

Acid Protease (酸性蛋白酶) : 酸性蛋白水解、發酵風味開發與蛋白原料預處理應用

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

Acid Protease (酸性蛋白酶) 是在酸性條件下催化蛋白質肽鍵水解的酵素，主要用於食品發酵、釀造、植物蛋白與副產物預處理、飼料原料改質，以及部分酸性工業加工流程。其核心價值在於把大分子蛋白質轉化為較小的胜肽與游離胺基酸，進而改善發酵營養、風味生成、溶解性與後段加工效率。Enzymes.bio 供應的 Acid Protease 為商業用酵素產品，採 1 kg 單位線上銷售，CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供；Enzymes.bio 為供應商，並非製造商或實驗室。

Acid Protease 是什麼：在酸性製程中進行蛋白質水解的酵素

酸性蛋白酶不是單一分子名稱，而是一類在低 pH 環境中仍能維持構形與催化能力的蛋白水解酵素。產業上談到 acid protease，通常是指適合在酸性醪液、發酵基質、植物蛋白懸浮液或酸性副產物中使用的蛋白酶製劑；其來源可能包含真菌與微生物系統，其中 *Aspergillus* 相關蛋白酶在食品發酵與工業酵素開發中具有長期研究基礎。近年研究也持續利用 *Komagataella phaffii* 等表現系統提升酸性蛋白酶表達，並評估其在豆粕蛋白降解等工業應用中的效果。^[1]

在食品與發酵工業中，酸性蛋白酶的定位通常不是「完全消化」蛋白質，而是把原料中的儲藏蛋白、結構蛋白或殘留蛋白水解到更容易被微生物利用、過濾處理或後續反應的狀態。例如在酒類、醬油、醋、豆類或穀物發酵系統中，蛋白質水解會影響游離胺基酸、可溶性氮、短胜肽與風味前驅物的形成；這些成分再進一步參與酵母與細菌代謝、梅納反應或熟成反應，形成產品的香氣、鮮味、醇厚感與色澤。白酒釀造相關研究即指出，乳酸與其他發酵代謝物的調控會影響風味最佳化，而蛋白質水解所提供的氮源與胺基酸池也是發酵體系中重要的營養與風味背景。^[2]

Acid protease mechanism：酸性蛋白酶如何切斷肽鍵

從機制上看，acid protease mechanism 的重點是「在酸性環境中活化水分子，使水分子攻擊肽鍵羰基碳，完成蛋白質水解」。多數常見酸性蛋白酶屬於天冬氨酸蛋白酶類型，活性中心通常利用兩個酸性殘基協同調節質子轉移：其中一個殘基促進水分子變成更具親核性的攻擊者，另一個殘基協助肽鍵

斷裂過程中的質子移轉。與絲胺酸蛋白酶或半胱胺酸蛋白酶不同，典型天冬氨酸酸性蛋白酶不依賴穩定的共價酰基酵素中間體，而是以非共價結合、定位與酸鹼催化完成反應。pH 對蛋白酶活性影響明顯，因為活性殘基的質子化狀態、底物電荷與酵素整體構形都會隨酸鹼條件改變。^[3]

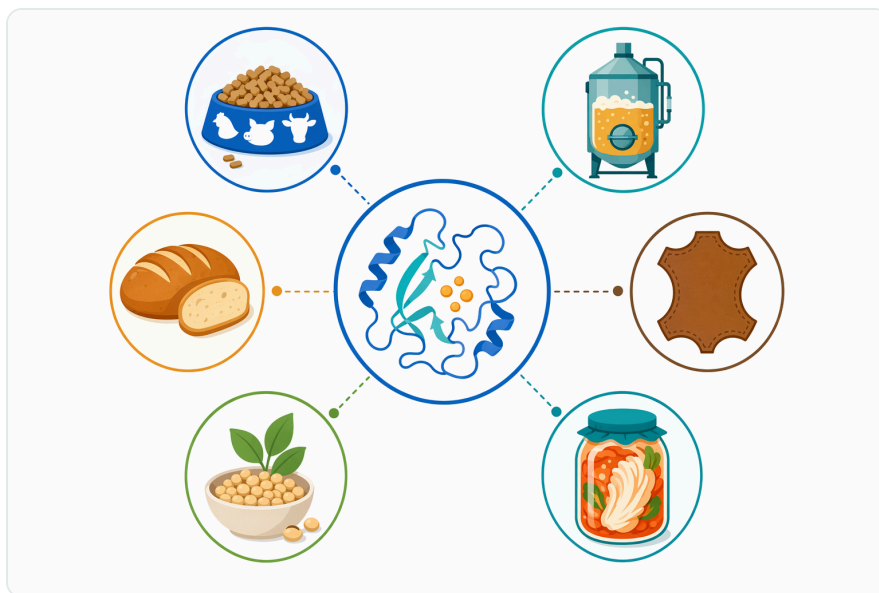


Figure 1. 酸性蛋白酶可用於酸性食品、釀造、烘焙、製革、植物蛋白與飼料等製程，在需要受控蛋白質水解時發揮作用。

酸性蛋白酶也可包含較少見但工業上值得注意的 *glutamic acid protease* (羧胺酸蛋白酶)。這類酵素的催化中心與典型天冬氨酸蛋白酶不同，通常由羧胺酸相關殘基參與酸鹼催化與水分子定位，因此在分類與抑制劑敏感性上可能與天冬氨酸蛋白酶不同。對應用端而言，這代表「酸性可作用」並不等於所有 *acid protease* 都會切出相同的胜肽分布；不同酵素家族的結合口袋、切割偏好與副產物風味可能不同。蛋白酶切割位點的選擇性會影響反應速率與產物組成，藥物遞送領域針對蛋白酶快速切割位點的研究也顯示，底物序列與酵素結合位點的匹配是控制水解行為的關鍵因素。^[4]

蛋白酶常以 S1、S2、S3 等結合亞位點辨識底物上的 P1、P2、P3 胺基酸側鏈；因此，酸性蛋白酶在不同蛋白原料中的表現會受到原料蛋白結構、二硫鍵、疏水區域、糖基化程度與聚集狀態影響。以豆粕、豆類蛋白或魚副產物為例，即使總蛋白含量相近，蛋白質摺疊、熱處理歷史與抗營養因子都可能改變酵素接近肽鍵的程度。這也是為什麼商業製程通常關注「可溶性氮增加、黏度下降、過濾改善或風味變化」，而不是只看原料蛋白百分比。豆粕蛋白降解研究顯示，酸性蛋白酶可用於改善植物蛋白原料水解，支持其在飼料與蛋白原料處理中的應用潛力。^[1]

酸性蛋白酶與其他蛋白酶的應用差異

酸性蛋白酶與中性、鹼性蛋白酶的最大差異，並不只是名稱中的 pH，而是它們適合切入的製程位置不同。酸性蛋白酶適用於本身已偏酸或不宜調到中性、鹼性的系統，例如酒類發酵醪液、酸性食品基底、植物蛋白酸性萃取液、果蔬副產物水解液或部分皮革前處理流程。相對地，鹼性蛋白酶常見於洗

滌、部分去污與鹼性工業處理；冷適應或特殊穩定性蛋白酶則會被評估於低溫洗滌等情境。南極真菌來源低溫蛋白酶與耐熱耐溶劑鹼性蛋白酶的研究，說明蛋白酶應用常依 pH、溫度與基質條件分流，而不是以單一酵素涵蓋所有製程。^[5]

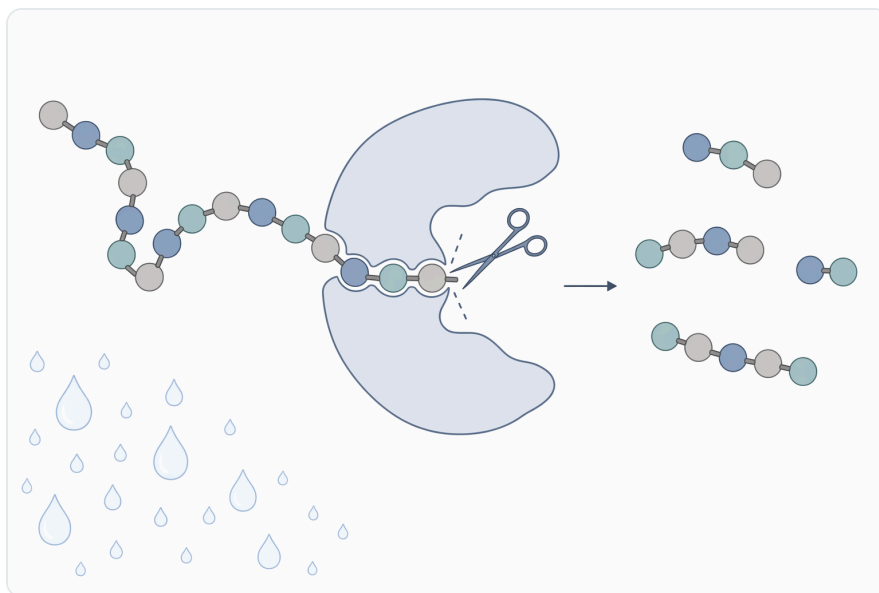


Figure 2. 酸性蛋白酶利用水分解肽鍵，將蛋白質鏈切成較小的肽段與含胺基酸的片段。

比較項目	Acid Protease (酸性蛋白酶)	中性蛋白酶	鹼性蛋白酶
適合製程環境	酸性醪液、酸性發酵、植物蛋白酸性水解、部分酸性工業流程	接近中性食品或生物處理系統	洗滌、去污、部分鹼性工業處理
主要應用目的	釋放胜肽與胺基酸、改善發酵營養、降低蛋白濁度、原料改質	溫和水解、調整口感或功能性	強力去蛋白、污漬分解、纖維或工業清潔
對 pH 的依賴	酸性條件下通常較有利	中性附近較有利	鹼性條件下較有利
風味風險	過度水解可能產生苦味胜肽或胺味	依底物而定	食品風味應用較受限制
選用邏輯	製程本身偏酸，且希望避免大幅調 pH	製程接近中性	製程偏鹼或以清潔、去污為主

鹼性蛋白酶研究常強調其在耐熱、耐溶劑或工業清潔條件下的穩定性，這與酸性蛋白酶在發酵與蛋白原料酸性水解中的定位不同。換言之，若製程已經是酸性，強行改用中性或鹼性蛋白酶可能需要額外調整 pH，造成鹽負荷增加、風味偏移、設備腐蝕條件改變或後段中和成本上升；酸性蛋白酶的優勢，就是在原製程酸性窗口內進行蛋白質水解，降低對既有工藝的擾動。^[6]

主要應用一：釀造、酒精發酵與發酵食品的氮源釋放

在釀造與酒精發酵中，微生物需要可利用氮源來維持生長、酵素合成與代謝平衡。穀物、豆類或其他植物原料雖含蛋白質，但原始蛋白不一定能被酵母或發酵菌快速利用；酸性蛋白酶可把部分高分子蛋白水解為短肽與游離胺基酸，提高基質中可被吸收的氮源。這對高固形物醪液、蛋白含量高但水解不足的原料，以及希望縮短熟成或提升發酵穩定性的製程尤其重要。*Aspergillus oryzae* 被視為重要的工業細胞工廠之一，其蛋白酶編碼基因調控與工業應用研究，反映真菌蛋白酶在發酵工業中的核心地位。^[7]

在醬油、豆瓣、穀物醋與部分傳統發酵食品中，蛋白水解不只影響微生物營養，也直接決定風味骨架。麩胺酸、天冬胺酸與其他游離胺基酸會影響鮮味與酸味平衡；疏水性短肽可能貢獻厚實感，但若水解過度，也可能帶來苦味。酸性蛋白酶的應用價值在於讓蛋白質分解在酸性發酵或熟成條件下持續進行，而不必把基質調到不利於原有菌相或風味形成的 pH。白酒風味最佳化研究顯示，發酵酸度、微生物代謝與風味物質形成具有連動性，因此蛋白水解應被視為整體發酵網絡的一部分，而非孤立的單一步驟。^[2]

主要應用二：植物蛋白、豆粕與豆類原料改質

植物蛋白原料在食品、飼料與發酵產業中愈來愈重要，但豆類、穀物與油籽副產物的蛋白質常伴隨纖維、多酚、植酸或熱加工造成的聚集結構，使其溶解性、消化性與加工穩定性受限。酸性蛋白酶可在酸性水相中切開部分蛋白結構，降低分子量、增加溶解性，並產生更容易被微生物或動物消化利用的肽。豆粕酸性蛋白酶降解研究特別指出，此類酵素可應用於 soybean meal protein degradation，說明其不只適合釀造，也可用於高蛋白農產副產物升值。^[1]

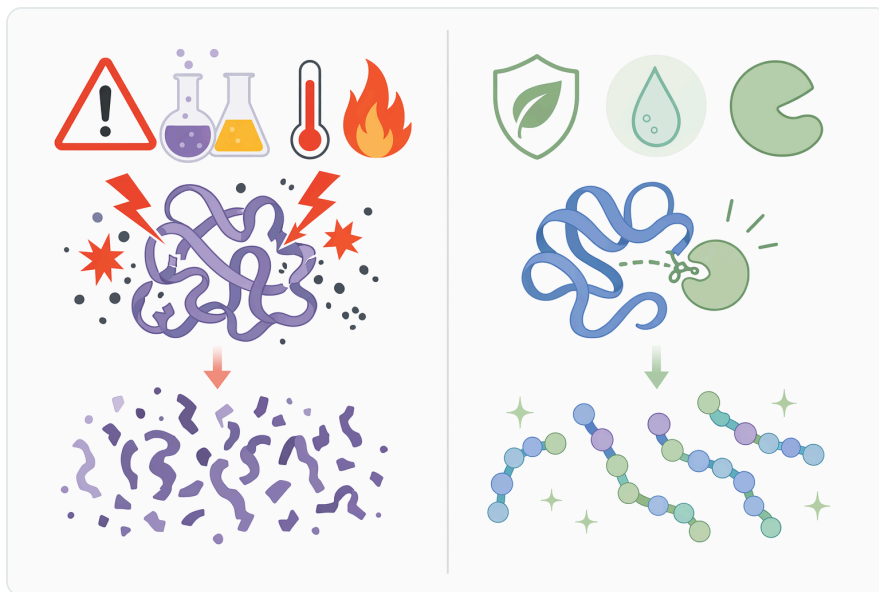


Figure 3. 酸性、中性、鹼性與特殊用途蛋白酶的主要差異，在於適用的製程 pH、對底物的影響，以及水解過度或使用不當的風險。

豆類蛋白的功能性取決於分子大小、表面疏水性、電荷分布與水合作用。適度蛋白水解可改善溶解性、乳化性或發泡性，但水解程度過高則可能造成黏度下降過多、凝膠形成能力變差，或產生不理想的苦味。豆類蛋白研究指出，萃取方式、結構特性與改質技術會影響其食品應用表現；酸性蛋白酶在這裡扮演的是「可控改質工具」，而不是單純把蛋白質切得越小越好。^[8]

對飼料與發酵原料而言，酸性蛋白酶也可協助提高副產物利用率。許多農產與食品加工副產物流含有可利用蛋白，但若直接投入飼料或發酵，可能因消化率、溶解性或抑制因子而限制效益。以酵素預處理把蛋白轉為較易利用的胜肽與胺基酸，可使副產物更接近可穩定配方化的原料。水果副產物與農工廢棄物的工業應用綜述指出，將副產物流轉化為營養或功能性原料是循環利用的重要方向，而蛋白質與多酚、纖維共存的基質通常需要溫和且選擇性的處理策略。^[9]

主要應用三：水產、肉類與蛋白副產物的價值提升

魚類與水產加工副產物通常含有肌原纖維蛋白、膠原相關蛋白、內臟蛋白與可萃取含氮物。若處理不當，這些副產物容易產生異味、腐敗風險與廢水負荷；若經適當酵素水解，則可轉化為胜肽、胺基酸或水解蛋白原料，用於飼料、調味基底或其他功能性配方。魚與魚副產物營養與功能性綜述指出，魚副產物具有蛋白質、脂質與微量營養素利用潛力，重點在於合適的加工與穩定化方式。^[10]

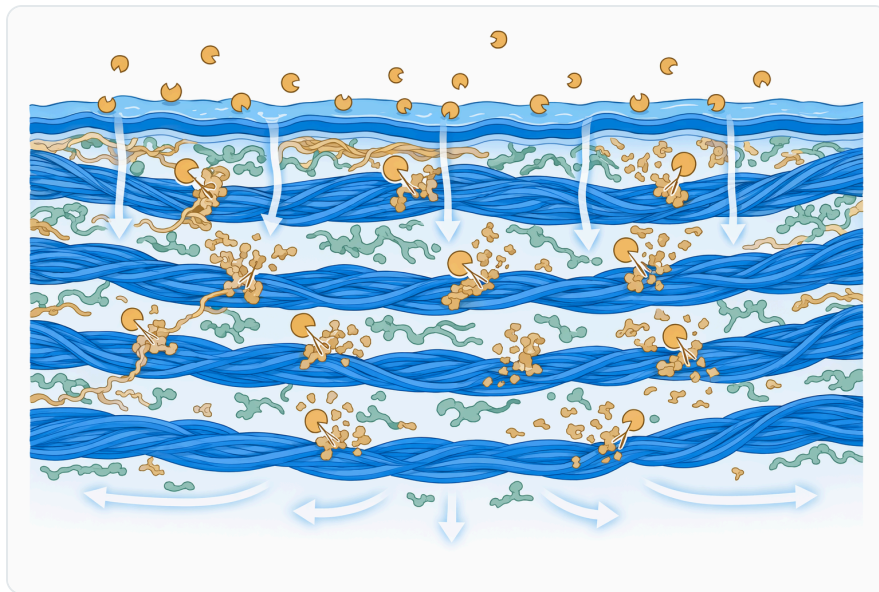


Figure 4. 在酸性製革軟化過程中，酸性蛋白酶可鬆解膠原纖維周圍的蛋白質性物質，同時保留主要的膠原網絡。

酸性蛋白酶在水產副產物處理中的優勢，是可配合酸化保鮮、抑菌或特定水解流程進行蛋白分解。酸性條件本身可能有助於降低部分微生物風險，而酵素則負責把蛋白質轉化為較易溶出與後續分離的形式。不過，水產原料富含脂質與氧化敏感成分，蛋白水解若與脂質氧化同時發生，可能產生腥味或苦味，因此製程需控制時間、溫度、氧暴露與後段分離。這類應用的關鍵不是追求最大水解，而是取得營養釋放、風味控制與產線穩定之間的平衡。^[10]

主要應用四：澄清、過濾與蛋白濁度控制

在飲料、果汁、發酵液或植物萃取液中，蛋白質可能與多酚、單寧、果膠或微粒形成複合物，導致混濁、沉澱或過濾阻塞。酸性蛋白酶可降低部分蛋白性濁度來源，使蛋白質片段變小、溶解行為改變，進而改善澄清與過濾效率。這對本身 pH 偏酸的果蔬萃取液尤其具有製程相容性，因為可以避免把酸性飲料或發酵液調到中性再處理。莓果與枸杞等植物原料的工業應用研究皆指出，多酚與其他植物成分在食品加工中具有價值，但也會帶來萃取、穩定與澄清方面的挑戰。^[11]

酸性蛋白酶並不能取代所有澄清工具。若混濁主要來自果膠、澱粉、纖維素微粒或金屬離子沉澱，單用蛋白酶效果有限；若混濁主要是蛋白質與多酚交聯造成，蛋白酶才更可能發揮明顯作用。實務上，酸性蛋白酶常被視為多步驟澄清策略中的一環，與沉降、離心、過濾或其他食品加工助劑共同使用。植物果實與副產物的加工綜述也顯示，複雜植物基質通常同時包含蛋白、多酚、醣類與細胞壁材料，因此需要依主要限制因子選擇處理工具。^[12]

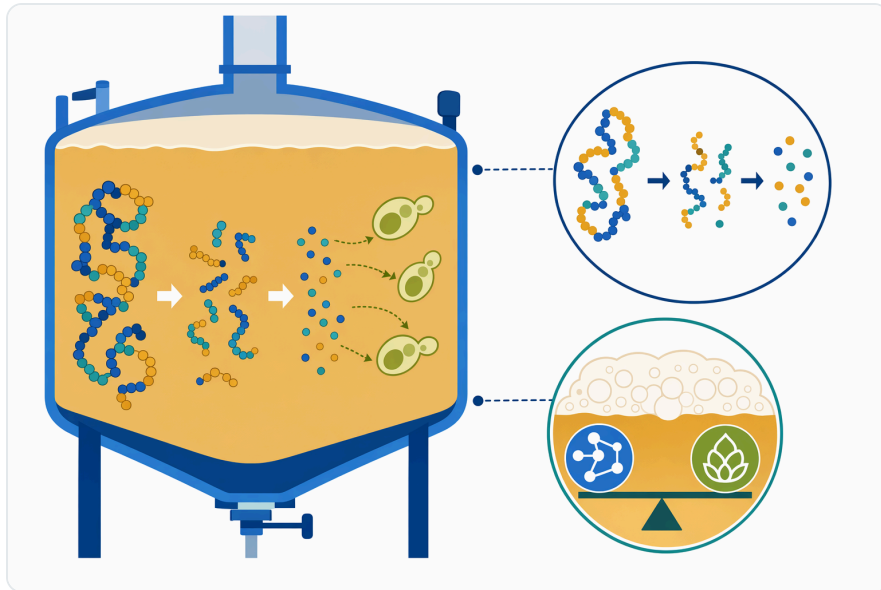


Figure 5. 在釀造與發酵中，受控的酸性蛋白酶處理可提高酵母可利用氮；但過度蛋白水解可能減少有助於泡沫穩定的蛋白質。

主要應用五：酸性工業處理與皮革相關流程

在部分工業流程中，基材已處於酸性環境，卻仍需要去除或改質蛋白質。皮革加工、纖維處理與某些生物質預處理即可能包含酸性浸漬或酸性調理段；酸性蛋白酶可在相容 pH 下進行較溫和的去蛋白作用，降低對基材的過度破壞。相較強酸、強鹼或高溫處理，酵素的優勢在於選擇性較高，可針對蛋白性成分作用，而非全面攻擊所有有機結構。農工廢棄物與生質材料加工研究指出，將溫和生物處理導入材料轉化流程，是降低處理強度與提升資源利用率的重要方向之一。^[13]

不過，工業應用仍需注意酵素與化學品的相容性。酸性蛋白酶是蛋白質本身，可能受到強氧化劑、重金屬、極端溫度、溶劑或表面活性劑影響而失活；基材中的單寧、多酚或交聯劑也可能降低可及性。此處的技術重點不是把酸性蛋白酶當成萬用替代品，而是把它放在「酸性、含蛋白、需要溫和改質」的製程段中，並用產線既有品質指標評估是否改善柔軟度、可加工性、過濾性或廢水負荷。^[13]

製程導入時的關鍵變因：pH、溫度、時間與基質可及性

酸性蛋白酶的效果首先受 pH 影響。pH 會改變酵素活性位點殘基的質子化狀態，也會改變底物蛋白的電荷、膨潤與溶解性；同一酵素在不同基質中的表現，可能因蛋白質是否展開、是否聚集、是否被多酚或纖維包埋而差異很大。與造口皮膚相關的蛋白酶研究雖屬臨床情境，但其結果再次說明 pH 與膽酸等環境因子會顯著改變蛋白酶活性，這一點對工業製程同樣重要。^[3]

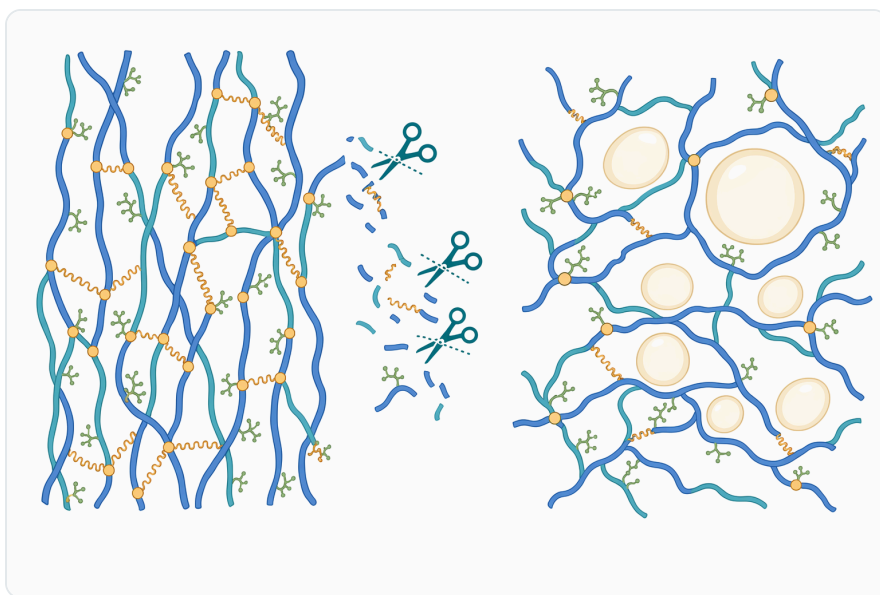


Figure 6. 在酸性麵糰體系中，部分蛋白水解可縮短麩質蛋白，使麵糰更具延展性，同時不會完全破壞其保氣性。

溫度與時間則決定水解程度與副反應風險。溫度提高通常會加速反應，但也可能造成酵素變性、蛋白質不可逆聚集或風味劣化；時間延長可增加胨肽與胺基酸釋放，卻也可能累積苦味胨肽或使功能性蛋白過度降解。在食品與飲品中，過度水解的風險尤其需要控制，因為苦味、胺味、沉澱行為與口感都可能受到小分子胨肽組成影響。蛋白酶切割位點研究顯示，不同序列被切割的速度差異可很大，因此水解產物不是均質混合物，而是由酵素偏好與底物結構共同決定。^[4]

基質前處理也會改變酸性蛋白酶的實際表現。粉碎、加熱、酸浸、均質或先前的發酵作用，可能使蛋白質更容易被酵素接觸；但過度熱處理也可能形成不易水解的聚集體。對豆粕、豆類蛋白、魚副產物或果蔬副產物而言，水分含量、固形物濃度、攪拌效率與粒徑都會影響酵素與肽鍵相遇的機會。因此，在評估酸性蛋白酶時，應把它視為製程參數的一部分，而非單獨添加後必然產生固定效果的分。豆類蛋白改質研究也指出，蛋白結構與加工條件會共同決定最終食品功能性。^[8]

品質、文件與供應資訊

Enzymes.bio 供應 Acid Protease (酸性蛋白酶) 作為商業酵素產品，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，供使用者進行內部文件管理、安全作業與批次追溯。此資訊屬供應與文件層級，不代表 Enzymes.bio 是產品製造商或實驗室，也不表示其提供製造配方、實驗室分析服務或特定製程保證。

對 B2B 使用者而言，CoA 與 SDS 的價值在於建立進料記錄、危害溝通與現場操作依據。酵素產品本質上是蛋白質製劑，粉體或氣溶膠可能對敏感人員造成呼吸道或皮膚致敏風險，因此倉儲、投料與清潔作業應依 SDS 內容設置防護與通風。由於不同批次、不同原料與不同產線條件會影響實際水解結果，量產導入時應以企業內部既有品質指標，例如可溶性氮、濁度、黏度、過濾時間、感官結果或產品收率，判斷酵素處理是否達成製程目標。

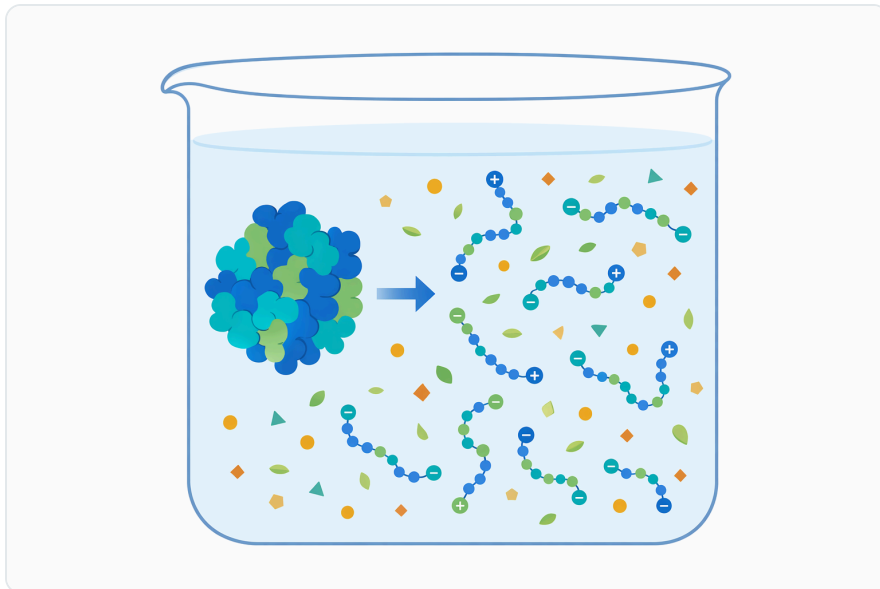


Figure 7. 酸性蛋白酶可將結構緊密的大豆與植物蛋白轉化為較小的肽段，改變其溶解性、分散性與作為風味前驅物的潛力。

應用效益與限制：適合酸性蛋白水解，但不是萬用處理劑

酸性蛋白酶的主要效益可整理為四點：第一，提升酸性條件下的蛋白質水解效率；第二，增加可利用胜肽與游離胺基酸，支援發酵營養與風味前驅物生成；第三，降低部分蛋白性濁度或改善過濾；第四，協助植物、魚類與農產副產物轉化為更具利用價值的蛋白水解物。酸性蛋白酶在豆粕蛋白降解上的研究，以及 *Aspergillus* 相關蛋白酶工業化研究，均支持其作為食品、飼料與發酵原料處理工具的技術合理性。^[1]

限制也必須清楚界定。酸性蛋白酶只作用於蛋白質肽鍵，無法直接分解澱粉、果膠、纖維素或脂質；若製程瓶頸來自多醣黏度、細胞壁完整性或脂肪氧化，可能需要其他處理策略。酸性蛋白酶也不能保證所有蛋白濁度完全消失，因為多酚交聯、熱變性聚集與礦物沉澱都可能造成非單一蛋白酶可解決的問題。水果副產物與植物原料研究顯示，複雜基質常由多種大分子與小分子共同決定加工行為，因此酵素選擇應根據實際限制因子，而非只根據原料名稱。^[9]

在風味敏感產品中，控制水解程度尤其重要。適度水解可提升鮮味、醇厚感或發酵速度；過度水解則可能產生苦味胜肽、過強胺味或口感變薄。這種雙面性來自蛋白酶本身的選擇性：不同切割位點會產生不同長度與疏水性的胜肽，而這些胜肽的感官特性差異很大。蛋白酶切割動力學研究指出，酵素對特定位點的切割速度可被序列設計顯著影響，說明水解產物分布具有高度酵素與底物依賴性。^[4]



Figure 8. Enzymes.bio 的購買流程為線上以 1 公斤為單位下單，接著完成付款、訂單處理與出貨，並提供 COA 與 SDS 文件。

結論：Acid Protease 適合需要酸性蛋白水解的發酵、食品與原料改質流程

Acid Protease (酸性蛋白酶) 是一項適合酸性製程的蛋白質改質工具，主要應用於釀造與發酵食品的氮源釋放、植物蛋白與豆粕水解、魚類與農產副產物升值、酸性澄清輔助，以及部分酸性工業去蛋白流程。其作用機制是透過酸性條件下的水分子活化與肽鍵水解，將大分子蛋白轉化為胜肽與胺基酸；若涉及 glutamic acid protease 或天冬氨酸蛋白酶等不同家族，切割偏好與產物組成也可能不同。^[1]

對產業使用者而言，酸性蛋白酶的價值不在於單獨追求最高水解，而在於把 pH、溫度、處理時間、基質可及性與產品品質指標整合起來，讓蛋白水解服務於具體目標：更穩定的發酵、更清澈的液體、更高價值的蛋白副產物，或更溫和的酸性工業處理。Enzymes.bio 作為供應商提供 1 kg 線上銷售的 Acid Protease 產品，並隨訂單提供 CoA 與 SDS，適合作為企業進行酸性蛋白水解應用評估與製程導入時的商業酵素來源。

線上訂購 Acid Protease

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 Acid Protease →](#)

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. Xue, Y., Yan, Q., Tian, X., Han, D., & Jiang, Z. (2024). High-level secretory expression and characterization of acid protease in *Komagataella phaffii* and its application in soybean meal protein degradation. *International Journal of Biological Macromolecules*, 137011 .
2. Zhou, Y., & Hua, J. (2025). Regulation and Mechanisms of L-Lactic Acid and D-Lactic Acid Production in Baijiu Brewing: Insights for Flavor Optimization and Industrial Application. *Fermentation*.
3. Leininger, A., Hamid, I., Faruqi, A., Pawlikowski, M., Rehman, E., Farooq, Z., Narayanan, M., ... et al. (2025). Effect of pH and Bile Acids on Protease Activity: Implications for Mitigating Peristomal Skin Complications in Ostomy Patients. *Physiology*.
4. Khramtsov, Y. V., Georgiev, G., & Sobolev, A. S. (2023). Selection of an Amino Acid Site with One of the Fastest Cleavage Kinetics by the Endosomal Protease Cathepsin B for Potential Use in Drug Delivery Systems. *Doklady Biochemistry and Biophysics*, 509, 78-80.
5. Luo, Q., Wang, J., Meng, X., Liu, X., Gao, H., Zhu, W., & Wang, Y. (2026). A cold-adapted subtilisin-like protease from Antarctic fungus *Pseudogymnoascus* sp. OUCMDZ-4032: Identification, characterization, and potential for cold-water detergent applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 368, 152722 .
6. Rehman, K., Abdelrahman, E. A., Alissa, M., Khattak, N. S., Alghamdi, A., Alghamdi, S. A., Alshehri, M. A., ... et al. (2025). Thermostable and Solvent-Tolerant Alkaline Protease from *Galium aparine*: Purification and Industrial Applications. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 110529 .
7. Panchanawaporn, S., Chutrakul, C., Jeennor, S., Anantayanon, J., & Laoteng, K. (2024). Development of *Aspergillus oryzae* BCC7051 as a Robust Cell Factory Towards the Transcriptional Regulation of Protease-Encoding Genes for Industrial Applications. *Journal of Fungi*, 11.
8. Choudhury, D., Gul, K., Sehrawat, R., Mir, N., & Ali, A. (2025). Unveiling the potential of bean proteins: Extraction methods, functional and structural properties, modification techniques, physiological benefits, and diverse food applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 139578 .
9. Teshome, E., Teka, T., Nandasiri, R., Rout, J., Harouna, D. V., Astatkie, T., & Urugo, M. M. (2023). Fruit By-Products and Their Industrial Applications for Nutritional Benefits and Health Promotion: A Comprehensive Review. *Sustainability*.

10. Noreen, S., Hashmi, B., Aja, P., & Atoki, A. (2025). Health benefits of fish and fish by-products—a nutritional and functional perspective. *Frontiers in Nutrition*, 12.
11. Jiang, Y., Fang, Z., Leonard, W., & Zhang, P. (2021). Phenolic compounds in Lycium berry: Composition, health benefits and industrial applications. *Journal of Functional Foods*, 77, 104340.
12. Pires, T., Caleja, C., Santos-Buelga, C., Barros, L., & Ferreira, I. (2020). Vaccinium myrtillus L. Fruits as a Novel Source of Phenolic Compounds with Health Benefits and Industrial Applications - A Review. *Current pharmaceutical design*, 26, 1917 - 1928.
13. Wang, Y., Wang, Z., Lin, Y., Qin, Y., He, R., Wang, M., Sun, Q., ... et al. (2024). Nanocellulose from agro-industrial wastes: A review on sources, production, applications, and current challenges. *Food Research International*, 192, 114741 .


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。