

食品級果膠酶用於甘蔗加工與植物萃取：降低黏度、促進出汁與改善澄清的技術說明

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

食品級果膠酶是一類可分解植物細胞壁果膠網絡的酵素，適合用於甘蔗壓榨、蔗汁處理、蔗渣資源化與植物性萃取流程。其主要價值在於降低果膠造成的黏稠與膠體穩定性，讓可溶性糖與共伴生植物成分更容易釋放，同時改善後續過濾、澄清與固液分離效率。Enzymes.bio 供應此類 1 kg 線上銷售包裝產品，CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供。

酵素名稱與主要應用

酵素名稱：Food-Grade Pectinase For Plant Extraction For Sugarcane Processing

主要應用：甘蔗加工、蔗汁與植物萃取、蔗渣前處理、降低黏度、改善澄清與過濾。

在甘蔗加工中，機械壓榨並不只是把液體從纖維中擠出；它同時受到植物細胞壁結構、細胞間膠質、懸浮微粒與可溶性多醣的影響。果膠位於植物初生細胞壁與中膠層中，參與細胞間黏結與組織硬度維持，因此即使甘蔗不是典型高果膠水果，果膠與相關膠質仍可能影響蔗汁流動性、濾速、澄清穩定性與可萃取成分釋放 [1]。

這款食品用途果膠酶可被視為一種**工藝輔助型酵素**，用於幫助破壞植物細胞壁中的果膠屏障，而不是取代壓榨、加熱、離心或過濾設備。它的實際效益通常來自多個小幅改善的累積：物料較容易混合與泵送，懸浮膠體較容易聚集或分離，可溶性糖與植物成分較容易進入液相，並可能降低後段澄清與過濾負荷 [2]。

為什麼甘蔗加工會受到果膠與細胞壁結構影響？

甘蔗莖部含有大量纖維性結構，細胞壁主要由纖維素、半纖維素、果膠與木質素等組成。纖維素提供機械強度，半纖維素連結纖維素微纖維，果膠則常存在於初生壁與中膠層，形成含水膠狀網絡。這些多醣彼此交織，使糖分與其他可溶性成分不一定能在單次機械壓榨中完全釋出 [3]。

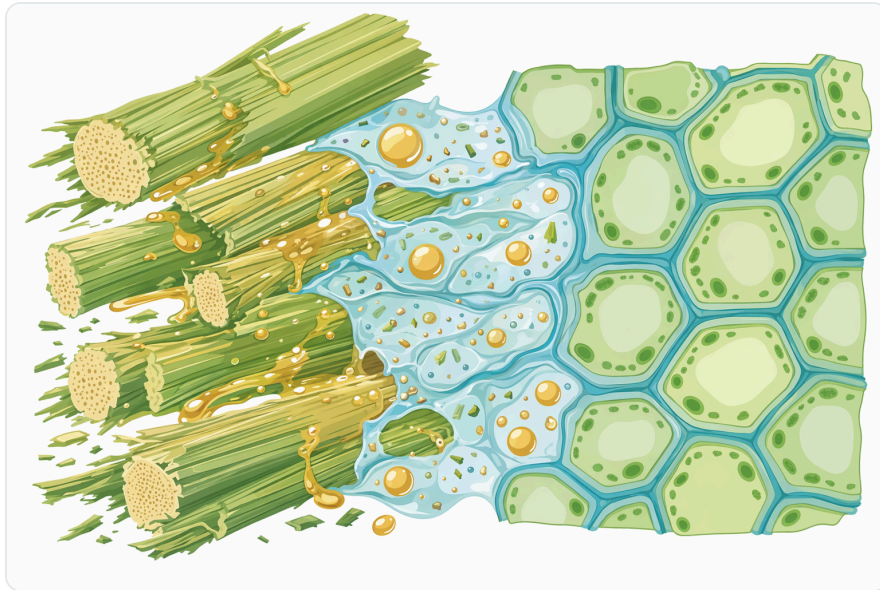


Figure 1. 果膠酶可作為加工助劑使用，因為植物細胞壁中的果膠會在壓碎的甘蔗與植物性原料中困住液體、細小固形物和可溶性化合物。

從植物病原真菌與生質轉化研究可看出，植物細胞壁降解通常需要多種酵素協同：果膠酶先削弱細胞間黏合與基質屏障，纖維素酶、半纖維素酶或木聚糖酶再進一步打開纖維網絡。這也是為什麼在植物萃取與生物精煉中，單一物理破碎常會受到細胞壁可及性限制，而酵素前處理可提高後段處理效率 [4]。

對甘蔗而言，最直接的工藝問題通常不是「是否有果膠」，而是果膠與其他膠體物質是否造成黏度、懸浮穩定、濾餅壓縮性或可溶性糖釋放不完全。當蔗汁或植物萃取液中的膠體顆粒保持穩定分散時，澄清時間會延長，過濾壓差可能上升，且濾材或膜材更容易受到污染 [1]。

果膠酶的作用機制：從細胞間膠質到液相釋放

「果膠酶」不是單一分子，而是一組可作用於果膠結構的酵素總稱。常見類型包括切斷半乳糖醛酸主鏈的多聚半乳糖醛酸酶、改變甲酯化狀態的果膠甲酯酶，以及透過裂解反應切開果膠或果膠酸的裂解酶。不同亞型對高度甲酯化、低甲酯化或部分去酯化果膠的偏好不同，因此實際應用中常見的是具有複合果膠降解能力的製劑 [5]。

果膠酶處理甘蔗物料時，第一個關鍵變化是**細胞間黏合力下降**。中膠層中的果膠被切短或改質後，細胞與細胞之間的膠狀連結變弱，壓榨、攪拌或剪切時更容易讓細胞內容物進入液相。這一點與果實成熟過程中的細胞壁鬆弛相似；研究在木瓜成熟中觀察到不溶性果膠分率會釋放較長鏈的半乳糖醛酸片段，反映果膠結構變化與組織軟化有關 [6]。

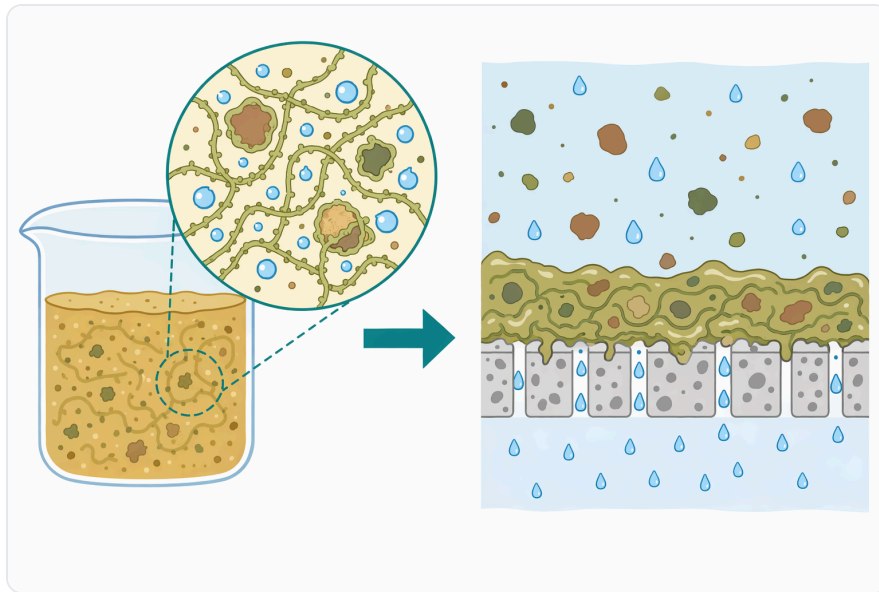


Figure 2. 長鏈且具分枝的果膠結構會提高黏度、穩定混濁狀態，並降低植物加工液流中濾餅的滲透性。

第二個變化是**液相黏度與膠體穩定性改變**。完整或高分子量果膠可吸水並形成黏稠網絡，讓蔗汁或萃取液更難流動；當果膠主鏈被切短後，分子量下降，水合網絡被削弱，懸浮顆粒之間的穩定層也可能改變。這有助於改善泵送、混合、沉降、離心與過濾表現，但效果會受到原料成熟度、顆粒大小、固形物濃度與熱處理歷史影響 [1]。

第三個變化是**其他細胞壁酵素的可及性提高**。果膠常像填充物或黏結相，包覆或限制纖維素與半纖維素表面；當果膠被部分移除後，纖維素酶、半纖維素酶或木聚糖酶更容易接觸底物。生質精煉文獻普遍將細胞壁可及性視為酵素水解效率的重要限制因素，這也支持果膠酶在植物原料前處理中的輔助角色 [2]。

在甘蔗加工中的主要用途

1. 壓榨前後的蔗汁釋放與流動性改善

在壓榨前處理或壓榨後的蔗汁調整中，果膠酶可用來削弱細胞間膠質，使部分被細胞壁或膠體網絡滯留的可溶性成分更容易進入液相。其效果通常不是單獨由酵素決定，而是取決於切碎程度、纖維開放程度、攪拌狀態、停留時間與後段壓榨條件的配合 [7]。

對生產端來說，這類處理的價值在於提高「可處理性」。若物料黏度降低，混合槽死角、泵送負荷與局部堵塞風險可能下降；若細胞壁屏障被削弱，蔗汁中可溶性固形物的釋出速度可能更快。植物細胞壁酵素輔助萃取在多種植物基質中都被用來提高油體、蛋白或酚類等成分的釋放，機制核心同樣是細胞壁解構 [8]。

2. 蔗汁澄清、過濾與固液分離

蔗汁中的懸浮微粒、膠體多醣與細胞碎片會影響澄清表現。果膠酶透過降低果膠分子量與破壞膠體保護層，可讓部分懸浮物較容易聚集、沉降或被濾除。在果汁與飲料產業中，果膠酶已被廣泛用於降低黏度、提高澄清度與改善濾速，這些應用邏輯可延伸到含植物膠體的甘蔗萃取液處理 [1]。

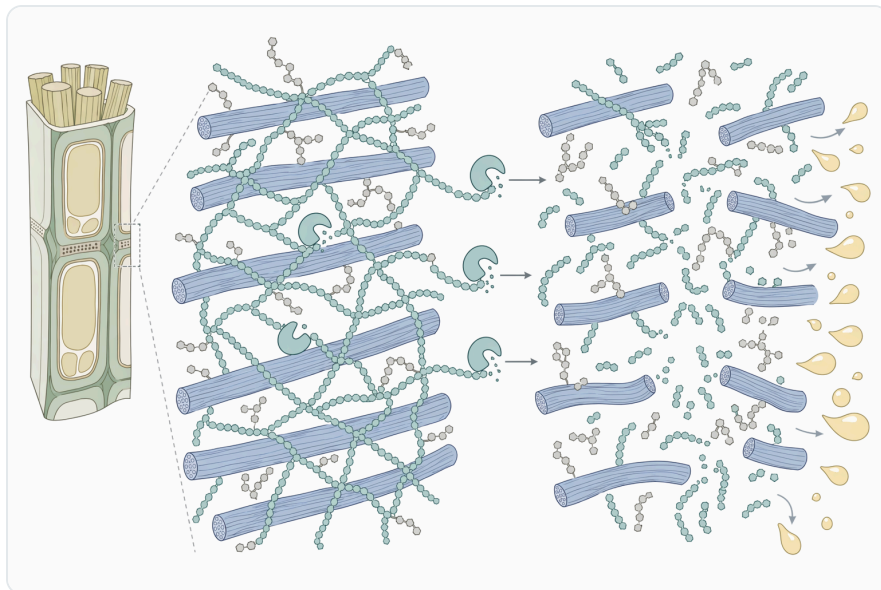


Figure 3. 果膠酶會將果膠物質解聚成較短片段，從而降低水分結合、削弱細胞黏附，並降低膠體穩定性。

需要注意的是，澄清結果並非永遠線性改善。若處理條件導致細胞壁碎片過度細化，或釋放更多可溶性膠體，也可能暫時增加濾材負荷。因此，果膠酶在澄清流程中的定位應是與加熱、pH 調整、沉降、離心或過濾條件整合，而不是孤立操作 [9]。

3. 蔗渣與植物性副產物資源化

蔗渣是甘蔗加工的重要副產物，含纖維素、半纖維素、木質素與少量結構性多醣。若目標是進一步取得可發酵糖、寡醣、纖維衍生物或其他植物性萃取物，細胞壁開放程度會直接影響後續酵素水解與萃取效率。果膠酶可作為前段解構工具，降低果膠與中膠層對纖維表面的遮蔽 [2]。

在生物精煉思維下，蔗渣不只是燃料，也可能是糖平台、纖維平台與植物化學品平台的原料。文獻對植物細胞壁降解酵素在生質轉化中的角色已有充分討論：多酵素系統通常比單一酵素更能處理複雜植物基質，因為天然細胞壁本身就是多聚物複合網絡 [10]。

4. 植物萃取與共伴生成分釋放

甘蔗加工有時不只關注蔗糖，也可能關注色素、酚類、礦物、纖維衍生物或其他共伴生成分。酵素輔助萃取在葡萄皮等植物副產物中已被用來提高酚類釋放，研究指出植物細胞壁組成與萃取技術會影響目標物釋出效率 [8]。

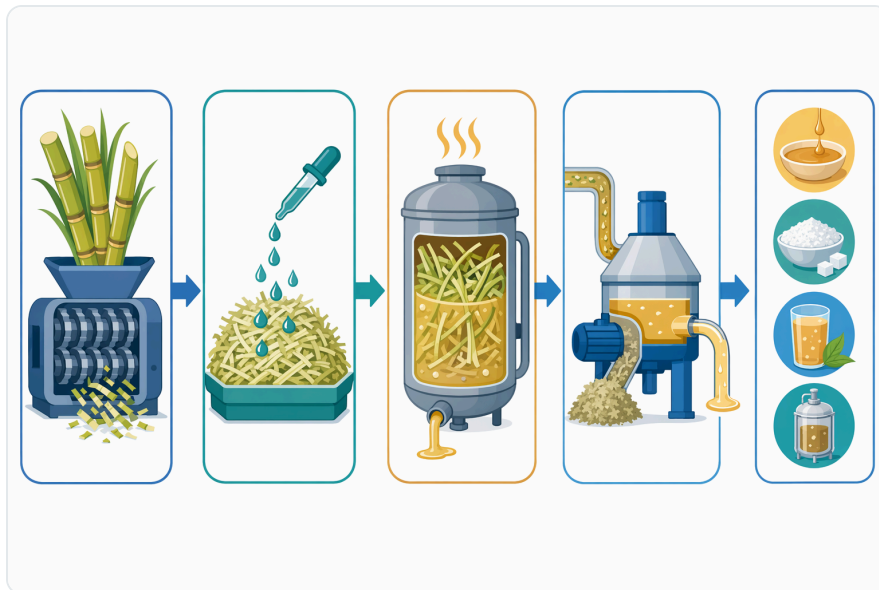


Figure 4. 食品級果膠酶最適合在壓碎的甘蔗或植物漿料仍與汁液接觸時添加，並應在沉降、離心或過濾之前使用。

果膠酶在這類流程中的優勢是條件相對溫和，可降低對熱敏性成分的破壞風險。不過，若目標物容易氧化、與蛋白或多酚結合，或對 pH 與金屬離子敏感，單靠果膠降解並不一定足夠，仍需依產品目標調整整體萃取策略 [11]。

果膠酶與其他處理方式的比較

處理方式	主要作用	對甘蔗加工的可能優點	主要限制
機械壓榨、破碎	以壓力與剪切破壞組織	成熟、快速、易整合於既有產線	對細胞壁微結構與膠體屏障的選擇性有限
熱處理	降低微生物風險、改變黏度與蛋白 / 膠體狀態	可搭配澄清與濃縮流程	可能增加能耗，並影響熱敏性成分
化學前處理	以酸、鹼或其他化學條件改變細胞壁	反應強、可快速改變結構	需考量副反應、腐蝕、鹽負荷與食品法規相容性
果膠酶處理	選擇性降解果膠與中膠層結構	條件較溫和，可降低黏度、促進釋放與改善澄清	對原料差異敏感，需與流程條件配合

處理方式	主要作用	對甘蔗加工的可能優點	主要限制
果膠酶搭配纖維素酶 / 半纖維素酶	多點解構細胞壁網絡	對複雜植物基質較完整，適合萃取與蔗渣資源化	配方與順序需依目標產品調整

相較於單純機械或熱處理，果膠酶的特色是針對果膠結構進行選擇性改變。化學水解也能破壞細胞壁，但條件較強時可能帶來副產物、色澤變化或下游中和負擔；酵素法則通常被視為較溫和的植物原料處理選項。以甜菜粕等植物副產物的果膠取得研究為例，酵素與化學方式的比較常聚焦於萃取效率、結構保持與工藝負荷差異 [12]。

可期待的製程效益與合理邊界

果膠酶最常見的效益包括降低黏度、改善流動性、提高可溶性成分釋放、縮短澄清負荷、減少過濾阻力，以及提升後段酵素水解的可及性。這些效益在果汁、飲料與植物原料加工領域已有廣泛應用基礎；但在甘蔗產線中，實際改善幅度仍會依原料狀態與製程配置而變動 [1]。

在糖回收方面，果膠酶不會把蔗糖「製造」出來，而是幫助原本存在於細胞內或被物理結構滯留的可溶性糖更容易釋放。若產線的主要限制來自壓榨設備容量、甘蔗含水率或纖維過度乾硬，酵素能帶來的改善可能有限；若限制來自膠體黏度、細胞壁未充分開放或澄清過慢，果膠酶的貢獻通常更容易被觀察到 [7]。

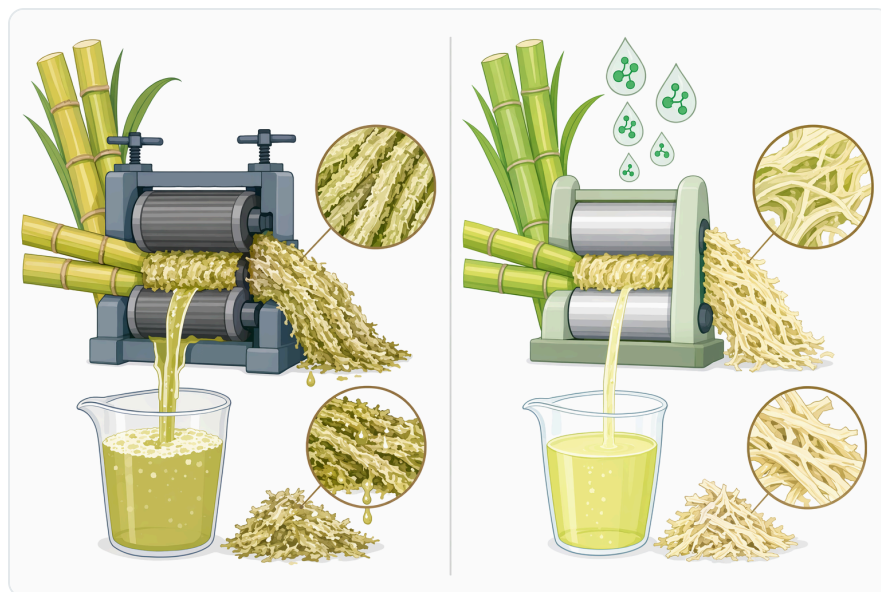


Figure 5. 不同的植物加工酵素作用於不同基質，因此當與果膠相關的黏度、混濁或細胞黏附限制分離效果時，果膠酶最為適用。

在品質方面，較低的果膠負荷可能改善澄清液外觀與穩定性，並降低後段沉澱或渾濁風險。不過，植物萃取液的色澤與風味也受到氧化、多酚反應、金屬離子、加熱歷史與微生物控制影響，因此果膠酶應被納入整體品質管理，而不是被視為單一品質修正手段 [11]。

與纖維素酶、半纖維素酶或物理輔助技術的協同

植物細胞壁的複雜性決定了多酵素協同的重要性。果膠酶可先鬆動中膠層與果膠基質，纖維素酶進一步切割纖維素微纖維，半纖維素酶或木聚糖酶則作用於半纖維素網絡。多種微生物在自然界中會同時分泌一整套細胞壁降解酵素，正反映植物組織解構需要多功能酵素系統 [3]。

若甘蔗加工目標是蔗渣資源化或植物萃取，而不只是單次壓榨，果膠酶與其他細胞壁酵素的搭配更值得重視。研究指出，植物細胞壁降解酵素在生物精煉中可協助釋放可發酵糖與高值化成分，但不同生質原料需要不同前處理與酵素組合 [2]。

物理輔助技術也可能放大酵素效果。例如攪拌、剪切、超音波或其他非熱處理可改善質傳，使酵素更容易接觸細胞壁表面。葡萄皮升級利用研究顯示，細胞壁結構與萃取技術共同決定酚類釋放效率，因此「酵素 + 物理輔助」的設計邏輯並不侷限於單一作物 [8]。

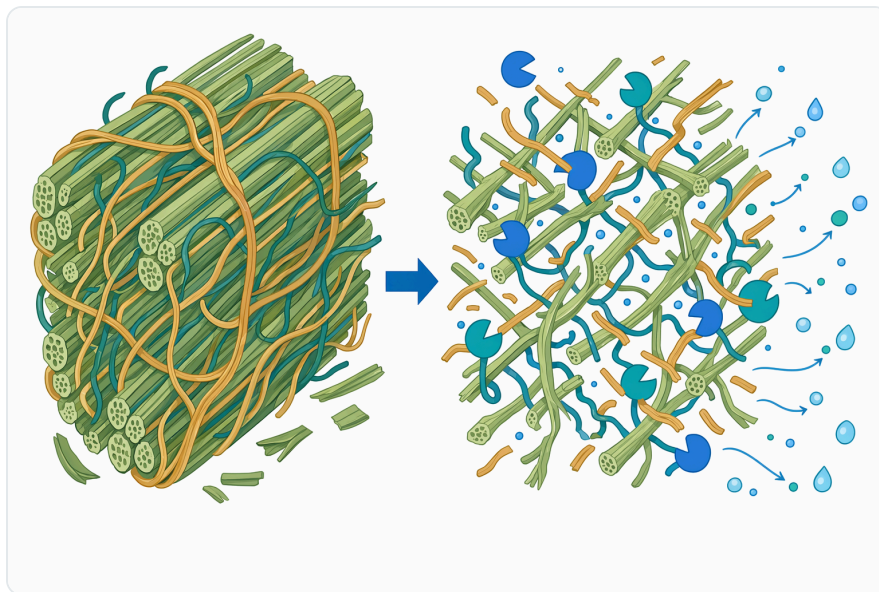


Figure 6. 甘蔗生物質研究顯示，酵素處理效果高度取決於細胞壁的可及性以及先前的加工歷程。

使用條件的工藝考量

果膠酶的表現受到 pH、溫度、停留時間、水分、基質顆粒大小與可接觸表面積影響。不同來源的果膠酶可能偏好不同條件，且有些研究關注耐熱、鹼性或特殊環境來源的果膠酶，顯示這一類酵素在性質上具有多樣性 [5]。

在甘蔗加工中，較合理的導入位置通常包括壓榨前物料調質、壓榨後蔗汁暫存、澄清前處理，或蔗渣進一步酵素水解前的細胞壁開放階段。導入點不同，目標也不同：壓榨前重視細胞鬆動與出汁；澄清前重視黏度與懸浮膠體；蔗渣處理則重視後段纖維水解可及性 [1]。

不建議把果膠酶視為固定不變的添加步驟。甘蔗品種、成熟度、收穫後存放時間、破碎粒度與蔗汁固形物濃度都會改變反應表現。較穩健的做法是將果膠酶納入製程開發邏輯，透過代表性批次觀察黏度、出汁、澄清、濾速與後段轉化趨勢，再決定是否導入至常規生產 [9]。

食品用途、文件與供應形式

Enzymes.bio 供應的 **Food-Grade Pectinase For Plant Extraction For Sugarcane Processing** 以 1 kg 單位在線上直接銷售，定位為甘蔗加工與植物萃取流程可使用的酵素產品。Enzymes.bio 為供應商，不以製造商或實驗室身分呈現；產品文件如 CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供，供企業內部品質、安全與文件管理使用。

食品用途酵素的導入仍需符合各地食品法規、製程用途與終產品定位。即使酵素本身用於食品供應鏈，實際使用時仍應納入 HACCP、過敏原管理、清潔程序、交叉污染控制與批次追溯等既有管理架構。果膠酶在食品與飲料加工中的應用成熟，但各市場對酵素加工助劑或標示要求可能不同 [1]。



Figure 7. 果膠酶輔助萃取適用於各類植物系統，因為分解果膠屏障可促進類黃酮、酚類、蛋白質、纖維及其他植物來源物質的釋出。

證據強度：哪些主張較可靠，哪些需要保守解讀？

較可靠的主張包括：果膠酶可降解果膠；果膠降解會改變植物組織、黏度與膠體行為；果膠酶在果汁澄清、植物萃取與食品飲料加工中具有成熟應用；多酵素系統可提高植物細胞壁解構效率。這些主張受到植物細胞壁生物學、微生物酵素系統與食品加工研究共同支持 [3]。

需要較保守解讀的是「特定甘蔗產線可提升多少出汁率、降低多少過濾時間或增加多少糖回收」。這類數值高度依賴原料、設備、前處理、停留時間與下游操作，公開文獻很難直接對應到每一條商業產線。植物細胞壁降解研究可提供機制與方向，但不能取代實際製程條件下的驗證 [2]。

同樣地，果膠酶與其他酵素或非熱技術的協同雖有合理機制與多種植物基質研究支持，但甘蔗場景仍需依目標調整。若目標是蔗汁澄清，評估重點會偏向黏度、沉降與濾速；若目標是蔗渣生質轉化，評估重點則偏向還原糖釋放、纖維轉化與後段發酵相容性 [10]。

實務整合建議：把果膠酶放在正確的流程問題上

果膠酶最適合解決「由果膠與植物膠體造成」的流程阻力。若問題表現為蔗汁混濁、濾速慢、黏度高、壓榨後纖維仍含可溶性成分，或蔗渣後段水解效率受限，果膠酶通常具有評估價值。若問題主要來自設備磨耗、砂土雜質、微生物污染或蒸發系統能力不足，果膠酶只能作為輔助，不能替代設備與衛生管理 [1]。

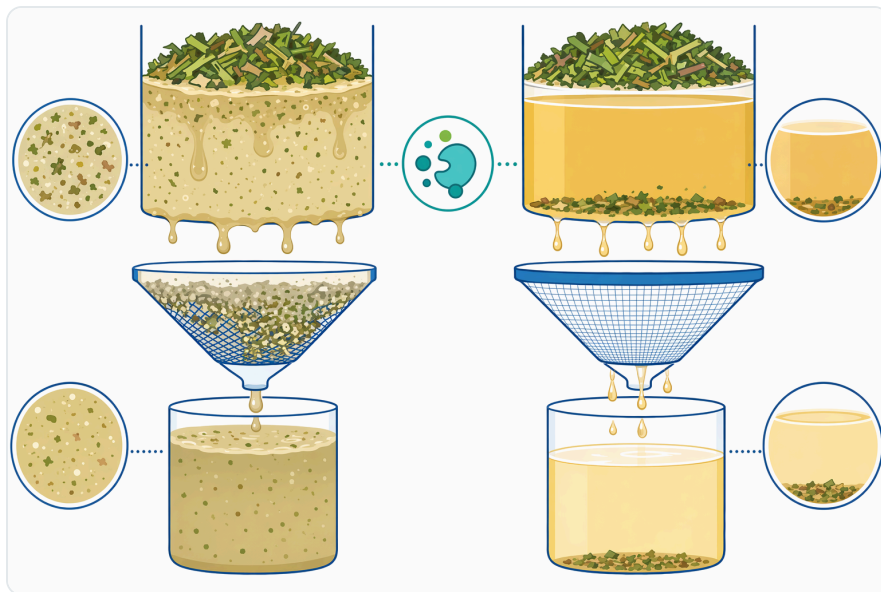


Figure 8. 當果膠是主要影響因素時，果膠酶處理的預期效益包括提升液體釋出、降低黏度、改善澄清表現，並減輕過濾負擔。

在導入邏輯上，應先明確區分目標：是提高初榨蔗汁釋放、改善澄清與過濾、降低濃縮前黏度，還是強化蔗渣後續資源化。不同目標會導致不同的加入位置與停留設計。植物細胞壁降解不是單一反應，而是結構逐步鬆動、分子量下降、液相組成改變與固液分離行為改變的連續結果 [4]。

結論

食品級果膠酶在甘蔗加工中的核心價值，是以相對溫和的方式打開果膠與中膠層形成的細胞壁屏障，進而降低黏度、改善蔗汁釋放、促進植物成分萃取，並支援澄清、過濾與蔗渣資源化。其機制與食品飲料應用已有充分科學基礎，但甘蔗產線的具體效益仍需依原料與製程條件判斷 [1]。

Enzymes.bio 供應的 **Food-Grade Pectinase For Plant Extraction For Sugarcane Processing** 適合作為甘蔗與植物萃取流程中的工藝輔助酵素，尤其適用於希望改善流動性、出汁、澄清與細胞壁開放程度的應用。產品以 1 kg 單位在線上直接銷售，CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供，便於企業將其納入既有品質與安全文件管理。

線上訂購 Food-Grade Pectinase For Plant Extraction For Sugarcane Processing

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-Grade Pectinase For Plant Extraction For Sugarcane Processing →](#)

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. Souza, T. D., & Kawaguti, H. (2021). Cellulases, Hemicellulases, and Pectinases: Applications in the Food and Beverage Industry. *Food and Bioprocess Technology*, 14, 1446 - 1477.
2. Srivastava, S., Sharma, M., Usmani, Z., Dubey, S., Yadav, G., Singh, N. P., & Bhargava, A. (2020). Plant cell wall degrading enzymes in biomass bioprocessing to biorefineries: a review.
3. Aro, N., Pakula, T., & Penttilä, M. (2005). Transcriptional regulation of plant cell wall degradation by filamentous fungi. *FEMS Microbiology Reviews*, 29 4, 719-39 .
4. Phalip, V., Goubet, F., Carapito, R., & Jeltsch, J. (2009). Plant cell wall degradation with a powerful *Fusarium graminearum* enzymatic arsenal. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 19 6, 573-81 .
5. Khatri, B. P., Bhattarai, T., Shrestha, S., & Maharjan, J. (2015). Alkaline thermostable pectinase enzyme from *Aspergillus niger* strain MCAS2 isolated from Manaslu Conservation Area, Gorkha, Nepal.

SpringerPlus, 4.

6. Prado, S. B. R., Melfi, P. R., Castro-Alves, V., Broetto, S., Araújo, E. S., Nascimento, J. R. D., & Fabi, J. P. (2016). Physiological Degradation of Pectin in Papaya Cell Walls: Release of Long Chains Galacturonans Derived from Insoluble Fractions during Postharvest Fruit Ripening. *Frontiers in Plant Science*, 7.
7. Liu, C., Hao, L., Chen, F., & Zhu, T. (2020). The Mechanism of Extraction of Peanut Protein and Oil Bodies by Enzymatic Hydrolysis of the Cell Wall. *Journal of Oleo Science*.
8. Pinelo, M., Arnous, A., & Meyer, A. (2006). Upgrading of grape skins: Significance of plant cell-wall structural components and extraction techniques for phenol release. *Trends in Food Science and Technology*, 17, 579-590.
9. Li, C., Ju, J., Xie, Y., Yu, H., Guo, Y., Yao, W., & Qian, H. (2021). Effects of interactions between polygalacturonase and pesticide residues during enzymatic hydrolysis on the yield of apple juice. *LWT*.
10. Hüttner, S., Nguyen, T., Granchi, Z., Chin-A-Woeng, T., Ahrén, D., Larsbrink, J., Thanh, V. N., ... et al. (2017). Combined genome and transcriptome sequencing to investigate the plant cell wall degrading enzyme system in the thermophilic fungus *Malbranchea cinnamomea*. *Biotechnology for Biofuels*, 10.
11. Maharramova, S., Nasrullayeva, G., Qadimova, N., Maharramova, M., & Maharramov, M. (2024). The Influence of Pre-Treatment of Grape, Cherry, and Strawberry Pulp with Enzyme Preparations of Pectinase and Cellulase on some Organic Compounds Amount in their Extracts. *METHODS AND OBJECTS OF CHEMICAL ANALYSIS*.
12. 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*.


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。