

Adhesive-Contaminant Control Enzyme：回收紙漿與再生造紙用黏著物污染控制酵素

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

Adhesive-Contaminant Control Enzyme 是供回收紙漿與再生造紙流程使用的工業酵素產品，主要目的在降低膠帶、標籤膠、熱熔膠與其他黏性殘留物形成的 stickies 沉積風險。其作用重點不是「溶解所有膠類」，而是針對可被酵素改性的有機黏著成分進行水解、表面性質改變與分散輔助，讓黏性污染物較不易附著在纖維、篩網、成形布與紙機濕端設備上。Enzymes.bio 以 1 kg 單位線上供應此產品，CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供；本文以公開產品資訊與相關開放文獻整理其應用邏輯與製程意義。

產品定位：不是一般清潔劑，而是針對回收纖維 stickies 的製程輔助酵素

Adhesive-Contaminant Control Enzyme 可理解為一種用於回收纖維系統的黏著物污染控制酵素，應用場景集中在廢紙再漿化、紙漿儲槽、濕端循環與再生紙 / 紙板生產。回收紙原料常夾帶標籤、封箱膠帶、熱熔膠、塗佈材料、塑膠薄膜碎片與樹脂性殘膠，這些物質在水、剪切力、溫度與化學品共同作用下會分散成大小不一的黏性顆粒；若顆粒再次聚集，便可能附著於纖維與設備表面，形成造紙業所稱的 stickies 問題。

此類酵素的價值在於「降低黏著物的可沉積性」，而不是取代所有前處理、篩選或化學控制。工業酵素在製程中的典型角色，是利用高度選擇性的催化反應，在相對溫和條件下改變特定有機分子的結構或界面行為；這也是酵素在紡織加工、污染物轉化、食品處理與多種工業生物催化應用中被採用的共同技術基礎 ^[1]。

對 B2B 使用者而言，較實際的理解方式是：它是一種加入紙漿水相系統中的製程助劑，目標是降低黏著物在關鍵機段的累積速度，進而幫助減少清洗頻率、降低斷紙或堵塞風險，並改善再生紙外觀一致性。Enzymes.bio 的公開產品資訊將其定位於 adhesive contaminant control，而非一般民生清潔或消毒用途；文件與合規資訊則以隨訂單提供的 CoA 與 SDS 為準。

為何回收紙漿特別容易出現黏著物污染？

回收紙與原生紙漿最大的差異之一，是原料歷史不可完全控制。紙箱、標籤紙、辦公廢紙、印刷品與包裝材料在進入回收系統前，常經過上膠、貼標、覆膜、印刷與封箱等加工；其中熱熔膠、壓敏膠與各類合成樹脂在再漿化過程中不一定會完全分離，反而可能被剪切成細小而仍具黏性的顆粒 [2]。

熱熔膠與標籤膠通常設計成在使用情境下具有良好黏附性、耐水性與一定熱穩定性，這正是它們在回收造紙中難以處理的原因。當膠體顆粒粒徑較大時，機械篩選或除渣設備較容易移除；但當其被碎化成微細 stickies，便可能通過篩網並在後段濕端因溫度、電荷、剪切、填料或助劑變化而重新聚集 [2]。

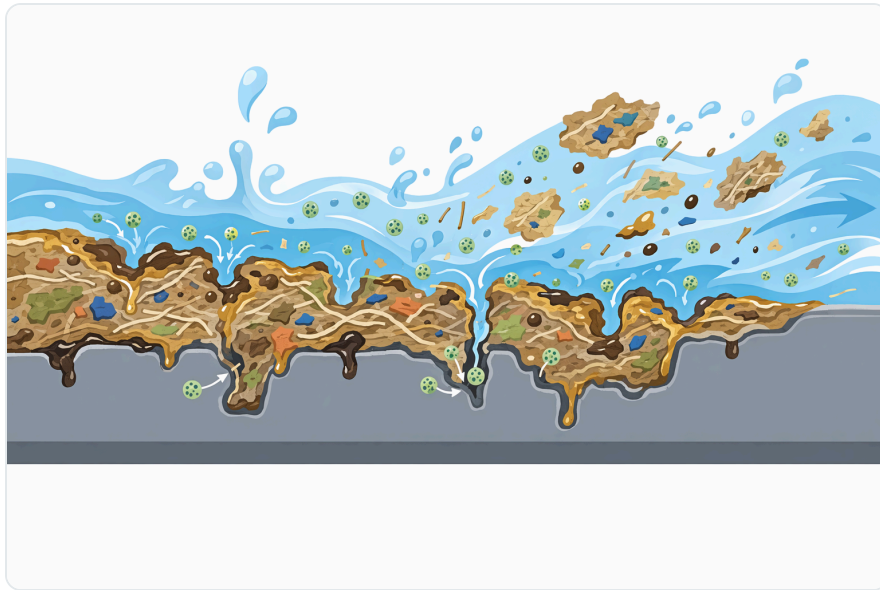


Figure 1. 黏著性污染物控制是一種由表面作用主導的製程輔助方法，可削弱混合有機殘留物，使一般清洗與分離能更有效地將其去除。

一旦黏著物進入紙機系統，問題常以多種形式出現：成形網或壓榨毛布堵塞、真空效率下降、紙頁表面出現斑點或透明點、烘缸或導輥沉積、濾水變慢、斷紙率增加，以及清洗週期縮短。這些問題不只是紙張品質缺陷，也會轉化為停機、耗水、耗能、清潔化學品使用與維護人力成本。

黏著物的化學本質：為何單一方法通常不夠？

stickies 不是單一化合物，而是由黏著劑聚合物、增黏樹脂、蠟、油脂、塑化劑、填料、印刷油墨成分與纖維細小物組成的混合污染物。部分成分可能含有酯鍵、脂肪族鏈段或可被水解酵素作用的官能基；另一些成分則可能是較惰性的碳鏈聚合物、橡膠相或無機填料，對酵素反應並不敏感 [3]。

這種異質性決定了酵素控制策略的合理邊界：若黏著物中有足夠比例的可水解或可表面改性的有機成分，酵素有機會降低黏度、黏附性或聚集傾向；若污染物主要由惰性塑膠碎片、無機填料或不可及的交聯膠體構成，酵素效果就可能受限。換言之，酵素是針對「可反應部分」降低風險，而不是對所有黏性污染物作完全分解 [1]。

在實務上，造紙廠通常不會只依賴單一控制手段。機械篩選、浮選、分散、洗滌、電荷控制、礦物吸附、化學分散劑與酵素處理各有作用區間。酵素的優勢在於可在水相中針對特定有機鍵結或界面特性進行溫和改性，較適合作為綜合 stickies 管理策略的一環 [4]。

可能作用機制：水解、親水化與降低再沉積

Adhesive-Contaminant Control Enzyme 的核心概念，是利用酵素催化作用改變黏著污染物的分子或顆粒表面性質。以回收紙漿常見污染物而言，較可能受影響的目標包括樹脂酯、脂質性殘留、某些增黏樹脂或含可水解官能基的膠黏成分；當這些結構被部分水解後，原本較疏水、容易黏附的物質可能轉為較低分子量、較分散或較不易成膜的狀態。

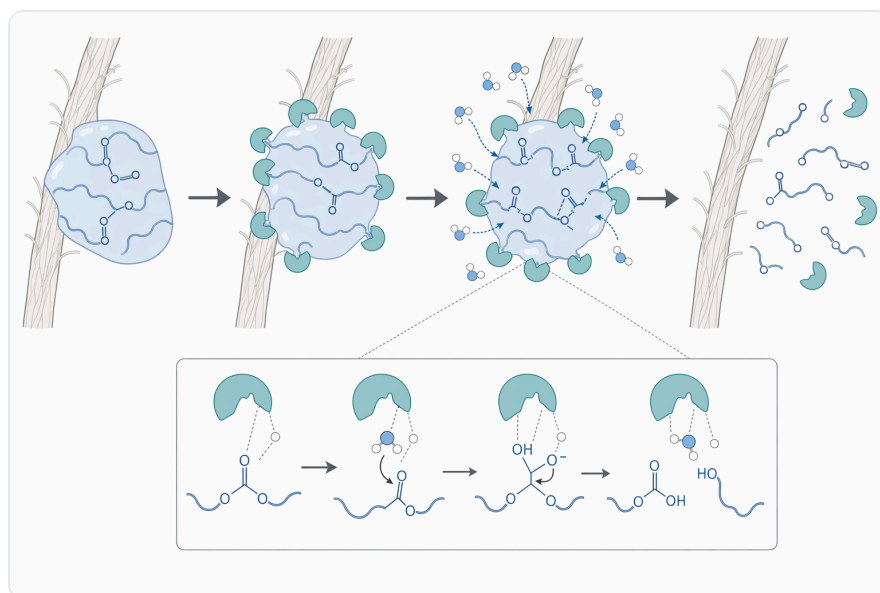


Figure 2. 酵素催化水解利用水切斷黏著劑基質中易受作用的鍵結，降低黏性、內聚力與界面附著力。

第一個機制是水解。水解酵素可催化水分子參與化學鍵斷裂，常見目標包括酯鍵、脂肪酸酯或其他可水解連結。若黏著物的黏性來自長鏈疏水結構與樹脂相的共同作用，局部水解可能降低其內聚力，讓顆粒不易形成連續黏膜，也較不容易在金屬、塑膠、纖維或織物表面形成頑固沉積 [1]。

第二個機制是表面親水化。即使大分子沒有被完全拆解，酵素反應也可能在顆粒表面產生較極性的端基或小分子片段，使其在水相中更容易被潤濕與分散。這一點對造紙濕端很重要，因為 stickies 的危害通常不只取決於總量，也取決於它們是否會互相碰撞後聚結、是否會在剪切與溫度變化下重新變黏。

[3] 。

第三個機制是降低再沉積。當黏著物由大而黏的聚集體轉為較小、較分散、表面較不具黏附性的顆粒時，較可能隨白水循環、篩選排渣或後續清潔流程移出系統，而不是停留在成形布、壓榨毛布或管線死角。這種「降低沉積傾向」往往比追求完全分解更符合造紙現場的實際目標。

與其他黏著物控制方式的比較

下表整理回收紙漿中常見黏著物控制方式的差異。此比較不代表彼此互斥；相反地，酵素通常最適合與機械與化學控制搭配，針對不同粒徑、不同化學組成與不同沉積位置形成分層管理 [4]。

控制方式	主要作用對象	優勢	限制	與酵素的關係
粗篩、精篩、除渣	較大膠片、塑膠片、重質或輕質雜質	直接移除可分離污染物，對大顆粒有效	對微細 stickies 與可變形膠體效果有限	酵素可在前後段降低微細黏著物再聚集
浮選與洗滌	疏水顆粒、油墨、部分膠體	可將部分疏水污染物帶出系統	效率受粒徑、表面性質與藥劑條件影響	酵素改變表面性質後，可能改善後續分散或移除行為
分散劑、固定劑、吸附礦物	微細 stickies、帶電膠體	可快速改變顆粒穩定性或將污染物固定於纖維	過量可能影響濕端化學平衡或紙性	酵素偏向改性污染物本身，可作為前端風險降低措施
溶劑或強清洗	已沉積膠垢、設備表面污染	對停機清潔與局部頑垢有效	可能增加停機、廢液與安全管理負擔	酵素重點在降低形成速度，而非取代所有清洗
Adhesive-Contaminant Control Enzyme	含可反應有機鍵結或可表面改性的黏著成分	溫和、可在水相流程中作用，適合連續製程概念	對惰性塑膠、無機物或不可及膠體有限	作為綜合 stickies 控制策略中的生物催化工具

適用製程位置：以接觸時間與混合均勻性為核心

在回收紙漿流程中，酵素的實際效果與投加位置密切相關。一般而言，越能讓酵素與黏著物在合適水相條件下充分接觸，越有機會發揮改性效果；因此常見邏輯是放在再漿化後、紙漿儲槽、混合槽或其他具有停留時間與攪拌條件的位置，而不是只在沉積已經形成後才處理。



Figure 3. 澱粉、蛋白質、含酯類、類脂質，以及富含多醣的沉積相，在酵素可水解的鍵結及實際去除效果上各不相同。

若投加點太接近紙機、停留時間不足，酵素可能尚未充分接觸黏著物便進入後段；若投加點太前端，則可能受到高剪切、雜質負荷或其他化學品干擾。較合理的思路是將其視為濕端污染風險管理的一部分，配合原料來源、漿料濃度、白水循環與現有篩選設備配置，建立穩定接觸窗口 [4]。

由於 Enzymes.bio 是供應商而非製造商或實驗室，本文不將產品描述為特定廠內配方技術，也不延伸出未公開的活性規格或分析定義。實際批次文件、安全資訊與產品識別資料，以隨訂單提供的 CoA 與 SDS 為準；線上販售規格則以 1 kg 單位供應。

操作條件的實務理解：看「酵素相容性」也看「黏著物狀態」

酵素反應通常受到溫度、pH、水分活性、接觸時間、剪切、抑制物與底物可及性影響。工業酵素之所以可用於多種製程，是因為它們能在水相條件下提供選擇性催化；但「有酵素」並不等於「所有底物都能快速反應」，特別是當底物埋在疏水膠體內部、被填料包覆，或以大顆粒黏附在纖維表面時，反應速率會受到界面限制 [1]。

對回收紙漿而言，黏著物的物理狀態與化學組成同樣重要。高溫可能使某些熱熔膠變軟、增加黏附風險；強剪切可能把大膠片變成更難篩除的微細 stickies；水中鈣鎂離子、助留劑、填料與電荷環境也可能影響顆粒聚集。酵素若能在黏著物變成頑固沉積前介入，通常比事後清洗更符合其功能定位 [2]。

因此，實務上更重要的不是把酵素理解成單點添加物，而是把它放進「原料—再漿化—篩選—白水循環—紙機濕端」的整體脈絡。當原料來源波動大、標籤膠比例高或紙機對斑點與沉積特別敏感時，黏著物控制酵素的價值通常更容易被觀察；當原料相對乾淨或主要污染為不可反應塑膠片時，效益則可能較有限。

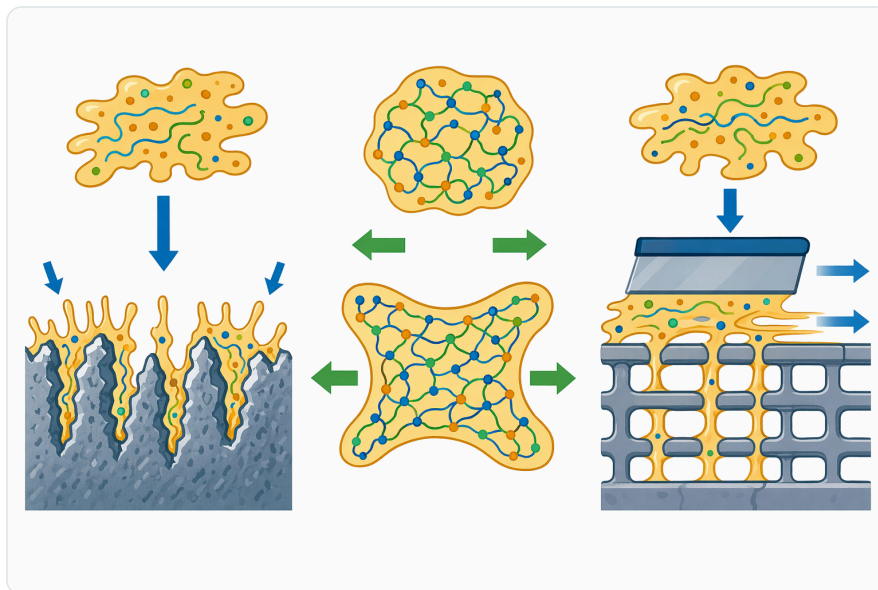


Figure 4. 黏性沉積物難以去除，因為其附著力、內聚力與可變形性會使其抓附表面、保持完整，並塗抹滲入孔隙或纖維中。

可觀察的營運效益：以停機、清潔與紙面缺陷為主

黏著物控制酵素的成效通常反映在營運指標，而不是只看某一項化學數字。常見觀察點包括成形網與毛布清洗頻率、篩網堵塞速度、紙機斷紙事件、紙面斑點與孔洞、烘缸或導輥沉積、白水系統黏性顆粒累積，以及再生紙板表面品質穩定性。

若酵素成功降低黏著物的黏附性與再聚集傾向，可能帶來幾類間接效益：清洗停機縮短、可運轉時間提高、毛布與濾材壽命延長、紙面瑕疵減少，以及因突發沉積造成的品質波動下降。這些效益通常與廠內原有 stickies 負荷成正相關；也就是污染越嚴重、沉積越常造成停機的系統，越可能看見明顯的製程改善空間 [4]。

不過，應避免把酵素效果描述成固定百分比或保證結果。回收紙漿系統的變異很大，同一套添加策略在不同原料、不同紙種、不同濕端化學與不同設備配置下，表現可能不同。較可信的說法是：酵素提供一個以生物催化改性黏著物的工具，能否形成穩定效益，取決於它是否對準該廠主要污染來源與沉積機制 [3]。

科學證據的強項與邊界

支持此類產品的科學基礎，主要來自三個層面。第一，酵素作為工業生物催化劑，已被廣泛應用於有機物轉化、表面改性與污染物處理；其優點包括選擇性、溫和反應條件與可在水相中操作 [1]。第二，水解酵素、氧化還原酵素與相關生物催化系統，在紡織加工與污染物降解領域已有許多應用討論，顯示酵素能改變複雜有機污染物的結構與可處理性 [3]。第三，Enzymes.bio 的產品資訊明確將此產品定位於 adhesive contaminant control，並描述其用於回收纖維與造紙系統的黏著物管理。



Figure 5. 相關應用領域包括再生纖維、標籤與包裝殘留物去除、設備清潔、紡織與不織布製程，以及聚合物相關污染物管理。

證據邊界同樣需要說清楚。公開文獻對「酵素可催化特定有機鍵結」的支持很強，但對每一種商業標籤膠、熱熔膠或回收紙混合污染物的反應，不能自動外推。熱熔膠與壓敏膠配方可能包含多種聚合物與增黏系統，且許多材料原本就是為了耐水、耐熱與持久黏附而設計；因此，酵素通常只能針對其中可及且可反應的部分發揮作用 [2]。

此外，工業現場的結果往往不是單純反應速率問題，而是污染物輸入量、紙機剪切、白水封閉程度、化學品相容性與排出路徑共同決定。這也是為什麼可信的技術文件應把黏著物控制酵素描述為「風險降低工具」，而非「完全去除所有膠黏污染物」的單一解法 [4]。

與永續製程的關聯：降低強清洗依賴與提升回收纖維可用性

再生造紙本身是資源循環的一環，但高比例回收纖維會把更多黏著劑、塗佈材料與加工殘留帶入系統。若 stickies 控制不佳，工廠可能需要更頻繁停機清洗、使用較強清潔化學品，或降低某些回收原料比例；這些都會削弱回收纖維的經濟與環境效益 [2]。

酵素方案的永續意義在於，它嘗試以較溫和的生物催化方式，降低有機黏著污染物造成的沉積與品質風險。工業酵素並非零成本或零限制，但在許多產業中被視為可減少嚴苛化學處理、改善製程選擇性與降低副反應的工具；這與造紙業提高回收纖維利用率、降低停機與減少廢棄物的方向一致 [5]。

需要注意的是，永續效益仍應回到實際製程結果來看。若酵素能使清洗週期拉長、斷紙率降低、紙面瑕疵減少或回收漿使用比例更穩定，才會轉化為具體的能源、水、化學品與廢棄物改善。這些結果需與工廠基線相比較，而不是僅由產品類別推論 [4]。

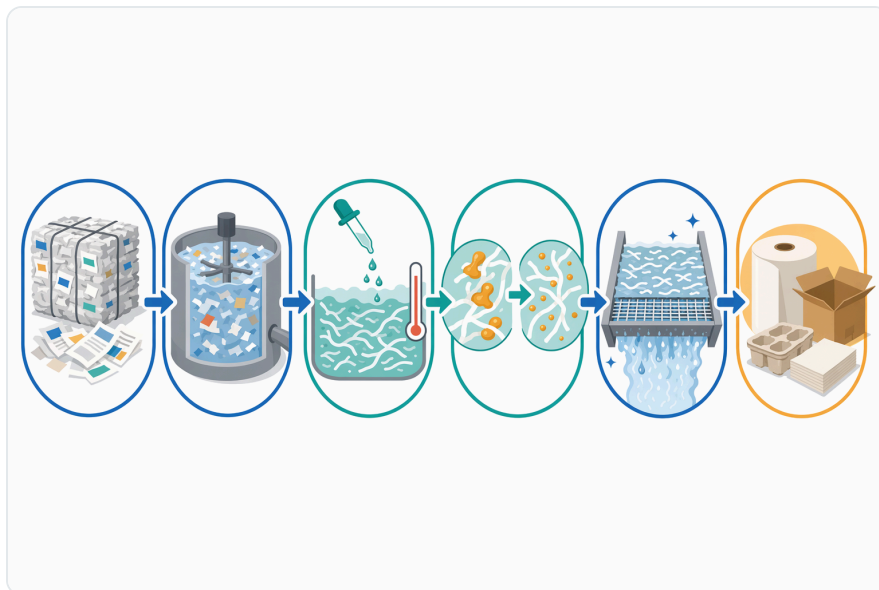


Figure 6. 有效處理取決於使沉積物潤濕並膨潤、維持相容的 pH 值與溫度、提供混合與接觸時間，然後透過清洗或分離去除已被削弱的物質。

安全與文件：以工業酵素處理原則管理

酵素產品雖常被視為較溫和的製程助劑，但仍屬工業用生物催化材料，操作時應依 SDS 管理吸入、皮膚接觸與眼部接觸風險。粉霧或氣溶膠形式的酵素暴露在職業衛生上尤其需要注意；即使是液態產品，也應避免不必要的噴濺與霧化，並依廠內化學品與生物製劑規範處理 [5]。

Enzymes.bio 對此產品採線上 1 kg 單位供應，CoA 與 SDS 隨訂單提供。對使用端而言，CoA 可用於批次文件留存，SDS 則用於倉儲、個人防護、洩漏處理與廢棄物管理等內部合規程序；本文不替代任何批次文件或現場安全規範。

導入時應追蹤的製程指標

評估 Adhesive-Contaminant Control Enzyme 是否適合特定再生造紙系統，重點不在建立複雜的實驗室章節，而在於用現場可追蹤指標判斷沉積風險是否下降。常見指標包括紙機非計畫停機、清洗頻率、成形網與毛布壓差或濾水表現、紙面斑點數、斷紙位置紀錄、篩選設備排渣狀態，以及白水系統中黏性沉積的累積趨勢。

若導入後僅改變添加物，卻沒有同步檢視原料批次差異、白水封閉程度、濕端電荷與現有分散 / 固定策略，容易誤判效果。較可靠的解讀方式，是將酵素使用期間與相似原料條件下的歷史基線比較，觀察沉積相關事件是否下降、紙面品質是否穩定，以及清洗與維護是否更可預測 [4]。

採購與供應資訊的中性說明

Enzymes.bio 是供應商，並非製造商或實驗室；因此，公開資訊適合用於理解產品定位、應用領域與一般文件提供方式，而不應被解讀為製造端製程揭露。Adhesive-Contaminant Control Enzyme 以 1 kg 單位在線上直接銷售，隨訂單提供 CoA 與 SDS，適合需要小包裝工業酵素的 B2B 使用情境。

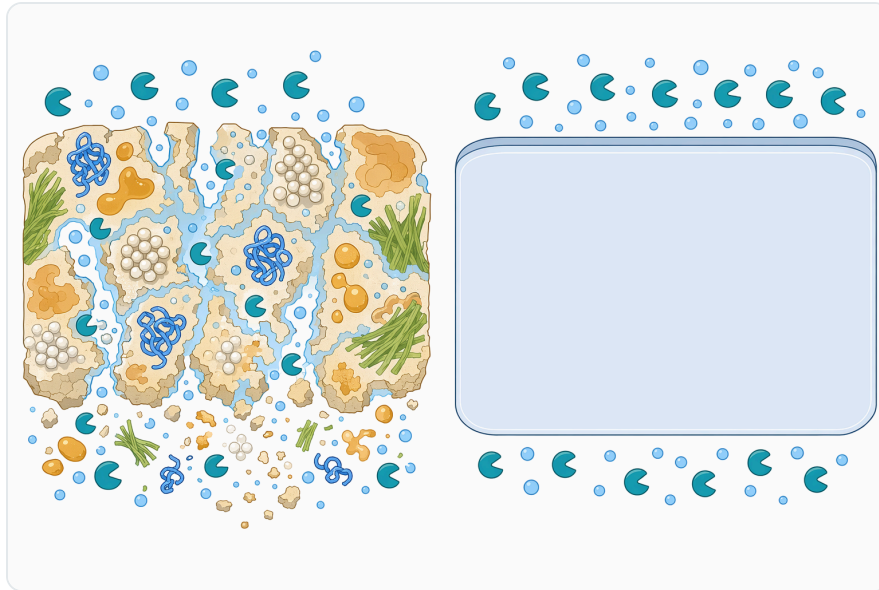


Figure 7. 最符合實際的預期，是部分削弱酵素可作用的有機成分，而不是普遍溶解所有黏著性聚合物。

本文刻意不列出未公開的活性單位、等級、分析方法或活性定義，也不將產品描述為特定製造商技術。對工程、品保與安環團隊而言，較合適的使用方式，是把它視為一項可納入回收紙漿 stickies 管理策略的酵素助劑，並以自身製程資料判斷其營運價值 [5]。

結論：適合用於降低黏著物沉積風險，但需與整體製程管理搭配

Adhesive-Contaminant Control Enzyme 的主要應用，是在回收紙漿與再生造紙系統中控制 adhesive contaminants / stickies，透過水解、表面改性與分散輔助，降低黏性污染物在設備與纖維上的沉積傾向。其技術邏輯與工業酵素的生物催化特性一致，尤其適用於含有可反應有機成分的黏著污染物情境 [1]。

它的合理期待不是「讓所有膠類消失」，而是降低黏著物造成的堵塞、清洗、斷紙與紙面缺陷風險。由於回收原料與膠黏污染物組成高度變動，實際效益會受原料、設備、濕端化學與排出路徑影響；因此，最可信的導入觀點是將其納入機械篩選、浮選、分散 / 固定控制與清洗管理的整體策略中 [3]。

對需要 1 kg 單位線上採購工業酵素的 B2B 使用者，Enzymes.bio 提供的 Adhesive-Contaminant Control Enzyme 可作為回收纖維 stickies 控制方案的一項選擇；CoA 與 SDS 會隨訂單提供，以支援批次留存、安全管理與內部合規流程。

線上訂購 Adhesive-Contaminant Control Enzyme

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 Adhesive-Contaminant Control Enzyme →](#)

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. Buller, R., Lutz, S., Kazlauskas, R., Snajdrova, R., Moore, J., & Bornscheuer, U. (2023). From nature to industry: Harnessing enzymes for biocatalysis. *Science*, 382.
2. Hot Melt Adhesive Demerits. *Nagase*.
3. Chatha, S. A., Asgher, M., & Iqbal, H. M. (2017). Enzyme-based solutions for textile processing and dye contaminant biodegradation—a review. *Environmental science and pollution research international*, 24, 14005-14018.
4. Falch, E. (1991). Industrial enzymes—developments in production and application. *Biotechnology Advances*, 9 4, 643-58 .
5. Palit, S. (2018). Industrial vs Food Enzymes: Applications and Future Prospects.

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。