إنزيم زيلاناز Xylanase لتغذية الحيوان: تحسين الاستفادة من العلائق النباتية الغنية بالأرابينوكسيلان

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

إجابة مباشرة: إنزيم زيلاناز لتغذية الحيوان هو كربوهيدراز خارجي يستهدف الزيلان والأرابينوكسيلان في جدران الخلايا النباتية، ما يساعد على تقليل أثر عديدات السكاريد غير النشوية وتحسين إتاحة الطاقة والمغذيات في علائق تعتمد على الحبوب والنواتج النباتية. تشير دراسات حديثة في بداري التسمين والدجاج البياض والخنازير والأسماك والمجترات إلى أن الاستجابة تعتمد على نوع الحيوان وتركيب العليقة، لكنها ترتبط غالبًا بتحسين هضم الألياف، وقياسات الأمعاء، واستخدام المغذيات، وأحيانًا مؤشرات المناعة أو البيئة المعوية [1].

ما هو إنزيم الزيلاناز في تغذية الحيوان؟

الزيلاناز، أو **Xylanase Enzyme Animal Nutrition** في سياق إضافات العلف، هو إنزيم يقطع الروابط داخل سلاسل الزيلان، وهي جزء رئيسي من الهيميسليلوز في جدران الخلايا النباتية. الأهمية العملية لهذا الإنزيم تظهر عند استخدام مكونات مثل القمح، الشعير، الذرة، النخالة، كسب الحبوب، وبعض النواتج الثانوية الغنية بالألياف؛ فهذه المكونات لا تحتوي فقط على نشا وبروتين وطاقة محسوبة، بل تحتوي أيضًا على مصفوفة جدارية قد تقلل وصول إنزيمات الحيوان الهضمية إلى المغذيات الموجودة داخل الخلايا النباتية [2].

في الحيوانات غير المجترة، خصوصًا الدواجن والخنازير، لا توجد قدرة إنزيمية ذاتية كافية لتفكيك عديدات السكاريد غير النشوية بكفاءة. لذلك يُستخدم الزيلاناز كإنزيم خارجي ضمن العليقة أو ضمن معالجة بعض المواد العلفية لتقليل العوائق الفيزيائية والوظيفية التي تسببها الأرابينوكسيلانات. في الدجاج البياض المغذى على علائق قمحية، أظهرت الأبحاث أن مستوى عديدات السكاريد غير النشوية القابلة للذوبان مع إضافة الزيلاناز يؤثر في الأداء وجودة البيض واستخدام المغذيات، ما يوضح أن الزيلاناز ليس إضافة منفصلة عن تصميم العليقة، بل جزء من إدارة ألياف القابلة وغير القابلة للذوبان [2].

تعمل Enzymes.bio كمورّد للمنتج وليست جهة مصنّعة أو مختبر تحليل. يُباع المنتج مباشرة عبر الإنترنت بوحدة **1 kg**، وتُرفق مع الطلب وثائق الدعم المعتادة مثل **CoA** و**SDS**. هذه الوثائق تساعد مستخدمي المنتج على فهم مواصفات الدفعة وإرشادات السلامة، مع بقاء تقييم الملاءمة التطبيقية مرتبطًا بتركيبة العلف ونظام الإنتاج.

لماذا يمثل الزيلان والأرابينوكسيلان تحديًا في العلف؟

جدران الخلايا النباتية ليست مكونًا خاملاً في العلف. فهي تضم السليلوز، والهيميسليلوز، والبكتينات، واللجنين بدرجات مختلفة، وتعمل كبنية تحيط بالنشا والبروتين والدهون والمعادن. عندما تكون هذه الجدران غنية بالأرابينوكسيلان، يمكن أن يتكون حاجز يحد من تلامس الإنزيمات الهضمية مع المغذيات، كما قد تسهم بعض الكسور القابلة للذوبان في رفع لزوجة محتوى الأمعاء، خصوصًا في علائق القمح والشعير وبعض النواتج الثانوية [1].

تأثير الأرابينوكسيلان لا يكون واحدًا في كل المواد الخام. فالقيمة العملية للزيلاناز تزيد عادة عندما تحتوي العليقة على كمية أعلى من ركائز الزيلان القابلة للتحلل، أو عندما يكون تركيب الجدار الخلوي أكثر إعاقة للهضم. لذلك قد تختلف الاستجابة بين عليقة قمحية وأخرى ذُرية، وبين مادة خام منخفضة الألياف وأخرى تحتوي على نخالة أو نواتج طحن. في بداري التسمين، درست أبحاث حديثة إضافة الزيلاناز منفردًا أو مع بيتا-غلوكاناز، مع متابعة النمو وجودة اللحم وقياسات الأمعاء واستخدام المغذيات، ما يعكس أن أثر الزيلاناز يُقرأ من خلال العليقة كاملة وليس من خلال الإنزيم وحده [1].

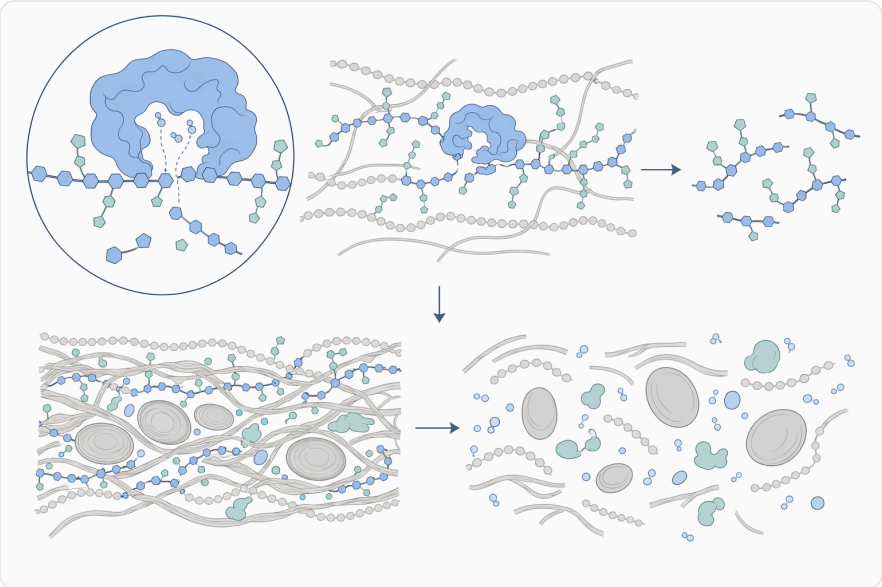

Figure 1. 자일라나아제는 자일란과 아라비노자일란 사슬을 더 작은 조각으로 절단해 식물성 사료 기질을 느슨하게 만드는 촉매 작용을 합니다.

الميزة الآلية المهمة للزيلاناز هي أنه لا "يهضم العلف كله"، بل يستهدف جزءًا محددًا من مصفوفة الهيميسليلوز. عند قطع سلاسل الزيلان، قد تصبح بنية جدار الخلية أقل تماسكًا، وقد تتحرر مغذيات كانت محجوزة داخل البنية النباتية، وقد تتكون أوليغوسكريات زيلية يمكن أن تتفاعل لاحقًا مع ميكروبيوتا الأمعاء. هذه الفرضيات تفسر لماذا تشمل بعض الدراسات قياسات معوية وميكروبية، وليس فقط وزن الجسم أو معدل التحويل الغذائي [3].

آلية العمل: من تفكيك الجدار الخلوي إلى دعم استخدام المغذيات

يعمل الزيلاناز أساسًا كإنزيم **endo-1,4-β-xylanase**، أي إنه يقطع الروابط الداخلية في سلاسل الزيلان بدل الاكتفاء بتحرير وحدات طرفية. هذا النمط من القطع يؤدي إلى تقصير السلاسل الكبيرة وتحويل جزء من الهيميسليلوز إلى كسور أصغر. من الناحية الغذائية، يهم هذا لأن الجدار النباتي قد يكون "غلافًا" يحمي محتوى الخلية من الهضم، وعندما يضعف هذا الغلاف يصبح الوصول إلى النشا والبروتين والدهون أسهل نسبيًا [4].

الأثر الثاني يرتبط باللزوجة. في بعض العلائق، خصوصًا القمحية أو المعتمدة على مكونات غنية بالأرابينوكسيلان القابل للذوبان، قد يؤدي ارتفاع لزوجة الكتلة الهضمية إلى بطء امتزاج الإنزيمات الهضمية بالمادة الغذائية وإلى تغير حركة المحتوى المعوي. تفكيك الأرابينوكسيلان إلى سلاسل أقصر قد يساعد في تخفيف هذا العبء الفيزيائي، وهو أحد الأسباب التي تجعل الزيلاناز حاضرًا في دراسات الدجاج البياض والبداري عند استخدام علائق قمحية أو منخفضة الطاقة أو مرتفعة الألياف [2].

الأثر الثالث هو تعديل الركائز المتاحة للميكروبات. عندما ينتج التحلل الجزئي أوليغوسكريات زيلية، قد تصبح هذه المركبات جزءًا من البيئة التخمرية في الأمعاء الخلفية أو في مناطق معينة من القناة الهضمية. في الخنازير، درست أبحاث إضافة بيتا-غلوكاناز إلى علائق ذرة-صويا تحتوي على زيلاناز، مع التركيز على الميكروبيوتا المرتبطة بمخاطية الصائم وصحة الأمعاء وهضم المغذيات، ما يشير إلى أن الإنزيمات الكربوهيدراتية يمكن أن تؤثر في أكثر من مجرد تحرير الطاقة المحسوبة [3].

الأثر الرابع يتعلق بتقليل التباين. المواد الخام النباتية تختلف بحسب الموسم والمنشأ وطريقة المعالجة ونسبة الأجزاء الخارجية للحبة. الزيلاناز لا يلغي هذا التباين، لكنه قد يساعد على تقليل جزء من أثره عندما يكون مصدر التباين مرتبطًا بمحتوى الهيميسليلوز أو قابلية تفكيك الجدار الخلوي. لذلك يفضَّل النظر إليه كأداة ضمن صياغة علفية دقيقة، لا كبديل عن تقييم جودة المكونات أو توازن البروتين والطاقة والأحماض الأمينية [5].

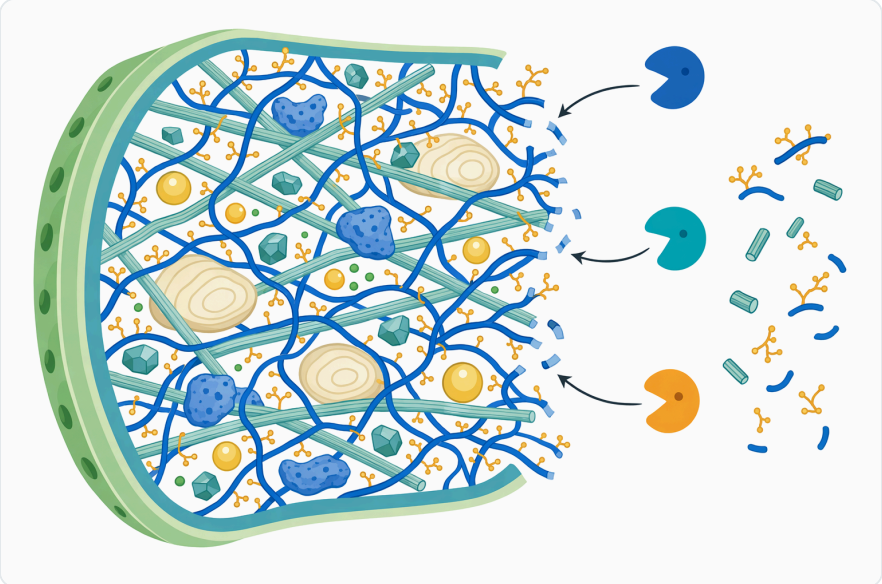

Figure 2. 아라비노자일란이 풍부한 세포벽은 자일라나아제가 그 장벽을 약 .화시키기 전까지 영양소를 물리적으로 가둘 수 있습니다

أين تظهر الاستجابة بوضوح؟ مقارنة بين الأنواع الحيوانية

تختلف قيمة الزيلاناز حسب نوع الحيوان. الدواجن، مثلًا، ذات قناة هضمية قصيرة نسبيًا وحساسة للزوجة العليقة، ولذلك تظهر تطبيقات الزيلاناز في بداري التسمين والدجاج البياض بكثافة. في الخنازير، تزداد الأهمية عند استخدام مكونات نباتية أو نواتج ثانوية ذات ألياف أعلى. في الأسماك آكلة أو مختلطة التغذية، يصبح الموضوع مرتبطًا بتوسع استخدام البروتينات النباتية بدل المكونات الحيوانية. أما في المجترات، فرغم امتلاكها تخمرًا كرشيًا، قد يُدرس الزيلاناز لدعم التعامل مع علائق أو مواد خشنة غنية بجدران الخلايا [6].

النوع أو التطبيق	المشكلة الغذائية المستهدفة	دور الزيلاناز المحتمل	أمثلة على مؤشرات درستها الأبحاث
بداري التسمين	عديدات سكاريد غير نشوية في الحبوب، لزوجة، حبس للمغذيات داخل الجدار الخلوي	تفكيك الأرابينوكسيلان ودعم استخدام الطاقة والمغذيات	النمو، جودة اللحم، قياسات الأمعاء، استخدام المغذيات [1]
الدجاج البياض	علائق قمحية ذات مستويات مختلفة من NSP القابل للذوبان	دعم الأداء وجودة البيض والاستفادة من المغذيات	الأداء الإنتاجي، جودة البيض، استخدام المغذيات [2]
الخنازير	ألياف نباتية ومصفوفة ذرة-صويا أو مكونات جانبية	تحسين هضم بعض الكسور الليفية والتأثير في البيئة المعوية	هضم المغذيات، ميكروبيوتا مخاطية، مؤشرات الأمعاء [3]
الأسماك مثل القرموط الإفريقي	علائق نباتية قد تحتوي على كربوهيدرات جدارية غير مهضومة بكفاءة	تحسين الاستفادة من العليقة النباتية والتأثير في الأمعاء الخلفية	النمو، تنوع ميكروبي، كيمياء الدم [6]
المجترات الصغيرة	علائق قمحية أو مواد نباتية قد تؤثر في الحالة الاستقلابية	دعم التحلل الجزئي للألياف ومؤشرات الاستجابة الحيوية	قدرة الكبد المضادة للأكسدة والاستجابة المناعية [7]

هذه المقارنة لا تعني أن الاستجابة مضمونة أو متساوية. فالدراسة الواحدة قد تستخدم تركيبة علفية وسلالة وعمرًا وظروف تربية مختلفة عن الواقع التجاري. لكنها توضح الخيط العلمي المشترك: الزيلاناز يصبح أكثر أهمية عندما يكون الجدار الخلوي النباتي، لا نقص البروتين أو المعدن وحده، جزءًا من سبب انخفاض الاستفادة من العليقة [5].

الأدلة في الدواجن: بداري التسمين والدجاج البياض

في بداري التسمين، ركزت دراسات حديثة على إضافة الزيلاناز منفردًا أو مع بيتا-غلوكاناز ومتابعة مؤشرات متعددة تشمل النمو، جودة اللحم، قياسات الأمعاء، واستخدام المغذيات. هذا التصميم مهم لأنه يعترف بأن الإنزيم قد يؤثر في أكثر من مسار: تحرير الطاقة، تقليل اللزوجة، تغيير بنية المحتوى المعوي، وربما تعديل نواتج التخمر.

لذلك لا ينبغي اختزال الزيلاناز إلى "محسن تحويل غذائي" فقط، بل إلى أداة لتحسين التعامل مع مكونات نباتية معينة [1].

دراسة أخرى على بداري التسمين درست إندو-1,4-زيلاناز ومركبًا من الزيلاناز وبيتا-غلوكاناز، مع متابعة الأداء واستخدام الطاقة وجودة اللحم. وجود بيتا-غلوكاناز في المقارنة منطقي لأن بعض الحبوب لا تحتوي على الأرابينوكسيلان فقط، بل قد تحتوي أيضًا على بيتا-غلوكان ومكونات جدارية أخرى. عندما تكون المشكلة متعددة الركائز، قد يكون مزيج الإنزيمات أكثر توافقًا مع طبيعة الجدار النباتي من إنزيم واحد، مع بقاء النتيجة مرتبطة بالمادة الخام المستخدمة [5].

في علائق الدجاج البياض القمحية، ترتبط أهمية الزيلاناز بمستوى عديدات السكاريد غير النشوية القابلة للذوبان. البحث الذي تناول هذا العامل مع إضافة الزيلاناز أشار إلى تأثيرات على الأداء وجودة البيض واستخدام المغذيات. وهذا له بعد عملي مهم: في أنظمة إنتاج البيض، لا يقتصر التقييم على وزن الجسم أو استهلاك العلف، بل يشمل جودة القشرة والبيضة والاستفادة الغذائية على مدى أطول نسبيًا من دورة بداري التسمين [2].

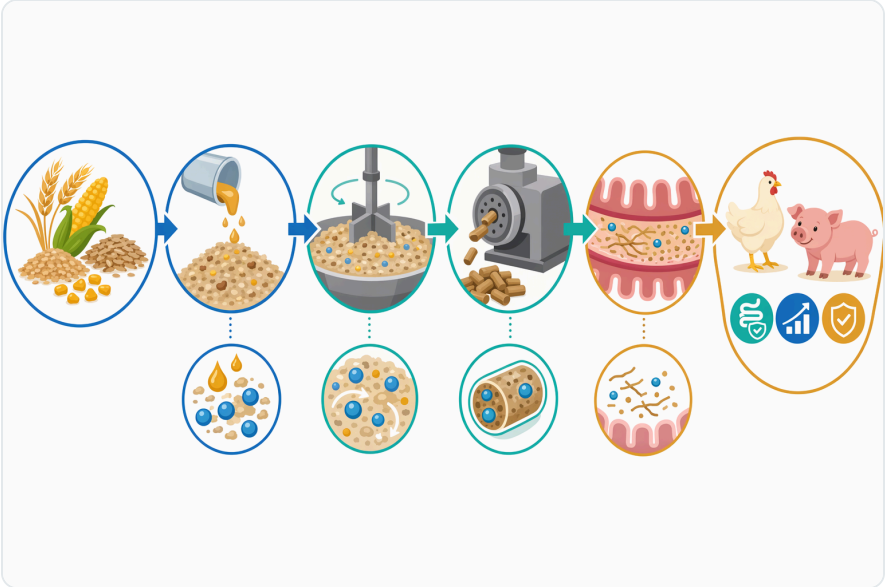

Figure 3. 소화 과정에서 자일라나아제는 세포벽 구조를 열고, 수용성 섬유로 인한 점도 증가 효과를 줄이며, 발효 가능한 더 작은 탄수화물 조각을 생성할 .수 있습니다

توجد أيضًا أبحاث على علائق بداري التسمين منخفضة الطاقة المعتمدة على الذرة وكسب الصويا، حيث دُرست إضافة الزيلاناز كوسيلة لدعم الأداء في سياق تغذوي أكثر تحفظًا من حيث الطاقة. هذا النوع من الدراسات لا يعني أن الزيلاناز يسمح بخفض الطاقة بلا حدود، بل يوضح أن الإنزيم قد يكون جزءًا من استراتيجية صياغة تأخذ في الاعتبار الطاقة المحررة من الكسور الجدارية غير المستغلة بالكامل [8].

الزيلاناز مع إنزيمات أخرى: متى يكون الجمع منطقيًا؟

كثير من المواد النباتية لا تحتوي على ركيزة واحدة. فالجدار الخلوي قد يجمع الأرابينوكسيلان، بيتا-غلوكان، المانان، السليلوز، ومكونات أخرى، إضافة إلى فيتات مرتبط بالمعادن. لذلك تظهر في الدراسات تركيبات تجمع الزيلاناز مع بيتا-غلوكاناز أو بيتا-مانانار أو إنزيمات أخرى. في بداري التسمين المقدمة لها علائق قمحية، أظهرت دراسة حديثة أن بيتا-مانانار منفردًا أو مع زيلاناز وبيتا-غلوكاناز ارتبط بتحسين أداء النمو وتدهور عديدات السكاريد غير النشوية وبيئة الجهاز الهضمي [9].

الجمع بين الإنزيمات ينبغي فهمه وفق الركيزة. إذا كانت المشكلة الأساسية أرابينوكسيلان، يكون الزيلاناز محورياً. إذا كانت هناك بيتا-غلوكانات ذات أثر لزوجي، يصبح بيتا-غلوكاناز منطقيًا. وإذا كانت المانانات جزءًا من العبء الجدارِي أو من مكونات مثل كسب الصويا، فقد يكون بيتا-مانانار ذا صلة. الدراسات التي تقارن الزيلاناز وحده بمركبات إنزيمية تساعد على تحديد هل العليقة تستجيب لإنزيم محدد أم تحتاج إلى تفكيك أوسع للمصفوفة النباتية [5].

مع ذلك، لا يعني "المزيد من الإنزيمات" دائمًا "نتيجة أفضل". التداخل بين الإنزيمات يعتمد على وجود الركيزة، وعلى مدى وصول الإنزيم إليها، وعلى ظروف تصنيع العلف والهضم. إذا كانت العليقة منخفضة في الأرابينوكسيلان القابل للتأثير أو تحتوي على ألياف غير قابلة للتحلل بآلية الزيلاناز، فقد تكون الاستجابة محدودة. لذلك يُعد الزيلاناز أداة موجهة، وليس إضافة عامة لكل مشكلة تغذوية [9].

تطبيقات الخنازير: الهضم، الأمعاء، والانبعاثات النيتروجينية

في الخنازير، يختلف مسار الاستجابة عن الدواجن بسبب اختلاف طول القناة الهضمية ونمط التخمر في الأمعاء الخلفية. ومع ذلك، تظل عديدات السكاريد غير النشوية في الحبوب والنواتج الثانوية عاملًا قد يحد من الاستفادة من الطاقة والمغذيات. دراسة على علائق ذرة-صويا تحتوي على زيلاناز بحثت إضافة بيتا-غلوكاناز وتأثير ذلك في ميكروبيوتا مخاطية الصائم وصحة الأمعاء وهضم المغذيات، ما يبرز أهمية النظر إلى سطح المخاطية والتفاعل الميكروبي عند تقييم إنزيمات الألياف في الخنازير [3].

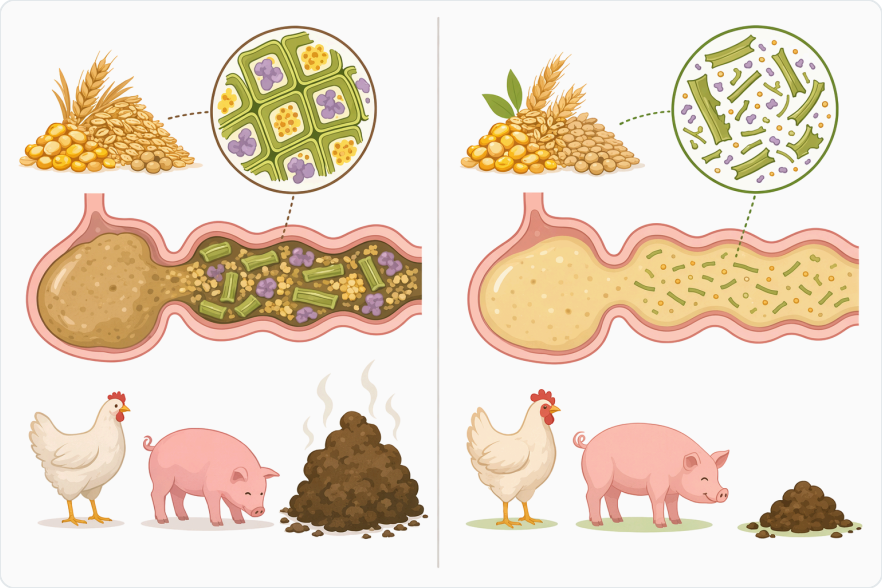

Figure 4. 사료 효소는 종류에 따라 서로 다른 기질에 작용하며, 자일라나아제는 피테이트, 단백질, 셀룰로오스 또는 베타글루칸이 아니라 자일란이 풍부한 .헤미셀룰로오스를 특이적으로 표적으로 합니다

في مرحلة النمو والتسمين، توجد أبحاث حديثة مخصصة لتأثير إضافة الزيلاناز في الخنازير النامية-المنهية. أهمية هذا الاتجاه أنه يرتبط بمرحلة ذات استهلاك علفي كبير، حيث يمكن لأي تحسن في الاستفادة من العليقة أو تقليل الفاقد الغذائي أن يكون ذا أثر اقتصادي وبيئي. ومع ذلك، فإن النتائج يجب أن تُقرأ ضمن كثافة العليقة ومحتوى الألياف ومصدر الحبوب والنواتج الثانوية المستخدمة [10].

تظهر أيضًا زاوية بيئية في دراسات استخدام الزيلاناز في الخنازير، خصوصًا عند ربطه باستخدام النيتروجين وانبعاثات الأمونيا. دراسة حديثة تناولت تأثير إضافة الزيلاناز في استخدام النيتروجين وانبعاثات الأمونيا في الخنازير النامية، وهي زاوية مهمة لأن تحسين هضم الكربوهيدرات الجدارية قد يؤثر في توازن الطاقة المتاحة للميكروبات وفي طريقة طرح النيتروجين. لكن لا ينبغي تعميم أثر بيئي ثابت من دون سياق العليقة ونظام الإدارة [11].

الأسماك والمجترات: تطبيقات تتوسع مع زيادة العلائق النباتية

في الاستزراع السمكي، يتزايد استخدام المكونات النباتية لأسباب اقتصادية واستدامية، لكن هذا يرفع مستوى الكربوهيدرات الجدارية التي لا تتوافق دائمًا مع القدرات الهضمية لبعض الأنواع. في القرموط الإفريقي كبير الحجم، درست إضافة إندو-1,4-بيتا-زيلاناز إلى علائق نباتية وتأثيرها في أداء النمو، وتنوع ميكروبات الأمعاء الخلفية، وكيمياء الدم. هذا يوضح أن الزيلاناز ليس مقتصرًا على الدواجن والخنازير، بل يمكن أن يكون ذا صلة عندما تصبح العليقة السمكية أكثر اعتمادًا على مواد نباتية [6].

في المجترات، ورغم أن الكرش يوفر تخمرًا ميكروبيًا واسعًا للألياف، فإن الإنزيمات الخارجية قد تُدرس لدعم تحلل مكونات محددة أو لتحسين التفاعل مع علائق معينة. في الأغنام التبتية المغذاة على علائق قمحية، ارتبطت إضافة الزيلاناز بتحسين القدرة المضادة للأكسدة في الكبد والاستجابة المناعية، وفق عنوان وموضوع الدراسة.

هذا النوع من النتائج يشير إلى أن أثر الزيلاناز قد يتجاوز الهضم المباشر، لكنه يظل مرتبطًا بنظام تغذية محدد ولا يمكن نقله آليًا إلى كل المجترات [7].

عند قراءة تطبيقات المجترات، يجب التمييز بين تحليل الجدار النباتي قبل وصول العلف للكرش أو أثناء المراحل المبكرة من الهضم، وبين دور الميكروبات الكرشية نفسها. الزيلاناز الخارجي قد يغيّر شكل الركيزة أو يسرّع أجزاء من التحلل، لكنه لا يستبدل وظيفة الكرش ولا يعالج وحده مشكلات الألياف الخشنة أو انخفاض جودة المادة العلفية. لذلك تكون قيمته أوضح عندما يندمج مع إدارة مادة خام مناسبة وتركيبة عليقة متوازنة [7].

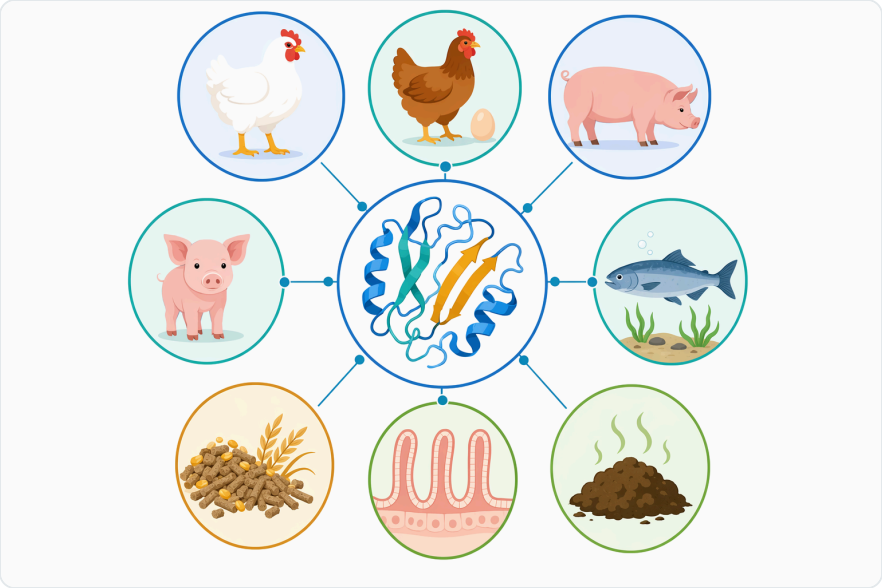

Figure 5. 주요 동물영양 분야의 활용은 가금류 사료, 돼지 사료, 섬유질이 많은 부산물, 그리고 자일란이 풍부한 섬유가 영양소 접근을 제한하는 발효 조사료 원료를 포함합니다.

السمات الإنزيمية المهمة من دون الدخول في مواصفات مخبرية

من الناحية التقنية، ليست كل الزيلانازات متطابقة. هناك عائلات إنزيمية مختلفة، مثل GH10 وGH11، وتختلف في البنية، وحجم الموقع الفعال، ونمط التعامل مع الأرابينوكسيلان المتفرع. بعض الدراسات الحديثة تناولت زيلانازات GH10 ذات ثبات واسع وإمكانات لإنتاج أوليغوسكريات زيلية وسكرنة مواد علفية، ما يوضح أن البنية الإنزيمية تؤثر في نوعية نواتج التحلل وفي ملاءمة التطبيق [4].

كما أن بنية الزيلاناز قد تتأثر ببيئة الحموضة، وهو موضوع دُرس في زيلاناز GH11 من كائنات محبة للحرارة، حيث ركز البحث على التغيرات البنيوية الناتجة عن اختلاف الوسط. في تغذية الحيوان، يهم هذا لأن الإنزيم يمر ببيئات هضمية متغيرة، كما قد يتعرض لظروف تصنيع وتخزين مختلفة. لكن تقييم ملاءمة أي منتج تجاري يجب أن يستند إلى وثائقه ومواصفاته المرفقة، لا إلى افتراض عام عن كل الزيلانازات [12].

تتناول مراجعات إنتاج الزيلاناز الفطري مراحل الإنتاج والمعالجة اللاحقة وتنوع التطبيقات الصناعية، ما يفسر لماذا تُستخدم الزيلانازات في الأعلاف والأغذية واللب والورق والكتلة الحيوية. بالنسبة لمستخدم العلف، الأهم ليس تفاصيل التصنيع، بل فهم أن مصدر الإنزيم وبنيته وثباته ونقاوته كلها عوامل قد تؤثر في الأداء العملي.
Enzymes.bio في هذا السياق مورّد يتيح المنتج ووثائق CoA وSDS مع الطلب، وليس جهة تصنع الإنزيم أو تجري اختبارات تطبيقية نيابة عن المستخدم [13].

كيفية دمج الزيلاناز في استراتيجية تغذية مسؤولة

أفضل طريقة لفهم الزيلاناز هي اعتباره جزءًا من "مصفوفة قرار" مرتبطة بالمادة الخام. إذا كانت العليقة غنية بحبوب أو نواتج نباتية تحتوي على أرابينوكسيلان مؤثر، يصبح الزيلاناز أكثر منطقية. وإذا كانت المشكلة الأساسية نقص أحماض أمينية أو عدم توازن معادن أو سموم فطرية أو سوء تحبيب، فلن يكون الزيلاناز حلًا مباشرًا.
الدراسات التي قارنت الزيلاناز وحده أو مع إنزيمات أخرى في بداري التسمين تؤكد أن الاستجابة تقاس من خلال العليقة الكاملة ومؤشرات متعددة، لا من خلال وجود الإنزيم في حد ذاته [1].

في مصانع الأعلاف أو الخلطات المزرعية، يجب التفكير في تجانس التوزيع وتوافق الإنزيم مع مسار تصنيع العلف. الإنزيم بروتين وظيفي، وأداؤه قد يتأثر بالتعرض القاسي للرطوبة أو المعالجة أو التخزين غير المناسب. لذلك تُستخدم معلومات السلامة والمواصفات المرفقة مع المنتج لفهم التعامل العام معه، بينما يظل تحديد ملاءمة التطبيق مرتبطًا بنظام العلف المستخدم. هذا الطرح يتوافق مع الأدبيات التي تبرز اختلاف استجابة الزيلاناز بحسب المادة الخام والإنزيم والظروف التطبيقية [14].

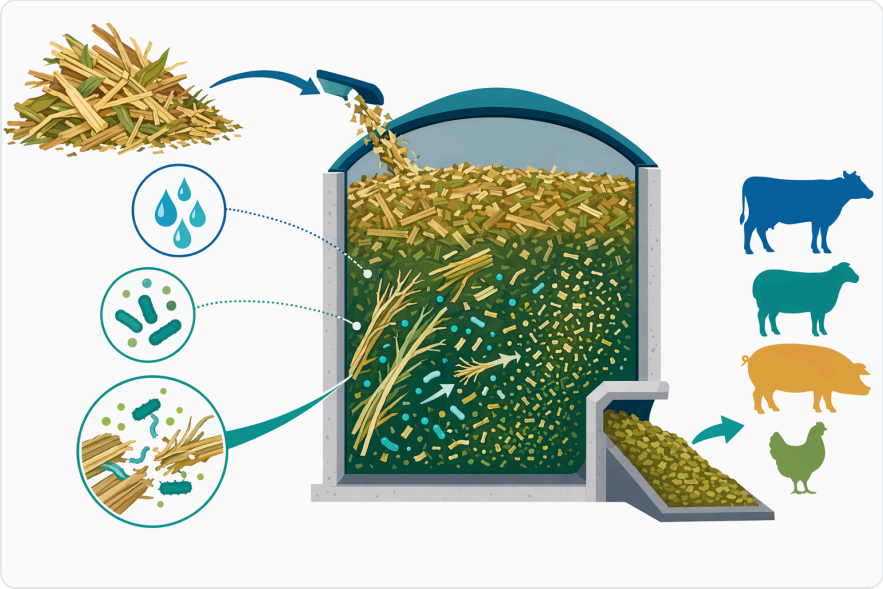

Figure 6. 사일리지와 발효 바이오매스에서 자일라나아제는 사료가 동물에게 .도달하기 전에 헤미셀룰로오스를 변형할 수 있습니다

كذلك ينبغي عدم فصل الزيلاناز عن مفهوم "قيمة الطاقة المتاحة". في علائق منخفضة الطاقة أو مصممة بهوامش غذائية محددة، قد يساعد الزيلاناز في تحرير جزء من الطاقة غير المستغلة في الجدار الخلوي، لكن ذلك لا يبرر خفضًا غير محسوب في الطاقة أو المغذيات. دراسة الزيلاناز في علائق بداري التسمين منخفضة الطاقة

المعتمدة على الذرة وكسب الصويا تعطي مثالًا على استخدامه ضمن تصميم غذائي محسوب، لا ضمن افتراض أنه يعوض أي نقص في التركيبة [8].

ما الذي يمكن توقعه وما الذي لا ينبغي توقعه؟

يمكن توقع أن يستهدف الزيلاناز جزءًا محددًا من الألياف النباتية، وأن يدعم تفكيك الأرابينوكسيلان، وأن يساعد في تحسين إتاحة بعض المغذيات عندما تكون هذه الألياف عاملًا محددًا للهضم. كما يمكن أن تكون له آثار غير مباشرة في بيئة الأمعاء من خلال تغيير اللزوجة ونواتج التحلل والركائز المتاحة للميكروبيوتا. هذه التوقعات منسجمة مع دراسات الدواجن والخنازير والأسماك التي تقيس الأداء والهضم والميكروبيوم ومؤشرات الأمعاء [6].

لكن لا ينبغي توقع أن يحل الزيلاناز محل صياغة العليقة أو جودة المواد الخام أو إدارة التخزين. فهو لا يحلل الفيتات مثل الفيتاز، ولا يستهدف البروتين مثل البروتياز، ولا يكسر السليلوز بوصفه ركيزته الأساسية. كما أن تأثيره لا يكون واحدًا في كل الأنواع أو الأعمار أو مستويات الألياف. عند استخدام إنزيمات متعددة، يجب أن يكون الاختيار مبنيًا على طبيعة الركائز الموجودة في العليقة، لا على فكرة أن كل خليط إنزيمي سيكون أفضل في كل الأحوال [9].

من المهم أيضًا التمييز بين "دعم صحة الأمعاء" وادعاء علاجي. الزيلاناز إضافة علفية وظيفية تستهدف كفاءة استخدام العلف، وليس دواءً لعلاج أمراض القناة الهضمية. عندما تشير الدراسات إلى تغيرات في الميكروبيوتا أو مؤشرات المناعة أو الحالة المضادة للأكسدة، يجب فهمها كاستجابات حيوية مرتبطة بالعليقة والنوع الحيواني والظروف التجريبية، لا كضمانات علاجية أو وقائية عامة [3].

موقع المنتج من Enzymes.bio في الاستخدام التجاري

Xylanase Enzyme Animal Nutrition من Enzymes.bio موجه للمستخدمين الذين يحتاجون إنزيم زيلاناز علفي ضمن تطبيقات تغذية الحيوان أو معالجة المواد العلفية النباتية. القيمة التقنية للمنتج ترتبط بمبدأ واضح: تفكيك الزيلان والأرابينوكسيلان لتقليل أثر عديدات السكاريد غير النشوية ودعم الاستفادة من الطاقة والمغذيات. وهذا المبدأ مدعوم باتجاه واسع من الدراسات الحديثة في بداري التسمين والدجاج البياض والخنازير والأسماك وبعض المجترات [1].

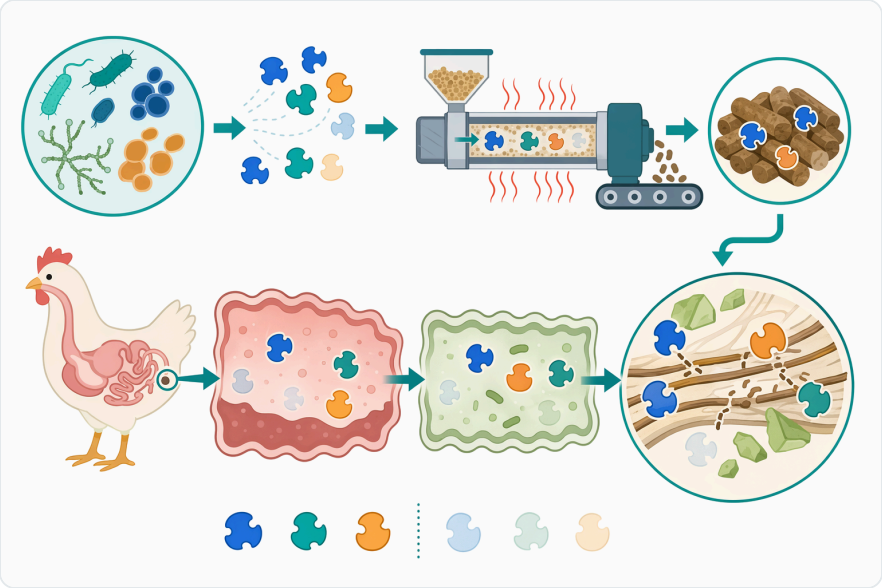

Figure 7. 자일라나아제의 유래, 단백질 구조, 제형은 효소가 기질에 도달할 .때까지 충분히 오래 활성을 유지할 수 있는지에 영향을 미칩니다

تُقدّم Enzymes.bio المنتج كمورّد عبر البيع المباشر على الإنترنت بوحدة **1 kg**، وتُرفق **CoA** و**SDS** مع الطلب. لا ينبغي فهم ذلك على أنه ادعاء تصنيع أو اختبار مخبري من Enzymes.bio؛ فدورها هو توفير المنتج ووثائقه للمشتري. أما تقييم الأداء داخل تركيبة علف محددة فيبقى مرتبطًا بالمادة الخام، والنوع الحيواني، ونظام الخلط والتصنيع، والهدف الغذائي للتطبيق.

من منظور B2B، يناسب الزيلاناز المستخدمين الذين يعملون مع علائق نباتية ويحتاجون إلى تقليل أثر الألياف الجدارية، أو تحسين مرونة استخدام الحبوب والنواتج الثانوية، أو دعم استراتيجيات صياغة أكثر كفاءة. الدراسات الحديثة عن الزيلاناز مع بيتا-غلوكاناز أو بيتا-مانانار في بداري التسمين، وعن الزيلاناز في الخنازير والأسماك، تعطي أساسًا علميًا لفهم أين يكون الإنزيم أكثر صلة، وأين تكون الاستجابة بحاجة إلى تحقق عملي داخل النظام الغذائي المحدد [10].

خلاصة تقنية

إنزيم الزيلاناز في تغذية الحيوان هو أداة موجهة لتحسين التعامل مع الجدار الخلوي النباتي، خصوصًا الزيلان والأرابينوكسيلان. أهميته تظهر في العلائق المعتمدة على الحبوب والنواتج النباتية، حيث يمكن لعديدات السكاريد غير النشوية أن تقلل إتاحة الطاقة والمغذيات أو تؤثر في لزوجة المحتوى الهضمي وبيئة الأمعاء. الأدلة الحديثة في الدواجن والخنازير والأسماك والمجترات تدعم النظر إلى الزيلاناز كجزء من استراتيجية تغذية دقيقة، لا كإضافة عامة ذات نتيجة ثابتة في كل الظروف [2].

عند استخدام **Xylanase Enzyme Animal Nutrition**، يكون التوقع الواقعي هو دعم تفكيك الهيميسليلوز وتحسين قابلية الاستفادة من العليقة عندما تكون الركيزة المناسبة موجودة. أما حجم الاستجابة فيعتمد على النوع الحيواني، وتركيب العليقة، ومستوى الأرابينوكسيلان، ووجود إنزيمات أخرى، وطريقة إدخال المنتج في نظام

العلف. لذلك يمثل الزيلاناز خيارًا تقنيًا مهمًا في تغذية الحيوان الحديثة، خصوصًا مع زيادة الاعتماد على مكونات نباتية ونواتج ثانوية تحتاج إلى استغلال غذائي أكثر كفاءة [5].

اطلب Xylanase Enzyme Animal Nutrition 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 Xylanase Enzyme Animal Nutrition →

المراجع

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

1. Kim, D. Y., Kim, K., Lee, E. C., Oh, J., Park, M. A., & Kil, D. (2024). Effect of dietary supplementation of xylanase alone or combination of xylanase and β-glucanase on growth performance, meat quality, intestinal measurements, and nutrient utilization in broiler chickens. *Animal bioscience*, 38, 325 - 335.
2. Nguyen, X., Nguyen, H. T., & Morgan, N. (2021). Dietary soluble non-starch polysaccharide level and xylanase supplementation influence performance, egg quality and nutrient utilization in laying hens fed wheat-based diets. *Animal Nutrition*, 7, 512 - 520.
3. Duarte, M. E., Sparks, C., & Kim, S. (2021). Modulation of jejunal mucosa-associated microbiota in relation to intestinal health and nutrient digestibility in pigs by supplementation of β-glucanase to corn–soybean meal-based diets with xylanase. *Journal of Animal Science*, 99.
4. Zhang, T., Cheng, Z., Fan, Y., Lan, Y., Shu, H., Chen, J., Jin, F., ... et al. (2025). Isolation, expression and characterization of a novel thermo-acid/alkali-stable GH10 xylanase BsXynA from Bacillus safensis L7 and its potential for xylooligosaccharide production and animal feed saccharification.. *Enzyme and Microbial Technology*, 191, 110735 .
5. Visripat, S., Chailaor, P., Namted, S., Rakangthong, C., Kaewtapee, C., & Bunchasak, C. (2025). Effect of endo-1,4-xylanase and a complex of xylanase and β-glucanase supplementation on growth performance, energy utilization, and meat quality in broiler chickens. *Veterinary World*, 18, 3929 - 3941.
6. Gericke, S., Salie, K., Wet, L. D. D., & Goosen, N. (2021). Effects of dietary supplementation of endo-(1,4)-β-xylanase in plant-based diets on growth performance, hindgut microbial diversity, and blood chemistry in large on-growing African catfish (Clarias gariepinus). *Journal of Applied Aquaculture*, 35, 561 - 584.
7. Zhang, F., Ma, B., Gao, Z., Wu, Z., Qu, Y., Zhang, Y., Hou, S., ... et al. (2024). Supplementing exogenous xylanase improves the liver antioxidant capacity and immune response of Tibetan sheep fed wheat-based diets. *Italian Journal of Animal Science*, 23, 1524 - 1534.

8. Selim, N., Waly, A. H., Magied, H. A., Habib, H. H., Fadl, A., & Shalash, S. (2016). FURTHER BENEFITS OF XYLANASE ENZYME SUPPLEMENTATION TO LOW ENERGY CORN-SOYBEAN MEAL BROILER DIETS.

9. 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.

10. González-Ortiz, G., Merriman, L., & Cordero, G. (2025). PSV-13 Influence of xylanase supplementation in growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*.

11. Silva, A. A., Montminy, M., Cappelaere, L., Larios, D., Boudry, C., & Godbout, S. (2026). 251. Impact of Xylanase Supplementation on Nitrogen Utilization and Ammonia Emissions in Growing Pigs. *Journal of Animal Science*.

12. Nam, K. H. (2024). pH-Induced structural changes in xylanase GH11 from Thermoanaerobacterium saccharolyticum. *F1000Research*.

13. J., J., Tania, V., Tanjaya, J. C., & K, K. (2021). Recent Advancements of Fungal Xylanase Upstream Production and Downstream Processing. *Online (Weston, Conn.)*.

14. Carla, L. D. T., & Marina, K. K. (2017). Thermostable xylanase from thermophilic fungi: Biochemical properties and industrial applications. *African Journal of Microbiology Research*, 11, 28-37.

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.