

Aminopeptidase (氨基肽酶) 技術說明：蛋白水解後處理、去苦與風味調整的外切蛋白酶

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

Aminopeptidase (aminopeptidase 中文常譯為「氨基肽酶」或「胺肽酶」) 是一類從胜肽或蛋白質 **N 端** 逐步切除胺基酸的外切蛋白酶，常用於蛋白水解物的風味修飾、去苦、提高游離胺基酸比例，以及部分生技製程中的胜肽後處理。與內切蛋白酶先把大蛋白切成較短胜肽不同，aminopeptidase 的價值在於「末端精修」：它能依受質偏好逐步修飾 N 端序列，讓水解物的風味、溶解性與胺基酸組成更可控。Enzymes.bio 供應的 aminopeptidase products 以 1 kg 單位在線上銷售，訂單會隨附 CoA 與 SDS，供使用者納入內部品質與安全文件管理。

什麼是 Aminopeptidase？主要功能與產業定位

Aminopeptidase 屬於 exopeptidase (外切肽酶) 的一支，aminopeptidase function 的核心是辨識胜肽鏈的游離 N 端，水解第一個胺基酸與下一個胺基酸之間的肽鍵，釋放單一游離胺基酸，並產生新的 N 端供下一輪反應使用。這種「由 N 端逐步修剪」的作用，使它在蛋白質水解後段特別有價值；許多苦味肽的苦味與疏水性胺基酸殘基、短肽序列及末端結構有關，透過氨基肽酶進一步修飾，可降低不良風味並增加游離胺基酸。研究指出，不同 aminopeptidase 的受質專一性會直接影響其水解花生蛋白與玉米醇溶蛋白等植物蛋白的表現，顯示「酵素類型」與「原料蛋白」之間的匹配是應用成敗關鍵之一 ^[1]。

在食品加工語境中，aminopeptidase protease 通常不是單獨承擔整段水解，而是與內切蛋白酶形成互補：內切蛋白酶先在蛋白質內部切割，產生較短胜肽；aminopeptidase 再由這些胜肽的 N 端逐步釋放胺基酸。這種串接策略可用於動物蛋白、植物蛋白、發酵調味基底與副產物蛋白的價值化處理。例如，*Aspergillus oryzae* 來源的 leucine aminopeptidase 曾被用於雞胸肉水解研究，重點在提升蛋白水解程度與改善水解物特性，反映微生物來源氨基肽酶在食品蛋白加工中的實務潛力 ^[2]。

Aminopeptidase 的作用機制：為什麼能「精修」N 端？

N 端辨識、金屬活化與肽鍵水解

Aminopeptidase 的催化通常可分成三個概念步驟。第一，受質的游離 N 端進入活性位點，酵素的結合口袋辨識 N 端胺基酸的大小、電荷、疏水性與鄰近序列。第二，活性位點中的催化殘基與常見金屬中心協助活化水分子，使水分子對肽鍵羰基進行親核攻擊。第三，肽鍵斷裂後釋放一個游離胺基酸，剩餘胜肽因產生新的 N 端，可再次成為酵素受質。哺乳動物 tetrahedral aspartyl aminopeptidase 的研究顯示，金屬活化與受質辨識會共同決定催化效率與受質範圍，這也解釋了不同氨基肽酶在實務製程中表現差異明顯的原因 [3]。

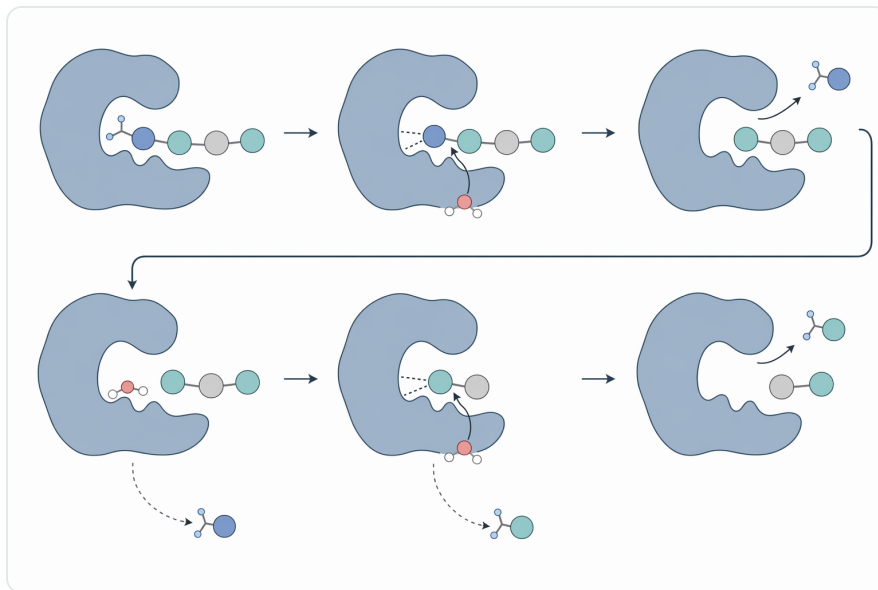


Figure 1. 胺基酶作為外切酶，會從胜肽片段的 N 端依序釋放胺基酸。

「專一性」是 aminopeptidase 最值得注意的技術特徵。某些酵素偏好亮氨酸、丙氨酸或疏水性 N 端殘基；某些則針對特定二肽結構或帶有脯氨酸的序列更有效。以 tomato wound-induced leucine aminopeptidase 的結構研究為例，活性位點周邊的空間形狀與胺基酸殘基會影響受質如何定位，進而決定 N 端殘基是否能順利被切除 [4]。因此，在食品或生技製程中談 aminopeptidase example 時，不宜只說「它能水解蛋白」；更精準的說法是：它能依其受質偏好，從特定胜肽的 N 端依序釋放胺基酸，改變水解物的末端組成與感官表現。

與 Carboxypeptidase 的差異：N 端與 C 端的互補

在蛋白質後處理中，carboxypeptidase and aminopeptidase 常被一起比較，因為兩者都屬於外切酵素，但作用方向相反。Aminopeptidase 從 N 端切除胺基酸；carboxypeptidase 則從 C 端切除胺基酸。兩者都能改變游離胺基酸與短肽分布，但產生的風味輪廓與序列修飾結果可能不同。對於需要調

整苦味、鹹味、鮮味或後味的水解物，N 端與 C 端外切策略有時會搭配內切蛋白酶做分段控制，而不是以單一酵素完成所有目標。

酵素類型	主要切割位置	製程角色	常見目的	實務考量
內切蛋白酶 (endopeptidase)	蛋白質或長胜肽內部	前段裂解	降低分子量、產生短肽	可能產生苦味肽，需後處理
Aminopeptidase	N 端逐步切除	後段精修	去苦、增加游離胺基酸、調整 N 端	受 N 端殘基與鄰近序列影響
Carboxypeptidase	C 端逐步切除	後段精修	調整 C 端組成與游離胺基酸	與 aminopeptidase 方向互補
Dipeptidyl aminopeptidase	N 端釋放二肽	特定序列處理	處理特定 N 端二肽模式	對序列限制通常更明顯

值得注意的是，aminopeptidase 不是單一酵素名稱，而是一群功能相近、來源與結構多樣的酵素。結構導向研究顯示，Bacillus subtilis aminopeptidase 的受質專一性可透過活性位點周邊殘基改變而調整，代表「同樣稱為 aminopeptidase」的產品或酵素型別，在不同受質上的結果不應被簡化為完全相同 [5]。

常見類型：Aminopeptidase N、Aminopeptidase P 與 Leucyl Aminopeptidase

Aminopeptidase N function：不等同於所有工業氨基肽酶

Aminopeptidase N (常縮寫為 APN，也稱 CD13) 是研究文獻中常見的氨基肽酶之一，與細胞表面胜肽代謝、訊號調節、免疫與病原互動等主題相關。從機制上看，aminopeptidase n function 仍屬於 N 端肽鍵水解，但其生理角色與食品加工用氨基肽酶並不相同。針對 aminopeptidase N 的胜肽設計研究指出，APN 的受質辨識可用於治療性胜肽設計與酵素靶向策略，這屬於生醫研究脈絡，而非一般食品蛋白水解應用的直接證據 [6]。

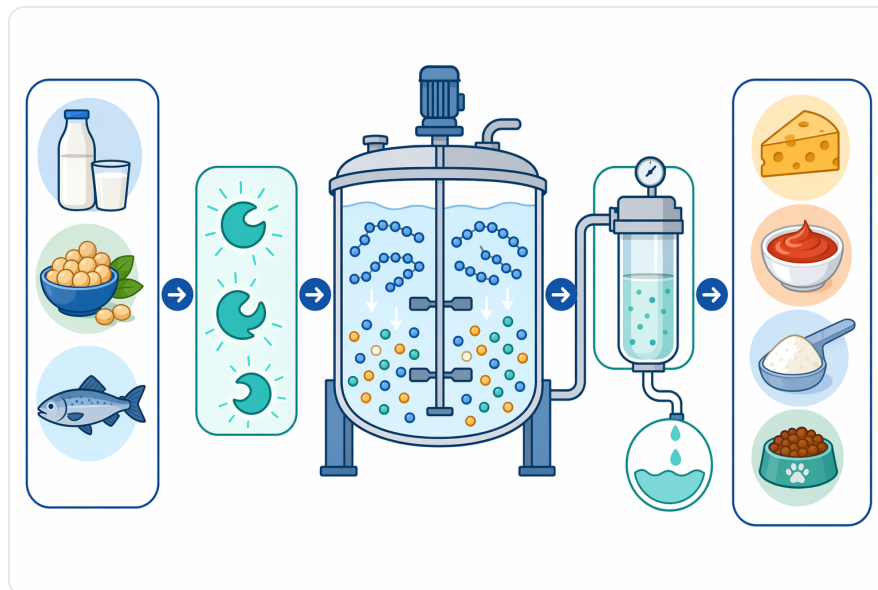


Figure 2. 蛋白質水解通常從內切蛋白酶打開蛋白質結構開始，接著由胺基酶完成胜肽修飾，必要時再進行最後的二肽分解。

在搜尋 aminopeptidase n 時，容易看到與癌症、免疫、病毒受體或藥物傳遞相關的資料。這些資料對理解酵素家族很有幫助，但不應直接外推到商業 aminopeptidase products 的功能宣稱。對食品與生技加工而言，更重要的是產品所代表的酵素型別、來源、配方穩定性，以及它對目標蛋白水解物的受質偏好，而不是將 APN 的細胞生理功能與一般工業外切蛋白酶混為一談。

Aminopeptidase P 與脯氨酸相關序列

Aminopeptidase P 是另一個常被搜尋的類型，特色在於可處理 N 端第二位為脯氨酸的胜肽結構，因為脯氨酸的環狀結構常使一般蛋白酶較難切割。人類 XPNPEP3 與相關 Icp55 orthologs 的結構與活性比較顯示，這類酵素在細胞過程中具有特定受質與定位意義，並非所有 aminopeptidase 都能有效處理含脯氨酸的 N 端序列 [7]。在應用上，若水解物苦味或功能性與含脯氨酸短肽相關，選擇具相應偏好的外切酵素才可能改善結果。

Dipeptidyl aminopeptidase 也常被歸入廣義 aminopeptidase 討論，它不是釋放單一胺基酸，而是由 N 端釋放二肽。共生菌來源的 dipeptidyl aminopeptidase 研究顯示，酵素可對 N 端 glycine 具有特異性，並在體外降解人類抗菌胜肽，這強調了 N 端辨識在不同生物系統中的高度選擇性 [8]。對產業使用者而言，這類研究的啟示是：同樣是「N 端外切」，單胺基酸釋放與二肽釋放會導致不同的水解物組成。



Figure 3. 胺基酶、胰蛋白酶型內切蛋白酶、羧基酶與二肽酶的主要差異，在於它們切割胜肽受質的位置不同。

食品加工應用：去苦、增鮮與蛋白副產物價值化

蛋白水解物的去苦與風味改善

食品加工是 aminopeptidase 最具代表性的應用方向之一。植物蛋白、肉類蛋白、魚貝蛋白或發酵原料在內切水解後，常會生成帶苦味的短肽；這些胜肽若保留在終端產品中，會限制其用於飲品、營養配方、調味粉或發酵調味基底。Aminopeptidase 可進一步釋放 N 端胺基酸，改變短肽長度、疏水性暴露與末端結構，因而有助於降低苦味並提高游離胺基酸帶來的鮮味、甜味或複合風味。花生蛋白分離物與玉米醇溶蛋白的研究指出，酵素專一性會影響水解性能，顯示去苦並非單純提高水解程度，而是需要控制胜肽組成 [1]。

在動物蛋白方面，雞胸肉蛋白水解研究顯示，*Aspergillus oryzae* 來源 leucine aminopeptidase 可應用於肉類蛋白水解，協助提升水解物特性與胺基酸釋放。這類應用對調味料、肉味基底、營養補充配方與高蛋白食品有意義，尤其當目標是讓蛋白水解物更容易被納入終端配方，而不是只追求蛋白質降解本身 [2]。

發酵食品、鹽漬環境與風味熟成

發酵食品中的風味形成通常是微生物群落、蛋白酶、脂肪酶與環境條件共同作用的結果。泰式傳統蝦醬加工的微生物多樣性研究指出，發酵過程中的微生物組成會隨加工階段變化，這類系統中蛋白分解與胺基酸釋放是形成風味的重要背景之一 [9]。雖然這不代表單一外加 aminopeptidase 能完全複製傳統發酵風味，但可說明在高蛋白發酵基底中，N 端外切活性與游離胺基酸生成具有工藝相關性。

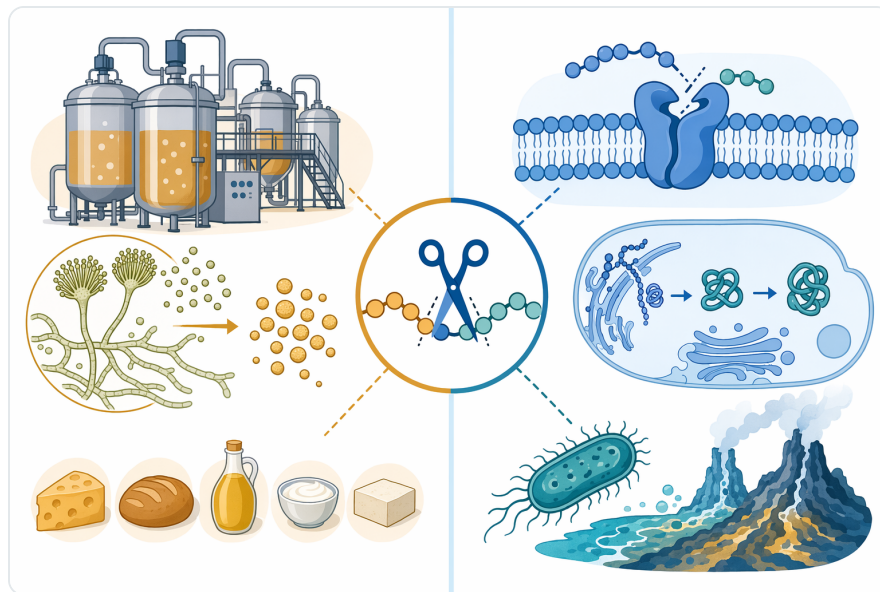


Figure 4. 胺肽酶存在於微生物、動物、人體及嗜極生物系統中，而食品酵素生產通常著重於微生物來源。

鹽漬或高鹽發酵食品對酵素是一種壓力環境，因為鹽度可能影響蛋白構象、受質溶解性與酵素穩定性。近年對嗜鹽 *aminopeptidase* 的研究指出，具有廣泛受質專一性的嗜鹽氨基肽酶具備應用於鹽漬發酵食品的潛力，特別適合討論魚露、蝦醬、醬油型基底或高鹽調味液中的蛋白水解後修飾 [10]。在這類應用中，重點不是單純增加酵素添加量，而是確認酵素在鹽度、pH、基質濃度與風味目標下仍能發揮外切作用。

堅果與植物副產物蛋白的再利用

植物性蛋白副產物的價值化，是近年食品與永續加工的重要方向。以東北核桃粕蛋白為例，雙酵素水解研究探討了酵素組合對水解物性質與組成的影響，顯示透過不同蛋白酶策略可以改變水解物的理化特性與潛在用途 [11]。*Aminopeptidase* 在這類流程中的角色，通常是接續內切水解後進行細部修飾，使苦味、溶解性、游離胺基酸與短肽分布更符合終端配方需求。

生技與肽製程中的用途：精準修飾而非粗放水解

在生技製程中，*aminopeptidase* 可作為肽或蛋白質 N 端修飾工具。與化學切割相比，酵素反應通常條件較溫和，對某些熱敏性或結構敏感的肽較友善；但它的限制也很明確：受質必須符合酵素的 N 端辨識條件，且反應結果會受到鄰近序列、構象、共存成分與抑制物影響。內質網 *aminopeptidase-1* 的研究顯示，特定位點胺基酸對酵素活性與受質專一性至關重要，這提醒使用者不要把 N 端外切能力視為無差別切割 [12]。

結構與運算導向的酵素篩選正在幫助研究者更精準地預測 aminopeptidase 對特定胜肽的表現。2024 年的 in silico enzymolysis-guided mining 研究即以分子層級解析受質專一性機制，強調可以透過序列、結構與模擬資訊來尋找更適合特定水解任務的氨基肽酶 [13]。對產業而言，這類研究方向說明了未來 aminopeptidase 應用會更接近「受質導向選擇」，而不是僅依通用蛋白酶概念操作。

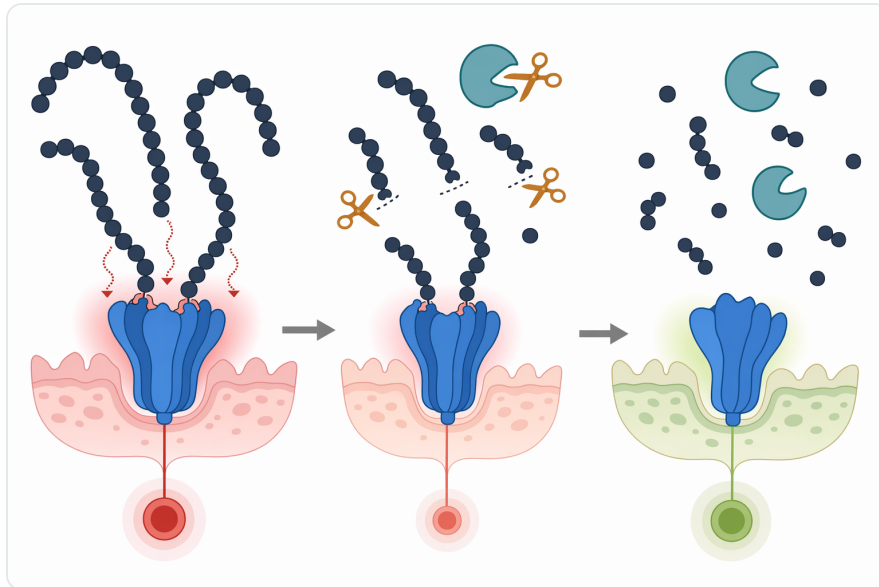


Figure 5. 胺基酶可修剪可接近的胜肽末端，使水解物轉向較短的胜肽與游離胺基酸，從而降低苦味。

製程整合：與內切蛋白酶、熱壓加工與基質條件的關係

與內切蛋白酶的協同邏輯

Aminopeptidase 最常見的導入方式，是接在內切蛋白酶之後。原因很直接：完整蛋白質的 N 端數量有限，若不先由內切酵素產生大量短肽，外切氨基肽酶可作用的端點相對少；內切後產生的胜肽越多，N 端位點越多，aminopeptidase 才更容易展現風味修飾與游離胺基酸釋放的效果。這也是為什麼蛋白水解物製程常將「降低分子量」與「末端修飾」拆成兩個階段，而不是期待單一酵素一次完成所有目標。

然而，協同不代表任何酵素任意組合都有效。若前段內切酵素產生的短肽 N 端多為 aminopeptidase 不偏好的殘基，後段外切效率可能受限；反之，若前段水解產生適合的 N 端結構，外切修飾效果可能更明顯。這也是花生蛋白與玉米醇溶蛋白研究中「專一性影響水解表現」的實務意義：原料蛋白、前段蛋白酶與後段 aminopeptidase 必須一起考量 [1]。

高壓、熟成與加工條件的影響

食品製程中的高壓處理、熱處理、鹽度、pH 與水活性都可能影響蛋白質構象與酵素活性。乳酪研究顯示，高壓加工會影響未殺菌乳製成乳酪的微生物、蛋白水解、生物胺與風味表現，說明加工物理條件與蛋白分解路徑之間有密切關聯^[14]。在導入 aminopeptidase 時，使用者應從製程整合角度理解：酵素作用不是孤立事件，而是受到基質可及性、微生物背景與後段熟成條件共同影響。

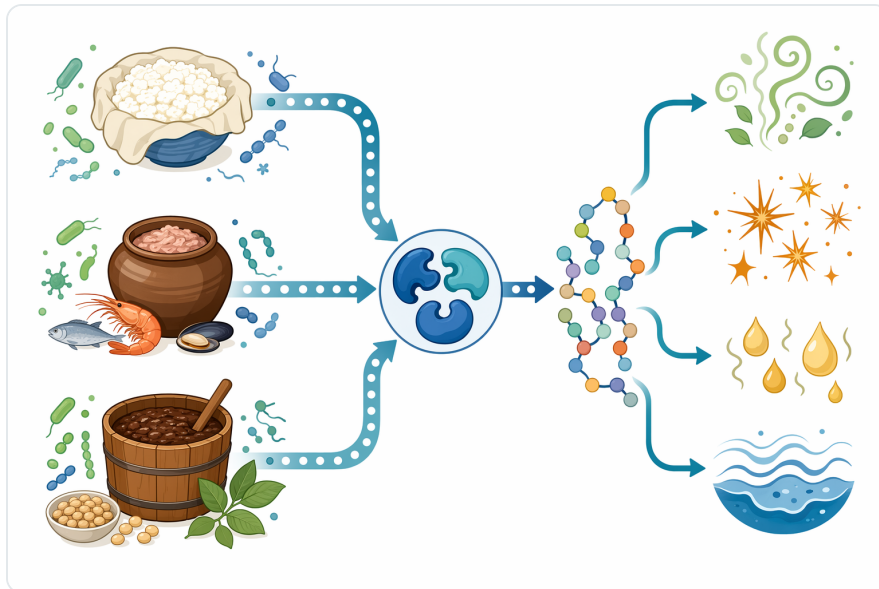


Figure 6. 在發酵與熟成食品中，由胺基酸酶釋放的胺基酸可直接影響味道，並作為香氣化學反應的前驅物。

針對 *Streptococcus thermophilus* 來源 X-prolyl dipeptidyl aminopeptidase 的高壓研究也指出，壓力會造成酵素結構修飾並影響活性。這類資料對乳製品、發酵食品或高壓保鮮流程具有參考價值，因為即使反應配方相同，加工歷程仍可能改變酵素與受質的互動方式^[15]。

安全與法規脈絡：食品酵素應依用途與地區判定

食品用酵素的安全性評估通常會考量來源微生物、製程殘留、毒理資料、過敏風險與預期攝食暴露。EFSA 對非基因改造 *Aspergillus* sp. strain AE-MB 來源 leucyl aminopeptidase 的食品酵素安全評估，提供了食品酵素審查如何處理來源、用途與暴露的公開案例^[16]。這類資料能幫助產業使用者理解：aminopeptidase 是否適合某一食品用途，並不只取決於酵素功能，也取決於當地法規與應用類別。

另一份 EFSA 評估針對非基因改造 *Aspergillus oryzae* strain NZYM-EX 來源 leucyl aminopeptidase，顯示相同酵素類別在不同來源與製備背景下仍需個別評估^[17]。因此，本文提供的是技術與應用層面的教育性說明；若用於食品、保健食品、特殊營養品或生技產品，仍應由使用者依目標市場法規、內部品質系統與產品標示要求進行合規判定。

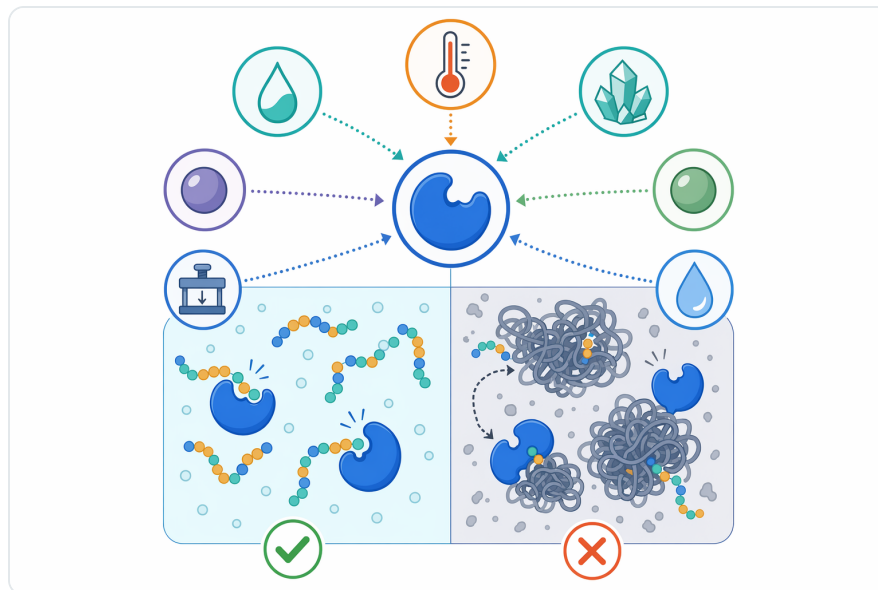


Figure 7. 胺肽酶的作用表現取決於可接近的 N 端，以及 pH、溫度、鹽分、金屬離子、壓力與受質溶解度等基質條件。

使用上的一般注意事項：以應用結果為導向

Aminopeptidase 的實際表現取決於酵素來源、受質序列、蛋白前處理、pH、溫度、鹽度、金屬離子、螯合劑與其他配方成分。許多氨基肽酶屬金屬依賴型，若系統中存在強螯合成分，可能干擾金屬中心與催化構象；反之，合適的離子環境可能有助於穩定活性。由於不同 aminopeptidase 的結構與金屬活化模式不完全一致，使用時應以目標水解物的風味、游離胺基酸輪廓與加工相容性作為評估重點，而不是單看通用蛋白水解概念 [3]。

保存與處理方面，酵素通常應避免長時間暴露於高溫、高濕、極端 pH 或可能造成蛋白變性的條件；實際儲存與安全處理應依隨訂單提供的 CoA 與 SDS 進行。Enzymes.bio 是供應商，並非製造商或檢測實驗室；其 aminopeptidase products 以 1 kg 單位在線上直接銷售，文件隨訂單提供，便於使用者納入既有的原料登錄、倉儲與安全管理流程。

優勢、限制與適合的應用場景

Aminopeptidase 的主要優勢是方向性明確、條件相對溫和，且能在內切蛋白酶之後進行 N 端精修。它特別適合用於蛋白水解物去苦、發酵調味基底風味修飾、動植物蛋白副產物再利用、游離胺基酸提升，以及部分胜肽製程中的 N 端處理。相較於只使用內切蛋白酶，加入 aminopeptidase 可讓水解策略從「切小」進一步走向「調整末端與風味」，這對高蛋白飲品、營養粉、調味料與特殊胜肽原料都有實務意義。

它的限制同樣需要清楚說明。第一，不同 aminopeptidase 的受質偏好差異很大，無法保證對所有蛋白或所有苦味肽都有效。第二，若基質前處理不足、短肽 N 端不適應，或製程中存在抑制因子，外切效果可能低於預期。第三，生醫文獻中關於 aminopeptidase N、aminopeptidase P 或其他細胞酵素的功能，不能直接轉化為食品加工宣稱。最穩健的導入方式，是把 aminopeptidase 視為蛋白水解流程中的「末端修飾工具」，並以實際配方中的感官、溶解性與水解物組成作為判斷依據。



Figure 8. 胺基酶的應用包括蛋白質水解物、肉類與禽肉加工、乳製品熟成、植物副產物升值利用、發酵調味品、營養品與飼料原料。

結語：Aminopeptidase 的核心價值在於可控的 N 端修飾

Aminopeptidase 是蛋白水解與肽後處理中重要的外切蛋白酶，能從 N 端逐步釋放胺基酸，協助改善水解物苦味、提升游離胺基酸比例，並支援食品、發酵調味、植物蛋白價值化與部分生技製程。它與 carboxypeptidase 的差異在於作用方向，與內切蛋白酶的差異在於製程角色；理解這三者的互補關係，是建立穩定蛋白水解策略的關鍵。

對產業使用者而言，選擇 aminopeptidase 不只是選擇一種 protease，而是選擇一種能影響 N 端肽結構、風味結果與胺基酸釋放模式的製程工具。Enzymes.bio 供應之 Aminopeptidase 以 1 kg 單位在線上銷售，訂單隨附 CoA 與 SDS；使用者可依自身應用、地區法規與內部品質流程，將其納入食品加工、生技開發或蛋白水解物配方優化。

線上訂購 Aminopeptidase

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 Aminopeptidase →](#)

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. Fenfen, L., Chuan-Hu, Ni, Z., & Dongping, H. (2019). The specificity of an aminopeptidase affects its performance in hydrolyzing peanut protein isolate and zein. *LWT*.
2. Lin, S., Chen, Y., Chen, L., Feng, H., Chen, C., & Chu, W. (2008). Large-scale production and application of leucine aminopeptidase produced by *Aspergillus oryzae* LL1 for hydrolysis of chicken breast meat. *European Food Research and Technology*, 227, 159-165.
3. Chen, Y., Farquhar, E., Chance, M., Palczewski, K., & Kiser, P. (2012). Insights into Substrate Specificity and Metal Activation of Mammalian Tetrahedral Aspartyl Aminopeptidase*. *Journal of Biological Chemistry*, 287, 13356 - 13370.
4. Duprez, K., Scranton, M., Walling, L., & Fan, L. (2014). Structure of tomato wound-induced leucine aminopeptidase sheds light on substrate specificity. *Acta Crystallographica Section D: Biological Crystallography*, 70 Pt 6, 1649-58.
5. Gao, X., Cui, W., Ding, N., Liu, Z., Tian, Y., & Zhou, Z. (2013). Structure-based approach to alter the substrate specificity of *Bacillus subtilis* aminopeptidase. *Prion*, 7, 328 - 334.
6. Joshi, S., Chen, L., Winter, M. B., Lin, Y., Yang, Y., Shapovalova, M., Smith, P., ... et al. (2017). The Rational Design of Therapeutic Peptides for Aminopeptidase N using a Substrate-Based Approach. *Scientific Reports*, 7.
7. Singh, R., Jamdar, S., Goyal, V. D., Kumar, A., Ghosh, B., & Makde, R. D. (2017). Structure of the human aminopeptidase XPNPEP3 and comparison of its in vitro activity with Icp55 orthologs: Insights into diverse cellular processes. *Journal of Biological Chemistry*, 292, 10035 - 10047.
8. Xu, J. H., Jiang, Z., Solania, A., Chatterjee, S., Suzuki, B., Lietz, C. B., Hook, V., ... et al. (2018). A Commensal Dipeptidyl Aminopeptidase with Specificity for N-terminal Glycine Degrades Human-produced Antimicrobial Peptides In Vitro. *ACS Chemical Biology*, 13, 2513 - 2521.
9. Phewpan, A., Phuwaprisirisan, P., Takahashi, H., Ohshima, C., Lopetcharat, K., Techaruvichit, P., & Keeratipibul, S. (2020). Microbial diversity during processing of Thai traditional fermented shrimp paste, determined by next generation sequencing. *LWT*.

10. Hou, J., Mao, Y., Lu, Y., Nwankwo, C., Hu, Y., Zhu, L., Dong, X., ... et al. (2025). A Halophilic Aminopeptidase With Broad Substrate Specificity: Exploring Its Catalytic Potential and Application in Salt-Fermented Foods. *Journal of Food Science*, 90 4, e70218 .
11. Shen, Y., Fang, L., Liu, C., Wang, J., Wu, D., Zeng, Q., Leng, Y., ... et al. (2024). Effect of bi-enzyme hydrolysis on the properties and composition of hydrolysates of Manchurian walnut dreg protein. *Food Chemistry*, 447, 138947 .
12. Goto, Y., Tanji, H., Hattori, A., & Tsujimoto, M. (2008). Glutamine-181 is crucial in the enzymatic activity and substrate specificity of human endoplasmic-reticulum aminopeptidase-1. *Biochemical Journal*, 416 1, 109-16 .
13. Zhang, M., Pu, J., Cui, Y., Sun, J., Dong, H., & Mao, X. (2024). In Silico Enzymolysis-Guided Mining of Aminopeptidases with Molecular Insights into Their Substrate Specificity Mechanism. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
14. Calzada, J., Olmo, A., Picon, A., Gaya, P., & Nuñez, M. (2015). Effect of High-Pressure Processing on the Microbiology, Proteolysis, Biogenic Amines and Flavour of Cheese Made from Unpasteurized Milk. *Food and Bioprocess Technology*, 8, 319-332.
15. Giannoglou, M., Alexandrakis, Z., Stavros, P., Katsaros, G., Katapodis, P., Nounesis, G., & Taoukis, P. (2018). Effect of high pressure on structural modifications and enzymatic activity of a purified X-prolyl dipeptidyl aminopeptidase from Streptococcus thermophilus. *Food Chemistry*, 248, 304-311 .
16. Lambré, C., Baviera, J. M. B., Bolognesi, C., Cocconcelli, P., Crebelli, R., Gott, D., Grob, K., ... et al. (2024). Safety evaluation of the food enzyme leucyl aminopeptidase from the non-genetically modified Aspergillus sp. strain AE-MB. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 22.
17. Lambré, C., Baviera, J. M. B., Bolognesi, C., Cocconcelli, P., Crebelli, R., Gott, D., Grob, K., ... et al. (2023). Safety evaluation of the food enzyme leucyl aminopeptidase from non-genetically modified Aspergillus oryzae strain NZYM-EX. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 21.

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。