

Papain（パパイン）高活性タイプ：植物タンパク質加水分解・食品加工向けプロテアーゼ

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

Papain（パパイン）は、パパイヤ（*Carica papaya*）由来のシステインプロテアーゼで、タンパク質中のペプチド結合を切断し、植物タンパク質をより小さなペプチドへ変換するために使われます。植物タンパク質加水分解では、溶解性、分散性、乳化・泡立ち、口当たり、風味形成を工程側で調整するための酵素として位置づけられます^[1]。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単位から直接購入でき、CoAおよびSDSは注文時に併せて提供されます。

Papainとは何か：植物由来プロテアーゼとしての位置づけ

Papainは、未熟パパイヤ果実のラテックスに含まれる代表的なタンパク質分解酵素です。食品加工、肉の軟化、タンパク質加水分解、清澄化、医薬・化粧品関連用途など、幅広い産業利用がレビューされており、特に食品分野では「タンパク質を構造単位から再設計する加工補助酵素」として扱われます^[1]。植物由来であるため、植物性食品、ヴィーガン志向の処方、動物由来酵素を避けた製品設計とも相性があります。

Enzymes.bioが取り扱うPapain高活性タイプは、植物タンパク質加水分解を主用途とする食品加工向け酵素です。ここでいう「高活性」は製品ページ上の位置づけを示す表現であり、本稿では具体的な活性単位、分析法、単位定義には踏み込みません。Enzymes.bioは製造業者や研究機関ではなく、B2B向け酵素原料をオンラインで供給する事業者として、1 kg単位の直接販売を行っています。

Papainの供給源であるパパイヤは、果実、ラテックス、葉、皮、種子などの副産物を含め、バイオリファイナリーや食品・酵素資源としての活用が研究されています。パパイヤ由来バイオマスの価値化に関するレビューでは、パパイヤが酵素、フェノール性化合物、栄養成分など複数の有用成分を含む資源として整理されています^[2]。Papainはその中でも、タンパク質分解能によって実用価値が明確な酵素です。

植物タンパク質加水分解でPapainが使われる理由

植物タンパク質は、大豆、エンドウ、米、緑豆、ヒヨコマメ、レンズマメ、種子タンパク質など多様な原料から得られます。しかし、未処理の植物タンパク質は水への分散性が低い、加熱で凝集しやすい、口当たりが粉っぽい、飲料中で沈殿しやすい、または独特の青臭さ・渋み・苦味が目立つことがあります。Papainによる限定加水分解は、こうした課題に対して、タンパク質分子を過度に破壊せずに一部をペプチド化する工程として利用されます^[1]。

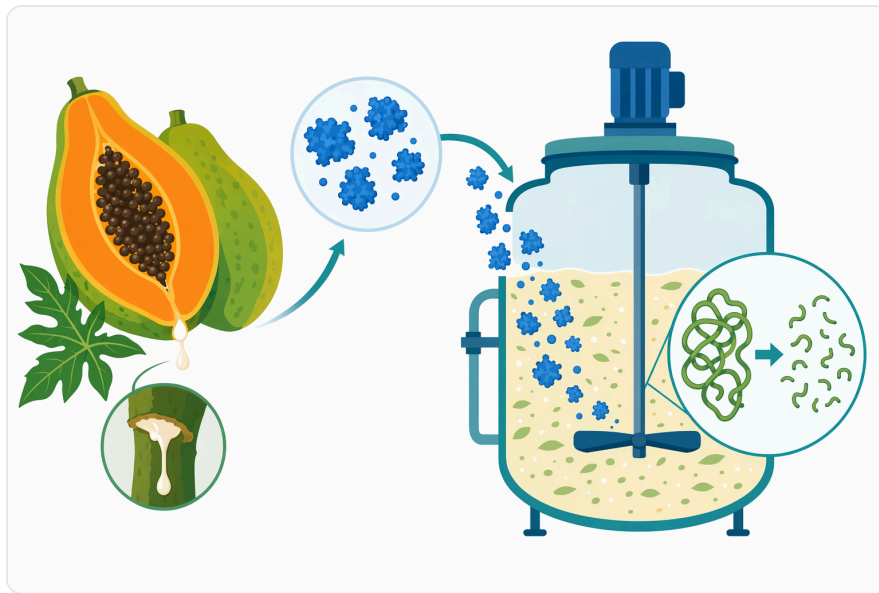


Figure 1. 파파인은 파파야에서 유래한 시스테인 프로테아제로, 새로운 단백질이나 유화제를 추가하는 대신 기존 식물성 단백질을 변형하는 데 사용됩니다.

加水分解の本質は、タンパク質の分子量分布を変えることです。大きな球状または凝集性タンパク質が短いペプチドへ分割されると、水和しやすい部位が露出し、粒子間相互作用が弱まり、分散系の粘度や沈降挙動が変化します。食品酵素の産業利用レビューでは、Papainがタンパク質基質に対して広く作用し、食品加工上のテクスチャー調整やタンパク質改質に利用されることが示されています^[1]。

植物タンパク質加水分解で重要なのは、「できるだけ分解する」ことではありません。分解が不足すれば溶解性や口当たりの改善が限定的になり、分解が進みすぎれば苦味ペプチドの増加、粘度低下、保水性の喪失、ゲル形成力の低下が起こり得ます。Papainは、この中間領域、すなわち目的の食品機能に合わせてタンパク質構造を部分的に緩める工程に適しています^[1]。

作用機序：Papainはペプチド結合をどのように切断するか

Papainはシステインプロテアーゼに分類され、活性中心にあるシステイン残基が求核剤として働きます。一般的な反応では、システインのチオール基が基質タンパク質のペプチド結合近傍のカルボニル炭素を攻撃し、一時的なアシル酵素中間体を形成します。その後、水分子による加水分解で中間体が解離し、切断されたペプチド断片が放出されます^[3]。

この機序の実務的な意味は、Papainがタンパク質の一次構造を直接変える点にあります。加熱、せん断、pH調整は主にタンパク質の高次構造や凝集状態を変えますが、Papainはペプチド結合そのものを切るため、分子サイズ、末端基、電荷分布、疎水性パッチの露出、界面吸着挙動まで変化させます。結果として、同じ植物タンパク質原料でも、未処理品、軽度加水分解品、中度加水分解品では、飲料、ソース、粉末プロテイン、調味ベースでの挙動が異なります^[1]。

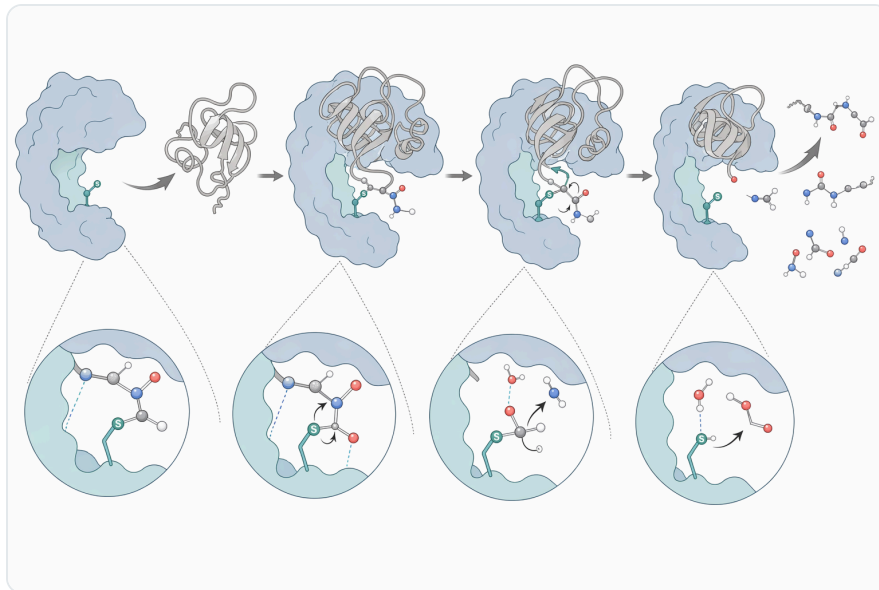


Figure 2. 파파인은 시스테인 프로테아제 기전을 통해 접근 가능한 펩타이드 결합을 절단하여 새로운 말단기를 가진 더 짧은 펩타이드 조각을 생성합니다.

Papainはタンパク質分解酵素である一方、酵素タンパク質そのものでもあるため、温度、pH、水分、酸化、貯蔵条件によって安定性が変化します。Papainの化学的安定性を高める技術として、カプセル化などの研究がレビューされており、酵素活性の保持や環境ストレスからの保護が重要なテーマとして扱われています^[3]。食品加工では、反応させる段階と、反応を止める段階を分けて考えることが品質設計の基本になります。

植物タンパク質の物性に対する影響

Papain処理によって最初に変化するの、タンパク質の分子サイズです。大きなタンパク質が短いペプチドに分割されると、凝集しにくくなり、水相中での分散性が改善する場合があります。特に飲料や液体食品では、粒子の粗さ、沈殿、加熱後の凝集、口中でのざらつきが品質低下につながるため、限定的な加水分解は有効な工程選択肢になります^[1]。

乳化や泡立ちの観点では、タンパク質は水相と油相、または水相と空気相の界面に移動し、界面膜を形成する必要があります。未処理タンパク質は分子が大きく、硬く、凝集しやすい場合があります、界面への移動や再配列が遅くなることがあります。Papainによる部分加水分解で分子が柔軟になれば、界面吸着が促進され、ソース、ドレッシング、植物性クリーム、泡立ち食品での機能改善につながる可能性があります^[1]。

ただし、乳化安定性や泡安定性は単純に加水分解度だけで決まりません。ペプチドが短くなりすぎると界面膜を支える強度が不足し、泡が壊れやすくなったり、乳化粒子が再凝集しやすくなったりします。したがって、Papain処理は、タンパク質の可溶化と界面膜形成力のバランスを取るための制御工程として設計する必要があります^[1]。

風味、苦味、うま味ペプチド形成

植物タンパク質加水分解では、風味設計が重要です。Papainがタンパク質を分解すると、ペプチドや一部の遊離アミノ酸が生成し、うま味、コク、後味、発酵様ニュアンスに寄与することがあります。植物タンパク質加水分解物、調味ベース、スープベース、植物性ミート用風味素材では、この反応が価値を持ちます^[1]。

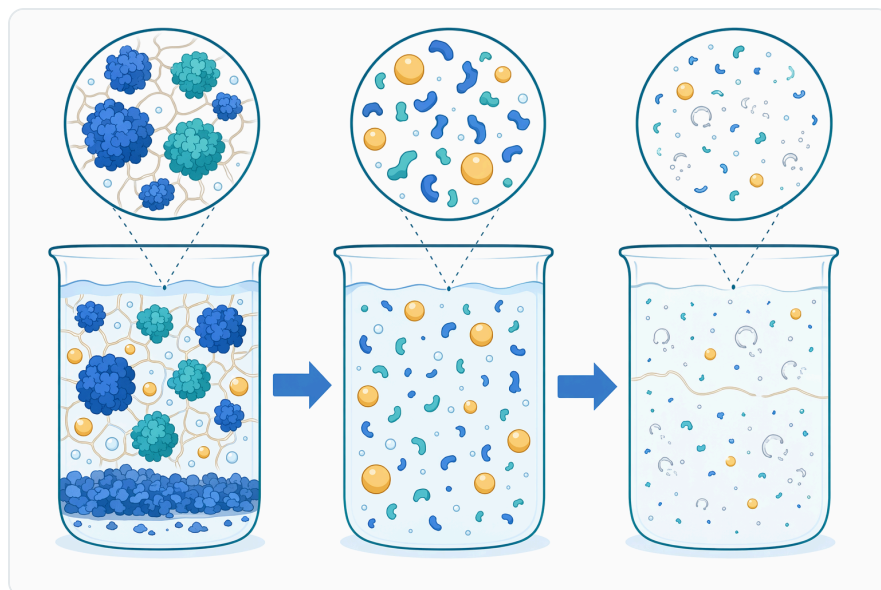


Figure 3. 제한적인 가수분해는 기능을 향상시킬 수 있지만, 과도한 가수분해는 점도, 거품 안정성, 젤 구조를 약화시킬 수 있습니다.

一方で、疎水性アミノ酸を多く含む短鎖ペプチドは苦味の原因になり得ます。加水分解が進むほど必ずおいしくなるわけではなく、むしろ過剰分解では苦味、えぐみ、乾いた後味が強くなる場合があります。Papainを使う食品加工では、溶解性改善だけでなく、風味の立ち上がり、後味、マスキング原料との相性まで含めて反応設計を行うことが現実的です^[1]。

調味用途では、Papain単独処理に加え、他の食品加工工程と組み合わせて最終風味を作ります。例えば、加水分解後に加熱反応を利用すれば、アミノ化合物と糖の反応による香気生成が進む可能性があります。ただし、その場合は酵素反応というより、加水分解物を前駆体として使う食品加工設計になります^[1]。

食品用途で想定される応用領域

植物タンパク質飲料・粉末プロテイン

植物タンパク質飲料では、溶け残り、沈殿、ざらつき、加熱殺菌後の凝集が課題になります。Papainでタンパク質を限定加水分解すると、分子サイズの低下と水和性の変化により、飲料中での分散性や口当たりが改善する可能性があります。粉末プロテインでは、再溶解性、シェーカーでの分散、飲用時の重さを調整する目的で検討されます^[1]。

植物性ミート・植物性シーフード

植物性ミートでは、タンパク質の結着性、保水性、繊維感、加熱後の弾力が品質を左右します。Papainを使う場合、原料タンパク質の一部を加水分解して水和性や風味生成を助ける一方で、構造形成に必要な高分子タンパク質を残すことが重要です。分解が強すぎると、押出成形やゲル化で必

要なネットワークが弱くなるため、限定加水分解としての使い方が中心になります^[1]。

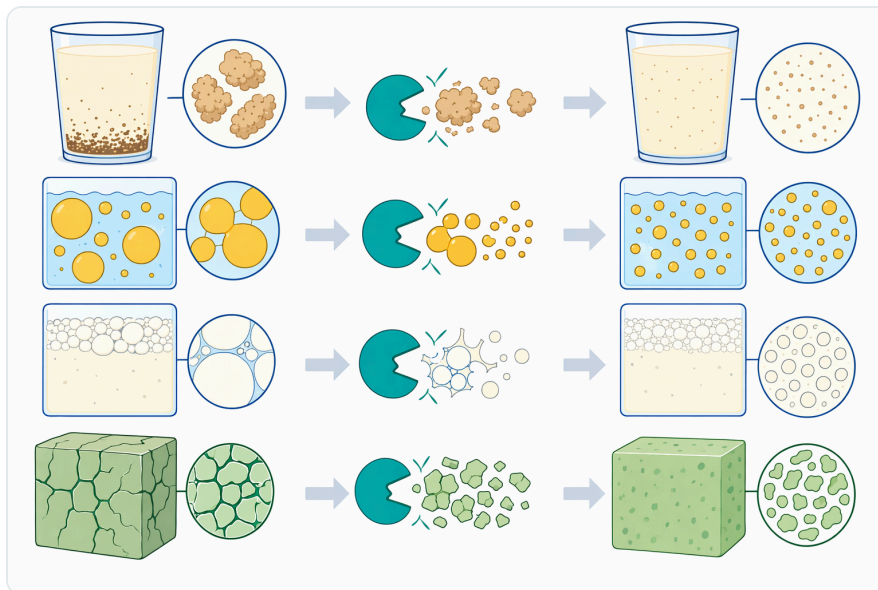


Figure 4. 식물성 단백질은 추출과 가공 과정에서 응집되거나 용해성이 낮아 지거나 구조화가 어려워질 수 있으므로, 종종 제어된 변형이 필요합니다.

調味料、スープベース、植物性うま味素材

大豆、エンドウ、米、酵母系原料、種子タンパク質などを加水分解すると、ペプチドとアミノ酸を含む風味素材を設計できます。Papainは植物由来プロテアーゼとして、動物性原料を避けたい調味設計に適しています。うま味やコクを高める目的では、最終的なペプチド分布、塩味、酸味、糖、発酵原料との組み合わせが品質を決めます^[1]。

ソース、ドレッシング、植物性クリーム

エマルション食品では、タンパク質が油滴界面に吸着し、合一やクリーミングを抑える役割を持ちます。Papain処理によってタンパク質の柔軟性や分散性が変わると、乳化工程での油滴形成や界面膜形成に影響します。ただし、油相の種類、塩、酸、糖、加熱、ホモジナイズ条件も大きく影響するため、Papainはエマルション設計の一要素として扱う必要があります^[1]。

Papain処理の効果を整理する比較表

処理状態	タンパク質構造の状態	食品中で期待される変化	注意点
未処理植物タンパク質	高分子のまま、凝集や不溶化が起こりやすい場合がある	原料本来のゲル化力や結着性を保持しやすい	飲料では沈殿、粉っぽさ、ざらつきが出る場合がある

処理状態	タンパク質構造の状態	食品中で期待される変化	注意点
Papainによる限定加水分解	一部のペプチド結合が切断され、分子サイズと柔軟性が変化	溶解性、分散性、口当たり、乳化・泡立ち、風味形成を調整しやすい	分解度が不足すると効果が弱く、進みすぎると苦味や構造低下が起こる
過度な加水分解	短いペプチドや遊離アミノ酸が多くなる	調味ベースでは強い風味生成に寄与する可能性がある	苦味、粘度低下、ゲル形成力低下、後味の乱れが起こりやすい

この比較から分かる通り、Papainの価値は単なる「分解力」ではなく、処理の深さを食品用途に合わせて調整できる点にあります。飲料では可溶化と口当たり、植物性ミートでは構造保持と水溶性、調味料ではペプチド風味と苦味のバランスが焦点になります^[1]。

研究文献から見たタンパク質加水分解と機能性ペプチド

タンパク質加水分解物は、食品機能だけでなく、生理活性ペプチドの研究対象としても扱われています。例えば、魚由来タンパク質のpHシフト回収と加水分解物生成に関する研究では、ACE阻害活性や動物モデルでの降圧関連活性が検討されています^[4]。これは植物タンパク質に直接置き換えられる結果ではありませんが、酵素加水分解によってペプチド機能が変わるという研究領域の広がりを見せています。

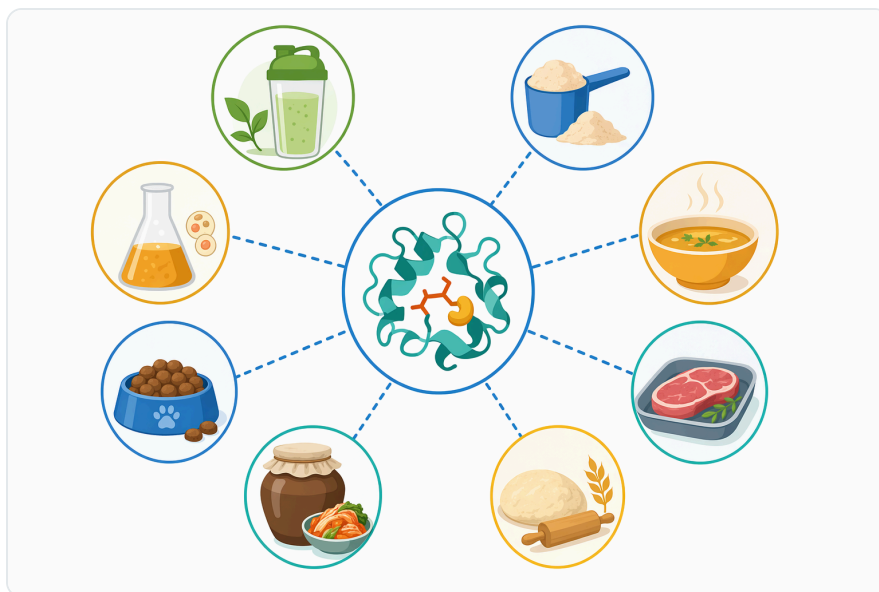


Figure 5. 파파인 가수분해는 펩타이드 크기와 표면 화학을 변화시켜 분산성, 유화성, 거품 형성, 수분 결합, 식감, 소화율에 영향을 줄 수 있습니다.

また、牛血液タンパク質から抗酸化ペプチドを得る研究では、タンパク質資源を加水分解し、ペプチドを濃縮・同定し、消化シミュレーションで挙動を評価する流れが示されています^[5]。食品分野では、未利用または低利用タンパク質を酵素処理によって高付加価値化する考え方が広がっており、Papainもその文脈で理解できます。

魚鱗ゼラチン加水分解物の研究では、抗酸化、抗高血圧、抗糖尿病関連のin vitro活性が評価されています^[6]。こうした研究は、タンパク質加水分解物が単なる栄養成分ではなく、ペプチド配列や分子量に依存した機能性を持ち得ることを示します。ただし、最終食品で健康効果を表示・訴求するには、対象国の規制、摂取量、ヒトでの根拠、表示可能範囲を個別に確認する必要があります。

植物タンパク質に関しても、抗酸化ペプチド、ACE阻害ペプチド、DPP-IV阻害ペプチドなどの研究は増えていますが、酵素処理を行っただけで機能性表示や疾病リスク低減を保證できるわけではありません。Papainはペプチド生成のための加工手段であり、最終的な機能性は原料、配列、消化耐性、食品マトリックス、摂取条件に依存します^[1]。

Papainの安定性と工程上の考え方

Papainは酵素であるため、反応中の環境に敏感です。酵素反応は一般に、水分、pH、温度、基質濃度、阻害物質、酸化還元状態の影響を受けます。Papainの安定性を改善するためのカプセル化技術がレビューされていることから、酵素を反応させたい段階まで安定に保つことが実用上重要であることが分かります^[3]。



Figure 6. 파파인은 식물 유래 시스테인 프로테아제로, 다양한 단백질을 절단하는 데 유용하다는 점에서 산성, 중성, 알칼리성 프로테아제 유형과 다르다.

食品加工では、Papainを「反応させる工程」と「反応を止める工程」を明確に分けて考えます。反応中は目的の加水分解を進め、狙った風味・粘度・分散性に到達した後は、加熱などの工程で酵素活性を抑える設計が一般的です。反応を止めずに後工程へ進めると、貯蔵中や加熱前後で分解が進み、品質が変動する恐れがあります^[1]。

Papainの失活や残存活性の扱いは、最終食品の工程設計と表示方針に関わります。例えば、飲料では加熱殺菌やpH調整、粉末素材では乾燥工程、調味料では加熱濃縮などが酵素反応の終点に影響します。Enzymes.bioは供給業者であり、製品の使用条件を製造業者として保証する立場ではないため、最終製品での工程適合性は各食品設計の中で評価されるべきです。

Papainと他のプロテアーゼをどう使い分けるか

食品用プロテアーゼには、植物由来、微生物由来、動物由来など複数の選択肢があります。Papainは植物由来であり、比較的広いタンパク質基質に作用することから、植物性食品の処方に組み込みやすい酵素です。一方、微生物由来プロテアーゼは発酵生産により多様な酵素特性を持つものがあり、食品産業における微生物利用の利点と制約も議論されています^[7]。

プロテアーゼの選択では、単に「強い酵素」を選ぶのではなく、切断パターン、ペプチド分布、苦味生成、熱安定性、pH適合性、食品表示上の受け入れやすさを考えます。Papainは植物由来であること、食品利用の歴史があること、タンパク質加水分解・軟化・加工補助に関する産業応用が整理されていることから、植物タンパク質処理の初期候補になりやすい酵素です^[1]。

ただし、Papainだけですべての品質課題を解決できるわけではありません。例えば、強い苦味を抑えるには、加水分解後のペプチド分布だけでなく、配合、マスキング、発酵、加熱反応、ろ過、乾燥条件を組み合わせる必要があります。構造形成が重要な植物性ミートでは、Papain処理を全タンパク質にかけるのではなく、一部原料のみを処理する設計も考えられます^[1]。



Figure 7. 일반적인 파파인 가수분해 공정은 식물성 단백질을 수화하고, 효소를 첨가한 뒤, 접촉 시간을 조절하고, 반응을 비활성화한 다음, 가수분해물을 혼합, 가열, 건조하거나 제형화하는 단계로 이루어집니다.

パパイヤ由来酵素資源としてのサステナビリティ文脈

パパイヤ副産物の利用は、食品残渣や農産バイオマスの価値化という観点でも研究されています。パパイヤバイオウエイストの価値化に関するレビューでは、パパイヤ由来素材がバイオリファイナリー、抽出最適化、食品・関連産業用途の文脈で検討されています^[2]。Papainは、こうした資源利用の中で最も実用化が進んだ成分の一つです。

食品酵素の製造や精製には、それぞれの製造元による工程管理が関わりますが、Enzymes.bioは製造主体ではなく供給業者です。そのため、本稿では製造工程、分析法、活性単位の定義、グレード仕様には踏み込みません。購入時には製品に付随するCoAおよびSDSが提供され、食品加工原料としての取り扱い情報を確認できる形で供給されます。

Enzymes.bioでの購入形態

Enzymes.bioのPapain高活性タイプは、オンライン製品ページから1 kg単位で直接購入できます。サンプル請求、見積依頼、卸売交渉、大量注文への誘導を前提とした販売形態ではなく、必要な数量をオンラインで選択し、注文に進む形式です。注文時にはCoAおよびSDSが併せて提供されません。

この文書は、植物タンパク質加水分解用途でPapainを検討する食品開発者、原料担当者、処方設計者向けの技術解説です。特定の最終製品での性能、法規制適合性、表示可能性、健康効果を保証するものではありません。Papainは、植物タンパク質をペプチド化し、食品物性と風味を制御するた

めの酵素原料として理解するのが適切です^[1]。

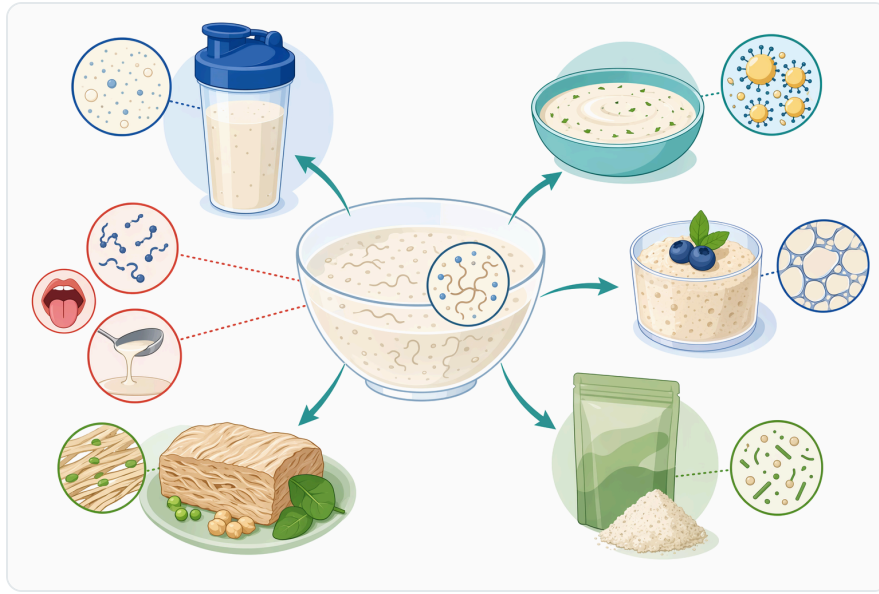


Figure 8. 파파인 가수분해는 분산성과 입안 느낌을 개선할 수 있지만, 펩타이드 분해가 과도하면 쓴맛이 생기거나 바디감이 줄어들 수 있습니다.

まとめ：Papainの価値は「分解」ではなく「タンパク質構造の制御」にある

Papainは、パパイヤ由来のシステインプロテアーゼとして、植物タンパク質を加水分解し、分子サイズ、溶解性、分散性、界面挙動、風味形成を調整するために使われます。植物タンパク質飲料、粉末プロテイン、植物性ミート、植物性シーフード、調味料、スープベース、ソース、ドレッシングなど、タンパク質の扱いやすさが品質を左右する用途で有用です^[1]。

一方、Papain処理では分解の進めすぎに注意が必要です。限定的な加水分解は口当たりや機能性を改善する可能性があります。過度な加水分解は苦味、粘度低下、構造形成力の低下を招く場合があります。したがって、Papainは「強く分解する酵素」ではなく、「目的の食品品質に合わせてタンパク質構造を調整する酵素」として使うべき素材です。

Enzymes.bioは本製品の供給業者として、Papain高活性タイプを1 kg単位でオンライン直接販売しています。製品は植物タンパク質加水分解を中心とする食品加工用途に適しており、CoAおよびSDSは注文時に併せて提供されます。Papainを適切に使うことで、植物タンパク質原料をより扱いやすいペプチド素材へ変換し、現代の植物性食品開発に求められる飲みやすさ、安定性、風味、加工適性の向上に役立てることが出来ます。

Papain 1.5 Million U/G High Enzyme Activity For Plant Protein Hydrolysis Food Grade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。

Papain 1.5 Million U/G High Enzyme Activity For Plant Protein Hydrolysis Food Grade
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. Shouket, H. A., Ameen, I., Tursunov, O., Kholikova, K., Pirimov, O., Kurbonov, N., Ibragimov, I., ... et al. (2020). Study on industrial applications of papain: A succinct review. *IOP Conference Series: Earth and Environment*, 614.
2. Shaheen, S., Galanakis, C. M., & Farag, M. (2022). Carica papaya biowaste valorization: Biorefinery advances and extraction optimization. *Food reviews international (Print)*, 39, 4745 - 4760.
3. Channamade, C., Raju, J. M., Vijayaprakash, S. B., Bora, R., & Shekhar, N. R. (2021). Promise Approach on Chemical Stability Enhancement of Papain by Encapsulation System: A Review. *Journal of Young Pharmacists*.
4. Hayes, M., Mora, L., Hussey, K., & Aluko, R. (2016). Boarfish protein recovery using the pH-shift process and generation of protein hydrolysates with ACE-I and antihypertensive bioactivities in spontaneously hypertensive rats. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 37, 253-260.
5. Boonkong, S., Luasiri, P., Pongsetkul, J., Suwanandgul, S., Chaipayang, S., Molee, W., & Sangsawad, P. (2024). Exploring the Utilization of Bovine Blood as a Source of Antioxidant Peptide: Production, Concentration, Identification, and In Silico Gastrointestinal Digestion. *Food Science of Animal Resources*, 44, 1283 - 1304.
6. Jena, A., Sivaraman, B., Ganesan, P., Shalini, R., Renuka, V., & Arisekar, U. (2025). Extraction and Antioxidative, Antihypertensive, and Antidiabetic Properties of Gelatin Hydrolysates From Lethrinid Fish Scales. *Journal of food processing and preservation*.
7. Raman, J., Noh, J. S., Jeong-Kim, Cho, G., Kim, D., Song, J., & Kim, S. (2025). Role of Bacillus Species in Food Industry: Advantages and Limitations. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 35.


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。