

Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease：植物蛋白水解與蛋白改質用中性蛋白酶

Enzymes.bio 研究團隊 · 紐西蘭威靈頓 · June 21, 2026

Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 是一種用於植物蛋白水解、蛋白改質與蛋白水解物製備的中性蛋白酶，主要作用是切斷蛋白質中的胜肽鍵，將大分子蛋白轉化為較小的肽段與部分游離胺基酸。對食品、飼料與植物蛋白加工業而言，它的價值不在於作為終端營養宣稱成分，而在於協助改善溶解性、分散性、乳化性、風味基底形成與蛋白利用潛力。Enzymes.bio 供應此類酵素產品並以 1 kg 單位線上銷售；CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供，供使用者納入既有製程與合規文件管理中。

酵素名稱與主要應用定位

Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 可理解為以 *Bacillus subtilis* 相關蛋白酶為產品定位的中性蛋白酶，主要應用於植物蛋白水解、蛋白水解物製備、植物肽原料開發、豆粕或其他植物蛋白原料改質，以及食品、飼料與發酵配方中的蛋白處理。蛋白酶在酵素分類上屬於水解酶，依催化機制可分為絲胺酸蛋白酶、金屬蛋白酶、半胱胺酸蛋白酶等；依使用環境則常被區分為酸性、中性與鹼性蛋白酶。中性蛋白酶的實務優勢，是可在接近中性的加工條件下進行蛋白質控制性切割，減少強酸或強鹼對配方、風味與設備相容性的影響。

在 B2B 加工語境中，這類中性蛋白酶通常更適合被視為「製程工具」或「加工助劑」，而不是單獨具有固定終端功效的成分。植物蛋白水解研究顯示，酵素水解能將植物來源蛋白轉化為具有較高技術功能性的水解物，並支援乳化、起泡、溶解、抗氧化活性篩選與副產蛋白再利用等應用方向^[1]。因此，Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 的核心應用，是協助加工者把大豆、豆粕、豌豆、馬鈴薯、麩質、油籽粕或其他植物蛋白，轉化成更容易配方化與再利用的蛋白材料。

作用機制：從蛋白質結構到功能性改變

中性蛋白酶的基本反應，是催化蛋白質與多肽鏈中的胜肽鍵水解。當大分子蛋白被切割成較短肽段後，分子量分布會往較低區間移動，蛋白質原本緊密的三級或四級結構也可能被部分打開；這會改變親水區、疏水區與帶電基團在水相中的暴露狀態，進而影響溶解度、界面吸附、黏度、凝膠性與風味。植物蛋白來源的胜肽研究指出，酵素水解可釋放原本隱藏於蛋白序列中的肽段，使其表現出不同的技術功能或體外生物活性潛力^[2]。

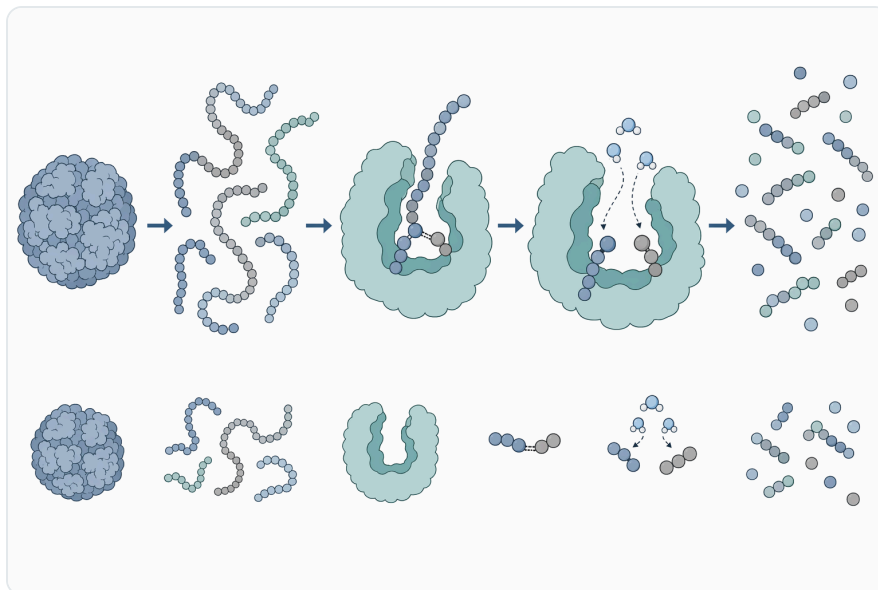


Figure 1. 枯草桿菌中性蛋白酶可在溫和、近中性的條件下水解植物蛋白中的胜肽鍵，生成可溶性胜肽與胺基酸。

這種「切割」不是越多越好，而是需要控制程度。輕度或限制性水解常可改善蛋白分散性，降低聚集與沉澱；中度水解可能提高乳化與起泡表現，因為較柔軟的肽段更容易移動到油水或氣水界面；過度水解則可能讓肽段太短，無法形成穩定的界面膜或網狀結構，並提高苦味肽生成風險。核桃蛋白水解物的苦味形成研究指出，特定疏水性肽段與水解過程中的胜肽譜變化，會顯著影響感官苦味，因此水解程度與肽段組成是風味控制的關鍵^[3]。

為什麼中性條件對植物蛋白有實務價值？

許多植物蛋白原料在加工上會遇到兩難：若使用強酸或強鹼處理，雖然可能提升溶出或改變結構，卻也可能造成風味、色澤、鹽負荷、設備腐蝕或後續中和負擔。中性蛋白酶提供較溫和的蛋白改質路徑，適合整合到飲品、粉末、調味基底、發酵前處理或飼料蛋白加工流程中。脈衝豆類蛋白加工研究也指出，萃取條件、熱處理、乾燥方式與酵素水解都會共同決定最終成分的溶解性、凝膠性與界面功能，不能只看蛋白含量本身^[4]。

植物蛋白水解的主要應用場景

應用一：改善植物蛋白溶解性與分散性

植物蛋白飲品、即溶粉、營養粉與高蛋白配方常見問題包括沉澱、砂感、結塊、黏度過高或熱處理後不穩定。中性蛋白酶可透過降低蛋白聚集、增加短肽比例與改變表面電荷分布，協助蛋白在水相中更容易分散。酵素水解植物蛋白的綜述指出，水解能改善蛋白原料的溶解性、乳化性與泡沫相關功能，但結果會受到原料種類、前處理、酵素選擇與反應條件影響^[1]。

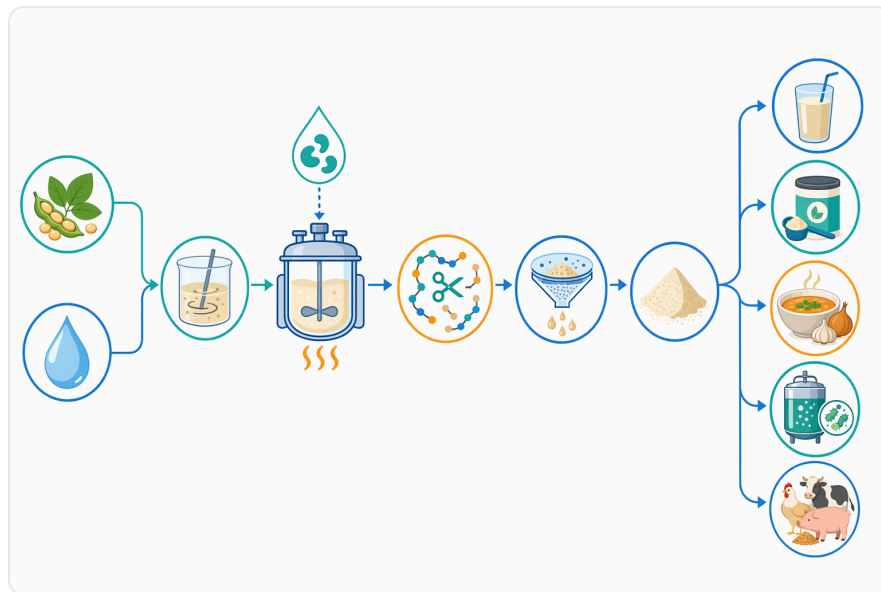


Figure 2. 工業化植物蛋白水解通常包括蛋白漿料製備、中性蛋白酶處理、分離、乾燥，以及配製成食品、飼料與發酵產品。

對配方開發而言，溶解性提升不只是外觀問題，也會影響後續均質、殺菌、噴霧乾燥、造粒與再分散表現。若蛋白在水中分散不均，產品可能在製程中出現管線沉積、熱交換不穩或批次差異；若能以控制性水解降低顆粒聚集，通常更容易建立穩定的加工窗口。不過，若水解過度，蛋白的結構支撐能力可能下降，導致凝膠性或乳化穩定性受損，因此應依終端產品目標選擇水解深度。

應用二：強化乳化、起泡與界面功能

蛋白質在食品中的乳化與起泡功能，取決於其能否快速移動到界面、展開、吸附並形成有彈性的界面膜。酵素水解可讓蛋白片段變得更靈活，使其更容易進入油水或氣水界面；但若肽段太短，則可能無法形成穩定膜。馬鈴薯蛋白以木瓜蛋白酶與鳳梨蛋白酶進行水解的研究顯示，適度水解可改善其乳化相關特性，並被應用於無麩質蛋糕乳化系統的開發^[5]。

Neutral Protease *Bacillus Subtilis* Protease 在此類應用中可作為植物蛋白界面性質調整工具，而非單純「分解蛋白」。例如，植物蛋白飲品需要的是分散穩定與低沉澱；烘焙或打發產品可能更重視起泡與氣泡保持；醬料與乳化型調味品則重視油滴穩定與口感。不同目標會導向不同的水解條件與終點控制，這也是蛋白酶在配方工程中具有價值的原因。

應用三：豆粕、大豆蛋白與飼料蛋白改質

大豆粕與大豆蛋白是畜禽、水產與寵物食品常見蛋白來源，但其中的抗營養因子、蛋白酶抑制物與抗原性蛋白，可能限制消化利用與配方添加比例。去脂翼豆種子蛋白研究指出，熱處理與水熱處理可透過蛋白變性、展開與後續水解機制，降低抗營養因子與蛋白酶抑制物影響，顯示「結構展開 + 酵素可及性提高」是植物蛋白改質的重要機制^[6]。

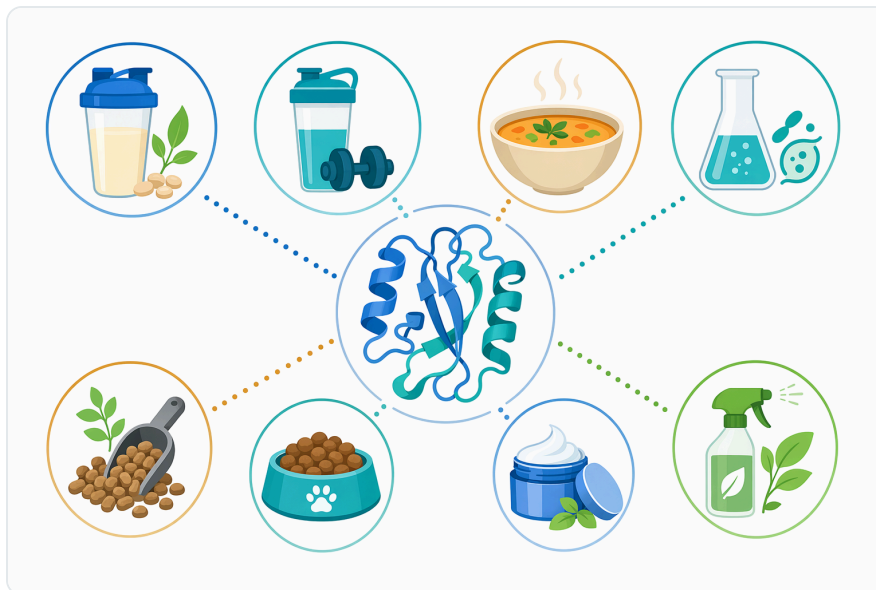


Figure 3. 中性枯草桿菌蛋白酶可用於製備植物蛋白水解物，應用於營養、風味、發酵、飼料、寵物食品、化妝品與生物刺激素等領域。

在大豆系統中，蛋白酶水解可用於降低大分子抗原蛋白或提高可消化小肽比例。牛乳蛋白抗原性研究雖非植物來源，但清楚顯示不同蛋白酶會造成不同水解度與抗原性變化，說明「酵素類型」與「底物蛋白」之間的匹配會直接影響結果^[7]。因此，Neutral Protease *Bacillus Subtilis* Protease 可作為豆粕或大豆蛋白處理流程中的一項工具，但其效果仍需放在特定原料、配方與動物營養目標下理解。

應用四：植物蛋白水解物、調味基底與植物肽

蛋白水解物常用於調味粉、湯底、醬料、肉味反應基底、發酵原料與營養配方。蛋白酶切割後產生的短肽與游離胺基酸，會影響鮮味、厚味、苦味以及後續梅納反應產生的香氣前驅物。植物來源生物活性肽的綜述指出，大豆、穀物、豆類、油籽與加工副產物均可作為肽開發來源，酵素水解則是釋放這些肽段的重要方法之一^[8]。

在機能性植物肽開發中，中性蛋白酶的角色是建立可控的肽譜，而不是保證特定健康功效。許多文獻會以體外抗氧化、ACE 抑制、DPP-IV 抑制或其他指標篩選水解物，但這些結果通常代表原料開發潛力，不能直接等同於人體功效宣稱。提高植物蛋白與植物肽生物可利用性的綜述也指出，水解、發酵、包埋與配方策略都可能影響肽穩定性與吸收，但實際效果需要依應用情境驗證^[9]。



Figure 4. 與酸水解或鹼水解相比，中性蛋白酶處理條件更溫和，且能更乾淨地生成植物蛋白水解物中的胜肽。

中性蛋白酶與其他蛋白酶的加工差異

不同蛋白酶的差異不只是「酸、中、鹼」的操作環境，也包括切割偏好、肽段長度分布、苦味風險、界面功能變化與終端用途。以下比較可協助理解 *Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease* 在植物蛋白水解中的定位。

蛋白酶類型	常見加工定位	對植物蛋白的可能優勢	需要注意的限制
酸性蛋白酶	偏酸性配方、發酵相關流程、部分風味或水解應用	可配合酸性環境，不一定需要大幅調整 pH	可能不適合中性飲品或對酸敏感配方
中性蛋白酶	植物蛋白改質、豆類蛋白水解、調味基底、飼料蛋白預處理	條件較溫和，較容易整合到接近中性的食品與飼料加工流程	仍需控制水解程度，避免苦味或功能性下降
鹼性蛋白酶	強力蛋白分解、部分清潔、皮革、蛋白副產物處理與特定食品水解	水解能力常較強，適合某些高效率蛋白降解需求	可能需要較大 pH 調整，對風味與配方相容性需評估
複合蛋白酶或序列水解	植物肽開發、降低大分子蛋白、改善風味與消化性	可形成更廣的肽段分布，利於特定胜肽釋放	製程變數增加，終點控制與批次一致性更重要

大豆分離蛋白的胜肽組學研究顯示，中性蛋白酶與 *Alcalase* 等不同蛋白酶組合，會以不同方式釋放抗氧化肽，且其協同效果取決於切割位點與肽段生成路徑^[10]。這代表中性蛋白酶不一定是「最強」的蛋白分解工具，但可能是建立溫和、可控與配方相容水解流程的重要選項。

與 *Bacillus subtilis* 來源蛋白酶相關的技術背景

Bacillus subtilis 長期被研究作為食品加工、發酵與酵素生產相關微生物，其可分泌多種胞外酵素，包括蛋白酶。發酵食品分離菌株的研究指出，*Bacillus subtilis* 與乳酸菌等微生物在食品加工應用上具有潛力，但仍需針對安全性因子與應用條件進行篩選與評估^[11]。對供應鏈使用者而言，重要的是理解產品標示的酵素類型與應用範圍，而不是把所有 *Bacillus* 來源蛋白酶視為完全相同。

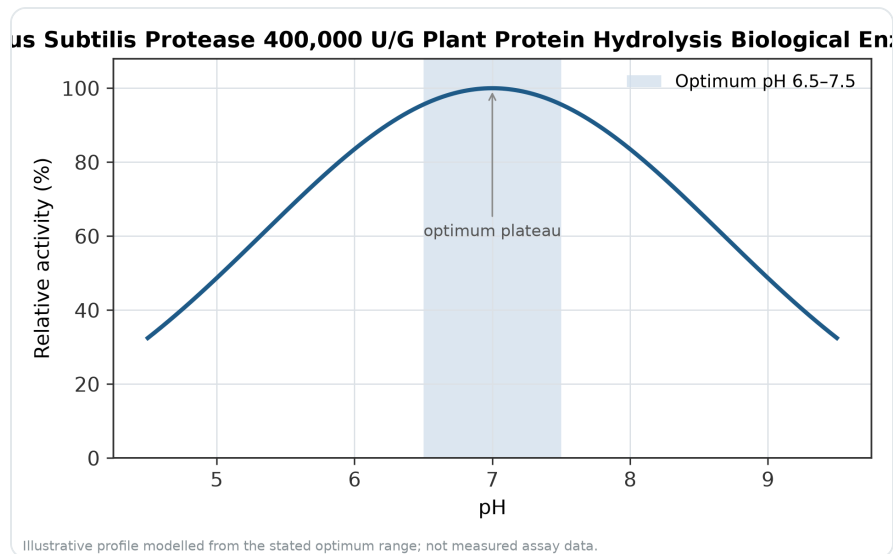


Figure 5. Neutral Protease *Bacillus Subtilis* Protease 400,000 U/G Plant Protein Hydrolysis Biological Enzyme 的相對活性隨 pH 變化，顯示其最適平台位於 pH 6.5–7.5。

近年也有多篇研究探討 *Bacillus subtilis* 系統中蛋白酶表現、分泌與工業應用。例如，以 *Bacillus subtilis* 表現嗜熱絲胺酸蛋白酶的研究顯示，訊號肽篩選可影響酵素表現量，並支援後續應用評估^[12]。另有研究針對 *Bacillus subtilis* 來源半胱胺酸蛋白酶進行表徵，指出其在多種工業場景中具有應用潛力^[13]。這些研究有助於理解 *Bacillus subtilis* 為何常出現在蛋白酶產品與應用文獻中，但不應被解讀為特定商業批次的製造資料。

製程設計重點：控制性水解，而非單純延長反應

原料前處理會影響水解效率

植物蛋白的水解效率與原料前處理高度相關。蛋白若仍包埋在細胞壁、纖維或油脂結構中，酵素可接觸的位點會受限制；若先經過熱處理、研磨、脫脂、萃取或部分變性，蛋白鏈可能更容易展開，使酵素更容易切割。關於植物廢棄蛋白萃取與酵素水解的整合性綜述指出，超音波、脈衝電場、微波、酵素輔助萃取等新興技術，常被用來提高蛋白釋放與後續水解效率^[14]。

這也解釋了為什麼同一種中性蛋白酶在不同植物蛋白上可能表現不同。大豆分離蛋白、豆粕、麩質、豌豆蛋白、馬鈴薯蛋白與油籽粕的蛋白組成、結構緊密度、纖維含量、抗營養因子與熱歷史都不同；即使酵素相同，最終的水解物溶解性、風味、黏度與功能性也可能差異很大。

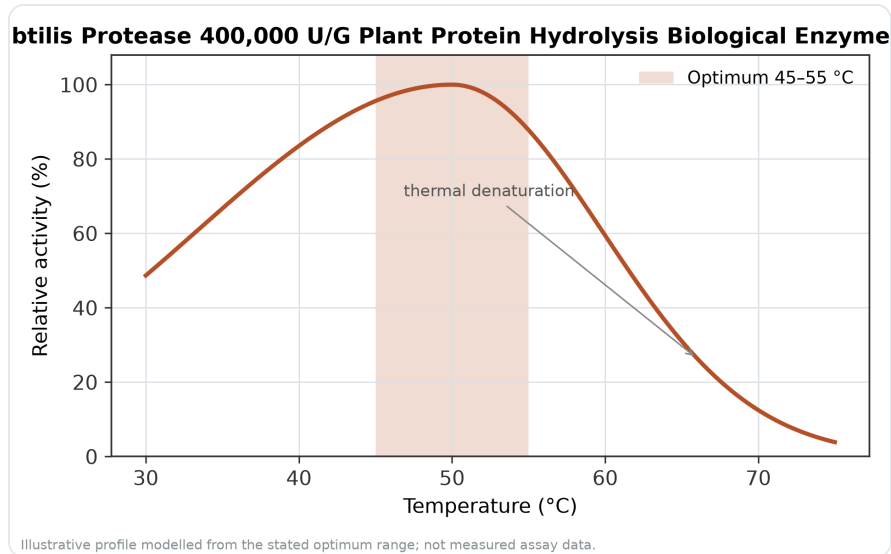


Figure 6. Neutral Protease *Bacillus Subtilis* Protease 400,000 U/G Plant Protein Hydrolysis Biological Enzyme 的相對活性隨溫度變化，最適溫度為 45–55 °C，且在超過最適範圍後呈現典型的熱變性活性下降。

水解終點需要對應產品目標

若目標是植物蛋白飲品，通常希望降低沉澱與砂感，同時保留良好口感；若目標是調味基底，可能更重視游離胺基酸、短肽與梅納反應前驅物；若目標是飼料蛋白，則可能關注可消化性、抗營養因子降低與動物接受度。不同目標不應用同一個水解終點判斷。以 *Brosimum alicastrum* Swartz 蛋白為例，整合萃取技術會影響蛋白的技術功能與生物活性特性，顯示前處理與水解策略必須跟終端用途一起設計^[15]。

實務上，控制性水解通常會同時考慮原料固形物、酵素添加策略、攪拌與傳熱、反應時間、溫度、pH、後段熱處理與乾燥方式。這些變數會共同決定肽段長度分布與最終功能，而不只是決定「是否被水解」。因此，中性蛋白酶應被放在完整製程中評估，而不是被視為單一配方補救措施。

應用效益與限制：哪些結論較穩健？

較穩健的結論是：蛋白酶能有效改變植物蛋白結構，並可能改善溶解、分散、乳化、起泡、風味前驅物生成與副產蛋白再利用。可持續植物蛋白水解物的研究指出，酵素水解可將低價或廢棄蛋白轉化為具有技術功能的配方原料，這對食品加工與循環利用具有實務意義^[1]。對 B2B 使用者來說，這是 Neutral Protease *Bacillus Subtilis* Protease 最可靠的價值主軸。

中等強度的結論是：蛋白水解有助於改善部分植物蛋白的消化利用與降低特定不利蛋白因子，但效果受原料與製程影響。以乳清蛋白、植物蛋白或昆蟲蛋白為來源的研究都顯示，不同蛋白酶會釋放不同肽段，並造成不同功能表現；例如 *Antheraea pernyi* 蛹蛋白經中性蛋白酶組合水解後，可生成具體外抗氧化活性的肽段，說明中性蛋白酶在蛋白水解物開發中具有可操作性^[16]。

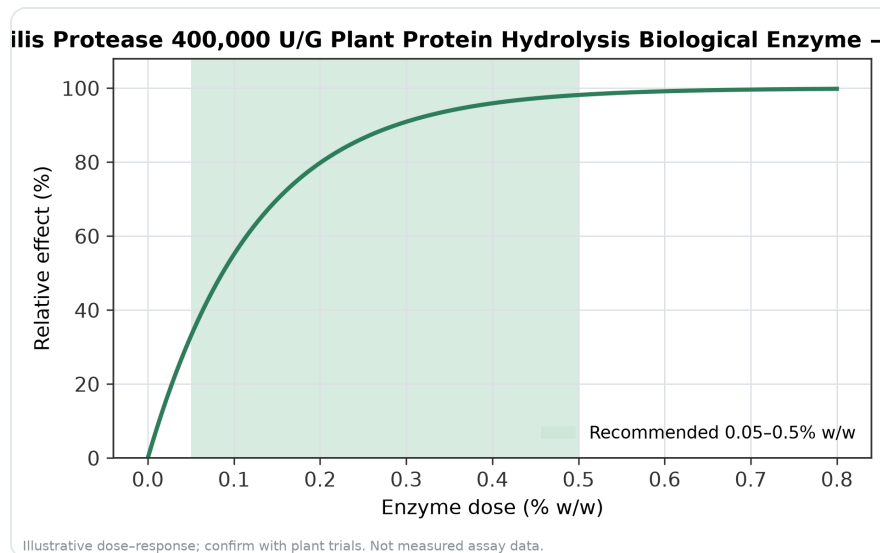


Figure 7. Neutral Protease *Bacillus Subtilis* Protease 400,000 U/G Plant Protein Hydrolysis Biological Enzyme 在建議使用範圍 (0.05–0.5% w/w) 內的示意劑量反應關係。

較需要保守表述的，是特定健康功效或疾病相關宣稱。大豆蛋白水解物曾被研究其降膽固醇機制，顯示蛋白水解物可能透過胜肽與代謝途徑產生生理相關作用^[17]。然而，這類結果不能直接外推為任何中性蛋白酶產品或任何植物蛋白水解物都具備相同人體效果；在商業溝通上，較適合描述為「可支援機能性肽或蛋白水解物開發」，而非保證健康功效。

Enzymes.bio 供應情境與文件配合

Enzymes.bio 是酵素供應商，不是製造商，也不是檢測實驗室；其角色是提供可在線上購買的酵素產品，供食品加工、工業與相關 B2B 應用使用。本文所述 Neutral Protease *Bacillus Subtilis* Protease 應被理解為供製程評估與應用開發的酵素品項，產品以 1 kg 單位線上銷售，CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供。

在技術文件與內部導入時，較合適的表述方式是：此產品可作為植物蛋白水解、蛋白改質、植物肽製備、豆粕或其他植物蛋白原料處理的酵素工具；實際表現會受到原料來源、前處理、製程條件與終端產品規格影響。這種表述能保留研究證據與應用彈性，也避免把供應商文件寫成製造端聲稱或實驗室驗證報告。

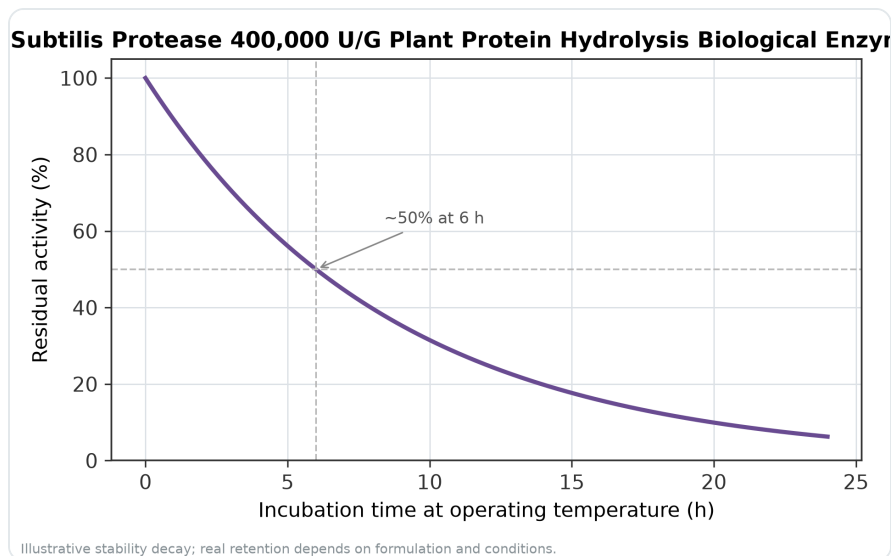


Figure 8. Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 400,000 U/G Plant Protein Hydrolysis Biological Enzyme 的示意熱穩定性衰減曲線——在操作溫度下，殘餘活性會隨時間下降。

結論：適合植物蛋白加工的溫和水解工具

Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 的主要價值，是在接近中性的加工條件下，對植物蛋白進行控制性水解，協助改善溶解性、分散性、乳化與起泡表現，並支援蛋白水解物、調味基底、飼料蛋白改質與植物肽原料開發。植物蛋白與植物來源肽的研究整體支持酵素水解在可持續蛋白利用、技術功能改善與副產物升值上的應用潛力^[2]。

對食品、飼料與植物蛋白加工企業而言，關鍵不是追求最大程度分解，而是依目標產品設計水解終點：飲品重視穩定與口感，調味基底重視風味前驅物，飼料蛋白重視可利用性與抗營養因子管理，植物肽則重視肽譜與後續功能評估。Enzymes.bio 作為供應商提供此類酵素產品與隨訂單文件，使用者可將其納入既有製程開發、配方測試與合規文件流程中，作為植物蛋白加工的可控酵素工具。

線上訂購 Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 400,000 U/G Plant Protein Hydrolysis Biological Enzyme

以 1 kg 單位販售，現貨供應，可立即出貨。請直接於我們的線上商店下單並付款，我們將為您處理訂單。每筆訂單皆附分析證明書與安全資料表。

購買 Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 400,000 U/G Plant Protein Hydrolysis Biological Enzyme →

參考文獻

依首次引用順序編號。所有來源皆為開放取用資料，並於發布時確認可連線；正文中的引用編號會連結至此。

1. Bekiroğlu, H., Acar, Z. D., & Sagdic, O. (2025). Sustainable plant-based protein hydrolysates: Utilization of waste proteins modified by enzymatic hydrolysis in techno-functional applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 148823 .
2. Nirmal, N., Khanashyam, A. C., Shah, K., Awasti, N., Babu, K. S., Ucak, I., Afreen, M., ... et al. (2024). Plant protein-derived peptides: frontiers in sustainable food system and applications. *Frontiers in Sustainable Food Systems*.
3. 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 .
4. Dent, T., & Maleky, F. (2022). Pulse protein processing: The effect of processing choices and enzymatic hydrolysis on ingredient functionality. *Critical reviews in food science and nutrition*, 63, 9914 - 9925.
5. Sung, W., Tan, C., Lai, P., Wang, S., Chiou, T., & Lee, W. (2025). Enhancing the Functional and Emulsifying Properties of Potato Protein via Enzymatic Hydrolysis with Papain and Bromelain for Gluten-Free Cake Emulsifiers. *Foods*, 14.
6. 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.
7. 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.
8. Kadam, D., Kadam, A., Koksel, F., & Aluko, R. (2024). Plant-derived bioactive peptides: A comprehensive review. *Sustainable Food Proteins*.
9. Shadrack, S. M., Wang, Y., Mi, S., Lu, R., Zhu, Y., Tang, Z., McClements, D., ... et al. (2025). Enhancing bioavailability and functionality of plant peptides and proteins: A review of novel strategies for food and pharmaceutical applications. *Food Chemistry*, 485, 144440 .
10. 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. *Food Chemistry*, 496 Pt 1, 146696 .
11. Ehiwuogu-Onyibe, J. I., A. O., I. U. A., F. O., A. O. T., O. A., K. L. A., ... et al. (2025). Food Processing Application Potential of Lactiplantibacillus plantarum and Bacillus subtilis Isolated from Fermented Food: Screening for Virulence Factors. *Microbiology Research Journal International*.
12. Xu, Y., Xuan, X., Gao, R., & Xie, G. (2023). Increased Expression Levels of Thermophilic Serine Protease TTHA0724 through Signal Peptide Screening in Bacillus subtilis and Applications of the Enzyme. *International Journal of Molecular Sciences*, 24.

13. Keshapaga, U. R., Jathoth, K., Singh, S., Gogada, R., & Burgula, S. (2023). Characterization of high-yield *Bacillus subtilis* cysteine protease for diverse industrial applications. *Brazilian Journal of Microbiology*, 1-14.
14. Aguiar, L. L., Cabral, R., Coelho, V. S., Nunes, B., Silva, V. D. M., Oliveira, G. B., Labanca, R., ... et al. (2026). Emerging Techniques for the Extraction and Enzymatic Hydrolysis of Plant Proteins From Waste: An Integrative Review. *Journal of food process engineering*.
15. Suárez-Hernández, M. F., Ramirez, S. G. P., Carmen Castillo Cruz, D., Ciapara, I. H., López, N. A. P., Pool, I. E. H., & Ruiz-Ruiz, J. (2024). Effect of Integrated Extraction Techniques on the Technofunctional and Bioactive Properties of Brosimum alicastrum Swartz Proteins. *Foods*, 13.
16. 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.
17. Cho, S., Juillerat, M., & Lee, C. (2007). Cholesterol lowering mechanism of soybean protein hydrolysate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 26, 10599-604 .

聯絡 Enzymes.bio

對訂單有疑問嗎？我們的團隊很樂意協助。

電子郵件 wholesale@enzymes.bio

電話 (美國) **+1 (507) 428-6057**

聯絡我們 →



400+ B2B 客戶



60+ 大學研究合作夥伴



54 服務遍及全球

© 2026 Enzymes.bio · 工業與食品加工用酵素供應 · 非供人體食用或零售銷售。