

α -Galactosidase Feed Additive Biological Enzyme Preparation：用於豆粕與豆科飼料中分解 RFOs 的 α -半乳糖苷酶飼料添加劑

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

α -Galactosidase (α -半乳糖苷酶) 飼料添加劑的核心用途，是水解豆粕、全脂大豆與豆科副產物中的 raffinose family oligosaccharides (RFOs ; 棉子糖族寡糖)，降低單胃動物難以消化的 α -1,6 半乳糖苷鍵負擔。在以玉米—豆粕、豆粕—菜籽粕或其他植物蛋白為主的飼料中，它可作為消化輔助型生物酵素製劑，協助改善原料利用率、減少未消化寡糖進入後腸發酵的壓力。Enzymes.bio 供應的是飼料級乾粉型產品，採 1 kg 單位線上銷售；CoA 與 SDS 會隨訂單提供，便於使用端保存批次與安全文件。

酵素名稱與主要應用

酵素名稱： α -Galactosidase，也稱 α -半乳糖苷酶。

產品定位： Feed Additive Biological Enzyme Preparation，飼料添加用生物酵素製劑。

主要應用： 豆粕、全脂大豆、豌豆、羽扇豆、菜籽粕、棉籽粕及部分油籽副產物配方中，協助分解含 α -D-galactosyl 結構的寡糖與多醣側鏈；常見目標底物包括 raffinose、stachyose、verbascose，以及部分與半乳糖側鏈相關的植物細胞壁碳水化合物^[1]。

在飼料營養語境中， α -galactosidase 最常被討論的不是「增加某一種營養素」，而是**降低抗營養性碳水化合物造成的消化限制**。豆粕雖然是高性價比蛋白來源，但其中 RFOs 對雞、豬等單胃動物不易被內源性酵素直接分解；當這些寡糖通過小腸而未被吸收，可能在後腸被微生物快速發酵，造成氣體、滲透壓變化與糞便狀態波動，進而影響飼料轉換與腸道穩定性^[2]。

為什麼豆粕飼料需要 α -Galactosidase ？

RFOs 是植物蛋白飼料中的典型限制因子

RFOs 由蔗糖骨架延伸一個或多個 α -D-galactose 殘基形成，例如 raffinose 可視為「蔗糖 + 1 個半乳糖」，stachyose 則再多一個半乳糖。其關鍵在於 α -1,6 半乳糖苷鍵；多數單胃動物腸道內缺乏足量可切斷此鍵的內源性 α -galactosidase，因此這類寡糖無法像澱粉或簡單糖一樣在小腸中有效利用^[1]。

在玉米—豆粕型日糧中，RFOs 的營養影響有兩個層面。第一，它們本身代表一部分未被充分利用的可發酵碳水化合物；第二，它們進入後腸後會成為微生物快速發酵底物，可能增加氣體生成與滲透性水分滯留。這也是為什麼 α -galactosidase 不只被視為「消化酵素」，更常被納入改善植物蛋白原料耐受性與腸道環境的配方工具^[3]。



Figure 1. α -半乳糖苷酶在富含植物性原料的飼料中為最相關，因為大豆和豆科原料會提供棉子糖族寡糖。

加工不能完全取代酵素分解

熱處理、膨化、蒸煮與造粒可改善部分抗營養因子，例如胰蛋白酶抑制因子或某些蛋白質結構，但 RFOs 屬於相對穩定的小分子寡糖，並不會因常規加工而完全消失。若配方高度依賴豆粕或豆類副產物，單靠熱加工通常難以徹底解決 RFOs 造成的消化與發酵問題；因此在配方端加入外源性 α -galactosidase，或在原料預處理端進行酵素水解，是更具針對性的做法^[4]。

作用機制： α -1,6 半乳糖苷鍵如何被切開？

α -Galactosidase 屬於糖苷水解酵素，主要催化非還原端 α -D-galactosyl 殘基的水解。以 raffinose 為例，酵素切斷其 α -1,6 鍵後，可產生 galactose 與 sucrose；以 stachyose 為例，第一步可釋放 galactose 並生成 raffinose，後續再逐步水解。這種「由末端逐步拆解」的作用方式，使較難吸收的寡糖轉變為更容易被動物或腸道微生物代謝的小分子^[2]。

此機制對單胃動物尤其重要，因為雞與豬的小腸消化時間短，對水溶性寡糖的處理能力有限。若 α -galactosidase 在胃腸道適當位置仍保有活性，就能在 RFOs 抵達後腸大量發酵前先降低其分子量與濃度。實務上，這不代表所有配方都會出現相同幅度的生長改善；更準確的說法是，它降低了豆粕等植物蛋白中一項明確、可被酵素針對的消化障礙^[5]。

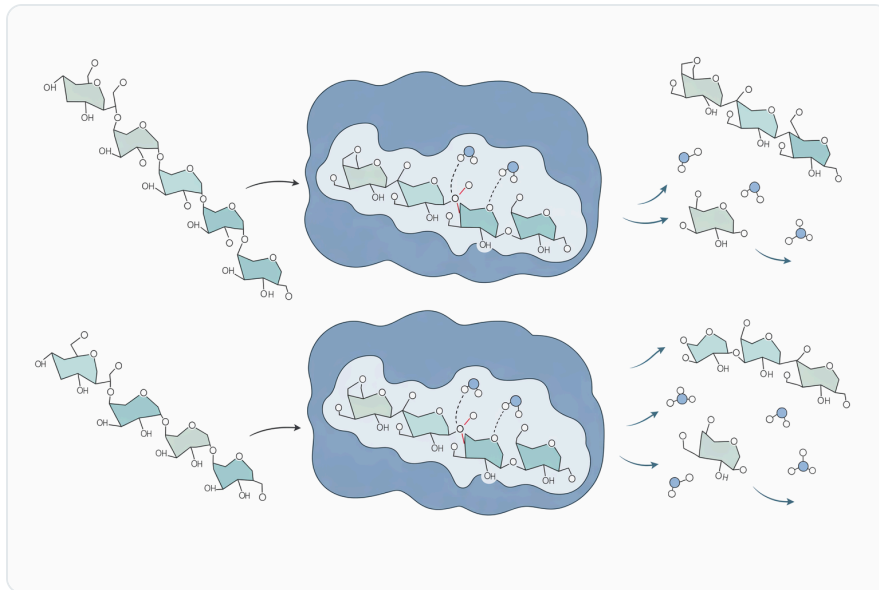


Figure 2. α -半乳糖苷酶可水解末端的 α -半乳糖苷鍵，將水蘇糖和棉子糖分解為蔗糖、半乳糖等較小的糖類。

與 β -Mannanase、 β -Glucanase 等酵素的互補關係

α -Galactosidase 的另一個技術價值，是可與其他非澱粉多醣酵素形成互補。許多植物細胞壁或種子貯藏多醣含有半乳糖側鏈，例如 galactomannan 類結構； α -galactosidase 可移除部分半乳糖側鏈，讓 β -mannanase 更容易接近主鏈並進行水解。研究指出，來自酸性真菌的 α -galactosidase 可與 β -mannanase 在水解含半乳甘露聚醣底物時產生協同效果，顯示多酵素方案的效益可能來自基質結構被逐層打開^[6]。

類似邏輯也可套用到棕櫚仁粕等富含複雜非澱粉多醣的油籽副產物。 β -mannanase 與 α -galactosidase 的搭配，並非簡單地把兩種酵素「相加」，而是讓一種酵素先降低側鏈屏障，另一種酵素再有效切開主鏈；這種結構性互補，是多酵素飼料添加劑常被用於高植物蛋白或副產物配方的原因之一^[7]。

可期待的飼料營養效益

降低難消化寡糖與後腸發酵壓力

α -Galactosidase 最直接的效益，是降低 RFOs 含量。雖然許多早期應用研究來自食品加工，例如以酵素處理豆乳以移除引起脹氣的 raffinose 與 stachyose，但其生化邏輯與飼料應用一致：當底物中 α -galactosyl 寡糖被水解，進入腸道後可造成不適的可發酵寡糖負荷便會下降^[3]。

在飼料端，這種作用常被連結到糞便狀態、腸道舒適性與營養利用率。需要注意的是， α -galactosidase 並不是抗菌劑，也不是腸道疾病治療產品；它的角色是減少特定未消化碳水化合物進入後腸，間接降低過度發酵與滲透壓壓力。換言之，其效果取決於配方中是否存在足夠的可作用底物

[1]。

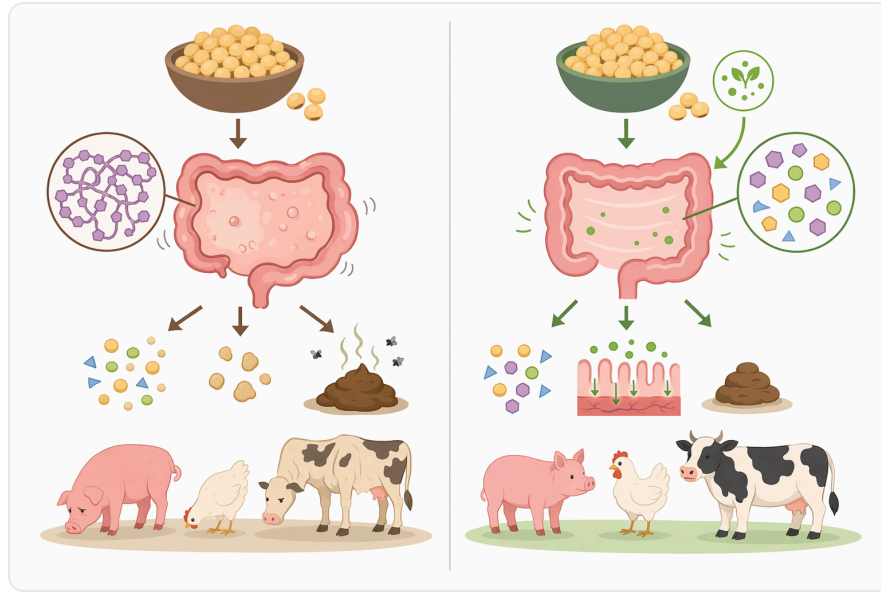


Figure 3. 飼料酵素會因作用基質不同而有所差異，因此應將 α -半乳糖苷酶與木聚糖酶、 β -葡聚糖酶、纖維素酶、蛋白酶及植酸酶區分開來。

改善植物蛋白原料的可用性

當豆粕、菜籽粕或其他油籽粕類原料比例提高時，配方成本通常較有優勢，但非澱粉多醣與寡糖也會同步增加。 α -Galactosidase 可作為提升植物蛋白耐受性的一環，讓營養師在兼顧成本與動物表現時，多一個針對 RFOs 的工具。這一點在家禽與豬等對後腸發酵較敏感的單胃動物中特別具有實務意義^[4]。

不過，若配方中豆粕比例低、RFOs 負荷不高，或主要限制因子其實是能量密度、胺基酸平衡、黴菌毒素、脂肪品質或衛生管理，單獨添加 α -galactosidase 不應被期待產生明顯改善。酵素添加劑的合理定位，是配方優化與原料風險管理的一部分，而非取代基礎營養設計^[5]。

研究與監管評估所支持的證據

在肉雞相關資料中， α -galactosidase 常以單一酵素或複合酵素型態被評估。以玉米與豆粕為基礎的肉雞日糧試驗顯示， α -galactosidase 可被用來檢視植物性寡糖分解對生長表現與飼料效率的影響；同時，研究也指出結果會受到是否與其他酵素併用、日糧組成與試驗條件影響^[5]。

歐洲食品安全相關評估曾針對含 α -galactosidase 與 β -glucanase 的飼料添加劑，在肉雞用途上進行安全性與有效性審查。這類監管性意見的價值，在於它不是單一商業宣稱，而是以目標動物安全性、使用目的與功效資料作為審查框架；但其結論通常限定於特定產品、製程來源與提交資料，不應直接外推到所有市售 α -galactosidase 製劑^[8]。

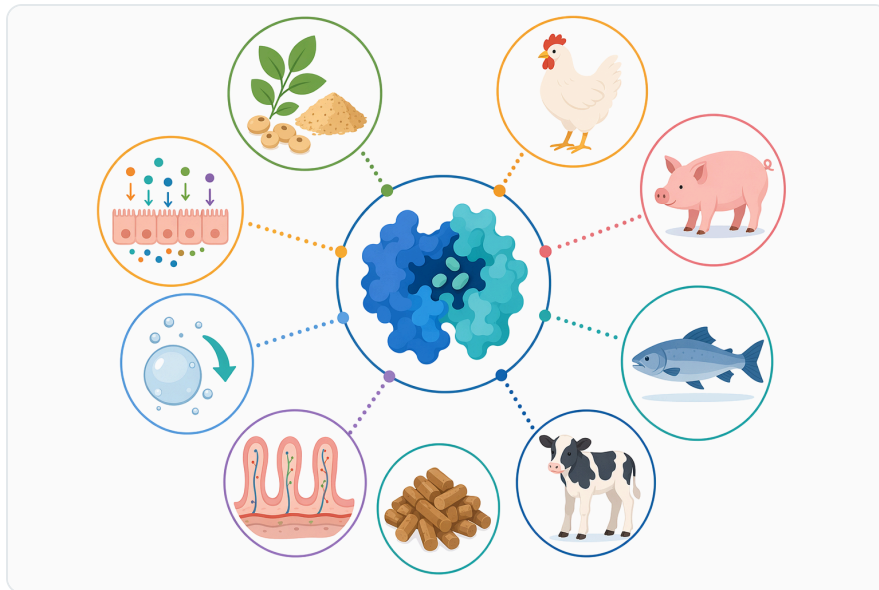


Figure 4. 本文討論的主要應用領域包括家禽、豬隻，以及使用豆粕、豆科原料或其他植物性蛋白來源的含植物原料水產飼料。

近年的安全評估亦涉及由 α -galactosidase 與 endo-1,4- β -glucanase 組成的飼料添加劑，顯示此類酵素在飼料領域的監管討論持續存在。對使用端而言，這代表 α -galactosidase 並非概念性添加物，而是已有明確應用場景與評估經驗的飼料酵素類別；同時也提醒不同產品的微生物來源、製劑組成與法規狀態必須分開看待^[9]。

不同應用場景比較

應用場景	主要底物或問題	α -Galactosidase 的作用重點	證據與實務成熟度	使用端需留意的限制
肉雞玉米—豆粕日糧	豆粕 RFOs、植物性寡糖	水解 raffinose、stachyose，降低後腸發酵底物	有肉雞試驗與監管評估支持，但結果受配方影響	不宜將改善幅度視為固定值；需看日糧中豆粕與其他酵素配置 ^[5]
豬隻植物蛋白配方	豆粕、豌豆、油籽粕中的寡糖	改善小腸前段可利用性，減少未消化寡糖負荷	生化機制明確，應用邏輯強；公開資料常與多酵素方案交織	若限制因子不是 RFOs，效果可能有限 ^[1]
原料預處理	豆乳、豆粕水解液、植物蛋白加工流	在餵飼前降低 RFOs 含量	食品與農產加工文獻支持 α -galactosidase 可移除脹氣相關因子	預處理條件需與製程 pH、溫度與時間相容 ^[3]

應用場景	主要底物或問題	α -Galactosidase 的作用重點	證據與實務成熟度	使用端需留意的限制
複合酵素配方	半乳甘露聚醣、 β -葡聚醣、細胞壁多醣	移除半乳糖側鏈，協助 mannase 或其他酵素作用	有協同水解研究支持	效益來自酵素組合，不能完全歸因於單一酵素 ^[6]
高溫加工後使用	造粒、膨化或長時間儲存造成活性下降風險	需依產品型態保留足夠活性	熱穩定性是酵素工程重要研究方向	一般乾粉酵素對熱與濕度敏感，實際穩定性依製劑而異 ^[10]

產品型態、供應情境與文件

Enzymes.bio 供應的 α -Galactosidase Feed Additive Biological Enzyme Preparation 為飼料級乾粉型酵素添加劑，產品以 1 kg 單位在線上直接銷售。這種包裝型態適合需要固定小包裝、可納入配方試用或常規採購流程的 B2B 使用者；Enzymes.bio 的角色是供應商，而非製造商或實驗室，因此產品頁與隨貨文件應被視為供應與安全使用資訊，而不是製程研發報告。

CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供。CoA 可作為批次文件保存，SDS 則提供搬運、儲存與安全注意事項；這對飼料廠、預混料廠或原料加工端的品質管理流程相當重要。本文不列出任何具體活性單位、等級定義或分析方法，因為這些資訊應以實際批次文件為準，且不同來源與製劑不可用單一文字說明直接等同。

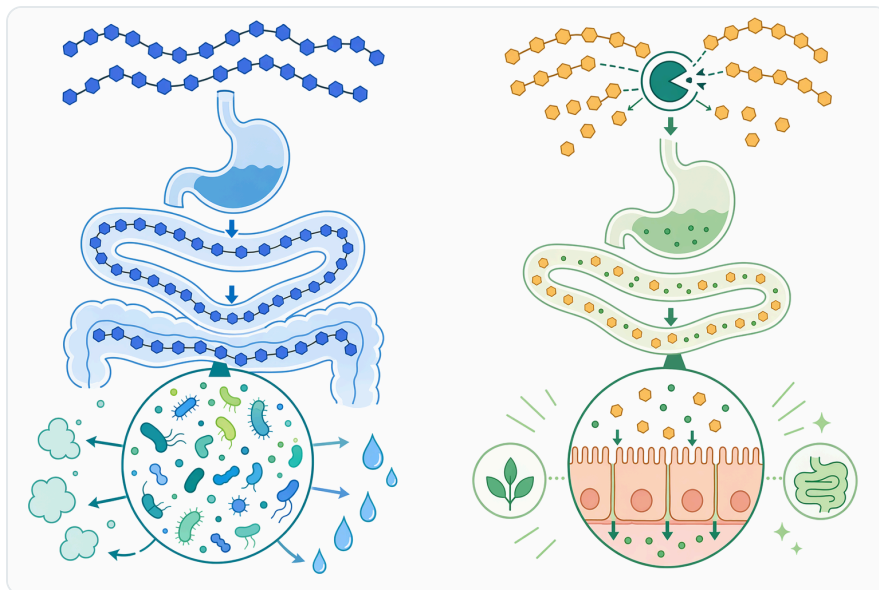


Figure 5. 在 α -半乳糖苷進入後腸前將其水解，可減少可供微生物快速發酵的可溶性碳水化合物含量。

配方與製程中的技術考量

pH、溫度與胃腸道位置

不同微生物來源的 α -galactosidase 在最適 pH、溫度耐受性與底物偏好上可能差異很大。酸性來源酵素可能更適合胃部或酸性預處理環境；其他來源則可能在較中性的條件下表現較好。文獻中已描述多種細菌與真菌 α -galactosidase 的工業應用潛力，也顯示來源差異是決定使用場景的重要因素^[1]。

熱穩定性也是飼料應用的關鍵。造粒、膨化或長時間高溫暴露可能降低一般酵素活性，因此工業研究常透過蛋白質工程、固定化或配方保護來提升 α -galactosidase 的耐熱與儲存表現。這並不表示所有市售產品都具備同等耐熱能力，而是提醒使用端在設計製程時，應將酵素暴露條件視為影響結果的變數^[10]。

乾粉混合與原料預處理的差異

若作為乾粉飼料添加劑， α -galactosidase 通常被納入配合飼料、預混料或後添加流程，目標是在動物攝食後於胃腸道中發揮作用。此模式較接近一般飼料廠操作，優點是流程簡單；限制是酵素必須通過儲存、混合、加工與消化道環境後仍保留足夠功能^[4]。

若用於原料預處理，則是在餵飼前先讓酵素與豆粕、豆乳或植物蛋白水解液接觸，使 RFOs 在加工端先被降低。這種模式可更直接控制水分、時間與 pH，但會增加製程步驟與管理要求。食品加工研究中， α -galactosidase 已被用於去除豆乳中引起脹氣的因子，說明預處理路徑在生化上可行^[3]。

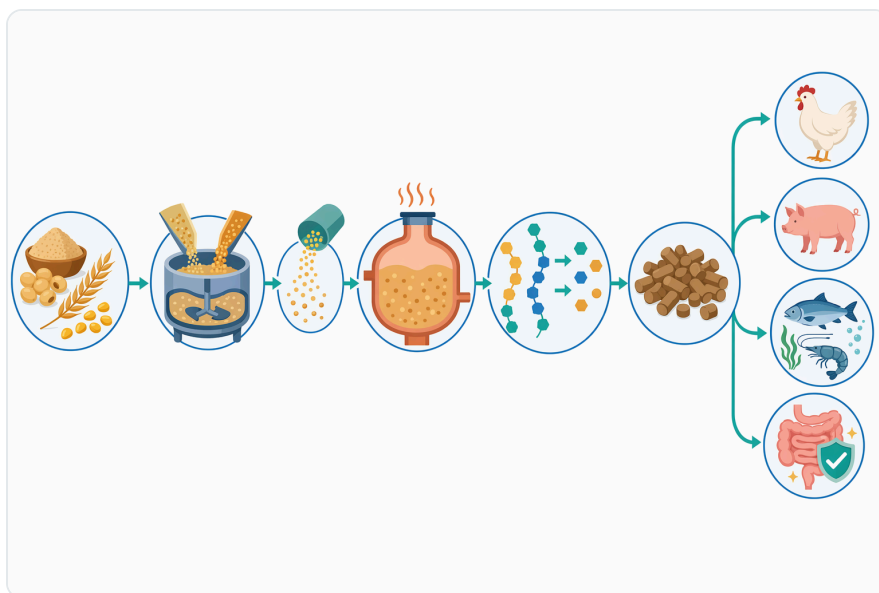


Figure 6. 實際作用取決於酵素能否接觸到已水合的基質，接著切解寡醣，並利用產生的較小糖類。

與其他飼料添加劑的定位差異

α -Galactosidase 與益生菌、酸化劑、植物萃取物或抗氧化營養素不同，它的主要靶點不是微生物族群本身，也不是免疫或氧化壓力路徑，而是特定糖苷鍵。這種靶向性讓它在高豆粕或高植物副產物配方中特別有意義；但若配方問題來自病原壓力、飼養密度、通風或基礎營養不足，酵素本身不會替代管理措施^[2]。

與 β -glucanase、xylanase 或 β -mannanase 相比， α -galactosidase 的底物更偏向半乳糖基寡糖與半乳糖側鏈，而非阿拉伯木聚糖、 β -葡聚糖或甘露聚糖主鏈。這也是為什麼許多商業飼料酵素會採多酵素配置：不同酵素處理不同結構，整體上降低植物細胞壁與寡糖對營養釋放的限制^[7]。

安全性與使用限制

從酵素類別來看， α -galactosidase 已有食品、農產加工與飼料添加領域的多重應用紀錄。監管性評估中，含 α -galactosidase 的複合酵素產品曾被用於目標動物安全性與功效審查；然而，安全性結論通常與特定生產菌株、製程純化、製劑組成及用途條件相關，不能簡化為「所有 α -galactosidase 產品皆完全相同」^[8]。

對使用端而言，最重要的限制是效果具有情境依賴性。若日糧中 RFOs 與半乳糖側鏈底物含量高， α -galactosidase 較有發揮空間；若底物含量低或主要限制因子另有其因，改善幅度可能不明顯。此外，與其他酵素併用時，觀察到的動物表現改善可能來自整個多酵素系統，而非 α -galactosidase 單獨作用^[5]。

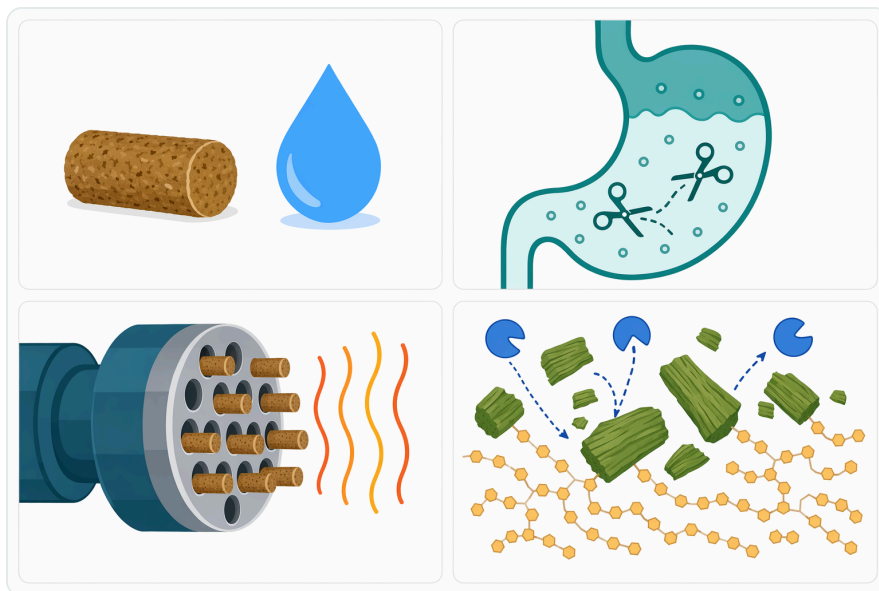


Figure 7. 水分、消化道中的作用時間、加工熱以及基質可及性，都會影響有多少具功能性的 α -半乳糖苷酶能到達其作用目標。

適合導入的飼料與原料情境

較適合考慮 α -galactosidase 的情境，包括豆粕使用比例較高的家禽與豬隻配方、以植物蛋白替代部分動物性蛋白的日糧、含豌豆或其他豆科原料的配方，以及需要提升油籽副產物利用率的飼料系統。這些情境的共同點，是存在可被 α -galactosidase 針對的 α -galactosyl 底物或相關側鏈結構^[4]。

若飼料系統使用多種副產物，例如棕櫚仁粕、菜籽粕或纖維含量較高的蛋白原料， α -galactosidase 可被納入多酵素策略中，與 mannanase、glucanase 或 xylanase 形成互補。研究中 β -mannanase 與 α -galactosidase 對棕櫚仁粕水解的協同效果，正好說明複雜植物基質需要多個酵素從不同鍵結位置共同處理^[7]。

對 B2B 使用者的實務意義

對飼料廠與預混料廠而言， α -galactosidase 的價值不在於取代配方設計，而在於讓高植物蛋白配方更可控。當原料價格、豆粕品質或副產物供應波動時，能針對 RFOs 這類明確抗營養因子進行酵素處理，有助於降低配方變異帶來的消化風險。這種價值通常需要與生產表現、糞便狀態、飼料轉換與原料成本一起評估^[1]。

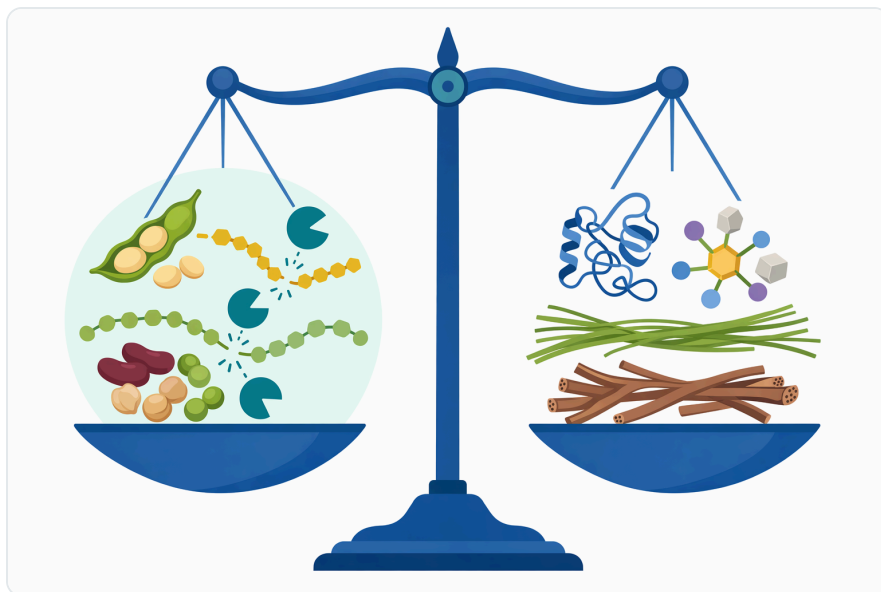


Figure 8. α -半乳糖苷酶對 α -半乳糖苷類碳水化合物具有特定效益，但不能取代針對蛋白質、植酸、纖維素或木質素的酵素或配方處理措施。

對原料加工端而言， α -galactosidase 也可被視為植物蛋白升級工具。農產加工與二次加工文獻指出， α -galactosidase 可用於降低農業副產物中的寡糖限制，改善後續加工或利用價值；因此它不只適用於最終飼料拌料，也可能出現在植物蛋白預處理或副產物價值提升流程中^[4]。

結論

α -Galactosidase Feed Additive Biological Enzyme Preparation 的技術核心，是以外源性 α -半乳糖苷酶水解豆粕與豆科原料中的 RFOs，特別是 raffinose、stachyose 等含 α -1,6 半乳糖苷鍵的寡糖。其主要價值在於降低單胃動物難以處理的可發酵寡糖負荷，改善植物蛋白原料的消化利用條件，並可與 β -mannanase、 β -glucanase 等酵素形成互補^[2]。

現有研究與監管評估支持 α -galactosidase 作為飼料酵素類別具有明確應用基礎，尤其在肉雞豆粕型配方與複合酵素方案中較常見；但其實際效益仍取決於配方底物、加工條件、動物種類與是否與其他酵素併用。Enzymes.bio 供應的產品為 1 kg 線上銷售之飼料級乾粉製劑，並隨訂單提供 CoA 與 SDS；使用端應以自身配方與製程條件理解其角色，而非將其視為萬能型生長促進工具。

線上訂購 α -Galactosidase Feed Additive Biological Enzyme Preparation

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 \$\alpha\$ -Galactosidase Feed Additive Biological Enzyme Preparation →](#)

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. Bhatia, S., Singh, A., Batra, N., & Singh, J. (2019). Microbial production and biotechnological applications of α -galactosidase. *International Journal of Biological Macromolecules*.
2. Ju, L., Loman, A., & Islam, S. (2019). α -Galactosidase and Its Applications in Food Processing. *Encyclopedia of Food Chemistry*.
3. Patil, A. G., PraveenKumarS, K., Mulimani, V., Veeranagouda, Y., & Lee, K. (2010). alpha-Galactosidase from Bacillus megaterium VHM1 and its application in removal of flatulence-causing factors from soymilk. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 20 11, 1546-54 .
4. Menon, A., P., V., Samuel, M., & Arunraj, R. (2023). Properties and applications of alpha-galactosidase in agricultural waste processing and secondary agricultural process industries. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*.
5. Waldroup, P., C.A.Fritts, ..., C.A.Keen, ..., & Yan, F. (2005). The Effect of Alpha-galactosidase Enzyme with and Without Avizyme 1502 on Performance of Broilers Fed Diets Based on Corn and Soybean Meal. *International Journal of Poultry Science*, 4, 920-937.

6. Wang, H., Luo, H., Li, J., Bai, Y., Huo-Huang, Shi, P., Fan, Y., ... et al. (2010). An alpha-galactosidase from an acidophilic *Bispora* sp. MEY-1 strain acts synergistically with beta-mannanase. *Bioresource Technology*, 101 21, 8376-82 .
7. Xie, J., Pan, L., He, Z., Liu, W., Zheng, D., Zhang, Z., & Wang, B. (2020). A novel thermophilic β -mannanase with broad-range pH stability from *Lichtheimia ramosa* and its synergistic effect with α -galactosidase on hydrolyzing palm kernel meal. *Process Biochemistry*, 88, 51-59.
8. Scientific Opinion on the safety and efficacy of Biogalactosidase BL (alpha-galactosidase and beta-glucanase) as feed additive for chickens for fattening. *Semantic Scholar* (2011).
9. Safety Assessment RP746 Alpha-Galactosidase and Endo-1,4-Betaglucanase (Agal-Pro BL and Agal-Pro BL L®). *Semantic Scholar* (2024).
10. Zou, Y., Zheng, P., Peng-Chen, Yu, X., & Wu, D. (2025). Multidimensional computational strategies enhance the thermostability of alpha-galactosidase. *International Journal of Biological Macromolecules*, 144316 .


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。