

耐熱性フィターゼ酵素（Thermostable Phytase Enzyme）CAS 37288-11-2：動物飼料でフィチン酸リンを利用可能にする飼料用酵素

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

Thermostable Phytase Enzyme For Animal Feed CAS 37288-11-2は、トウモロコシ・小麦・大豆粕・ふすま・米ぬかなどの植物性飼料原料に含まれるフィチン酸／フィチン酸塩を加水分解し、単胃動物が利用しやすい無機リンを放出するために使われる飼料用酵素です。耐熱性フィターゼは、ペレット化や押出など熱を伴う飼料加工で酵素活性が損なわれやすいという実務上の課題に対応する目的で選ばれます。Enzymes.bioは本製品を1 kg単位でオンライン直接販売する供給業者であり、製造業者または研究所ではありません。注文時にはCoAおよびSDSが併せて提供されます。

製品の位置づけ：飼料中の「使われにくいリン」を栄養価へ変える酵素

Thermostable Phytase Enzyme For Animal Feed CAS 37288-11-2は、動物飼料向けの耐熱性フィターゼ供給品です。フィターゼは、フィチン酸に結合したリン酸基を段階的に外すホスファターゼ系酵素であり、飼料中に既に存在する植物由来リンを、豚・家禽・魚類などの単胃動物が利用しやすい形へ変換することを目的に使われます。Enzymes.bioの製品ページでは、本品は飼料用途向けの耐熱性フィターゼとして示され、CAS 37288-11-2に対応する酵素製品として販売されています。

この製品の実務的な意味は、「リンを外から足す」ことではなく、「原料中にあるが利用されにくいリンを放出する」点にあります。植物種子中ではリンがフィチン酸塩として蓄積されやすく、単胃動物は反芻動物のように微生物発酵で十分にフィチン酸を分解できないため、飼料設計ではフィチン酸リンの利用性が制約になります。飼料分野の解説では、穀類・豆類種子中リンの大きな割合がフィチン酸形態で存在し、フィターゼがその利用性を高める酵素として扱われています^[1]。

Enzymes.bioは本品を1 kg単位でオンライン販売する供給業者であり、個別の製造工程や研究試験を行う立場ではありません。そのため、本稿で引用する研究文献は、Enzymes.bio供給品そのものの個別性能を直接証明するものではなく、飼料用フィターゼおよび耐熱性フィターゼの作用機序、用途、技術的背景を理解するための根拠として位置づけます。購入後の受入・安全管理に必要なCoAおよびSDSは注文時に併せて提供されます。

フィチン酸が飼料栄養で問題になる理由

フィチン酸リンは、植物原料に多いが単胃動物では利用されにくい

フィチン酸は、ミオイノシトール環に複数のリン酸基が結合した植物のリン貯蔵形態です。穀類、豆類、油糧種子副産物、ふすま類では、総リンの相当部分がフィチン酸塩として存在しますが、豚や家禽では内因性フィターゼ活性が限られるため、そのままでは消化管内で十分に無機リンへ変換されにくいという特徴があります。NutriNewsの飼料向け解説でも、フィターゼは植物性原料中のフィチン酸に作用し、動物が吸収できるリンを放出する酵素として説明されています^[1]。

この制約は、飼料配合の栄養計算に直接影響します。たとえばトウモロコシ・大豆粕主体の家禽飼料では、分析上はリンを含んでいても、その全てが動物に利用可能とは限りません。したがって、フィチン酸として固定されたリンをどの程度利用可能にできるかが、無機リン源の使用量、カルシウムとのバランス、骨形成、成長性能、排泄リン量に関わります。外因性フィターゼはこのギャップを縮めるための酵素技術として、飼料産業で広く検討されてきました^[1]。

フィチン酸はリンだけでなくミネラル・タンパク質にも影響する

フィチン酸の課題は、リンの利用性が低いことだけではありません。複数のリン酸基を持つため、カルシウム、亜鉛、鉄などの陽イオン性ミネラルと結合しやすく、さらにタンパク質や消化酵素との相互作用を通じて栄養素の可消化性に影響する抗栄養因子としても扱われます。飼料用途のフィターゼが注目されるのは、リン放出に加えて、フィチン酸の結合性を弱めることでミネラルやアミノ酸の利用性改善が期待されるためです^[1]。

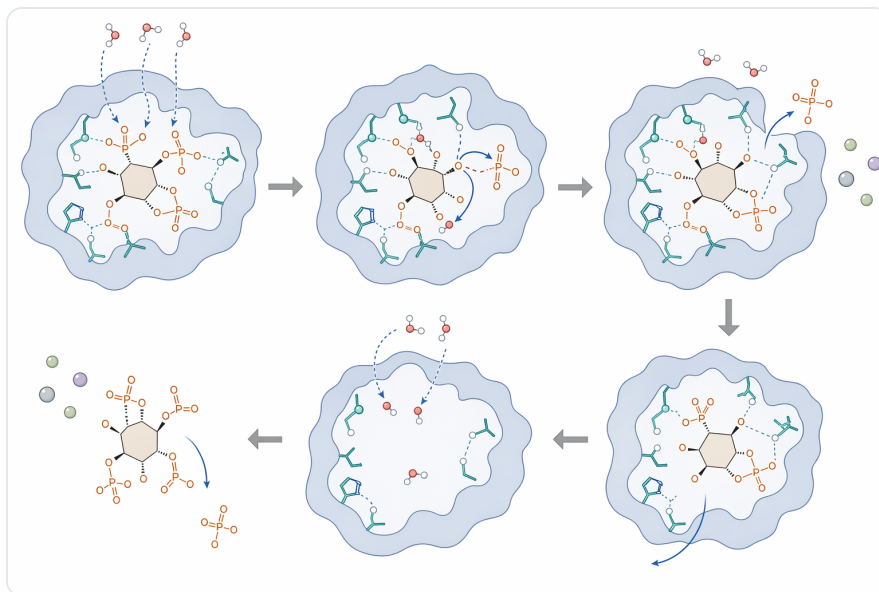


Figure 1. 피타아제는 피테이트의 인산 에스터 결합을 가수분해하여 무기 인산염을 방출하고, 인산화 정도가 낮은 이노시톨 인산염 산물을 형성합니다.

水産飼料でも同じ構造的課題があります。魚粉代替として大豆粕などの植物性タンパク源を増やすと、タンパク質供給は改善できる一方、フィチン酸がミネラルやタンパク質の利用を阻害する可能性があります。Mucor indicus由来耐熱性フィターゼの鶏飼料向け研究では、農業副産物を基質としたフィターゼ生産と固定化が、飼料の栄養効率改善に関係するテーマとして扱われています^[2]。

フィターゼの作用機序：リン酸基を段階的に外す加水分解

フィターゼは、フィチン酸のリン酸エステル結合を加水分解し、低リン酸化イノシトールと無機リンを生成します。この反応は一段階で全てのリン酸基を外す単純な反応ではなく、フィチン酸から順次リン酸基を取り外す連続的な脱リン酸化反応です。フィターゼ研究では、由来微生物や酵素タイプにより最初に切断される位置や反応速度、酸性条件での挙動が異なるため、飼料用途では「フィチン酸をどこで、どの程度、どれだけ速く分解できるか」が重要になります^[3]。

単胃動物飼料で特に重視されるのは、消化管上部での反応です。飼料中のフィチン酸が胃または前胃に相当する酸性環境で早期に分解されると、その後の腸管でミネラルやアミノ酸がフィチン酸に強く結合する機会が減ります。Aspergillus fumigatus WY-2由来の酸性・耐熱性フィターゼを扱った研究では、酸性条件と熱安定性が飼料酵素としての特徴に関係する要素として評価されています^[3]。

フィターゼはまた、飼料原料そのものの物理化学的性質に左右されます。フィチン酸は原料細胞構造の内部、タンパク質マトリックス、ミネラル複合体の中に存在するため、酵素が基質に接触できることが前提になります。小麦ふすま中フィチン酸の加水分解可能性を扱ったAspergillus terreus由来耐熱性フィターゼ研究では、実際の農産副産物中に含まれるフィチン酸を対象に、フィターゼの加水分解能力が検討されています^[4]。

耐熱性が重要な理由：飼料加工は酵素にとって厳しい

ペレット化・押出加工では熱、水分、せん断が重なる

飼料製造では、混合後にペレット化、押出、乾燥、冷却などの工程を経る場合があります。これらの工程では温度だけでなく、水分、保持時間、圧力、せん断、原料中ミネラルとの相互作用が同時にかかるため、タンパク質酵素であるフィターゼの立体構造が変化し、活性が低下する可能性があります。耐熱性フィターゼは、こうした加工ストレスに対する安定性を重視して選ばれる飼料酵素です^[5]。

ただし、「耐熱性」は無制限の加熱耐性を意味しません。研究論文で示される耐熱性は、特定の酵素、pH、温度、保持時間、保護成分、反応条件に依存します。Bacillus tequilensis Dm018由来の耐熱性・酸性フィターゼ研究では、培地最適化と酵素特性評価が扱われており、由来微生物や条件

によってフィターゼの安定性が大きく変わることが示唆されます^[5]。



Figure 2. 내열성 피타아제는 컨디셔닝, 펠leting 또는 압출 공정을 견뎌 섭취 후에도 피테이트 가수분해에 필요한 활성 효소가 남아 있도록 설계됩니다.

酸性安定性と耐熱性は別の性能軸である

飼料用フィターゼでは、熱に強いことと酸性条件で働くことの両方が重要ですが、両者は同じ性質ではありません。加工工程で必要なのは熱処理後にも酵素構造が保持されることであり、消化管内で必要なのは低pH環境でも基質に作用できることです。Aspergillus neonigerフィターゼを合理設計で改良した研究では、低pHでの触媒効率と最大活性の改善がテーマとされており、飼料酵素において酸性域での性能が独立した改良対象になっていることが分かります^[6]。

耐熱性と酸性安定性を両立させるには、タンパク質の折り畳み、表面電荷、金属イオン結合、ジスルフィド結合、糖鎖修飾など複数の構造因子が関わります。Bacillus由来の耐熱性フィターゼやAspergillus由来酸性フィターゼが別々に研究されるのは、飼料加工中の熱安定性と動物消化管内での反応性が、異なる選抜基準として扱われるためです^[7]。

飼料用フィターゼの主な対象：家禽、豚、水産飼料

家禽飼料：トウモロコシ・大豆粕主体配合でのリン利用性改善

ブロイラー、採卵鶏、七面鳥などの家禽飼料では、トウモロコシ、大豆粕、小麦副産物、米ぬかなど植物性原料が多く使われます。これらの原料に含まれるリンは分析値として存在しても、フィチン酸塩として結合している割合が高ければ、消化吸収されるリンとは一致しません。フィターゼ添加は、フィチン酸リンを加水分解し、無機リンとして利用可能にすることで、リン栄養設計の精度を高める目的で使われます^[1]。

家禽では骨格形成、卵殻形成、成長性能がリンとカルシウムのバランスに強く依存します。フィチン酸がカルシウムを結合すると、リンだけでなくカルシウム利用にも影響するため、フィターゼは単なるリン酵素ではなく、ミネラル栄養全体を調整するための飼料酵素として位置づけられます。Mucor indicus由来耐熱性フィターゼの研究が「poultry feed」の栄養効率改善を掲げていることは、家禽飼料が耐熱性フィターゼの主要な応用領域であることを示しています^[2]。

豚飼料：単胃動物で内因性分解が限られるフィチン酸への対応

豚も代表的な単胃動物であり、穀類と油粕を中心とする飼料ではフィチン酸リンの利用性が課題になります。豚の消化管にはフィチン酸を分解する内因性能力が一定程度存在しても、飼料中フィチン酸リンを十分に無機リンへ変換するには不足しやすく、外因性フィターゼの添加が実務的に意味を持ちます。飼料分野のフィターゼ解説でも、単胃動物ではフィチン酸リンの利用性が低く、外因性フィターゼが栄養利用を改善する酵素として説明されています^[1]。

豚用配合飼料では、成長段階ごとの可消化リン要求量に合わせて、植物性原料、無機リン源、カルシウム源、酵素添加を組み合わせます。フィターゼによってフィチン酸リンの一部が利用可能になると、飼料中の有効リンを再評価でき、過剰なリン供給を避ける設計に近づきます。これは排泄リンの低減にも関係し、養豚における栄養効率と環境負荷の両方に結びつく考え方です^[1]。

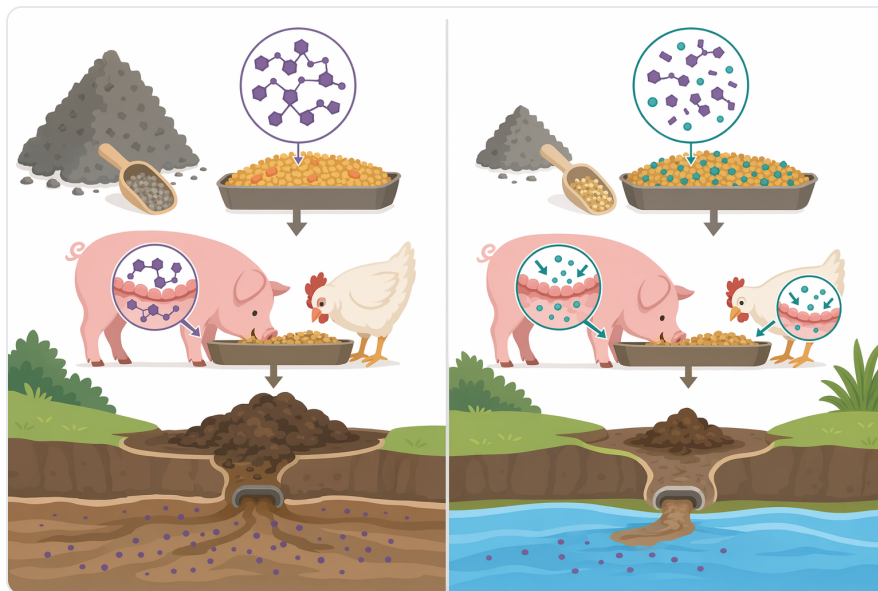


Figure 3. 상업용 피타아제는 동일한 CAS 식별번호를 공유할 수 있지만, 미생물 유래, 최초 공격 위치, pH 특성 및 가공 안정성은 서로 다를 수 있습니다.

水産飼料：植物性タンパク源の増加とフィチン酸対策

水産飼料では、魚粉の代替やコスト・持続可能性の観点から、大豆粕、小麦グルテン、菜種粕、その他植物性原料の利用が拡大してきました。しかし、植物性タンパク源を増やすほどフィチン酸の持ち込みも増えやすく、ミネラル利用、タンパク質消化、成長性能に影響する可能性があります。

フィターゼは、植物性原料を多く含む魚類飼料でフィチン酸を低減するための酵素技術として研究されています^[2]。

魚類では種によって消化管構造、胃の有無、pH、通過時間が異なるため、フィターゼに求められる条件も家禽・豚とは同一ではありません。耐熱性は押出ペレット製造に関連し、酸性または中性域での反応性は対象魚種の消化環境に関連します。農業副産物を用いた耐熱性フィターゼ生産や固定化フィターゼ研究が水産飼料・家禽飼料の栄養効率改善と結びつけて検討されているのは、この用途上の幅広さを反映しています^[2]。

由来微生物によるフィターゼの違い

フィターゼは、*Aspergillus*、*Bacillus*、*Pichia*、*Mucor*など多様な微生物から報告されています。由来が異なると、最適pH、熱安定性、基質親和性、金属イオンの影響、消化管内での挙動、加工工程後の残存性が変わります。したがって、「フィターゼ」という名称だけで性能を一括りにするのではなく、飼料用途では耐熱性、酸性域での反応、原料中フィチン酸への作用性を分けて理解する必要があります^[8]。

*Aspergillus*属由来フィターゼは、酸性条件での作用性が研究されることが多く、飼料消化管環境との親和性が重要視されます。*Aspergillus fumigatus* WY-2由来フィターゼでは、酸性かつ熱安定な酵素としてクローニング、発現、酵素特性が研究されており、*Aspergillus*系フィターゼが飼料用途で注目される理由を示しています^[3]。

*Bacillus*属由来フィターゼは、耐熱性や中性から弱酸性域での安定性に関連して研究されることがあります。*Bacillus subtilis* SP11由来耐熱性フィターゼの研究では、マスタードミールを基質として生産最適化が行われており、農業副産物を利用したフィターゼ生産と耐熱性酵素の応用可能性が扱われています^[7]。

*Pichia anomala*の細胞結合型フィターゼの研究では、酵母由来フィターゼの生産、特性、応用が扱われています。細胞結合型という形態は、分泌型酵素や精製酵素とは異なる応用上の特徴を持つため、フィターゼ技術が単一の酵素形態に限定されないことを示しています^[8]。

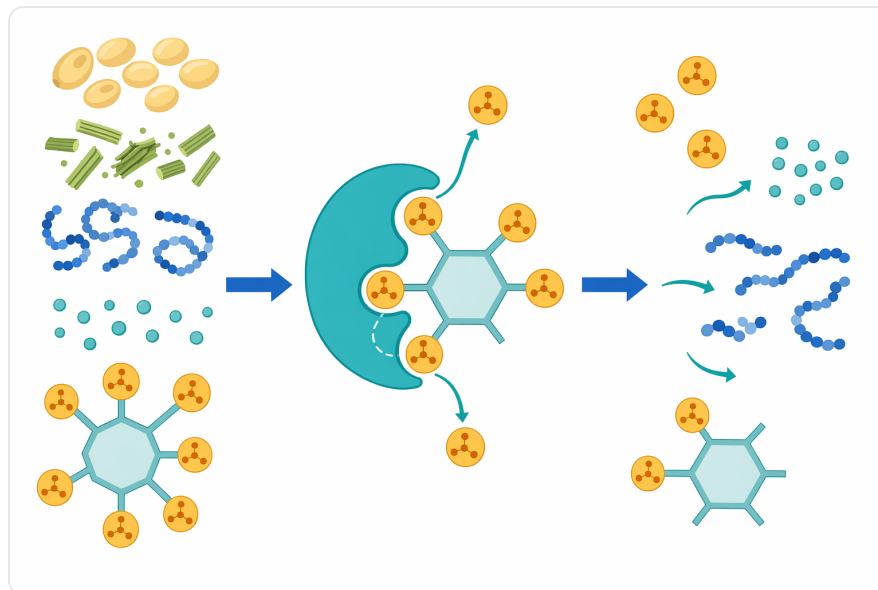


Figure 4. 피테이트의 단계적 탈인산화는 음전하 밀도를 낮추고 사료 매트릭스 내 미네랄 및 단백질과의 결합을 약화시킵니다.

フィターゼの研究例	主な焦点	飼料用途での意味
Aspergillus fumigatus WY-2由来フィターゼ	酸性・耐熱性、クローニング、発現、特性評価	胃内の酸性環境と加工熱への適合性を考える材料になる ^[3]
Aspergillus neoniger由来フィターゼ	低pHでの触媒効率と最大活性の合理設計	酸性域で早く作用する酵素設計の重要性を示す ^[6]
Bacillus subtilis SP11由来フィターゼ	耐熱性フィターゼの生産最適化	飼料加工に耐える微生物フィターゼの研究例になる ^[7]
Bacillus tequilensis Dm018由来フィターゼ	耐熱性・酸性フィターゼ、培地最適化	熱安定性と酸性条件の両面を評価する例になる ^[5]
Pichia anomala細胞結合型フィターゼ	細胞結合型酵素の特性と応用	フィターゼ利用形態の多様性を示す ^[8]
Mucor indicus由来フィターゼ	農業副産物を用いた生産・固定化、家禽飼料	栄養効率改善を目的とした飼料応用研究の例になる ^[2]

耐熱性フィターゼの技術的背景

タンパク質構造が熱安定性を左右する

酵素の耐熱性は、単に「高温に置いても壊れにくい」という性質ではなく、タンパク質立体構造の安定化に基づく性質です。疎水性コアの密度、表面電荷の分布、塩橋、水素結合、金属イオン結合、ジスルフィド結合などが構造保持に関わります。Bacillus属やAspergillus属の耐熱性フィターゼ研究では、こうした構造安定性が飼料加工条件への適合性に関係するため、単なる反応速度だけでなく熱処理後の機能維持が評価対象になります^[5]。

合理設計による改良研究も、フィターゼの産業利用で重要です。Aspergillus neonigerフィターゼの研究では、低pHでの触媒効率と最大活性を高めるための合理設計が扱われており、酵素分子の局所的なアミノ酸置換が反応性に影響し得ることを示しています。これは、フィターゼ性能が由来生物だけでなく、タンパク質工学によっても変化し得ることを意味します^[6]。

加工後に消化管で働くことが最終的な価値になる

耐熱性フィターゼの価値は、加熱に耐えること自体ではなく、加工後に動物の消化管でフィチン酸を分解できることにあります。飼料ペレットの製造中に酵素が完全に失活すれば、消化管内での作用は期待できません。一方、加工を通過しても、胃内pHで十分に反応しなければフィチン酸の抗栄養作用を抑える効果は限定されます。したがって、耐熱性、酸性安定性、基質接触性は一体で考える必要があります^[3]。

この点で、固定化フィターゼや細胞結合型フィターゼの研究は示唆的です。固定化や細胞表面結合は、酵素を安定化したり、特定環境での保持性を変えたりする技術として検討されますが、最終的には飼料原料中フィチン酸へのアクセスと消化管条件での反応性が問われます。Mucor indicus由来耐熱性フィターゼの固定化研究は、栄養効率改善に向けた安定化技術の一例として位置づけられます^[2]。

飼料配合上の利点：リン、ミネラル、排泄負荷を同時に考える

フィチン酸リンの利用性向上

フィターゼの最も直接的な利点は、フィチン酸に結合したリンを無機リンとして放出することです。これにより、原料中の総リンの一部が可利用リンとして扱いやすくなります。穀類・豆類を主体とする配合では、フィターゼ添加によって植物性原料由来リンの利用性を高めることができ、無機リン源への依存を下げる設計に寄与します^[1]。

ただし、フィターゼの効果は原料構成に依存します。フィチン酸が少ない配合では放出できるリンの余地が小さく、逆にふすま、米ぬか、油粕、豆類副産物などフィチン酸を多く含む原料が多い配合では、酵素が作用できる基質が増えます。小麦ふすま中フィチン酸を対象とした*Aspergillus terreus*由来耐熱性フィターゼ研究は、実原料中のフィチン酸分解が重要な応用テーマであることを示しています^[4]。



Figure 5. 피타아제는 가금류, 돼지 및 수산양식 사료 전반에 사용되어 식물성 결합 인과 관련 미네랄 영양 지표의 이용성을 향상시킵니다.

カルシウム・アミノ酸・エネルギー利用への波及

フィチン酸が分解されると、リン酸基を介したミネラルやタンパク質との結合が弱まり、リン以外の栄養素利用にも影響する可能性があります。飼料分野では、フィターゼ添加によってカルシウム、アミノ酸、エネルギーの利用性が改善する可能性があると言われています。これは、フィチン酸が消化管内で多価陰イオンとして振る舞い、栄養素と複合体を形成するためです^[1]。

実務的には、フィターゼを用いる場合、リンだけを孤立して考えるのではなく、カルシウムとの比率、ビタミンD栄養、微量ミネラル、タンパク質原料、消化管pHなども相互に関係します。過剰なカルシウムはフィチン酸カルシウム複合体の形成に関わる可能性があり、フィターゼの基質アクセスにも影響し得ます。したがって、フィターゼは配合飼料全体の栄養設計に組み込まれて初めて本来の価値を発揮します^[1]。

リン排泄低減への寄与

未分解のフィチン酸リンは消化管を通過し、糞中リンとして排泄されます。畜産排泄物中のリンは、地域によっては土壌蓄積や水域富栄養化の要因となるため、飼料中リンの過剰供給を避けることは環境面でも重要です。フィターゼは、原料中の既存リンをより有効に使うことで、未利用リン

の排泄を抑える方向に寄与します^[1]。

この環境面の利点は、配合設計の精密化と不可分です。フィターゼを添加しても、利用可能リンとして評価せずに無機リンを従来通り過剰に加えれば、排泄リン低減効果は限定されます。逆に、フィターゼの作用を前提に有効リンを見直すことで、動物要求量を満たしながら余剰リンを抑える設計が可能になります。耐熱性フィターゼは、加工後の酵素機能を確保しやすくすることで、この栄養・環境上の設計を支える役割を持ちます^[1]。

使用場面別の考え方

ペレット飼料での利用

ペレット飼料では、混合工程で酵素を均一に分散させた後、蒸気調質や成形を経ることがあります。熱履歴が強いほど酵素には負担がかかるため、耐熱性フィターゼが選ばれる理由になります。とはいえ、ペレット温度、保持時間、水分、原料組成、油脂添加、冷却速度などによって実際の酵素保持は変化するため、耐熱性は加工条件全体との組み合わせで理解されるべき性質です^[5]。

ペレット化の利点は、飼料の嗜好性、取り扱い性、粉じん低減、選り食い防止にあります。耐熱性フィターゼは、こうしたペレット加工飼料に組み込みやすい選択肢として位置づけられます。ただし、フィターゼの最終目的はペレット中に存在することではなく、摂取後に消化管内でフィチン酸に接触して加水分解することです^[3]。

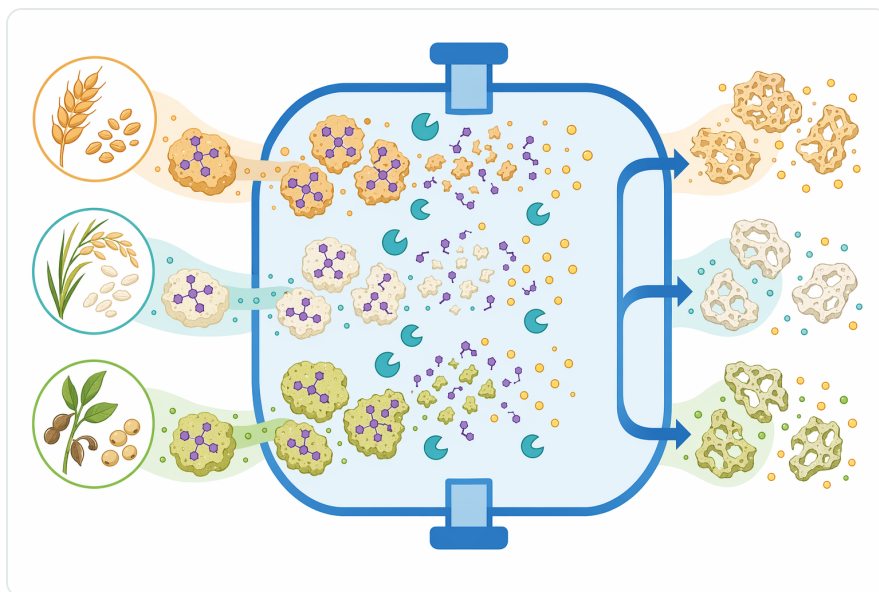


Figure 6. 피타아제는 피테이트 함량이 높은 겨와 식물성 부산물에 적용하여 사료 사용 전 또는 사료 내에서 온전한 피테이트를 줄일 수 있습니다.

植物性原料を多く含む配合での利用

フィターゼの基質はフィチン酸であるため、植物性原料の割合が高い飼料ほど、酵素が作用できる基質が多くなります。トウモロコシ、大豆粕、小麦、ふすま、米ぬか、菜種粕、ひまわり粕などを含む配合では、フィチン酸リンの可利用化が栄養設計上の焦点になります。小麦ふすまを対象にした耐熱性フィターゼ研究は、実際の飼料副産物中フィチン酸を加水分解する応用可能性を示す例です^[4]。

植物性副産物では、原料ごとにフィチン酸含量、繊維、タンパク質、ミネラル、内在性酵素活性が異なります。たとえば米ぬかやふすまはフィチン酸を多く含む傾向があり、油粕類ではタンパク質供給と同時にフィチン酸負荷が問題になります。フィターゼは、これらの原料をより栄養的に使いやすくするための酵素として活用されます^[1]。

発酵飼料・副産物価値向上との関係

フィターゼは、完成飼料への添加だけでなく、発酵処理や農業副産物の価値向上とも関係します。微生物がフィターゼを生産することで、発酵基質中のフィチン酸が部分的に分解され、飼料原料としての利用性が変化する可能性があります。Aspergillus terreus由来耐熱性フィターゼの研究では、小麦ふすま中フィチン酸の加水分解が扱われており、農産副産物の栄養価向上にフィターゼが関わることを示しています^[4]。

Bacillus subtilis SP11由来フィターゼ研究では、マスタードミールを基質として耐熱性フィターゼ生産を最適化する取り組みが報告されています。これは、農業副産物を酵素生産基質として利用する研究であり、飼料産業における副産物利用、酵素技術、栄養改善が相互に関連していることを示します^[7]。

一般的なフィターゼと耐熱性フィターゼの比較

観点	一般的なフィターゼ	耐熱性フィターゼ
主な目的	フィチン酸を加水分解し、リンを放出する	同じ作用に加え、飼料加工中の熱負荷後にも機能を維持しやすくする
加工適性	熱処理条件によって活性低下を受けやすい場合がある	ペレット化・押出などを想定して熱安定性が重視される
消化管での重要条件	pH、基質接触、通過時間	pH、基質接触、通過時間に加えて加工後の残存機能
研究上の焦点	反応性、pH特性、基質特異性	熱安定性、酸性安定性、構造安定化、酵素工学

観点	一般的なフィターゼ	耐熱性フィターゼ
飼料用途での意味	フィチン酸リンの利用性向上	加工飼料でもフィターゼ効果を保持しやすくする

耐熱性フィターゼは、一般的なフィターゼの上位概念ではなく、飼料加工という特定の制約に適合させた選択肢です。加熱をほとんど受けない飼料では酸性域での反応性や基質アクセスがより重要になる場合もあります。一方、ペレット化や押出を経る飼料では、加工後に消化管で働けるだけの安定性が不可欠になります^[5]。

この比較で重要なのは、耐熱性が単独で効果を保証するわけではない点です。どれほど熱に安定でも、消化管pHで十分に反応しなければフィチン酸分解は進みにくく、逆に酸性で高活性でも加工中に失活すれば摂取時に機能しません。Aspergillus neonigerの低pH性能改良研究やBacillus tequilensisの耐熱性・酸性フィターゼ研究は、飼料用途で複数の性能軸が同時に検討される理由を示しています^[6]。

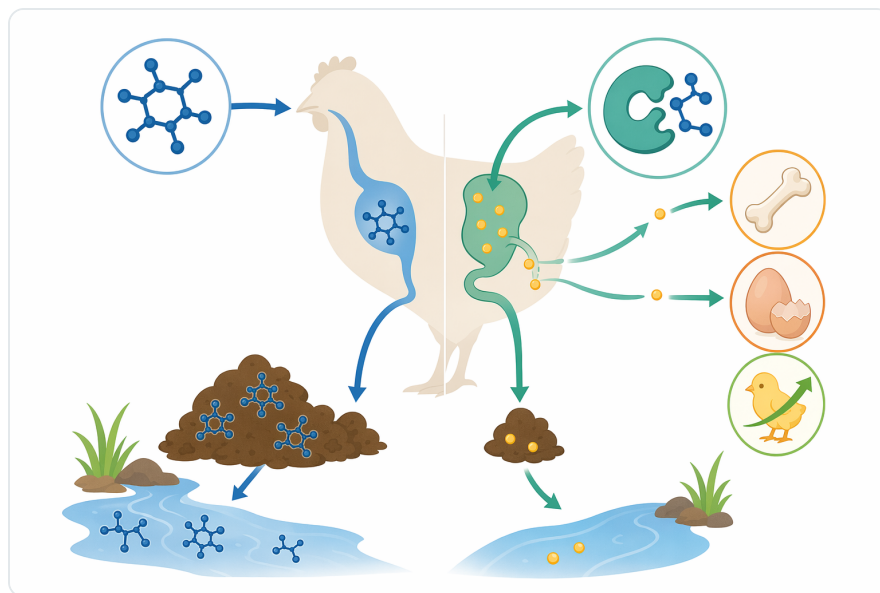


Figure 7. 피타아제는 식물성 결합 인이 배설되기 전에 이를 방출함으로써, 식단이 그에 맞게 배합될 경우 더 많은 인이 흡수 가능한 영양소 풀로 이동하도록 할 수 있습니다.

Enzymes.bio供給品としての理解

Enzymes.bioのThermostable Phytase Enzyme For Animal Feed CAS 37288-11-2は、フィチン酸分解、リン利用性改善、飼料加工適性という3つの実務的関心に対応する飼料用酵素として位置づけられます。製品は1 kg単位でオンラインから直接購入でき、注文処理時にCoAおよびSDSが提供さ

れます。Enzymes.bioは製造業者または研究所ではなく、B2B向けに酵素製品を供給するオンライン販売業者です。

本稿で挙げた文献は、Aspergillus、Bacillus、Pichia、Mucorなど個別の微生物由来フィターゼを扱っています。これらの研究は、フィターゼがフィチン酸を加水分解する機序、酸性条件や熱安定性が重要である理由、植物性飼料原料の栄養改善に関わる背景を示すものです。一方で、各論文の酵素とEnzymes.bio供給品は同一とは限らないため、引用は製品固有性能の直接証明ではなく、用途理解のための科学的背景として読む必要があります^[3]。

まとめ：耐熱性フィターゼは植物性飼料のリン利用を高める実用酵素

Thermostable Phytase Enzyme For Animal Feed CAS 37288-11-2は、植物性飼料原料中のフィチン酸／フィチン酸塩を分解し、単胃動物が利用しにくいリンを無機リンとして放出する目的で使われる飼料用耐熱性フィターゼです。フィターゼの価値は、リンの可利用化だけでなく、フィチン酸によるミネラル・タンパク質結合を弱め、飼料全体の栄養利用性と排泄リン低減に寄与し得る点にあります^[1]。

耐熱性は、ペレット化や押出など熱を伴う飼料加工で酵素機能を維持しやすくするための重要な性質です。ただし、飼料用途で最終的に重要なのは、加工後に消化管内でフィチン酸へ接触し、適切なpH環境で加水分解できることです。Aspergillus、Bacillus、Pichia、Mucor由来フィターゼの研究は、耐熱性、酸性域での反応、固定化、農業副産物利用など、飼料用フィターゼ技術の幅広い科学的基盤を示しています^[6]。

Enzymes.bioは、本製品を1 kg単位でオンライン直接販売する供給業者です。注文時にはCoAおよびSDSが併せて提供されます。本記事は、動物飼料向け耐熱性フィターゼを検討する際に、フィチン酸分解の機序、飼料加工で耐熱性が求められる理由、家禽・豚・水産飼料での用途を理解するための技術的解説として位置づけられます。

Thermostable Phytase Enzyme For Animal Feed Cas 37288-11-2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。

[Thermostable Phytase Enzyme For Animal Feed Cas 37288-11-2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 An Ally In Animal Feed When Properly Used. *Nutrinsews*.
2. Venkataraman, S., Raj, K. M., Vivek, S., Johnson, B., & Vaidyanathan, V. (2025). Enhanced Nutritional Efficiency in Poultry Feed: Optimized Production and Immobilization of Thermostable Phytase from *Mucor indicus* Using Agricultural By-Products. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 197, 4351 - 4367.
3. Wang, Y., Xiao-Gao, Su, Q., Wu, W., & An, L. (2007). Cloning, Expression, and Enzyme Characterization of an Acid Heat-Stable Phytase from *Aspergillus fumigatus* WY-2. *Current Microbiology*, 55, 65-70.
4. Yassin, M. A., Mohsen, E. H., George, N., Marawan, M. A., El-Sayed, A. S. A., & El-Demerdash, M. M. (2025). Bioprocessing and characterization of thermostable phytase from *Aspergillus terreus*, an endophyte of *Catharanthus roseus*, with a potential activity to hydrolyze phytic acid in wheat bran. *BMC Biotechnology*, 25.
5. Badoei-dalfard, A., Parhamfar, M., & Karami, Z. (2019). Characterization of a Thermostable, Acidic-Phytase from *Bacillus tequilensis* Dm018; Medium Optimization by Response Surface Methodology. *Catalysis Letters*, 149, 2961 - 2972.
6. Zhou, S., Liu, Z., Xie, W., Yu, Y., Ning, C., Yuan, M., & Mou, H. (2019). Improving catalytic efficiency and maximum activity at low pH of *Aspergillus neoniger* phytase using rational design. *International Journal of Biological Macromolecules*, 131, 1117-1124.
7. Khan, M. A. M., Akhter, S., Arif, T., Mian, M., Mamun, M. A. A., Karim, M., & Khan, S. N. (2025). The Production Optimization of a Thermostable Phytase from *Bacillus subtilis* SP11 Utilizing Mustard Meal as a Substrate. *Fermentation*.
8. Vohra, A., Kaur, P., & Satyanarayana, T. (2010). Production, characteristics and applications of the cell-bound phytase of *Pichia anomala*. *Antonie van Leeuwenhoek*, 99, 51-55.

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。