

Meat Protein Hydrolysis Enzyme : hydrolyse des protéines de viande, hydrolysats protéiques, tendérisation et valorisation des coproduits carnés

Équipe de recherche Enzymes.bio · Wellington, Nouvelle-Zélande · June 19, 2026

Meat Protein Hydrolysis Enzyme est une enzyme protéolytique destinée à fragmenter les protéines de viande en peptides plus courts et, selon l'avancement du procédé, en acides aminés libres. Elle s'utilise comme outil de transformation pour produire des hydrolysats protéiques plus solubles, améliorer la fonctionnalité d'ingrédients carnés, soutenir la tendérisation ou valoriser des coproduits animaux riches en protéines. Enzymes.bio fournit ce produit en ligne par unité de 1 kg ; le CoA et la SDS sont fournis avec la commande .

Définition technique : une protéase de procédé pour matrices carnées

Meat Protein Hydrolysis Enzyme désigne une préparation enzymatique à activité protéase conçue pour l'hydrolyse des protéines de viande. Son rôle est de couper des liaisons peptidiques dans les protéines musculaires, conjonctives ou solubles d'une matrice animale afin de générer des fragments protéiques plus courts. Dans une logique industrielle, elle n'est pas simplement un "additif", mais un levier de procédé : elle permet de modifier la structure des protéines pour orienter la solubilité, la texture, le goût, la dispersibilité ou la valeur fonctionnelle d'un ingrédient.

Les protéines de viande ne forment pas une matière homogène. Les protéines myofibrillaires structurent la fibre musculaire et influencent fortement la fermeté ; les protéines sarcoplasmiques sont plus solubles ; le collagène et d'autres protéines du tissu conjonctif apportent une résistance mécanique différente. Après abattage, la dégradation protéique endogène participe déjà à l'évolution de la tendreté et de la qualité sensorielle, notamment pendant la maturation, où les systèmes calpaïne, caspase et autres phénomènes post-mortem sont étudiés comme facteurs de modification de texture ^[1]. L'ajout d'une protéase exogène permet de déplacer ce principe vers un procédé contrôlé, appliqué à une matière première donnée.

L'intérêt commercial de l'hydrolyse enzymatique des protéines animales est lié à la transformation d'une matière parfois difficile à incorporer — viande broyée, parures, fractions riches en tissu conjonctif, viande cuite, matières issues de découpe ou produits de la mer — en hydrolysat plus facile à

dispenser ou à concentrer. Les revues sur les technologies enzymatiques en nutrition et transformation alimentaire décrivent les enzymes comme des outils permettant de modifier la structure des macromolécules, d'améliorer la fonctionnalité et de développer des ingrédients à plus forte valeur ajoutée [2].

Mécanisme d'action : coupure contrôlée des liaisons peptidiques

Une protéine peut être vue comme une chaîne d'acides aminés reliés par des liaisons peptidiques. Une protéase reconnaît certaines régions de cette chaîne et catalyse la rupture de ces liaisons par hydrolyse. Selon le type de protéase, la coupure se fait préférentiellement à l'intérieur de la chaîne, ce qui libère des peptides de taille intermédiaire, ou plus près des extrémités, ce qui augmente la formation de petits peptides et d'acides aminés libres. Le profil final dépend donc de l'enzyme, du substrat, du temps de réaction, de la température, du pH, de la teneur en eau, du sel et de l'accessibilité physique des protéines.

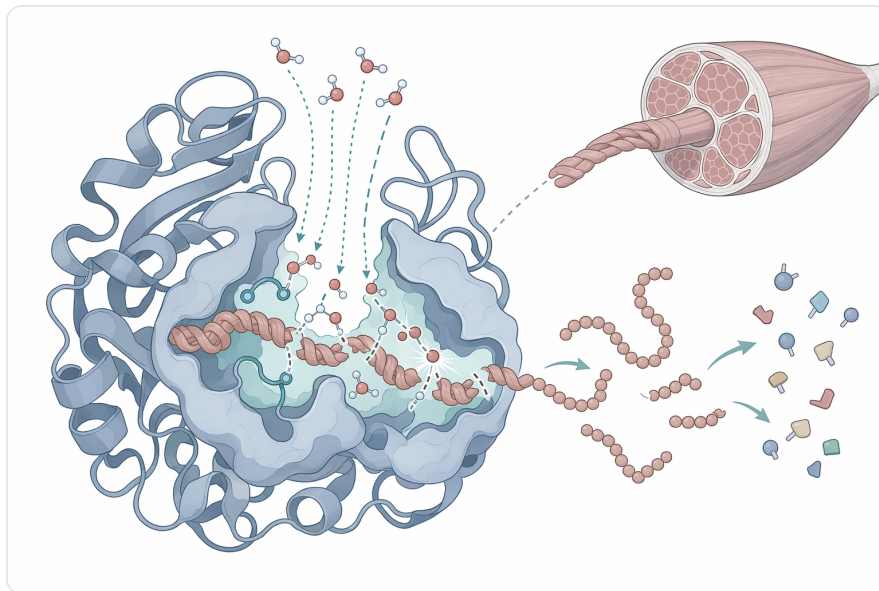


Figure 1. 육류 단백질 가수분해 효소는 근육 단백질의 펩타이드 결합을 절단하여 수용성 펩타이드와 아미노산을 생성하는 프로테아제입니다.

Dans les matrices carnées, l'accessibilité est un point central. Les protéines myofibrillaires sont organisées dans des faisceaux denses ; le collagène peut protéger certaines fractions ; le chauffage antérieur peut dénaturer ou agréger les protéines ; l'oxydation peut aussi modifier leur sensibilité à l'hydrolyse. Les travaux sur les protéases adaptées au froid, par exemple une protéase de type trypsine issue de krill antarctique, illustrent que la spécificité enzymatique et l'environnement réactionnel déterminent fortement le mode de coupure et les produits d'hydrolyse obtenus [3].

L'hydrolyse n'est donc pas un effet binaire. Une hydrolyse limitée peut viser une légère modification de texture ou une amélioration de la solubilité. Une hydrolyse plus poussée peut produire une fraction plus riche en peptides courts, recherchée pour des bases aromatiques, des ingrédients nutritionnels, des hydrolysats fonctionnels ou certains milieux de fermentation. À l'inverse, une hydrolyse excessive peut entraîner une texture trop molle, une viscosité modifiée ou des notes amères dues à l'exposition de séquences hydrophobes.

Pourquoi hydrolyser des protéines de viande ?

Améliorer la solubilité et la dispersibilité

Les protéines de viande intactes, en particulier après chauffage, salage, séchage ou oxydation, peuvent présenter une dispersibilité limitée. La fragmentation enzymatique réduit la taille des chaînes et peut exposer davantage de groupes ionisables ou hydrophiles, ce qui facilite la mise en suspension ou la solubilisation dans des matrices aqueuses. Cette propriété est pertinente pour les bouillons, sauces, bases culinaires, préparations instantanées, aliments protéinés liquides, formulations nutritionnelles et ingrédients destinés à être incorporés sans sédimentation grossière.

La littérature sur l'hydrolyse enzymatique alimentaire souligne que les paramètres de procédé, y compris l'énergie mécanique ou les technologies d'assistance comme les ultrasons, peuvent modifier la structure des protéines et l'accessibilité des sites de coupure. Les revues sur l'hydrolyse enzymatique assistée par ultrasons décrivent notamment des effets liés à la cavitation, à la désagrégation et à l'augmentation du contact enzyme-substrat, même si l'optimisation doit être adaptée à chaque matrice

[4].

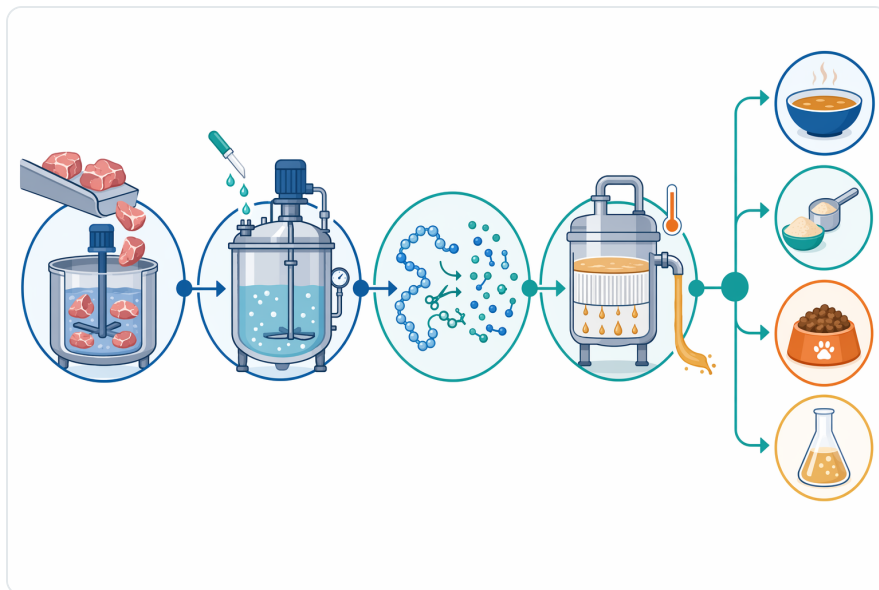


Figure 2. 일반적인 육류 단백질 가수분해 공정은 분쇄한 고기에 프로테아제를 혼합하고, 가수분해를 제어한 뒤, 효소를 불활성화하고 펩타이드가 풍부한 가수분해물을 회수하는 과정으로 이루어집니다.

Valoriser les coproduits carnés

Les filières viande, volaille, poisson et produits de la mer génèrent des fractions secondaires contenant encore une quantité importante de protéines : parures, tissus musculaires déclassés, fractions de désossage, peaux, tissus conjonctifs, sang ou autres flux animaux selon les cadres réglementaires et les usages visés. Sans transformation, ces matières peuvent avoir une valeur limitée en raison de leur texture, de leur variabilité, de leur apparence ou de leur faible fonctionnalité.

Les coproduits animaux font l'objet d'un intérêt croissant comme sources de composés valorisables. Les revues sur la gélatine et le chitosane issus de sous-produits carnés ou marins montrent que les flux secondaires peuvent devenir des ingrédients techniques lorsque leur structure est transformée par des procédés adaptés ^[5]. De même, les travaux sur le sang d'abattoir rappellent que les fractions animales non musculaires contiennent des composés protéiques exploitables dans de nouveaux produits, sous réserve de procédés et de cadres d'utilisation appropriés ^[6].

Créer des hydrolysats à profil fonctionnel

Un hydrolysat protéique n'est pas seulement une protéine "découpée". Sa fonctionnalité dépend de la taille et de la séquence des peptides générés. Certains peptides présentent des activités in vitro, par exemple antioxydantes ou inhibitrices de l'enzyme de conversion de l'angiotensine, souvent appelée ACE. Une étude sur des hydrolysats de protéines de viande d'huître perlière a isolé et caractérisé des

peptides inhibiteurs de l'ACE et a étudié leur mécanisme d'interaction avec la cible enzymatique ^[7]. Une autre étude a identifié un peptide issu d'hydrolysats de protéine de viande de lapin et a examiné son mécanisme moléculaire ainsi qu'un effet antihypertenseur in vivo dans le cadre expérimental étudié ^[8].

Ces résultats sont utiles pour la R&D, mais ils doivent être formulés avec précision. Une activité mesurée sur un hydrolysats ou un peptide isolé ne garantit pas automatiquement une allégation santé applicable à un produit fini. La digestion, la biodisponibilité, la dose réellement consommée, la matrice alimentaire et la réglementation locale déterminent la portée commerciale d'une revendication. Pour un fournisseur d'enzyme, l'information pertinente est donc le potentiel technologique de génération de peptides, non une promesse thérapeutique.



Figure 3. 육류 단백질 가수분해 효소는 풍미 생산, 영양 성분, 반려동물 사료, 발효 영양원, 펩타이드 제품 및 연육에 사용됩니다.

Modifier la texture et soutenir la tendérisation

La tendreté de la viande résulte de multiples facteurs : structure myofibrillaire, tissu conjonctif, maturation post-mortem, pH, température, eau retenue et état des protéines. Les revues sur la maturation indiquent que les modifications enzymatiques endogènes contribuent à l'amélioration de la tendreté et du goût au fil du vieillissement contrôlé de la viande ^[9]. Une protéase exogène peut reproduire partiellement ce principe dans un procédé plus court ou plus ciblé.

La bromélaïne, par exemple, est largement étudiée comme enzyme protéolytique pour applications alimentaires et technologiques, dont la tendérisation de la viande ^[10]. Des travaux combinant hautes pressions et bromélaïne sur viande de bœuf illustrent l'intérêt de coupler une protéase avec une

technologie physique pour modifier les caractéristiques de qualité, même si chaque combinaison procédé-matrice doit être validée indépendamment ^[11].

Applications B2B typiques

Application	Objectif technologique	Effet recherché	Points de maîtrise
Hydrolysats protéiques de viande	Transformer des protéines musculaires en peptides	Meilleure solubilité, goût bouillon, incorporation plus facile	Degré d'hydrolyse, température, pH, arrêt de réaction
Valorisation de coproduits	Convertir des flux secondaires en ingrédients	Récupération de valeur protéique, réduction des pertes	Variabilité matière, lipides, tissu conjonctif
Bases culinaires et sauces	Obtenir une fraction soluble et aromatique	Corps, umami, dispersion dans l'eau	Amertume, filtration, stabilité thermique
Tendérisation	Fragiliser partiellement les structures protéiques	Texture moins ferme, mastication améliorée	Sur-hydrolyse, homogénéité de diffusion
Ingrédients fonctionnels	Générer des peptides spécifiques	Activités in vitro possibles, antioxydants ou ACE-inhibiteurs	Validation par matrice et cadre réglementaire
Bioprocédés	Fournir peptides et azote organique	Nutrition microbienne ou formulation technique	Stérilisation, stabilité, composition finale

Hydrolysats pour bouillons, sauces et bases aromatiques

Les protéines hydrolysées d'origine animale sont particulièrement pertinentes lorsque la formulation exige une dispersion dans l'eau, une contribution au goût salé/umami ou une fraction azotée soluble. Dans les sauces carnées, les bases de bouillon, les préparations culinaires prêtes à diluer ou les produits instantanés, un hydrolysat bien maîtrisé peut s'intégrer plus facilement qu'une matière carnée broyée intacte. L'étude de sauces de haute qualité à partir de viande de sanglier illustre l'intérêt industriel de transformer des matrices carnées en produits liquides ou semi-liquides à valeur sensorielle, même si la formulation finale dépend de nombreux paramètres autres que l'hydrolyse enzymatique ^[12].

Le contrôle sensoriel reste essentiel. Les peptides courts peuvent contribuer à la rondeur et au goût, mais une hydrolyse trop poussée peut révéler de l'amertume. Cette amertume est souvent associée à des peptides hydrophobes libérés lors de la protéolyse. Le bon compromis dépend donc de

l'application : une base culinaire peut tolérer ou même rechercher certaines notes intenses, tandis qu'une boisson protéinée ou une formulation nutritionnelle demandera une neutralité plus stricte.

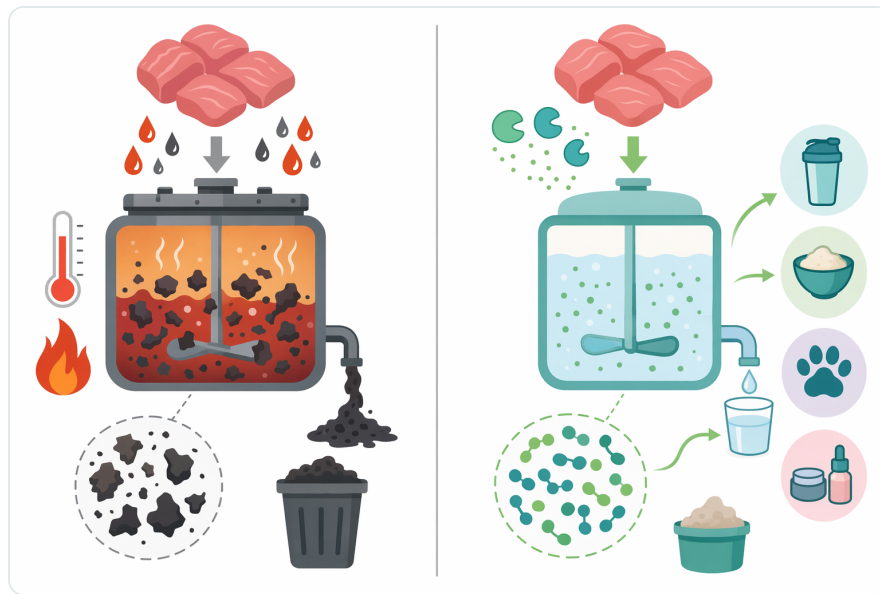


Figure 4. 강한 화학적 또는 열적 가수분해와 비교할 때, 효소를 이용한 육류 단백질 가수분해는 더 온화한 공정과 펩타이드 구성에 대한 더 나은 제어를 제공합니다.

Valorisation de parures, viandes déclassées et fractions animales

L'hydrolyse enzymatique peut aider à convertir des fractions carnées de moindre valeur commerciale en ingrédients protéiques plus stables, plus homogènes ou plus faciles à utiliser. Cela s'inscrit dans une logique d'économie circulaire, mais aussi de rendement matière. Les revues consacrées aux méthodes biotechnologiques dans l'industrie de la viande décrivent les enzymes comme des outils applicables à plusieurs opérations : amélioration de texture, modification des protéines, développement d'arômes et valorisation de matières premières animales ^[13].

Les matières premières très riches en collagène ou en tissu conjonctif peuvent toutefois répondre différemment d'une viande maigre riche en protéines myofibrillaires. Le collagène présente une organisation structurale spécifique et peut nécessiter des conditions de procédé adaptées pour devenir accessible. Les lipides, le sel, le traitement thermique antérieur et la taille de particule modifient également la cinétique d'hydrolyse. L'enzyme doit donc être comprise comme un outil adaptable plutôt que comme une solution identique pour toutes les matières carnées.

Peptides bioactifs : potentiel et limites

Plusieurs études sur des hydrolysats animaux montrent des activités biologiques mesurées en laboratoire. Des peptides antioxydants ont été obtenus à partir d'hydrolysats de viande de coquille perlière, avec investigation de leur mécanisme d'activité antioxydante [14]. Des hydrolysats de jaune d'œuf préparés par hydrolyse en deux étapes ont également été étudiés pour leur activité immunomodulatrice et leur stabilité après digestion in vitro, montrant que les propriétés des peptides peuvent évoluer sous l'effet des enzymes digestives [15].

Pour les entreprises qui développent des ingrédients fonctionnels, ces travaux indiquent une direction : la séquence des peptides compte autant que la matière première. Cependant, le passage d'une activité in vitro à une communication produit exige des preuves adaptées au marché visé. Une enzyme d'hydrolyse des protéines de viande peut aider à produire des bibliothèques de peptides et à orienter un procédé, mais elle ne remplace pas l'évaluation fonctionnelle, sensorielle, réglementaire et nutritionnelle du produit fini.

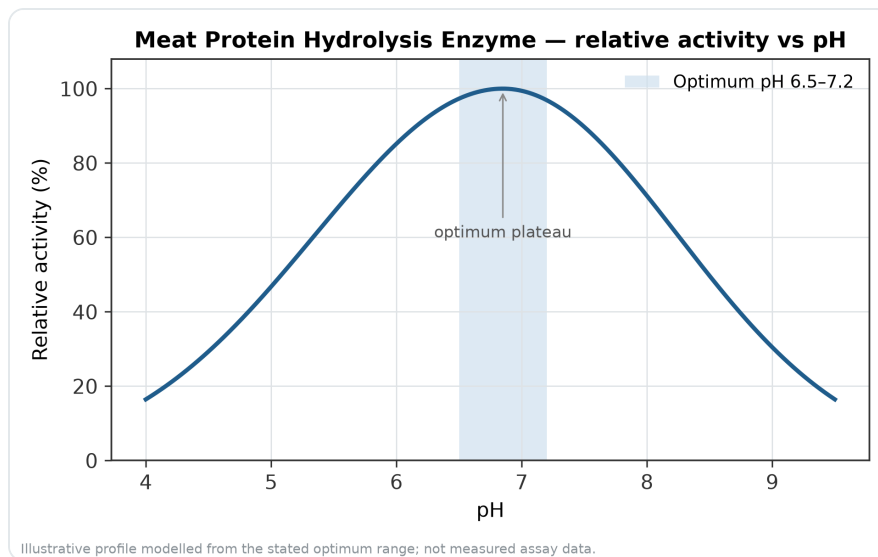


Figure 5. pH에 따른 육류 단백질 가수분해 효소의 상대 활성으로, pH 6.5–7.2에서 최적 활성 구간을 나타냅니다.

Tendérisation et technologies combinées

La tendérisation enzymatique repose sur la dégradation partielle des protéines responsables de la fermeté musculaire. Elle peut s'appliquer à des pièces entières, des viandes restructurées, des marinades ou des matières hachées. La difficulté technique est de distribuer l'enzyme de façon homogène et d'arrêter l'action au bon niveau. Une hydrolyse de surface trop forte peut donner une texture pâteuse alors que le cœur reste ferme ; une diffusion insuffisante produit des résultats hétérogènes.

Les technologies physiques peuvent modifier la réponse enzymatique. Les revues sur les ultrasons de forte intensité et les hautes pressions appliquées à la texture de la viande expliquent que ces procédés peuvent perturber les structures musculaires, influencer la rétention d'eau et modifier l'accessibilité des protéines ^[16]. Ces technologies ne remplacent pas nécessairement l'enzyme, mais peuvent être envisagées comme leviers complémentaires dans des procédés avancés.

Paramètres qui déterminent le résultat

Nature de la matière première

La composition de la matrice détermine le profil d'hydrolyse. Une viande maigre, une fraction riche en collagène, une peau, un coproduit marin, une viande cuite ou un mélange contenant beaucoup de lipides ne présenteront pas la même accessibilité enzymatique. Les différences d'espèces, d'âge, de traitement post-mortem et de maturation modifient aussi la structure protéique. Les études sur la tendreté post-mortem montrent que les activités protéolytiques endogènes varient selon les conditions biologiques et technologiques, ce qui explique pourquoi deux viandes ne réagissent pas toujours de manière identique ^[17].

Préparation physique

Le broyage, l'hydratation et l'homogénéisation améliorent généralement le contact entre l'enzyme et les protéines. Une particule plus fine expose davantage de surface ; une hydratation suffisante facilite la diffusion ; un mélange uniforme réduit les zones sous-traitées ou sur-traitées. Les technologies d'assistance, comme les ultrasons, peuvent aussi augmenter l'accessibilité par désagrégation ou modification de la structure, mais elles doivent être réglées de manière à ne pas dégrader les qualités sensorielles ou fonctionnelles recherchées ^[4].

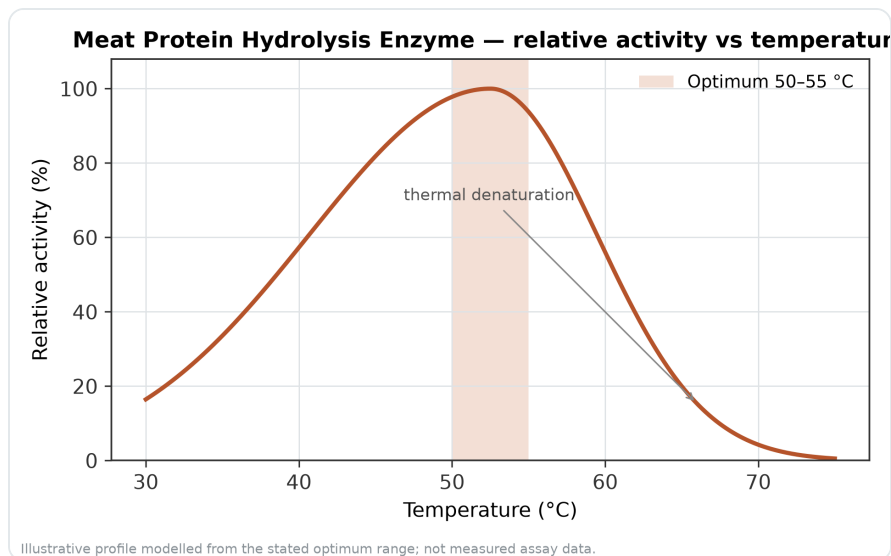


Figure 6. 온도에 따른 육류 단백질 가수분해 효소의 상대 활성으로, 50-55°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열 변성에 따른 특징적인 활성 감소가 나타납니다.

pH, température et durée

Chaque protéase possède une plage de fonctionnement favorable, sans qu'il soit utile ici de fixer des valeurs universelles. Le pH influence l'ionisation des acides aminés, la conformation des protéines et l'état actif de l'enzyme. La température accélère généralement la réaction jusqu'à une limite où la dénaturation enzymatique devient problématique. La durée d'hydrolyse détermine l'avancement de la coupure : courte pour une modification légère, plus longue pour une libération accrue de peptides. Les approches de digestibilité in vitro par suivi du degré d'hydrolyse rappellent que la mesure de l'avancement protéolytique est fortement liée au système enzymatique et à l'espèce considérée ^[18].

Sel, lipides et traitements antérieurs

Le sel peut modifier la solubilité des protéines myofibrillaires, la force ionique et l'activité de certaines protéases. Les lipides peuvent interférer avec l'homogénéité du mélange ou s'oxyder et influencer le profil sensoriel. Le chauffage antérieur peut augmenter l'accessibilité de certaines zones par dénaturation, mais aussi former des agrégats moins faciles à hydrolyser. Des endopeptidases tolérantes au sel issues d'*Aspergillus sydowii* ont été étudiées pour des applications potentielles en transformation carnée, ce qui illustre l'importance industrielle d'enzymes capables de fonctionner dans des matrices salées ^[19].

Arrêt de réaction et stabilisation

Une fois l’hydrolyse souhaitée atteinte, l’action enzymatique doit être arrêtée ou suffisamment réduite pour stabiliser le profil du produit. L’arrêt peut être intégré au traitement thermique ou à une étape de finition compatible avec la formulation. Cette stabilisation évite une évolution incontrôlée de la taille des peptides, de la viscosité, du goût ou de la texture pendant la suite du procédé. Dans les produits alimentaires, elle s’articule aussi avec les exigences de sécurité microbiologique et de durée de conservation.

Comparaison avec d’autres approches de transformation des protéines

Approche	Principe	Atouts	Limites principales
Hydrolyse enzymatique	Coupure ciblée des liaisons peptidiques par protéase	Sélectivité, conditions modérées, ajustement du profil de peptides	Sensible au pH, à la température, au substrat et au temps
Hydrolyse chimique	Rupture par conditions acides ou alcalines	Forte efficacité de dégradation	Moins sélective, risque d’altération sensorielle ou nutritionnelle
Maturation post-mortem	Protéolyse endogène lente dans le muscle	Amélioration naturelle de tendreté et goût	Temps long, variabilité biologique
Hautes pressions / ultrasons	Modification physique des structures	Peut améliorer texture ou accessibilité	Investissement procédé, optimisation spécifique
Traitement thermique seul	Dénaturation et stabilisation	Simple, compatible avec sécurité alimentaire	Peut réduire solubilité ou former des agrégats

Cette comparaison montre que Meat Protein Hydrolysis Enzyme s’inscrit dans une famille de procédés visant à modifier les protéines, mais avec une logique particulière : la sélectivité catalytique. Là où la chaleur stabilise et dénature, et où les procédés physiques modifient la structure, la protéase transforme directement la chaîne protéique. Les meilleures performances sont souvent obtenues lorsque l’enzyme est intégrée dans une séquence cohérente : préparation de la matière, ajustement du milieu, hydrolyse, arrêt, séparation éventuelle et formulation.

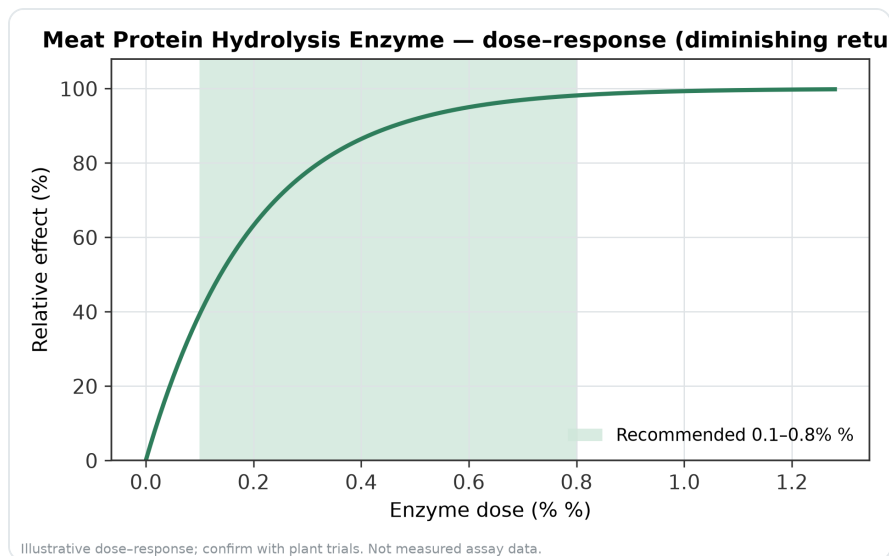


Figure 7. 권장 사용 범위(0.1–0.8%)에서 육류 단백질 가수분해 효소의 예시적 용량-반응 관계.

Sécurité, qualité et documentation associée

Pour un usage professionnel, la documentation produit accompagne l'intégration de l'enzyme dans le système qualité de l'utilisateur. Enzymes.bio fournit la Meat Protein Hydrolysis Enzyme directement en ligne par unité de 1 kg ; le certificat d'analyse et la fiche de données de sécurité sont fournis avec la commande . Enzymes.bio intervient comme fournisseur du produit et non comme fabricant ou laboratoire d'essais.

L'utilisateur industriel reste responsable de la compatibilité de l'enzyme avec son procédé, sa réglementation, son pays de commercialisation et son produit fini. Cela concerne notamment le statut d'ingrédient ou d'auxiliaire technologique, l'étiquetage, les exigences allergènes, les règles applicables aux matières animales et les validations internes de sécurité alimentaire. Les revues sur les technologies de réduction bactérienne dans la viande rappellent que la transformation carnée doit toujours être pensée avec une maîtrise microbiologique globale, indépendamment du choix d'un outil enzymatique ^[20].

Limites techniques à anticiper

La première limite est la variabilité de la matière première. Une même enzyme peut produire des hydrolysats différents selon l'espèce, l'état de maturation, la teneur en tissu conjonctif, le traitement thermique, la présence de sel ou le niveau d'oxydation. La seconde limite est sensorielle : certains peptides libérés par hydrolyse peuvent générer de l'amertume ou modifier le profil aromatique. La troisième limite est texturale : dans une application de tendérisation, une hydrolyse excessive peut affaiblir la structure au-delà du résultat souhaité.

La littérature sur la maturation et la tendreté montre que la qualité de la viande dépend d'interactions complexes entre protéolyse, apoptose, métabolisme post-mortem, activité enzymatique et structure musculaire ^[1]. Cela explique pourquoi une enzyme d'hydrolyse ne doit pas être présentée comme une solution universelle. Elle est un outil puissant, mais son bénéfice se concrétise lorsque le procédé est adapté à l'objectif : hydrolysats solubles, base aromatique, ingrédient fonctionnel, fraction nutritionnelle ou modification de texture.

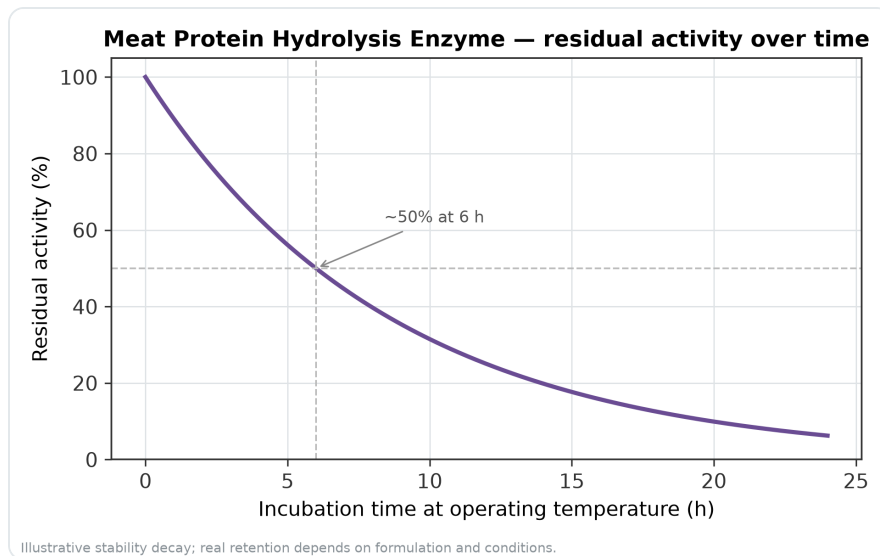


Figure 8. 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소하는 육류 단백질 가수분해 효소의 예시적 열 안정성 감소.

Une autre limite concerne les allégations fonctionnelles. Les études sur peptides antioxydants, ACE-inhibiteurs ou immunomodulateurs sont utiles pour comprendre les possibilités des hydrolysats, mais elles ne suffisent pas toujours à soutenir une revendication consommateur. Les résultats observés sur des peptides isolés ou des modèles expérimentaux doivent être confirmés dans la matrice finale et dans le cadre réglementaire approprié ^[8].

Positionnement Enzymes.bio

La Meat Protein Hydrolysis Enzyme proposée par Enzymes.bio s'adresse aux utilisateurs B2B qui souhaitent intégrer une protéase de procédé dans des applications d'hydrolyse des protéines de viande ou de matrices animales apparentées. Le produit est vendu directement en ligne par unité de 1 kg, avec CoA et SDS fournis avec la commande . Cette présentation vise à aider les équipes de formulation, de développement produit et de transformation alimentaire à comprendre les mécanismes, les applications et les limites de l'enzyme sans assimiler Enzymes.bio à un fabricant ou à un laboratoire.

Utilisée correctement, Meat Protein Hydrolysis Enzyme permet de transformer des protéines animales en peptides plus courts, d'améliorer la solubilité, de soutenir la valorisation de coproduits, de contribuer à des bases culinaires ou d'explorer des hydrolysats à potentiel fonctionnel. Les preuves scientifiques disponibles soutiennent le principe général de l'hydrolyse enzymatique des protéines animales, l'importance des paramètres de procédé et le potentiel de peptides issus de matrices carnées ou marines ^{[7][14][2]}. La valeur industrielle réside dans le contrôle : choisir une matière première adaptée, piloter l'avancement de l'hydrolyse et aligner le profil obtenu avec l'usage final.

Commander Meat Protein Hydrolysis Enzyme en ligne

Vendu par unité de 1 kg, en stock et prêt à expédier. Commandez directement sur notre boutique — payez en ligne et nous traitons votre commande. Un certificat d'analyse et une fiche de données de sécurité sont inclus avec chaque commande.

[Acheter Meat Protein Hydrolysis Enzyme →](#)

Références

Numérotées par ordre de première citation. Sources en libre accès, chacune vérifiée comme accessible au moment de la publication ; les numéros de citation dans le texte renvoient ici.

1. Zhao, Y., Xiang, C., Roy, B., Bruce, H. L., Blecker, C., Zhang, Y., Liu, C., ... et al. (2024). Apoptosis and its role in postmortem meat tenderness: A comprehensive review. *Meat Science*, 219, 109652 .
2. Yao, Y., Ye, Y., Xiong, K., Mao, S., Jiang, J., Yi-Chen, Li, X., ... et al. (2026). Current Progress and Future Directions of Enzyme Technology in Food Nutrition: A Comprehensive Review of Processing, Nutrition, and Functional Innovation. *Foods*, 15.
3. Xin, S., Zhang, H., Sun, J., & Mao, X. (2024). Characterization and Hydrolysis Mechanism Analysis of a Cold-Adapted Trypsin-Like Protease from Antarctic Krill. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
4. Qian, J., Chen, D., Zhang, Y., Gao, X., Xu, L., Guan, G., & Wang, F. (2023). Ultrasound-Assisted Enzymatic Protein Hydrolysis in Food Processing: Mechanism and Parameters. *Foods*, 12.
5. Elgadir, M., & MARIOD, A. A. (2022). Gelatin and Chitosan as Meat By-Products and Their Recent Applications. *Foods*, 12.
6. Chiroque, R. G. S., Santiago, H., Espinoza-Espinoza, L. A., Moreno-Quispe, L. A., Pantoja-Tirado, L. R., Nieva-Villegas, L. M., & Villegas, M. (2023). A Review of Slaughterhouse Blood and its Compounds, Processing and Application in the Formulation of Novel Non-Meat Products. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*.
7. Liu, P., Lan, X., Yaseen, M., Wu, S., Feng, X., Zhou, L., Sun, J., ... et al. (2019). Purification, Characterization and Evaluation of Inhibitory Mechanism of ACE Inhibitory Peptides from Pearl Oyster (*Pinctada fucata martensii*) Meat

Protein Hydrolysate. *Marine Drugs*, 17.

8. Chen, J., Yu, X., Huang, W., Wang, C., & He, Q. (2021). A novel angiotensin-converting enzyme inhibitory peptide from rabbit meat protein hydrolysate: identification, molecular mechanism, and antihypertensive effect in vivo. *Food & Function*.
9. 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.
10. Silva Neto, G. J., Leite, T., Cavalcanti, M. T., Pedrosa, G. T., Nascimento Alves, R., Sena, A. R., & Gonçalves, M. C. (2026). Bromelain as the enzyme of the future: A global bibliometric mapping of its applications and emerging trends. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*.
11. Zuki, N. M. M., Kumar, P., Sazili, A., Suryaningsih, L., Utama, D., Nor-Khaizura, M., & Ismail-Fitry, M. R. (2025). Effect of High-Pressure Processing and Bromelain Application on The Quality Characteristics of Buffalo Meat. *Malaysian applied biology*.
12. Nagai, T., Saito, M., Tanoue, Y., Kai, N., & Suzuki, N. (2025). Development and characterisation of high-quality meat sauces made from wild boar meat. *International food research journal*.
13. Danyliv, M. M., Vasilenko, O. A., Ozherelyeva, O. N., & Stanislavskaya, E. (2020). Experience of biotechnology method applications in meat processing industry. *BIO Web of Conferences*.
14. Huang, P., Miao, J., Li, J., Li, Y., Wang, X., Yu, Y., & Cao, Y. (2023). Novel Antioxidant Peptides from Pearl Shell Meat Hydrolysate and Their Antioxidant Activity Mechanism. *Molecules*, 28.
15. Lee, J. H., Ji-Lee, & Paik, H. (2022). Immunomodulatory activity of egg yolk protein hydrolysates prepared by novel two-step hydrolysis: A study of mechanism and stability after in vitro digestion model. *Poultry Science*, 101.
16. Bernardo, Y. A. A., Rosário, D. D., & Conte-Junior, C. (2023). Principles, Application, and Gaps of High-Intensity Ultrasound and High-Pressure Processing to Improve Meat Texture. *Foods*, 12.
17. Zhu, X., Dingkao, R., Sun, N., Han, L., & Yu, Q. (2023). The potential mediation of hypoxia-inducible factor-1 α in heat shock protein 27 translocations, caspase-3 and calpain activities and yak meat tenderness during postmortem aging. *Meat Science*, 204, 109264 .
18. Mirzakhani, M., Kenari, A. A., & Motamedzadegan, A. (2018). Prediction of apparent protein digestibility by in vitro pH-stat degree of protein hydrolysis with species-specific enzymes for Siberian sturgeon (Acipenser baeri, Brandt 1869). *Aquaculture*.
19. Takenaka, S., Oribe, Y., Matsumoto, J., & Doi, M. (2026). Salt-tolerant endopeptidases from xerophilic *Aspergillus sydowii* for potential applications in meat processing. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*.
20. Zuo, H., Wang, B., Zhang, J., Zhong, Z., & Tang, Z. (2024). Research Progress on Bacteria-Reducing Pretreatment Technology of Meat. *Foods*, 13.

Contacter Enzymes.bio

Des questions sur une commande ? Notre équipe se fera un plaisir de vous aider.

E-MAIL wholesale@enzymes.bio

TÉLÉPHONE (ÉTATS-UNIS) **+1 (507) 428-6057**

[Nous contacter →](#)



400+ Clients B2B



60+ partenaires de recherche universitaires



54 servis dans le monde entier

© 2026 Enzymes.bio · Fourniture d'enzymes industrielles & de transformation alimentaire · Non destiné à la consommation humaine ni à la vente au détail.