

Food Industry Grade Rhamnosidase Enzyme : 柑橘脫苦與柚皮苷水解的食品加工用鼠李糖苷酶

Enzymes.bio 研究團隊 · 紐西蘭威靈頓 · June 22, 2026

Food Industry Grade Rhamnosidase Enzyme - Citrus Debittering & Naringin

Hydrolysis 是一項供食品加工使用的鼠李糖苷酶酵素產品，主要應用於柑橘果汁、濃縮汁、風味飲料與植物來源萃取物中的柚皮苷相關苦味管理。其核心作用是水解黃酮鼠李糖苷中的 α -L-rhamnosyl 鍵，使柚皮苷等高苦味糖苷轉化為苦味較低的衍生物；這類 α -L-rhamnosidase / naringinase 技術已被多篇柑橘脫苦研究與綜述討論。^[1]

Enzymes.bio 是此產品的線上供應商，不是酵素製造商或檢測實驗室；產品以 1 kg 單位銷售，CoA 與 SDS 會隨訂單提供。

產品定位：用於柑橘脫苦與黃酮糖苷轉化的酵素工具

Food Industry Grade Rhamnosidase Enzyme 可理解為一種食品加工用的 α -L-rhamnosidase 酵素製劑，主要目的不是改變果汁的基本配方，而是在既有柑橘加工流程中協助降低由柚皮苷、相關黃酮鼠李糖苷造成的尖銳苦味。產品頁將其應用範圍指向柑橘脫苦、柚皮苷水解、植物萃取物處理與飲料風味調整；這些用途與 α -L-rhamnosidase 在食品與生物工業中用於去鼠李糖基化、苦味降低與風味前驅物轉化的研究方向相符。^[2]

在 B2B 食品加工情境中，這類酵素較適合被定位為「選擇性風味修正工具」，而不是萬用脫苦劑。柑橘飲品中的苦味通常來自多種化合物與製程因素，包括柚皮苷、檸檬苦素、果皮接觸、榨汁條件、儲藏變化與配方酸甜比；因此，rhamnosidase 對含鼠李糖基黃酮的效果最直接，對非糖苷型苦味或氧化異味則不應過度延伸。^[3]

柑橘苦味的來源：為什麼柚皮苷是關鍵目標？

柚皮苷是葡萄柚、柚類與部分柑橘原料中常見的黃酮糖苷，也是柑橘飲料苦味管理中最常被討論的目標分子之一。柚皮苷本身帶有明顯苦味，且在果皮、囊衣與部分果汁加工液中濃度可能偏高；當飲料濃縮、調酸、調糖或加入香氣系統後，苦味感知有時會被放大，使產品出現「尾韻苦、澀感強、甜酸平衡不乾淨」等問題。^[4]

不過，柚皮苷不是唯一的苦味來源。柑橘汁脫苦綜述指出，柑橘苦味處理可包含吸附、酵素、膜分離、樹脂處理與其他物理化學方法，各方法針對的苦味來源與副作用不同；其中，酵素法的優勢在於可針對特定糖苷鍵進行反應，但若主要苦味來自檸檬苦素等非目標化合物，單靠 α -L-rhamnosidase 不一定足夠。[1]

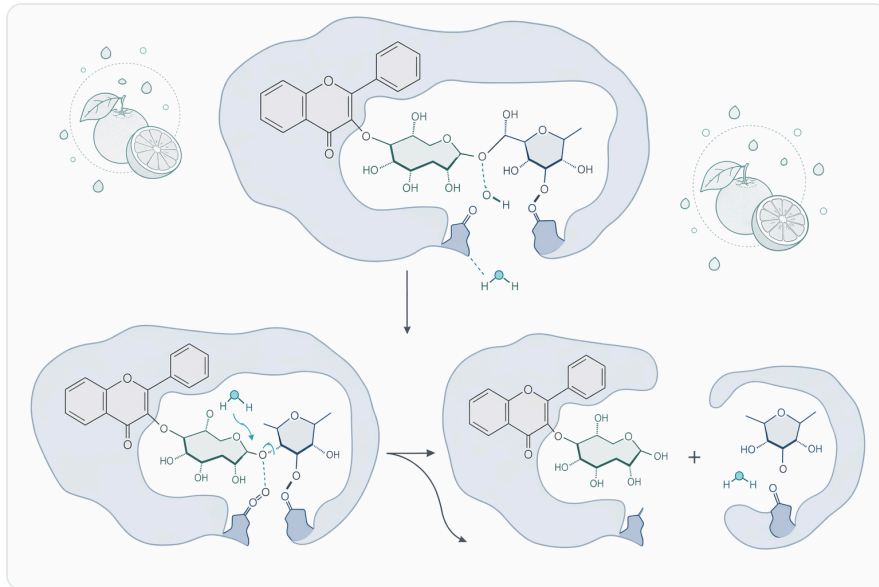


Figure 1. α -L-鼠李糖苷酶會從柑橘基質中的柚皮苷移除末端 L-鼠李糖，形成普魯寧。

檸檬苦素尤其值得區分。近年關於甜橙種子 limonin D-ring lactone hydrolase 的研究，顯示檸檬苦素也有專門的酵素轉化路徑；這說明柑橘苦味管理並非單一酵素即可覆蓋所有化合物，而是需要先理解苦味化學來源，再選擇合適的加工策略。[5]

作用機制：切除鼠李糖基，降低柚皮苷的苦味表現

α -L-rhamnosidase 的主要催化角色，是從天然 rhamnoglycosides 上切除末端 α -L-rhamnose。以柚皮苷為例，其糖基部分含有鼠李糖基；當 α -L-rhamnosidase 水解相關 α -L-rhamnosyl 鍵時，柚皮苷可轉化為 prunin 與 L-rhamnose，而 prunin 的苦味通常低於柚皮苷，因此果汁的苦味感知可下降。[6]

這個機制也解釋了為什麼「rhamnosidase」與「naringinase」常在柑橘脫苦文獻中一起出現。naringinase 通常被描述為同時具有 α -L-rhamnosidase 與 β -D-glucosidase 活性的酵素系統；第一步將柚皮苷去鼠李糖基化生成 prunin，第二步再由 β -D-glucosidase 進一步水解生成 naringenin。若產品或製程主要依賴 α -L-rhamnosidase，較準確的期待是降低柚皮苷相關苦味與生成去鼠李糖基化產物，而不是必然完成全去糖基化。[7]

在植物萃取或柑橘皮加工中，這種「選擇性切糖」也具有製程價值。研究顯示，來自不同微生物來源的 α -L-rhamnosidase 可水解多種黃酮鼠李糖苷；例如真菌來源酵素曾被研究用於柚皮苷水解，並被視為果汁脫苦與黃酮轉化的候選工具。^[8]

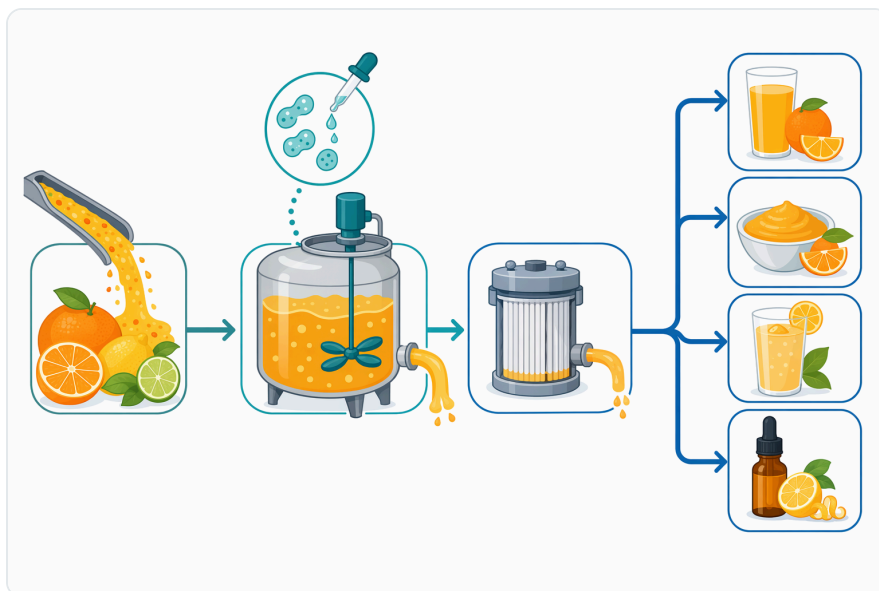


Figure 2. 將柚皮苷完全轉化為柚皮素，需要先由 α -L-鼠李糖苷酶作用，再由 β -D-葡萄糖苷酶作用。

α -L-rhamnosidase、naringinase 與其他苦味控制策略的差異

技術或酵素策略	主要作用對象	對柑橘脫苦的意義	需要保守看待的部分
α -L-rhamnosidase	含 α -L-rhamnose 的黃酮糖苷，如柚皮苷	去鼠李糖基化，將柚皮苷轉為苦味較低的 prunin 類產物	主要處理鼠李糖苷；不同於去除所有苦味
naringinase	通常包含 α -L-rhamnosidase 與 β -D-glucosidase 活性	可分步水解柚皮苷，常見於葡萄柚汁與柑橘汁脫苦研究	不同來源與配方活性組成不同，不能直接等同
檸檬苦素相關酵素或製程	檸檬苦素、limonoid 類苦味	適合處理非柚皮苷型苦味問題	與 rhamnosidase 的目標不同
吸附、樹脂、膜分離	多種苦味或多酚成分	可作為非酵素脫苦方案	可能同時移除香氣、色澤或有益酚類
配方與熱處理控制	酸甜比、香氣、儲藏反應	可修飾整體感官平衡	不會特異性水解柚皮苷

表中的差異可協助加工端避免把「柚皮苷水解」與「所有苦味消除」混為一談。柑橘脫苦研究反覆指出，不同方法會影響不同化學族群與感官面向；酵素法的價值在於選擇性與相對溫和，但實際效果仍取決於原料、反應條件與後續加工。^[3]

研究證據：柑橘汁脫苦、香氣影響與固定化技術

柑橘汁脫苦研究普遍支持 naringinase 或 α -L-rhamnosidase 對柚皮苷水解的技術可行性。關於柑橘汁不同脫苦方法的綜述指出，酵素法是食品工業可考慮的策略之一，因為它能針對苦味糖苷進行轉化，並避免部分強烈物理化學處理可能帶來的品質損失。^[1]

針對實際果汁的研究也顯示，酵素處理不只影響苦味化合物，也可能改變香氣與味覺輪廓。以甌柑汁為例，超音波輔助酵素水解研究評估了脫苦處理對香氣與味道的影響，說明柑橘酵素脫苦應被視為整體感官工程，而不是只看單一苦味指標。^[9]

固定化 naringinase 是另一個重要研究方向。近年的綜述將固定化 naringinase 描述為較環境友善的柑橘汁脫苦生物催化策略，原因在於固定化可能改善酵素穩定性、重複使用性與製程整合性；但這些研究結果不應直接推論到所有市售游離酵素或特定供應批次。^[7]



Figure 3. 鼠李糖苷酶具有鍵結專一性，而柚皮苷酶的級聯反應與非酵素脫苦方法，則會透過不同機制改變柑橘基質。

柑橘副產物利用也提供了相關證據。Kinnow 果渣經 naringinase 酵素處理後，可用於營養強化義大利麵等食品原料開發，顯示柚皮苷水解不只適用於清汁，也可延伸至果皮、果渣與植物基原料的苦味降低與資源化。^[10]

製程整合：適合放在風味修正與調配前的控制點

在果汁或濃縮汁加工中，rhamnosidase 通常較適合安排在原料液已完成基本萃取、壓榨或澄清之後，並在最終熱處理或無菌充填之前進行風味修正。這樣的安排有助於讓酵素接觸目標糖苷，同時保留後段熱處理作為酵素失活與微生物安全控制的一部分；但實際條件仍需與工廠既有流程、產品酸度與熱歷史相容。^[11]

影響反應結果的因素包括 pH、溫度、可接觸的柚皮苷量、果汁中多酚與果膠系統、停留時間，以及是否存在產物抑制或熱失活。Aspergillus terreus α -L-rhamnosidase 的研究即討論熱失活與產物抑制對柚皮苷溶液水解的影響，說明酵素脫苦在實務上不是「加了就一定線性反應」，而需要考慮反應環境。^[11]

澄清與果膠處理也可能影響風味與酚類組成。以柚類果汁為例，果膠酶澄清處理會改變酚類化合物表現；因此，若 rhamnosidase 與澄清、過濾、濃縮或熱處理串聯使用，最終感官結果可能是多個加工步驟共同造成的，而非單一酵素效果。^[12]

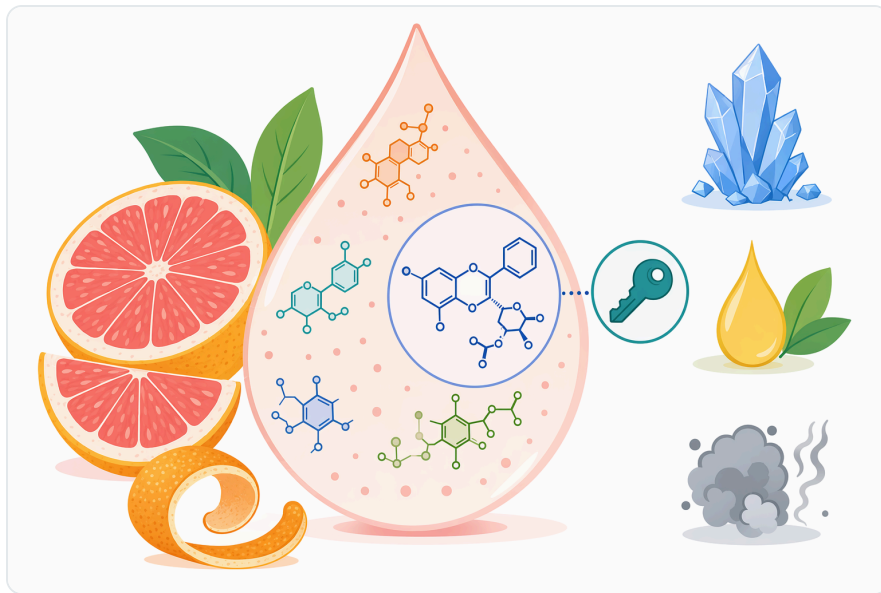


Figure 4. 鼠李糖苷酶可處理柚皮苷型黃酮類的苦味，但並非針對所有柑橘苦味化合物。

對飲料工廠而言，務實的做法是把 rhamnosidase 視為配方前處理或半成品修正工具：先降低柚皮苷相關苦味，再進入糖酸調整、香氣調配、均質或最終殺菌。這種定位能保留配方端的調整彈性，也能降低為了掩蓋苦味而過度加糖、加香或使用強烈吸附處理的需求。^[13]

主要應用場景

葡萄柚汁、柚類飲品與柑橘混合汁

葡萄柚汁是最典型的應用場景，因為柚皮苷是其苦味輪廓中的關鍵分子。對於葡萄柚汁、柚類飲料或含較高柚皮成分的柑橘混合汁，rhamnosidase 可協助降低尖銳苦味，使酸感、甜感與柑橘香氣更容易達到平衡。^[1]

濃縮汁、糖漿基底與即飲飲料

濃縮過程可能讓苦味與澀感更突出，尤其在後續還原、調酸或加入香氣系統時，苦味尾韻可能影響飲用接受度。將 rhamnosidase 用於濃縮前或調配前的半成品處理，有機會降低柚皮苷型苦味對整體配方的干擾，但仍需依不同原料批次與飲料定位調整。^[9]

柑橘皮、果渣與植物萃取物

柑橘皮與果渣含有大量黃酮糖苷，是食品配料、植物萃取物與副產物升級利用的重要來源。綠色萃取與柑橘皮活性化合物應用的研究指出，柑橘副產物可作為食品工業中生物活性化合物來源；若萃取物苦味過高，鼠李糖苷酶處理可作為降低苦味與調整黃酮型態的候選步驟。^[14]

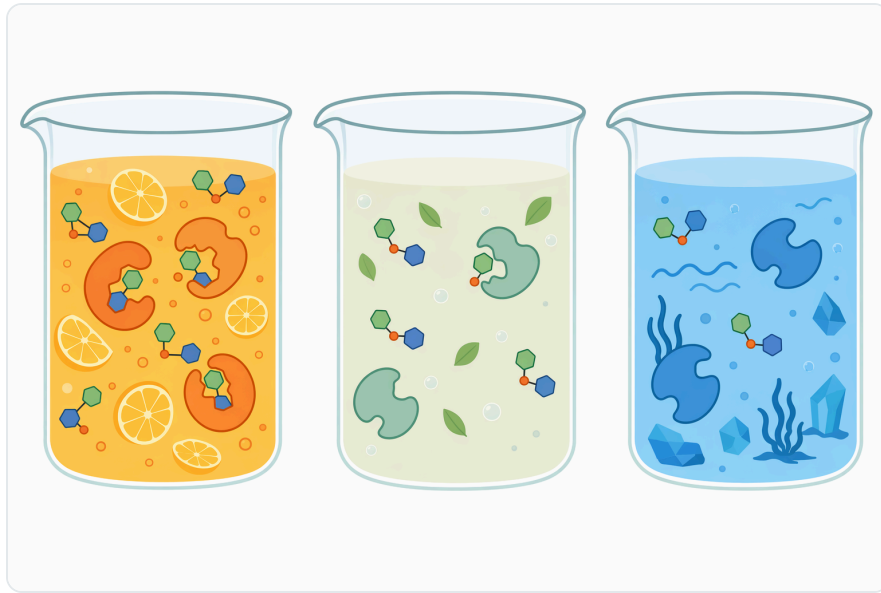


Figure 5. 柑橘脫苦適合採用在酸性果汁條件下仍能維持相容活性的鼠李糖苷酶。

果酒、發酵飲品與風味飲料

α -L-rhamnosidase 也被研究於葡萄酒與飲料香氣改善，因為部分萜類或芳香化合物可以糖苷形式存在，經糖苷酶處理後可能釋放香氣潛力。曾有研究描述一種 α -L-rhamnosidase 具有柑橘汁工業與釀酒應用潛力，顯示此類酵素不只與苦味有關，也可能參與風味前驅物轉化。^[15]

與其他脫苦方法相比的優勢與限制

相較於吸附、樹脂或強烈物理化學處理，酵素法的主要優勢是選擇性較高：它針對特定糖苷鍵反應，理論上可減少對整體香氣、顏色與可溶性固形物的非選擇性移除。對於希望保留「天然柑橘感」的果汁與飲料，這種較溫和的處理邏輯具有實務吸引力。^[16]

但酵素法也有明確限制。第一，它需要足夠的反應時間與適合的加工環境；第二，它對非目標苦味化合物的影響有限；第三，過度處理可能改變黃酮組成，進而影響原本的風味層次。若產品訴求是保留葡萄柚自然苦味，只是降低過度尖銳的尾韻，處理強度就應更保守。^[11]

此外，果汁的最終感官不只由柚皮苷決定。糖酸比、香氣釋放、果膠口感、澀感、多酚含量與熱處理條件都會改變消費者對苦味的感知；因此，即使柚皮苷被水解，產品仍可能因酸度過高、香氣不足或檸檬苦素偏高而呈現不理想的口感。^[3]



Figure 6. 食品級鼠李糖苷酶可應用於葡萄柚與柚子汁、金諾橘果皮副產物流、柑橘萃取物、飲料基底，以及黃酮類轉化製程。

原料來源與酵素多樣性：為何不同 rhamnosidase 表現不一定相同？

α -L-rhamnosidase 可由多種微生物來源產生，包括真菌、細菌與放線菌等。海洋放線菌產生 α -L-rhamnosidase 的研究顯示，這類酵素來源廣泛，且不同來源在底物偏好、酸鹼適應性、溫度耐受與產物耐受方面可能不同；這也是為什麼文獻結果不能直接等同於所有商品化酵素。^[17]

蛋白工程與細胞表面展示研究也曾用於提升柚皮苷水解效率。以細胞表面工程 α -L-rhamnosidase 為例，研究目的在於改善 naringin hydrolysis 的應用表現；這類工作說明產業界與學術界持續尋找更穩定、更易整合的生物催化方式。^[18]

近年亦有研究討論耐有機溶劑 α -L-rhamnosidase 在 prunin 生產中的應用，顯示去鼠李糖基化不只服務於果汁脫苦，也可用於特定黃酮衍生物製備。對食品加工端而言，這些研究提供了機制與方向，但不代表一般飲料製程需要或適合採用相同溶劑系統。^[19]

品質文件與訂單資訊：供應商角色的清楚界線

Enzymes.bio 供應此項 Food Industry Grade Rhamnosidase Enzyme，產品頁標示為食品加工相關用途，並以 1 kg 單位在線上銷售。作為供應商，Enzymes.bio 不應被解讀為該酵素的製造商或第三方檢測實驗室；本文所述機制與應用依據公開研究與產品頁資訊，用於技術理解與採購前閱讀，不構成特定批次性能保證。



Figure 7. 感官上的改變來自將完整的柚皮苷轉化，而不是在原位掩蓋苦味分子。

CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供，適合用於收貨、內部文件歸檔與安全資料管理。由於酵素產品的實際加工效果會受原料基質與製程條件影響，飲料、萃取物或食品配料企業仍應依自身品質系統確認其在特定產品中的風味結果與製程相容性。

結論：適合用於柚皮苷型苦味管理，而非取代所有脫苦策略

Food Industry Grade Rhamnosidase Enzyme 的核心價值，在於利用 α -L-rhamnosidase 的去鼠李糖基化作用，針對柚皮苷與相關黃酮鼠李糖苷進行水解，進而降低柑橘飲品、濃縮汁與植物萃取物中的特定苦味來源。這一機制已有柑橘汁脫苦、naringinase 應用、prunin 生成與黃酮糖苷轉化等研究支持。^[20]

最合理的應用期待，是把它放入柑橘加工中的風味修正與半成品調整環節，用於降低柚皮苷相關苦味、改善調配彈性，並支援較溫和的食品加工策略。若產品苦味主要來自檸檬苦素、儲藏異味、氧化反應或配方失衡，則仍需搭配其他製程與配方管理方法；這種清楚界定，反而能讓 rhamnosidase 在正確場景中發揮更可靠的價值。^[3]

線上訂購 Food Industry Grade Rhamnosidase Enzyme - Citrus Debittering & Naringin Hydrolysis

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 Food Industry Grade Rhamnosidase Enzyme - Citrus Debittering & Naringin Hydrolysis →](#)

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. Purewal, S., & Sandhu, K. S. (2021). Debittering of citrus juice by different processing methods: A novel approach for food industry and agro-industrial sector. *Scientia Horticulturae*, 276, 109750.
2. Muhammad, A., Ansari, A. R., Javed, S., & Shahzad, M. (2025). Biotechnological and bio-industrial applications of alpha-L-Rhamnosidase enzyme. *Revista Politécnică*.
3. Admane, D., Gurjar, M., Mendke, S., Bansode, V., Ghosh, D., & Roy, S. S. (2023). Exploring diverse processing techniques for debittering of citrus juice: A mini review. *Journal of crop and weed*.
4. Shilpa, V., Shams, R., Dash, K., Pandey, V., Dar, A., Mukarram, S. A., Harsányi, E., ... et al. (2023). Phytochemical Properties, Extraction, and Pharmacological Benefits of Naringin: A Review. *Molecules*, 28.

5. Zhang, N., Xu, Y., Jia, X., Li, X., Ren, J., Pan, S., Fan, G., ... et al. (2024). Purification and characterization of limonin D-ring lactone hydrolase from sweet orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) seeds. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*.
6. Kaur, A., Singh, S., Singh, R., Schwarz, W., & Puri, M. (2010). Hydrolysis of citrus peel naringin by recombinant α -L-rhamnosidase from *Clostridium stercorarium*. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 85, 1419-1422.
7. Immobilized Naringinase as a Suitable Biocatalyst and an Environment-Friendly Approach for De-bittering of Citrus Juices: Recent Developments and Future Perspectives. *Semantic Scholar* (2024).
8. Elíades, L., Rojas, N., Cabello, M., Voget, C., & Saparrat, M. (2011). α -L-Rhamnosidase and β -D-glucosidase activities in fungal strains isolated from alkaline soils and their potential in naringin hydrolysis. *Journal of Basic Microbiology*, 51.
9. Gao, X., Feng, T., Liu, E., Shan, P., Zhang, Z., Liao, L., & Ma, H. (2020). Ougan juice debittering using ultrasound-aided enzymatic hydrolysis: Impacts on aroma and taste. *Food Chemistry*, 345, 128767 .
10. Singla, G., Panesar, P., Sangwan, R., & Krishania, M. (2020). Enzymatic processing of *Citrus reticulata* (Kinnow) pomace using naringinase and its valorization through preparation of nutritionally enriched pasta. *Journal of food science and technology*, 58, 3853 - 3860.
11. Soria, F., & Ellenrieder, G. (2002). Thermal Inactivation and Product Inhibition of *Aspergillus terreus* CECT 2663 α -L-Rhamnosidase and Their Role on Hydrolysis of Naringin Solutions. *Bioscience, biotechnology and biochemistry*, 66, 1442 - 1449.
12. Shah, N., Rahman, R., Shamsuddin, R., & Adzahan, N. (2015). Effects of pectinase clarification treatment on phenolic compounds of pummelo (*Citrus grandis* L. Osbeck) fruit juice. *Journal of food science and technology*, 52, 5057-5065.
13. Chandel, A., Xavier, J. R., & Chauhan, O. P. (2025). Applications of High Pressure Homogenization in Food Industry for Ensuring Quality and Safety. *Journal of food process engineering*.
14. Sanli, I., Ozkan, G., & Şahin-Yeşilçubuk, N. (2025). Green extractions of bioactive compounds from citrus peels and their applications in the food industry. *Food Research International*, 212, 116352 .
15. Alvarenga, A., Romero, C., & Castro, G. R. (2013). A novel α -l-rhamnosidase with potential applications in citrus juice industry and in winemaking. *European Food Research and Technology*, 237, 977-985.
16. Jothyswarupha, K. A., Venkataraman, S., Rajendran, D., Shri, S., Sivaprakasam, S., Yamini, T., Karthik, P., ... et al. (2024). Immobilized enzymes: exploring its potential in food industry applications. *Food Science and Biotechnology*, 34, 1533 - 1555.
17. Varbanets, L., Gudzenko, O., & Ivanytsia, V. A. (2020). Marine Actinobacteria – Producers of Enzymes with α -L-Rhamnosidase. *Mikrobiolohichniy zhurnal*.
18. Liu, Q., Lu, L., & Xiao, M. (2012). Cell surface engineering of α -l-rhamnosidase for naringin hydrolysis. *Bioresource Technology*, 123, 144-9 .
19. Luo, C., Ke, L., Huang, X., Zhuang, X., Guo, Z., Xiao, Q., Chen, J., ... et al. (2024). Efficient biosynthesis of prunin in methanol cosolvent system by an organic solvent-tolerant α -L-rhamnosidase from *Spirochaeta thermophila*. *Enzyme and Microbial Technology*, 175, 110410 .

20. Yadav, S. (2018). Prunin Production From Orange Peel Naringin Hydrolyzed By a-L-rhamnosidase from Aspergillus Flavipus MTCC- 4644. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*.

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。