

# 食品級轉麩醯胺酸酶粉末 ( TG 酶 , CAS 80146-85-6 ) : 肉品、水產、乳品與植物蛋白的蛋白質交聯應用

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

食品級轉麩醯胺酸酶粉末 ( Transglutaminase enzyme powder , TG 酶 , CAS 80146-85-6 ) 是一種用於食品加工的蛋白質交聯酵素，主要協助肉品、水產、乳製品、麵食與植物蛋白產品改善黏著、凝膠、保水與切片穩定性。其技術核心是催化蛋白質中麩醯胺酸與離胺酸殘基形成穩定共價交聯，使分散蛋白建立更連續的網絡結構。Enzymes.bio 供應此類食品加工用 TG 酶粉末，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。

## 產品定位：食品加工用蛋白質結構調整酵素

食品級轉麩醯胺酸酶常被簡稱為 TG 酶、TG enzyme、transglutaminase 或轉谷氨醯胺酶；在中文食品加工場域，亦常見「轉麩醯胺酸酶」的稱呼。它不是調味料、防腐劑或直接食用的終端食品，而是用於加工過程中改變蛋白質物理結構的酵素製劑。對 B2B 食品開發而言，TG 酶的價值不在於增加風味，而在於提升蛋白質系統的凝聚力、彈性、保水性與加工穩定度。<sup>[1]</sup>

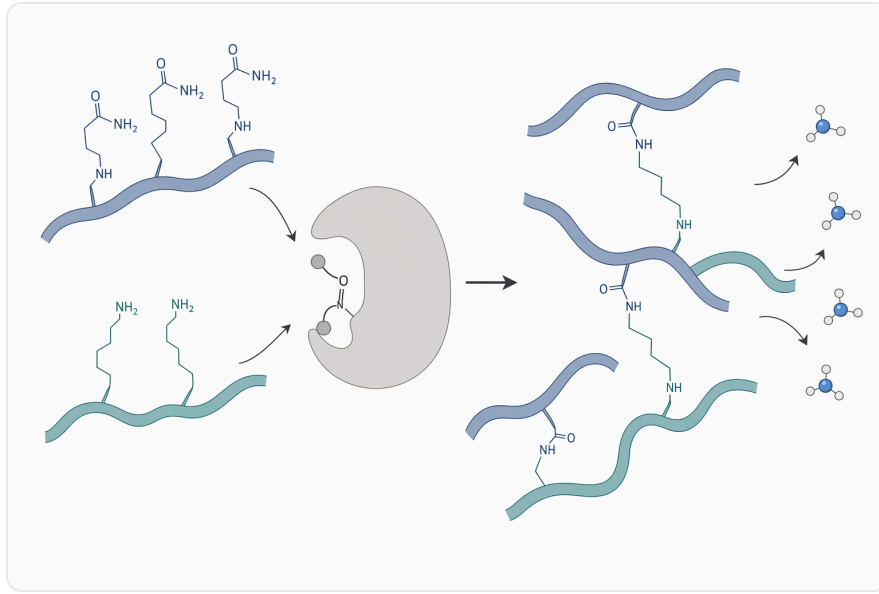
Enzymes.bio 是酵素供應商，不是製造商，也不是檢測實驗室；因此，本文將 TG 酶視為食品加工原料與配方工具來討論，而不把任何研究製程描述為特定商品的製造方式。Enzymes.bio 網站將 TG 類酵素歸於食品與工業蛋白結構應用相關產品，並以線上商品形式供應；購買後隨貨提供 CoA 與 SDS，便於食品工廠進行內部文件管理與安全作業確認。

從食品工程角度看，TG 酶特別適合用於「蛋白質存在，但結構不夠穩」的配方系統。例如碎肉或小塊肉需要成型，魚漿需要較穩定的彈性，優格需要降低乳清析出，植物蛋白需要更緊密的咬感，或麵食需要更好的耐煮性。這些問題的共同點，是產品品質受到蛋白質網絡強度、保水孔隙與加熱後收縮行為影響，而 TG 酶正是針對這些結構因素發揮作用。<sup>[2]</sup>

## 作用機制：TG 酶如何讓蛋白質「黏」得更穩定

轉麩醯胺酸酶的核心反應，是催化蛋白質分子中麩醯胺酸殘基的  $\gamma$ -羧醯胺基，與離胺酸殘基的  $\epsilon$ -胺基之間形成  $\epsilon$ -( $\gamma$ -glutamyl) lysine 異肽鍵。這種鍵結屬於共價交聯，比單純的氫鍵、疏水作用或靜電吸附更穩定，因此能讓原本分散的蛋白質片段形成較強的三維網絡。當交聯發生在不同蛋白分子之間

時，食品的凝膠強度、黏著性與切片完整性通常會受到明顯影響。<sup>[1]</sup>



**Figure 1.** 轉麩醯胺酶會在麩醯胺與離胺酸殘基之間形成共價的  $\epsilon$ -( $\gamma$ -麩醯基) 離胺酸交聯，從而強化食品蛋白質網絡。

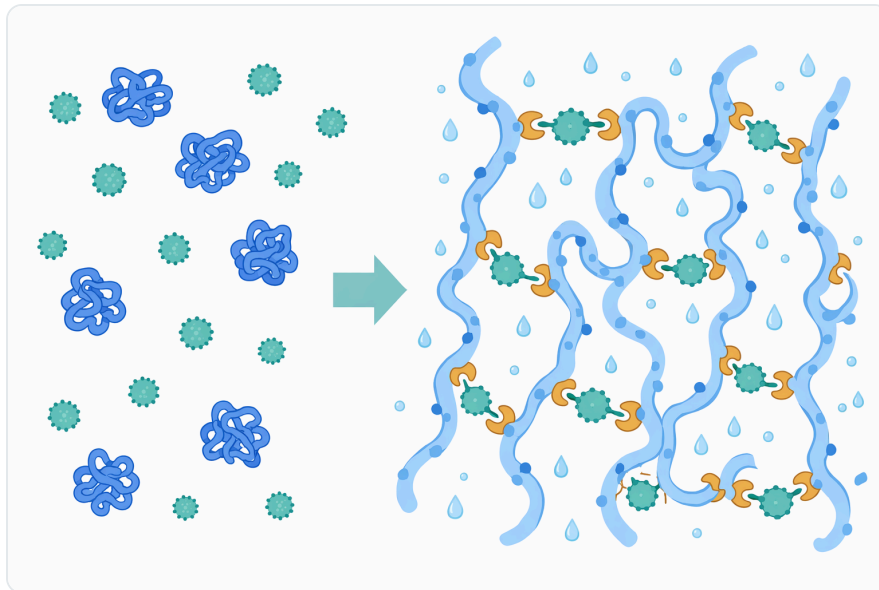
這個機制可用「蛋白質橋接」來理解：肉蛋白、乳蛋白、魚肉肌原纖維蛋白、麵筋蛋白或某些植物蛋白，若其反應位點能被酵素接近，就可能被連接成更大的蛋白質聚集體。這些聚集體再透過加熱、鹽溶、攪拌、乳化或冷卻等食品製程，形成可感知的口感差異，例如更緊密的肉塊黏合、更有彈性的魚漿凝膠，或較不易出水的乳品凝膠。<sup>[2]</sup>

不過，TG 酶不是對所有蛋白質都以相同效率反應。研究指出，特定含麩醯胺酸與離胺酸的序列片段可作為轉麩醯胺酸酶交聯基質，不同序列的基質活性與交聯表現存在差異；這代表蛋白質一級序列、構形展開程度與反應位點可接近性，都會影響最終交聯效果。對食品配方而言，這也解釋了為什麼同樣使用 TG 酶，在牛肉、雞肉、魚漿、酪蛋白、大豆蛋白或小麥麵筋中的結果可能不同。<sup>[3]</sup>

食品系統中的水分、鹽分、pH、溫度、蛋白質濃度、混合效率與靜置時間，也會改變 TG 酶能否接觸到足夠的反應位點。若粉末分散不均，產品內部可能出現局部過度交聯或反應不足，導致口感不一致、切面鬆散或局部硬塊。因此，TG 酶在實務上應被視為「配方—製程共同控制」的工具，而不是單靠添加即可固定產生同一結果的單一原料。<sup>[1]</sup>

## 微生物 TG 酶的技術背景：可發酵取得，但不等於特定商品製程

食品加工常見的 TG 酶多與微生物來源有關，尤其是 *Streptomyces* 類轉麩醯胺酸酶在食品應用文獻與產業資料中相當常見。微生物 TG 酶相較於動物來源 TG 酶，在食品工業上受到重視的原因之一，是可透過發酵與下游製程取得，且不需要依賴動物組織萃取。這是 TG 酶能被廣泛導入食品加工的重要技術背景，但不能直接推論為任何供應商商品的實際製造流程。<sup>[4]</sup>



**Figure 2.** 水合、溶解與部分展開會使蛋白質位點更容易被轉麩醯胺酶接觸，進而催化交聯反應。

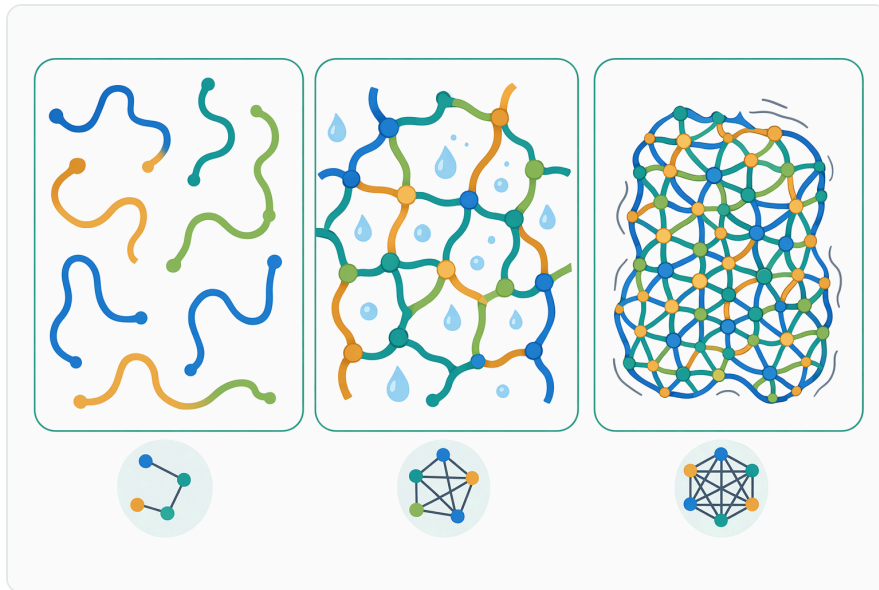
已有研究利用 *Corynebacterium glutamicum* 表現並分泌重組 *Streptomyces* 轉麩醯胺酸酶，並探討前肽設計對分泌與產量的影響。這類研究說明，微生物 TG 酶的生物製程不只是「菌種會產酵素」而已，還涉及前肽、折疊、成熟化與胞外分泌等工程化問題。對食品加工使用者而言，這些研究有助於理解商業 TG 酶背後的生物技術基礎，但不應被誤讀為特定產品的規格或製程揭露。<sup>[4]</sup>

另一項研究也指出，來自 *Streptomyces netropsis* 的前肽可影響 TGase 的溶解性與分泌，並可作為分子伴侶促進成熟酵素的分泌表現。這說明 TG 酶的活性與可用性不只取決於成熟酵素序列，也與前體蛋白處理、折疊環境與宿主系統有關。這些資料支持「微生物 TG 酶是成熟的生物加工酵素類別」，但仍不能取代每批商業產品隨貨文件中的品質資訊。<sup>[5]</sup>

## 主要應用一：肉品與重組肉的黏著、切片與保水

在肉品加工中，TG 酶最具代表性的應用是重組肉、組合肉、調理肉、香腸、火腿、肉卷、肉丸與火鍋料。碎肉、小肉塊或不同部位肉料在機械混合、滾揉與成型後，若缺乏足夠蛋白黏著，切片與烹調時容易散開；TG 酶可促進肌原纖維蛋白之間形成交聯，使肉料之間建立更穩定的連續結構。<sup>[1]</sup>

肉品保水性也與蛋白質網絡有密切關係。當蛋白交聯形成較完整的凝膠或網狀結構時，水分較容易被困在蛋白網絡內部，烹煮過程中的汁液流失可望降低，成品也較可能維持多汁與彈性。然而，TG 酶不會補救不新鮮原料、過度解凍、蛋白變性嚴重或鹽溶蛋白萃取不足等問題；它更適合在原料狀態與製程控制已有基礎時，進一步改善結構穩定性。<sup>[2]</sup>



**Figure 3.** 當交聯密度達到適當的中間範圍時，質地會改善；交聯不足或過度則可能使產品偏弱或過於結實。

在低鹽或減磷酸鹽肉品中，TG 酶有時被納入質地調整策略，但不能簡化為「可完全取代磷酸鹽或膠體」。磷酸鹽、鹽、蛋白萃取、脂肪乳化與熱處理各自影響肉品保水與口感，TG 酶主要貢獻是蛋白交聯。若配方同時調降鹽分、磷酸鹽或其他結構原料，必須重新平衡攪拌強度、靜置條件與加熱曲線，否則可能出現口感偏硬、彈性不足或保水不穩的結果。<sup>[1]</sup>

## 主要應用二：水產、魚漿與成型海鮮產品

水產蛋白通常比畜禽肉更敏感，魚種、鮮度、冷凍歷史、鹽溶條件與研磨方式都會影響魚漿凝膠。TG 酶可用於魚漿、魚丸、仿蟹肉、魚片黏合與份量控制型海鮮產品，協助提升凝膠彈性、黏著與切面完整性。其功能邏輯與肉品相似，都是利用蛋白交聯建立更穩定的網絡，但水產產品對原料變異與溫度管理通常更敏感。

在魚漿產品中，肌原纖維蛋白的溶出與排列是凝膠品質的基礎；TG 酶可在適當混合與靜置條件下促進蛋白之間的共價交聯，進而提高成型穩定度。若魚肉蛋白已因反覆凍融或不當加熱而變性，酵素可接近的反應位點與凝膠形成能力都可能下降，因此 TG 酶應被視為強化蛋白網絡的工具，而非修復劣化原料的萬能方案。<sup>[2]</sup>

水產應用還需注意口感目標。部分產品追求 Q 彈、脆彈或均質凝膠；另一些產品則希望保留天然魚片纖維感。TG 酶交聯過強時，可能使口感偏硬或咬斷性不自然；交聯不足時，則無法達到成型與切片需求。因此，水產配方通常需要在鹽分、攪拌、溫度、靜置與加熱之間找到平衡，使酵素反應與原有蛋白凝膠化同步發生。<sup>[1]</sup>

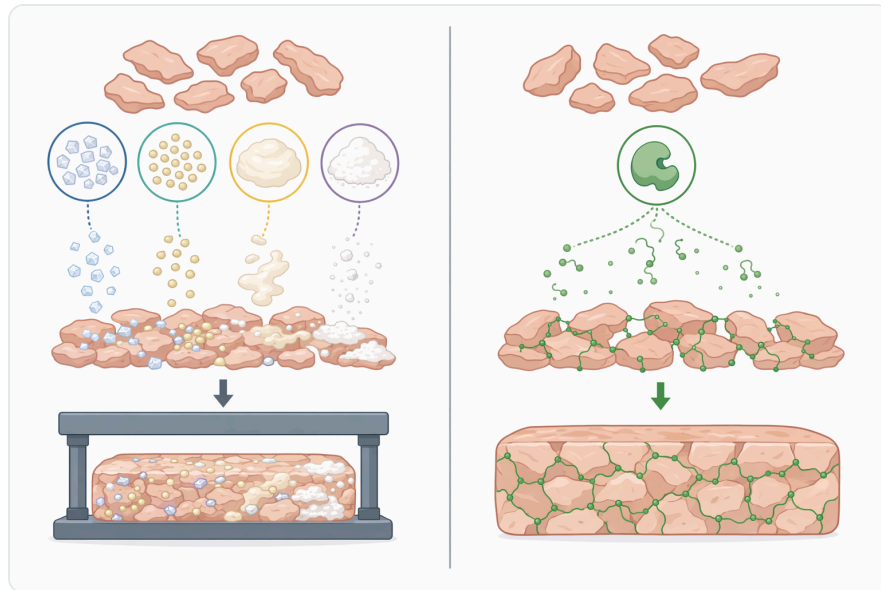


Figure 4. 轉麩醯胺酶不同於加熱、親水膠體、澱粉與蛋白酶，因為它是透過共價連接食品本身的蛋白質來建立結構。

### 主要應用三：乳製品的凝膠穩定與乳清控制

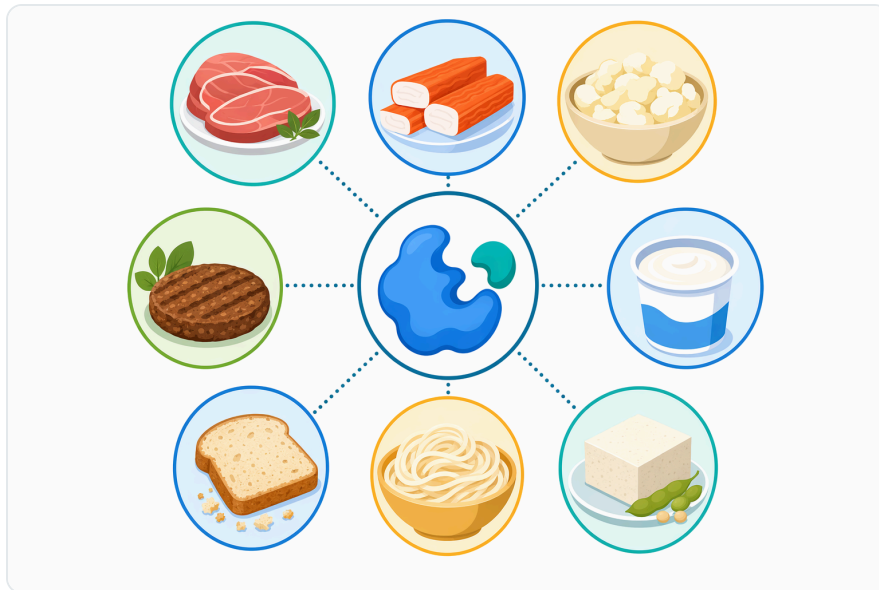
在乳製品中，TG 酶常用於優格、發酵乳、起司與高蛋白乳品配方。乳蛋白主要包括酪蛋白與乳清蛋白，這些蛋白在酸凝、酵素凝乳或熱處理過程中形成不同型態的凝膠網絡。TG 酶可促進乳蛋白交聯，使凝膠結構更細緻或更穩定，進而改善稠度、口感與乳清析出問題。<sup>[1]</sup>

優格與發酵乳的常見品質問題是組織鬆散、攪拌後稀化或儲存期間乳清析出。若乳蛋白網絡不夠完整，水相會逐漸自凝膠中分離；TG 酶透過強化蛋白交聯，可協助提高凝膠持水能力。這對低脂、高蛋白或減少穩定劑的乳品配方具有技術意義，但效果仍取決於蛋白濃度、熱處理程度、發酵酸化曲線與後攪拌條件。<sup>[2]</sup>

在起司與凝乳類產品中，TG 酶可能影響凝乳強度、硬度與蛋白保留。若乳清蛋白能更有效地納入凝膠網絡，產品結構與收率表現可能改善；但同時也可能改變排乳清速度、切割特性與熟成口感。因此，乳品應用不是單純追求「越強越好」，而是要讓交聯程度符合目標產品的凝膠細緻度、口融感與加工節奏。<sup>[1]</sup>

### 主要應用四：植物蛋白與素食產品的咬感建構

植物蛋白食品常見的開發難題，是蛋白顆粒感、粉感、保水不穩、咬感不足或加熱後結構崩散。大豆蛋白、豌豆蛋白、小麥蛋白與其他植物蛋白各有不同的胺基酸組成與加工歷史，經過分離、濃縮、擠壓或水化後，其可被 TG 酶接近的反應位點差異很大。因此，TG 酶在植物蛋白中的主要價值，是協助建立較緊密、有彈性且較不易散開的蛋白網絡。<sup>[2]</sup>



**Figure 5.** 主要食品應用包括肉品重組、魚漿凝膠強化、乳製品凝膠控制、植物蛋白凝聚、小麥麵糰調整、乳化體以及可食性薄膜。

在素肉、植物基絞肉、豆製品、百頁豆腐或高蛋白植物食品中，TG 酶可與加熱凝膠、擠壓組織化、膠體系統或澱粉結構共同作用。當配方中存在足夠可交聯蛋白時，TG 酶可能改善成型穩定、切片性與咀嚼阻力；但若配方主要依賴澱粉、油脂或非蛋白膠體提供結構，TG 酶的效果就會受到限制。<sup>[1]</sup>

植物蛋白應用尤其需要避免過度概括。不同植物蛋白的溶解性、變性程度與顆粒大小差異很大，甚至同一蛋白來源在不同供應批次或不同熱處理條件下，反應性也可能不同。對產品開發者而言，TG 酶應與水化時間、剪切條件、油脂乳化、鹽分與熱處理一起評估，才能判斷它對口感、保水與成型的實際貢獻。<sup>[3]</sup>

## 主要應用五：麵食與麵筋系統的彈性與耐煮性

在麵條、水餃皮、冷凍麵、熟麵與其他小麥麵筋系統中，TG 酶可作用於麵筋蛋白，協助建立更穩定的蛋白網絡。麵筋結構會影響麵糰延展性、彈性、耐煮性與咀嚼感；若蛋白網絡不足，成品可能容易斷裂、烹煮混湯或口感偏軟。TG 酶的交聯作用可在合適條件下強化麵筋結構，改善加工與烹煮穩定度。<sup>[1]</sup>

不過，麵食配方中的 TG 酶效果也會受到麵粉蛋白品質、加水量、鹽分、鹼性條件、醒麵時間與機械壓延影響。過強的交聯可能使麵糰延展性下降，造成壓延困難或口感過韌；交聯不足則難以改善耐煮性。對冷凍麵與水餃皮而言，還需考量凍融對澱粉與麵筋網絡的影響，TG 酶僅是整體質地設計的一部分。<sup>[2]</sup>

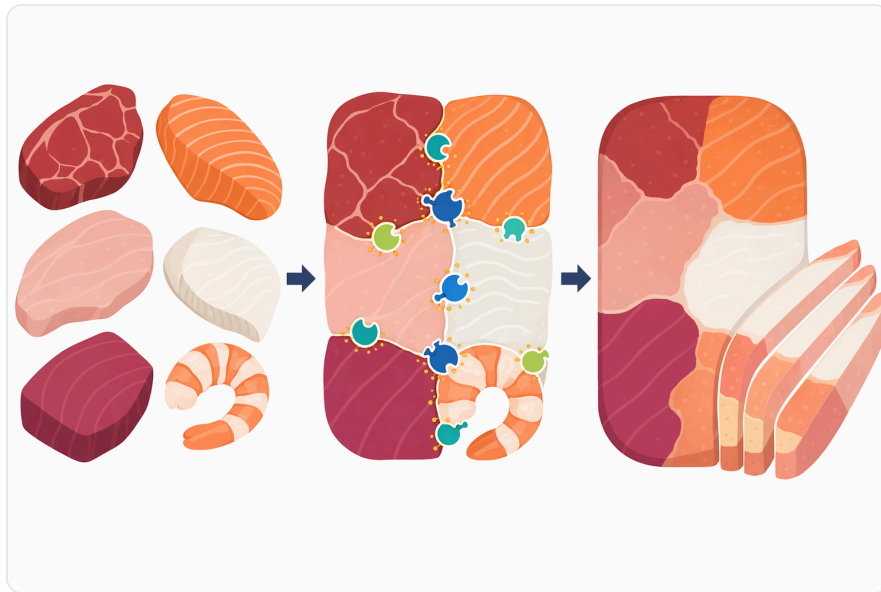


Figure 6. 在肉類、禽肉、海鮮與魚漿系統中，暴露的肌肉蛋白之間形成交聯，可提升凝聚性、切片性與凝膠回彈性。

## 不同食品系統中的 TG 酶應用比較

食品系統	主要蛋白基質	常見品質痛點	TG 酶可協助的方向	技術注意事項
重組肉、調理肉、香腸	肌原纖維蛋白、肉漿蛋白	黏著不足、切片散開、烹調失水	建立肉蛋白交聯，改善成型、彈性與保水	原料新鮮度、鹽溶蛋白萃取與混合均勻度仍是基礎
魚漿與成型海鮮	魚肉肌原纖維蛋白	凝膠弱、彈性不穩、成型困難	強化魚漿凝膠與切面完整性	魚種、凍融歷史與溫度控制對結果影響大
優格與乳製品	酪蛋白、乳清蛋白	稠度不足、乳清析出、凝膠脆弱	改善乳蛋白網絡與持水能力	熱處理、酸化速度與後攪拌會改變口感
植物蛋白食品	大豆、豌豆、小麥等植物蛋白	粉感、鬆散、咬感不足	建立較緊密的蛋白網絡與成型穩定性	蛋白來源與前處理差異大，需與水化及熱處理配合
麵條、水餃皮	麵筋蛋白	易斷、混湯、耐煮性不足	強化麵筋網絡，改善彈性與韌性	過度交聯可能降低延展性或使口感過硬

上述比較顯示，TG 酶的共通功能是蛋白質交聯，但不同食品系統的品質目標不同。肉品重視黏著與保水，魚漿重視凝膠彈性，乳品重視穩定與乳清控制，植物蛋白重視咬感建構，麵食則重視筋性與耐煮性。因此，TG 酶不應被簡化為單一用途添加物，而應被放在各食品配方的蛋白質結構策略中評估。<sup>[2]</sup>

## 使用觀念：分散、接觸與製程節奏比單一添加量更重要

TG 酶粉末在食品加工中通常需要先均勻分散，才能接觸到足夠蛋白質基質。實務上可依配方特性，將粉末與乾性配料預混，或先分散於部分水相後再加入主體物料；目的都是降低局部結塊與分布不均。若酵素集中於局部，可能導致部分區域交聯過強，另一些區域反應不足，造成質地斑駁或切面不穩。<sup>[1]</sup>

反應時間與製程節奏同樣重要。肉品通常需要混合、滾揉或成型後有一段接觸時間；魚漿需配合研磨與凝膠形成；乳品則要與熱處理、酸化或凝乳步驟銜接；植物蛋白與麵食也需考量水化與結構形成窗口。換言之，TG 酶要產生效果，必須在蛋白質尚可反應、且尚未被最終高溫完全固定前，完成足夠的交聯。<sup>[2]</sup>

高溫通常會使蛋白質型酵素變性，TG 酶也不例外。多數食品製程會讓 TG 酶在加熱前或溫和條件下發揮主要作用，之後再透過烹煮、蒸煮、巴氏殺菌或烘烤使產品定型。這也意味著，終產品的口感來自「酵素反應後形成的蛋白網絡」與「後續熱處理固定結構」的共同結果，而不是成品中持續存在酵素活性所造成。<sup>[1]</sup>

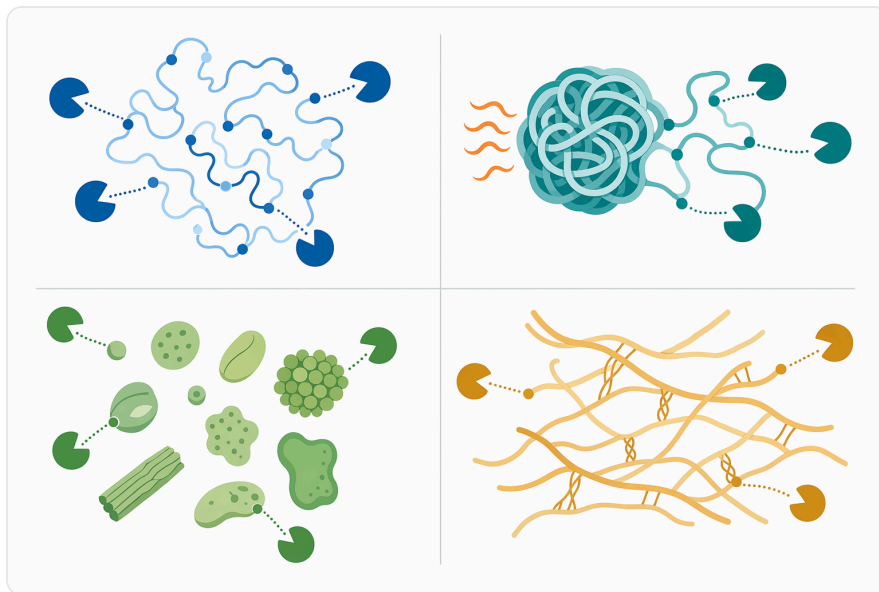


Figure 7. 不同蛋白質來源的反應各不相同，因為反應位點的可接近性取決於蛋白質結構、加工歷程、溶解度與水合狀態。

## 儲存與文件管理：維持粉末穩定與批次可追溯

酵素是蛋白質類材料，通常對潮濕、高溫與長時間暴露較敏感。TG 酶粉末收到後，應依產品隨附文件與包裝標示進行密封保存，避免吸濕、受熱與污染；開封後更應減少反覆暴露於潮濕空氣。對食品工廠而言，良好的儲存管理不只是維持酵素功能，也關係到配方重現性與批次穩定。<sup>[1]</sup>

Enzymes.bio 以 1 kg 單位在線上直接銷售相關 TG 酶產品，適合需要固定包裝規格、線上採購與文件隨貨管理的食品加工使用情境。CoA 與 SDS 會隨訂單提供，可用於內部收貨、倉儲、安全與品保流程；但 Enzymes.bio 並非檢測實驗室，因此本文不討論或宣稱任何由供應商執行的分析方法、活性單位定義或製造等級。

## 法規與標示：以最終產品所在地規範為準

TG 酶在許多食品加工情境中被視為酵素製劑或加工助劑，常用於加工階段達成蛋白結構調整。若酵素在後續加熱或加工中失去活性，且不在終產品中作為功能性成分發揮作用，不同法規地區可能有不同的標示判定。食品業者仍應依最終銷售市場、產品型態、加工流程與宣稱內容，確認適用的食品添加物、加工助劑與標示規範。<sup>[2]</sup>

在商業溝通上，也應避免把 TG 酶描述成能「恢復原肉」、「增加蛋白質含量」或「提升營養價值」的材料。它的合理定位是食品加工用蛋白交聯酵素，用於改善結構、黏著、口感與穩定性；若產品涉及重組肉、組合肉或特定標示要求，更應依當地主管機關規範與企業法規流程處理。<sup>[1]</sup>

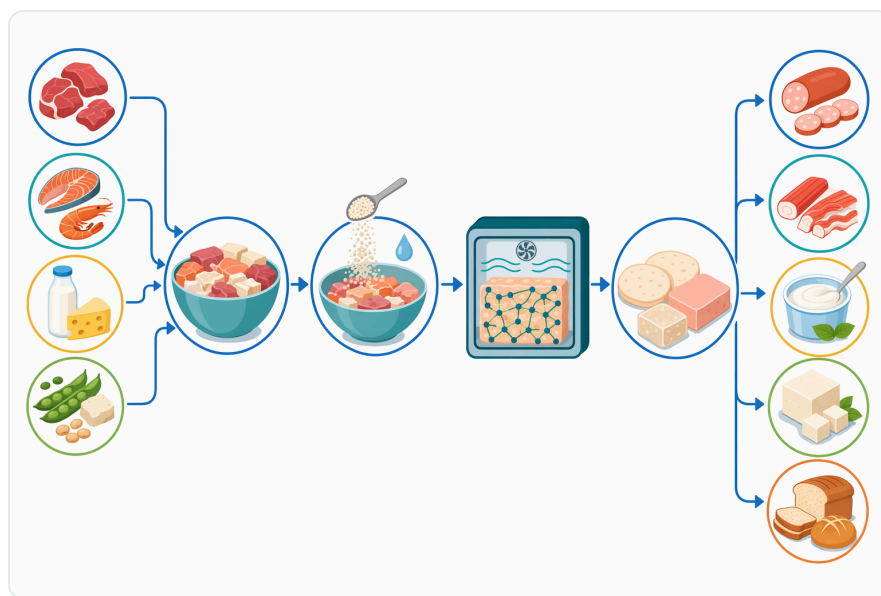


Figure 8. 有效使用取決於水合、酵素分散、蛋白質萃取或展開、保溫 / 成形時間，以及最終加熱或穩定化等步驟的協調。

## 技術結論：TG 酶適合作為蛋白質網絡設計工具

食品級轉麩醯胺酸酶粉末 (TG 酶, CAS 80146-85-6) 最適合被理解為蛋白質結構設計工具，而不是一般調味或防腐原料。它透過催化麩醯胺酸與離胺酸殘基形成穩定異肽鍵，讓肉品、水產、乳製品、植物蛋白與麵食中的蛋白質形成更連續的網絡，進而改善黏著、凝膠、保水、切片性與口感一致性。

<sup>[1]</sup>

科學文獻支持 TG 酶的交聯機制，也顯示其反應能力與蛋白質序列、構形與可接近性有關；微生物 TG 酶的研究則說明，這類酵素可透過生物技術系統表現與分泌，但研究製程不應被等同於特定商業產品。對食品加工者而言，最實用的觀點是：TG 酶能強化合適蛋白系統，但效果必須與原料品質、配方設計、分散均勻度、反應時間與後續熱處理共同評估。<sup>[3]</sup>

Enzymes.bio 供應的食品加工用 TG 酶粉末，可作為線上採購的 1 kg 包裝酵素原料，用於肉品、水產、乳品、植物蛋白與麵食等蛋白交聯應用；CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供。對需要改善產品結構穩定、切片完整性、凝膠口感或保水表現的 B2B 食品開發團隊而言，TG 酶是一項成熟且機制明確的配方工具，但仍應放在完整製程與品質控制框架中使用。

## 線上訂購 Food Grade Transglutaminase Enzyme Powder 130U/G - Tg For Food Products Cas 80146-85-6

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 Transglutaminase Enzyme Powder 130U/G - Tg For Food Products Cas 80146-85-6 →](#)

## 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. [%E8%Bd%89%E9%Ba%A9%E9%86%Af%E8%83%Ba%E9%85%B8%E9%85%B6](#). *Pureriser*.
2. [Index.php?C=Adm11252&M=Getreportfile&D=Adm&l=104209](#). *Org*.
3. [33B853E3E2Ff00D42491E293975Cb520066Ad86F](#). *Semantic Scholar*.
4. [F69A27B2A903B0F0137Ad4B8C20Fe7Db228991Ee](#). *Semantic Scholar*.
5. [D8E2Ed5E263Df724Daf7Bc0D4E19483757Db67C0](#). *Semantic Scholar*.


## 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。