

# Bromelain 鳳梨蛋白酶：蛋白質水解用生物酵素製劑的應用、機制與配方邊界

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

Bromelain (鳳梨蛋白酶) 是一組來自鳳梨的蛋白水解酵素，主要應用於食品、營養配方、肉品嫩化、植物蛋白改質與副產物蛋白水解。

在蛋白質水解中，Bromelain 透過切割胜肽鍵，使大型蛋白質轉化為較小胜肽與胺基酸，進而影響溶解性、質地、風味釋放與乳化穩定等加工表現。

Enzymes.bio 供應的 Bromelain 鳳梨酵素產品以 1 kg 單位在線上銷售，CoA 與 SDS 會隨訂單提供；本文聚焦於應用理解，不將其描述為製造商規格或醫療用途產品。

## Bromelain 是什麼：鳳梨來源的蛋白質水解工具

Bromelain 通常指來自鳳梨 (*Ananas comosus*) 不同部位的蛋白酶複合物，而不是單一分子。研究文獻常將其歸類為植物來源蛋白水解酵素，並指出鳳梨莖、果皮、果芯、冠部與其他加工副產物皆可能含有可回收利用的蛋白酶活性；這也是鳳梨加工廢棄物近年被視為酵素資源的原因之一 [1]。

在工業與食品應用語境中，Bromelain 的核心價值不是「鳳梨風味」，而是其蛋白質水解能力。它能作用於蛋白質中的胜肽鍵，使蛋白質分子量降低、結構鬆動，並產生不同長度的胜肽片段；這些變化可進一步影響原料在水相中的分散、口感、黏度、乳化界面行為與後續熱加工反應 [2]。

Enzymes.bio 在此產品中的角色是供應商，而非製造商或檢測實驗室。因此，本文不提供製造流程、檢測方法、活性單位定義或實驗室驗證程序，而是從公開研究與應用邏輯說明 Bromelain 在蛋白質水解中的定位、可期待的效果與限制。產品以 1 kg 單位在線上直接銷售，CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供，方便收貨後進行內部文件留存與安全管理。

## 主要應用：蛋白質水解、肉品嫩化與植物蛋白改質

Bromelain 最常見的應用是蛋白質水解。食品加工端可能希望降低蛋白質分子量、改善分散性，或將蛋白質轉化為更適合調味、營養補充或發酵前處理的水解物；營養配方端則常關注胜肽化後的溶解性、口感與配方穩定性。關於蛋白水解物的研究也顯示，經酵素處理後的蛋白質材料可產生具有不同營養與功能特性的胜肽組成 [3]。

肉品與水產加工則更重視「局部、可控制的結構鬆動」。植物蛋白酶如 Bromelain、Papain 等常被討論於肉品嫩化，原因是它們能水解肌肉蛋白與結締組織相關蛋白，降低咀嚼阻力；但若處理過度，也可能造成組織鬆散、出水增加或糊化口感，因此「水解程度」比「是否有水解」更關鍵 [2]。

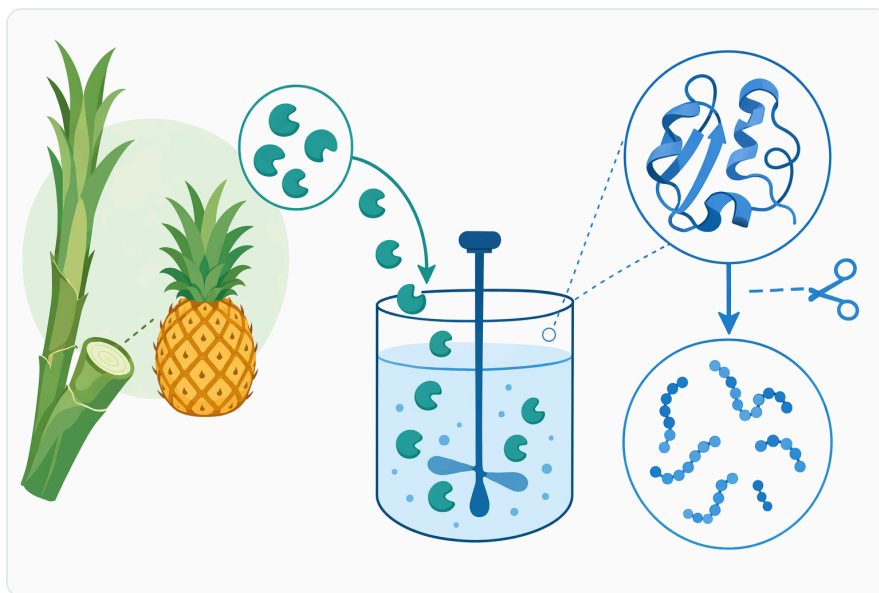


Figure 1. 鳳梨蛋白酶是一種源自鳳梨的蛋白酶複合物，用於將蛋白質基質水解成較小的胜肽片段。

植物蛋白改質是另一個成長中的應用方向。大豆、豌豆、馬鈴薯、穀物與藻類蛋白常面臨溶解性、粉感、苦澀味、乳化性或熱穩定性問題；適度酵素水解可以改變蛋白質與多醣、油脂或水相的互動。以大豆分離蛋白與阿拉伯膠複合系統為例，酵素水解條件會影響蛋白複合物結構，進而影響油包水乳化系統穩定性 [4]。

## 作用機制：Bromelain 如何改變蛋白質

Bromelain 屬於蛋白水解酵素，其基本作用是辨識並切割蛋白質鏈中的特定胜肽鍵。當蛋白質被切割後，長鏈結構逐步變成較短的胜肽片段；這會降低平均分子量，也可能暴露原本埋藏在蛋白質內部的疏水區、帶電基團或反應性胺基酸殘基，進而改變蛋白質在水、油與空氣界面的行為 [2]。

這種結構改變可解釋許多應用效果。例如，溶解性提升通常與蛋白質聚集程度下降、可水合表面增加有關；乳化性改變則與胜肽片段能否快速吸附於油水界面、形成穩定界面膜有關；肉品嫩化則與肌原纖維蛋白、膠原相關結構或其他組織蛋白被部分破壞有關。固定化 Bromelain 在金奈米粒子界面仍可展現膠原酶相關活性的研究，也說明 Bromelain 對膠原類蛋白結構具有可觀的作用潛力 [5]。

不過，水解不是越多越好。短胜肽增加可能帶來更好的溶解性，但也可能導致苦味、澀感或風味失衡；肉類組織過度水解可能失去彈性；植物蛋白若過度降解，乳化或起泡所需的界面膜反而可能變弱。因此，Bromelain 的應用重點通常是「在目標基質中取得適當水解程度」，而不是追求最大化分

解 [4]。

## 研究證據如何解讀：從穩定性、固定化到應用場景

公開研究顯示，Bromelain 的穩定性與可重複使用性一直是重要議題。以鳳梨加工廢棄物萃取 Bromelain 並進行交聯聚集體處理的研究，目的即在改善酵素穩定性與重複使用可能性；這類研究反映了 Bromelain 雖具應用價值，但在實際製程中仍需考量溫度、pH、保存環境與酵素型態對性能的影響 [6]。

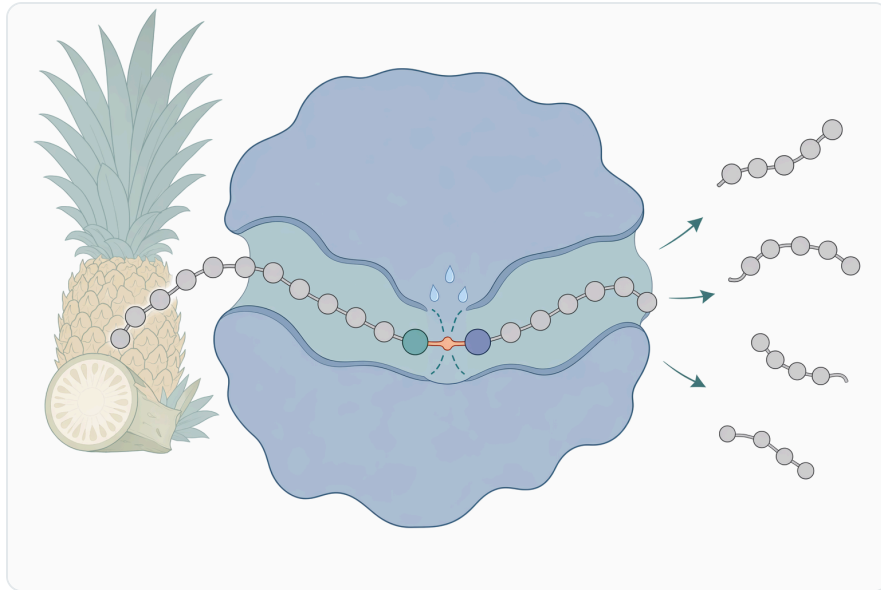


Figure 2. 鳳梨蛋白酶會催化可接近肽鍵的切割，逐步降低蛋白質的平均分子大小。

另有研究聚焦於鳳梨果芯分離 Bromelain 的活性與穩定性，並將其納入外用奈米乳基底的體外滲透評估。雖然此類研究不是食品蛋白水解場景，但可說明 Bromelain 在不同配方系統中的活性保持與穩定性會受到基質、保存條件與配方環境影響 [7]。

商業 Bromelain 併入外用配方的研究也指出，酵素在配方中的活性與穩定性需要被納入設計考量。對食品或營養配方開發者而言，這個結論同樣重要：Bromelain 加入含水、含鹽、含糖、含油或含多酚的系統後，其表現可能不同於乾粉狀態，也不同于單純緩衝液環境 [8]。

鳳梨冠部與果皮廢棄物中的 Bromelain 穩定性研究，則支持了另一個方向：鳳梨副產物不只是廢棄物，也可能是酵素資源。對永續加工與循環經濟而言，Bromelain 與鳳梨副產物利用具有天然連結，但商業產品的品質一致性仍取決於來源控制、處理與供應鏈文件，而不應直接由單篇原料研究推論 [9]。

## Bromelain 與其他蛋白酶的應用比較

不同蛋白酶可達成蛋白質水解，但產生的胜肽組成、風味與功能性質不一定相同。Bromelain 的特點在於植物來源、對多種蛋白質基質具有水解能力，並在肉品嫩化與蛋白水解物研究中常被討論；Papain、Ficin、微生物蛋白酶或胰蛋白酶則各有不同切割偏好與應用場景 [2]。

酵素類型	常見來源	應用定位	可能優勢	主要注意事項
Bromelain 鳳梨蛋白酶	鳳梨莖、果實或加工副產物	蛋白質水解、肉品嫩化、植物蛋白改質	植物來源、食品應用研究多、可作用於多種蛋白	需控制水解程度，避免過度嫩化或苦味
Papain 木瓜蛋白酶	木瓜乳汁	肉品嫩化、蛋白水解	亦屬常見植物蛋白酶，應用歷史長	可能產生不同質地與風味結果
微生物蛋白酶	細菌或真菌發酵	大規模蛋白水解、調味基底	製程彈性高、酵素種類多	來源與特异性差異大，需依應用選擇
動物來源蛋白酶	胃蛋白酶、胰蛋白酶等	實驗、特定蛋白切割或消化模型	切割規律較明確	來源屬性與法規接受度需評估

這張比較表的重點不是宣稱某一酵素「最好」，而是提醒使用者：蛋白質水解的結果取決於酵素特异性、基質結構、反應環境與終端產品目標。植物蛋白酶在肉品嫩化研究中受到重視，但不同酵素對肌肉蛋白與結締組織的作用速度不同，實務上需避免把一種蛋白酶的結果直接套用到另一種蛋白酶 [2]。

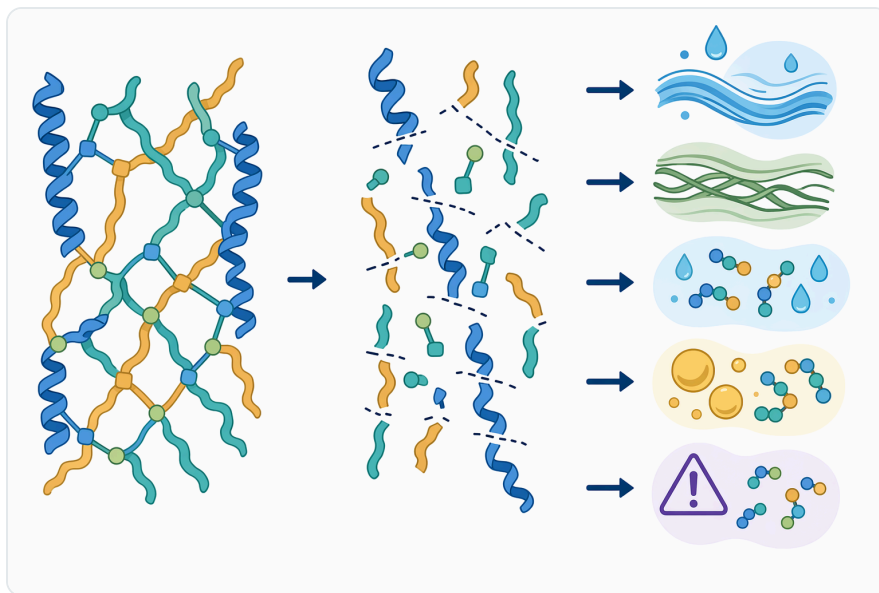


Figure 3. 蛋白質水解可能改變黏度、柔軟度、溶解性、與水的相互作用、與油脂的相互作用，以及風味風險。

## 食品加工應用：肉類、水產與調理蛋白

---

在肉類與水產加工中，Bromelain 可用於部分水解肌肉蛋白，使組織更容易咀嚼。這類應用常見於醃漬、調味液處理、預調理肉品或即食蛋白產品；其加工邏輯是透過酵素作用降低組織韌性，而不是用機械方式完全破壞纖維結構 [2]。

水產副產物是另一個重要場景。魚皮、魚骨周邊肉、內臟周邊蛋白或修整下腳料常含有可回收蛋白，但原始型態不一定適合直接食用或加工；若經蛋白酶水解，可轉化為魚蛋白水解物、調味基底或營養配方原料。蛋白水解物研究中，胜肽組成與水解條件會影響後續生物活性、風味與加工特性 [3]。

對調理食品而言，Bromelain 的應用需特別注意熱處理時機。若酵素在加熱前持續作用，可能造成蛋白結構過度軟化；若在某一階段被熱失活，則可把水解程度固定在較可控的區間。這種「先水解、後定型」或「短時間接觸後終止反應」的思路，常比單純延長酵素接觸時間更適合食品質地控制 [2]。

## 植物蛋白、乳化系統與營養配方

---

植物蛋白食品常需要在高蛋白含量、良好口感與穩定分散之間取得平衡。未改質植物蛋白可能因聚集、疏水區暴露不足或等電點附近沉澱而造成砂感或分層；Bromelain 這類蛋白酶可透過部分水解降低分子聚集，並改變蛋白質與水相的相互作用 [4]。

在乳化飲品或粉末沖調產品中，蛋白質不只提供營養，也可能扮演乳化劑或界面穩定劑。酵素水解可改善分散性，但若胜肽過短，界面膜強度可能不足，反而使油滴聚結或乳化穩定下降。大豆蛋白與阿拉伯膠複合物研究顯示，酵素水解條件會改變複合結構與油包水乳化穩定性，這對植物蛋白飲品、醬料與營養粉設計具有參考價值 [4]。



**Figure 4.** 鳳梨蛋白酶水解是一種生物性蛋白質分解途徑，與其他蛋白酶、酸水解、鹼水解及單純加熱處理不同。

營養配方則常關注消化友善性、口感與配方相容性。水解蛋白可降低黏稠或沉澱問題，也可能帶來更明顯的苦味胜肽；因此，Bromelain 在營養食品中的角色更接近「蛋白質結構調整工具」，而非單純添加即可帶來固定效果的功能成分。植物來源蛋白營養素材的抗氧化與機能性研究也提醒，原料來源與加工條件會大幅影響最終胜肽特性 [10]。

## 鳳梨副產物與永續加工價值

Bromelain 與鳳梨產業副產物有高度關聯。鳳梨加工會產生果皮、果芯、冠部、葉片等副產物，這些材料若僅作為廢棄物處理，會增加環境負擔；若能回收其中的蛋白酶或其他生物活性成分，則可提升農產加工鏈的資源效率 [1]。

交聯 Bromelain 聚集體、固定化酵素與不同載體技術的研究，反映出學術與應用端都希望提高 Bromelain 在實際流程中的穩定性、重複使用性與耐受性。這些方向對連續加工、可重複批次反應或高附加價值生物轉化有啟發，但不代表所有商業粉末產品都具備相同固定化特性；應用者仍需依產品文件與自身製程條件理解適用範圍 [6]。

鳳梨果皮 Bromelain 也被研究於抗生素協同與酵素活性相關議題，顯示鳳梨副產物中的酵素與生物活性成分具有多面向研究價值。不過，這類研究屬於特定實驗模型，不應直接轉化為食品或營養產品的療效宣稱；在 B2B 原料頁面中，更適合把 Bromelain 定位為蛋白質水解與加工應用酵素 [11]。

## 穩定性與配方環境：為什麼同一酵素在不同系統表現不同

Bromelain 的表現會受到水分、pH、溫度、離子強度、保存條件、配方成分與基質可接近性影響。保存劑對粗 Bromelain 穩定性與酵素應用的研究，正是從配方保存環境角度探討酵素活性維持問題；這提醒使用者，酵素並不是惰性粉末，進入液態或複雜配方後會受到周邊環境影響 [12]。

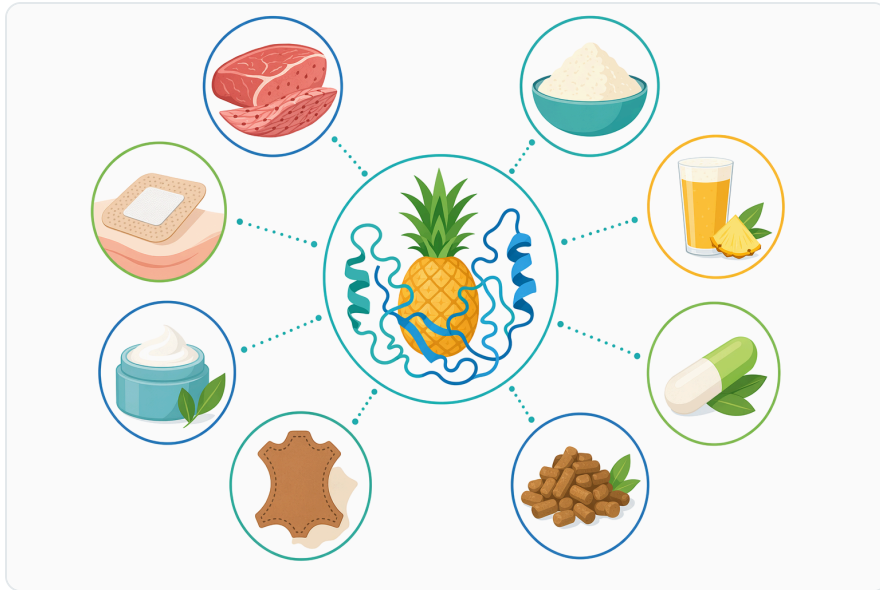


Figure 5. 鳳梨蛋白酶的相關基質包括肉類蛋白、富含膠原蛋白的基質、植物蛋白、乳製品蛋白，以及可溶性蛋白系統。

外用配方研究也顯示，商業 Bromelain 被納入配方後，活性與穩定性需與基底成分一併考量。對食品配方而言，糖、鹽、酸、油脂、多酚、增稠劑與熱處理都可能改變酵素作用與蛋白質水解結果；因此，配方開發通常需要把 Bromelain 視為會與整個系統互動的加工助劑，而不是孤立成分 [8]。

若應用於乾粉混合物，水分活性與儲存溫度會影響酵素保存；若應用於液態反應，則反應時間與終止條件會更重要。對需要後段噴霧乾燥、巴氏殺菌、烘焙或高溫殺菌的食品而言，Bromelain 的作用窗口也必須配合熱製程設計，否則可能出現水解不足或過度作用的問題 [7]。

## 健康相關研究與商業表述邊界

Bromelain 在營養補充品、發炎反應、術後腫脹、肌腱或關節不適等領域有臨床與綜述研究，但這些研究通常使用特定配方、攝取方式與受試族群，不能直接等同於所有 Bromelain 原料或食品加工用途。術後顏面水腫研究曾評估 Bromelain 與 Coumarin 攝取的效果，但該研究情境與蛋白質水解加工用途不同 [13]。

肌腱病變營養補充品的系統性回顧也提到含 Bromelain 的複合配方，但此類文獻多涉及複方、臨床終點與醫療背景，並不適合被簡化為單一酵素原料的保證功效。對 Enzymes.bio 的產品頁而言，較嚴謹的定位仍是「鳳梨來源蛋白水解酵素製劑」，而非治療、預防或診斷用途原料 [14]。

骨關節疼痛複合天然抗發炎成分研究也顯示，Bromelain 常出現在複方營養產品中；然而，複方研究無法單獨證明某一原料在所有產品中的效果。若終端產品屬食品、營養補充品、飼料或其他類別，相關宣稱仍需依當地法規與終端配方證據處理 [15]。

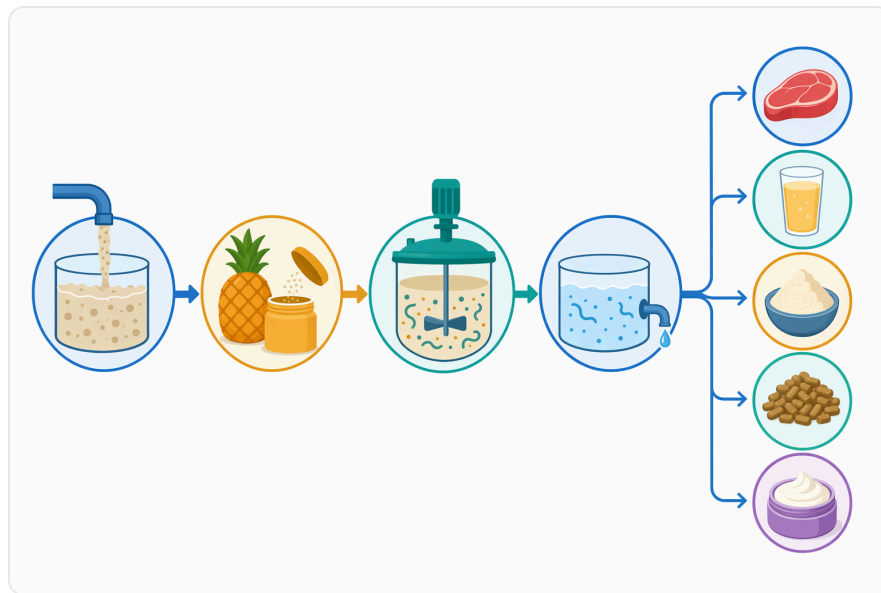


Figure 6. 受控使用鳳梨蛋白酶取決於水合程度、基質可接近性、溫度、pH 值、接觸時間、混合方式，以及限制或停止反應的步驟。

## 品質文件、訂單與使用責任

Enzymes.bio 供應 Bromelain 鳳梨蛋白酶產品，產品以 1 kg 單位在線上直接銷售。訂單出貨時會隨附 CoA 與 SDS，供收貨後進行內部文件留存、倉儲、安全作業與產品記錄管理；這些文件應與企業自身的原料驗收、法規判定與終端產品設計流程搭配使用。

由於 Enzymes.bio 不是製造商，也不是檢測實驗室，本文不提供製造端參數、實驗室分析方法或活性單位定義。公開研究可協助理解 Bromelain 的應用機制與可能表現，但實際效果仍會因基質、配方、加工條件與終端產品目標而改變；這也是酵素原料在 B2B 使用中必須被視為製程工具，而非固定結果保證的原因 [12]。

## 結論：Bromelain 適合用於哪些 B2B 場景

Bromelain 鳳梨蛋白酶適合需要蛋白質水解的食品、營養配方、肉品嫩化、植物蛋白改質、水產副產物利用與部分生物加工場景。其核心機制是切割蛋白質胜肽鍵，使蛋白質結構、分子大小與界面行為改變，進而影響溶解性、質地、風味釋放與乳化穩定等應用結果 [2]。

較有把握的應用方向包括蛋白質水解、肉品與水產質地調整、植物蛋白分散與乳化系統改質；較需要個案驗證的方向則包括特殊功能胜肽、臨床營養宣稱、固定化酵素流程與高值生物材料應用。對採購與研發人員而言，務實的理解是：Bromelain 是成熟且研究基礎豐富的鳳梨來源蛋白酶，但最終表現必須由具體原料、配方與製程條件共同決定 [4]。

### 線上訂購 Bromelain 600000 U/G Pineapple Enzyme Protein Hydrolysis Biological Enzyme Preparation

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 Bromelain 600000 U/G Pineapple Enzyme Protein Hydrolysis Biological Enzyme Preparation →

## 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. Rabiou, Z., Maigari, F. U., Lawan, U., & Mukhtar, Z. G. (2018). Pineapple Waste Utilization as a Sustainable Means of Waste Management.
2. Azmi, S. I. M., Kumar, P., Sharma, N., Sazili, A., Lee, S., & Ismail-Fitry, M. R. (2023). Application of Plant Proteases in Meat Tenderization: Recent Trends and Future Prospects. *Foods*, 12.
3. Salampessy, J., Reddy, N., Phillips, M., & Kailasapathy, K. (2017). Isolation and characterization of nutraceutically potential ACE-Inhibitory peptides from leatherjacket (Meuschenia sp.) protein hydrolysates. *Lwt - Food Science and Technology*, 80, 430-436.
4. Zhao, X., Zheng, H., Sun, Y., Zhang, M., Geng, M., Li, Y., & Teng, F. (2022). Effect of enzymatic hydrolysis conditions on structure of soy protein isolate/gum arabic complex and stability of oil-in-water emulsion. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*.
5. Brito, A. M. M., Oliveira, V., Icimoto, M. Y., & Nantes-Cardoso, I. L. (2021). Collagenase Activity of Bromelain Immobilized at Gold Nanoparticle Interfaces for Therapeutic Applications. *Pharmaceutics*, 13.

6. Banerjee, S., Arora, A., Vijayaraghavan, R., & Patti, A. (2020). Extraction and crosslinking of bromelain aggregates for improved stability and reusability from pineapple processing waste. *International Journal of Biological Macromolecules*.
7. Rohmah, A., Prabowo, H. A., Setiasih, S., Handayani, S., Jufri, M., & Hudyono, S. (2021). THE EVALUATION OF ACTIVITY AND STABILITY OF ISOLATED BROMELAIN FROM PINEAPPLE CORES (ANANAS COMOSUS [L.] MERR) AND IN VITRO PENETRATION TEST OF NANOEMULSION TOPICAL BASE. *International Journal of Applied Pharmaceutics*.
8. Lourenço, C., Ataide, J., Cefali, L., Lencastre Novaes, L. C., Moriel, P., Silveira, E., Tambourgi, E., ... et al. (2016). Evaluation of the enzymatic activity and stability of commercial bromelain incorporated in topical formulations. *International Journal of Cosmetic Science*, 38.
9. Saptarini, N. M., Rahayu, D., Ramdhani, D., Wirawan, D., & Sudirman, V. K. R. J. (2026). Turning Agricultural Waste Into Enzymatic Treasure: Bromelain Stability in Pineapple Crown and Peel Waste From Subang District, Indonesia. *Biochemistry Research International*, 2026.
10. Szerszunowicz, I., & Kłobukowski, J. (2020). Characteristics of Potential Protein Nutraceuticals of Plant Origin with Antioxidant Activity. *Molecules*, 25.
11. O.V., O., F.L., O., B.I., O., D.M., S., & M., D. V. (2025). Exploring the Therapeutic Potential of Bromelain from Pineapple Fruit Peel: Enzymatic Activity and Antibiotic Synergy. *International Journal of Biochemistry Research & Review*.
12. Sripirom, J., Chumjan, W., Rachadech, W., Sripajan, K., & Sena-art, J. (2025). Preservative Effects on Crude Bromelain Stability and Enzymatic Applications. *Brazilian Archives of Biology and Technology*.
13. Consorti, G., Monarchi, G., Paglianiti, M., Betti, E., & Balercia, P. (2024). Reduction of Post-Surgical Facial Edema Following Bromelain and Coumarin Intake in Traumatology: A Prospective Study with 100 Patients. *Journal of Clinical Medicine*, 13.
14. Fusini, F., Bisicchia, S., Bottegoni, C., Gigante, A., Zanchini, F., & Busilacchi, A. (2016). Nutraceutical supplement in the management of tendinopathies: a systematic review. *Muscles Ligaments and Tendons Journal*, 6 1, 48-57 .
15. Conrozier, T., Mathieu, P., Bonjean, M., Marc, J., Renevier, J., & Balblanc, J. (2014). A complex of three natural anti-inflammatory agents provides relief of osteoarthritis pain. *Alternative Therapies in Health and Medicine*, 20 Suppl 1, 32-7 .


## 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](mailto: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。