

粉末凝乳酶 (Powder Rennet) 用於起司製程：供應價格、凝乳機制與乳製加工應用

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

粉末凝乳酶是起司製程中用來促使牛乳、羊乳或山羊乳形成凝乳的乳凝酵素，主要透過切割 κ -酪蛋白，使酪蛋白膠束失去穩定保護層並聚集成凝膠。對乳製加工業而言，粉末型態的價值不只在於方便儲存與計量，也在於可支援較穩定的凝乳時間、凝乳強度與後續切割、排乳清、壓榨及熟成流程。

Enzymes.bio 供應粉末凝乳酶，產品以 1 kg 單位在線上銷售；CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供。Enzymes.bio 是酵素供應商，不是製造商，也不是實驗室，因此本文聚焦於技術理解、應用情境與價格形成因素，不提供活性單位數值、製造規格或實驗方法定義。

粉末凝乳酶是什麼：起司製程中的核心乳凝劑

粉末凝乳酶 (powder rennet for cheese) 是以乾燥粉末形式供應的乳凝酵素製劑，主要應用於起司製造中的凝乳步驟。傳統凝乳酶常與小牛胃來源的 chymosin 相關；現代起司產業也使用微生物來源、發酵生產來源，以及植物來源乳凝蛋白酶。這些不同來源的共同功能，是使乳中的酪蛋白系統由穩定分散狀態轉為三維凝膠網絡，讓乳清能在切割與攪拌後被排出，形成後續可加工的凝乳塊 [1]。

從應用角度看，粉末凝乳酶不是單純「讓牛奶變固體」的添加物，而是影響起司產率、質地、含水率、熟成速度與風味發展的製程控制點。牛乳的主要蛋白質以酪蛋白為主，並以酪蛋白膠束存在；乳中的脂肪、蛋白質、礦物質與乳糖比例，也會共同影響凝乳結構與最終起司的口感。牛乳組成的變動會反映在凝乳硬度、切割時機與乳清排出效率上，因此同一種凝乳酶在不同乳源中可能呈現不同表現 [2]。

粉末型態的商業意義在於儲運、計量與生產排程較容易管理。對小型起司坊、餐飲中央廚房、乳製加工廠或食品研發單位而言，1 kg 包裝比液態產品更適合長週期備料與跨地區運送；對連續或半連續生產線而言，粉末也便於依內部配方系統分批加入。此處所謂「供應價格」不宜只理解為單公斤購買價，還應包含儲存條件、批次穩定性、損耗、產品相容性與成品良率等總成本因素 [3]。

凝乳機制：κ-酪蛋白切割、膠束失穩與凝膠形成

乳凝酶的核心作用對象是酪蛋白膠束表面的 κ-酪蛋白。κ-酪蛋白位於膠束外層，具有維持膠束分散穩定的功能；當 chymosin 或類似乳凝蛋白酶切割 κ-酪蛋白後，膠束外層的親水保護作用降低，膠束之間較容易因鈣橋、疏水作用與蛋白質間交互作用而聚集。這個過程通常可分為酵素水解階段與凝膠聚集階段，兩者共同決定凝乳時間與凝乳強度 [4]。

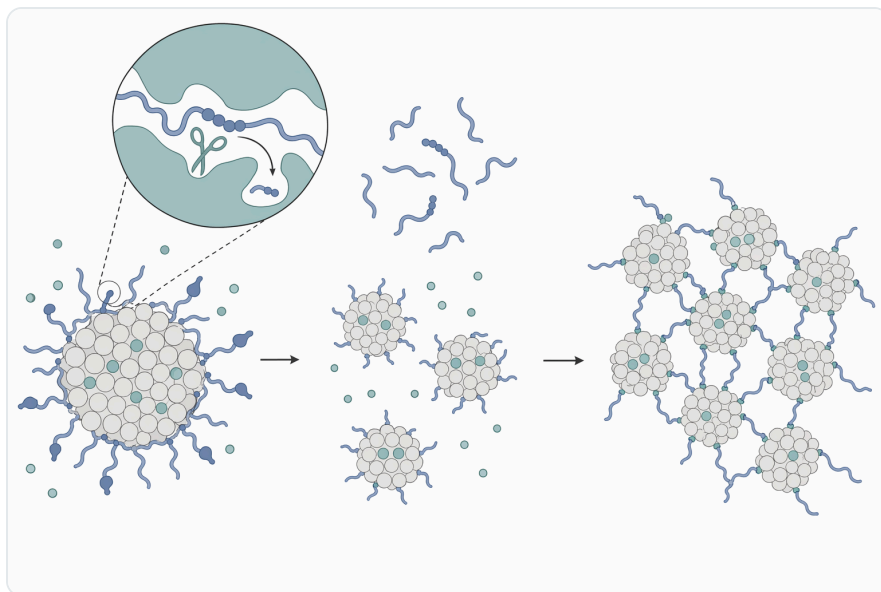


Figure 1. 凝乳酶會透過酵素作用使酪蛋白微胞失去穩定性，促使其聚集成凝膠網絡，從而啟動起司凝乳的形成。

在第一階段，酵素切割 κ-酪蛋白，使膠束表面的穩定層被削弱；在第二階段，失去穩定保護的膠束開始彼此靠近並形成網絡。這個網絡會包埋脂肪球、水分與部分乳清蛋白，最終形成可切割的凝乳。若凝膠過弱，切割時容易產生細碎凝乳粒，增加乳清中的脂肪與蛋白損失；若凝膠過硬或切割過晚，則可能影響水分排出與起司質地均一性 [1]。

凝乳酶的選擇會影響後續熟成。高凝乳專一性的酵素通常較有利於控制初期凝膠形成，並降低非目標蛋白水解；而某些植物或微生物來源凝乳劑雖能有效凝乳，但可能伴隨較高的廣泛蛋白水解，對短熟起司可能帶來特殊風味，對長熟硬質起司則可能增加苦味或質地劣化風險。研究植物來源凝乳劑時，常同時評估其凝乳能力與蛋白水解傾向，原因正是兩者對成品品質的影響方向不完全相同 [5]。

粉末凝乳酶來源差異與應用定位

不同來源的凝乳酶可服務不同產品定位。動物來源凝乳酶長期用於傳統硬質與半硬質起司；微生物或發酵來源凝乳劑常用於供應穩定性、成本與特定飲食標示需求；植物來源凝乳劑則在部分地中海與地方特色起司中具有傳統與風味價值。近年關於永續、安全與替代來源的討論增加，使不同 rennet types 在起司產業中的角色更受重視 [6]。

植物來源凝乳劑並非單一類型。以薊花來源 aspartic proteases 為例，相關研究指出其在傳統起司中可形成具特色的質地與風味，但其蛋白水解能力也可能比典型 chymosin 更廣泛，因此適合的產品類型、熟成期與乳源條件需要搭配考量 [7]。這也是為什麼「粉末凝乳酶價格」不能只看原料來源名稱，而要連同成品風味穩定性與製程容忍度一起評估。

某些植物凝乳劑研究也顯示，非動物來源蛋白酶可以在新鮮起司或特色起司中發揮應用潛力。例如 *Withania coagulans* 的乳凝特性曾以蛋白質體與生化角度研究，顯示植物凝乳系統可透過不同蛋白切割模式形成凝乳；但這類來源的實際商業應用仍需與目標起司風格匹配 [8]。另一類研究則聚焦於水果或植物蛋白酶在新鮮起司中的 caseinolytic mechanism，說明植物酵素可能同時帶來凝乳與質地修飾效果 [9]。

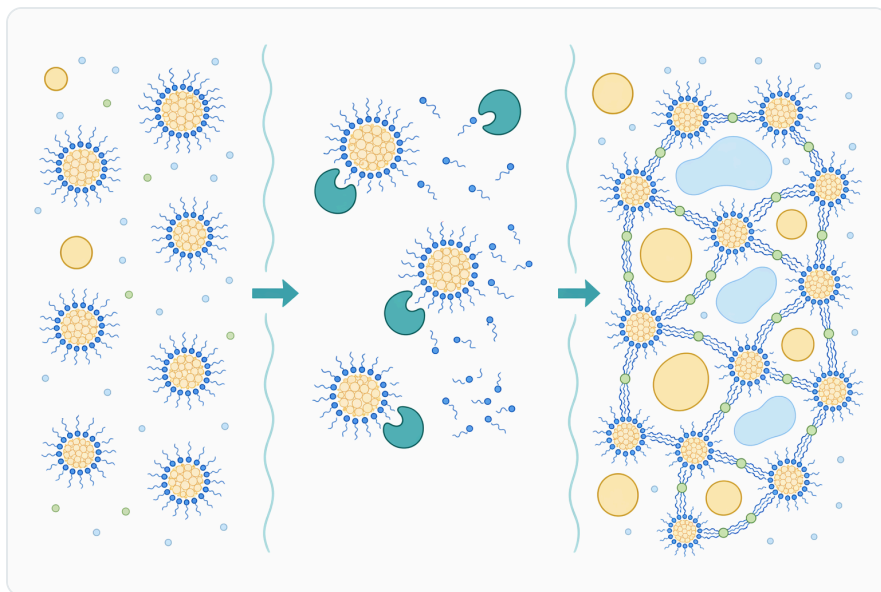


Figure 2. 微胞表面經酵素切割後，接著會發生由鈣介導的聚集作用並形成凝膠。

微生物來源乳凝蛋白酶則常被視為供應彈性較高的選項。以嗜熱真菌 *Thermomucor indiciae-seudaticae* N31 產生的 milk-clotting protease 為例，研究討論其在 submerged fermentation 中的生產與特性，反映微生物蛋白酶在替代凝乳劑開發上的重要性 [10]。不過，在實際起司應用中，凝乳能力與非特異性蛋白水解仍須平衡，否則可能使熟成期間的苦味肽、軟化速度或切片性偏離預期。

凝乳酶來源類型	主要技術特徵	常見應用方向	需要注意的品質影響
動物來源凝乳酶	傳統上與 chymosin 相關，對 κ -酪蛋白凝乳作用具代表性	硬質、半硬質、長熟成起司	來源標示、飲食規範與市場接受度
發酵或微生物來源凝乳劑	供應穩定性與替代來源彈性較高	工業化起司、素食友善定位產品	需控制非目標蛋白水解與風味穩定

凝乳酶來源類型	主要技術特徵	常見應用方向	需要注意的品質影響
植物來源凝乳劑	可形成特色風味，部分具傳統起司背景	羊乳、山羊乳、地方特色或短熟起司	蛋白水解較廣時可能影響苦味、質地與產率
工程化或特定蛋白酶設計來源	目標在於改善特定乳源或製程相容性	羊乳、山羊乳或特定產品開發	實際效果取決於乳源、pH、熟成與配方系統

乳源與前處理如何影響粉末凝乳酶表現

凝乳酶表現並非只由酵素本身決定。乳源的蛋白質濃度、酪蛋白比例、鈣平衡、脂肪球狀態、微生物品質與熱處理歷史，都會影響凝乳時間與凝乳結構。以乳蛋白濃縮物為例，研究顯示熱處理會影響其酵素凝乳性質，這與乳清蛋白變性、酪蛋白膠束表面變化及礦物質平衡改變有關 [11]。

巴氏殺菌、較高溫熱處理或濃縮處理可能降低乳的凝乳反應性，原因包括乳清蛋白與 κ -酪蛋白交互作用增加、膠束表面可被酵素接近的部位改變，以及膠束間聚集所需的鈣離子平衡受到影響。這不代表熱處理乳不能製作起司，而是表示同一款 powder rennet 在不同前處理乳中，可能需要不同的製程設定才能達到相同的凝乳切割狀態 [11]。

高壓處理也會改變乳的凝乳行為。研究指出，受高壓處理的乳在 rennet coagulation 上會出現結構與凝膠形成差異，原因可能與酪蛋白膠束、乳清蛋白與礦物質平衡的改變有關 [12]。高壓技術在起司生產中的應用也被討論為可能改善凝乳、熟成或微生物控制的工具，但其效果取決於壓力條件、乳源組成與後續製程設計 [13]。

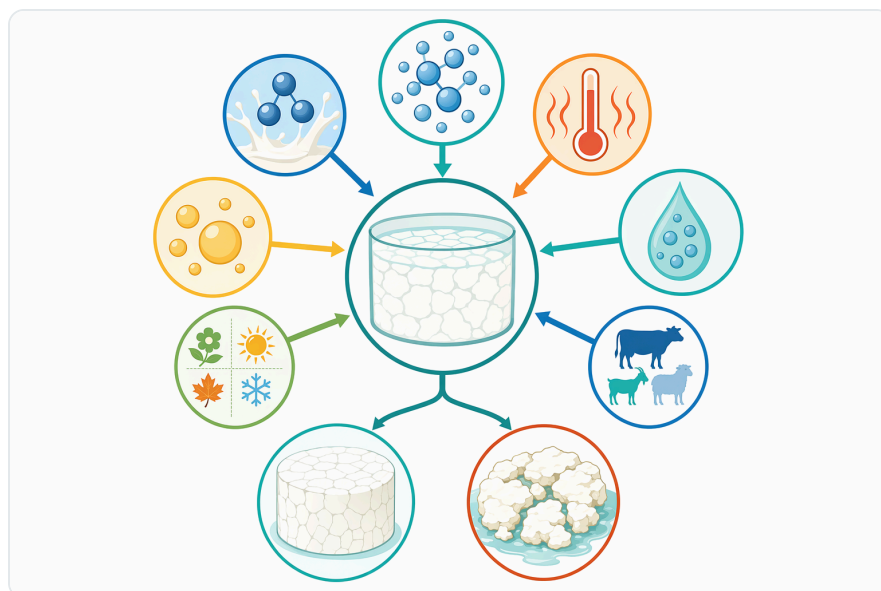


Figure 3. 凝乳酶的表現取決於乳基質以及酵素本身。

冷鏈中斷則是另一個常被低估的因素。巴氏殺菌乳若在儲運過程中出現溫度控制不穩，可能導致物理穩定性、內源酵素活性與微生物品質改變，進而影響起司製程中的凝乳表現與成品質地 [14]。因此，粉末凝乳酶本身的穩定供應只能解決一部分問題；若乳源品質波動明顯，凝乳時間與凝乳強度仍會出現變異。

牛乳、羊乳與山羊乳起司中的應用差異

牛乳起司是粉末凝乳酶最典型的應用場景。牛乳酪蛋白膠束、脂肪球與礦物質系統在工業製程中已有成熟控制經驗，適合生產切達、哥達、莫札瑞拉、半硬質起司與多種新鮮乳酪。當目標是切片性、熔融性、延展性或長期熟成穩定性時，凝乳酶來源與蛋白水解模式會直接影響產品設計 [3]。

羊乳與山羊乳的凝乳行為與牛乳不同，原因包括酪蛋白組成、脂肪球大小、礦物質比例與風味前驅物不同。山羊乳起司相關系統性回顧指出，近年生產技術與創新方向涵蓋乳源處理、凝乳方式、菌種搭配與產品多樣化，顯示山羊乳起司不只是牛乳製程的直接替代，而需要依乳源特性調整 [15]。粉末凝乳酶在這類乳源中可提供製程便利，但產品風味與凝乳結構仍取決於配方系統。

針對羊乳與山羊乳製造的凝乳酶工程化研究，也反映了不同乳源對酵素專一性與凝乳效率的需求。例如 cardosin B-derived rennet 的工程化研究，目標即與羊乳、山羊乳起司製造相關，說明特定乳源可能受益於更符合其酪蛋白結構的凝乳酵素設計 [16]。這類研究對商業使用者的啟示是：若產品線涵蓋多乳源起司，粉末凝乳酶的來源與蛋白水解特性應與每一類乳源的終端產品定位相互配合。

粉末凝乳酶與起司品質：凝乳時間、凝乳強度與熟成風味

凝乳時間是起司製程最直觀的指標之一，但它不是唯一指標。太快凝乳可能使攪拌與分散不均，造成凝乳粒大小不一致；太慢凝乳則可能延長製程時間，影響乳酸化進程與排乳清節奏。數學模型研究曾將 κ -酪蛋白水解後的凝乳形成動力學拆解為可估算參數，說明凝乳不是瞬間反應，而是酵素水解、粒子聚集與網絡增強的連續過程 [4]。

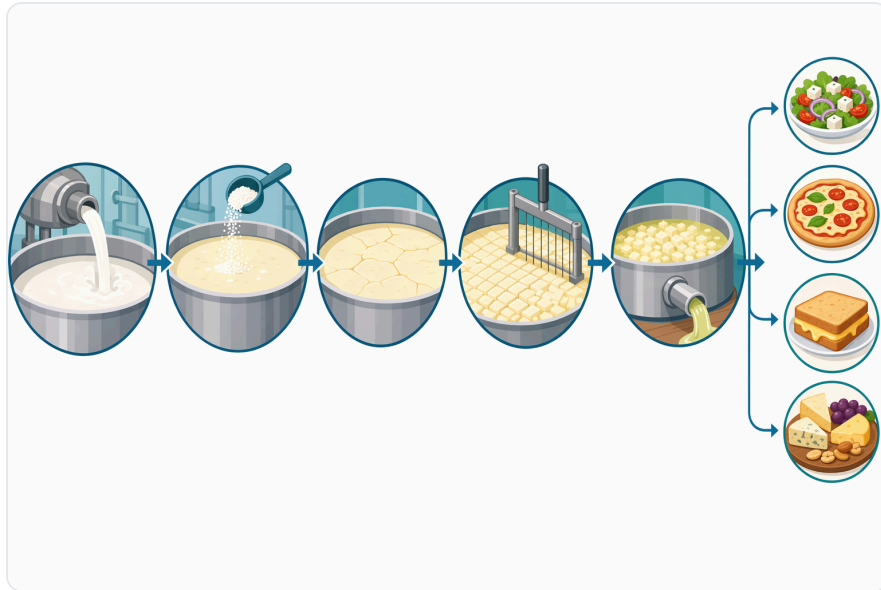


Figure 4. 當凝乳酶凝膠達到可切割的強度後，切割凝乳與脫水收縮作用會形成分離的凝乳顆粒，並排出乳清。

凝乳強度決定切割時凝乳能否維持合適粒徑。凝乳過弱時，切割容易產生 fines，使脂肪與蛋白質流失至乳清中；凝乳過強時，內外排水不均可能造成水分梯度，影響熟成與口感。感染乳房分泌乳與正常乳在 rennet-induced coagulation 中的 casein 與結構變化研究，顯示乳品質與酪蛋白狀態會明顯影響凝乳結構，這對工廠收乳品質管理具有實務意義 [17]。

熟成風味則與凝乳酶殘留活性、菌種酵素、乳本身酵素與環境條件交互作用有關。適度蛋白水解可釋放肽與胺基酸，推動風味生成；過度或不平衡的蛋白水解則可能產生苦味、粉感或軟化過快。植物來源 aspartic proteases 在傳統起司中的價值，往往正來自其特殊蛋白水解輪廓；但若移植到不適合的起司類型，這種特色也可能變成品質風險 [7]。

供應價格如何理解：不只看單價，也看製程適配成本

「Suppliers price powder rennet for cheese」這類搜尋通常代表買方希望比較粉末凝乳酶供應價格。不過，在 B2B 乳製加工中，凝乳酶的有效成本通常不只等於購買價格，而是與每批乳的凝乳一致性、乳清損失、成品水分、熟成損耗、報廢率與標示需求共同相關。若單價較低但造成凝乳不穩或風味偏差，實際成本可能高於表面價格 [6]。

粉末凝乳酶價格常受來源、供應鏈、純化與標準化程度、包裝形式、文件完整性與市場需求影響。動物來源、植物來源與微生物來源的成本結構不同；某些替代來源可能因永續、素食友善或宗教市場需求而具有不同商業定位。近年關於不同 rennet types 對永續與安全的影響已有討論，顯示價格比較必須納入市場標示與終端消費者接受度 [6]。

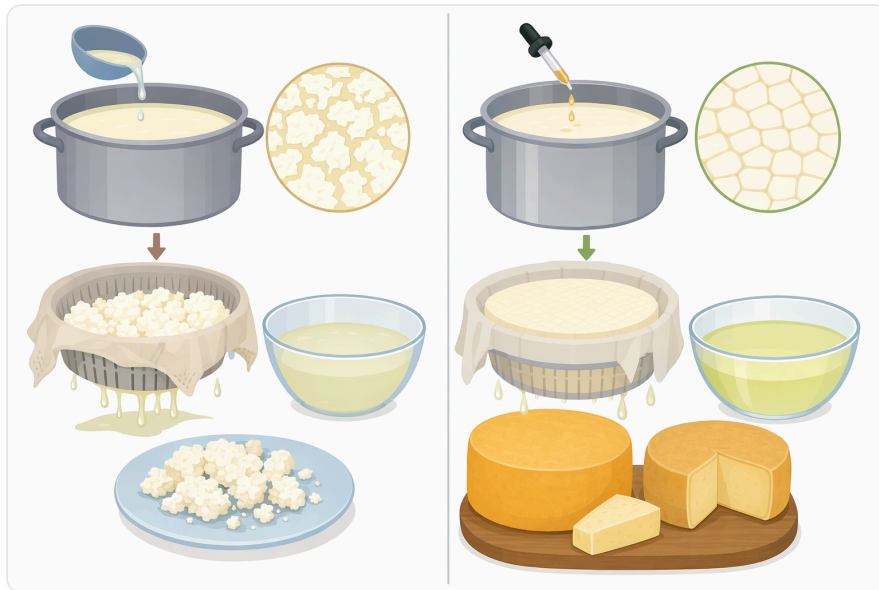


Figure 5. 動物性、微生物性、植物來源及新型凝乳酶都能使乳凝結，但在專一性、蛋白水解作用、質地影響與熟成行為上可能有所不同。

對 Enzymes.bio 的使用者而言，重點是粉末凝乳酶以 1 kg 單位在線上直接購買，CoA 與 SDS 隨訂單提供。這種模式適合已有內部配方、製程條件與品質管理流程的企業或專業使用者；文件可支援入庫、危害溝通與一般品質確認，但不代表 Enzymes.bio 扮演製造商或實驗室角色。本文也不提供活性單位、檢驗定義或批次規格，以避免將供應商資訊誤寫成製造端聲明。

製程整合重點：從加酶到切割的關鍵變因

在起司製程中，粉末凝乳酶通常會在乳達到設定溫度、酸度與配方條件後加入，並需均勻分散。加入後的攪拌時間不宜無限制延長，因為凝乳酶開始作用後，過度機械擾動可能干擾初期膠束聚集。接著製程會進入靜置凝乳階段，直到凝膠達到適合切割的狀態；切割大小、升溫曲線與攪拌強度則會進一步決定水分排出與質地 [4]。

pH 是影響凝乳的重要變因。隨乳酸菌產酸，pH 下降會改變酪蛋白膠束電荷與鈣平衡，使凝乳反應與凝膠收縮行為改變。溫度則同時影響酵素催化速率與蛋白質聚集速率；在不適合的溫度下，即使酵素仍有作用，凝膠結構也可能不符合目標起司需求。這些變因說明凝乳酶不是獨立運作，而是與菌種、乳源與熱處理共同構成製程系統 [1]。

鈣平衡也很關鍵。酪蛋白膠束聚集與凝膠網絡形成依賴膠體鈣磷酸鹽與可利用鈣離子的狀態；熱處理、冷藏與濃縮都可能改變鈣在可溶相與膠束相之間的分佈。當乳源經過高熱或長時間冷藏，凝乳反應可能變慢或凝膠較弱，這與乳蛋白和礦物質系統的變化有關 [11]。

典型應用產品：硬質、半硬質、新鮮與加熱食用起司

硬質與半硬質起司通常需要可預測的凝乳、穩定的排乳清與受控的熟成蛋白水解。此類產品若使用蛋白水解過強的凝乳劑，可能在熟成後期出現苦味或質地過度軟化；若凝乳過弱，則可能造成成品率下降。永續與創新起司技術的綜述指出，現代起司生產同時追求效率、安全、品質與資源利用，因此凝乳劑選擇必須與整體製程創新連動 [3]。

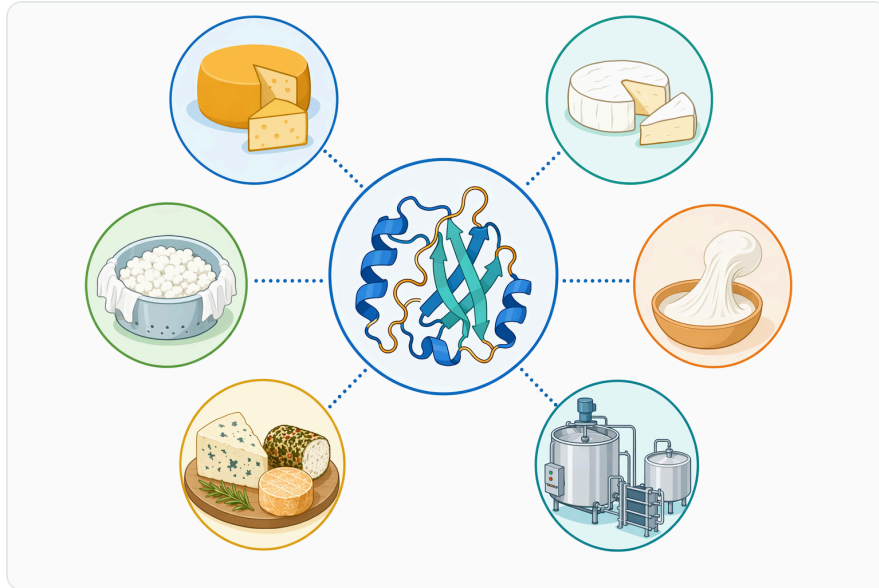


Figure 6. 凝乳酶凝固的凝乳能以不同方式支撐硬質、半硬質、軟質、新鮮、鹽水浸漬、非牛乳及改良脂肪起司系統。

新鮮起司與 cottage cheese 類產品通常熟成時間較短，凝乳質地、含水率與口感清爽度更受重視。cottage cheese 生產技術研究指出，不同製程會影響其營養價值、感官指標與功能技術特性，顯示凝乳與後續加工條件會共同塑造成品 [18]。在這類產品中，粉末凝乳酶可支援穩定凝乳，但酸凝、酵素凝與熱處理的比例會依產品設計而異。

加熱食用起司、煎烤起司或具熔融需求的產品，則更重視蛋白網絡在加熱時的伸展、保水與脂肪釋放行為。全球 fried cheese 傳統與加工研究指出，不同地區的加熱食用起司在加工、質地與烹調表現上有多樣差異 [19]。對這類產品而言，凝乳酶影響初始蛋白網絡，而鹽分、酸度、水分與後續熱處理則決定最終烹調性能。

永續、安全與標示考量

起司產業正面臨原料成本、動物福利、素食市場、宗教標示與供應鏈穩定等多重壓力。不同 rennet types 對永續與安全的影響受到關注，因為凝乳劑來源可能影響終端產品標示、消費者接受度與市場准入 [6]。粉末凝乳酶若能支援較長儲存、較低運輸負擔與穩定用量管理，也可能在供應鏈效率上具有實務價值。

安全性方面，凝乳酶本身只是起司安全系統的一環。乳源衛生、巴氏殺菌或等效控制、冷鏈穩定、發酵菌種、鹽分、水活性、熟成環境與包裝條件，都會共同決定成品安全。冷鏈中斷研究提醒，巴氏殺菌乳在物理、酵素與微生物層面都可能因溫度波動而改變，因此穩定的酵素供應不能取代乳品全流程管理 [14]。

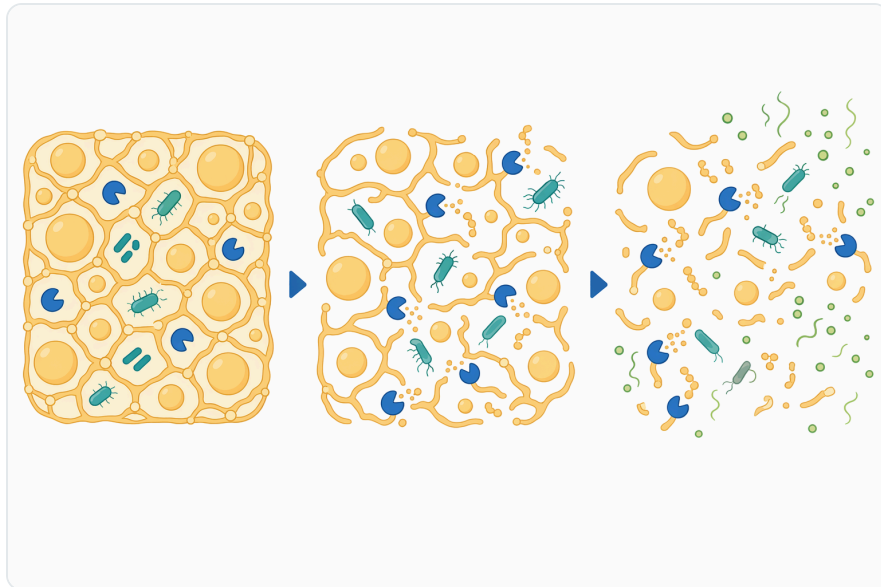


Figure 7. 殘留的凝乳酶活性、菌種及其他酵素可在熟成期間持續改變由凝乳酶形成的基質。

標示則取決於市場法規與產品定位。動物來源凝乳酶、微生物來源凝乳酶、植物來源凝乳酶或發酵來源凝乳酶，在不同國家與通路中可能涉及不同標示語言。對出口或品牌產品而言，凝乳劑來源會影響素食友善、宗教市場與清真或猶太飲食相關規範的溝通方式；這些因素也會回到「供應價格」與產品定位的整體評估 [6]。

使用粉末凝乳酶時常見的品質偏差與成因

若凝乳時間明顯延長，常見原因包括乳源熱處理較強、冷藏時間較長、pH 未達目標、鈣平衡不足、乳蛋白濃度偏低或酵素分散不均。乳蛋白濃縮物熱處理對酵素凝乳性質的影響研究，提供了理解此問題的基礎：蛋白質在熱處理後的結構變化會改變凝乳反應，不是單純增加凝乳酶即可完全修正 [11]。

若凝乳脆弱、切割後細粉多，可能與凝膠網絡形成不足、切割時機過早或機械剪切過強有關。凝乳動力學模型顯示， κ -酪蛋白水解達到一定程度後，膠束聚集與網絡強化仍需要時間；若只看表面凝固而忽略凝膠強度，後續乳清排出與成品率都可能受到影響 [4]。

若熟成後出現苦味或質地軟化過快，則需從凝乳酶來源、蛋白水解輪廓、菌種蛋白酶、鹽分與熟成條件共同分析。植物 aspartic proteases 與其他植物凝乳劑研究都指出，凝乳能力與蛋白水解能力必須分開理解；能夠凝乳不代表必然適合所有長熟成產品 [7]。

Enzymes.bio 粉末凝乳酶的供應定位

Enzymes.bio 供應粉末凝乳酶，主要面向需要線上購買 1 kg 包裝酵素原料的企業與專業使用者。這種供應形式適合已具備起司製程基礎、內部配方管理與品質文件流程的使用情境。CoA 與 SDS 會隨訂單提供，可協助使用者完成收貨文件、物料識別與安全資料管理；但 Enzymes.bio 並非製造商，也不是實驗室，因此不在本文中提供製造端活性定義、分析方法或批次規格聲明。

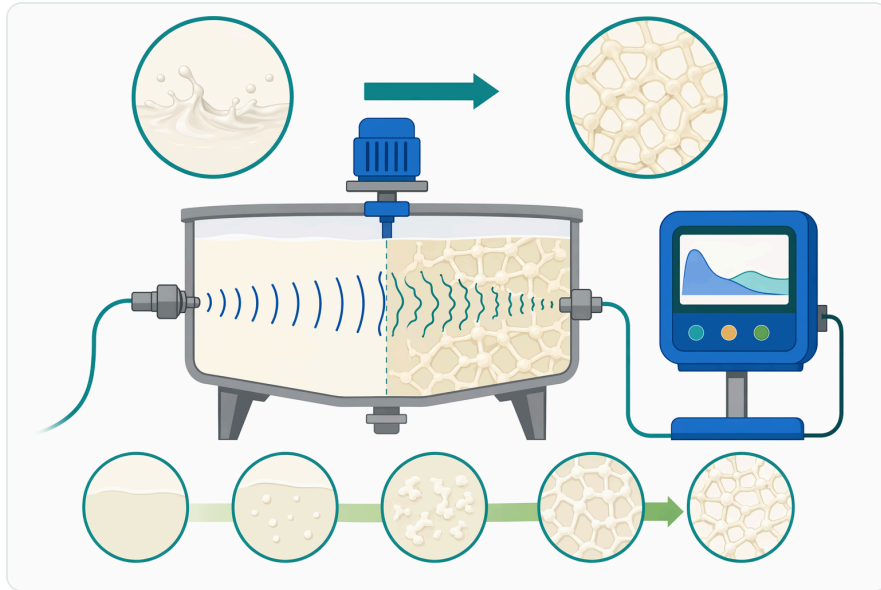


Figure 8. 超音波與聲學方法可追蹤牛乳由液態分散體轉變為凝乳酶凝膠時的結構變化。

對乳製加工使用者而言，粉末凝乳酶的真正價值在於把乳源、菌種、pH、溫度、切割與熟成串成穩定流程。當凝乳酶來源與產品類型匹配時，可協助提升凝乳一致性、降低不必要的乳清損失，並讓成品在質地與風味上更可預測。相反地，若只以最低單價選擇，而忽略蛋白水解特性與乳源條件，可能在後段熟成或成品率上付出更高成本 [3]。

結論：粉末凝乳酶是起司品質與成本控制的關鍵原料

粉末凝乳酶用於起司製程時，核心機制是切割 κ -酪蛋白，使酪蛋白膠束失穩、聚集並形成凝乳網絡。其效果受到乳源組成、熱處理、pH、溫度、鈣平衡、酵素來源與後續加工條件共同影響，因此不能只以「是否凝固」判斷品質，而應放在整體起司製程中評估 [1]。

在供應價格面，粉末凝乳酶的比較應涵蓋來源、應用相容性、熟成風味、產品標示、儲運便利與成品穩定性。動物、微生物、發酵與植物來源凝乳劑各有定位；適合硬質起司的凝乳劑，不一定適合山羊乳特色起司或新鮮乳酪。Enzymes.bio 以供應商角色提供 1 kg 線上銷售的粉末凝乳酶，CoA 與 SDS 隨訂單提供，適合需要穩定採購與清楚文件管理的專業使用場景。

線上訂購 Suppliers Price Powder Rennet For Cheese

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 Suppliers Price Powder Rennet For Cheese →](#)

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. Ruettimann, K., & Ladisch, M. (1987). Casein micelles: structure, properties and enzymatic coagulation. *Enzyme and Microbial Technology*, 9, 578-589.
2. Nandan, D., & Kumar, D. P. (2022). An Overview on Properties and Constituents of Cow' s Milk. *International Journal of Innovative Research in Engineering & Management*.
3. Oštarić, F., Antunac, N., Cubric-Curik, V., Curik, I., Jurić, S., Kazazić, S., Kis, M., ... et al. (2022). Challenging Sustainable and Innovative Technologies in Cheese Production: A Review. *Processes*.
4. Carlson, A., Hill, C., & Olson, N. (1987). Kinetics of milk coagulation: III. Mathematical modeling of the kinetics of curd formation following enzymatic hydrolysis of κ-casein—parameter estimation. *Biotechnology and Bioengineering*, 29.
5. Menad, N., Moghtet, S., Dahou, A., Cheriguene, A., & Menad, K. (2025). Assessment of the Proteolytic Activity of a Coagulating Enzyme Extracted from Thistle Flowers. *Asian Journal of Dairy and Food Research*.
6. Buele, J., Villafuerte, M., Paucar, S., & Lara-Calle, A. (2024). Impact of different types of rennet on sustainability and safety in cheese production. *IOP Conference Series: Earth and Environment*, 1434.
7. Alavi, F., & Momen, S. (2020). Aspartic proteases from thistle flowers: Traditional coagulants used in the modern cheese industry. *International Dairy Journal*, 107, 104709.
8. Kazemipour, N., Inchebron, M. S., Valizadeh, J., & Sepehrimanesh, M. (2017). Clotting characteristics of milk by Withania coagulans: Proteomic and biochemical study. *International Journal of Food Properties*, 20, 1290 - 1301.
9. Zhang, T., Bao, X., Yang, S., Lu, C., Zhao, Q., Gu, Y., & Wang, S. (2025). Caseinolytic Mechanism of Serine Protease MCP746 from Tamarillo (Solanum betacea Cav.) and Potential Application in Fresh Cheese. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
10. Silva, B. L., Geraldés, F., Murari, C. S., Gomes, E., & Da-Silva, R. (2014). Production and Characterization of a Milk-clotting Protease Produced in Submerged Fermentation by the Thermophilic Fungus Thermomucor indicae-seudaticae N31. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 172, 1999-2011.

11. Martin, F., Lee, J., Azevedo-Scudeller, L., Paul, A., Delaplace, G., Burgain, J., Rousseau, F., ... et al. (2022). Heat treatment of milk protein concentrates affects enzymatic coagulation properties. *Food Research International*, 162 Pt A, 112030 .
12. López-Fandiño, R., Ramos, M., & Olano, A. (1997). Rennet Coagulation of Milk Subjected to High Pressures. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 3233-3237.
13. Trujillo, A., Capellas, M., Buffa, M., Royo, C., Gervilla, R., Felipe, X., Sendra, E., ... et al. (2000). Application of high pressure treatment for cheese production. *Food Research International*, 33, 311-316.
14. Li, H., You, H., Li, M., Zuo, J., Li, H., Chen, X., Zou, Y., ... et al. (2025). Impact of Cold-Chain Interruption on the Stability and Quality of Pasteurized Milk: Physical, Enzymatic, and Microbial Insights. *Journal of Food Science*, 90 12, e70731 .
15. Moises, R. M. M., Mello Salgueiro, C. C., Leitão, M. S. P., & Nunes, J. F. (2024). Exploring goat's milk cheese: A systematic review of production techniques and innovations (2013-2023). *Brazilian Journal of Food Technology*.
16. Almeida, C., Gomes, D., Faro, C., & Simões, I. (2014). Engineering a cardosin B-derived rennet for sheep and goat cheese manufacture. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 99, 269-281.
17. Bruckner, M., & Senge, B. (2007). Casein and structural changes during the rennet-induced coagulation of bulk raw milk and milk from infected udder quarters of cows. *Milchwissenschaft-milk Science International*, 62, 245-249.
18. Livinskiy, A., & Livinskaya, S. A. (2025). Effect of cottage cheese production technology on its biological and nutritional value, organoleptic indicators and functional and technological properties. *Tovaroved prodovolstvennykh tovarov (Commodity specialist of food products)*.
19. Maden, F., Özdemir, C., & Özdemir, S. (2026). Exploring the Global Tradition of Fried Cheese: Origins, Processing, and Culinary Significance. *Journal of food processing and preservation*.


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。