

食品級 α -澱粉酶用於地瓜乾燥：改善黏著、乾燥均一性與澱粉轉化的製程說明

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

食品級 α -澱粉酶 (Food-Grade α -Amylase) 可用於地瓜切片、地瓜條、地瓜泥或地瓜粉乾燥前處理，主要透過水解澱粉中的 α -(1 $\rightarrow$ 4) 糖苷鍵，降低表面糊化黏性並調整物料流變性。

在地瓜乾燥製程中，它不是單純「加速乾燥」的添加物，而是用來改變高澱粉原料在受熱、含水與剪切條件下的結構，使熱風乾燥、烘烤乾燥或後續粉碎更容易控制。

現有文獻對 α -澱粉酶的澱粉水解機制與食品酵素安全評估有明確基礎；但針對特定地瓜品種與乾燥線的效果，仍需以工廠既有條件進行製程確認，而不宜直接套用其他原料的結果

[1] 。

酵素名稱與主要應用

酵素名稱： Food-Grade α -Amylase – Special For Sweet Potato Drying

中文定位： 食品級 α -澱粉酶，地瓜乾燥專用製程輔助酵素

主要應用： 地瓜切片乾燥、地瓜條乾燥、地瓜泥乾燥、地瓜粉前處理、地瓜脆片與即食乾燥產品的澱粉黏性控制。

地瓜是高澱粉、高水分且含有可溶性糖的根莖類原料；加工過程中，切片厚度、品種、熟化程度、前段蒸煮或燙漂條件，都會影響澱粉顆粒膨潤、糊化與表面黏著。以地瓜澱粉為對象的研究顯示， α -澱粉酶能作用於地瓜澱粉、直鏈澱粉與支鏈澱粉的 α -(1 $\rightarrow$ 4) 鍵，產生糊精與較短鏈的寡糖，這為地瓜乾燥前處理提供了直接的生化依據 [2] 。

在 B2B 食品加工場景中，此類酵素通常被視為「製程工具」而非賦味主體：它的價值在於讓切片不易黏連、讓含澱粉表層較不易形成厚重膠膜、讓乾燥曲線更容易穩定，並在一定程度上協助控制最終口感、硬度、脆度與粉碎表現。Enzymes.bio 供應的此產品以 1 kg 單位在線上銷售，CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供；Enzymes.bio 為供應商，並非製造商或檢測實驗室。

為什麼地瓜乾燥需要控制澱粉黏性

地瓜乾燥的核心問題不是只有「把水分移除」，而是如何在水分下降的同時維持片形、色澤、組織孔隙與流動性。當地瓜切片或地瓜泥在含水狀態下受熱，澱粉顆粒會吸水膨潤並發生糊化；若表層形成黏稠凝膠，水分由內部向外擴散的路徑會變長，熱空氣與物料表面的接觸也會變差，導致乾燥不均、局部硬殼化或片材彼此黏結 [3]。

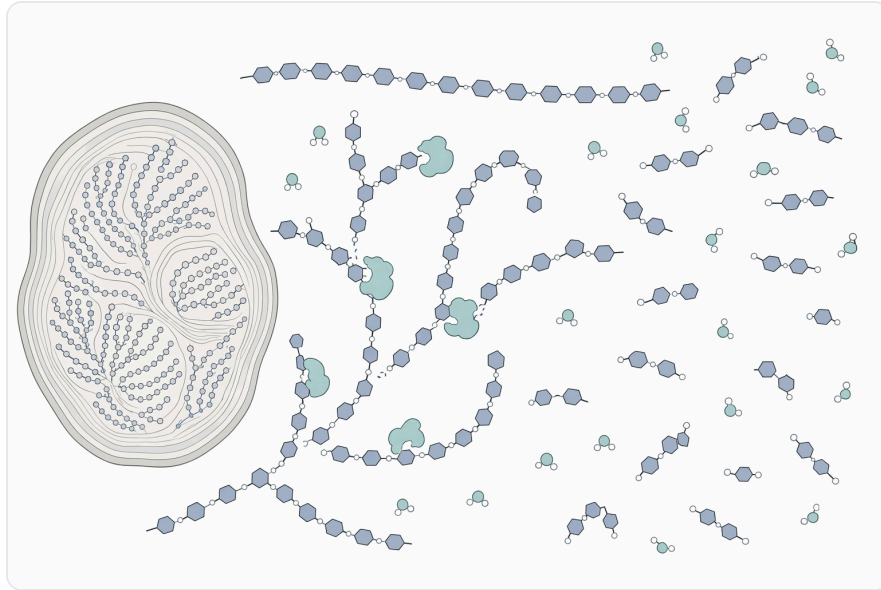


Figure 1. α -澱粉酶會切斷直鏈澱粉與支鏈澱粉中的內部 α -1,4 鍵，形成較短的糊精與寡糖，從而降低甘藷糊的黏度。

對熱風乾燥、太陽能乾燥或低溫乾燥而言，物料表面結構與水分遷移速度會共同決定能耗與品質。乾燥文獻指出，乾燥過程的效率與食品品質受到熱傳、水分擴散、表面積、切片厚度與前處理方式影響；前處理若能改善水分移除與組織穩定性，通常有助於降低過度乾燥或品質劣化的風險 [4]。

地瓜比部分穀物原料更複雜，原因在於它同時含有澱粉、糖、纖維、果膠性物質與多酚類成分。若只提高乾燥溫度來縮短時間，可能造成色澤加深、焦糖化或風味偏移；若溫度太低或水分移除太慢，則可能增加黏連、塌陷或微生物管理壓力。因此， α -澱粉酶的角色是用較溫和的生化方式預先調整澱粉結構，減少後段單靠熱處理解決問題的負擔 [5]。

α -澱粉酶的作用機制：從分子水解到乾燥表現

α -澱粉酶是一類內切型澱粉水解酵素，主要切斷澱粉分子內部的 α -(1 $\rightarrow$ 4) 糖苷鍵，將長鏈澱粉轉化為短鏈糊精、麥芽寡糖與部分可溶性糖。它通常不以 α -(1 $\rightarrow$ 6) 分支鍵為主要作用位點，因此不等同於完全糖化；在地瓜乾燥前處理中，合理目標多半是「部分降解」而不是把澱粉完全轉成糖 [1]。

這種部分水解會帶來三個與乾燥相關的變化。第一，高分子澱粉鏈長縮短後，分子纏結與凝膠強度下降，切面表層較不容易形成厚黏膜。第二，表面糊化層變薄或黏彈性降低後，熱風更容易接觸有效表面，水分也更容易從內部遷移到外部。第三，少量可溶性糖與糊精的生成會改變乾燥後的玻璃化、脆度與咀嚼感，但若反應過度，也可能增加褐變或甜味變化 [6]。

地瓜澱粉的酵素液化研究顯示，不同地瓜澱粉來源在酵素作用下的液化型態與反應表現可能不同，代表品種、澱粉顆粒結構與前處理條件會影響最終效果。這點對工廠很重要：同樣使用 α -澱粉酶，澱粉含量高的粉質地瓜、糖分較高的甜味地瓜、或經過熟化儲藏的原料，可能呈現不同的黏度下降速度與色澤變化 [7]。

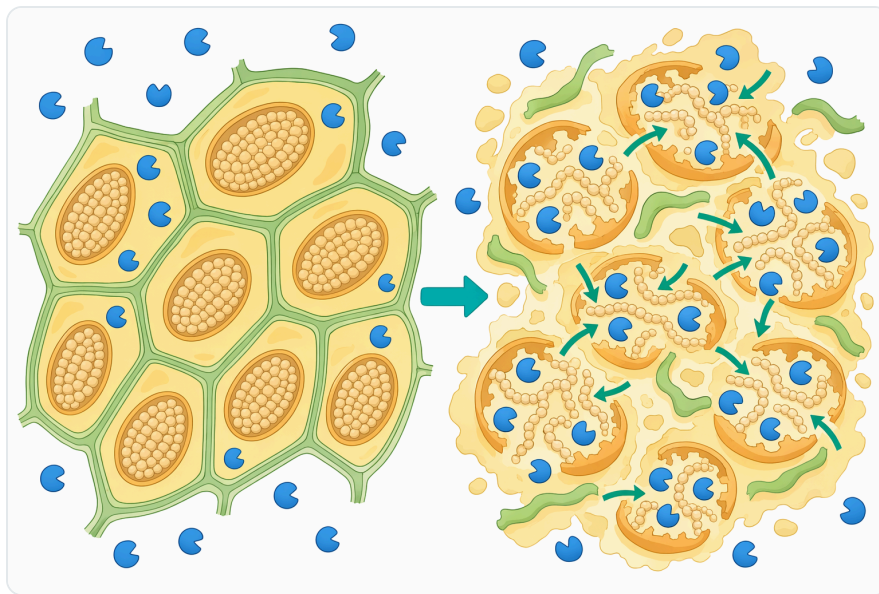


Figure 2. 加熱、水合作用與組織破碎會使甘藷澱粉更容易受到酵素水解。

地瓜乾燥中可改善的製程痛點

降低切片黏連與輸送阻力

切片或切條後的地瓜表面會釋出澱粉與細胞內容物，若在濕熱條件下快速糊化，容易造成片材黏連、堆疊或附著在輸送帶上。 α -澱粉酶可在乾燥前段降低表面澱粉黏性，使物料較容易分散，減少局部重疊造成的乾燥不均。地瓜澱粉麵團流變研究亦顯示，澱粉基物料的黏彈性與流動性會直接影響成形、滴落與加工表現，這與乾燥線上的輸送穩定性具有相同的工程邏輯 [3]。

改善乾燥均一性與組織孔隙

乾燥過程中，若外層先形成緻密硬殼，內部水分會被困住，造成外乾內濕或後段乾燥時間拉長。適度酵素處理可降低表面澱粉網絡化程度，讓水分通道較不易被黏稠糊層阻塞。冷凍乾燥與其他乾燥技術綜述也指出，食品乾燥品質與能源效率高度依賴冰晶、孔隙、組織結構與水分傳輸路徑；雖然不同乾

燥技術機制不同，但「維持有效水分通道」是共同關鍵 [8]。

調整口感、復水性與粉碎性

乾燥地瓜片、地瓜粉與即食地瓜產品常要求特定質地：有些產品要脆，有些要保留咀嚼性，有些則重視復水後的平滑度。澱粉酵素改質能改變糊化、回生、黏度與凝膠結構，因此可影響乾燥後的硬度、粉碎粒徑與復水手感。澱粉酵素結構化研究指出，透過特定酵素改變澱粉分子鏈結構，是改善食品功能性的綠色加工方法之一 [5]。

控制糖化副作用與褐變風險

α -澱粉酶處理會產生較短鏈糊精與部分可發酵或可參與反應的糖類。這對部分產品可能是優點，例如使風味較圓潤或改善烘烤色澤；但在高溫乾燥、烘烤或油炸條件下，還原糖增加也可能促進美拉德反應，使色澤變深或產生過度烘焙風味。地瓜加工研究曾探討 α -澱粉酶抑制因子在加工中的變化，顯示地瓜本身的酵素相關成分與加熱處理會共同影響澱粉降解環境 [9]。

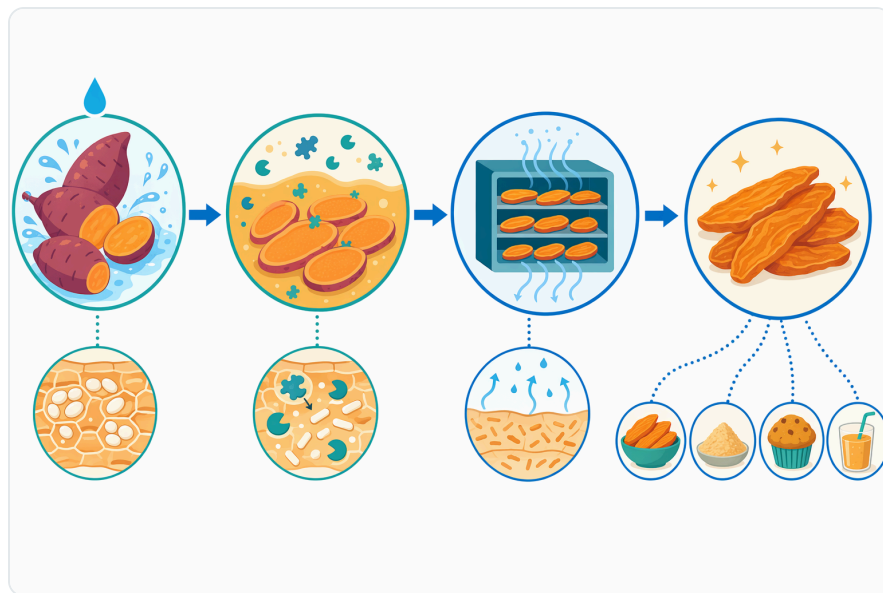


Figure 3. 在甘藷乾燥過程中， α -澱粉酶會在脫水前先作用，改變含水澱粉基質，使進料更容易鋪展、流動，並更穩定地乾燥。

文獻證據：哪些結論較穩固，哪些需現場確認

關於 α -澱粉酶水解澱粉、降低糊體黏度與改變澱粉功能性的結論，證據相對穩固。澱粉酵素改質綜述指出，酵素法相較部分化學改質更具選擇性，能在較溫和條件下改變澱粉的黏度、溶解性、消化性與凝膠行為；這些特性與地瓜乾燥中的黏性控制、表面膜形成與成品質地密切相關 [1]。

針對地瓜本身，已有研究聚焦於地瓜澱粉、紫地瓜澱粉酶降解，以及地瓜泥製程中的 α -澱粉酶控制。早期地瓜泥製程研究即提出，受控 α -澱粉酶處理可改善地瓜泥的加工性與成品質地，代表在地瓜基質中調節澱粉水解具有實際食品製程意義，而不只是理論反應 [10]。

較需要保守看待的是「乾燥時間可縮短多少」或「能耗可降低多少」這類結果。因為乾燥效率會受切片厚度、裝載量、風速、溫濕度、原料含水率、預熟化程度與設備型式影響，單一文獻或其他原料的數據無法直接轉換成每條產線的結果。乾燥技術綜述普遍強調，製程條件與物料特性共同決定乾燥品質，因此酵素前處理的效益也必須放在整條線的熱質傳平衡中評估 [4]。

與其他澱粉處理方式的比較

以下比較聚焦於地瓜乾燥前處理常見思路，並非表示某一方式必然優於其他方式；實際選擇取決於產品定位、設備與法規環境。

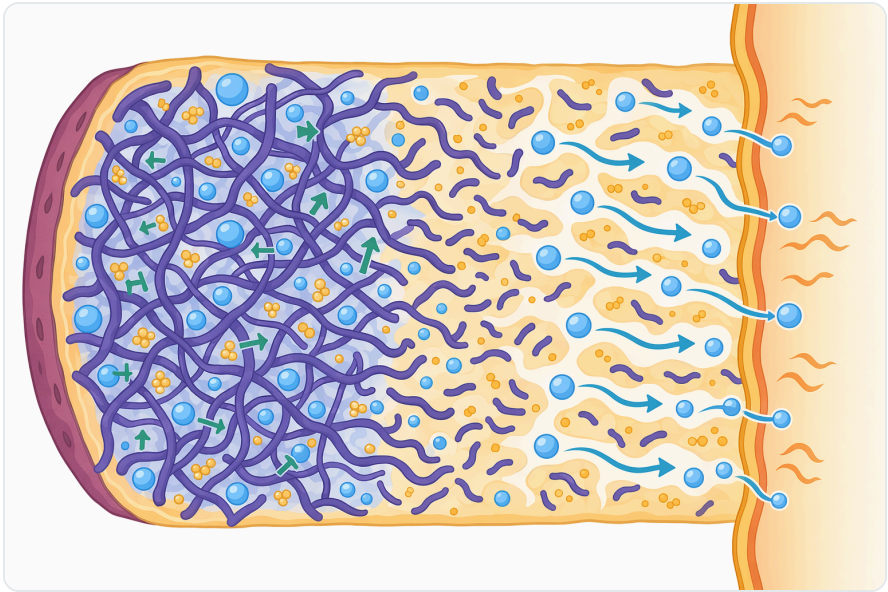


Figure 4. 部分澱粉水解可削弱凝膠結構，並促進水分更均勻地向乾燥表面移動。

處理方式	主要作用	對地瓜乾燥的可能優點	主要限制
α -澱粉酶前處理	部分水解 α -(1→4) 澱粉鏈，降低黏度與表面糊化黏性	可改善切片分散、降低黏連、調整口感與粉碎性	過度作用可能增加甜味、褐變或組織變軟
熱燙 / 蒸煮前處理	使酵素失活、促進部分熟化與組織軟化	可穩定顏色與熟化程度，利於某些即食產品	可能加劇澱粉糊化與表面黏性
機械切薄與增加風量	增加表面積與熱質傳效率	不改變配方，設備邏輯直觀	可能增加破片、翹曲、邊緣焦化

處理方式	主要作用	對地瓜乾燥的可能優點	主要限制
化學或氧化型 澱粉改質概念	改變澱粉分子官能基或氧化程度	可大幅改變澱粉功能性	食品標示、法規接受度與製程相容性需審慎管理
複合酵素處理	同時作用於澱粉、纖維或細胞壁成分	可能進一步改善組織與水分釋放	變因較多，易影響口感與形狀穩定

酵素法的優勢在於選擇性與溫和性。澱粉改質研究將酵素處理視為可降低化學負擔、提升功能可調性的路徑；然而， α -澱粉酶只處理澱粉主鏈的一部分，若地瓜產品的問題主要來自纖維、果膠或糖漿化表面，單一酵素未必能完全解決所有製程阻塞或黏連問題 [11]。

製程整合：適合放在哪個階段

對多數地瓜乾燥線而言， α -澱粉酶較適合放在**乾燥前的濕態預處理段**，例如切片後的短時間浸潤、噴霧、拌合或地瓜泥調製階段。酵素催化需要水相與底物接觸；若物料已快速進入高溫低水分狀態，酵素可作用時間會縮短，反應也較難均一。食品酵素安全評估文件亦顯示，不同來源 α -澱粉酶在食品加工條件下需依其用途與暴露情境評估，而非假設所有 α -澱粉酶都適合相同製程 [12]。

若產品是地瓜泥、地瓜漿或後續要製成地瓜粉的濕料，酵素分散通常比切片更均勻，反應也較容易控制；但同時更容易出現黏度快速下降與固液分離，因此需要把酵素作用與加熱、乾燥、滾筒乾燥或噴霧乾燥節點連動。地瓜蒸餾飲料與地瓜發酵相關研究也說明，地瓜澱粉經酵素糖化後可影響可發酵糖生成與後續加工路徑，顯示反應程度會深刻改變物料用途 [13]。

若產品是地瓜片或地瓜條，重點通常不是把內部澱粉大量糖化，而是處理切面與表層的黏性。因此，酵素液與物料表面的接觸均勻性、停留時間、含水狀態與後續升溫速度，比單純增加添加量更重要。若預處理過度，切片可能變軟、邊緣破損或乾燥後色澤偏深；若不足，則黏連與乾燥不均仍可能存在 [2]。

食品安全與合規定位

食品級 α -澱粉酶在食品工業中已有廣泛應用，包括澱粉加工、烘焙、飲料、糖化與多種植物性原料處理。歐洲食品安全相關評估曾針對不同微生物來源的 α -澱粉酶進行安全性審查，評估內容通常涵蓋生產菌株、製程、毒理與預期膳食暴露；這類公開文件支持「食品用 α -澱粉酶」作為一類已被系統性評估的食品酵素，但不代表所有產品在所有地區自動適用同一標示或使用規範 [14]。

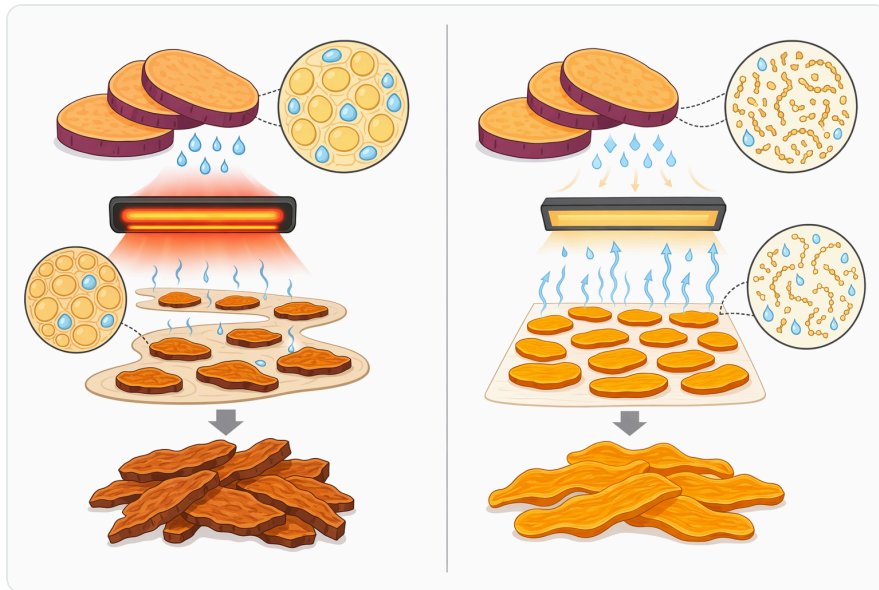


Figure 5. 澱粉加工酵素因作用鍵結目標不同而有所差異，因此 α -澱粉酶是乾燥前與快速降低黏度最直接相關的選項。

不同來源的 α -澱粉酶可能來自 *Bacillus*、*Aspergillus*、*Trichoderma* 等微生物系統，並具有不同的耐熱性、pH 適應性與失活行為。食品酵素安全評估也包含 genetically modified 或 non-genetically modified 生產株的個別案例，顯示來源與製程資訊在合規管理上具有重要性 [15]。

對食品加工業者而言，實務上應將酵素視為加工助劑或配方相關投入物，並依銷售地法規、產品類別與標示規定管理。Enzymes.bio 供應的產品會隨訂單提供 CoA 與 SDS，供內部品質、倉儲與安全管理使用；由於 Enzymes.bio 不是製造商或實驗室，本文不提供製造來源聲明、實驗室檢測承諾或特定分析方法說明。

影響效果的關鍵因素

原料品種與成熟度。 不同地瓜品種的澱粉、糖、乾物率與多酚含量差異明顯，會影響酵素水解速度與乾燥後色澤。紫地瓜相關研究指出，地瓜中澱粉酶降解與加工條件會影響澱粉轉化，代表品種與內源性酵素背景也可能參與最終結果 [16]。

切片厚度與表面破損程度。 越薄的切片越容易乾燥，但也越容易破片、翹曲或因表面澱粉釋出而黏連；越厚的切片則需要更長水分遷移路徑。 α -澱粉酶對切面澱粉的處理通常有助於表面黏性控制，但無法完全取代厚度一致性與裝載均勻性的管理 [4]。

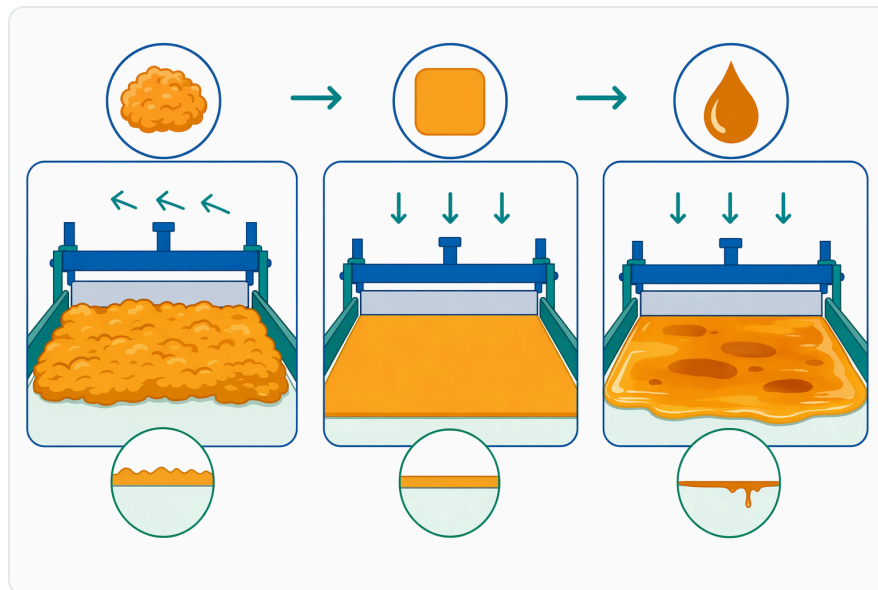


Figure 6. 受控水解的目標是在不造成過多糖分生成、黏性增加或褐變風險的情況下，讓澱粉分解程度足以改善加工操作性。

前處理溫度與水分狀態。 酵素需要足夠水分才能催化澱粉水解；在太乾、太熱或水分迅速蒸發的環境中，反應會受限。部分耐熱 α -澱粉酶研究顯示，蛋白質結構與突變可影響熱穩定性，但食品乾燥線是否需要耐熱型酵素，仍取決於它是在預處理段作用，或必須承受乾燥早期升溫 [17]。

反應程度與終點控制。 對地瓜乾燥而言，常見目標是降低黏性與改善乾燥，而不是最大化糖化。若澱粉過度降解，可能造成質地軟化、乾燥後吸濕性提高、甜味增強或褐變加深。澱粉改質綜述強調，酵素處理的功能性取決於反應程度與分子結構變化，因此需要與產品目標連動，而非追求單一最大反應 [6]。

適用產品型態與預期效益

在**地瓜切片乾燥**中， α -澱粉酶的主要價值是降低切面黏著與改善片材分散，使熱風更均勻通過物料層。對需要保持片形完整的產品，如烘烤地瓜片、低油地瓜脆片或乾燥地瓜零食，這有助於降低黏連造成的外觀不良與乾燥差異 [3]。

在**地瓜泥或地瓜漿乾燥**中，酵素處理可降低糊體黏度，使泵送、鋪料或薄膜化較容易控制，也可能改善後續粉碎與復水表現。受控 α -澱粉酶處理地瓜泥的研究脈絡顯示，調節澱粉水解能改善加工操作性，但必須避免使產品失去所需稠度或形成過度甜化風味 [10]。

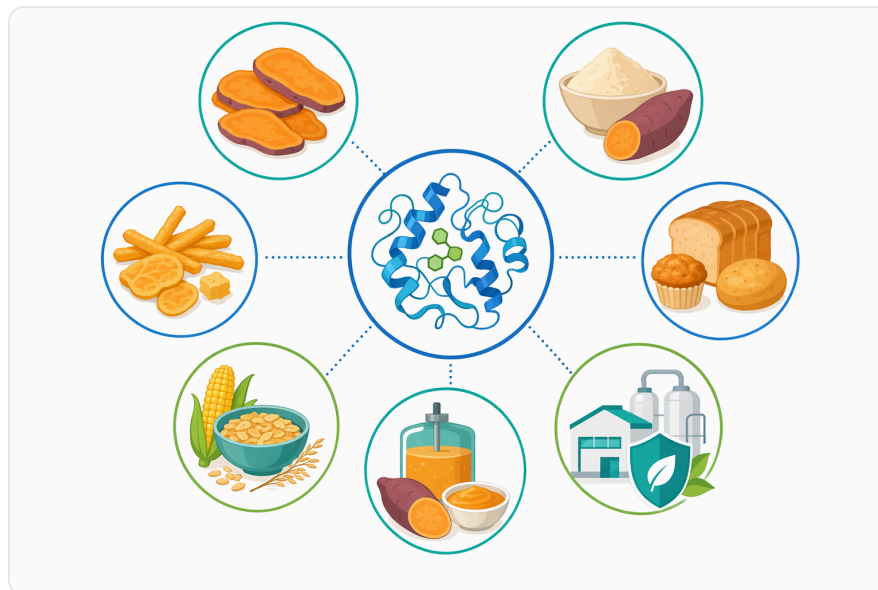


Figure 7. 當由澱粉造成的稠厚度成為加工限制時，食品級 α -澱粉酶可應用於甘藷泥、粉末、片狀、顆粒，以及經表面處理的切塊。

在**地瓜粉與即食粉體**中，適度水解可影響粉體分散、糊化速度與復水後口感。澱粉基材料研究顯示，改質技術可改變澱粉的溶解性、糊化、凝膠與凍融穩定性；雖然地瓜粉產品的目標各異，但「藉由分子結構調整來設計功能性」是合理的產品開發方向 [11]。

風險、限制與品質管理觀點

α -澱粉酶不是萬能的乾燥助劑。若地瓜片黏連主要來自過度裝載、切片厚度不均、表面游離糖過高或乾燥初期風量不足，酵素只能改善部分澱粉黏性，無法完全抵消設備與操作條件問題。乾燥文獻反覆指出，乾燥品質是原料、設備、熱質傳與前處理共同作用的結果 [8]。

另一個限制是褐變與風味管理。酵素水解產生的短鏈碳水化合物可能增加乾燥或烘烤中的上色反應；對需要金黃外觀的產品可能有利，但對希望維持淺色或紫地瓜天然色澤的產品，則需要更保守地控制反應程度與熱負荷。地瓜加工中酵素活性與抑制因子的變化研究，提醒我們不能只看外加酵素，也要考慮原料本身在加工中的生化變化 [9]。

食品安全上，食品級酵素仍需依所在地法規與企業內部 HACCP、GMP 或食品安全管理制度納入批號、儲存、投料與文件管理。公開食品酵素安全評估可作為理解此類酵素風險框架的背景資料，但最終產品合規仍取決於實際配方、使用方式、銷售市場與標示要求 [12]。

採用此產品時的合理期待

對地瓜乾燥加工而言，Food-Grade α -Amylase – Special For Sweet Potato Drying 的合理期待包括：降低濕態物料表面黏性、改善切片分散、減少局部糊化厚膜、使乾燥更均一，並可能改善成品口感、復水性或粉碎性。這些效益的科學基礎來自 α -澱粉酶對澱粉主鏈的選擇性水解，以及澱粉分子結構改變後對流變與乾燥行為的影響 [5]。

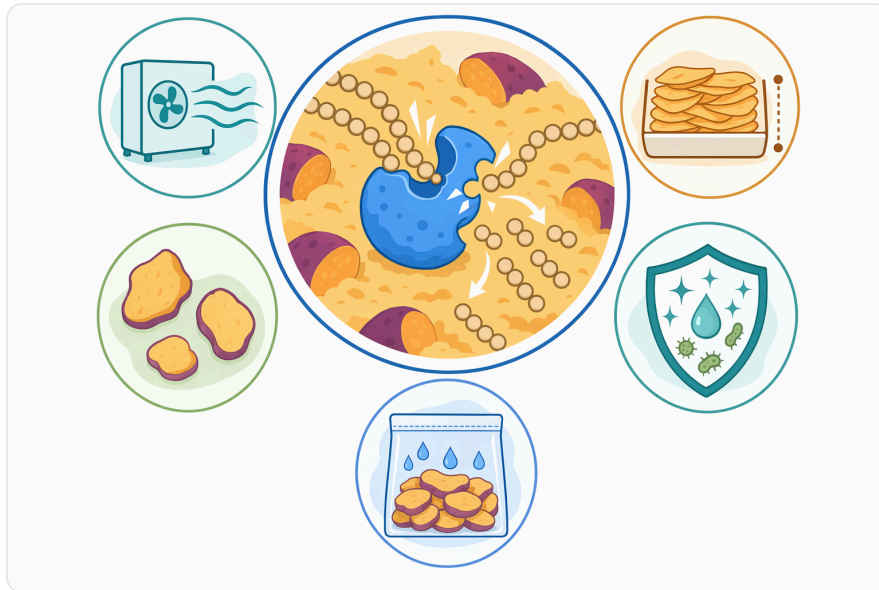


Figure 8. α -澱粉酶會改變澱粉成分，但不能取代乾燥機設計、製程控制、衛生管理或包裝的防潮保護。

不應期待的是在未調整乾燥條件、切片規格或前處理分散性的情況下，單靠酵素立即解決所有能耗、色澤或產能問題。較實際的做法是把酵素視為製程設計中的一個控制槓桿，與切片厚度、預熱策略、乾燥曲線、裝載深度與最終水分目標一起考量 [4]。

結語

食品級 α -澱粉酶在地瓜乾燥中的價值，來自其對地瓜澱粉 α -(1 $\rightarrow$ 4) 鍵的部分水解能力；這種作用可降低表面黏稠與糊化阻力，改善水分遷移、物料分散與乾燥後質地。現有研究對 α -澱粉酶的澱粉改質機制、地瓜澱粉作用與食品酵素安全評估提供了可靠基礎，但每條地瓜乾燥線仍需依原料品種、設備與產品規格確認最佳整合方式 [2]。

Enzymes.bio 供應的 Food-Grade α -Amylase – Special For Sweet Potato Drying 以 1 kg 單位在線上銷售，CoA 與 SDS 會隨訂單提供。本文為技術性產品說明，目的在協助食品加工業者理解酵素在地瓜乾燥中的作用機制、應用範圍與限制；Enzymes.bio 為供應商，並非製造商或實驗室。

線上訂購 Food-Grade A-Amylase -Special For Sweet Potato Drying

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 A-Amylase -Special For Sweet Potato Drying →](#)

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. Bangar, S. P., Ashogbon, A. O., Singh, A., Chaudhary, V., & Whiteside, W. (2022). Enzymatic modification of starch: A green approach for starch applications. *Carbohydrate Polymers*, 287, 119265 .
2. Rupp, P., & Schwartz, S. (1988). CHARACTERIZATION OF THE ACTION OF BACILLUS SUBTILUS ALPHA-AMYLASE ON SWEET POTATO STARCH, AMYLOSE AND AMYLOPECTIN1. *Journal of Food Biochemistry*, 12, 191-204.
3. Wang, Y., Ye, F., Liu, J., Zhou, Y., Lei, L., & Zhao, G. (2018). Rheological nature and dropping performance of sweet potato starch dough as influenced by the binder pastes. *Food Hydrocolloids*.
4. Muchoki, C., Ngala, S., & Okoth, M. (2025). A review of the process, effects and benefits on solar drying of African leafy vegetables. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*.
5. Miao, M., & BeMiller, J. (2022). Enzymatic Approaches for Structuring Starch to Improve Functionality. *Annual Review of Food Science and Technology*.
6. Compart, J., Singh, A., Fettke, J., & Apriyanto, A. (2023). Customizing Starch Properties: A Review of Starch Modifications and Their Applications. *Polymers*, 15.
7. Ega, L. (2023). Enzymatic liquification pattern of superior sweet potato starch of CIP-type. *Food Research*.
8. Faruq, A. A., Farahnaky, A., Dokouhaki, M., Khatun, H. A., Trujillo, F. J., & Majzoobi, M. (2025). Technological Innovations in Freeze Drying: Enhancing Efficiency, Sustainability, and Food Quality. *Food Engineering Reviews*, 17, 859 - 883.
9. Rekha, M., & Padmaja, G. (2002). Alpha-amylase inhibitor changes during processing of sweet potato and taro tubers. *Plant foods for human nutrition*, 57, 285-294.
10. Szyperski, R. J., Hamann, D. D., & Walter, W. (1986). Controlled Alpha Amylase Process for Improved Sweet Potato Puree. *Journal of Food Science*, 51, 360-363.
11. Amaraweera, S. M., Gunathilake, C., Gunawardene, O. H. P., Fernando, N. M., Wanninayaka, D. B., Dassanayake, R., Rajapaksha, S. M., ... et al. (2021). Development of Starch-Based Materials Using Current Modification Techniques and Their Applications: A Review. *Molecules*, 26.

12. Silano, V., Baviera, J. M. B., Bolognesi, C., Brüsweiler, B., Cocconcelli, P., Crebelli, R., Gott, D., ... et al. (2019). Safety evaluation of the food enzyme alpha-amylase from a genetically modified *Bacillus subtilis* (strain NBA). *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 17.
13. Weber, C. T., Casagrande, T., Candido, G., Trierweiler, L. F., & Trierweiler, J. (2020). Alternative Process for Production of Sweet Potato Distilled Beverage. *Brazilian Archives of Biology and Technology*.
14. Silano, V., Baviera, J. M. B., Bolognesi, C., Brüsweiler, B., Cocconcelli, P., Crebelli, R., Gott, D., ... et al. (2019). Safety evaluation of the food enzyme alpha-amylase from non-genetically modified *Aspergillus niger* strain (strain DP-Azb60). *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 17.
15. Silano, V., Baviera, J. M. B., Bolognesi, C., Brüsweiler, B., Cocconcelli, P., Crebelli, R., Gott, D., ... et al. (2019). Safety evaluation of the food enzyme alpha-amylase from a genetically modified *Trichoderma reesei* (strain DP-Nzb48). *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 17.
16. Zhao, D., Yu, S., Li, X., & Qi, Y. (2017). Degradation Process of the Purple Sweet Potato Amylase.
17. Yuan, S., Yan, R., Lin, B., Li, R., & Ye, X. (2023). Improving thermostability of *Bacillus amyloliquefaciens* alpha-amylase by multipoint mutations. *Biochemical and Biophysical Research Communications - BBRC*, 653, 69-75 .

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。