

フィターゼ酵素（Phytase Enzyme） — 家禽飼料・畜産飼料・反芻動物飼料でのリン利用改善

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

フィターゼ酵素は、トウモロコシ、大豆粕、小麦などの植物性飼料原料に含まれるフィチン酸塩を分解し、動物が利用しやすいリンを放出する飼料用酵素です。家禽や豚などの単胃動物ではフィチン酸態リンを十分に利用しにくいいため、フィターゼは無機リン酸塩への依存低減、糞中リン排出の抑制、ミネラル利用性の改善を目的に使われます^[1]。Enzymes.bioは製造業者ではなく酵素供給業者として、家禽・畜産・反芻動物向け飼料用途のフィターゼをオンラインで1kg単位にて直接販売しており、CoAおよびSDSは注文時に併せて提供されます。

フィターゼ酵素とは何か：飼料中の「総リン」ではなく「利用可能リン」を増やす酵素

フィターゼは、フィチン酸、すなわち myo-inositol hexakisphosphate に結合したリン酸基を段階的に加水分解する酵素です。植物種子ではリンがフィチン酸塩として貯蔵されるため、穀類・豆類を主体とする飼料では、分析上の総リンが十分に見えても、動物が吸収できるリンはそれより少なくなります。フィターゼの実務的な価値は、飼料にリンを外から「足す」ことではなく、すでに飼料原料中に存在するフィチン酸態リンを消化管内で利用可能なリンへ変換する点にあります^[2]。

家禽や豚では、消化管内の内因性フィターゼ活性だけではフィチン酸塩を十分に分解しにくいことが、飼料設計上の制約になります。その結果、未分解のフィチン酸態リンは吸収されずに排泄されやすく、必要リンを満たすために無機リン酸塩を追加する配合設計が行われてきました。外因性フィターゼは、この非効率を下げるために飼料へ用いられる代表的な酵素であり、単胃動物栄養では長く検討されてきた技術領域です^[3]。

フィチン酸はリンを保持するだけでなく、カルシウム、亜鉛、鉄などの陽イオン性ミネラルと複合体を形成し、消化管内での利用性を低下させる抗栄養因子としても扱われます。したがって、フィターゼによるフィチン酸分解はリン放出だけでなく、フィチン酸が抱え込んでいたミネラルの利用性改善にも関係します。ただし、この効果は飼料原料、カルシウム水準、動物種、成長段階に左右されるため、単純な一律効果ではなく、配合設計の中で評価されるべき機能です^[1]。

作用機序：フィチン酸のリン酸基を段階的に外す

フィチン酸は、イノシトール環に複数のリン酸基が結合した強いキレート性をもつ化合物です。フィターゼはこのリン酸エステル結合に作用し、リン酸基を順次切り離して無機リン酸と低リン酸化イノシトール誘導体を生成します。この段階的な脱リン酸化により、フィチン酸のミネラル結合能が弱まり、消化管内で吸収可能なリンと一部ミネラルの供給が高まる方向に働きます^[4]。

飼料用途で重要なのは、酵素が試験管内でフィチン酸を分解できることだけではありません。実際の飼料では、酵素は混合、保存、ペレット化などの加工履歴を受け、その後、動物の胃または前胃・小腸へ入ります。そのため、酸性pHでの作用、消化酵素への耐性、飼料加工後の機能維持が、実用上の有効性に関わります。低pH環境でのフィチン酸分解を改善するために、架橋フィターゼ凝集体のような安定化アプローチも研究されています^[5]。

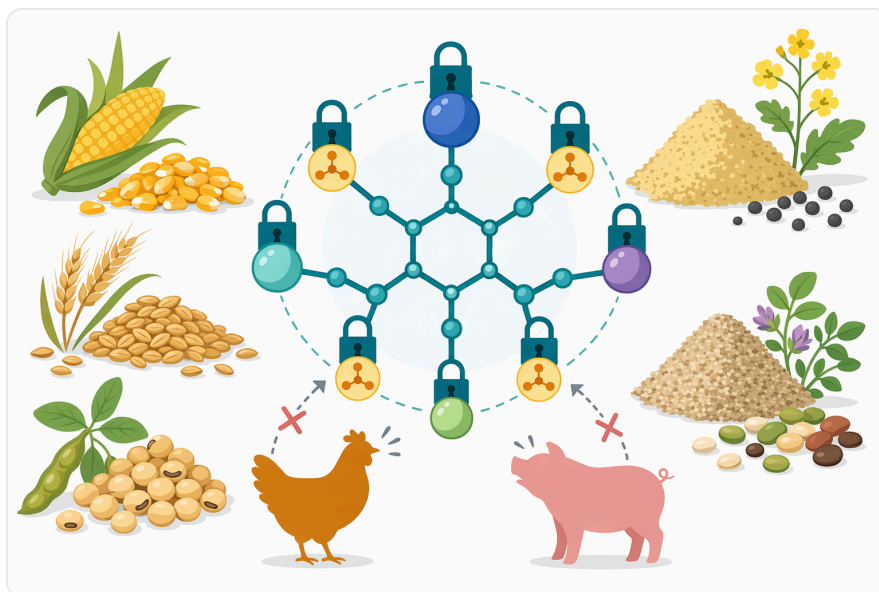


Figure 1. 식물성 사료 원료에는 인이 피틴산염 형태로 들어 있을 수 있으며, 가금류와 다른 단위동물은 효소적 가수분해 없이는 이를 효율적으로 이용할 수 없습니다.

フィターゼには微生物、植物、動物組織など複数の由来がありますが、飼料酵素としては微生物由来フィターゼが中心的に扱われます。細菌や真菌由来のフィターゼは、酵素特性の選抜やタンパク質工学の対象になっており、Escherichia coli 由来 AppA フィターゼの構造的な基質認識や立体選択性も研究されています。こうした研究は、市販飼料酵素の背景に、単なる添加物ではなく、分子レベルで作用が理解されつつある酵素技術があることを示しています^[4]。

フィターゼが解決する飼料設計上の課題

植物性原料主体の配合で起こるリン利用性の不足

現代の家禽・豚飼料では、トウモロコシ、大豆粕、小麦、菜種粕などの植物性原料が主要なエネルギー源・タンパク質源になります。これらの原料ではリンの大きな部分がフィチン酸塩として存在するため、総リン量だけを見ても、動物が実際に利用できるリン量を正確には反映しません。フィターゼは、この植物性原料由来のフィチン酸態リンを加水分解し、可利用リンを増やすために配合設計へ組み込まれます^[6]。

リンは骨格形成、エネルギー代謝、細胞膜構成、核酸合成に不可欠なミネラルです。家禽では骨強度、成長、産卵、飼料効率に関係し、豚では骨格発達と増体に深く関わります。フィターゼを用いることで、無機リン酸塩に過度に依存せず、植物性原料に含まれるリンをより有効に使う設計が可能になりますが、カルシウムとのバランスを外すと期待した効果が出にくい点も重要です^[3]。

フィチン酸の抗栄養作用を弱める

フィチン酸は、カルシウムや微量ミネラルと結合するだけでなく、飼料中のタンパク質や消化酵素との相互作用を通じて栄養利用性に影響を与えることがあります。特に植物性原料の比率が高い配合では、フィチン酸の存在がリン以外の栄養素利用にも波及するため、フィターゼの役割は「リン放出酵素」に限定されません。近年のレビューでは、フィターゼと carbohydrase を含む飼料酵素の作用が、従来の栄養・エネルギーマトリックスを超えて議論されています^[3]。

ただし、抗栄養作用の緩和は、動物種、原料構成、飼料中カルシウム量、消化管通過速度、酵素が作用できる時間に強く影響されます。たとえば、同じフィターゼを使っても、トウモロコシ・大豆粕主体の家禽飼料と、小麦副産物を多く含む豚飼料では、フィチン酸負荷や基質へのアクセス性が異なります。そのため、フィターゼは汎用的な飼料酵素でありながら、効果の現れ方は配合条件に依存します^[2]。

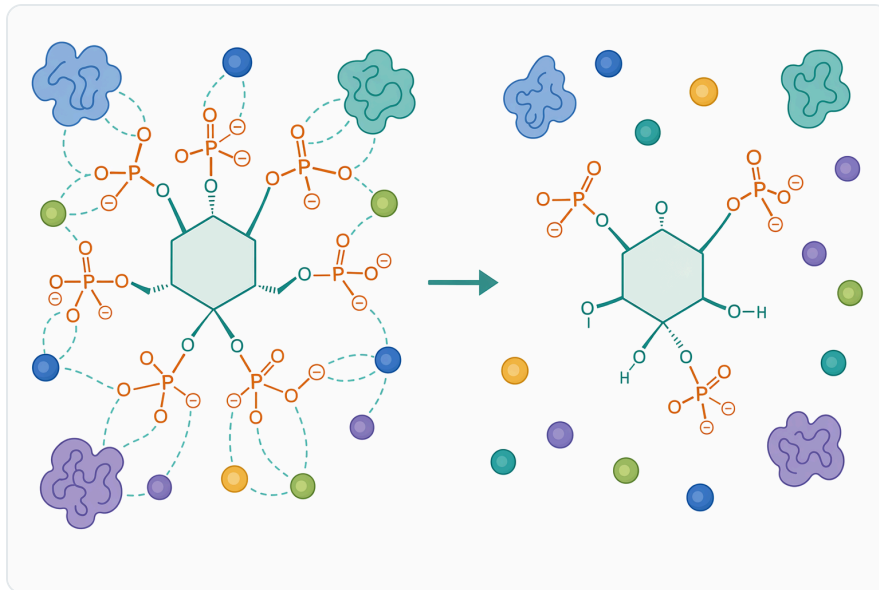


Figure 2. 온전한 피틴산염은 미네랄과 단백질에 결합할 수 있지만, 탈인산화가 일어나면 전하 밀도와 미네랄 결합 성향이 줄어듭니다.

糞中リン排出と環境負荷を抑える

フィチン酸態リンが消化管で分解されずに通過すると、未利用リンとして糞中に排出されます。畜産が集約化するほど、糞尿由来リンの環境負荷は地域的な課題になりやすく、特に水域へのリン流入は富栄養化リスクと関連します。フィターゼは、飼料中リンの利用効率を高めることで、無機リン酸塩の追加量と未利用リン排泄の両方を減らす方向に働く酵素として位置づけられています^[7]。

リン資源は農業生産に不可欠でありながら、鉱物リン資源には有限性があります。飼料中の植物性リンをより効率的に使うことは、飼料コストだけでなく、資源循環と環境管理の観点からも意味があります。フィターゼ発現作物や微生物由来フィターゼに関するレビューでは、植物栄養、動物栄養、環境面をつなぐ技術としてフィターゼが扱われています^[8]。

動物種別の用途と期待値

対象飼料	フィターゼ利用の主な目的	期待される作用	注意すべき条件依存性
ブロイラー・採卵鶏など家禽飼料	フィチン酸態リンの分解、無機リン酸塩依存の低減	可利用リンの増加、ミネラル利用性改善、糞中リン低減	飼料中カルシウム、ペレット加工、原料中フィチン酸量
子豚・育成豚・肥育豚飼料	植物性原料中リンの利用改善	骨格発達、増体、リン排泄管理への寄与	成長段階、総リン・可消化リン設計、カルシウム水準

対象飼料	フィターゼ利用の主な目的	期待される作用	注意すべき条件依存性
反芻動物飼料	特定条件下でのリン効率補助	ルーメン内分解を補完する可能性	ルーメン微生物活性があるため効果は単胃動物より条件依存
水産飼料	植物性タンパク質原料由来フィチン酸への対応	植物性原料利用時のリン利用改善	押出加工、飼料中水分、対象魚種・甲殻類の消化特性

家禽飼料：フィターゼ利用の中心領域

家禽飼料は、フィターゼの最も代表的な用途です。ブロイラーや採卵鶏の配合では、トウモロコシ・大豆粕を中心とする植物性原料が多く使われ、フィチン酸態リンの利用性不足が配合上の制約になります。フィターゼはフィチン酸を段階的に分解し、リンを吸収可能な形に近づけることで、成長、骨形成、産卵に必要なリン供給を支援します^[1]。

家禽ではカルシウムとリンの比率が特に重要です。カルシウムが高すぎる配合では、フィチン酸との不溶性複合体形成や消化管内pHの変化を通じて、フィターゼの作用が抑えられる場合があります。そのため、フィターゼを用いる飼料設計では、単に酵素を追加するのではなく、リン、カルシウム、微量ミネラル、原料中フィチン酸の関係を同時に考える必要があります^[3]。

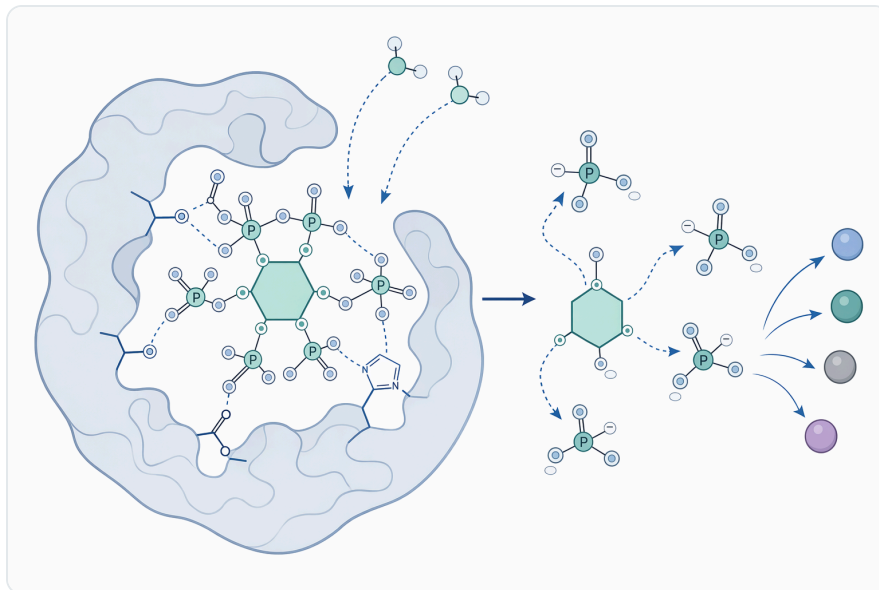


Figure 3. 피타아제는 피틴산염의 인산 에스터 결합을 가수분해하여 무기 인산과 저인산화 이노시톨 인산염을 단계적으로 방출합니다.

豚飼料：リン利用と排泄管理に直結する用途

豚も単胃動物であり、植物性原料中のフィチン酸態リンを十分に利用しにくい動物です。肥育豚や育成豚では飼料摂取量が大きく、リン源の設計が飼料コストと糞中リン排出に直接影響します。若齢豚を対象としたフィターゼ活性をもつ酵素製剤の利用研究では、成長発達や飼料栄養利用に対する関心が示されており、豚栄養におけるフィターゼの実務的重要性がうかがえます^[9]。

子豚期では、消化管機能が発達途上であり、植物性飼料原料に含まれるフィチン酸の影響を受けやすい段階です。油糧種子粕を *Bacillus subtilis* で発酵させ、酵素産生とプロバイオティクス生存性を高める研究もあり、フィターゼを含む酵素機能と腸内環境を組み合わせる流れが見られます。ただし、発酵飼料やプロバイオティクスの効果は製品設計と飼養条件に依存するため、通常の外因性フィターゼ使用と同一視すべきではありません^[10]。

反芻動物飼料：標準用途ではなく、条件付きの補助的利用

反芻動物では、ルーメン微生物がフィチン酸分解に寄与するため、家禽や豚ほど外因性フィターゼの必要性が明確ではありません。ルーメン内で微生物発酵が十分に機能する場合、植物性リンの一部は微生物作用によって利用可能になりやすく、単胃動物と同じ前提でフィターゼ効果を見積もることはできません。したがって、反芻動物向けのフィターゼは、一般的な必須酵素というより、特定の飼料設計における補助的な選択肢として扱うのが妥当です^[1]。

一方、高泌乳牛や集約的な飼養条件では、リン効率や糞中リン管理が重要になることがあります。反芻動物向けでフィターゼを検討する場合は、ルーメン発酵、粗飼料と濃厚飼料の比率、総リン供給、糞中リン管理目標といった要素が関係します。家禽・豚ほど効果が一般化されていないため、フィターゼの価値は「反芻動物にも常に同じ効果がある」という主張ではなく、条件に応じたリン利用改善の可能性として理解されます^[2]。

水産飼料：植物性タンパク質原料の増加とともに注目される領域

水産飼料では、魚粉の一部を大豆粕、菜種粕、穀物副産物などの植物性原料で置き換える設計が増えるほど、フィチン酸由来のリン利用性低下が問題になります。魚種や甲殻類によって消化管構造やpH環境は異なりますが、非反芻性の水産動物ではフィチン酸を十分に分解できない場合があります。フィターゼは、植物性原料を活用する水産飼料設計において、リン利用効率を高める技術として研究・応用の対象になっています^[11]。

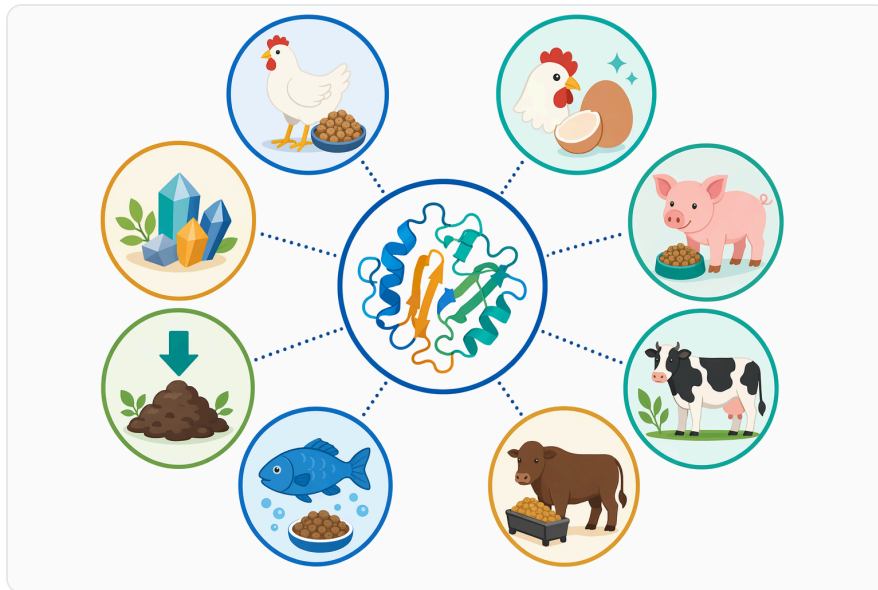


Figure 4. 가금류는 피타아제 활용이 가장 잘 확립된 사례입니다. 곡류와 유 지중자박 기반 사료에는 피틴산염이 들어 있고, 가금류는 내인성 피타아제 활성이 제한적이기 때문입니다.

水産飼料では、押出加工など高温・高圧条件を伴う製造工程が多く、酵素の加工安定性が家禽・豚飼料以上に問題になりやすい場合があります。加工前に酵素を混合するのか、加工後に適用するのによっても、最終飼料中での機能は変わります。したがって、水産飼料でのフィターゼ利用は、植物性原料比率、対象魚種、加工工程、飼料形態を組み合わせる必要があります^[5]。

フィターゼの科学的根拠：確立された領域と条件依存の領域

最も確立された根拠は、家禽と豚を中心とした単胃動物におけるフィチン酸態リンの利用改善です。多くの飼料酵素レビューでは、フィターゼが植物性飼料中のフィチン酸を分解し、リン消化率を高め、無機リン酸塩使用量とリン排泄を下げる方向に作用することが整理されています。この用途は、フィターゼを飼料配合へ組み込むうえで最も実務的かつ再現性の高い領域です^[3]。

微生物由来フィターゼの研究基盤も強い領域です。Chlamydomonas reinhardtii にフィターゼを発現させる研究や、細菌表層にフィターゼを提示させる研究など、フィターゼの供給形態や機能発現を改善するための多様なアプローチが報告されています。これらの研究は、フィターゼが単なる既存酵素ではなく、動物栄養、組換え技術、微生物工学の交差点にある技術であることを示しています^[12]。

一方で、反芻動物への追加効果、スーパードージングと呼ばれる高水準利用、フィターゼによる成長成績や代謝指標への二次的効果は、条件依存性が大きい領域です。フィターゼの作用機序を再評価した研究では、フィチン酸分解の結果として生じる下位イノシトールリン酸やミネラル相互作用

を含め、単純なリン放出だけでは説明しきれない面が議論されています。これらは有望な研究領域ですが、通常のリン利用改善と同じ確度で一律に語るべきではありません^[2]。

飼料加工と酵素安定性：消化管で働く前に失活させないことが重要

フィターゼはタンパク質であるため、熱、湿度、pH、保存条件、飼料中成分との相互作用によって機能が影響を受けます。飼料工場では、混合、ペレット化、冷却、保管、輸送を経て動物に給与されるため、酵素が最終的に消化管内で基質へ作用できる状態を保つことが実用上重要です。低pHでのフィチン酸分解を高めるための酵素安定化研究は、こうした実務課題を反映しています^[5]。

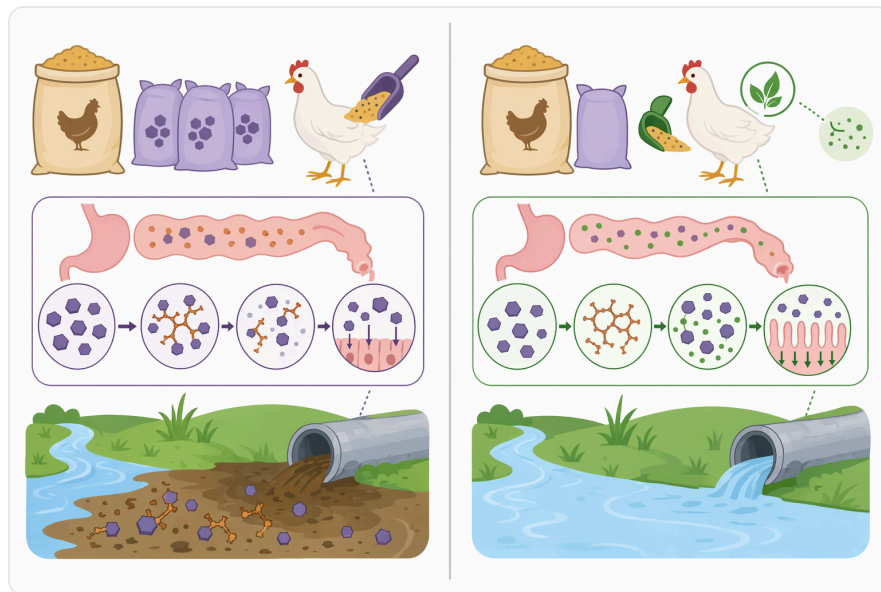


Figure 5. 피타아제 사용은 반추동물보다 단위동물에서 더 직접적입니다. 반추위 미생물이 하부 장관에서 소화되기 전에 식물성 피틴산염을 이미 변형할 수 있기 때문입니다.

特に家禽・豚飼料のペレット化では、熱と水分が酵素構造に影響を与える可能性があります。フィターゼを含む飼料酵素では、加工後にどの程度機能を維持できるかが、期待される栄養マトリックスを実際に達成できるかどうかに関係します。これはフィターゼだけの問題ではなく、キシラナーゼや β -グルカナナーゼなど他の飼料酵素にも共通する課題です^[3]。

消化管内では、酵素がフィチン酸に早くアクセスできることも重要です。フィチン酸は飼料粒子内に存在し、ミネラルやタンパク質と複合体を形成しているため、基質への接近性が分解効率を左右します。フィターゼの立体構造、活性部位、基質認識に関する研究は、なぜ酵素の由来や設計によってフィチン酸分解の挙動が異なるのかを理解する基盤になります^[4]。

他の飼料酵素との位置づけ

フィターゼは、飼料酵素の中でもリンとミネラル利用に最も直接関係する酵素です。一方、キシラナーゼや β -グルカナーゼは非デンプン性多糖の分解を通じて消化管内容物の粘性やエネルギー利用に関与し、プロテアーゼはタンパク質利用性に、アミラーゼはデンプン消化に関係します。近年のレビューでは、炭水化物分解酵素とフィターゼを組み合わせ、栄養とエネルギーのマトリックスを超えて相互作用を考える視点が示されています^[3]。

酵素カテゴリー	主な基質	飼料設計上の主な目的	フィターゼとの関係
フィターゼ	フィチン酸塩	リン利用性、ミネラル利用性、リン排泄管理	植物性原料中のフィチン酸を直接分解
キシラナーゼ	アラビノキシランなど	エネルギー利用、腸内容物粘性の低減	細胞壁分解により基質アクセス性を変える可能性
β -グルカナーゼ	β -グルカン	粘性低下、栄養利用改善	穀類主体飼料で補完的に使われる場合がある
プロテアーゼ	タンパク質	アミノ酸利用性の改善	フィチン酸とタンパク質の相互作用緩和と併せて考えられる
アミラーゼ	デンプン	エネルギー供給の支援	リン利用よりもエネルギー利用側の酵素

フィターゼと他酵素の併用では、単に酵素を多く入れればよいわけではありません。飼料原料中の基質が存在しなければ酵素は働く対象を持たず、また消化管内で作用する時間やpHが合わなければ期待した反応は進みにくくなります。したがって、多酵素設計では、原料組成、動物種、成長段階、加工条件を踏まえて、各酵素がどの基質に、どの消化段階で作用するかを明確にする必要があります^[3]。



Figure 6. 사료용 피타아제는 피틴산염과 접촉해 인산을 방출하기 전까지 혼합, 취급, 가공, 섭취 및 장내 조건을 거치는 동안 활성을 유지해야 합니다.

Enzymes.bioにおける製品の位置づけ

Enzymes.bioの「Phytase Enzyme For Poultry Feed – Livestock Ruminant Animals Feed Enzymes」は、家禽飼料、畜産飼料、反芻動物飼料での利用を想定したフィターゼ供給品として掲載されています。Enzymes.bioは製造業者または研究所ではなく、B2B用途の酵素をオンラインで入手できる供給業者です。製品はオンラインで1kg単位にて直接販売され、注文時にはCoAおよびSDSが併せて提供されます。

この位置づけは、技術文書上も重要です。フィターゼそのものの作用機序や動物栄養上の意義は研究文献に基づいて説明できますが、Enzymes.bioが特定の製造工程、菌株開発、試験法の開発、または研究結果の実施主体であるかのように表現すべきではありません。Enzymes.bioの役割は、飼料・畜産・関連産業の顧客がフィターゼ酵素を調達しやすい形で供給することにあります。

実務上の価値：リン、ミネラル、環境、コストを同時に扱う酵素

フィターゼの第一の価値は、飼料中にすでに存在するフィチン酸態リンを利用可能なリンへ変換することです。これにより、無機リン酸塩に依存しすぎない配合設計が可能になり、植物性原料の栄養価をより正確に引き出せます。特にトウモロコシ・大豆粕主体の家禽・豚飼料では、フィターゼは栄養設計上の標準的な酵素として扱われることが多くなっています^[1]。

第二の価値は、ミネラル利用性への波及効果です。フィチン酸分解によってカルシウムや微量ミネラルとの結合が弱まると、飼料中ミネラルの利用性が改善する可能性があります。これは骨格発達、成長段階のミネラル要求、産卵鶏のカルシウム・リン管理などに関係しますが、実際の効果は

飼料中カルシウム量やフィチン酸量に左右されます^[2]。

第三の価値は、糞中リン排出の抑制です。フィターゼでリン利用率が高まれば、未利用リンとして排泄される量を減らす方向に働きます。畜産現場では、栄養効率と環境負荷管理を同時に考える必要があり、フィターゼはその接点にある酵素です。環境中のリン負荷低減を目的とした飼料用フィターゼ利用は、近年の研究でも引き続き扱われています^[7]。

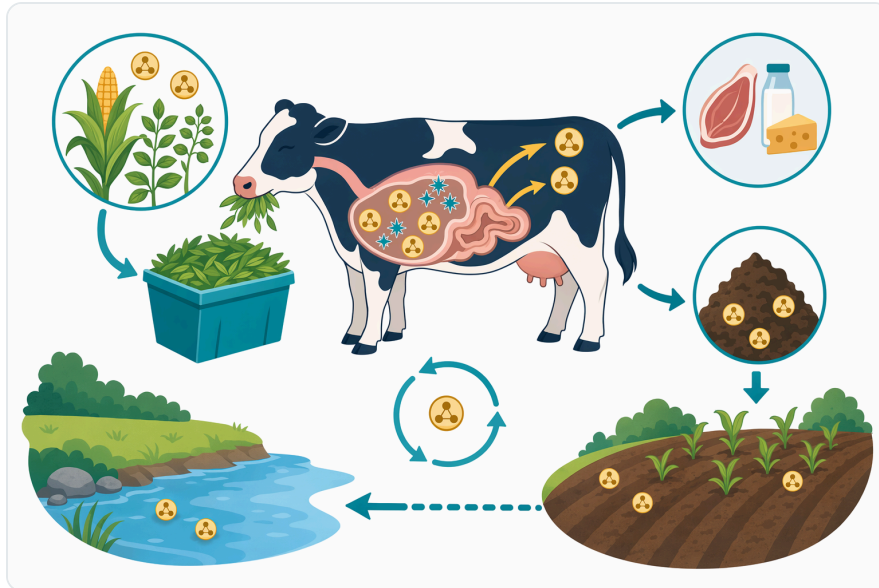


Figure 7. 방출된 식물성 인을 기준으로 사료를 배합하면, 피타아제는 분뇨로 배출되는 미소화 인의 양을 줄일 수 있습니다.

第四の価値は、飼料コスト管理への寄与です。無機リン酸塩の使用量を設計上抑えられる場合、原料価格や配合条件によっては飼料コストの合理化につながります。ただし、経済効果は飼料価格、原料構成、動物種、飼養成績、加工安定性に左右されるため、常に一定の削減額を保証するものではありません。フィターゼは、コスト削減を単独で約束する添加物ではなく、リン利用効率を改善することで配合設計の自由度を高める酵素です^[3]。

まとめ：フィターゼは植物性飼料原料のリンを引き出す中核酵素

フィターゼ酵素は、植物性飼料原料に含まれるフィチン酸塩を加水分解し、動物が利用しやすいリンを放出する飼料用酵素です。家禽や豚ではフィチン酸態リンの利用性が低いため、フィターゼは無機リン酸塩への依存低減、ミネラル利用性改善、糞中リン排出抑制に直結する技術として広く扱われています^[1]。

反芻動物ではルーメン微生物によるフィチン酸分解があるため、フィターゼの効果は単胃動物ほど一般化できません。一方、水産飼料では植物性タンパク質原料の利用拡大に伴い、フィチン酸対策としてフィターゼの重要性が高まる場面があります。いずれの用途でも、原料構成、消化管環境、

加工条件、カルシウム・リン設計を踏まえた位置づけが必要です^[11]。

Enzymes.bioは、家禽飼料・畜産飼料・反芻動物飼料用途のフィターゼをオンラインで1kg単位にて直接販売する酵素供給業者です。製品の科学的価値は、フィチン酸の段階的分解を通じて飼料中リンをより効率的に使う点にあり、CoAおよびSDSは注文時に併せて提供されます。

Phytase Enzyme For Poultry Feed - Livestock Ruminant Animals Feed Enzymes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。

[Phytase Enzyme For Poultry Feed - Livestock Ruminant Animals Feed Enzymes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. Shanmugam, G. (2018). Characteristics of Phytase Enzyme and its Role in Animal Nutrition. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7, 1006-1013.
2. Kryukov, V., Glebova, I., & Zinoviev, S. V. (2021). Reevaluation of Phytase Action Mechanism in Animal Nutrition. *Biochemistry (Moscow)*, 86, S152 - S165.
3. Júnior, D. T. V., Genova, J., Kim, S. W., Saraiva, A., & Rocha, G. (2024). Carbohydrases and Phytase in Poultry and Pig Nutrition: A Review beyond the Nutrients and Energy Matrix. *Animals*, 14.
4. Acquistapace, I., Thompson, E., Kühn, I., Bedford, M., Brearley, C., & Hemmings, A. (2022). Insights to the Structural Basis for the Stereospecificity of the Escherichia coli Phytase, AppA. *International Journal of Molecular Sciences*, 23.
5. Henninger, C., Hoferer, M., Ochsenreither, K., & Eisele, T. (2023). Cross-linked phytase aggregates for improved phytate degradation at low pH in animal feed. *European Food Research and Technology*, 249, 2377-2386.
6. Canceran, N. M., & Angeles, A. (2024). Determination of Phytase-hydrolyzable Phosphorus in Selected Animal Feed Ingredients by In Vitro Digestion Method. *The Philippine journal of science*.
7. Shah, K. (2025). Optimization, Partial Purification and Application of Phytase Enzyme in decreasing Phosphorus Level in Environment using Phytase as Poultry Feed. *Ecology, environment & conservation*.

8. Reddy, C. S., Kim, S., & Kaul, T. (2017). Genetically modified phytase crops role in sustainable plant and animal nutrition and ecological development: a review. *3 Biotech*, 7, 2015 - 766.
9. Mikhailova, L., & Lavrentiev, A. (2023). EFFECT OF AN ENZYME PREPARATION WITH PHYTASE ACTIVITY ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF YOUNG FATTENING PIGS. *Niva Povolzhya*.
10. Dumitru, M., Rambu, D., Ciurescu, G., Cornescu, G., & Panaite, T. (2025). Enhanced Enzyme Production and Probiotic Viability in Oilseed Cakes Fermented with Bacillus subtilis for Piglet Nutrition. Fermentation.
11. Bandari, N. M., Abootaleb, M., Nikokar, I., & Karimli, M. (2024). Biologically engineered probiotic supplement production containing phytase enzyme for livestock, poultry, and aquaculture consumption. *Journal of Basic and Applied Zoology*, 85.
12. Erpel, F., Restovic, F., & Arce-Johnson, P. (2016). Development of phytase-expressing chlamydomonas reinhardtii for monogastric animal nutrition. *BMC Biotechnology*, 16.


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。