

البروتياز القلوي Feed Grade Alkaline Protease لتخمير كسب الصويا وتحسين بروتين الأعلاف

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

إجابة مباشرة: البروتياز القلوي المخصص لكسب الصويا المخمر هو إنزيم علفي يساعد على تفكيك بروتينات الصويا الكبيرة إلى ببتيدات أقصر، ما يدعم قابلية الهضم ويجعل المادة البروتينية أكثر ملاءمة للاستخدام في علائق الدواجن والخنازير والأسماك والحيوانات الأليفة. يعتمد أثره العملي على توافقه مع نظام التخمر وجودة كسب الصويا والصياغة الغذائية، ولا يُعد بديلًا عن ضبط العليقة أو إدارة عملية التصنيع.

ما المقصود بالبروتياز القلوي لكسب الصويا المخمر؟

البروتياز القلوي هو إنزيم يحقّر التحلل المائي للروابط الببتيدية في البروتينات ضمن بيئات متعادلة إلى قلوية نسبيًا، ولذلك يُستخدم في تطبيقات صناعية وعلفية تحتاج إلى تفكيك البروتينات النباتية الصلبة أو منخفضة الذوبانية. في حالة **كسب الصويا المخمر**، يكون الهدف العملي هو تحويل جزء من بروتينات الصويا التخزينية إلى ببتيدات أصغر وأكثر قابلية للتعامل معها بواسطة الكائنات الدقيقة أثناء التخمر أو بواسطة الجهاز الهضمي بعد تناول العلف، وهو منطبق يتوافق مع التحديثات العلمية الحديثة حول استخدام البروتيازات في تغذية الحيوان ^[1].

يُفهم منتج **Feed Grade Alkaline Protease For Fermented Soybean Meal** من Enzymes.bio بوصفه إنزيمًا علفيًا موجّهًا لاستخدامات كسب الصويا المخمر، لا بوصفه علاجًا غذائيًا مستقلًا أو ضمائمًا لأداء حيواني محدد. Enzymes.bio مؤدّ عبر الإنترنت وليست جهة تصنيع أو مختبر أبحاث؛ لذلك تُعرض هذه الوثيقة كشرح تقني قائم على الأدبيات المنشورة حول البروتيازات القلوية والتخمير العلفي، مع الإشارة إلى أن الأداء النهائي يتأثر بالمادة الخام، والميكروبات المستخدمة في التخمر، والرطوبة، وزمن المعالجة، وتصميم العليقة .

لماذا يُعد كسب الصويا المخمر هدفًا مهمًا في الأعلاف؟

كسب الصويا مصدر بروتيني واسع الاستخدام، لكنه يحتوي على بروتينات تخزين ومكونات قد تُحدّ من الاستفادة الكاملة من الأحماض الأمينية، خصوصًا في الحيوانات الصغيرة أو الأنواع ذات الحساسية العالية لجودة البروتين النباتي. تظهر دراسات حديثة على كسب الصويا المخمر في علائق الدواجن أن الاستبدال بكسب صويا مخمر قد يرتبط بتحسينات في الأداء والهضم ونواقل الأحماض الأمينية عند ضبط العليقة، ما يوضح أن التخمر ليس مجرد تغيير شكلي في المادة بل تعديل غذائي ووظيفي في البروتين والمكونات المصاحبة له ^[2].

يركز التخمر على جعل المادة العلفية أكثر ملاءمة للهضم من خلال نشاط ميكروبي وإنزيمي متداخل؛ إذ يمكن أن تتغير البنية البروتينية، وتزداد أجزاء البروتين القابلة للذوبان، وتتحسن بعض مؤشرات القيمة الغذائية. في دراسة عن الخصائص الفيزيائية والكيميائية لكسب الصويا المخمر وتأثيره كبديل لكسب الصويا في دجاج التسمين، جرى ربط التخمر بنمو وأداء وتطور معوي، ما يدعم أهمية النظر إلى كسب الصويا المخمر كمدخل غذائي وظيفي وليس مجرد مصدر بروتين تقليدي [3].

من ناحية عملية، لا يقتصر الاهتمام بكسب الصويا المخمر على الدواجن. فقد تناولت دراسات حديثة أثر الأعلاف المخمرة القائمة على الذرة وكسب الصويا في خنازير التسمين، بما في ذلك الأداء وجودة اللحم والأحماض الدهنية والميكروبيوتا المعوية، وهو ما يعكس اتساع استخدام المواد المخمرة في تغذية الحيوانات وحيدة المعدة [4]. كما تشير دراسات على الأنظمة المائية إلى تقييم البروتينات النباتية المخمرة كبديل أو مكونات محسنة في علائق الأسماك، حيث تتداخل القابلية للهضم مع صحة الأمعاء ومقاومة الإجهاد الغذائي [5].

كيف يعمل البروتياز القلوي داخل كسب الصويا؟

آلية البروتياز القلوي تبدأ من نقطة محددة: البروتينات سلاسل طويلة من الأحماض الأمينية، والإنزيم يسرع كسر الروابط الببتيدية بينها بالماء. عندما تُكسر هذه الروابط في بروتينات الصويا، يتناقص حجم الجزيئات البروتينية، وتزداد الببتيدات القصيرة، وقد ترتفع قابلية الذوبان والتعرض لإنزيمات الهضم اللاحقة؛ وهذا هو الأساس الذي يجعل البروتيازات أدوات مهمة في تحديثات تقنية الأعلاف [1].

في كسب الصويا، تشمل البروتينات المستهدفة أجزاء من بروتينات التخزين ومكونات بروتينية مرتبطة بالحساسية أو انخفاض الهضم في بعض الأنواع. التخمر وحده قد يحرك هذه العملية عبر إنزيمات الميكروبات، لكن إضافة بروتياز قلوي يمكن أن توفر ضغطًا إنزيميًا مباشرًا على الروابط الببتيدية عندما تكون ظروف الوسط ملائمة. وقد تناولت دراسة حديثة تحسين القيمة الغذائية لكسب الصويا بالتخمر الصلب باستخدام سلالة منتجة أو معززة للبروتياز، ما يدعم مبدأ أن النشاط البروتيني داخل الركيزة عامل رئيسي في رفع القيمة الغذائية [6].

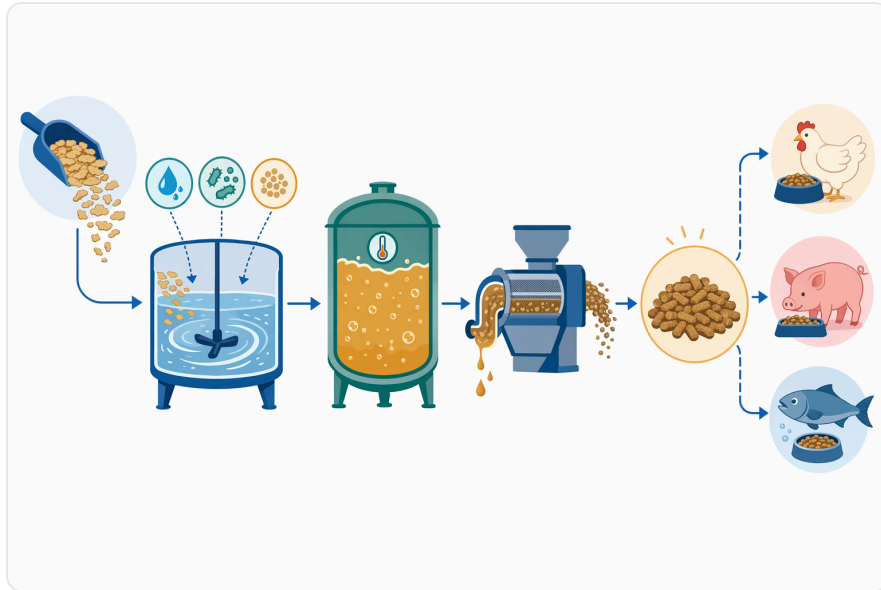


Figure 1. 알칼리성 프로테아제는 수화된 대두박의 컨디셔닝, 발효, 건조 및 완성 사료 원료 취급 과정에서 사용되는 가공 보조제 중 하나로 기능한다

تزداد أهمية الآلية عندما تُستخدم المادة في علائق عالية الاعتماد على البروتين النباتي. فالبيتيدات الصغيرة قد تكون أسهل عبورًا خلال مراحل الهضم، كما أن تقليل البروتينات الكبيرة قد يخفف بعض العبء الهضمي على الحيوانات الصغيرة. ولا يعني ذلك أن كل بروتين متحلل أفضل دائمًا؛ فالتحلل المفرط قد يغيّر خصائص العلف أو توازنه، لذلك ينبغي فهم البروتياز كأداة ضبط لدرجة التحلل وليس كعامل تفكيك غير محدود.

العلاقة بين القلوية، السوبتيليزين، وإنزيمات Bacillus

غالبًا ما ترتبط البروتيازات القلوية الصناعية بإنزيمات من أنواع **Bacillus**، وهي مجموعة مدروسة بسبب قدرتها على إنتاج بروتيازات تعمل في ظروف معالجة متنوعة. مراجعة حديثة عن إنتاج وتطبيقات البروتياز القلوي من أنواع **Bacillus** تضع هذه الإنزيمات ضمن عائلة ذات أهمية صناعية واسعة، تشمل عمليات تحتاج إلى ثبات وفعالية في أوساط غير حمضية [7]. في تطبيق الأعلاف، لا تكفي معرفة أصل الإنزيم وحدها؛ المهم هو توافق ملف النشاط مع المادة الخام ونظام التخمر النهائي.

بعض البروتيازات القلوية تكون من نمط السيرين بروتياز أو السوبتيليزين، وهي إنزيمات تقطع البروتينات عبر آلية تحفيزية تعتمد على موقع نشط قادر على مهاجمة الرابطة الببتيدية. تذكر أبحاث عن سوبتيليزين قلوي عالي القلوية ومستقر أكسديًا من كائنات قلوية/ملحية أن هذه الفئة يمكن أن تجمع بين النشاط البروتيني والثبات في ظروف صعبة [8]. ورغم أن هذه الدراسات ليست بالضرورة على كسب الصويا أو على المنتج التجاري نفسه، فإنها تشرح لماذا تُختار البروتيازات القلوية عندما تكون العملية أقرب إلى التعادل أو القلوية.

كما أن دراسات حديثة على بروتيازات **Bacillus** أو كائنات قريبة منها تصف ثباتًا تجاه عوامل صناعية مثل المؤكسدات أو المواد الخافضة للتوتر في سياقات مختلفة، وهذا يوضح الطابع العملي القوي لهذه الإنزيمات خارج بيئات المختبر البسيطة [9]. لكن تطبيق الأعلاف يختلف عن تطبيقات المنظفات أو المنسوجات؛ لذلك ينبغي

نقل الدلالة بحذر: المطلوب في كسب الصويا المخمر ليس مقاومة منظف، بل نشاط بروتيني مناسب داخل ركيزة نباتية غنية بالبروتين والألياف والرطوبة.

ما الذي يضيفه البروتياز إلى التخمر الصلب؟

التخمير الصلب لكسب الصويا أو المخاليط النباتية يعتمد على التقاء ثلاثة عوامل: ركيزة غنية بالمغذيات، كائنات دقيقة قادرة على النمو، وظروف تسمح بحدوث التحول الغذائي. في دراسة عن تخمير كسب الصويا بواسطة **Lactobacillus acidophilus** تحت ظروف غير معقمة، جرى تناول السمات الغذائية والملف الميتاجينومي الميكروبي أثناء التخمر الصلب، ما يبرز أن المنتج النهائي يتشكل نتيجة مجتمع ميكروبي وتغيرات غذائية متزامنة [10].

عند إضافة بروتياز قلوي، يصبح التحلل البروتيني أكثر توجيهًا. بدل الاعتماد فقط على الإنزيمات التي تنتجها الميكروبات أثناء نموها، يضاف نشاط إنزيمي خارجي يساعد على بدء أو تعزيز تفكيك البروتينات الكبيرة. هذا مهم لأن سرعة نمو الميكروبات ونوع الإنزيمات التي تنتجها تختلف حسب السلالة والركيزة، بينما يهدف البروتياز المضاف إلى جعل مسار التحلل البروتيني أكثر اتساقًا ضمن حدود العملية.

في مخاليط كسب الصويا مع مواد أخرى، تختلف نتائج التخمر باختلاف الكائنات الدقيقة. فقد قارنت دراسة القيمة الغذائية والنشاط الحيوي والمركبات المتطايرة في ركائز مختلطة من كسب الصويا ونخالة الذرة مخمرة بكائنات مختلفة، ما يشير إلى أن اختيار الميكروب يؤثر في النتيجة الغذائية والحسية [11]. لذلك، لا ينبغي النظر إلى البروتياز القلوي بمعزل عن السلالة المخمرة؛ فالإنزيم قد يعمل كعامل مساعد، لكن اتجاه التخمر النهائي يحدده النظام الكامل.

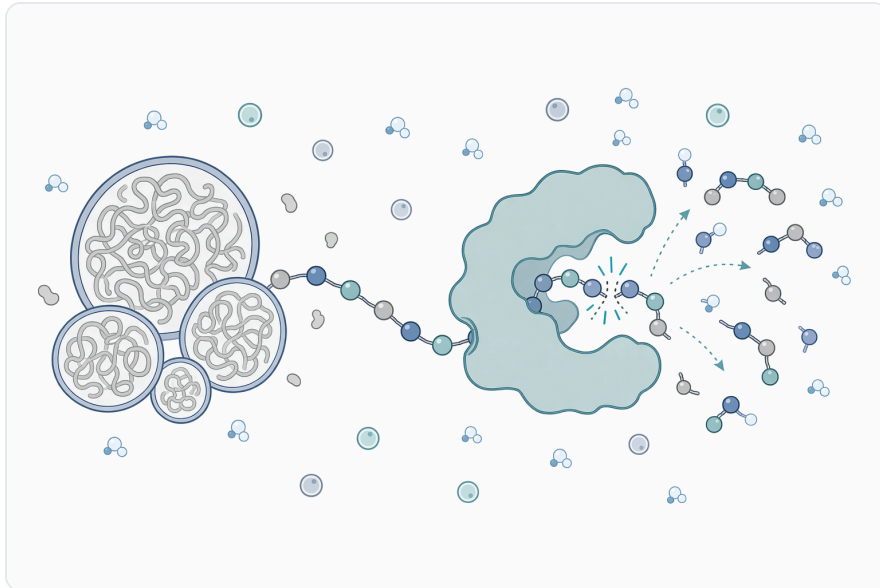


Figure 2. 알칼리성 프로테아제는 대두의 대형 저장 단백질 내 펩타이드 결합을 절단하여 더 작은 펩타이드, 가용성 질소 분획, 아미노산을 포함한 단편을 형성한다.

مقارنة تقنية بين معالجة كسب الصويا بالطرق المختلفة

النهج التقني	الدور الرئيسي في كسب الصويا	نقاط القوة العملية	القيود التي يجب فهمها
كسب صويا غير مخمر	مصدر بروتين نباتي تقليدي	متوفر، معروف في الصياغات، غني بالبروتين	قد يحتوي على بروتينات أقل قابلية للهضم وعوامل مضادة للتغذية متفاوتة حسب المعالجة
تخمير ميكروبي فقط	تعديل المادة عبر نمو الكائنات الدقيقة وإنزيماتها	قد يحسن الخصائص الغذائية والوظيفية للمادة	النتائج تعتمد بقوة على السلالة وظروف التخمير واستقرار العملية [10]
تخمير مدعوم ببروتياز قلوي	تعزيز التحلل البروتيني داخل الركيزة	يزيد توجيه تفكيك البروتينات الكبيرة إلى ببتيدات أصغر	يحتاج إلى توافق بين الإنزيم والوسط، ولا يعوض سوء المادة الخام أو الخلل الغذائي
استخدام بروتينات نباتية مخمرة بديلة	تقليل الاعتماد على كسب الصويا أو تنويع البروتين	قد يدعم الأداء والهضم عند ضبط العليقة	يحتاج تقييمًا غذائيًا لكل نوع حيوان ولكل مصدر بروتيني [12]

توضح المقارنة أن البروتياز القلوي لا يحل محل التخمير ولا يحل محل الصياغة الغذائية، بل يضيف طبقة إنزيمية موجهة داخل العملية. عندما يكون الهدف إنتاج كسب صويا مخمر أكثر اتساقًا من حيث تحلل البروتين، يصبح البروتياز أداة ذات قيمة؛ أما إذا كانت المشكلة في تلوث المادة أو سوء التخزين أو عدم توازن الأحماض الأمينية، فلن يكون الإنزيم حلًا كاملًا.

التأثير المتوقع على العوامل المضادة للتغذية

من أهم أسباب تخمير كسب الصويا ومحاولة دعمه إنزيميًا تقليل أثر بعض العوامل المضادة للتغذية، خصوصًا ذات الطبيعة البروتينية. بروتينات مثل الغليسينين وبيتا-كونغليسينين ومثبطات البروتياز النباتية تُناقش عادة ضمن جودة بروتين الصويا وقابليته للهضم، ويتوقع أن يكون التحلل البروتيني وسيلة لتقليل أحجامها أو تغيير بنيتها. ومع أن درجة التأثير تختلف حسب النظام، فإن مراجعات استخدام البروتيازات في الأعلاف تضع تحسين هضم البروتين وتقليل العوائق البروتينية ضمن الأهداف التقنية الرئيسية [1].

في الدراسات الحديثة على كسب الصويا المخمر، لا يُنظر إلى تقليل العوامل المضادة للتغذية كمسألة منفصلة عن صحة الأمعاء. فقد بحثت أعمال مرتبطة بكسب الصويا المخمر في النمو وتطور الأمعاء والهضم، ما يعني أن التحسن الغذائي المحتمل يتجلى في تفاعل متعدد بين البنية البروتينية، امتصاص الأحماض الأمينية، واستجابة النسيج المعوي [3]. ولذلك، يجب تقييم أثر البروتياز ضمن منظومة تشمل الحيوان والعليقة وليس عبر قياس بروتين واحد فقط.

ينبغي أيضًا تجنب المبالغة: ليس كل عامل مضاد للتغذية بروتينيًا بالكامل، وليس كل مكّون غير مرغوب يتأثر بالبروتياز. فبعض المركبات تتطلب تخميرًا ميكروبيًا محددًا، أو معالجة حرارية، أو إنزيمات أخرى. وظيفة البروتياز القلوي محددة أساسًا في الروابط الببتيدية، ولهذا تكون فائدته أوضح عندما تكون المشكلة مرتبطة بالبروتينات الكبيرة أو انخفاض هضم البروتين.

تطبيقات في الدواجن

في دجاج التسمين، تؤثر جودة البروتين بسرعة على النمو وكفاءة التحويل وصحة الأمعاء، لأن الطلب على الأحماض الأمينية عالٍ والزمن الإنتاجي قصير. دراسة عن الاستبدال الكامل لكسب الصويا بكسب صويا مزدوج التخمير في علائق دجاج التسمين ذكرت آثارًا مواتية على الأداء والهضم ونواقل الأحماض الأمينية والقيمة الغذائية للحم، ما يجعل كسب الصويا المخمر مجالًا مهمًا للإنزيمات البروتينية المساعدة [2].

دور البروتياز القلوي هنا ليس إضافة بروتين جديد، بل تحسين صورة البروتين الموجود. عند تفكيك جزء من بروتينات الصويا قبل وصولها إلى الجهاز الهضمي، قد تصبح المادة أكثر قابلية لهضم الإنزيمات الداخلية للطائر، خصوصًا عندما يُستخدم كسب الصويا المخمر في مراحل حساسة أو في علائق ذات كثافة بروتينية محسوبة. لكن النتيجة النهائية تتطلب توافقًا بين مستوى الطاقة، توازن الأحماض الأمينية، وجودة المكونات الأخرى.

كما أن القياسات الحديثة للطاقة المتاحة والهضم القياسي للأحماض الأمينية والفوسفور في كسب الصويا المخمر ومنتجات الصويا المخمرة في الدجاج تؤكد أن القيمة الغذائية للمواد المخمرة يجب فهمها بأدوات تغذوية دقيقة، لا بالاعتماد على اسم المادة فقط [13]. لذلك، البروتياز القلوي يمكن أن يكون جزءًا من استراتيجية رفع القيمة، لكنه لا يلغي الحاجة إلى التعامل مع كسب الصويا المخمر كمكّون له خصائص غذائية محددة.

تطبيقات في الخنازير والحيوانات وحيدة المعدة

الخنزير، خصوصًا في مراحل النمو المبكرة، تستجيب بدرجة واضحة لجودة البروتين النباتي وحجم الببتيدات ووجود مكونات مهيبة للأمعاء. الأعلاف المخمرة القائمة على الذرة وكسب الصويا دُرست في خنازير التسمين من زاوية الأداء وجودة اللحم والميكروبيوتا، ما يوضح أن التخمير يمكن أن يؤثر في أكثر من مجرد معامل الهضم الظاهري [4]. في هذا السياق، قد يساعد البروتياز القلوي في جعل الجزء الصوياوي من العليقة أكثر قابلية للتحلل والاستفادة.

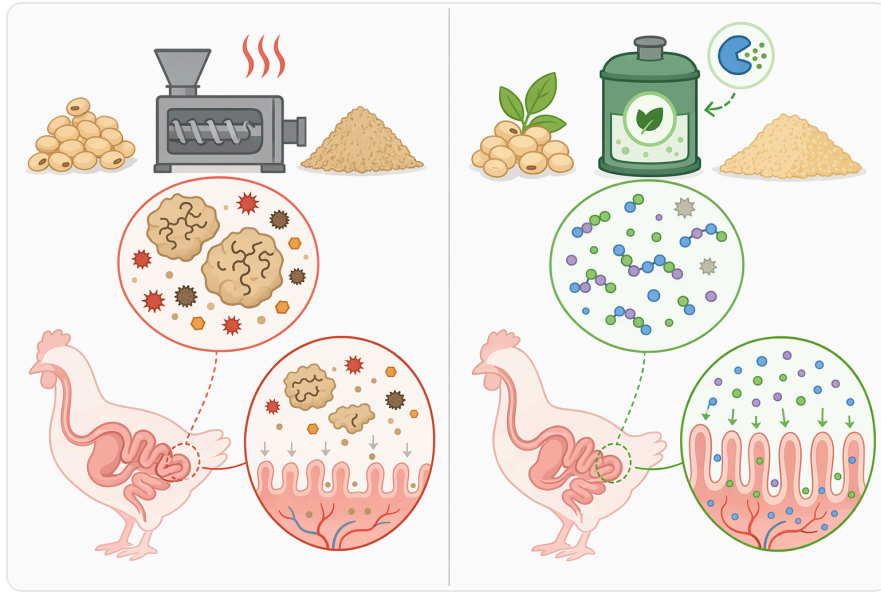


Figure 3. 산성, 중성 및 알칼리성 프로테아제는 주로 단백질 가수분해에 가장 유용한 발효 단계의 pH 조건에 따라 구분된다

في أواخر الحمل أو المراحل الفسيولوجية الحساسة، قد تكون العلاقة بين كسب الصويا المخمر والميكروبيوتا أكثر أهمية من مجرد البروتين الخام. فقد تناول تحليل متكامل للميتابولوم والميكروبيوم آثار كسب الصويا المخمر على ميكروبيوتا الأمعاء في أواخر الحمل، ما يشير إلى أن المواد المخمرة يمكن أن تعدّل البيئة المعوية والتمثيل الغذائي^[14]. البروتياز القلوي في هذه الحالة يُفهم كوسيلة لإعادة تشكيل جزء من الركيزة البروتينية التي تتفاعل لاحقًا مع الميكروبات.

ومع ذلك، لا ينبغي تطبيق نتائج نوع حيواني على نوع آخر بلا تحفظ. احتياجات الخنازير من الأحماض الأمينية، وحساسية الأمعاء، وسرعة المرور الهضمي تختلف عن الدواجن والأسماك. لذلك يُعد البروتياز أداة تقنية لتحسين المادة، بينما تبقى الصياغة النهائية مرتبطة بمتطلبات النوع والمرحلة الإنتاجية.

تطبيقات في الأعلاف المائية والحيوانات الأليفة

في الأعلاف المائية، يمثل إدخال البروتينات النباتية تحديًا خاصًا لأن بعض الأنواع أقل قدرة على التعامل مع مكونات الصويا غير المعالجة أو البروتينات الكبيرة. وقد دُرست بروتينات نباتية مخمرة، مثل بروتين الذرة المخمر، كبديل أو مكونات مساندة في علائق أسماك القناة، مع التركيز على الأداء وصحة الأمعاء ومقاومة المرض^[5]. هذا يدعم فكرة أن معالجة البروتين النباتي بالتخمير والإنزيمات قد تكون مفيدة عندما تكون القابلية للهضم والقبول الغذائي عوامل حاسمة.

في المحاربات أو الأنظمة المائية الأخرى، تظهر أيضًا محاولات استخدام مواد نباتية مخمرة مثل كسب الصويا وكسب الفول السوداني لتحسين الجودة والأداء الجسمي والاستجابة الأيضية. تناولت دراسة حديثة تغذية المحار بكسب صويا وكسب فول سوداني مخمرين، ما يوسع نطاق الاهتمام بالبروتين النباتي المخمر خارج الدواجن والخنازير^[15]. ورغم اختلاف فسيولوجيا هذه الأنواع، يبقى المبدأ واحدًا: تعديل الركيزة قبل التغذية قد يغير طريقة استفادة الحيوان منها.

أما في أغذية الحيوانات الأليفة، فيرتبط استخدام البروتينات المتحللة أو المخمرة غالبًا بالهضم والقبول وثبات التركيبة. لا تكفي إضافة البروتياز وحدها لضمان طعم أو أداء معين، لكنها قد تُستخدم ضمن معالجة مكونات الصويا أو البروتين النباتي لتقليل حجم البروتينات وتحسين تجانس المكوّن النهائي.

اختيار البروتياز القلوي بدل البروتياز المتعادل أو الحمضي

اختيار نوع البروتياز يرتبط ببيئة العملية. البروتياز القلوي يكون منطقيًا عندما تميل ظروف المعالجة أو جزء من التخمر إلى نطاق يسمح بعمله، بينما قد تكون البروتيازات الحمضية أو المتعادلة أنسب في أنظمة أخرى. لا توجد فئة إنزيمية "أفضل" مطلقًا؛ الأفضل هو ما يطابق الوسط والركيزة والهدف. وقد أظهرت أبحاث البروتيازات القلوية من مصادر ميكروبية متعددة اهتمامًا كبيرًا بالثبات والنشاط في ظروف معالجة متنوعة، وهو ما يفسر انتشار هذه الفئة في التطبيقات الصناعية [7].

في كسب الصويا المخمر، قد يتغير الوسط أثناء العملية بسبب إنتاج الأحماض العضوية ونمو الميكروبات. لذلك يجب التفكير في البروتياز القلوي كجزء من توقيت العملية: قد يكون أكثر فائدة في مرحلة معينة من الترطيب أو المعالجة أو قبل سيطرة الحموضة الناتجة عن التخمر، حسب تصميم النظام. هذه النقطة مهمة لأن الإنزيم لا يعمل بمعزل عن تغيرات الوسط؛ فعندما تتغير الحموضة والرطوبة والبنية الفيزيائية، تتغير قابلية البروتين للوصول إلى موقع الإنزيم.

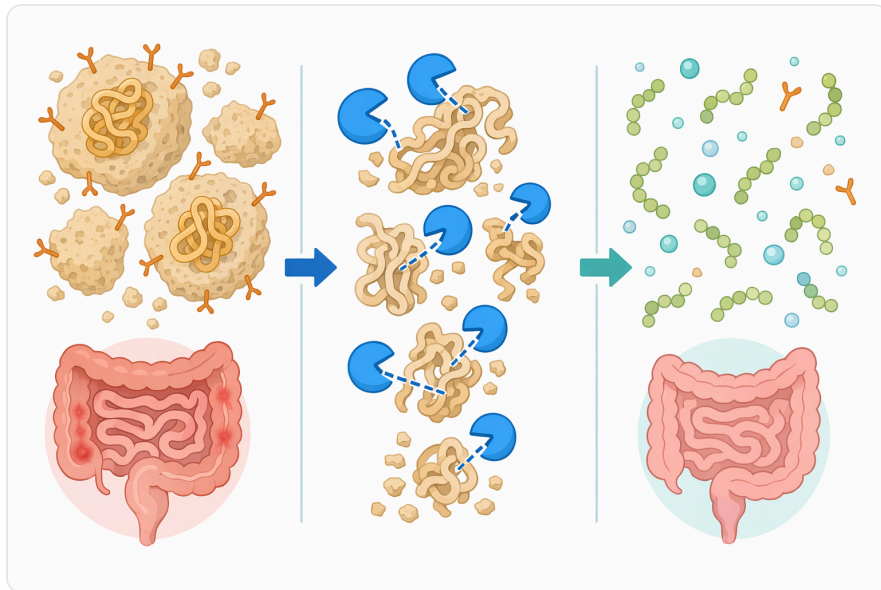


Figure 4. 프로테아제를 이용한 발효는 온전한 글리시닌과 β -콘글리시닌 구조를 분해하는 동시에 더 작은 펩타이드 분획을 증가시킬 수 있다

تُظهر دراسات عن بروتيازات قلوية من **Bacillus licheniformis** وسلالات أخرى أن خصائص الثبات والنشاط يمكن أن تختلف بشدة بين الإنزيمات، حتى عندما تنتمي إلى الفئة العامة نفسها [16]. ولهذا السبب، يجب النظر إلى وصف "قلوي" بوصفه مؤشرًا تقنيًا عامًا، لا كبديل عن مطابقة المنتج مع ظروف الاستخدام الفعلية الموضحة في وثائق المنتج المرفقة.

العوامل التي تحدد نجاح الاستخدام في كسب الصويا المخمر

أول عامل هو قابلية وصول الإنزيم إلى البروتين. إذا كانت جسيمات كسب الصويا كبيرة جدًا أو غير مرطبة بما يكفي، تقل فرص تلامس الإنزيم مع الروابط الببتيدية المستهدفة. وفي المقابل، قد يؤدي الترطيب والتجانس المناسبان إلى زيادة انتشار الإنزيم داخل الركيظة. لكن زيادة الرطوبة بلا ضبط قد تغير مسار التخمير أو تفتح المجال لنمو غير مرغوب، لذلك يجب فهم الرطوبة كعامل معالجة وليس مجرد وسيلة لتفعيل الإنزيم.

العامل الثاني هو تزامن الإنزيم مع الميكروبات. بعض الكائنات الدقيقة المنتجة للأحماض قد تغير الوسط تدريجيًا، وبعضها ينتج بروتيازات خاصة به. وقد بيّنت مقارنة ركائز كسب الصويا ونخالة الذرة المخمرة بكائنات مختلفة أن نوع الميكروب يؤثر في القيمة الغذائية والنشاط الحيوي والمركبات المتطايرة [1]. لذلك، إضافة بروتياز خارجي قد تكون مفيدة عندما تُدمج مع سلالة تخمير مناسبة، لكنها قد تكون أقل تأثيرًا إذا كان مسار التخمير لا يدعم التحلل البروتيني المطلوب.

العامل الثالث هو الهدف الغذائي. إذا كان الهدف خفض بروتينات صويا كبيرة أو رفع الببتيدات الصغيرة، فالمنطق الإنزيمي واضح. أما إذا كان الهدف رفع طاقة العليقة أو تحسين توازن حمض أميني محدود بذاته، فلن يعالج البروتياز ذلك مباشرة. البروتياز لا يخلق أحماضًا أمينية جديدة؛ بل يعيد توزيع البروتين الموجود إلى أشكال جزيئية أصغر، وقد يحسن الاستفادة منها عندما يكون الهضم هو القيد الأساسي.

حدود الدليل العلمي وما لا ينبغي استنتاجه

توجد أدلة قوية على أن البروتيازات تكسر البروتينات وأن البروتيازات القلوية من الفئات الصناعية المهمة، كما توجد أدلة متنامية على أن كسب الصويا المخمر يمكن أن يحسن جوانب غذائية وهضمية في علائق حيوانية مختلفة. لكن هذا لا يعني أن كل منتج بروتياز سيعطي النتيجة نفسها في كل مصنع أو تركيبة أو نوع حيوان. مراجعة استخدام البروتيازات في المكملات العلفية توضح أن المجال نشط ومتطور، لكنه يعتمد على مطابقة الإنزيم مع النظام الغذائي والهدف الإنتاجي [1].

كذلك، الدراسات المنشورة على كسب الصويا المخمر غالبًا تقيم نظامًا كاملًا: مادة خام، ميكروبات، ظروف تخمير، تجفيف، ثم تجربة تغذية. لذلك لا يمكن عزو كل التحسن إلى البروتياز وحده إلا إذا صُممت الدراسة لذلك. عندما تذكر دراسة تحسنًا في الأداء أو الهضم مع كسب صويا مخمر، فهذا يدعم أهمية التخمير ككل، بينما يبقى دور البروتياز القلوي محددًا في آليته البروتينية داخل تلك المنظومة [2].

ولا تقدم هذه الوثيقة ادعاءً بأن الدراسات المذكورة أجريت على منتج Enzymes.bio التجاري بعينه. الاستشهادات تشرح الخلفية العلمية: البروتيازات القلوية، التخمير الصلب، كسب الصويا المخمر، وتطبيقات الأعلاف. أما المنتج المتاح عبر Enzymes.bio فيُفهم ضمن هذه الخلفية كإنزيم علفي مخصص لهذا الاستخدام، مع الاعتماد على الوثائق المرفقة مع الطلب لتفاصيل المطابقة والسلامة.

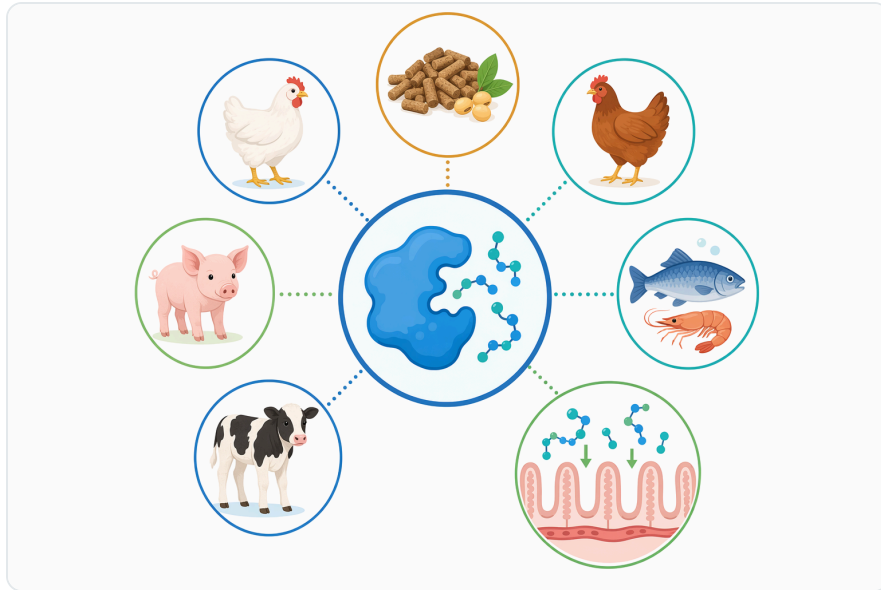


Figure 5. 프로테아제 처리를 활용한 발효 대두박은 소화가 잘되는 식물성 단백질과 온전한 항원성 단백질의 감소를 중시하는 사료 분야와 관련이 있다

اعتبارات السلامة والجودة في الاستخدام المهني

لأن المنتج مخصص لقطاع الأعلاف، ينبغي التعامل معه كمكوّن إنزيمي مهني يحتاج إلى ممارسات تخزين ومناولة مناسبة للإنزيمات المسحوقة أو المركزة. الإنزيمات بروتينات نشطة وقد تسبب تهيجًا أو تحسّنًا عند الاستنشاق أو الملامسة غير المنضبطة لدى بعض العاملين، لذلك تُعد نشرة بيانات السلامة وثيقة أساسية لفهم الاحتياطات المناسبة. توفر Enzymes.bio مع الطلب وثائق مثل **CoA** و **SDS**، ويبيع المنتج مباشرة عبر الإنترنت بوحدة **1kg**.

من ناحية الجودة، شهادة التحليل ليست ضمانًا لنتائج تغذية محددة، لكنها وثيقة تربط الدفعة بمواصفات توريد معينة. أما نشرة بيانات السلامة فتدعم الاستخدام المسؤول في مواقع الخلط أو التخمر. وبما أن Enzymes.bio ليست جهة تصنيع ولا مختبرًا، فإن دورها هنا هو توريد المنتج ووثائقه المرافقة، لا تنفيذ تجارب أداء أو تقديم نتائج تصنيع مخصصة.

ينبغي أيضًا الانتباه إلى أن الإنزيمات قد تتأثر بالتخزين والرطوبة والخلط مع مواد شديدة التفاعل. وبما أن البروتياز نفسه قادر على تحليل البروتينات، فإن إدخاله في أنظمة تحتوي على بروتينات أو إنزيمات أخرى يجب أن يتم ضمن تصميم عملية واضح لتجنب تحلل غير مقصود أو فقد نشاط قبل الوصول إلى مرحلة التخمر المستهدفة.

الخلاصة التقنية

يُعد **Feed Grade Alkaline Protease For Fermented Soybean Meal** أداة إنزيمية مفيدة من حيث المبدأ لدعم إنتاج كسب صويا مخمر أعلى قابلية للهضم، لأن وظيفته الأساسية هي تفكيك البروتينات الكبيرة إلى ببتيدات أصغر. تدعم الأدبيات الحديثة أهمية البروتيازات في تغذية الحيوان، كما تدعم دراسات كسب الصويا

المخمر أثر التخمير في الهضم والأداء وصحة الأمعاء عند ضبط النظام الغذائي [1].

تظهر قيمة البروتياز القلوي خصوصًا عندما تكون القيود مرتبطة ببنية بروتين الصويا أو العوامل البروتينية المضادة للتغذية أو الحاجة إلى مادة مخمرة أكثر تجانسًا. ومع ذلك، يعتمد النجاح على توافق الإنزيم مع ظروف التخمير، ونوع الميكروب، وجودة كسب الصويا، وتوازن العليقة. لا ينبغي تقديمه كحل مستقل لكل مشكلات البروتين النباتي، بل كجزء من استراتيجية معالجة تشمل التخمير والصياغة والتجفيف والتخزين.

تتيح Enzymes.bio المنتج عبر الشراء المباشر على الإنترنت بوحدة **1kg**، مع إرفاق **CoA** و **SDS** مع الطلب. وباعتبارها مورّدًا لا مصنعًا ولا مختبرًا، فإن أفضل قراءة تقنية للمنتج هي ربطه بالآلية المثبتة للبروتيازات وبالأدبيات المنشورة حول كسب الصويا المخمر، ثم استخدامه ضمن نظام علفي مضبوط يراعي حدود الإنزيم ودوره المحدد.

اطلب Feed Grade Alkaline Protease For Fermented Soybean Meal 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.

→ [اشتر Feed Grade Alkaline Protease For Fermented Soybean Meal](#)

المراجع

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

1. 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
2. Abdel-Raheem, S., Mohammed, E., Mahmoud, R., Gamal, M. F. E., Nada, H., El-Ghareeb, W., Marzok, M., ... et al. (2023). Double-Fermented Soybean Meal Totally Replaces Soybean Meal in Broiler Rations with Favorable Impact on Performance, Digestibility, Amino Acids Transporters and Meat Nutritional Value. *Animals*, 13
3. Zhao, M., Chen, X., Li, S., Liu, G., Chen, Z., Yang, P., Meng, K., ... et al. (2025). The investigation into the physicochemical properties of fermented soybean meal and its effects as a substitute for soybean meal on the growth performance and intestinal development of broiler chickens. *Poultry Science*, 104
4. Song, J., Wang, X., Cao, Y., He, Y., & Yang, Y. (2025). Effects of Corn–Soybean Meal-Based Fermented Feed Supplementation on Growth Performance, Meat Quality, Fatty Acid Profiles, Nutritional Values, and Gut Microbiota of Lean-Type Finishing Pigs. *Foods*, 14
5. Yamamoto, F. Y., Huang, J., Suarez-Barazeta, C. C., Craig, S. R., Older, C. E., Richardson, B. M., Santana, T. M., ... et al. (2024). Exploring the nutritional value of corn fermented protein as a replacement for soybean meal in

- diets for juvenile channel catfish (*Ictalurus punctatus*): Impacts on production performance, intestinal health, and disease resistance. *Aquaculture*
- Lu, D., Zhang, M., Wang, F., Dai, Z., Li, Z., Ni, J., Wen-Feng, ... et al. (2025). Nutritional value improvement of soybean meal through solid-state fermentation by proteases-enhanced *Streptomyces* sp. SCUT-3. *International Journal of Biological Macromolecules*, 140035
- Gautam, S. (2024). A Review of *Bacillus* Species Alkaline Protease Production and Industrial Applications. *International journal of therapeutic innovation*
- Falkenberg, F., Rahba, J., Fischer, D., Bott, M., Bongaerts, J., & Siegert, P. (2022). Biochemical characterization of a novel oxidatively stable, halotolerant, and high-alkaline subtilisin from *Alkalihalobacillus okhensis* Kh10-101T. *FEBS Open Bio*, 12, 1729 - 1746
- Elhamdi, M., Ghorbel, S., & Hmidet, N. (2023). *Bacillus Swezeyi* B2 Strain: A Novel Alkaliphilic Bacterium Producer of Alkaline-, Thermal, Oxidant-, and Surfactant-Stable Protease, Extremely Efficient in Detergency. *Current Microbiology*, 80, 1-11
- Pérez-Velasco, R., Gómez-Gil, B., Martínez-Montaña, E., González-Córdova, A. F., & Hernández, C. (2024). Nutritional attributes and microbial metagenomic profile during solid-state fermentation of soybean meal inoculated with *Lactobacillus acidophilus* under non-sterile conditions. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*
- Huang, J., Dai, Y., Huang, T., Du, T., & Xiong, T. (2023). Comparison of nutritional value, bioactivity and volatile compounds of soybean meal-corn bran mixed substrates fermented by different microorganisms. *Letters in Applied Microbiology*
- Dastar, B., Ashayerizadeh, A., Sharifi, F., & Jazi, V. (2025). Replacement of soybean meal with fermented rapeseed meal in broiler diets: impacts on growth performance, gut health, and nutrient digestibility. *Poultry Science*, 104
- Cristobal, M., Utterback, P., Stein, H., & Parsons, C. (2025). True metabolizable energy, standardized amino acid digestibility, phosphorus digestibility, and phosphorus bioavailability of fermented soybean meal and fermented full-fat soybeans fed to chickens. *Poultry Science*, 104
- Li, Y., Fu, L., Chen, Y., Yang, H., Xiao, Y., Ren, Y., & Wang, C. (2025). Integrated Metabolome and Microbiome Analysis Reveals the Regulatory Effects of Fermented Soybean Meal on the Gut Microbiota of Late Gestation. *Fermentation*
- Liu, M., Yao, Y., Liu, H., Wang, L., Wang, S., Qi, H., Li, L., ... et al. (2026). A promising practice for land-based oyster quality enhancement: Somatic performance, nutritional profile, and metabolic response of oysters fed with fermented soybean meal and peanut meal. *Food Chemistry*, 516, 149241
- Abdella, M. A. A., & Ahmed, S. A. (2025). Stable protease from *Bacillus licheniformis*-MA1 strain: statistical production optimization, kinetic and thermodynamic characterization, and application in silver recovery from used X-ray films. *Microbial Cell Factories*, 24

تواصل مع Enzymes.bio


هل لديك أسئلة حول طلب؟ يسرّ فريقنا مساعدتك.

→ تواصل معنا

الهاتف (الولايات المتحدة) +1 (507) 6057-428

البريد الإلكتروني wholesale@enzymes.bio

54  نخدم العملاء حول العالم

+60  شركاء بحثيون جامعيون

+400  عملاء B2B

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