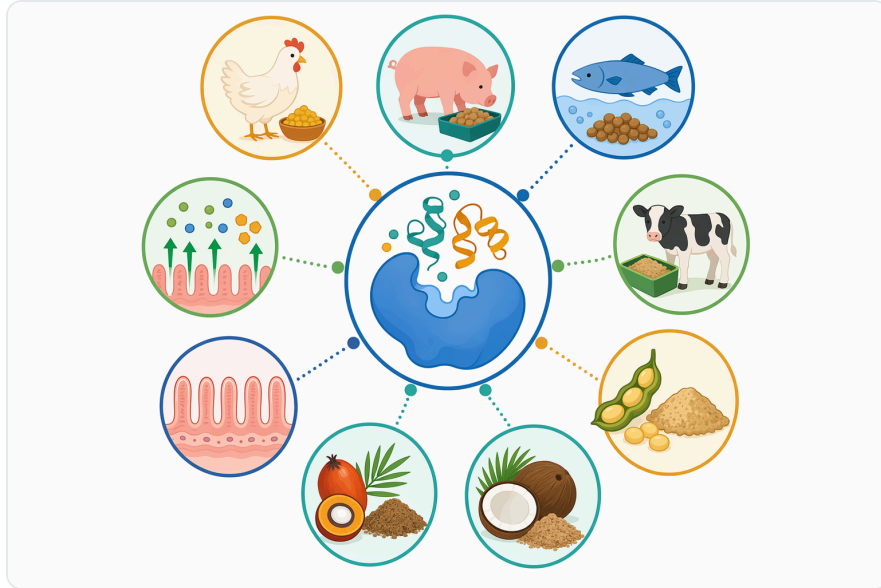


Figure 7. β -만난분해효소의 적용 근거가 가장 탄탄한 분야는 가금류와 돼지이며, 양식 및 반추동물 사양 체계에서는 상황에 따라 활용됩니다.

B2B 관점에서의 가치

β -Mannanase의 B2B 가치는 원료 선택의 폭을 넓히고, 식물성 원료 기반 사료의 변동성을 낮추는데 있습니다. 에너지와 단백질 원료 가격이 불안정할 때, 대두피·구아박·농산 부산물 같은 원료를 더 정교하게 활용하려면 비전분 다당류 분해 전략이 필요합니다 [6].

특히 육성돈 연구처럼 대사에너지 절감 설계와 성장 유지가 함께 보고된 사례는, β -Mannanase가 단순한 장 건강 보조제가 아니라 사료 원가와 영양소 이용률을 함께 다루는 효소임을 보여줍니다 [1].

가금과 수산 분야에서도 마찬가지입니다. 육계에서는 대두피·구아박 원료의 활용성, 나일틸라피아에서는 대두박 고함량 사료의 분변 점도와 영양소 손실이 핵심이며, β -Mannanase는 이러한 문제를 기질 수준에서 다루는 효소입니다 [5].

핵심 정리

β -Mannanase는 β -만난 계열 비전분 다당류를 절단해 식물성 사료의 점성 섬유 부담을 낮추고, 에너지·아미노산·기타 영양소 이용성을 개선하는 데 쓰이는 사료 효소입니다. 연구 근거는 육성돈의 대사에너지 절감 및 소화율 개선, 육계의 섬유성 원료 활용성 평가, 나일틸라피아의 분변 점도와 아미노산 소화율 개선 가능성 등으로 구체화되어 있습니다 [1].

효과는 축종, 원료 조성, β -만난 기질의 존재, 사료 가공 조건에 따라 달라질 수 있으므로 범용 성장 촉진제처럼 해석해서는 안 됩니다. Enzymes.bio는 제조사나 실험실이 아닌 효소 공급업체로서 β -Mannanase 제품을 1kg 단위 온라인 직접 판매 형태로 제공하며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다 .

B-Mannanase Enzyme - Promote The Digestive Function Of Animals 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.

[B-Mannanase Enzyme - Promote The Digestive Function Of Animals 구매하기 →](#)

참고문헌

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

1. Genova, J., Azevedo, L. B., Rupolo, P., Cordeiro, F. B., Vilela, H. L. O., Careli, P. S., Castro Fidélis Toledo, D., ... et al. (2023). [\$\beta\$ -mannanase supplemented in diets saved 85 to 100 kcal of metabolizable energy/kg, supporting growth performance and improving nutrient digestibility in grower pigs.](#) *Scientific Reports*, 13.
2. [Endo-1,4- \$\beta\$ -mannanase | Catalytic Agent | MedChemExpress.](#) *Medchemexpress*.
3. Hafeez, A., Haris, M., Naz, S., Alrefaei, A., Khan, R. U., Momand, N. K., & Ibiwoye, D. (2025). [Impact of dietary enzyme and fermentation treatments on the performance, digestibility, and biochemical profile of broilers consuming guar meal.](#) *Italian Journal of Animal Science*, 24, 885 - 893.
4. Ahsan, T., Tahir, M., Khan, R. U., Ahmad, S., Khan, N., Konca, Y., Alhidary, I., ... et al. (2024). [Impact of varying levels of soy hulls and \$\beta\$ -mannanase enzyme supplementation on growth performance, carcass characteristics, nutrient utilization and blood biochemical profile in broiler chickens.](#) *Italian Journal of Animal Science*, 23, 1551 - 1560.

5. Cruz, T. P., Wernick, B., Gonçalves, G. S., Furuya, V. R. B., & Furuya, W. M. (2024). Impacts of β -Mannanase on Fecal Viscosity, Digestible Energy Content, Amino Acid Digestibility, and Nutrient Loss in Juvenile Nile Tilapia Fed Soybean Meal-Rich Diets. *Aquaculture Research*.
6. Ravanal, M., Contador, C., Wong, W., Zhang, Q., Roman-Benn, A., Ah-Hen, K., Ulloa, P., ... et al. (2025). Prebiotics in animal nutrition: Harnessing agro-industrial waste for improved gut health and performance. *Animal Nutrition*, 21, 179 - 192.
7. Ahammad, G., & Kim, I. H. (2025). Evaluation of phytase and β -mannanase on growth performance, nutrient utilization, fecal condition, and back fat thickness in growing and finishing pigs. *Canadian Journal of Animal Science*.
8. Vovk, S., & Polovyi, I. (2020). Scientific and practical aspects of the use of prebiotics in the process of feeding ruminants. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*.

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