

Thermostable Phytase Enzyme For Animal Feed

CAS 37288-11-2：耐熱型植酸酶在動物飼料中的磷利用與永續配方應用

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

Thermostable Phytase Enzyme For Animal Feed CAS 37288-11-2 是用於動物飼料的耐熱型植酸酶，主要用途是水解植物性原料中的植酸鹽，釋放較可被單胃動物利用的磷。在家禽、豬與部分水產配方中，植酸酶可協助降低植酸的抗營養作用、改善礦物質利用，並支援降低糞便磷排放的配方策略。

「耐熱型」代表此類酵素重視飼料加工穩定性，但不等於在所有高溫、濕熱或長時間加工條件下完全不失活；實際效果仍取決於配方基質、加工條件與動物消化環境。

產品定位：動物飼料用耐熱型植酸酶

Thermostable Phytase Enzyme For Animal Feed CAS 37288-11-2 是一類面向飼料應用的外源性植酸酶產品。植酸酶（phytase）屬於能水解植酸或植酸鹽的磷酸水解酶，其核心營養意義在於把植物種子、穀物與豆類原料中以植酸型態儲存的磷，轉化為較容易被動物吸收利用的無機磷或較低磷酸化的肌醇磷酸衍生物；外源酵素在單胃動物飼料中被廣泛討論為提高營養利用率的技術工具之一 ^[1]。

Enzymes.bio 供應的 Thermostable Phytase Enzyme For Animal Feed CAS 37288-11-2 以 1 kg 單位在線上直接銷售，適合需要小包裝、明確品項與文件配套的配方研發、代工混拌、寵物食品、畜禽及水產營養應用團隊；Enzymes.bio 的角色是酵素供應商，並非製造商或檢測實驗室，CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供。

「Thermostable」在飼料酵素語境中，通常表示產品設計或選型重視加工過程中的熱穩定性。飼料可能經過調質、製粒、膨化或其他熱處理，這些步驟會使蛋白質型酵素面臨變性風險；因此，耐熱植酸酶的應用重點不是宣稱完全不受高溫影響，而是在合理加工與儲存條件下盡可能保留可用功能，讓酵素在動物攝食後仍有機會於胃腸道中發揮作用 ^[2]。

為什麼植物性飼料需要植酸酶？

植酸磷：總磷存在，但生物利用率有限

玉米、小麥、麩皮、豆粕、油籽粕與多數植物性副產物都含有植酸鹽。植酸是植物種子中常見的磷儲存形式，化學上可理解為肌醇環連接多個磷酸基；對植物而言這是有效的營養儲存方式，但對雞、豬及許多魚類等單胃動物而言，內源性植酸酶活性有限，無法充分把植酸磷轉化為可吸收磷 [3]。

這種「配方中總磷存在，但可利用磷不足」的現象，會使營養師在設計日糧時必須考慮額外的無機磷來源。若不處理植酸磷，未被消化吸收的磷會隨糞便排出；若透過植酸酶釋放一部分原料內建磷，則可在維持營養目標的同時，提高植物性原料的實際營養價值 [4]。

植酸不只影響磷，也影響礦物質與蛋白質利用

植酸常被稱為抗營養因子，原因不只是它把磷鎖在動物難以利用的型態中，也因為其帶負電的磷酸基可與鈣、鋅、鐵等陽離子礦物質形成複合物，並可能與蛋白質、胺基酸或消化酵素產生交互作用。當植酸濃度較高時，礦物質與蛋白質可利用性可能受到干擾，進一步影響配方效率 [1]。

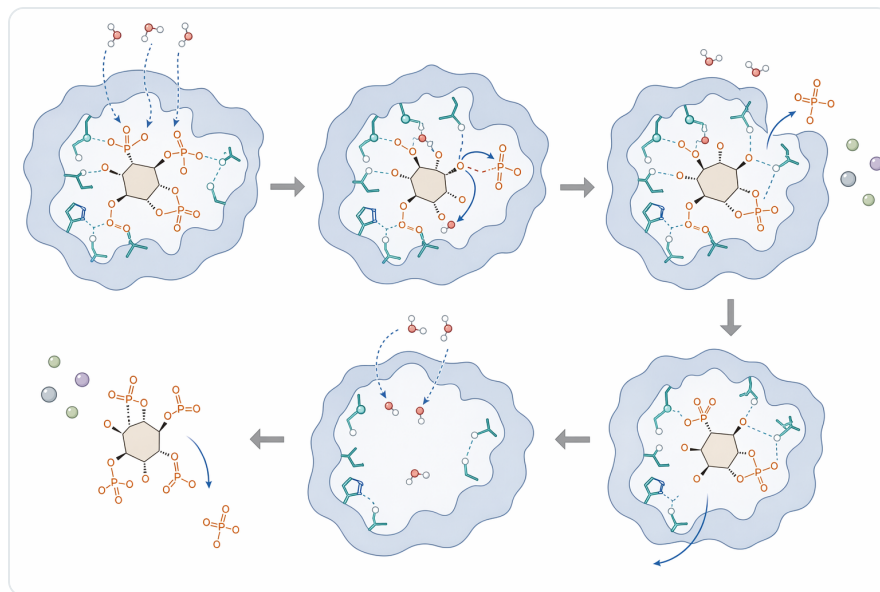


Figure 1. 植酸酶會水解植酸上的磷酸酯鍵，釋放無機磷酸鹽，並形成較低階的肌醇磷酸產物。

因此，植酸酶的價值不應被簡化為「補磷」。更精確地說，它是一種降低植酸抗營養壓力、改善植物性原料營養釋放的工具。植酸酶水解植酸後，分子上的磷酸基逐步減少，螯合能力下降，礦物質與其他營養素受束縛的程度也可能降低；這正是植酸酶常被納入家禽、豬與水產飼料策略的機制基礎 [5]。

作用機制：植酸酶如何釋放營養？

從 IP6 到低磷酸肌醇：逐步去磷酸化

植酸通常可表示為肌醇六磷酸（IP6）。植酸酶並不是一次把所有磷酸基全部切除，而是依序水解磷酸酯鍵，使 IP6 逐步變成 IP5、IP4、IP3 等較低磷酸化的肌醇磷酸，過程中釋放無機磷。不同來源植酸酶對反應位置、pH、溫度與底物可及性的偏好不同，因此即使都稱為 phytase，實際水解效率與作用區段仍可能有所差異 [6]。

在動物攝食後，理想情境是植酸酶能在胃或前段小腸等合適區段與植酸鹽接觸。此時若 pH、停留時間、水分、底物分散度與酵素穩定性合適，就能提高植酸去磷酸化程度。若酵素在加工中已大幅失活，或在消化道中遇到不利 pH 與蛋白酶環境，則實際可發揮的效果會下降 [7]。

釋放磷與降低螯合是同一反應的兩面

植酸酶切除磷酸基後，直接結果是無機磷釋放；間接結果則是植酸分子的負電性與螯合能力下降。這代表同一個酵素反應同時影響兩件事：第一，提高植物性磷的可利用性；第二，降低植酸對鈣、微量礦物質與蛋白質消化的干擾。對以穀物與豆粕為主的日糧而言，這兩個效果都與配方經濟性及環境排放有關 [3]。

不過，營養反應並非只由酵素決定。鈣磷比例、原料植酸含量、飼料粒型、腸道健康、物種年齡與飼養環境都會影響結果。近年外源酵素綜述也指出，酵素添加可改善營養消化與腸道環境，但其生長表現、免疫或抗氧化相關效益往往依賴具體日糧與動物條件，不宜被視為固定不變的保證結果 [1]。



Figure 2. 耐熱性植酸酶旨在耐受調質、製粒或擠壓加工，使活性酵素在攝入後仍可用於植酸水解。

耐熱性在飼料應用中的意義

飼料加工會使酵素面臨熱、濕度與時間壓力

飼料製粒與膨化常涉及熱與水分，這些因素會破壞酵素蛋白的三維構型，使活性中心變形或底物結合能力下降。對植酸酶而言，若加工後可用活性不足，即使配方中名義上添加了酵素，也可能無法在動物消化道中產生預期的植酸水解效果 [2]。

耐熱植酸酶的產業價值，正是針對這個弱點而來。許多研究路線都在探索如何改善植酸酶穩定性，包括蛋白質工程、定點突變、錯誤傾向 PCR、固定化、載體保護或配方保護等。這些研究共同反映一個事實：對商業飼料而言，酵素的催化能力固然重要，但經過加工後是否仍能保留功能，同樣是決定實際效益的關鍵 [8]。

耐熱不等於無限制耐高溫

有些研究以工程化方式提升植酸酶熱穩定性，甚至報告特定植酸酶可達到極高溫條件下的耐受表現；然而，這類結果通常來自特定蛋白序列、實驗設計與處理條件，不能直接等同於每一項商業產品在所有飼料製程中的表現 [9]。

實務上，「耐熱型」應被理解為相對概念：在同樣加工壓力下，耐熱型植酸酶通常比未經穩定性設計或不適合熱處理的酵素更有機會保留功能。但實際保留程度仍受水分、調質時間、粒徑、油脂添加、礦物鹽濃度、pH 與其他配方成分影響。對使用者而言，合理設定加工條件與配方位置，比單純把「耐熱」理解為絕對保證更符合科學事實 [10]。

與一般植酸酶、其他飼料酵素的比較

下表整理耐熱型植酸酶在動物飼料中的功能定位，並與一般植酸酶及常見非植酸酶類飼料酵素作概念比較。此表目的在於說明應用差異，而非代表任何特定產品的活性規格或檢測結果。

類別	主要作用底物	主要營養目的	加工穩定性重點	常見應用場景
耐熱型植酸酶	植酸、植酸鹽	釋放植酸磷、降低植酸抗營養作用、支援降低糞便磷	重視製粒、調質或熱處理後功能保留	家禽、豬、植物性比例較高的水產與寵物食品配方
一般植酸酶	植酸、植酸鹽	同樣以改善磷利用與降低植酸干擾為主	需視來源與穩定性設計而定，對高溫加工可能較敏感	低熱加工、後噴塗或加工壓力較低的飼料

類別	主要作用底物	主要營養目的	加工穩定性重點	常見應用場景
木聚醣酶、 β -葡聚醣酶等碳水化合物酶	非澱粉多醣	降低黏稠度、改善能量與營養釋放	依酵素來源與保護技術而異	小麥、大麥、麩皮或副產物比例較高的日糧
蛋白酶	蛋白質與部分抗營養蛋白	提高蛋白質或胺基酸消化利用	需兼顧加工與胃腸道蛋白酶環境	豆粕、植物蛋白或蛋白原料變異較大的配方

在商業禽畜營養中，多酵素策略愈來愈常見，因為植物性原料的限制因子並非只有植酸。研究顯示，蛋白酶、植酸酶與木聚醣酶組合可在肉雞試驗中與體重、飼料轉換、迴腸消化率與腸道形態等指標連結，但這類組合效益必須放在具體配方與試驗條件中解讀 [11] 。

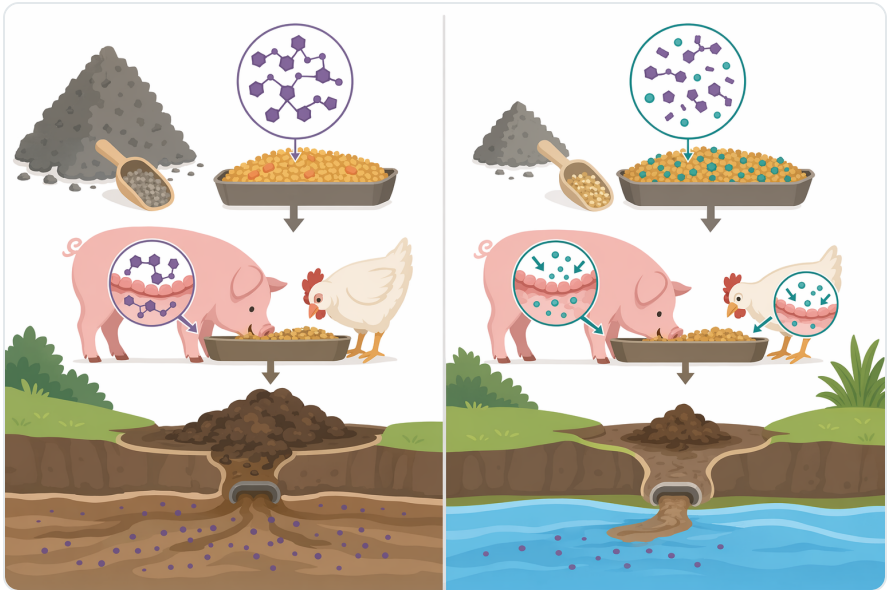


Figure 3. 商用植酸酶可能具有相同的 CAS 識別號，但在微生物來源、初始作用位置、pH 表現及加工穩定性方面有所不同。

主要應用一：家禽飼料

家禽日糧高度依賴玉米、豆粕、小麥與其他植物性原料，植酸磷利用受限，因此植酸酶是商業家禽營養中最成熟的外源酵素之一。早期關於商業家禽營養的酵素技術回顧即指出，植酸酶與其他飼料酵素的演進，已深刻影響家禽配方設計、可利用磷估算與營養成本管理 [3] 。

在肉雞與蛋雞配方中，植酸酶的目標通常包括提高磷利用率、降低無機磷依賴、改善鈣磷平衡，並減少未利用磷排放。近年關於肉雞的研究仍持續探討植酸酶與複合酵素對生長、消化率與骨骼礦化相關指標的影響，顯示植酸酶並非過時技術，而是持續被納入精準營養與低排放飼料設計的核心工具 [5] 。

對熱加工禽料而言，耐熱型植酸酶的意義尤其明顯。若採用製粒料，酵素必須先通過加工壓力，才有機會進入動物消化道發揮作用；因此，穩定性與配方可預測性往往比單純名義添加更重要。當配方同時使用其他酵素、益生菌或植物性添加物時，也需要把整體加工條件與成分相容性納入考量 [12]。

主要應用二：豬飼料

豬與家禽同屬單胃動物，對植酸磷的內源利用能力有限。生長豬與肥育豬配方常含玉米、豆粕、麩皮、油粕與其他植物性副產物，這些原料中的植酸會降低磷與部分礦物質的有效利用，因此外源植酸酶可作為改善磷營養與降低排放的工具 [4]。

在豬飼料中，植酸酶的應用通常與可消化磷、鈣磷比例、骨骼發育與糞磷控制相關。研究以年輕肥育豬複合飼料添加具植酸酶活性的酵素為主題，反映實務上對植酸酶在豬隻營養中的持續關注；不過，豬隻反應仍受年齡、胃腸道成熟度、原料組合與飼養條件影響 [4]。

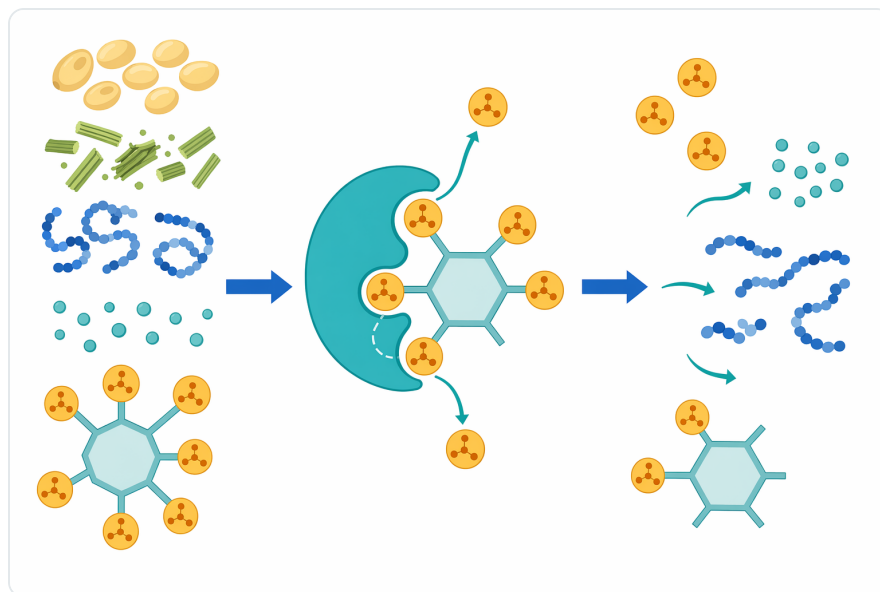


Figure 4. 植酸逐步去磷酸化會降低負電荷密度，並削弱植酸在飼料基質中與礦物質及蛋白質的結合。

耐熱型產品對豬料同樣重要，尤其在需要製粒以改善適口性、減少粉塵或提升飼料處理效率的情境。若飼料加工條件較溫和，酵素熱穩定性壓力可能較低；若調質與製粒壓力較高，耐熱性就會成為產品選型與配方預期的重要因素 [2]。

主要應用三：水產與寵物食品配方

水產飼料近年持續提高植物性蛋白、穀物副產物與替代原料的使用比例，以降低對魚粉與傳統高成本蛋白來源的依賴。這種趨勢也把植酸問題帶入魚蝦營養中：當植物性原料比例提高，植酸對磷、鋅、鈣與蛋白質利用的影響會更值得關注 [1]。

部分研究已針對不同來源植酸酶在水產應用中的穩定性與營養價值進行探索，例如以蛋白質工程改善細菌植酸酶催化與耐熱特性，並討論其作為水產飼料添加酵素的潛力。這類研究顯示，水產配方並非單純把畜禽經驗平移，而是需要考慮魚種消化道 pH、攝食溫度、飼料沉水性與水中穩定性等額外因素 [10]。

寵物食品方面，若配方包含穀物、豆類、豌豆蛋白、馬鈴薯蛋白或其他植物性成分，植酸同樣可能存在。雖然犬貓營養與家禽、豬或魚類不同，但在以植物性原料支撐礦物質與蛋白質利用的配方中，植酸酶可被視為協助降低植酸干擾的酵素工具；其實際應用仍需符合當地飼料或寵物食品法規及產品標示要求 [13]。

配方設計中的關鍵考量

原料植酸含量與底物可及性

植酸酶需要底物才能發揮作用，因此其效果通常與配方中植酸鹽含量相關。穀物、麩皮、油籽粕與植物性副產物含有不同程度的植酸；若配方中植物性原料比例高，植酸酶的潛在價值通常較明顯。相反地，若配方中植酸底物較少，植酸酶的可見效益也可能受到限制 [14]。

底物可及性同樣重要。植酸可能位於細胞壁、蛋白質基質或礦物質複合物中，並非所有植酸都能立即與酵素接觸。因此，粒徑、加工方式、水分、pH 與其他酵素的協同作用，都可能影響植酸酶接觸底物的效率 [11]。

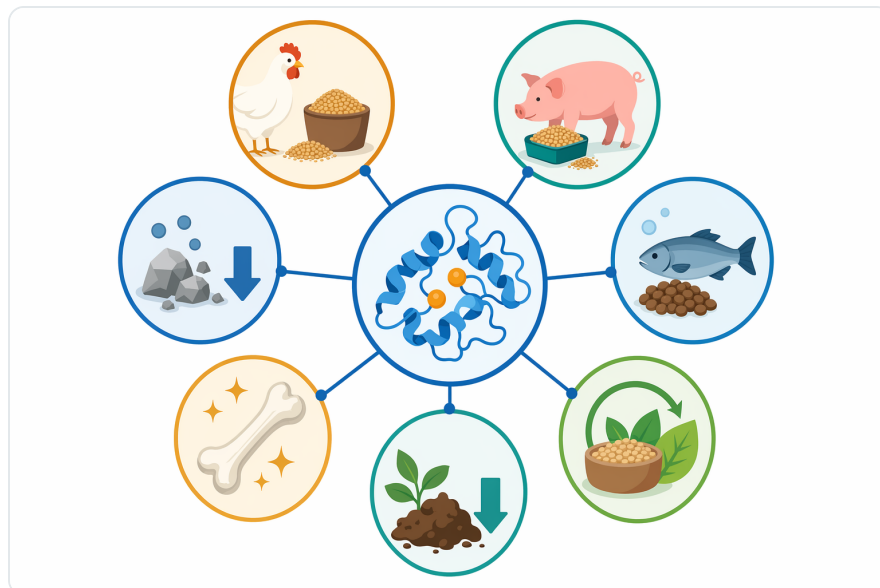


Figure 5. 植酸酶可用於家禽、豬隻及水產飼料，以提升對植物結合態磷及相關礦物營養指標的利用。

pH、胃腸道停留時間與動物種類

不同植酸酶來源具有不同 pH 偏好。飼料進入動物體內後，會經過酸性胃環境、較高 pH 的小腸環境，以及不同長度的停留時間。若酵素在胃部 pH 下穩定並能作用，就可能較早開始水解植酸；若主要在小腸作用，則需要在抵達該區段前仍保有功能 [7]。

家禽、豬、魚類與寵物的消化道條件並不相同，因此同一類植酸酶在不同物種中不一定產生相同幅度的反應。這也是為什麼研究文獻通常分物種、分日糧條件評估，而不是用單一結論概括所有飼料應用 [1]。

與鈣、無機磷及其他酵素的交互作用

植酸酶常與鈣磷平衡密切相關。過高或不適當的鈣水平可能影響植酸鹽溶解度，也可能改變植酸酶作用環境；無機磷添加量則會影響配方中釋放植酸磷的實際營養價值。換言之，植酸酶不是獨立於配方之外的添加物，而是需要放在整體礦物質營養架構中理解 [3]。

在多酵素系統中，木聚醣酶或其他碳水化合物酶可能透過破壞細胞壁、降低黏稠度或提高底物釋放，間接改善植酸酶接觸植酸的機會；蛋白酶則可能改善蛋白質消化並降低部分抗營養蛋白壓力。近年肉雞研究中，蛋白酶、植酸酶與木聚醣酶組合被用於評估生長表現、飼料效率與腸道形態，顯示複合酵素策略具有實務討論價值 [11]。

永續價值：降低磷浪費與環境負荷

磷是動物骨骼、能量代謝與細胞功能不可或缺的礦物元素，但飼料用無機磷來源依賴有限的礦產資源。當植物性磷因植酸型態而未被利用時，配方端需要補充更多無機磷，排泄端又會增加糞便磷負荷，形成資源與環境雙重壓力 [6]。

植酸酶的永續意義在於，把已存在於植物性原料中的磷釋放出來，提高原料內建營養的利用率。這不僅有助於降低無機磷使用壓力，也有助於減少未利用磷排放；在畜牧密集地區，糞便磷累積與水體優養化風險是重要環境議題，因此植酸酶常被視為兼具營養與環境價值的飼料酵素 [1]。

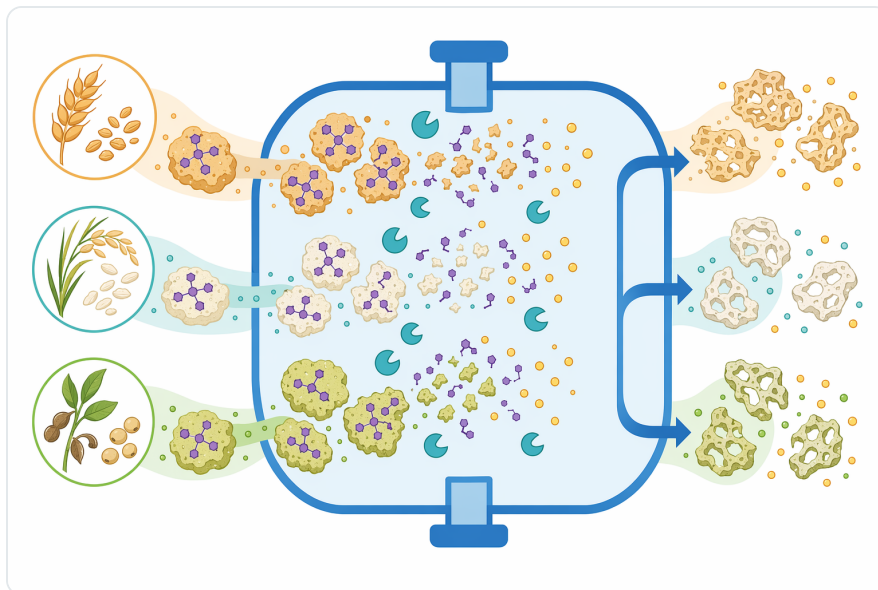


Figure 6. 植酸酶可應用於高植酸含量的麩皮及植物副產品，在飼料使用前或使用過程中降低完整植酸含量。

此外，永續飼料配方愈來愈常導入副產物與替代蛋白，例如水果蔬菜加工副產物、昆蟲蛋白或鳳梨加工廢料等。這些原料各有營養潛力與限制因子，並可能改變日糧中的纖維、礦物質與抗營養成分結構；植酸酶在此類配方中可作為管理植物性植酸壓力的工具之一，但仍需依原料特性判斷其相對價值 [14]。

研究趨勢：工程化、固定化與重組植酸酶

近年植酸酶研究不只著眼於「是否能水解植酸」，也聚焦於低 pH 活性、熱穩定性、蛋白酶耐受性與加工後功能保留。早期已有研究針對植酸酶低 pH 活性進行工程化，目的在於讓酵素更符合單胃動物胃部酸性環境；這說明消化道適配性一直是飼料植酸酶的重要設計方向 [7]。

熱穩定性則是另一條關鍵研究線。以大腸桿菌植酸酶為例，研究者曾透過錯誤傾向 PCR 與定點突變提升其耐熱性；其他研究也從乳酸菌、麴菌、酵母或細菌中篩選植酸酶，並以蛋白質工程提高催化能力與加工適用性 [8]。

固定化與載體保護也是改善植酸酶性質的方式之一。例如，將植酸酶固定於羥基磷灰石奈米粒子上的研究指出，固定化可改善其作為動物飼料應用時的部分性質。這類技術未必等同於所有商業產品的形式，但能反映產業追求穩定性、可操作性與功能保留的方向 [2]。

重組植酸酶的生產與應用也持續受到關注。近年綜述將重組植酸酶視為工業應用的重要進展之一，原因在於重組表達可支援酵素性質優化、產量改善與更可控的產品開發流程；對飼料產業而言，這些進展最終都指向更穩定、更符合加工與消化條件的植酸酶工具 [6]。

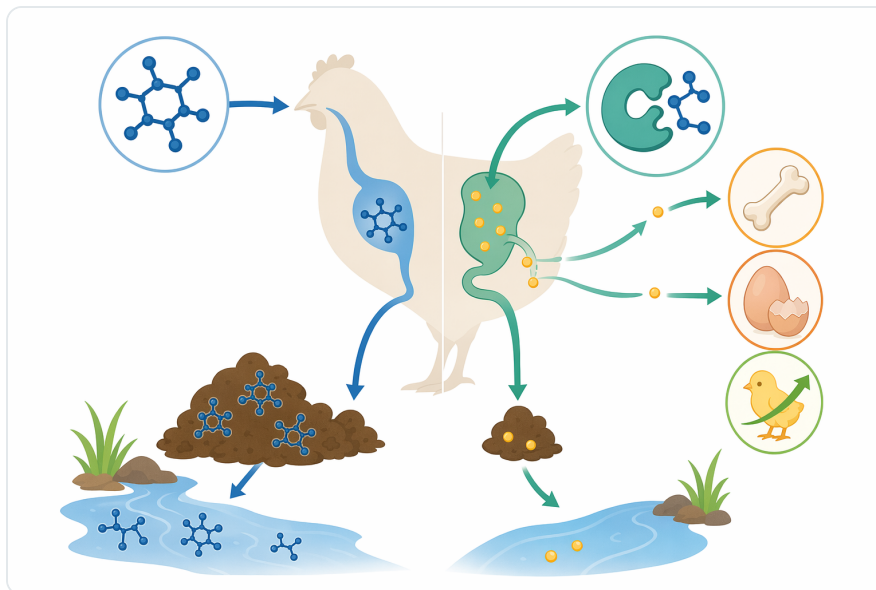


Figure 7. 在排泄前釋放植物結合態磷後，若日糧配方相應調整，植酸酶可使更多磷轉入可吸收的營養池。

法規與文件：飼料添加物需依市場要求使用

飼料添加物在不同國家與地區有不同的管理框架。以歐盟為例，飼料添加物需依規定授權，並按功能類別、目標動物、使用條件與標示要求進行管理；因此，任何植酸酶產品在終端飼料中的使用，都應依所在地法規與產品標示進行確認 [\[13\]](#)。

對 B2B 使用者而言，產品文件通常是內部品質、安全與合規流程的一部分。Enzymes.bio 作為供應商，會隨訂單提供 CoA 與 SDS；這些文件可支援客戶進行基本批次資訊、安全處理與內部紀錄管理，但不應被解讀為供應商具備製造商或第三方檢測實驗室角色。

證據強度與實務解讀摘要

應用主張	證據強度	實務解讀
植酸酶可水解植酸鹽並釋放無機磷	強	這是植酸酶的核心催化功能，也是飼料應用的主要科學基礎 [6]
可改善家禽、豬等單胃動物的植物性磷利用	強	單胃動物內源性植酸酶有限，外源植酸酶可提高植物性磷的可利用性 [1]
可降低植酸造成的抗營養干擾	中至強	植酸去磷酸化後螯合能力下降，可能改善礦物質與蛋白質利用，但反應幅度依配方而異 [3]

應用主張	證據強度	實務解讀
耐熱性有助於加工後功能保留	中至強	多項工程化與固定化研究聚焦於提升熱穩定性，但不同產品與加工條件不可直接互推 [8]
可改善生長、飼料效率或腸道形態	中	肉雞、豬與水產研究均有相關評估，但結果受物種、日糧與管理條件影響 [11]
可支援降低糞便磷排放與永續配方	強	提高植酸磷利用可降低未利用磷排出，是植酸酶被廣泛採用的重要原因之一 [1]

使用定位總結

Thermostable Phytase Enzyme For Animal Feed CAS 37288-11-2 的主要應用，是在動物飼料中協助水解植物性原料的植酸鹽，釋放可利用磷，並降低植酸對礦物質與蛋白質利用的干擾。對玉米—豆粕型日糧、小麥與麩皮比例較高的配方、植物蛋白水產料及含植物性成分的寵物食品而言，植酸酶可作為提升原料營養釋放與降低磷浪費的技術工具 [\[3\]](#)。

其「耐熱型」定位則對顆粒料、調質料或其他熱加工場景更具意義。耐熱性有助於提高加工後功能保留的機會，但仍需把加工溫度、時間、水分、配方基質與動物消化條件一併納入理解；科學上較穩健的說法，是耐熱型植酸酶可降低熱加工造成的功能損失風險，而非完全排除失活可能 [\[2\]](#)。

整體而言，耐熱型植酸酶是兼具營養、成本與環境價值的飼料酵素工具。它的明確機制是植酸去磷酸化，主要效益是改善植物性磷利用與降低抗營養壓力；在精準配方、低磷排放與植物性原料利用率提升的趨勢下，Thermostable Phytase Enzyme For Animal Feed CAS 37288-11-2 具有清楚的應用定位與研究支持基礎 [\[6\]](#)。

線上訂購 Thermostable Phytase Enzyme For Animal Feed Cas 37288-11-2

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 For Animal Feed Cas 37288-11-2 →

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. Sureshkumar, S., Song, J., Sampath, V., & Kim, I. (2023). Exogenous Enzymes as Zootechnical Additives in Monogastric Animal Feed: A Review. *Agriculture*.
2. Coutinho, T. C., Tardioli, P., & Farinas, C. (2019). Phytase Immobilization on Hydroxyapatite Nanoparticles Improves Its Properties for Use in Animal Feed. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 190, 270-292.
3. Cowieson, A., Hruby, M., & Pierson, E. (2006). Evolving enzyme technology: impact on commercial poultry nutrition. *Nutrition research reviews*, 19, 90 - 103.
4. Mikhaylova, L., Lavrentev, A., & Kostomakhin, N. (2023). Enzyme with phytase activity in compound feed for young pigs on fattening. *Kormlenie sel'skhozjajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo (Feeding of agricultural animals and feed production)*.
5. Amiranashvili, E., Yadrishchenskaya, O., Selina, T., Basova, E., & Shpynova, S. (2024). Influence of complex enzyme drug and phytase on growth, digestibility and use of nutrients of wheat and soya compound feed and mineralization of the drumstick in broiler chickens. *Kormlenie sel'skhozjajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo (Feeding of agricultural animals and feed production)*.
6. Hossain, S. A. (2025). RECOMBINANT PHYTASE: ADVANCES IN PRODUCTION STRATEGIES AND INDUSTRIAL APPLICATIONS – A REVIEW. *Borneo Science / The Journal of Science and Technology*.
7. Tomschy, A., Brugger, R., Lehmann, M., Svendsen, A., Vogel, K., Kostrewa, D., Lassen, S., ... et al. (2002). Engineering of Phytase for Improved Activity at Low pH. *Applied and Environmental Microbiology*, 68, 1907 - 1913.
8. Xing, H., Wang, P., Yan, X., Yang, Y., Li, X., Liu, R., & Zhou, Z. (2023). Thermostability enhancement of Escherichia coli phytase by error-prone polymerase chain reaction (epPCR) and site-directed mutagenesis. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 11.
9. Tu, T., Wang, Q., Dong, R., Liu, X., Penttinen, L., Hakulinen, N., Tian, J., ... et al. (2024). Achieving thermostability of a phytase with resistance up to 100 °C. *Journal of Biological Chemistry*, 300.
10. Yang, L., Shi, H., Liu, F., Wang, Z., Chen, K., Chen, W., Niu, X., ... et al. (2022). Gene cloning of a highly active phytase from Lactobacillus plantarum and further improving its catalytic activity and thermostability through protein engineering. *Enzyme and Microbial Technology*, 156, 109997 .
11. Rodríguez-Soriano, F. A., López-Coello, C., Ávila-González, E., Arce-Menocal, J., Fascina, V., & Chárraga-Aguilar, S. (2025). Sfericase protease, phytase, and xylanase combination improves body weight, feed conversion rate, ileal digestibility, and gut morphology in broilers. *Frontiers in Animal Science*.
12. Attia, Y., Addeo, N. F., Bovera, F., Asiry, K. A., Alhotan, R., Suliman, G., Al-Banoby, M., ... et al. (2025). Feed form and probiotic supplementation improve egg production and reduce environmental impact in laying hens. *Animal Production Science*.
13. Legislation Feed Additives En. Europa.
14. Haider, M. W., Abbas, S. M., Saeed, M. A., Farooq, U., Waseem, M., Adil, M., Javed, M. R., ... et al. (2025). Environmental and Nutritional Value of Fruit and Vegetable Peels as Animal Feed: A Comprehensive Review. *Animal Research and One Health*.

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。