

Acid Protease Enzyme Powder for Protein Cleaning CAS 9025-49-4：タンパク質洗浄向け酸性プロテアーゼ粉末

Enzymes.bio リサーチチーム・ニュージーランド・ウェリントン・June 18, 2026

Acid Protease Enzyme Powder for Protein Cleaning CAS 9025-49-4 は、酸性条件下でタンパク質汚れやタンパク質性残留物のペプチド結合を加水分解し、すすぎや洗浄で除去しやすい低分子ペプチドへ変える酵素粉末です。食品加工、発酵、飲料、表面処理、タンパク質由来の付着物が問題になる工程で、強い化学処理だけに依存しない洗浄補助として検討されます。Enzymes.bio は製造業者・研究所ではなく B2B向けオンライン供給業者であり、本製品は1 kg単位で直接購入でき、CoAとSDSは注文時に併せて提供されます。

Acid Protease Enzyme Powder for Protein Cleaning の位置づけ

Acid Protease Enzyme Powder for Protein Cleaning CAS 9025-49-4 は、タンパク質を主成分とする汚れ、乾燥残留物、加工工程由来の付着膜を分解しやすくするための酸性プロテアーゼ粉末です。プロテアーゼは、タンパク質中のペプチド結合を加水分解する酵素群で、微生物由来プロテアーゼは食品加工、洗浄、皮革、繊維、飼料、廃棄物処理など多様な産業用途で利用されてきた主要な工業酵素として整理されています^[1]。

Enzymes.bio では、プロテアーゼ製品群および酸性プロテアーゼ製品群がB2B向けにオンライン掲載されており、本品はタンパク質洗浄・タンパク質除去・表面処理を目的に選択される酸性側のプロテアーゼとして理解できます。Enzymes.bio は製造元や受託研究機関ではなく、酵素製品をオンラインで供給するサプライヤーです。製品は1 kg単位で直接購入する形式で、注文に関連するCoAとSDSが併せて提供されます。

タンパク質洗浄で酸性プロテアーゼが有効になるのは、汚れの主体が脂質や無機スケールではなく、血液、乳、卵、肉、植物タンパク質、発酵液、酵母・微生物由来成分、タンパク質含有食品残渣などである場合です。こうした汚れは加熱、乾燥、pH変化、金属やポリマー表面への吸着によって水に戻りにくい膜状・ゲル状の残留物になり、単純な水洗や界面活性剤だけでは完全に除去しにくくなる場合があります。

酸性プロテアーゼとは何か

酸性プロテアーゼは、酸性側のpH条件でタンパク質分解能を示すプロテアーゼです。プロテアーゼ全体は、活性中心や反応機構によってセリンプロテアーゼ、システインプロテアーゼ、アスパラギン酸プロテアーゼ、メタロプロテアーゼなどに分類され、基質特異性、安定性、好適pH、好適温度、工程適性が異なります^[1]。

酸性プロテアーゼの実用例として、*Aspergillus niger* 由来酸性プロテアーゼを *Komagataella phaffii* で分泌発現させ、性質評価と大豆粕タンパク質分解への応用を検討した研究が報告されています^[2]。この研究は洗剤そのものの評価ではありませんが、酸性プロテアーゼが植物性タンパク質のような実用的基質を加水分解できることを示す関連知見です。タンパク質洗浄への応用は、「付着したタンパク質を酵素的に切断し、低分子化して離脱しやすくする」という同じ加水分解原理に基づきます。

アルカリ性プロテアーゼが洗剤産業で広く知られる一方、酸性プロテアーゼは酸性工程、発酵・醸造に近い条件、酸性側でのタンパク質処理、アルカリ条件が材料や工程に合わない場面で選択肢になります。アルカリ性プロテアーゼの洗剤応用は、より環境調和的な洗浄補助としてレビューされていますが、酸性プロテアーゼではpH領域と対象工程が異なるため、両者を単純に置き換えるのではなく、汚れ、素材、pH設計に応じて使い分ける必要があります^[3]。

タンパク質汚れが除去しにくい理由

タンパク質汚れは、単なる「水に溶ける有機物」ではありません。食品や発酵工程のタンパク質は、加熱で変性し、疎水性領域を露出し、表面へ吸着しやすくなります。乾燥すると水和層が失われ、タンパク質同士の凝集、金属表面への吸着、脂質や多糖との複合膜形成が進みます。結果として、洗浄液が表面に届いても、汚れの内部まで浸透しにくい状態になります。

プロテアーゼは、このタンパク質マトリックスを化学的に「溶かす」のではなく、ポリペプチド鎖を切断して構造を崩します。大きなタンパク質分子が短いペプチドに変わると、表面への多点吸着、ゲル形成、凝集の維持が弱まり、すすぎ液や洗浄液に移行しやすくなります。微生物プロテアーゼが産業用途で重視される理由の一つは、温和な条件で特定の高分子基質を分解できる点にあります^[1]。

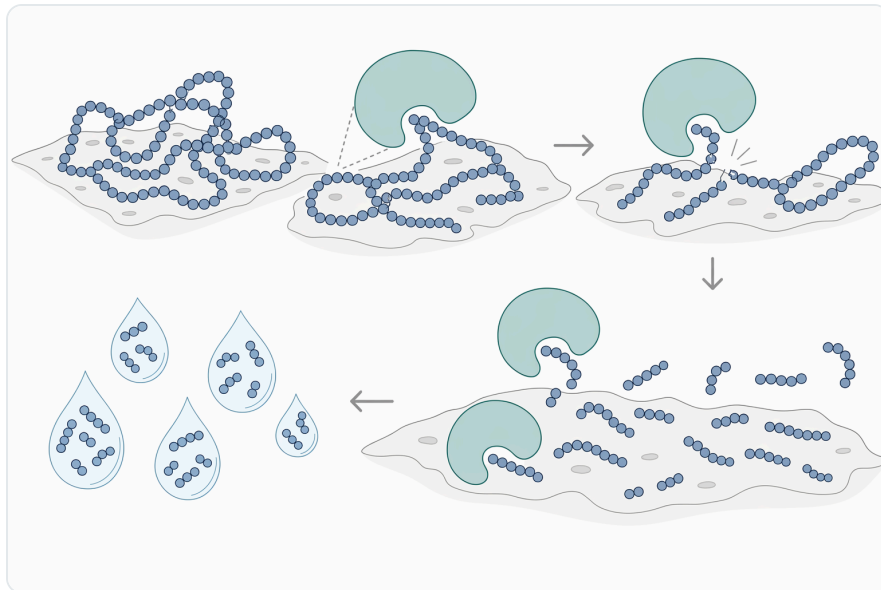


Figure 1. 산성 프로테아제는 단백질의 펩타이드 결합을 가수분해하여 큰 정착 단백질을 더 작은 펩타이드 조각으로 전환합니다.

タンパク質汚れが脂質、デンプン、多糖、無機塩、バイオフィルム成分と混在している場合、酸性プロテアーゼだけで全体を完全に分解することは期待できません。プロテアーゼが直接作用する主要対象はタンパク質のペプチド結合です。脂質にはリパーゼ、デンプンにはアミラーゼ、多糖マトリックスにはグリコシダーゼ系酵素や別の化学処理が必要になる場合があります。したがって、本品は「タンパク質性残留物の構造を崩すための洗浄補助酵素」として位置づけるのが正確です。

作用機序：酸性条件でペプチド結合を切断する

ペプチド結合の加水分解

タンパク質は、アミノ酸がペプチド結合で連結した高分子です。酸性プロテアーゼは、酸性条件でタンパク質鎖の特定部位に作用し、水分子を利用してペプチド結合を切断します。切断が進むと、元のタンパク質は複数のペプチド断片へ分かれ、さらに条件が合えばより短いペプチドや遊離アミノ酸に近い状態へ進みます。

この反応により、表面に付着したタンパク質膜は三つの面で弱くなります。第一に、分子量が下がることで膜の連続性が失われます。第二に、タンパク質の折りたたみ構造や凝集構造が維持しにくくなります。第三に、洗浄液中へ拡散できる断片が増え、すすぎ工程で離脱しやすくなります。大豆粕タンパク質分解を扱った酸性プロテアーゼ研究も、酸性プロテアーゼが実用的なタンパク質基質を分解対象にできることを示しています^[2]。

酸性プロテアーゼが向く洗浄環境

酸性プロテアーゼは、酸性側の洗浄液や酸性原料を扱う工程で設計しやすい酵素です。たとえば発酵・醸造・飲料・酸性食品・一部の植物抽出工程では、工程液そのものが酸性側にあり、洗浄や前処理も酸性寄りに設計されることがあります。このような場面では、アルカリ性プロテアーゼより酸性プロテアーゼの方が工程pHと整合しやすい場合があります。

ただし、「酸性プロテアーゼ」という名称だけで、あらゆる酸性洗浄条件に適合すると考えるべきではありません。酵素タンパク質自体もpH、温度、酸化剤、界面活性剤、金属イオン、キレート剤、溶媒、塩濃度の影響を受けます。酸性条件が強すぎる場合や、酸化力の強い成分が共存する場合には、酵素の立体構造や活性部位が損なわれる可能性があります。膜材料でも酸・塩基洗浄により構造や特性が変化することが報告されており、洗浄化学と材料側の相互作用は工程設計上の重要な要素です^[4]。

タンパク質洗浄で期待される実務上の効果

酸性プロテアーゼをタンパク質洗浄に用いる狙いは、洗浄液が届きにくいタンパク質膜を酵素的にほぐし、通常のすすぎ、攪拌、循環、界面活性剤洗浄が効きやすい状態に変えることです。物理的な剥離力だけで落とそうとすると、強い流速、高温、強アルカリ、酸化剤、長時間洗浄が必要になることがあります。タンパク質部分を先に低分子化できれば、後段の除去操作が軽くなる可能性があります。

この考え方は、酵素を汚れ低減や自己洗浄機能に利用する研究動向とも整合します。たとえば、固定化酵素を膜に導入し、ファウリング低減や自己洗浄剤として利用する「active membrane」の開発がレビューされています^[5]。この分野は本品の粉末使用とは形態が異なりますが、タンパク質や有機性汚れを酵素反応で表面から離脱しやすくするという発想は共通しています。

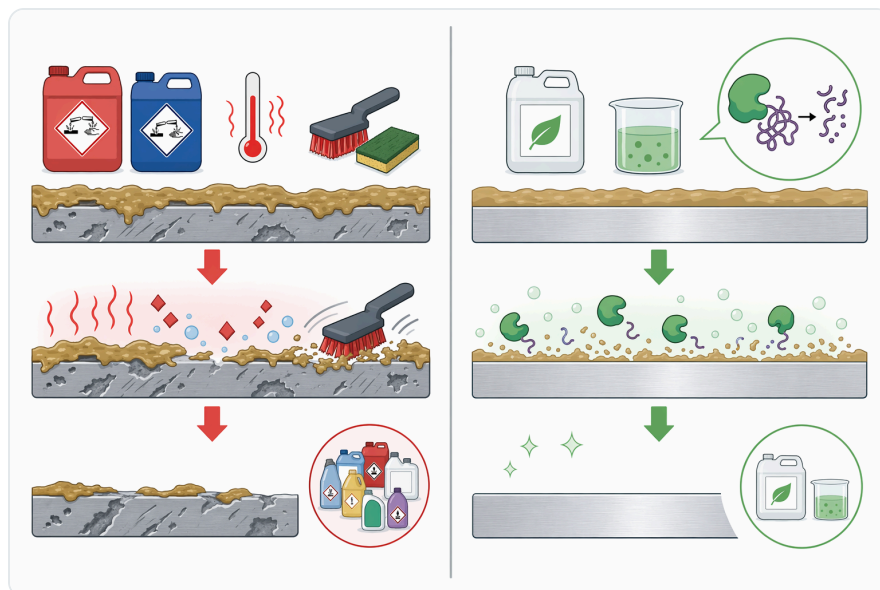


Figure 2. 산성, 중성 및 알칼리성 프로테아제는 서로 대체해 사용하기보다 각기 다른 세척 pH 환경에 맞춰 사용하는 것이 가장 적합합니다.

タンパク質洗浄で重要なのは、酵素反応と物理洗浄を切り離さないことです。酵素がペプチド結合を切断しても、反応生成物や未分解残渣を洗浄液から排出しなければ、表面への再付着や残留が起こり得ます。したがって、酸性プロテアーゼは単独の「一液完結型の汚れ除去剤」ではなく、湿潤、接触、分解、すすぎ、排出の流れの中で機能する洗浄補助酵素として扱うのが実務的です。

酸性・中性・アルカリ性プロテアーゼの使い分け

酸性プロテアーゼ、中性プロテアーゼ、アルカリ性プロテアーゼはいずれもタンパク質を分解しますが、最も大きな違いは工程pHとの相性です。洗浄対象の素材、汚れの種類、既存工程のpH、温度、他の洗浄成分との相性によって選択が変わります。

プロテアーゼの種類	主な適合領域	タンパク質洗浄での見方	注意点
酸性プロテアーゼ	酸性側の工程、発酵・醸造・酸性食品、酸性洗浄補助	酸性条件でタンパク質性残留物を低分子化し、すすぎや分散を助ける	強酸、酸化剤、材料耐性、共存成分の影響を考慮する
中性プロテアーゼ	中性付近の食品・バイオ・表面処理工程	pHを大きく動かしたくない工程でタンパク質分解を狙う	酸性・アルカリ性工程では活性や安定性が合わない場合がある
アルカリ性プロテアーゼ	洗剤、アルカリ洗浄、油脂・タンパク質混合汚れを扱う工程	洗剤用途で広く研究・利用される代表的プロテアーゼ	酸性工程やアルカリに弱い素材では不向きな場合がある

アルカリ性プロテアーゼは、洗剤分野での環境調和型補助剤として広く扱われていますが、酸性プロテアーゼは酸性側に工程を置くことでタンパク質分解を狙う点が異なります^[3]。このため、既存工程が酸性洗浄、酸性すすぎ、酸性食品・発酵液の処理に近い場合には、酸性プロテアーゼが工程全体に組み込みやすい選択肢になります。

一方で、タンパク質汚れが強いアルカリで膨潤しやすい場合や、脂質汚れと複合化していてアルカリ洗剤処方が中心になる場合には、アルカリ性プロテアーゼの方が処方設計に合う可能性があります。酸性プロテアーゼの価値は、「プロテアーゼであること」だけでなく、「酸性側でタンパク質を切れること」にあります。

想定される用途分野

食品加工設備のタンパク質残留物

食品加工では、乳タンパク質、卵白、肉汁、魚肉タンパク質、植物タンパク質、酵母由来タンパク質などが設備表面に残留します。加熱殺菌、濃縮、乾燥、混合、充填の後では、タンパク質が変性し、ステンレス表面や樹脂部材に薄い膜として残ることがあります。酸性プロテアーゼは、このタンパク質膜を酸性側で加水分解し、後段のすすぎで除去しやすくする目的に適しています。

特に、酸性食品や発酵食品のラインでは、工程pHを大きくアルカリ側へ振ることが望ましくない場面があります。酸性プロテアーゼは、工程設計上、酸性寄りの洗浄ステップに組み込みやすい場合があり、タンパク質残留物の低分子化を狙う選択肢になります。微生物プロテアーゼが食品関連を含む広い産業用途で利用されることは、レビューでも整理されています^[1]。

発酵・醸造・飲料工程

発酵・醸造・飲料工程では、原料タンパク質、酵母・菌体由来タンパク質、ペプチド、ポリフェノールとの複合体、フィルター周辺の付着物が問題になることがあります。酸性条件に近い工程では、酸性プロテアーゼによりタンパク質性の濁り原因や付着物を分解し、清澄性、濾過性、洗浄性の改善を狙うことができます。

ここで重要なのは、酸性プロテアーゼの役割が「すべての濁りや汚れを消すこと」ではない点です。飲料の濁りや膜汚れは、タンパク質だけでなく、多糖、ポリフェノール、ミネラル、微粒子、微生物由来成分が複合して形成されます。酸性プロテアーゼは、そのうちタンパク質性の骨格や結合に作用し、他の洗浄操作や濾過操作を補助する位置づけです。

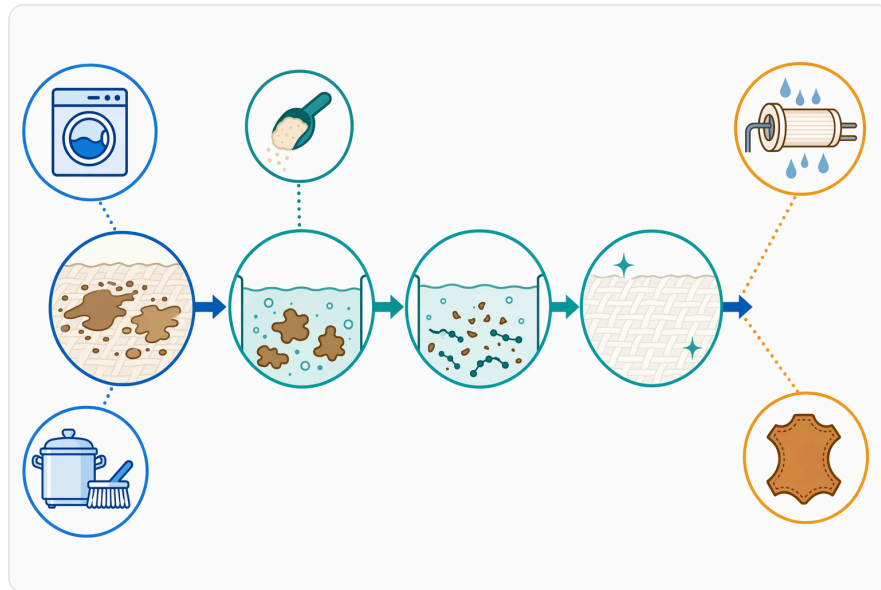


Figure 3. 단백질 막 제거는 효소 접촉과 펩타이드 결합 절단에서 시작해 막 구조가 약해지고, 조각이 분산된 뒤, 헹굼으로 제거되는 과정으로 진행됩니다.

植物タンパク質・大豆系残留物の処理

植物性タンパク質原料を扱う工程では、大豆、豆類、穀物、油糧種子由来タンパク質が装置や配管に付着します。植物タンパク質は熱変性や多糖・フェノール成分との相互作用により、洗浄時に粘着性の残留物を形成することがあります。酸性プロテアーゼは、こうした植物タンパク質のペプチド鎖を切断して、膜状残留物の構造を弱める方向に働きます。

Aspergillus niger 由来酸性プロテアーゼを用いた研究では、大豆粕タンパク質分解への応用が検討されています^[2]。これは洗浄表面上の汚れそのものを評価したものではありませんが、植物タンパク質を酸性プロテアーゼの基質として扱えることを示す関連証拠です。大豆、エンドウ、穀物タンパク質などの加工ラインでタンパク質残留が課題になる場合、本品の作用機序は実務上理解しやすいものです。

皮革・繊維・ケラチン系タンパク質を含む工程

皮革、繊維、動物性副産物処理では、コラーゲン、エラスチン、ケラチン、非コラーゲン性タンパク質など、構造的タンパク質が関係します。一般的なプロテアーゼはタンパク質を加水分解できますが、ケラチンのような構造タンパク質はジスルフィド結合や高度な階層構造により分解されにくく、通常の酸性プロテアーゼだけでは十分でない場合があります。ケラチン分解では、ケラチナーゼに関する研究が、分解機構や産業応用の観点から整理されています^[6]。

このため、酸性プロテアーゼを皮革・繊維関連で考える場合は、非目的タンパク質の除去、酸性側の表面処理、タンパク質性残留物の低分子化を中心に捉えるのが妥当です。ケラチンや架橋した構造タンパク質を主対象にする場合は、単に「プロテアーゼ」として一括りにせず、対象タンパク質の構造的抵抗性を考える必要があります。

膜・フィルター・表面の有機ファウリング

膜、フィルター、配管、タンク内面では、タンパク質を含む有機ファウリングが流量低下、圧力上昇、洗浄時間増加、製品ロスの原因になります。酸性プロテアーゼは、タンパク質性ファウリング層を分解し、堆積物の凝集力を弱める目的に使われます。とくに、酸性条件に耐える設備や酸性工程の後段では、pH整合性のある酵素洗浄として検討しやすくなります。

酵素を表面ファウリング低減に利用する考え方は、固定化酵素を用いた能動膜の研究でも扱われています^[5]。本品は粉末として洗浄液に用いる形態であり、固定化膜材料そのものではありませんが、タンパク質や有機物を酵素反応で切断して表面から離脱しやすくするという基本概念は共通しています。

酸性プロテアーゼと他の洗浄アプローチの比較

タンパク質洗浄では、酸性プロテアーゼ、アルカリ洗浄、酸洗浄、酸化剤、界面活性剤、物理洗浄がそれぞれ異なる役割を持ちます。酸性プロテアーゼの特徴は、タンパク質分子そのものに作用する点です。

洗浄アプローチ	主な作用	タンパク質汚れへの効果	制約
酸性プロテアーゼ	ペプチド結合を加水分解し、タンパク質を低分子化	酸性条件でタンパク質膜や残留物を分解しやすくする	脂質、デンプン、無機スケールを直接分解しない
アルカリ洗浄	膨潤、鹼化、タンパク質変性、汚れ分散	多くの食品汚れに強いが、材料負荷が問題になる場合がある	アルカリに弱い素材や酸性工程では使いにくい
酸洗浄	ミネラルスケール溶解、金属塩除去	タンパク質を主対象とする反応ではない	有機膜が残るとスケール除去が不十分になる場合がある
酸化剤	有機物酸化、脱色、微生物制御補助	強力だが酵素や材料にも影響する	酵素と同時使用しにくい場合がある
界面活性剤	湿潤、乳化、分散、再付着抑制	酵素で切断された断片の分散に有効	タンパク質分子を選択的に切断するわけではない

洗浄アプローチ	主な作用	タンパク質汚れへの効果	制約
物理洗浄	流速、攪拌、ブラッシング、噴射	剥離と排出に不可欠	強固なタンパク質膜では単独効果が限定的な場合がある

酸性プロテアーゼは、酸洗浄や界面活性剤を置き換えるものではなく、タンパク質性の骨格を切断する役割を担います。無機スケールが主因であれば酸洗浄が中心になり、油脂が主因であればリパーゼやアルカリ・界面活性剤の役割が大きくなります。タンパク質が膜形成の中心にある場合、酸性プロテアーゼは洗浄全体の効率を上げるための合理的な酵素です。



Figure 4. 산성 프로테아제는 산성 조건이 적합한 단백질이 풍부한 식품, 음료, 발효, 양조, 막 및 폐잔류물 처리 분야에서 특히 중요합니다.

使用条件を考える際の技術的ポイント

酸性プロテアーゼの性能は、基質の種類、汚れの厚み、乾燥状態、温度、pH、接触時間、攪拌、表面材質、共存洗浄成分に左右されます。酵素反応は触媒反応であり、基質に接触しなければ進みません。乾いたタンパク質膜では、まず水分が入り、酵素が拡散できる状態になることが重要です。

温度は反応速度に影響しますが、酵素タンパク質の安定性にも影響します。一般に温度が上がると反応は速くなりやすい一方、酵素の立体構造が不安定になれば活性低下が起こります。pHも同様に、活性部位の電荷状態、基質タンパク質の溶解性、表面電荷、酵素の安定性を同時に変えます。したがって、酸性プロテアーゼでは「酸性であること」だけでなく、酵素と汚れと材料が同時に成立する範囲を考える必要があります。

共存成分にも注意が必要です。酸化剤、強い変性剤、過度な界面活性剤、重金属、極端な塩濃度は、酵素の構造や基質との相互作用に影響することがあります。逆に、適切な湿潤剤や分散剤は、酵素が汚れに近づく助けになる場合があります。膜材料やイオン交換膜では、酸・塩基洗浄そのものが構造や性能に影響することが報告されており、材料側の耐性は酵素選定と同じくらい重要です[4]。

利点：タンパク質に狙いを定めた低負荷型の洗浄補助

酸性プロテアーゼの第一の利点は、タンパク質汚れに対して分子レベルの切断反応を起こせることです。水洗、温水、界面活性剤、機械力は汚れを剥がす操作ですが、プロテアーゼは汚れを構成するタンパク質そのものを短くします。このため、変性タンパク質膜、発酵由来の付着物、食品加工残留物など、タンパク質が汚れの骨格を作っている場面で合理的です。

第二の利点は、酸性工程と組み合わせやすいことです。アルカリ条件を避けたい素材、酸性食品ライン、酸性原料を扱う工程、酸洗浄の前後にタンパク質汚れを崩したい工程では、酸性プロテアーゼのpH特性が実務上の意味を持ちます。微生物プロテアーゼは、化学薬品使用量の低減や温和なプロセス設計に寄与し得る産業酵素として幅広くレビューされています[1]。

第三の利点は、他の洗浄要素と役割分担しやすいことです。酸性プロテアーゼでタンパク質を低分子化し、界面活性剤で分散を助け、流速やすすぎで排出する、という設計が可能です。複合汚れでは単独処理よりも、汚れの構成成分に応じた段階的処理の方が現実的です。

限界：万能な洗浄剤ではない

酸性プロテアーゼは、脂質を脂肪酸とグリセロールに分解する酵素ではなく、デンプンを糖へ分解する酵素でもなく、炭酸カルシウムやリン酸塩スケールを溶かす酸でもありません。したがって、汚れの主成分がタンパク質でない場合、期待できる効果は限定されます。タンパク質が汚れの一部である場合でも、脂質、多糖、無機塩が表面を覆っていると、酵素が基質に届きにくくなります。

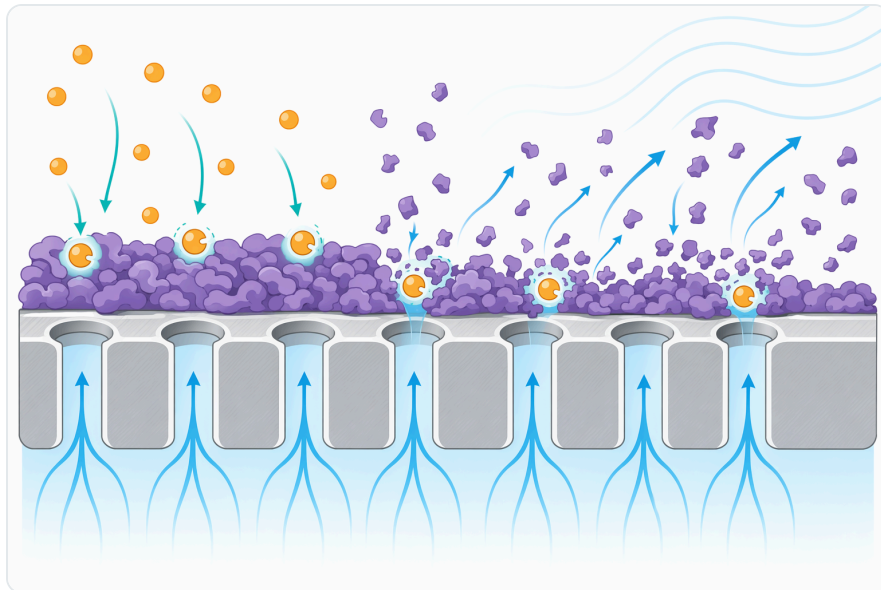


Figure 5. 막 및 필터 세척에서 프로테아제 가수분해는 단백질 오염층을 느슨하게 하고 세척 중 흘러나갈 수 있는 더 작은 조각을 생성할 수 있습니다.

また、ケラチンのような難分解性タンパク質では、単純なプロテアーゼ処理だけで十分な分解が進まない場合があります。ケラチン分解は、ジスルフィド結合の開裂、構造の緩和、専用酵素によるペプチド鎖切断が関係する複合過程として研究されています^[6]。このため、構造タンパク質や高度に架橋したタンパク質汚れでは、酸性プロテアーゼの適用範囲を慎重に捉える必要があります。

さらに、洗浄結果は酵素の存在だけで決まりません。汚れが乾燥しすぎている、接触時間が短い、洗浄液が汚れの裏側に入らない、すすぎが不十分、pHや温度が酵素に合わない、といった条件では、理論上タンパク質を分解できる酵素でも十分な洗浄結果につながりにくくなります。酸性プロテアーゼは洗浄工程の一部として評価すべきであり、単体で全汚れを解決するものではありません。

Enzymes.bioからの購入形態と文書提供

Enzymes.bio は、酵素製品をB2B向けにオンラインで供給するサプライヤーです。Acid Protease Enzyme Powder for Protein Cleaning CAS 9025-49-4 は、製品ページから1 kg単位で直接購入する形式の製品として扱われます。Enzymes.bio は製造業者や研究所ではないため、製造元のような工程保証や研究受託を示す立場ではありません。

注文時には、製品に関連するCoAとSDSが併せて提供されます。CoAは当該ロットの品質関連情報を確認するための文書であり、SDSは取り扱い、安全、保管、曝露管理、廃棄に関する情報を確認するための文書です。酵素粉末はタンパク質性物質であり、粉じん吸入や皮膚・眼への接触を避けるため、産業用途に適した取り扱い管理が必要です。

技術的まとめ

Acid Protease Enzyme Powder for Protein Cleaning CAS 9025-49-4 は、酸性条件下でタンパク質汚れのペプチド結合を加水分解し、表面に付着したタンパク質膜や残留物を低分子化して除去しやすくする酵素粉末です。食品加工、発酵、飲料、植物タンパク質処理、表面処理、タンパク質性ファウリングのある工程で、酸性側の洗浄補助として検討できます。

科学的には、微生物プロテアーゼが広い産業用途を持つ主要な酵素群であること、酸性プロテアーゼが大豆粕タンパク質のような実用基質の分解に応用されていること、酵素を表面ファウリング低減や自己洗浄機能に利用する研究領域があることが、本品の作用機序を理解する根拠になります^[2]^[1]。ただし、洗浄効果は汚れの主成分、pH、温度、接触、材料、共存成分、すすぎ条件に依存します。

Enzymes.bio は本製品を1 kg単位でオンライン供給するB2Bサプライヤーであり、製造業者や研究所ではありません。CoAとSDSは注文時に併せて提供されます。酸性プロテアーゼは、タンパク質性残留物を分解する明確な生化学的機序を持つ一方、脂質、デンプン、無機スケール、難分解性構造タンパク質を単独で処理する万能剤ではないため、タンパク質洗浄工程の中で役割を明確にして使用することが重要です。

Acid Protease Enzyme Powder For Protein Cleaning Cas 9025-49-4をオンライン注文

1 kg単位で販売、在庫あり・即出荷可能です。オンラインストアで直接ご注文・決済いただければ、当社でご注文を処理します。すべてのご注文に試験成績書（CoA）と安全データシート（SDS）が付属します。

[Acid Protease Enzyme Powder For Protein Cleaning Cas 9025-49-4を購入 →](#)

参考文献

初出引用順に番号を付けています。各出典はオープンアクセスで、公開時にアクセス可能であることを確認済みです。本文中の引用番号からこちらにリンクしています。

1. Mahnashi, M., Muddapur, U. M., Turakani, B., Shaikh, I., Awadh, A. A. A., Alshahrani, M., Almazni, I., ... et al. (2022). [A Review on Versatile Eco-Friendly Applications of Microbial Proteases in Biomedical and Industrial Applications](#). *Science of Advanced Materials*.

2. Xue, Y., Yan, Q., Tian, X., Han, D., & Jiang, Z. (2024). High-level secretory expression and characterization of acid protease in Komagataella phaffii and its application in soybean meal protein degradation. *International Journal of Biological Macromolecules*, 137011 .
3. Velu, R., Jesia, P. P., Maheshwaran, S., Jeyakumar, S., Elumalai, D., & Anandan, D. (2026). Microbial Alkaline Proteases as a Greener Aid to Eco-Sustainable Detergent: Actions to Addition. *EPJ Web of Conferences*.
4. Garcia-Vasquez, W., Dammak, L., Larchet, C., Nikonenko, V., & Grande, D. (2016). Effects of acid–base cleaning procedure on structure and properties of anion-exchange membranes used in electro dialysis. *Journal of Membrane Science*, 507, 12-23.
5. Mulinari, J., Oro, C. E. D., Meneses, A. C., Zin, G., Colla, L., Luccio, M. D., & Dallago, R. (2026). The development of active membranes: use of immobilized enzymes as fouling-reducing and self-cleaning agents. *Critical Reviews in Biotechnology*, 1-22 .
6. Wang, Z., Chen, Y., Yan, M., Li, K., Okoye, C., Fang, Z., Ni, Z., ... et al. (2023). Research progress on the degradation mechanism and modification of keratinase. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 107, 1003-1017.

Enzymes.bioへお問い合わせ


ご注文に関するご質問は、当社チームが喜んでサポートします。

メール wholesale@enzymes.bio

電話（米国） **+1 (507) 428-6057**

[お問い合わせ →](#)

 **400+** B2B顧客

 **60+** 大学研究パートナー

 **54** 世界各国に供給

© 2026 Enzymes.bio · 産業用 · 食品加工用酵素の供給 · 人の摂取用または小売販売用ではありません。