

Phytase（フィターゼ）酵素：動物飼料と食品加工でフィチン酸を分解しリン・ミネラル利用性を高める用途

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

Phytase（フィターゼ）は、穀類・豆類・油糧種子粕に多いフィチン酸塩を段階的に加水分解し、結合していたリン酸を遊離させる酵素です。動物飼料では植物性原料中のリン利用性を高め、食品加工ではフィチン酸による鉄・亜鉛・カルシウムなどのミネラル結合を弱める目的で使われます。Enzymes.bioは製造業者ではなく、食品加工・飼料用途向けのPhytaseを1kg単位でオンライン販売するB2B酵素サプライヤーです。

Phytaseが対象にする「フィチン酸」の実務的な問題

植物はリンを主にフィチン酸、またはその塩であるフィチン酸塩として種子に蓄えます。トウモロコシ、小麦、米ぬか、大豆粕、菜種粕、その他の油糧種子粕では、この形態のリンが栄養設計上の制約になります。単胃動物である家禽や豚は、植物原料中のフィチン酸態リンを十分に利用しにくいいため、配合中にリンが存在していても、実際の利用可能リンとしては不足しやすい状況が生じます^[1]。

フィチン酸は単なるリン貯蔵分子ではありません。分子内に複数のリン酸基を持つため、カルシウム、亜鉛、鉄、マグネシウム、マンガンなどの陽イオンと複合体を形成し、ミネラルの可溶性や消化管内での利用性を下げる抗栄養因子として働きます。このため、phytase in animal feed は「リンを放出する酵素」としてだけでなく、植物性原料のミネラル利用性を改善する酵素技術として扱われます^[2]。

飼料産業でPhytaseが重視される背景には、無機リン源への依存、未利用リンの排泄、植物性タンパク源の拡大という三つの要因があります。特に水産飼料では、魚粉依存を下げる目的で農業副産物や植物性タンパク質を使う動きがあり、フィチン酸を含む原料が増えるほどリン利用性の設計が難しくなります^[3]。Phytase enzymes は、この植物性原料の利用拡大と栄養設計の間にあるギャップを埋める役割を持ちます。

食品加工でも同じ化学的課題が存在します。全粒穀物、豆類、植物性飲料、シリアル、穀物ベースの栄養食品では、フィチン酸が鉄・亜鉛・カルシウムと結合し、製品の栄養設計に影響します。Phytase処理は、原料中のフィチン酸を低減し、植物性食品をよりミネラル利用性の高い素材へ近づける加工手段として位置づけられます。

作用機序：フィチン酸のリン酸基を段階的に外す

Phytaseの反応は、フィチン酸分子に結合しているリン酸エステル結合を水の存在下で切断する加水分解です。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構造を持ち、Phytaseはそのリン酸基を一つずつ外して、より低リン酸化されたイノシトールリン酸と無機リン酸を生成します。これにより、植物原料中に「存在するが利用されにくいリン」が、動物や加工後の食品マトリックスで利用されやすい形へ移行します^[4]。

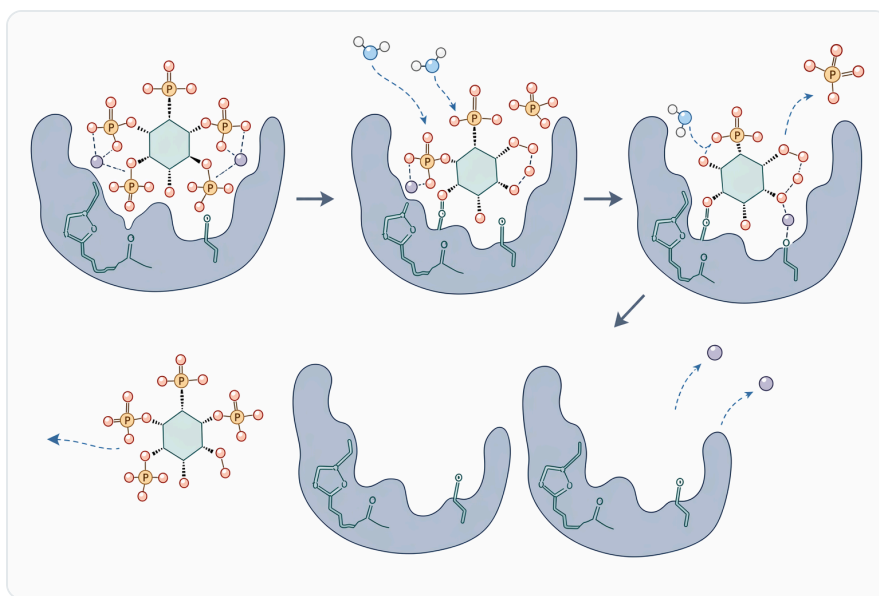


Figure 1. 피타아제는 피트산을 단계적으로 가수분해하여 IP6를 더 낮은 이노시톨 인산으로 전환하면서 유리 인산을 방출합니다.

この反応が栄養上重要なのは、リン酸基が外れるにつれてフィチン酸の金属結合能が低下するためです。フィチン酸のリン酸基は負電荷を帯び、カルシウムや亜鉛などの陽イオンを強く引き寄せます。Phytase activityによってリン酸基が減ると、フィチン酸-ミネラル複合体が形成されにくくなり、ミネラルが消化管内または食品加工系内でより利用されやすい状態になります^[2]。

Phytase enzyme classification は、実務上は「どの環境で働きやすいか」を理解する手がかりになります。Phytaseには酸性条件で作用しやすいもの、比較的中性からアルカリ性条件で特徴を示すもの、微生物由来のものなどがあり、飼料用途では胃内の低pH、ペレット加工時の熱履歴、飼料原料との接触時間が性能に影響します。低pHでのフィチン酸分解性を改善するため、架橋Phytase凝集体を用いた研究も報告されています^[5]。

ただし、Phytaseの効果は「酵素を加えるだけ」で自動的に決まるものではありません。反応には水分、pH、温度、処理時間、原料中のフィチン酸量、カルシウム濃度、粒度、混合状態が関与します。飼料では消化管内での滞留時間やペレット製造条件、食品加工では生地・スラリー・発酵・浸漬工程の条件が、実際のフィチン酸分解の程度を左右します^[1]。

飼料用途：植物性原料中のリンを利用しやすくする

家禽飼料では、トウモロコシ・大豆粕・小麦などが主要原料です。これらの原料には総リンが含まれていても、その一部はフィチン酸態で存在するため、鶏がそのまま利用できる割合は限られます。Phytaseを配合する目的は、消化管内でフィチン酸を分解し、利用可能なリンを増やしながらか、フィチン酸によるミネラル結合を弱めることです^[1]。

豚飼料でも同様に、フィチン酸態リンの利用性が課題になります。育成、肥育、繁殖などの段階でリンとカルシウムの要求は異なりますが、植物性原料への依存が高い配合では、フィチン酸の影響を無視できません。Phytase supplement という語は一般にサプリメントを連想させますが、B2B領域では人が摂取するサプリメントではなく、飼料配合に使う機能性飼料酵素を指す文脈で用いられます^[2]。

水産飼料では、魚粉の一部を大豆粕、菜種粕、綿実粕、穀物副産物などに置き換える設計が増えています。植物性タンパク源はコストと持続可能性の面で有用ですが、フィチン酸、非デンプン多糖、繊維、フェノール性成分などが消化性やミネラル利用性に影響します。Phytaseはこのうちフィチン酸に直接作用し、植物性原料を含む水産飼料の栄養設計を補助します^[3]。

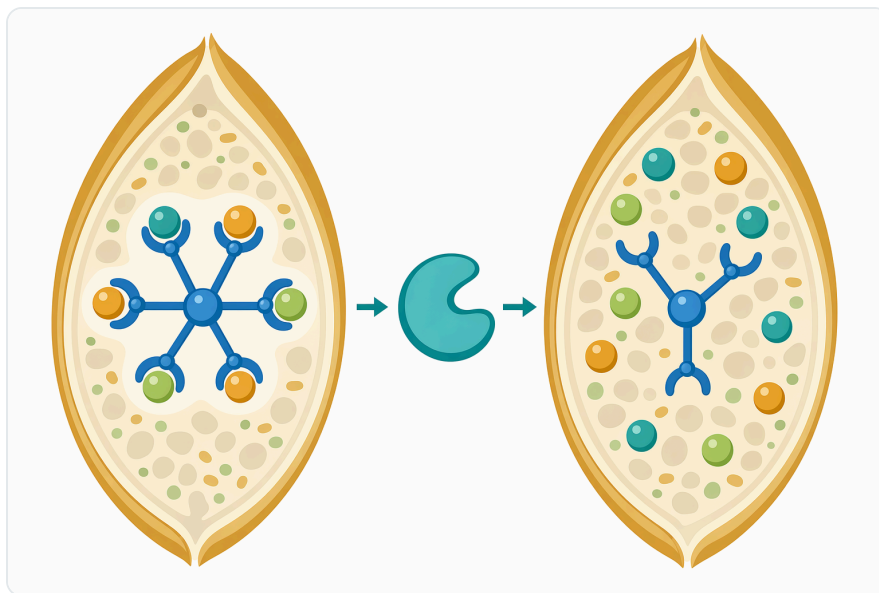


Figure 2. 온전한 피테이트는 미네랄 양이온과 결합할 수 있지만, 피타아제에 의한 탈인산화는 이러한 결합 경향을 줄입니다.

反芻動物では、第一胃微生物がリン化合物の分解に関与するため、単胃動物ほど単純ではありません。それでも、濃厚飼料や特定の高穀物配合、若齢期の飼料設計では、植物性原料中のフィチン酸とリン利用性が検討対象になります。Phytaseは、動物種ごとの消化生理を踏まえて使われるべき酵素であり、家禽・豚・水産飼料で特に実用性が高いと考えられます。

飼料用途で見込まれる主な効果

Phytaseの最も直接的な効果は、フィチン酸態リンの加水分解によるリン利用性の向上です。これにより、配合設計では無機リン源への依存を調整しやすくなり、植物性原料に含まれるリンをより有効に使えるようになります。また、未利用リンの糞中排出を減らす方向に働くため、畜産・養殖施設の栄養塩管理にも関係します^[6]。

もう一つの効果は、フィチン酸による抗栄養作用の緩和です。フィチン酸がミネラルと複合体を形成すると、ミネラルの吸収性だけでなく、タンパク質や消化酵素との相互作用にも影響することがあります。Phytaseはフィチン酸のリン酸基を外すことで、こうした複合体形成を弱め、原料が本来持つ栄養価を引き出しやすくします^[4]。

ただし、成長成績、飼料要求率、骨ミネラル化、排泄リン量などの最終指標は、配合中のカルシウムとリンのバランス、ビタミンD、原料のフィチン酸含量、動物の成長段階、飼養環境によって変わります。Phytaseは強力な飼料酵素ですが、配合設計全体を置き換えるものではなく、植物性原料のリン・ミネラル利用性を改善する一つ的手段として理解するのが適切です^[1]。

食品加工用途：穀類・豆類食品のフィチン酸を低減する

食品加工でのPhytaseの役割は、穀類・豆類原料中のフィチン酸を低減し、ミネラル利用性の制約を緩和することです。全粒粉、ふすま、豆類ペースト、植物性飲料、発酵穀物食品、シリアルベース食品などでは、フィチン酸が高くなりやすく、鉄・亜鉛・カルシウムの栄養設計に影響します。Phytase処理は、この抗栄養因子を酵素的に分解する方法です。

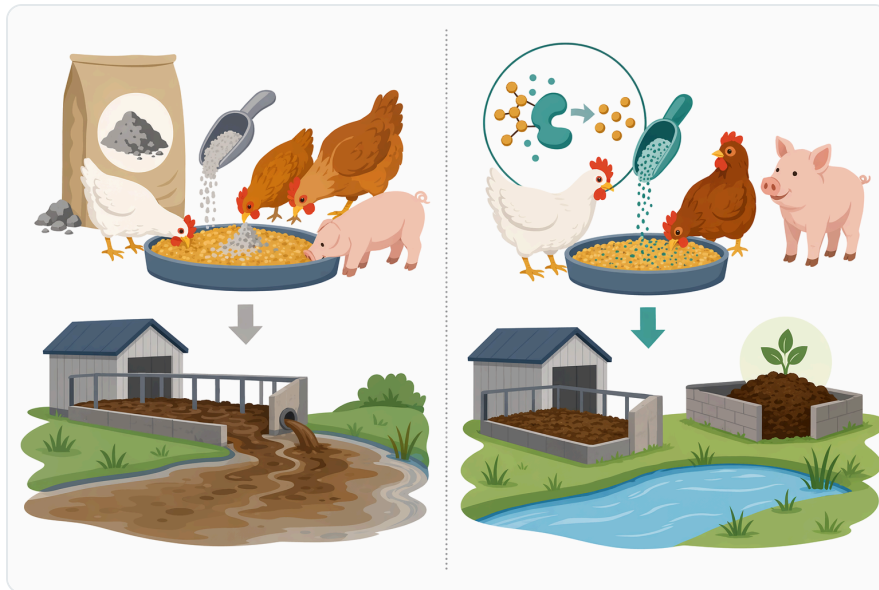


Figure 3. 피타아제가 작용하기 전에는 더 많은 인이 피테이트에 결합된 상태로 남아 있지만, 작용 후에는 더 많은 인산이 방출되고 미네랄 결합이 감소합니다.

従来、浸漬、発芽、発酵、製麴などの工程でも内在性Phytaseや微生物酵素によるフィチン酸低減が起きます。外部からPhytaseを使う場合は、処理条件をより意図的に設計できる点が利点です。例えば、穀粉スラリー、豆類の湿式粉碎物、植物性飲料の原料液など、水分があり酵素と基質が接触しやすい工程では、フィチン酸分解を加工目的として組み込みやすくなります^[4]。

食品用途で重要なのは、Phytaseが医薬品的な効果をもたらす成分ではなく、食品原料の栄養上の制約を緩和する加工酵素であるという点です。フィチン酸が低下しても、最終製品の栄養価はミネラル含量、他の阻害因子、加熱条件、発酵条件、食事全体の組み合わせによって決まります。したがって、Phytaseは「植物性食品を設計しやすくする加工技術」として扱うのが正確です。

用途別に見るPhytaseの位置づけ

用途領域	主な対象原料	Phytaseが直接作用する対象	期待される実務上の利点	注意すべき条件
家禽飼料	トウモロコシ、大豆粕、小麦、米ぬか	フィチン酸態リン	リン利用性の向上、無機リン源の調整、排泄リン低減の可能性	ペレット加工、消化管pH、カルシウム設計
豚飼料	穀類、大豆粕、油糧種子粕	フィチン酸-ミネラル複合体	リン・亜鉛・カルシウム利用性の改善	成長段階、原料ロット、配合中ミネラル比

用途領域	主な対象原料	Phytaseが直接作用する対象	期待される実務上の利点	注意すべき条件
水産飼料	植物性タンパク源、農業副産物	植物性原料中のフィチン酸	植物原料配合時のリン設計補助	水中安定性、加工温度、魚種差
食品加工	全粒穀物、豆類、植物性飲料原料	食品中のフィチン酸	鉄・亜鉛・カルシウム利用性設計の改善	水分、pH、処理時間、加熱工程

この比較から分かるように、Phytaseは一つの酵素でありながら、飼料では消化管内での反応、食品加工では製造工程中の反応が中心になります。どちらの用途でも基質はフィチン酸ですが、反応環境が異なるため、同じ「phytase activity」という言葉でも、実際に意味する性能は加工条件や使用場面によって異なります^[5]。

Phytase enzyme classificationを実務的に読む

Phytase enzyme classification は、単なる学術分類ではなく、用途適合性を理解するための言語です。Phytaseは広義にはリン酸モノエステル加水分解酵素に含まれ、フィチン酸のどの位置のリン酸基から反応を始めるか、どの触媒機構を持つか、どのpH域で働きやすいかによって整理されます。飼料用途では、酸性の胃内環境で働く性質や、加工後にも機能を保ちやすい性質が重視されます^[4]。

微生物由来Phytaseは産業利用で重要です。Aspergillus属などの糸状菌、細菌、酵母、好塩性・好アルカリ性微生物などからPhytaseが報告されており、原料や用途に応じた特性が研究されています。例えば、Cobetia marina由来の好アルカリ性Phytaseについては、動物用食品補助用途を想定した単離・精製・in vitro特性評価が報告されています^[2]。



Figure 4. 피타아제의 주요 동물 사료 용도는 피테이트를 함유한 식물성 원료를 기반으로 한 가금류, 돼지 및 양식 사료입니다.

また、*Aspergillus niveus*を用いた研究では、米ぬか・もみ殻などの農業副産物を炭素源として Phytase、Protease、Xylanaseを生産し、動物飼料への応用を検討しています。これは、Phytaseが単独で注目されるだけでなく、植物性飼料原料の栄養制約を複数の酵素で扱う文脈に組み込まれていることを示します^[7]。

低pH、熱、原料マトリックスが性能に与える影響

飼料用Phytaseでは、低pHでの反応性が重要です。家禽や豚の消化管では、飼料が胃または前胃に相当する酸性環境を通過し、その後小腸へ移ります。フィチン酸が酸性域で十分に分解されれば、後段でリンやミネラルが利用されやすくなります。低pHでのフィチン酸分解を高めるために、架橋Phytase凝集体を用いた研究が行われているのは、この実用課題を反映しています^[5]。

熱も大きな要因です。配合飼料のペレット化では、混合、加湿、加熱、圧縮が行われるため、酵素タンパク質は変性リスクにさらされます。加工後に消化管内で十分なPhytase activityが残ることが重要ですが、活性保持は酵素自体の性質、保護技術、加工温度、滞留時間、飼料中の水分に影響されます^[1]。

食品加工では、加熱殺菌や焼成の前にPhytaseを作用させる設計が一般的に考えやすくなります。酵素は加熱で失活し得るため、フィチン酸分解を期待する工程では、加熱前の水和状態、発酵工程、保持工程などが反応場になります。最終製品中で酵素が働き続けることよりも、製造工程中に目的のフィチン酸低減を達成することが中心になります。

Phytaseと他の飼料酵素の違い

Phytaseは、Xylanase、 β -glucanase、Proteaseなどの飼料酵素と同じく、植物性原料の利用性を高めるために使われます。ただし、作用対象は明確に異なります。Xylanaseは主にアラビノキシランなどの非デンプン多糖、 β -glucanaseは β -グルカン、Proteaseはタンパク質に作用します。一方、Phytaseはフィチン酸のリン酸エステル結合を対象にします^[7]。



Figure 5. 효과적인 피타아제 작용을 위해서는 활성 효소, 접근 가능한 피테이트 기질, 충분한 수분, 적절한 pH, 그리고 충분한 접촉 시간이 필요합니다.

この違いは配合設計で重要です。粘性の高い小麦・大麦系飼料では非デンプン多糖分解酵素が消化性に寄与しやすく、タンパク質消化が課題ならProteaseが検討されます。フィチン酸態リンやミネラル結合が課題ならPhytaseが中心になります。複数酵素の組み合わせは、原料中の制約因子を分けて理解することで、より合理的に設計できます^[7]。

酵素	主な基質	直接の反応	飼料・食品での主な意味
Phytase	フィチン酸・フィチン酸塩	リン酸基の加水分解	リン・ミネラル利用性の改善
Xylanase	アラビノキシランなど	多糖の分解	粘性低減、繊維性原料の利用性改善
β -glucanase	β -グルカン	多糖の分解	大麦・オート麦系原料の粘性対策
Protease	タンパク質	ペプチド結合の加水分解	タンパク質消化性の補助

Phytaseの価値は、他の酵素で代替しにくい点にあります。非デンプン多糖を分解してもフィチン酸態リンは直接分解されませんし、タンパク質を分解してもフィチン酸-ミネラル複合体は十分には解消されません。したがって、植物性原料中のリンとミネラル利用性を扱う場合、Phytaseは独立した機能を持つ酵素として位置づけられます^[4]。

研究動向：より厳しい加工・消化条件への適応

近年のPhytase研究では、低pHでの作用、熱安定性、固定化、複合酵素利用、農業副産物を利用した生産などが扱われています。低pH条件でのフィチン酸分解は家禽・豚飼料で特に重要であり、架橋酵素凝集体のような技術は、酸性環境での分解効率を改善する方向の研究として位置づけられます^[5]。

農業副産物を利用した酵素生産研究も、持続可能性の観点から注目されます。Aspergillus niveusによるPhytase、Protease、Xylanaseの生産研究では、米由来副産物を炭素源として利用し、得られた酵素を動物飼料に応用する視点が示されています。これは、飼料原料そのものだけでなく、酵素生産基盤にも農業残渣を活用する方向性を示すものです^[7]。

水産飼料では、植物性原料と農業廃棄物由来素材の利用拡大が進む一方、栄養阻害因子の管理が課題になります。Phytaseは、植物性タンパク源の利用を支える補助技術の一つですが、魚種、飼料加工、摂餌行動、水中での栄養素溶出など、陸上家畜とは異なる制約もあります^[3]。

Enzymes.bioにおける供給形態と位置づけ

Enzymes.bioは、Phytaseを食品加工および飼料用途向けに供給するB2B酵素サプライヤーです。製造業者や研究機関としてではなく、業務用途の酵素をオンラインで購入できる販売チャネルとして機能しています。Phytase関連ページでは、動物飼料でのフィチン酸分解、リン利用性向上、食品加工でのフィチン酸低減といった用途が説明されています。

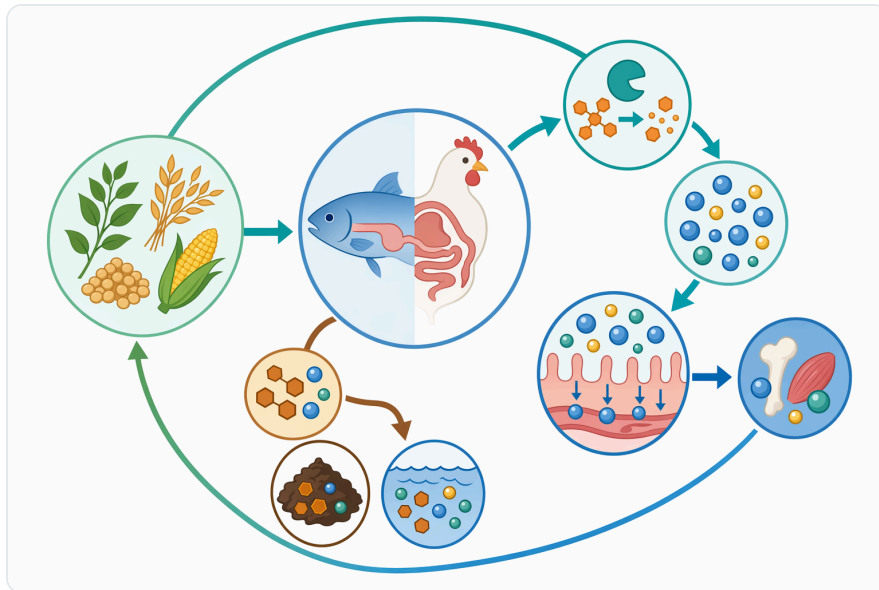


Figure 6. 피타아제는 피테이트에서 인산을 방출함으로써 인 이용률을 높이고 사료 시스템에서 사용되지 않는 인 손실을 줄일 수 있습니다.

製品は1kg単位でオンライン購入できます。注文時には、CoAおよびSDSが併せて提供されるため、業務用途での受け入れ、保管、取り扱い、社内文書管理に必要な基本情報を参照できます。ここで重要なのは、Enzymes.bioが特定の研究成果を自社製造実績として主張する立場ではなく、産業ユーザーがPhytaseを入手するための供給者である点です。

Phytaseは、一般消費者向けの摂取用サプリメントとして扱うのではなく、飼料製造、食品加工、試作、製品開発の工程で使う酵素原料として理解する必要があります。関連検索語として phytase supplement が使われる場合でも、B2B文脈では家禽・豚・水産飼料に加える飼料酵素の意味で用いられることが多く、消費者向け健康食品とは区別されます。

まとめ：Phytaseは植物性原料のリン・ミネラル利用性を引き出す酵素

Phytaseは、フィチン酸のリン酸基を加水分解し、植物性原料中に閉じ込められたリンを利用しやすくする酵素です。飼料分野では家禽、豚、水産飼料を中心に、植物性原料由来リンの活用、無機リン源の調整、排泄リン低減の可能性、ミネラル利用性改善に関与します。食品加工では、穀類・豆类ベースの製品でフィチン酸を低減し、鉄・亜鉛・カルシウムなどの栄養設計を支援します^[4]。

一方で、Phytaseの効果は原料、pH、温度、水分、加工時間、動物種、配合中のカルシウムとリンのバランスに左右されます。万能な添加物ではなく、フィチン酸という明確な基質に作用する酵素技術として扱うことで、飼料・食品の設計に現実的な価値をもたらします。Enzymes.bioは、このPhytaseを1kg単位でオンライン販売するB2Bサプライヤーとして、食品加工および飼料用途の業務利用に向けて供給しています。

Phytase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. [Phytase Feed Additive](#). *Enzymeelement*.
2. Boyadzhieva, I., Berberov, K., Atanasova, N., Krumov, N., & Kabaivanova, L. (2025). [Isolation, Purification and In Vitro Characterization of a Newly Isolated Alkalophilic Phytase Produced by the Halophile Cobetia marina Strain 439 for Use as Animal Food Supplement](#). *Fermentation*.
3. Kari, Z., Sukri, S. A. M., Rusli, N., Mat, K., Mahmud, M., Zakaria, N. N. A., Wee, W., … et al. (2023). [Recent Advances, Challenges, Opportunities, Product Development and Sustainability of Main Agricultural Wastes for the Aquaculture Feed Industry – A Review](#). *Annals of Animal Science*, 23, 25 - 38.
4. [Pmc10581959](#). *PubMed Central*.
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. Tabrett, S., Ramsay, I., Paterson, B., & Burford, M. A. (2024). [A review of the benefits and limitations of waste nutrient treatment in aquaculture pond facilities](#). *Reviews in Aquaculture*.
7. 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.


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。