

# 飼料用アルカリプロテアーゼ Feed Grade Alkaline Protease For Fermented Soybean Meal：発酵大豆粕のタンパク質加水分解・消化性改善用途

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

Feed Grade Alkaline Protease For Fermented Soybean Mealは、発酵大豆粕（FSBM）の加工で大豆タンパク質を低分子ペプチドやアミノ酸へ分解し、植物性タンパク質の利用性を高める目的で使われる飼料用酵素です。発酵だけでは変動しやすいタンパク質分解を補助し、グリシニン、 $\beta$ -コングリシニン、トリプシンインヒビターなどのタンパク質性抗栄養因子の低減を支援する工程設計に組み込まれます。大豆粕ではタンパク質分解に加え、フィチン酸、ペクチン、マンナン、キシランなどの非タンパク質成分も栄養利用を制限するため、アルカリプロテアーゼは単独の万能剤ではなく、発酵・飼料設計・他酵素との組み合わせの中で位置づけるのが実務的です<sup>[1]</sup>。

Enzymes.bioは本製品の**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。本製品は1 kg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。

## 発酵大豆粕にアルカリプロテアーゼを使う理由

大豆粕は養鶏、養豚、水産飼料、ペットフードなどで広く使われる植物性タンパク質原料ですが、未処理のままでは「粗タンパク質が高い」ことと「動物が利用しやすい」ことが一致しない場合があります。主な制限要因は、消化酵素のアクセスを妨げる高分子貯蔵タンパク質、内因性消化酵素を阻害するタンパク質性因子、フィチン酸によるミネラル・タンパク質相互作用、さらに細胞壁多糖による基質閉じ込めです。フィターゼ研究では、大豆中のフィチン酸がリン利用だけでなく、タンパク質やミネラルの栄養利用にも関与することが整理されており、タンパク質分解を考える際にも非タンパク質性の制限因子を無視できません<sup>[2]</sup>。

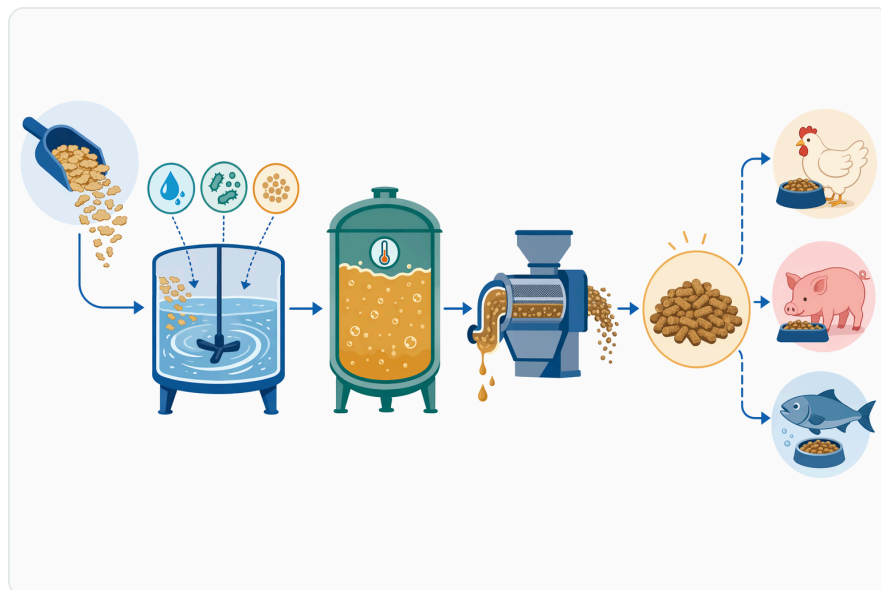
発酵大豆粕の目的は、単に大豆粕へ微生物を接種することではなく、原料中の難消化性構造を崩し、抗栄養性を下げ、可溶性窒素や低分子ペプチドを増やすことです。アルカリプロテアーゼは、このうちタンパク質部分を直接加水分解する役割を担います。とくにBacillus由来などのアルカリプロテアーゼは、飼料用途でのタンパク質分解補助として研究されており、動物飼料への応用可能性が報告されています<sup>[3]</sup>。

発酵工程では、微生物が産生するプロテアーゼ、ペプチダーゼ、有機酸、その他代謝産物が相互に働きます。ただし、微生物発酵だけに依存すると、原料ロット、水分、温度、通気、初発菌数、発酵時間によってタンパク質分解の程度が変わります。外部から飼料用アルカリプロテアーゼを加える考え方は、発酵の生物反応を置き換えるのではなく、発酵中または前処理段階のタンパク質加水分解を補強する工程支援として理解するのが適切です。

## 作用機序：大豆タンパク質をどう変えるのか

アルカリプロテアーゼは、タンパク質中のペプチド結合を加水分解し、高分子タンパク質を中分子ペプチド、低分子ペプチド、さらに遊離アミノ酸へ近づけます。大豆粕では、グリシニンや $\beta$ -コングリシニンのような貯蔵タンパク質が大きな割合を占め、これらは動物種や成長段階によって消化管への負担、抗原性、窒素利用効率に関係します。プロテアーゼ処理は、これらの構造を切断して消化酵素がアクセスしやすい形へ変換することを狙います。

タンパク質の加水分解が進むと、単に分子量が下がるだけでなく、水への分散性、発酵微生物による利用性、動物消化管内での酵素反応性が変わります。飼料用タンパク質加水分解物の生産に関する研究では、原料、酵素、反応条件の組み合わせが加水分解物の栄養特性を左右することが示されており、発酵大豆粕でも「どれだけ分解するか」と同時に「どの程度まで分解を進めるか」が重要になります<sup>[4]</sup>。



**Figure 1.** 알칼리성 프로테아제는 수화된 대두박의 컨디셔닝, 발효, 건조 및 완제품 사료 원료 취급 과정에서 사용되는 가공 보조제 중 하나로 기능한다.

過度な加水分解は必ずしも望ましいとは限りません。低分子化が進みすぎると、発酵中の微生物代謝による窒素損失、苦味ペプチド、アミン生成、乾燥後の吸湿性など、加工上の別課題が生じる可能性があります。そのため、飼料用アルカリプロテアーゼの実務的価値は、タンパク質を無制限に分解することではなく、発酵大豆粕として扱いやすい範囲で抗栄養性を下げ、可消化性窒素を増やす点にあります。

## 発酵大豆粕で問題になる成分と酵素の関係

発酵大豆粕の品質改善は、プロテアーゼだけで完結しません。大豆粕にはタンパク質のほか、フィチン酸、ペクチン、ヘミセルロース、オリゴ糖、マンナン、キシラン様多糖などが存在し、これらが細胞壁マトリックスや栄養素の結合を通じて消化性を制限します。大豆粕のペクチン性難分解構造を扱った研究では、複数酵素の組み合わせによって基質へのアクセス性を高める考え方が示されており、プロテアーゼは其中でタンパク質画分を担当する酵素として位置づけられます<sup>[1]</sup>。

フィチン酸も重要です。フィチン酸はリンの貯蔵形態であるだけでなく、タンパク質やミネラルとの相互作用を通じて栄養利用を妨げます。大豆栄養におけるフィターゼの役割を扱った研究では、フィチン酸分解が大豆原料の栄養価改善に関係することが説明されています<sup>[2]</sup>。このため、アルカリプロテアーゼによるタンパク質分解をより有効にするには、発酵微生物が産生するフィターゼ活性や、別の飼料酵素との併用設計が意味を持つ場合があります。

実際に、フィターゼ処理とプロテアーゼ処理の連続処理を扱った大豆粕研究では、フィチン酸分解とタンパク質加水分解の順序や組み合わせが、タンパク質分解の進み方に影響することが示されています<sup>[5]</sup>。これは、タンパク質そのものを切る酵素だけでなく、タンパク質を取り囲む結合環境を緩める工程も重要であることを示唆します。

## 比較表：発酵大豆粕で使われる酵素群とアルカリプロテアーゼの位置づけ

酵素・処理要素	主な標的	発酵大豆粕で期待される役割	アルカリプロテアーゼとの関係
アルカリプロテアーゼ	大豆貯蔵タンパク質、抗栄養性タンパク質	高分子タンパク質の低分子化、可消化性窒素の増加、抗原性低減の支援	中核となるタンパク質加水分解酵素
フィターゼ	フィチン酸	リン利用性改善、タンパク質・ミネラル相互作用の緩和	プロテアーゼが基質へ作用しやすい環境づくりに関与し得る <sup>[5]</sup>

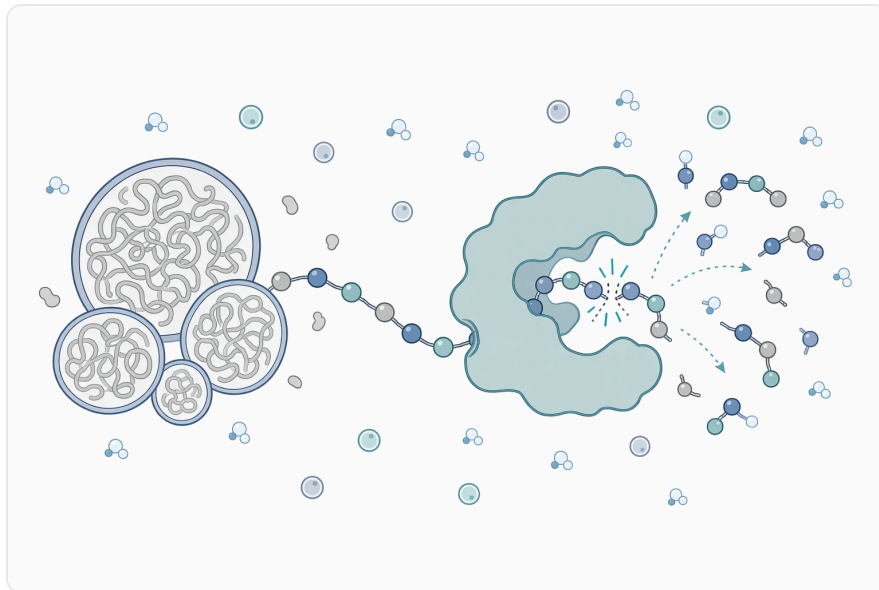
酵素・処理要素	主な標的	発酵大豆粕で期待される役割	アルカリプロテアーゼとの関係
キシラナーゼ・マンナーゼ関連酵素	ヘミセルロース、マンナン、キシラン様多糖	細胞壁多糖の部分分解、粘性や栄養素閉じ込めの軽減	タンパク質基質へのアクセスを間接的に支援
ペクチナーゼ系酵素	ペクチン性多糖	大豆粕細胞壁マトリックスの分解支援	多酵素カクテル中でプロテアーゼと補完的に働く <sup>[1]</sup>
発酵微生物	糖質、タンパク質、抗栄養因子	有機酸生成、内因性酵素産生、風味・保存性への影響	プロテアーゼ添加は微生物発酵を補助する位置づけ

この比較から分かるように、Feed Grade Alkaline Protease For Fermented Soybean Mealは「大豆粕全体を分解する酵素」ではありません。担当する中心機能はタンパク質加水分解であり、細胞壁多糖やフィチン酸などの制限因子に対しては、発酵そのもの、微生物由来酵素、または別の飼料酵素が補完的に働きます。離乳豚のトウモロコシ・大豆粕飼料では、 $\beta$ -キシロシダーゼと $\beta$ -マンノシダーゼの組み合わせが成長成績や腸内微生物プロファイルに影響した研究もあり、非デンプン性多糖分解酵素が大豆粕ベース飼料の利用性に関与することが示されています<sup>[6]</sup>。

## 飼料用途での期待効果：何が現実的に言えるか

アルカリプロテアーゼの飼料用途で最も現実的な期待効果は、タンパク質消化性の改善支援です。大豆粕中のタンパク質が部分的に加水分解されると、動物の胃腸内酵素が作用しやすくなり、未消化タンパク質が後腸へ流入する量を抑える方向に働く可能性があります。未消化タンパク質は腸内細菌の発酵基質となり、アンモニアやアミンなどの代謝物生成に関係するため、タンパク質分解の前処理は腸内環境の観点からも意味があります。

ただし、すべての動物種で同じ効果が出るわけではありません。家禽、豚、魚、エビ、アワビなどでは消化管構造、内因性酵素、飼料摂取様式が異なります。若齢エビの飼料原料評価では、タンパク質消化性だけでなく、原料中のプロテイナーゼ阻害活性が重要な評価対象になっており、水産飼料では大豆粕由来の阻害因子が消化性を左右する可能性があります<sup>[7]</sup>。



**Figure 2.** 알칼리성 프로테아제는 대두의 대형 저장 단백질에 있는 펩타이드 결합을 절단하여 더 작은 펩타이드, 가용성 질소 분획, 아미노산 함유 단편을 형성한다.

水産領域では、外因性プロテアーゼやプロバイオティクス由来プロテアーゼが成長や飼料利用に関与する研究があります。たとえば、*Vibrio midae*由来アルカリプロテアーゼは、プロバイオティクス添加飼料を給与したアワビの成長率向上に関与する酵素として検討されています<sup>[8]</sup>。これは、アルカリプロテアーゼが水産飼料でも注目される理由を示しますが、発酵大豆粕向け製品の効果をそのまま全魚種へ外挿することはできません。

## 発酵大豆粕製造における工程上の考え方

発酵大豆粕の製造では、大豆粕、水分、発酵微生物、酵素、温度、時間、通気、pH変化が同時に関与します。アルカリプロテアーゼを使う場合、酵素が基質へ接触できることが前提になります。固体発酵では水分が低すぎると酵素反応が進みにくく、高すぎると通気性や温度制御、微生物バランスが崩れやすくなります。飼料用タンパク質加水分解物の生産研究でも、原料と工程条件の最適化が加水分解物の品質を左右する重要因子として扱われています<sup>[4]</sup>。

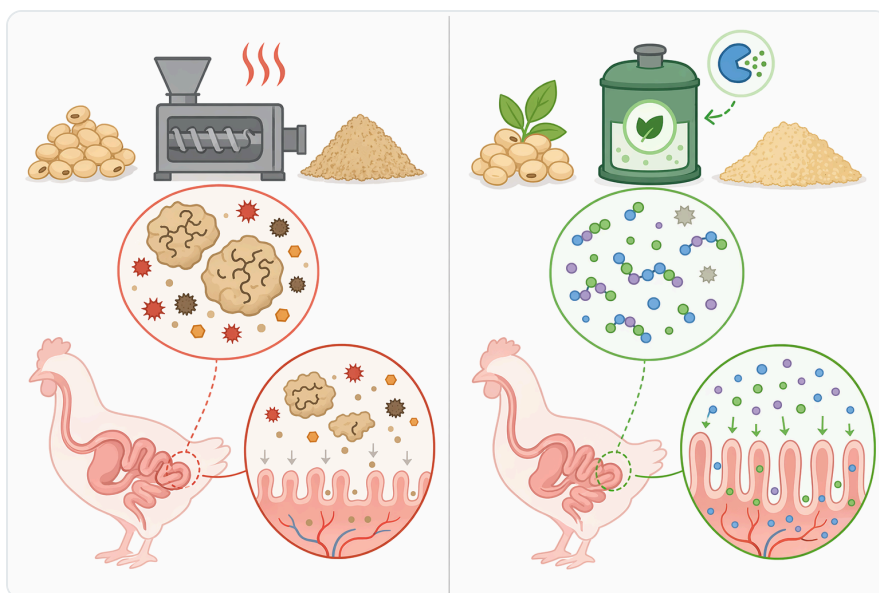
アルカリプロテアーゼは「アルカリ性条件で働くプロテアーゼ群」として扱われますが、発酵大豆粕の工程全体が常にアルカリ性に保たれるとは限りません。乳酸菌主体の発酵ではpHが下がり、*Bacillus*主体の発酵ではタンパク質分解やアンモニア生成によりpH挙動が異なることがあります。このため、酵素添加のタイミングは、発酵初期の混合段階、微生物増殖が進む段階、または発酵前処理として設計されることがあります。

加水分解が進むほどよい、という単純な判断も避けるべきです。飼料原料としては、消化性、嗜好性、物性、乾燥安定性、ペレット化適性、保存中の変化が同時に問題になります。プロテアーゼ処理は、可溶性窒素や低分子ペプチドを増やす一方で、過度な分解による風味変化や吸湿性の増加を招く可能性があるため、発酵大豆粕の最終用途に合わせた工程管理が必要です。

## 他酵素との組み合わせ：プロテアーゼ単独では届かない部分

大豆粕の栄養制限は多層的です。タンパク質分解は重要ですが、タンパク質が細胞壁多糖やフィチン酸複合体に包まれている場合、プロテアーゼだけでは基質へのアクセスが十分でないことがあります。フィターゼとプロテアーゼの連続処理に関する大豆粕研究は、フィチン酸分解がタンパク質加水分解の進行に影響し得ることを示しており、発酵大豆粕でも複数の制限因子を順に崩す発想が有効です<sup>[5]</sup>。

非デンプン性多糖分解酵素も補完的です。トウモロコシ・大豆粕ベース飼料において、 $\beta$ -キシロシダーゼと $\beta$ -マンノシダーゼの併用が離乳豚の成長成績や微生物叢に影響した研究は、単胃動物では多糖分解と腸内環境が飼料効率に関連することを示しています<sup>[6]</sup>。発酵大豆粕の設計では、プロテアーゼでタンパク質を切るだけでなく、細胞壁多糖を緩めることでタンパク質分解の前提条件を整えるという考え方が成り立ちます。



**Figure 3.** 산성, 중성, 알칼리성 프로테아제는 주로 단백질 가수분해에 가장 유용한 발효 단계의 pH 조건에 따라 구분된다.

鶏の腸管健康に関する研究では、キシラナーゼとプロテアーゼの二成分カクテルがClostridium perfringens誘発性腸管病変の軽減に関連して検討されています<sup>[9]</sup>。これは発酵大豆粕そのものの研究ではありませんが、飼料中の炭水化物分解酵素とタンパク質分解酵素が腸管環境へ複合的に影響

し得ることを示す例です。

---

## 家禽、豚、水産での用途イメージ

---

### 家禽向け：大豆タンパク質の前処理による負担軽減

ブロイラーや採卵鶏では、飼料中タンパク質の消化性が増体、飼料要求率、窒素排泄、腸内環境に関わります。発酵大豆粕は、未処理大豆粕と比べて抗栄養因子を低減し、低分子窒素を増やす方向で設計されるため、若齢期や高植物性タンパク質配合で利用されます。アルカリプロテアーゼは、発酵中に大豆貯蔵タンパク質を分解し、消化管内での追加分解を受けやすい状態へ近づける役割を担います。

家禽では、未消化タンパク質が後腸へ流れると、望ましくない細菌発酵の基質になり得ます。キシラーゼとプロテアーゼの組み合わせが鶏の腸管病変軽減に関連して研究されていることから、飼料酵素の価値は単なる栄養成分表の改善だけでなく、腸管環境との関係で評価されます<sup>[9]</sup>。

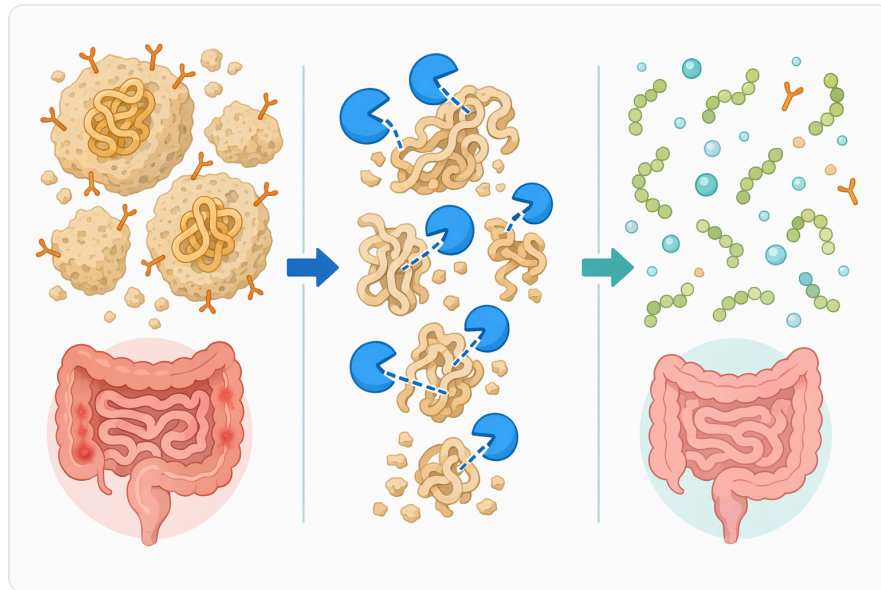
### 豚向け：離乳期の大豆抗原性と消化性

離乳豚では、消化器官が未成熟で、植物性タンパク質の抗原性や未消化画分に敏感です。発酵大豆粕は、魚粉や乳由来原料の一部代替、または大豆粕の品質改善原料として検討されます。アルカリプロテアーゼによる低分子化は、消化酵素への依存度が高い高分子タンパク質をあらかじめ切断し、離乳期の消化負担を軽減する方向に働く可能性があります。

豚のトウモロコシ・大豆粕ベース飼料では、炭水化物分解酵素の組み合わせが成長成績と微生物叢を変えた研究があり、大豆粕利用ではタンパク質と多糖の両方に目を向ける必要があります<sup>[6]</sup>。したがって、豚向け発酵大豆粕では、プロテアーゼ処理を単独の処方改善ではなく、フィターゼや非デンプン性多糖分解酵素、発酵菌株との総合設計として扱うことが合理的です。

### 水産向け：魚粉代替と植物性タンパク質利用

水産飼料では、魚粉代替として大豆粕を使う際に、消化性、嗜好性、抗栄養因子、腸管炎症、タンパク質阻害因子が問題になります。若齢エビの飼料原料評価では、タンパク質消化性とプロテイナーゼ阻害が重要な指標として扱われており、植物性タンパク質の前処理が水産飼料で重要になる理由を示しています<sup>[7]</sup>。



**Figure 4.** 프로테아제를 이용한 발효는 온전한 글리시닌과  $\beta$ -콩글리시닌 구조를 분해하면서 더 작은 펩타이드 분획을 증가시킬 수 있다.

알카리프로テアーゼは、水産飼料原料のタンパク質を低分子化し、魚類・甲殻類が利用しやすい窒素形態へ近づけるために検討されます。魚鱗を基質にしたBacillus由来アルカリプロテアーゼ研究では、アミノ酸に富む水産向け加水分解物の生産が報告されており、プロテアーゼによるタンパク質資源の高度利用という考え方は大豆粕にも通じます<sup>[10]</sup>。

## 発酵大豆粕で期待できる品質変化

アルカリプロテアーゼを含む発酵設計で期待される主な品質変化は、可溶性タンパク質の増加、高分子タンパク質の減少、低分子ペプチドの増加、抗栄養性タンパク質の低減、窒素利用性の改善です。ブロメラインを固定化して大豆粕の栄養価改善を目指した研究では、プロテアーゼを用いた大豆粕タンパク質の加水分解が、飼料原料の価値向上に関係する技術として扱われています<sup>[11]</sup>。

ただし、発酵大豆粕の品質は単一指標で決まりません。可溶性タンパク質が増えても、アミノ酸バランス、過度な分解、微生物代謝物、保存性が不十分であれば、最終飼料での価値は限定されます。発酵工程では、タンパク質分解、糖質発酵、有機酸生成、水分変化、乾燥工程が連続して起こるため、アルカリプロテアーゼの効果は最終製品の全体品質の中で評価されます。

プロテアーゼ加水分解物の生産研究では、目的に応じて加水分解条件を設計する必要性が強調されています<sup>[4]</sup>。発酵大豆粕でも、若齢動物向け、成長肥育向け、水産向け、ペットフード向けでは、求められる低分子化の程度や嗜好性、ペレット物性が異なります。

## 産業上の利点と限界

Feed Grade Alkaline Protease For Fermented Soybean Mealの産業上の利点は、発酵大豆粕におけるタンパク質分解をより意図的に設計できる点です。発酵微生物だけに依存する場合、菌株の酵素産生能や原料条件によって分解のばらつきが出ます。アルカリプロテアーゼを工程に組み込むことで、タンパク質加水分解の方向性を補強し、発酵大豆粕の栄養的な一貫性を支援できます。

一方で、限界も明確です。アルカリプロテアーゼはフィチン酸を直接分解せず、細胞壁多糖も主標的ではありません。フィチン酸分解にはフィターゼ、多糖マトリックスの緩和にはペクチナーゼ、マンナーゼ、キシラナーゼなどが関わります。大豆粕ペクチンの難分解性を扱った研究が示すように、複合基質では多酵素的なアプローチが必要になる場合があります<sup>[1]</sup>。

また、アルカリプロテアーゼの添加が動物成績を自動的に保証するわけではありません。最終的な結果は、原料大豆粕の品質、発酵菌株、工程条件、乾燥条件、配合比率、対象動物、日齢、飼養環境に依存します。科学的に妥当な表現は、「発酵大豆粕のタンパク質加水分解を支援し、消化性改善や抗栄養性低減に寄与し得る」という範囲です。

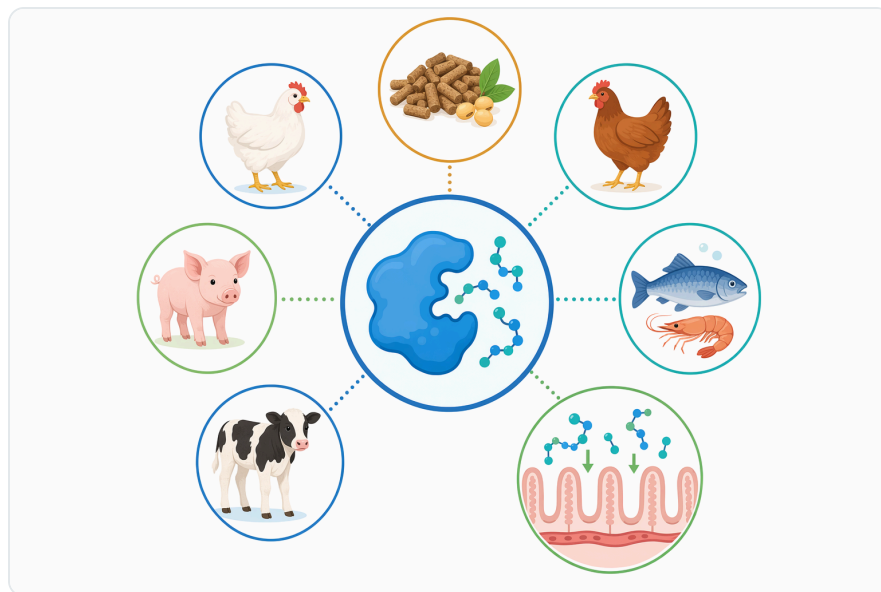


Figure 5. 프로테아제 처리로 보조된 발효 대두박은 소화가 잘되는 식물성 단백질과 감소된 온전한 항원성 단백질을 중시하는 사료 분야와 관련이 있다.

## Enzymes.bioからの供給形態

Enzymes.bioは、Feed Grade Alkaline Protease For Fermented Soybean Mealを含む酵素製品を供給するサプライヤーです。製造業者や研究機関ではないため、本資料では製造条件、独自試験法、活性単位の定義、特定グレードの性能保証のような製造者向け情報は扱いません。製品は1 kg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。

本製品の位置づけは、発酵大豆粕のタンパク質利用性を高めるための飼料用アルカリプロテアーゼです。発酵工程において大豆タンパク質の低分子化を補助し、抗栄養性タンパク質の低減、可溶性窒素の増加、消化性改善を目指す設計に適しています。ただし、発酵大豆粕の最終品質は酵素単独ではなく、発酵微生物、工程条件、原料ロット、配合設計との組み合わせで決まります。

---

## 実務的なまとめ

Feed Grade Alkaline Protease For Fermented Soybean Mealは、発酵大豆粕におけるタンパク質加水分解を支援する酵素であり、大豆貯蔵タンパク質やタンパク質性抗栄養因子を低分子化することで、飼料原料としての利用性向上に寄与し得ます。特に、若齢家畜、水産飼料、高植物性タンパク質配合では、大豆タンパク質の消化性と抗栄養性の管理が重要になります。

同時に、大豆粕の制限因子はタンパク質だけではありません。フィチン酸、多糖マトリックス、プロテイナーゼ阻害因子、発酵中のpH変化が相互に関与します。フィターゼとプロテアーゼの連続処理、大豆粕ペクチンに対する多酵素アプローチ、非デンプン性多糖分解酵素の飼料応用に関する研究は、発酵大豆粕の品質改善が複数の反応を統合する技術であることを示しています<sup>[2]</sup>。

Enzymes.bioが供給する本製品は、1 kg単位でオンライン購入できる飼料用途向けアルカリプロテアーゼとして、発酵大豆粕の工程設計に組み込みやすい選択肢です。CoAおよびSDSは注文時に提供されるため、基本的な製品情報と安全取扱情報を確認しながら、発酵大豆粕製造や飼料原料処理に利用できます。

### Feed Grade Alkaline Protease For Fermented Soybean Meal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。

[Feed Grade Alkaline Protease For Fermented Soybean Meal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. Plouhinec, L., Zhang, L., Pillon, A., Haon, M., Grisel, S., Navarro, D., Black, I. M., ... et al. (2025). Unlocking soybean meal pectin recalcitrance using a multi-enzyme cocktail approach. *Scientific Reports*, 15.
2. Lei, X., & Porres, J. (2011). Phytase: An Enzyme to Improve Soybean Nutrition.
3. Ma, M., Liu, Z., Zheng, W., Yang, N., Guo, Y., Ma, J., & Quan, C. (2026). A Marine Alkaline Protease from *Bacillus safensis* DL12: Heterologous Expression, Purification and Preliminary Application in Animal Feed. *Microorganisms*, 14.
4. Belyshkina, M., Kobozeva, T., Zagoruiko, M., Serebryakova, O., Shaaban, M., Ananeva, T., & Bashmakov, I. (2025). Determination of the Optimal Biotechnological Parameters for Industrial Production of Protein Hydrolysates for Animal Feed. *Fermentation*.
5. Zi, P., Kim, I., Shin, D., Lee, J., Yeom, E., & Choi, Y. (2011). Consecutive treatment with phytase and arzyme influence protein hydrolysis of soybean meal. *African Journal of Biotechnology*, 10, 7868-7873.
6. Liu, S., Ma, C., Liu, L., Ning, D., Liu, Y., & Dong, B. (2019).  $\beta$ -Xylosidase and  $\beta$ -mannosidase in combination improved growth performance and altered microbial profiles in weanling pigs fed a corn-soybean meal-based diet. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32, 1734 - 1744.
7. Lemos, D., Toro, A. D., Córdova-Murueta, J. H., & García - Carreño, F. (2004). Testing feeds and feed ingredients for juvenile pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis*: in vitro determination of protein digestibility and proteinase inhibition. *Aquaculture*, 239, 307-321.
8. Huddy, R., & Coyne, V. E. (2015). Characterisation of the role of an alkaline protease from *Vibrio midae* SY9 in enhancing the growth rate of cultured abalone fed a probiotic-supplemented feed. *Aquaculture*, 448, 128-134.
9. Zhang, W., Hao, Z., Yang, D., Ji, W., Guo, K., Sun, X., Wang, S., ... et al. (2025). Alleviating *Clostridium perfringens*-Induced Intestinal Lesions in Chickens Using the Xylanase CbXyn10C and Its Binary Cocktail with a Protease. *Animals*, 15.
10. Harikrishna, N., Mahalakshmi, S., Kumar, K. K., & Reddy, G. (2017). Fish Scales as Potential Substrate for Production of Alkaline Protease and Amino Acid Rich Aqua Hydrolyzate by *Bacillus altitudinis* GVC11. *Indian Journal of Microbiology*, 57, 339 - 343.
11. Pimcharoen, K., Opaprakasit, P., Yingchutrakul, Y., Simanon, N., Butkinaree, C., Yuttayong, D., Hompa, R., ... et al. (2024). Bromelain Immobilized onto Clay-Carboxymethylcellulose Composites for Improving Nutritive Value of Soybean Meal. *ACS Applied Bio Materials*, 7, 5211 - 5221.


## 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](mailto: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。