

# Plant Proteolytic Enzyme Wheat Gluten Flour Special Enzyme : 小麦グルテン粉・とうもろこし・米加水分解向け植物性プロテアーゼ

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

## Plant Proteolytic Enzyme Wheat Gluten Flour Special Enzyme For Corn And Rice

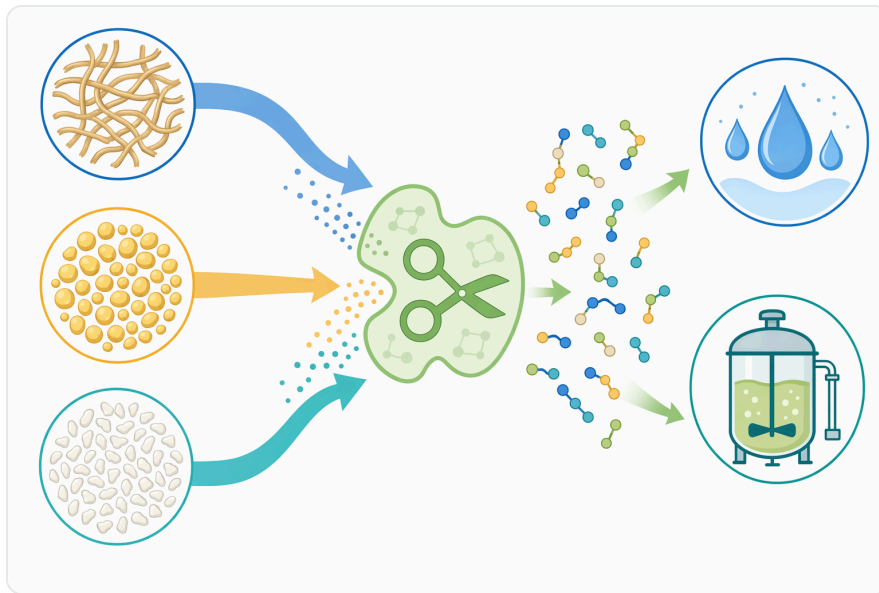
**Hydrolysis** は、小麦グルテン粉を中心に、とうもろこし・米など穀物由来原料のたんぱく質画分をペプチド化し、分散性、粘度、呈味、発酵適性、後工程での扱いやすさを調整するための植物性プロテアーゼ製品です。プロテアーゼはペプチド結合を切断するため、穀物マトリクス内のたんぱく質ネットワークを緩め、でんぷんや多糖類の加水分解工程にも間接的に影響します。Enzymes.bio は本製品の供給業者であり、製品はオンラインで 1 kg 単位から購入でき、CoA と SDS は注文時に併せて提供されます。

## 製品の位置づけ：穀物たんぱく質を「分解しやすい素材」へ変えるプロテアーゼ

本製品は、小麦グルテン粉、とうもろこし由来たんぱく質、米由来たんぱく質を含む穀物原料の加水分解工程に向けた植物性プロテアーゼです。ここでいう加水分解とは、たんぱく質のペプチド結合を酵素的に切断し、巨大なたんぱく質凝集体をより短いペプチドや遊離アミノ酸を含む混合物へ変換する操作を指します。穀物原料では、たんぱく質が単独で存在するのではなく、でんぷん粒、細胞壁成分、脂質、ポリフェノール、灰分などと複合したマトリクスを作るため、プロテアーゼ処理は単なる「たんぱく質の低分子化」ではなく、原料全体の水和、流動性、酵素アクセス性を変える工程として機能します<sup>[1]</sup>。

小麦グルテン粉は、グリアジンとグルテニンを主成分とする粘弾性の高いたんぱく質素材です。パン生地ではこの粘弾性が構造形成に役立ちますが、加水分解物、調味素材、発酵栄養源、植物性食品用ペプチド素材を作る場合には、凝集、粘度上昇、分散不良、ろ過性低下、苦味生成といった工程課題につながります。プロテアーゼは、グルテンネットワークを構成するたんぱく質鎖を切断することで、分子量分布、表面疎水性、分散状態、酵素消化性を変化させます。グルテンおよびその加水分解物が小麦でんぷんの酵素消化性に影響することも示されており、たんぱく質処理はでんぷん加水分解工程の挙動にも関係します<sup>[1]</sup>。

とうもろこし原料では、ゼイン系たんぱく質が疎水性を示しやすく、水系処理で分散しにくいことがあります。米原料でも、米たんぱく質は一般に溶解性が低く、粉末飲料、植物性食品、発酵原料、穀物加水分解液で口当たりや懸濁安定性の課題となる場合があります。とうもろこしや米の「加水分解」では、でんぷん分解酵素が主役になる工程も多い一方、プロテアーゼはたんぱく質膜や凝集体を部分的に崩し、でんぷん、多糖、たんぱく質が混在するスラリーの反応性と物性を整える補助的な役割を持ちます。でんぷんや藻類多糖を加水分解する糖質関連酵素の研究でも、基質構造と酵素アクセス性が加水分解効率に大きく関わることを示されています<sup>[2]</sup>。



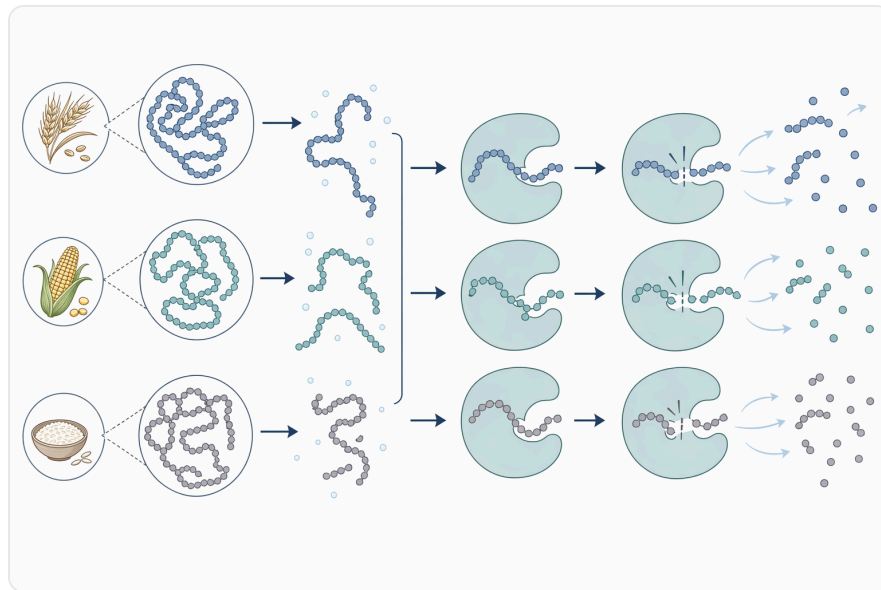
**Figure 1.** 이 제품은 밀 글루텐, 옥수수 단백질 분획, 쌀 단백질을 더 잘 분산되는 펩타이드 함유 시스템으로 변형하는 프로테아제로 포지셔닝되어 있다.

Enzymes.bio は本製品を供給する販売者であり、製造業者または研究機関として本記事を提示しているわけではありません。本記事は、穀物たんぱく質加水分解におけるプロテアーゼの機序と、食品・発酵・植物性原料加工で想定される使い方を整理する技術解説です。製品はオンラインで1 kg 単位にて購入でき、注文時には CoA と SDS が提供されます。

## 作用機序：ペプチド結合の切断が粘度・分散性・味を変える

プロテアーゼは、たんぱく質中のペプチド結合を加水分解する酵素です。穀物たんぱく質は水中で完全に単分子分散するとは限らず、疎水性相互作用、水素結合、ジスルフィド結合、でんぷん粒表面への吸着、細胞壁成分との物理的絡み合いによって凝集構造を作ります。プロテアーゼ処理によりたんぱく質鎖が短くなると、凝集体の保持力が弱まり、スラリーの粘度、粒子径、沈降性、加熱時のゲル化挙動が変わります。小麦グルテンとその加水分解物がでんぷんの *in vitro* 酵素消化性に影響することは、たんぱく質画分の状態が穀物マトリクス全体の酵素反応を左右する例です<sup>[1]</sup>。

小麦グルテンでは、グリアジンが伸展性、グルテニンが弾性に大きく関わり、両者が水和と混合によって強いネットワークを形成します。加水分解が浅い段階では、大きなペプチド断片が残り、粘弾性が部分的に維持される場合があります。加水分解が進むと、ネットワークを維持する長鎖構造が減少し、可溶性ペプチドが増加します。その結果、原料は高粘度のグルテン分散液から、より流動性のあるペプチド含有液へ近づきます。ただし、加水分解が進みすぎると、疎水性短鎖ペプチドに由来する苦味、後味、収斂感が目立つことがあり、最終用途に応じた分解度の管理が重要です。植物由来プロテアーゼであるブロメラインやパパインを用いた研究では、小麦ふすま由来グルテンの免疫反応性低減が検討されており、プロテアーゼがグルテンエピトープを含むペプチド構造を変化させることが示されています<sup>[3]</sup>。



**Figure 2.** 단백질 분해 효소는 곡물 단백질의 펩타이드 결합을 절단하여 사슬 길이를 줄이고 수화성, 용해도, 점도, 계면 거동을 변화시킨다.

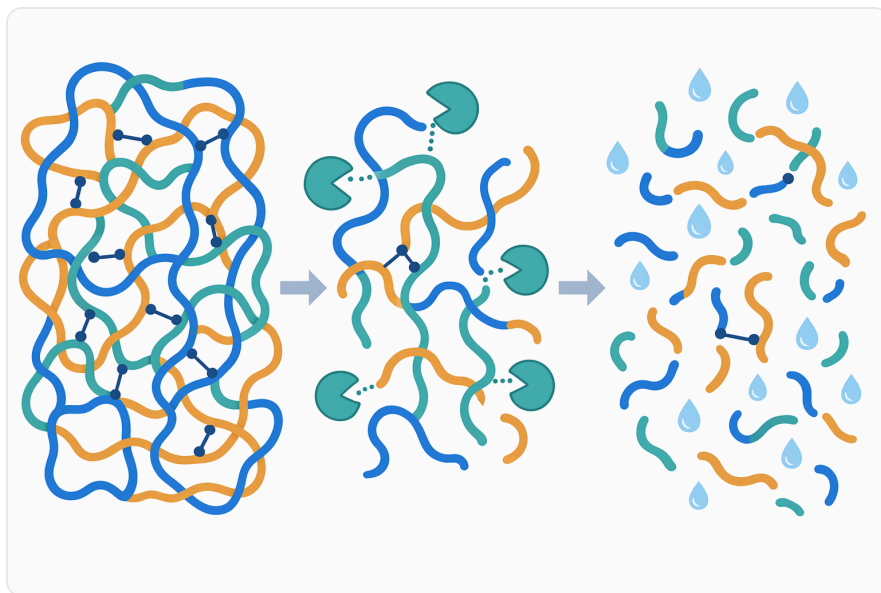
とうもろこしでは、ゼインが水に溶けにくく、アルコール可溶性を示す疎水性たんぱく質として知られます。穀物加水分解工程でゼイン様たんぱく質が粗大凝集体として残ると、液相の均一性、ろ過、乾燥、粉末化後の再分散性に影響します。プロテアーゼは、こうした疎水性たんぱく質の一部を短鎖ペプチドへ変え、分散しやすい画分を増やす方向に働きます。高アミロースとうもろこしを用いたグルテンフリーパスタの研究では、とうもろこし原料の構造、栄養性、加工品質のバランスが重要であることが示されており、とうもろこし系素材ではでんぷん構造とたんぱく質画分の双方を考慮した設計が必要です<sup>[4]</sup>。

米原料では、発芽、浸漬、加熱、粉碎などの前処理により、内在酵素活性、でんぷん加水分解、粉体特性、パン品質が変わることが報告されています。長粒玄米の発芽条件に関する研究では、酵素活性とでんぷん加水分解の変化が米粉の性質やパン品質に関連していました<sup>[5]</sup>。外部添加のプロテ

アーゼを使う場合も、米たんぱく質だけでなく、でんぷん糊化状態、粒度、水分、熱履歴が反応結果を左右します。したがって、米加水分解向けプロテアーゼの価値は、たんぱく質の低分子化に加えて、米スラリーや米粉ベース配合の加工しやすさを調整する点にあります。

## 小麦グルテン粉での意味：でんぷん消化性、ペプチド生成、免疫反応性との関係

小麦グルテン粉は、たんぱく質含量が高く、吸水後に強いネットワークを形成するため、酵素処理の対象として特徴的です。プロテアーゼがグルテンを切断すると、可溶化したペプチドが増え、グルテン凝集体が緩みます。この変化は、調味料、発酵栄養源、植物性たんぱく質素材のように「溶かす」「分散させる」「反応させる」ことが求められる用途で有用です。同時に、グルテン加水分解物はでんぷん消化酵素の働きにも影響し得ます。Xu らの研究では、グルテンおよびグルテン加水分解物が小麦でんぷんの酵素消化性を変える機序が検討されており、たんぱく質分解物がでんぷん粒やアミラーゼ作用に関与することが示されています<sup>[1]</sup>。



**Figure 3.** 부분적인 단백질 분해는 연속적인 글리아딘-글루테닌 네트워크를 약화시켜 밀 글루텐 가루가 더 쉽게 수화되고 분산되도록 할 수 있다.

グルテン由来ペプチドは、でんぷん分解を促進するだけでなく、条件によっては阻害的に働く場合もあります。Xiong らは、小麦グルテン由来ペプチドが *in vitro* で小麦でんぷんのアミロリシスを阻害する作用を検討しており、ペプチドがでんぷん消化酵素や基質表面と相互作用する可能性を示しています<sup>[6]</sup>。これは、プロテアーゼ処理が単純に「加水分解を速める」だけではないことを意味します。工程内で望ましいのは、最終製品の目的に合ったペプチド分布と物性であり、でんぷん糖化、発酵、食品食感、栄養設計のどこを重視するかによって、最適な反応の深さは変わります。

グルテンの免疫反応性については、食品安全や表示に関わるため慎重な表現が必要です。プロメラインとパインを用いた研究では、小麦ふすま中グルテンの免疫原性低減が検討され、植物酵素処理がグルテン関連エピトープの低減に使える可能性が示されています<sup>[3]</sup>。ただし、これは特定条件下の研究結果であり、本製品がグルテン除去、グルテンフリー化、医療用途、アレルギー対応を保証するものではありません。プロテアーゼでグルテンが断片化しても、免疫反応性を持つペプチドが残る可能性はあり、食品表示やアレルゲン管理は製品設計上の別課題として扱う必要があります。

## とうもろこし・米加水分解での役割：たんぱく質画分の制御が糖化と物性を支える

とうもろこしと米の加水分解という言葉は、多くの場合、でんぷんをデキストリン、マルトース、グルコースなどへ変換する糖化工程を連想させます。しかし実際の穀物原料には、でんぷん以外にたんぱく質、脂質、細胞壁多糖、灰分が含まれます。たんぱく質がでんぷん粒を覆ったり、加熱時に凝集したり、スラリーの粘度を高めたりすると、糖質分解酵素のアクセス性や後工程の分離性に影響します。糖質関連酵素によるでんぷん加水分解の研究でも、基質の物理構造と酵素アクセス性は反応効率を左右する重要因子です<sup>[2]</sup>。

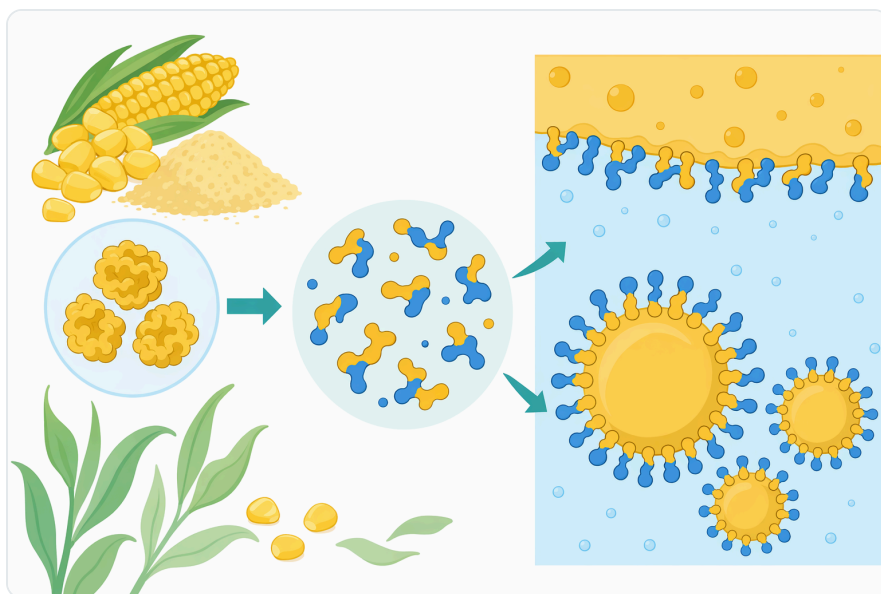


Figure 4. 프로테아제 처리는 제인 함량이 높은 옥수수 단백질의 분자 크기를 줄이고, 소수성 및 친수성 표면의 균형을 변화시킬 수 있다.

とうもろこし原料では、ゼイン系たんぱく質の疎水性と凝集性が問題になりやすく、プロテアーゼ処理により可溶化ペプチドを増やすことで、スラリーの均質性や後工程の扱いやすさが改善される可能性があります。高アミロースとうもろこしを用いたグルテンフリーパスタ研究では、栄養的利点を維持しながら品質を確保するには、原料の構造特性、でんぷん挙動、食品マトリクス形成を総

合的に調整する必要があることが示されています<sup>[4]</sup>。プロテアーゼはこの設計の中で、たんぱく質ネットワークの硬さ、粒子間結着、食感、消化酵素へのアクセス性を変える補助酵素として位置づけられます。

米原料では、発芽や酵素活性の変化がでんぷん加水分解と粉体特性に影響することが報告されています。長粒玄米の発芽条件に関する研究では、酵素活性の変化が米粉の機能性とパン品質に関連しており、米マトリクスでは内在酵素と外部処理条件が品質形成に深く関わります<sup>[5]</sup>。外部添加の植物性プロテアーゼを使う場合、米たんぱく質のペプチド化により、粉末食品、米飲料、発酵液、植物性食品ベースでのざらつき、沈殿、凝集、口当たりを調整しやすくなる可能性があります。

米ととうもろこしを用いた発酵酒や伝統的発酵食品でも、でんぷん糖化とたんぱく質分解は同時に進むことが多く、香味や発酵性に影響します。ベトナムの加熱もち米を用いる伝統的アルコール製造技術に関する研究では、工業用酵素の応用が検討され、米でんぷんの糖化と発酵プロセスの効率化が論じられています<sup>[7]</sup>。プロテアーゼは主にたんぱく質画分に作用しますが、発酵ではペプチドやアミノ酸が酵母・麹菌・乳酸菌などの窒素源や風味前駆体となるため、糖化酵素とは異なる価値を持ちます。

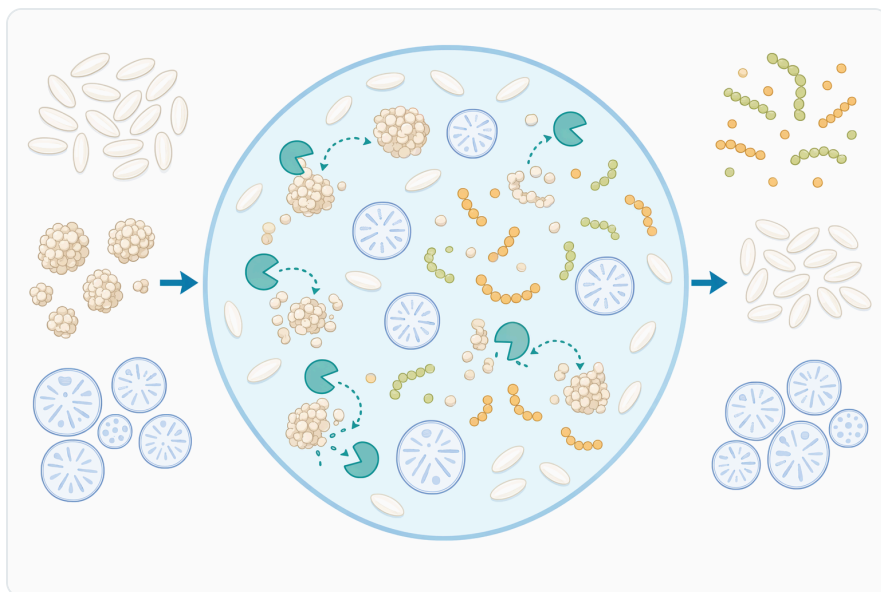


Figure 5. 쌀 시스템에서 이 효소는 쌀 단백질을 변형하며, 아밀라아제처럼 전분을 전환하는 역할은 하지 않는다.

## 穀物マトリクスでプロテアーゼが変える主要品質

以下の表は、小麦グルテン粉、とうもろこし、米の加水分解用途で、植物性プロテアーゼが関与しやすい品質項目を整理したものです。効果は原料、前処理、加熱履歴、固形分、pH、温度、反応時間、共存する糖質分解酵素の有無によって変わります。

原料・工程	主なたんぱく質上の課題	プロテアーゼ処理で起こる変化	実務上の意味
小麦グルテン粉	強い粘弾性、凝集、分散不良、苦味ペプチド生成リスク	グリアジン・グルテニンの部分分解、可溶性ペプチド増加、ネットワーク緩和	調味素材、発酵栄養源、植物性ペプチド素材、スラリー流動性調整
小麦でんぷんを含む配合	グルテンがでんぷん粒やアミラーゼ作用に影響	グルテン加水分解物がでんぷん酵素消化性を変化	糖化、消化性設計、食品食感に影響し得る
とうもろこし原料	ゼイン系たんぱく質の疎水性、凝集、沈殿	疎水性たんぱく質の部分ペプチド化、分散性変化	スラリー均一化、後工程の扱いやすさ、発酵窒素源の調整
米原料	米たんぱく質の低溶解性、粉っぽさ、沈殿	米たんぱく質の低分子化、懸濁安定性・口当たりの変化	米飲料、米粉食品、発酵液、植物性食品の物性調整
穀物発酵	可利用窒素不足、香味前駆体の不足	ペプチド・アミノ酸の増加	発酵進行、香味形成、酵母・微生物栄養の補助

グルテン由来ペプチドは、でんぷん分解酵素の働きに影響することが報告されており、表中の「でんぷん酵素消化性」への影響は小麦配合で特に重要です。グルテンペプチドがアミロリシスを阻害する研究結果は、プロテアーゼ処理が糖化を常に単純に促進するわけではなく、生成ペプチドの性質まで考慮すべきことを示しています<sup>[6]</sup>。

## 食品・発酵・植物性素材で期待される用途

小麦グルテン粉の加水分解では、プロテアーゼにより高分子グルテンをより扱いやすいペプチド混合物へ変換できます。用途としては、うま味やコクを持つ調味ベース、発酵用窒素源、植物性食品の味調整素材、ペプチド含有粉末、穀物加水分解液などが考えられます。グルテン加水分解物ではでんぷん消化性にも影響するため、糖化工程や焼成食品、麺類、ペースト状食品では、たんぱく質分解とでんぷん挙動を別々ではなく一体として見る必要があります<sup>[1]</sup>。

とうもろこし用途では、コーングルテン、とうもろこし粉、とうもろこし由来副産物を含む原料で、たんぱく質画分の分散性や発酵適性の調整が主な目的になります。高アミロースとうもろこしのように、でんぷん構造が最終品質に強く関与する原料では、プロテアーゼはでんぷん分解酵素の代替ではなく、たんぱく質マトリクスを整える補助酵素として使われます。グルテンフリーパスタ研究で示されるように、とうもろこし原料の品質設計では、栄養性、消化性、食感、加工耐性の同時最適化が課題になります<sup>[4]</sup>。



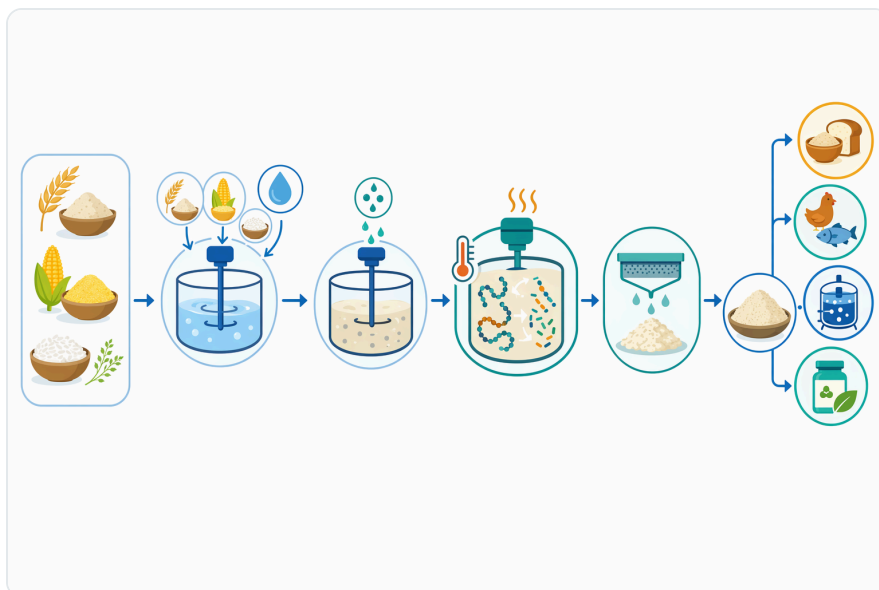
**Figure 6.** 효소 종류에 따라 표적이 되는 곡물 기질이 다르며, 프로테아제는 단백질에 작용하는 반면 아밀라아제, 셀룰라아제, 자일라나아제, 피타아제는 곡물의 다른 성분을 처리한다.

米用途では、米たんぱく質の低溶解性や粉っぽさを緩和し、米飲料、米粉ベース食品、発酵液、植物性ヨーグルト様食品、植物性チーズ様食品、穀物調味液などで均一性と口当たりを調整する目的が考えられます。発芽玄米研究が示すように、米では酵素活性とでんぷん加水分解が粉体特性や加工品質に連動します<sup>[5]</sup>。外部添加プロテアーゼを用いる場合も、米たんぱく質だけでなく、糊化でんぷん、脂質、繊維、粒度分布が反応結果を変えるため、穀物全体のマトリクス制御として理解することが重要です。

発酵分野では、プロテアーゼ処理により生成したペプチドやアミノ酸が微生物の窒素源や香味前駆体として働く可能性があります。加熱もち米を用いる伝統的アルコール製造に工業用酵素を応用した研究では、米原料の酵素処理が糖化・発酵プロセスの改善に結びつく可能性が示されています<sup>[7]</sup>。プロテアーゼは糖を直接作る酵素ではありませんが、発酵液中の可利用窒素、ペプチド組成、香味形成に関わるため、糖化酵素と組み合わせた穀物発酵設計で意味を持ちます。

## 植物性プロテアーゼを使う際の技術的な考え方

植物性プロテアーゼ処理で重要なのは、原料中のたんぱく質を「どこまで分解するか」です。浅い加水分解では、粘弾性や粒子構造がある程度残る一方、溶解性や分散性の改善は限定的です。中程度の加水分解では、可溶性ペプチドが増え、スラリーの流動性、発酵適性、呈味が変わります。深い加水分解では、低分子ペプチドや遊離アミノ酸が増えますが、苦味、後味、浸透圧、褐変反応、乾燥時の吸湿性などが問題になる場合があります。グルテンペプチドがでんぷんアミロリシスに影響する研究は、ペプチドの量だけでなく性質が重要であることを示しています<sup>[6]</sup>。



**Figure 7.** 제어된 곡물 단백질 가수분해에는 일반적으로 기질 수화, 적합한 조건 설정, 효소 첨가, 가수분해 정도 모니터링, 그리고 후속 기능성 검증이 필요하다.

処理条件では、基質濃度、水和状態、熱履歴、混合、pH、温度、保持時間が結果を大きく左右します。ただし、ここでは特定の活性単位、分析法、活性定義、グレードを示すことはしません。実際の工程では、目的が「粘度低下」なのか、「ペプチド生成」なのか、「発酵性向上」なのか、「口当たり改善」なのかによって、望ましい反応の終点が異なります。でんぷん加水分解を主目的とする場合には、アミラーゼ、グルコアミラーゼ、プルラーゼなど糖質分解酵素との役割分担も考慮されます。プルラーゼによる甘藷でんぷんの加水分解研究では、枝切り酵素処理がゆっくり消化されるでんぷん形成に影響することが示されており、糖質酵素とプロテアーゼでは作用点が異なることが分かります<sup>[8]</sup>。

穀物マトリクスでは、細胞壁の残存、繊維、脂質、フェノール性化合物も酵素反応に影響します。豆類粉を用いたグルテンフリーパン研究では、細胞壁の完全性が物理化学的品質と *in vitro* でんぷん加水分解に関わることが検討されています<sup>[9]</sup>。同様に、とうもろこしや米の粉碎度、外皮画分、ぬか成分、繊維の残存は、プロテアーゼがたんぱく質へ到達する効率や、生成ペプチドの分散状態に影響し得ます。したがって、プロテアーゼは単独で最終品質を決めるのではなく、前処理、加熱、糖化、発酵、分離、乾燥と連動して機能します。

## でんぷん加水分解との関係：プロテアーゼは糖化酵素の代替ではない

本製品名には corn and rice hydrolysis とありますが、植物性プロテアーゼは主にたんぱく質へ作用する酵素です。とうもろこしや米の主成分であるでんぷんを直接分解する中心酵素は、通常、 $\alpha$ -アミラーゼ、グルコアミラーゼ、プルラーゼなどの糖質分解酵素です。プロテアーゼは、たんぱく質

膜や凝集体を緩め、でんぷん粒や糊化でんぷんを含むスラリーの物性を変え、糖化酵素が働くマトリクス環境に間接的な影響を与える酵素として理解するのが適切です。糖質活性酵素の研究では、でんぷんや多糖の加水分解において酵素特異性と基質構造が重要であることが示されています<sup>[2]</sup>。

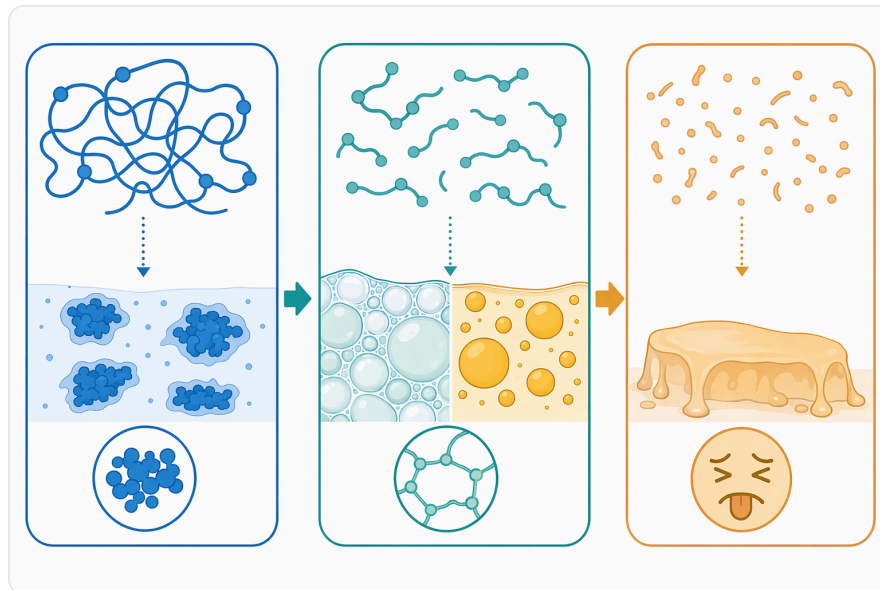


Figure 8. 적당한 가수분해는 분산성과 표면 활성을 개선할 수 있지만, 과도한 가수분해는 조직감을 악화시키거나 쓴맛을 유발할 수 있다.

小麦食品、パスタ、グルテンフリー食品の消化研究でも、食品構造と唾液 $\alpha$ -アミラーゼなどの酵素作用の関係が注目されています。白パン、小麦ベースパスタ、グルテンフリーパスタの消化を比較した研究では、食品マトリクス中での唾液 $\alpha$ -アミラーゼの寄与が検討され、でんぷん消化が食品構造に左右されることが示されています<sup>[10]</sup>。この観点から見ると、プロテアーゼはでんぷんを切る酵素ではないものの、たんぱく質ネットワークを変えることで、でんぷん分解酵素が接触する物理環境を変える可能性があります。

一方で、グルテンペプチドが小麦でんぷんのアミロリシスを阻害するという報告もあります<sup>[6]</sup>。これは、プロテアーゼ処理が糖化工程に対して常に正の効果を示すとは限らないことを意味します。生成したペプチドがアミラーゼと相互作用したり、でんぷん表面へ吸着したりする場合、分解速度が変わる可能性があります。したがって、とうもろこし・米の糖化液製造、発酵用糖液、穀物シロップ、米発酵飲料などでは、プロテアーゼ処理の目的を「たんぱく質由来の工程課題を緩和すること」と明確にし、糖質分解酵素の役割と混同しないことが重要です。

## 品質設計上の注意：風味、消化性、表示の過大解釈を避ける

プロテアーゼ加水分解物では、風味の変化が必ず起こります。小麦グルテン、とうもろこしゼイン、米たんぱく質はいずれも、分解によってペプチド、遊離アミノ酸、疎水性断片を生成します。これらは、うま味、コク、塩味感、発酵香の前駆体になる一方、苦味、えぐ味、後味の原因にもな

ります。特にグルテンでは、加水分解によって生じるペプチドがでんぷん消化性や免疫反応性に影響し得るため、食品機能を断定的に表現するのは適切ではありません<sup>[3]</sup>。

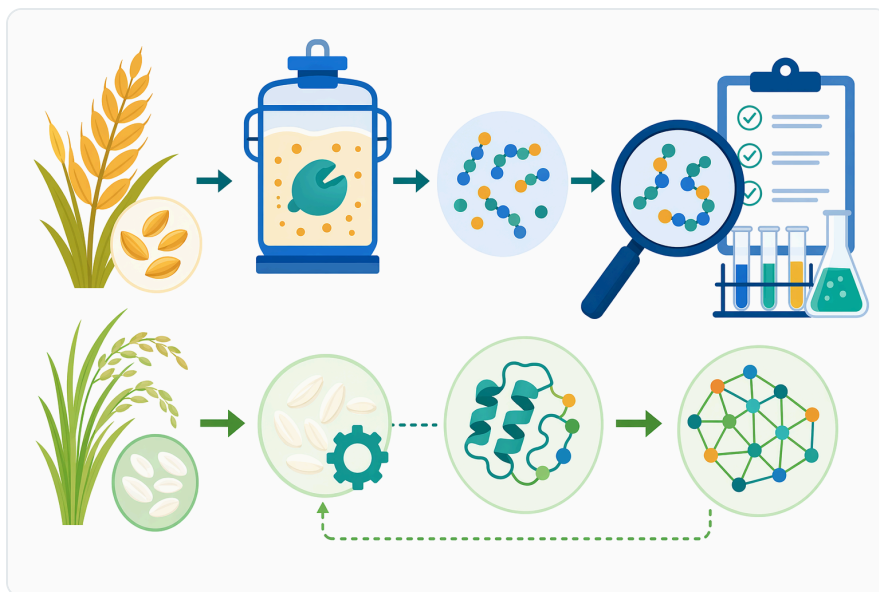


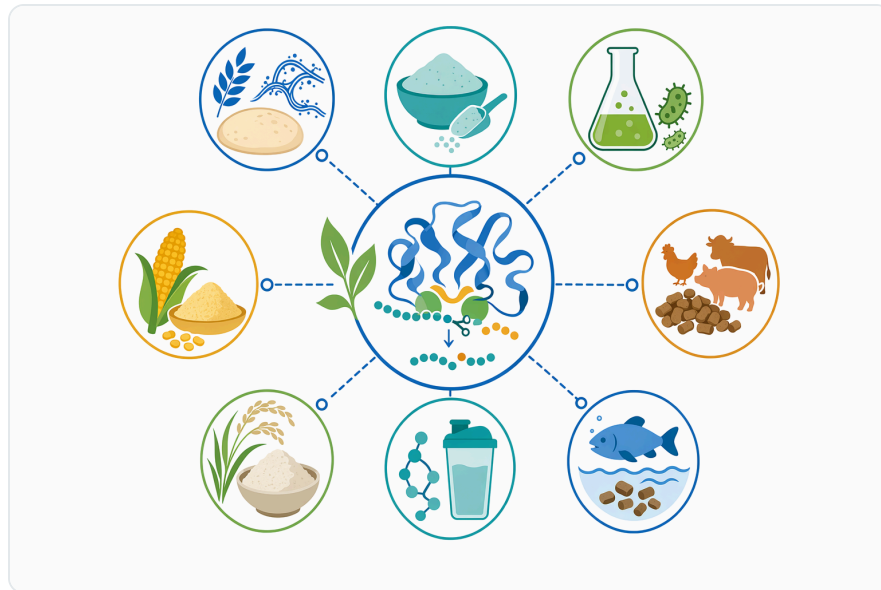
Figure 9. 프로테아제는 글루텐 유래 단백질을 변형할 수 있지만, 완제품을 글루텐 프리로 포지셔닝하려면 적절한 검증과 시장별 규제 준수가 필요하다.

消化性についても、単純な「分解すれば消化されやすい」という説明では不十分です。グルテン加水分解物が小麦でんぷんの酵素消化性を変えること、またグルテンペプチドがアミロリシスを阻害し得ることが報告されています<sup>[1]</sup>。つまり、たんぱく質分解は栄養設計や糖化設計にとって有用な手段である一方、生成物の相互作用まで含めて評価する必要があります。本製品は工業・食品加工向けの酵素素材であり、疾病予防、治療、アレルギー除去、グルテンフリー化を保証するものではありません。

表示や安全面では、原料が小麦グルテン粉を含む場合、プロテアーゼで処理しても小麦由来である事実は変わりません。植物性プロテアーゼがグルテン免疫原性低減に關与し得る研究はありますが、それは特定条件での科学的検討であり、最終食品の表示判断やアレルギー管理を代替しません<sup>[3]</sup>。Enzymes.bio から本製品を購入する際には、注文時に CoA と SDS が提供されるため、ロット情報と安全情報はそれらの文書で確認できます。

## Enzymes.bio での購入と本文の位置づけ

Enzymes.bio は、**Plant Proteolytic Enzyme Wheat Gluten Flour Special Enzyme For Corn And Rice Hydrolysis** をオンラインで販売する供給業者です。製品は 1 kg 単位で購入でき、注文時に CoA と SDS が併せて提供されます。Enzymes.bio は本記事において、酵素の作用機序、穀物たんぱく質加水分解での考え方、関連研究に基づく技術的背景を整理していますが、製造業者または研究機関として独自の試験結果を提示しているものではありません。



**Figure 10.** 주요 적용 분야는 밀 글루텐 가루 변형, 옥수수 글루텐 밀 또는 제인 함량이 높은 단백질의 가수분해, 쌀 단백질 변형, 발효용 질소 공급 지원이다.

本製品は、小麦グルテン粉のペプチド化、とうもろこし原料中のたんぱく質画分の分散性調整、米原料の物性改善、穀物発酵でのペプチド・アミノ酸供給を検討する用途に適した植物性プロテアーゼです。小麦グルテンでは、グルテンおよびその加水分解物がでんぷん酵素消化性に影響し、グルテンペプチドがアミロリシスを阻害し得ることも示されているため、プロテアーゼ処理は穀物マトリクス全体を変える操作として理解する必要があります<sup>[6]</sup>。とうもろこしと米では、でんぷん加水分解酵素との役割分担を明確にしながら、たんぱく質由来の粘度、凝集、沈殿、風味、発酵性を調整する補助酵素として活用できます。

要するに、本製品の価値は「穀物を分解する万能酵素」ではなく、**小麦・とうもろこし・米に含まれるたんぱく質構造を制御し、加水分解工程全体の物性と使いやすさを整える植物性プロテアーゼ**である点にあります。小麦グルテン粉の強いネットワークを緩めたい場合、とうもろこし原料の疎水性たんぱく質を扱いやすくしたい場合、米ベース素材の分散性や発酵適性を調整したい場合に、1 kg 単位で導入しやすい酵素製品として検討できます。

## Plant Proteolytic Enzyme Wheat Gluten Flour Special Enzyme For Corn And Rice Hydrolysis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。

**Plant Proteolytic Enzyme Wheat Gluten Flour Special Enzyme For Corn And Rice Hydrolysis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. Xu, H., Jia-Zhou, Yu, J., Wang, S., Wang, S., & Wang, S. (2021). Mechanisms underlying the effect of gluten and its hydrolysates on in vitro enzymatic digestibility of wheat starch. *Food Hydrocolloids*, 113, 106507.
2. Masasa, M., Kushmaro, A., Chernova, H., Shashar, N., & Guttman, L. (2022). Carbohydrate-Active Enzymes of a Novel Halotolerant Alkalihalobacillus Species for Hydrolysis of Starch and Other Algal Polysaccharides. *Microbiology spectrum*, 10.
3. Bradauskienė, V., Vaiciulyte-Funk, L., Černauskas, D., Dzingelevičienė, R., Lima, J. P., Bradauskaitė, A., & Tița, M. (2022). The Efficacy of Plant Enzymes Bromelain and Papain as a Tool for Reducing Gluten Immunogenicity from Wheat Bran. *Processes*.
4. Bresciani, A., Giordano, D., Vanara, F., Blandino, M., & Marti, A. (2021). High-amylose corn in gluten-free pasta: Strategies to deliver nutritional benefits ensuring the overall quality. *Food Chemistry*, 353, 129489 .
5. Wunthunyarat, W., Seo, H., & Wang, Y. (2020). Effects of germination conditions on enzyme activities and starch hydrolysis of long-grain brown rice in relation to flour properties and bread qualities. *Journal of Food Science*.
6. Xiong, Y., Gu, C., Yu, J., Copeland, L., & Wang, S. (2023). Inhibition of In Vitro Amylolysis of Wheat Starch by Gluten Peptides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
7. Ho, T., Pham, Q. T., Vu, V., & Dinh, T. (2023). Application of industrial enzymes in the traditional technology of alcohol from cooked sticky rice in Nam Dinh province, Vietnam. *BIO Web of Conferences*.
8. Duong, H., Nguyen, T., Phùng, T., Le, T. V., Nguyen, T., Vu, T., & Luong, H. (2024). Effect of hydrolysis of sweet potato starch by pullulanase enzyme on the formation of slowly digestible starch. *Food Research*.

9. Boukid, F., Vittadini, E., Lusuardi, F., Ganino, T., Carini, E., Morreale, F., & Pellegrini, N. (2019). Does cell wall integrity in legumes flours modulate physiochemical quality and in vitro starch hydrolysis of gluten-free bread?. *Journal of Functional Foods*.
10. Freitas, D., & Feunteun, S. L. (2019). Oro-gastro-intestinal digestion of starch in white bread, wheat-based and gluten-free pasta: Unveiling the contribution of human salivary  $\alpha$ -amylase.. *Food Chemistry*, 274, 566-573 .

## 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。