إنزيم المانانار – Mannanase Enzyme For Poultry Feed Pig Feed Enzymes لتحسين هضم أعلاف الدواجن والخنازير

فريق الأبحاث في Enzymes.bio · ويلينغتون، نيوزيلندا · June 21, 2026

إنزيم المانانار العلفي هو كربوهيدراز يستهدف مركبات **β-mannans** ضمن السكريات غير النشوية في مكونات الأعلاف النباتية، ما يساعد على تقليل أثرها المضاد للتغذية وتحسين إتاحة الطاقة والمغذيات. في الدواجن والخنازير، تكون قيمته العملية أكبر عندما تحتوي العليقة على مصادر نباتية غنية نسبيًا بالألياف والهيميسليلوز، ويُستخدم كجزء من برنامج تغذية متوازن لا كبديل عن جودة المواد الخام أو الصياغة الدقيقة.

تورد Enzymes.bio منتج **Mannanase Enzyme For Poultry Feed – Pig Feed Enzymes** عبر الشراء المباشر على الإنترنت بوحدة **1 kg**، مع إرفاق وثائق **CoA** و**SDS** مع الطلب؛ وهي جهة موزّدة وليست جهة تصنيع أو مختبرًا .

ما هو إنزيم المانانار في أعلاف الدواجن والخنازير؟

المانانار، وبصورة أدق **β-mannanase**، هو إنزيم يحلل سلاسل المانان النباتية عبر استهداف الروابط في البنية الكربوهيدراتية لهذه البوليمرات. تنتمي β-mannans إلى مجموعة أوسع تُعرف باسم **السكريات غير النشوية** أو **Non-Starch Polysaccharides – NSPs**، وهي مكونات بنيوية في جدران الخلايا النباتية لا تُهضم بكفاءة عالية في الحيوانات أحادية المعدة مثل الدجاج والخنازير، مقارنةً بالكربوهيدرات الأسهل مثل النشا [1].

توجد β-mannans في صور متعددة، منها المانان، والغالاكتومانان، والغلوكومانان، والغالاكتوغلوكومانان. هذه الاختلافات ليست أسماءً كيميائية شكلية فقط؛ فهي تؤثر في قابلية الذوبان، ودرجة التفرع، وتفاعل الجزيء مع الماء، وقدرته على زيادة لزوجة محتوى الأمعاء أو إعاقة وصول الإنزيمات الهاضمة إلى البروتينات والنشا والدهون داخل المصفوفة النباتية [1].

في علائق الدواجن والخنازير الحديثة، لا يأتي التحدي من وجود الألياف وحدها، بل من تباين تركيبها بين الذرة، والقمح، وكسب الصويا، ومصادر البروتين النباتي الثانوية، والمواد الخام البديلة. لذلك تطورت تقنيات الإنزيمات العلفية من استخدام إنزيم منفرد لمشكلة محددة إلى فهم أوسع لعلاقة الإنزيم بالركيزة، وبنية الجدار الخلوي، وبيئة القناة الهضمية، وتفاعل الإنزيمات المختلفة داخل العليقة [2].

لماذا تُعد β-mannans مشكلة تغذوية؟

لا تُعامل β-mannans دائمًا كألياف خام محايدة؛ إذ يمكن أن تعمل كعوامل مضادة للتغذية عندما ترفع لزوجة محتوى الأمعاء، أو تحد من انتشار الإنزيمات الهاضمة، أو ترتبط بتغيرات في البيئة المعوية. في الدواجن، تؤكد المراجعات المتخصصة أهمية النظر إلى محتوى السكريات غير النشوية في العليقة بدل الاكتفاء بمؤشرات عامة مثل البروتين والطاقة، لأن جزءًا من خسارة الأداء قد يرتبط بتركيب الألياف لا بكميتها الكلية فقط [1].

عندما ترتفع اللزوجة في الأمعاء الدقيقة، يصبح اختلاط محتوى الأمعاء أبطأ، وتضعف حركة الركائز نحو سطح الامتصاص، وقد يتغير نمط التخمر الميكروبي في الأجزاء الخلفية من القناة الهضمية. هذا لا يعني أن كل مصدر نباتي سيؤدي إلى النتيجة نفسها، بل يعني أن **نوع NSP** ودرجة ذوبانه وحجمه الجزيئي قد تكون أكثر أهمية من الرقم الإجمالي للألياف في بطاقة التركيب [3].

تؤثر β-mannans أيضًا في مفهوم "القيمة الغذائية المتاحة"؛ فالعلف قد يحتوي على طاقة وبروتين محسوبين، لكن جزءًا من هذه المغذيات يبقى أقل إتاحة إذا كانت محاطة بجدران خلوية صعبة التفكيك أو إذا تسببت الألياف الذائبة في إبطاء الهضم. لهذا السبب تركز أبحاث الإنزيمات العلفية على تحرير المغذيات من المصفوفة النباتية، وليس فقط على إضافة عنصر غذائي جديد إلى العليقة [4].

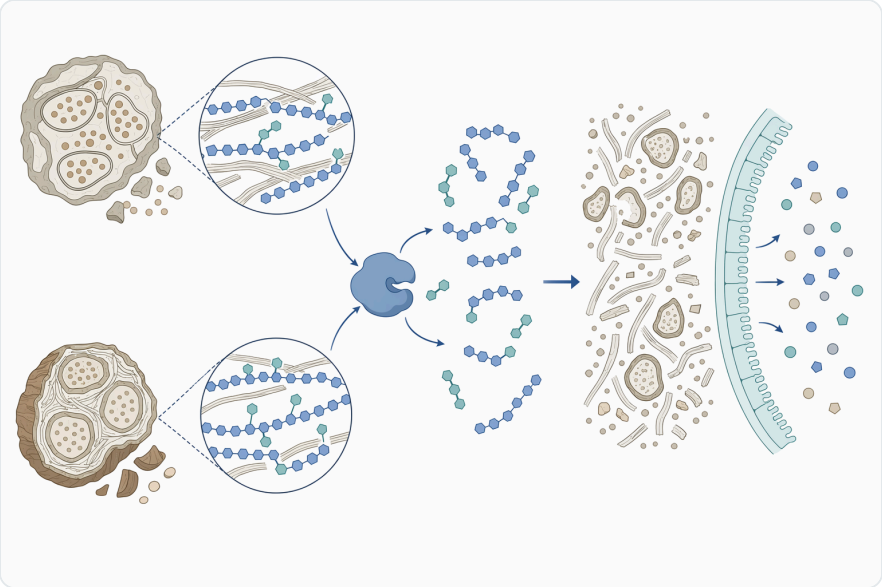

Figure 1. β-만난분해효소는 β-만난, 갈락토만난, 글루코만난 구조의 β-1,4 결합을 표적으로 하여 더 짧은 만노스 함유 조각을 형성한다.

آلية عمل المانانار: من البوليمر النباتي إلى أثر هضمي قابل للقياس

تبدأ آلية المانانار من التعرف على سلاسل β-mannan في المادة النباتية. هذه السلاسل قد تكون خطية نسبيًا أو متفرعة بسلاسل جانبية مثل الغالاكتوز، وقد تكون جزءًا من بنية جدار خلوي متشابكة مع السليلوز، والزيلان، واللجنين بدرجات متفاوتة. وظيفة المانانار هي تقصير هذه السلاسل عبر التحلل المائي، ما يحول البوليمرات الأكبر إلى أوليغوسكريات أقصر ذات خواص فيزيائية مختلفة [5].

الأثر الأول لهذا التحلل هو تقليل قدرة جزيئات المانان الكبيرة على احتجاز الماء والمساهمة في اللزوجة. عندما ينخفض الحجم الجزيئي للبوليمر، تقل قدرته على تكوين محلول لزج يبطئ اختلاط الكيموس المعوي. ومن الناحية العملية، قد ينعكس ذلك في وصول أفضل للإنزيمات الذاتية، مثل الأميلاز والبروتياز والليباز، إلى ركائزها داخل العليقة النباتية [3].

الأثر الثاني هو **فتح المصفوفة النباتية**. بعض المغذيات لا تكون غير قابلة للهضم بذاتها، لكنها محجوزة داخل جدار خلوي غني بالهيميسليلوز. بتقليل تعقيد جزء المانان، قد يصبح الوصول إلى النشا والبروتين والدهون أسهل، خاصة عندما يعمل المانانان ضمن خلفية من إنزيمات NSP الأخرى أو ضمن عليقة مصممة لتقليل العبء الليفي [6].

الأثر الثالث يتعلق بالبيئة المعوية والمناعة المخاطية. الأبحاث الحديثة في تغذية الخنازير والدواجن لا تنظر إلى الإنزيمات بوصفها أدوات هضم فقط، بل بوصفها عوامل قد تغير شكل الركائز المتاحة للميكروبيوم، ومعدل التخمر، والتفاعل بين المخاطية ومحتوى الأمعاء. في الخنازير الصغيرة مثلًا، تدرس الأبحاث كيف تؤثر مصادر NSP مع الإنزيمات في الميكروبيوتا المرتبطة بالمخاطية والمناعة المخاطية، وهو جانب مهم عند تقييم "Pig Feed Enzymes" عمليًا [7].

أين تظهر فائدة المانانان أكثر: الدواجن أم الخنازير؟

في الدواجن، يكون المرور الهضمي سريعًا نسبيًا، وتؤثر لزوجة محتوى الأمعاء وتحرير المغذيات في كفاءة التحويل الغذائي بصورة واضحة. لذلك اكتسبت إنزيمات NSP، ومنها المانانان والزيلانان والبيتا-غلوكانان، أهمية خاصة في علائق اللاحم والبياض، ولا سيما عندما تعتمد العليقة على مكونات نباتية متغيرة في محتواها من الألياف [2].

في الخنازير، تمتلك القناة الهضمية قدرة أكبر على التخمر الخلفي مقارنة بالدواجن، لكن ذلك لا يلغي أثر NSP في مراحل مثل ما بعد الفطام والنمو والتسمين. الخنزير يستطيع الاستفادة من بعض نواتج التخمر، إلا أن الألياف اللزجة أو المانعة للوصول إلى المغذيات قد تخفض كفاءة الاستفادة من الطاقة والبروتين قبل وصول المادة إلى الأمعاء الغليظة [4].

لذلك يُستخدم مصطلح **Pig Feed Enzymes** عادةً للإشارة إلى مجموعة إنزيمات وليس إلى إنزيم واحد. المانانان يكون أكثر منطقية عندما تكون الركيزة المستهدفة موجودة، بينما قد تكون الزيلانان أو البروتياز أو الفيتاز أكثر أهمية في ظروف أخرى. القيمة العملية تأتي من ربط الإنزيم بالمشكلة التغذوية: المانانان للمانانات، الزيلانان للزيلانات، الفيتاز للفيتات، والبروتياز لتحسين جزء من هضم البروتينات [8].

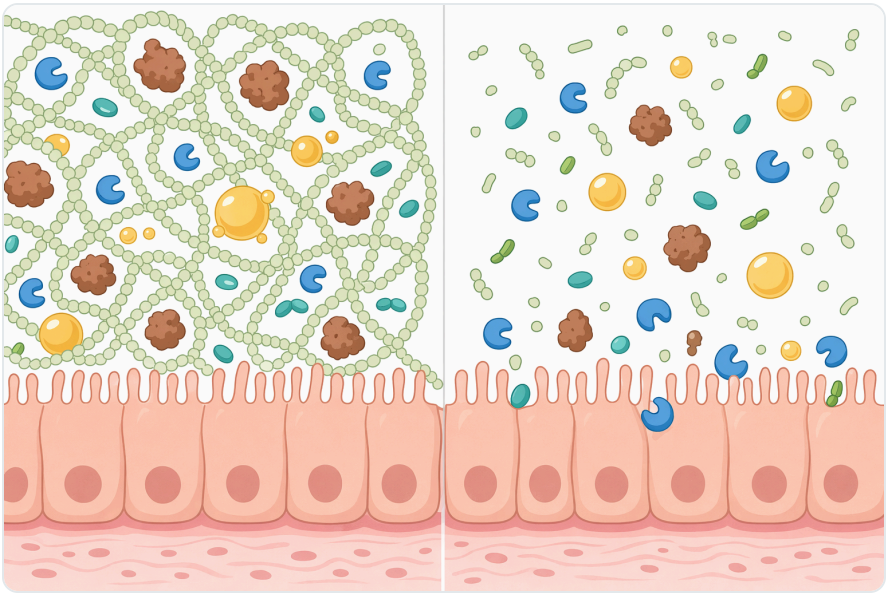

Figure 2. 큰 수용성 β-만난 중합체는 소화물의 점도를 높이고 영양소, 소화효소, 흡수 표면 사이의 접촉을 줄일 수 있다.

مقارنة المانانان مع إنزيمات علفية شائعة

الإنزيم العلفي	الركيزة الأساسية في العلف	المشكلة التي يعالجها غالبًا	موضع الأهمية في الدواجن والخنازير
β-mannanase / المانانان	β-mannans مثل المانان والغالاكتومانان والغلوكومانان	تقليل أثر المانانات المضاد للتغذية، وخفض اللزوجة المحتملة، وتحسين تحرير المغذيات من المصفوفة النباتية	مهم عند وجود مكونات نباتية ذات عبء مانان واضح، ويُدرس ضمن عائلة إنزيمات NSP في الدواجن والخنازير [5]
Xylanase / الزيلانان	الزيلانات والأرابينوكسيلانات	خفض لزوجة بعض علائق الحبوب وتحسين تفكيك جدران الخلايا	واسع الاستخدام في علائق القمح والذرة والحبوب، وتدعمه دراسات كثيرة في اللاحم [9]
β-glucanase / بيتا-غلوكانان	β-glucans	تقليل لزوجة ناتجة عن بعض الحبوب وتحسين الهضم	يرتبط غالبًا بعلائق تحتوي على شعير أو شوفان أو مكونات غنية بالبيتا-غلوكان [10]
Phytase / الفيتاز	الفيتات	تحرير الفوسفور المرتبط وتقليل الأثر المضاد للتغذية للفيتات	من أكثر الإنزيمات رسوخًا في أعلاف أحادية المعدة، ويختلف هدفه عن المانانان لأنه يستهدف مركبًا معدني الارتباط لا NSP [11]
Protease / البروتياز	البروتينات ومضادات التغذية البروتينية	دعم هضم البروتين وتحسين الاستفادة من الأحماض الأمينية	يستخدم لتقليل الفقد البروتيني أو دعم هضم مصادر بروتينية معينة، ولا يحل محل إنزيمات الألياف [8]

دليل الدواجن: ماذا تضيف الدراسات الحديثة؟

توضح دراسة على دجاج اللاحم المغذى على علائق قائمة على القمح أن إضافة **β-mannanase** منفردًا أو مع الزيلاناز والبيتا-غلوكاناز حسّنت مؤشرات مرتبطة بالأداء، وتحلل السكريات غير النشوية، وبيئة القناة الهضمية. أهمية هذه النتيجة أنها لا تقدم المانانا‌ز كفكرة نظرية فقط، بل تربطه بتغير قابل للرصد في هضم NSP داخل نظام علفي شائع [12].

وتُظهر دراسات أخرى أن الاستجابة لإنزيمات NSP ليست موحدة؛ فقد تختلف النتائج بين عليقة قمح-صويا وعليقة ذرة-صويا، لأن نوع الألياف وبنية الجدار الخلوي يختلفان بين المكونات. هذا يفسر لماذا قد يعمل إنزيم معين بقوة في صياغة معينة، ثم يظهر أثرًا أقل في صياغة أخرى، حتى لو كانت الفئة الحيوانية نفسها [6].

في الأعلاف التجارية، لا تكون المكونات ثابتة طوال العام. قد يتغير محصول الحبوب، مصدر كسب الصويا، درجة المعالجة، ونسبة المكونات البديلة. لذلك اتجهت أبحاث الدواجن إلى قياس تركيب NSP والتنبؤ بقابلية الهضم بدل الاعتماد فقط على جداول تركيب عامة، لأن الفروق في الألياف قد تكون كافية لتغيير قيمة إضافة إنزيمات NSP [13].

دليل الخنازير: كيف يُفهم المانانا‌ز ضمن إنزيمات Pig Feed؟

في الخنازير، تزداد أهمية الإنزيمات العلفية عندما تكون الصياغة غنية بالمكونات النباتية أو عند استخدام مواد خام بديلة لخفض التكلفة أو تحسين توافر الإمداد. الإنزيمات التي تحلل السكريات غير النشوية قد تساعد في تقليل جزء من العبء الليفي وتحسين وصول الحيوان إلى الطاقة والمغذيات، لكن الاستجابة تعتمد على مرحلة النمو وبنية العليقة ودرجة توافر الركيزة [4].

مرحلة الحضانة وما بعد الفطام حساسة بصفة خاصة لأن القناة الهضمية والميكروبيوم والمناعة المخاطية تكون في طور التكيف مع العليقة الصلبة. تشير الأبحاث في خنازير الحضانة إلى أن مصادر NSP مع الإنزيمات يمكن أن تؤثر في الميكروبيوتا المرتبطة بالمخاطية والمناعة المخاطية، مع امتدادات محتملة على النمو وخصائص الذبيحة لاحقًا [7].

رغم ذلك، ينبغي عدم المبالغة في نقل نتائج الدواجن إلى الخنازير حرفيًا. الطائر والخنزير يختلفان في سرعة المرور الهضمي، وموقع التخمر، واستجابة الميكروبيوم، ونمط تناول العلف. لذلك يكون استخدام المانانا‌ز في أعلاف الخنازير أكثر دقة عندما يُفهم كجزء من منظومة **إنزيمات أعلاف الخنازير** الموجهة للركائز، لا كحل عام لكل علائق النمو والتسمين [5].

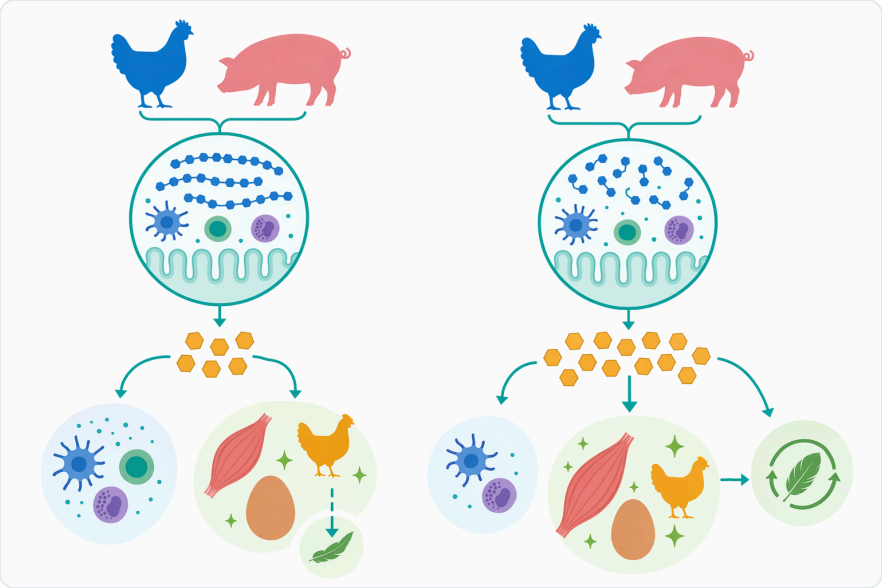

Figure 3. β-만난 구조를 가수분해하면 장에서 일어나는 비생산적인 면역 자극을 줄이고 영양소를 생산적 기능에 더 많이 활용하도록 보존하는 데 도움이 .될 수 있다

المانانان في علائق اللاحم

في دجاج اللاحم، يكون الهدف العملي الأكثر شيوعًا هو دعم كفاءة التحويل الغذائي، وتقليل الهدر الناتج عن ضعف هضم جزء من العليقة النباتية. عندما تحتوي العليقة على β-mannans أو NSPs قابلة للتأثير، فإن المانانان يساعد في تحويل جزء من العبء الليفي إلى مركبات أصغر، مع إمكانية تحسين بيئة الهضم والوصول إلى المغذيات [12].

الأهمية لا تكمن فقط في "زيادة الهضم" بمعناه العام، بل في تقليل القيود الفيزيائية والكيميائية التي تضعها الألياف الذائبة أو المتشابكة. إذا كانت المانانات تساهم في اللزوجة أو في حجز المغذيات، فإن تقصير سلاسلها قد يغير سلوك محتوى الأمعاء، ويجعل نشاط الإنزيمات الذاتية والإنزيمات المضافة الأخرى أكثر فاعلية ضمن نفس العليقة [3].

ومع ذلك، فإن اللاحم سريع الاستجابة لعوامل أخرى أيضًا: التوازن الأميني، جودة الحبيبات، صحة الأمعاء، إدارة الحرارة، ومستوى المسببات المرضية. لذلك لا ينبغي تفسير أي تحسن أو تراجع في الأداء على أنه نتيجة المانانان وحده ما لم تكن الصياغة والظروف مضبوطة ومفهومة [14].

المانانان في علائق البياض والأمهات

في الدجاج البياض، تختلف الغاية عن اللاحم؛ فالمطلوب هو استقرار إنتاج البيض، وكفاءة استخدام الطاقة، ودعم سلامة الأمعاء خلال فترة إنتاج طويلة. يمكن للمانانان أن يكون مفيدًا عندما يقلل أثر NSPs على الهضم، لكنه يجب أن يندمج مع إدارة دقيقة للكالسيوم والفوسفور والبروتين والطاقة لأن جودة القشرة والإنتاج لا تعتمدان على الألياف وحدها [15].

أما في قطعان الأمهات، فتكون إدارة وزن الجسم وتجانس القطيع وحالة الأمعاء أكثر حساسية. الإنزيمات العلفية قد تساعد في جعل إتاحة المغذيات أكثر اتساقًا عندما تتغير المواد الخام، لكن تفسير أثرها يجب أن يكون ضمن برنامج تغذية وإدارة تكاثر كامل، لا ضمن قراءة منعزلة لمكون واحد [2].

هنا تظهر قيمة المانانان كأداة لتقليل تذبذب أثر المواد الخام النباتية. فإذا كانت تركيبة العليقة تتغير بين دفعات أو مواسم، فقد يساعد إدخال إنزيم موجه للمانانات في تقليل بعض الفروق الناتجة عن اختلاف محتوى NSP، مع بقاء الحاجة إلى صياغة غذائية مبنية على بيانات موثوقة [13].

المانانان في خنازير ما بعد الفطام

بعد الفطام، يواجه الخنزير تغيرًا في مصدر الغذاء، ونمط الهضم، واستقرار الميكروبيوم. أي عامل يزيد اللزوجة أو يرفع كمية الركائز غير المهضومة الواصلة إلى الأمعاء الخلفية قد يغير التخمر والبيئة المعوية. لذلك يمكن أن يكون المانانان ذا قيمة عندما تستند العليقة إلى مصادر نباتية تحتوي على مانانات قابلة للتحلل [7].

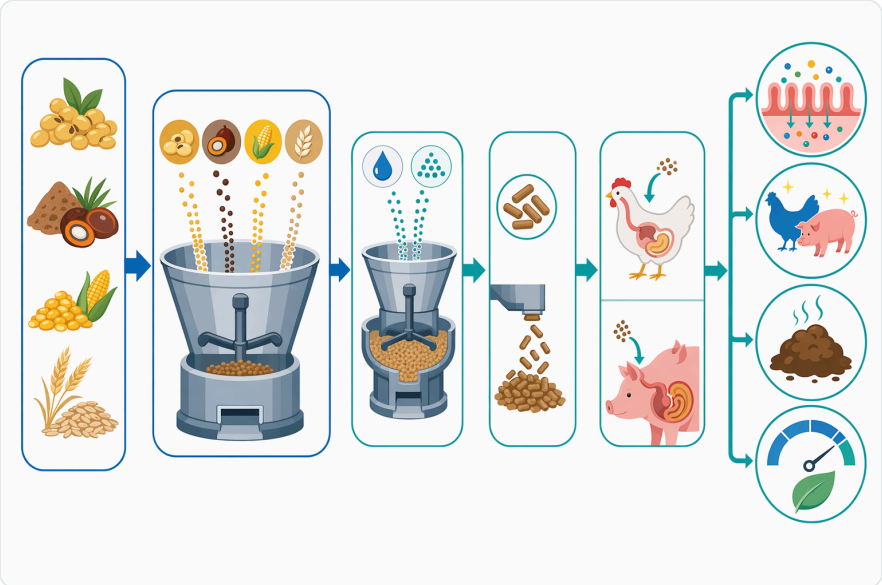

Figure 4. 사료 이용 경로는 β-만난 함유 원료에서 효소적 가수분해, 중합체 효과 감소, 영양소 접근성 향상, 이미 공급된 배합사료의 이용률 개선으로 이어진다.

من الناحية العملية، لا يُنظر إلى المانانان في هذه المرحلة كوسيلة لرفع الطاقة المحسوبة على الورق فقط، بل كأداة لتقليل عدم الاتساق في إتاحة المغذيات. فخنزير ما بعد الفطام أكثر حساسية لتغيرات الهضم، وأي تحسين في تفكيك الجدار الخلوي قد يساعد على تقليل الفاقد الغذائي إذا كانت الركيزة موجودة [4].

ومع ذلك، تعتمد النتيجة على عوامل مثل جودة البروتين، قابلية هضم الأحماض الأمينية، توازن الألياف، وصحة القطيع. لذلك يكون تقييم المانانان في خنازير الحضانة أدق عندما يُربط بتركيبة NSP الكلية ومصادرها، لا بمجرد وجود إنزيم على بطاقة الإضافة [5].

المانانـاز في خنازير النمو والتسمين

في خنازير النمو والتسمين، تكون القيمة الاقتصادية مرتبطة غالبًا بكفاءة العلف وتكلفة الكيلو المنتج. إذا كانت العليقة تحتوي على مكونات نباتية أو بديلة ذات محتوى ملحوظ من الهيميسليلوز والمانانات، فإن إنزيم المانانـاز يمكن أن يدعم تحرير جزء من الطاقة والمغذيات المحجوزة في المصفوفة النباتية [4].

تزداد أهمية ذلك عند استخدام مواد خام أقل ثباتًا في التركيب. بعض المكونات قد تبدو جذابة من حيث السعر، لكنها تحمل عبئًا أعلى من NSPs أو تختلف في قابلية الهضم بين الدفعات. هنا لا يكون الإنزيم بديلًا عن مراقبة جودة المادة الخام، لكنه قد يقلل جزءًا من أثر الاختلافات البنيوية في الألياف [13].

في المقابل، إذا كانت العليقة منخفضة جدًا في ركائز المانان المستهدفة، فقد يكون أثر المانانـاز محدودًا مقارنة بإنزيم آخر يستهدف الركيزة الغالبة. لهذا السبب يكون التفكير بالمانانـاز ضمن خريطة الركائز أفضل من إضافته بوصفه "محسن أداء" عام [5].

التآزر مع الزيلاناز والبيتا-غلوكاناز

كثير من جدران الخلايا النباتية لا تتكون من مانان وحده؛ بل تحتوي على مزيج من الزيلان، والسليلوز، والبيتا-غلوكان، والبكتين، واللجنين، مع اختلاف النسب حسب المادة الخام. لذلك قد تظهر فائدة أكبر عند استخدام المانانـاز ضمن نهج متعدد الكربوهيدرازات، خصوصًا عندما تحتوي العليقة على أكثر من نوع من NSP المؤثر [10].

تدعم دراسة حديثة على اللاحم فكرة أن β-mannanase يمكن أن يعمل منفردًا أو مع الزيلاناز والبيتا-غلوكاناز لتحسين تحلل NSP وبيئة القناة الهضمية في علائق قائمة على القمح. المعنى العملي هو أن اختيار الإنزيمات يجب أن يتبع بنية العليقة، لا أن يعتمد على اسم تجاري أو فئة عامة فقط [12].

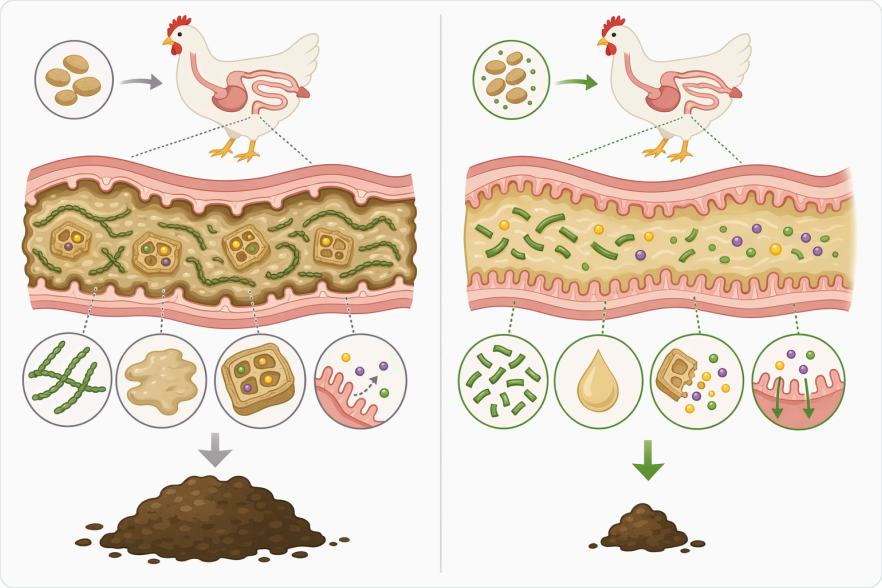

Figure 5. 만난분해효소는 자일란, 피트산, 단백질 또는 전분이 아니라 β-만난 유형의 기질을 대상으로 선택된다는 점에서 자일라나아제, 피타아제, 프로테아제, 아밀라아제와 다르다.

لكن التآزر ليس مضمونًا دائمًا. إذا كانت الإنزيمات تستهدف ركائز غير موجودة بكمية مؤثرة، أو إذا كانت العليقة معالجة بطريقة تحد من وصول الإنزيم إلى الركيزة، فقد يكون العائد أقل. لذلك تؤكد أبحاث الإنزيمات العلفية أهمية فهم العلاقة بين الركيزة والإنزيم والظروف الهضمية بدل الاكتفاء بإضافة خليط واسع [16].

كيف يؤثر تركيب العلف في الاستجابة؟

أول عامل هو **نوع الحبوب ومصدر البروتين**. علائق القمح تختلف عن علائق الذرة، وكسب الصويا يختلف بين مصادره ومعالجته. هذه الاختلافات تغير نسب NSP، ودرجة الذوبان، وقابلية الوصول إلى الركائز، وهي عناصر تحدد مقدار ما يمكن أن يفعله المانانان داخل القناة الهضمية [6].

العامل الثاني هو **تغير الدفعات**. حتى المادة الخام نفسها قد تختلف في تركيب NSP من موسم إلى آخر أو بين مناطق الإنتاج. لذلك ظهرت أدوات بحثية مثل التحليل الطيفي القريب من الأشعة تحت الحمراء للتنبؤ بتركيب NSP وقابلية هضم النشا في مكونات أعلاف أحادية المعدة، ما يعكس أهمية القياس غير المباشر لتركيب الألياف في الصياغة الحديثة [13].

العامل الثالث هو **المرحلة الإنتاجية**. اللاحم في عمر مبكر، والدجاج البياض في ذروة الإنتاج، والخنزير بعد الفطام، وخنزير التسمين في المرحلة النهائية لا يستجيبون بالطريقة نفسها. تختلف سرعة المرور، واستهلاك العلف، ونضج الإنزيمات الذاتية، وثبات الميكروبيوم، ولذلك يجب فهم المانانان ضمن سياق الحيوان وليس ضمن العليقة فقط [14].

الأثر على صحة الأمعاء والميكروبيوم

صحة الأمعاء لا تعني غياب المرض فقط، بل تشمل سلامة الحاجز المخاطي، توازن الميكروبيوم، نمط التخمر، وإتاحة المغذيات. إنزيمات NSP مثل المانانان قد تؤثر في هذه العناصر عن طريق تغيير حجم وتركيب الكربوهيدرات التي تصل إلى أجزاء مختلفة من القناة الهضمية [4].

عندما تُكسر سلاسل المانان الطويلة إلى وحدات أصغر، قد يقل أثرها الفيزيائي في اللزوجة، وقد تتغير الركائز المتاحة للميكروبات. هذا يمكن أن يغير نواتج التخمر أو موقعه، لكن النتيجة تعتمد على نوع الأوليغوسكريات الناتجة، وتركيب العليقة، والحالة الصحية للحيوان [7].

Figure 6. 사료에 의미 있는 수준의 β-만난 기질이 포함되어 있을 때, β-만난분해효소는 육계, 산란계, 칠면조, 이유자돈, 비육돈, 모돈 등 가금류와 돼지 생산 전반에서 관련성이 있다.

في الدواجن، أظهرت أبحاث إنزيمات NSP أن تغيير تحلل الألياف قد يرتبط بتحسن البيئة المعوية والأداء، خصوصًا عندما يتم استهداف الركائز المناسبة. لذلك لا ينبغي فصل الحديث عن المانانان عن مفاهيم مثل قابلية هضم المادة الجافة، وإتاحة الطاقة، وحركة محتوى الأمعاء [12].

الاعتبارات التنظيمية والسلامة في استخدام إنزيمات الأعلاف

تندرج إنزيمات الأعلاف ضمن إضافات علفية تحتاج إلى تداول مسؤول ووثائق دعم مناسبة. في السياقات التنظيمية، تُناقش سلامة الأعلاف والإضافات من زاوية حماية الحيوان، وسلامة الغذاء الناتج، وتتبع المنتج، والالتزام بالمتطلبات المحلية الخاصة بالاستخدام والتوسيم [17].

بالنسبة لمنتج Enzymes.bio، تُرفق وثائق **Certificate of Analysis – CoA** و**Safety Data Sheet – SDS** مع الطلب، وهي وثائق داعمة للاطلاع على معلومات الدفعة والسلامة والتداول. هذا لا يحول Enzymes.bio إلى مختبر أو جهة تصنيع؛ بل يوضح أن دورها هو توريد المنتج مع مستنداته المتاحة عند الشراء عبر الإنترنت .

ينبغي أيضًا التعامل مع الإنزيمات العلفية كمكونات تقنية تحتاج إلى تخزين وتداول وفق معلومات السلامة المرفقة، خاصة أن المنتجات الإنزيمية قد تسبب حساسية تنفسية أو تهيجًا عند سوء التعامل في بعض السياقات المهنية. لذلك تُقرأ SDS دائمًا كوثيقة سلامة تشغيلية، لا كدليل فعالية غذائية [17].

حدود الدليل العلمي وما لا ينبغي افتراضه

الأدلة على إنزيمات NSP قوية من حيث المبدأ: الحيوانات أحادية المعدة لا تكسر كثيرًا من مكونات الجدار الخلوي بكفاءة، والإنزيمات الخارجية يمكن أن تحسن تفكيك هذه الركائز. لكن قوة الدليل تختلف عند الانتقال من "فئة إنزيمية" إلى "منتج بعينه"، ومن تجربة بحثية مضبوطة إلى مزرعة تجارية متعددة المتغيرات [2].

في حالة المانانان، توجد أدلة مباشرة في الدواجن على تحسين تحلل NSP وبيئة القناة الهضمية ضمن علائق معينة، كما توجد خلفية أوسع عن إنزيمات NSP في الخنازير. لكن لا يصح افتراض أن كل عليقة ستستجيب بالمقدار نفسه، أو أن التحسن سيظهر في كل مؤشر إنتاجي في الوقت نفسه [12].

كذلك لا ينبغي اعتبار المانانان علاجًا لمشكلات لا ترتبط بالمانانات. فإذا كان الخلل ناتجًا عن نقص حمض أميني، أو سوء توازن معدني، أو سموم فطرية، أو مرض معوي، أو ضعف جودة التحبيب، فلن يحل الإنزيم المشكلة من جذورها. دوره محدد: تقليل أثر ركائز مانانية وNSP مرتبطة بها عندما تكون موجودة ومؤثرة [18].

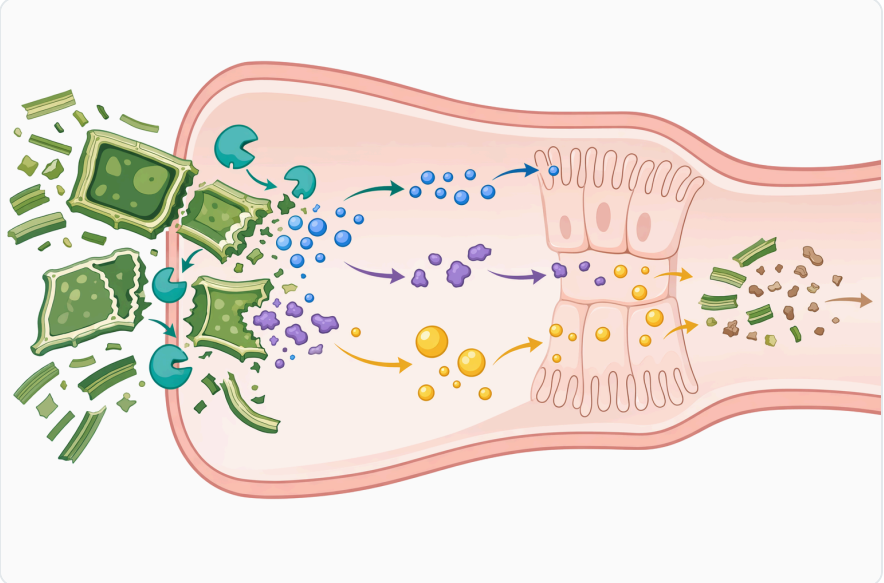

Figure 7. 만난분해효소는 β-만난과 관련된 차폐 효과와 점도를 줄임으로써 식물성 사료 내 에너지, 아미노산, 지방 분획에 대한 접근성을 향상시킬 수 있다.

موقع المنتج من Enzymes.bio ضمن قرار الاستخدام

منتج **Mannanase Enzyme For Poultry Feed – Pig Feed Enzymes** يناسب المستخدمين الذين يبحثون عن إنزيم علفي موجه للمانانات في برامج تغذية الدواجن أو الخنازير. أهم نقطة فنية قبل استخدامه هي أن قيمته ترتبط بوجود الركيزة المستهدفة في العليقة وبمدى مساهمة NSP في تقييد الهضم أو الأداء [5].

من ناحية التوريد، تبيع Enzymes.bio المنتج مباشرة عبر الإنترنت بوحدة **1 kg**، وتُرفق CoA وSDS مع الطلب. لا يلزم تقديم المنتج على أنه مخصص للتصنيع الداخلي لدى Enzymes.bio أو أنه ناتج عن اختبار مختبري لديها؛ فالدور المعلن هو التوريد وتوفير وثائق الطلب .

وبالنسبة لصانعي الأعلاف والمزارع التي تستخدم علائق نباتية، يكون المانانا‌ز أكثر إقناعًا عندما يُدمج ضمن صياغة مبنية على فهم مصادر الألياف: ما نسبة المكونات الغنية بالهيميسليلوز؟ هل توجد مكونات بديلة؟ هل المشكلة الأساسية لزوجة، أم تحرير مغذيات، أم تباين دفعات؟ الإجابة عن هذه الأسئلة فنية تغذوية داخل برنامج الصياغة نفسه، وليست مسألة شراء منتج فقط [1].

خلاصة تقنية

إنزيم المانانا‌ز ليس "محسن أداء" عامًا، بل أداة إنزيمية محددة تستهدف **β-mannans** في الأعلاف النباتية. عندما تكون هذه المركبات جزءًا مؤثرًا من السكريات غير النشوية في العليقة، يمكن لتحللها أن يساعد في تقليل اللزوجة، وتحسين الوصول إلى المغذيات، وتعديل البيئة المعوية بصورة تدعم كفاءة استخدام العلف [12].

في الدواجن، تدعم الأدبيات استخدام إنزيمات NSP بوضوح، وتوجد بيانات حديثة تربط β-mannanase بتحسين تحلل NSP وبيئة القناة الهضمية في علائق قائمة على القمح. وفي الخنازير، يُفهم المانانا‌ز ضمن عائلة أوسع من **Pig Feed Enzymes** التي تستهدف الألياف النباتية وتؤثر في الهضم والميكروبيوم والمناعة المخاطية بحسب المرحلة وتركيبة العلف [7].

لذلك، يكون الاستخدام الرشيد لمنتج **Mannanase Enzyme For Poultry Feed – Pig Feed Enzymes** من Enzymes.bio قائمًا على مطابقة الإنزيم مع الركيزة والعليقة والهدف الإنتاجي. المنتج متاح للشراء المباشر عبر الإنترنت بوحدة **1 kg**، مع إرفاق وثائق CoA وSDS، مع التأكيد أن Enzymes.bio جهة مورّدة وليست مصنعًا أو مختبر اختبار .

اطلب Mannanase Enzyme For Poultry Feet - Pig Feed Enzymes عبر الإنترنت

يُباع بوحدة 1 kg، وهو متوفر في المخزون وجاهز للشحن. اطلب مباشرة من متجرنا — ادفع عبر الإنترنت وسنعالج طلبك. تُرفق شهادة التحليل ونشرة بيانات السلامة مع كل طلب.

اشترِ Mannanase Enzyme For Poultry Feed - Pig Feed Enzymes →

المراجع

مرقّمة حسب ترتيب أول اقتباس. مصادر مفتوحة الوصول، تم التحقق من إتاحتها عند النشر؛ وترتبط أرقام الاستشهاد في النص هنا.

1. Nguyen, H., Bedford, M., & Morgan, N. (2021). Importance of considering non-starch polysaccharide content of poultry diets. *World's Poultry Science Journal*, 77, 619 - 637.
2. Cowieson, A., Hruby, M., & Pierson, E. (2006). Evolving enzyme technology: impact on commercial poultry nutrition. *Nutrition research reviews*, 19, 90 - 103.
3. 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.
4. Wu, S. (2024). Advancements in animal nutrition: The interplay of feed enzymes, gut health, and nutrient supply in poultry and pig production – A tribute to Professor Mingan Choct's 30-year scientific legacy. *Animal Nutrition*, 17, 373 - 375.
5. Vahjen, W., & Simon, O. (1999). Biochemical characteristics of non starch polysaccharide hydrolyzing enzyme preparations designed as feed additives for poultry and piglet nutrition.. *Archiv fur Tierernahrung*, 52 1, 1-14 .
6. 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*
7. 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.
8. Oliveira Sousa, T., Silva, N. A., Melo Oliveira, V., Silva Ramos, A. V., Filho, J. P. M. B., Batista, J. M. S., Costa, R. M. P. B., … et al. (2025). Use of proteases for animal feed supplementation: scientific and technological updates. *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, 55, 797 - 809.
9. Lee, S., Hosseindoust, A., Ingale, S. L., Rathi, P., Yoon, S., Choi, J., & Kim, J. S. (2020). Thermostable xylanase derived from Trichoderma citrinoviride increases growth performance and non-starch polysaccharide degradation in broiler chickens. *British Poultry Science*, 61, 57 - 62.

10. Cozannet, P., Kidd, M., Neto, R. M., & Geraert, P. (2017). Next-generation non-starch polysaccharide-degrading, multi-carbohydrase complex rich in xylanase and arabinofuranosidase to enhance broiler feed digestibility. *Poultry Science*, 96, 2743-2750.

11. Lei, X., Weaver, J. D., Mullaney, E., Ullah, A., & Azain, M. (2013). Phytase, a new life for an "old" enzyme.. *Annual Review of Animal Biosciences*, 1, 283-309 .

12. 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.

13. Nieto-Ortega, B., Arroyo, J., Walk, C., Castañares, N., Canet, E., & Smith, A. (2022). Near infrared reflectance spectroscopy as a tool to predict non-starch polysaccharide composition and starch digestibility profiles in common monogastric cereal feed ingredients. *Animal Feed Science and Technology*.

14. Oviedo-Rondón, E. (2025). ASAS-NANP symposium: mathematical modeling in animal nutrition: overview of poultry nutrition modeling. *Journal of Animal Science*, 103.

15. Walk, C., Romero, L., & Cowieson, A. (2021). Towards a digestible calcium system for broiler chicken nutrition: A review and recommendations for the future. *Animal Feed Science and Technology*.

16. Narasimha, J., Nagalakshmi, D., Reddy, Y., & Rao, S. T. V. (2013). Two-stage in vitro digestibility assay, a tool for formulating non-starch polysaccharide degrading enzyme combinations for commonly used feed ingredients of poultry rations.. *Veterinary World*, 6, 525-529.

17. Sokolov, A. Y., & Lakaev, O. (2023). Legal policy in the field of ensuring the safety of animal feed and feed additives. *Гуманитарные и юридические исследования*.

18. Lach, M., & Kotarska, K. (2024). Negative Effects of Occurrence of Mycotoxins in Animal Feed and Biological Methods of Their Detoxification: A Review. *Molecules*, 29.

تواصل مع Enzymes.bio

هل لديك أسئلة حول طلب؟ يسرّ فريقنا مساعدتك.

البريد الإلكتروني **wholesale@enzymes.bio** الهاتف (الولايات المتحدة) **+1 (507) 428-6057**

تواصل معنا →

+400 عملاء B2B **+60** شركاء بحثيون جامعيون **54** نخدم العملاء حول العالم

© 2026 Enzymes.bio · توريد إنزيمات صناعية & لمعالجة الأغذية · غير مخصص للاستهلاك البشري أو البيع بالتجزئة.