

Neutral Protease（中性プロテアーゼ）の主要用途： 食品タンパク質改質・発酵補助・飼料消化性向上

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

Neutral Protease（中性プロテアーゼ）は、中性付近の条件でタンパク質のペプチド結合を加水分解し、食品、発酵、飼料、植物性タンパク質加工で、溶解性・風味前駆体・消化性・テクスチャーを調整するために使われる酵素です。特に、強酸性または強アルカリ性の処理を避けたい工程で、タンパク質を「完全分解」ではなく「目的に応じて部分分解」する用途に適しています^[1]。Enzymes.bioは製造業者または研究機関ではなく、Neutral Proteaseを1kg単位でオンライン直接販売するB2B酵素供給業者であり、CoAおよびSDSは注文時に併せて提供されます。

Neutral Proteaseとは何か：中性域で働くタンパク質分解酵素

Neutral Proteaseは、タンパク質を構成するペプチド結合を加水分解し、より短いペプチドや遊離アミノ酸を生じさせるプロテアーゼの一群です。名称が示す通り、酸性プロテアーゼやアルカリ性プロテアーゼとは異なり、中性付近のpHで機能しやすいことが実務上の特徴です。プロテアーゼ全体は食品、飼料、発酵、洗浄、皮革、バイオマス処理など幅広い領域で利用されており、その中で中性プロテアーゼは、素材への過度な化学的負荷を避けながらタンパク質を改質したい工程に適しています^[1]。

中性プロテアーゼは単一の分子種だけを指す言葉ではなく、「中性域でタンパク質分解活性を示す酵素群」として扱うのが正確です。Bacillus属、Aspergillus属、Rhizopus属、その他の細菌・真菌由来の中性プロテアーゼが研究されており、発酵生産、酵素特性、基質分解、安定性改善などの観点から多くの報告があります。たとえば、Rhizopus oligosporusを用いた固体発酵による中性プロテアーゼ生産や、Aeromonas hydrophila由来中性プロテアーゼの生産改善研究は、微生物由来プロテアーゼが産業利用を意識して検討されてきたことを示しています^{[2][3]}。

Bacillus由来の中性プロテアーゼは、食品・発酵・飼料関連の文脈で特に多く登場します。Bacillus amyloliquefaciens由来のメタロ中性プロテアーゼはビール醸造用途を意識して精製・性質解析が行われており、同じくBacillus amyloliquefaciens LX-6では中性プロテアーゼ活性の改善と大豆粕発酵への応用が報告されています^{[4][5]}。このような研究は、中性プロテアーゼが単なる実験用酵素ではなく、タンパク質原料の加工や発酵工程の実務課題に結びついた酵素であることを裏づけます。

作用機序：ペプチド結合の切断が物性・風味・消化性を変える

Neutral Proteaseの基本反応は、タンパク質主鎖中のペプチド結合に水を付加して切断する加水分解です。未処理のタンパク質は、高分子として折りたたまれ、疎水性領域、親水性領域、荷電部位、架橋構造、凝集体を持ちます。中性プロテアーゼがその一部を切断すると、分子量分布が低下し、内部に隠れていたアミノ酸残基が露出し、水和性、溶解性、界面吸着性、粘度、ゲル形成性、呈味が変化します^[1]。

この変化は、単に「タンパク質が小さくなる」だけではありません。たとえば、植物性タンパク質では、凝集体が部分的にほぐれることで水への分散性が改善し、乳化界面に吸着しやすいペプチドが増える場合があります。一方で、分解が進みすぎると、泡やゲルを支える高分子構造が失われ、機能性が低下することもあります。したがって、Neutral Proteaseの価値は、タンパク質を完全に分解することではなく、目的とする加水分解度に近づけることで素材機能を調整する点にあります^[6]。

中性プロテアーゼにはメタロプロテアーゼとして性質解析されているものがあり、金属イオンが活性中心や構造安定性に関与するタイプが知られています。Bacillus amyloliquefaciens SYB-001由来の酵素は「メタロ中性プロテアーゼ」としてビール醸造用途を意識して報告されており、金属依存性、pH条件、温度特性、基質分解性の理解が実用上重要であることを示しています^[4]。この点は、工程中のキレート性成分、塩類、pH変動、熱履歴が酵素性能に影響し得ることを意味します。

また、酵素のpH特性は固定的なものではなく、タンパク質工学や生産株改良によって変化し得ます。Aspergillus oryzae由来の組換え中性プロテアーゼIでは、酸性pHでの酵素活性を改善するためのエンジニアリング研究が行われています^[7]。これは、一般的には中性域で使いやすい酵素であっても、由来や設計によって反応プロファイルが異なるため、実工程では素材・pH・温度・時間の組み合わせで評価する必要があることを示します。

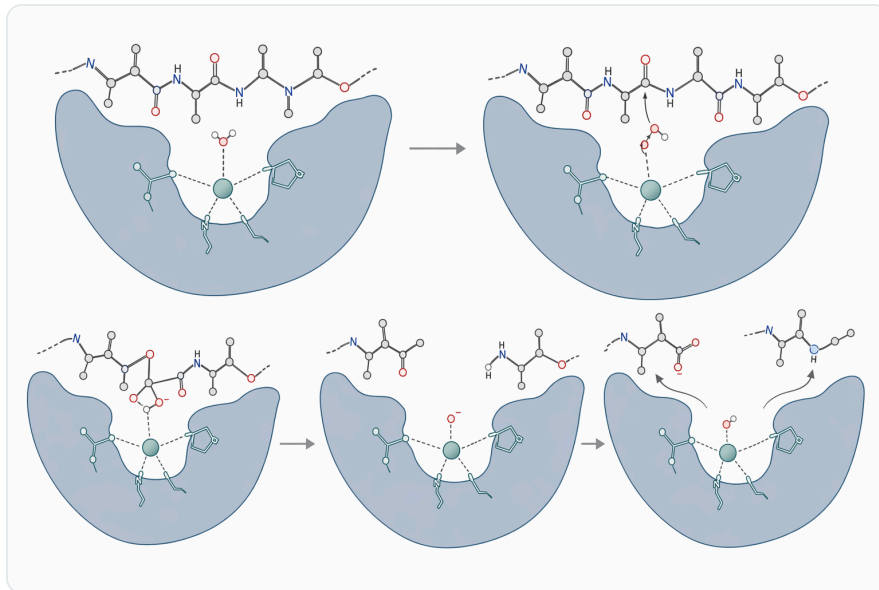


Figure 1. 중성 프로테아제는 중성 pH 부근에서 단백질의 펩타이드 결합을 가장 효과적으로 가수분해하며, 활성 부위에서 활성화된 물 분자를 이용하는 경우가 많습니다.

Neutral Proteaseが有効な工程課題

Neutral Proteaseが解決しやすい課題は、タンパク質が工程上「大きすぎる」「溶けにくい」「発酵微生物に利用されにくい」「消化されにくい」「硬い食感を作る」「風味形成が遅い」といった場面です。加水分解によりタンパク質を短いペプチドへ変換すると、微生物や酵母が利用しやすい窒素源が増えたり、食品中の水分散性が改善したり、飼料中タンパク質の利用性が変化したりします^[8]。

発酵食品では、タンパク質分解は風味形成の中心的な反応の一つです。乳酸菌などの微生物は、タンパク質をペプチドやアミノ酸へ分解し、それらをさらに代謝して有機酸、香気成分、呈味成分、生理活性ペプチドに関係する化合物を生じさせます。乳酸菌によるタンパク質発酵に関するレビューでは、食事性タンパク質のプロテオリティック発酵が、新しい発酵食品や機能性食品開発に関係する重要な反応として整理されています^[8]。

飼料分野では、Neutral Proteaseを含むプロテアーゼが、タンパク質原料の消化性改善、抗栄養因子の影響低減、窒素利用効率の改善といった観点から検討されています。水産飼料では、プロテアーゼ利用が魚粉代替、植物性原料利用、飼料効率、養殖産業の持続性と結びつけて議論されています^[9]。ただし、酵素効果は原料組成、加工温度、動物種、消化管条件によって変わるため、Neutral Proteaseは飼料設計を補助する酵素であり、単独で栄養設計のすべてを解決するものではありません。

食品タンパク質改質での用途

食品タンパク質改質におけるNeutral Proteaseの主な役割は、タンパク質の部分加水分解によって、溶解性、分散性、乳化性、発泡性、粘度、ゲル化、食感、風味発現を調整することです。大豆、ピーナッツ、エンドウ、米、穀物タンパク質、乳タンパク質、魚肉タンパク質、昆虫由来タンパク質など、さまざまなタンパク質原料で、酵素加水分解により機能性ペプチドや食品素材としての利用可能性が検討されています^{[10][6]}。

植物性タンパク質では、未処理原料に特有の不溶性、ざらつき、粘度過多、加熱時凝集、豆臭や穀物臭の残存が問題になることがあります。Neutral Proteaseによる限定的な加水分解は、タンパク質凝集体を部分的に切断し、分散性を高め、飲料、スープ、ソース、調味ベース、植物性代替食品、プロテイン強化食品に使いやすい状態へ近づける手段になります。ピーナッツミールのバイオバリゼーションに関するレビューでも、タンパク質原料の機能性向上と食品応用において、酵素処理を含むプロセス技術が重要視されています^[6]。

一方、Neutral Proteaseの過剰反応は、必ずしも好ましい結果をもたらしません。疎水性ペプチドの生成による苦味、低分子化しすぎたことによるボディ感の低下、乳化安定性の低下、加熱ゲル形成能の喪失などが起こり得ます。したがって、食品用途では「分解を進めるほどよい」のではなく、最終製品に必要な食感、粘度、旨味、苦味、濁り、安定性に合わせて反応を止める設計が重要です^[1]。

発酵・調味料での用途

発酵工程では、Neutral Proteaseがタンパク質性基質をペプチドやアミノ酸へ変換し、微生物が利用しやすい窒素源や風味前駆体を増やします。味噌、醤油様調味料、発酵植物タンパク質、乳発酵食品、肉・魚発酵素材などでは、タンパク質分解の進行度が旨味、コク、香気、熟成感、発酵速度に関係します。乳酸菌由来の生理活性化合物やプロテオリティック発酵に関するレビューは、タンパク質分解が発酵食品の価値形成に深く関わることを示しています^{[11][8]}。

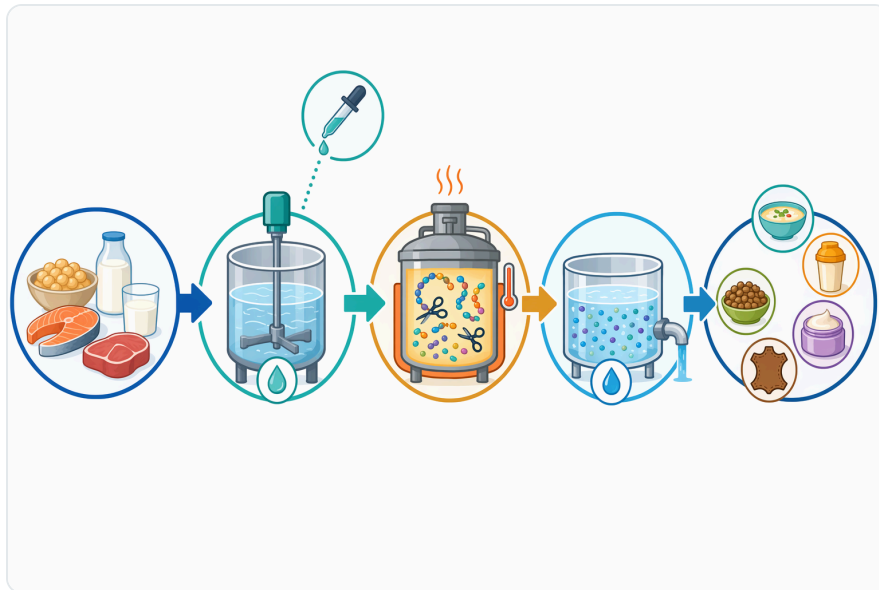


Figure 2. 산업적 중성 프로테아제 처리는 단백질 원료를 식품, 사료, 화장품 및 피혁 용도에 사용할 수 있는 가용성 펩타이드 가수분해물로 전환합니다.

大豆粕や豆類副産物の発酵では、タンパク質が微生物増殖や栄養価に大きく関与します。Bacillus amyloliquefaciens LX-6の中性プロテアーゼ活性改善と大豆粕発酵への応用を扱った研究は、Neutral Proteaseが植物性タンパク質副産物の価値向上に関係する実例です^[5]。この用途では、未利用または低価値のタンパク質原料を、発酵飼料、発酵食品素材、ペプチド含有素材へ変換する考え方と相性があります。

ただし、Neutral Proteaseは発酵そのものを置き換えるものではありません。発酵では、微生物の増殖、糖代謝、酸生成、香气生成、酵素分泌、pH変化が連動します。中性プロテアーゼは其中で、タンパク質分解という特定反応を補助する酵素です。過度な外部プロテアーゼ処理は、発酵微生物の選択性、粘度、濁り、苦味、旨味バランスに影響するため、発酵前処理、発酵中添加、熟成補助のどこで使うかにより結果が変わります^[12]。

醸造での用途：FAN生成とタンパク質管理

醸造では、酵母が健全に発酵するために、遊離アミノ態窒素、すなわちFANが重要です。Neutral Proteaseは麦芽や副原料由来タンパク質を加水分解し、ペプチドやアミノ酸を増やすことで、酵母栄養を補助する可能性があります。Bacillus amyloliquefaciens SYB-001由来のメタロ中性プロテアーゼは、ビール醸造への関心から精製・生化学的性質解析が行われています^[4]。

この用途で重要なのは、タンパク質を減らすこと自体ではなく、発酵に必要な窒素源、泡持ち、濁り、口当たり、香味のバランスを崩さないことです。タンパク質分解が不足すれば酵母栄養が不足し、過剰であれば泡保持に関わるタンパク質やボディ感に影響する可能性があります。Neutral

Proteaseは中性付近のマッシュや発酵前処理の文脈で使いやすい選択肢ですが、清澄化、チルヘイズ対策、洗浄など別目的では、他タイプのプロテアーゼが適する場合があります^[4]。

飼料・ペットフード・水産飼料での用途

飼料用途では、Neutral Proteaseは原料タンパク質を小ペプチドへ変換し、消化酵素による分解を受けやすい状態にする目的で利用されます。家禽、豚、水産動物、ペットフードでは、タンパク質の消化性、アミノ酸利用、未消化タンパク質の排出、腸内発酵、飼料コストが重要です。プロテアーゼの水産飼料応用に関するレビューでは、飼料産業におけるタンパク質利用効率向上の観点から、プロテアーゼ利用の可能性が整理されています^[9]。

植物性飼料原料では、タンパク質が繊維、多糖、フェノール性成分、熱変性タンパク質と複合化していることがあり、消化性が低下する場合があります。Neutral Protease処理は、こうしたタンパク質画分を部分分解し、発酵飼料や加水分解タンパク質素材として扱いやすくする助けになります。大豆粕発酵への中性プロテアーゼ応用研究は、植物性副産物の飼料価値向上という観点でも参考になります^[5]。

ペットフードでは、嗜好性、消化性、アレルギー性に関わるタンパク質構造、加熱加工中の反応性、ペプチド由来の風味が重要です。Neutral Proteaseによる限定加水分解は、肉、魚、植物性タンパク質の風味発現や消化しやすさを調整する手段になり得ます。ただし、ペットフードや飼料では、押出、乾燥、加熱、脂質酸化、ミネラル組成が酵素反応後の品質に強く影響するため、酵素処理だけで最終性能を判断することはできません^[9]。

機能性ペプチド・副産物利用への展開

Neutral Proteaseは、タンパク質副産物からペプチドを得るバイオバリゼーションにも使われます。脱脂Antheraea pernyi蛹タンパク質を複合中性プロテアーゼで加水分解し、抗酸化活性を持つペプチドを得る研究は、食品・飼料・機能性素材の開発で中性プロテアーゼが利用される一例です^[10]。この場合の中心価値は、原料タンパク質を単なる窒素源としてではなく、機能性を持つペプチド画分へ変換できる点にあります。

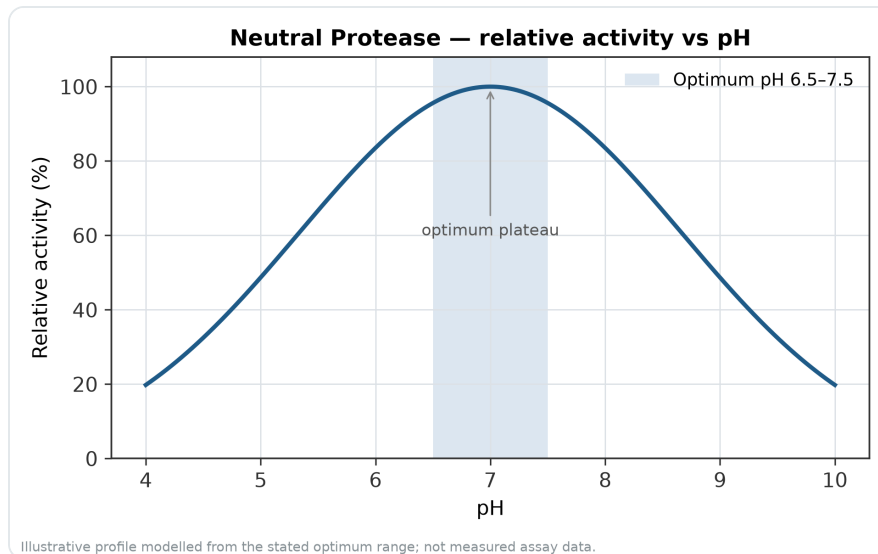


Figure 3. pH에 따른 중성 프로테아제의 상대 활성으로, pH 6.5~7.5에서 최적 활성 구간을 보입니다.

魚加工副産物でも、タンパク質回収、酵素回収、機能性タンパク質加水分解物の製造を統合する循環利用の考え方が提案されています。魚加工副産物の循環的価値化に関する研究では、プロテアーゼ回収と機能性タンパク質加水分解物製造を組み合わせるプロセスが取り上げられています^[13]。Neutral Proteaseは、このような副産物利用において、強い化学処理ではなく酵素反応で価値を引き出す選択肢の一つです。

ただし、機能性ペプチド用途では、生成ペプチドの配列、分子量分布、苦味、溶解性、熱安定性、酸化安定性、安全性評価が最終用途に大きく影響します。Neutral Proteaseを使えば必ず生理活性が得られるわけではなく、原料タンパク質と加水分解条件に依存します。研究報告は可能性を示すものであり、商業製品では目的とする食品、飼料、サプリメント、調味料の規格や表示要件に沿った評価が必要です^[10]。

他のプロテアーゼとの使い分け

Neutral Proteaseは、酸性プロテアーゼやアルカリ性プロテアーゼと競合する酵素ではなく、工程条件に応じて選ぶ選択肢です。酸性条件の発酵、胃内消化モデル、チーズ熟成などでは酸性プロテアーゼが向く場合があり、高pHの洗浄、皮革処理、強アルカリ工程ではアルカリ性プロテアーゼが適します。アルカリ性プロテアーゼのレビューでは、洗剤、皮革、食品、飼料など多分野での利用が整理されており、高pH条件での安定性が重要な差別化要因になっています^{[14][15]}。

Neutral Proteaseの強みは、中性付近で反応できるため、食品素材や発酵基質へのpHストレスを抑えやすいことです。強酸・強アルカリ処理を避けることで、色調、香味、ミネラルバランス、タンパク質の過度な変性を抑えられる場合があります。特に、植物性タンパク質飲料、発酵調味料、醸

造、飼料前処理のように、基質そのものの食品・飼料価値を保ちながらタンパク質を改質したい工程では、中性プロテアーゼが実務的な候補になります^[1]。

プロテアーゼの種類	主に適するpH環境	代表的な工程目的	Neutral Proteaseとの違い
酸性プロテアーゼ	酸性域	酸性発酵、チーズ・飲料関連、酸性条件でのタンパク質分解	中性付近の食品・飼料前処理には条件調整が必要になる場合がある
Neutral Protease	中性付近	食品タンパク質改質、発酵補助、醸造FAN生成、飼料消化性改善	素材へのpH負荷を抑えながら部分加水分解を狙いやすい ^[1]
アルカリ性プロテアーゼ	アルカリ域	洗剤、皮革、工業洗浄、一部食品・飼料用途	高pH工程に強い一方、中性食品工程では過剰な条件変更が必要な場合がある ^[14]
特異性の高いプロテアーゼ	酵素により異なる	特定配列の切断、研究・精密加工	一般的なタンパク質改質よりも、狙った切断部位が重要になる

工程設計で重要な条件：pH・温度・時間・反応停止

Neutral Proteaseの性能は、pH、温度、反応時間、基質濃度、水分、塩濃度、金属イオン、共存成分、攪拌、加熱履歴に左右されます。中性プロテアーゼは中性付近で使いやすい酵素ですが、最適条件は由来や酵素設計により異なります。微生物中性プロテアーゼの改良に関するレビューでは、生産株、発酵条件、タンパク質工学、酵素安定性が実用性を左右する要素として整理されています^[1]。

pHは、酵素活性だけでなく基質タンパク質の荷電状態と溶解性にも影響します。タンパク質が等電点付近にあると凝集しやすく、酵素が切断部位へアクセスしにくくなることがあります。一方、pHが高すぎるまたは低すぎると、Neutral Protease自体の構造が不安定になったり、食品素材の風味・色調が変化したりします。Aspergillus oryzae由来中性プロテアーゼIの酸性pH活性改善研究は、pHプロファイルが酵素性能の重要な開発対象であることを示しています^[7]。

温度は、反応速度と失活速度の両方を左右します。温度を上げると一般に反応速度は増しますが、酵素の熱失活、基質タンパク質の熱凝集、風味変化も起こりやすくなります。Pleurotus sajor-caju由来の耐熱性プロテアーゼの性質解析や、固定化による中性プロテアーゼの安定性向上研究は、酵素安定性が産業利用で重要な技術課題であることを示しています^{[16][17]}。

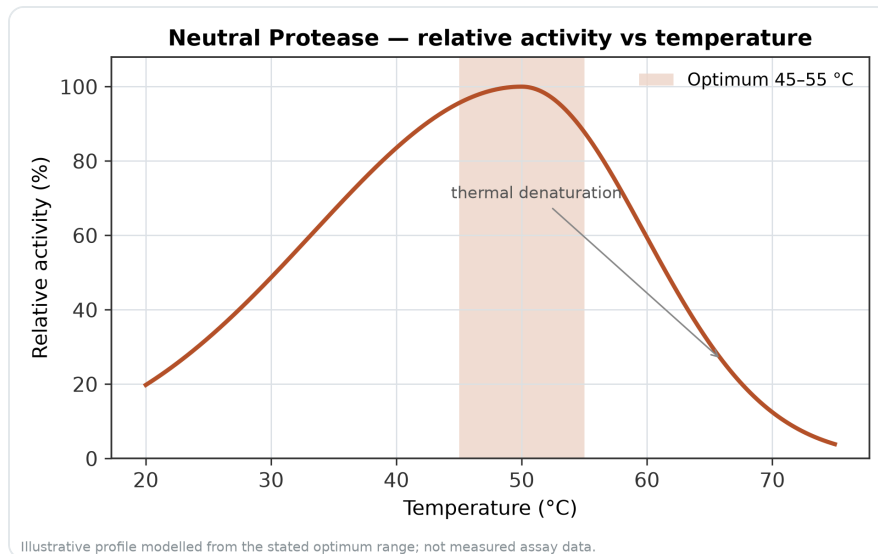


Figure 4. 온도에 따른 중성 프로테아제의 상대 활성으로, 45~55° C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도를 넘으면 열 변성에 따른 특징적인 활성 감소가 나타납니다.

反応時間は、最終製品の品質に直結します。短時間では溶解性改善や発酵補助に十分なペプチドが得られないことがあり、長時間では苦味、低粘度化、ゲル形成能低下、過度な遊離アミノ酸生成につながる可能性があります。Neutral Proteaseは、反応を開始する酵素であると同時に、適切な時点で止めるべき酵素でもあります。食品や飼料工程では、目的物の官能特性、粘度、窒素分布、熱処理条件を踏まえて反応設計を行う必要があります^[6]。

中性プロテアーゼの生産・改良研究が示す実用性

Neutral Proteaseの産業利用を支える研究には、生産性向上、遺伝子発現、培地最適化、固定化、タンパク質工学があります。Bacillus subtilisにおける中性プロテアーゼ遺伝子のクローニングと産業応用に関する古典的研究は、中性プロテアーゼが早くから工業的な酵素生産の対象であったことを示しています^[18]。また、微生物中性プロテアーゼの改良手法を整理したレビューでは、従来育種、発酵条件最適化、遺伝子工学が重要なアプローチとして扱われています^[1]。

近年の研究では、Bacillus amyloliquefaciens LX-6に対するリボソーム工学と培地最適化により中性プロテアーゼ活性を高め、大豆粕発酵へ応用する試みが報告されています^[5]。これは、酵素そのものの性能だけでなく、生産微生物、培地、発酵条件、対象基質を統合的に設計することで、タンパク質副産物の価値化を進める流れを示しています。

固定化技術も中性プロテアーゼ利用の重要な研究領域です。磁性PVA/SA@Fe₃O₄ハイドロゲルビーズへの固定化により、中性プロテアーゼの活性と安定性が向上したと報告されています^[17]。

Enzymes.bioの供給品が固定化酵素であることを意味するものではありませんが、この研究は、中

性プロテアーゼが反応環境、担体、安定化技術の影響を強く受ける酵素であることを示す科学的背景として有用です。

Enzymes.bio供給品としての位置づけ

Enzymes.bioが扱うNeutral Proteaseは、中性域でのタンパク質分解を必要とするB2B用途に向けた酵素供給品です。食品タンパク質改質、植物性タンパク質加工、発酵補助、醸造、飼料、ペットフード、水産飼料、タンパク質副産物の価値化など、中性条件での穏やかな加水分解が求められる場面に適しています。Enzymes.bioは製造業者や研究所ではなく、酵素をオンラインで供給するサプライヤーです。

製品は1kg単位でオンライン直接販売され、注文時にCoAおよびSDSが併せて提供されます。CoAは受領ロットに関する基本情報の確認に、SDSは安全な保管・取扱い・廃棄に関する確認に用いられます。Neutral Proteaseはタンパク質分解酵素であるため、粉じん吸入、皮膚・眼への接触、アレルギー性の可能性に注意し、作業環境に応じた安全管理を行う必要があります。

Enzymes.bioから供給されるNeutral Proteaseを利用する際は、製造者のように固定の工程条件を一律に提示するのではなく、用途、基質、最終品質に合わせて反応条件を組み立てる考え方が重要です。たとえば、植物性飲料では分散性と苦味のバランス、醸造ではFANと泡持ちのバランス、飼料では消化性と加工安定性のバランスが評価軸になります。中性プロテアーゼは、こうした品質目標に向けてタンパク質構造を調整するための実務的な酵素です^[1]。

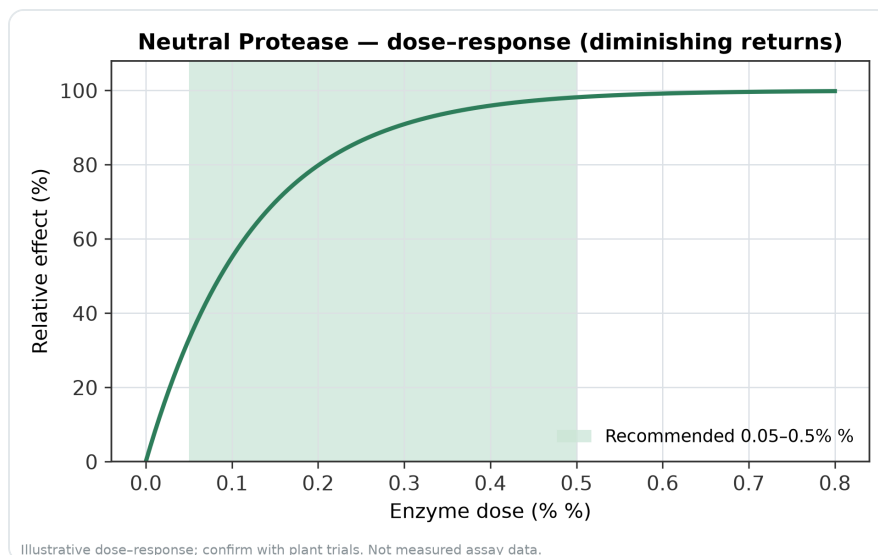


Figure 5. 권장 사용 범위(0.05~0.5%)에서 중성 프로테아제의 용량-반응 관계를 예시한 그래프입니다.

実務上の利点と限界

Neutral Proteaseの最大の利点は、中性付近でタンパク質を部分分解できるため、強い酸・アルカリ条件に頼らずに食品・飼料原料を改質しやすい点です。これにより、素材の色調や風味への影響を抑えながら、溶解性、発酵利用性、消化性、テクスチャーを調整できる可能性があります。ビール醸造向け中性プロテアーゼの研究や、大豆粕発酵への応用研究は、こうした中性域でのタンパク質制御が実工程に結びついていることを示しています^{[4][5]}。

一方で、Neutral Proteaseは万能ではありません。基質タンパク質が強く変性・凝集している場合、酵素が切断部位に到達しにくく、期待通りの加水分解が進まないことがあります。また、脂質、ポリフェノール、食物繊維、塩、ミネラル、キレート性成分、熱処理履歴が反応に影響する場合があります。真菌の細胞外プロテアーゼ発現制御に関するレビューでも、プロテアーゼの産生と利用は環境条件に強く依存する生物工学的課題として扱われています^[12]。

品質面では、苦味、過分解、低粘度化、濁り、沈殿、泡安定性低下、発酵バランスの変化が主なリスクです。特に食品用途では、分析値だけでなく官能品質が重要です。Neutral Proteaseは、タンパク質を分解することで価値を生む一方、同じ反応が過剰に進むと品質低下の原因にもなります。したがって、目的は「酵素を多く使うこと」ではなく、「必要な機能変化が起こる範囲で反応を制御すること」です^[6]。

まとめ：Neutral Proteaseは中性域のタンパク質改質ツール

Neutral Proteaseは、中性付近でタンパク質のペプチド結合を加水分解し、食品、発酵、醸造、飼料、植物性タンパク質加工、タンパク質副産物利用において、溶解性、消化性、風味前駆体、テクスチャー、発酵利用性を調整する酵素です。Bacillus由来メタロ中性プロテアーゼの醸造応用、大豆粕発酵への中性プロテアーゼ応用、機能性ペプチド生成研究などは、Neutral Proteaseが実務課題に根ざした酵素であることを示しています^{[4][5]}。

最も重要な理解は、Neutral Proteaseを「タンパク質をただ分解する酵素」ではなく、「タンパク質の分子サイズ、露出残基、溶解性、界面特性、発酵利用性を変える加工ツール」と捉えることです。適切に制御すれば、植物性タンパク質の扱いやすさ、発酵基質の利用性、醸造での窒素供給、飼料タンパク質の消化性を改善する可能性があります。一方で、過分解、苦味、機能性低下を避けるには、基質と工程条件に合わせた反応設計が不可欠です^[1]。

Enzymes.bioは、Neutral Proteaseを1kg単位でオンライン直接販売するB2B酵素供給業者です。製造業者や研究機関ではなく、食品・発酵・飼料・タンパク質加工の現場で中性プロテアーゼを利用したい事業者に向けて、注文時にCoAおよびSDSを添えて供給します。Neutral Proteaseは、中性

域で穏やかなタンパク質加水分解を行いたい工程において、実用性と科学的根拠を兼ね備えた選択肢です。

Neutral Protease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。

[Neutral Protease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. Ou, J., & Zhu, M. (2012). [An overview of Current and novel approaches for microbial neutral protease improvement.](#)
2. Priyanka, P., & Raju, K. (2013). [Neutral Protease Production by Rhizopus Oligosporus NCIM 1215 under Solid State Fermentation Using Mixed Substrates of Agro Industrial Residues.](#) *international journal of chemical sciences*, 11, 291-305.
3. Borhani, M., Etemadifar, Z., Emtiazi, G., & Jorjani, E. (2018). [A Statistical Approach for Production Improvement of a Neutral Protease From a Newly Isolated Strain of Aeromonas Hydrophila.](#) *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science*, 42, 1771-1778.
4. Wang, J., Xu, A., Wan, Y., & Li, Q. (2013). [Purification and Characterization of a New Metallo-Neutral Protease for Beer Brewing from Bacillus amyloliquefaciens SYB-001.](#) *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 170, 2021-2033.
5. Zhu, Y., Huang, X., Han, T., Wang, J., Yu, X., & Ma, Z. (2025). [Improvement of neutral protease activity of Bacillus amyloliquefaciens LX-6 by combined ribosome engineering and medium optimization and its application in soybean meal fermentation.](#) *Journal of Zhejiang University SCIENCE B*, 26, 805 - 812.
6. Hariharan, S., Patti, A., & Arora, A. (2023). [Functional Proteins from Biovalorization of Peanut Meal: Advances in Process Technology and Applications.](#) *Plant Foods for Human Nutrition*, 78, 13-24.
7. Hu, Y., Li, T., Tu, Z., Qing-He, Li, Y., & Fu, J. (2020). [Engineering a recombination neutral protease I from Aspergillus oryzae to improve enzyme activity at acidic pH.](#) *RSC Advances*, 10, 30692 - 30699.
8. Ter, Z. Y., Chang, L. S., Babji, A. S., Zaini, N. A. M., Fazry, S., Sarbini, S., Peterbauer, C., ... et al. (2023). [A Review on Proteolytic Fermentation of Dietary Protein Using Lactic Acid Bacteria for the Development of Novel Proteolytically Fermented Foods.](#) *International Journal of Food Science & Technology*.

9. Chen, S., Maulu, S., Wang, J., Xie, X., Liang, X., Wang, H., Wang, J., ... et al. (2023). The application of protease in aquaculture: Prospects for enhancing the aquafeed industry. *Animal Nutrition*, 16, 105 - 121.
10. 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.
11. Hakim, B. N. A., Xuan, N. J., & Oslan, S. (2023). A Comprehensive Review of Bioactive Compounds from Lactic Acid Bacteria: Potential Functions as Functional Food in Dietetics and the Food Industry. *Foods*, 12.
12. Snyman, C., Theron, L., & Divol, B. (2019). Understanding the regulation of extracellular protease gene expression in fungi: a key step towards their biotechnological applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103, 5517 - 5532.
13. Khawari, W. Y. E., Othman, N., Fabil, M. H. D., Rashid, N. Y., & Wong, F. (2026). Circular valorisation of fish processing by-products: integrated protease recovery and functional protein hydrolysate production. *Frontiers in Aquaculture*.
14. Uba, G., Yakubu, A., Kabir, A., & Abdullahi, S. A. (2023). Biotechnological Significance and Applications of Alkaline Protease: A Review. *Journal of Environmental Bioremediation and Toxicology*.
15. Mrudula, S. (2024). A Review on Microbial Alkaline Proteases: Optimization of Submerged Fermentative Production, Properties, and Industrial Applications. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 1-19.
16. Benmradi, M. O., Mechri, S., Jaouadi, N. Z., Elhouli, M. B., Rekik, H., Sayadi, S., Bejar, S., ... et al. (2019). Purification and biochemical characterization of a novel thermostable protease from the oyster mushroom *Pleurotus sajor-caju* strain CTM10057 with industrial interest. *BMC Biotechnology*, 19.
17. Zhao, Y., Zhang, K., Zeng, J., Yin, H., Zheng, W., Li, R., Ding, A., ... et al. (2022). Immobilization on magnetic PVA/SA@Fe₃O₄ hydrogel beads enhances the activity and stability of neutral protease. *Enzyme and Microbial Technology*, 157, 110017 .
18. Reid, S., Sugrue, J. A., & Thomson, J. (1986). Industrial applications of a cloned neutral protease gene in *Bacillus subtilis*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 24, 311-318.

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。