

Asparaginase (L-Asparaginase)：用於降低丙烯醯胺、食品研發與生物製程整合的技術說明

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

Asparaginase (中文常譯為「天門冬醯胺酶」；搜尋 asparaginase 中文、l-asparaginase 中文 或 l asparaginase 中文 時多指同一類酵素) 可催化 L-asparagine 水解為 L-aspartate 與氨，因而在食品加工中可從前驅物端降低高溫 Maillard 反應生成丙烯醯胺的機會。Enzymes.bio 供應的 Asparaginase 以 1 kg 單位線上銷售，適合食品研發、工業流程評估與非臨床研究用途；CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供。

Asparaginase 是什麼：名稱、反應與主要應用邊界

Asparaginase，又常寫作 L-asparaginase、l asparaginase 或 L-asparagine amidohydrolase，是一類催化 L-天門冬醯胺 (L-asparagine) 側鏈醯胺鍵水解的酵素。其基本反應可概括為：
$$\text{L-asparagine} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{L-aspartate} + \text{NH}_3$$
；這個反應看似簡單，卻同時連結了食品化學、微生物酵素工程與血液腫瘤藥理等不同領域，因此同一個關鍵字 asparaginase 在不同情境下代表的產品、法規與使用方式可能完全不同。近年關於 L-asparaginase 生產策略與應用的綜述，也將食品加工、抗腫瘤研究與生物製程視為主要討論方向之一^[1]。

在食品產業中，Asparaginase 的核心價值不是「分解丙烯醯胺本身」，而是在烘焙、油炸、焙炒等高溫處理之前，先降低游離 L-asparagine 這個關鍵前驅物。丙烯醯胺通常在含還原糖與天門冬醯胺的食品基質中，經高溫 Maillard 反應路徑形成；因此，將 L-asparagine 轉為 L-aspartate，可在化學路徑的上游降低形成潛勢。此方向也是近年 L-asparaginase 食品應用研究與「potential food applications」討論的重點之一^[2]。

需要特別區分的是，臨床搜尋詞如 l asparaginase 肌肉注射、l-asparaginase 肌肉注射、asparaginase skin test、peg l-asparaginase、recombinant erwinia asparaginase、l-asparaginase 副作用 或 l asparaginase 副作用，主要指醫療用或獸醫用藥物脈絡，與 Enzymes.bio 供應給食品研發及工業流程評估的酵素原料不是同一使用場景。臨床文獻確實顯示 asparaginase 類藥物在急性淋巴性白血病等治療方案中具有重要地位，但其藥品劑型、投與途徑、監測邏輯與安全性管理均屬醫療專業範圍^[3]。

L-Asparaginase 機轉：為什麼能降低熱加工食品中的丙烯醯胺

從 L-asparaginase 機轉 或 L asparaginase 機轉 來看，最重要的是「底物移除」而不是「終產物修復」。在麵糰、馬鈴薯切片、餅乾坯體、咖啡生豆或其他含游離天門冬醯胺的原料中，酵素需要在加熱前接觸到水相或可反應區域中的 L-asparagine；一旦該底物被轉為 L-aspartate，就不再以同樣方式參與丙烯醯胺生成路徑。這使 Asparaginase 成為一種前處理式、源頭控制式的加工助劑，而非烘烤後的補救措施。

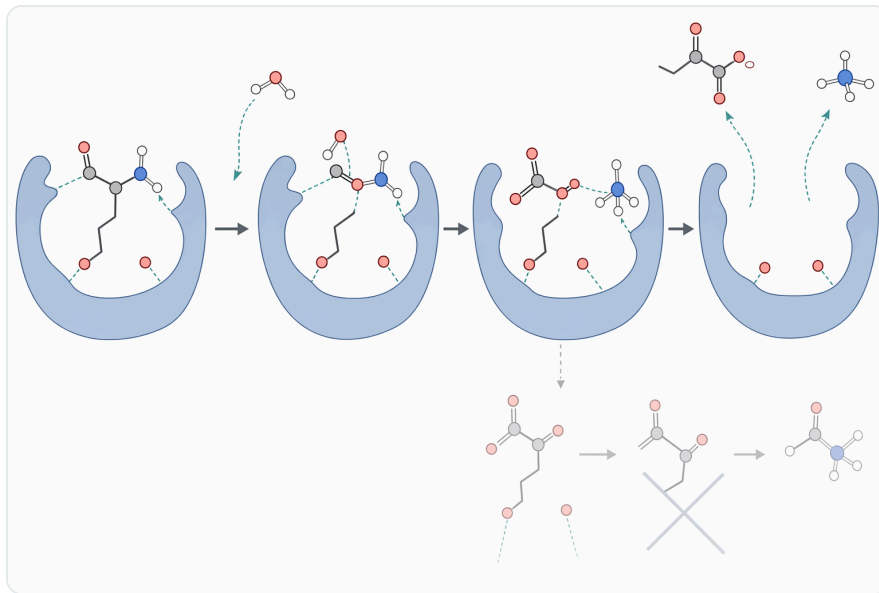


Figure 1. 天門冬醯胺酶會以水水解游離的 L-天門冬醯胺，生成 L-天門冬胺酸與氨，從而降低丙烯醯胺形成所需的關鍵前驅物。

這個機制也解釋了為何相同的 Asparaginase 在不同食品中效果差異可能很大。液相或高含水麵糰中，酵素較容易與游離底物接觸；但在馬鈴薯厚切、低水活性麵坯或組織緻密的植物基質中，反應可能受限於擴散、表面接觸與處理時間。近年關於真菌、地衣內生菌及其他微生物來源 L-asparaginase 的研究，常把食品應用潛力與酵素在不同基質中的反應表現連結討論，顯示來源與製程條件會共同影響實際可用性^[2]。

在工業整合上，Asparaginase 常被放在「熱處理前」的窗口中思考，例如麵糰混合後的靜置、餅乾成形前的反應時間、馬鈴薯切片或切條後的浸泡段、咖啡生豆濕處理或焙炒前處理等。這些位置的共同點是：原料尚未被高溫固定，且水分、溫度與接觸條件仍有機會讓酵素作用。若酵素加入太晚，或在幾乎無法接觸底物的狀態下添加，理論上即使酵素本身具催化能力，也難以轉換為明顯的丙烯醯胺減量效果。

主要應用一：食品加工中的丙烯醯胺風險降低

食品業使用 Asparaginase 的典型目標，是在不大幅改變配方、風味與色澤的前提下，降低烘焙、油炸或焙炒後的丙烯醯胺生成。與單純降低加熱溫度或縮短加熱時間相比，酵素法的優勢在於它針對前驅物 L-asparagine；因此理論上可保留較多 Maillard 反應帶來的風味與色澤，同時降低其中一條不希望發生的副路徑。L-asparaginase 的應用綜述通常也將食品丙烯醯胺控制列為此酵素的代表性非醫療用途^[1]。

在馬鈴薯產品中，Asparaginase 的效果通常取決於切割型態、前處理、浸泡條件與組織滲透。薄片、細條或經過前段處理的原料，通常比完整塊狀原料更有機會讓酵素接觸游離 L-asparagine；相反地，若底物主要位於內部組織而酵素只停留在表面，降低幅度可能受限。這也是為什麼食品研發不只看酵素名稱，還要把水分遷移、原料微結構與加熱曲線一起納入設計。

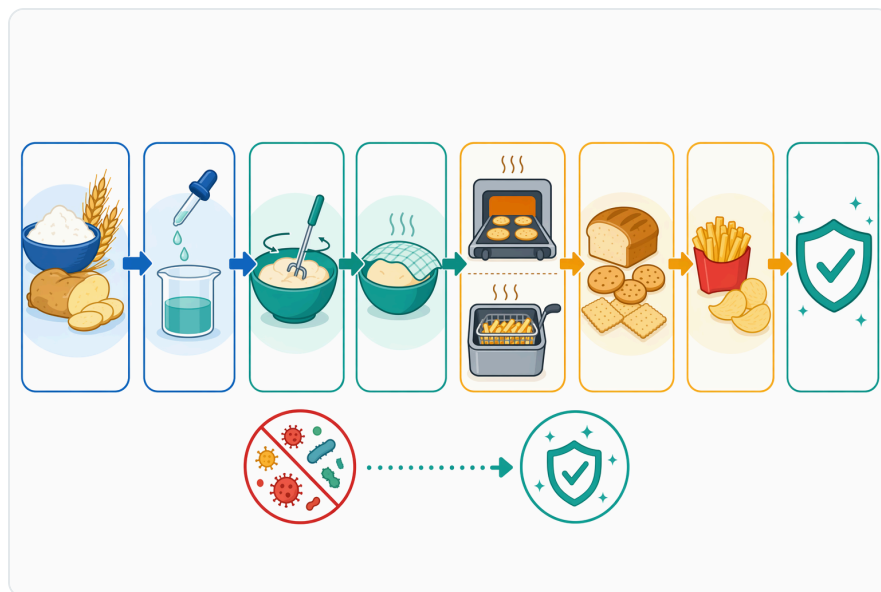


Figure 2. 天門冬醯胺酶會在烘焙、油炸或烘烤前使用，以便在高溫梅納反應開始之前降低前驅物含量。

在烘焙產品中，如餅乾、麵包、脆餅、穀物基零食等，Asparaginase 通常可在麵糰或混合料階段導入。這類基質的挑戰是配方中糖、鹽、脂肪、酸鹼度與水分同時影響酵素反應；若配方本身偏低水分或反應時間極短，底物轉換可能不充分。另一方面，若流程可提供合適的水相與靜置時間，酵素法可成為相對不干擾終端感官特性的控制工具。

咖啡與可可等焙炒型原料則屬於另一類情境：高溫焙炒會產生複雜風味，同時也可能形成丙烯醯胺。若要導入 Asparaginase，通常需要在焙炒前的濕處理、浸潤或其他可讓酵素與底物接觸的階段設計反應窗口。相關食品應用研究之所以重視來源與穩定性，是因為不同原料加工流程中的 pH、溫度、時間與水分條件差異很大，單一酵素不必然適用所有產品^[2]。

主要應用二：研究、酵素工程與工業生物催化

除了食品減丙烯醯胺之外，Asparaginase 也常用於酵素學研究、微生物表現系統、蛋白質工程、反應機制分析與工業生物催化評估。研究人員會比較不同來源的 L-asparaginase，例如細菌、真菌、古菌或酵母來源，觀察其穩定性、底物偏好與加工耐受性。近年針對 *Thermococcus kodakarensis* 來源 L-asparaginase 的工程化研究，即以提升酵素表現與穩定性為核心，反映出工業應用對耐受條件的需求^[4]。

高溫或嚴苛條件下的加工流程，往往推動研究者尋找更穩定的酵素來源。來自嗜熱或超嗜熱微生物的 L-asparaginase，以及透過融合、偶聯或蛋白質工程改造的版本，可能在特定反應條件下展現較佳的生物催化特性。以 *Thermococcus sibiricus* 來源 L-asparaginase 偶聯物為例，相關研究即以改善生物催化性質為目標，顯示來源與分子設計是此酵素開發的重要方向^[5]。

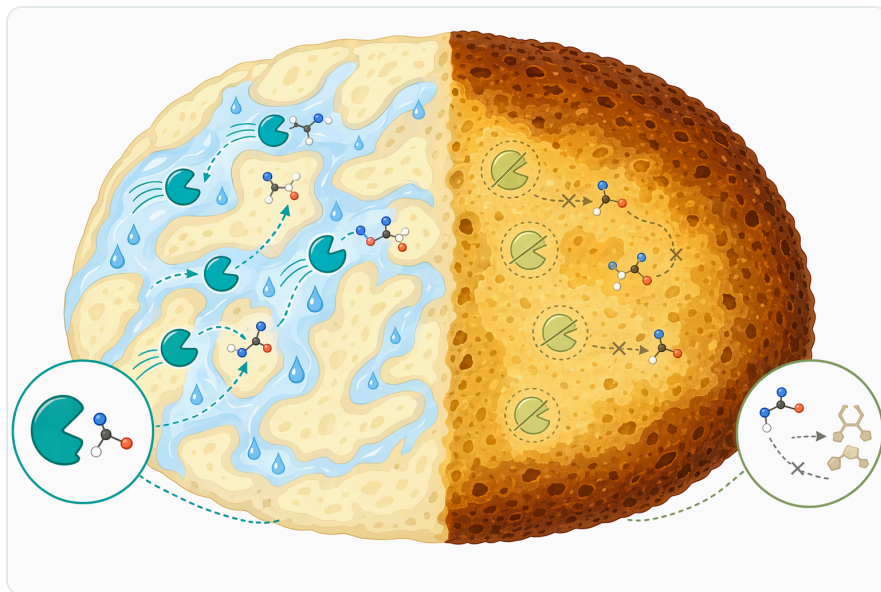


Figure 3. 在加熱與乾燥限制酵素水解作用之前，酵素必須在濕潤基質中接觸可溶性的 L-天門冬醯胺。

Recombinant asparaginase (重組天門冬醯胺酶) 則是另一個常見搜尋與研發概念。重組表現可用於提高生產一致性、調整蛋白質序列、改善免疫原性或改變穩定性，但「重組」本身不等於食品可用、醫療可用或任何特定法規狀態；仍需視來源、用途、製程與當地規範而定。蛋白質工程研究也提醒，序列改變、表現系統與折疊品質都可能影響酵素功能，因此不能只以名稱判斷等效性^[6]。

應用情境比較表：同一個 Asparaginase，使用邏輯不同

應用情境	主要目的	關鍵機制	常見關注點	與 Enzymes.bio 供應品的關係
食品加工	降低熱加工食品丙烯醯胺形成	加熱前水解游離 L-asparagine	原料接觸、水分、pH、溫度、反應時間、感官影響	主要適用方向之一，可用於研發與流程導入評估
食品研發 / 中試	比較不同配方與流程對丙烯醯胺前驅物的控制	在小批量條件下觀察底物移除與終產品變化	配方相容性、製程窗口、批次一致性	適合以 1 kg 單位規劃研發或小規模流程驗證
工業生物催化	將 L-asparagine 轉化為 L-aspartate 與氨	醯胺鍵水解	穩定性、反應介質、放大整合	可作為流程評估用酵素原料
臨床 / 獸醫搜尋情境	ALL、淋巴瘤等治療相關	消耗血中 asparagine，影響腫瘤細胞代謝	劑型、免疫反應、凝血、肝胰風險、給藥監測	不屬於本供應品定位；不應作注射或醫療用途

此表的重點在於避免把不同市場的 asparaginase 混為一談。臨床文獻中的 peg l-asparaginase、E. coli L-asparaginase 或 recombinant erwinia asparaginase，討論的是藥物療效、安全性與治療方案替換；例如兒童急性淋巴性白血病中 PEG-asparaginase 與 E. coli L-asparaginase 的比較已有統合分析，屬醫療證據體系，而非食品加工規格資料^[7]。

製程導入時的關鍵變因：不是只「加酵素」就完成

導入 Asparaginase 時，第一個變因是底物可接觸性。游離 L-asparagine 必須位於酵素能接觸的水相或濕潤區域；若食品基質乾燥、脂肪含量高、組織緻密或反應時間不足，即使酵素具有理想催化特性，也可能無法在實際製程中充分作用。因此，食品研發通常會把切割尺寸、混合順序、靜置時間與加熱前水分狀態視為同一套設計，而不是只把酵素當成後添加物。

第二個變因是 pH 與溫度窗口。不同來源的 L-asparaginase 可能有不同的最適條件與失活模式；食品製程又往往受限於配方、微生物安全、口感與產線節拍，不一定能完全配合酵素最適狀態。這正是酵素工程研究持續探索耐熱、耐加工條件與不同來源酵素的原因之一；例如超嗜熱古菌來源或經工程化改造的 L-asparaginase，常被用來研究穩定性與催化特性的改良方向^[4]。



Figure 4. 主要的食品應用包括烘焙產品、穀物點心、油炸或烘焙馬鈴薯產品，以及含水配料的預處理。

第三個變因是感官與配方相容性。Asparaginase 將 L-asparagine 轉化為 L-aspartate 與氨，通常不希望造成明顯異味、顏色偏差或質地變化；但實際影響仍取決於原料、配方緩衝能力與後續加熱。對品牌端而言，理想情境是降低丙烯醯胺，同時保持熟悉的烘焙色、油炸香氣與咀嚼口感。這需要把酵素反應整合到既有工藝中，而非把它視為單獨的添加步驟。

第四個變因是來源與副活性。某些 asparaginase 可能同時對 glutamine 等相關醯胺類底物具有不同程度的作用；在醫療脈絡中，這與毒性與耐受性討論有關，在食品脈絡中則可能影響風味與反應副產物。Asparaginase 藥理學文獻也指出，不同製劑在免疫原性、藥物動力學與副作用管理上仍有挑戰，這提醒使用者不可把「同名酵素」視為完全可互換的材料^[3]。

科學證據概況：食品、工程與臨床證據各自代表什麼

食品應用證據主要支持「在適當條件下，L-asparaginase 可降低丙烯醯胺前驅物 L-asparagine，進而降低熱加工生成風險」這一機制。近期 L-asparaginase 生產與應用綜述，以及以食品應用潛力為題的研究，均顯示微生物來源酵素仍是開發與應用的主軸；但不同食品矩陣間的效果不能直接等量外推^[1]。

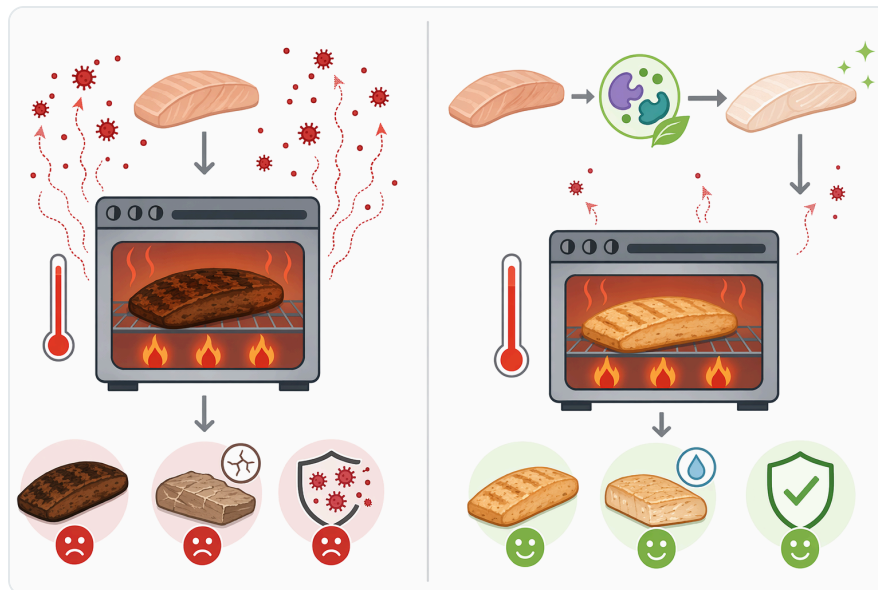


Figure 5. 食品加工用天門冬醯胺酶、研究用酵素、人類腫瘤治療藥物及獸醫藥物參考品雖具有相同的核心反應，但在用途、管制要求與適當使用方式上有所不同。

酵素工程證據則主要回答「如何讓酵素更適合特定反應條件」。例如針對 *Thermococcus kodakarensis* Tk1656 的研究聚焦於提高活性與穩定性，針對 *Thermococcus sibiricus* 的偶聯物研究則著重改善生物催化特性。這些工作對食品與工業應用的啟示是：酵素來源、序列設計與分子環境會影響加工可行性，而不只是產品名稱是否為 L-asparaginase^[4]。

臨床證據則代表完全不同的使用邏輯。PEG-asparaginase 與傳統 L-asparaginase 在兒童 ALL 中的安全性與療效比較、pegasparaginase 與 L-asparaginase 在 NK/T 細胞淋巴瘤治療方案中的隨機臨床試驗，以及 recombinant Erwinia asparaginase 在成人高風險 ALL 或淋巴母細胞淋巴瘤方案中的研究，都是醫療專業領域的資料，不應用來推論食品用酵素的投與方式或安全邊界^[8]。

關於醫療與獸醫搜尋詞的釐清：肌肉注射、副作用與 skin test

許多使用者搜尋 L-asparaginase 肌肉注射 或 L-asparaginase 肌肉注射，是因為醫療用 asparaginase 某些製劑可涉及注射給藥；也有人搜尋 asparaginase skin test，是因為臨床曾以皮膚測試或其他監測方式評估過敏風險。然而，這些都屬藥品使用、醫囑與醫療監測範圍，不適用於食品研發或工業酵素原料。Enzymes.bio 所供應之 Asparaginase 不應被理解為注射用藥、臨床替代品或獸醫治療品。

同樣地，L-asparaginase 副作用、L-asparaginase 副作用 等搜尋結果常涉及過敏反應、肝功能、胰臟、凝血、血糖或藥物交互作用等臨床議題。兒童 ALL 中 asparaginase 與 methotrexate 毒性及療效關係的研究，說明臨床上此類藥物需放在完整化療方案中評估，而非單一酵素名即可判斷風險^[9]。食品加工中的酵素使用則以法規合規、製程控制、食品安全文件與最終產品品質為核心。

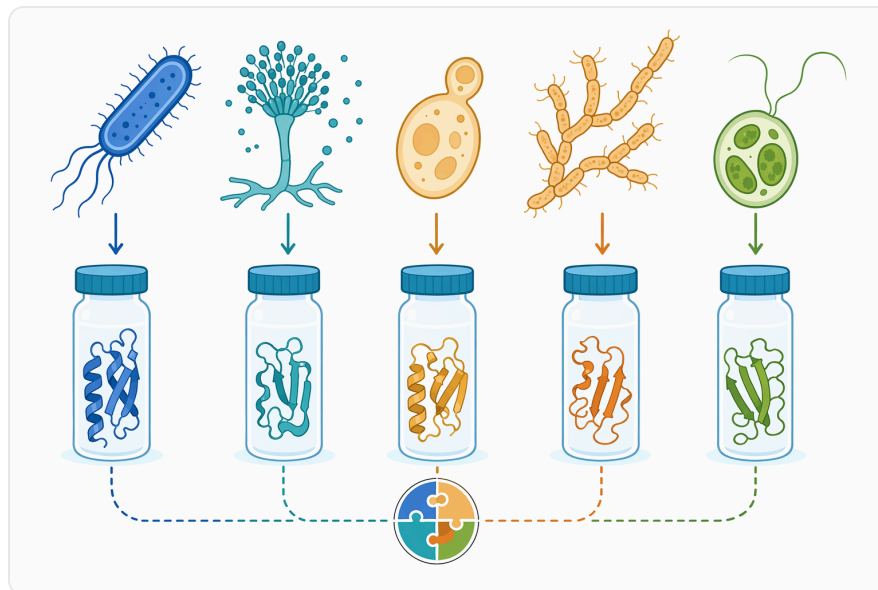


Figure 6. 微生物天門冬醯胺酶可來自多種來源生物，而其性質會因來源而異，因此不同產品並不能自動視為可互換。

獸醫搜尋詞如 l asparaginase dog、l-asparaginase cat 也需要分開理解。近年已有貓大型細胞胃腸道淋巴瘤使用 L-asparaginase 作為第一線治療相關的療效與不良事件研究，顯示其在獸醫腫瘤學中也有醫療情境^[10]。但這些研究不代表食品或工業用 Asparaginase 可作動物治療，也不代表供應鏈中的非藥品酵素可替代獸醫處方製劑。

Recombinant asparaginase 與來源差異：為什麼同名酵素不一定等同

Asparaginase 可來自 E. coli、Erwinia、Aspergillus、酵母、古菌或其他微生物來源，也可透過 recombinant asparaginase 技術表現。不同來源可能在分子量、四級結構、穩定性、底物偏好、免疫原性與加工耐受性上不同；因此，對食品研發而言，重點不是追求某個醫療品牌或臨床名稱，而是確認所用酵素是否符合食品流程的反應條件與合規需求。

Recombinant erwinia asparaginase 是醫療領域常見的搜尋詞之一，通常與對 E. coli 來源 asparaginase 過敏或需替代治療的患者有關。高風險成人 ALL 或 LBL 方案中納入 recombinant Erwinia asparaginase 的研究，屬於臨床劑量、療效與安全性評估，不可被轉譯成食品加工建議^[11]。在食品加工文件中提到它，主要是為了幫助讀者區分「醫療用重組製劑」與「工業或食品研發用酵素原料」。

在非臨床開發中，重組表現仍有其價值，例如穩定供應、改善蛋白折疊、降低不希望的副活性或適應特殊製程條件。某些新型設計甚至嘗試以融合聚合物、奈米載體或蛋白質工程方式改變 L-asparaginase 的表現；例如熱響應多肽融合 L-asparaginase 的研究聚焦於降低免疫原性並提升血液惡性腫瘤模型中的效果，顯示分子設計在醫藥研究中十分活躍^[12]。不過，這類醫藥設計並不同於食品加工用酵素的商業適用性。

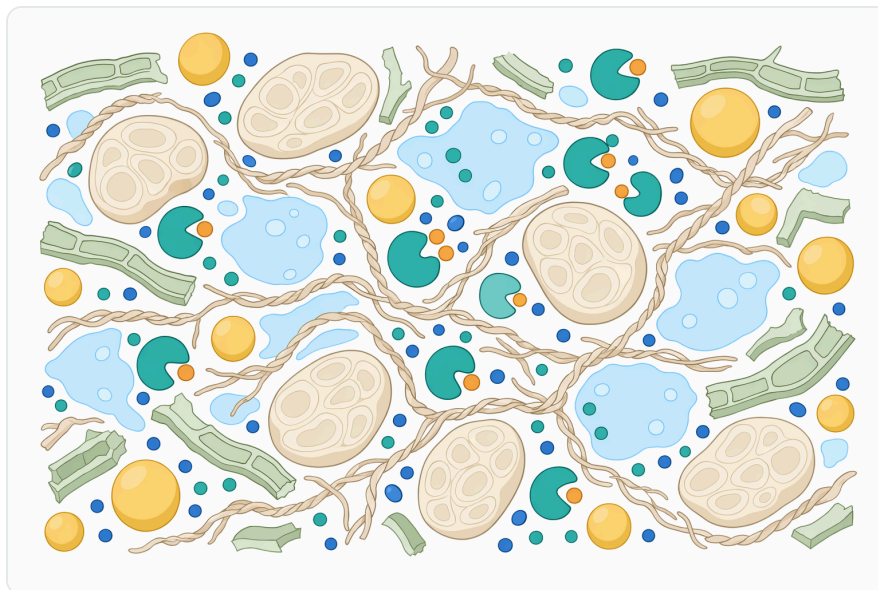


Figure 7. 在食品基質中，天門冬醯胺酶會專一作用於可接觸的游離 L-天門冬醯胺，而不是澱粉、糖類、脂肪、麩質或完整細胞壁。

Enzymes.bio 供應定位：1 kg 線上銷售，隨貨提供 CoA 與 SDS

Enzymes.bio 是酵素供應商，供應 Asparaginase 供食品研發、非臨床研究與工業流程評估使用；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，以支援客戶內部品質文件、原料登錄、安全資料管理與流程導入評估。Enzymes.bio 不是製造商，也不是實驗室；本文件提供應用與機制層面的技術說明，不宣稱特定製程、菌株、檢測方法或製造端能力。

對食品企業而言，這樣的供應定位適合用於配方研發、產線前段條件探索、丙烯醯胺降低策略比較，以及非臨床生物催化流程的可行性評估。由於不同食品矩陣差異很大，導入時通常需要由客戶端依自身原料、製程與法規要求完成內部驗證。這不是因為 Asparaginase 機制不明確，而是因為丙烯醯胺形成同時受還原糖、游離天門冬醯胺、水分、pH、溫度與加熱時間共同控制。

限制與風險：有效，但不應被過度簡化

Asparaginase 的主要限制在於反應必須發生在加熱前，且必須接觸到游離 L-asparagine。若製程本身缺乏足夠水分、反應時間過短、底物位於酵素不易滲透的位置，或加熱前沒有合適的混合與靜置窗口，效果可能低於預期。食品應用研究持續探索不同來源與製程條件，正是因為單一酵素方案難以覆蓋所有食品類型^[2]。

另一項限制是來源差異與用途差異。醫療用 peg l-asparaginase、recombinant erwinia asparaginase 或其他藥品製劑的資料，不能直接套用到食品加工；反過來，食品或工業用 Asparaginase 也不能被視為注射用藥。臨床研究對療效、副作用與免疫反應的高度關注，正好提醒企業在閱讀 asparaginase 文獻時要先辨識應用場景^[7]。



Figure 8. Enzymes.bio 線上供應天門冬醯胺酶，以 1 公斤為單位販售，並提供訂單處理、出貨、分析證明書與安全資料表。

最後，丙烯醯胺控制通常不是單一措施，而是多因子風險管理。Asparaginase 可與原料選擇、糖分控制、浸泡或漂白、發酵、pH 調整、加熱曲線優化等策略共同使用；但每一項調整都可能影響口感、色澤、產能或成本。較穩健的做法，是把 Asparaginase 視為前驅物控制工具，並在實際產品矩陣中確認其對終產品品質與風險指標的整體影響。

結論：Asparaginase 是前驅物控制型酵素，最適合放進製程設計中評估

Asparaginase (L-asparaginase) 在食品加工中的價值，來自其明確的 L-asparaginase 機轉：於高溫加工前將 L-asparagine 水解為 L-aspartate 與氨，降低丙烯醯胺形成所需的關鍵前驅物。它特別適合用於烘焙、油炸、焙炒與其他熱加工食品的研發與流程優化，但效果取決於基質、水分、接觸、pH、溫度與時間，而非只取決於是否添加酵素。

同時，asparaginase 中文搜尋結果常混合食品、臨床與獸醫資訊；讀者看到 l asparaginase 肌肉注射、l-asparaginase 副作用、asparaginase skin test、peg l-asparaginase 或 l-asparaginase cat 等內容時，應先確認那是藥品或獸醫醫療情境，而非食品用酵素原料說明。Enzymes.bio 供應的 Asparaginase 以 1 kg 單位線上銷售，定位於食品研發、非臨床研究與工業流程評估；CoA 與 SDS 會隨訂單提供，協助客戶完成內部文件與合規管理。

線上訂購 Asparaginase

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 Asparaginase →](#)

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. Suman, D. K., Kodavaty, J., Kakara, D., Mallu, M. R., & Erva, R. R. (2024). Production Strategies and Applications of L-asparaginase. *Research journal of biotechnology*.
2. Gulmez, O., Tan, E., Gezgincioglu, E., Polat, H., Karatas, S., & Baris, O. (2025). Optimization of L-Asparaginase Production from Lichen Endophyte Cleisthelebolus nipigonensis and Potential Food Applications. *Food biotechnology*, 39, 51 - 67.
3. Lanvers-Kaminsky, C. (2017). Asparaginase pharmacology: challenges still to be faced. *Cancer Chemotherapy and Pharmacology*, 79, 439-450.
4. Sania, A., Muhammad, M. A., Sajed, M., Ahmad, N., Aslam, M., Tang, X., & Rashid, N. (2024). Engineering Tk1656, a highly active l-asparaginase from Thermococcus kodakarensis, for enhanced activity and stability. *International Journal of Biological Macromolecules*, 136442 .
5. Dobryakova, N., Dumina, M., Zhgun, A., Pokrovskaya, M., Aleksandrova, S. S., Zhdanov, D., & Kudryashova, E. V. (2024). L-Asparaginase Conjugates from the Hyperthermophilic Archaea Thermococcus sibiricus with Improved Biocatalytic Properties. *International Journal of Molecular Sciences*, 25.
6. Lyu, X., & Liu, Y. (2020). Nonoptimal Codon Usage Is Critical for Protein Structure and Function of the Master General Amino Acid Control Regulator CPC-1. *mBio*, 11.
7. Dai, Z., Huang, Y., & Lu, Y. (2020). Efficacy and safety of PEG-asparaginase versus E. coli L-asparaginase in Chinese children with acute lymphoblastic leukemia: a meta-analysis. *Translational Pediatrics*, 10, 244 - 255.
8. Wang, X., Zhang, L., Liu, X., Li, X., Li, L., Fu, X., Sun, Z., ... et al. (2022). Efficacy and Safety of a Pegasparaginase-Based Chemotherapy Regimen vs an L-asparaginase-Based Chemotherapy Regimen for Newly Diagnosed Advanced Extranodal Natural Killer/T-Cell Lymphoma: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Oncology*.
9. Kloos, R., Pieters, R., Bos, C., Eijkelenburg, N. V., Jonge, R., & Sluis, I. M. (2019). The effect of asparaginase therapy on methotrexate toxicity and efficacy in children with acute lymphoblastic leukemia. *Leukemia and Lymphoma*, 60, 3002 - 3010.

10. Inazumi, H., Toyoda, H., Shimano, S., Sakuma, H., Sakamoto, M., Nakagawa, T., Fukuoka, R., ... et al. (2024). Efficacy and adverse events of L-Asparaginase administration as a first-line treatment for feline large-cell gastrointestinal lymphoma. *Journal of Veterinary Medical Science*, 86, 727 - 736.
11. Pourhassan, H., Zhang, J., Stock, W., Geyer, M. B., Advani, A., Park, J. H., Curran, E., ... et al. (2025). A phase 2 study evaluating the safety and efficacy of first line asparaginase recombinant erwinia asparaginase (Rylaze) during pediatric-inspired regimen in high-risk adults with newly diagnosed ALL or lbl. *Blood*.
12. Zhang, S., Sun, Y., Zhang, L., Zhang, F., & Gao, W. (2023). Thermoresponsive Polypeptide Fused L-Asparaginase with Mitigated Immunogenicity and Enhanced Efficacy in Treating Hematologic Malignancies. *Advancement of science*, 10.

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。