

Protease Animal Feed Additive | 家禽・豚・養殖飼料のタンパク質消化を支援する飼料用プロテアーゼ

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

Protease Animal Feed Additiveは、飼料中のタンパク質やペプチド結合を加水分解し、動物が利用しやすい短鎖ペプチドやアミノ酸供給へ近づけるための飼料用酵素です。主用途は、家禽、豚、養殖などの配合飼料でタンパク質消化性を補助し、未消化タンパク質に由来する窒素排せつや後腸発酵の負荷を抑える設計を支援することです^[1]。Enzymes.bioは本品の供給業者であり、製品は1kg単位でオンライン直接購入でき、注文時にCoAおよびSDSが併せて提供されます。

Protease Animal Feed Additiveとは何か

Protease Animal Feed Additiveは、動物用飼料に配合される外因性プロテアーゼです。プロテアーゼはタンパク質中のペプチド結合を切断する酵素群で、飼料分野ではフィターゼ、キシラナーゼ、 β -グルカナーゼ、アミラーゼ、リパーゼなどと並ぶ機能性飼料酵素として扱われます。植物性原料を多く含む家禽・豚向け飼料では、動物自身の消化酵素だけでは利用しきれないタンパク質画分や、熱処理・繊維構造・抗栄養因子の影響を受けたタンパク質が残るため、外因性酵素による補助が検討されます^[1]。

飼料用プロテアーゼは「飼料にタンパク質を追加する」添加物ではありません。既存のタンパク質原料、たとえば大豆粕、菜種粕、ヒマワリ粕、コーングルテン、動物性ミール、魚粉代替原料などに含まれるタンパク質を、より消化されやすい形へ近づけることが役割です。飼料用酵素全般は、動物がすべての植物性原料を完全には消化できないという実務上の制約に対し、栄養利用率、飼料効率、排せつ物中の未利用栄養分に働きかける技術として位置づけられています^[2]。

プロテアーゼの意義は、タンパク質の消化補助にとどまりません。未消化タンパク質が後腸へ流入すると、腸内細菌によるタンパク質発酵の基質となり、アンモニアやアミン類など望ましくない代謝産物の発生に関係する場合があります。したがって、飼料用プロテアーゼは、アミノ酸利用の改善、粗タンパク質設計の精密化、窒素排せつ負荷の低減、腸内環境の安定化を同時に考える配合技術の一部として理解するのが適切です^[3]。

タンパク質消化を補助する機序

ペプチド結合の加水分解と内因性消化酵素の補完

プロテアーゼは、タンパク質の一次構造を構成するペプチド結合を加水分解します。飼料タンパク質が大きな分子のまま残ると、小腸での分解・吸収が制限されやすくなりますが、外因性プロテアーゼが先行して一部の結合を切断することで、動物自身のペプシン、トリプシン、キモトリプシン、ペプチダーゼなどが作用しやすい基質状態へ変化します。これは「外部から消化を肩代わりする」というより、消化管内でタンパク質の前処理を補助する働きです^[4]。

この補完作用は、若齢動物や高栄養密度飼料で特に重要になります。若齢のブロイラーや子豚では、消化器官の発達段階、消化管通過速度、内因性酵素分泌量の制約により、飼料タンパク質を十分に処理しきれないことがあります。外因性プロテアーゼは、タンパク質を短いペプチドへ切断して小腸内での酵素反応面積を増やし、アミノ酸供給のタイミングと量を整える方向に働くと考えられています^[1]。

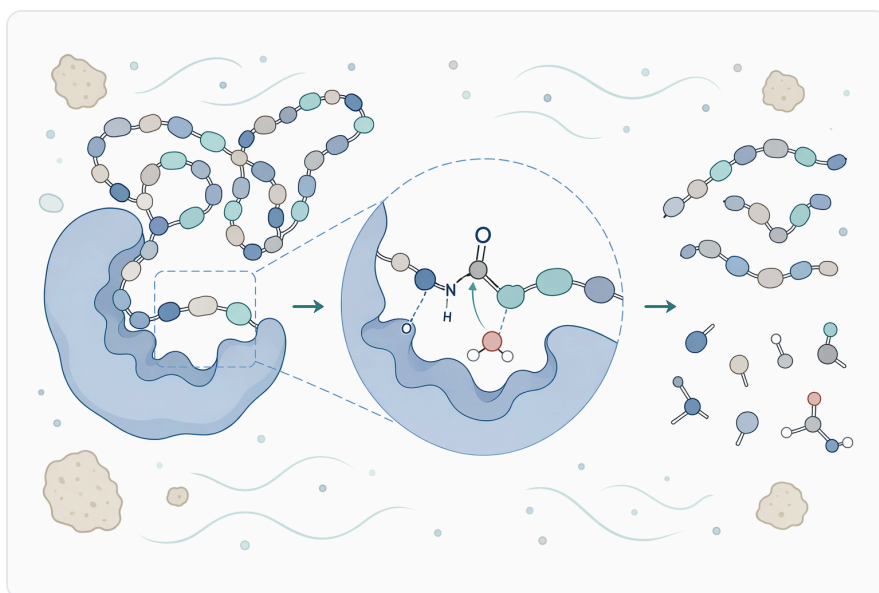


Figure 1. 동물 사료용 프로테아제는 식이 단백질의 펩타이드 결합을 가수분해하여 더 작은 펩타이드와 아미노산으로 분해함으로써 소화를 개선합니다.

抗栄養因子とタンパク質構造への関与

植物性タンパク質原料には、タンパク質そのものの消化性を低下させる要因が含まれます。大豆にはトリプシンインヒビターやキモトリプシンインヒビターが存在し、加熱処理で一部は低減されますが、処理不足では消化酵素を阻害し、過加熱ではタンパク質の変性やメイラード反応によるアミ

ノ酸利用性低下が問題になります。大豆Bowman-Birk型プロテアーゼインヒビターを低減するとタンパク質消化性が改善することを示す研究は、抗栄養因子がタンパク質利用の制限要因であることを裏付けています^[5]。

プロテアーゼは、すべての抗栄養因子を直接分解する万能酵素ではありません。しかし、消化されにくいタンパク質構造の一部を切断し、動物の内因性酵素がアクセスできる部位を増やすことで、植物性原料の栄養価を引き出しやすくします。これは、低品質原料を無条件に高品質化するという意味ではなく、原料品質、熱履歴、粒度、ペレット条件、飼料中の繊維やフィチン酸との相互作用を含めて成立する機能です^[6]。

後腸への未消化タンパク質流入を抑える考え方

タンパク質が小腸で消化・吸収されず後腸へ移行すると、腸内微生物が発酵基質として利用します。炭水化物発酵と異なり、タンパク質発酵ではアンモニア、フェノール類、インドール類、分枝鎖脂肪酸などが増えやすく、糞便臭気や腸管負荷に関係します。プロテアーゼは小腸で利用されるペプチドとアミノ酸を増やす方向に働くため、後腸に残る未消化タンパク質の量を下げることがあります^[1]。

この機序は、窒素排せつの考え方ともつながります。タンパク質消化率が改善されれば、同じ粗タンパク質水準でも利用される窒素の割合が増え、糞尿中へ失われる窒素が相対的に減る可能性があります。飼料用酵素は、動物性タンパク質生産における資源利用と環境負荷低減の両面で論じられており、プロテアーゼはその中でタンパク質と窒素の流れに直接関わる酵素です^[3]。

飼料設計で解決する実務課題

高タンパク質原料の価値を引き出す

畜産・養殖飼料では、タンパク質原料が配合コストと生産成績を大きく左右します。大豆粕、菜種粕、肉骨粉、羽毛粉、魚粉、魚粉代替タンパク質などは、アミノ酸供給源として重要ですが、消化率は原料ごとに異なります。ブロイラー飼料における動物性ミールのアミノ酸消化性に対するプロテアーゼ補給の研究では、原料タイプによって反応が異なることが示されており、プロテアーゼの効果は「飼料タンパク質の種類」と強く結びついています^[7]。

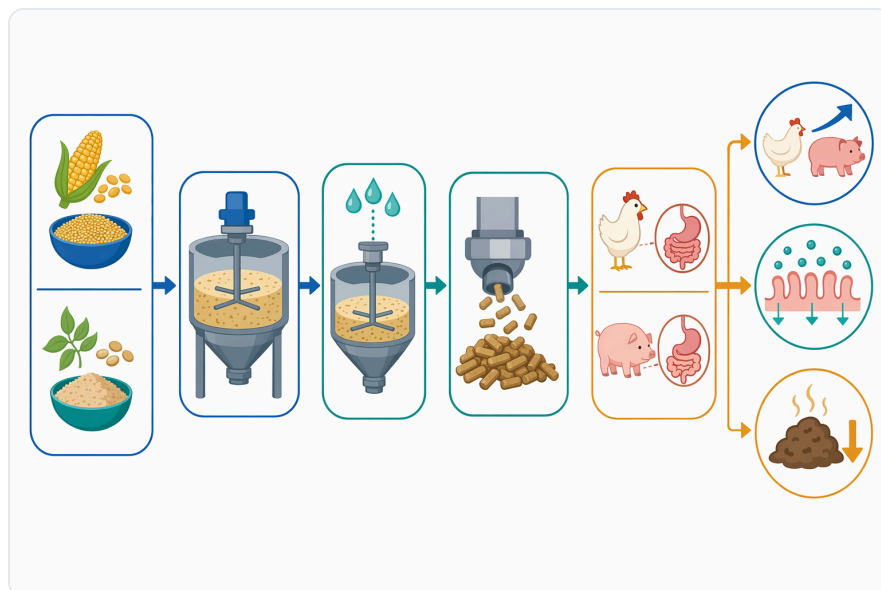


Figure 2. 프로테아제 사료 첨가제는 단위동물 가축의 단백질 이용률을 높이기 위해 배합사료에 혼합됩니다.

したがって、飼料用プロテアーゼは、単に配合表へ追加するだけの成分ではなく、タンパク質原料の消化特性を補正する技術です。とくに原料価格が変動し、代替タンパク質や副産物原料を使う場面では、栄養価を過大評価しないための安全側の設計と、酵素による利用性向上の両方が重要になります。プロテアーゼは、そのような配合設計の中で、消化可能アミノ酸ベースの考え方を支える素材として活用されます^[1]。

粗タンパク質低減設計との関係

近年の飼料設計では、過剰な粗タンパク質を下げ、必須アミノ酸を精密に補う方法が広がっています。粗タンパク質を下げることで窒素排せつや腸内タンパク質発酵を抑えられる一方、タンパク質消化性が不足すると、成長や産卵、乳生産、魚体成長に必要なアミノ酸供給が不足します。プロテアーゼは、低粗タンパク質またはアミノ酸最適化飼料の中で、原料タンパク質の消化を補助する役割を持ちます^[3]。

ただし、プロテアーゼはアミノ酸そのものを生成する魔法の添加物ではありません。基質となるタンパク質が飼料中に存在し、消化管内で酵素が作用できる条件が必要です。粗タンパク質を過度に下げた飼料では、プロテアーゼを添加しても不足するアミノ酸を補うことはできません。実務上は、消化可能リジン、メチオニン、トレオニン、バリンなどの設計と並行して、プロテアーゼを使う意味があります^[1]。

未利用窒素と環境負荷

未消化タンパク質は、動物の生産に使われずにそのまま排せつされ、糞尿処理、アンモニア揮散、臭気、周辺環境負荷に関わります。飼料用酵素は、原料の利用効率を高めることで廃棄物負荷を下げ、持続可能な畜産を支える技術として説明されています。プロテアーゼは中でも、タンパク質と窒素の利用効率に直接関係する点が特徴です^[3]。

この利点は、飼料費だけでなく、家禽舎・豚舎の空気質、敷料状態、糞尿処理コストにも波及し得ます。ただし、窒素排せつの実測値は、飼料中粗タンパク質、アミノ酸バランス、水分摂取、飼養密度、衛生状態、動物の成長段階によって変わります。したがって、プロテアーゼの環境面の意義は「窒素利用を改善する方向の技術」として捉え、単独で環境負荷を決定する要因とは扱わないことが重要です^[2]。



Figure 3. 프로테아제 첨가제는 가금류, 돼지 및 양식 사료에서 단백질 소화율과 영양소 이용 효율을 개선하는 데 사용됩니다.

対象動物別の使われ方

家禽：ブロイラー、採卵鶏、種鶏

家禽飼料では、トウモロコシ・大豆粕主体の飼料に加え、小麦、菜種粕、ヒマワリ粕、DDGSなどが使われます。プロテアーゼは、これらのタンパク質原料の消化を補助し、アミノ酸利用、飼料要求率、窒素排せつ、腸内での未消化タンパク質発酵を考える際に用いられます。飼料用プロテアーゼに関するレビューでは、家禽を主要対象とした研究が多く、成長成績と栄養消化率の改善が中心的な評価項目となっています^[1]。

ブロイラーでは、成長速度が速く、飼料摂取量あたりの栄養利用が生産性に直結します。動物性ミールを含むブロイラー飼料でのアミノ酸消化性研究は、プロテアーゼ補給が原料別に異なる反応を示すことを示しており、家禽用途では「どのタンパク質画分に作用させたいか」が重要です^[7]。採卵鶏では、卵重量、産卵率、卵殻品質に必要な栄養供給を維持しながら、過剰な窒素排せつを抑える設計で検討されます。

豚：子豚、育成豚、肥育豚

豚用飼料では、子豚期の消化器発達と腸内環境が大きな課題です。離乳後の子豚は飼料が乳由来から植物性主体へ急変し、タンパク質消化の未熟さや後腸発酵が問題になりやすいため、外因性プロテアーゼの利用が検討されます。プロテアーゼを含む飼料酵素は、消化率、成長成績、腸内微生物叢への影響を評価する研究で取り上げられています^[8]。

育成・肥育豚では、飼料コストと窒素排せつの管理が重要です。高タンパク質原料を多く使う飼料では、消化されないタンパク質が糞尿へ移行し、アンモニアや臭気の要因になります。プロテアーゼは、消化可能アミノ酸設計を補助し、飼料中タンパク質の利用性を高める目的で位置づけられます。ただし、豚では飼料原料、粒度、胃内pH、飼料形状、年齢の影響が大きいため、家禽の結果をそのまま当てはめることはできません^[1]。

養殖：魚粉代替と植物性タンパク質利用

養殖飼料では、魚粉価格や資源制約を背景に、植物性タンパク質や農産副産物の利用が拡大しています。しかし、植物性原料には難消化性タンパク質、繊維、フィチン酸、抗栄養因子が含まれ、魚種によって消化能力も異なります。ナイルティラピアを対象とした研究では、農産副産物由来の酵素が消化可能価値を高める飼料代替手段として検討されています^[9]。

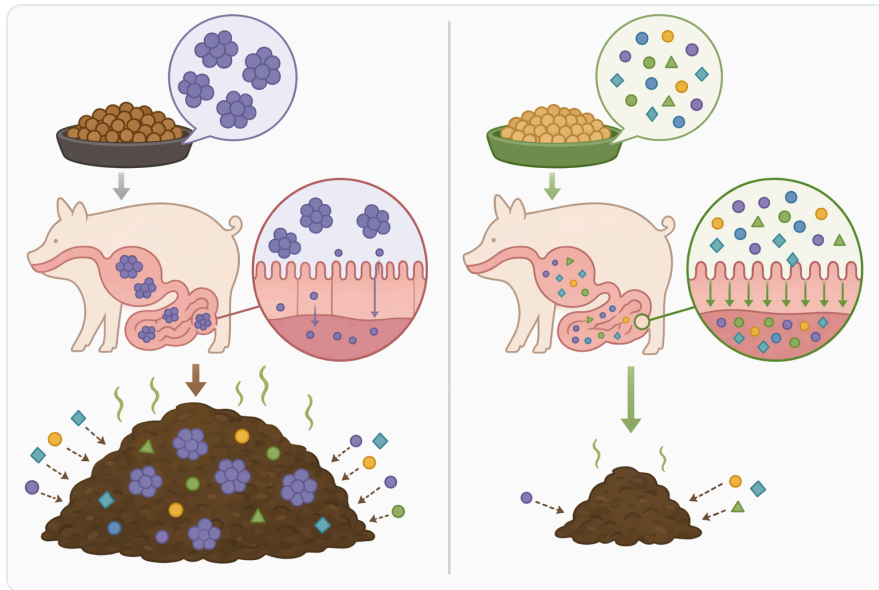


Figure 4. 일반적인 급이만 하는 경우와 비교했을 때, 프로테아제 보충은 소화되지 않은 단백질 손실을 줄이고 더 저렴한 단백질 배합 설계를 지원할 수 있습니다.

魚類では、胃を持つ種と持たない種、肉食性と雑食性、成長段階によってプロテアーゼへの反応が変わります。プロテアーゼは、魚粉代替原料のタンパク質利用を補助し、アミノ酸供給を安定させる候補ですが、ペレット製造時の熱や水中安定性など、陸上家畜とは異なる加工・摂餌条件の影響を受けます。したがって、養殖用途では、タンパク質基質と加工工程の両面から効果を考える必要があります^[9]。

反すう動物での位置づけ

反すう動物では、ルーメン微生物がタンパク質や炭水化物を分解するため、単胃動物とは酵素添加の意味が異なります。外因性酵素の研究は、繊維分解酵素やデンプン分解酵素を中心に行われることが多く、プロテアーゼはルーメン内でのタンパク質分解、微生物タンパク質合成、腸管へのバイパスタンパク質供給との関係で慎重に扱われます。圧片トウモロコシを多く含む肉牛飼料で、グルコミラーゼ単独または中性プロテアーゼとの組み合わせが消化率や糞中D-乳酸に及ぼす影響を調べた研究は、反すう動物でも酵素組み合わせが検討対象であることを示しています^[10]。

乳牛では、外因性酵素ブレンドがルーメン発酵、乳生産、乳質、健康指標に及ぼす影響を評価する研究がありますが、プロテアーゼ単独の役割は飼料構成やルーメン分解性タンパク質との兼ね合いで解釈する必要があります。単胃動物向けの「小腸でのタンパク質消化補助」という説明をそのまま反すう動物に適用すると過度に単純化されます^[11]。

プロテアーゼと他の飼料用酵素の比較

飼料用酵素は、標的基質が異なるため、同じ「消化補助」でも作用点が大きく違います。プロテアーゼはタンパク質に作用しますが、フィターゼはフィチン酸リン、キシラナーゼはアラビノキシラン、アミラーゼはデンプン、 β -グルカナーゼは β -グルカンを主な標的とします。酵素を選ぶ際は、飼料中で制限要因となっている基質が何かを見極めることが重要です^[2]。

酵素タイプ	主な標的基質	飼料設計上の主目的	プロテアーゼとの関係
プロテアーゼ	タンパク質、ペプチド	タンパク質消化性、アミノ酸利用、窒素利用の補助	タンパク質原料の価値を引き出す中心酵素
フィターゼ	フィチン酸	リン利用、ミネラル利用、フィチン酸の抗栄養作用低減	タンパク質・アミノ酸利用にも間接的に関与する場合がある
キシラナーゼ	アラビノキシラン	粘性低下、エネルギー利用、繊維性原料の利用改善	小麦・副産物多用飼料で併用されることがある
アミラーゼ	デンプン	エネルギー利用、デンプン消化補助	高デンプン飼料でタンパク質利用設計と並行
リパーゼ	脂質	脂肪消化、エネルギー利用	若齢動物や高脂肪飼料で別目的の補助酵素

複数酵素を組み合わせた製品や研究もあります。たとえば、キシラナーゼ、アミラーゼ、プロテアーゼを含む飼料添加物については、安全性と有効性の評価が行われていますが、これは特定の酵素組成と使用対象に関する評価です^[12]。マルチエンザイムは、複数の制限因子に同時に対応できる一方、効果が単純に足し算になるとは限りません。

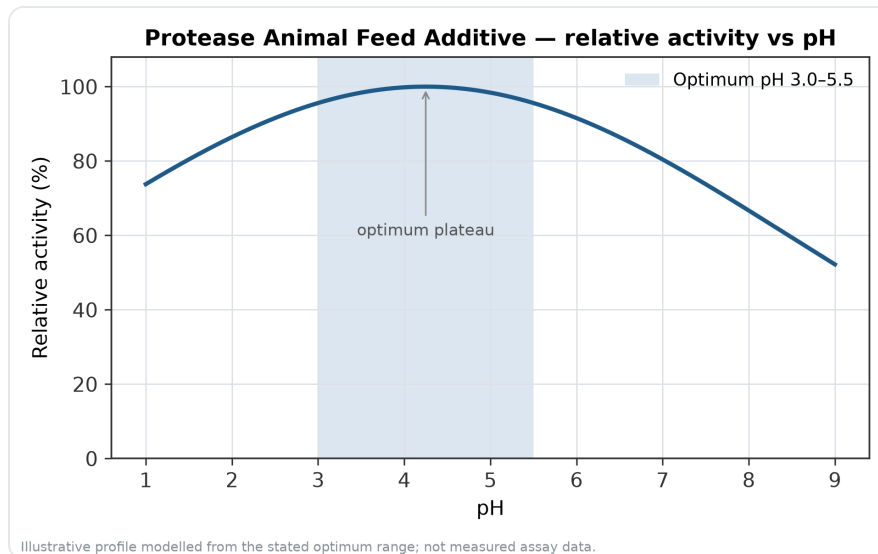


Figure 5. pH에 따른 프로테아제 동물 사료 첨가제의 상대 활성으로, pH 3.0~5.5에서 최적 활성 구간을 보여줍니다.

프로테아제를他酵素と併用する場合、基質の優先順位が重要です。小麦やライ麦が多い飼料では非デンプン性多糖の粘性が制限要因となり、キシラナーゼや β -グルカナーゼが目立つことがあります。一方、大豆粕、動物性ミール、魚粉代替原料などのタンパク質消化性が課題であれば、プロテアーゼの意義が高まります。フィターゼやキシラナーゼの有効性評価が広く行われているのと同様に、プロテアーゼも特定の動物種・飼料条件で評価されるべき酵素です^[13]。

研究と規制評価から見た根拠

飼料用プロテアーゼの根拠は、三つの層に分けて見ると整理しやすくなります。第一は、酵素学的にプロテアーゼがタンパク質を分解するという基礎的根拠です。第二は、動物試験でタンパク質消化率、アミノ酸消化率、成長成績、飼料要求率、糞尿窒素などを評価した応用的根拠です。第三は、特定製品について安全性や有効性を評価した規制・審査資料です^[1]。

特定の*Bacillus licheniformis*由来プロテアーゼについては、家禽用途で安全性と有効性を評価した文献が存在します。これらは、飼料用プロテアーゼが実際に規制評価の対象となっていることを示しますが、評価結果は対象菌株、製造物、対象動物、使用条件に結びつくものであり、すべてのプロテアーゼ製品へ自動的に一般化できるものではありません^[13]。

また、*Bacillus licheniformis* DSM 19670由来セリンプロテアーゼについて、肥育鶏向けの安全性と有効性が評価されています。この種の資料は、飼料用酵素が単なる概念ではなく、動物種別に評価される実用品であることを示します。一方で、供給業者が扱う個別商品について、こうした特定製品の結果をそのまま性能保証として表現することは適切ではありません^[14]。

複合酵素添加物でも同様です。キシラナーゼ、プロテアーゼ、 α -アミラーゼを含む製剤について、ブロイラー、採卵鶏、マイナー家禽種などを対象に評価された例があります。これは、タンパク質、デンプン、繊維性多糖という複数の制限因子に同時に対応する考え方を示しますが、実際の反応は飼料構成に依存します^[12]。

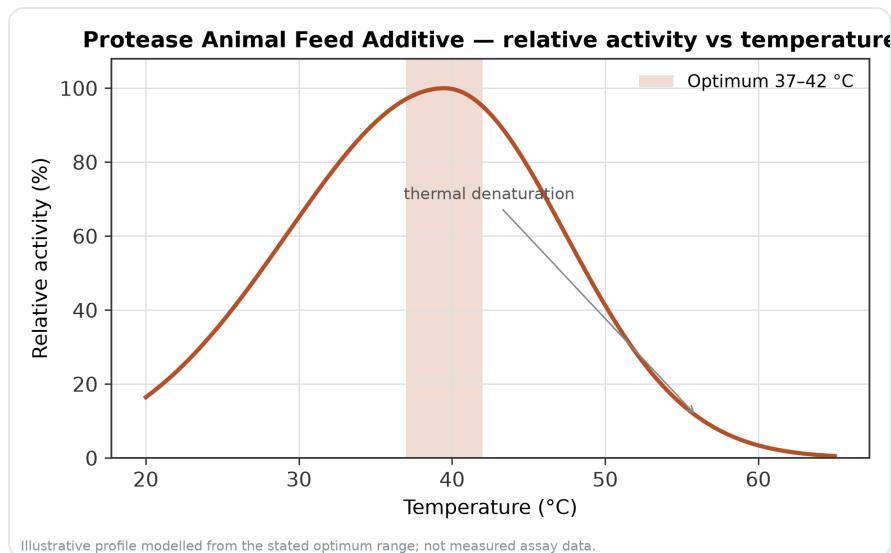


Figure 6. 온도에 따른 프로테아제 동물 사료 첨가제의 상대 활성으로, 37~42° C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열 변성에 따른 특징적인 활성 감소가 나타납니다.

効果が変動する理由

原料の種類と加工履歴

プロテアーゼの効果は、飼料中のタンパク質がどの程度アクセス可能かによって変わります。大豆粕のように一般的な植物性原料でも、加熱処理の程度、粒度、保存状態、抗栄養因子残存量によって消化性が変動します。動物性ミールでは、原料由来、レンダリング条件、灰分、コラーゲン含量などがアミノ酸消化率に影響します。ブロイラー飼料の動物性ミールを対象とした研究で原料別反応が示されていることは、この点を実務的に裏付けます^[7]。

加工履歴も重要です。ペレット化やエクストルージョンでは、熱、水分、圧力によりタンパク質が変性し、消化しやすくなる場合もあれば、過度な処理でアミノ酸利用性が低下する場合があります。酵素自体もタンパク質であるため、過酷な加工条件では機能が影響を受ける可能性があります。したがって、プロテアーゼを配合する際は、飼料製造工程全体の中で機能を考える必要があります^[6]。

動物種、年齢、消化管環境

同じ酵素でも、ブロイラー、採卵鶏、子豚、肥育豚、魚類、反すう動物では反応が異なります。消化管pH、通過速度、摂餌パターン、内因性酵素量、腸内微生物叢が異なるためです。若齢動物では内因性消化能力が未発達で外因性酵素の寄与が見えやすい場合がありますが、成熟動物では飼料制限因子が別の場所にあることもあります^[1]。

魚類では、種によって胃酸分泌、腸長、消化酵素プロフィールが大きく異なります。植物性原料を増やした養殖飼料で酵素の意義が高まる一方、ペレットの水中安定性や摂餌行動が酵素と基質の接触時間に影響します。このため、養殖用途のプロテアーゼは、陸上家畜用とは別の技術条件で考える必要があります^[9]。

他の酵素や添加物との相互作用

プロテアーゼは他の飼料用酵素と併用されることがありますが、併用すれば必ず効果が増えるわけではありません。フィターゼがフィチン酸を分解すると、タンパク質やミネラルとの複合体が解け、タンパク質消化に間接的に好影響を与える場合があります。キシラナーゼが粘性を低下させると、内因性酵素やプロテアーゼが基質へ接触しやすくなる場合もあります^[2]。

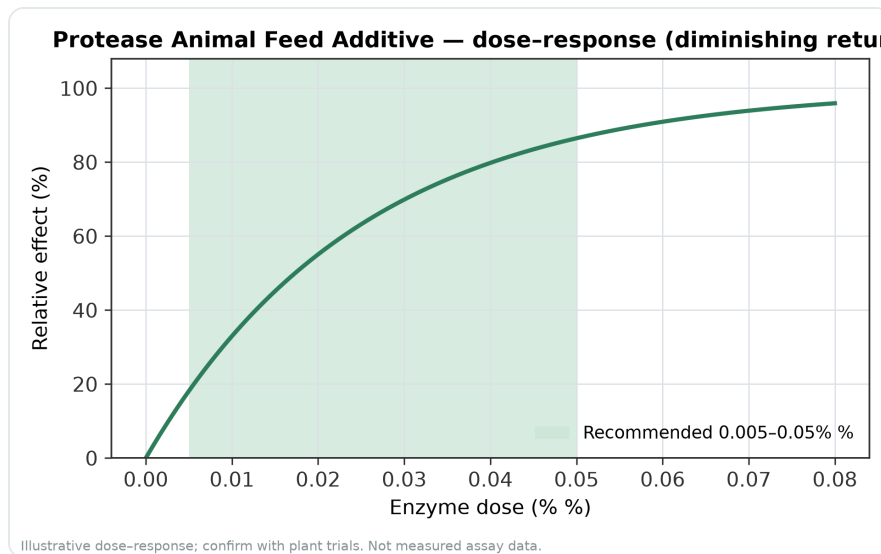


Figure 7. 권장 사용 범위(0.005~0.05%)에서 프로테아제 동물 사료 첨가제의 예시적 용량-반응 관계입니다.

一方で、飼料中の制限要因がすでに解消されている場合、追加酵素の効果は小さくなります。複合酵素製品の評価が動物種・用途別に行われるのは、こうした相互作用と条件依存性があるためです。したがって、プロテアーゼは「どの飼料でも同じ結果を出す添加物」ではなく、タンパク質消化が制限要因となる配合で価値を発揮しやすい酵素です^[12]。

安全性と取り扱い上の位置づけ

飼料用酵素は、動物が摂取する飼料に添加されるため、対象動物、消費者、使用者、環境への安全性を含めて評価されます。特定のBacillus licheniformis由来プロテアーゼや、プロテアーゼを含む複合酵素添加物について安全性・有効性評価が行われていることは、飼料酵素が規制上も独立した機能性添加物として扱われることを示しています^[13]。

ただし、安全性評価は製品固有です。由来微生物、製造プロセス、最終製品中の不純物、対象動物、使用条件が異なれば、評価の前提も変わります。そのため、文献上の特定製品の評価は、飼料用プロテアーゼというカテゴリーの理解には有用ですが、別製品の安全性や効果を直接保証するものではありません。Enzymes.bioは供給業者であり、製造業者または研究機関ではありません。

酵素はタンパク質であるため、粉体の吸入や皮膚・眼への接触には注意が必要です。一般的な酵素製品と同様、作業環境では粉じん発生を抑え、保護具を用い、湿気や高温を避けて保管することが望まれます。具体的な安全情報は、注文時に提供されるSDSに基づいて取り扱う形になります。

Enzymes.bioでの供給形態

Enzymes.bioは、Protease Animal Feed Additiveを1kg単位でオンライン直接販売する供給業者です。本品は、家禽、豚、養殖などの飼料設計でタンパク質消化補助を検討するための飼料用酵素素材として提供されます。オンライン購入後、注文処理と配送が行われ、製品に関連するCoAおよびSDSは注文時に併せて提供されます。

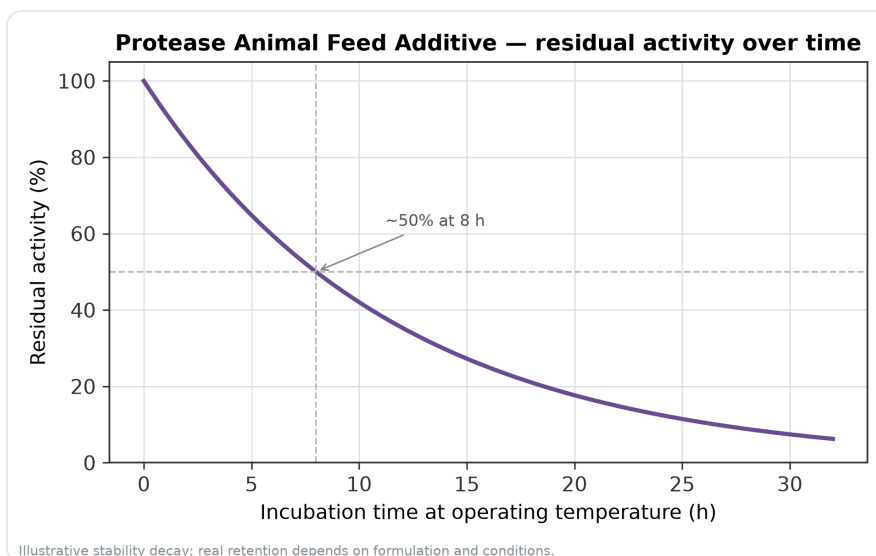


Figure 8. 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소하는 프로테아제 동물 사료 첨가제의 예시적 열 안정성 저하입니다.

本ページでは、特定の活性単位、グレード、分析法、活性定義などの製造者仕様は記載しません。飼料用プロテアーゼの価値は、単一の数値だけでなく、飼料原料、対象動物、加工条件、配合目的の中で判断されるためです。Enzymes.bioは製造業者や研究所ではなく、オンラインで購入可能な酵素素材を供給する立場です。

実務的な位置づけ

Protease Animal Feed Additiveは、タンパク質原料の価値を引き出し、消化可能アミノ酸の供給を支援し、未消化タンパク質と窒素排せつの管理に関わる飼料用酵素です。家禽や豚では植物性タンパク質原料の利用、養殖では魚粉代替、反すう動物では飼料酵素ブレンドの一部として検討されます。作用の中心は、タンパク質を短いペプチドへ切断し、内因性消化酵素による分解を補助することです^[1]。

一方で、効果は常に一定ではありません。原料の種類、加工履歴、動物種、年齢、腸内環境、他酵素との組み合わせにより、消化率や成長成績への反応は変わります。過度な一般化を避けるなら、プロテアーゼは「すべての飼料問題を解決する添加物」ではなく、「タンパク質消化が制限要因となる配合で、栄養利用を改善する合理的な酵素技術」と表現するのが正確です^[7]。

Enzymes.bioのProtease Animal Feed Additiveは、オンラインで1kg単位から購入できる飼料用プロテアーゼです。タンパク質消化、窒素利用、飼料効率、植物性タンパク質原料の活用、養殖飼料の魚粉代替設計などを検討する際に、科学文献で整理されているプロテアーゼの作用機序を踏まえて利用される酵素素材として位置づけられます。

Protease Animal Feed Additive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。

[Protease Animal Feed Additive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. Oliveira Sousa, T., Silva, N. A., Melo Oliveira, V., Silva Ramos, A. V., Filho, J. P. M. B., Batista, J. M. S., Costa, R. M. P. B., ... et al. (2025). Use of proteases for animal feed supplementation: scientific and

technological updates. *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, 55, 797 - 809.

2. Enzymes Feed. *Enzymetechnicalassociation*.
3. Improving Animal Nutrition. *Enzymetechnicalassociation*.
4. 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.
5. Kim, W., Kim, S., & Krishnan, H. (2025). Seed-Specific Silencing of Abundantly Expressed Soybean Bowman–Birk Protease Inhibitor Genes by RNAi Lowers Trypsin and Chymotrypsin Inhibitor Activities and Enhances Protein Digestibility. *International Journal of Molecular Sciences*, 26.
6. Oliveira Simas, A. L., Alencar Guimarães, N. C., Glienke, N. N., Galeano, R. M. S., Sá Teles, J. S., Kiefer, C., Souza Nascimento, K. M. R., ... et al. (2024). Production of Phytase, Protease and Xylanase by *Aspergillus niveus* with Rice Husk as a Carbon Source and Application of the Enzymes in Animal Feed. *Waste and Biomass Valorization*, 15, 3939 - 3951.
7. Silva, J. M. S., Oliveira, N. R., Gouveia, A. B. V. S., Vieira, R., Santos, R. O., Minafra, C. S., & Santos, F. R. D. (2021). Effect of protease supplementation on the digestibility of amino acids in animal-origin meals for broiler diets. *Czech Journal of Animal Science*, 66, 29-37.
8. Kim, J., Ku, B., Ko, G., Kang, M., Son, K., Bang, M., & Park, H. (2023). Enzyme Feed Additive with Arazyme Improve Growth Performance, Meat Quality, and Gut Microbiome of Pigs. *Animals*, 13.
9. Novelli, P. K., Barros, M. M., Pezzato, L. E., Araújo, E., Botelho, R. D. M., & Fleuri, L. (2017). Enzymes produced by agro-industrial co-products enhance digestible values for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): A significant animal feeding alternative. *Aquaculture*, 481, 1-7.
10. Devant, M., Yu, S., Genís, S., Larsen, T., & Wenting, L. (2020). Effects of Exogenous Glucoamylase Enzymes Alone or in Combination with a Neutral Protease on Apparent Total Tract Digestibility and Feces D-Lactate in Crossbred Angus Bulls Fed a Ration Rich in Rolled Corn. *Animals*, 10.
11. Vitt, M. G., Brunetto, A. L., Leal, K., Deolindo, G. L., Corrêa, N. G., Silva, L. E. L., Wagner, R., ... et al. (2025). Use of a Blend of Exogenous Enzymes in the Diet of Lactating Jersey Cows: Ruminal Fermentation In Vivo and In Vitro, and Its Effects on Productive Performance, Milk Quality, and Animal Health. *Fermentation*.
12. Bampidis, V., Azimonti, G., Bastos, M., Christensen, H., Dusemund, B., Durjava, M. K., Kouba, M., ... et al. (2020). Safety and efficacy of Aextra® XAP 104 TPT (endo - 1,4 - xylanase, protease and alpha - amylase) as a feed additive for chickens for fattening, laying hens and minor poultry species. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 18.
13. Bampidis, V., Azimonti, G., Bastos, M., Christensen, H., Dusemund, B., Durjava, M., Kouba, M., ... et al. (2023). Safety and efficacy of the feed additive consisting of protease produced by *Bacillus licheniformis* DSM 33099 (ProAct 360) for use in poultry species for fattening or reared for laying/breeding (DSM Nutritional Products Ltd). *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 21.
14. Bampidis, V., Azimonti, G., Bastos, M., Christensen, H., Dusemund, B., Kouba, M., Durjava, M., ... et al. (2021). Safety and efficacy of a feed additive consisting of serine protease produced by *Bacillus*

licheniformis DSM 19670 (Ronozyme® ProAct) for chickens for fattening (DSM Nutritional Products Ltd.). EFSA journal. European Food Safety Authority, 19.


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。