

食品級中性蛋白酶過濾助劑（ Food-Grade Neutral Protease Filtration Aid Enzyme ）：飲料澄清、植物萃取與蛋白水解液過濾的技術解析

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

食品級中性蛋白酶過濾助劑是一種以蛋白質水解為核心作用的加工酵素，主要應用於飲料澄清、釀造液前處理、植物萃取液、發酵液與蛋白水解液的過濾負荷降低。它不是傳統意義上加入濾床的固體濾材，而是先在液相中切斷造成濁度、膠體穩定與濾膜堵塞的蛋白質結構，讓後續離心、板框、深層過濾或膜過濾更容易運行。

在適合的製程條件下，中性蛋白酶可協助降低蛋白性懸浮物、蛋白—多酚或蛋白—多醣複合體帶來的濁度與阻塞風險；但實際效果會受原料組成、pH、溫度、接觸時間、下游過濾形式與最終產品風味要求影響。蛋白酶作為食品與生物加工用酵素的多產業應用已有綜述支持，特別是在蛋白水解、食品加工與副產物利用場景中具實務價值 ^[1]。

酵素名稱與主要應用定位

酵素名稱：Food-Grade Neutral Protease Filtration Aid Enzyme，食品級中性蛋白酶過濾助劑酵素。

此產品的核心定位，是在接近中性的食品或飲料製程條件下，透過蛋白質水解降低液體系統中的蛋白性濁度、膠體穩定性與過濾阻力。中性蛋白酶並非單一分子名稱，而是一類在中性附近條件下具蛋白水解能力的酵素；文獻中可見來自微生物、真菌或其他生物來源的中性蛋白酶，其特性會因來源、結構與製備方式而異 ^[2]。

作為 **filtration aid enzyme（過濾助劑酵素）**，它的主要應用包括：啤酒與釀造液澄清、果蔬汁與植物萃取液前處理、植物蛋白或動物蛋白水解液的過濾輔助、發酵液或酵素反應液的固液分離前處理，以及含蛋白副產物流的再利用。這些場景的共同問題，是蛋白質或蛋白複合物可能在過濾時形成緻密濾餅、堵塞濾膜孔道，或與多酚、多醣、礦物質及細胞碎片共同維持懸浮狀態。

Enzymes.bio 供應的相關中性蛋白酶品項以線上 1 kg 單位銷售，適合需要固定小包裝導入製程評估或例行採購的使用者；Enzymes.bio 的角色是酵素供應商，並非製造商或第三方實驗室。CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供，以便製程端進行批次文件保存、倉儲管理與內部安全溝通。

為什麼蛋白質會成為過濾瓶頸？

在飲料、植物萃取與發酵加工中，「看起來只是混濁」的問題，往往不是單純顆粒沉降不足，而是多種膠體結構共同造成的結果。蛋白質具有帶電基團、疏水區域與可形成聚集的三維構形；當它與多酚、多醣、金屬離子、脂質或細胞壁碎片互作時，會形成尺寸不一、表面性質複雜的懸浮體。這類懸浮體不一定很大，卻能在濾材表面快速堆積，導致通量下降、壓差上升或濾餅壓縮性增加。

蛋白質造成過濾困難的關鍵不只在「含量」，也在「狀態」。未變性的可溶性蛋白可能穿過某些濾材，但一旦受熱、pH 變動、氧化或與多酚結合，就可能形成膠體濁度；部分蛋白質還會在過濾過程中吸附於膜表面或孔道內，造成不可逆污堵。膜過濾結合酵素水解的研究顯示，酵素反應與膜分離的順序及條件會改變產物組成與生物活性，說明「水解—分離」不是單純物理篩分，而是反應與分離彼此耦合的製程問題 [3]。

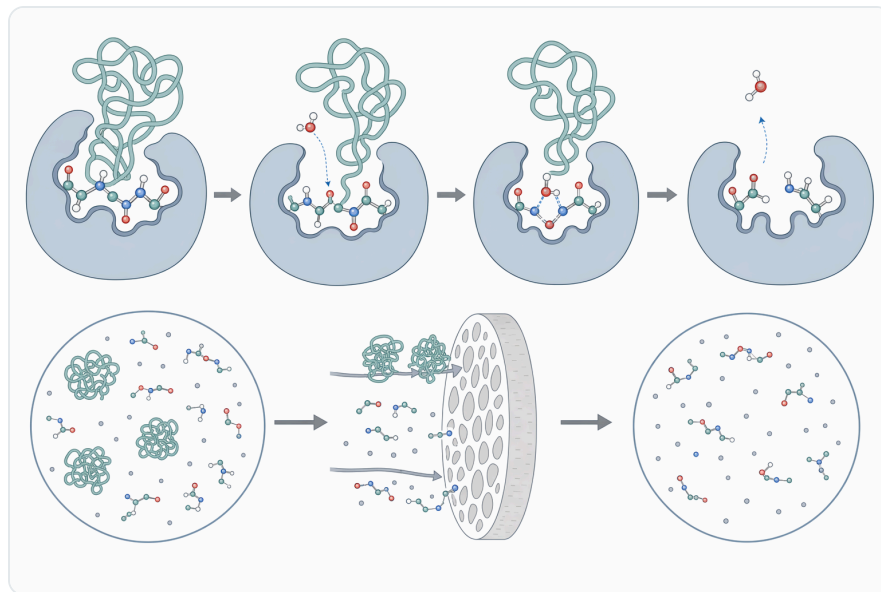


Figure 1. 食品級中性蛋白酶可將形成混濁的蛋白質水解成較小且可溶的胜肽，從而改善過濾效果。

在啤酒與其他釀造液中，固液分離品質會直接影響外觀、口感與穩定性。離心與過濾技術可改善啤酒清澈度並影響品質表現，但若進料液中仍含有容易形成膠體或沉積的蛋白性物質，過濾單元的負荷仍可能偏高 [4]。因此，將中性蛋白酶放在過濾前段使用，並不是取代過濾設備，而是讓過濾設備處理更容易分離的液體。

中性蛋白酶的作用機制：從蛋白水解到過濾改善

1. 切斷肽鍵，降低大分子蛋白的結構穩定性

蛋白酶的基本催化作用，是水解蛋白質中的肽鍵，使原本較大的蛋白分子變成較短的多肽或游離胺基酸。中性蛋白酶在接近中性的條件下發揮作用，特別適合不希望以強酸或強鹼大幅改變食品系統的加工情境。蛋白酶在食品、飼料、皮革、洗劑與生物轉化等多產業中被廣泛使用，其共通價值正在於能以相對溫和的方式改變蛋白質結構與功能 [1]。

蛋白質被水解後，原本支撐聚集體的結構域會被破壞。許多蛋白性濁度的穩定性來自分子間交聯、疏水作用、靜電橋接或與多酚的多點結合；當蛋白被切成較短片段後，這些多點作用的強度下降，膠體顆粒可能變得較不穩定，或轉為更容易被下游過濾與離心處理的型態。這也是中性蛋白酶能被視為「液相前處理型過濾助劑」的主要原因。

2. 降低蛋白—多酚與蛋白—多醣複合物造成的混濁

果汁、莓果汁、茶萃取液、植物蛋白飲與部分草本萃取液中，蛋白質很少單獨存在。它們常與多酚、花青素、鞣花單寧、果膠或其他多醣共存。以覆盆子汁研究為例，酵素澄清、過濾與巴氏殺菌會影響花青素與鞣花單寧等成分含量，顯示澄清製程除了改變混濁物，也會牽動天然植化素的保留與轉移 [5]。因此，中性蛋白酶在植物性液體中的價值與限制，必須同時從過濾效率與產品品質兩面評估。

當蛋白質參與形成膠體網絡時，單純增加過濾壓力未必有效，甚至可能讓濾餅更緻密。蛋白酶水解可削弱蛋白作為「橋接分子」的能力，使部分蛋白—多醣或蛋白—多酚複合物失去原本的懸浮穩定性。若系統中主要阻塞因子同時包含果膠、 β -葡聚醣或澱粉樣物質，中性蛋白酶可能需要與其他食品加工酵素在製程上互補，但其專長仍集中於蛋白性結構的降解。

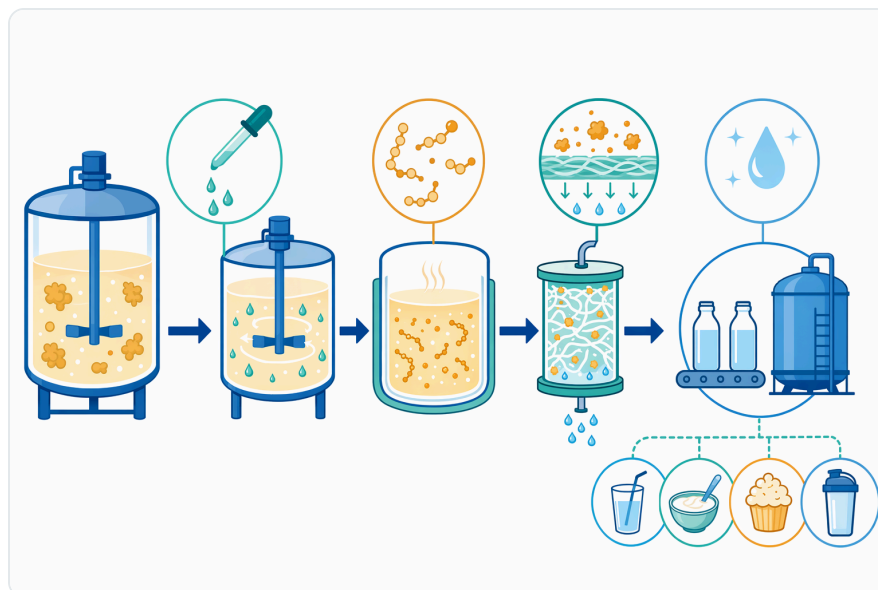


Figure 2. 典型製程會在過濾前添加中性蛋白酶，以減少蛋白質造成的濾材堵塞，並提高澄清濾液的回收率。

3. 改變濾餅特性與膜表面污堵傾向

過濾時的阻力通常來自三個層次：懸浮顆粒進入濾材前的進料特性、濾材表面的濾餅形成，以及濾材或膜孔道內部的吸附與堵塞。中性蛋白酶的前處理價值，是在進料進入過濾器之前就改變蛋白質的大小、形狀與聚集能力。若大分子蛋白被水解為較小片段，濾餅可能較不易形成彈性凝膠層，也較不容易把細小固形物黏結成高阻力沉積層。

在非食品的酵素膜反應器研究中，酵素反應與膜過濾結合可提升特定污染物去除效率，說明酵素反應可被整合於分離程序，藉由先改變目標分子的化學或聚集狀態，再交由膜系統完成分離^[6]。雖然該研究對象不是中性蛋白酶或食品液體，但其製程邏輯與食品澄清相通：過濾效率不只由濾膜孔徑決定，也由進料中大分子的反應狀態決定。

中性蛋白酶與傳統過濾助劑的差異

中性蛋白酶過濾助劑不應被理解為矽藻土、珍珠岩或纖維素濾材的直接替代物。固體濾材主要透過形成多孔濾床來截留顆粒；酵素則是在過濾前改變液體中蛋白質的分子狀態。兩者可在不同製程中分別使用，也可能被整合在同一條線上，但作用位置與風險型態不同。

比較面向	食品級中性蛋白酶過濾助劑	矽藻土等固體濾材	離心 / 膜過濾設備
主要作用	水解蛋白質，降低蛋白性濁度與膠體穩定性	形成濾床，截留懸浮固形物	以密度差或孔徑 / 膜表面分離固液
作用位置	過濾前的液相前處理	過濾單元內	分離設備本身

比較面向	食品級中性蛋白酶過濾助劑	矽藻土等固體濾材	離心 / 膜過濾設備
對蛋白性阻塞的處理	從源頭改變蛋白結構	截留已形成的顆粒或聚集物	依設備條件移除顆粒或大分子
可能限制	可能改變肽組成、風味或功能性；需配合產品目標	可能增加固體廢棄物；部分濾材需注意無機雜質轉移	設備投資、清洗負荷與膜污堵管理
典型角色	降低後段過濾負荷	提供濾床與澄清能力	完成澄清、濃縮或除菌前處理

傳統矽藻土濾材在酒精飲料過濾中已有長期使用經驗，但研究也指出，矽藻土濾助劑中的砷、鉛、鎘等重金屬可能在實驗室尺度過濾條件下轉移至酒精飲料，且轉移量會受多種因素影響^[7]。這不代表矽藻土不可用，而是說明以酵素降低過濾負荷、減少對固體濾助劑的依賴，在某些產品策略中具有額外的製程管理意義。

主要應用場景

釀造液、啤酒與發酵飲料澄清

在釀造與發酵飲料中，蛋白質可來自穀物、酵母、微生物細胞或副原料。這些蛋白質可能與多酚形成冷凝濁，也可能在後段過濾時造成濾材負荷增加。中性蛋白酶作為過濾前處理，可在不把系統推向極端酸鹼條件的前提下，降低部分蛋白性濁度來源，讓離心、深層過濾或膜過濾面對較穩定的進料。



Figure 3. 中性蛋白酶助濾劑可用於飲料、發酵、萃取物及食品原料等澄清製程。

啤酒生產研究顯示，離心與無土過濾等技術會影響啤酒品質，表示澄清單元不只是移除固形物，也會牽動最終品質指標 [4]。因此，中性蛋白酶在釀造場景的定位應是「改善進料可過濾性與穩定性」而非單獨保證成品品質；其導入需與原有澄清、穩定化與包裝條件配合。

果汁、莓果汁與植物萃取液

果汁與植物萃取液的過濾困難常來自多種大分子共同作用：果膠提高黏度，多酚造成顏色與澀感，蛋白質則可能與兩者交互形成懸浮複合物。中性蛋白酶在此類系統中的功能，是針對蛋白性橋接與蛋白聚集進行降解，降低懸浮物的穩定性。若濁度主因偏向果膠或纖維碎片，則仍需要其他製程條件或酵素策略配合。

覆盆子汁研究指出，酵素澄清、過濾與巴氏殺菌會影響花青素與鞣花單寧含量，提醒植物飲料製程不能只看澄清速度，也要注意天然色素與多酚的保留 [5]。因此，中性蛋白酶用於莓果、茶飲或草本萃取液時，應以「降低蛋白性阻塞」作為主要期待，而不是將所有混濁來源都歸因於蛋白質。

植物蛋白飲、豆類蛋白與蛋白水解液

植物蛋白飲與植物蛋白水解液中的蛋白質含量高，過濾與離心常受到黏度、細小懸浮物與膠體穩定性的影響。中性蛋白酶能把高分子蛋白切成較短肽段，提高部分蛋白的溶解與分散狀態，也可能降低過濾時形成緻密蛋白層的風險。對於大豆分離蛋白，近年研究已探討中性蛋白酶消化對蛋白水解與產物特性的影響，顯示其在植物蛋白改質中具有研究基礎 [8]。

不過，蛋白水解不是越深越好。肽段分布會影響溶解度、乳化性、苦味與口感；若產品是飲料或營養配方，過度水解可能讓風味與質地偏離目標。以昆蟲蛹蛋白的酵素水解研究為例，中性蛋白酶組合可產生具抗氧化活性的肽，說明水解條件會改變功能性肽的形成，但這也意味著不同底物會有不同結果 [9]。

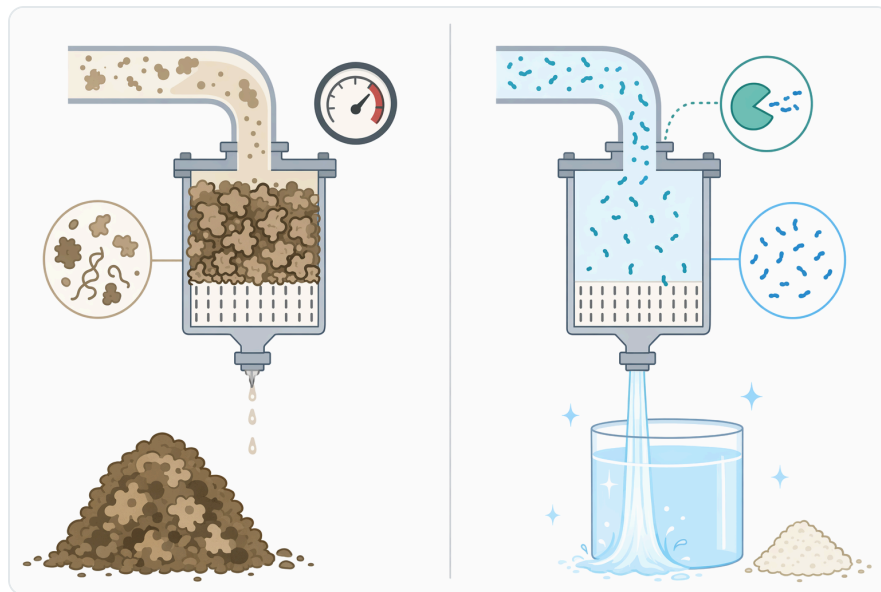


Figure 4. 與單純過濾相比，酵素促進的蛋白質水解可減少堵塞、壓力上升及助濾劑廢棄物。

水產、肉品與副產物再利用

水產加工副產物、魚鱗、魚皮、肉品萃取液與膠原相關原料中，蛋白質與膠狀物含量高，常造成分離困難。酵素水解可將不易分離的大分子蛋白或結締組織相關成分轉為較小片段，讓後續膜過濾、濃縮或乾燥更容易控制。銀鯉魚鱗的研究即結合酵素水解與膜過濾進行肽萃取，顯示蛋白水解與分離技術可共同用於水產副產物加值 [10]。

此類應用的商業重點通常不只是澄清，而是同時追求可溶性固形物回收、風味控制、鹽分管理與蛋白水解物規格一致性。中性蛋白酶可作為較溫和的水解選項，但若原料含大量脂質、礦物質或不溶性膠原結構，仍需與前處理、分離及脫脂步驟搭配。

乳清、磷脂與高蛋白副產物流

乳製副產物流如乳清蛋白磷脂濃縮物，含有蛋白質、脂質與磷脂等多相成分。研究顯示，酵素水解與膜過濾可用於部分富集乳清蛋白磷脂濃縮物中的磷脂，說明蛋白水解能改變複合原料中各成分在膜分離中的行為 [11]。這類案例雖不等同於一般飲料澄清，但能支持一個重要觀念：蛋白酶前處理可改變混合大分子系統的分離路徑。

在乳清或高蛋白液體中使用中性蛋白酶時，應特別注意最終用途。如果目標是澄清或降低過濾阻力，水解程度可能只需達到破壞聚集與降低黏附的效果；如果目標是製備蛋白水解物，則肽段大小、苦味、營養標示與功能性會成為更主要的品質變因。

製程整合：中性蛋白酶通常放在哪裡？

中性蛋白酶作為過濾助劑時，通常放在主要固液分離或精濾之前。實務上可位於萃取後、粗篩後、離心前、深層過濾前，或膜過濾前的暫存反應段。它需要與底物充分接觸，因此過高固形物、混合不足或過短停留時間都可能限制作用；相反地，若作用過度，也可能產生不希望的風味或功能性改變。

在木質纖維素生物質研究中，預處理後採用不同過濾方法與固形物負荷，會影響後續酵素水解與生質轉化效果，顯示過濾並非酵素反應之外的獨立步驟，而會改變底物可及性與反應結果^[12]。對食品製程而言，同樣需要把中性蛋白酶反應、澄清分離、熱處理與成品品質視為連續系統，而不是分段孤立優化。

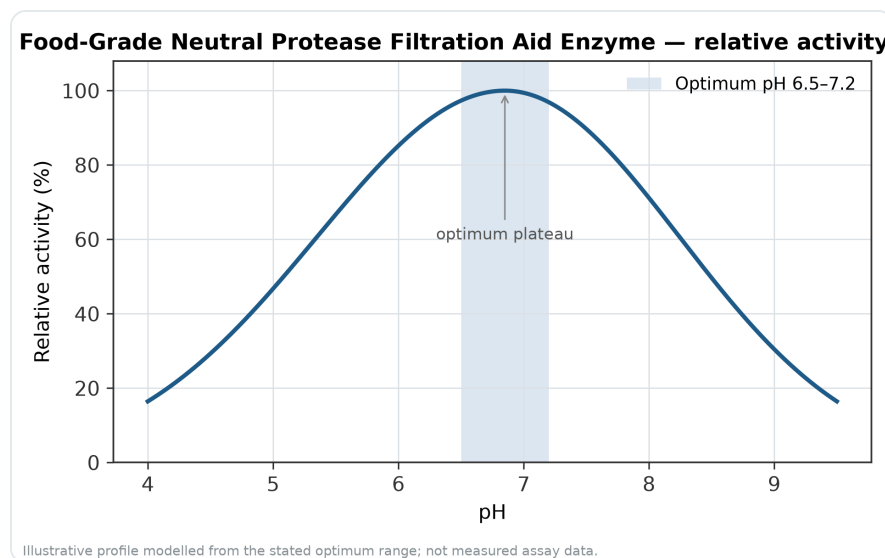


Figure 5. 食品級中性蛋白酶助濾酵素相對活性隨 pH 值變化的情形，顯示其最佳平台區位於 pH 6.5–7.2。

若產品後段會經過巴氏殺菌、熱充填或其他熱處理，酵素作用終止可能與既有熱製程重疊；若產品不適合高溫，則需以製程設計控制酵素作用時間與條件。這裡的關鍵不是追求最大水解，而是讓蛋白性阻塞來源被削弱到足以改善過濾，同時保留目標風味、營養與外觀。

效益可以如何理解？

提升過濾穩定性，而不只是縮短單批時間

中性蛋白酶的價值常反映在「過濾穩定性」上，包括通量衰減較慢、濾材更換頻率下降、批次間壓差曲線較一致、膜清洗負荷降低，以及濁度波動變小。這些效益不一定每次都表現為非常明顯的單批時間縮短，但對連續生產或高批次頻率的工廠來說，穩定性本身就是成本與排程管理的核心。

酵素水解與膜過濾結合的研究顯示，分離結果會反映在產物組成與功能性變化上，而非只是一個物理截留率問題 [3]。因此，若用中性蛋白酶協助過濾，應以整體製程結果評估：過濾是否更穩、成品是否更清澈、沉澱是否減少、風味是否可接受、下游設備是否更容易清洗。

降低固體濾助劑與高壓過濾的依賴

當蛋白性膠體是主要阻塞來源時，單純增加濾材、提高壓力或加大設備未必是最有效的改善方式。酵素前處理可從分子層面降低阻塞物的形成能力，讓既有設備在較溫和條件下運行。這對希望減少固體濾助劑用量、降低濾泥處理量，或改善膜壽命的製程特別有吸引力。

此外，傳統濾材雖有效，但也帶來固體廢棄物與供應品質管理議題。矽藻土濾助劑在酒精飲料中的重金屬轉移研究，提醒食品與飲料廠在選擇澄清策略時，需要同時考量過濾性能、濾材來源與潛在成分轉移 [7]。中性蛋白酶不能完全替代所有濾材，但可作為降低過濾負荷的上游工具。

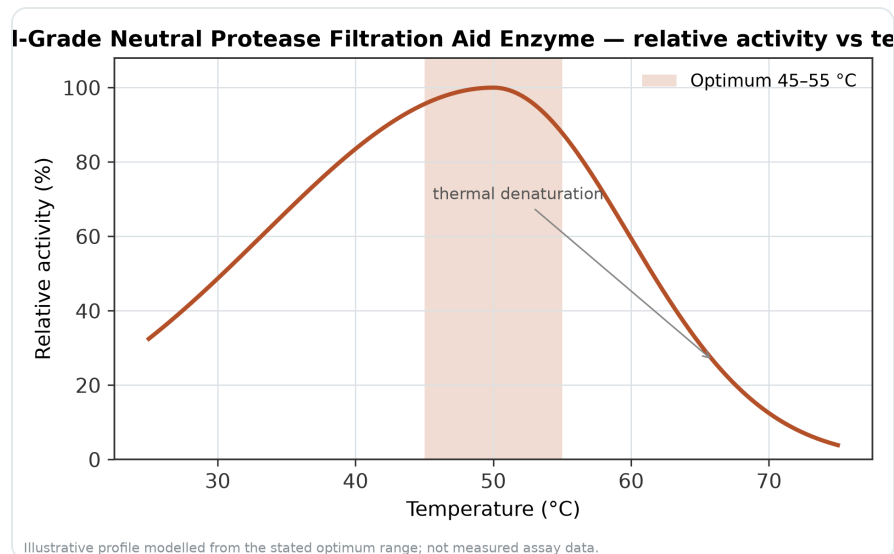


Figure 6. 食品級中性蛋白酶助濾酵素相對活性隨溫度變化的情形，最佳溫度為 45–55 °C，且在超過最佳溫度後呈現典型的熱變性下降。

風味、營養與產品品質限制

中性蛋白酶會改變蛋白質，因此也可能改變產品。蛋白水解後產生的肽可能提升溶解度或降低濁度，但也可能帶來苦味、鮮味、澀感變化或口感變薄。對蛋白飲、植物奶、發酵飲品與機能性配方來說，這些變化有時是優點，有時是缺點，取決於產品定位與消費者期待。

蛋白水解還可能影響乳化、起泡、沉降、熱穩定性與營養標示相關特性。以大豆分離蛋白與其他蛋白底物的研究可見，不同蛋白酶與不同水解條件會產生不同消化產物與功能表現 [8]。因此，中性蛋白酶作為過濾助劑時，建議把目標設定在「足以改善過濾的必要水解」，而不是追求最大程度分解。

植物性飲料與果汁還需注意天然色素與多酚。若蛋白水解改變蛋白—多酚結合，可能改善澄清，也可能讓某些色素或多酚在過濾中損失增加。覆盆子汁研究中，澄清、過濾與加熱處理對花青素和鞣花單寧有影響，正好說明澄清效率與植化素保留之間需要平衡 [5]。

與食品級酵素管理相關的注意事項

食品級酵素在食品加工中的使用，通常被視為加工助劑或製程輔助材料的一部分；但實際法規分類、標示與使用限制會依市場、產品類別與當地法規而不同。食品酵素產業資料指出，酵素廣泛應用於烘焙、釀造、乳製、果汁與蛋白加工等食品領域，核心原因是其能在相對溫和條件下催化特定反應 [13]。

對採購與品保而言，Enzymes.bio 隨訂單提供 CoA 與 SDS，有助於建立批次追溯、倉儲安全與內部文件管理。由於 Enzymes.bio 並非製造商或實驗室，產品頁與隨附文件應被理解為供應與品質文件的一部分；實際製程適用性仍需由使用端依自家原料、設備、產品規格與法規要求確認。

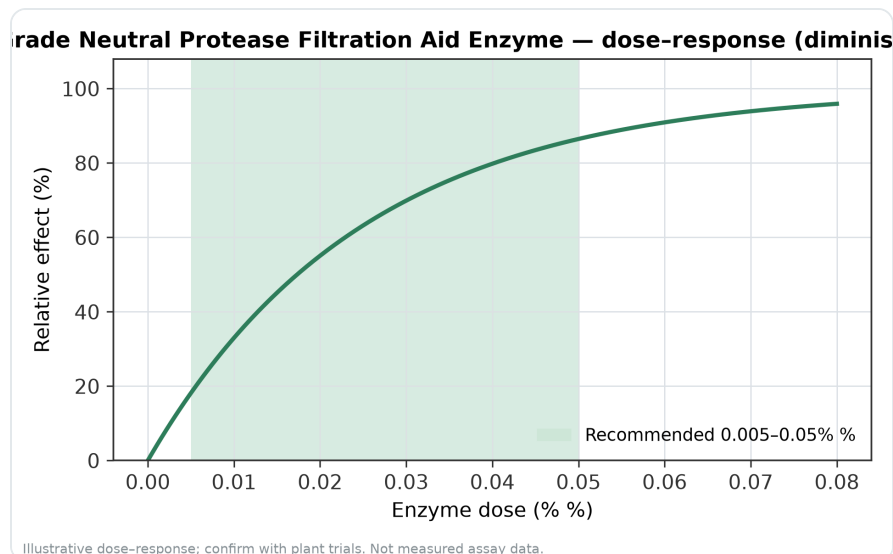


Figure 7. 食品級中性蛋白酶助濾酵素在建議使用範圍（0.005–0.05%）內的劑量反應示意圖。

儲存與操作方面，酵素屬於蛋白質材料，通常需避免不必要的高溫、潮濕與粉塵暴露；SDS 可協助工廠建立個人防護、通風與灑漏處理規範。這些管理重點不涉及酵素活性數值，而是食品廠對粉狀或顆粒狀加工助劑的基本安全管理。

適合導入的製程特徵

較適合考慮食品級中性蛋白酶過濾助劑的製程，通常具有以下特徵：液體中蛋白含量明顯、過濾壓差上升快、濾材或膜容易被黏性沉積物堵塞、成品出現蛋白性濁度或沉澱，或現有澄清步驟需要過多固體濾助劑。這些現象在釀造液、植物蛋白飲、果蔬萃取液、發酵上清液與蛋白副產物流中都可能出

現。

相對地，若混濁主因是礦物沉澱、澱粉老化、果膠高黏度、脂肪球不穩定或微生物污染，中性蛋白酶可能只能解決部分問題，甚至不是主工具。此時需要先釐清阻塞物的主要化學性質，才能判斷蛋白水解是否能帶來實質改善。酵素在工業上的成功應用，往往來自對底物與製程的精準匹配，而不是把所有澄清問題都交給單一酵素 [1]。

若製程已使用膜過濾，中性蛋白酶的導入重點在於降低膜表面蛋白污堵與延緩通量衰減；若製程使用深層過濾或濾床，中性蛋白酶的重點則在於讓濾餅更疏鬆、減少膠狀堵塞並提升批次一致性。不同設備的受益方式不同，但共同邏輯都是讓進料更容易分離。

採用 Enzymes.bio 供應品項時的定位

Enzymes.bio 上的食品級中性蛋白酶過濾助劑，適合需要以 1 kg 單位線上購買、並將酵素納入既有食品或飲料製程評估的企業使用。此定位對中小型食品廠、配方開發團隊、試量產單位或需要固定小包裝補貨的加工現場尤其直接；文件面則以隨訂單提供的 CoA 與 SDS 支援批次與安全管理。

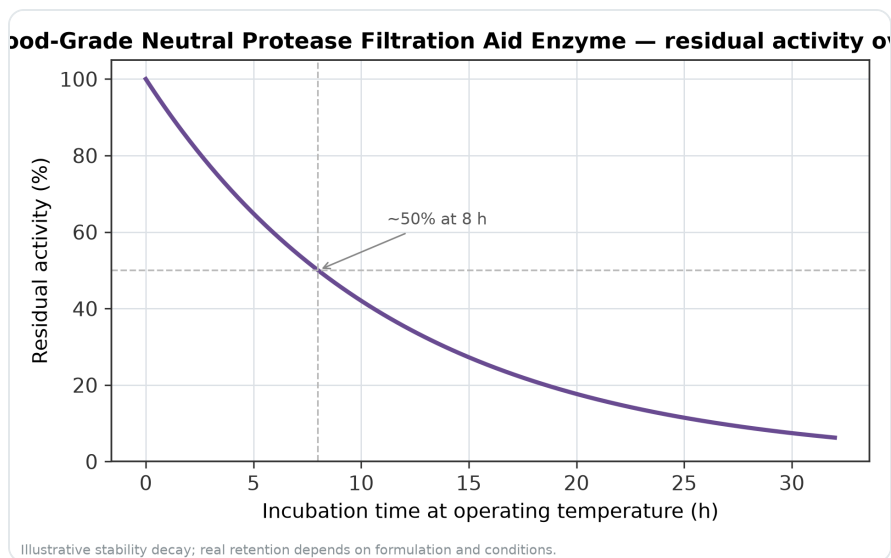


Figure 8. 食品級中性蛋白酶助濾酵素熱穩定性衰減示意圖——在操作溫度下，殘餘活性會隨時間下降。

需要強調的是，這類產品真不應被解讀為製造端製程聲明，也不代表單一酵素可在所有食品液體中達成相同澄清效果。中性蛋白酶的效果取決於原料蛋白型態、製程條件、其他大分子存在與下游分離方式。對 B2B 使用者而言，最合理的期待是：把它視為降低蛋白性過濾負荷的製程工具，而非萬用澄清劑。

技術結論

食品級中性蛋白酶過濾助劑的核心價值，在於以接近中性的酵素水解方式，削弱蛋白質造成的膠體穩定、濾材堵塞與濁度問題。它特別適合應用於啤酒與釀造液、果汁與植物萃取液、植物蛋白飲、蛋白水解液、發酵液及水產或乳製副產物流等含蛋白體系。蛋白酶的多產業應用與食品加工價值已有文獻綜述支持，而多項酵素水解結合過濾的研究也顯示，反應前處理可明顯改變後續分離行為^[1]。

與矽藻土或膜設備相比，中性蛋白酶不是「攔截顆粒」的工具，而是「改變阻塞來源」的工具。它可以降低下游過濾負荷、改善澄清穩定性，並在部分製程中減少對固體過濾助劑或高壓操作的依賴；但它也可能改變肽段分布、風味、功能性與天然植化素保留。因此，最好的應用方式，是把它整合進完整製程設計中，並以最終產品品質與過濾穩定性共同判斷效益。

Enzymes.bio 作為線上酵素供應商，提供 1 kg 單位的相關中性蛋白酶產品，CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供。對需要改善蛋白性濁度、降低過濾瓶頸或提升澄清流程一致性的食品與飲料加工者而言，食品級中性蛋白酶過濾助劑是一項具科學基礎、但仍需配合實際原料與設備條件使用的製程選項。

線上訂購 Food-Grade Neutral Protease Filtration Aid Enzyme

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 Neutral Protease Filtration Aid Enzyme →](#)

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. Naveed, M., Nadeem, F., Mehmood, T., Bilal, M., Anwar, Z., & Amjad, F. (2020). Protease—A Versatile and Ecofriendly Biocatalyst with Multi-Industrial Applications: An Updated Review. *Catalysis Letters*, 1-17.
2. Elleuch, J., Kacem, F. H., Amor, F. B., Hadrich, B., Michaud, P., Fendri, I., & Abdelkafi, S. (2020). Extracellular neutral protease from *Arthrospira platensis*: Production, optimization and partial characterization. *International Journal of Biological Macromolecules*.
3. Kowalczewski, P., Olejnik, A., Rybicka, I., Zielińska-Dawidziak, M., Białas, W., & Lewandowicz, G. (2021). Membrane Filtration-Assisted Enzymatic Hydrolysis Affects the Biological Activity of Potato Juice. *Molecules*, 26.
4. Li, H. (2023). Application of Centrifugation and Soilless Filtration Technologies in the Beer Production Process and Empirical Research on Their Impact on Beer Quality. *BIO Web of Conferences*.

5. Sójka, M., Nowakowska, A., & Hejduk, A. (2023). Influence of enzymatic clarification, filtration, and pasteurization on ellagitannin and anthocyanin content in raspberry juices. *European Food Research and Technology*, 1-9.
6. Jankowska, K., Su, Z., Zdarta, J., Jesionowski, T., & Pinelo, M. (2022). Synergistic action of laccase treatment and membrane filtration during removal of azo dyes in an enzymatic membrane reactor upgraded with electrospun fibers. *Journal of Hazardous Materials*, 435, 129071 .
7. Redan, B. W., Jablonski, J., Halverson, C., Jaganathan, J., Mabud, M. A., & Jackson, L. (2019). Factors affecting transfer of the heavy metals arsenic, lead, and cadmium from diatomaceous earth filter aids to alcoholic beverages during laboratory-scale filtration. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67, 2670 - 2678.
8. Xu, B., Li, Z., Guo, Q., Zha, L., Li, C., Yu, P., Chen, M., ... et al. (2025). The Purification and Characterization of a Novel Neutral Protease from *Volvariella volvacea* Fruiting Bodies and the Enzymatic Digestion of Soybean Isolates. *Journal of Fungi*, 11.
9. Ma, S., Li, X., Sun, Y., Mi, R., Li, Y., Wen, Z., Meng, N., ... et al. (2021). Enzymatic Hydrolysis of Defatted *Antheraea pernyi* (Lepidoptera: Saturniidae) Pupa Protein by Combined Neutral Protease Yield Peptides With Antioxidant Activity. *Journal of Insect Science*, 21.
10. Xiao-Zu, Huang, Y., Ya-Zhao, Xiong, G., Liao, T., & Li, H. (2023). Peptide extraction from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) scales via enzymatic hydrolysis and membrane filtration. *Italian Journal of Food Science*.
11. Swaminathan, A., Molitor, M., Burrington, K., Otter, D., & Lucey, J. (2023). Partial enrichment of phospholipids by enzymatic hydrolysis and membrane filtration of whey protein phospholipid concentrate. *JDS Communications*, 4, 175 - 180.
12. Zhao, J., Li, J., Qi, G., Sun, X., & Wang, D. (2021). Two Nonnegligible Factors Influencing Lignocellulosic Biomass Valorization: Filtration Method after Pretreatment and Solid Loading during Enzymatic Hydrolysis. *Energy & Fuels*, 35, 1546-1556.
13. Food. *Enzymetechnicalassociation*.

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