

Protéase neutre **Bacillus subtilis** pour hydrolyse des protéines végétales, peptides bioactifs et procédés alimentaires

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

La protéase neutre *Bacillus subtilis* est une enzyme de procédé utilisée pour couper les liaisons peptidiques des protéines dans des conditions proches de la neutralité, afin de produire des hydrolysats plus riches en peptides et plus faciles à intégrer dans des matrices alimentaires, nutritionnelles ou fermentaires. Dans les protéines végétales, son intérêt technique est de modifier la taille moléculaire, la solubilité, la dispersibilité, le profil de goût et parfois la bioactivité des fractions peptidiques, sous réserve d'un réglage précis du procédé et de la matrice utilisée ^[1].

Positionnement du produit vendu par Enzymes.bio

Le produit désigné comme **Neutral Protease *Bacillus subtilis* Protease — Plant Protein Hydrolysis Biological Enzyme** correspond à une préparation de protéase neutre destinée à l'hydrolyse contrôlée des protéines, avec un usage particulièrement pertinent pour les substrats végétaux tels que soja, pois, riz, colza, graines de courge, coproduits céréaliers ou fractions protéiques issues de la transformation agroalimentaire. Enzymes.bio met ce produit à disposition en ligne par unité de 1 kg ; Enzymes.bio agit comme fournisseur en ligne et non comme fabricant, laboratoire d'analyse ou organisme de développement de procédés. Le certificat d'analyse et la fiche de données de sécurité sont fournis avec la commande.

Dans un contexte B2B, cette enzyme doit être comprise comme un **auxiliaire de transformation** : elle n'est pas achetée pour ajouter une protéine nutritionnelle supplémentaire, mais pour transformer une matière première protéique en un mélange de peptides plus courts. Les études sur l'hydrolyse enzymatique montrent que la source enzymatique, le degré d'hydrolyse et la nature du substrat influencent fortement les propriétés fonctionnelles et biologiques des hydrolysats obtenus ^[2].

Qu'est-ce qu'une protéase neutre de type *Bacillus subtilis* ?

Une protéase est une enzyme qui catalyse la rupture de liaisons peptidiques. Lorsqu'elle est dite « neutre », cela signifie que son domaine d'utilisation est orienté vers des milieux proches de la neutralité plutôt que vers des conditions fortement acides ou fortement alcalines. Cette caractéristique est importante pour les protéines végétales, car elle permet de travailler dans des conditions compatibles avec de nombreuses suspensions alimentaires, farines hydratées, concentrés protéiques et bases fermentaires sans imposer une acidification ou une alcalinisation extrême.

Les protéases issues de microorganismes sont largement utilisées dans l'innovation alimentaire parce qu'elles permettent de transformer des protéines natives, souvent peu solubles ou fortement structurées, en peptides de tailles et de propriétés différentes. Les revues récentes sur la technologie enzymatique en nutrition alimentaire soulignent que l'hydrolyse protéique fait partie des approches majeures pour améliorer la fonctionnalité, la valeur nutritionnelle et la transformation des ingrédients protéiques ^[3].

Dans le cas d'une préparation désignée comme protéase neutre *Bacillus subtilis*, le nom indique une origine ou une référence microbiologique associée à *Bacillus subtilis*, une espèce bactérienne connue en biotechnologie enzymatique. Le point déterminant pour l'utilisateur industriel n'est toutefois pas le nom seul, mais la façon dont l'enzyme agit dans sa matrice : accessibilité des protéines, état de dénaturation, présence de fibres, lipides, sels, polyphénols, inhibiteurs de protéases ou composés aromatiques peuvent orienter la vitesse et le profil de coupure.

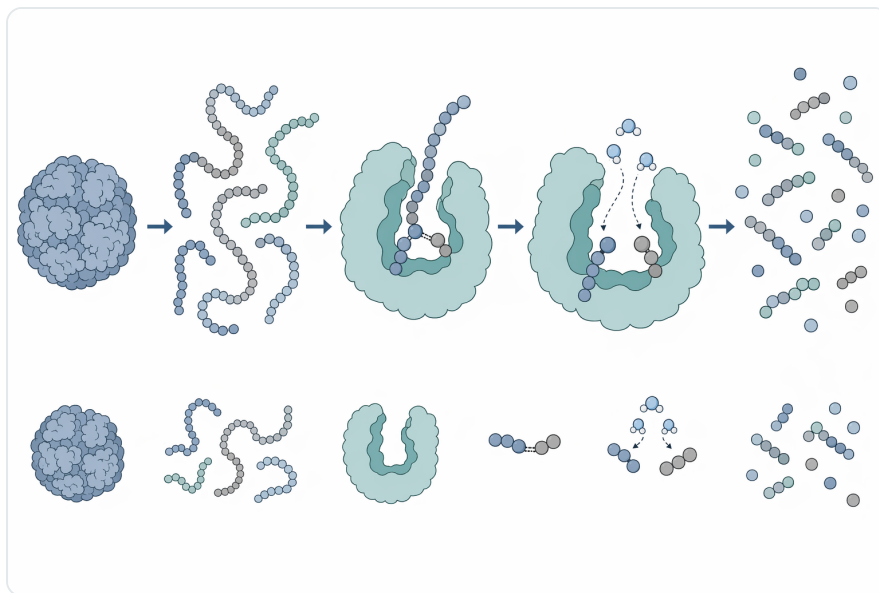


Figure 1. *Bacillus subtilis* 중성 프로테아제는 온화한 중성에 가까운 조건에서 식물성 단백질의 펩타이드 결합을 가수분해하여 수용성 펩타이드와 아미노산을 생성합니다.

Mécanisme d'action : de la protéine native au mélange peptidique

Une protéine végétale est une chaîne d'acides aminés pliée et stabilisée par des interactions hydrophobes, liaisons hydrogène, ponts disulfure éventuels, interactions ioniques et associations avec d'autres composants de la matrice. La protéase neutre agit en hydrolysant certaines liaisons peptidiques accessibles : elle ne « dissout » pas simplement la protéine, elle modifie sa structure primaire en créant des fragments plus courts. Cette fragmentation change ensuite l'équilibre entre hydrophilie et hydrophobicité, ce qui peut modifier solubilité, viscosité, émulsification, moussage ou comportement en gel selon le substrat ^[4].

L'hydrolyse commence généralement par les sites les plus accessibles : régions flexibles, portions déjà dépliées, surfaces exposées après hydratation ou traitement thermique. À mesure que la réaction progresse, des peptides intermédiaires sont générés ; certains deviennent plus solubles, d'autres exposent des segments hydrophobes pouvant participer au goût amer ou à l'interaction avec des phases lipidiques. Les travaux de peptidomique sur les hydrolysats de protéines de noix montrent que la formation d'amertume dépend de la nature des peptides libérés, et pas seulement de la quantité totale de protéine hydrolysée ^[5].

Dans une matrice végétale, l'enzyme doit donc être vue comme un outil de **sélectivité pratique**, non comme un procédé uniforme. Deux substrats contenant la même proportion de protéines peuvent donner des hydrolysats très différents si l'un est un isolat purifié et l'autre une farine complète riche en fibres, amidon, minéraux ou composés phénoliques. Les études portant sur différentes sources enzymatiques et différents degrés d'hydrolyse confirment que la fonctionnalité finale dépend autant du profil peptidique que du niveau global de dégradation ^[2].

Pourquoi l'hydrolyse enzymatique intéresse les protéines végétales

Les protéines végétales présentent souvent des contraintes technologiques : solubilité limitée près de leur point isoélectrique, texture sableuse dans certaines boissons, viscosité élevée lors de l'hydratation, interaction avec des fibres ou des polyphénols, et digestibilité variable selon la matière première. L'hydrolyse enzymatique peut réduire la masse moléculaire apparente, augmenter la fraction peptidique soluble et rendre certains mélanges plus faciles à pomper, sécher, disperser ou fermenter. Les travaux sur les hydrolysats de protéines végétales et les peptides bioactifs montrent que cette transformation est un levier important pour développer des ingrédients fonctionnels ^[6].

Dans les protéines de soja, l'hydrolyse peut également créer des fractions peptidiques présentant des propriétés biologiques étudiées, notamment dans des modèles liés au métabolisme ou au stress oxydatif. Des travaux sur les hydrolysats de protéines de soja ont examiné des mécanismes de

diminution du cholestérol, tandis qu'une étude plus récente décrit des effets d'un hydrolysats de soja sur la résistance au stress oxydatif et l'axe intestin-immunité dans des modèles expérimentaux ^{[7][8]}. Ces résultats ne doivent pas être transformés en promesses santé pour un ingrédient fini, mais ils expliquent pourquoi les hydrolysats végétaux sont étudiés en nutrition fonctionnelle.



Figure 2. 산업용 식물성 단백질 가수분해 공정은 일반적으로 단백질 슬러리 제조, 중성 프로테아제 처리, 분리, 건조, 그리고 식품·사료·발효 제품용 제형화를 포함합니다.

L'intérêt est aussi agricole et industriel : produire des hydrolysats à partir de coproduits ou de matières protéiques sous-utilisées permet d'augmenter la valeur de flux déjà disponibles. Une revue consacrée à l'hydrolyse enzymatique des protéines pour la durabilité agricole présente cette approche comme une voie de valorisation des ressources protéiques et de réduction des pertes dans les chaînes agroalimentaires ^[9].

Applications principales en hydrolyse de protéines végétales

Ingrédients végétaux solubles et dispersibles

L'une des applications les plus directes est la préparation d'hydrolysats pour boissons, poudres nutritionnelles, mélanges instantanés ou bases liquides. L'objectif n'est pas seulement de couper la protéine, mais de produire une distribution peptidique compatible avec la stabilité du produit fini : trop peu d'hydrolyse peut laisser des particules insolubles ; trop d'hydrolyse peut accroître l'amertume ou modifier la sensation en bouche. Les travaux sur les hydrolysats de graines de courge montrent que les propriétés physicochimiques et l'activité antioxydante in vitro dépendent du mode d'hydrolyse, y compris lorsque l'hydrolyse enzymatique est assistée par ultrasons ^[10].

Pour les développeurs d'ingrédients végétaux, la protéase neutre peut ainsi être utilisée dans une logique de prétraitement : réduction de la taille protéique, amélioration de l'hydratation et ajustement du comportement fonctionnel avant filtration, concentration, séchage ou fermentation. Les technologies d'ultrasons de haute intensité ont aussi été étudiées comme complément à l'hydrolyse enzymatique pour favoriser la production de peptides bioactifs, ce qui illustre l'importance de l'accessibilité structurale des protéines avant et pendant l'action enzymatique ^[6].

Hydrolysats de soja et peptides antioxydants

Le soja reste l'un des substrats végétaux les plus étudiés pour l'hydrolyse enzymatique. Une recherche peptidomique sur l'effet synergique de protéases neutres et d'Alcalase sur des isolats de protéines de soja a montré l'intérêt de combiner des enzymes pour libérer des peptides antioxydants, en reliant l'effet observé aux séquences peptidiques produites ^[1]. Cette étude est particulièrement utile pour comprendre que la « performance » d'une protéase ne se résume pas au degré d'hydrolyse : la nature des peptides formés est centrale.

Dans une stratégie de formulation, une protéase neutre peut donc être employée seule ou dans un schéma enzymatique séquentiel selon l'objectif : solubilité, goût, activité antioxydante in vitro, réduction de viscosité ou préparation d'un substrat fermentable. La combinaison avec d'autres protéases doit cependant être raisonnée, car une hydrolyse plus poussée peut aussi augmenter l'amertume ou produire des peptides trop courts pour certaines fonctionnalités.

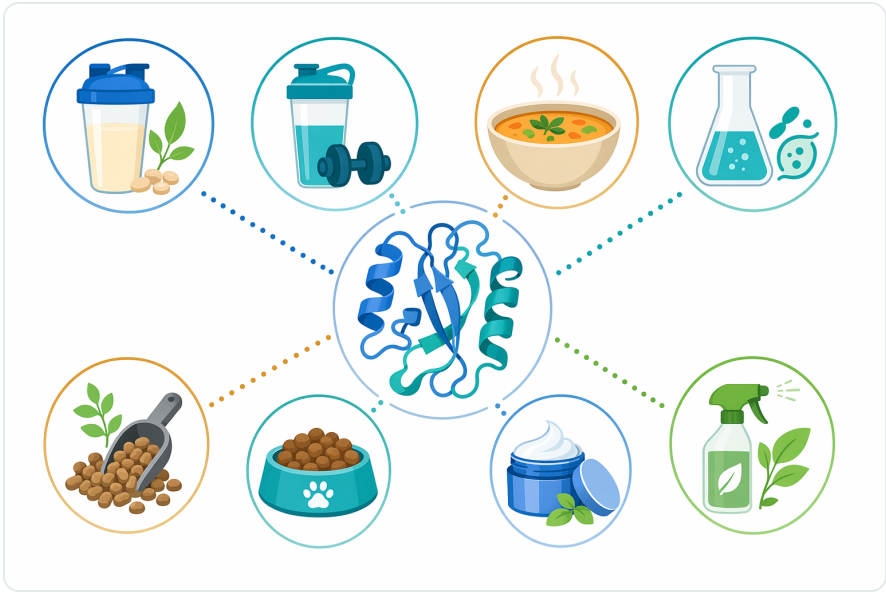


Figure 3. Bacillus 유래 중성 프로테아제는 영양, 풍미, 발효, 사료, 반려동물 식품, 화장품 및 생물자극제 용도의 식물성 단백질 가수분해물 제조에 사용된다.

Protéines de colza, riz, céréales et coproduits

Les protéines de colza, de riz et de céréales sont de plus en plus étudiées comme alternatives ou compléments aux protéines de soja et de pois. Une étude sur l'hydrolyse de l'albumine de colza par une protéase bactérienne a caractérisé les hydrolysats obtenus et leurs bioactivités, montrant que le colza peut être une source intéressante de peptides fonctionnels lorsque la protéolyse est maîtrisée [11]. Même si cette enzyme n'est pas nécessairement la même que la protéase neutre *Bacillus subtilis*, le résultat confirme la pertinence technique de l'hydrolyse enzymatique sur des protéines végétales spécifiques.

Les protéines de riz présentent également un potentiel de modification enzymatique. Des travaux sur la modulation spécifique par enzyme de la structure des peptides de riz et de la fonctionnalité d'hydrogels d'alginate montrent que la source enzymatique influence la structure peptidique et les propriétés d'application alimentaire [12]. Cette observation est importante pour les transformateurs : une protéase neutre doit être sélectionnée et conduite en fonction d'un effet cible, et non comme une simple étape générique.

Les coproduits céréaliers constituent un autre champ d'application. Une étude sur les solubles de distillerie de maïs a utilisé une hydrolyse protéolytique en deux étapes pour produire de nouveaux hydrolysats protéiques végétaux présentant des activités d'inhibition ACE et DPP4 in vitro [13]. Ce type de résultat montre que les flux secondaires de l'industrie céréalière peuvent devenir des sources de peptides à valeur ajoutée, à condition de contrôler le fractionnement et la qualité sensorielle.

Réduction de facteurs antinutritionnels et amélioration de l'accessibilité

Certaines graines contiennent des inhibiteurs de protéases, des protéines compactes ou des facteurs antinutritionnels pouvant limiter la digestibilité ou l'utilisation nutritionnelle. Les travaux sur les protéines délipidées de graine de haricot ailé indiquent que des traitements thermiques et hydrothermiques peuvent réduire des facteurs antinutritionnels et des inhibiteurs de protéases par un mécanisme associant dénaturation, dépliement et hydrolyse couplée [14]. Cela souligne un point pratique : l'enzyme agit mieux lorsque la protéine est accessible.

L'hydrolyse enzymatique ne remplace pas nécessairement les prétraitements physiques ou thermiques ; elle peut les compléter. Dans des matrices végétales riches en structures compactes, une étape d'hydratation ou de dénaturation modérée peut exposer davantage de sites de coupure. À l'inverse, un traitement thermique excessif peut provoquer agrégation ou réactions secondaires réduisant l'accessibilité enzymatique.

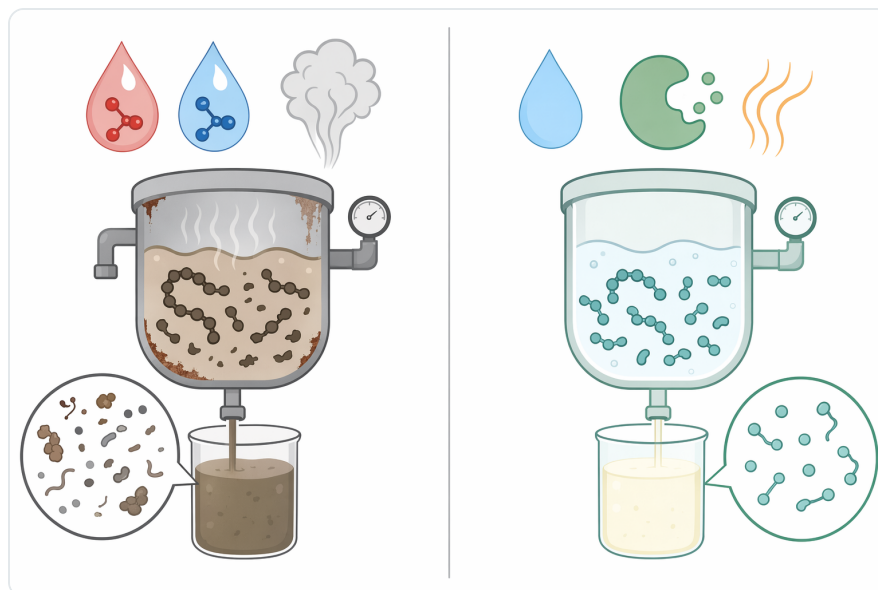


Figure 4. 산 또는 알칼리 가수분해와 비교할 때, 중성 프로테아제 공정은 더 온화한 조건에서 식물성 단백질 가수분해물에 적합한 더 깨끗한 펩타이드를 생성합니다.

Comparaison technique des approches de protéolyse

Le choix entre protéase neutre, protéases alcalines, protéases végétales ou combinaisons enzymatiques dépend de l'objectif de procédé. Le tableau ci-dessous compare les orientations d'usage sans établir de hiérarchie universelle, car les résultats dépendent du substrat, du temps de réaction, du pH, de la température, de la concentration en protéines et du niveau d'hydrolyse recherché.

Approche enzymatique	Intérêt technique principal	Points de vigilance	Exemples de données scientifiques pertinentes
Protéase neutre de type <i>Bacillus subtilis</i>	Hydrolyse en conditions proches de la neutralité ; modification progressive de protéines végétales, laitières ou mixtes	Le profil peptidique dépend fortement de la matrice ; une hydrolyse excessive peut modifier goût et texture	Les protéases neutres sont étudiées pour modifier l'équilibre hydrophile/hydrophobe des protéines et leurs propriétés de procédé [4]
Protéase neutre combinée à une autre protéase	Libération plus large de peptides ; potentiel pour peptides antioxydants ou fonctionnalités ciblées	Risque d'amertume, distribution peptidique plus complexe, besoin de maîtriser la séquence de traitement	Sur isolats de soja, l'association protéase neutre–Alcalase a été étudiée par peptidomique pour la libération de peptides antioxydants [1]

Approche enzymatique	Intérêt technique principal	Points de vigilance	Exemples de données scientifiques pertinentes
Protéases végétales comme actinidine, bromélaïne ou papaïne	Intérêt pour certaines matrices alimentaires et profils de coupure différents	Spécificité distincte ; résultat non transposable directement à une protéase neutre bactérienne	L'hydrolyse des protéines laitières par actinidine a été comparée à celle de bromélaïne et papaïne [15]
Hydrolyse enzymatique assistée par ultrasons	Amélioration potentielle de l'accessibilité des protéines et production d'hydrolysats fonctionnels	Paramètres physiques à contrôler pour éviter des effets indésirables sur la matrice	Des hydrolysats de graines de courge ont été étudiés par hydrolyse enzymatique conventionnelle et assistée par ultrasons [10]
Hydrolyse en deux étapes de coproduits	Valorisation de flux secondaires et génération de peptides à activités in vitro	Complexité accrue du procédé et de la standardisation sensorielle	Les solubles de distillerie de maïs ont été transformés par hydrolyse protéolytique en deux étapes [13]

Effets fonctionnels attendus dans les matrices végétales

Solubilité, viscosité et comportement interfacial

La réduction de la taille des protéines peut améliorer la fraction soluble, mais l'effet n'est pas linéaire. Des peptides de taille intermédiaire peuvent améliorer l'émulsification ou la stabilisation de mousse, tandis que des peptides trop courts peuvent perdre certaines propriétés interfaciales. Une étude sur la protéase neutre appliquée à des protéines de boues a montré que l'enzyme pouvait ajuster l'équilibre hydrophilie/hydrophobicité, ce qui modifie des propriétés physiques comme le moussage et le séchage [\[4\]](#). Même si cette matrice n'est pas alimentaire, le mécanisme physicochimique est utile : les peptides exposent des zones hydrophiles et hydrophobes différentes de celles de la protéine native.

Dans les boissons végétales ou les poudres instantanées, cette modulation peut se traduire par une dispersion plus rapide, une réduction de la sédimentation ou une viscosité plus maîtrisable. Cependant, une solubilité accrue ne garantit pas une meilleure expérience sensorielle ; l'amertume et la sensation de peptide doivent être prises en compte.

Goût, arômes et amertume

L'hydrolyse protéique libère des peptides et des acides aminés qui peuvent participer au goût umami, à la sapidité, à la rondeur ou, au contraire, à l'amertume. Les travaux sur les hydrolysats de protéines de noix montrent que la formation de goût amer peut être analysée par peptidomique, avec un rôle

important des peptides hydrophobes [5]. Dans les matrices végétales, ce point est critique pour les boissons, sauces, assaisonnements, bases fermentées et ingrédients nutritionnels.

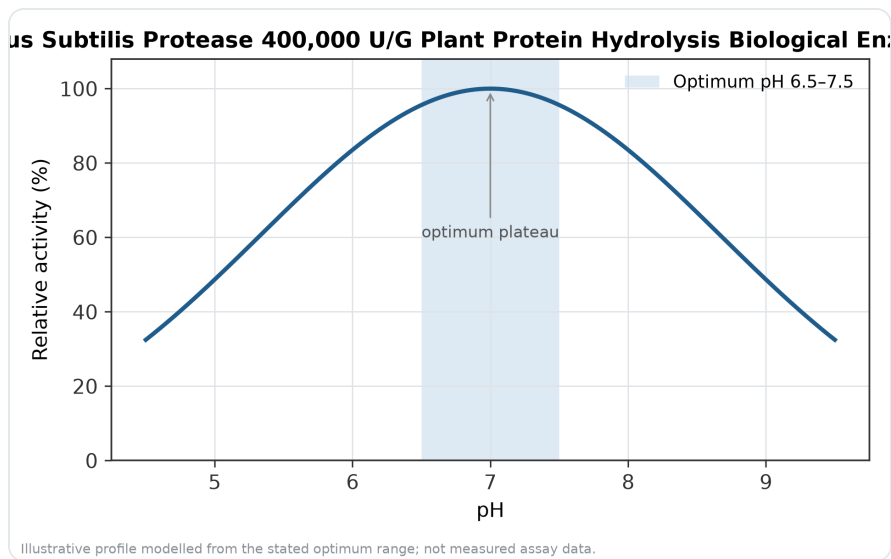


Figure 5. pH에 따른 Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 400,000 U/G Plant Protein Hydrolysis Biological Enzyme의 상대 활성으로, pH 6.5~7.5에서 최적 활성 구간이 나타납니다.

Les procédés enzymatiques peuvent aussi interagir avec les voies de formation d’arômes. Dans les systèmes riches en lipides, l’intégration de lipidomique et de flavoromique a été utilisée pour étudier les transformations lipide-arôme lors de différentes hydrolyses enzymatiques de l’huile de poisson [16]. Même si cette étude concerne une matière animale, elle rappelle que la protéolyse s’inscrit souvent dans une matrice complexe où peptides, lipides et composés volatils évoluent ensemble.

Peptides bioactifs et propriétés in vitro

Les hydrolysats protéiques végétaux sont souvent étudiés pour des activités antioxydantes, inhibitions enzymatiques in vitro ou effets dans des modèles biologiques. Par exemple, des hydrolysats de protéines de pupes délipidées obtenus par combinaison de protéases neutres ont donné des peptides à activité antioxydante [17]. Pour les substrats végétaux, des études sur soja, graines de courge, maïs ou colza montrent également que l’hydrolyse peut générer des fractions biologiquement actives selon les séquences libérées [1][10][13].

Ces résultats doivent être interprétés correctement : une activité in vitro n’est pas une allégation nutritionnelle ou médicale prête à l’emploi. Elle indique un potentiel de développement d’ingrédient, à confirmer par les exigences réglementaires et les validations adaptées au marché visé.

Antigénicité, allergénicité et tolérance : ce que l'on peut dire prudemment

L'hydrolyse enzymatique peut réduire l'antigénicité de certaines protéines en fragmentant des épitopes reconnus par le système immunitaire. Des travaux sur les protéines de lait de vache ont comparé l'effet de différentes protéases sur le degré d'hydrolyse et l'antigénicité, confirmant que la protéolyse peut modifier la reconnaissance antigénique des protéines [18]. Des hydrolysats de β -lactoglobuline ont également été étudiés dans le contexte de la tolérance immunitaire orale [19].

Cependant, il serait incorrect d'affirmer qu'une protéase neutre rend automatiquement une protéine végétale hypoallergénique. L'effet dépend de la protéine, de la séquence des épitopes, du degré d'hydrolyse, des peptides résiduels, de la formulation et de la population cible. Pour les protéines végétales allergènes ou sensibles, l'hydrolyse peut être un outil de réduction de certains déterminants, mais pas une garantie sans validation spécifique.

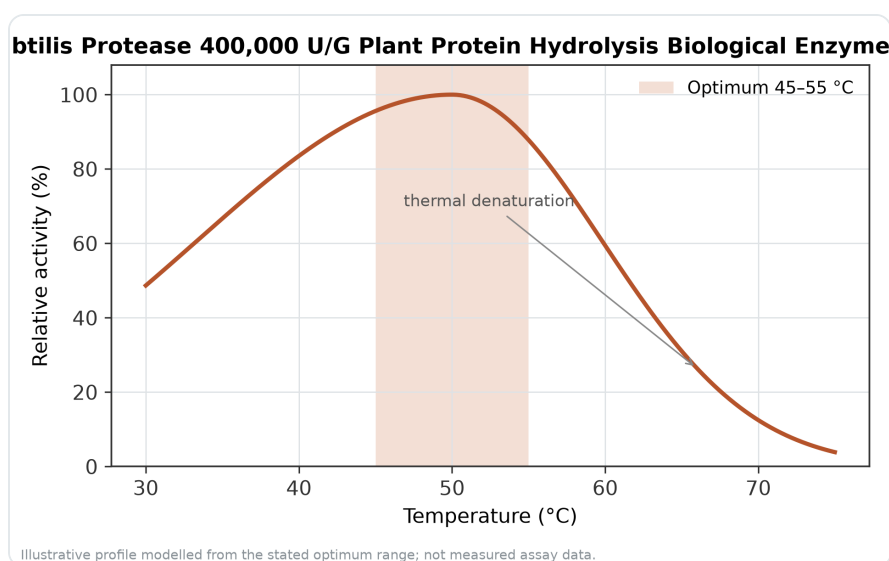


Figure 6. 온도에 따른 Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 400,000 U/G Plant Protein Hydrolysis Biological Enzyme의 상대 활성으로, 45~55°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열 변성에 따른 전형적인 활성 감소가 나타납니다.

Conditions de procédé : variables qui gouvernent le résultat

La protéase neutre agit dans une phase hydratée : l'eau permet la mobilité moléculaire, l'accès au substrat et la réaction d'hydrolyse. Les paramètres majeurs sont le pH, la température, la concentration en protéines, le temps de contact, l'agitation, la taille des particules et les prétraitements. Les études sur l'hydrolyse enzymatique montrent systématiquement que la source enzymatique et le degré d'hydrolyse influencent les propriétés finales, ce qui impose un pilotage plutôt qu'un simple ajout d'enzyme [2].

Le pH proche de la neutralité est généralement recherché pour préserver des matrices alimentaires sensibles et éviter certaines dégradations chimiques. Mais la neutralité ne suffit pas : un isolat de soja bien hydraté, une farine de pois riche en amidon, une fraction de colza contenant des composés phénoliques ou un coproduit de céréales ne présenteront pas la même accessibilité enzymatique. Les interactions avec sels, minéraux et autres composants peuvent aussi modifier l'efficacité apparente de l'hydrolyse.

L'arrêt de réaction est une étape de procédé importante. Une fois le profil d'hydrolyse souhaité atteint, l'activité enzymatique doit être stabilisée ou interrompue selon la logique industrielle du produit fini : chauffage, modification de formulation, séchage ou intégration dans une étape ultérieure. Le choix dépend du produit final et de la sensibilité des peptides ou arômes générés.

Applications au-delà des protéines végétales

Même si le positionnement principal du produit concerne l'hydrolyse des protéines végétales, les protéases neutres s'inscrivent dans un champ plus large. Les études sur les protéines myofibrillaires montrent que les protéases extracellulaires peuvent influencer à la fois l'hydrolyse protéique et l'évolution des composés volatils, deux dimensions importantes dans les produits fermentés ou maturés ^[20]. Ce type de résultat est pertinent pour comprendre les mécanismes de texture et d'arôme, même lorsque la matrice d'application diffère.

Les protéines laitières sont également un modèle fréquent pour comparer les protéases, car leur hydrolyse est facile à suivre et liée à des enjeux de nutrition, allergénicité et fonctionnalité. Les comparaisons de protéases sur protéines de lait et les travaux sur actinidine, bromélaïne et papaïne montrent que des enzymes différentes produisent des profils d'hydrolyse distincts ^{[18][15]}. Pour un utilisateur de protéase neutre *Bacillus subtilis*, ces études rappellent que le choix enzymatique est un choix de profil peptidique, pas seulement de vitesse de coupure.

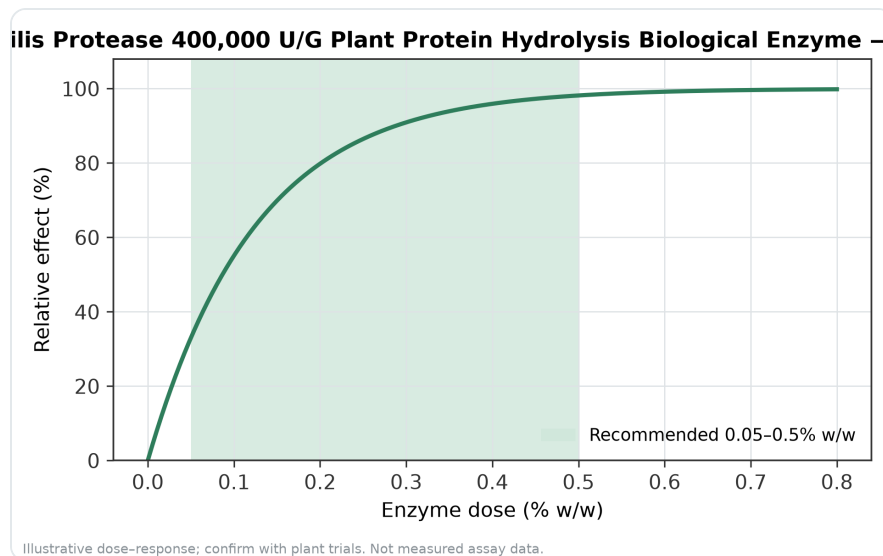


Figure 7. 권장 사용 범위(0.05~0.5% w/w)에서 Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 400,000 U/G Plant Protein Hydrolysis Biological Enzyme의 예시적 용량-반응 관계.

Des applications non alimentaires existent aussi pour les protéases, par exemple dans le cuir ou certaines matrices techniques. Une étude sur l'influence des ions calcium dans la résistance des protéines de peau à l'hydrolyse enzymatique montre que les conditions ioniques peuvent moduler fortement la protéolyse dans un procédé d'épilage assisté par enzyme ^[21]. Cette observation renforce une leçon générale : la matrice et son environnement chimique gouvernent l'action de la protéase.

Limites techniques et points de vigilance

La première limite est la variabilité des substrats. Une protéase neutre peut être efficace sur une protéine dénaturée mais beaucoup moins rapide sur une protéine native compacte ou protégée par une matrice fibreuse. Les protéines végétales sont rarement seules : elles coexistent avec glucides, lipides, minéraux, composés phénoliques et parfois inhibiteurs enzymatiques. Les traitements thermiques ou hydrothermiques peuvent améliorer l'accessibilité, mais ils doivent être ajustés pour éviter l'agrégation irréversible ^[14].

La deuxième limite concerne le goût. Les peptides hydrophobes libérés pendant l'hydrolyse peuvent générer de l'amertume, surtout lorsque l'objectif est une hydrolyse poussée. Les approches peptidomiques appliquées aux hydrolysats de noix montrent que le goût amer peut être relié à des familles de peptides précises, ce qui explique pourquoi deux procédés ayant un degré d'hydrolyse comparable peuvent donner des résultats sensoriels différents ^[5].

La troisième limite est l'interprétation des bioactivités. Les activités antioxydantes, inhibitions enzymatiques ou effets biologiques rapportés dans la littérature dépendent de protocoles et de modèles spécifiques. Les hydrolysats de protéines peuvent présenter un intérêt nutraceutique potentiel, mais les résultats in vitro ou expérimentaux ne doivent pas être convertis en allégations commerciales sans cadre réglementaire approprié [22].

Comment intégrer cette enzyme dans une logique de production

L'intégration rationnelle commence par la définition de l'effet recherché : solubilité, réduction de viscosité, amélioration de digestibilité, génération de peptides, préparation à la fermentation, réduction de certaines contraintes antigéniques ou valorisation de coproduits. La protéase neutre est ensuite introduite dans une suspension protéique hydratée, avec une conduite de réaction compatible avec la matrice et la qualité finale attendue. Les recherches sur les hydrolysats végétaux montrent que l'association entre procédé, substrat et enzyme détermine la fonctionnalité du produit obtenu [10][13].

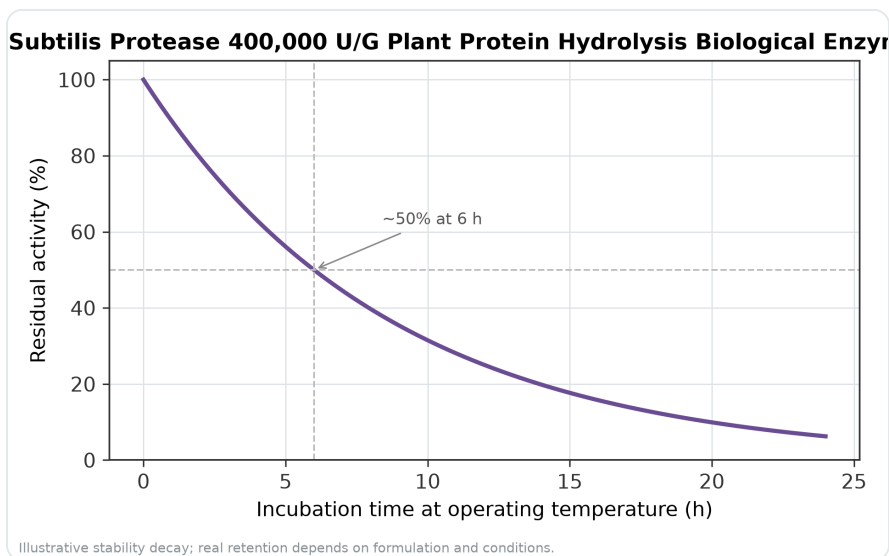


Figure 8. 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소하는 Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 400,000 U/G Plant Protein Hydrolysis Biological Enzyme의 예시적 열 안정성 감소.

Pour une base fermentaire ou aromatique, l'hydrolyse peut fournir des peptides et acides aminés assimilables par les microorganismes ou précurseurs de goût. Pour une poudre nutritionnelle, elle peut viser la dispersibilité et la réduction de particules insolubles. Pour un coproduit riche en protéines, elle peut transformer une fraction difficile à valoriser en hydrolysats plus maniable. Les revues sur l'hydrolyse enzymatique et la durabilité agricole replacent ces usages dans une logique plus large de valorisation des ressources protéiques [9].

En pratique commerciale, le produit est commandé directement en ligne auprès d'Enzymes.bio par unité de 1 kg. Les documents fournis avec la commande — certificat d'analyse et fiche de données de sécurité — accompagnent l'utilisation professionnelle du produit, notamment pour l'identification du lot, la manipulation et les précautions de sécurité.

Conclusion

La protéase neutre *Bacillus subtilis* est un outil enzymatique pertinent pour transformer des protéines végétales en hydrolysats peptidiques destinés à des applications alimentaires, nutritionnelles, fermentaires ou de valorisation de coproduits. Son intérêt repose sur une action ciblée sur les liaisons peptidiques, avec des effets possibles sur solubilité, dispersibilité, viscosité, goût, accessibilité nutritionnelle et génération de peptides fonctionnels ^{[1][10]}.

La performance réelle dépend toutefois de la matrice, du prétraitement, du niveau d'hydrolyse et de la maîtrise sensorielle. Les données scientifiques disponibles soutiennent fortement l'intérêt de l'hydrolyse enzymatique des protéines, y compris végétales, mais elles imposent une lecture précise : une enzyme ne garantit pas à elle seule une propriété finale, elle permet de construire un procédé maîtrisé. Enzymes.bio fournit cette préparation en ligne par unité de 1 kg, avec CoA et SDS inclus avec la commande, pour des usages professionnels où l'hydrolyse contrôlée des protéines est l'objectif central.

Commander Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 400,000 U/G Plant Protein Hydrolysis Biological 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 Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 400,000 U/G Plant Protein Hydrolysis Biological 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. Cai, S., Fan, L., Liu, D., Wei, C., Yang, N., Fu, X., Tang, R., ... et al. (2025). [A peptidomics-based investigation of the synergistic effects of neutral and Alcalase proteases on release of antioxidant peptides from soybean protein isolates.](#)

2. Behere, G., Surasani, V. K. R., Shamasundar, B., Rathod, N., & Pandey, P. K. (2026). Influence of enzyme source and degree of hydrolysis on bioactivity and functional properties of protein hydrolysates from threadfin bream (*Nemipterus japonicus*) frame waste for food and nutraceutical applications. *Frontiers in Marine Science*.
3. 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.
4. Zhao, C., Ruan, M., Huang, J., Li, H., Huang, Z., Yang, Z., Xiong, W., ... et al. (2025). Neutral protease enhances sludge foaming and drying by tuning the hydrophilicity/hydrophobicity balance of proteins. *Bioresource Technology*, 132724 .
5. Zhang, L., Zhang, W., Gong, W., Zhang, W., Wang, W., Xie, J., & Tian, Y. (2026). An integrated Peptidomics approach to analysing the formation mechanism of bitter taste in walnut protein hydrolysates. *Food Chemistry*, 518, 149292 .
6. Ozuna, C., Paniagua-Martínez, I., Castaño-Tostado, E., Ozimek, L., & Amaya-Llano, S. (2015). Innovative applications of high-intensity ultrasound in the development of functional food ingredients: Production of protein hydrolysates and bioactive peptides. *Food Research International*, 77, 685-696.
7. Cho, S., Juillerat, M., & Lee, C. (2007). Cholesterol lowering mechanism of soybean protein hydrolysate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 26, 10599-604 .
8. Liu, J., Zhao, Y., Leng, F., Xiao, X., Jiang, W., & Guo, S. (2025). A Hydrolyzed Soybean Protein Enhances Oxidative Stress Resistance in *C. elegans* and Modulates Gut–Immune Axis in BALB/c Mice. *Antioxidants*, 14.
9. Nandi, A., S, S. D., U, J., P, A. P., D, G., Sindhu, B., Sharma, R. K., ... et al. (2025). Advancements and Applications of Enzymatic Hydrolysis of Protein for Agricultural Sustainability. *International Journal of Plant & Soil Science*.
10. Pacheco, A. F. C., Pacheco, F. C., Cunha, J. S., Nalon, G. A., Gusmão, J. V. F., Santos, F. R., Andressa, I., ... et al. (2025). Physicochemical Properties and In Vitro Antioxidant Activity Characterization of Protein Hydrolysates Obtained from Pumpkin Seeds Using Conventional and Ultrasound-Assisted Enzymatic Hydrolysis. *Foods*, 14.
11. Hafeez, Z., Beaubier, S., Aymes, A., Christophe, S., Akbar, S., Kapel, R., & Miclo, L. (2025). Study on Rapeseed Albumin Hydrolysis by PrtS Protease from *Streptococcus thermophilus* and Bioactivity Characterization of Resulting Hydrolysates. *Foods*, 14.
12. Ren, X., Ma, N., Du, H., Li, S., Wang, H., Long, H., Zhou, J., ... et al. (2026). Enzyme-specific modulation of rice peptide structure and alginate hydrogel functionality for food applications. *Food chemistry: X*, 35.
13. Sharma, S., Pradhan, R., Manickavasagan, A., Tsopmo, A., Thimmanagari, M., & Dutta, A. (2022). Corn distillers solubles by two-step proteolytic hydrolysis as a new source of plant-based protein hydrolysates with ACE and DPP4 inhibition activities. *Food Chemistry*, 401, 134120 .
14. Saadi, S., Saari, N., Ghazali, H., & Abdulkarim, M. S. (2022). Mitigation of antinutritional factors and protease inhibitors of defatted winged bean-seed proteins using thermal and hydrothermal treatments: Denaturation/unfolding coupled hydrolysis mechanism. *Current Research in Food Science*, 5, 207 - 221.
15. Kaur, S., Vasiljevic, T., & Huppertz, T. (2023). Milk Protein Hydrolysis by Actinidin—Kinetic and Thermodynamic Characterisation and Comparison to Bromelain and Papain. *Foods*, 12.

16. Li, J., Yuan, L., Weng, L., Yu, C., Hu, M., Peng, B., & Tu, Z. (2025). Integration of lipidomics and flavoromics reveals the lipid-flavor transformation mechanism of fish oil from silver carp visceral with different enzymatic hydrolysis. *Food Chemistry*, 477, 143507 .
17. Ma, S., Li, X., Sun, Y., Mi, R., Li, Y., Wen, Z., Meng, N., ... et al. (2021). Enzymatic Hydrolysis of Defatted *Antheraea pernyi* (Lepidoptera: Saturniidae) Pupa Protein by Combined Neutral Protease Yield Peptides With Antioxidant Activity. *Journal of Insect Science*, 21.
18. Chu, X., Li, L., Fang, R., Li, G., Xiong, L., & Liu, D. (2025). Effect of different protease on the hydrolysis degree and antigenicity of cow milk protein. *International Journal of Food Engineering*, 21, 139 - 149.
19. Tian, L., Zhang, Q., Cong, Y., & Yan, W. (2023). Preparation, Identification and Application of β -Lactoglobulin Hydrolysates with Oral Immune Tolerance. *Foods*, 12.
20. Li, Z., Li, D., Pan, D., Xia, Q., Sun, Y., Du, L., He, J., ... et al. (2023). Insights into the mechanism of extracellular proteases from *Penicillium* on myofibrillar protein hydrolysis and volatile compound evolutions. *Food Research International*, 175, 113774 .
21. Liu, H., Chen, X., Kang, J., Shi, B., & Zeng, Y. (2025). Modulation of hide protein resistance to enzymatic hydrolysis by calcium ions: rational design of enzyme-assisted unhairing for high-quality leather production. *Collagen and Leather*, 7.
22. Singh, I. B. K., & Rustagi, S. (2025). Exploring the Nutraceuticals and Biological Properties of Manipur Black Rice Protein and Significance after Modification: A Review. *Journal of Natural Remedies*.

Contacteur 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.