

Thermostable Phytase Enzyme Livestock CAS 9001-89-2：熱穩定植酸酶在畜禽與水產飼料中的磷利用應用

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

Thermostable Phytase Enzyme Livestock CAS 9001-89-2 是用於畜禽與水產飼料的熱穩定植酸酶，主要功能是水解植物原料中的植酸磷，釋放可吸收的無機磷並降低植酸的抗營養作用。相較於一般植酸酶，熱穩定型更適合經過顆粒化、調質或其他熱處理的飼料製程，可協助維持加工後的酵素功能。Enzymes.bio 以 1 kg 單位線上供應此產品，並隨訂單提供 CoA 與 SDS 供企業內部品質與安全文件管理使用。

產品定位：熱穩定植酸酶與主要應用

Thermostable Phytase Enzyme Livestock CAS 9001-89-2 屬於植酸酶 (phytase) 類酵素產品，主要應用於家禽、豬與部分水產配方，以改善植物性飼料原料中磷的生物可利用性。植酸酶的核心作用，是催化植酸 (phytate ; myo-inositol hexakisphosphate, InsP6) 逐步去磷酸化，產生較低磷酸化程度的肌醇磷酸與無機磷；這使原本難以被單胃動物利用的植酸磷，轉化為較容易吸收的形式^[1]。

在玉米、豆粕、穀物副產物與油籽粕等植物性原料中，磷有相當比例以植酸型態存在。家禽、豬與多數養殖魚類自身分泌植酸酶的能力有限，因此即使配方中「總磷」看似足夠，實際可被吸收的「有效磷」仍可能不足；這會使配方端依賴無機磷來源，也增加糞便磷排放壓力^[2]。

「熱穩定」是本產品名稱中的關鍵描述，代表其設計用途與一般飼料製程更相容。飼料顆粒化、調質、乾燥或擠壓等流程會帶來熱與濕度壓力，可能使蛋白質酵素構形改變而降低功能；熱穩定植酸酶的價值，在於提高酵素通過加工步驟後仍能發揮水解植酸作用的機率^[3]。

Enzymes.bio 的角色是供應商，不是製造商，也不是檢測實驗室；因此本文以應用科學與採購後使用情境為主，不呈現製造端聲明、實驗室方法或特定活性規格。此產品以 1 kg 單位在線上直接銷售，CoA 與 SDS 會隨訂單提供，適合需要明確文件留存與內部審核流程的 B2B 使用者。

為什麼飼料配方需要植酸酶

植酸磷是植物性飼料中的「可見總量、不可完全利用」問題

植物種子將磷儲存在植酸分子中；植酸帶有多個磷酸基，容易與鈣、鎂、鋅、鐵等陽離子形成不溶性複合物，也可能與蛋白質或消化酵素發生交互作用。結果是，動物不只難以取得植酸中的磷，其他礦物質與部分營養素的利用也會受到牽連，這正是植酸被稱為抗營養因子的原因之一^[4]。

對飼料廠而言，這個問題會反映在三個層面：第一，配方必須額外加入可利用磷來源；第二，未被吸收的磷會經糞便排出；第三，鈣磷比例、礦物質平衡與骨骼發育指標會受到影響。近期肉雞研究也持續指出，外源性植酸酶與日糧鈣磷比例會共同影響生長表現、礦物質利用與骨骼特性，顯示植酸酶不是孤立添加物，而是礦物營養策略的一部分^[5]。

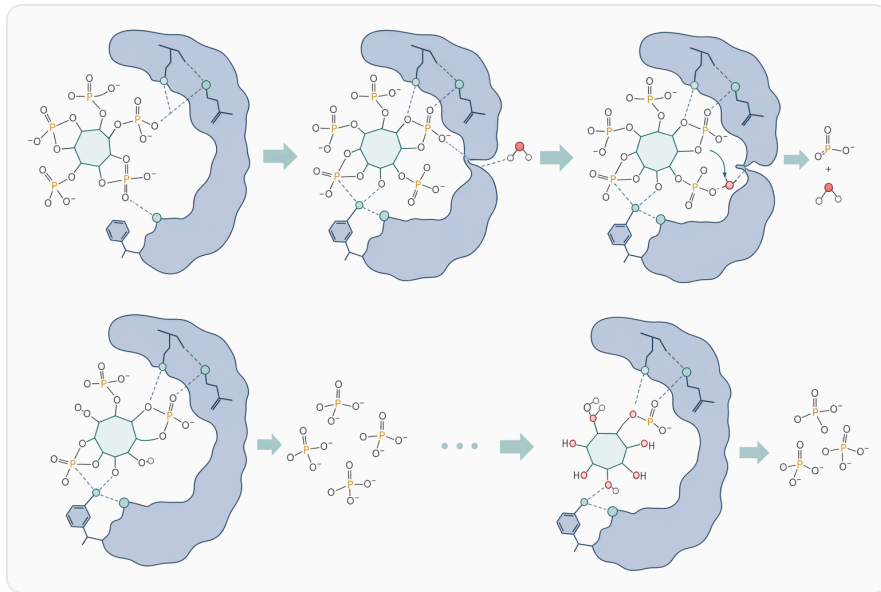


Figure 1. 植酸酶會水解植酸上的磷酸酯鍵，將 IP6 轉換為較低階的肌醇磷酸，並釋放無機磷酸鹽。

從永續角度來看，磷不是無限制資源；磷礦開採、肥料供應與畜牧排放都與環境管理相關。提升飼料中既有植物磷的利用率，可以降低對無機磷補充的依賴，並減少排泄端進入土壤與水體的磷負荷，這與磷資源效率與水體富營養化管理直接相關^[6]。

熱處理製程讓「耐熱性」成為實務重點

植酸酶本質上是蛋白質，熱、濕度、剪切力與停留時間都可能影響其構形穩定。若酵素在進入動物消化道之前已因製程失去大部分功能，配方上即使添加植酸酶，也未必能達到預期的磷釋放效果；因此，飼料加工條件與酵素熱穩定性之間的匹配，是商業應用不可忽視的因素^[3]。

熱穩定型植酸酶的目的，不是宣稱可在任何高溫條件下不受影響，而是提高其對常見飼料熱製程的耐受性。以熱穩定鹼性植酸酶的研究為例，研究者關注的正是其在飼料環境中改善磷生物可利用性的潛力，並以體外分析探討其在動物飼料中的功能表現^[7]。

作用機制：植酸酶如何釋放磷並降低抗營養效應

從 InsP6 到可利用磷的逐步水解

植酸酶催化的不是單一步驟反應，而是連續去磷酸化過程。植酸 InsP6 會逐步被水解為 InsP5、InsP4、InsP3 等較低階肌醇磷酸，同時釋放無機磷；當磷酸基數量減少，植酸與礦物質、蛋白質形成強螯合的能力也會下降，進一步改善營養素的可接近性^[4]。

不同植酸酶可依起始水解位置、來源與結構特徵分類，例如常見的 3-phytase 與 6-phytase。對飼料應用而言，真正重要的是它能否在動物消化道的時間、pH 與基質條件下快速降低高磷酸化植酸比例，因為 InsP6 與部分高階肌醇磷酸通常具有較強的礦物質結合能力^[8]。

pH、鈣磷比例與基質會改變實際效果

植酸酶在動物體內的作用位置通常與嗉囊、胃、腺胃、肌胃或小腸前段等環境相關；這些部位的 pH、停留時間與水分條件各不相同。若酵素在酸性條件下仍能維持催化能力，就更有機會在植酸與礦物質完全形成不溶性複合物之前先行水解植酸^[1]。

鈣是配方中最需要搭配考量的礦物質之一。過高或不平衡的鈣含量可能影響植酸鹽溶解度與磷釋放效率，也會改變動物對磷的吸收與骨骼礦化反應；肉雞研究顯示，植酸酶補充與總鈣：總磷比例會共同影響生長、礦物利用與骨骼結果，說明應用植酸酶時必須放在完整礦物營養框架中理解^[5]。

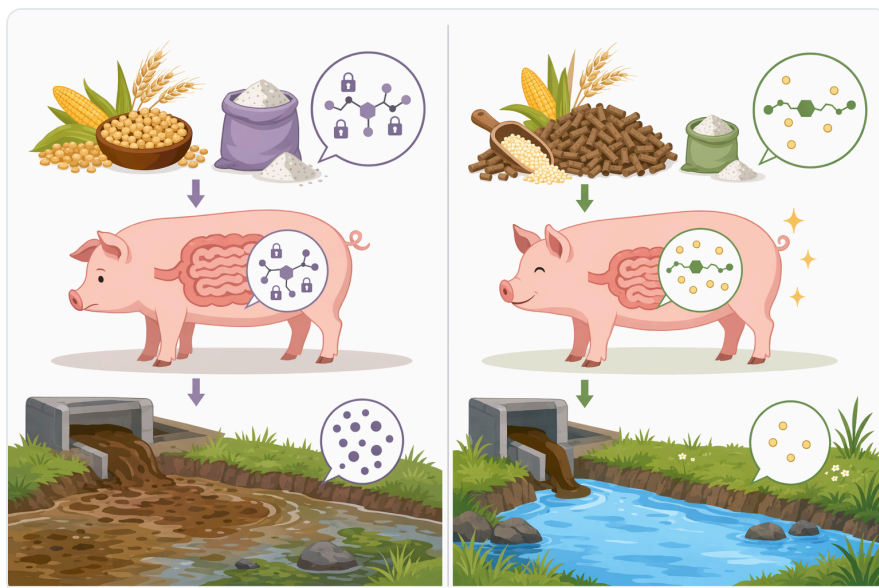


Figure 2. 完整的植酸會鎖住磷並整合礦物質；經植酸酶處理的飼料則含有更多可吸收的磷酸鹽，以及電荷較低的肌醇磷酸。

熱穩定性來自蛋白質結構穩定，而非單一概念

「熱穩定」通常涉及蛋白質三維結構在熱壓力下維持折疊狀態的能力，可能與二硫鍵、鹽橋、疏水核心、表面電荷分布及柔性區域有關。不同微生物來源或工程化設計的植酸酶，其耐熱、耐酸與抗蛋白酶能力可能差異很大，因此不宜把所有植酸酶視為同一性能等級^[9]。

近期與細菌來源 6-phytase 相關的動物營養研究，將注意力放在提高配方缺磷或多重營養限制條件下的生長與骨灰分表現；這類研究反映出商業化植酸酶已不只是「補磷工具」，也常被納入低礦物、低營養密度或精準營養策略中評估^[10]。

與替代策略的比較

下表整理熱穩定植酸酶、一般植酸酶與直接補充無機磷在飼料應用上的差異。此表為應用層面的比較，並非特定品牌或批次性能聲明。

策略	主要功能	優勢	主要限制	適合情境
熱穩定植酸酶	水解植酸磷，提升有效磷並降低抗營養效應	較能承受常見熱製程；可降低對無機磷的部分依賴；有助減少糞磷排放	效果仍受配方、加工條件、動物種類與鈣磷比例影響	顆粒料、調質料、植物性原料比例高的畜禽與水產配方
一般植酸酶	水解植酸，改善磷利用	成本與供應選擇多；可用於低熱壓力流程	加工後功能保留可能較受限制	粉料、後噴塗或低熱處理配方

策略	主要功能	優勢	主要限制	適合情境
無機磷補充	直接提供可利用磷	配方計算直觀；不依賴植酸水解	不降低植酸抗營養作用；可能增加磷排放與礦物成本	快速修正有效磷不足，或與植酸酶搭配使用
植酸酶搭配其他酵素	同時處理植酸與非澱粉多醣等抗營養因子	可能改善整體營養釋放與腸道基質可及性	需要配方層級驗證，避免重複計算營養釋放	高纖、豆粕或副產物含量較高的複合配方

植酸酶與碳水化合物酶在家禽與豬營養中的應用已被多篇回顧討論；其共同邏輯是透過酵素降低植物性原料中的限制因素，使營養矩陣不只依賴原料總含量，而更接近可消化與可吸收的實際價值^[8]。

畜禽應用：肉雞、蛋雞、種雞與豬隻

肉雞與蛋雞：骨骼、成長與礦物利用

肉雞對磷與鈣的需求高度連動，尤其在快速生長階段，骨骼礦化、腿部健康與飼料轉換效率都會受到有效磷供應影響。植酸酶補充研究通常觀察生長表現、骨灰分、礦物保留與腸道健康等指標；近年肉雞研究也顯示，在鈣磷不足或受病原挑戰條件下，植酸酶可能與維生素 D 代謝相關營養策略共同影響骨骼與腸道結果^[11]。

對種雞與蛋品質而言，植酸酶的意義不只在於降低無機磷添加，也可能與產蛋性能、蛋殼品質、礦物利用及繁殖相關指標有關。針對肉種雞的統合分析指出，植酸酶補充與生產表現、蛋品質性狀之間存在值得重視的關聯，但效果大小仍會受到日糧設計與飼養條件影響^[12]。

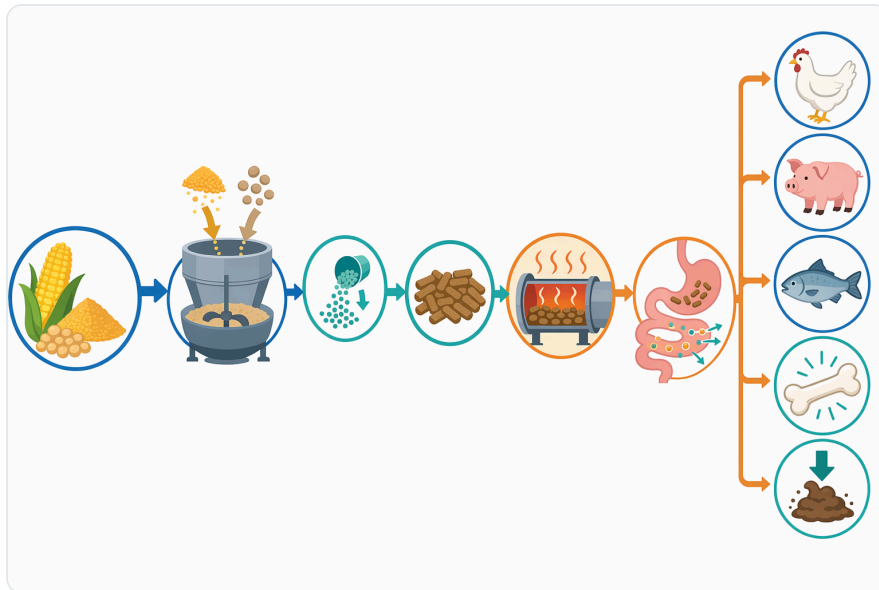


Figure 3. 植酸磷的有效釋放取決於酶是否能接觸到可利用的植酸、活性是否能持續維持，以及其在飼料水合作用與消化過程中的反應進展。

豬隻：從生長豬到母豬的磷策略

豬隻同樣屬於單胃動物，對植酸磷的利用有限，因此植酸酶長期被用於仔豬、生長肥育豬與繁殖母豬日糧。其核心價值是釋放植物性原料中的磷，同時降低植酸對鈣、鋅、鐵與蛋白質利用的干擾；在低有效磷配方中，植酸酶尤其常被用來支持骨骼與生長需求^[1]。

近期關於大腸桿菌來源 6-phytase 的母豬研究，將補充時點放在妊娠後期與泌乳期，並觀察分娩效率與母豬表現。這表示植酸酶應用已延伸到繁殖週期營養管理，而不只是肥育階段的成本控制工具^[13]。

水產飼料應用：植物性蛋白提高後的磷釋放需求

水產飼料近年大量使用豆粕、菜籽粕、棉籽粕或其他植物蛋白，以降低對魚粉的依賴。然而植物蛋白帶來的植酸也會限制磷與礦物質利用，特別是在尼羅吳郭魚等雜食性魚種中，植酸酶可作為改善植物性配方營養可用性的工具之一^[14]。

尼羅吳郭魚研究顯示，植酸酶補充可被用來評估成長表現、腸道形態與代謝反應；這類資料對水產配方有實務價值，因為魚類消化道環境、飼料在水中的穩定性、加工方式與攝食行為都與陸生畜禽不同，不能直接套用肉雞或豬隻結果^[14]。

對水產業而言，磷排放也具有環境敏感性。未被吸收的磷進入養殖水體後，可能加重水質管理負擔；在高植物性原料配方中導入植酸酶，可從飼料端提高磷利用並降低排泄端壓力，與養殖場水質與永續管理目標相互連結^[6]。

配方與製程整合時的技術重點

加工前後的功能保留

熱穩定植酸酶特別適合需要經過顆粒化或調質的飼料，但加工條件仍會影響最終功能。熱、濕度與時間並非獨立因素；同樣的名義溫度，在不同蒸氣壓、含水量、停留時間與冷卻條件下，對酵素造成的壓力可能不同^[3]。

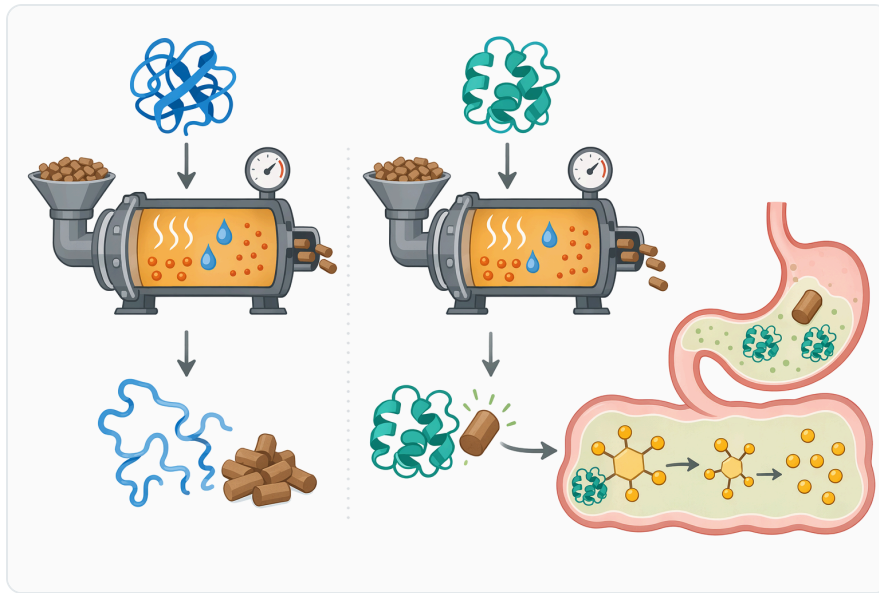


Figure 4. 耐熱性有助於植酸酶在飼料加工壓力下維持其結構，使其活性在消化過程中仍可發揮作用。

因此，熱穩定型產品的實務價值在於提高製程彈性，而不是取消配方端對加工條件的管理。若企業已有固定顆粒化流程，通常會把植酸酶納入整體營養矩陣、加工流程與成品穩定性的綜合評估，而不是只看單一原料替代值^[8]。

與鈣、磷與微量礦物的共同設計

植酸酶釋放磷後，配方中的有效磷估算會改變；同時，植酸被水解後，礦物質整合程度下降，也可能影響鈣、鋅、鐵、銅與錳等元素的可利用性。這是植酸酶能超越單純「磷添加物」角色的原因，但也意味著配方計算需要避免重複釋放或高估營養貢獻^[4]。

鈣磷比例是最常見的調整焦點。若鈣含量過高，可能降低植酸溶解度並影響磷吸收；若有效磷不足，則可能影響骨骼與生長。肉雞鈣磷比與植酸酶補充研究指出，配方中的總鈣與總磷比例會顯著牽動生長表現、礦物利用與骨骼特徵^[5]。

與其他酵素和功能性添加物的搭配

在高豆粕、高副產物或高纖維配方中，植酸並不是唯一限制因素；非澱粉多醣、 β -甘露聚糖、蛋白質包埋與細胞壁結構也會影響營養釋放。因此，植酸酶常與木聚糖酶、 β -甘露聚糖酶或蛋白酶等添加物一起被討論，以形成更完整的植物性原料利用策略^[8]。

不過，多酵素搭配的結果取決於基質是否存在、反應位置是否重疊，以及營養矩陣如何計算。若配方同時下修能量、胺基酸與礦物質安全邊際，應用端需要以企業自身配方與動物表現資料作為判斷依據，避免把文獻平均效果直接視為所有生產情境的固定值^[15]。

科學證據的強度與解讀方式

較一致的證據：磷利用、骨骼礦化與排放降低

植酸酶提升植物性磷利用的作用機制明確，且在家禽、豬與部分水產研究中被反覆驗證。最穩定的結果通常出現在有效磷偏低、植物性原料比例高、或配方有明確礦物營養調整的條件下；此時植酸水解對磷釋放與骨骼礦化的影響更容易被觀察^[16]。

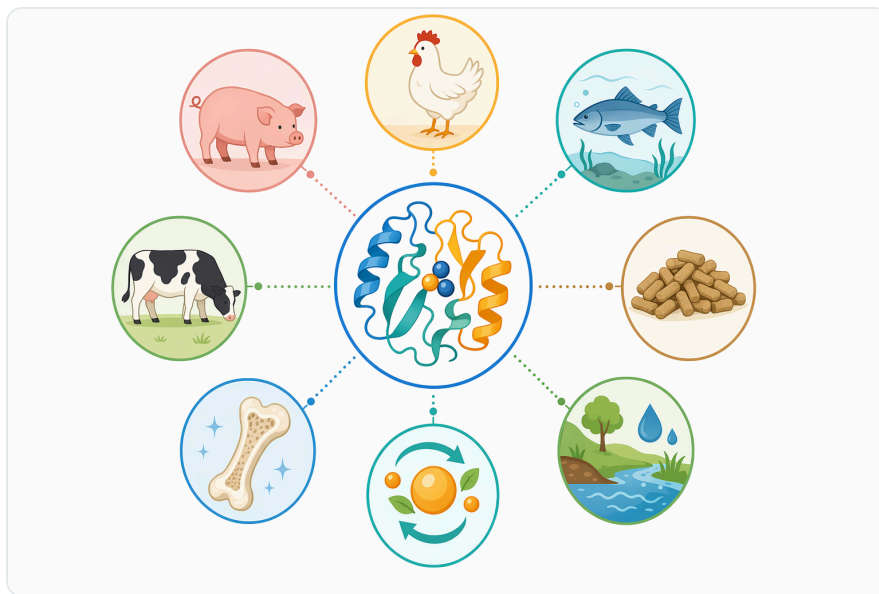


Figure 5. 植酸酶適用於含有富含植酸之植物性原料、且內源性植酸降解能力有限的家禽、豬隻與水產養殖飼料。

在環境面，植酸酶透過提高磷吸收率，減少未利用磷排入糞便或養殖水體的機會。這與全球對磷資源效率、肥料循環與水體富營養化控制的關注一致；從企業永續報告角度，植酸酶屬於可被納入飼料端減排與資源效率敘事的技術之一^[6]。

需要情境化解讀的證據：成長性能與「超額效應」

相較於磷利用與骨骼指標，成長性能的改善幅度較容易受到日糧營養密度、飼養管理、健康狀態與品系影響。若基礎配方本來已提供充足有效磷與礦物質，植酸酶對增重或飼料轉換率的邊際效果可能較小；若配方採取低磷或精準營養設計，效果則較容易顯現^[10]。

部分文獻也討論植酸酶的「超額磷外效應」，例如釋放肌醇、降低植酸對胺基酸與微量礦物質的干擾，或改善腸道環境。這些機制具有生物學合理性，但在不同動物、配方與酵素來源之間不一定一致，因此更適合被視為潛在增值，而非每一批飼料都必然出現的固定效益^[4]。

文件、安全與供應資訊

Thermostable Phytase Enzyme Livestock CAS 9001-89-2 由 Enzymes.bio 以 1 kg 單位在線上供應，適合需要小包裝、明確品名與文件留存的企業客戶。Enzymes.bio 並非製造商或實驗室；其供應資訊應被理解為商業供應與文件交付，而非製程開發或實驗室驗證服務。

CoA 與 SDS 會隨訂單提供。CoA 可作為企業內部批次文件管理的一部分，SDS 則用於安全搬運、儲存與職安衛資料留存；實際使用時，企業仍應依所在地飼料法規、職業安全規範與內部品質系統管理酵素類原料。

在儲存上，酵素產品一般應避免長時間暴露於高溫、高濕與陽光直射環境，並降低反覆開封造成的吸濕與污染風險。熱穩定性主要是針對加工與功能保留的應用需求，不代表產品可在不受控環境下無限期維持性能；使用端仍應依隨貨文件與企業倉儲規範處理^[3]。

適合導入的飼料情境

熱穩定植酸酶特別適合植物性原料比例高、需要顆粒化或調質、且配方希望降低無機磷依賴的飼料系統。典型情境包括肉雞與蛋雞顆粒料、豬隻生長與繁殖日糧、以及使用豆粕或其他植物蛋白的水產飼料^[8]。

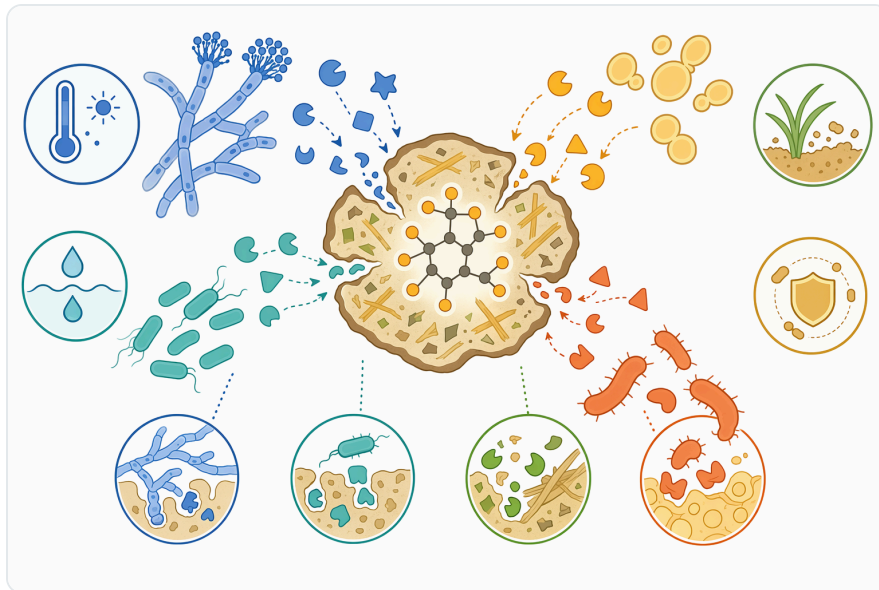


Figure 6. 商業化與實驗性植酸酶來自多種不同微生物，並具有不同的穩定性與 pH 行為特徵。

若企業正在推動低磷排放、精準營養或降低礦物安全邊際，植酸酶可作為配方策略的一環。它的價值不只在於替代部分無機磷，更在於降低植酸造成的營養封鎖，使原料中已存在但未充分利用的磷與礦物質更接近可吸收狀態^[2]。

對加工導向的飼料廠而言，熱穩定型產品可降低「添加了酵素卻在製程中損失功能」的風險。尤其當產品需要經過蒸氣調質、顆粒化或乾燥步驟時，耐熱性會直接影響最終飼料中植酸水解能力的保留^[3]。

結論

Thermostable Phytase Enzyme Livestock CAS 9001-89-2 的主要用途，是在畜禽與水產飼料中水解植酸磷，提高有效磷供應，並降低植酸對礦物質與其他營養素的抗營養影響。其「熱穩定」特性使其更適合需要顆粒化、調質或其他熱處理的飼料製程，尤其適用於植物性原料比例高、希望降低無機磷使用與磷排放壓力的配方系統^[1]。

從機制上看，植酸酶透過逐步去磷酸化 InsP6 釋放無機磷，同時削弱植酸與鈣、鋅、鐵及蛋白質的結合作用；從應用上看，其效果會受到動物種類、鈣磷比例、飼料基質、加工條件與健康狀態影響，因此應被納入完整營養策略，而非單獨視為磷源替代物^[4]。

Enzymes.bio 以 1 kg 單位線上供應 Thermostable Phytase Enzyme Livestock CAS 9001-89-2，並隨訂單提供 CoA 與 SDS。對 B2B 使用者而言，這類熱穩定植酸酶的價值在於協助提升飼料中植物磷利用率、支援礦物營養管理，並使配方更符合成本控制與永續生產需求。

線上訂購 Thermostable Phytase Enzyme Livestock Cas 9001-89-2

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 Thermostable Phytase Enzyme Livestock Cas 9001-89-2 →](#)

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. Shanmugam, G. (2018). Characteristics of Phytase Enzyme and its Role in Animal Nutrition. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7, 1006-1013.
2. Kananykhina, O., & Turpurova, T. (2025). PHYTASE AS A FACTOR IN PHOSPHORUS ABSORPTION. *Grain Products and Mixed Fodder' s*.
3. Sobur, S., Tafsin, M., & Julianti, E. (2024). Differences in Heating Temperature and Type of Phytase Enzyme on Enzyme Activity, Calcium and Phosphorus Levels in Complete Poultry Feed. *Jurnal Agripet*.
4. Kryukov, V., Glebova, I., & Zinoviev, S. V. (2021). Reevaluation of Phytase Action Mechanism in Animal Nutrition. *Biochemistry (Moscow)*, 86, S152 - S165.
5. Osunbami, O. T., & Adeola, O. (2024). Impact of supplemental exogenous phytase and total calcium-to-total phosphorus ratios on growth performance, mineral utilization, and bone characteristics in broiler chickens fed soybean meal as the sole source of dietary phosphorus. *Canadian Journal of Animal Science*.
6. Ogwu, M., Patterson, M. E., & Senchak, P. A. (2025). Phosphorus mining and bioavailability for plant acquisition: environmental sustainability perspectives. *Environmental Monitoring & Assessment*, 197.
7. Vijayaraghavan, P., Primiya, R., & Vincent, S. (2013). Thermostable Alkaline Phytase from *Alcaligenes sp.* in Improving Bioavailability of Phosphorus in Animal Feed: In Vitro Analysis. *ISRN Biotechnology*, 2013.
8. Júnior, D. T. V., Genova, J., Kim, S. W., Saraiva, A., & Rocha, G. (2024). Carbohydrases and Phytase in Poultry and Pig Nutrition: A Review beyond the Nutrients and Energy Matrix. *Animals*, 14.
9. Ohaegbu, C., Achi, O. K., Nwachukwu, E., Ngene, A., & Achi, N. (2024). OPTIMIZATION OF CULTURE CONDITIONS AND PARTIAL PURIFICATION OF PHYTASE ENZYME ISOLATED FROM BACTERIAL ISOLATES. *Pharmacology and Toxicology of Natural Medicines (ISSN 2756-6838)*.
10. Sobotik, E., House, G., Stiewert, A., Bello, A., Dersjant-Li, Y., Marchal, L., & Archer, G. (2024). Effects of a Novel Consensus Bacterial 6-Phytase Variant on Growth Performance and Bone Ash of Broilers Fed Complex Diets Highly Deficient in Minerals, Digestible Amino Acids and Energy through 42 Days of Age. *Animals*, 14.

11. Shi, H., Choppa, V. S. R., Paneru, D., & Kim, W. (2024). Effects of phytase and 25-Hydroxycholecalciferol supplementation in broilers fed calcium-phosphorous deficient diets, with or without Eimeria challenge, on growth performance, body composition, bone development, and gut health. *Animal Nutrition*, 19, 411 - 428.
12. Yamawaki, R. A., Hickmann, F. M. W., Andretta, I., Vieira, B., & Maiorka, A. (2025). Impact of phytase supplementation on performance and egg quality traits in broiler breeders: A meta-analysis. *Poultry Science*, 104.
13. Peretti, D. C., Callegari, M., Dias, C. P., Souza Romano Bergamo, G., Vasanthakumari, B. L., Costa, M. C. R., Carvalho, R. H., ... et al. (2025). Enhanced Farrowing Efficiency and Sow Performance with Escherichia coli-Derived 6-Phytase Supplementation During Late Gestation and Lactation. *Animals*, 15.
14. Negm, A., Abo-Raya, M. H., Gabr, A. M., Baloza, S. H., El-Nokrashy, A., Prince, A., Arana, D., ... et al. (2024). Effects of phytase enzyme supplementation on growth performance, intestinal morphology and metabolism in Nile tilapia (Oreochromis niloticus). *Journal of animal physiology and animal nutrition*.
15. Barekain, R., Hall, L., Chrystal, P., & Fickler, A. (2024). Nutrient utilisation and growth performance of broiler chickens fed standard or moderately reduced dietary protein diets with and without β -mannanase supplementation. *Animal Nutrition*, 19, 131 - 138.
16. 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*.


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。