

# Plant Proteolytic Enzyme：小麥麩質粉、玉米與米水解用植物蛋白水解酵素技術說明

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

Plant Proteolytic Enzyme — Wheat Gluten Flour Special Enzyme For Corn And Rice Hydrolysis 是由 Enzymes.bio 供應的植物性蛋白水解酵素製劑，主要用於小麥麩質粉、玉米與米等穀物原料的蛋白質部分水解與加工改質。其核心作用是切割穀物蛋白的肽鍵，降低大分子蛋白聚集性、改變溶解與界面特性，並可作為發酵、蛋白水解物製備或麩質負荷降低工藝中的前處理工具。相關研究支持植物蛋白酶可改變小麥麩質與麥麩蛋白的結構與免疫反應性，但不能將酵素處理直接等同於「無麩質」或乳糜瀉族群的臨床安全保證 [1]。

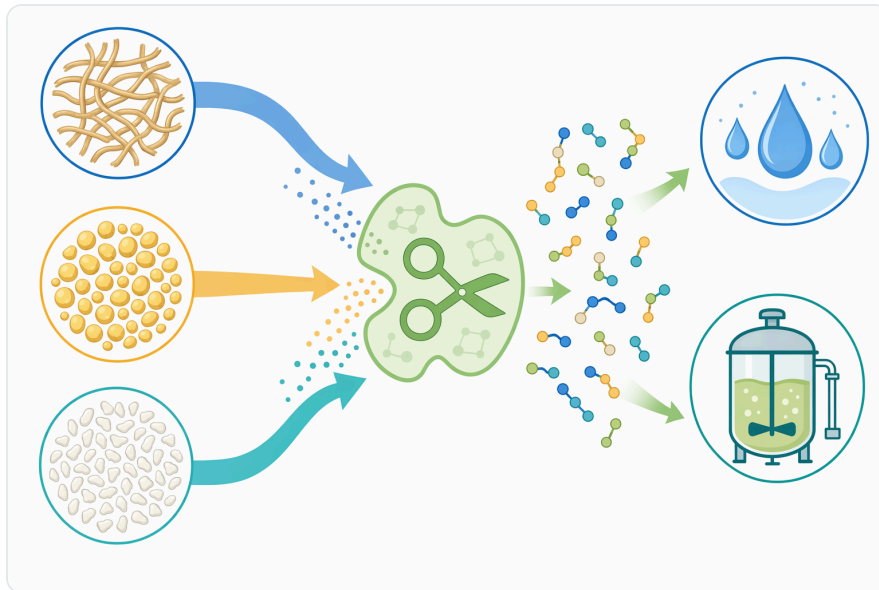
## 產品定位：用於穀物蛋白水解與功能性改質的植物蛋白酶

Plant Proteolytic Enzyme 這類植物來源蛋白酶，適合被理解為「加工用酵素原料」，而不是終端食品配方的營養主張成分。其應用重點在於協助小麥麩質粉、麥麩、玉米蛋白、米蛋白或相關穀物副產物流中的蛋白質發生受控水解，使原本不易分散、分子量較高或與澱粉 / 纖維基質結合較緊密的蛋白，轉變為較容易被後段製程利用的肽段與含氮小分子；Enzymes.bio 以 1 kg 單位在線上供應此品項，CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供。

在食品與發酵原料開發中，「水解」不只是把蛋白質切小而已。對小麥麩質而言，蛋白水解會影響 gliadin 與 glutenin 形成網絡的能力；對玉米與米而言，蛋白水解則常與改善分散性、釋放可利用氮源、降低沉澱或提升後續酵素接觸面積有關。穀物蛋白的功能性取決於分子大小、疏水區域暴露、電荷分布與聚集狀態，因此同一種蛋白經不同程度水解後，可能從「形成黏彈網絡」轉向「提升溶解與乳化」或「作為發酵營養源」等不同用途 [2]。

## 酵素作用機制：切割肽鍵、重塑分子量與表面性質

蛋白水解酵素的基本機制，是在蛋白質多肽鏈的特定或相對廣泛位置催化肽鍵斷裂，使大分子蛋白降解為較短的肽段與部分游離胺基酸。植物來源蛋白酶中，木瓜蛋白酶類與菠蘿蛋白酶類常被作為代表性半胱氨酸蛋白酶討論；這類酵素可對多種蛋白基質產生水解作用，並因切割偏好、反應條件與基質結構不同，形成不同的肽段分布 [3]。



**Figure 1.** 該產品定位為一種蛋白酶，可將小麥麩質、玉米蛋白組分與米蛋白改質為更易分散、含胜肽的系統。

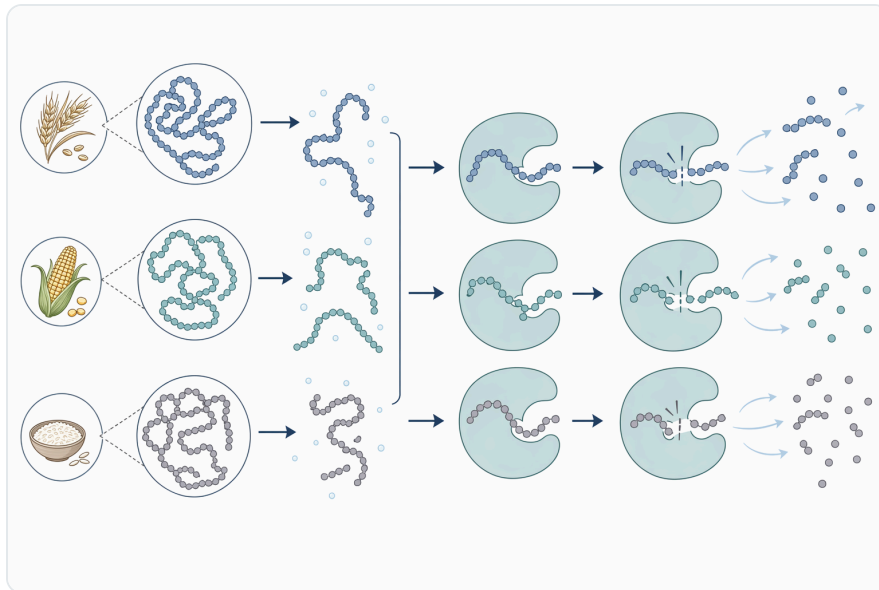
在小麥麩質粉中，gliadin 與 glutenin 富含麩醯胺酸與脯胺酸，並可透過二硫鍵、氫鍵與疏水作用形成複雜的黏彈性網絡。當蛋白酶切斷部分肽鏈後，原有的高分子聚集體會被拆解，低分子肽比例上升，水合能力、溶解度、黏度與界面吸附行為也會隨之改變。這種改變可被用來降低麩質網絡強度、調整麵團或漿料流變特性，也可用於製備較易分散的麩質水解物 [4]。

對玉米與米類原料而言，蛋白酶的作用通常不是「建立麵筋」，而是協助打開穀物基質中的蛋白屏障。玉米蛋白常以疏水性較高的儲藏蛋白形式存在，米蛋白也可能與澱粉顆粒、細胞壁殘留或其他大分子交互作用；適度蛋白水解可增加蛋白與澱粉相關成分的暴露面，使後續糖化、發酵或分離流程更容易進行。植物蛋白與其水解物在食品工業中的價值，往往來自溶解性、乳化性、凝膠性與營養氮利用率等功能性差異 [5]。

## 對小麥麩質的影響：降低網絡完整性與部分免疫反應性

小麥麩質的加工特性來自 gliadin 提供延展性、glutenin 提供彈性與強度，兩者共同形成烘焙中重要的麩質網絡。若加工目標是製作高筋麵包，過度蛋白水解可能削弱麵團強度；但若目標是製備麩質水解物、降低黏彈性、改善分散或作為發酵氮源，受控水解反而可提升製程可操作性。這也是「小麥麩質粉專用酵素」在不同工藝中必須被視為調整工具，而非單一效果添加物的原因 [6]。

研究顯示，植物蛋白酶如 papain 與 bromelain 可降低小麥麩或相關基質中可被特定免疫檢測辨識的麩質訊號，代表酵素切割可能破壞部分抗原表位或降低特定免疫活性片段的可偵測性。這項證據支持其作為「降低加工原料層級麩質負荷」的技術方向，但仍須注意，不同穀物基質、反應條件與後段處理會造成結果差異；更重要的是，降低可檢測訊號並不等於完全去除所有可能引發反應的肽段 [1]。



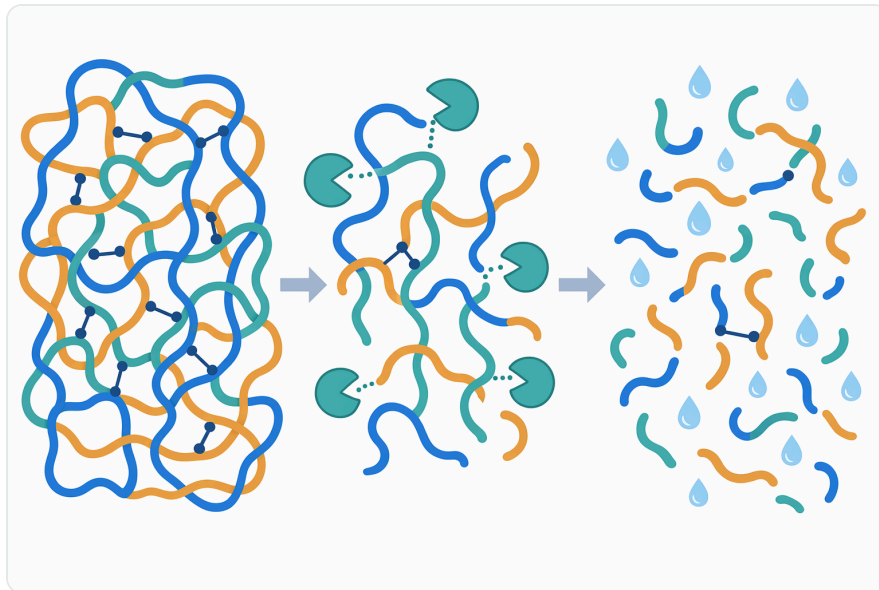
**Figure 2.** 蛋白水解酶會切斷穀物蛋白中的胜肽鍵，縮短鏈長，並改變其水合性、溶解度、黏度與界面行為。

在麩質相關疾病與非乳糜瀉小麥敏感性的討論中，免疫反應、腸道屏障、發酵性碳水化合物、澱粉酶 / 胰蛋白酶抑制因子等因素可能同時參與症狀形成，因此不能把「蛋白酶處理」簡化為單一健康解方。對 B2B 加工應用而言，較精確的說法是：植物蛋白水解酵素可作為降低某些麩質片段、調整蛋白結構與改善製程性的工具；但任何「低麩質」或「無麩質」標示，都必須由最終產品在目標市場的法規與驗證結果決定 [7]。

## 對玉米與米水解的價值：釋放可利用氮源並改善分散性

在玉米與米的水解工藝中，蛋白質常扮演兩種角色：一方面是可被利用的營養氮來源，另一方面也可能成為阻礙澱粉、纖維或其他成分被酵素接觸的結構屏障。植物蛋白水解酵素透過切割蛋白質，可產生短肽與胺基酸，這些成分對微生物發酵、風味生成或後續配方穩定性可能有正面幫助；但其效果取決於水解程度與原料組成，而不是單純「加越多越好」 [8]。

若應用於米蛋白或米副產物，部分水解可改善原本低溶解性的蛋白分散狀態，使其更適合進入飲品、粉體再分散、發酵基底或動植物營養配方等場景。若應用於玉米原料，蛋白水解可協助降低疏水蛋白造成的沉澱與結團，並讓後續澱粉糖化、發酵或固液分離更順暢。植物來源蛋白與其改質產物在食品加工中的功能表現，通常與其分子結構與水相行為密切相關 [5]。



**Figure 3.** 部分蛋白水解會削弱連續的醇溶蛋白—麥穀蛋白網絡，使小麥麩質粉更容易水合與分散。

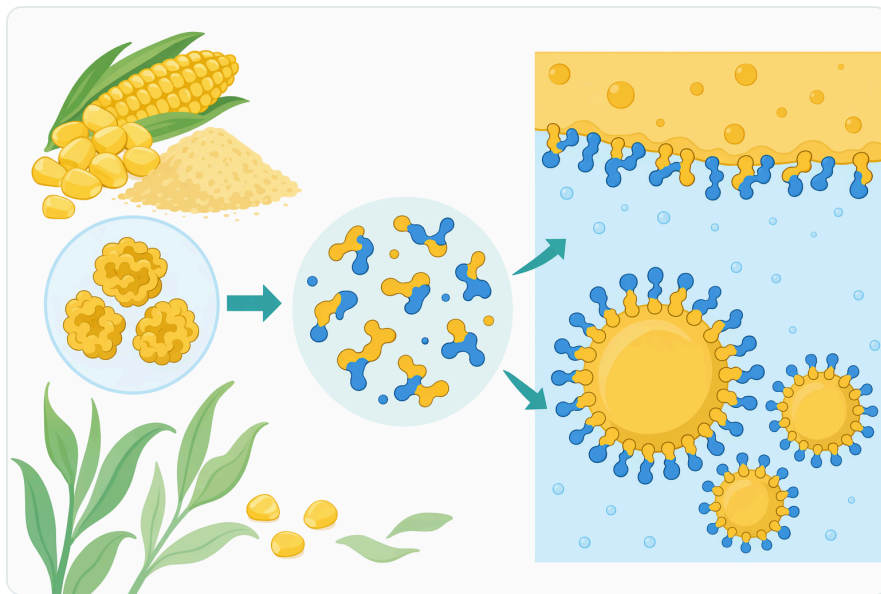
不過，穀物水解是一個整體製程問題。蛋白酶可改善蛋白相，但若原料中非澱粉多醣、纖維、脂質或酚類成分比例高，仍可能需要與其他加工步驟搭配，例如水化、熱處理、剪切、分離或其他酵素系統。近年對植物來源非澱粉多醣與未來食品的研究也指出，穀物與植物基質的質地、穩定性與營養利用，常由蛋白、多醣與小分子共同決定 [9]。

## 主要應用情境與可期待效益

應用情境	酵素作用重點	可能效益	需要留意的限制
小麥麩質粉水解物	切割 gliadin / glutenin 肽鏈，降低高分子聚集	改善分散性、降低黏彈性、製備蛋白水解物	過度水解可能削弱結構、產生苦味
麥麩或含麩質副產物改質	破壞部分麩質表位與蛋白網絡	降低部分可檢測麩質訊號、提升原料利用	不等於臨床安全或無麩質宣稱
玉米水解前處理	降解疏水性蛋白與基質屏障	增加可利用氮源、改善後續糖化或發酵	原料脂質與纖維仍會影響效率
米蛋白 / 米副產物水解	提升低溶解性蛋白的分散與水合	改善粉體再分散、飲品或發酵基底適用性	需控制沉澱、口感與風味
植物蛋白配方改質	調整分子量與表面電荷 / 疏水性	影響乳化、泡沫、黏度與穩定性	功能性與風味需取得平衡

小麥麩質水解物常被用於需要較高溶解性或較低網絡形成能力的配方中，例如高蛋白飲品、調味基底、發酵營養源或其他需要蛋白分散的系統。研究指出，小麥麩質經酸性脫鹽胺與蛋白酶水解等改質後，其功能性與苦味遮蔽表現會產生變化，說明蛋白結構調整可帶來配方價值，也可能伴隨感官挑戰 [10]。

在烘焙與麵團系統中，蛋白酶的角色更偏向「微調」而非全面水解。少量受控水解可能降低過強麵筋造成的收縮或加工阻力，但過度水解會破壞氣體保持、組織支撐與咀嚼質地。穀物蛋白替代與改質研究顯示，是否能在麵團系統中形成合適網絡，取決於蛋白質與多醣、澱粉及加工條件之間的整體互動 [2]。



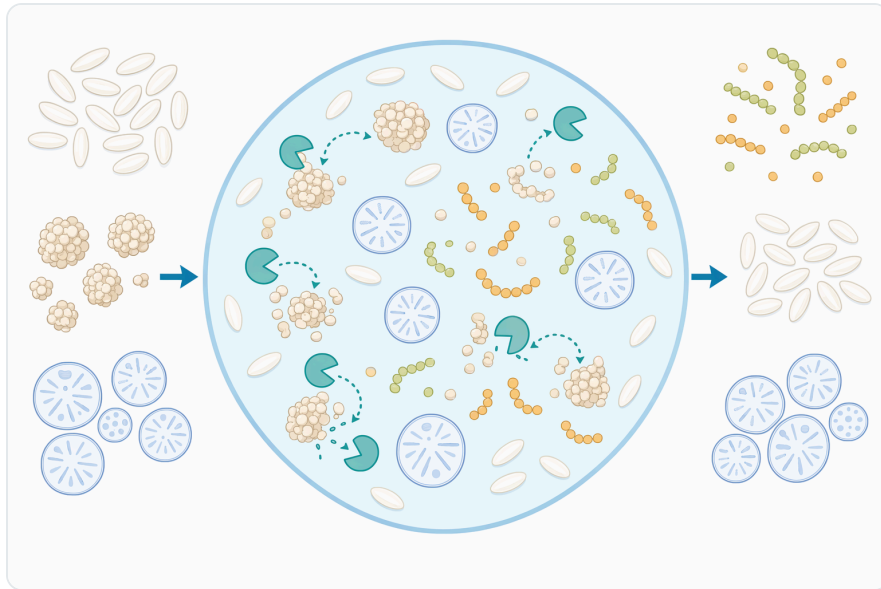
**Figure 4.** 蛋白酶處理可降低富含玉米醇溶蛋白的玉米蛋白分子大小，並改變其疏水與親水表面的平衡。

在副產物升級方面，麥麩、米糠、玉米胚芽或其他加工副流若含有可利用蛋白，蛋白酶處理可將其轉化為更容易被配方或微生物使用的肽類混合物。與蒸汽爆破、熱處理或其他酵素水解結合時，穀物副產物的麵團性質、麵包品質與體外消化行為可能出現改善，說明複合改質比單一處理更能處理植物基質的複雜性 [11]。

## 水解程度的平衡：功能改善與苦味風險同時存在

蛋白水解的產物不是越短越好。當水解程度不足時，高分子蛋白仍可能維持不溶、聚集或高黏度；當水解過度時，短肽與游離胺基酸增加，雖然可提升溶解性與發酵利用率，卻可能帶來苦味、鹹感、後味或棕變反應增加等問題。小麥麩質水解物研究已指出，改質條件會影響功能性與苦味遮蔽效果，配方價值與感官品質必須一併評估 [10]。

苦味肽通常與疏水性胺基酸殘基暴露有關，尤其是蛋白質被切割後，原本埋在蛋白內部的疏水片段可能變得更容易與味覺受體互動。對飲品、營養粉或調味基底而言，這會影響消費者接受度；對發酵或飼料用途而言，苦味影響可能較小，但仍可能改變攝食性或後段風味。換言之，植物蛋白水解酵素的導入應以「目標功能」反推水解程度，而不是追求最大分解 [4]。



**Figure 5.** 在米類系統中，該酶會改質米蛋白，而不具備澱粉酶將澱粉轉化的作用。

功能性方面，適度水解通常可提升溶解性，並可能改善乳化或泡沫能力，因為較小的肽段更容易擴散至油水或氣液界面；但若肽段太短，界面膜強度不足，反而可能降低乳化穩定性。小麥麩質蛋白纖維經酵素糖基化等結構改質後，其結構與性質會改變，顯示蛋白的空間構形、交互作用與表面特性，是決定最終功能的關鍵 [12]。

## 與其他穀物改質策略的比較

改質策略	主要作用	優點	侷限	適合搭配植物蛋白水解酵素的情境
蛋白酶水解	切割蛋白肽鍵	條件相對溫和、可調整分子量與溶解性	可能產生苦味或削弱結構	製備蛋白水解物、發酵氮源、降低黏彈性
酸 / 鹼改質	改變電荷、脫醯胺或促進溶解	反應明顯、可大幅改變功能	可能造成副反應與風味變化	需先改變蛋白可及性，再進行受控水解
熱處理	變性、殺菌、改變聚集	製程常見、易與乾燥或糊化結合	過熱可能造成不溶聚集	先熱處理打開結構，再以蛋白酶修飾

改質策略	主要作用	優點	侷限	適合搭配植物蛋白水解酵素的情境
機械剪切 / 均質	破碎顆粒、分散聚集	不引入新反應物、可改善混合	對分子層級切割有限	提升酵素與基質接觸，提高水解均一性
多酵素系統	同時作用蛋白、澱粉或纖維	可處理複雜穀物基質	參數交互影響較多	玉米、米、麥麩等多成分副產物升級

蛋白酶水解的優勢在於選擇性作用於蛋白相，能在相對溫和條件下調整分子量與蛋白交互作用；但其侷限也很明確：若加工問題主要來自纖維、澱粉老化或脂質氧化，單靠蛋白酶不一定能解決。以全麥麵團為例，阿拉伯木聚糖酶等非蛋白酶也會改變麵團麩質基質發展與麵包品質，說明穀物加工常需要從多成分系統來理解 [6]。

因此，在玉米與米水解場景中，植物蛋白水解酵素可被視為「解除蛋白阻礙、釋放氮源、改善分散」的模組，而不是取代澱粉酶、纖維酶或其他加工步驟的萬用工具。當目標是提高糖化效率、改善發酵基底或提升副產物價值時，蛋白酶與其他處理的順序、時間與終止點，往往比單一酵素本身更能決定結果 [11]。

## 加工參數的概念性考量

植物蛋白水解酵素的實際效果受原料水化程度、顆粒大小、固液比例、pH、溫度、反應時間、攪拌與後段熱處理影響。小麥麩質粉因蛋白含量高且易形成網絡，通常需要先讓基質充分濕潤與分散；玉米與米原料則需考慮澱粉糊化、蛋白包埋與顆粒結構。不同基質的可及性差異，會直接影響蛋白酶能否有效接觸切割位點 [4]。



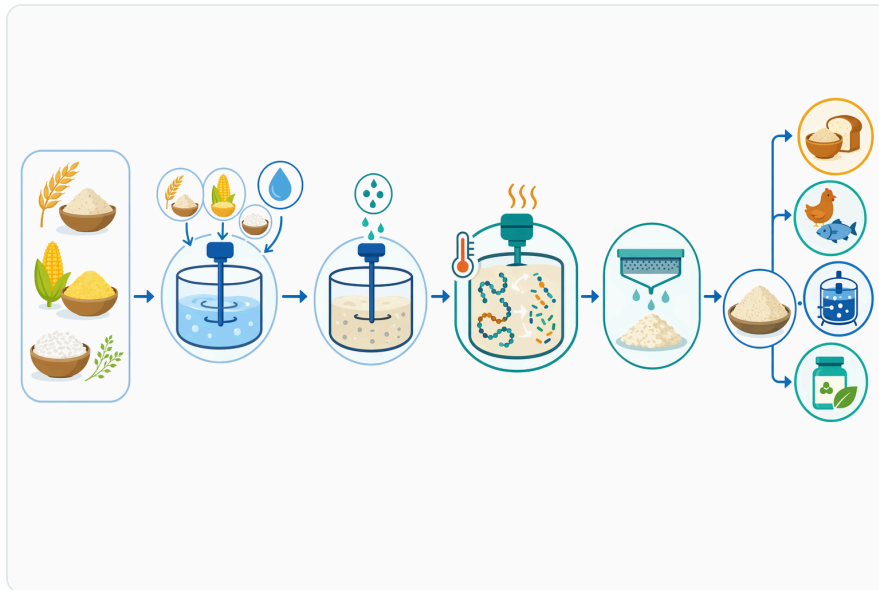
**Figure 6.** 不同酶類作用於不同的穀物基質；蛋白酶作用於蛋白質，而澱粉酶、纖維素酶、木聚醣酶與植酸酶則處理其他穀物成分。

反應時間與終止點是影響品質的核心。短時間處理可能主要改變表層蛋白與黏度，較長處理則會增加低分子肽比例；若後續需要保留一定結構，例如烘焙或擠壓成型，水解不宜過度；若後續目標是發酵或液態配方，較高程度的水解可能更有利於溶解與利用。蛋白質改質方法研究指出，不同處理路徑會在功能性、結構保持與感官之間形成取捨 [2]。

反應結束後，通常需透過後段製程穩定水解結果，例如加熱、調整配方環境、分離不溶物或乾燥成粉。此處的重點不是建立一套固定標準，而是避免酵素在非預期階段繼續作用，導致黏度下降、口感改變或蛋白網絡進一步削弱。對工業配方而言，酵素是一個會持續催化的加工因子，終止與穩定化步驟與前段水解同樣重要 [10]。

## 品質、法規與宣稱邊界

若將 Plant Proteolytic Enzyme 用於麩質相關加工，最重要的溝通邊界是：可說明其具備降低部分麩質片段或改善麩質水解的技術潛力，但不可把該效果等同於醫療用途、過敏治療或對乳糜瀉患者安全。麩質相關疾病的風險評估牽涉免疫學、臨床反應、檢測方法與法規門檻，並非單一酵素處理結果即可涵蓋 [7]。



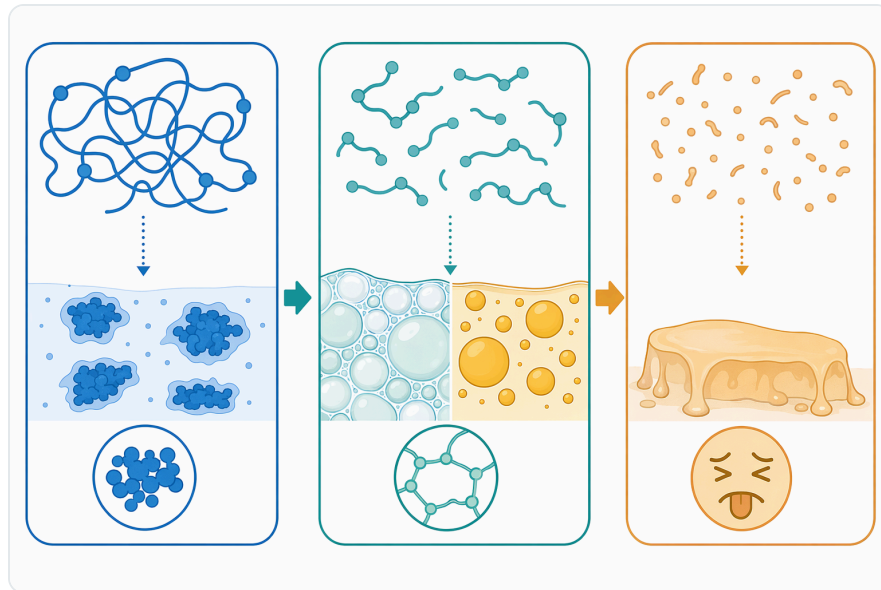
**Figure 7.** 受控的穀物蛋白水解通常需要基質水合、相容的反應條件、添加酶、監測水解程度，以及後續的功能性驗證。

在檢測與標示層面，酵素水解會改變抗原表位與肽段大小，因此不同分析工具對同一批水解樣品可能有不同反應。這不代表水解無效，而是提醒加工者在做低麩質或無麩質相關宣稱時，必須依最終產品、目標市場規範與合適的驗證資料判斷。研究中以植物酵素降低小麥麩免疫反應性的結果，應被解讀為加工技術證據，而非標示豁免依據 [1]。

食品配方還需注意過敏原與交叉污染管理。即使蛋白酶可水解小麥蛋白，原料來源仍可能屬於含麩質穀物；若最終產品要進入特殊膳食、過敏原管理或出口市場，標示與文件要求需由使用方依其產品與市場自行確認。Enzymes.bio 作為供應商提供產品與隨貨文件，但不是製造商或實驗室；CoA 與 SDS 的用途，是協助客戶完成內部品質與安全資料建檔。

## 適合導入的產業場景

對植物蛋白飲品與粉體配方而言，此酵素可用於提升小麥、玉米或米來源蛋白的再分散性，降低沉澱與顆粒感。水解後的肽段可能更容易在水相中保持懸浮，並在油水界面形成吸附層；但若水解過度，界面膜強度不足或苦味增加，仍可能降低產品接受度。植物蛋白在食品工業中的應用潛力，正是建立在這類結構—功能關係的調控上 [5]。



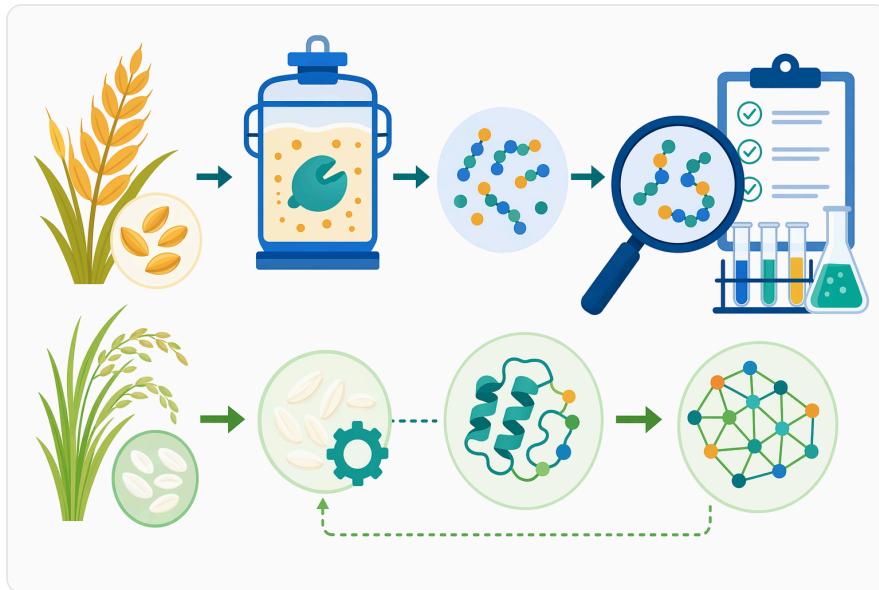
**Figure 8.** 適度水解可改善分散性與表面活性；但過度水解可能削弱質地或產生苦味。

對發酵產業而言，玉米與米水解液常被視為碳源與氮源複合基底。蛋白酶預處理可提高可溶性氮與短肽供應，讓微生物更容易取得生長所需的胺基酸或肽類；在某些情況下，也可能改善發酵初期營養平衡與風味前驅物形成。植物來源蛋白水解物在作物與微生物相關系統中展現的生物刺激與代謝影響，亦支持短肽不只是營養氮，也可能具有調節作用 [8]。

對副產物升級而言，麥麩、米糠與玉米加工副流的價值常受限於口感粗糙、蛋白不溶、纖維含量高或風味不佳。蛋白酶水解可作為提升可用蛋白比例的步驟之一，搭配熱機械處理或多酵素系統後，可將低價副產物轉化為發酵基底、動物營養原料或功能性配料。穀物副產物經蒸汽爆破與酵素水解的協同改質研究，說明結構打開與酵素切割可共同改善加工表現 [11]。

## 使用 Plant Proteolytic Enzyme 時的實務重點

第一，應先定義目標是「降低黏彈性」、「提升溶解度」、「增加發酵可利用氮」、「調整口感」或「降低部分麩質訊號」。不同目標對水解程度的需求不同，甚至可能互相衝突；例如烘焙需要保留部分網絡，而飲品則通常希望降低聚集與沉澱。小麥麩質水解研究顯示，水解條件會同時影響功能性與感官，因此目標設定比單純追求反應完全更重要 [10]。



**Figure 9.** 蛋白酶可改質麩質來源的蛋白，但若成品要標示為無麩質，仍需進行適當驗證並符合特定市場規範。

第二，應關注原料差異。小麥麩質粉、全麥粉、麥麩、玉米粉、米粉、米糠或玉米胚芽的蛋白含量、澱粉狀態、脂質與纖維比例都不同，酵素可接觸的蛋白位點也不同。相同酵素在高蛋白麩質粉中可能主要改變網絡，在米或玉米副產物中則可能表現為提高可溶性氮與改善後續處理。穀物蛋白替代與改質文獻也強調，基質組成是決定功能表現的核心因素 [2]。

第三，需同步管理風味與後段穩定。短肽增加可能改善溶解，但苦味、澀感或發酵後味也可能上升；若產品是飲品、營養粉或烘焙配方，感官影響通常比單一理化指標更接近市場成敗。以小麥麩質水解物為例，苦味遮蔽與功能性改善可被同時研究，代表實務上常需要透過配方、後處理或水解終點控制來取得平衡 [10]。

## 供應與文件資訊

Plant Proteolytic Enzyme — Wheat Gluten Flour Special Enzyme For Corn And Rice Hydrolysis 由 Enzymes.bio 供應，產品以 1 kg 單位在線上直接銷售。Enzymes.bio 並非製造商，也不是實驗室；因此本文件以技術教育與應用說明為目的，不提供製造商式製程參數、活性單位數值、等級宣稱或分析方法定義。隨訂單提供的 CoA 與 SDS，可供客戶在內部品質、倉儲、安全與合規文件流程中使用。

對採購與研發團隊而言，此產品較適合作為穀物蛋白改質、玉米與米水解、麩質粉水解物製備或副產物升級的加工工具。其價值來自對蛋白分子結構的改變，而非單一保健或醫療效果；在產品對外標示上，任何涉及低麩質、無麩質、過敏原、特殊膳食或功能宣稱的內容，都應由最終產品資料與當地法規決定 [7]。

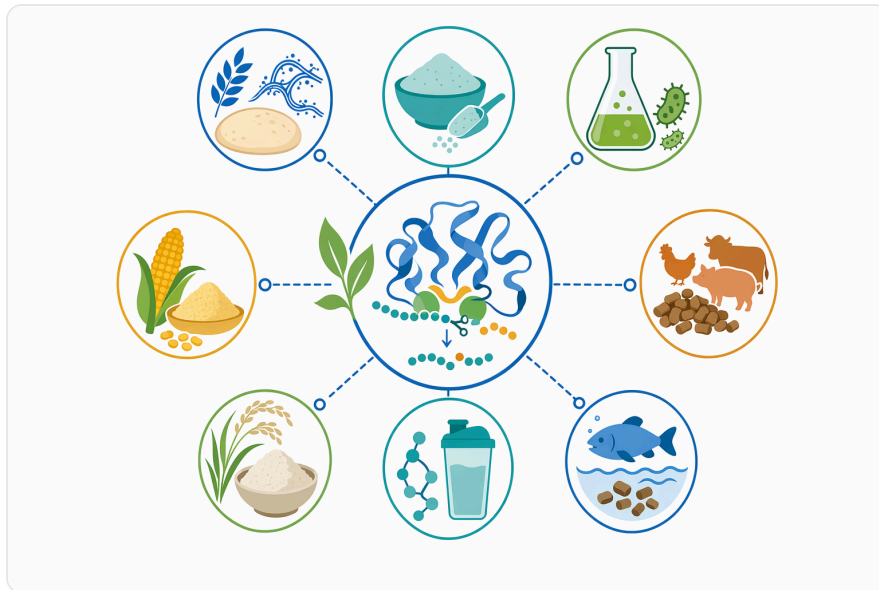


Figure 10. 主要應用領域包括小麥麩質粉改質、玉米麩質粉或富含玉米醇溶蛋白的蛋白水解、米蛋白改質，以及發酵氮源支持。

## 結論：以受控水解提升穀物原料利用價值

Plant Proteolytic Enzyme 的核心應用，是透過植物蛋白酶對小麥麩質粉、玉米與米等穀物蛋白進行受控水解，進而調整分子量、溶解性、黏彈性、界面性質與可發酵氮來源。研究證據支持植物蛋白酶可改變小麥麩質與麥麩蛋白特性，並在特定條件下降低部分麩質免疫反應性訊號；但這些結果應被定位為加工改質與風險降低工具，而非醫療安全或無麩質保證 [1]。

對 B2B 使用者來說，最佳導入方式是將此酵素放在完整製程中評估：前段原料水化與分散是否足夠、反應終點是否符合功能目標、後段是否能穩定品質，以及感官與標示是否可接受。當目標是提升穀物副產物價值、改善蛋白水解物功能、支援發酵或調整小麥麩質網絡時，植物蛋白水解酵素可提供具體且可操作的技術路徑 [11]。

### 線上訂購 Plant Proteolytic Enzyme Wheat Gluten Flour Special Enzyme For Corn And Rice Hydrolysis

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 Plant Proteolytic Enzyme Wheat Gluten Flour Special Enzyme For Corn And Rice Hydrolysis →](#)

## 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. [4382B74C1Dc520E7715E761C9C7C2Ff8962F7031](#). *Semantic Scholar*.
2. Espinoza-Herrera, J., Martínez, L. M., Serna-Saldívar, S., & Chuck-Hernández, C. (2021). [Methods for the Modification and Evaluation of Cereal Proteins for the Substitution of Wheat Gluten in Dough Systems](#). *Foods*, 10.
3. Varilla, C., Marcone, M., Paiva, L., & Baptista, J. (2021). [Bromelain, a Group of Pineapple Proteolytic Complex Enzymes \(Ananas comosus\) and Their Possible Therapeutic and Clinical Effects. A Summary](#). *Foods*, 10.
4. Rajendhran, H. P., Vaidyanathan, V., Venkatraman, S., & Karthik, P. (2024). [Optimization of Enzymatic Hydrolysis by Protease Produced from Bacillus subtilis MTCC 2423 to Improve the Functional Properties of Wheat Gluten Hydrolysates](#). *International journal of food Science*, 2024.
5. Lafarga, T. (2018). [Potential Applications of Plant-Derived Proteins in the Food Industry](#). *Novel Proteins for Food, Pharmaceuticals and Agriculture*.
6. Zhang, Y., Liu, X., Liu, M., Han, L., Zhao, D., Rao, H., Zhao, X., ... et al. (2025). [Enzymatic modification of whole wheat dough gluten matrix development and bread quality by a novel wheat arabino-xylanase from Podospora comata with its properties and substrate specificity mechanism](#). *International Journal of Biological Macromolecules*, 142860 .
7. Leccioli, V., Oliveri, M., Romeo, M., Berretta, M., & Rossi, P. (2017). [A New Proposal for the Pathogenic Mechanism of Non-Coeliac/Non-Allergic Gluten/Wheat Sensitivity: Piecing Together the Puzzle of Recent Scientific Evidence](#). *Nutrients*, 9.
8. Paul, K., Sorrentino, M., Lucini, L., Roupheal, Y., Cardarelli, M., Bonini, P., Reynaud, H., ... et al. (2019). [Understanding the Biostimulant Action of Vegetal-Derived Protein Hydrolysates by High-Throughput Plant Phenotyping and Metabolomics: A Case Study on Tomato](#). *Frontiers in Plant Science*, 10.
9. Guo, Q., Zhang, M., & Mujumdar, A. S. (2024). [Progress of plant-derived non-starch polysaccharides and their challenges and applications in future foods](#). *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23 4, e13361 .
10. He, W., Yang, R., & Zhao, W. (2019). [Effect of acid deamidation-alkalase hydrolysis induced modification on functional and bitter-masking properties of wheat gluten hydrolysates](#). *Food Chemistry*, 277, 655-663 .
11. Li, X., Guo, X., Yu, J., Zhao, Z., Tian, X., Sui, W., Meng, J., ... et al. (2026). [Synergistic Modification of Steam Explosion Combined with Enzymatic Hydrolysis on Wheat Bran to Improve Dough Properties, Bread Quality, and In Vitro Digestibility](#). *Foods*, 15.
12. Lei, D., & Ma, X. (2021). [Effect of enzymatic glycosylation on the structure and properties of wheat gluten protein fibers](#). *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 16.


## 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。