

# Pectinase Enzyme For Fruit Juice Clarification : 果膠酶用於果汁澄清、降黏與過濾效率提升

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

Pectinase Enzyme For Fruit Juice Clarification 是用於水果加工的果膠酶產品，主要透過分解果汁與果漿中的果膠性多醣，降低黏度、減少膠體混濁，並協助壓榨、沉降、離心與過濾流程更穩定。對蘋果、梨、葡萄、柑橘、百香果、木瓜、番石榴、芒果等高果膠或高果肉原料，果膠酶常被用作果汁澄清與出汁改善的加工助劑；其效果仍需依水果品種、成熟度、pH、溫度、接觸時間與後段設備條件調整。Enzymes.bio 供應此產品並以 **1 kg 單位** 在線上直接銷售；訂單完成後安排出貨，**CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供**。

## 產品定位：酵素名稱與主要應用

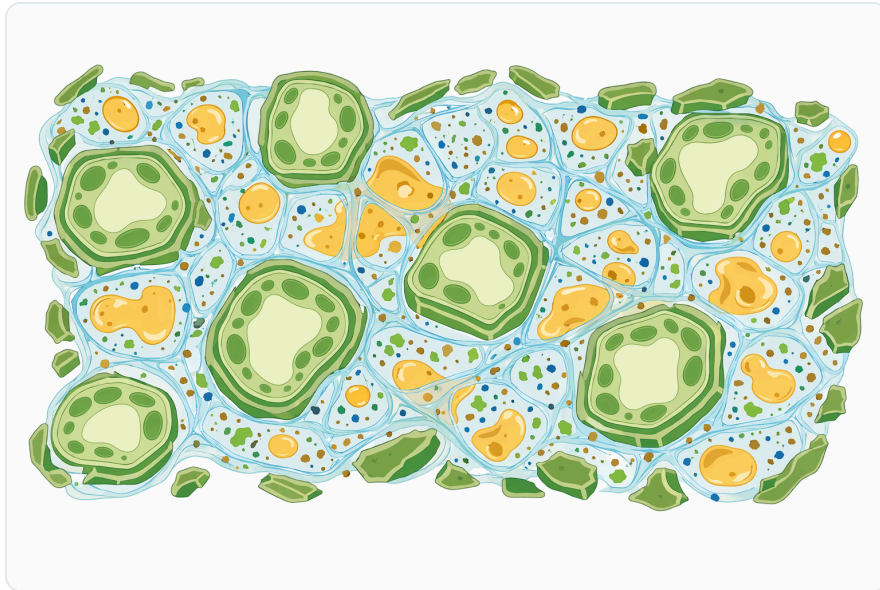
**Pectinase**，中文常稱**果膠酶**，不是單一酵素，而是一組能作用於果膠、果膠酸與相關細胞壁多醣的酵素總稱。水果細胞壁與中膠層含有大量果膠；當水果經破碎、打漿或壓榨後，果膠會進入汁液，使系統出現高黏度、懸浮微粒穩定、沉降慢、濾速下降與成品混濁等問題。微生物果膠酶因可在食品、飲料與農產加工中降解果膠性物質，已被多篇綜述列為重要工業酵素之一 [1]。

在果汁加工中，果膠酶的主要應用包括：**果汁澄清、果漿降黏、提高出汁率、降低果渣含液、改善離心與過濾效率、支援濃縮前處理**。飲料製程相關綜述指出，果膠酶、纖維素酶、半纖維素酶、澱粉酶等常用於飲料加工，其中果膠酶與水果汁液澄清及黏度控制關係最直接 [2]。

## 為什麼果汁會混濁：果膠在加工中的角色

果汁混濁不只來自看得見的果肉顆粒，也來自細小細胞壁碎片、果膠膠體、蛋白質、多酚複合物與其他高分子物質。果膠具有保水、增稠與穩定懸浮物的能力；當它包覆或連結微粒時，顆粒不易聚集成較大的沉降體，導致自然澄清很慢，後段過濾也容易受阻。果汁酵素處理綜述指出，酵素輔助處理可改善澄清、萃取與品質控制，而果膠降解是其中的核心機制之一 [3]。

果膠含量、甲酯化程度、分子量與水果成熟度會影響果汁加工性。未成熟或高纖維水果常有較強的細胞壁結構；高果肉水果如木瓜、芒果、番石榴與百香果，則可能因果膠與半纖維素共同作用而呈現黏稠、濾速慢或沉澱不穩定。這也是為什麼同樣是果膠酶，應用在清汁、果汁基底、濃縮汁或含果肉飲品時，處理目標會不同 [4]。



**Figure 1.** 水果細胞壁與中膠層中的果膠能捕捉液體、提高黏度，並使細小顆粒保持懸浮。

## 作用機制：果膠酶如何讓果汁更清、更容易過濾

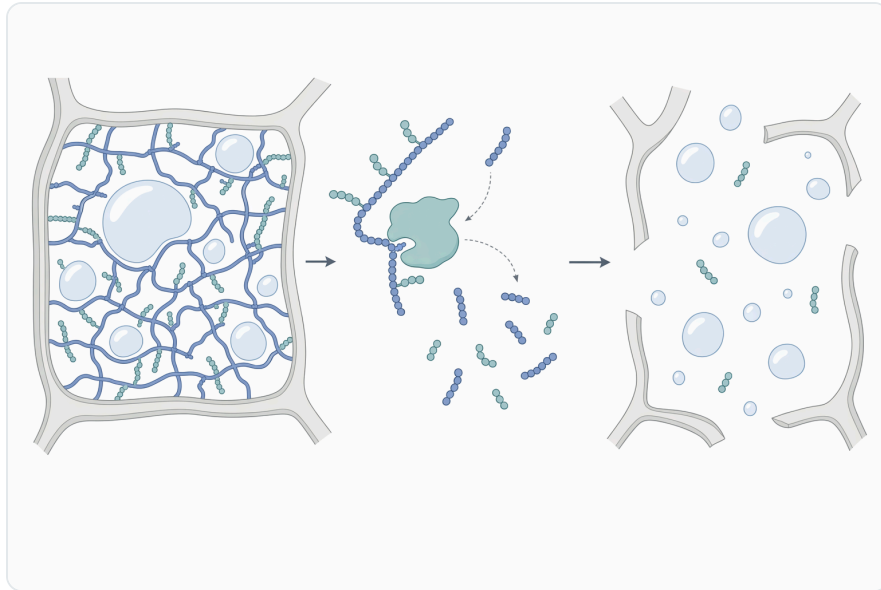
果膠酶的關鍵功能，是把大型果膠網絡轉變為較短、較易溶解或較不具膠體穩定性的片段。不同果膠酶活性可能以不同方式作用：多聚半乳糖醛酸酶可切割果膠主鏈；果膠裂解酶可裂解甲酯化果膠；果膠甲酯酶則會移除甲酯基，改變果膠電荷與後續降解行為。這些反應共同削弱「果膠膠水」的結構，使黏度下降、懸浮微粒失去保護性膠體層，更容易沉降、離心或被濾材截留 [1]。

在製程上，果膠酶的效果通常表現在三個層次。第一是**流變性改變**：果漿或果汁變得較容易泵送與混合。第二是**固液分離改善**：細胞壁結構被削弱後，汁液較容易從果肉與果渣釋放。第三是**澄清負荷降低**：後段離心、助濾、板框過濾、深層過濾或膜過濾面對的膠體負擔下降。這些機制解釋了為何果膠酶在果汁澄清與提高過濾效率方面被廣泛研究與採用 [3]。

## 可改善的製程痛點

### 高黏度果漿與泵送負荷

高黏度會增加泵送能耗、降低混合均勻性，也可能讓熱交換與均質步驟變得不穩定。果膠酶透過切斷果膠分子鏈，降低液相中可形成網絡的高分子比例，因此特別適合用於破碎或打漿後的果漿降黏。木瓜汁研究即以果膠酶、纖維素酶與半纖維素酶組合處理，探討其對木瓜汁澄清的影響，反映高果肉水果常需要從細胞壁多醣整體結構處理加工問題 [5]。



**Figure 2.** 果膠酶會將長鏈果膠聚合物切割成較小片段，削弱造成黏度與果膠穩定性混濁的凝膠網絡。

### 懸浮物不易沉降與成品混濁

若果汁中的果膠仍維持高分子狀態，微細顆粒會被果膠包覆並穩定分散，導致沉降速度慢、離心效率降低或濾液霧度偏高。果膠酶可降低這種保護性膠體作用，使微粒較容易聚集成可移除的顆粒群。以百香果為例，果膠酶製劑被研究用於果汁萃取與回收，說明其在高香氣、高酸度且含細胞壁多醣的水果中，也可作為提升汁液取得與澄清效率的工具 [6]。

### 壓榨效率不足與果渣含液偏高

水果組織中的中膠層富含果膠，會把細胞黏結在一起，也會讓汁液被困在果肉結構中。壓榨前使用果膠酶，有助於削弱細胞間黏結，讓汁液更容易釋放，並降低果渣含液。這對蘋果、梨、葡萄、漿果與熱帶水果的原料利用率都有實務意義；不過實際提升幅度會受破碎粒徑、浸漬條件、壓榨設備與原料成熟度影響 [4]。

### 過濾阻塞與膜通量下降

果膠是果汁過濾中常見的膠體堵塞來源。未充分降解的果膠會提高黏度，也可能在濾材或膜表面形成黏稠層，造成壓差上升、通量下降與清洗負擔增加。研究中已有多種固定化果膠酶系統被用於果汁澄清，例如殼聚糖磁性粒子固定化、聚乙烯醇—海藻酸鹽固定化填充床，以及磁性奈米粒子固定化系統，顯示果膠酶與連續澄清或過濾前處理之間具有明確技術關聯 [7]。

## 與其他果汁加工酵素的比較

果膠酶常是果汁澄清的核心，但並非所有混濁都只由果膠造成。水果原料若含有明顯澱粉、纖維素、半纖維素或蛋白質膠體，單獨使用果膠酶可能只能改善部分問題。果汁酵素處理文獻通常把果膠酶視為基本工具，再依水果種類與產品目標搭配其他酵素 [3]。

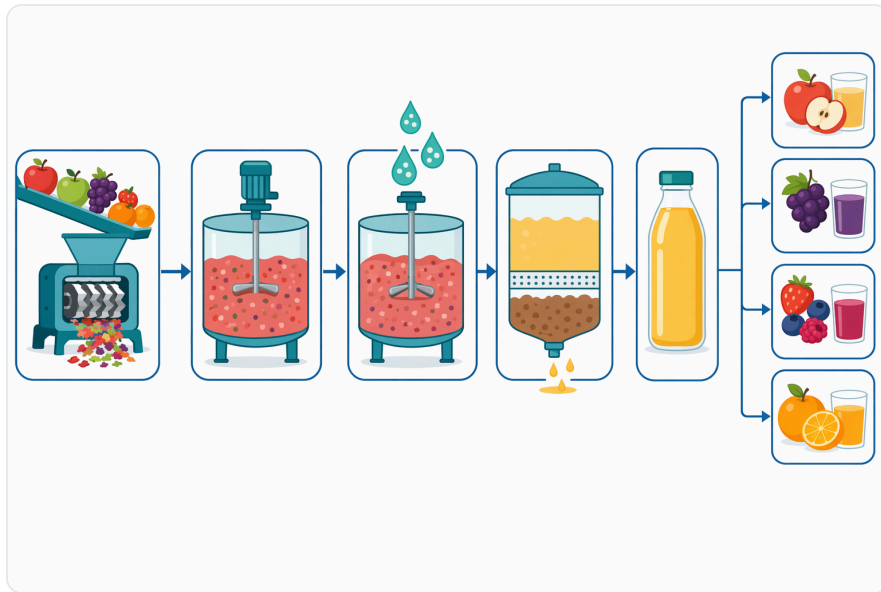


Figure 3. 果膠酶可在壓榨前加入破碎果漿中，也可在澄清、過濾、濃縮或調配前加入已分離的果汁中。

酵素類型	主要作用基質	在果汁製程中的典型目的	適用情境	與果膠酶的關係
果膠酶 Pectinase	果膠、果膠酸、相關膠體多醣	澄清、降黏、促進壓榨與過濾	多數清汁、果汁基底、高果膠水果	核心酵素，直接處理果膠造成的黏度與混濁
纖維素酶 Cellulase	纖維素、細胞壁結構	細胞壁鬆解、提升汁液釋放	高果肉、高纖維原料	可與果膠酶協同削弱果肉結構
半纖維素酶 Hemicellulase	半纖維素、木聚糖等	降低細胞壁多醣造成的黏稠與濾阻	木瓜、番石榴、芒果等高細胞壁多醣水果	可補足果膠酶對非果膠多醣的限制
澱粉酶 Amylase	澱粉、糊精	避免澱粉性混濁與膠化	未成熟水果或澱粉含量偏高原料	當混濁來自澱粉時，需與果膠酶分工
蛋白酶 Protease	蛋白質與蛋白質膠體	降低蛋白質性混濁或沉澱風險	特定飲料配方或複合果汁	不是果膠替代品，僅處理不同來源的混濁

多酵素處理並不代表越多越好，而是要對應原料中的主要限制因子。木瓜汁多酵素研究將果膠酶、纖維素酶與半纖維素酶納入澄清條件評估，正好說明高果肉水果的加工問題往往來自多種細胞壁多醣的共同影響 [5]。

## 適用水果與產品場景

### 清汁、透明果汁與果汁基底

蘋果、梨、白葡萄、部分莓果與柑橘類清汁，通常希望成品具有穩定、明亮、低霧度的外觀。此時果膠酶處理的重點在於讓果膠充分降解，使後續沉降、離心、助濾或膜過濾更容易達到透明狀態。微生物與商用酵素在飲料製程中的綜述指出，果膠酶在果汁與飲料加工中已屬常見酵素工具，特別與澄清和加工效率相關 [2]。

### 高果肉、高黏度熱帶水果

木瓜、芒果、番石榴、百香果、火龍果等水果常含較多果肉與細胞壁多醣；若要製成清汁或低黏度果汁基底，往往需要先處理黏度與固液分離。番石榴澄清研究近年也延伸到固定化果膠酶支撐材料的技術經濟分析，顯示高果肉水果澄清不只是實驗室議題，也與實際製程成本、支撐材料與可操作性有關 [8]。

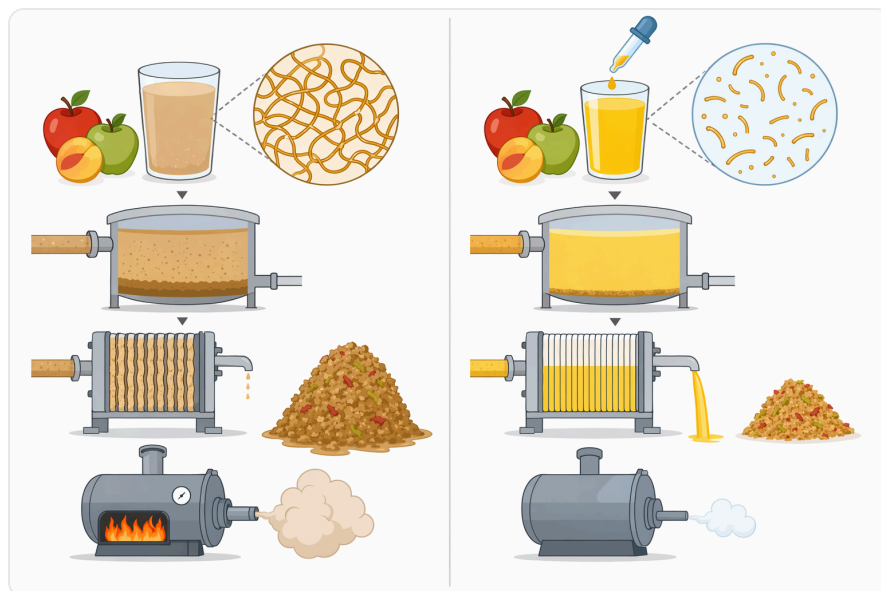


Figure 4. 果膠酶、輔助酵素、澄清劑、膜技術與非熱處理技術，透過不同機制澄清果汁，並適用於不同的製程需求。

## 柑橘與酸性果汁

柑橘類果汁含酸且含果膠，處理時需考量酸性環境下的酵素表現與香氣、色澤、苦味成分的平衡。Citrus limetta 果汁研究使用聚乙烯醇—海藻酸鹽固定化果膠酶填充床進行澄清，顯示果膠酶可被設計進較連續化的酸性果汁處理流程；但固定化系統屬特定設備設計，不等同於所有一般液態或粉末果膠酶的使用方式 [9]。

## 濃縮汁與後段調配原料

濃縮前若果汁仍含大量未降解果膠，蒸發時黏度上升會增加熱傳限制，也可能造成濃縮液沉澱或流動性不穩。果膠酶可作為濃縮前處理的一環，使進料更易處理，並降低後續調配時因果膠殘留造成的批次差異。這類應用的目標通常不是單純「越清越好」，而是讓濃縮、混合、充填與最終外觀更可控 [3]。

## 游離酵素與固定化技術：實務上如何理解

---

商業果汁加工最常見的是將果膠酶作為製程助劑加入果漿或果汁中，完成反應後再經熱處理、澄清或過濾等流程進入下一步。這種游離酵素模式操作簡單、容易導入現有批次流程，也適合多種水果與產品線切換。對多數果汁工廠而言，關鍵是把果膠酶安排在正確的製程位置，並讓接觸條件足以完成目標降黏或澄清 [4]。

固定化果膠酶則是研究與部分連續化製程關注的方向。文獻已探討殼聚糖磁性粒子、功能化磁性奈米粒子、填充床支撐物，以及木聚糖酶與果膠酶的雙酵素奈米生物催化系統等設計；這些技術的共同目標，是改善酵素回收、重複使用、穩定性或連續處理潛力 [10]。不過，固定化系統需要特定載體、設備與流體設計，不能直接等同於一般果汁澄清用果膠酶的標準使用情境 [11]。

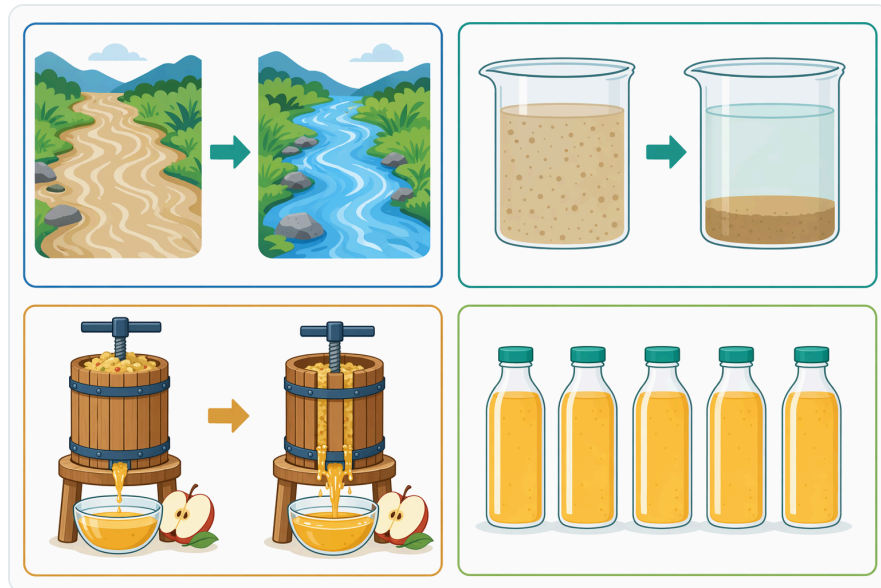


Figure 5. 果膠酶處理帶來的主要實務效益包括降低黏度、減少混濁、提升出汁率，以及讓加工過程更穩定一致。

## 製程導入位置：從破碎到過濾的常見安排

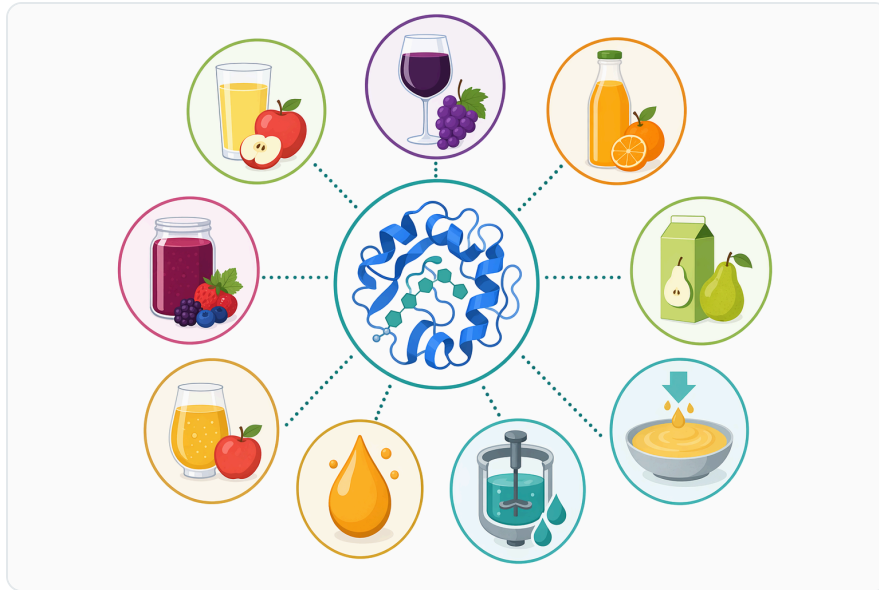
果膠酶可放在壓榨前或壓榨後，取決於目標。若目標是提高出汁、降低果渣含液，通常會在破碎或打漿後、壓榨前進行短時間浸漬，使果肉結構先被鬆解。若目標是取得更清亮的濾液，則常在榨汁後、離心或過濾前處理，以降低果汁黏度與果膠膠體穩定性 [3]。

在過濾前使用果膠酶時，需特別關注果汁是否仍具高黏度、是否有膠體霧度、是否容易形成濾餅壓實或膜面污堵。果膠降解後，濾材面對的膠體負荷通常較低，濾速與壓差控制也更容易。若產品是保留混濁外觀的果汁或果肉飲品，處理目標則可能轉為「降低過度黏稠」而非完全澄清 [2]。

## 影響效果的關鍵變因

果膠酶效果會受水果種類、成熟度、果肉比例、可溶性固形物、pH、溫度、反應時間與混合程度影響。不同來源的果膠酶也可能在酸性範圍、熱穩定性或對不同果膠結構的偏好上有所差異；例如 *Bacillus subtilis* 來源的耐熱與耐酸果膠酶曾被研究用於果汁澄清，顯示特定微生物來源會影響應用條件與穩定性 [12]。

另一個常被忽略的因素是水果批次差異。同一種水果在不同產季、成熟度與前處理條件下，果膠含量與細胞壁結構都可能改變；因此同一製程條件未必能在所有批次中產生完全相同結果。近年也有研究從 *Chryseobacterium indologenes* 等新型細菌取得胞外果膠酶並應用於果汁澄清，說明學界仍持續探索不同來源酵素以對應多樣化加工需求 [13]。



**Figure 6.** 蘋果、莓果、熱帶水果、柑橘與發酵水果飲料的應用，在果肉含量、目標清澈度，以及果膠酶應單獨使用或與其他酵素混合使用方面各有不同。

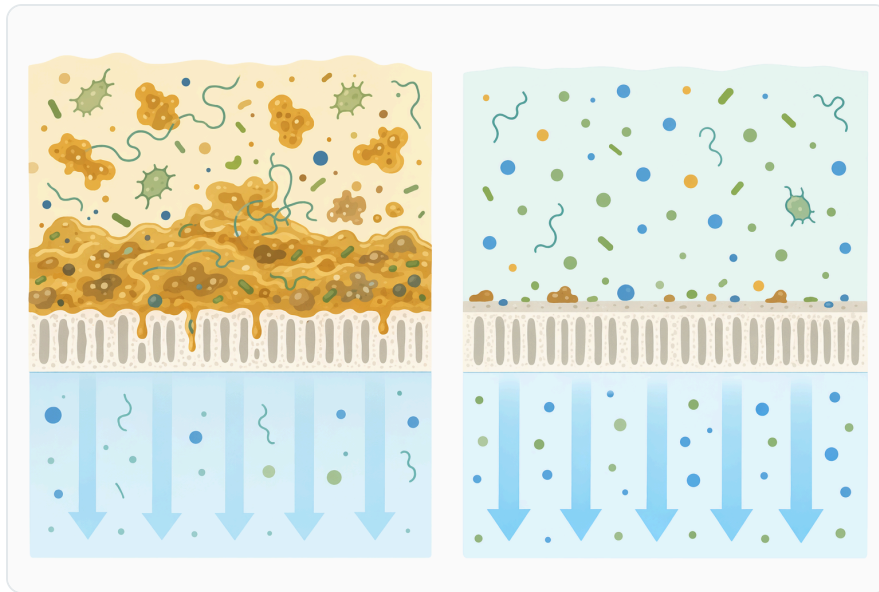
## 品質與感官：清澈不等於犧牲風味

果膠酶的主要功能是分解果膠，而不是直接去除香氣或顏色；但澄清與過濾會改變果汁中懸浮物、多酚、色素與風味承載物的分布，因此使用條件仍會影響最終感官。若處理過度、搭配強烈過濾，某些果汁可能出現口感變薄或色澤改變；若處理不足，則可能維持霧度、沉澱或黏度偏高。飲料製程酵素綜述指出，酵素在飲料中不僅影響加工效率，也會與品質、穩定性與感官表現相連 [2]。

對高色素水果而言，澄清程度與顏色保留常需要平衡。木瓜相關研究已探討酵素輔助前處理對理化性質、植化物與抗氧化活性的影響，顯示果汁製程不應只看清澈度，也需同時觀察色澤、風味、口感與功能性成分變化 [14]。

## 合理期待與限制

合理期待包括：果漿黏度下降、壓榨更順暢、果汁回收更容易、澄清速度改善、過濾壓力較好控制、濾材或膜系統負荷下降，以及成品外觀更穩定。這些效果建立在果膠確實是主要限制因子的前提下；若混濁主要來自澱粉、蛋白質、多酚氧化沉澱、礦物鹽反應或微生物問題，果膠酶只能處理其中與果膠相關的部分 [3]。



**Figure 7.** 在過濾前使用果膠酶，可分解造成堵塞與污染的水合果膠聚合物，使果汁更容易過濾。

因此，果膠酶應被視為果汁加工中的精準工具，而不是所有混濁問題的單一解方。對高澱粉原料，澱粉酶可能更關鍵；對高纖維果肉，纖維素酶或半纖維素酶可能需要與果膠酶搭配；對含蛋白質或多酚不穩定的飲料，則需另行控制配方與加工條件。多篇果膠酶應用綜述都指出，最佳應用取決於基質、酵素來源與製程目標的交互作用 [4]。

## Enzymes.bio 供應資訊

Enzymes.bio 供應 **Pectinase Enzyme For Fruit Juice Clarification**，適合用於果汁澄清、果漿降黏、壓榨效率改善、過濾前處理與濃縮前加工穩定化等應用情境。產品以 **1 kg 單位** 在線上直接銷售，適合需要固定規格採購與線上完成訂單的食品加工、飲料開發與應用單位；Enzymes.bio 並非製造商或實驗室，因此本文重點放在公開文獻支持的應用原理與製程理解。

訂單完成後會依線上流程處理並安排出貨，產品相關 **CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供**。實際應用時，建議以既有水果原料、目標產品外觀、設備流程與內部品質指標為基準，評估果膠酶對黏度、澄清、出汁與過濾效率的改善幅度；這種以製程結果為導向的方式，最能反映果膠酶在果汁澄清中的實際價值 [1]。

## 線上訂購 Pectinase Enzyme For Fruit Juice Clarification

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 Pectinase Enzyme For Fruit Juice Clarification →](#)

## 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. Haile, S., & Ayele, A. (2022). Pectinase from Microorganisms and Its Industrial Applications. *TheScientificWorldJournal*, 2022.
2. Cosme, F., Inês, A., & Vilela, A. (2023). Microbial and Commercial Enzymes Applied in the Beverage Production Process. *Fermentation*.
3. Pui, L., & Saleena, L. A. K. (2023). Enzyme-Aided Treatment of Fruit Juice: A Review. *Food processing*.
4. Shrestha, S., Rahman, M. S., & Qin, W. (2021). New insights in pectinase production development and industrial applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 105, 9069 - 9087.
5. Kumar, R., & Singh, A. K. (2019). Effect of Multi-enzyme (Pectinase, Cellulase and Hemicellulase) Treatment on Clarification of Papaya (*Carica papaya*) Fruit Juice. *International journal of recent technology and engineering*.
6. Anh, T. L., & Van, L. N. (2023). Application of pectinase enzyme preparations for extraction and recovery of passion fruit juice (*Passiflora edulis*) from Cao Bang province. *Journal of Science Natural Science*.
7. Magro, L. D., Moura, K. S., Backes, B. E., Menezes, E. D., Benvenuto, E., Nicolodi, S., Klein, M., ... et al. (2019). Immobilization of pectinase on chitosan-magnetic particles: Influence of particle preparation protocol on enzyme properties for fruit juice clarification. *Biotechnology Reports*, 24.
8. Zahari, N. A., & Mokhtar, M. N. (2025). Techno-Economic Analysis of Nata de Coco as a Supporting Medium for Immobilizing Pectinase in Guava Juice Clarification. *Advances in Agricultural and Food Research Journal*.
9. Achappa, S., Shet, A. R., Anthal, S. R., Desai, S. V., Bennal, A., Kadapure, S. A., Patil, L. R., ... et al. (2025). Clarification of Citrus limetta Juice Using a Packed Bed System with Polyvinyl Alcohol-Alginate Immobilized Pectinase. *Industrial Biotechnology*, 21, 323 - 329.
10. Kharazmi, S., Taheri-Kafrani, A., & Soozanipour, A. (2020). Efficient immobilization of pectinase on trichlorotriazine-functionalized polyethylene glycol-grafted magnetic nanoparticles: A stable and robust nanobiocatalyst for fruit juice clarification. *Food Chemistry*, 325, 126890 .
11. Kharazmi, S., & Taheri-Kafrani, A. (2023). Bi-enzymatic nanobiocatalyst based on immobilization of xylanase and pectinase onto functionalized magnetic nanoparticles for efficient fruit juice clarification.

LWT.

12. Prajapati, J., Dudhagara, P., & Patel, K. (2021). Production of thermal and acid-stable pectinase from *Bacillus subtilis* strain BK-3: Optimization, characterization, and application for fruit juice clarification. *Biocatalysis and agricultural biotechnology*, 35, 102063.
13. Roy, K., Dey, S., Uddin, M., Barua, R., & Hossain, M. T. (2018). Extracellular Pectinase from a Novel Bacterium *Chryseobacterium indologenes* Strain SD and Its Application in Fruit Juice Clarification. *Enzyme Research*, 2018.
14. I., N. A., & M., M. (2025). Effects of steaming with enzyme-assisted pretreatments on the physicochemical properties, phytochemical compounds, and antioxidant activities of *Carica papaya* juice. *Food Research*.

### 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](mailto: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。