ماناناز للأعلاف: إضافة Mannanase لمعالجة الهيميسليلوز وإنتاج مانان-أوليغوسكاريد

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

الماناناز العلفي هو إنزيم يستهدف روابط β-1,4 في بيتا-مانان داخل الهيميسليلوز النباتي، فيحوّل البوليمرات الكبيرة إلى أجزاء أقصر قد تشمل مانان-أوليغوسكاريد. في إضافات الأعلاف، تتركز قيمته التقنية في تقليل الأثر المضاد للتغذية لبعض الألياف النباتية ودعم الاستفادة من الطاقة والمغذيات، خصوصًا في علائق الدواجن والخنازير المعتمدة على خامات نباتية غنية بالمانان [1].

ما المقصود بإنزيم Mannanase في إضافات الأعلاف؟

الماناناز، وبصورة أدق **endo-β-1,4-mannanase**، هو إنزيم محلِّل للهيميسليلوز يقطع السلسلة الداخلية للمانان بدل أن يزيل الوحدات السكرية من الأطراف فقط. هذا مهم لأن بيتا-مانان في الخامات النباتية لا يظهر عادة كسكر حر، بل كجزء من بوليمرات مثل المانان، الغالاكتومانان، الغلوكومانان، أو الغالاكتوغلوكومانان؛ وهذه البنى توجد ضمن جدران الخلايا النباتية وتؤثر في قابلية العلف للهضم حسب مصدر الخام وتركيبه [2].

في سياق المنتج **Mannanase Feed Addition Hemicellulose Mannose Oligosaccharide Processing**، لا ينبغي فهم الماناناز على أنه مصدر مباشر للطاقة أو البروتين، بل كعامل إنزيمي مساعد داخل منظومة التغذية. وظيفته هي تعديل جزء محدد من الألياف غير النشوية، أي الهيميسليلوز الغني بالمانوز، بحيث تصبح مكوّناته أقل إعاقة للهضم وأكثر قابلية للتحول إلى نواتج أصغر مثل **mannooligosaccharides** أو سكريات قليلة مانانية [3].

تورد **Enzymes.bio** هذا المنتج كمورّد عبر الإنترنت، وليست جهة مصنّعة ولا مختبر اختبار. المنتج متاح للشراء المباشر بوحدة **1 kg**، وتُرفق مع الطلب وثائق مثل **CoA** و**SDS** لدعم الشفافية والتعامل المسؤول، من دون أن يعني ذلك أن صفحة المنتج بديل عن تقييم تغذوي مهني أو عن متطلبات الامتثال المحلية الخاصة بكل منشأة .

لماذا يمثل بيتا-مانان مشكلة في علائق الدواجن والخنازير؟

تعتمد علائق الحيوانات وحيدة المعدة، خصوصًا الدواجن والخنازير، على خامات نباتية مثل كسب الصويا ومشتقات الحبوب وبعض المنتجات الثانوية الزراعية. هذه الخامات قد تحتوي على كميات متفاوتة من الألياف غير النشوية، ومنها بيتا-مانان، وهو مكوّن لا تهضمه الحيوانات وحيدة المعدة بكفاءة لأن جهازها الهضمي لا يوفر منظومة إنزيمية داخلية كافية لتفكيكه إلى نواتج قابلة للاستفادة العالية [4].

الأثر المضاد للتغذية لبيتا-مانان لا يرتبط فقط بفكرة "الألياف غير المهضومة". عندما تبقى بوليمرات مانانية كبيرة في القناة الهضمية، قد تؤثر في لزوجة المحتوى المعوي، وتحدّ من وصول الإنزيمات الهضمية إلى النشا والبروتين والدهون، وتزيد كمية المغذيات غير الممتصة المتاحة للتخمر الميكروبي غير المرغوب. لذلك ينظر خبراء التغذية إلى بيتا-مانان باعتباره عائقًا وظيفيًا داخل العليقة، لا مجرد رقم في تحليل الألياف الخام [4].

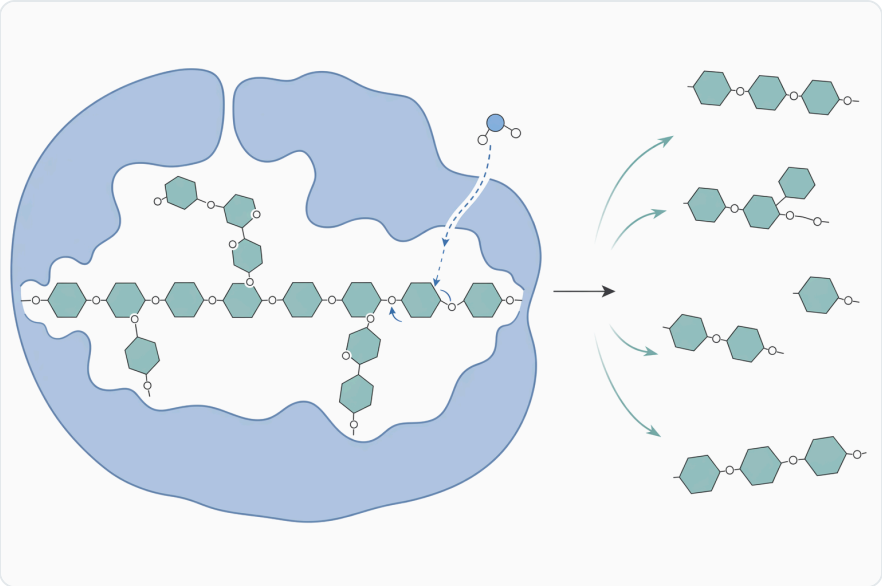

Figure 1. 엔도-β-만나나아제는 만난 기반 헤미셀룰로오스의 내부 β-1,4 결합을 가수분해하여 더 짧고 만노스가 풍부한 올리고당을 생성한다.

تناقش أدبيات الأعلاف أيضًا مفهوم الاستجابة المناعية المستحثة بالعلف، حيث قد تُفسَّر أجزاء من بيتا-مانان أو مكوّناته المرتبطة كإشارات غير مفيدة للجهاز المناعي المعوي. عندما تُوجَّه الطاقة والمغذيات إلى استجابة التهابية منخفضة الدرجة بدل النمو أو إنتاج البيض أو ترسيب اللحم، تنخفض كفاءة العلف حتى إن لم تظهر علامات مرضية واضحة. لذلك يصبح تقليل عبء بيتا-مانان هدفًا تغذويًا ذا معنى اقتصادي وفسيولوجي [4].

آلية عمل المانانان: من الهيميسليلوز إلى مانان-أوليغوسكاريد

يعمل المانانان كـ "مقص جزيئي" يهاجم روابط **β-1,4-mannosidic** داخل السلسلة الرئيسية للمانان. لأن الهجوم يتم من داخل البوليمر، يمكن للإنزيم أن يخفض حجم السلاسل الطويلة بسرعة نسبية من الناحية الوظيفية، وينتج مزيجًا من السكريات القليلة بدل الاكتفاء بإطلاق وحدات سكرية مفردة. هذه الآلية تفسر لماذا تُستخدم المانانازات في تطبيقات متنوعة لإنتاج مانان-أوليغوسكاريد من مواد نباتية مثل دقيق الكونجاك أو كسب نواة النخيل أو مخلفات غنية بالمانان [5].

تحويل البوليمر إلى أجزاء أقصر له نتيجتان متوازيتان في الأعلاف. الأولى هي تقليل خصائص البوليمر الكبير التي تعيق الهضم، مثل الاحتجاز الفيزيائي للمغذيات أو المساهمة في اللزوجة. الثانية هي تكوين سكريات قليلة قد تكون أكثر قابلية للتفاعل مع الميكروبيوم، وقد تعمل كركائز تخمر انتقائية لبعض الكائنات الدقيقة النافعة أو كمكوّنات تؤثر في التصاق الميكروبات بجدار الأمعاء، مع ضرورة التعامل مع هذه التأثيرات كاحتمالات مرتبطة بالسياق الغذائي لا كضمان مطلق [3].

ليست كل المانانازات متطابقة، حتى عندما تحمل الاسم الوظيفي نفسه. فقد وصفت دراسات إنزيمات مانانان من بكتيريا وفطريات ومصادر أخرى، مع اختلافات في البنية العائلية والقدرة على التعامل مع أنواع المانان المختلفة وملاءمة الظروف الصناعية أو الغذائية. على سبيل المثال، دُرست مانانازات بكتيرية ذات ملاءمة لبيئات قلوية، وأخرى ذات تحمل نسبي لظروف حامضية أو حرارية، ما يوضح أن الأداء العملي للإنزيم يعتمد على مصدره وتركيبه وليس على الاسم التجاري وحده [6].

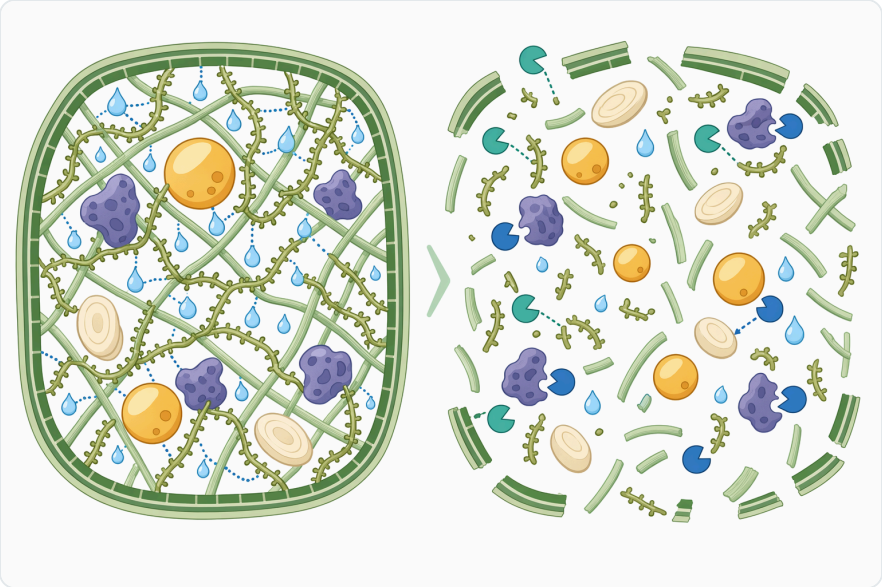

Figure 2. 긴 β-만난 사슬을 절단하면 사료 매트릭스가 느슨해져 섬유질이 많은 입자 속에 갇힌 영양소에 물리적으로 더 쉽게 접근할 수 있다.

أين يدخل المانانان داخل استراتيجية التغذية؟

في الأعلاف، يستخدم المانانان عادة ضمن نهج أوسع يضم اختيار الخامات، توازن الطاقة والبروتين والأحماض الأمينية، وجودة التصنيع، وإدارة صحة القطيع. لا يستطيع الإنزيم تصحيح عليقة غير متوازنة أو خامات منخفضة الجودة بصورة عامة، لكنه يمكن أن يزيد كفاءة التعامل مع جزء معين من الألياف النباتية عندما تكون بيتا-مانان مساهمة فعلية في القيود الهضمية أو المناعية [1].

في الدواجن، تبرز أهمية المانانان مع علائق اللاحم أو البياض التي تعتمد على مكونات نباتية غنية نسبيًا بالهيميسليلوز. عندما يُفكك الإنزيم جزءًا من بيتا-مانان، قد ينخفض العبء على القناة الهضمية وتتحسن الاستفادة من الطاقة الظاهرة أو مؤشرات الأداء في ظروف معينة. آراء السلامة والفعالية الخاصة بإضافات بيتا-مانانان في الدواجن تشير إلى أن هذا النوع من الإنزيمات أصبح موضوع تقييم تنظيمي مستقل، لكن الاستنتاجات تظل مرتبطة بالمستحضر المحدد وظروف الاستخدام المعتمدة [1].

في الخنازير، يكون الاهتمام قويًا خصوصًا حول مراحل ما بعد الفطام والنمو، حيث تتأثر القناة الهضمية بسرعة بتغيرات العليقة والضغط البيئي. إن تقليل المواد غير المهضومة والحد من الاستثارة المناعية غير المفيدة قد يكون له أثر عملي في كفاءة التحويل أو اتساق الأداء، خاصة عندما تدخل خامات نباتية ذات محتوى أعلى من

الألياف غير النشوية. مع ذلك، تختلف النتائج بين الدراسات حسب نوع الخام وتركيب العليقة وعمر الحيوان وصحة القناة الهضمية [4].

مقارنة تقنية: المانانار بين إنزيمات الأعلاف المحللة للمصفوفة النباتية

الإنزيم العلفي	الركيزة الأساسية في العليقة	الأثر التقني المتوقع	أين يختلف عن المانانار؟
مانانار	بيتا-مانان والغالاكتومانان ضمن الهيميسليلوز	تقطيع روابط β-1,4 في بوليمرات المانان، تقليل أثرها المضاد للتغذية، وتكوين مانان-أوليغوسكاريد محتمل	يستهدف بوليمرات غنية بالمانوز، لذلك تكون قيمته أوضح عندما تكون خامات العلف مساهمة فعليًا ببيتا-مانان [3]
زيلانار	الزيلان والأرابينوكسيلان في جدران الحبوب	تقليل بعض آثار الألياف غير النشوية المرتبطة بالحبوب وتحسين تحرر المغذيات	يعمل على عمود سكري مختلف، ولا يعوض مباشرة عن تحلل بيتا-مانان
فيتاز	الفيتات المرتبط بالفوسفور والمعادن	تحرير جزء من الفوسفور وتقليل الأثر المضاد للتغذية للفيتات	يستهدف مركبًا فوسفاتيًا لا هيميسليلوزيًا؛ فائدته لا تتعلق بإنتاج مانان-أوليغوسكاريد
بروتياز	بروتينات العلف أو بعض العوامل البروتينية غير المرغوبة	دعم هضم البروتين وتقليل بقايا النيتروجين غير المهضوم	يعمل على الروابط الببتيدية، وليس على الألياف النباتية

هذه المقارنة توضح أن المانانار ليس "إنزيم ألياف عام" بل إنزيم ذو تخصص مهم. في الأعلاف التي يغلب عليها الزيلان مثل بعض الحبوب، قد تكون الزيلانازات أكثر اتصالًا بالمشكلة الأساسية؛ أما عند وجود خامات غنية بالمانان، يصبح المانانار أكثر منطقية. لذلك تُقيَّم قيمة الإنزيم دائمًا على خلفية المصفوفة النباتية الحقيقية في العليقة، وليس اعتمادًا على الاسم العام لفئة الإنزيمات [4].

المانانار وإنتاج مانان-أوليغوسكاريد: ما الفائدة الوظيفية؟

يُستخدم مصطلح **mannooligosaccharides** لوصف سكريات قليلة ناتجة من تفكيك المانان، وقد تختلف في الطول ودرجة التفرع حسب نوع الركيزة والإنزيم وظروف المعالجة. أظهرت دراسات على دقيق الكونجاك أن المانانار الثابت نسبيًا يمكنه تحويل الغلوكومانان إلى مانان-أوليغوسكاريد، وهو مثال واضح على أن الإنزيم لا يزيل "الألياف" فقط، بل يعيد تشكيلها إلى جزيئات أصغر ذات وظيفة محتملة [2].

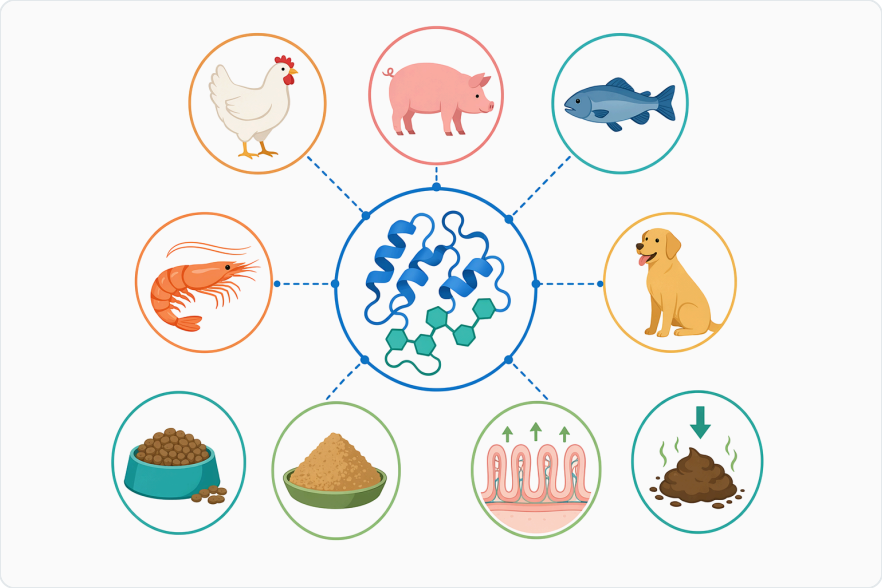

Figure 3. 만나나아제는 접근 가능한 β-만난이 풍부한 식물성 원료가 점도 증가, 영양소 포집 또는 항영양 효과에 기여하는 경우, 가금류·돼지 및 기타 동물용 사료에서 특히 관련성이 높다.

في تطبيقات الأعلاف، قد تكون هذه النواتج مهمة لأنها لا تشبه البوليمر الأصلي في تأثيرها الفيزيائي داخل الأمعاء. فالسكر القليل أقصر وأقل قدرة عادة على تكوين شبكة عالية اللزوجة، وقد يكون أكثر قابلية للتخمر الانتقائي. بعض الدراسات في إنتاج مانان-أوليغوسكاريد من الكتلة الحيوية توضح أن اختيار الركيزة، مثل كسب نواة النخيل أو مخلفات نباتية أخرى، يؤثر في نمط النواتج المتولدة، ما يفسر اختلاف النتائج العملية بين تركيبات الأعلاف [5].

يجب التمييز بين **مانان-أوليغوسكاريد الناتج إنزيميًا** ومواد MOS التجارية التي قد تُستخلص أو تُحضّر بطرق أخرى. في حالة المانانان العلفي، تتكوّن السكريات القليلة داخل العليقة أو القناة الهضمية بحسب توافر الركيزة وملاءمة الظروف، لذلك لا يمكن افتراض نفس النتيجة في كل عليقة. هذا الفارق مهم عند صياغة ادعاءات فنية مسؤولة حول "معالجة المانوز أوليغوسكاريد" أو "إنتاج MOS" [3].

الأدلة العلمية: ما الذي تدعمه الدراسات بقوة؟

تدعم الدراسات بقوة المبدأ الكيميائي الحيوي الأساسي: المانانان يحلل بوليمرات مانانية في مواد نباتية مختلفة ويُنتج نواتج أصغر. على سبيل المثال، أظهرت أبحاث إنتاج مانان-أوليغوسكاريد من الكتلة الحيوية باستخدام endo-1,4-β-mannanase أن هذا المسار قابل للتطبيق على ركائز نباتية متنوعة، وأن النواتج تعتمد على البنية الأصلية للمانان وعلى خصائص الإنزيم [3].

كما تدعم الأدبيات الصناعية أن المانانازات جزء من مجموعة أوسع من الإنزيمات ذات القيمة في تحويل الكتلة الحيوية والمواد النباتية. فقد تناولت مراجعات الإنزيمات الفطرية تطبيقات متعددة تشمل الغذاء، الأعلاف، والمنظفات، مع الإشارة إلى أن إنزيمات تحلل الهيميسليلوز مهمة عندما تكون الجدران النباتية عائقًا أمام تحرير المركبات القابلة للاستخدام [7].

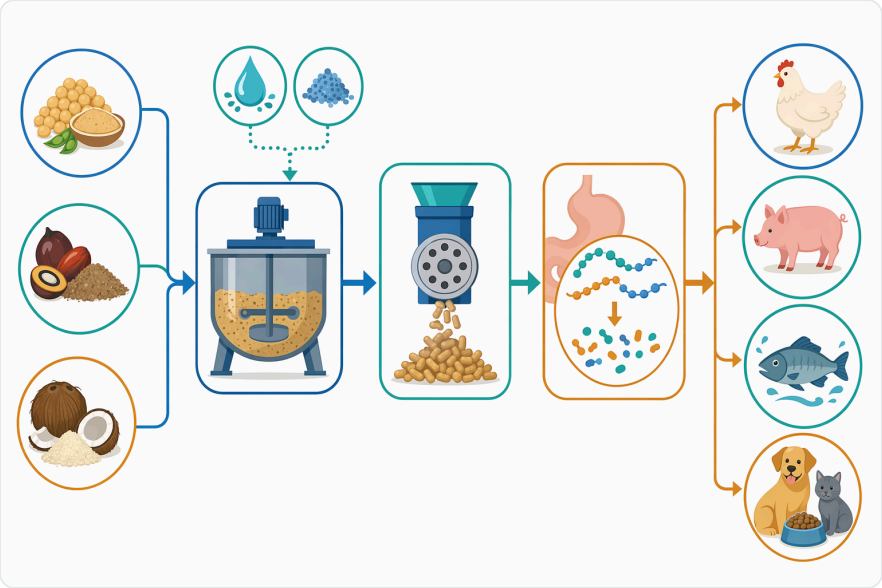

Figure 4. 팜커널박이나 압착박처럼 만난이 풍부한 부산물의 경우, 만나나아제 사용은 물리적 접근성 개선에서 헤미셀룰로오스 가수분해와 영양소 방출 향상으로 이어지는 원료 가치 개선 과정으로 볼 수 있다.

في الأعلاف تحديدًا، توجد تقييمات سلامة وفعالية لمستحضرات بيتا-مانانار مخصصة للدواجن، ومنها تقييمات لإضافات منتجة بواسطة كائنات دقيقة محددة. أهمية هذه التقييمات أنها تضع الإنزيم ضمن إطار "إضافة علفية" لا مجرد مادة تقنية، لكنها لا تعني أن كل منتج مانانار يحمل نفس الخلاصة؛ فالاستنتاجات التنظيمية ترتبط بالمستحضر، مصدر الإنزيم، وشروط الاستخدام التي جرى تقييمها [1].

توجد أيضًا آراء سلامة لمستحضرات endo-1,4-β-D-mannanase موجهة للدجاج والديك الرومي وأنواع طيور أخرى، ما يوضح أن هذا المجال يحظى بانتباه تنظيمي متزايد. ومن الناحية العملية، ينبغي قراءة هذه الآراء كدليل على نضج فئة الإنزيمات العلفية، لا كإثبات تلقائي لكل ادعاء أداء في كل سوق أو لكل نوع منتج [8].

تطبيقات عملية في علائق الدواجن

في علائق دجاج اللاحم، قد يكون المانانار مفيدًا عندما تحتوي الصيغة على مصادر بروتين نباتي أو منتجات ثانوية ذات مساهمة ملحوظة من بيتا-مانان. التأثير العملي المتوقع لا يقتصر على "هضم ألياف أكثر"، بل يشمل تقليل التداخل بين الألياف والمغذيات، وخفض مقدار الركائز غير المهضومة التي تصل إلى الأجزاء الخلفية من الأمعاء، وربما الحد من كلفة الاستجابة المناعية غير الإنتاجية [4].

بالنسبة للبياض، تكون الفائدة المحتملة مرتبطة بثبات الاستفادة من العليقة على مدى دورة إنتاج طويلة. أي اضطراب صغير في الهضم أو توازن الأمعاء يمكن أن ينعكس على استهلاك العلف وكفاءة تحويل المغذيات إلى بيض، لذلك قد يكون تقليل أثر بيتا-مانان جزءًا من استراتيجية أوسع لتحسين اتساق الأداء. لكن يجب عدم تصوير المانانار كبديل عن توازن الكالسيوم والفوسفور والأحماض الأمينية والطاقة، لأن وظيفته محددة في مصفوفة الهيميسليلوز [1].

في إنتاج الدواجن التجاري، تتأثر النتيجة أيضًا بطريقة تصنيع العلف. الإنزيم بروتين وظيفي، وقد يتأثر بالتعرض لظروف تصنيع قاسية، كما أن تجانس التوزيع داخل العليقة عامل أساسي للحصول على استجابة مستقرة. لذلك يُنظر إلى المانانان كأداة تحتاج إلى تكامل مع تصميم الصيغة ونمط الخلط والمعالجة، لا كإضافة منفصلة عن بقية العملية [8].

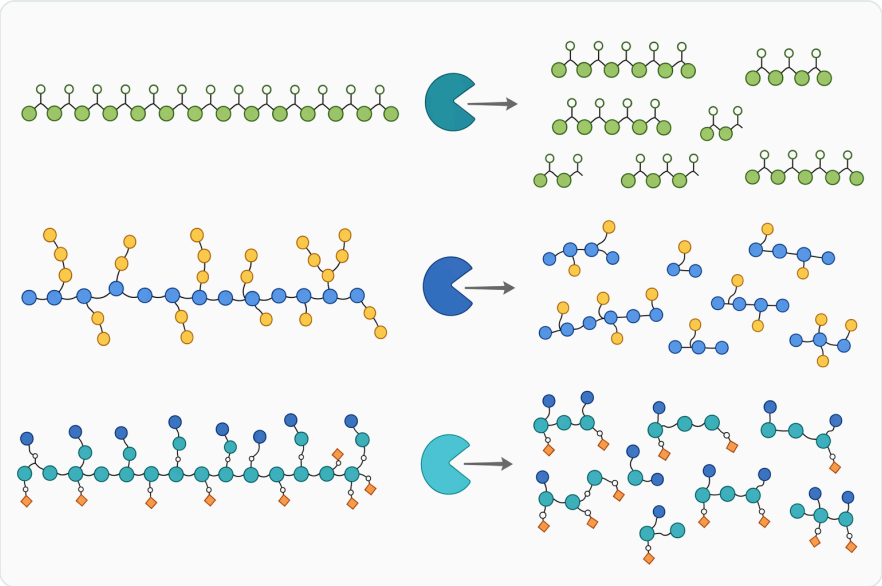

Figure 5. 만나나아제가 생성하는 올리고당 혼합물은 분지와 치환 패턴을 포함한 원래 만난 구조에 따라 달라진다.

تطبيقات عملية في علائق الخنازير

في الخنازير النامية، تكون العلائق النباتية عالية التنوع، وقد تدخل فيها خامات مثل كسب نواة النخيل أو مصادر ألياف أخرى تختلف في محتواها من المانان. في هذه الحالات، يمكن للمانانان أن يحسن قابلية استخدام جزء من المصفوفة النباتية، أو يحد من الآثار غير المرغوبة للمانان على الهضم. وقد استخدمت دراسات تحويل الكتلة الحيوية كسب نواة النخيل كمصدر غني بالسكريات المرتبطة بالمانان، ما يوضح لماذا يكون هذا النوع من الخامات مناسبًا للنقاش عند الحديث عن المانانان [9].

بعد الفطام، تكون الأمعاء أكثر حساسية للتغيرات الغذائية، كما أن استقرار الميكروبيوم والحاجز المعوي يصبحان عاملين حاسمين في الأداء. إذا كانت العليقة تحتوي على بيتا-مانان قابل للتأثير، فإن تقليله إنزيميًا قد يساعد في خفض الضغط الهضمي، لكن النتيجة ستظل مرتبطة بجودة البروتين، مستوى الألياف الكلي، صحة القطيع، وإدارة الانتقال الغذائي. لذلك لا ينبغي استخدام المانانان كأداة معزولة لمعالجة مشكلات الفطام [4].

أما في مراحل التسمين، فقد تكون القيمة الاقتصادية للمانانان مرتبطة بمرونة الصياغة. عندما تتغير أسعار الخامات أو تتوفر منتجات ثانوية نباتية، قد يساعد الإنزيم في التعامل مع اختلافات الهيميسليلوز بين دفعات العلف. ومع ذلك، لا توجد قاعدة عامة تقول إن المانانان سيحسن صفات الذبيحة أو جودة اللحم بذاته؛ فوظيفته الأساسية هي تعديل قابلية هضم المصفوفة النباتية وتقليل أثر بيتا-مانان [4].

معالجة الهيميسليلوز خارج القناة الهضمية: صلة المنتج بسلاسل التصنيع

لا يقتصر دور المانانات علميًا على القناة الهضمية. ففي الصناعات الحيوية، يُستخدم لتحويل مواد نباتية غنية بالمانان إلى سكريات قليلة أو مستخلصات أكثر قابلية للاستخدام. على سبيل المثال، درست أبحاث إنتاج بيتا-مانانات من مخلفات صناعة القهوة لتطبيقات معالجة القهوة القابلة للذوبان، ما يبين أن المانانات إنزيم لمعالجة الهيميسليلوز في أكثر من سياق غذائي وصناعي [10].

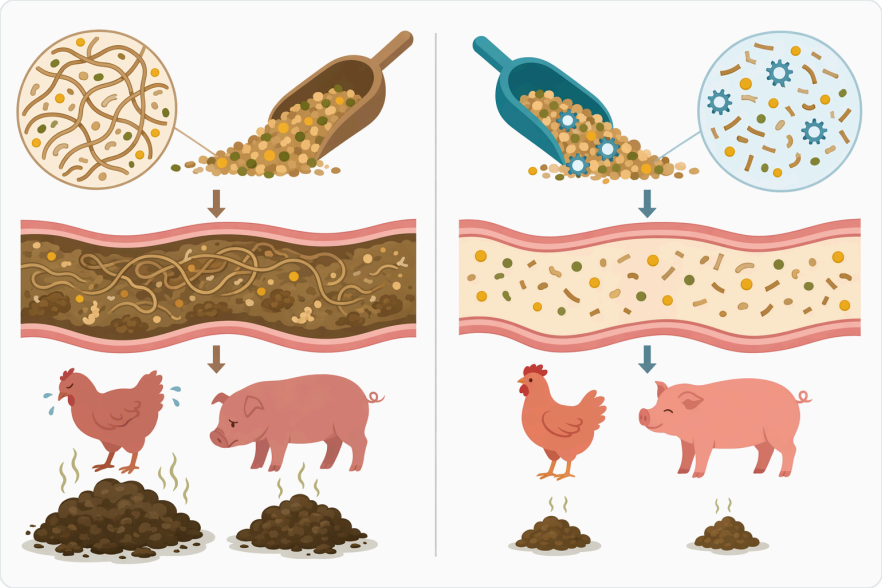

Figure 6. 만나나아제는 피테이트, 아라비노자일란, β-글루칸 또는 단백질이 아니라 β-만난 헤미셀룰로오스를 표적으로 하므로 다른 사료 효소를 보완한다.

كذلك أظهرت دراسات حديثة إمكانية إنتاج بيتا-مانانات وإنزيمات أخرى باستخدام مخلفات القهوة ومستخلصاتها، مع تكوين سكريات قليلة ذات قيمة وظيفية محتملة. هذه الدراسات لا تعني أن منتجًا علفيًا معينًا يستعمل نفس العملية أو نفس المصدر، لكنها تشرح لماذا يظهر مصطلح "Hemicellulose" و"oligosaccharide processing" في وصف وظيفة المانانات؛ فالهدف الكيميائي هو إعادة تشكيل سلاسل هيميسليلوزية معقدة إلى نواتج أصغر [11].

في مجال الكتلة الحيوية، تمثل المعالجة المسبقة للمواد النباتية، مثل كسب نواة النخيل أو مصادر مانانية أخرى، طريقًا لإنتاج مانان-أوليغوسكاريد أو سكريات قابلة للتخمر. هذا يوضح أن المانانات يمكن أن يكون جزءًا من عملية قبلية خارج الحيوان، أو إضافة تعمل داخل العليقة والقناة الهضمية؛ والفرق بين الحالتين يجب أن يبقى واضحًا عند تفسير الاستخدام التجاري [5].

حدود الادعاءات الفنية وما يجب عدم افتراضه

المانانازليس مضادًا حيويًا، ولا بروبيوتيكًا حيًا، ولا علاجًا بيطريًا، ولا بديلًا عن إدارة الصحة والمياه والتهوية وجودة الخامات. هو إنزيم يستهدف ركيزة محددة؛ فإذا كانت العليقة منخفضة جدًا في بيتا-مانان القابل للتحلل، فقد تكون الاستجابة محدودة. وإذا كانت المشكلة الأساسية في العليقة ناتجة عن سموم فطرية، عدم توازن أحماض أمينية، أو معالجة حرارية غير مناسبة، فلن يحلها المانانازبمفرده [4].

كما أن نتائج الأداء لا ينبغي تعميمها من دراسة إلى أخرى دون النظر في التصميم الغذائي. بعض المستحضرات قُيّمت تنظيميًا للدواجن، وبعض الدراسات ركزت على إنتاج مانان-أوليغوسكاريد من ركائز صناعية، وأخرى بحثت خصائص إنزيمية لكائنات دقيقة محددة. هذه الأدبيات تدعم منطق استخدام المانانازلكنها لا تبرر وعودًا مطلقة مثل تحسين كل مؤشرات النمو أو خفض تكلفة العلف في جميع الظروف [1].

حتى عند وجود فائدة، قد تظهر على شكل تحسن صغير في كفاءة التحويل أو ثبات الأداء بدل تغير واضح في الوزن النهائي وحده. وفي بعض الأنظمة، تكون القيمة الأكبر في تقليل تذبذب الاستجابة بين دفعات الخامات النباتية. لذلك يجب فهم المانانازكأداة لإدارة التباين في المصفوفة النباتية، لا كإضافة ذات أثر مستقل عن العليقة [8].

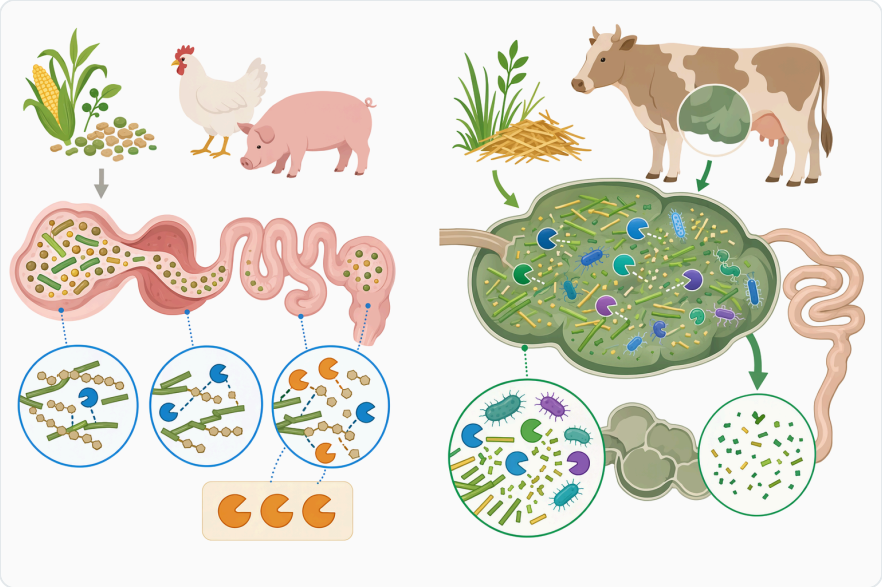

Figure 7. 외인성 만나나아제는 반추위 미생물군이 이미 상당한 섬유 분해 능력을 제공하는 반추동물에서보다 단위동물에서 실용적 맥락이 다르다.

اعتبارات التوافق مع التركيبة والتصنيع

يعتمد نجاح المانانازعلى وجود الركيزة المناسبة في العلف. إذا احتوت الصيغة على خامات نباتية ذات مانان ملحوظ، يكون للإنزيم مجال عمل أوضح؛ أما إذا كانت الصيغة قائمة على مكونات منخفضة في المانان، فقد يكون الأثر محدودًا. لذلك يرتبط القرار الفني عادة بتحليل تركيبة الخامات ومعرفة مصادر الهيميسليلوز، وليس بمجرد إضافة الإنزيم إلى أي عليقة نباتية [4].

التجانس مهم أيضًا، لأن الإنزيم يجب أن يلامس الركيزة داخل العلف أو في القناة الهضمية. سوء الخلط أو التوزيع غير المتساوي قد يجعل جزءًا من العلف يحصل على تأثير إنزيمي أكبر من جزء آخر. وبما أن الإنزيمات بروتينات وظيفية، فإن ظروف التصنيع والتخزين يجب أن تحافظ على ملاءمتها العملية، مع الاعتماد على الوثائق المصاحبة للمنتج وإرشادات التعامل الآمن بدل افتراض ثبات غير محدود [8].

تدرس الصناعة باستمرار إنزيمات أكثر ملاءمة للمعالجة والتطبيق، سواء من مصادر فطرية أو بكتيرية أو إنزيمات مهندسة. فقد تناولت أبحاث التعبير العالي لبيتا-مانانار مهندس في أنظمة ميكروبية بهدف إنتاج مانان-أوليغوسكاريد من كسب نواة النخيل المعالج مسبقًا، وهو مثال على اتجاه البحث نحو تحسين الكفاءة الوظيفية للإنزيمات دون أن يعني ذلك أن كل منتج تجاري يستخدم نفس المنهج [5].

ما الذي تضيفه وثائق CoA وSDS للمستخدم؟

تُرفق **شهادة التحليل CoA** و**نشرة بيانات السلامة SDS** مع طلب المنتج من Enzymes.bio، وهما وثيقتان تساعدان المستخدم على معرفة هوية الدفعة وإرشادات السلامة والتعامل. لا ينبغي التعامل معهما كبديل عن تقييم غذائي داخلي أو عن المتطلبات التنظيمية المحلية، لكن وجودهما يدعم الشفافية عند إدخال مادة إنزيمية في بيئة تصنيع أو تخزين علفية .

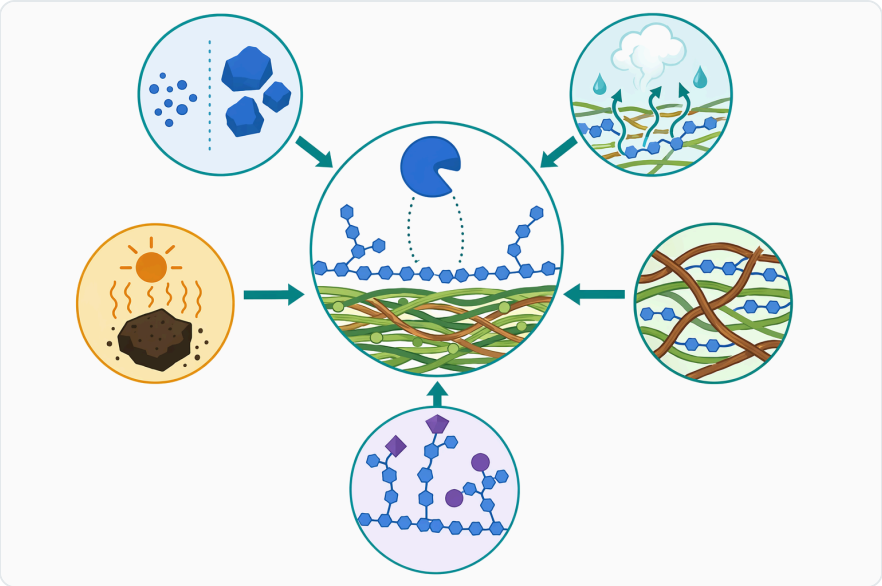

Figure 8. 만나나아제의 성능은 기질 접근성에 좌우되며, 이는 입자 구조, 열 과 수분 처리 이력, 리그닌과의 결합, 헤미셀룰로오스의 화학적 치환 등에 의 .해 영향을 받을 수 있다

من المهم أيضًا توضيح دور Enzymes.bio بدقة: الشركة تورد المنتج عبر الإنترنت ولا تقدم نفسها كمصنع للإنزيم أو مختبر تحاليل. لذلك تظل مسؤولية إدخال المنتج في برنامج علفي مرتبطة بالمستخدم المختص وبالإطار التنظيمي في السوق المستهدف، بينما يوفر المورد المنتج ووثائقه المصاحبة بصيغة تجارية مباشرة .

خلاصة تقنية

يمثل المانانار العلفي أداة متخصصة لمعالجة جزء من الهيميسليلوز النباتي، وبالتحديد بيتا-مانان والبوليمرات المرتبطة بالمانوز. من خلال قطع روابط β-1,4 داخل السلاسل، يمكن أن يقلل حجم البوليمرات التي تعيق الهضم، وأن ينتج مانان-أوليغوسكاريد أو نواتج قصيرة قد تؤثر في الميكروبيوم والبيئة المعوية حسب نوع العليقة والركيزة المتاحة [3].

أقوى ما تدعمه الأدبيات هو الآلية الإنزيمية وتطبيقاتها في تحويل المواد النباتية الغنية بالمانان، إضافة إلى وجود تقييمات لإضافات بيتا-مانانار في أعلاف الدواجن وبعض الطيور. أما نتائج الأداء في المزرعة فتظل مشروطة بتركيب العليقة، مستوى بيتا-مانان، نوع الحيوان، حالة القناة الهضمية، وطريقة التصنيع والإدارة [1].

لذلك، فإن **Mannanase Feed Addition Hemicellulose Mannose Oligosaccharide Processing** من Enzymes.bio يجب أن يُفهم كمنتج إنزيمي علفي موجه لمعالجة الهيميسليلوز الغني بالمانان، وليس كحل شامل لكل تحديات التغذية. يباع المنتج مباشرة عبر الإنترنت بوحدة **1 kg**، وتُرفق معه **CoA** و**SDS** مع الطلب، بما يدعم استخدامًا تجاريًا واضحًا ومسؤولًا ضمن برامج تغذية مصممة مهنيًا .

اطلب Mannanase Feed Addition Hemicellulose Mannose Oligosaccharide Processing 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 Feed Addition Hemicellulose Mannose Oligosaccharide Processing

المراجع

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

1. Bampidis, V., Azimonti, G., Bastos, M., Christensen, H., Dusemund, B., Durjava, M., Kouba, M., … et al. (2023). Safety and efficacy of a feed additive consisting of β-mannanase produced by Aspergillus niger CBS 120604 (Nutrixtend Optim) for use in all poultry for fattening (Kerry Ingredients & Flavours Ltd). *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 21.

2. Yang, J., Chen, Q., Zhou, B., Wang, X., & Liu, S. (2019). Manno-oligosaccharide preparation by the hydrolysis of konjac flour with a thermostable endo-mannanase from Talaromyces cellulolyticus. *Journal of Applied Microbiology*, 127.

3. Ratnakomala, S., Kahar, P., Kashiwagi, N., Lee, J., Kudou, M., Matsumoto, H., Apriliana, P., … et al. (2022). Manno-Oligosaccharide Production from Biomass Hydrolysis by Using Endo-1,4-β-Mannanase (ManNj6-379) from Nonomuraea jabiensis ID06-379. *Processes*.

.Full. *Frontiersin* .4

Li, Y., Yi, P., Liu, J., Yan, Q., & Jiang, Z. (2018). High-level expression of an engineered β-mannanase .5
(mRmMan5A) in Pichia pastoris for manno-oligosaccharide production using steam explosion pretreated
. palm kernel cake.. *Bioresource Technology*, 256, 30-37

Regmi, S., Yoo, H., Choi, Y., Choi, Y., Yoo, J., & Kim, S. (2017). Prospects for Bio-Industrial Application of an .6
Extremely Alkaline Mannanase From Bacillus subtilis subsp. inaquosorum CSB31.. *Biotechnology Journal*, 12
.11

Kango, N., Jana, U. K., & Choukade, R. (2019). Fungal Enzymes: Sources and Biotechnological Applications. .7
.*Advancing Frontiers in Mycology & Mycotechnology*

Bampidis, V., Azimonti, G., Bastos, M., Christensen, H., Durjava, M., Dusemund, B., Kouba, M., ... et al. (2024). .8
Safety of a feed additive consisting of endo 1,4 β-d-mannanase produced by Thermothelomyces
thermophilus DSM 33149 (Natupulse® TS/TS L) for chickens and turkeys for fattening, minor poultry species
.for fattening and ornamental birds (BASF SE). *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 22

Raita, M., Ibenegbu, C., Champreda, V., & Leak, D. (2016). Production of ethanol by thermophilic .9
oligosaccharide utilising Geobacillus thermoglucosidasius TM242 using palm kernel cake as a renewable
.feedstock. *Biomass & Bioenergy*, 95, 45-54

Favaro, C., Baraldi, I., Casciatori, F., & Farinas, C. (2020). β-Mannanase Production Using Coffee Industry .10
.Waste for Application in Soluble Coffee Processing. *Biomolecules*, 10

Basmak, S., & Turhan, I. (2024). Production of β-mannanase, inulinase, and oligosaccharides from coffee .11
. wastes and extracts.. *International Journal of Biological Macromolecules*, 129798

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.