

Phospholipase (磷脂酶) : 磷脂改質、乳化穩定與功能性脂質加工應用

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

Phospholipase 中文通常譯為「磷脂酶」，是一類能選擇性切割磷脂分子特定鍵結的酵素；依作用位置不同，可分為 phospholipase A1、phospholipase A2、phospholipase C 與 phospholipase D 等類型。其主要產業價值在於改變卵磷脂、大豆磷脂、蛋黃磷脂等原料的脂質結構，進而改善乳化性、界面行為、加工穩定性與功能性磷脂組成。

Enzymes.bio 供應的 Phospholipase 產品以 1 kg 單位線上銷售，CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供，適合用於配方開發、食品加工與脂質改質流程的評估與導入參考。

Phospholipase 是什麼？從「磷脂結構」理解 phospholipase function

Phospholipase (phospholipase中文：磷脂酶) 不是單一酵素名稱，而是一組針對磷脂分子不同鍵結進行水解或頭基轉換的酵素家族。典型磷脂由甘油骨架、兩條脂肪酸鏈與一個含磷酸的極性頭基組成；在食品、營養配方、油脂精製與生物材料中，這些磷脂會影響乳化、分散、膜結構、口感與脂質載體穩定性。phospholipase function 的核心，就是以比化學水解更具位置選擇性的方式，改變這些脂質分子的親水親油平衡與反應性 ^[1]。

在實務語境中，使用者搜尋「phospholipase a2 function」、「phospholipase a2作用」或「what does phospholipase c do」時，通常關心的是不同磷脂酶為何會產生不同產物。答案取決於切割位置：PLA1 與 PLA2 作用於脂肪酸酯鍵，PLC 與 PLD 則作用於磷酸頭基附近的鍵結。這些差異不只是教科書分類，而是直接決定產物會偏向溶血磷脂、游離脂肪酸、二酸甘油、磷酸化頭基或磷脂酸，進而影響後續的乳化、營養、訊號或材料功能 ^[2]。

主要類型比較：PLA1、PLA2、PLC 與 PLD 的作用位置

不同 phospholipase 的命名反映了其作用位點。phospholipase a、phospholipase a1 與 phospholipase a2 主要改變脂肪酸鏈；phospholipase c 與 phospholipase d 則改變磷酸頭基周邊結構。對 B2B 應用而言，這種分類有助於判斷「想要改變乳化性」、「想要釋放特定脂肪酸」、「想要產生訊號分子模型」或「想要製備功能性磷脂衍生物」時，應聚焦哪一類反應機制 ^[1]。

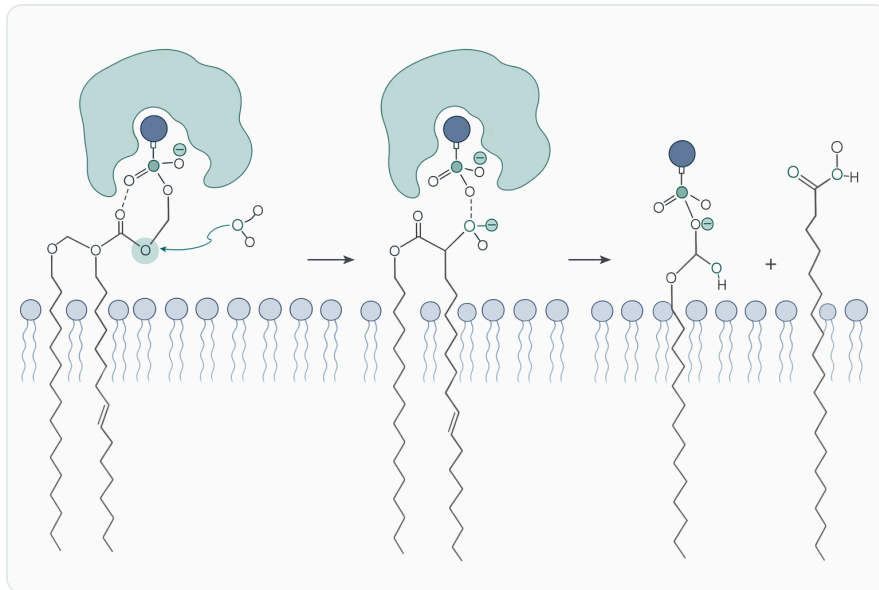


Figure 1. 磷脂酶水解磷脂中的酯鍵，生成溶血磷脂與游離脂肪酸，從而提升磷脂的去除或改質效果。

類型	主要作用位置	典型產物	常見技術意義	關鍵搜尋語境
Phospholipase A1 (PLA1)	sn-1 脂肪酸酯鍵	2-溶血磷脂、游離脂肪酸	改變脂肪酸組成與界面性質	phospholipase a1、phospholipase a
Phospholipase A2 (PLA2)	sn-2 脂肪酸酯鍵	1-溶血磷脂、游離脂肪酸	釋放 sn-2 脂肪酸；常見於生理與毒理研究	phospholipase a2、phospholipase a2中文、phospholipase a2作用
Phospholipase C (PLC)	甘油與磷酸間鍵結	二酸甘油、磷酸化頭基	與訊號傳遞模型密切相關	phospholipase c、plc phospholipase、phospholipase c作用
Phospholipase D (PLD)	磷酸與頭基間鍵結	磷脂酸、游離頭基；特定條件下可轉磷脂化	功能性磷脂合成與頭基改質	phospholipase function、磷脂改質

phospholipase a2 中文常被直接譯為「磷脂酶 A2」，其生物學特色是對 sn-2 位置具有選擇性。許多動物毒液中的 PLA2 類蛋白也因此成為毒理學與抗毒素研究重點；台灣相關蛇毒研究顯示，PLA2 活性與毒性表現可具有關聯，而抑制 PLA2 活性可延緩模型動物中的毒液致死效應，說明 PLA2 不是一個加工酵素概念，也是一個重要生物活性因子 [3]。

Phospholipase A2 function：從脂肪酸釋放到界面改質

phospholipase a2 function 的關鍵在於切割磷脂 sn-2 位置的脂肪酸酯鍵。當底物為膜磷脂或卵磷脂類原料時，PLA2 反應會產生溶血磷脂與游離脂肪酸；溶血磷脂通常具有不同於原磷脂的界面排列方式，因此可能改變乳化穩定性、分散性與脂質相行為。這也是 PLA2 在食品加工、脂質前處理與功能性配方中受到關注的原因之一 [4]。

從生理角度看，PLA2 可釋放花生四烯酸等多元不飽和脂肪酸，後續可能進入發炎介質或脂質訊號路徑；但在產業文件中，應避免把這類生理機制直接延伸成未經驗證的健康功效聲稱。較審慎的表述是：PLA2 的位置選擇性使其能改變磷脂原料組成，而產物的功能需依實際底物、反應條件與最終用途進一步評估 [1]。

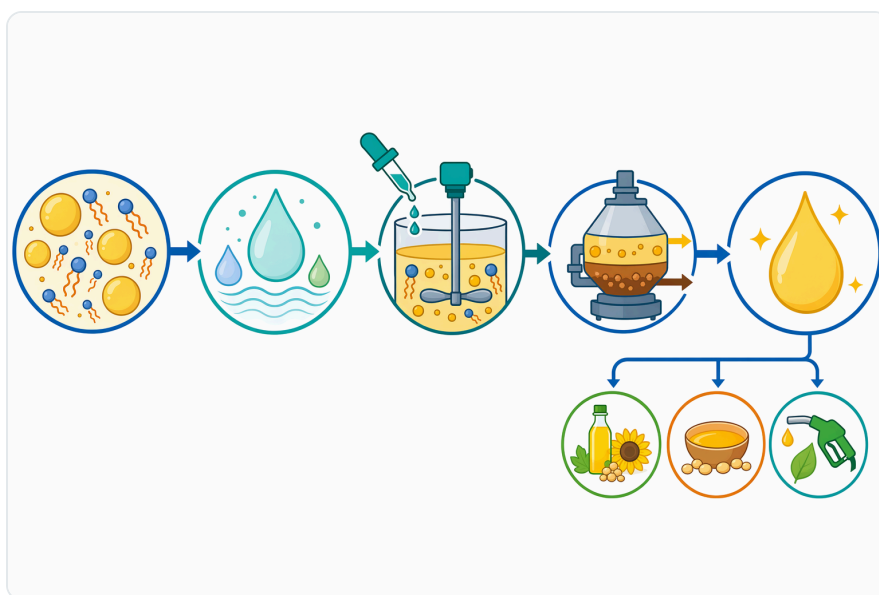


Figure 2. 在工業磷脂酶製程中，通常會在酵素法油脂脫膠過程中，將可水化與不可水化磷脂轉化為可分離的產物。

台灣眼鏡蛇 PLA2 的細胞研究也顯示，特定 PLA2 蛋白可影響 ERK 相關路徑與 ADAM17 成熟，進而降低人類白血病 U937 細胞中分泌型 TNF- α 的產生。這類研究有助於理解 PLA2 作為生物活性蛋白時可能參與的細胞機制，但它並不同於工業用 phospholipase 產品的功效主張；對食品或配方應用而言，仍應回到原料改質與製程功能來評估 [5]。

Phospholipase C 中文說明：PLC、PIP2 與 IP3 訊號概念

phospholipase c 中文通常譯為「磷脂酶 C」，在細胞訊號研究中常以 PLC 表示。當人們搜尋「phospholipase c ip3」、「pip2 phospholipase c」或「what does phospholipase c do」時，最常見的答案是：PLC 可作用於磷脂醯肌醇 4,5-二磷酸 (PIP2)，產生二酸甘油 (DAG) 與肌醇三磷酸 (IP3)。DAG 留在膜上參與蛋白激酶 C 相關路徑，IP3 則可參與細胞內鈣離子訊號調控 [1]。

需要注意的是，PLC 在生物訊號中的角色與食品或工業脂質加工中的 phospholipase 應用並不完全相同。食品或油脂製程更常聚焦於改變乳化性、去除不利膠質、改善磷脂組成或生成特定脂質產物；而 PLC 的 PIP2/IP3/DAG 概念，主要用於解釋細胞膜訊號傳遞與研究模型。將這兩個脈絡分清楚，有助於避免把「phospholipase c作用」誤解成所有 phospholipase 都會產生相同生理結果 [2]。

作用機制：為什麼磷脂酶特別適合處理磷脂與卵磷脂原料？

磷脂是雙親性分子，一端親水、一端疏水，常存在於乳化液、脂質雙層、微胞或油水界面中。許多 phospholipase 的有效反應並不是在完全均相的水溶液中發生，而是在油水界面或脂質聚集結構上進行；因此底物分散狀態、界面面積、攪拌與乳化條件，往往會影響反應效率與產物分布。這種「界面催化」特性，是理解 phospholipase function 的核心工程概念 [1]。

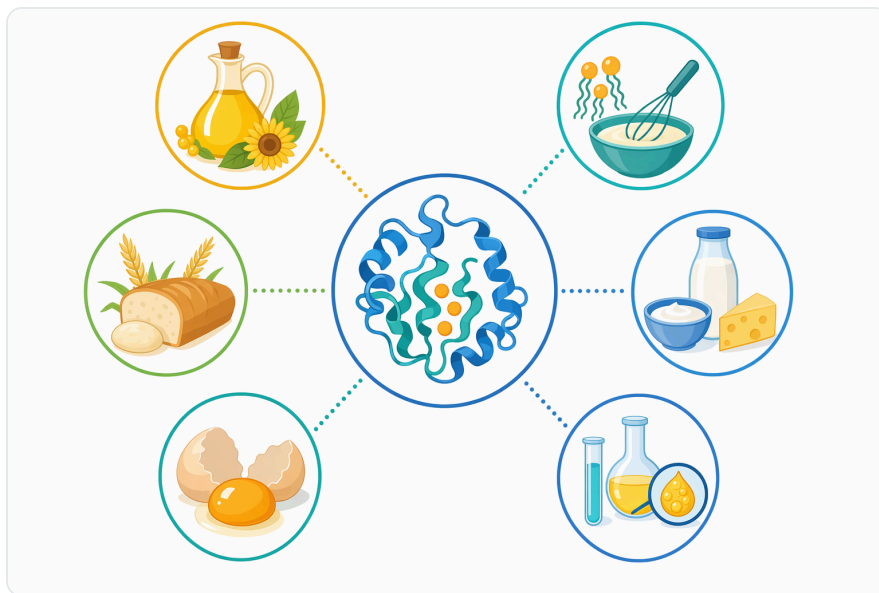


Figure 3. 磷脂酶廣泛應用於食用油精煉、卵磷脂升級、烘焙、乳品、蛋品加工及脂質改質等領域。

在卵磷脂或大豆磷脂改質中，酵素不只是「把脂質切開」，而是透過選擇性水解改變分子的 HLB、頭基暴露程度與脂肪酸組成。舉例來說，PLA 類反應生成的溶血磷脂通常比原始二酰基磷脂更親水，可能提高某些乳化系統的分散性；PLD 類反應則可用於頭基變換與功能性磷脂衍生物製備。這些結果取決於底物來源、反應條件與下游分離設計，而非單靠酵素名稱即可保證 [4]。

食品加工與配方應用：乳化、烘焙、油脂與營養系統

在食品加工中，phospholipase 的常見價值是把原有磷脂轉換成更適合加工的脂質型態。例如在乳化配方中，酵素改質磷脂可能提升油水界面的穩定性；在烘焙與麵糰系統中，磷脂改質可能影響麵筋網絡、氣泡穩定與質地表現；在油脂加工中，磷脂酶亦可用於處理含磷脂膠質，以改善後續精製或分離

行為。澳洲與紐西蘭食品標準相關評估文件中，曾針對 phospholipase 作為食品加工助劑進行安全與用途審查，反映其在食品製程中的實務關聯 [4]。

與化學改質相比，酵素法的優勢通常在於條件較溫和、選擇性較高，並可降低非目標副反應。對配方開發者而言，這不一定代表成本必然較低，而是提供一條不同的製程路徑：用特定酵素反應去控制脂質結構，再透過配方比例與製程條件調整口感、分散性、外觀穩定與儲存表現。若產品涉及食品標示、加工助劑或成分宣稱，仍需依銷售地法規判定 [4]。

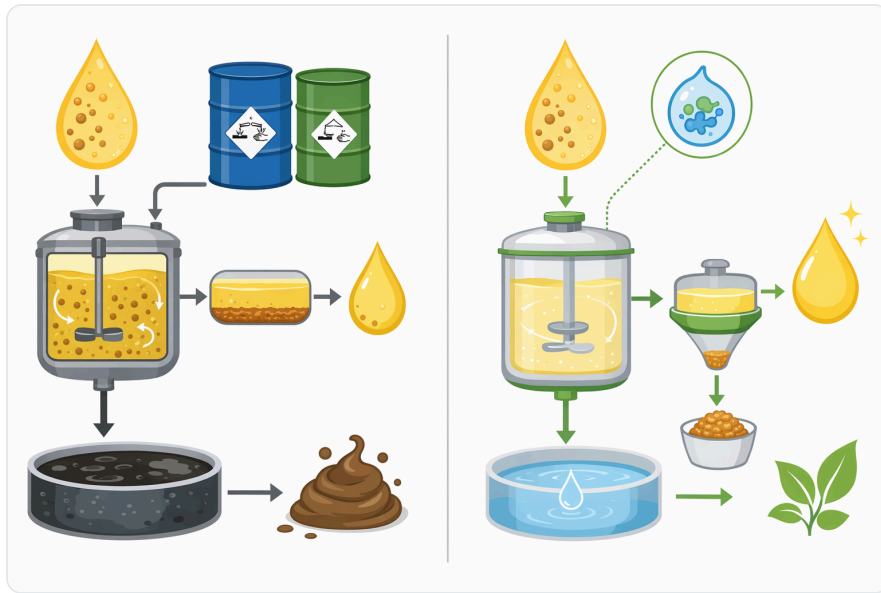


Figure 4. 與化學脫膠相比，酵素磷脂酶處理可提高油脂得率，並降低化學品用量與廢水負荷。

功能性磷脂與高值脂質：從原料升級到結構導向設計

在功能性脂質領域，phospholipase 可用於將常見磷脂原料導向特定產物。例如利用 PLA 類酵素改變脂肪酸位置分布，或利用 PLD 類反應進行頭基替換，皆可作為磷脂衍生物開發策略。這類應用的商業價值不只在「反應是否發生」，更在於是否能得到可分離、可穩定保存、且符合最終用途規格的脂質組合 [1]。

功能性磷脂常用於營養配方、乳化系統、脂質載體與研究材料。由於磷脂分子的頭基與脂肪酸鏈共同決定其物理化學性質，phospholipase 提供了一種結構導向的加工方式：不是任意裂解油脂，而是針對特定鍵結做選擇性改造。這也是「phospholipase 中文」搜尋意圖中，除了基礎生化外，越來越常連結到食品、營養、乳化與脂質材料開發的原因。

生物醫材與藥物釋放研究：可作為機制工具，但不可過度外推

磷脂酶在生物醫材與藥物傳遞研究中，常被用作「酵素觸發」概念的模型。例如含磷脂的脂質體、奈米載體或膜狀材料，可能設計成在特定 phospholipase 存在下改變結構，進而釋放包覆物或改變膜通透性。這類概念有助於研究脂質結構與酵素環境的交互作用，但通常仍屬研發或模型驗證脈絡，不能直接等同於已確立的臨床用途 [1]。

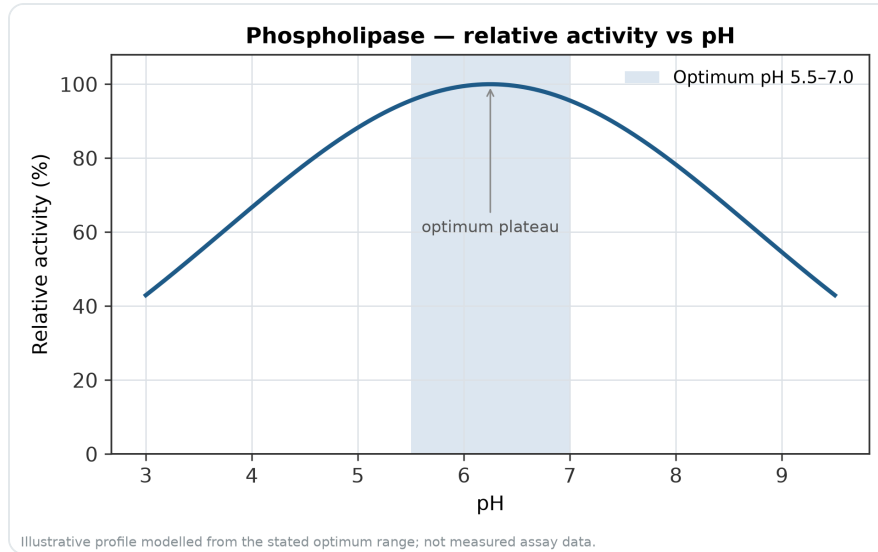


Figure 5. 磷脂酶相對活性隨 pH 值變化的關係，顯示其最佳活性平台位於 pH 5.5–7.0。

蛇毒 PLA2 研究也提醒我們，phospholipase a2 既可以是加工工具，也可以是具有強烈生物效應的蛋白家族。台灣百步蛇與其他毒蛇毒液比較研究顯示，毒液蛋白組成、PLA2 類成分與免疫辨識可能因地域來源與物種而異；這些資料對毒理學與抗蛇毒血清評估有意義，但與食品級或工業用磷脂改質應用應分開解讀 [6]。

製程條件如何影響結果：pH、溫度、界面與基質型態

phospholipase 的實際表現取決於酵素來源、底物型態、pH、溫度、水分活性、金屬離子、界面面積與反應時間等因素。這裡不提供特定活性單位、分析方法或活性定義；對製程而言，更重要的是理解不同變數如何改變反應方向。例如底物若以粗磷脂膠、乳化液或脂質體存在，其可接觸表面積與形態不同，可能導致反應速率與產物分布差異 [1]。

溫度與 pH 的角色也不只是「越高越快」或「固定在某一數字」。溫度提高可能增加反應速率，但也可能影響酵素穩定性、乳化狀態或脂質氧化風險；pH 變化則可能改變酵素電荷、底物界面特性與產物溶解度。若製程使用含鹽、含糖、含蛋白或含表面活性劑的複雜配方，phospholipase 的可及性與選擇性也會跟著改變 [4]。

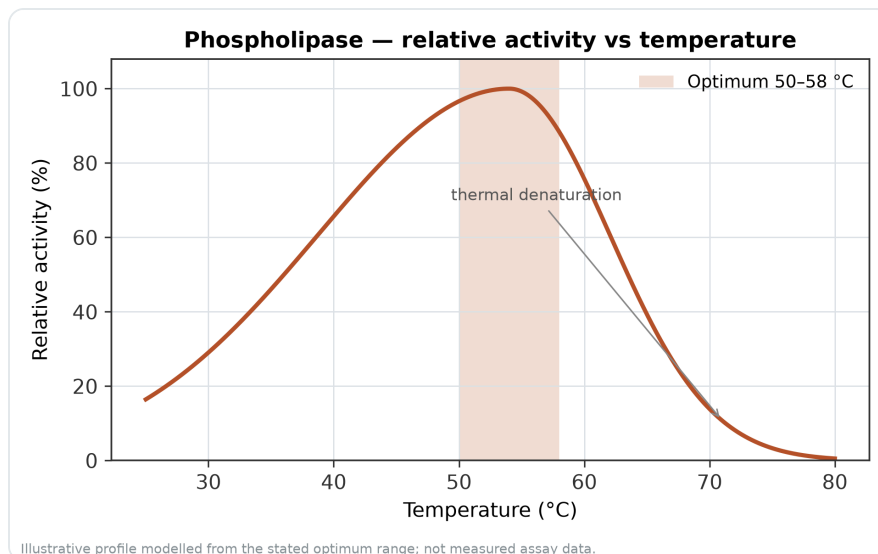


Figure 6. 磷脂酶相對活性隨溫度變化的關係，最佳溫度為 50–58 °C，且在超過最佳溫度後呈現典型的熱變性下降。

低溫環境中的酵素應用另有一個值得注意的方向：嗜冷或低溫活性酵素可能在較溫和條件下維持催化能力，對熱敏性原料或需要降低熱負荷的製程具有啟發性。雖然不是所有商用 phospholipase 都屬於低溫酵素，但低溫酵素研究顯示，酵素結構適應性會影響工業應用中的溫度窗口與穩定性思考 [7]。

產業應用比較：何時重視 PLA，何時重視 PLC 或 PLD？

選用哪一類 phospholipase，應先從目標產物與製程目的出發。若目標是提高溶血磷脂比例、改變乳化界面或釋放特定脂肪酸，PLA1/PLA2 較常被討論；若目標是研究 PIP2 訊號或產生 DAG/IP3 類訊號分子，則會進入 phospholipase c 與 PLC 的生化領域；若目標是頭基轉換與磷脂酸相關產物，PLD 的概念較相關。這種區分可降低開發初期的方向錯置 [2]。

應用目標	較相關的 phospholipase 類型	主要機制	可能效益	注意事項
乳化穩定與配方分散	PLA1、PLA2	生成溶血磷脂與游離脂肪酸	改變 HLB、界面排列與乳化表現	產物比例需與風味、氧化與標示一起評估
油脂或磷脂原料前處理	PLA、PLC、PLD 依目標而定	去除或轉化特定磷脂	改善分離、精製或後續加工	原料批次差異會影響反應結果
細胞訊號研究	PLC	PIP2 轉為 DAG 與 IP3	建立訊號傳遞模型	不宜直接外推為食品功能
功能性磷脂衍生物	PLD、PLA	頭基或脂肪酸鏈改質	製備特定結構脂質	需考量下游純化與法規屬性

應用目標	較相關的 phospholipase 類型	主要機制	可能效益	注意事項
毒理與抗毒素研究	PLA2	作用於膜磷脂與脂質訊號相關路徑	解析毒性機制與抑制策略	與工業酵素用途需清楚區隔

此比較也說明，phospholipase 並不是「一種酵素解決所有脂質問題」。在 B2B 製程中，真正的價值來自於把酵素作用位點、底物結構與產品性能連起來：想要的是更穩定的乳化液、較高的轉化選擇性、較少的劇烈化學處理，還是某種特定磷脂衍生物。目標不同，適合的 phospholipase 類型與製程設計就會不同。

安全、文件與合規：以加工用途而非醫療功效來定位

酵素是蛋白質，粉體或氣膠形式可能對敏感人員造成吸入性或接觸性過敏風險；在食品與工業場所中，基本防護、避免粉塵、良好通風與依 SDS 操作是合理做法。食品加工助劑評估通常會同時考量酵素來源、生產過程、使用條件、殘留與安全性資料；phospholipase 作為食品加工助劑的審查案例，也顯示其應用需放在法規框架中理解，而不是單純以生化功能判斷 [4]。

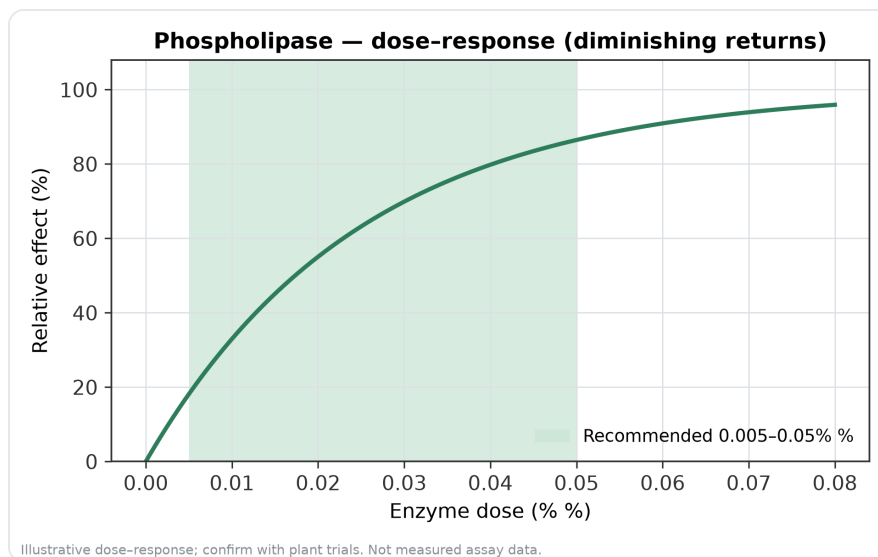


Figure 7. 磷脂酶在建議使用範圍 (0.005–0.05%) 內的劑量反應示意圖。

Enzymes.bio 是供應商，並非製造商或檢測實驗室；其 Phospholipase 產品以 1 kg 單位線上提供，隨訂單附 CoA 與 SDS。對使用者而言，這些文件可用於入庫、內部品質紀錄與安全管理，但最終產品是否可用於食品、營養品、研究、化妝品或其他用途，仍取決於客戶所在地法規、配方定位與自身製程驗證。

導入 phospholipase 的技術判斷：從「酵素名稱」轉向「反應結果」

評估 phospholipase 時，建議把焦點放在目標反應與最終性能，而不是只看名稱。相同的 phospholipase 類別，面對不同來源的卵磷脂、大豆磷脂、蛋黃磷脂或複合配方時，可能產生不同的轉化效率與產物輪廓。若目標是乳化穩定，應關注反應後界面表現；若目標是功能性脂質，則應關注目標磷脂比例、雜質與下游分離可行性 [1]。

也要避免將「phospholipase a2作用」或「phospholipase c作用」的生理描述直接套用到商業產品宣稱。PLA2 在毒理、免疫與細胞研究中確實具有重要地位；PLC 在 PIP2、IP3、DAG 訊號中也有清楚的生化意義。但在食品與工業加工中，較穩健的表述應是：phospholipase 透過選擇性改變磷脂結構，進而影響乳化、分散、精製、脂質組成或研究模型 [5]。

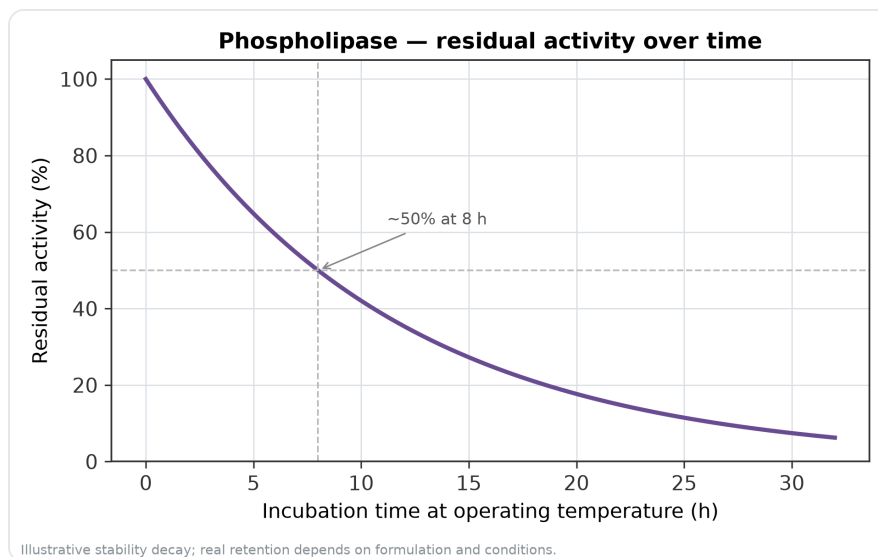


Figure 8. 磷脂酶熱穩定性衰減示意圖——在操作溫度下，殘餘活性隨時間下降。

結語：Phospholipase 的價值在於可控的磷脂結構改質

Phospholipase (磷脂酶) 是一組具有明確作用位點的脂質改質酵素，能將磷脂原料轉化為溶血磷脂、游離脂肪酸、DAG、IP3、磷脂酸或其他頭基相關產物。PLA1、PLA2、PLC 與 PLD 的差異，決定了它們在食品乳化、油脂加工、功能性磷脂、細胞訊號研究與毒理學中的不同定位 [2]。

對 B2B 使用者而言，phospholipase 的實務價值不在於抽象的「酵素活性」，而在於是否能在既有製程中，以較具選擇性的方式達成磷脂改質、配方穩定或原料升級。Enzymes.bio 供應的 Phospholipase 產品可作為此類製程評估的材料來源；產品以 1 kg 單位線上銷售，CoA 與 SDS 會隨訂單提供，使用時仍應依實際原料、法規定位與內部製程需求進行判斷。

線上訂購 Phospholipase

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 Phospholipase →](#)

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. [Pmc3196595](#). *PubMed Central*.
2. [17221199](#). *Nih*.
3. Liu, C., Wu, C., Hsiao, Y., Yang, Y., Liu, K., Huang, G., Hsieh, C., ... et al. (2020). [Snake venom proteome of Protobothrops mucrosquamatus in Taiwan: Delaying venom-induced lethality in a rodent model by inhibition of phospholipase A2 activity with varespladib](#). *Journal of Proteomics*, 104084 .
4. [A1004%20Phospholipase%20As%20A%20Pa%20Ar%20Final.Pdf](#). *Gov*.
5. Chen, Y., Lin, H., Chen, K., Lin, S., Cheng, T., & Chang, L. (2014). [Taiwan cobra phospholipase A2 suppresses ERK-mediated ADAM17 maturation, thus reducing secreted TNF- \$\alpha\$ production in human leukemia U937 cells](#). *Toxicon*, 86, 79-88 .
6. Tsai, T., Tsai, I., Qiu, J., Chan, Y., & Chiang, Y. (2024). [Comparative analysis of Deinagkistrodon acutus venom from Taiwan and China utilizing chromatographic, electrophoretic, and bioinformatic approaches, along with ELISA employing a monospecific antivenom](#). *Toxicon*, 107663 .
7. Parvizpour, S., Hussin, N., Shamsir, M. S., & Razmara, J. (2021). [Psychrophilic enzymes: structural adaptation, pharmaceutical and industrial applications](#). *Applied Microbiology and Biotechnology*, 105, 899 - 907.

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。