

Thermostable Phytase 家禽飼料用耐熱植酸酶：提升植酸磷利用、降低無機磷依賴的飼料酵素

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

Thermostable Phytase (耐熱植酸酶) 是用於家禽飼料的外源性酵素，主要作用是水解植物性原料中的植酸，釋放可利用磷並降低植酸對礦物質、蛋白質與胺基酸的抗營養影響。在肉雞、蛋雞與其他成長型家禽配方中，植酸酶可協助提升磷與鈣等營養素利用率，並有助於降低糞便磷排放；「耐熱」定位則使其更適合需經顆粒化或熱加工的飼料流程。

Enzymes.bio 供應 Thermostable Phytase — Enzymes In Poultry Feed，產品以 1 kg 單位在線上銷售，CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供；其角色是酵素供應商，而非製造商或實驗室。

酵素名稱與主要應用

酵素名稱： Thermostable Phytase，中文可稱為耐熱植酸酶。

主要應用： 作為家禽飼料酵素，添加於以玉米、黃豆粕、小麥、米糠、高粱或其他植物性原料為主的飼料配方中，用於分解植酸磷、改善礦物質可利用率、支援骨骼礦化與降低未利用磷排放。近年家禽與畜產飼料酵素的研究，均將 phytase 視為最成熟、最常被應用於降低植酸抗營養效應的酵素類別之一 [1]。

在商品定位上，Enzymes.bio 將此產品標示為「Thermostable Phytase — Enzymes In Poultry Feed」，指向其在家禽飼料中的應用情境；文件與安全資訊方面，CoA 與 SDS 會隨訂單提供，供使用端進行內部品管、合規與安全作業保存。

為什麼家禽飼料需要植酸酶？

植酸是植物性飼料中的主要磷儲存型態

多數家禽飼料以植物性原料為主，例如玉米、黃豆粕、小麥、副產米糠或高粱。這些原料中的磷有相當比例以植酸，也就是 myo-inositol hexakisphosphate，或簡稱 IP6 的形式存在。問題在於，雞隻屬於單胃動物，內源性分解植酸的能力有限，因此植酸磷不能完全被吸收，會隨糞便排出，形成營養浪費與環境磷負荷 [1]。

植酸的影響不只限於磷。IP6 分子帶有多個帶負電的磷酸基團，容易與鈣、鋅、鐵、鎂等陽離子形成難溶複合物；在消化道 pH 變化下，也可能與蛋白質、消化酵素或胺基酸產生交互作用。這些結合會降低礦物質與蛋白質的消化利用，進一步影響骨骼發育、飼料轉換與生長表現 [2]。

無機磷補充不是唯一解法

傳統配方會以無機磷來源補足可利用磷，例如不同形式的飼料級磷酸鹽。但若配方中的植酸磷未被釋放，無機磷補充只是繞過問題，而不是處理原料本身的抗營養因子。外源性 phytase 的價值在於讓原本存在於植物原料中的磷更容易被動物利用，降低對額外無機磷的依賴，並減少排泄物中的未利用磷 [3]。

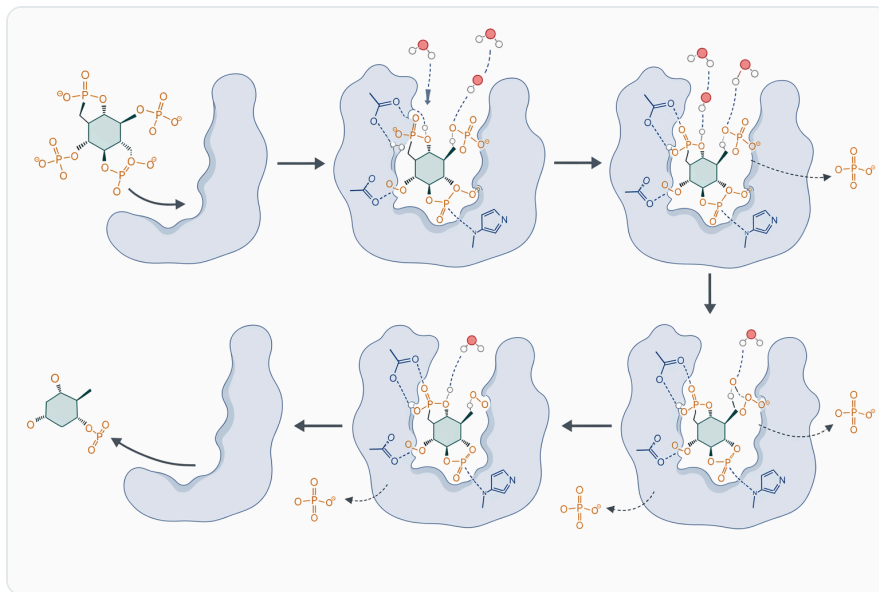


Figure 1. 植酸酶會水解植酸上的磷酸酯鍵，釋放無機磷酸鹽，並降低植酸與礦物質結合的能力。

對飼料廠與家禽營養師而言，phytase 的應用通常與「配方營養矩陣」連動：當植酸酶穩定釋放植酸磷時，配方可更精準地估算有效磷、鈣與部分營養素的可利用性。不過此一效益並非固定常數，會受原料植酸含量、鈣磷比例、飼養階段、加工條件與酵素型態影響 [4]。

Thermostable Phytase 的作用機制

從 IP6 逐步去磷酸化

Phytase 的核心反應是水解植酸分子上的磷酸酯鍵。植酸 IP6 具有六個磷酸基團，酵素作用時會逐步移除磷酸基團，形成較低磷酸化程度的肌醇磷酸衍生物，例如 IP5、IP4、IP3 等，同時釋放無機磷。這些較低磷酸化產物與礦物質結合能力通常低於 IP6，因此抗營養效應下降 [2]。

不同來源與類型的 phytase 在切入位置、最適 pH、蛋白質結構與熱穩定性上會有差異。家禽飼料中常見的是酸性環境可作用的 phytase，因為雞隻上消化道與腺胃、肌胃環境可提供適合植酸酶早期作用的條件。若酵素能在進入小腸前先降低 IP6，後續礦物質與胺基酸的可利用性便有機會提升 [5]。

降低植酸的整合作用

植酸最重要的抗營養機制之一，是透過磷酸基團與鈣、鋅、鐵等礦物質形成不易被吸收的複合物。當 phytase 移除磷酸基團，植酸分子的負電密度下降，與礦物質結合的能力減弱；這使礦物質更容易維持在可溶與可吸收狀態，尤其對鈣磷平衡與骨骼礦化具有實務意義 [4]。

這也是為什麼 phytase 研究常同時觀察磷消化率、鈣消化率、脛骨灰分、骨骼強度或與礦物質轉運相關的腸道基因表現。肉雞研究顯示，飲食總鈣含量與 phytase 補充對迴腸礦物質消化率及營養轉運基因表現的影響，會受到試驗日齡與飼餵時間影響，代表酵素效益必須放在整體配方與生理階段中解讀 [4]。

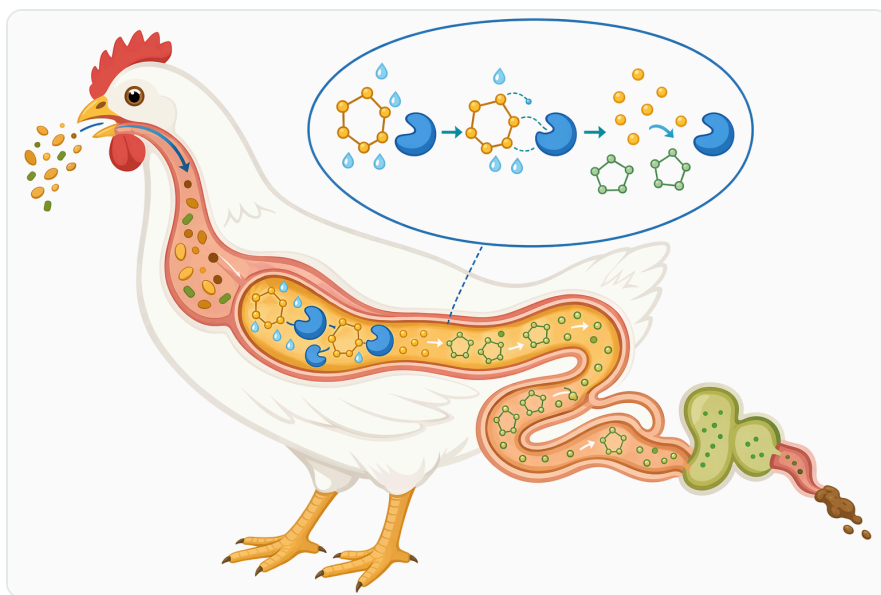


Figure 2. 植酸酶必須在消化過程中及時接觸植酸，才能在底物通過禽鳥消化道之前釋放磷酸鹽。

可能的非磷效應

Phytase 常被討論的「extra-phosphoric effects」指的是超出釋放磷以外的營養效益，例如改善胺基酸消化率、能量利用、腸道環境或抗氧化狀態。其合理機制包括：降低 IP6 對蛋白質與消化酵素的干擾、減少礦物質沉澱、改善消化道內可利用營養分布，以及降低未消化營養物流入後腸造成的微生物發酵壓力 [6]。

不過，這類效應通常比「釋放植酸磷」更受條件影響。不同基礎飼料、動物品種、年齡、飼養環境與酵素型態，都可能改變結果。因此，在技術文件中較穩健的說法是：phytase 對磷與礦物質利用的改善有較一致的研究支持；對能量、胺基酸或腸道相關指標的附帶效益則需依配方與生產條件評估 [7]。

「耐熱」在家禽飼料加工中的意義

顆粒化與熱加工會影響酵素保留

現代家禽飼料常經過調質、顆粒化或其他熱加工，以改善飼料衛生、顆粒品質、採食穩定性與物流操作性。然而，酵素是蛋白質，蛋白質結構對高溫、水分、剪切力與停留時間敏感；若加工造成構形改變，活性中心可能失去作用能力，導致成品飼料中的有效酵素量下降 [8]。

Thermostable phytase 的「耐熱」概念，就是希望在此類加工壓力下維持較佳的功能保留。這不代表酵素不會受任何高溫影響，也不代表所有製程都能得到相同保留效果；它代表此類產品設計或選型更重視熱穩定性，較適合需要熱處理的飼料場景。

熱穩定性與消化道穩定性是兩個不同議題

值得區分的是，加工耐熱性與消化道作用能力並不完全相同。加工耐熱性關注的是顆粒化、調質與儲存後，酵素是否仍保有可作用的構形；消化道穩定性則關注酵素進入動物後，是否能在胃腸道 pH、蛋白酶與短暫停留時間中有效水解植酸 [5]。

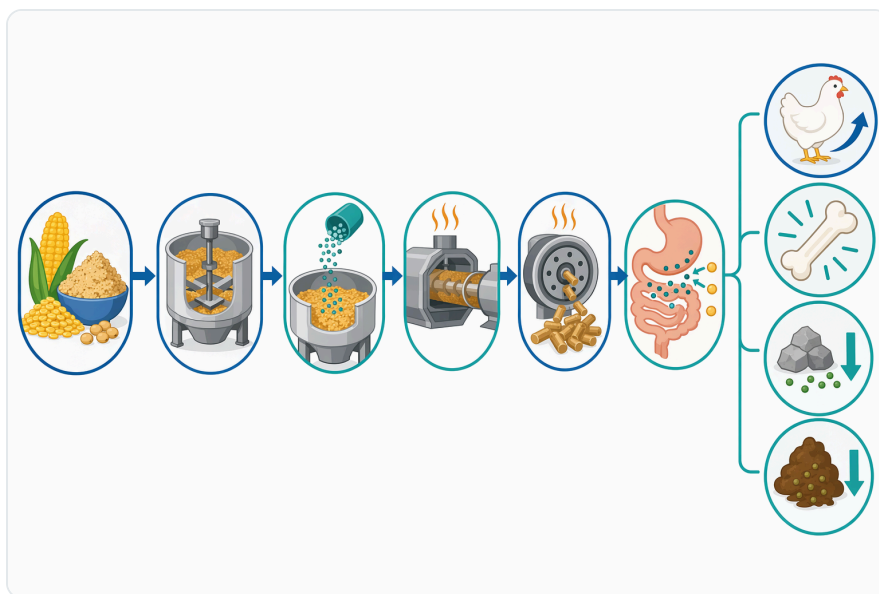


Figure 3. 耐熱性植酸酶的設計目標，是在調質、製粒、冷卻、儲存及後續消化過程中仍保有有效活性。

近年研究透過不同蛋白質工程或固定化策略改善飼料酵素耐受性，例如以連接肽設計提升嵌合 xylanase-phytase 的熱耐受性，或以交聯聚集形式改善 phytase 在低 pH 條件下的植酸降解能力。這些研究說明，飼料酵素的實際表現同時牽涉加工穩定性與腸道環境適配性 [8]。

研究證據：家禽與相關動物營養中的 phytase 效益

肉雞：生長、消化率與骨骼礦化

肉雞是 phytase 應用最成熟的場景之一。含玉米與黃豆粕的肉雞配方中，若可利用磷或鈣磷平衡受到限制，植酸酶通常可改善磷利用，並支援脛骨灰分、礦物質沉積與生長表現。近期以 6-phytase 評估肉雞玉米—黃豆粕複合日糧的研究，即將性能、營養消化率與脛骨灰分列為主要評估指標，反映這些端點是家禽 phytase 應用的核心證據鏈 [9]。

另一項研究探討 phytase 與球蟲疫苗對肉雞在營養降低日糧中的影響，觀察項目涵蓋生長性能、營養消化率、骨骼發育與腸道基因表現。這類設計顯示，phytase 不只被視為單一磷釋放工具，也常被放入更複雜的健康與營養壓力模型中評估 [6]。

蛋雞與鴨：產蛋、礦物質利用與能量利用

在蛋雞配方中，phytase 的技術目標通常包括改善磷鈣利用、維持蛋殼與骨骼品質，以及降低排泄磷。分階段或分時飼餵等永續策略研究，也會把營養消化率、蛋品質與環境影響納入評估，顯示磷利用效率已不只是成本議題，也是蛋禽生產的環境管理指標 [10]。

在鴨的研究中，高粱基礎日糧補充 phytase 被報告可增進營養消化率、能量利用與抗氧化狀態。雖然不同禽種間不能直接套用所有結論，但此類結果支持 phytase 在多種家禽或水禽植物性配方中的廣泛應用潛力 [11]。

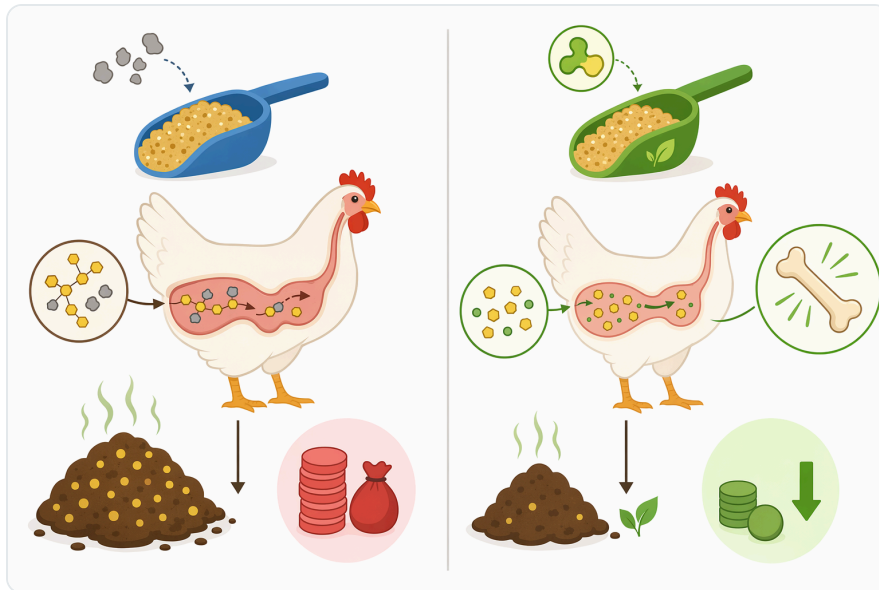


Figure 4. 飼料用植酸酶在偏好的消化條件、加工耐受性及實際應用限制方面，概念上有所不同。

與其他酵素併用時的配方邏輯

家禽飼料中常見的酵素不只有 phytase，還包括 xylanase、 β -glucanase、amylase、protease 或多醣水解酵素。Phytase 的目標是植酸；非澱粉多醣酵素則多針對細胞壁黏度、養分包埋與腸道內容物黏稠度。當原料含有較高纖維或副產物比例時，phytase 與 carbohydrase 的組合可能有助於同時處理植酸磷與細胞壁限制 [7]。

以葵花粕日糧為例，研究曾評估 multicarbohydrase 與 phytase 對肉雞表觀與標準化消化率、能量及營養平衡的影響。這反映產業應用已從單一酵素，逐步走向依原料特性搭配多種酵素的配方策略 [7]。

比較表：耐熱植酸酶、一般植酸酶與其他飼料酵素的定位

類別	主要底物	家禽飼料中的主要功能	關鍵應用情境	技術注意點
耐熱植酸酶 Thermostable Phytase	植酸 IP6 與較高磷酸化肌醇磷酸	釋放植酸磷、降低礦物質整合、支援骨骼礦化與降低磷排放	需經調質、顆粒化或熱加工的植物性家禽飼料	耐熱不等於不受熱影響；效果仍受製程、配方與動物階段影響
一般植酸酶 Phytase	植酸	改善磷與鈣利用，降低無機磷補充需求	冷配、後添加或熱壓力較低的流程	若熱穩定性不足，加工後有效性可能下降 [8]

類別	主要底物	家禽飼料中的主要功能	關鍵應用情境	技術注意點
木聚醣酶 Xylanase	阿拉伯木聚醣等非澱粉多醣	降低黏稠度、釋放被細胞壁包埋的養分	小麥、黑麥、麩皮或高纖副產物配方	與 phytase 作用底物不同，可依原料組合搭配 [7]
澱粉酶 Amylase	澱粉	改善澱粉降解與能量釋放	玉米或其他穀物能量利用需優化時	對植酸磷沒有直接水解作用 [12]
蛋白酶 Protease	蛋白質	改善蛋白質與胺基酸消化	蛋白原料變異大或抗營養因子較高時	需避免與植酸酶功能混淆，兩者解決的限制不同 [1]

配方應用時應理解的變因

原料植酸含量與鈣磷比例

Phytase 效益的起點是配方中是否有足夠可被水解的植酸底物。玉米、黃豆粕、小麥、米糠與高粱等原料的植酸含量與分布不同，因此同一 phytase 在不同配方中的可見效益會有差異。若配方本身無機磷很高，或植酸底物較少，酵素帶來的邊際效益可能降低 [13]。

鈣磷比例同樣重要。過高的鈣可能與植酸形成更穩定複合物，或改變腸道中磷與植酸水解產物的溶解狀態；過低的有效磷則可能影響骨骼與生長安全。研究顯示，總鈣與 phytase 的交互作用會影響肉雞迴腸礦物質消化率，且與日齡及飼餵時間有關 [4]。

動物階段與生產目標

肉雞前期、後期、蛋雞產蛋高峰、種雞或水禽的營養需求不同。肉雞多強調體增重、飼料轉換率與脛骨礦化；蛋雞則同時關心產蛋率、蛋殼品質、骨骼儲備與長期鈣磷平衡。Phytase 的營養矩陣設定應配合生產目標，而不是只以單一「降低磷」邏輯處理 [10]。

此外，健康壓力也可能改變 phytase 的可觀察效果。例如球蟲疫苗、腸道挑戰、熱緊迫或飼料原料變異，都可能影響腸道吸收、酵素作用時間與營養需求。這也是為什麼近年研究常將 phytase 與腸道基因表現、免疫或消化率指標一起觀察 [6]。

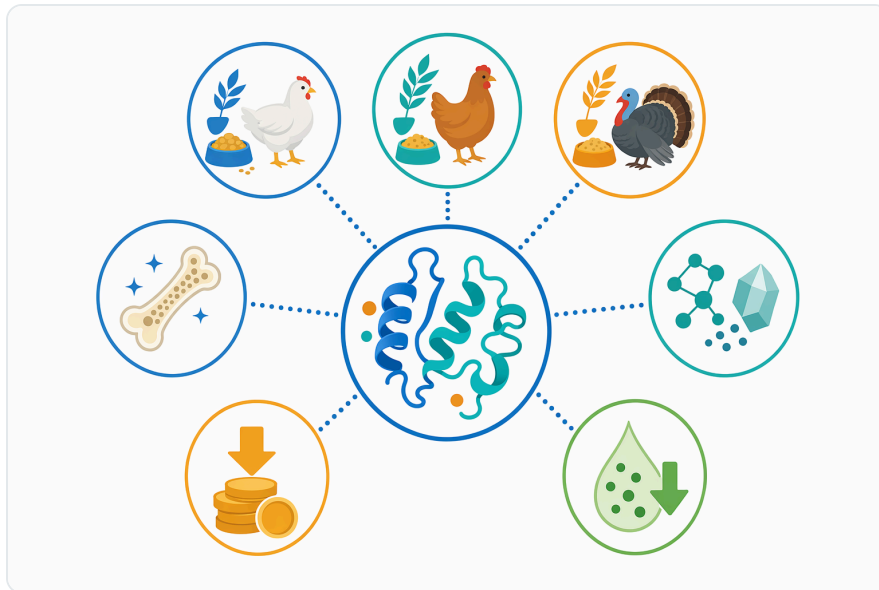


Figure 5. 對於餵食植物性日糧的肉雞、蛋雞、種雞、火雞、鴨及其他家禽而言，耐熱性植酸酶都可能具有相關應用價值。

加工條件與添加時點

耐熱植酸酶適合被納入需要熱處理的飼料流程考量，但加工條件仍是關鍵。調質溫度、蒸汽品質、含水率、顆粒機停留時間、壓模條件與冷卻效率，都可能影響酵素在成品中的功能保留。若產品定位為 thermostable，代表它更適合此類場景，但並不代表可忽略製程壓力。

實務上，飼料廠會依設備條件與品管流程選擇前添加、後噴塗或其他整合方式。此處的重點不是建立固定流程，而是理解：phytase 的效益來自「配方中的可水解底物 × 加工後仍保留的功能 × 動物消化道內的作用條件」三者共同作用 [8]。

預期效益與限制：以技術判讀取代過度承諾

可合理期待的效益

在家禽飼料中使用 phytase，最有共識的效益是提高植酸磷利用率，進而降低對無機磷補充的依賴。當配方設計得當時，這可轉化為原料成本優化、骨骼礦化支援，以及糞便磷排放下降。EFSA 針對特定 6-phytase 產品在豬與成長型家禽中的功效評估，也反映外源性 phytase 已是被正式審查與廣泛討論的飼料添加技術 [3]。

對生產端而言，常被觀察的結果包括飼料轉換率改善、體重或產蛋表現維持、脛骨灰分或骨骼礦物化改善，以及排泄磷降低。不過這些結果是否顯著，取決於對照配方是否營養降低、基礎磷鈣水平是否具挑戰性，以及酵素是否在加工後仍能有效作用 [9]。

需要避免的過度解讀

Phytase 不是萬用增產劑，也不是用來彌補所有配方缺陷的工具。若配方本身有效磷充足、礦物質平衡良好，或原料中植酸底物有限，phytase 的額外效果可能不明顯。相反地，若過度削減無機磷而未考量動物階段、鈣磷比例與安全邊際，可能影響骨骼與生產表現 [4]。

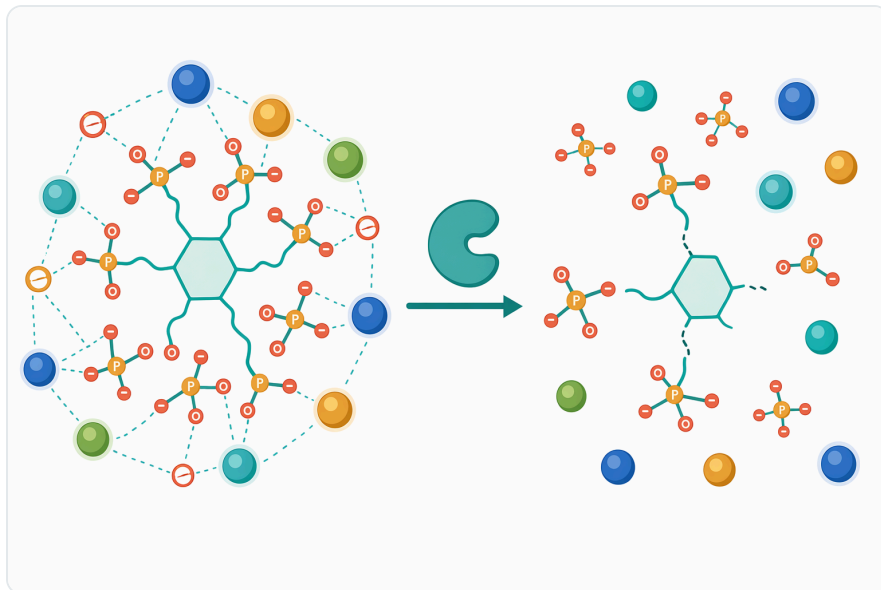


Figure 6. 去除磷酸基團會降低植酸的負電荷，並可能減少其整合日糧中礦物質的能力。

「耐熱」也不應被解讀為可承受任何加工條件。高溫、長時間停留與高水分都可能使蛋白質構形受損。耐熱型產品的價值在於提升加工適配性，而不是取消製程管理的重要性 [8]。

Enzymes.bio 供應資訊與文件定位

Enzymes.bio 為酵素供應商，提供 Thermostable Phytase — Enzymes In Poultry Feed 作為線上銷售產品，包裝單位為 1 kg。相關產品資訊以供應與應用說明為主，並非製造商製程說明，也不是實驗室分析報告的替代品。

對採購與技術團隊而言，隨訂單提供的 CoA 與 SDS 可作為內部文件管理、倉儲安全、合規留存與批次資料追蹤的一部分。由於 Enzymes.bio 的定位是供應商，技術應用時仍應由使用端依所在地飼料法規、配方制度與生產目標進行整合。

實務整合建議：將 phytase 放入整體營養策略

Thermostable Phytase 在家禽飼料中的價值，最適合從整體營養策略理解：它不是單純「加一種酵素」，而是把植物性原料中原本難以利用的植酸磷轉為可利用營養，並降低植酸對礦物質與蛋白質的干擾。這使配方可以更精準地處理有效磷、鈣磷平衡與環境磷排放 [1]。

若飼料廠使用高比例植物性原料，且流程包含顆粒化或其他熱加工，耐熱植酸酶比一般未強調耐熱的 phytase 更符合加工需求。若配方中同時有高纖副產物、葵花粕、小麥或其他非澱粉多醣較高的原料，則可從底物角度評估 phytase 與 carbohydrase 的互補性 [7]。

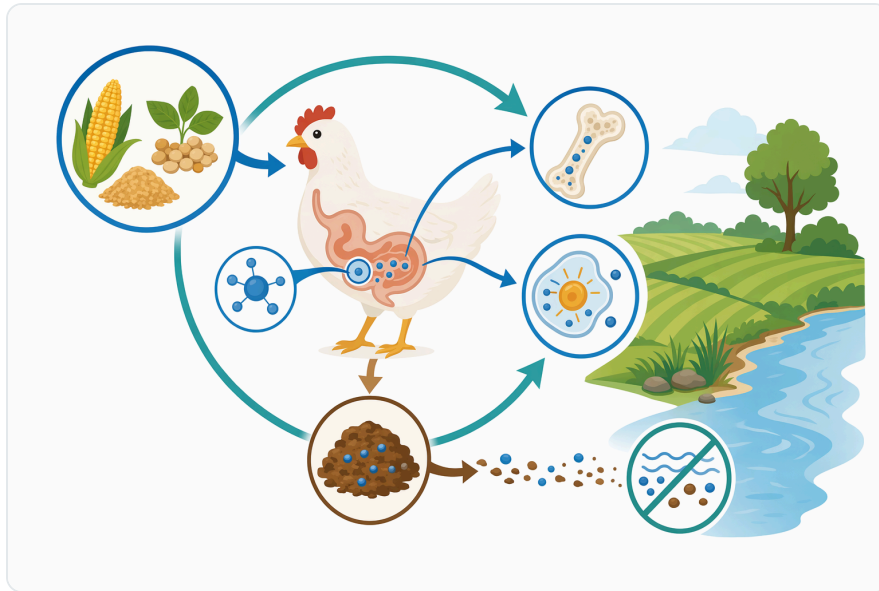


Figure 7. 提升植酸磷的消化率，可降低日糧中未被利用而隨糞便排出的磷比例。

最終，phytase 的有效性取決於三個層面：第一，配方中有可被水解的植酸；第二，酵素在加工與儲存後仍保有功能；第三，動物消化道環境允許其在適當時間內作用。Thermostable Phytase 的定位正是強化第二項加工適配性，同時服務於第一與第三項所構成的整體營養目標 [5]。

結論

Thermostable Phytase 是家禽飼料中具成熟應用基礎的耐熱植酸酶，主要功能是水解植物性原料中的植酸，釋放可利用磷，降低植酸對礦物質與蛋白質的抗營養影響，並支援肉雞、蛋雞及其他家禽配方中的磷效率管理 [2]。

研究證據最一致支持其對磷利用、鈣磷平衡、骨骼礦化與環境磷排放的幫助；對胺基酸、能量利用與腸道相關效益則屬條件性更高的延伸效果，需依原料、動物階段與配方設計判讀 [6]。

Enzymes.bio 供應的 Thermostable Phytase — Enzymes In Poultry Feed 以 1 kg 單位在線上銷售，CoA 與 SDS 隨訂單提供。對需要在熱加工家禽飼料中導入 phytase 的使用端而言，此類耐熱植酸酶可作為提升植酸磷利用與降低無機磷依賴的實務工具。

線上訂購 Thermostable Phytase - Enzymes In Poultry Feed

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 - Enzymes In Poultry Feed →](#)

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. Sijid, S. A., Hafsan, H., & Khudaer, F. (2024). [Harnessing Enzymes for Optimal Poultry Feed Formulations \(Mini Review\)](#). *Sainsmat*.
2. Bhandari, Y., Sonwane, B., & Vamkudoth, K. (2023). [Isolation and Biochemical Characterization of Acid Phytase from *Aspergillus niger* and Its Applications in Dephytinization of Phytic Acid in Poultry Feed Ingredients](#). *Microbiology*, 92, 221-229.
3. Villa, R., Azimonti, G., Bonos, E., Christensen, H., Durjava, M., Dusemund, B., Gehring, R., ... et al. (2025). [Efficacy of a feed additive consisting of 6-phytase produced by \(*Komagataella phaffii* CGMCC 7.370\) \(VTR-phytase\) for all pigs and growing poultry species \(Victory Enzymes GmbH\)](#). *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 23.
4. Walk, C., Veluri, S., & Olukosi, O. (2023). [Ileal mineral digestibility and expression of nutrient transporter genes of broiler chickens in response to variable dietary total Ca and phytase supplementation are influenced by time on experimental diet and age of the birds](#). *Poultry Science*, 103.
5. Henninger, C., Hoferer, M., Ochsenreither, K., & Eisele, T. (2023). [Cross-linked phytase aggregates for improved phytate degradation at low pH in animal feed](#). *European Food Research and Technology*, 249, 2377-2386.
6. Shi, H., Wang, J., White, D., Martinez, O., & Kim, W. (2023). [Impacts of phytase and coccidial vaccine on growth performance, nutrient digestibility, bone development, and intestinal gene expression of broilers fed a nutrient reduced diet](#). *Poultry Science*, 102.
7. Araujo, R. G. A. C., Vela, C. G., Sartori, J., & Neto, M. A. T. (2022). [Impact of multicarbohydrase and phytase on apparent and standardized digestibility, energy, and nutrient balance in broilers fed sunflower meal](#). *Canadian Journal of Animal Science*, 102, 571 - 578.
8. Patel, D., Rawat, R., Sharma, S., Shah, K., Borsadiya, N., & Dave, G. (2023). [Linker-assisted engineering of chimeric xylanase-phytase for improved thermal tolerance of feed enzymes](#). *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 42, 8114 - 8124.
9. Choi, P., Tajudeen, H., Mun, J., Ha, S., Hosseindoust, A., Park, S., Kim, M., ... et al. (2025). [Effects of dietary levels of 6-phytase on performance, nutrient digestibility and tibia ash of broiler chickens fed corn-SBM based complex diet](#). *Canadian Journal of Animal Science*.

10. Hwang, H., Lim, C., Eom, J., Cho, S., & Kim, I. H. (2025). Split-feeding as a sustainable feeding strategy for improving egg production and quality, nutrient digestibility, and environmental impact in laying hens. *Poultry Science*, 104.
11. 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.
12. Motahar, S. Y. S., Khatibi, A., Salami, M., Ariaeenejad, S., Emam-djomeh, Z., Nedaei, H., Kavousi, K., ... et al. (2020). A novel metagenome-derived thermostable and poultry feed compatible α -amylase with enhanced biodegradation properties. *International Journal of Biological Macromolecules*.
13. Mussa, L. A., Yadetie, D. M., Temesgen, E. A., Tefera, A., & Gemed, M. (2023). Isolation and in-vitro characterization of extracellular phytase producing bacterial isolates for potential application in poultry feed. *BMC Microbiology*, 23.


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。