

酸性プロテアーゼ：醤油・食酢発酵向けタンパク質分解酵素

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

酸性プロテアーゼは、醤油・食酢などの酸性へ移行する発酵工程で、原料タンパク質をペプチドや遊離アミノ酸へ分解し、微生物が利用しやすい窒素源と風味前駆体を増やすために使われる食品加工用酵素です。醤油では大豆・小麦由来タンパク質の分解、食酢では穀物・豆類・果実系原料の窒素利用性改善に関係し、うま味、コク、発酵香、原料利用性を支える基盤づくりに役立ちます。Enzymes.bioは本酵素の供給業者であり、製造業者または研究機関としてではなく、B2B食品加工用途向けに1kg単位でオンライン直接販売しています。

酸性プロテアーゼとは何か：発酵原料を「微生物が使える形」に変える酵素

酸性プロテアーゼは、酸性条件でタンパク質中のペプチド結合を加水分解するプロテアーゼの一群です。発酵原料に含まれる大豆タンパク質、小麦タンパク質、穀物タンパク質、豆類タンパク質は、そのままでは分子量が大きく、酵母、乳酸菌、酢酸菌などが直接利用しにくい成分です。酸性プロテアーゼはこれらをより短いペプチドや遊離アミノ酸へ切り分け、発酵中の窒素代謝、呈味形成、香気前駆体形成に関わる基質を供給します。食品加工における酵素加水分解は、タンパク質、炭水化物、脂質などを制御された条件で低分子化し、機能性、消化性、風味、加工適性を変える技術として整理されています^[1]。

Enzymes.bioが供給する酸性プロテアーゼは、醤油・食酢発酵のようにタンパク質分解が品質形成に直結する工程で使いやすいよう位置づけられています。ただし、Enzymes.bioは酵素製品の供給業者であり、製造者や受託研究機関ではありません。本記事では、特定の製造由来、製造条件、活性測定法、活性単位の定義には踏み込まず、食品発酵で酸性プロテアーゼがどのような技術的意味を持つかを、公開文献に基づいて説明します。

醤油発酵で酸性プロテアーゼが重要になる理由

醤油発酵では、大豆と小麦に含まれるタンパク質が、うま味、コク、熟成感、香気前駆体の主要な源になります。原料タンパク質が十分に分解されないと、遊離アミノ酸や短鎖ペプチドの生成が遅れ、発酵微生物が利用できる窒素源も不足しやすくなります。Aspergillus oryzaeは醤油、味噌、清酒などの発酵食品で重要な麹菌として扱われ、プロテアーゼ遺伝子の発現制御や産業利用に関する研究が続けられていることから、醤油型発酵におけるタンパク質分解酵素の位置づけは明確です[2]。

醤油の味は、単一成分ではなく、アミノ酸、ペプチド、糖、有機酸、塩味、発酵由来の揮発性成分が重なって形成されます。酸性プロテアーゼはこのうち、タンパク質をペプチドやアミノ酸に変える初期段階を支えます。特にグルタミン酸、アスパラギン酸、アラニン、ロイシン、フェニルアラニンなどのアミノ酸群は、直接の呈味だけでなく、酵母や乳酸菌による二次代謝、加熱・熟成中の反応、発酵香の形成にも関係します。食品タンパク質の酵素加水分解では、生成するペプチドの大きさや配列が、味、抗酸化性、機能性、加工適性に影響することがレビューされています[3]。

醤油工程で酸性プロテアーゼを使う実務上の意味は、既存の麹発酵を置き換えることではありません。むしろ、麹由来酵素や発酵微生物が働く環境の中で、タンパク質分解の不足を補い、基質供給を安定させる補助的な役割です。発酵では、酵素反応、微生物増殖、塩分、pH、温度、水分、原料粒度が相互に影響します。酸性プロテアーゼは、その複雑な系の中で「タンパク質を低分子化して、後続の微生物代謝につなげる」工程要素として理解するのが適切です。

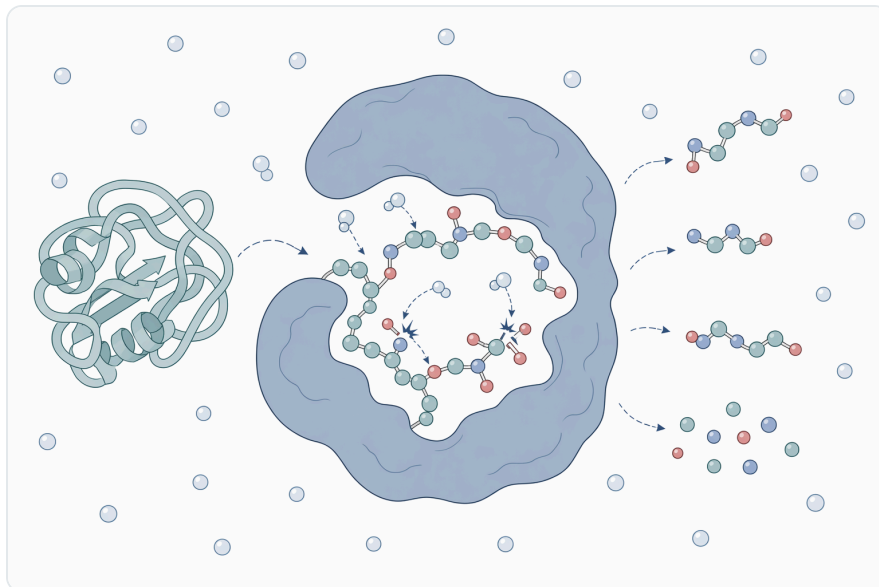


Figure 1. 산성 또는 산이 생성되는 식품 기질에서 산성 프로테아제는 식품 단백질을 분해해 가용성 펩타이드, 아미노산, 아미노태 질소를 증가시킨다.

食酢発酵における酸性プロテアーゼの役割

食酢発酵では、酢酸菌がエタノールを酢酸へ酸化する反応が中心ですが、製品品質は酢酸だけで決まりません。穀物酢、米酢、豆類原料を使う酢、果実系の発酵酢では、原料由来のタンパク質、ペプチド、アミノ酸、有機酸、糖、フェノール性化合物が香味や後味に関係します。酸性プロテアーゼは、酢酸生成を直接担う酵素ではなく、酵母、乳酸菌、酢酸菌を含む発酵系に窒素源と風味前駆体を供給しやすくする補助酵素として位置づけられます。

乳酸菌やその他の発酵微生物は、タンパク質分解によって得られるペプチドやアミノ酸を栄養源として利用し、さらに有機酸、揮発性化合物、呈味成分の形成に関与します。乳酸菌の細胞外プロテアーゼ活性を比較した研究では、菌株ごとのタンパク質分解能やアミノ酸生成能に差があり、発酵飼料などの分野で外部タンパク質をアミノ酸へ変える能力が評価されています^[4]。食品の食酢発酵とは対象が異なるものの、発酵微生物にとってタンパク質分解が窒素供給に直結するという点は共通しています。

食酢用途で注意すべき点は、酸性プロテアーゼを加えれば酢酸量や酸度が一律に上がる、という単純な関係ではないことです。酢酸生成は主として酢酸菌の酸化代謝、酸素供給、エタノール濃度、温度、酸耐性、発酵方式に依存します。酸性プロテアーゼの貢献は、原料タンパク質を分解し、窒素利用性、微生物の栄養環境、香味前駆体の供給を整える点にあります。この境界を明確にして使うことで、酵素に過大な機能を期待せず、工程設計の一部として扱いやすくなります。

作用機序：酸性プロテアーゼはどの結合を、なぜ切るのか

酸性プロテアーゼの中心的な反応は、タンパク質のペプチド結合を水で切断する加水分解です。タンパク質はアミノ酸がペプチド結合でつながった高分子であり、酸性プロテアーゼはその内部結合または特定位置の結合に作用して、長いポリペプチドを短いペプチドへ変換します。多くの酸性プロテアーゼでは、酸性条件で触媒部位が適切なプロトン化状態となり、水分子を反応に関与させてペプチド結合を切断します。ヒト寄生性ダニ由来のアスパラギン酸プロテアーゼ研究でも、タンパク質性高分子を加水分解する酵素活性が確認されており、酸性プロテアーゼ型酵素がタンパク質基質を切断する基本性質を示しています^[5]。

発酵食品で重要なのは、タンパク質が「どこまで」分解されるかです。大きなタンパク質が中程度のペプチドになるだけでは、濁り、沈殿、未分解感が残る場合があります。一方で、過度に分解が進むと、疎水性アミノ酸を多く含む苦味ペプチドが目立つ可能性もあります。したがって、酸性プロテアーゼの利用は、単に分解力を強めるというより、原料、発酵時間、温度、塩分、pH、既存酵素との組み合わせの中で、望ましいペプチド分布に近づける操作といえます。食品タンパク質の酵素加水分解では、酵素種、処理条件、基質構造によって生成ペプチドの性質が変わることが報告されています^[6]。

酸性プロテアーゼで生じたペプチドは、その後の発酵でさらにアミノペプチダーゼ、カルボキシペプチダーゼ、微生物酵素により短くなり、遊離アミノ酸へ進むことがあります。遊離アミノ酸は、直接の味に寄与するだけでなく、酵母や乳酸菌の代謝基質になり、アルコール、高級アルコール、エステル、有機酸、含硫化合物などの形成にも関係します。食品加工における酵素加水分解のレビューでは、タンパク質分解が栄養性や機能性だけでなく、風味や加工特性の改変にも使われることが整理されています^[1]。

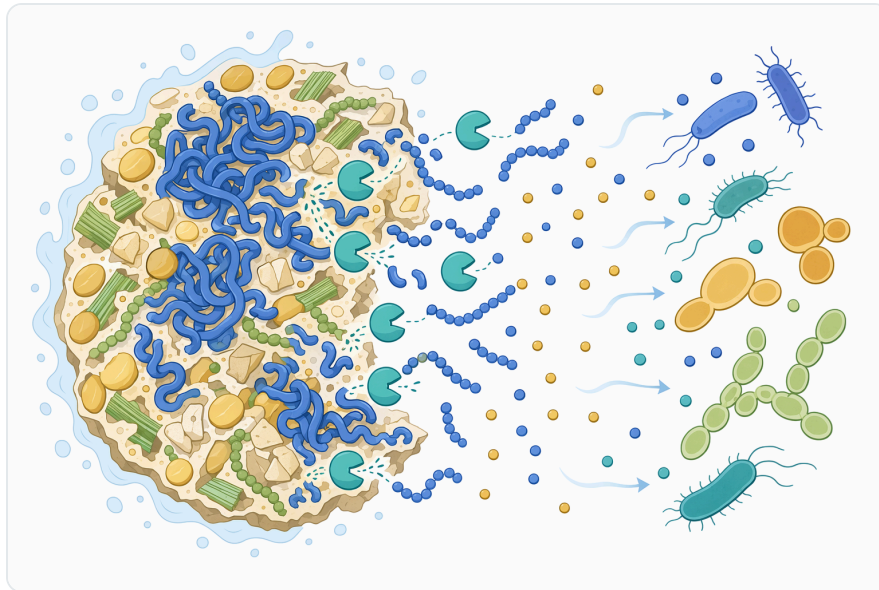


Figure 2. 단백질 분해는 기질의 일부를 불용성의 기질 결합 단백질에서 미생물과 풍미 반응이 활용할 수 있는 가용성 질소 화합물로 전환한다.

醤油・食酢・その他発酵用途での比較

用途領域	主なタンパク質基質	酸性プロテアーゼの主な役割	期待される工程上の意味	注意すべき限界
醤油発酵	大豆タンパク質、小麦タンパク質	ペプチド、遊離アミノ酸、窒素源の生成支援	うま味、コク、アミノ酸由来香気前駆体の形成を補助	塩分、pH、発酵期間により反応性が変わる
穀物酢・米酢	米、麦、雑穀由来タンパク質	発酵微生物が利用しやすい窒素源の供給	酵母・乳酸菌・酢酸菌を含む発酵基盤の栄養面を支援	酢酸生成そのものを直接代替しない
豆類・複合原料の発酵酢	豆類、穀物、果実副産物のタンパク質	原料タンパク質の低分子化	香味前駆体、後味、原料利用性の改善に関与	過分解により苦味や風味バランス変化が起こり得る

用途領域	主なタンパク質基質	酸性プロテアーゼの主な役割	期待される工程上の意味	注意すべき限界
発酵飲料・醸造関連	麦芽、穀物、果実由来タンパク質	タンパク質濁りや酵母栄養に関わる低分子化	ろ過性、発酵安定性、栄養供給の補助	目的により残すべきタンパク質もある

この比較から分かるように、酸性プロテアーゼの本質的な働きは用途をまたいで共通しています。すなわち、発酵微生物が利用しにくい高分子タンパク質を、より反応性の高い低分子窒素化合物へ変えることです。ただし、醤油ではアミノ酸態窒素やうま味形成との関係が強く、食酢では酢酸生成よりも微生物栄養と香味形成の補助という意味合いが強くなります。オート麦副産物に食品加工用酵素を作用させた研究でも、アミラーゼ、セルラーゼ／キシラナーゼ、プロテアーゼのような酵素処理により、原料の組成やタンパク質画分が変化することが示されています^[7]。

工程設計上の考え方：いつ、何を変えるために使うのか

酸性プロテアーゼは、原料タンパク質が水和し、酵素が基質へ接近できる状態で最も意味を持ちます。醤油では、蒸煮大豆や焙煎小麦などの前処理によってタンパク質構造が変性し、酵素が作用しやすくなります。食酢原料でも、蒸煮、糖化、粉碎、浸漬などにより基質へのアクセス性が変わります。酵素加水分解では、基質構造、温度、pH、酵素量、処理時間、攪拌や物理的補助が反応速度と生成物分布を左右することが、食品加水分解分野で広く整理されています^[6]。

発酵初期に酸性プロテアーゼを働かせると、微生物増殖が本格化する前にペプチドやアミノ酸を増やし、栄養環境を整えやすくなります。一方、発酵が進んでpHが低下した後に使う場合は、酸性条件への適合性が意味を持ちます。ただし、醤油のような高塩環境では、酵素の立体構造、基質溶解性、水分活性、微生物活動が同時に制限されるため、酸性条件で働くことと高塩下で十分に働くことは同義ではありません。工程内で期待する役割を「初期分解」「熟成中の補助分解」「沈殿リスクの低減」「発酵栄養の補助」のどれに置くかで、使い方の考え方は変わります。

温度も重要です。酵素は温度上昇により反応速度が高まる一方、構造が不安定になる温度域では失活が進みます。乳糖加水分解を扱った研究でも、酵素反応では温度、pH、酵素添加量が加水分解率に影響することが示されており、これはプロテアーゼに限らず食品酵素全般に共通する考え方です^[8]。酸性プロテアーゼを発酵工程で扱う場合も、加熱殺菌直後の高温状態ではなく、酵素が機能できる工程条件に入ってから作用させる設計が基本になります。

風味形成への関与：うま味、厚み、発酵香の前段階

醤油で酸性プロテアーゼが評価される理由の一つは、うま味と厚みに関わる窒素成分を増やす方向に働くためです。遊離アミノ酸は直接呈味を持ち、短鎖ペプチドはうま味増強、コク、後味、塩味の感じ方に影響することがあります。また、アミノ酸は発酵微生物によって代謝され、アルコール、アルデヒド、酸、エステル、含硫香気などの前駆体になる可能性があります。食品タンパク質から抗酸化ペプチドなどの機能性ペプチドを得る研究分野では、酵素加水分解の条件により生成ペプチドの性質が大きく変わることが報告されています^[3]。

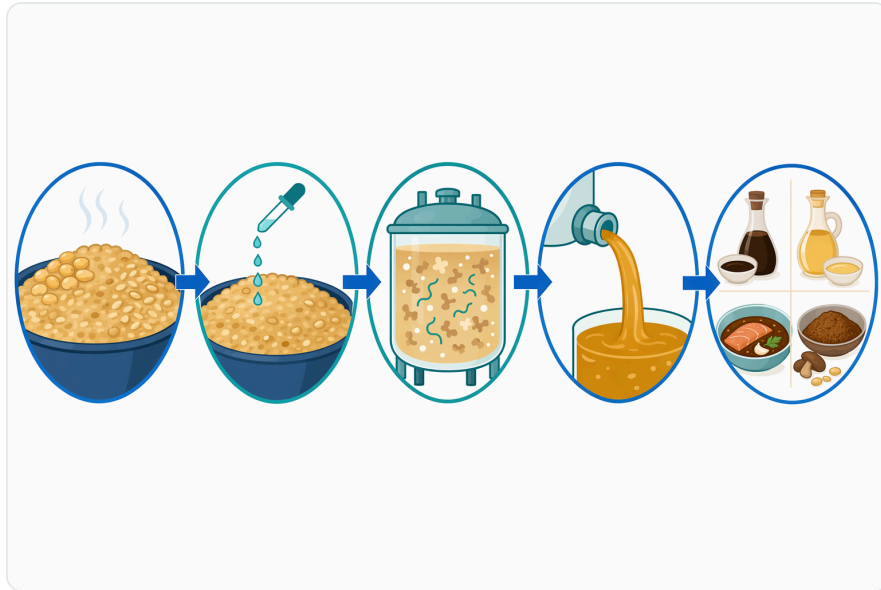


Figure 3. 간장식 발효에서 산성 프로테아제는 단백질이 풍부한 원료가 펩타이드, 아미노산, 아미노태 질소, 그리고 숙성된 감칠맛으로 이어지는 핵심 공정을 뒷받침한다.

食酢では、酸味の中心は酢酸ですが、飲用酢や調味酢の品質には酸の鋭さ、後味、原料香、発酵香、甘味・うま味の支えが関係します。酸性プロテアーゼによるタンパク質分解は、酸味を直接作るというより、酸味を支える背景味や発酵微生物の栄養環境に関わります。米ぬかを対象にした研究では、発酵や複合酵素加水分解によりフェノール性成分や抗酸化活性が高まることが示されており、酵素処理と発酵を組み合わせることで、原料中の結合型・高分子型成分を利用しやすくなる可能性が示されています^[9]。

ただし、風味形成は線形ではありません。タンパク質分解が不足すれば味が薄く、発酵香も弱くなりやすい一方、過度な分解では苦味、雑味、過剰なアミノ酸臭、熟成バランスの崩れが出る可能性があります。二段階酵素加水分解を用いた食品タンパク質研究では、酵素の組み合わせにより加水分解物の組成や性質が変わることが示されており、どの酵素をどの順序で作用させるかが最終品質に影響することを示唆しています^[10]。

原料利用性と沈殿・濁りへの関係

発酵食品では、未分解タンパク質が残ると、沈殿、濁り、ろ過負荷、熟成中の品質変動につながる可能性があります。醤油や発酵調味料では、完全な透明性だけが品質目標ではありませんが、過剰な不溶性タンパク質や粗大ペプチドは、外観や後工程の安定性に影響します。酸性プロテアーゼは高分子タンパク質を小さくし、溶解性や分散性を変えることで、原料利用性と後工程の扱いやすさに関わります。食品副産物や植物性タンパク質を酵素処理する研究では、プロテアーゼ処理によってタンパク質画分や加水分解物の性質が変化することが確認されています^[7]。

一方で、すべてのタンパク質を分解すればよいわけではありません。食品の構造、粘度、口当たり、泡、乳化、濁りの安定性には、一定量のタンパク質やペプチドが必要な場合があります。飲料や発酵調味料の設計では、沈殿リスクを下げたいのか、厚みを残したいのか、ろ過性を優先するのかによって、タンパク質分解の目標が異なります。酸性プロテアーゼはその調整に使える道具ですが、最終的な品質は原料構成と工程全体で決まります。

酸性条件、高塩条件、発酵微生物との相互作用

酸性プロテアーゼは酸性域で働く酵素ですが、発酵現場では酸性条件だけを見ればよいわけではありません。醤油では塩分が高く、水分活性が制限され、発酵期間も長くなります。食酢ではpH低下、酢酸ストレス、酸素供給、エタノール濃度が微生物群に影響します。酵素反応はこれらの条件に敏感であり、基質が存在していても、酵素が変性したり、基質へ近づけなかったり、微生物側の代謝が制限されたりすれば、期待した変化は小さくなります。

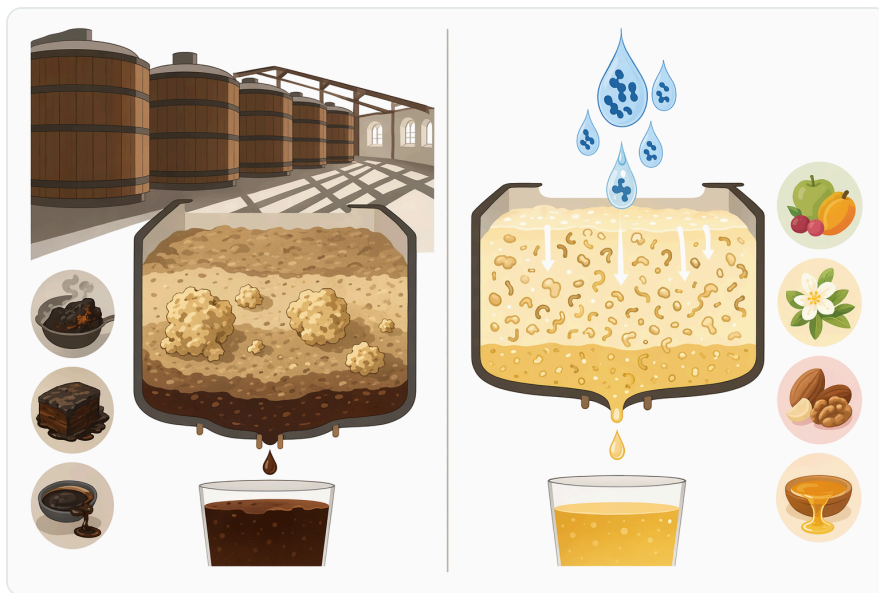


Figure 4. 식초 기질에서 산성 프로테아제는 단백질 가수분해를 돕지만, 에탄올을 초산으로 산화시키는 역할은 초산균이 담당한다.

発酵系では、酵素単独ではなく、微生物が分泌する酵素や代謝物との相互作用も重要です。Debaryomyces hanseniiの食品産業応用に関するレビューでは、環境ストレスへの応答、香味物質の生成、食品発酵での潜在的利用が整理されており、発酵微生物が塩、酸、温度などの条件下で風味形成に関わることが示されています^[11]。酸性プロテアーゼは、このような微生物代謝の前段階で、利用可能な窒素源を増やす役割を担います。

また、発酵原料にはタンニン、ポリフェノール、金属イオン、塩類など、酵素活性やタンパク質溶解性に影響する成分が含まれることがあります。タンニン耐性乳酸菌とタンニン酸を組み合わせたサイレージ発酵研究では、発酵品質、プロテアーゼ活性、細菌群集が相互に変化することが報告されています^[12]。食品発酵とは系が異なりますが、原料中のフェノール性成分や微生物群集がタンパク質分解環境を変えるという視点は、穀物酢や豆類発酵調味料にも応用できる考え方です。

期待できる利点と、過大評価すべきでない点

酸性プロテアーゼに期待できる主な利点は、原料タンパク質の低分子化、発酵初期の窒素源供給、うま味・コクの前駆体形成、未分解タンパク質に由来する品質変動の抑制、原料利用性の改善です。特に醤油では、大豆・小麦タンパク質の分解が味の骨格に直結するため、酸性プロテアーゼは発酵品質を支える補助酵素として意味を持ちます。酵素加水分解を用いて食品タンパク質から生理活性ペプチドを調製する研究でも、酵素選択と加水分解条件が最終的なペプチド特性に影響することが示されています^[13]。

一方で、酸性プロテアーゼだけで発酵期間の大幅短縮、官能品質の一律改善、酢酸生成量の増加、ロット差の完全解消を保証することはできません。発酵食品の品質は、原料、微生物、温度、塩分、pH、酸素、熟成、加熱、ろ過、ブレンドなどの総合結果です。酵素はその中の一つの操作因子であり、特に食酢では酸生成の主役ではなく、タンパク質分解と窒素代謝支援の側面から評価する必要があります。

また、アレルギー性タンパク質や難分解タンパク質についても、酵素処理は構造を変える可能性があります。ピーナッツを対象にした研究では、加圧加熱と酵素加水分解の組み合わせによりアレルギー反応性の低減が検討されていますが、処理条件や対象タンパク質によって結果は異なります^[14]。発酵調味料で酸性プロテアーゼを使う場合も、「分解されたから安全性・機能性が一律に変わる」と短絡せず、食品設計全体の中で扱う必要があります。

Enzymes.bioからの購入形態と文書提供

Enzymes.bioは、酸性プロテアーゼを含む酵素製品をB2B食品加工・発酵用途向けに供給しています。製品は1kg単位でオンラインから直接購入でき、注文手続きに合わせてCoAおよびSDSが提供されます。ここでの役割は、製造者として製造工程を説明することではなく、業務用酵素を必要とする食品加工・発酵事業者へ、オンラインで購入可能な供給形態を提供することです。

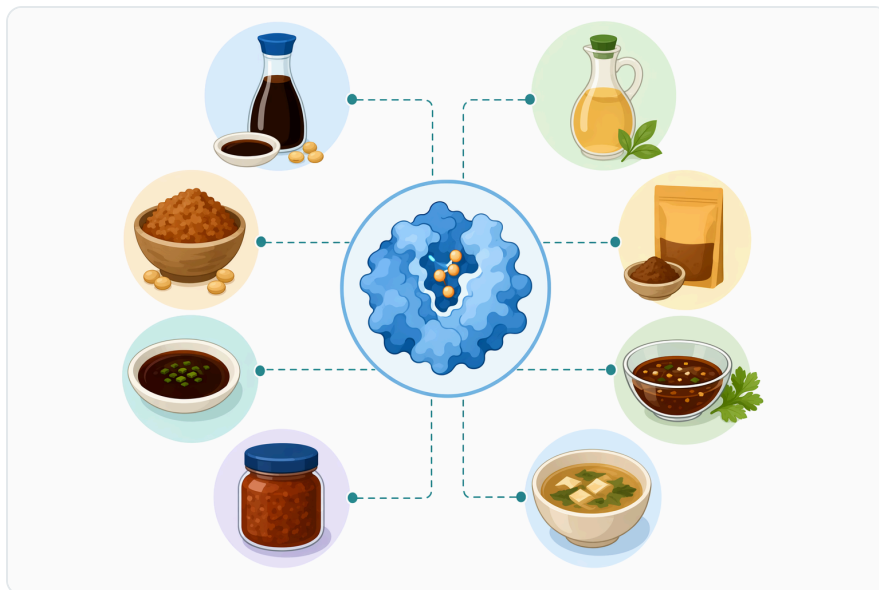


Figure 5. 산성 프로테아제는 대두박, 유지종자 압착박, 콩류, 곡물 부산물, 쌀 발효주 지게미 및 기타 단백질이 풍부한 발효 기질에 적용될 수 있다.

本酵素は、直接摂取用の一般消費者向け商品ではなく、食品加工工程で使用される業務用原料として扱うべきものです。製品ページ上の情報、注文時に提供される文書、各国・各地域の食品関連規制、最終製品の用途を踏まえ、発酵工程の一部として適切に組み込むことが重要です。特定の活性単位、分析法、活性定義、製造条件について本記事では扱わず、工程上の機能と科学的背景に焦点を当てています。

まとめ：醤油・食酢発酵における酸性プロテアーゼの実務的価値

酸性プロテアーゼは、醤油・食酢発酵において、原料タンパク質をペプチドや遊離アミノ酸へ変換し、微生物が利用しやすい窒素源と風味前駆体を増やすための食品加工用酵素です。醤油では、大豆・小麦タンパク質の分解を通じて、うま味、コク、アミノ酸由来の香味形成を支えます。食酢では、酢酸生成そのものを担うのではなく、穀物・豆類・果実系原料のタンパク質分解を通じて、発酵微生物の栄養環境と香味の土台づくりを補助します。

科学的には、食品タンパク質の酵素加水分解が、ペプチド生成、機能性、加工適性、風味形成に影響することが複数の研究で示されています。発酵食品においては、酵素反応と微生物代謝が連続して起こるため、酸性プロテアーゼは単独の品質改善剤ではなく、原料処理、麴・糖化、発酵、熟成、加熱、ろ過と組み合わせて効果を発揮する工程因子です^[1]。

Enzymes.bioの酸性プロテアーゼは、醤油・食酢発酵でタンパク質分解を補助したい事業者に向けたB2B酵素として、1kg単位でオンライン直接販売されています。注文時にはCoAとSDSが併せて提供されます。発酵工程での価値は、原料を「微生物が使える形」に整え、窒素源、ペプチド、アミノ酸、風味前駆体の形成を支える点にあります。

Acid Protease (Food Grade, 100,000 U/G) – Specialized Enzyme For Soy Sauce And Vinegar Fermentation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 (Food Grade, 100,000 U/G) – Specialized Enzyme For Soy Sauce And Vinegar Fermentation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. Akimova, D., Kakimov, A., Sychinov, A., Urazbayev, Z., Zharykbasov, Y., Ibragimov, N., Bauyrzhanova, A., ... et al. (2024). Enzymatic hydrolysis in food processing: biotechnological advancements, applications, and future perspectives. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*.
2. Panchanawaporn, S., Chutrakul, C., Jeennor, S., Anantayanon, J., & Laoteng, K. (2024). Development of *Aspergillus oryzae* BCC7051 as a Robust Cell Factory Towards the Transcriptional Regulation of Protease-Encoding Genes for Industrial Applications. *Journal of Fungi*, 11.
3. Habinshuti, I., Nsengumuremyi, D., Muhoza, B., Ebenezer, F., Aregbe, A. Y., & Ndisanze, M. A. (2023). Recent and novel processing technologies coupled with enzymatic hydrolysis to enhance the production of antioxidant peptides from food proteins: A review. *Food Chemistry*, 423, 136313 .
4. Lim, Y. H., Foo, H., Loh, T., Mohamad, R., & Abdullah, N. (2019). Comparative studies of versatile extracellular proteolytic activities of lactic acid bacteria and their potential for extracellular amino acid productions as feed supplements. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 10.

5. Hu, L., Guan, C., Zhao, Y., Chai, R., Zhang, W., & Bai, R. (2024). Identification of the enzyme activity of human Demodex aspartic protease and its function to hydrolyse host macromolecules and skin cell proteins. *International Journal of Biological Macromolecules*, 137291 .
6. Qian, J., Chen, D., Zhang, Y., Gao, X., Xu, L., Guan, G., & Wang, F. (2023). Ultrasound-Assisted Enzymatic Protein Hydrolysis in Food Processing: Mechanism and Parameters. *Foods*, 12.
7. Aiello, G., Li, Y., Xu, R., Boschini, G., Juodeikiene, G., & Arnoldi, A. (2021). Composition of the Protein Ingredients from Insoluble Oat Byproducts Treated with Food-Grade Enzymes, Such as Amylase, Cellulose/Xylanase, and Protease. *Foods*, 10.
8. Popescu, L., Bulgaru, V., & Siminiuc, R. (2021). Effect of Temperature, pH and Amount of Enzyme Used in the Lactose Hydrolysis of Milk. *Food and Nutrition Sciences*.
9. Liu, L., Zhang, R., Deng, Y., Zhang, Y., Xiao, J., Huang, F., Wen, W., ... et al. (2017). Fermentation and complex enzyme hydrolysis enhance total phenolics and antioxidant activity of aqueous solution from rice bran pretreated by steaming with α -amylase. *Food Chemistry*, 221, 636-643 .
10. Shen, Y., Fang, L., Liu, C., Wang, J., Wu, D., Zeng, Q., Leng, Y., ... et al. (2024). Effect of bi-enzyme hydrolysis on the properties and composition of hydrolysates of Manchurian walnut dreg protein. *Food Chemistry*, 447, 138947 .
11. Dong, B., Wang, Y., Yao, Y., & Zhao, G. (2025). Intracellular regulation in response to environmental stresses, production processes of flavor substances, and potential applications of *Debaryomyces hansenii* in the food industry: a review. *Food Chemistry*, 493 Pt 4, 146111 .
12. Guo, X., Chen, D., Huang, P., Gao, L., Zhou, W., Zhang, J., & Zhang, Q. (2024). Effects of tannin-tolerant lactic acid bacteria in combination with tannic acid on the fermentation quality, protease activity and bacterial community of stylo silage. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*.
13. Wang, R., Yun, J., Wu, S., Bi, Y., & Zhao, F. (2022). Optimisation and Characterisation of Novel Angiotensin-Converting Enzyme Inhibitory Peptides Prepared by Double Enzymatic Hydrolysis from *Agaricus bisporus* Scraps. *Foods*, 11.
14. Cuadrado, C., Sanchiz, Á., Arribas, C., Pedrosa, M. M., Gamboa, P., Betancor, D., Blanco, C., ... et al. (2023). Mitigation of peanut allergenic reactivity by combined processing: Pressured heating and enzymatic hydrolysis. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*.

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。