

Mannanase Enzyme for Poultry Feed 및 Pig Feed Enzymes: 가금·돼지 사료의 β -만난 저감 효소

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

Mannanase Enzyme for Poultry Feed - Pig Feed Enzymes는 대두박, 팜커널계 원료, 코프라박, 해바라기박 등 식물성 사료 원료에 포함될 수 있는 β -만난 계열 비전분다당류 (NSP)를 효소적으로 낮추기 위한 사료용 만난분해효소입니다. β -만난은 단위동물인 닭과 돼지에서 장 내용물의 물리적 성상, 영양소 접근성, 장내 미생물·점막 환경에 영향을 줄 수 있으므로, 기질이 충분한 배합에서는 사료효율과 장 환경 관리의 실무적 변수가 됩니다. Enzymes.bio는 이 제품의 제조사나 실험실이 아니라 온라인 공급업체이며, 제품은 1kg 단위로 직접 구매할 수 있고 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다.

β -만난이 가금·돼지 사료에서 문제가 되는 이유

가금과 돼지 사료의 에너지와 단백질은 주로 곡물, 대두박, 기타 식물성 단백질원, 식물성 부산물에서 공급됩니다. 이 원료들은 전분·단백질·지방뿐 아니라 셀룰로오스, 아라비노자일란, β -글루칸, 펙틴, 만난, 갈락토만난, 글루코만난과 같은 비전분다당류를 함께 포함합니다. NSP는 사료의 "섬유"로 단순히 묶어 설명되지만, 실제 영양학적 영향은 다당류의 용해성, 가지 구조, 원료 세포벽 내 위치, 가공 이력, 동물의 소화관 조건에 따라 달라집니다. *Trichoderma reesei* 유래 다성분 탄수화물분해 효소 연구가 "식물성 기질의 세포벽 복잡성"을 효소 조합으로 다루는 문제로 설명한 것도 같은 맥락입니다^[1].

β -만난은 만노스가 β -1,4 결합으로 이어진 주사슬을 기본으로 하며, 갈락토스나 글루코스가 결합한 형태로 존재할 수 있습니다. 대두박에는 비교적 낮은 수준이라도 만난 계열 NSP가 존재할 수 있고, 팜커널박·코프라박 같은 열대성 부산물이나 일부 점질성 원료에서는 그 부담이 커질 수 있습니다. 닭과 돼지는 반추동물처럼 전위 발효를 통해 이러한 다당류를 충분히 분해하지 못하므로, β -만난은 소장에서 에너지·아미노산·지방의 이용성을 간접적으로 제한하거나, 미분해 상태로 후장에 도달해 발효 패턴과 미생물 생태를 바꿀 수 있습니다.

가금 사료 연구에서 NSP 분해효소는 밀 기반 사료와 옥수수 기반 사료에서 서로 다른 반응을 보였습니다. 예를 들어 준임상 괴사성 장염 조건의 육계 연구에서는 NSP 분해효소가 밀 기반 사료에서는 성적 개선 가능성을 보였지만, 옥수수 기반 사료에서는 같은 방식의 이점이 확인되지 않았다는

제목의 결과가 보고되었습니다^[2]. 이는 만난분해효소를 포함한 사료효소가 “어떤 동물에게나 항상 같은 효과를 내는 첨가제”가 아니라, 원료의 NSP 구조와 장 환경이 맞을 때 작동성이 커지는 기질의존적 도구임을 보여줍니다.

돼지에서도 같은 원리가 적용됩니다. 이유 이후의 자돈은 소화효소 분비, 장 점막 성숙, 미생물 군집이 빠르게 변하는 단계에 있으며, 식물성 단백질과 부산물 비율이 높아질수록 NSP 부담이 성장과 사료효율의 변동 요인이 됩니다. 2025년 양돈 연구는 이유자돈에서 NSP 공급원과 효소가 장 점막 관련 미생물, 점막 면적, 성장 및 출하체중 시점의 도체 형질에 미치는 영향을 다뤘습니다^[3]. 즉, 돼지 사료용 효소를 평가할 때는 단순히 “섭유 소화율”만 볼 것이 아니라, 점막과 미생물의 상호작용까지 고려해야 합니다.

만난분해효소의 작동 원리: β -1,4 만난 골격을 짧게 만드는 효소

만난분해효소, 특히 β -만난분해효소는 β -만난 주사슬의 β -1,4 만노시드 결합을 절단해 긴 만난 사슬을 더 짧은 만노올리고당 또는 저분자 조각으로 전환합니다. 이 과정은 전분분해효소가 전분을, 자일라나아제가 아라비노자일란 골격을, β -글루카나아제가 β -글루칸을 낮추는 것과 유사한 탄수화물 분해효소 작용입니다. 다만 목표 기질이 다르기 때문에, 만난분해효소는 만난·갈락토만난·글루코만난 계열 다당류의 물리적·생리적 부담을 낮추는 데 초점이 있습니다.

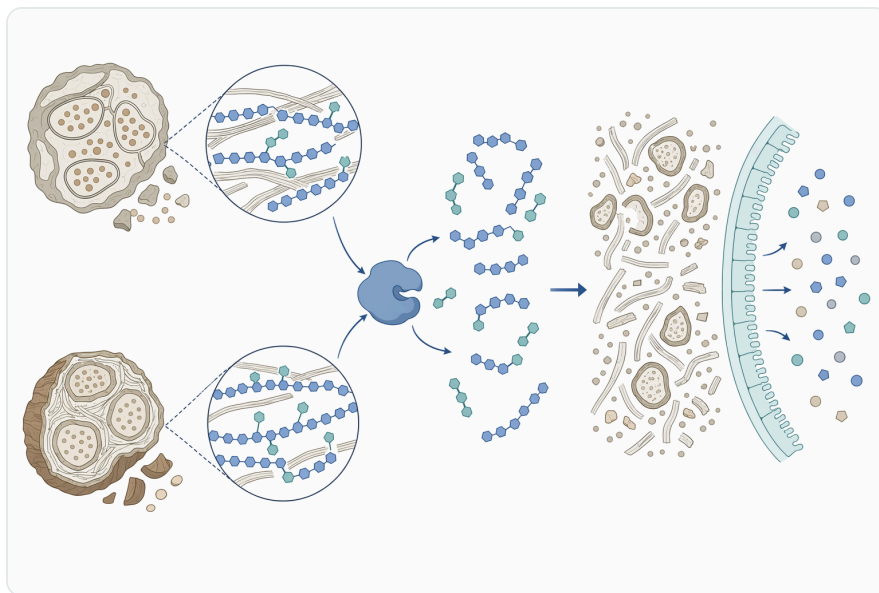


Figure 1. β -만나아제는 β -만난, 갈락토만난, 글루코만난 구조의 β -1,4 결합을 표적으로 하여 더 짧은 만노스 함유 조각을 형성합니다.

효소 작용의 첫 번째 결과는 고분자 β -만난의 사슬 길이 감소입니다. 사슬 길이가 짧아지면 물을 붙잡고 점도를 높이는 능력, 세포벽 구조 안에서 영양소 접근을 방해하는 능력, 장내 미생물에 제공되는 발효성 기질의 형태가 달라질 수 있습니다. 밀-대두 또는 옥수수-대두 사료를 먹인 육계의 소화

물 잔류 NSP를 사료효소로 in vitro 분해한 연구는, 사료 기반과 효소 종류에 따라 소화관 내 잔류 NSP의 분해 가능성이 달라진다는 점을 보여줍니다^[4].

두 번째 결과는 소화관 환경의 변화입니다. β -만난이 크게 남아 있으면 장 내용물의 점도와 흐름, 담즙산·지방산·단백질분해효소의 확산, 장 상피 표면에 도달하는 영양소의 양에 영향을 줄 수 있습니다. 반대로 만난분해효소가 고분자 사슬을 줄이면 소화효소와 영양소의 접촉 조건이 개선될 여지가 있습니다. 2025년 육계 연구는 밀 기반 사료에서 β -만난분해효소 단독 또는 자일라나아제· β -글루카나아제와의 조합이 성장성적, NSP 분해, 위장관 환경을 향상시켰다고 보고했습니다^[5].

세 번째 결과는 후장 발효 기질의 재구성입니다. 모든 NSP가 소장에서 완전히 사라지는 것은 아니며, 분해된 올리고당 일부는 장내 미생물의 기질이 될 수 있습니다. 이때 결과는 단순하지 않습니다. 적절한 수준의 저분자 탄수화물은 유익한 발효와 단쇄지방산 생성에 기여할 수 있지만, 과도하거나 불균형한 미분해 NSP는 점도, 습분, 미생물 과증식, 장 점막 자극으로 이어질 수 있습니다. 그래서 사료용 만난분해효소는 “섬유를 없애는” 접근이라기보다, 기질의 분자 크기와 장내 이용 경로를 바꾸는 정밀한 영양 도구로 이해하는 편이 정확합니다.

가금 사료에서의 적용: 육계, 산란계, 원료 유연성

육계는 성장 속도가 빠르고 사료섭취량 대비 근육 축적 효율이 생산성의 핵심이기 때문에, 사료 내 NSP 부담에 민감합니다. 특히 밀 기반 사료, 대두박 의존도가 높은 사료, 식물성 부산물 사용이 늘어난 사료에서는 NSP 분해효소의 역할이 커질 수 있습니다. 상업형 육계 사료에서 자일라나아제 단일 투입, 고수준 자일라나아제, NSP 분해효소 콕테일을 비교한 연구는 실제 배합에 가까운 조건에서 효소 전략 간 차이를 평가했습니다^[6]. 이와 같은 연구 흐름은 만난분해효소를 단독 효소가 아니라 전체 탄수화물분해효소 프로그램의 일부로 보는 이유를 설명합니다.

밀 기반 육계 사료에서는 아라비노자일란과 β -글루칸뿐 아니라 대두박 유래 만난 계열 성분도 함께 고려해야 합니다. β -만난분해효소 단독 또는 자일라나아제· β -글루카나아제 병용이 성장성적과 NSP 분해, 위장관 환경을 개선했다는 2025년 연구는, 한 가지 효소가 모든 세포벽 문제를 해결한다기보다 주요 기질을 나누어 공략하는 전략이 필요하다는 점을 뒷받침합니다^[5]. 이때 만난분해효소는 대두박과 특정 부산물의 만난 부담을 낮추는 축으로 기능합니다.

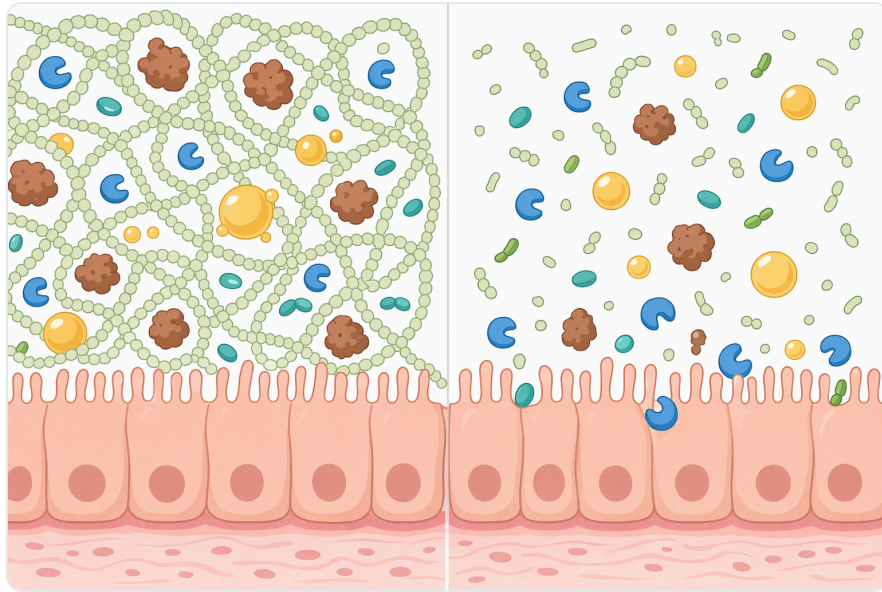


Figure 2. 큰 수용성 β-만난 중합체는 소화물의 점도를 높이고 영양소, 소화효소, 흡수 표면 사이의 접촉을 줄일 수 있습니다.

옥수수-대두 기반 사료에서는 일반적으로 밀 기반 사료보다 수용성 NSP와 점도 문제가 작게 나타날 수 있지만, 대두박 함량, 대체 단백질원, 오일시드 부산물, 가공 부산물 사용 비율에 따라 β-만난 부담이 의미 있게 증가할 수 있습니다. 해바라기박으로 대두박을 부분 대체하고 NSP 분해효소를 보충한 육계 연구는 성장성적, 영양소 소화율, 장 형태를 함께 평가했습니다^[7]. 이는 원료비와 공급망 변화로 대체 원료 사용이 늘어나는 상황에서, 효소가 배합 유연성을 확보하는 수단이 될 수 있음을 시사합니다.

산란계에서도 β-만난 관리는 중요합니다. 산란계는 육계처럼 급격한 증체가 목표는 아니지만, 장기간 일정한 사료섭취와 에너지·아미노산 공급을 유지해야 산란율, 난중, 난각 형성, 체중 유지가 안정화됩니다. 장 내용물 점도 증가나 NSP 발효 불균형이 발생하면 사료섭취 패턴, 분변 수분, 장 점막 부담이 생산 지속성에 영향을 줄 수 있습니다. 산란계에 대한 직접 연구는 육계보다 상대적으로 적지만, 단위동물의 NSP 이용 한계와 식물성 원료의 만난 부담이라는 영양학적 원리는 동일하게 적용됩니다.

가금 생산에서 만난분해효소의 의미는 단순히 성적 개선 수치를 기대하는 것에 그치지 않습니다. 원료 단가가 변동할 때 팜커널계 원료, 코프라박, 해바라기박, 발효 부산물 등 다양한 식물성 원료를 검토하게 되는데, 이때 NSP 조성이 달라지면 배합의 소화 안정성이 흔들릴 수 있습니다. 오카라와 코프라박을 프로바이오틱스 및 NSP 효소와 함께 고상발효한 육계 연구는, 부산물 원료의 영양적 활용에서 미생물 발효와 효소가 함께 연구되고 있음을 보여줍니다^[8].

돼지 사료에서의 적용: 이유자돈과 저에너지 배합의 보완

돼지 사료에서 만난분해효소가 특히 주목되는 영역은 이유자돈과 원료 대체가 많은 육성·비육 단계입니다. 이유 직후 자돈은 모유에서 고형 사료로 전환하며, 위산 분비, 췌장효소 분비, 장 용모 구조, 면역 균형이 빠르게 변화합니다. 이때 β -만난을 포함한 NSP가 많은 사료는 영양소 이용을 낮추거나 장내 미생물 변동성을 키울 수 있습니다. NSP 공급원과 효소가 이유자돈의 점막 관련 미생물과 점막 면역에 영향을 준다는 연구 주제는, 효소 효과가 단순한 에너지 방출 이상의 장 생태 조절과 연결됨을 보여줍니다^[3].

2023년 이유 후 자돈 연구는 순에너지를 낮춘 사료에 β -만난분해효소를 적용했을 때 동등한 성적과 추가 경제적 이점이 나타났다고 보고했습니다^[9]. 이 결과는 만난분해효소가 반드시 “더 높은 영양 밀도”만을 목표로 쓰이는 것이 아니라, 배합 에너지 여유를 조정하거나 원료 구성을 유연하게 가져가는 전략에서 평가될 수 있음을 의미합니다. 다만 이 연구 결과를 모든 양돈장에 동일하게 적용할 수는 없으며, β -만난 함량, 원료 종류, 사육 단계, 건강 상태, 환경 스트레스에 따라 반응은 달라집니다.

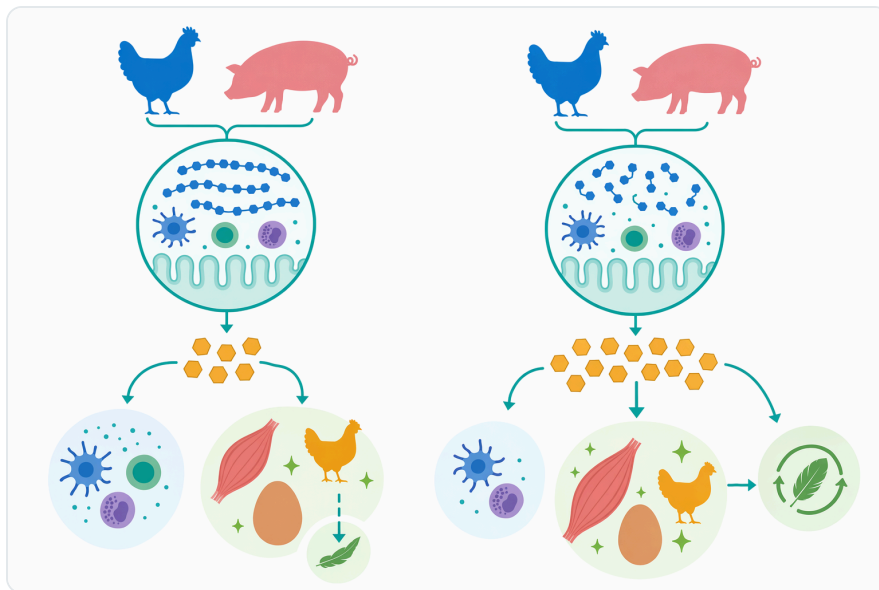


Figure 3. β -만난 구조를 가수분해하면 비생산적인 장 면역 자극을 줄이고 영양소가 생산적 기능에 사용되도록 보존하는 데 도움이 될 수 있습니다.

육성·비육돈에서는 팜커널계 원료, 코프라박, 기타 오일시드 부산물처럼 비용 경쟁력이 있는 원료를 사용할 때 β -만난과 총 NSP 부담이 함께 증가할 수 있습니다. 이러한 원료는 에너지나 단백질 측면에서 배합상 매력적일 수 있지만, 세포벽 다당류가 영양소 접근을 제한하면 실제 이용률이 기대보다 낮아질 수 있습니다. 만난분해효소는 이때 만난 계열 기질을 낮추는 효소적 보완 장치로 작동하며, 자일라나아제나 프로테아제 등 다른 효소와의 병용 가능성도 배합 목적에 따라 검토됩니다.

양돈에서 또 하나 고려할 점은 분뇨와 장내 발효의 관계입니다. 미분해 NSP가 후장으로 많이 넘어 가면 발효량과 발효산물, 분변 성상, 악취 전구물질의 발생에 영향을 줄 수 있습니다. 2024년 돼지 생산의 유해가스 저감 전략에 관한 종설은 사료첨가제가 악취 및 가스 배출 관리와 연결될 수 있음을 다뤘습니다^[10]. 만난분해효소만으로 환경 문제를 해결한다고 말할 수는 없지만, 소화율과 후장 기질 흐름을 조절하는 사료효소가 분뇨 특성과 연동될 수 있다는 점은 실무적으로 의미가 있습니다.

단독 만난분해효소와 복합 NSP 효소의 차이

사료용 효소를 선택할 때 중요한 질문은 “어떤 효소가 가장 강한가”가 아니라 “현재 배합에서 어떤 기질이 병목인가”입니다. 만난분해효소는 β -만난에 초점을 맞추지만, 밀·보리·호밀 기반 사료에서는 아라비노자일란과 β -글루칸의 영향이 더 크게 나타날 수 있습니다. 반면 팜커널박·코프라박·구아 관련 원료·대두박 의존도가 높은 배합에서는 만난 계열 NSP가 상대적으로 중요해집니다. 상업형 육계 사료에서 자일라나아제와 NSP 분해효소 각테일을 비교한 연구가 존재하는 것은, 효소 프로그램을 원료 기질 구조에 맞추어 설계해야 하기 때문입니다^[11].

복합 탄수화물분해효소는 여러 세포벽 성분을 동시에 낮출 수 있다는 장점이 있습니다. 하지만 복합 효소가 항상 단독 효소보다 우월하다고 단정하기는 어렵습니다. 기질이 충분하지 않은 효소는 반응을 크게 만들기 어렵고, 효소 간 목표 기질이 중복되지 않더라도 실제 동물 반응은 사료 조성, 장 통과속도, 열처리, 입자도, 건강 상태에 따라 달라집니다. 2021년 다성분 carbohydrase 시스템 연구가 식물 세포벽의 복잡성을 다루는 “도구상자”로 효소를 설명한 것은, 효소를 단일 성분이 아니라 기질 별 도구로 이해해야 한다는 관점을 제시합니다^[1].

아래 표는 만난분해효소와 다른 주요 NSP 분해효소의 역할을 실제 배합 관점에서 비교한 것입니다.

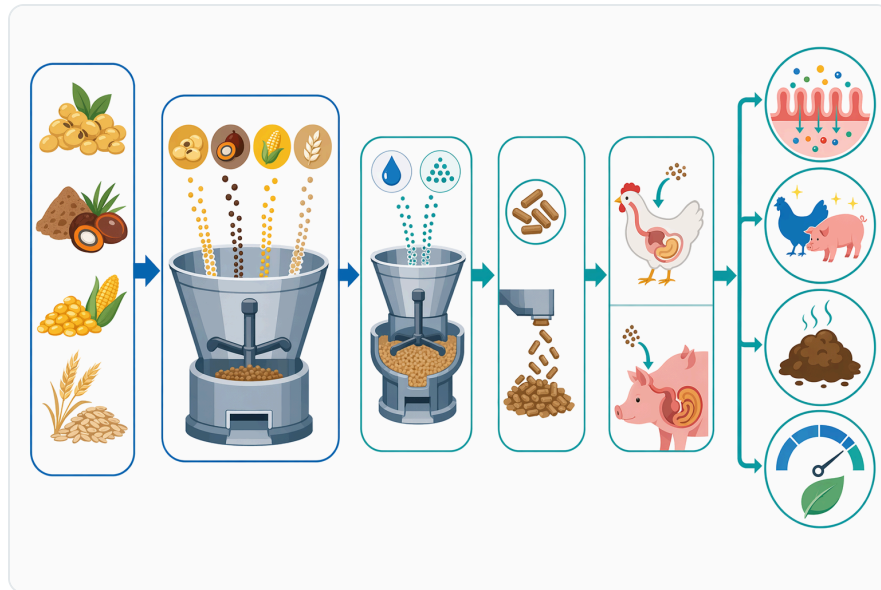


Figure 4. 사료 이용 경로는 β -만난 함유 원료에서 시작해 효소적 가수분해, 중합체 효과 감소, 영양소 접근성 개선, 그리고 이미 공급된 배합사료의 더 나은 이용으로 이어집니다.

효소 유형	주요 표적 기질	상대적으로 관련 큰 원료·사료 상황	기대되는 영양학적 방향	해석 시 주의점
β -만난분해 효소	만난, 갈락토만난, 글루코만난	대두박, 팜커널박, 코프라박, 일부 식물성 부산물	β -만난 사슬 절단, NSP 부담 감소, 장 환경 안정화 지원	β -만난 함량이 낮으면 반응이 제한적일 수 있음
자일라나아제	아라비노자일란	밀, 호밀, 트리티케일, 일부 곡물 부산물	점도 감소, 세포벽 개방, 에너지 이용성 개선 가능	밀 기반 사료와 옥수수 기반 사료 반응이 다를 수 있음
β -글루카나아제	β -글루칸	보리, 귀리, 일부 곡물 원료	수용성 NSP 부담 완화, 장 내용물 흐름 개선 가능	기질의 용해성과 가공 이력 영향이 큼
복합 NSP 효소	여러 세포벽 다당류	대체 원료·부산물 비율이 높은 배합	다중 기질 접근, 원료 유연성 확대 가능	모든 배합에서 단독 효소보다 낫다고 일반화하기 어려움
NSP 효소 + 프로테아제	다당류와 단백질 매트릭스	저단백 설계, 식물성 단백질원 비율이 높은 배합	세포벽과 단백질 접근성 동시에 개선 가능	효소별 기질과 배합 목적을 구분해야 함

NSP 효소와 프로테아제를 함께 적용한 육계 연구도 주목할 만합니다. 황우 육계에서 조단백 수준이 다른 사료에 복합 NSP 효소와 프로테아제를 적용했을 때 성장성적, 육질, 영양소 소화율 반응을 평가한 연구는, 효소가 에너지뿐 아니라 단백질 이용성과도 연동될 수 있음을 보여줍니다^[12]. β -만난이 세포벽 매트릭스의 일부로 존재할 때, 만난분해효소가 탄수화물 구조를 낮추면 단백질·지방·전분에 대한 접근성이 간접적으로 개선될 수 있습니다.

연구 근거를 읽는 방법: “효과 있음”보다 “어떤 조건에서”가 중요하다

사료효소 연구를 해석할 때 가장 흔한 오류는 한 연구의 성적 수치를 모든 배합에 그대로 적용하는 것입니다. 같은 만난분해효소라도 사료의 주곡물, 대두박 수준, 부산물 종류, 동물의 연령, 장 건강 상태, 열처리 조건이 다르면 결과가 달라집니다. 밀 기반 육계 사료에서 β -만난분해효소 단독 및 복합효소가 성장성적과 NSP 분해, 위장관 환경을 개선했다는 연구는 중요한 근거이지만, 그 의미는 “밀 기반 사료에서 만난 계열 기질과 다른 NSP 기질을 함께 고려했을 때 반응이 확인되었다”로 읽는 것이 적절합니다^[5].

또한 *in vitro* 연구와 *in vivo* 연구의 의미를 구분해야 합니다. 소화물 잔류 NSP를 효소로 분해하는 *in vitro* 연구는 효소가 실제 소화관에 남은 기질을 분해할 수 있는 가능성을 보여주지만, 동물의 성장성적, 장 점막, 면역 반응, 사료섭취량까지 완전히 대변하지는 않습니다^[4]. 반대로 사양시험은 실제 동물 반응을 보여주지만, 특정 사료와 환경 조건에 묶여 있으므로 기전 설명에는 한계가 있습니다. 따라서 만난분해효소의 과학적 이해는 기질 분해, 장 환경, 생산성 반응을 함께 종합해야 합니다.

육계에서 NSP 효소가 밀 기반 사료에서는 유리하게 작용했지만 옥수수 기반 사료에서는 그렇지 않았다는 연구 주제는 이 차이를 잘 보여줍니다^[2]. 밀에는 수용성 아라비노자일란이 많아 점도와 세포벽 효과가 두드러질 수 있고, 옥수수-대두 사료에서는 상대적으로 기질 구성과 물리적 효과가 다릅니다. 따라서 옥수수-대두 사료에서 만난분해효소를 검토할 때는 “옥수수”보다 대두박, 팜커널계 원료, 코프라박, 기타 만난 함유 부산물의 기여도를 보는 것이 더 타당합니다.

돼지 연구도 같은 원칙을 따릅니다. 순에너지 수준을 낮춘 이유 후 자돈 사료에서 β -만난분해효소가 동등한 성적과 경제적 이점을 보였다는 연구는 실무적으로 흥미롭지만, 그 결과는 해당 시험의 에너지 설정, 사양 단계, 원료 구성, 건강 상태에 의존합니다^[9]. 그러므로 만난분해효소는 “사료비를 반드시 낮추는 성분”이라기보다, β -만난 부담이 있는 배합에서 영양소 이용률과 에너지 매트릭스 설계의 가능성을 넓히는 효소로 이해하는 것이 정확합니다.

실제 배합에서 기대할 수 있는 변화

만난분해효소가 작동하는 첫 번째 지점은 장 내용물의 물리적 성상입니다. 고분자 β -만난이 감소하면 장 내용물의 점질성, 물 보유, 미세한 영양소 확산 장벽이 낮아질 가능성이 있습니다. 이러한 변화는 특히 어린 육계나 이유자돈처럼 장 통과속도와 소화효소 분비가 아직 안정되지 않은 동물에서

의미가 커질 수 있습니다. 다만 실제 점도 반응은 만난 외에도 자일란, β -글루칸, 펙틴, 입자도, 수분, 지방 수준에 영향을 받습니다.

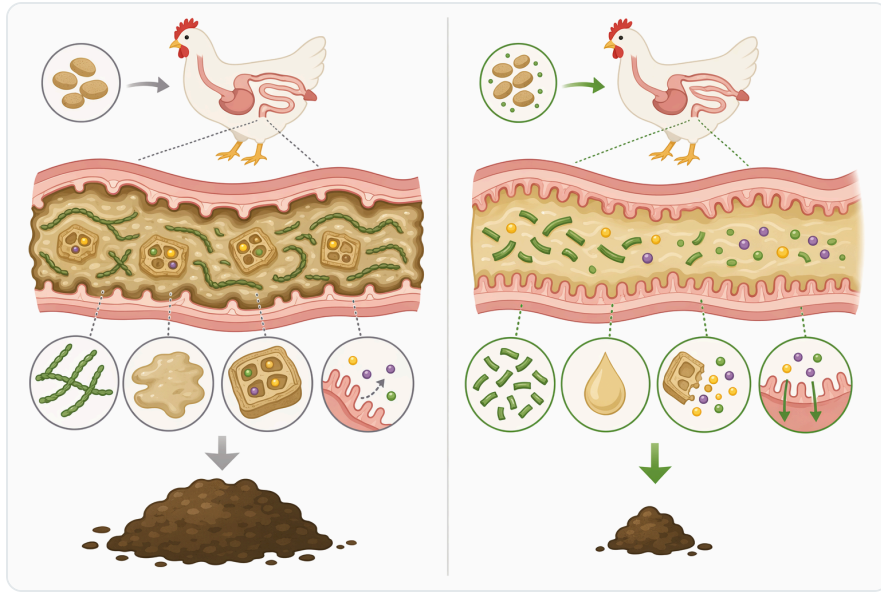


Figure 5. 만나아제는 자일란, 피테이트, 단백질 또는 전분이 아니라 β -만난 유형의 기질을 대상으로 선택된다는 점에서 자일라나아제, 피타아제, 프로테아제, 아밀라아제와 다릅니다.

두 번째 지점은 영양소 접근성입니다. 식물 세포벽 안에 갇힌 단백질·전분·지방은 소화효소가 접근하기 어렵습니다. 만난분해효소가 만난 골격을 절단하면 세포벽 구조가 느슨해지고, 다른 소화효소나 사료효소가 기질에 접근할 여지가 커질 수 있습니다. 다성분 탄수화물분해효소를 식물 기질 세포벽의 복잡성을 다루는 도구로 설명한 연구는, 단일 영양소가 아니라 세포벽 매트릭스 전체를 봐야 한다는 점을 강조합니다^[1].

세 번째 지점은 장내 미생물과 점막 환경입니다. 미분해 NSP가 후장으로 과도하게 넘어가면 특정 미생물의 발효 기질이 늘고, 발효산물과 수분 이동, 점막 자극, 분변 성상이 바뀔 수 있습니다. 이유자돈에서 NSP 공급원과 효소가 점막 관련 미생물 및 점막 면역에 영향을 미친다는 연구는, 효소 효과를 성장성적만으로 판단하기 어렵다는 점을 보여줍니다^[3]. 특히 항생제 성장촉진제 사용이 제한되는 생산 시스템에서는 장내 기질 흐름을 조절하는 효소 전략의 중요성이 커집니다.

네 번째 지점은 배합 유연성입니다. 원료 가격이 변하거나 공급망이 불안정해지면 사료 제조사는 대체 단백질원과 부산물의 사용을 늘립니다. 이때 만난분해효소는 만난 계열 NSP가 높은 원료의 적용 폭을 넓히는 보완 수단이 될 수 있습니다. 해바라기박을 대두박 일부 대체 원료로 사용하고 NSP 효소를 함께 평가한 육계 연구는, 대체 원료 사용과 효소 적용이 함께 검토되는 전형적인 사례입니다^[7].

원료별로 보는 만난분해효소의 실무적 의미

대두박은 가금·돼지 사료에서 가장 널리 쓰이는 식물성 단백질원입니다. 대두박의 주요 영양학적 관심은 아미노산 조성 and 단백질 소화율이지만, 세포벽 NSP와 올리고당도 함께 존재합니다. 대두박을 *Bacillus velezensis*와 *Lactobacillus plantarum*의 2단계 고상발효로 개선한 연구는, 대두박의 영양 품질을 높이기 위해 미생물과 가공기술이 연구되고 있음을 보여줍니다^[13]. 만난분해효소는 발효와는 다른 방식으로, 사료 내 만난 계열 기질을 직접 낮추는 접근입니다.

팜커널박과 코프라박은 원료비 측면에서 매력적일 수 있지만 만난 계열 섬유의 비중이 커질 수 있는 원료입니다. 이런 원료가 배합에 포함되면 에너지 계산상 값과 실제 이용률 사이에 차이가 생길 수 있으며, 장 내용물 성상과 후장 발효에도 영향을 줄 수 있습니다. 오카라와 코프라박의 혼합 고상 발효 연구에서 NSP 효소가 함께 다루진 것은, 이러한 부산물의 세포벽 다당류를 줄이는 것이 사료 가치 개선의 핵심 과제 중 하나임을 보여줍니다^[8].



Figure 6. β -만나아제는 사료에 의미 있는 β -만난 기질이 포함되어 있을 때 육계, 산란계, 칠면조, 자돈, 비육돈, 모돈 등 가금류와 돼지 전반에 관련성이 있습니다.

해바라기박은 대두박 대체 원료로 사용될 수 있지만 섬유와 세포벽 성분이 많아 소화율과 장 형태에 영향을 줄 수 있습니다. 대두박을 해바라기박으로 부분 대체하면서 NSP 분해효소를 보충한 육계 연구는 성장성적, 영양소 소화율, 장 형태를 함께 평가했습니다^[7]. 만난분해효소가 해바라기박의 모든 섬유 문제를 직접 해결한다고 말할 수는 없지만, 만난 계열 기질이 포함된 복합 NSP 부담을 낮추는 효소 프로그램의 일부가 될 수 있습니다.

밀·보리 기반 사료에서는 만난분해효소 단독보다 자일라나아제, β -글루카나아제와의 관계를 함께 봐야 합니다. 밀 기반 육계 사료에서 β -만난분해효소 단독 또는 자일라나아제· β -글루카나아제 병용을 평가한 연구는, 특정 기질을 겨냥한 단독 효소와 복합 NSP 효소 전략을 비교하는 근거를 제공합니다^[5]. 따라서 만난분해효소는 곡물 NSP와 단백질원 NSP가 동시에 존재하는 실제 사료에서 배합 목적에 맞추어 해석되어야 합니다.

적용 시 고려해야 할 한계

만난분해효소는 질병 치료제나 항생제가 아닙니다. 장 건강이 나쁜 농장에서 효소만으로 위생, 환기, 수질, 백신, 원료 위생, 곰팡이독소 관리, 사육밀도 문제를 대체할 수 없습니다. 효소는 기질이 있을 때 작동하는 단백질 촉매이며, β -만난 부담이 낮은 배합에서는 반응이 제한될 수 있습니다. 준임상 장염 조건에서 NSP 효소 반응이 사료 기반에 따라 달랐다는 육계 연구는, 건강 상태와 원료 조성이 효소 반응을 함께 결정한다는 점을 보여줍니다^[2].

또한 효소 효과는 사료 제조 공정의 영향을 받습니다. 효소 단백질은 열, 수분, 압력, 저장 기간에 민감할 수 있으므로, 펠leting이나 후첨 공정, 보관 조건, 프리믹스 혼합 균일성은 실제 반응에 영향을 줄 수 있습니다. 여기서 중요한 것은 특정 분석법이나 활성을 현장에서 직접 검증하라는 의미가 아니라, 효소가 화학적 미네랄이나 아미노산과 달리 생물학적 기능을 가진 단백질이라는 점을 이해하는 것입니다. 상업적 가금 영양에서 효소 기술이 발전해 온 배경도, 가공 안정성과 장내 작동성을 동시에 확보하려는 산업적 요구와 관련됩니다^[14].

경제성도 자동으로 보장되지 않습니다. β -만난분해효소가 저에너지 자돈 사료에서 동등한 성적과 경제적 이점을 보였다는 연구가 있지만, 이는 특정 시험 조건에서의 결과입니다^[9]. 원료 가격, 사료 배합 목표, 동물 단계, 농장 성적 변동성, 기존 효소 사용 여부에 따라 경제적 결과는 달라집니다. 따라서 만난분해효소의 가치는 “항상 비용을 절감한다”가 아니라, β -만난이 실제 병목일 때 영양소 이용과 배합 설계의 선택지를 넓힌다는 데 있습니다.

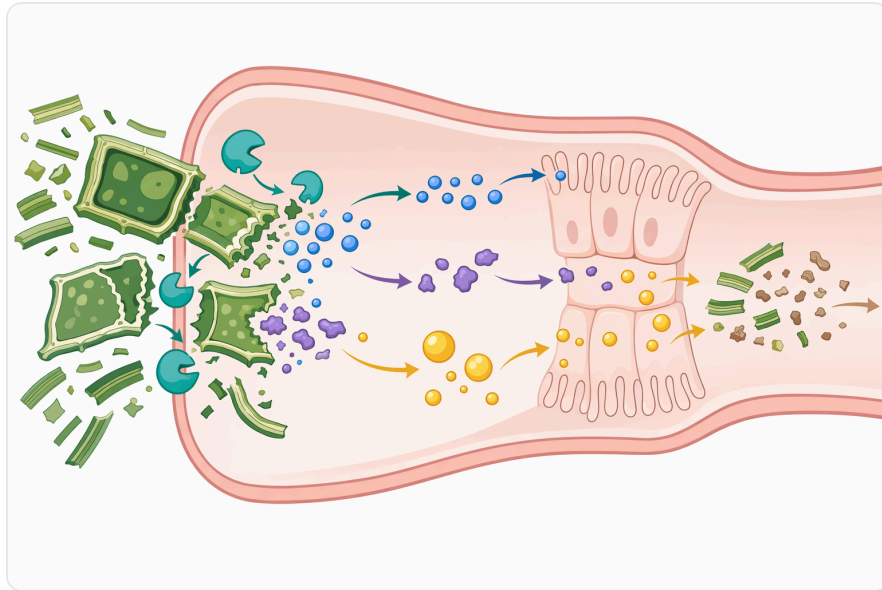


Figure 7. 만나아제는 β -만난과 관련된 차폐 효과와 점도를 줄임으로써 식물성 사료에서 에너지, 아미노산, 지방 분획에 대한 접근성을 개선할 수 있습니다.

Enzymes.bio 제품 정보와 구매 방식

Enzymes.bio의 Mannanase Enzyme for Poultry Feed - Pig Feed Enzymes는 가금 및 돼지 사료에서 β -만난 계열 NSP 부담을 낮추기 위한 사료용 효소 제품으로 소개됩니다. Enzymes.bio는 이 제품의 제조사나 분석 실험실이 아니라 온라인 공급업체입니다. 제품은 1kg 단위로 온라인에서 직접 구매할 수 있으며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다.

이 문서는 제품의 과학적 배경과 사료 적용 의미를 설명하기 위한 기술 자료입니다. 특정 사료 배합, 특정 농장, 특정 동물 단계에서 동일한 생산성 향상을 보장하지 않으며, 질병 예방·치료 효과를 주장하지 않습니다. 만난분해효소는 β -만난이라는 명확한 기질이 존재할 때 의미가 커지는 효소이므로, 실무적 가치는 원료 조성, NSP 부담, 사육 단계, 장 건강 상태, 기존 효소 프로그램과 함께 판단하는 것이 타당합니다.

핵심 정리

Mannanase Enzyme for Poultry Feed - Pig Feed Enzymes의 핵심 기능은 식물성 사료 원료의 β -만난 계열 비전분다당류를 더 작은 조각으로 분해해 장 내용물 성상, 영양소 접근성, 후장 발효 기질 흐름을 개선할 가능성을 제공하는 것입니다. 육계 연구에서는 β -만난분해효소 단독 또는 자일라나아제· β -글루카나아제와의 병용이 밀 기반 사료에서 성장성적, NSP 분해, 위장관 환경 개선과 연결되었고, 돼지 연구에서는 저에너지 이유 후 자돈 사료에서 동등한 성적과 경제적 이점이 보고되었습니다^{[5][9]}.

가금·돼지 사료효소의 실무적 해석은 “효소를 넣으면 좋아진다”가 아니라 “어떤 원료의 어떤 NSP가 병목인지”에서 출발해야 합니다. β-만난 부담이 있는 대두박 중심 배합, 팜커널계 원료·코프라박·해바라기박 등 식물성 부산물 활용 배합, 장 환경 안정성이 중요한 육계·산란계·이유자돈 사료에서 만난분해효소는 합리적인 효소 전략이 될 수 있습니다. Enzymes.bio는 해당 제품을 1kg 단위로 온라인 공급하며, 주문 시 제품 관련 CoA와 SDS를 제공합니다.

Mannanase Enzyme For Poultry Feed - Pig Feed Enzymes 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 Poultry Feed - Pig Feed Enzymes 구매하기 →](#)

참고문헌

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

1. Pedersen, N. R., Tovborg, M., Farjam, A. S., & Pia, E. D. D. (2021). Multicomponent carbohydrase system from *Trichoderma reesei*: A toolbox to address complexity of cell walls of plant substrates in animal feed. *PLoS ONE*, 16.
2. Kim, E., Moss, A., Morgan, N., Gharib-Naseri, K., Ader, P., & Choct, M. (2022). Non-starch polysaccharide-degrading enzymes may improve performance when included in wheat- but not maize-based diets fed to broiler chickens under subclinical necrotic enteritis challenge. *Animal Nutrition*, 10, 54 - 67.
3. Baker, J. T., Deng, Z., Gormley, A. R., & Kim, S. W. (2025). Impacts of non-starch polysaccharide sources with enzymes influencing intestinal mucosa-associated microbiota and mucosal immunity of nursery pigs on growth and carcass traits at market weight. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 16.
4. Kim, E., Morgan, N., Moss, A., Solbak, A., Li, L., Ader, P., & Choct, M. (2022). In vitro degradation of non-starch polysaccharide residues in the digesta of broilers offered wheat-soy or maize-soy diets by feed enzymes. *Journal of Applied Animal Nutrition*.
5. Kim, E., Choct, M., Fickler, A., Pasquali, G., Hall, L., Crowley, T. M., & Sharma, N. K. (2025). Supplementation of β-mannanase alone or in combination with xylanase and β-glucanase enhanced growth performance, non-starch polysaccharide degradation, and gastrointestinal environment of broilers offered wheat-based diets. *Animal Nutrition*, 23, 429 - 437.
6. Morgan, N., Bhuiyan, M., Wallace, A., & Hopcroft, R. (2022). Comparing a single dose of xylanase to a double dose or cocktail of non-starch polysaccharide-degrading enzymes in broiler chicken diets. *Journal of Applied Animal Nutrition*.

7. Munawar, Z., Amjid, S., Ramzan, F., Rafique, A., Hassan, S., Anwar, U., Mehmood, M., ... et al. (2025). Effects of partial soybean meal replacement with sunflower meal and non-starch polysaccharide degrading enzymes supplementation on broiler growth performance, nutrient digestibility, and gut morphology. *Veterinary World*, 18, 695 - 704.
8. Hsiao, F. S., Artdita, C. A., Lin, S., Yu, Y., & Cheng, Y. (2022). Mixed Solid-State Fermentation of Okara and Copra Meal by Probiotics with Non-Starch Polysaccharide Enzymes and Its Effects on the Growth Performance and Ileal Microbiota in Broilers. *Fermentation*.
9. 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*.
10. Hossain, M. M., Cho, S., & Kim, I. H. (2024). Strategies for reducing noxious gas emissions in pig production: a comprehensive review on the role of feed additives. *Journal of Animal Science and Technology*, 66, 237 - 250.
11. Morgan, N., Bhuiyan, M., & Hopcroft, R. (2022). Non-starch polysaccharide degradation in the gastrointestinal tract of broiler chickens fed commercial-type diets supplemented with either a single dose of xylanase, a double dose of xylanase, or a cocktail of non-starch polysaccharide-degrading enzymes. *Poultry Science*, 101.
12. Wang, C., Yuan, T., Yang, J., Zheng, W., Wu, Q., Zhu, K., Mou, X., ... et al. (2022). Responses of Combined Non-starch Polysaccharide Enzymes and Protease on Growth Performance, Meat Quality, and Nutrient Digestibility of Yellow-Feathered Broilers Fed With Diets With Different Crude Protein Levels. *Frontiers in Veterinary Science*, 9.
13. Chen, L., Zhao, Z., Yu, W., Zheng, L., Li, L., Gu, W., Xu, H., ... et al. (2021). Nutritional quality improvement of soybean meal by *Bacillus velezensis* and *Lactobacillus plantarum* during two-stage solid- state fermentation. *AMB Express*, 11.
14. Cowieson, A., Hruby, M., & Pierson, E. (2006). Evolving enzyme technology: impact on commercial poultry nutrition. *Nutrition research reviews*, 19, 90 - 103.


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