Meat Protein Hydrolysis Enzyme لتحليل بروتينات اللحوم وإنتاج الهيدروليزات البروتينية

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

Meat Protein Hydrolysis Enzyme هو مستحضر إنزيمي يُستخدم لدعم تفكيك بروتينات اللحوم والمواد الحيوانية الغنية بالبروتين إلى ببتيدات أكثر ذوبانًا وقابلية للمعالجة. أهم تطبيقاته العملية هي إنتاج هيدروليزات بروتينية من اللحوم والدواجن والأسماك والمواد الجانبية، لاستخدامها في مكونات الغذاء والعلف ومصادر النيتروجين للتخمير، مع بقاء الأداء النهائي مرتبطًا بالمادة الخام ونظام المعالجة [1].

ما المقصود بإنزيم تحليل بروتينات اللحوم؟

يشير اسم **Meat Protein Hydrolysis Enzyme** إلى وظيفة تقنية لا إلى بروتين واحد محدد بالضرورة: فهو ينتمي عمليًا إلى نطاق البروتيازات أو التحضيرات الإنزيمية المحلِّلة للبروتين، أي الإنزيمات التي تكسر الروابط الببتيدية في البروتينات بوجود الماء. في سياق اللحوم، تستهدف هذه العملية بروتينات عضلية مثل بروتينات الليف العضلي والبروتينات الساركوبلازمية، وقد تمتد إلى بروتينات الأنسجة الضامة مثل الكولاجين بدرجات استجابة مختلفة حسب بنية المادة الخام ومدى تعرض البروتين للإنزيم [1].

الفكرة الصناعية ليست "إذابة اللحم" بشكل غير انتقائي، بل تحويل جزء من البروتين غير القابل للذوبان أو صعب المعالجة إلى ببتيدات أقصر ذات خصائص مختلفة: ذوبانية أعلى، لزوجة مختلفة، قابلية أسهل للخلط، ونمط طعم ووظيفة غذائية يتغيران مع مدى التحلل. مراجعات البيتيدات النشطة حيويًا في اللحوم ومنتجاتها توضّح أن بروتينات اللحوم يمكن أن تكون مصدرًا لببتيدات قصيرة لها وظائف غذائية أو حيوية كامنة تظهر بعد التحلل أو الهضم [2].

بالنسبة إلى Enzymes.bio، يجب فهم المنتج كمادة إنزيمية مورّدة عبر منصة بيع إلكترونية، وليس كخدمة تصنيع أو اختبار أو تطوير وصفات. المنتج متاح للشراء المباشر بوحدة **1kg**، وتُرفق مع الطلب وثائق **CoA** و**SDS** لدعم التتبع الأساسي والتعامل الآمن، من دون أن يعني ذلك أن Enzymes.bio جهة تصنيع أو مختبر تحليلي .

لماذا تُحلَّل بروتينات اللحوم إنزيميًا؟

تحتوي سلاسل تصنيع اللحوم والدواجن والأسماك على تيارات جانبية غنية بالبروتين قد تكون منخفضة القيمة إذا استُخدمت كما هي أو اتجهت إلى تطبيقات محدودة. التحليل الإنزيمي يوفر مسارًا لتحويل هذه المواد إلى هيدروليزات بروتينية قابلة للتركيز أو التجفيف أو الدمج في أنظمة غذائية وعلفية، وهو ما ينسجم مع اتجاهات

تثمين المنتجات الجانبية بدل تقليلها إلى نفايات تشغيلية [3].

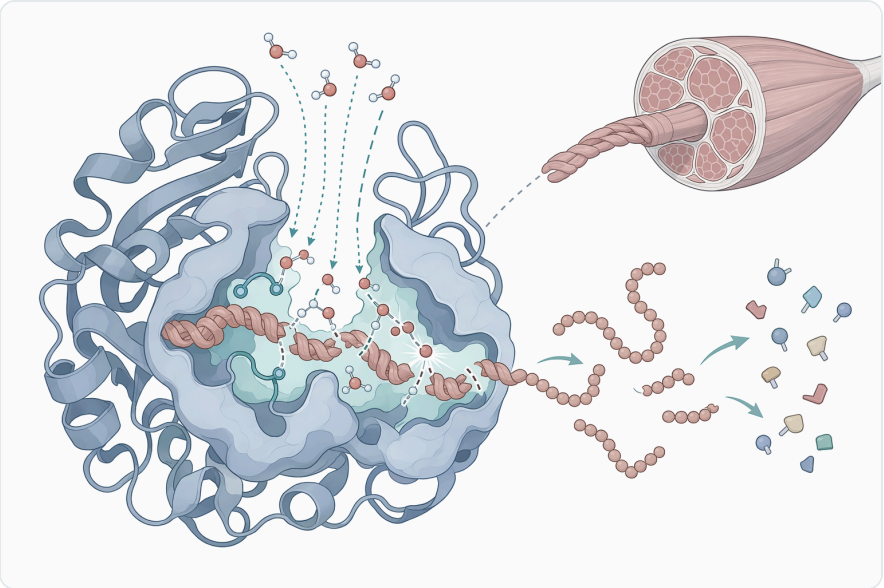

Figure 1. 육류 단백질 가수분해 효소는 근육 단백질의 펩타이드 결합을 절단 .해 수용성 펩타이드와 아미노산을 생성하는 프로테아제입니다

الميزة الأساسية للتحليل الإنزيمي أنه أكثر انتقائية من المعالجات الكيميائية القاسية؛ فالإنزيم يعمل على روابط محددة نسبيًا داخل سلاسل البروتين، ويمكن إيقاف العملية عند ملف وظيفي مرغوب بدل دفع التحلل إلى نهاية غير مرغوبة. تشير المراجعات الخاصة بالبروتيازات المستخدمة للحصول على هيدروليزات بروتين غذائية من المنتجات الجانبية إلى أن اختيار الإنزيم وطبيعة الركيزة يحددان توزيع الببتيدات الناتجة ووظائف المنتج النهائي [1].

في اللحوم نفسها، يُظهر علم تطرية اللحم أن تفكك البروتينات بعد الذبح يغيّر القوام والطراوة والطعم مع مرور الزمن. ورغم أن التعتيق الطبيعي يعتمد على إنزيمات داخلية ومسارات حيوية في النسيج، فإنه يوضح المبدأ نفسه: تعديل البروتينات العضلية والهيكلية يؤدي إلى تغيرات حسية ووظيفية ملموسة، وهي فكرة يستثمرها التحليل الإنزيمي الخارجي بصورة أكثر توجيهًا في المواد المفرومة أو الجانبية أو المخاليط البروتينية [4].

آلية العمل: ماذا يحدث داخل بروتين اللحم؟

البروتين سلسلة من أحماض أمينية مرتبطة بروابط ببتيدية. البروتياز يثبّت جزءًا من السلسلة في موقعه النشط، ثم يسهّل هجوم الماء أو مجموعة نوكليوفيلية ضمن الآلية التحفيزية على الرابطة الببتيدية، فتُقطع السلسلة إلى ببتيدين أقصر. مع تكرار القطع تتكون مجموعة واسعة من الببتيدات: بعضها متوسط الطول يساهم في القوام أو الاستحلاب، وبعضها قصير يرفع الذوبانية وقد يؤثر في الطعم [1].

ليست كل بروتينات اللحم متساوية في سهولة التحلل. بروتينات الساركوبلازم الموجودة في السائل الخلوي أكثر تعرضًا نسبيًا، بينما بروتينات الليف العضلي مثل الميوسين والأكتين تكون مرتبطة ببنية عضلية أكثر تنظيمًا. أما الكولاجين في الأنسجة الضامة فيتميز ببنية ليفية وثلاثية وتداخلات تربط السلاسل، لذلك يتطلب غالبًا معالجة مناسبة أو نظامًا إنزيميًا ملائمًا للمواد الغنية بالكولاجين [5].

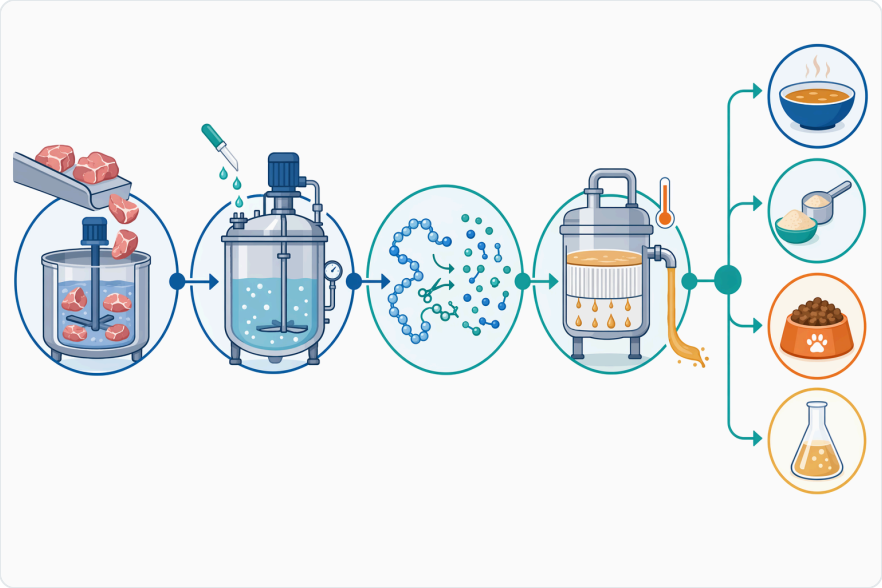

Figure 2. 일반적인 육류 단백질 가수분해 공정은 분쇄육에 프로테아제를 혼합하고, 가수분해를 제어한 뒤 효소를 불활성화하며, 펩타이드가 풍부한 가수분해물을 회수하는 과정으로 이루어집니다.

عندما تُقطع السلاسل الطويلة، تنخفض الكتلة الجزيئية المتوسطة للبروتين ويتغير توازن الشحنات والمناطق الكارهة للماء والمناطق المحبة للماء. هذا يفسر لماذا قد تزيد الذوبانية في الماء عند التحلل المعتدل: السلاسل الأقصر تتحرك بسهولة أكبر وتكشف مجموعات قطبية تساعد على التشتت، بينما قد يؤدي التحلل المفرط في بعض الأنظمة إلى ببتيدات شديدة القصر تفقد القدرة على تكوين شبكات أو مستحلبات ثابتة [6].

هناك أيضًا جانب حسي مهم. بعض الببتيدات القصيرة والأحماض الأمينية الحرة تساهم في طعم مرقي أو مالح أو أومامي، بينما قد تنتج مرارة عند تراكم ببتيدات كارهة للماء. لذلك لا يكون الهدف التقني دائمًا "أقصى تحلل"، بل الوصول إلى مدى تحلل مناسب يوازن بين الذوبانية والطعم والوظيفة والقابلية للتطبيق في المنتج النهائي [2].

المواد الخام المناسبة: من اللحم الأحمر إلى مخلفات الدواجن والأسماك

يمكن تطبيق التحليل الإنزيمي على مواد متعددة، لكن استجابة كل مادة تختلف بحسب محتوى البروتين والدهون والنسيج الضام والعظام وحالة المعالجة السابقة. تشير الدراسات على مخلفات تصنيع الأسماك واللحوم إلى أن المواد المفرومة أو المفصولة ميكانيكيًا أو الغنية بالبروتين المتاح تكون أكثر ملاءمة عادة لإنتاج هيدروليزات قابلة للاستعمال، بينما تحتاج المواد الصلبة أو الغنية بالعظام إلى تصميم معالجة مختلف [7].

في مخلفات الدواجن، توجد فرصة لاستخلاص بروتينات من أجزاء معالجة تحتوي على نسيج عضلي وجلد وكولاجين ودهون. أظهرت أعمال حديثة على منتجات جانبية من الدجاج أن البروتينات المسترجعة يمكن تحويلها إلى أنظمة غذائية ذات بنية، مثل الهلاميات البروتينية، ما يدل على أن هذه التيارات الجانبية ليست مجرد نفايات بل مواد خام وظيفية إذا عولجت بعناية [8].

أما المواد السمكية، مثل مخلفات القد أو البلطي أو الكتل المفصولة ميكانيكيًا، فهي نموذج مهم لأن بروتيناتها غالبًا ما تكون قابلة للتحلل وتنتج ببتيدات ذات ذوبانية وتطبيقات غذائية واعدة. دراسات هيدروليزات بروتين الأسماك من مخلفات التصنيع تبيّن أن نوع الإنزيم وشدة المعالجة يغيران التركيب والخصائص، وهو مبدأ يمكن تعميمه بحذر على بروتينات اللحوم الحيوانية الأخرى [9].

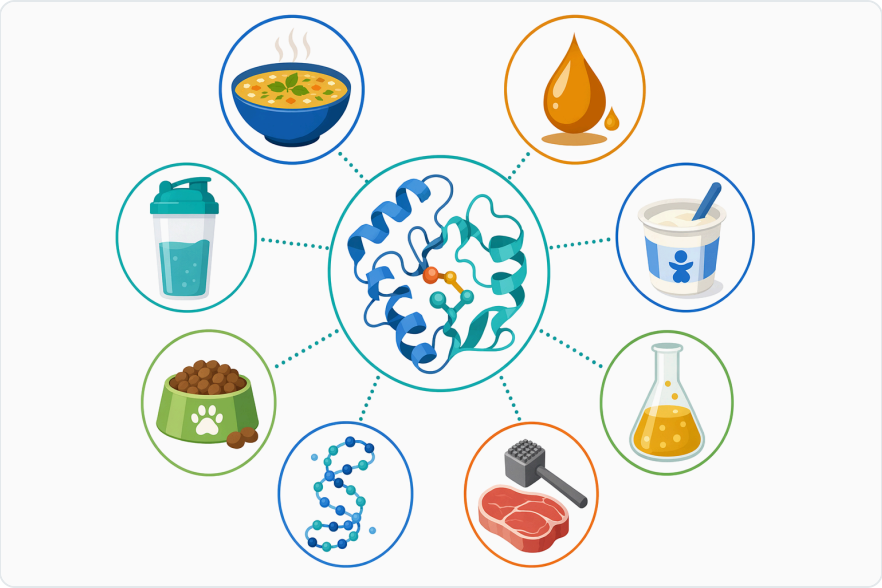

Figure 3. 육류 단백질 가수분해 효소는 향미 생산, 영양 성분, 반려동물 사료, 발효 영양원, 펩타이드 제품, 연육 처리 등에 사용됩니다.

المواد الغنية بالهيموغلوبين أو الدم تمثل حالة خاصة؛ فهي بروتينات عالية القيمة لكنها حساسة للطعم واللون والأكسدة. أبحاث هيدروليزات هيموغلوبين الخنزير المحضرة ببروتيازات غذائية أظهرت اهتمامًا بقدرتها المضادة للأكسدة، ما يدعم فكرة أن بعض البروتينات الحيوانية الثانوية قد تكون مصدرًا لببتيدات وظيفية إذا أُديرت نكهتها وثباتها بعناية [10].

مقارنة بين مسارات معالجة بروتينات اللحوم

مسار المعالجة	ما يحدث للبروتين	نقاط القوة	القيود العملية	أنسب سياق
التحليل الإنزيمي بالبروتياز	قطع انتقائي للروابط الببتيدية وتكوين ببتيدات بأطوال مختلفة	تحسين الذوبانية، رفع قابلية المعالجة، إنتاج هيدروليزات غذائية أو علفية	يحتاج ضبطًا للتجانس والدهون ومدى التحلل، وقد تظهر مرارة إذا زاد التحلل	مواد لحمية أو دواجن أو سمكية مفرومة وغنية بالبروتين المتاح [1]
المعالجة الحرارية	تفكيك جزئي للبنية البروتينية وتليين أو فصل مكونات	مفيدة للتثبيت الصحي وفصل الدهون أو المواد الصلبة في بعض الخطوط	قد تؤدي إلى تكتل أو انخفاض وظيفة بعض البروتينات إذا لم تُدار جيدًا	خطوط المنتجات الجانبية التي تحتاج فصلًا حراريًا أو تثبيتًا قبل مراحل لاحقة [11]

مسار المعالجة	ما يحدث للبروتين	نقاط القوة	القيود العملية	أنسب سياق
التحلل الكيميائي القاسي	كسر واسع للروابط تحت ظروف شديدة	سريع وقديم الاستخدام في بعض الصناعات	أقل انتقائية، وقد يضر بالطعم أو الجودة التغذوية أو يتطلب ضبطًا بيئيًا أكبر	أقل تفضيلًا عندما يكون الهدف مكونًا غذائيًا وظيفيًا عالي الجودة [1]
التعتيق الطبيعي للحوم	إنزيمات داخلية تغير بروتينات العضلات بعد الذبح	يحسن الطراوة والطعم في قطع اللحم	بطيء ومحدود بالمنتج الكامل وليس مناسبًا دائمًا للتيارات الجانبية	تحسين جودة قطع اللحم لا إنتاج هيدروليزات سائلة أو مجففة [4]

توضح المقارنة أن **Meat Protein Hydrolysis Enzyme** يخدم غرضًا مختلفًا عن التعتيق أو التسخين وحدهما. فهو أقرب إلى أداة تحويل بروتيني موجهة لإنتاج مكونات قابلة للدمج في تركيبات لاحقة، لا إلى حل منفرد لكل تحديات السلامة أو الفصل أو النكهة [11].

الوظائف التي يمكن تحسينها في الهيدروليزات البروتينية

أول وظيفة متوقعة هي الذوبانية. البروتينات العضلية الكبيرة قد تكون ضعيفة الذوبان عند ظروف معينة، خصوصًا بعد التسخين أو التجفيف أو التخزين، بينما تؤدي الببتيدات الأقصر إلى تشتت أفضل في الطور المائي. هذا مفيد عند تحضير مرق بروتيني، قواعد نكهة، مسحوق بروتين متحلل، أو وسط غني بالنيتروجين [6].

الوظيفة الثانية هي القابلية للهضم. عندما تتحول السلاسل الطويلة إلى ببتيدات أقصر، يصبح الوصول الإنزيمي في الجهاز الهضمي أسهل غالبًا، وتصبح المادة أقرب إلى بروتين "مسبق التحلل". مراجعات الببتيدات النشطة في اللحوم تشير إلى أن التحلل يمكن أن يحرر مقاطع ببتيدية كانت كامنة داخل البروتين الأصلي، بما يغير قيمتها الغذائية والوظيفية [2].

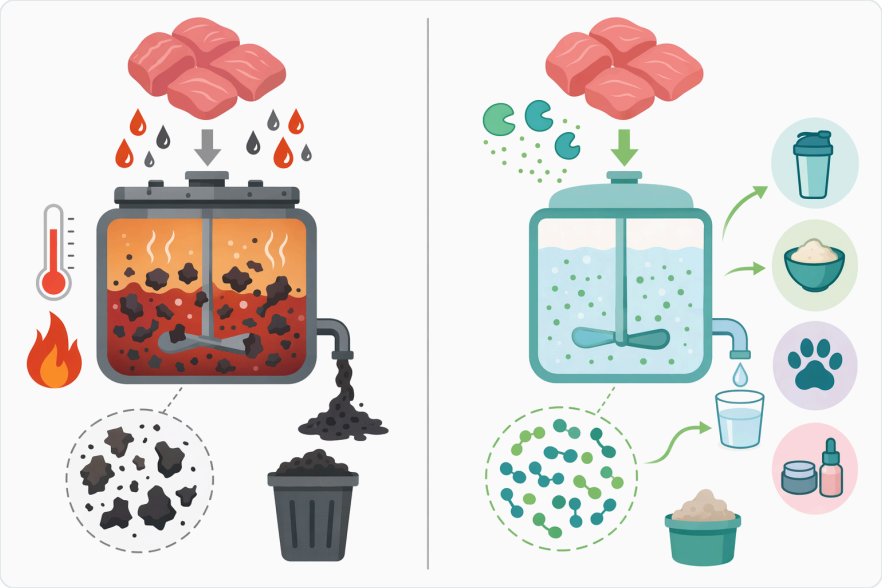

Figure 4. 강한 화학적 또는 열적 가수분해와 비교할 때, 효소를 이용한 육류 단백질 가수분해는 더 온화한 공정 조건과 펩타이드 조성에 대한 더 나은 제어성을 제공합니다.

الوظيفة الثالثة هي تكوين البتيدات الحيوية. أظهرت دراسة على هيدروليزات مشتقة من لحم جديان مع تغذية مدعمة بالسيلينيوم اهتمامًا بالنشاط المثبط للإنزيم المحول للأنجيوتنسين، وهو مثال على أن بروتينات اللحوم قد تنتج ببتيدات ذات نشاط بيولوجي قابل للدراسة بعد التحلل [12].

الوظيفة الرابعة هي تحسين استخدام المنتجات الجانبية. دراسة التحلل الإنزيمي للمخلفات الدهنية الطافية من صناعات الألبان واللحوم، ثم توجيهها إلى الهضم اللاهوائي، تبرز أن الإنزيمات يمكن أن تكون جزءًا من استراتيجية أشمل لتحويل مخلفات غنية بالبروتين والدهون إلى مسارات قيمة بدل التخلص المباشر منها [3].

تطبيقات Meat Protein Hydrolysis Enzyme في الصناعة الغذائية والعلفية

في الأغذية، يمكن أن تُستخدم هيدروليزات اللحم والدواجن في قواعد الشوربة والصلصات والنكهات المالحة ومكونات البروتين القابلة للذوبان. يعتمد النجاح هنا على التحكم في الطعم واللون والرائحة، لأن مصدر البروتين الحيواني يحمل نكهات مميزة يمكن أن تكون مرغوبة في تطبيقات مرقية لكنها غير مناسبة لتطبيقات محايدة [2].

في الأعلاف، تمثل الهيدروليزات البروتينية مصدرًا مركزًا للببتيدات والأحماض الأمينية التي يمكن إدخالها في تركيبات للحيوانات أو الأحياء المائية، مع مراعاة المتطلبات التنظيمية الخاصة بكل سوق. المراجعات الخاصة بإنزيمات البروتين في المنتجات الجانبية تبرز أن تثمين هذه المواد عبر التحلل يمكن أن يحسن الاستفادة من مصادر بروتينية كانت أقل استخدامًا [1].

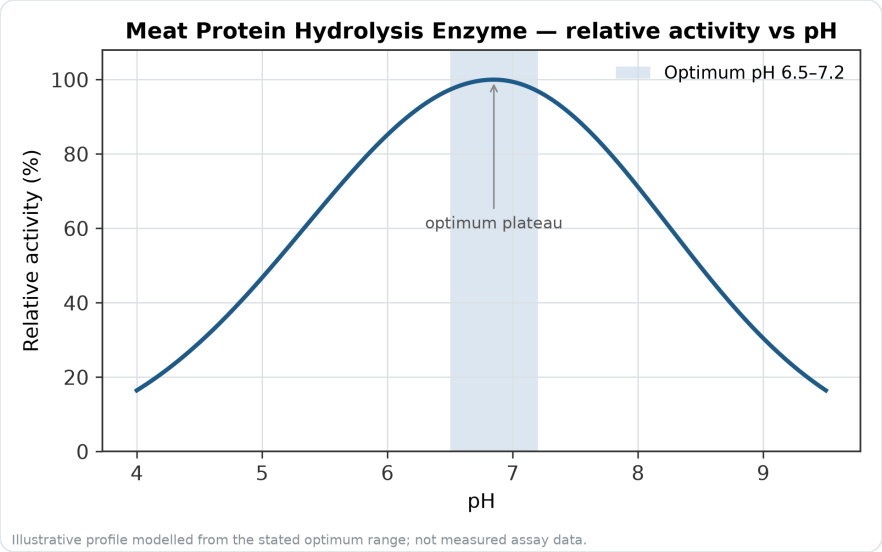

Figure 5. pH에 따른 육류 단백질 가수분해 효소의 상대 활성으로, pH 6.5~7.2 .에서 최적 활성 구간이 나타납니다

في التخمير، قد تعمل هيدروليزات اللحوم والأسماك كمصدر نيتروجين عضوي؛ فهي تقدم خليطًا من ببتيدات قصيرة وأحماض أمينية وعوامل نمو مرتبطة بالمادة الخام. لا يعني ذلك أنها بديل مباشر في كل عملية تخمير، لكنه يوضح سبب اهتمام بعض سلاسل التصنيع بتحويل المواد الجانبية البروتينية إلى مكونات قابلة للاستخدام في أوساط النمو [7].

في المكونات الوظيفية، تتزايد الأبحاث حول إنتاج ببتيدات مضادة للأكسدة أو ذات أنشطة حيوية من بروتينات غذائية. مراجعة التقنيات الحديثة المقترنة بالتحلل الإنزيمي لإنتاج ببتيدات مضادة للأكسدة من البروتينات الغذائية توضح أن التحلل ليس مجرد خفض للحجم الجزيئي، بل وسيلة لكشف تسلسلات ببتيدية مسؤولة عن نشاط وظيفي محدد [6].

اعتبارات خاصة بالكولاجين والأنسجة الضامة

المواد الغنية بالكولاجين، مثل الجلد والأوتار وبعض مخلفات الدواجن واللحوم، لا تتصرف مثل اللحم العضلي الخالي من النسيج الضام. الكولاجين بروتين بنيوي مقاوم نسبيًا، وتحدد بنيته الليفية وروابطه المتشابكة مدى وصول الإنزيم إلى مواقع القطع، لذلك قد يتطلب تحضيرًا ميكانيكيًا أو حراريًا أو إنزيميًا متسلسلًا لاستخلاص قيمة وظيفية مناسبة [5].

عند نجاح معالجة الكولاجين، يمكن أن تنتج ببتيدات أو جيلاتين متحلل جزئيًا بخصائص ذوبانية وقوامية مختلفة. لكن التحلل الزائد قد يقلل القدرة على تكوين هلام أو بنية، لأن السلاسل تصبح قصيرة جدًا لدعم شبكة مستقرة. لذلك تختلف أهداف معالجة الكولاجين بين إنتاج ببتيدات سهلة الذوبان وإنتاج مواد بنيوية ذات قوام [5].

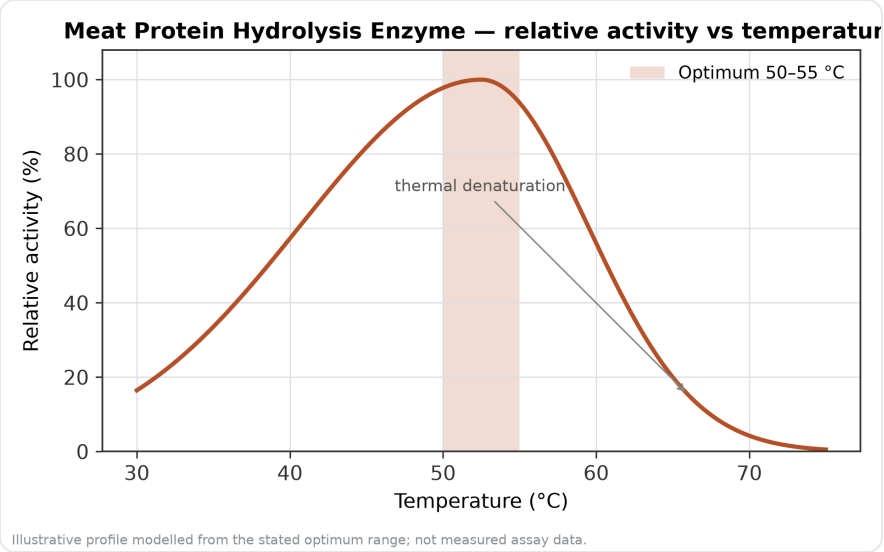

Figure 6. 온도에 따른 육류 단백질 가수분해 효소의 상대 활성으로, 50~55°C 에서 최적 활성을 보이며 최적 온도를 넘으면 열 변성으로 인해 활성이 감소 .하는 특징을 나타냅니다

هذا مهم عند استخدام **Meat Protein Hydrolysis Enzyme** مع مواد غير متجانسة؛ فمزيج من لحم ودهون وجلد وعظم لا يعطي استجابة واحدة. الجزء العضلي قد يتحلل بسرعة نسبيًا، بينما يبقى النسيج الضام أو العظم أقل استجابة، ما يجعل التجانس والفصل وإدارة الدهون عوامل حاسمة في النتيجة النهائية [11].

ضبط العملية دون تحويلها إلى بروتوكول مخبري

ينجح التحليل الإنزيمي عندما تكون المادة الخام مهيأة لوصول الإنزيم إلى البروتين: تقليل حجم الجسيمات، تجانس الخلط، وجود ماء كافٍ للتفاعل، وإدارة الدهون التي قد تغلف البروتين أو تعيق التلامس. في خطوط تحليل اللحوم والدواجن الصناعية، تُعامل المادة عادة عبر الطحن والخلط والتسخين المناسب وإضافة الإنزيم ثم تعطيل نشاطه وفصل الأطوار بحسب تصميم الخط [11].

مدى التحلل يعتمد على وقت التلامس، طبيعة البروتين، نوع البروتياز، وحالة المادة الخام، لا على الإنزيم وحده. في بروتينات الأسماك، أظهرت دراسات على هيدروليزات من مخلفات التصنيع أن تغيير نوع الإنزيم وشدة المعالجة يبدل خصائص الهيدروليزات الناتجة، وهو ما يفسر لماذا قد تختلف النتائج بين دجاج، لحم بقري، أحشاء، أو كتلة سمكية مفصولة ميكانيكيًا [9].

كذلك يجب النظر إلى التعطيل اللاحق للإنزيم والفصل والتركيز كجزء من جودة المنتج النهائي. استمرار التحلل بعد الوصول إلى النمط المطلوب قد يغير الطعم واللزوجة والوظيفة، بينما يساهم فصل الدهون والمواد الصلبة في تحسين ثبات الهيدروليزات وقابليتها للدمج في تطبيقات لاحقة [11].

حدود الأداء وما لا ينبغي افتراضه

لا ينبغي افتراض أن إنزيم تحليل بروتينات اللحوم سيعالج كل المواد الحيوانية بالنتيجة نفسها. اختلاف البروتينات، نسبة الدهون، وجود العظام، بنية الكولاجين، والمعالجة السابقة كلها تؤثر في الوصول إلى الروابط الببتيدية وفي توزيع الببتيدات الناتجة [5].

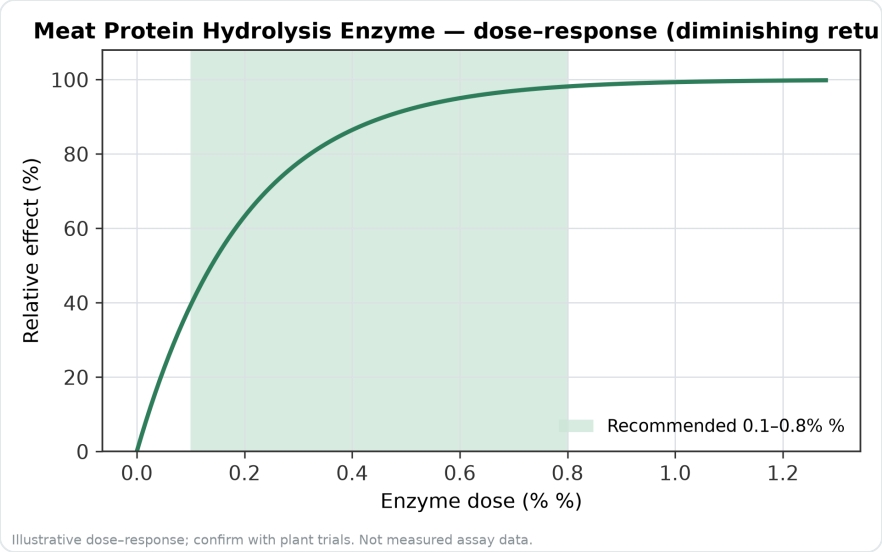

Figure 7. 권장 사용 범위(0.1~0.8%)에서 육류 단백질 가수분해 효소의 용량-.반응을 예시한 그래프입니다

ولا ينبغي التعامل مع التحليل الإنزيمي كبديل عن ممارسات السلامة الغذائية أو التحكم الميكروبيولوجي أو الفصل الصحي. الإنزيم يغير البروتين، لكنه لا يحل وحده محل تصميم العملية أو إدارة المواد الخام أو التثبيت الحراري أو متطلبات اللوائح ذات الصلة بالمنتج النهائي [11].

كما أن زيادة التحلل ليست دائمًا أفضل. التحلل المعتدل قد يحسن الذوبانية والوظيفة، لكن التحلل الشديد قد يرفع المرارة أو يخفض القدرة على تكوين قوام أو مستحلبات، خصوصًا عندما تتحول البروتينات إلى ببتيدات قصيرة جدًا لا تكفي لبناء واجهات أو شبكات مستقرة [6].

موقع المنتج ضمن عرض Enzymes.bio

يُقدَّم **Meat Protein Hydrolysis Enzyme** عبر Enzymes.bio كمستحضر إنزيمي للاستخدام في تحليل بروتينات اللحوم والمواد الحيوانية الغنية بالبروتين. Enzymes.bio مورد للمنتج عبر الإنترنت، وليس جهة تصنيع أو مختبرًا، لذلك ينبغي قراءة معلومات المنتج كدعم فني عام لا كخدمة تطوير عملية أو تحقق تحليلي مخصص .

يُباع المنتج مباشرة بوحدة **1kg**، وتُرفق **CoA** و**SDS** مع الطلب. تساعد هذه الوثائق المستخدم على مراجعة معلومات الدفعة والسلامة والتعامل العام، بينما تبقى ملاءمة الإنزيم للمادة الخام والتطبيق النهائي مرتبطة بتصميم العملية الداخلية لدى المستخدم والاشتراطات التنظيمية في سوقه .

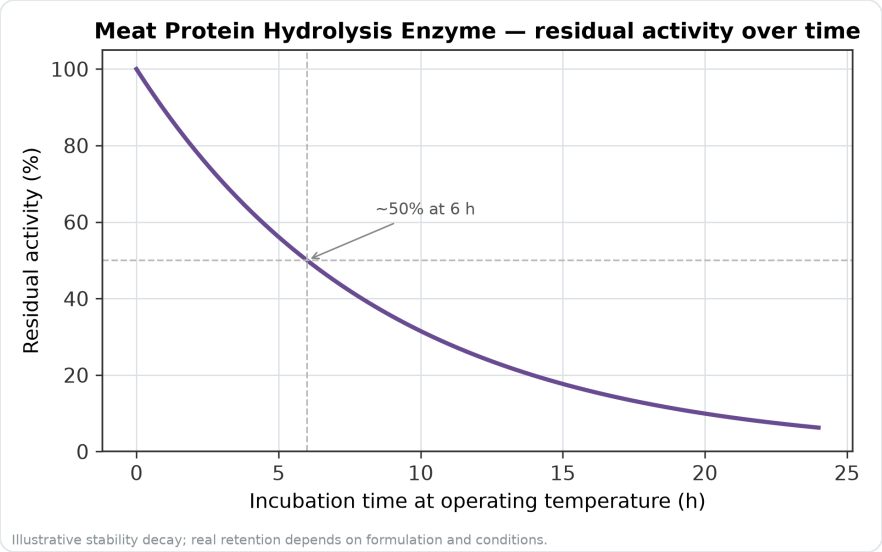

Figure 8. 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소하는 육류 단백질 가수분해 효소의 열 안정성 저하를 예시한 그래프입니다.

خلاصة تقنية

يعمل **Meat Protein Hydrolysis Enzyme** كأداة لمعالجة بروتينات اللحوم والدواجن والأسماك عبر قطع الروابط الببتيدية وتكوين هيدروليزات أكثر ذوبانًا وقابلية للاستخدام. تدعم الأدبيات العلمية فكرة أن بروتينات اللحوم والمنتجات الجانبية يمكن أن تتحول بالتحلل الإنزيمي إلى ببتيدات ذات قيمة غذائية أو وظيفية أو تطبيقية في الغذاء والعلف والتخمير [2].

القيمة العملية للإنزيم تظهر عندما تكون المادة الخام مناسبة ومجهزة جيدًا، وعندما يُدار مدى التحلل بما يوازن بين الذوبانية والطعم والقوام والوظيفة. لذلك يُفهم المنتج على أنه مكوّن إنزيمي مساعد ضمن عملية معالجة كاملة، لا كحل مستقل لكل تحديات المواد الخام أو السلامة أو الفصل [1].

بالنسبة إلى العملاء الصناعيين الذين يتعاملون مع بروتينات لحمية أو تيارات جانبية حيوانية، يوفر التحليل الإنزيمي مسارًا واقعيًا لتثمين البروتين وتحويله إلى مكونات أعلى قابلية للاستخدام. ومع التزام حدود المنتج ووثائقه المرفقة، يمكن لـ **Meat Protein Hydrolysis Enzyme** أن يكون جزءًا عمليًا من تطوير هيدروليزات بروتينية قائمة على أساس علمي واضح .

اطلب Meat Protein Hydrolysis Enzyme 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 Meat Protein Hydrolysis Enzyme

المراجع

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

1. Kostyleva, E., Sereda, A., Velikoretskaya, I., Kurbatova, E., & Tsurikova, N. (2023). [Proteases for obtaining of food protein hydrolysates from proteinaceous by-products].. *Voprosy pitaniia*, 92 1, 116-132.
2. Chernukha, I., Mashentseva, N., Afanasev, D. A., & Vostrikova, N. (2019). Biologically active peptides of meat and meat product proteins: a review. Part 1. General information about biologically active peptides of meat and meat products.
3. Pascale, N. C., Chastinet, J. J., Bila, D., SantAnna, G. L., Quitério, S. L., & Vendramel, S. (2018). Enzymatic hydrolysis of floatable fatty wastes from dairy and meat food-processing industries and further anaerobic digestion.. *Water Science and Technology*, 79 5, 985-992.
4. Joo, S., Lee, E., Son, Y., Hossain, M. J., Kim, C., Kim, S., & Hwang, Y. (2023). Aging mechanism for improving the tenderness and taste characteristics of meat. *Journal of Animal Science and Technology*, 65, 1151 - 1168.
5. Brashko, I., Poznyakovsky, V., & Donskova, L. (2024). Enzyme Preparation Characteristics and New Technical Solution Development for Bioconversion of Collagen-Containing Raw Materials. *Food industries*.
6. Habinshuti, I., Nsengumuremyi, D., Muhoza, B., Ebenezer, F., Aregbe, A. Y., & Ndisanze, M. A. (2023). Recent and novel processing technologies coupled with enzymatic hydrolysis to enhance the production of antioxidant peptides from food proteins: A review.. *Food Chemistry*, 423, 136313.
7. Mendes, P. S., Cardoso, F. A. R., Giugiolli, M. F., Wolhmuth, G., Oliveira, M. I. C., Freitas Fante, V., Brenag, J. N. N., … et al. (2025). Enzymatic Hydrolysis and Characterization of Protein Concentrate Obtained From Mechanically Separated Meat of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus). *Journal of Food Science*, 91.
8. Oyom, W., Awuku, R. B., Faraji, H., Bi, Y., & Tahergorabi, R. (2024). Protein hydrogel formation from chicken processing By-Products: Exploring applications in food.. *Food Research International*, 201, 115632.
9. Kuchina, Y., Kolotova, D., Tolstikov, V., Vasilevich, V., & Derkach, S. (2026). Effect of Enzyme Type and Concentration on Fish Protein Hydrolysates from Gadus morhua Processing Waste. *Food processing*.
10. Sun, Q., Luo, Y., Shen, H., & Hu, X. (2011). EFFECTS OF pH, TEMPERATURE AND ENZYME TO SUBSTRATE RATIO ON THE ANTIOXIDANT ACTIVITY OF PORCINE HEMOGLOBIN HYDROLYSATE PREPARED WITH PEPSIN. *Journal of Food Biochemistry*, 35, 44-61.
11. Hydrolysis Of Meat And Poultry Byproducts. *Alfalaval*.
12. Ramírez-Bribiesca, J. E., Sotelo-Mundo, R., Pérez-Ramirez, S. C., Cruz-Monterrosa, R., Díaz-Ramírez, M., León-Espinosa, E. B., Aguilar-Toalá, J., … et al. (2025). Chemical analysis and angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity of enzymatic hydrolysates derived from meat of goat-kids with supplemental selenium. *PeerJ*, 13.

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.