

# 液態果膠酶 Liquid Pectinase Enzyme ( CAS 9032-75-1 ) : 果汁澄清、植物萃取與紡織生物前處理的酵素應用指南

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

液態果膠酶 ( Liquid Pectinase Enzyme · CAS 9032-75-1 ) 是一類可分解植物細胞壁與細胞間層中果膠質的酵素，主要用於降低果漿黏度、改善果汁澄清與過濾、促進植物原料萃取，並可延伸至紡織纖維生物前處理。

在 B2B 食品、飲料、發酵、植物副產物加工與紡織應用中，果膠酶的價值不在於「全面分解植物」，而是針對果膠造成的膠體結構、混濁、壓榨阻力與固液分離困難提供可控的酵素處理路徑。

Enzymes.bio 供應此液態果膠酶產品，產品以 1 kg 單位在線上銷售；CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供，供工業與食品加工用途參考使用。

## 產品定位：液態果膠酶的名稱、CAS 與主要應用

Liquid Pectinase Enzyme ( CAS 9032-75-1 ) 所指的是液態型果膠酶產品；「果膠酶」不是單一酵素，而是一組可作用於果膠及其衍生結構的酵素總稱。果膠是植物初生細胞壁與細胞間層的重要多糖，與植物組織硬度、細胞黏結、果漿黏稠度及懸浮膠體穩定性有關，因此在水果、蔬菜、果皮、果渣、植物纖維與多種農產副產物加工中，果膠常是影響壓榨、澄清、萃取與過濾的關鍵因素<sup>[1]</sup>。

從應用面來看，液態果膠酶最常被討論於果汁澄清、果酒與葡萄酒加工、植物萃取、果蔬副產物再利用，以及棉、麻、香蕉假莖等植物纖維的生物前處理。食品與飲料製程中，果膠酶可協助降低果漿黏度、提升汁液釋出、降低濁度與改善過濾；在紡織製程中，果膠酶則可幫助移除或鬆動纖維表面的果膠與非纖維素膠質，使後續染整或柔軟化處理更容易進行<sup>[2]</sup>。

Enzymes.bio 的角色是酵素供應商，而非製造商或實驗室；本文件因此以應用教育與技術判讀為主，不以製造規格、實驗室分析或活性單位定義作為主軸。產品頁提供線上購買流程，並以 1 kg 單位供應；相關文件如 CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供，便於使用端在既有的品質、安全與法規流程中歸檔。

## 果膠為什麼會造成加工問題？

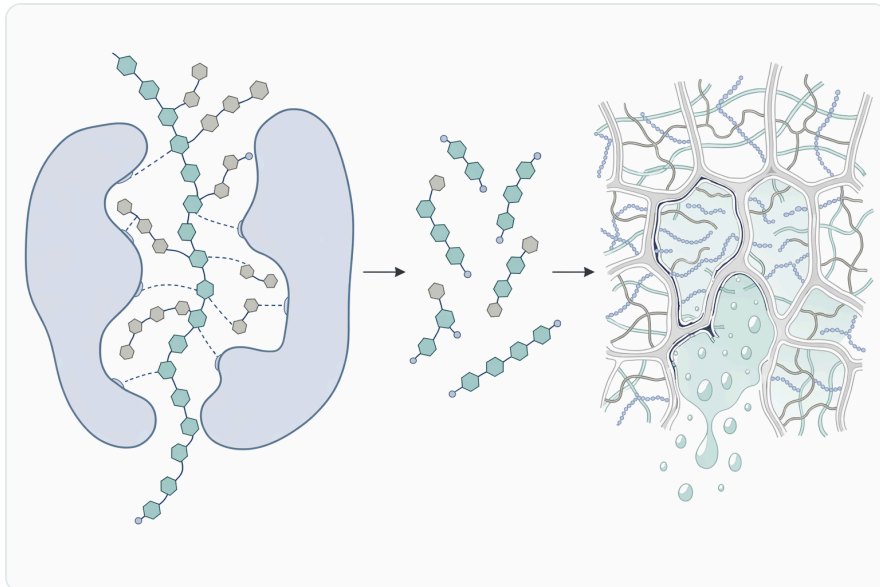
果膠是一類富含半乳糖醛酸骨架的複雜植物多醣，常與鼠李半乳糖醛酸聚醣、阿拉伯聚糖、半乳聚糖等側鏈結構共同存在。它在植物細胞壁中扮演「膠結」與保水角色，能形成高黏度、膠體狀或凝膠樣網絡；當水果被破碎成果漿後，這些結構會釋放到液相中，使物料變得更黏、懸浮固形物更穩定，也讓自然沉降、離心與過濾更不容易<sup>[3]</sup>。

在果汁與果酒加工中，果膠造成的問題通常表現為壓榨出汁率不佳、濾速下降、濾材堵塞、澄清時間拉長、成品混濁或儲存後出現 haze。這些問題並不一定代表微生物污染；很多時候是果膠與蛋白質、多酚、細胞壁碎片或細小懸浮粒子共同形成穩定膠體，使液體外觀與分離效率受到影響<sup>[1]</sup>。

在植物萃取與副產物加工中，果膠也會限制水、溶劑或萃取液進入植物組織內部，並阻礙可溶性成分、色素、風味物質或功能性多醣釋出。對果皮、果渣、蔬菜邊料與農產加工殘渣而言，若果膠含量高，物料容易形成黏稠糊狀，讓攪拌、泵送、離心與固液分離的能耗與時間增加<sup>[4]</sup>。

## 果膠酶的作用機制：從細胞壁膠結到黏度下降

果膠酶的核心機制，是催化果膠分子中的特定鍵結水解或裂解，使原本分子量較高、能形成膠體網絡的果膠，被轉化為較小片段或結構不同的寡糖與聚合物片段。當果膠主鏈被切斷，或其酯化狀態被改變時，果膠維持黏度與穩定懸浮的能力會下降，細胞間層也較容易鬆散，進而改善汁液釋放與固液分離<sup>[5]</sup>。



**Figure 1.** 果膠酶會削弱水合果膠網絡；這種網絡原本將植物細胞、水分、懸浮固體與可溶性化合物結合在一起。

常見果膠相關酵素包括 polygalacturonase、pectin lyase、pectate lyase 與 pectin esterase 等。Polygalacturonase 主要作用於半乳糖醛酸主鏈的糖苷鍵；pectin lyase 與 pectate lyase 可透過裂解方式切斷果膠或果膠酸；pectin esterase 則可改變果膠甲酯化狀態，進一步影響其他果膠降解酵素的可作用性。不同來源與不同商業配方的果膠酶，其組成比例可能不同，因此在澄清、液化或纖維處理上的表現也會不同<sup>[1]</sup>。

對果汁澄清而言，果膠酶處理後的關鍵變化通常包括三項：第一，果漿黏度下降，使壓榨與流動更順暢；第二，懸浮粒子不再被果膠網絡穩定包覆，較容易凝集、沉降或被過濾移除；第三，細胞壁結構鬆動後，可溶性固形物、色澤與香氣前驅物更容易釋出。這些變化共同解釋了為什麼果膠酶長期被用於果汁澄清與果實壓榨前處理<sup>[1]</sup>。

對植物纖維與紡織前處理而言，機制則偏向「去除或鬆動非纖維素膠質」。棉、麻、香蕉假莖與其他植物纖維中，果膠會與蠟質、半纖維素、木質素或其他雜質共同影響纖維表面性質；果膠酶可協助破壞果膠型膠結層，減少傳統強鹼精練依賴，並改善纖維柔軟度、吸水性或後續染整均勻性<sup>[6]</sup>。

## 主要應用一：果汁澄清、壓榨與過濾改善

---

果汁加工是果膠酶最具代表性的應用之一。蘋果、梨、葡萄、莓果、芒果、番石榴、柑橘類與部分熱帶水果都可能因果膠而產生高黏度果漿或澄清困難；在壓榨前或澄清前加入果膠酶，可使果膠網絡降解，幫助汁液從破碎細胞中釋出，並降低過濾端的阻力<sup>[1]</sup>。

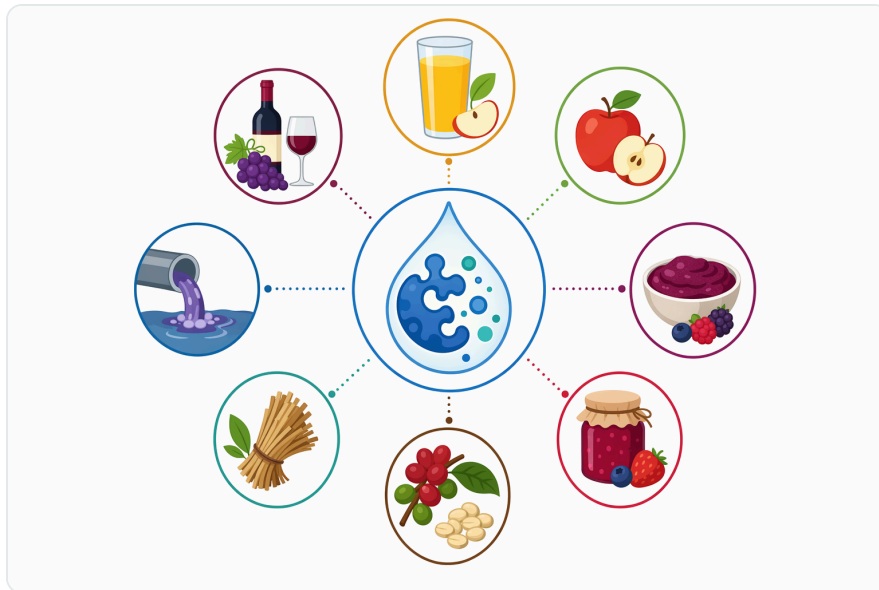
果膠酶對澄清效果的貢獻，不只是讓液體「變稀」。當果膠分子被切斷後，原本被膠體穩定的細小果肉粒子、細胞壁碎片與部分蛋白—多酚複合物更容易聚集或移除；因此在沉降、離心、濾布、板框、深層過濾或膜分離之前，果膠酶常可降低下游設備負荷。這對需要穩定濾速與批次一致性的飲料製程尤其重要<sup>[1]</sup>。

果膠酶也可用於調整果汁口感與加工穩定性，但必須區分「澄清型果汁」與「混濁型果汁」的目標。澄清型果汁通常希望降低濁度與沉澱風險；混濁型果汁則可能保留部分果肉雲霧感，此時過度降解果膠可能改變懸浮穩定性或口感。換言之，果膠酶不是越多越好，而是要與產品型態、熱處理、均質、離心與包裝策略一致<sup>[7]</sup>。

## 主要應用二：果酒、葡萄酒與發酵飲品

---

在葡萄酒、果酒與發酵型水果飲品中，果膠酶可在破碎、浸漬、壓榨或澄清階段發揮作用。其一是促進果皮與果肉組織鬆散，使色素、香氣前驅物與可溶性物質更容易進入液相；其二是降低果膠引起的混濁與過濾障礙，使酒液更容易達到目標澄清度<sup>[1]</sup>。



**Figure 2.** 液態果膠酶適用於含果膠的物料流，例如果汁、葡萄酒與蘋果酒、飲料澄清、果泥、柑橘殘渣，以及植物萃取物。

對紅葡萄酒或深色果酒而言，果膠酶處理可能影響色素與酚類萃取的速度；對白葡萄酒、蘋果酒或其他需要明亮外觀的飲品而言，則更常關注濁度、沉降速度與濾速。由於不同水果的果膠結構、成熟度、pH、可溶性固形物與多酚組成差異很大，果膠酶在發酵飲品中的最佳使用時點與接觸時間，通常需與既有發酵條件整合<sup>[7]</sup>。

需要注意的是，果膠酶不等同於發酵控制工具。它能處理果膠相關的黏度與澄清問題，但不會取代酵母管理、營養鹽控制、溫控、微生物穩定化或包裝衛生。對酒類製程而言，果膠酶比較像是前處理與澄清輔助工具，而不是決定整體發酵品質的單一因素<sup>[1]</sup>。

### 主要應用三：植物萃取、果皮果渣與副產物加值

水果皮、蘋果渣、柑橘皮、甜菜粕、蔬菜加工邊料與其他植物副產物，常含有果膠、纖維、多酚、色素與可溶性寡糖等成分。若要將這些副產物轉為食品配料、發酵基質、機能性萃取物或植物基材料，果膠酶可作為降低黏度與促進細胞壁鬆散的工具，使後續萃取與分離更有效率<sup>[4]</sup>。

近年研究也關注果膠經酵素水解後的寡糖與結構片段。例如，蘋果渣與橙皮中的果膠、纖維素類多醣經高壓均質與酵素水解後，可產生具有益生質潛力的果膠寡糖與纖維寡糖；這顯示果膠酶不只可用於澄清，也可參與植物副產物轉化與高值化流程<sup>[4]</sup>。

不同來源果膠經酵素處理後，其功能性可能明顯改變。以秋葵果膠為例，酵素水解可改變其乳化特性；而甜菜粕或其他來源果膠在酸水解與酵素水解之間，結構保留程度、降解選擇性與後續應用表現也可能不同<sup>[8]</sup>。

酵素法與酸法的差異在於選擇性與溫和性。酸水解通常較不具結構選擇性，可能快速破壞多醣主鏈與側鏈；酵素水解則可依酵素類型針對特定鍵結作用，較有機會保留特定 RG-I 區段、側鏈或功能性片段。這也是近年植物多醣改質、果膠寡糖製備與副產物加值研究持續關注果膠酶的原因<sup>[3]</sup>。

## 主要應用四：紡織生物前處理與植物纖維柔軟化

果膠酶在紡織領域的代表性用途是生物精練與纖維前處理。天然植物纖維表面通常含有果膠、蠟質、蛋白、半纖維素與其他非纖維素物質；傳統鹼處理可有效去除雜質，但可能增加化學負荷與纖維損傷。果膠酶可針對果膠型膠結物質作用，協助提升纖維親水性與後續染整加工性<sup>[2]</sup>。

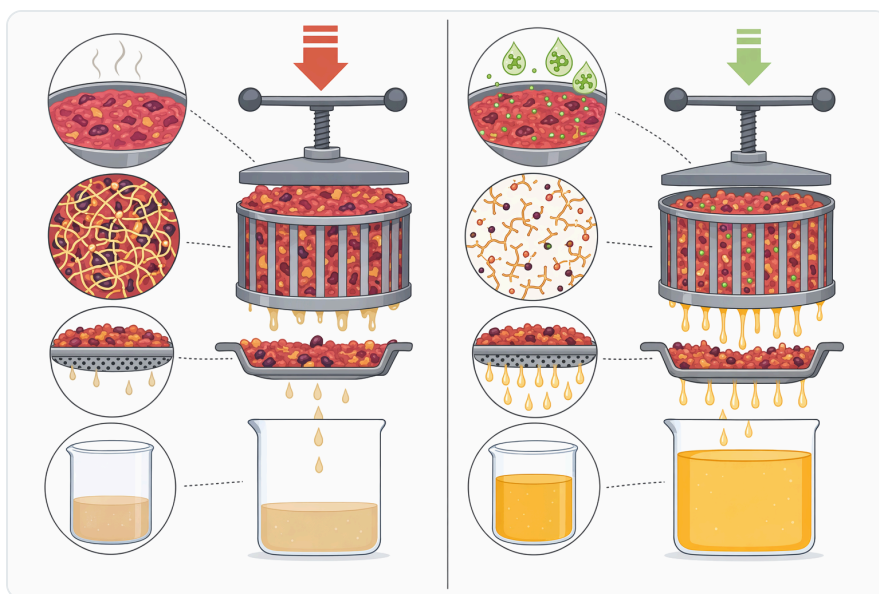


Figure 3. 主要的果膠分解活性在修飾果膠鏈的方式上各不相同，但都能降低由果膠造成的結構性、混濁或黏度。

以棉與微聚酯混紡織物的生物前處理研究為例，*Bacillus subtilis* 來源果膠酶被評估於棉與微聚酯布料的生物製備應用，顯示果膠酶可作為較溫和的前處理工具之一。這類應用的重點不是溶解纖維素本身，而是移除或削弱纖維表面與細胞間層中的果膠，讓後續染色、吸水或整理流程更穩定<sup>[2]</sup>。

香蕉假莖纖維的生物柔軟化研究也顯示，纖維素酶與果膠酶可共同用於紡織用植物纖維處理；其中果膠酶針對果膠膠結結構，纖維素酶則可能影響纖維表面微纖維。這說明在植物纖維加工中，單一酵素與複合酵素策略的選擇，必須取決於纖維組成、目標手感與可接受的強力變化<sup>[6]</sup>。

## 應用比較：液態果膠酶在不同產業中的功能重點

應用場景	主要處理對象	果膠酶的核心作用	常見製程效益	技術注意點
果汁與水果飲品	果漿、果肉細胞壁、懸浮果膠	水解果膠網絡、降低膠體穩定性	降低黏度、提升壓榨與過濾效率、改善澄清	澄清型與混濁型飲品目標不同，需避免過度改變口感
果酒與發酵飲品	葡萄、蘋果、莓果等發酵原料	鬆動細胞間層、促進色香味釋出、減少 haze	改善浸漬、壓榨、沉降與過濾	需與發酵溫度、pH、酵母管理及後續穩定化整合
植物萃取與副產物加工	果皮、果渣、甜菜粕、植物邊料	降低果膠造成的黏度與傳質阻力	提高萃取與固液分離便利性，支援副產物加值	原料果膠結構差異大，功能性片段保留需依目標調整
紡織生物前處理	棉、麻、香蕉假莖等植物纖維	移除或鬆動纖維表面果膠膠結層	改善吸水性、柔軟度與染整前處理條件	常需與其他酵素或溫和化學處理搭配，並關注纖維強度

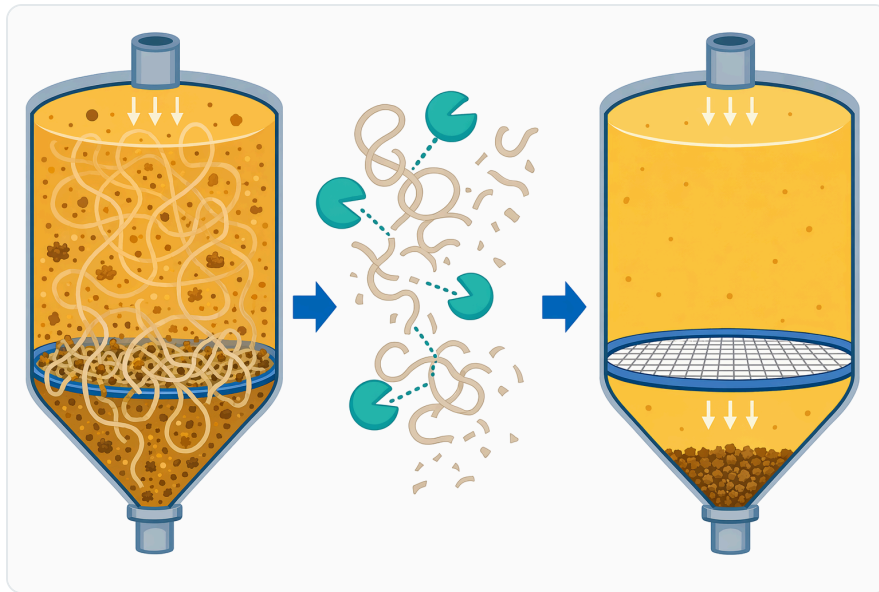
上述比較顯示，果膠酶的共同基礎都是「處理果膠」，但各產業衡量的成果不同：飲料端看重澄清、濾速與口感；萃取端看重黏度、傳質與可回收成分；紡織端則看重表面雜質去除、吸水性與纖維手感。因此，同一類酵素在不同製程中的成功標準不能混為一談<sup>[9]</sup>。

### 製程條件如何影響效果？

果膠酶是蛋白質催化劑，因此效果會受到 pH、溫度、接觸時間、原料粒徑、固形物含量、攪拌、金屬離子、糖度與後續熱處理影響。多篇果膠酶研究在探討微生物來源與酵素特性時，都指出環境條件會顯著影響酵素表現；這是果膠酶應用需要與實際製程整合的主要原因<sup>[10]</sup>。

pH 的影響尤其重要，因為果膠的電荷狀態、酯化程度與酵素活性中心構型都會受 pH 改變。某些果膠酶較適合酸性果汁環境，某些細菌來源果膠酶則可能在中性或偏鹼條件下仍具應用價值；例如鹽鹼環境土壤與水樣中分離的果膠酶產生菌，反映了特殊環境來源酵素在工業條件下的潛在多樣性<sup>[11]</sup>。

溫度則同時影響反應速率與酵素穩定性。適度升溫通常可加速果膠水解與物料傳質，但過高溫度可能使酵素蛋白變性，造成活性下降；若製程包含巴氏殺菌、熱灌裝或蒸煮，通常需要將酵素反應階段與熱失活或後段加熱階段分開設計<sup>[12]</sup>。



**Figure 4.** 透過縮短並破壞可溶性果膠，果膠酶可使果汁更容易沉降、離心或過濾。

接觸時間與物料破碎程度也不可忽視。果膠酶必須接觸到果膠基質才能作用；若植物組織未充分破碎、固形物過高或攪拌不足，局部反應可能不均勻。相反地，若反應時間過長，對某些飲品可能造成懸浮穩定性下降或口感改變。因此，果膠酶在食品與飲料製程中通常被視為「製程參數的一部分」，而非單獨決定品質的添加物<sup>[7]</sup>。

## 與其他酵素的協同：何時不只需要果膠酶？

植物細胞壁不只含果膠，也含纖維素、半纖維素、蛋白質、澱粉與酚類結合物。若加工瓶頸主要來自果膠，果膠酶通常是合理選擇；但若原料含有大量纖維素或半纖維素，或目標是更深層的細胞壁瓦解，就可能需要纖維素酶、半纖維素酶、木聚糖酶或其他酵素配合<sup>[9]</sup>。

在香蕉假莖纖維生物柔軟化中，纖維素酶與果膠酶的組合即代表兩種不同結構目標：果膠酶處理膠結多醣，纖維素酶則作用於纖維素表面或可及區域。類似地，在果蔬萃取中，果膠酶可降低膠體黏度，但若希望釋放被半纖維素網絡包覆的成分，單靠果膠酶可能不足<sup>[6]</sup>。

不過，酵素協同並不代表配方越複雜越好。多酵素系統可能提高細胞壁破壞程度，但也可能造成過度液化、沉澱特性改變、口感變薄、過濾膠體穿透或纖維強度下降。較穩健的理解方式，是先判斷主要障礙來自果膠、纖維素、半纖維素或其他成分，再決定是否需要複合酵素策略<sup>[7]</sup>。

## 酵素水解與酸水解的差異

在果膠加工與植物副產物加值中，酸水解與酵素水解常被比較。酸水解通常設備門檻較低、反應快速，但選擇性較差，容易造成過度降解、褐變或功能性結構破壞；酵素水解則可在較溫和條件下針對特定鍵結作用，有助於控制分子量分布與保留部分結構特徵<sup>[5]</sup>。

研究比較蘋果與胡蘿蔔渣中稀鹼可溶果膠 RG-I 片段時指出，酸與酵素處理對果膠結構的影響並不相同；這意味著若目標是產生特定果膠片段、寡糖或功能性多醣，選用酵素法可提供不同於酸法的結構調控空間<sup>[3]</sup>。

在甜菜粕果膠萃取與水解相關研究中，化學與酵素路徑的效率與產物特性也被並列評估。這類研究提醒使用者：若只是追求快速降低黏度，酸或熱處理可能也能產生效果；但若同時在意風味、色澤、功能性片段或較溫和加工條件，果膠酶就具有更明確的技術價值<sup>[13]</sup>。



Figure 5. 果膠酶輔助萃取能削弱富含果膠的細胞壁屏障，促進成分釋放；同時，物理攪拌或超音波可改善質量傳遞。

## 品質、安全與 B2B 使用定位

Liquid Pectinase Enzyme ( CAS 9032-75-1 ) 適合被理解為加工輔助型酵素，而不是終端消費品。使用者在食品、飲料、植物萃取或紡織流程中導入時，應將其納入既有的原料管理、製程驗證、食品安全、職業安全與文件管理系統；CoA 與 SDS 會隨 Enzymes.bio 訂單提供，便於企業端進行內部留存與合規管理。

從安全管理角度看，酵素產品通常需要避免吸入氣膠、避免不必要的皮膚與眼睛接觸，並依 SDS 內容採取相應防護。液態型態相較粉末可降低粉塵暴露風險，但在倒料、混合、噴濺或清洗時仍應依工廠標準作業與個人防護規範操作。

Enzymes.bio 不是製造商，也不是實驗室；因此，本文件不提供製造條件、活性測定、分析方法或單位定義。對使用端而言，更務實的做法是將果膠酶視為可在線上購買的酵素原料之一，並在自身製程中依產品目標、原料特性與內部品質制度進行應用評估。

## 常見誤解與技術邊界

---

第一，果膠酶不是萬用纖維分解酵素。它的主要作用對象是果膠與相關果膠質結構；若加工問題來自澱粉糊化、蛋白沉澱、纖維素強固結構或油脂乳化，果膠酶可能只能提供部分幫助，甚至不是最適合的工具<sup>[1]</sup>。

第二，果膠酶能改善澄清與過濾，但不等同於殺菌、防腐或保存技術。果膠酶可降低由果膠造成的濁度與黏度，卻不能取代熱處理、無菌充填、冷鏈、pH 控制、防腐策略或微生物監測；食品安全仍必須由完整製程管理來達成<sup>[7]</sup>。

第三，果膠酶的效果不應以單一原料經驗推論到所有植物材料。蘋果、柑橘、莓果、芒果、葡萄、甜菜粕與紡織用植物纖維的果膠含量、甲酯化程度、側鏈組成與細胞壁結構都不同；即使都是「高果膠」材料，反應速度、澄清表現與產物特性也可能不同<sup>[14]</sup>。

第四，新興研究中的果膠寡糖、功能性多醣、抗氧化凝膠或特殊植物材料改質，並不代表一般液態果膠酶可直接保證相同終端功效。例如，Euryale ferox 果皮經水熱前處理與酵素水解所得果膠被研究其水凝膠與抗氧化潛力，這屬於特定原料與特定流程下的材料研究，不能簡化為所有果膠酶應用皆具相同功能宣稱<sup>[15]</sup>。

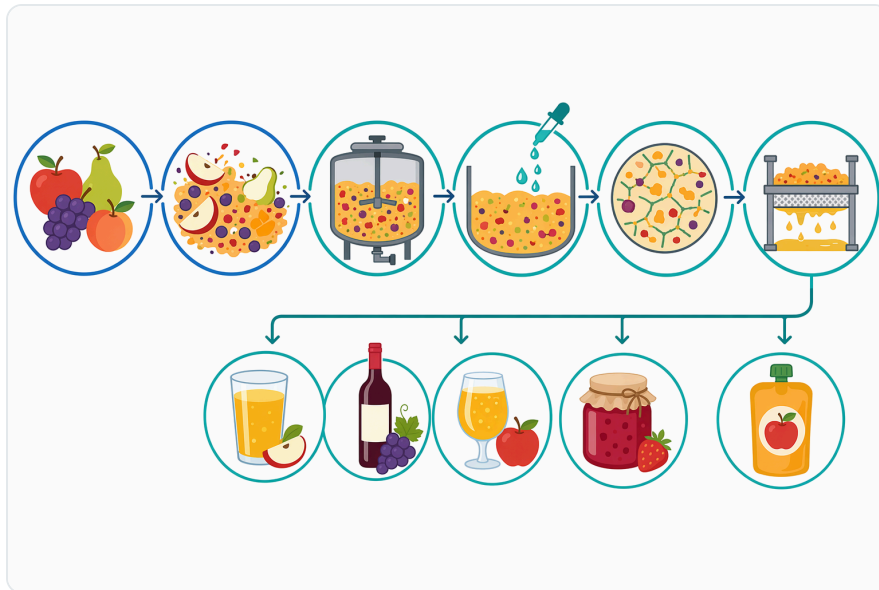


Figure 6. 在分離步驟或對黏度敏感的處理步驟之前加入果膠酶最為有效，此時水合植物固形物或溶解的果膠仍易於接觸。

## 為什麼液態型態適合加工導入？

液態果膠酶在工業與食品加工中常見的優點，是容易計量、分散與混入水相或果漿系統。對果汁、果酒、植物萃取液與濕式纖維處理而言，液態酵素可較快進入反應介質，減少粉體預分散步驟，並有助於在攪拌或循環系統中均勻接觸基質<sup>[1]</sup>。

液態型態也較符合許多既有液體加工線的添加邏輯，例如在破碎後、壓榨前、澄清槽、萃取槽或濕式前處理槽中加入。實際導入時，仍需考慮原料溫度、pH、停留時間與後段熱處理安排；若後段需要酵素失活，則應確保熱處理與產品品質目標相容<sup>[12]</sup>。

對 Enzymes.bio 的 B2B 使用者而言，液態果膠酶的商業便利性在於可直接以 1 kg 單位線上購買，適合需要明確包裝單位、文件隨貨與快速補充酵素原料的加工端。這種供應模式較偏向標準化線上採購，而不是客製化製造或實驗室服務。

## 結論：果膠酶的價值在於精準處理果膠造成的加工阻力

Liquid Pectinase Enzyme ( CAS 9032-75-1 ) 是一種針對植物果膠結構的液態酵素工具，主要應用於果汁澄清、果漿降黏、壓榨與過濾改善、果酒與發酵飲品處理、植物萃取、副產物增值，以及紡織植物纖維生物前處理。其科學基礎在於分解或改質果膠聚合物，使細胞間膠結與膠體穩定性下降，進而改善液體釋出、固液分離與表面處理效果<sup>[1]</sup>。

對 B2B 使用者而言，果膠酶最適合用來處理「果膠造成的問題」，例如黏度高、壓榨困難、澄清慢、濾速差、果皮果渣難分離或植物纖維表面膠質影響後續加工。若問題來源不是果膠，則應考慮其他酵素或製程策略；若問題與果膠高度相關，液態果膠酶則是具明確機制與廣泛研究支持的加工輔助選項 [7]。

Enzymes.bio 供應的液態果膠酶以 1 kg 單位在線上銷售，CoA 與 SDS 隨訂單提供。使用者可將其納入自身食品、飲料、植物加工或工業前處理流程中，依內部製程條件與品質要求評估使用；本文件則提供機制、應用與技術邊界，協助採購與製程團隊建立可信的判斷基礎。

## 線上訂購 Liquid Pectinase Enzyme 60,000U/MI Cas 9032-75-1

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 Liquid Pectinase Enzyme 60,000U/MI Cas 9032-75-1 →](#)

## 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. Patel, V. B., Chatterjee, S., & Dhoble, A. S. (2022). [A review on pectinase properties, application in juice clarification, and membranes as immobilization support.](#) *Journal of Food Science*.
2. Ahlawat, S., Dhiman, S., Battan, B., Mandhan, R., & Sharma, J. (2009). [Pectinase production by Bacillus subtilis and its potential application in biopreparation of cotton and micropoly fabric.](#) *Process Biochemistry*, 44, 521-526.
3. Kaczmarek-Król, A., Audenhove, J. V., Hendrickx, M. E., Cybulska, J., & Zdunek, A. (2025). [Comparison of enzymatic and acid hydrolysis treatments on the structure of RG-I segments in the diluted alkali-soluble pectin \(DASP\) fraction from apple and carrot pomace.](#) *International Journal of Biological Macromolecules*, 149332.
4. Manthei, A., Elez-Martínez, P., Soliva-Fortuny, R., & Murciano-Martínez, P. (2023). [Prebiotic potential of pectin and cello-oligosaccharides from apple bagasse and orange peel produced by high-pressure homogenization and enzymatic hydrolysis.](#) *Food Chemistry*, 435, 137583.
5. Locatelli, G. O., Finkler, L., & Finkler, C. (2019). [Comparison of acid and enzymatic hydrolysis of pectin, as inexpensive source to cell growth of Cupriavidus necator.](#) *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 91(2), e20180333.
6. A, M. W., S, J. J., K., D. P., S, S., & S, A. (2023). [Biosoftening of banana pseudostem fiber using cellulase and pectinase enzyme isolated from Aspergillus niger for textile industry.](#) *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 21.

7. Siddikey, F., Jahan, M. I., Hormoni, Hasan, M., Nishi, N. J., Hasan, S., Rahman, N., ... et al. (2025). Enzyme Technology in the Food Industry: Molecular Mechanisms, Applications, and Sustainable Innovations. *Food Science & Nutrition*, 13.
8. Olawuyi, I. F., Park, J. J., Park, G. D., & Lee, W. (2022). Enzymatic Hydrolysis Modifies Emulsifying Properties of Okra Pectin. *Foods*, 11.
9. Serra, L. A., Mendes, T., Marco, J. L., & Almeida, J. R. M. (2024). Application of Thermomyces lanuginosus polygalacturonase produced in Komagataella phaffii in biomass hydrolysis and textile bioscouring. *Enzyme and Microbial Technology*, 177, 110424 .
10. Kashyap, D. R., Chandra, S., Kaul, A., & Tewari, R. (2000). Production, purification and characterization of pectinase from a Bacillus sp. DT7. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 16, 277-282.
11. Kumar, D., Kavya, N., Chaithra, B., Poojashree, T. H., & Rama, T. (2020). Pectinase Producing Bacteria Isolation from Halophilic Soil, Water Samples and Partial Purification of the Enzyme. *International journal of scientific research in science, engineering and technology*, 7, 600-607.
12. Cao, H., Wang, X., Liu, J., Sun, Z., Yu, Z., Battino, M., El-Seedi, H., ... et al. (2023). Mechanistic insights into the changes of enzyme activity in food processing under microwave irradiation. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*.
13. Semenihin, S., Fabrickaya, A., & Daisheva, N. (2025). COMPARATIVE EFFICIENCY ASSESSMENT OF CHEMICAL AND ENZYMATIC HYDROLYSIS-EXTRACTION OF PECTIN FROM PRESSED BEET PULP. *Bulletin of KSAU*.
14. He, Q., Zabolina, O., & Yu, C. (2020). Principal component analysis facilitated fast and noninvasive Raman spectroscopic imaging of plant cell wall pectin distribution and interaction with enzymatic hydrolysis. *Journal of Raman Spectroscopy*, 51, 2458-2467.
15. Qian, S., Chen, S., Chang, W., Zhou, W., Sun, Q., Zhu, L., Liang, X., ... et al. (2024). Novel pectins extracted from Euryale ferox fruit peel by combined hydrothermal pretreatment and enzymatic hydrolysis exhibit potential as aqueous gels and antioxidant activities. *International Journal of Food Science & Technology*.


## 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。