

磷脂酶麵包改良劑 (Phospholipase Bread Making Improver)：用於麵包結構、乳化與麵糰穩定的烘焙酵素

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

Phospholipase Bread Making Improver - Bakery Enzymes 是用於麵包與烘焙配方的磷脂酶型改良劑，主要應用在改善麵糰耐受性、氣體保留、麵包體積、內部組織與油水乳化穩定。其核心機制是將麵粉、蛋黃、油脂或其他原料中的磷脂轉化為更具界面活性的溶血磷脂與脂肪酸，使氣泡膜、油水界面與麵筋 / 澱粉結構更穩定。

Enzymes.bio 供應此產品作為 1 kg 單位的線上銷售品項；CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供。本文聚焦於酵素在烘焙配方中的技術角色，不提供特定活性單位、檢測方法或製造端規格敘述。

產品定位：磷脂酶在烘焙中的主要應用

磷脂酶麵包改良劑屬於烘焙酵素的一種，應用重點不是單純「分解油脂」，而是在麵糰內部進行脂質界面改質。麵包品質通常由麵粉蛋白、澱粉、脂質、酵母發酵、吸水、攪拌能量、醒發與烘烤條件共同決定；近年的烘焙酵素綜述也將酵素定位為從麵糰形成到貨架期品質管理的配方工具，而非單一萬用改良物 ^[1]。

在商業麵包中，磷脂酶常被納入「結構與乳化系統」的調整思路。當配方中存在麵粉極性脂質、蛋黃磷脂、乳成分或油脂伴隨的微量磷脂時，磷脂酶可將部分磷脂改質為溶血磷脂；這類分子通常比原始磷脂更容易停留在油水或氣液界面，因此能支援麵糰中氣泡的穩定與脂質分散。蛋黃經磷脂酶水解後，其結構、熱穩定性與乳化性會改變，這類食品基質研究提供了理解磷脂酶「改變界面功能」的直接證據 ^[2]。

對 Enzymes.bio 供應的 Phospholipase Bread Making Improver 而言，合理的應用描述是：它是一項供烘焙研發與生產配方使用的酵素型工具，目標在於協助改善麵糰加工性、麵包體積、組織均勻性與乳化穩定。它不應被描述為可獨立修正所有麵粉品質差異，因為小麥粉的烘焙表現與蛋白質品質、澱粉損傷、內源酵素、纖維與製粉條件密切相關；改善小麥粉烘焙品質的策略通常需要同時考慮原料與製程 ^[3]。

作用機制：從磷脂水解到麵包組織改善

磷脂來源：麵粉、蛋黃與配方油脂的界面材料

麵糰中的脂質比例雖然遠低於澱粉與蛋白質，但對氣泡穩定、麵筋膜延展與口感有不成比例的重要影響。麵粉本身含有非極性脂質與極性脂質；若配方加入蛋、奶粉、奶油、植物油或乳化系統，也可能提供卵磷脂、磷脂酰膽鹼等界面活性物質。這些成分分布在水相、油相、氣泡膜與麵筋 / 澱粉顆粒周圍，決定麵糰是否能在攪拌與醒發過程中維持細緻氣孔。

磷脂酶的技術價值，正是利用這些原本存在於配方中的磷脂作為受質。與直接加入外源乳化劑不同，磷脂酶是在麵糰中原位生成較具界面活性的脂質衍生物；在配方開發語境下，可被理解為「酵素促成的乳化功能調整」。清潔標示與酵素型烘焙改良相關文獻亦指出，酵素可透過特定底物反應改善烘焙產品品質，並在某些情境下協助配方系統簡化 [4]。

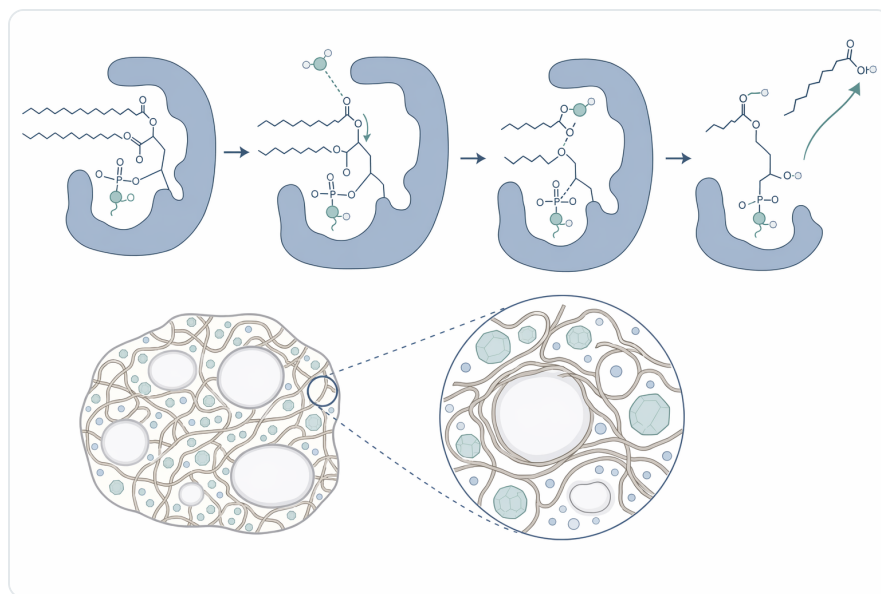


Figure 1. 磷脂酶會將麵團中的磷脂水解為溶血磷脂，從而增強乳化作用並改善氣體保持能力。

磷脂酶反應：產生溶血磷脂與游離脂肪酸

磷脂酶是一組作用位置不同的酵素總稱；在烘焙改良中最常被討論的是能從磷脂分子上移除脂肪酸鏈的類型，例如磷脂酶 A1 或 A2。反應後生成的溶血磷脂只保留一條脂肪酸鏈，分子形狀、親水親油平衡與界面排列能力都會改變，因此比原始磷脂更容易參與油水乳化與氣泡膜穩定。食品酵素安全評估文獻也將具磷脂酶活性的食品酵素視為可在食品加工中使用並需依來源與用途評估的酵素類別 [5]。

在麵糰系統中，這類反應發生於高度複雜的半固態環境：水分被麵粉蛋白、澱粉與可溶性多醣競爭；脂質不完全溶於水；氣泡在攪拌中被引入，並在酵母發酵時膨脹。磷脂酶真正影響的不是單一成分，而是「界面」本身：油滴表面、氣泡膜表面、澱粉顆粒周圍、麵筋網絡內的薄膜區域，都可能因溶血

磷脂形成而改變穩定性。

為什麼界面穩定會影響體積與 crumb？

麵包體積取決於氣體產生與氣體保留兩個面向。酵母能產生二氧化碳，但若麵糰氣泡膜過弱、油脂分散不佳或麵筋延展性不足，氣體會在醒發、轉移或烘烤初期流失。溶血磷脂可在氣液界面形成較穩定的薄層，降低氣泡合併與破裂機率，進而使 crumb 更細緻、均勻，切片時也較不容易出現大孔洞或碎裂。

這種效應仍需與麵糰流變性共同理解。纖維、阿拉伯木聚糖、可溶性膳食纖維與非小麥原料都會改變水分遷移、黏彈性與麵糰微結構；例如小麥麩皮阿拉伯木聚糖的酯化與水解會影響麵糰流變與微結構，顯示多醣系統和界面系統會一起決定成品結構 [6]。因此，磷脂酶的作用點雖然是磷脂，結果卻會反映在整體麵糰網絡。

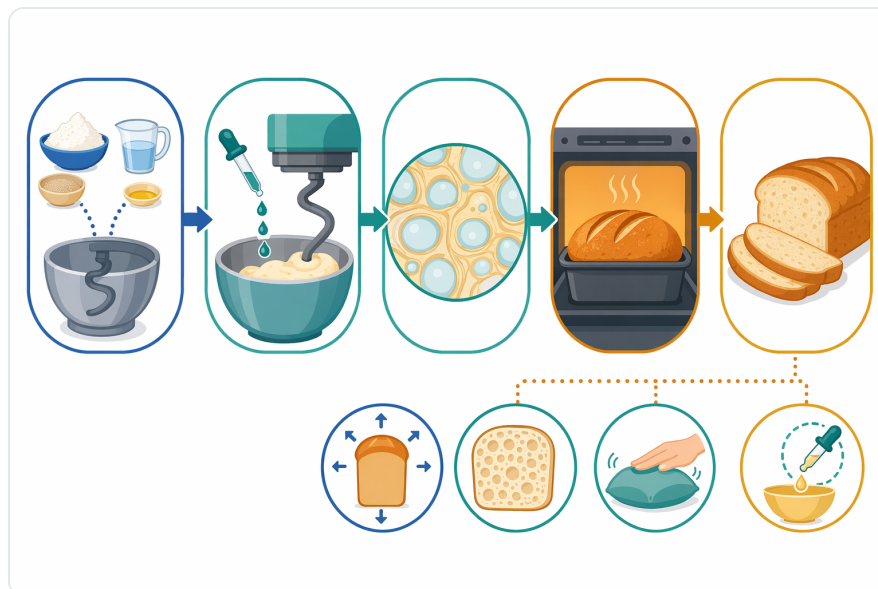


Figure 2. 在麵包製作中，磷脂酶會於攪拌階段加入，以在發酵與烘烤前於麵團中原位生成具乳化功能的脂質。

與其他烘焙酵素的差異

磷脂酶常與澱粉酶、木聚糖酶、葡萄糖氧化酶或蛋白酶共同出現在烘焙改良概念中，但它們的作用底物與品質影響並不相同。將各酵素視為「同樣都是改良劑」容易造成配方判斷錯誤；較實用的方式是先定義問題屬於發酵糖、麵筋強度、水分分布、脂質乳化或組織老化，再選擇相對應的酵素工具。微生物酵素在食品工業中被廣泛用於加工效率、質地、風味與產品穩定化，不同酵素的底物專一性是應用成敗的核心 [7]。

酵素類型	主要作用底物	在麵包中的常見技術目標	與磷脂酶的差異
磷脂酶	磷脂、含磷脂的界面材料	改善乳化、氣泡膜穩定、體積與 crumb 均勻性	直接聚焦脂質界面改質
澱粉酶	澱粉、糊精	提供可發酵糖、影響上色、柔軟度與老化	主要作用於碳水化合物，不是脂質界面
木聚糖酶	阿拉伯木聚糖、半纖維素	改善水分分布、麵糰處理性與體積	作用於細胞壁多醣，常影響吸水與黏度
葡萄糖氧化酶	葡萄糖與氧	支援氧化交聯、提升麵糰強度	主要影響蛋白質網絡強度
蛋白酶	麵筋蛋白	降低筋性、改善延展或特定餅乾 / 薄餅加工性	過量時可能削弱麵包支撐力

烘焙酵素常以組合形式使用，但組合並不代表越多越好。單一酵素與複合酵素在清潔標示烘焙中的機制不同：澱粉酶、木聚糖酶、脂質相關酵素與氧化還原酵素各有目標，若配方原料、攪拌條件或醒發時間沒有配合，可能出現麵糰過軟、過黏、體積不穩或烤後塌陷 [8]。

主要應用場景

吐司、切片麵包與高一致性生產

吐司與切片麵包對體積、邊角飽滿度、切片完整性與細緻 crumb 要求高。磷脂酶可在這類產品中作為乳化與保氣系統的一部分，協助麵糰在攪拌、分割、滾圓、整形與醒發時維持更穩定的氣泡結構。若生產線速度高、機械處理多，界面穩定性不足會更容易反映為組織粗糙或爐內膨脹不均。

對於油脂含量較低或希望微調乳化系統的吐司配方，磷脂酶的意義在於提升既有脂質的功能效率，而不是單純增加油脂量。脂質替代與油脂結構化研究顯示，甜麵包中脂肪來源改變會影響麵糰流變與烘焙表現，說明油脂型態和分散方式會直接影響麵包品質 [9]。

漢堡胚、餐包與軟式麵包

漢堡胚與餐包需要柔軟、均勻、外觀飽滿，且通常含有糖、油脂、乳粉或蛋等配方成分。這些成分會增加脂質與蛋白界面的複雜度，也可能提供更多磷脂受質，使磷脂酶有機會發揮乳化改善作用。磷脂酶若能使油脂更細緻地分散，通常有助於減少局部油脂聚集、改善麵糰延展與烤後組織。

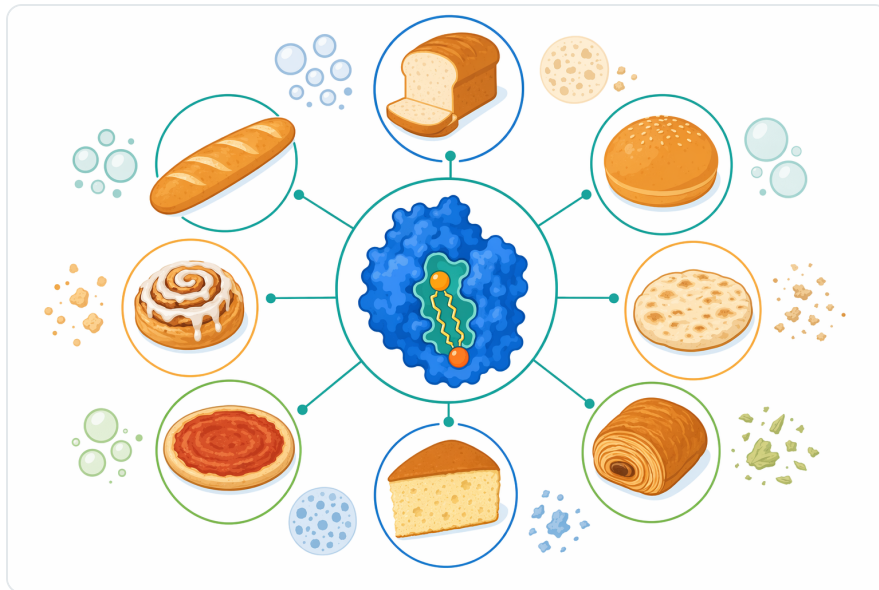


Figure 3. 烘焙用磷脂酶可應用於麵包、餐包、圓麵包、扁麵包及其他酵母發酵烘焙食品，以改善體積與麵包組織品質。

不過，軟式麵包的高糖、高油或含蛋條件也會影響水分活性、酵母發酵速率與麵筋發展。蛋黃或蛋成分經酵素處理後乳化性會改變，食品基質研究支持磷脂酶可改變蛋黃分散與乳化特性；但在實際麵包中，效果仍取決於配方比例、攪拌能量與發酵時間 [2]。

冷凍麵糰與延遲發酵產品

冷凍麵糰會經歷冰晶形成、解凍水分遷移、酵母活性下降與麵筋網絡破壞。磷脂酶可能透過提升脂質界面與氣泡膜穩定，協助降低加工與儲存過程中結構受損的影響，但它不能取代冷凍鏈、酵母耐受性或解凍條件管理。冷凍麵糰研究指出，糖替代或配方改變會透過流變、斷層結構與烘焙表現影響最終品質，顯示冷凍系統需要從配方與製程同時評估 [10]。

若產品同時含有乳化凝膠、蛋黃顆粒或脂肪替代系統，磷脂酶的效果會更依賴原料界面特性。以蛋黃顆粒與海藻酸鈉乳化凝膠取代部分奶油的研究顯示，冷凍儲存期間烘焙麵糰性質會受乳化凝膠結構影響；這說明冷凍麵糰中的「油水界面」本身就是決定品質的重要變因 [11]。

全穀、高纖與特殊配方麵包

全穀、高麩皮或添加可溶性纖維的麵包，常因吸水競爭、麵筋稀釋與細胞壁多醣干擾而出現體積下降、組織粗糙或口感偏乾。磷脂酶可在乳化與氣泡穩定面向提供輔助，但若主要問題來自纖維持水與麵筋稀釋，仍需搭配吸水、攪拌與水解多醣系統調整。大麥可溶性膳食纖維會影響小麥麵糰流變、水分移動與烘焙品質，說明高纖配方的水管理往往比單一添加物更關鍵 [12]。

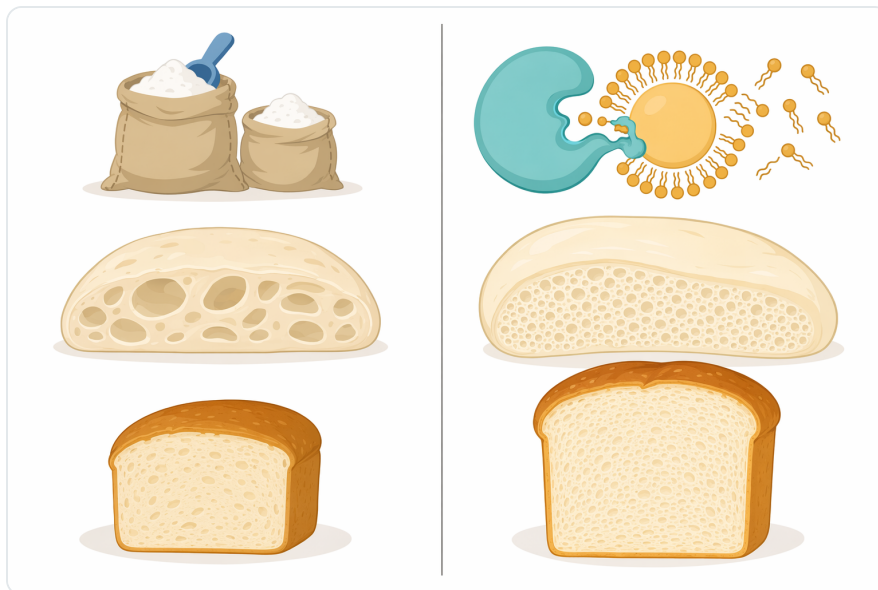


Figure 4. 與單獨添加乳化劑相比，磷脂酶能在麵團內生成具功能性的溶血磷脂，並有助於以更潔淨標示的方式改善麵包品質。

含山藥粉、果渣纖維或其他植物粉體的配方也可能改變麵筋結構與烘焙表現。研究顯示，添加山藥粉會影響麵糰流變、麵筋結構、烘焙性能與抗氧化特性；因此，磷脂酶在這類特殊配方中應被視為改善界面與結構的輔助工具，而非替代配方平衡本身 [13]。

無麩質烘焙中的限制與可能性

無麩質麵包缺乏小麥麵筋網絡，通常需要依賴澱粉、親水膠體、蛋白質、乳化劑、酸種或其他技術建立氣體保留能力。磷脂酶若配方中有可作用磷脂，可能改善乳化與氣泡界面；但無麩質麵包的結構核心不是麵筋，而是替代網絡，因此不能直接套用小麥麵包邏輯。無麩質麵包的流變、醒發、烘烤與品質研究顯示，配方變因之間存在複雜交互作用，需要以整體設計理解 [14]。

近年無麩質烘焙研究也強調功能性原料與新技術的重要性，例如酸種、蛋白質、膳食纖維、親水膠體與酵素的搭配。相關綜述指出，無麩質產品開發通常需要多重策略，而不是依靠單一成分完成質地、風味與營養改善 [15]。

製程中最影響表現的因素

磷脂酶需要在受質、水分與合適的麵糰環境中作用，因此添加後是否能發揮效果，與攪拌分散、麵糰溫度、發酵時間、配方脂質來源和麵粉品質有關。均勻分散很重要，因為酵素局部分布不均可能造成局部界面改質程度不同，進而影響麵糰一致性。烘焙酵素的應用從麵糰發展到貨架期延長都與製程條件密切相關，不能脫離實際麵包線判斷 [1]。

溫度方面，食品酵素通常在混合、靜置、發酵與烘烤初期發揮主要作用，隨著烘焙中心溫度上升會逐步失活。這代表磷脂酶的貢獻主要來自烤前與爐內膨脹初期已形成的結構，而不是烤後持續作用。若麵糰在入爐前氣泡膜已破壞，或醒發過度導致網絡張力不足，磷脂酶也難以單獨恢復理想體積。

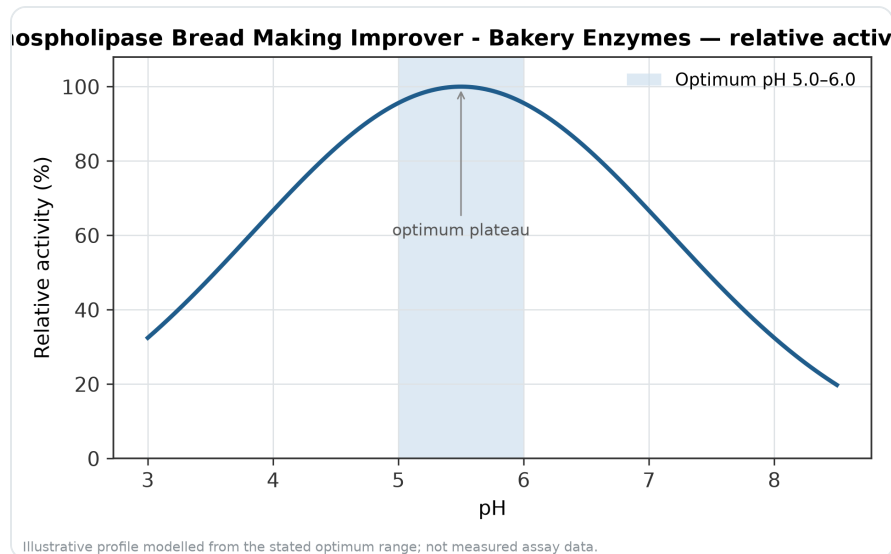


Figure 5. Phospholipase Bread Making Improver - Bakery Enzymes 的相對活性隨 pH 值變化，顯示其最適平台位於 pH 5.0–6.0。

pH、鹽、糖與油脂含量也會改變酵素與界面行為。高糖配方會競爭水分並改變酵母發酵；高油配方會改變脂質相比比例；高鹽或酸性條件則可能影響麵筋與酵素活性表現。這些因素是烘焙配方中的常見交互作用，也解釋了為什麼同一種酵素在吐司、甜麵包、冷凍麵糰與高纖麵包中可能呈現不同結果。

品質效益：可合理期待，但不應過度保證

磷脂酶型麵包改良劑最常被期待的效益包括：麵糰加工穩定性提升、醒發保氣改善、麵包體積支援、內部組織更細緻、油脂分散更均勻，以及部分配方中乳化系統更有效率。這些效益與其生化機制相符，也與烘焙酵素在麵糰發展與產品品質中的一般角色一致 [1]。

然而，科學上更精確的說法是「具備合理機制與應用方向」，而不是保證所有配方都出現固定幅度的改善。麵粉品質改善綜述指出，小麥粉烘焙品質受到多種策略與因素影響，包括原料特性、加工處理與配方調整；單一改良因子通常只解決整體問題中的一部分 [3]。

在研發評估時，常見觀察重點會包括麵糰手感、黏性、延展性、醒發穩定、烤後高度、組織孔徑、切片性與口感。本文不提供特定測試程序或方法章節，因為不同工廠的設備、配方與品質標準並不相同；對使用者而言，最重要的是將磷脂酶視為配方設計中的界面控制工具，並與既有品質指標連結。

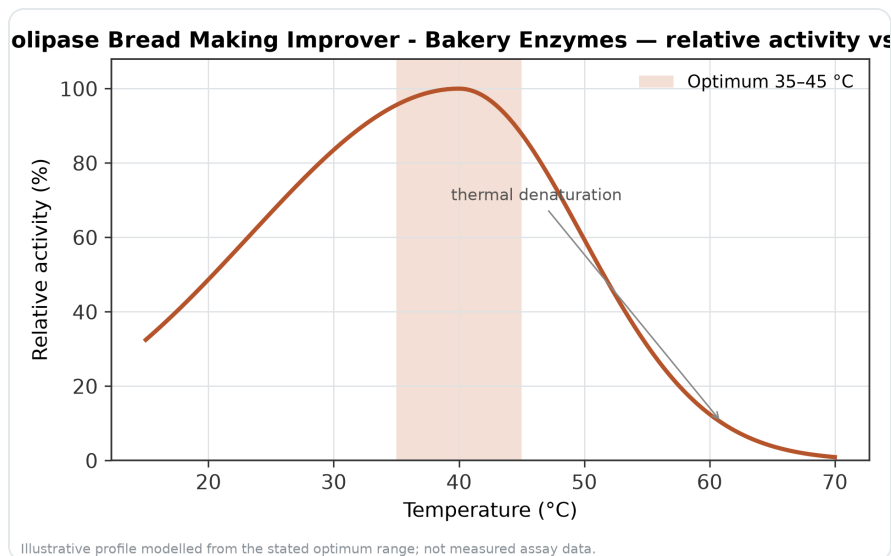


Figure 6. Phospholipase Bread Making Improver - Bakery Enzymes 的相對活性隨溫度變化，最適溫度為 35–45 °C，且在超過最適範圍後呈現典型的熱變性活性下降。

與清潔標示、乳化劑調整和脂肪管理的關係

酵素在清潔標示烘焙中的價值，通常來自「以催化反應改善結構」而非大量添加功能性化學物。磷脂酶可將配方中已有的磷脂轉化為功能更強的界面活性物質，因此常被納入乳化劑調整或配方簡化的討論。清潔標示烘焙酵素文獻指出，酵素可透過特定機制改善麵包體積、質地與保存表現，但最佳效果通常依賴酵素組合與製程條件 [4]。

若目標是降低部分乳化劑或優化油脂系統，磷脂酶可提供一條技術路徑，但不能直接等同於任何特定乳化劑的一對一替代。直接添加的乳化劑具有固定分子組成與立即界面作用；磷脂酶則需要受質、時間與水分環境才能生成作用產物。低脂瑪芬研究顯示，預乳化與脂質相關酵素作用會影響蛋糕結構與感官接受度，這支持「界面路徑」對烘焙品質的重要性，但不同產品系統仍需分開理解 [16]。

安全與合規語境

食品酵素的安全性通常需要根據酵素種類、生產微生物來源、製程用途與地區法規進行評估。已有公開安全評估針對不同來源的磷脂酶或含磷脂酶活性的食品酵素進行審查，例如來自特定 *Aspergillus oryzae* 菌株的磷脂酶 A1，以及由 *Fusarium commune* 菌株生產、含磷脂酶活性的食品酵素 [17]。

這些文獻可支持一個一般性觀點：磷脂酶作為食品加工酵素，已有被安全評估機構討論與審查的案例；但這不等於任何特定商品在所有市場、所有用途下自動符合所有法規。烘焙廠仍需依產品銷售地、食品添加物或加工助劑分類、標示要求與內部品質系統進行判定。

從操作文件角度，Enzymes.bio 供應的 Phospholipase Bread Making Improver 以 1 kg 單位線上銷售，CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供。由於 Enzymes.bio 的角色是供應商而非製造商或實驗室，本文不列出製造端分析方法、活性單位定義或特定規格數值，避免將教育性技術說明誤寫成製造商規格書。

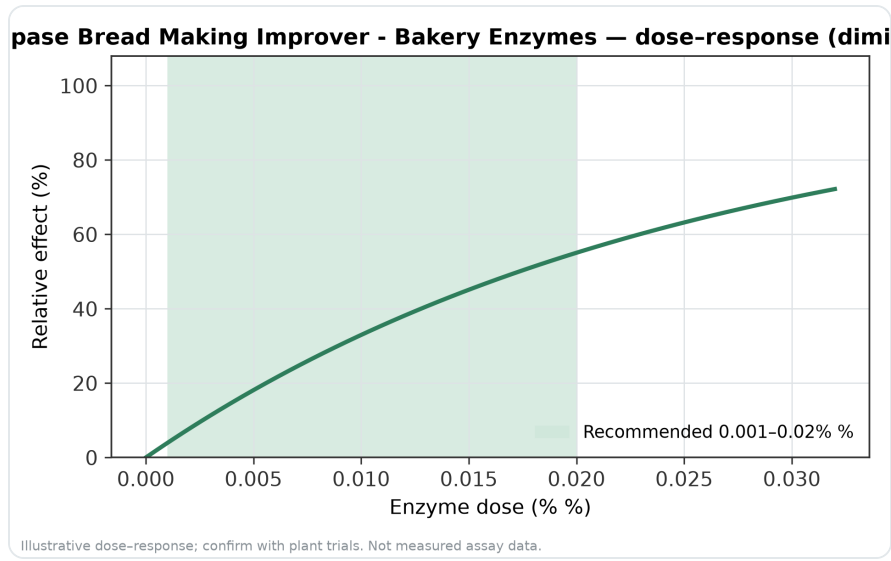


Figure 7. Phospholipase Bread Making Improver - Bakery Enzymes 在建議使用範圍 (0.001–0.02%) 內的示意劑量反應。

實務導入時的配方思路

在白吐司或一般軟式麵包中，磷脂酶通常適合放在「提升氣泡穩定與 crumb 細緻度」的改良邏輯中。若配方已經有良好麵筋與發酵控制，但仍出現組織粗大、切片易碎或油脂分散不均，磷脂酶可能比單純增加氧化劑或增筋手段更貼近問題本質。相反地，若麵糰本身筋性過弱、發酵過度或烘烤不足，僅調整脂質界面不一定能解決根本缺陷。

在高纖或全穀配方中，磷脂酶的角色通常是輔助而非主導。纖維會改變水分分布與麵糰黏彈性，甚至干擾麵筋連續性；莓果果渣纖維用於無麩質餅乾時會影響麵糰流變與烘焙性質，顯示植物纖維對烘焙系統的影響不僅是營養添加，也涉及結構工程 [18]。

在蛋糕、瑪芬或含蛋量較高的烘焙產品中，磷脂酶的應用邏輯可能更接近蛋黃乳化改質。蛋黃磷脂是重要天然乳化物，經磷脂酶處理後可改變乳化與熱穩定性；這有助於理解為何脂質相關酵素會影響蛋糕與軟質烘焙產品的體積、孔隙與口感 [2]。

使用者可期待的商業價值

對烘焙研發、生產與品質管理端而言，Phospholipase Bread Making Improver 的商業價值在於提供一個機制明確、與界面穩定直接相關的酵素工具。它可協助配方在不大幅改變主要原料比例的情況下，改善脂質分散、氣泡膜穩定與麵包組織表現，特別適合用於吐司、切片麵包、餐包、漢堡胚、軟式麵包與部分冷凍麵糰系統。

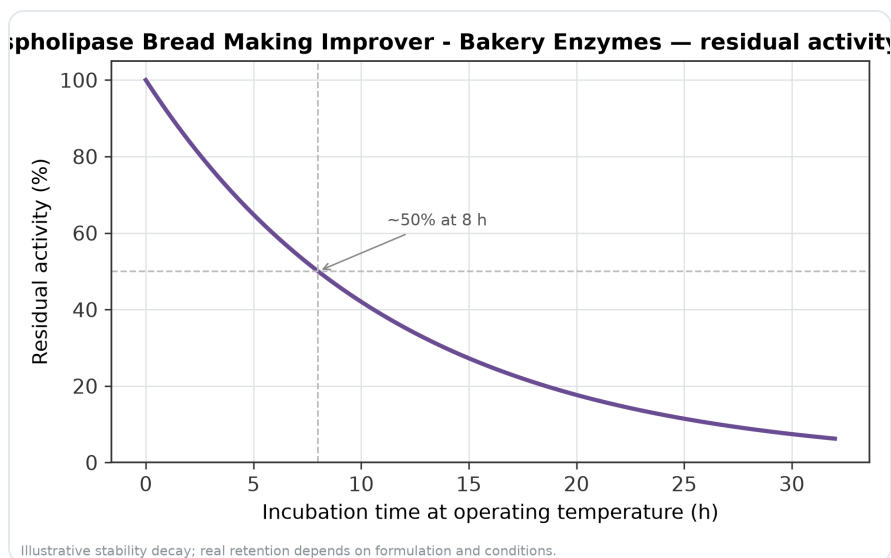


Figure 8. Phospholipase Bread Making Improver - Bakery Enzymes 的示意熱穩定性衰減圖——在操作溫度下，殘餘活性會隨時間下降。

此產品也適合納入酵素型烘焙改良策略中，與澱粉酶、木聚糖酶或其他功能酵素形成互補：磷脂酶處理脂質界面，澱粉酶處理澱粉轉化與柔軟度，木聚糖酶處理半纖維素與水分分布。近年烘焙酵素應用研究持續強調，多酵素策略需根據配方目標最佳化，而不是將不同酵素簡單相加 [\[1\]](#)。

結論

Phospholipase Bread Making Improver - Bakery Enzymes 的核心應用，是透過磷脂酶改質麵糰中的磷脂，生成更具界面活性的溶血磷脂與脂肪酸，進而支援乳化、氣泡穩定、麵糰耐受性、麵包體積與 crumb 均勻性。其技術邏輯與食品基質中磷脂酶改善乳化性、烘焙酵素改善麵糰發展，以及小麥粉品質受多因素控制的研究方向一致 [\[2\]](#)。

它不是萬能麵包改良劑，也不應被描述為可固定提升某一百分比品質指標；真正效果取決於麵粉、脂質來源、蛋或乳成分、吸水、攪拌、醒發、冷凍條件與烘烤曲線。對需要改善麵包結構、乳化穩定與生產一致性的烘焙配方而言，磷脂酶是一項值得納入評估的酵素型工具。

Enzymes.bio 供應此品項作為 1 kg 單位的線上銷售產品，CoA 與 SDS 隨訂單提供。本文以供應商技術教育文件形式說明其應用邏輯與文獻基礎，重點在於協助烘焙端理解磷脂酶如何在麵糰中發揮作用，以及如何將其合理放入麵包品質改善策略。

線上訂購 Phospholipase Bread Making Improver - Bakery Enzymes

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 Bread Making Improver - Bakery Enzymes →](#)

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. Chowdhury, M. A. H., Sarkar, F., Reem, C. S. A., Rahman, S. M., Mahamud, A. U., Rahman, M., & Ashrafudoulla, M. (2024). Enzyme applications in baking: From dough development to shelf-life extension. *International Journal of Biological Macromolecules*, 137020 .
2. Xu, R., Gao, Q., Li, J., Su, Y., Gu, L., Yan-Yang, & Chang, C. (2024). Characterization of liquid egg yolks hydrolyzed by phospholipase: Structure, thermal stability and emulsification properties. *Food Research International*, 198, 115325 .
3. Ferreira, M. D., Guia Ribeiro, V. A., Barros, J., & Steel, C. J. (2025). Strategies to improve the quality of wheat flour in baking: a review. *Brazilian Journal of Food Technology*.
4. Achmadi, E. R. (2022). Enzymes as Potencial Source for Clean Label Bakery Product: Part 2, Mechanism, Application and Optimization Combination Enzymes. *Journal of Food and Agricultural Product*.
5. Dungen, M. W., Galano, M., Vondervoort, P. J., Kooi, I., Bruine, A., Peij, N. V., & Abbas-Lindfors, H. E. (2025). Safety evaluation of a food enzyme containing phospholipase activity produced by a strain of Fusarium commune. *Food and Chemical Toxicology*, 115484 .
6. Pietiäinen, S., Lee, Y., Jiménez-Quero, A., Katina, K., Maina, N. H., Hansson, H., Moldin, A., ... et al. (2024). Feruloylation and Hydrolysis of Arabinoxylan Extracted from Wheat Bran: Effect on Dough Rheology and Microstructure. *Foods*, 13.
7. Kumar, A., Dhiman, S., Krishan, B., Samtiya, M., Kumari, A., Pathak, N., Kumari, A., ... et al. (2024). Microbial enzymes and major applications in the food industry: a concise review. *Food Production, Processing and Nutrition*, 6.
8. Achmadi, E. R. (2022). Enzymes as Potencial Source for Clean Label Bakery Product: Part 1, Mechanism and Application Single Enzym. *Journal of Food and Agricultural Product*.

9. Jung, D., Oh, I., Lee, J., & Lee, S. (2020). Utilization of butter and oleogel blends in sweet pan bread for saturated fat reduction: Dough rheology and baking performance. *Lwt - Food Science and Technology*, 125, 109194.
10. Jeong, S., Park, Y., & Lee, S. (2021). Assessment of turanose as a sugar alternative in a frozen dough system: Rheology, tomography, and baking performance. *Lwt - Food Science and Technology*, 141, 110869.
11. Zhang, H., Wei, A., Zhou, S., Zhang, H., Xia, N., Wang, J., Ma, Y., ... et al. (2023). Effect of the substitution of butter by double cross-linked egg yolk granules/sodium alginate emulsion gel on properties of baking dough during frozen storage. *Food Chemistry*, 438, 137965 .
12. Prasadi, V. N., & Joye, I. (2023). Effect of soluble dietary fibre from barley on the rheology, water mobility and baking quality of wheat flour dough. *Journal of Cereal Science*.
13. Qing-Li, Li, Y., Zou, J., Shi-Guo, Wang, F., Yu, P., & Xiao-Su (2020). Influence of Adding Chinese Yam (Dioscorea opposita Thunb.) Flour on Dough Rheology, Gluten Structure, Baking Performance, and Antioxidant Properties of Bread. *Foods*, 9.
14. Ren, Y., Linter, B., Linfoth, R., & Foster, T. (2020). A comprehensive investigation of gluten free bread dough rheology, proving and baking performance and bread qualities by response surface design and principal component analysis. *Food & Function*.
15. Ronnie, M., Zainol, M., & Mamat, H. (2021). A review on the recent applications of gluten-free flour, functional ingredients and novel technologies approach in the development of gluten-free bakery products. *Food Research*.
16. Ozbek, S., & Kirtil, E. (2026). Interfacial Route to Low-Fat Muffin Cake Quality: Pre-Emulsification-Enabled Lipase Action Improves Structure and Acceptance. *Foods*, 15.
17. Lambré, C., Baviera, J. M. B., Bolognesi, C., Cocconcelli, P., Crebelli, R., Gott, D., Grob, K., ... et al. (2022). Safety evaluation of the food enzyme phospholipase A1 from the genetically modified *Aspergillus oryzae* strain NZYM-LJ. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 20.
18. Šarić, B., Dapčević-Hadnađev, T., Hadnađev, M., Sakač, M., Mandić, A., Mišan, A., & Škrobot, D. (2018). Fiber concentrates from raspberry and blueberry pomace in gluten-free cookie formulation: Effect on dough rheology and cookie baking properties. *Journal of texture studies*, 50 2, 124-130 .

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

