

# Protein Removal Enzyme Powder — Alcalase ( CAS 9014-01-1 ) : 鹼性蛋白酶用於蛋白去除、蛋白水解與副產物升值

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

Protein Removal Enzyme Powder — Alcalase ( CAS 9014-01-1 ) 是一種以蛋白質水解為核心用途的鹼性內切蛋白酶，常用於食品蛋白改質、加工副產物蛋白去除、蛋白水解物製備與飼料原料處理。其主要價值在於快速切割蛋白質內部肽鍵，將大分子蛋白轉化為較小肽段與可溶性含氮成分，進而改善萃取、液化、溶解性或後續配方加工表現。

Enzymes.bio 供應的 Alcalase 粉末產品以 1 kg 單位在線上販售，CoA 與 SDS 會隨訂單提供；Enzymes.bio 是供應商，不是製造商或檢測實驗室。

## Alcalase 是什麼：以蛋白質水解為主的 subtilisin 類鹼性蛋白酶

Alcalase 通常被歸類為 subtilisin 類絲胺酸內切蛋白酶；此類酵素多見於 Bacillus 來源的工業蛋白酶，特徵是可在偏中性至鹼性條件下切割蛋白質內部肽鍵，而不是只從蛋白鏈末端逐一移除胺基酸。細菌鹼性蛋白酶在洗劑、皮革、食品、飼料與廢棄物處理等工業場景中被廣泛討論，原因在於它們通常具備較高反應效率、較寬底物適用性，以及可在工業條件下處理複雜蛋白基質的能力 <sup>[1]</sup>。

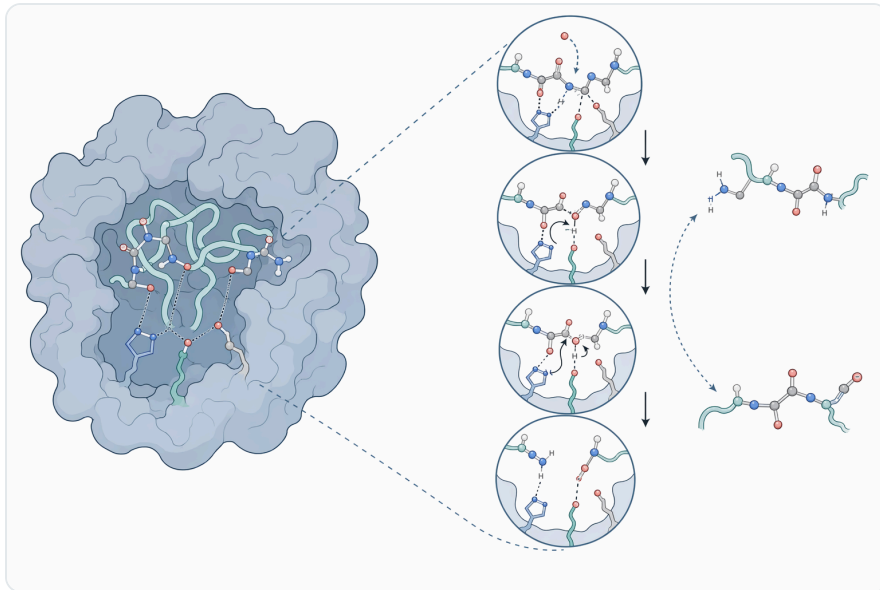
從產品定位來看，Protein Removal Enzyme Powder — Alcalase ( CAS 9014-01-1 ) 適合被理解為「蛋白水解與蛋白去除流程中的加工助劑型酵素」，而非單一終端成分。它可協助將植物、動物或微生物來源原料中的蛋白質降解成較小分子，使蛋白更容易被溶出、分散、分離或進一步轉化；這也是 Alcalase 在食品蛋白水解物與生物活性肽研究中經常被選用的原因 <sup>[2]</sup>。

Enzymes.bio 的產品頁將此品項列為 Alcalase Protease Enzyme Powder，並標示 CAS 9014-01-1；其商業交付重點是 1 kg 單位線上購買與隨貨文件，而不是宣稱自有製造、實驗室檢測或客製化研發服務。對 B2B 使用者而言，這代表它更適合被納入既有製程的小批量導入、配方開發或製程驗證，而非被視為供應端提供完整製程設計的服務方案。

## 主要應用：蛋白去除、蛋白水解物、食品副產物與飼料原料處理

Alcalase 的第一類常見用途是「蛋白去除」。在許多植物或農產加工副產物中，蛋白質可能是目標成分萃取時的干擾物，也可能造成懸浮、黏度、沉澱、褐變或風味不穩定；經 Alcalase 水解後，蛋白質結構被切短，部分蛋白從不溶性基質轉為可溶性肽段，後續即可透過離心、過濾、膜分離或乾燥等既有單元操作處理。啤酒糟研究顯示，蛋白酶輔助蛋白移除會改變殘渣營養組成與飼料價值，說明「去除蛋白」不只是降低含量，也會重新塑造副產物的利用方向 [3]。

第二類用途是「蛋白水解物製備」。在食品與營養配料開發中，完整蛋白常因溶解性、熱穩定性、黏度或過敏原性限制而不易直接使用；經 Alcalase 水解後，所得肽段的分子大小、親疏水性分布與帶電特性改變，可能提升溶解、乳化、起泡或消化相關表現。以大豆與鷹嘴豆蛋白為例，Alcalase 與 Flavourzyme 的酵素水解會影響蛋白水解物的聚集行為，研究指出氫鍵介導的不溶性聚集與水解條件、蛋白來源及肽段特性有關 [4]。



**Figure 1.** Alcalase 是一種鹼性內切蛋白酶，可切割內部胜肽鍵，將大型蛋白質轉化為較小的胜肽片段。

第三類用途是「低蛋白或蛋白改質產品」。例如可可粉低蛋白化研究即利用酵素輔助水解降低蛋白相關組分，顯示蛋白酶可被用於調整植物性食品粉體的組成與加工性；這類應用的重點不是把所有蛋白完全消除，而是把蛋白質對粉體特性、萃取效率、風味或營養標示造成的影響降到可控範圍 [5]。

第四類用途是「蛋白副產物升值」。食品加工殘渣、油籽粕、咖啡渣、果皮、啤酒糟等原料中常殘留可利用蛋白，但原始型態可能被纖維、多酚、澱粉、脂質或細胞壁包埋。spent coffee grounds 研究顯示，蛋白分離與多酚移除後，可進一步鑑定蛋白水解物中的肽段，說明複雜副產物可透過前處理、蛋白回收與酵素水解組合，轉為更具價值的含肽材料 [6]。

## 作用機制：Alcalase 如何讓蛋白質「變短、變可溶、變好處理」

Alcalase 的核心機制是內切蛋白水解。蛋白質由胺基酸以肽鍵連接形成長鏈，並折疊成二級、三級或更高階結構；當 Alcalase 接近可被辨識的肽鍵位置時，活性中心的絲胺酸殘基參與催化反應，使肽鍵斷裂，產生較短的肽段。subtilisin 類蛋白酶的研究指出，這類酵素的成熟、分泌與活性形式形成涉及前肽加工與蛋白折疊，因此其工業表現並非只取決於「能不能切」，也取決於酵素構型與環境穩定性 [7]。

蛋白被切短後，最直接的物理化學結果是分子量下降與表面性質改變。大型蛋白原本可能因疏水區域被包埋、聚集或與纖維結合而不易溶解；水解後，更多末端胺基與羧基暴露，肽段帶電狀態改變，與水、鹽、脂肪或多酚的交互作用也會不同。這就是為什麼 Alcalase 水解不只降低蛋白完整性，也會影響溶解性、乳化性、苦味、沉澱與凝膠行為 [4]。

在蛋白去除流程中，Alcalase 的效果常來自「提高可分離性」而非單純「消失蛋白」。完整蛋白可能緊密吸附在纖維、脂質或多酚複合物上；一旦被水解成較小片段，部分肽段會進入水相，另一部分可能因疏水性或與多酚交互作用形成沉澱。換言之，酵素作用後的分離結果取決於原料結構、pH、離子強度、熱處理與下游分離方式，不能只用單一水解時間推估 [6]。

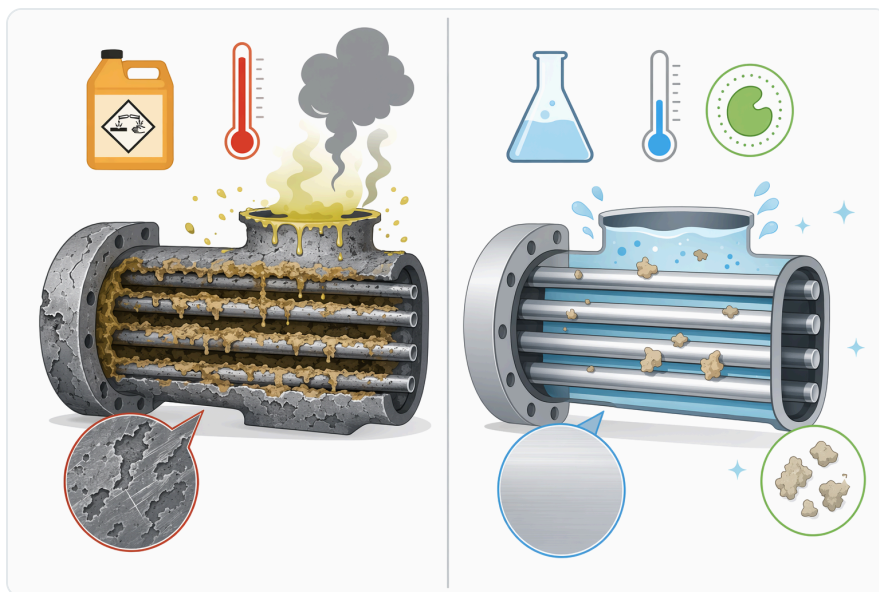


Figure 2. 酸水解、中性蛋白酶水解與鹼性蛋白酶水解在處理條件的嚴苛程度、特異性，以及去除蛋白質殘留物的適用性上有所不同。

在功能性肽開發中，Alcalase 的寬廣切割能力可釋放多樣肽序列。油籽蛋白水解物比較研究指出，Alcalase 與 pepsin 處理所得水解物在抗氧化、抗高血壓與抗糖尿病相關體外性質上可呈現不同表現，顯示「酵素種類」會改變肽譜，進而影響生物活性評估結果 [8]。

## Alcalase 與其他蛋白處理策略的比較

下表以 B2B 製程角度整理 Alcalase 與常見蛋白處理方式的差異。此比較不是規格表，也不代表特定批次性能；它旨在協助理解為何 Alcalase 常被放在「溫和蛋白改質」與「副產物升值」流程中。

處理方式	主要作用	優點	可能限制	適合情境
Alcalase 酵素水解	內切肽鍵，將蛋白轉為肽段	條件相對溫和、可調整水解程度、適合食品與副產物蛋白改質	結果受原料與條件影響，可能產生苦味或不溶聚集	蛋白水解物、蛋白去除、飼料原料預處理、功能性肽探索
酸或鹼化學水解	非選擇性斷鍵與溶出	反應強、可快速破壞結構	可能造成胺基酸破壞、鹽負荷、風味與腐蝕問題	非食品精緻用途、需強力破壞基質時
熱處理	變性、凝聚、失活內源酵素	設備普遍、易放大	可能降低溶解性、造成褐變或沉澱	殺菌、預處理、終止酵素反應
物理破碎或均質	增加表面積、釋放包埋成分	不引入化學反應物	對肽鍵本身作用有限，能耗可能較高	與酵素水解併用，提高底物可及性
膜分離或離心	分離可溶與不溶部分	有助於分級與濃縮	不是水解工具，需搭配前處理	水解後分離、濃縮蛋白或肽段

酵素水解的優勢在於「可控制的結構拆解」。與強酸強鹼相比，Alcalase 通常不需要以極端化學條件破壞蛋白，因此較適合需要保留營養價值或後續食品配方可用性的流程；但它也不是萬能工具，若原料中蛋白被細胞壁、纖維素、脂質或多酚嚴重包埋，單靠酵素可能不足，需與前處理或分離步驟配合。蛋白酶生物技術應用回顧即指出，蛋白酶從高產到工業利用的價值，往往取決於酵素特性與實際製程條件能否匹配 [9]。

## 食品蛋白水解：從完整蛋白到可設計的肽段混合物

在食品蛋白水解中，Alcalase 常被用於植物蛋白、油籽蛋白、豆類蛋白與動物來源蛋白。其目的可能是改善溶解性、降低黏度、提升消化可及性，或製備具有特定體外活性的肽段。近年關於 Alcalase 與食品蛋白衍生生物活性肽的綜述指出，研究趨勢已從「證明可水解」逐步轉向「肽序列鑑定、作用機制、消化穩定性與轉譯應用」等更接近產品開發的問題 [2]。

但蛋白水解並不必然等於功能改善。以大豆與鷹嘴豆蛋白研究為例，酵素水解後可能形成氫鍵介導的不溶性聚集，這代表水解會同時創造可溶肽段與可能聚集的片段；如果目標是高澄清晰度飲料，聚集是不利因素，但若目標是特定質地或沉降分離，聚集反而可能被利用 [4]。

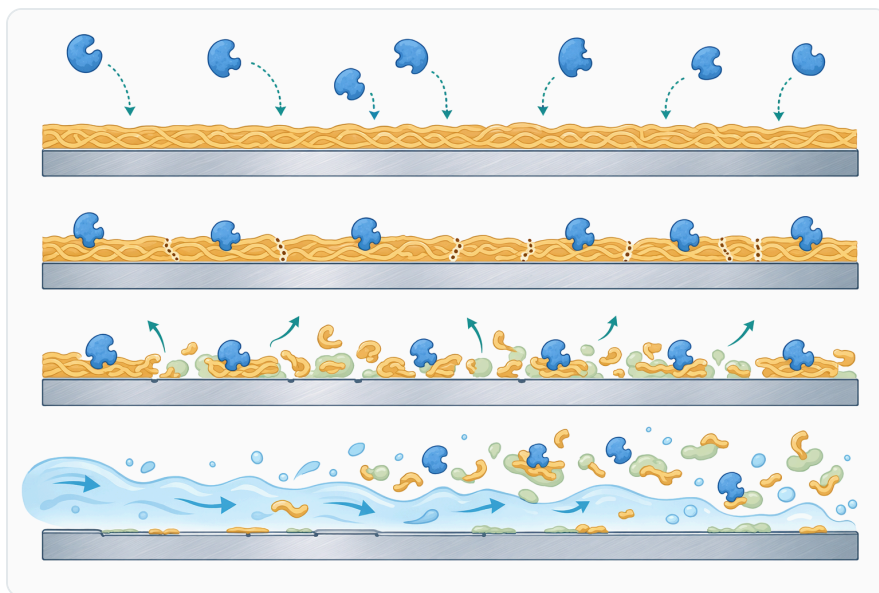


Figure 3. 蛋白酶切割可將具凝聚性的蛋白質污垢網絡分解成較小片段，使其更容易脫離並被沖洗掉。

Alcalase 也常被用於比較不同酵素所產生的肽譜差異。油籽蛋白水解物的研究以 Alcalase 與 pepsin 處理並驗證預測的抗氧化、抗高血壓與抗糖尿病相關特性，顯示同一原料經不同酵素處理後，產物活性與分子特徵可能明顯不同 [8]。因此，將 Alcalase 納入研發時，重點不是假設它一定產生某種功能，而是利用它的切割特性建立可重複的水解條件與肽段分布。

## 副產物與循環利用：把「含蛋白殘渣」轉為可用資源

食品與農產加工副產物常具有高水分、高纖維、多酚或礦物質背景，蛋白質被包埋其中而不易直接利用。Alcalase 這類蛋白酶可先把蛋白質從複雜基質中拆解出來，讓後續分離更有效率；若目標是移除蛋白，水相肽段可被帶走，固相殘渣則改變組成；若目標是回收蛋白，則可收集水解液作為肽段或含氮配料來源 [3]。

啤酒糟是典型例子。其富含纖維與蛋白，但原料結構限制了直接利用；蛋白酶輔助蛋白移除後，殘渣的飼料營養價值會改變，這說明 Alcalase 類蛋白酶在副產物處理中常扮演「重新分配營養成分」的角色，而不只是單純提高產率 [3]。

另一個方向是果皮與植物殘渣蛋白回收。萊姆皮研究結合亞臨界水萃取與酵素輔助萃取，用於蛋白回收與蛋白水解物表徵，顯示在植物廢棄物處理中，熱水物理化學萃取與酵素水解可形成互補：前者破壞基質並釋放成分，後者進一步調整蛋白分子狀態 [10]。

咖啡渣則凸顯多酚問題。spent coffee grounds 蛋白分離研究納入多酚移除與肽段鑑定，說明蛋白水解物品質不只取決於酵素，還取決於非蛋白成分是否干擾顏色、風味、沉澱與肽段分析 [6]。對實務製程而言，這代表 Alcalase 適合放在整體流程中評估，而不是被孤立看待。



Figure 4. Alcalase 可用於植物、海洋、動物及乳製蛋白來源，以產生溶解性、消化性與肽段功能性經改變的水解物。

## 生物活性肽：有潛力，但不可把體外活性直接等同健康功效

Alcalase 經常出現在生物活性肽研究中，原因是它能從蛋白質中釋放大量短肽，而短肽可能具有抗氧化、ACE 抑制、DPP-IV 抑制或其他體外活性。食品蛋白衍生肽的 Alcalase 綜述指出，研究者關注的不只是產生肽段，還包含肽段序列、分子量、消化穩定性、生物可及性與產業轉譯障礙 [2]。

然而，B2B 文件必須區分「研究活性」與「產品功效」。體外抗氧化或酵素抑制測試可以作為篩選工具，但並不等同人體攝取後一定具有相同效果；肽段在胃腸消化、吸收、血液循環、代謝與目標組織可及性中都可能改變。因此，若最終產品涉及健康宣稱，仍需依照目標市場法規與終端產品型態建立證據，而不能只引用 Alcalase 水解物的體外研究結果 [8]。

近年也有利用 subtilisin-like serine protease 製備 DPP-IV 抑制活性肽的研究，顯示此類蛋白酶在蛋白副產物轉為功能性肽方面仍是活躍研究方向 [11]。但這類成果通常與特定蛋白副產物、特定酵素、特定水解條件及後續分離有關，不能直接外推到所有 Alcalase 處理的原料。

## 製程條件如何影響結果：pH、溫度、時間與原料結構

Alcalase 作為鹼性蛋白酶，通常被安排在中性至偏鹼的水相條件中操作；在此範圍內，蛋白質帶電狀態、酵素構型與底物可及性會共同影響水解效率。不同 subtilisin 類蛋白酶的動態特性與環境適應性研究顯示，酵素穩定性與柔性會影響其在溫度、鹽度或其他壓力條件下的表現 [12]。

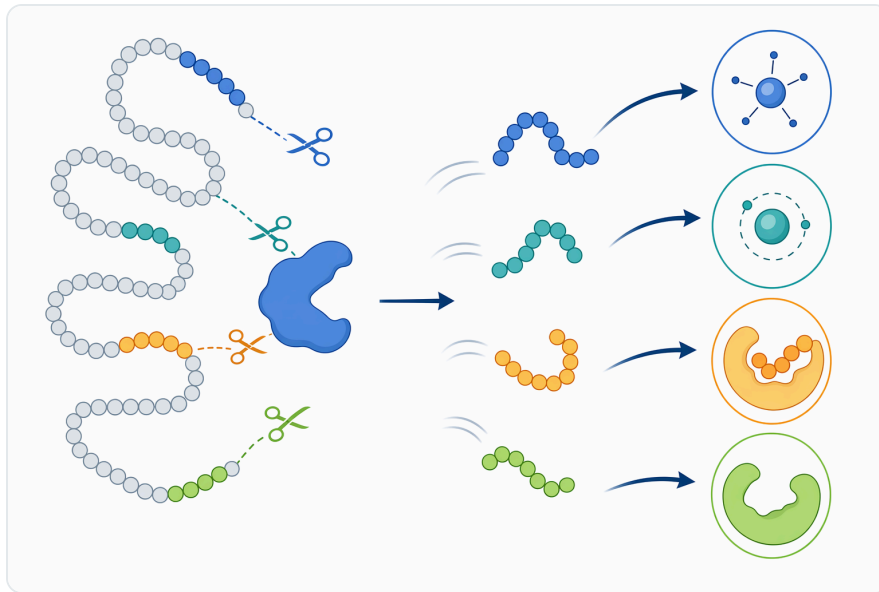


Figure 5. 生物活性胜肽研究評估的是母體蛋白經酵素水解後釋放出的序列，而非由酵素新增的分子。

溫度的作用具有兩面性：升溫通常可加快反應速率，也可能使蛋白展開、暴露更多切割位點；但過高溫度也可能使酵素失活或造成蛋白聚集。對食品蛋白而言，熱誘導展開有時提升水解，有時反而形成難以接近的聚集體，因此需要把熱處理視為與水解同步互動的變因，而不是單純加速因子 [4]。

反應時間與酵素添加量會改變水解程度。較短水解可能保留部分蛋白功能，如乳化或凝膠結構；較深水解則可能產生更多小肽，提高溶解性，但也可能增加苦味或降低界面功能。Alcalase 在食品蛋白肽開發中的研究趨勢顯示，單純追求高水解程度並不一定符合產品目標，關鍵是讓肽段分布符合應用需求 [2]。

原料結構同樣重要。油籽蛋白、豆類蛋白、可可粉、啤酒糟、咖啡渣與果皮殘渣的蛋白來源、伴隨成分與組織結構差異很大；同一酵素在不同基質上的效果可能完全不同。可可粉低蛋白化與啤酒糟蛋白移除研究皆顯示，酵素水解後的產品價值取決於基質本身與下游用途，而不只是蛋白含量降低 [5]。

## 品質、安全與文件：以供應商交付定位理解 Enzymes.bio 產品

對粉末型酵素而言，職業安全是基本考量。蛋白酶粉末可能造成粉塵暴露；由於酵素本身是蛋白質，吸入或皮膚接觸可能引發刺激或敏感反應。實務上應依隨貨 SDS 管理儲存、搬運、通風與個人防護，並避免在無控制環境中產生大量粉塵。

在儲存上，粉末酵素通常需避免高溫、潮濕與反覆開封吸濕，因為水分與溫度會影響蛋白質構型與長期活性。Enzymes.bio 的定位是供應商而非製造商或檢測實驗室，因此批次資訊應以隨訂單提供的 CoA 與 SDS 為準；文件可支援內部收貨、安衛與品質紀錄，但不應被解讀為供應商提供製程保證或終端產品功效背書。

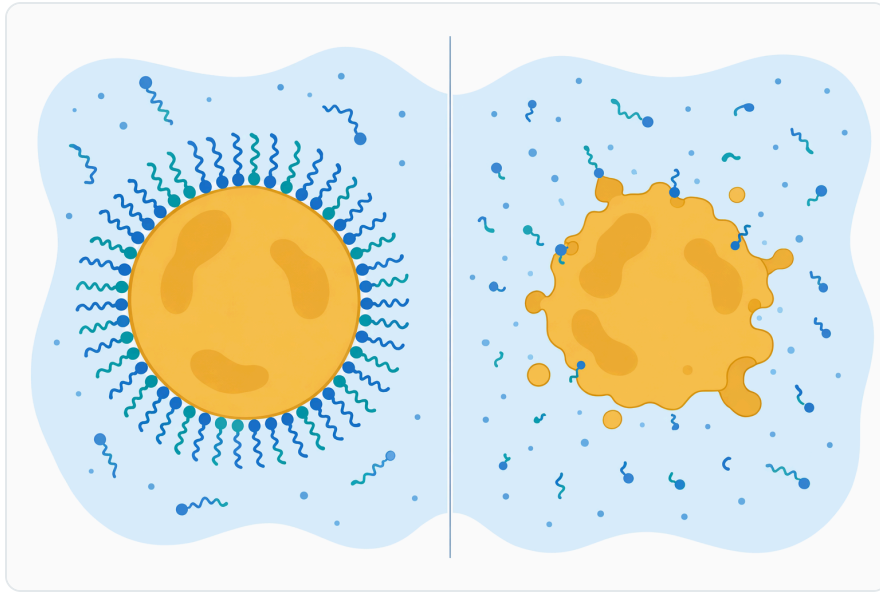


Figure 6. 水解程度可能提升或降低乳化能力，因為肽大小與兩親性會決定其界面行為。

對食品、飼料或其他受監管用途而言，合規責任仍需依使用地法規、最終產品用途與企業內部品質系統判定。Novonesis 對 Alcalase 的商業資訊將其定位於蛋白水解與動物副產物等應用領域，顯示此類酵素具有成熟產業背景；但不同供應通路、批次文件與使用目的仍須分開評估 [13]。

### 適合導入的 B2B 場景

Alcalase 適合已具備水相混合、溫控、pH 控制與固液分離能力的製程。若企業正在處理含蛋白副產物，例如豆類加工殘渣、油籽粕、啤酒糟、咖啡渣、可可粉或果皮殘渣，Alcalase 可作為蛋白釋放、蛋白降低或水解物製備的酵素工具；其價值在於提高原料可處理性，使原本低價或難處理的含蛋白物料進入更高價值用途 [10]。

它也適合用於早期配方開發，例如建立植物蛋白水解物、動物蛋白水解物或富肽粉體的原型。此時可觀察水解對溶解性、沉澱、風味、黏度、乳化或乾燥粉體行為的影響，再決定是否需要搭配其他酵素或後處理。大豆與鷹嘴豆研究提醒，Alcalase 水解後的聚集與溶解行為可能同時存在，因此開發者應以目標產品形式判斷「好」或「不好」 [4]。

若目標是功能性肽，Alcalase 可作為篩選酵素之一，但不宜被視為保證產生活性肽的單一解方。油籽蛋白比較研究與 Alcalase 生物活性肽綜述皆指出，活性取決於原料序列、酵素切割、消化穩定性與分離濃縮；因此最終應用必須回到特定原料與終端產品證據 [8]。

## 使用限制：Alcalase 能改善製程，但不能替代完整製程設計

Alcalase 的主要限制來自底物複雜性。若蛋白被纖維壁、澱粉、脂質或多酚強烈包埋，酵素接觸不到肽鍵，即使酵素本身有效，也可能水解不足。咖啡渣與果皮蛋白回收研究顯示，非蛋白基質會大幅影響蛋白釋放與水解物品質，因此酵素常需與萃取、預處理或分離單元整合 [6]。

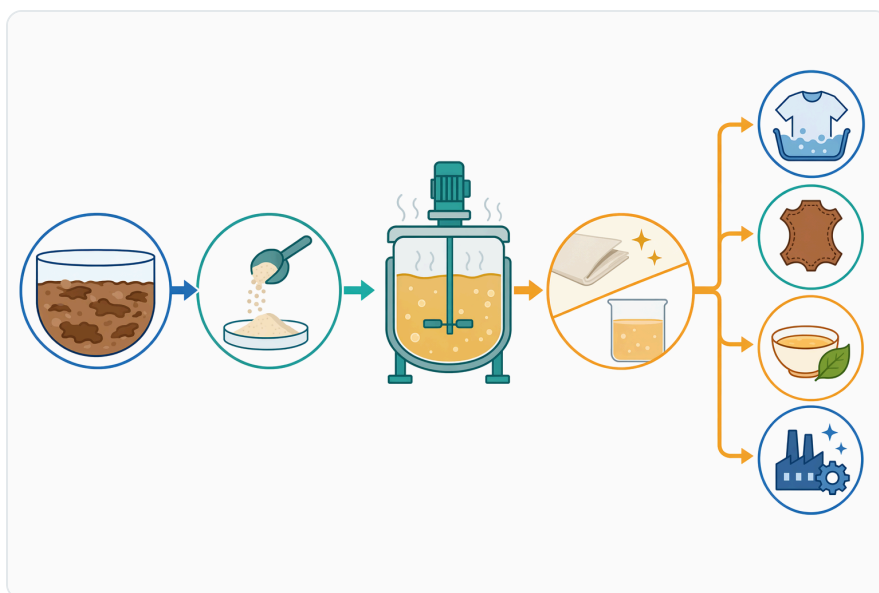


Figure 7. 富含蛋白質的副產物流可先經預處理，再以 Alcalase 水解，分離成可溶性部分，並最終製成食品、飼料或技術性原料。

第二個限制是感官與功能平衡。較深水解可能提高小肽比例，但小肽與疏水肽可能帶來苦味；另一方面，過度水解也可能破壞原本有利於乳化、凝膠或保水的蛋白結構。Alcalase 在食品蛋白肽領域的轉譯挑戰之一，就是把「實驗室活性」轉換成「可接受風味、穩定品質與可放大製程」 [2]。

第三個限制是資料外推。不同文獻中的 Alcalase、原料、條件與終端指標不完全相同，因此某篇研究的水解結果不能直接套用於另一種原料。蛋白酶工業利用回顧強調，蛋白酶的價值來自酵素特性、製程環境與應用目標的匹配，而非單靠酵素名稱即可決定成效 [9]。

## 結語：Alcalase 是蛋白去除與蛋白水解流程的實用酵素工具

Protein Removal Enzyme Powder — Alcalase ( CAS 9014-01-1 ) 適合用於蛋白質水解、蛋白去除、食品副產物升值、飼料原料處理與蛋白水解物開發。其 subtilisin 類鹼性內切蛋白酶機制可有效切割蛋白內部肽鍵，使大分子蛋白轉為較小肽段，進而改變溶解性、分離性、加工性與潛在功能性 [1] 。

對 B2B 使用者而言，Alcalase 的價值不是單點「添加酵素」而已，而是把蛋白結構轉化納入整體製程設計：前處理決定酵素能否接觸底物，水解條件決定肽段分布，下游分離決定最終產品形態。Enzymes.bio 供應的 1 kg 線上販售包裝可用於既有流程導入與開發用途，CoA 與 SDS 隨訂單提供；使用時應依企業內部品質、安全與法規要求管理。

### 線上訂購 Protein Removal Enzyme Powder - Alcalase Cas 9014-01-1

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 Protein Removal Enzyme Powder - Alcalase Cas 9014-01-1 →](#)

## 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. R., G., Q., B., & P., L. (2002). Bacterial alkaline proteases: molecular approaches and industrial applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 59, 15-32.
2. Pérez-Flores, J. G., García-Curiel, L., Pérez-Escalante, E., Contreras-López, E., Rodríguez-Serrano, G., Rivera-Arredondo, M., Ocampo-Salinas, I. O., ... et al. (2026). Alcalase for Food-Protein-Derived Bioactive Peptides: Trends, Gaps, and Translational Opportunities. *Macromol.*
3. Shen, Y., Abeynayake, R., Sun, X., Ran, T., Li, J., Chen, L., & Yang, W. Z. (2019). Feed nutritional value of brewers' spent grain residue resulting from protease aided protein removal. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 10.
4. Dent, T., Campanella, O., & Maleky, F. (2023). Enzymatic hydrolysis of soy and chickpea protein with Alcalase and Flavourzyme and formation of hydrogen bond mediated insoluble aggregates. *Current Research in Food Science*, 6.
5. Cerit, İ., Mehdizade, K., Avci, A., & Demirkol, O. (2024). Production of low-protein cocoa powder with enzyme-assisted hydrolysis. *Food Science & Nutrition*, 12, 3309 - 3321.

6. Valdés, A., Castro-Puyana, M., & Marina, M. (2020). Isolation of proteins from spent coffee grounds. Polyphenol removal and peptide identification in the protein hydrolysates by RP-HPLC-ESI-Q-TOF. *Food Research International*, 137, 109368 .
7. Rozanov, A. S., Shekhovtsov, S., Bogacheva, N. V., Pershina, E. G., Ryapolova, A. V., Bytyak, D. S., & Peltek, S. E. (2021). Production of subtilisin proteases in bacteria and yeast. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii*, 25, 125 - 134.
8. Han, R., Álvarez, A. J. H., Maycock, J., Murray, B., & Boesch, C. (2021). Comparison of alcalase- and pepsin-treated oilseed protein hydrolysates – Experimental validation of predicted antioxidant, antihypertensive and antidiabetic properties. *Current Research in Food Science*, 4, 141 - 149.
9. Kamal, S., Rehman, S., & Iqbal, H. M. N. (2017). Biotechnological valorization of proteases: From hyperproduction to industrial exploitation—A review. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 36.
10. Palma-Manrique, R. M., García, M. C., Castro-Puyana, M., & Marina, M. L. (2025). Simultaneous combination of subcritical water extraction and enzyme-assisted extraction for protein recovery from lime peels. Characterization of protein hydrolysates. *Food Chemistry*, 480, 143910 .
11. Xue, Y., Zeng, L., Yan, Q., & Jiang, Z. (2025). Efficient Production of a Novel Subtilisin-like Serine Protease in *Aspergillus niger* for the Preparation of DPP-IV Inhibitory Activity Peptides from Protein Byproducts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 73 35, 22014-22026 .
12. Tiberti, M., & Papaleo, E. (2011). Dynamic properties of extremophilic subtilisin-like serine-proteases. *Journal of Structural Biology*, 174 1, 69-83 .
13. Alcalase. *Novonesis.*


## 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。