

Phytase (植酸酶) 中文技術說明：飼料磷利用、水產配方與穀物食品降植酸應用

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

Phytase (植酸酶) 是一類用於分解植酸 (phytate / phytic acid) 的酵素，主要應用在家禽、豬、水產飼料與穀物 / 豆類食品加工中，以提高磷、鈣、鋅、鐵與蛋白質等營養素的可利用性。對以玉米、豆粕、小麥、米糠、油籽粕或豆類為主的配方而言，phytase 的核心價值不是「額外提供磷」，而是把原料中被植酸鎖住的磷與礦物質釋放出來，降低糞便磷排放並改善配方效率。Enzymes.bio 以 1 kg 單位在線上供應 phytase ; CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供，供客戶在既有品質與合規流程中使用。

Phytase 是什麼：植酸酶的定義與主要應用

Phytase 中文通常譯為「植酸酶」，是能催化植酸分子上磷酸酯鍵水解的磷酸酶。植酸是植物種子儲存磷的主要形式，常存在於穀物、豆類與油籽原料中；對單胃動物而言，這些植酸磷不易被直接利用，並會與鈣、鋅、鐵等多價陽離子及蛋白質形成複合物，降低營養吸收效率。phytase 的作用，是將高磷酸化的肌醇磷酸逐步去磷酸化，讓部分被固定的磷與礦物質轉為較可被利用的型態，這也是它在飼料工業中被廣泛採用的根本原因^[1]。

在應用上，phytase 最成熟的場景是家禽與豬等單胃動物飼料，其次是植物性原料比例提高的水產飼料；此外，穀物、豆類、發酵食品與植物基食品加工也會利用植酸酶降低植酸含量，以改善礦物質生物可利用性。近年的研究不只關注磷釋放，也探討 phytase 對骨骼礦化、蛋白質可利用性、腸道環境、抗氧化狀態與永續配方的影響，但這些延伸效益往往更受物種、配方、加工條件與營養平衡影響，不能簡化為單一結果^[2]。

植酸為什麼是問題：從抗營養因子到環境磷負荷

植酸的營養問題在於它同時扮演「磷儲存物」與「抗營養因子」。在植物原料中，磷有相當比例以植酸形式存在；若動物缺乏足夠的內源性植酸酶活性，這些磷會通過消化道而無法充分吸收。飼料配方若因此增加無機磷補充，雖可滿足動物需求，卻也提高原料成本與糞便磷排放壓力。早期豬營養與環境污染研究已指出，透過營養調整降低磷排出，是畜牧污染管理的重要方向之一^[3]。

植酸不只影響磷。它與鈣形成複合物時，可能改變腸道中鈣磷平衡；與鋅、鐵等微量元素結合時，會降低其生物可利用性；與蛋白質或消化酵素交互作用時，也可能間接影響胺基酸與能量利用。這解釋了為什麼 *phytase* 的效果常不只反映在磷指標，也可能體現在生長表現、骨骼礦化、飼料轉化、蛋品質、肉品質或水產動物營養利用等多個端點，但這些端點的穩定性取決於配方是否同步調整^[4]。

作用機制：Phytase 如何水解 IP6 並釋放營養

植酸又稱肌醇六磷酸，常以 IP6 表示；*phytase* 會逐步水解其磷酸酯鍵，使 IP6 轉為 IP5、IP4、IP3、IP2、IP1 等低階肌醇磷酸，並釋放無機磷。此過程並非只看「是否開始分解」，更重要的是反應能否在實際消化或加工條件下持續進行，降低仍具螯合能力的中間產物累積。若只部分降解，某些低階植酸酯仍可能保留抗營養性，因此 *phytase* 的應用價值取決於其在目標環境中對植酸降解鏈的整體推進能力^[1]。

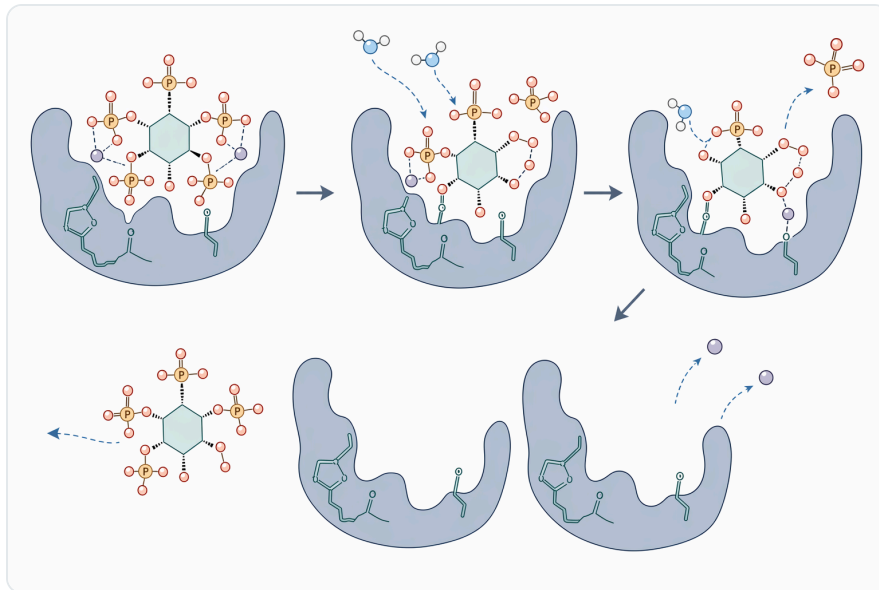


Figure 1. 植酸酶會逐步水解植酸，將 IP6 轉化為較低階的肌醇磷酸，同時釋放游離磷酸鹽。

在動物消化道中，*phytase* 需要面對酸鹼度變化、蛋白酶、停留時間與飼料基質包覆等限制。對家禽與豬而言，酵素若能在胃或前段小腸較早接觸植酸，就有機會在礦物質與蛋白質被植酸緊密結合前降低抗營養作用。水產動物則更複雜，因物種消化生理、胃酸能力、飼料成型與水中穩定性差異大，*phytase* 的效益通常需要結合原料組成與飼餵模式解讀^[5]。

從配方角度看，*phytase* 不是孤立添加物，而是與鈣、有效磷、總磷、維生素 D、微量元素、蛋白質品質與其他酵素共同作用。若鈣含量過高，可能加強植酸鈣複合物形成，影響植酸水解與磷釋放；若配方已充分滿足磷需求，額外釋放磷對生長表現的邊際效益也可能降低。這也是為何研究常以「營養矩陣」或「降低無機磷後仍維持性能」來評估 *phytase* 的實際價值^[6]。

主要應用一：肉雞、蛋雞與鴨等家禽飼料

家禽是 phytase 研究最密集的應用領域之一。肉雞研究與統合分析顯示，透過釋放植酸磷與改善礦物質利用，phytase 可支持肌肉生長與骨骼礦化，尤其在植物性原料比例高、可利用磷受限或需要降低無機磷添加的配方中更具意義。Nuamah 等人的肉用雞統合觀點將 phytase 描述為解開植酸限制、促進肌肉與骨礦化潛力的重要工具，但也強調效果受配方與營養背景影響^[1]。

蛋雞應用則更關注產蛋率、蛋品質、骨骼鈣磷代謝與養分利用。研究指出，在能量、磷與鈣較受限制的日糧中補充真菌來源 phytase，可改善蛋雞生產性能與營養利用；另一項蛋雞研究也評估了 phytase 與 xylanase 併用對產蛋表現、蛋品質、表觀代謝能與磷利用的影響，說明植酸酶常被納入多酵素與低營養密度配方策略中^[7]。

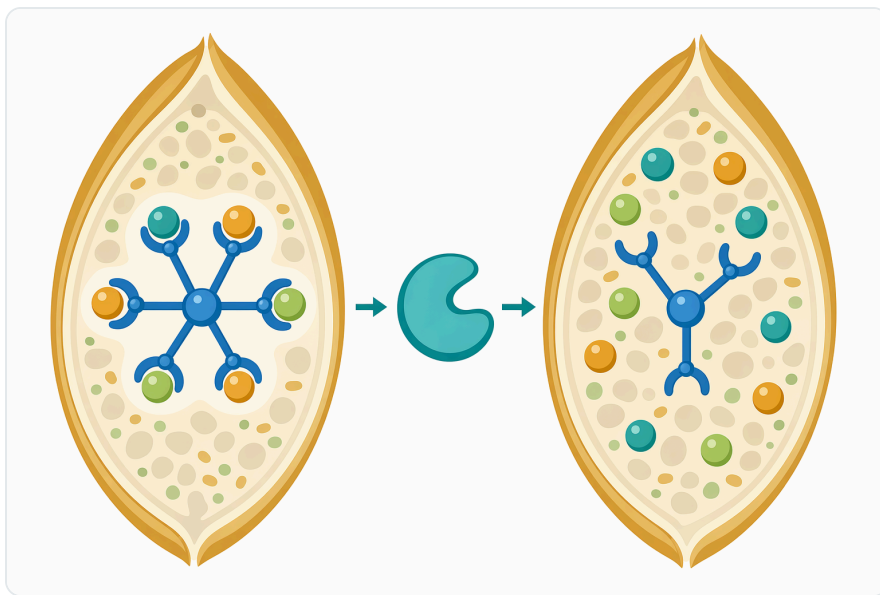


Figure 2. 完整的植酸鹽可與礦物陽離子結合，而植酸酶介導的去磷酸化會降低這種結合傾向。

在鴨的研究中，以高粱為基礎的日糧補充 phytase，與養分消化率、能量利用與抗氧化狀態改善有關。這類結果值得注意，因為高粱、小麥副產物、米糠與各類油籽粕的植酸含量與非澱粉多醣背景不同，會改變 phytase 與其他飼料酵素的實際表現；因此，家禽應用不宜只把 phytase 視為「磷替代物」，而應視為植物性原料利用策略的一部分^[8]。

主要應用二：豬隻營養、腸道環境與永續配方

豬隻同樣缺乏足夠能力利用植酸磷，因此 phytase 在仔豬、育成豬與肉豬配方中具有明確定位。除了改善磷利用與降低排放，近年研究也將焦點延伸至腸道微生物與黏膜—淋巴結軸。Klinsoda 等人的研究觀察了豬餵食 phytase 與乳酸處理穀物後，迴腸可存活菌相與腸道相關軸線的變化，顯示植酸水解、穀物處理與腸道生態之間可能存在交互作用^[9]。

永續配方方面，phytase 可讓配方師在維持性能的前提下降低部分外加磷來源，進而減少不可利用磷排出。豬飼料研究中也出現將能量與營養矩陣套用於 phytase 補充日糧的做法，目標是在生產表現與永續性之間取得平衡。這類矩陣策略的重點，是把 phytase 釋放的磷與其他潛在營養效益納入配方模型，而非只把酵素視為額外成本^[6]。

主要應用三：魚蝦水產飼料與植物性蛋白原料

水產飼料因魚粉替代、豆粕與其他植物性蛋白使用增加，植酸問題變得更重要。魚蝦對植酸磷的利用能力有限，且水產飼料常經製粒、擠壓或水中浸泡，酵素活性保留與釋放時機都是應用挑戰。Lemos 等人的魚蝦飼料 phytase 回顧指出，植酸酶可改善植物性飼料中磷與礦物質可利用性，但不同魚種、蝦種、飼料加工條件與投餵環境會造成效果差異^[5]。

以白蝦為例，飼料補充 phytase 的研究被用於密集養殖系統工程技術中，目的在於改善植物性飼料的營養利用並支持養殖表現。石斑等魚類網箱養殖研究也曾評估添加 phytase 的人工飼料，反映水產產業在降低魚粉依賴與提高植物原料消化利用方面的需求。雖然這些研究提供應用方向，但水產場域通常需要更重視飼料在水中的穩定性、攝食時間與物種消化差異^[10]。

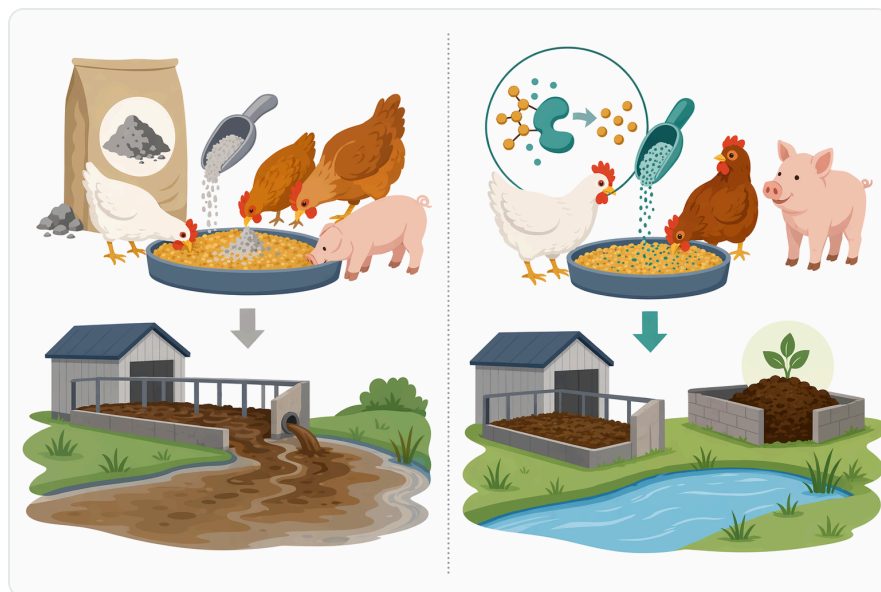


Figure 3. 在植酸酶作用前，較多磷仍以植酸鹽結合形式存在；作用後，更多磷酸鹽被釋放，礦物質結合也會減少。

近年的體外研究也關注特定植物蛋白，例如羽扇豆作為虹鱒原料時，phytase 對蛋白質與磷生物可及性的影響。這類研究有助於篩選水產配方原料與預處理策略，但體外可及性不能完全等同於動物體內成長結果；它更適合作為理解植酸障礙、原料差異與酵素潛力的科學工具^[11]。

主要應用四：穀物、豆類與植物基食品加工

在食品加工中，植酸酶的目標通常不是提高動物生長，而是降低穀物與豆類中的植酸，以改善鐵、鋅、鈣等微量營養素的可利用性。植物性飲食、全穀食品、豆類加工與發酵食品都可能面臨植酸造成礦物質吸收受限的問題。研究指出，具產 phytase 能力的乳酸菌可作為「細胞工廠」，在富含植酸的食品中提高微量營養素生物可利用性，這使 phytase 與發酵製程產生交集^[12]。

除了游離酵素直接添加，食品領域也研究固定化或載體化 phytase，以提高製程穩定性與可回收性。以藜科植物來源 phytase 固定於新型載體的研究顯示，固定化策略被視為提升穀物基食品營養可利用性與製程永續性的方向之一。不過，這些研究多屬特定材料與製程條件下的結果，實際食品應用仍需符合目的市場的食品法規、原料規格與製程需求^[13]。

不同應用場景比較

| 應用場景 | 主要目的 | 常見原料 / 基質 | 可期待的主要效益 | 重要限制 |
|-----------|-----------------|--------------------|----------------------------|---|
| 肉雞、蛋雞、鴨料 | 釋放植酸磷、支持骨骼與生產表現 | 玉米、豆粕、小麥副產物、米糠、油籽粕 | 降低無機磷依賴、改善磷利用、支持骨礦化與產蛋相關表現 | 鈣磷平衡、熱加工、原料植酸差異會影響結果 ^[14] |
| 豬料 | 改善磷吸收並降低糞便磷排放 | 玉米豆粕型日糧、穀物副產物 | 支持永續配方、降低排放壓力、可能影響腸道生態 | 配方矩陣需與實際營養密度一致 ^[9] |
| 魚蝦飼料 | 提高植物性蛋白與磷利用 | 豆粕、羽扇豆、菜籽粕、其他植物蛋白 | 有助魚粉替代與磷利用改善 | 物種差異、加工與水中穩定性挑戰較高 ^[5] |
| 穀物 / 豆類食品 | 降低植酸、改善礦物質可利用性 | 全穀粉、豆類、發酵基質、植物基食品 | 提高鐵鋅鈣等微量營養素生物可利用性潛力 | 食品法規、風味、製程相容性與標示要求需另行確認 ^[12] |
| 固定化或包埋製程 | 提升穩定性、控制釋放或便於回收 | 載體材料、包埋系統、加工介質 | 有助延長功能保留與改善操作彈性 | 多屬製程開發情境，放大與成本需評估 ^[15] |

熱穩定、包埋與固定化：製程相容性的關鍵

phytase 的實際效果常受加工條件限制。飼料製粒、擠壓與乾燥過程可能涉及溫度、壓力與水分變化，若酵素在進入動物消化道前已大量失去功能，理論配方效益就難以兌現。因此，業界與學術界持續研究提高 phytase 穩定性的方式，包括包埋、固定化與材料保護。以金屬有機框架噴霧乾燥包埋 phytase 的研究，即以提升穩定性與控制釋放為目標，反映酵素輸送技術對產業應用的重要性^[15]。

固定化 phytase 的另一個價值在食品與工業加工場景中更明顯，因為固定化可能帶來重複使用、降低酵素殘留或提高製程耐受性的可能。不過，包埋或固定化不是所有應用的必然選項；它們會改變酵素與底物接觸方式、釋放速度與成本結構。對飼料端而言，是否需要保護型策略，取決於製程強度、添加時點、飼料形態與目標動物消化條件^[13]。



Figure 4. 植酸酶在動物飼料中的主要用途，是用於以含植酸鹽植物原料為基礎的家禽、豬隻與水產養殖飼料。

證據強度：哪些結論較穩定，哪些仍需保守解讀

較穩定的結論是：phytase 能水解植物原料中的植酸，提升植酸磷利用，並可在合適配方中降低對無機磷補充的依賴。這一點在肉雞、蛋雞、豬與水產文獻中反覆出現，也是 phytase 成為主流飼料酵素的基礎。肉雞研究尤其顯示，其對骨骼礦化與生長潛力具實用意義；蛋雞與鴨的研究則補充了產蛋、能量利用與抗氧化狀態等面向^[1]。

需要保守解讀的，是 phytase 對胺基酸、能量、免疫、肉品質、腸道菌相與壓力狀態的延伸效益。例如熱緊迫肉雞研究探討 phytase 對肉品質的影響，說明植酸降解可能與壓力環境下的營養代謝有關；但這類結果通常受品系、環境、日糧組成與管理條件交互影響，不能直接外推為所有場域皆會產生同等效果^[16]。

同樣地，關於 phytase 的胺基酸矩陣值與「超越磷釋放」的效果，近年研究仍持續修正。部分研究指出 phytase 可能帶來磷以外的營養效益，但在離胺酸不足等特定限制條件下，生長恢復可能有限。這提醒配方設計不能把 phytase 視為彌補所有營養缺口的工具；若關鍵胺基酸或能量不足，植酸水解無法完全替代基本營養平衡^[17]。

與其他酵素與礦物策略的搭配

phytase 常與木聚醣酶、蛋白酶或其他碳水化合物酵素共同使用，尤其在小麥、麩皮、雜糧或副產物比例較高的配方中。Ahmadi 等人的肉雞研究評估了大腸桿菌來源 phytase 與來自 *Bacillus* 的碳水化合物酶—蛋白酶組合，並觀察其對性能、消化率、骨礦化與腸道形態的影響，說明多酵素策略可能同時處理植酸、纖維與蛋白消化限制^[4]。

礦物策略也會影響 phytase 的表現。近年水產與家禽研究大量討論螯合礦物、鋅生物可利用性與免疫健康；雖然螯合礦物與 phytase 的機制不同，但兩者都指向「提高礦物質有效利用、降低排放與減少拮抗」的配方目標。對植物性原料比例高的配方而言，降低植酸螯合與選擇更可利用的礦物來源，常是同一個營養管理問題的兩個面向^[18]。

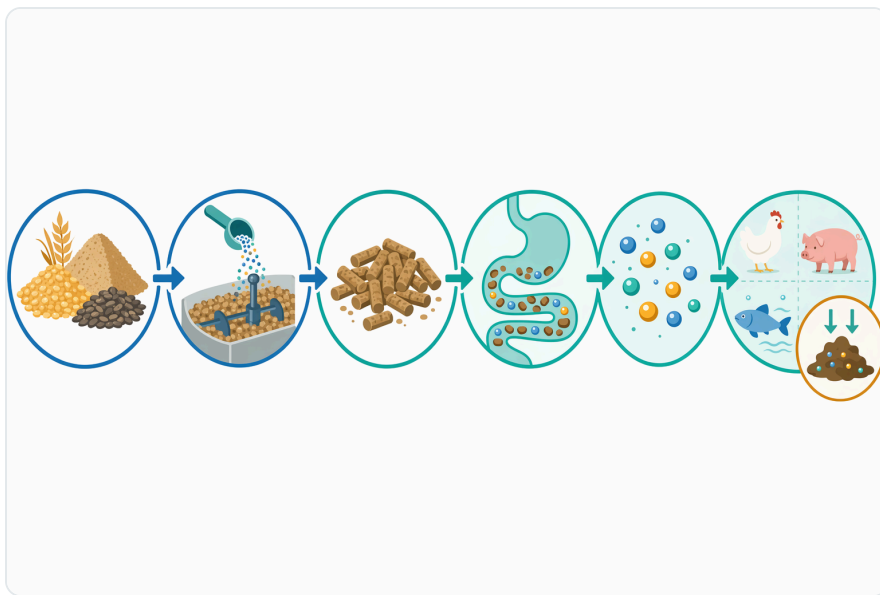


Figure 5. 有效的植酸酶作用需要具活性的酶、可接觸的植酸鹽受質、充足水分、適當 pH 值，以及足夠的接觸時間。

Enzymes.bio 供應定位與文件交付

Enzymes.bio 是 phytase 的線上供應商，並非製造商或實驗室；其角色是提供可直接購買的酵素原料選項，供飼料、食品加工、配方開發與相關 B2B 應用使用。產品以 1 kg 單位在線上銷售，適合需要將 phytase 納入既有配方、試製流程或加工系統的客戶；訂單會隨附 CoA 與 SDS，以支接收貨、內部文件留存與安全管理流程。

由於不同客戶的原料組成、加工條件、法規用途與營養目標不相同，phytase 的最終效益應放在客戶自己的製程與配方邏輯中解讀。Enzymes.bio 作為供應端，不應被理解為提供動物試驗、實驗室分析或製造商規格背書的單位；較務實的定位，是讓客戶取得酵素原料與隨貨文件，並在自身品質系統、配方模型與合規框架下使用。

使用時的技術限制與風險控管觀念

phytase 的效果高度依賴底物，也就是飼料或食品中實際存在的植酸量與可接觸性。若原料植酸含量低、礦物質已充分可利用，或加工條件使酵素與底物無法有效接觸，效益就可能低於預期。相反地，當植物性原料比例高、無機磷成本高、排放限制嚴格或需要改善礦物利用時，phytase 的應用價值通常更明顯^[5]。

另一個限制是製程穩定性。熱處理、長時間儲存、濕度、pH、氧化環境與其他配方成分都可能影響酵素功能；因此，配方設計時應把 phytase 視為「具有生物活性的加工原料」，而非惰性粉體。近年包埋與固定化研究之所以受到關注，正是因為酵素在真實製程中的穩定性與釋放行為，往往決定了實際表現^[15]。

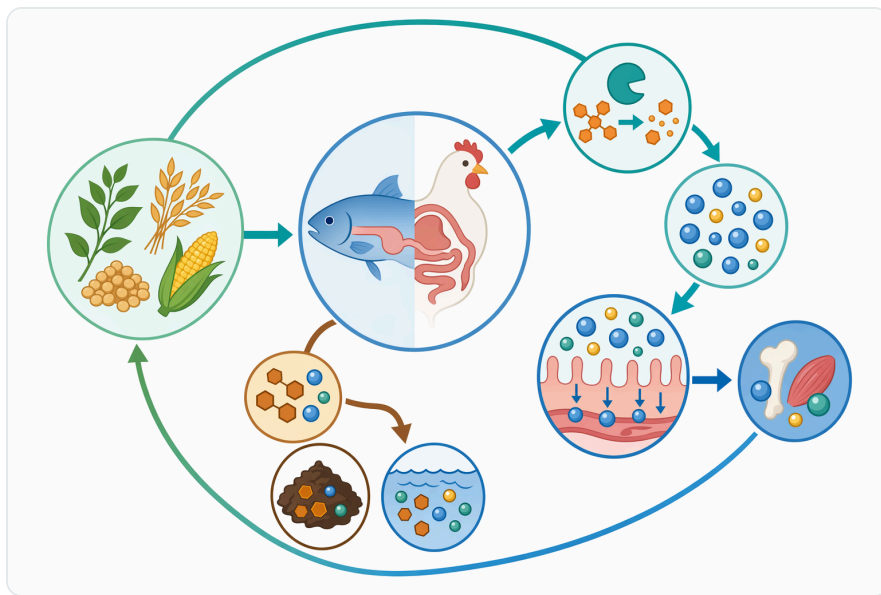


Figure 6. 透過從植酸鹽中釋放磷酸鹽，植酸酶可改善磷的利用率，並減少飼料系統中未被利用的磷損失。

食品應用還需特別注意法規與用途界線。用於飼料的 phytase 與用於食品加工的 phytase，在合規要求、標示、製程殘留與目標市場規範上可能不同；而以乳酸菌或固定化酵素降低植酸的研究，雖提供營養改善方向，並不同於所有 phytase 產品都可直接用於所有食品用途。客戶應依自身產品定位與市場法規進行內部確認^[12]。

實務總結：Phytase 的價值在於釋放被植酸鎖住的營養

Phytase (植酸酶) 是一項成熟且有充分研究基礎的酵素工具，最核心的功能是降解植酸、釋放植酸磷，並降低植酸對礦物質與蛋白質利用的負面影響。對家禽、豬與水產飼料而言，它可支援降低無機磷依賴、改善磷利用、減少糞便磷排放，並在合適配方中支持生產性能與骨骼礦化；對穀物與豆類食品加工而言，它則有助於降低植酸造成的微量營養素吸收限制^[3]。

不過，phytase 不是萬能添加物。其結果會受到原料植酸含量、鈣磷比例、加工熱負荷、動物物種、飼料型態、其他酵素與礦物策略共同影響。文獻中關於成長、蛋品質、肉品質、抗氧化、免疫與腸道菌相的延伸結果具有參考價值，但應以特定條件下的證據來理解，而不是保證性結論^[2]。

對需要 phytase 中文資訊與 B2B 原料供應的使用者而言，Enzymes.bio 提供的是可在線上以 1 kg 單位購買的 phytase 供應選項，並隨訂單提供 CoA 與 SDS。從技術角度看，最合理的應用方式，是將 phytase 放入完整配方與製程系統中評估：確認植物性原料帶來的植酸限制、同步管理鈣磷與微量元素，並把酵素穩定性與實際使用條件納入決策。

線上訂購 Phytase

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 Phytase →](#)

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. Nuamah, E., Okon, U., Jeong, E., Mun, Y., Cheon, I., Chae, B., Odoi, F. N. A., ... et al. (2024). Unlocking Phytate with Phytase: A Meta-Analytic View of Meat-Type Chicken Muscle Growth and Bone Mineralization Potential. *Animals*, 14.
2. Imranuzzaman, M., Hossain, H., Pory, F., c, D., Haque, M., Akter, S., Dey, P., ... et al. (2025). Phytase supplementation in Broilers: Influence on growth performance and physiological health. *Journal of Advanced Biotechnology and Experimental Therapeutics*.
3. Jongbloed, A., Lenis, N., & Mroz, Z. (1997). Impact of nutrition on reduction of environmental pollution by pigs: an overview of recent research. *Veterinary Quarterly*, 19 3, 130-4 .
4. Ahmadi, M., Ghasemi, H., Hajkhodadadi, I., & Khaligh, F. (2024). Effect of an Escherichia coli-derived phytase and a carbohydrase-protease cocktail derived from Bacillus spp. on performance, digestibility, bone mineralization and gut morphology in broilers fed different nutrient density diets. *Veterinary Medicine and Science*, 10.
5. Lemos, D., & Tacon, A. (2017). Use of phytases in fish and shrimp feeds: a review. *Reviews in Aquaculture*, 9, 266-282.
6. Velayudhan, D., Remus, J., Dersjant-Li, Y., & Vinyeta, E. (2024). 379 Application of an energy and nutrient matrix to a diet supplemented with a novel phytase achieved a production and sustainability benefit in pigs. *Journal of Animal Science*.

7. Pirzado, S. A., Liu, G., Purba, M. A., & Cai, H. (2024). Enhancing the Production Performance and Nutrient Utilization of Laying Hens by Augmenting Energy, Phosphorous and Calcium Deficient Diets with Fungal Phytase (Trichoderma reesei) Supplementation. *Animals*, 14.
8. Li, Z., Raziq, F., Khan, M., Ali, S., Ullah, A., Ahmed, I., Alfaleh, A., ... et al. (2025). Phytase supplementation in sorghum-based diet enhances nutrient digestibility, energy utilization, and antioxidant status of Campbell ducks. *Poultry Science*, 105.
9. Klinsoda, J., Vötterl, J., Zebeli, Q., & Metzler-Zebeli, B. (2019). Alterations of the Viable Ileal Microbiota of the Gut Mucosa-Lymph Node Axis in Pigs Fed Phytase and Lactic Acid-Treated Cereals. *Applied and Environmental Microbiology*, 86.
10. Rachmawati, D., & Samidjan, I. (2018). Engineering Technology of White Shrimp (Litopenaeus vannamei) Intensive System Culture with the Supplementation of Phytase Enzyme in the Diet. *Omni-Akuatika*.
11. Azcuy, R. L., Casaretto, M. E., Márquez, L., Hernández, A. J., & Morales, G. A. (2024). Evaluation of Phytase Impact on In Vitro Protein and Phosphorus Bioaccessibility of Two Lupin Species for Rainbow Trout (Oncorhynchus mykiss). *Aquaculture Nutrition*, 2024.
12. Sharma, N., Angural, S., Rana, M., Puri, N., Kondepudi, K., & Gupta, N. (2020). Phytase producing lactic acid bacteria: Cell factories for enhancing micronutrient bioavailability of phytate rich foods. *Trends in Food Science and Technology*, 96, 1-12.
13. Rehman, K., Abdelrahman, E. A., Alissa, M., Alghamdi, A., Alghamdi, S. A., Alshehri, M. A., Aloraini, G., ... et al. (2025). Immobilization of Chenopodium murale-Derived Phytase on Novel Carriers: A Sustainable Approach to Enhance Nutrient Bioavailability in Cereal-Based Foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
14. Kayan, A., Prasongsook, S., & Poeikhampha, T. (2025). Diet supplementation with phytase and xylanase on laying performance, egg quality, apparent metabolizable energy, and phosphorous use in laying hens. *Veterinary World*, 18, 155 - 161.
15. Weng, Y., Xu, X., Yan, P., You, J., Chen, X., Song, H., & Zhao, C. (2024). Enzyme encapsulation in metal-organic frameworks using spray drying for enhanced stability and controlled release: A case study of phytase. *Food Chemistry*, 452, 139533 .
16. Maynard, C., Maynard, C., Mullenix, G., Ramser, A., Greene, E., Bedford, M., & Dridi, S. (2023). Impact of Phytase Supplementation on Meat Quality of Heat-Stressed Broilers. *Animals*, 13.
17. Mızrak, C., Rey, E., & Çufadar, Y. (2026). Reconsidering amino acid matrix values: 6-phytase benefits beyond phosphorus release but limited growth recovery in lysine-deficient diets. *Poultry Science*, 105.
18. Sharifinia, M. (2025). From nutrient bioavailability to disease resistance: The comprehensive benefits of chelated minerals in aquaculture. *Fish and Shellfish Immunology*, 110218 .


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。