

Papain（パパイン）酵素：肉軟化・タンパク質加水分解・飲料清澄化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

Papain（パパイン）は、未熟パパイヤ由来の植物性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加水分解し、肉の軟化、タンパク質加水分解物の製造、飲料の清澄化、化粧品の酵素角質ケア、繊維・皮革などの表面処理に利用されます^[1]。

「how does papain tenderize meat」への直接的な答えは、papain enzyme が筋原線維タンパク質や結合組織タンパク質を部分分解し、噛み切りやすさと食感を変えるためです。Enzymes.bioのPapainは、製品ページから1kg単位でオンライン購入でき、CoAおよびSDSは注文時に併せて提供されます。

Papainとは何か：パパイヤ由来のシステインプロテアーゼ

Papainは、*Carica papaya* のラテックスに含まれる代表的な植物性プロテアーゼです。酵素分類上はシステインプロテアーゼに属し、活性中心のチオール基がタンパク質のペプチド結合切断に関与します。食品・バイオ加工分野でPapainが扱いやすい理由は、単一の狭い基質だけでなく、動物性・植物性タンパク質の幅広い構造に作用できる点にあります^[1]。

Papain powder uses として検索される用途は多岐にわたりますが、機能の中心は常に「タンパク質を小さくすること」です。肉では硬さの原因となるタンパク質ネットワークを緩め、飲料では濁りに関与するタンパク質を低分子化し、タンパク質原料では可溶性ペプチドや風味成分の形成を助けます。したがってPapainは、単なる添加物ではなく、食品加工や産業加工におけるタンパク質構造制御ツールとして理解するのが実務的です^[2]。

検索語としては、papain、papain enzyme、bromelain papain、worthington papain、axcel papain、fab papain などが混在します。これらは酵素名、比較対象、ブランド名、流通名を含む検索意図ですが、本稿では特定ブランドのレビューではなく、B2B用途でのPapainの作用機序と産業利用を整理します。また、papainベーカリー、papain ベーカリー レビュー、papainベーカリーメニュー、papain ベーカリー 写真、papain パパンベーカリー 写真、papain パパン ベーカリー 写真といった検索は、飲食店・店舗情報を探す意図であることが多く、酵素原料としてのPapainとは区別して読む必要があります。

作用機序：Papainはどの結合を変えるのか

Papainの反応は、タンパク質のペプチド結合を水分子で切断する加水分解です。タンパク質はアミノ酸が連なった高分子であり、折りたたみ、架橋、疎水相互作用、繊維状構造によって食感・溶解性・濁り・表面性状を決めています。Papainがこの高分子鎖を部分的に切ると、分子量分布が低い側へ移り、構造が緩み、溶解性や流動性、ろ過性、表面の剥離しやすさが変化します^[1]。



Figure 1. 파파인의 폭넓은 단백질분해효소 활성은 육류 연화, 단백질 가수분해물, 화장품 각질 제거, 사료 관련 활용, 산업적 단백질 소화를 뒷받침합니다.

肉軟化で重要なのは、Papainが「肉を溶かす」のではなく、制御された範囲でタンパク質ネットワークを弱めることです。筋原線維タンパク質の一部が切断されると、加熱後の硬い収縮感が下がり、結合組織タンパク質が部分分解されると、噛み切る抵抗が低下します。これが「how does papain tenderize meat」に対する酵素化学的な説明です。ただし反応が進みすぎると、柔らかさを超えてペースト状、粉っぽさ、過度なドリップに近い品質低下を招くため、酵素反応は時間・温度・pH・塩分・水分活性・加熱工程と一体で設計されます^[3]。

Papainは、同じ植物性プロテアーゼであるBromelainと比較されることが多く、検索でも bromelain papain が並んで使われます。両者はどちらもタンパク質分解酵素として肉、栄養、化粧品領域で言及されますが、由来植物、安定性、基質選択性、処方中での挙動は同一ではありません。したがって、PapainをBromelainの単純な置換品として扱うよりも、目的とするタンパク質、工程条件、最終品質に応じて選択するのが現実的です^[2]。

食品加工での主要用途

肉加工：硬い部位の食感を設計する

Papainは、牛肉、豚肉、鶏肉、魚介類などの食肉・タンパク質食品で、硬さの調整に利用されます。特に、結合組織が多い部位、加熱後に縮まりやすい部位、均一な食感が求められる加工肉では、機械的な筋切りや塩漬だけでは得にくい内部タンパク質の変化を酵素反応で補うことができます。高齢者向けの食感調整肉に関する研究でも、プロテアーゼ処理は咀嚼・消化を想定した肉の物性変化と関連づけて検討されています[3]。

実務上のポイントは、Papainが「柔らかくする」だけでなく「柔らかくしすぎる」リスクも持つことです。表面処理だけなら外層の軟化が先行し、注入やタンプリングでは内部まで反応が届きやすくなります。加熱工程で酵素が失活する設計であれば反応停止を管理しやすくなりますが、加熱前の滞留時間が長いと、冷蔵条件でも品質差が生じる場合があります。Papainを使う肉加工では、食感、歩留まり、ドリップ、スライス性、再加熱後の口当たりを同時に見る必要があります[2]。

タンパク質加水分解物：可溶性、風味、ペプチド化

Papainは、植物タンパク質、動物タンパク質、ゼラチン、コラーゲン、酵母由来原料などを部分加水分解する用途にも使われます。タンパク質を適度に切断すると、溶解性が上がり、粘度が下がり、ペプチドや遊離アミノ酸が増え、調味料・スープベース・栄養食品・飲料配合原料で扱いやすくなる場合があります。Papainの広い基質適応性は、単一原料だけでなく複合タンパク質原料の処理にも利用しやすい特徴です[1]。

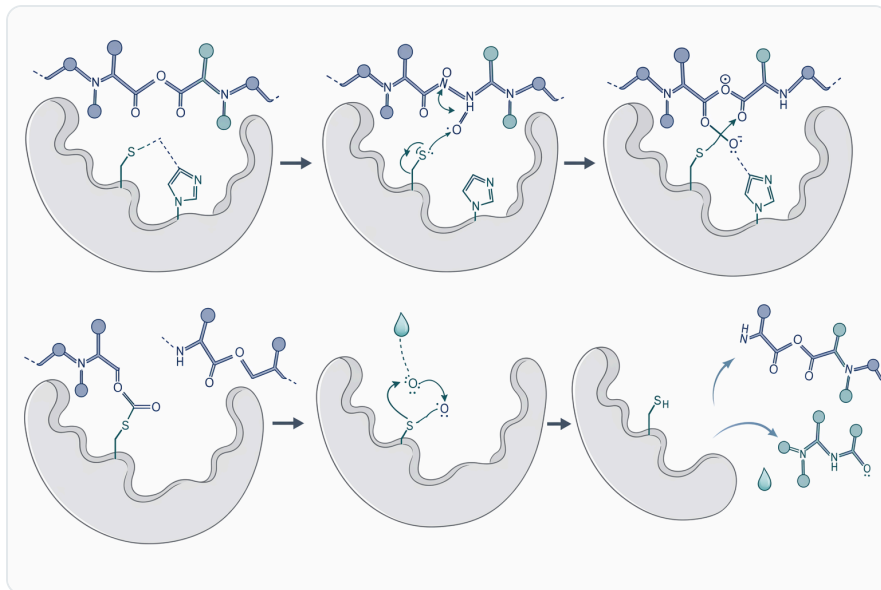


Figure 2. 파파인은 펩타이드 결합의 가수분해를 촉매하여 온전한 단백질을 더 짧은 펩타이드와 아미노산 조각으로 전환합니다.

一方で、加水分解の進行は常に好ましい方向へ進むわけではありません。短い疎水性ペプチドが増えると苦味が出やすくなり、反応が浅すぎると溶解性や乳化性の改善が限定的になります。Papainを使ったタンパク質加水分解では、目的が「うま味形成」なのか、「低粘度化」なのか、「消化しやすいペプチド化」なのかによって、望ましい分解度の範囲が変わります。したがって、Papainは原料タンパク質の性質と最終製品の官能設計を結びつける酵素として位置づけられます^[2]。

飲料・醸造：タンパク質由来の濁りを抑える

ビールや一部の飲料では、タンパク質とポリフェノールなどの相互作用により濁りや沈殿が生じます。Papainは、濁り形成に関与するタンパク質を低分子化し、冷却時のチルヘイズや保存中の外観変化を抑える目的で利用されてきました。物理的なる過だけでは取り切れないタンパク質性の濁りに対し、酵素反応で原因分子を変える点が特徴です^[2]。

ただし、飲料用途では透明性だけを追えばよいわけではありません。タンパク質は泡持ち、口当たり、ボディ感にも関与するため、Papainの反応が強すぎると外観は改善しても官能品質が変わる可能性があります。特に醸造飲料では、発酵後の組成、アルコール、pH、低温保管が酵素安定性と反応速度に影響します。Papainを飲料清澄化に用いる場合は、濁り低減と飲み口のバランスを同時に考える必要があります^[4]。

食品以外の用途：化粧品、繊維、皮革、固定化酵素

化粧品：酵素角質ケアとしてのPapain

化粧品では、Papainは酵素洗顔、マスク、ピーリング系製品、角質ケア製品に配合されることがあります。皮膚表面の角質層にはケラチンを含むタンパク質構造があり、Papainは不要な角質タンパク質を部分的に分解することで、物理スクラブとは異なる角質除去アプローチを提供します。摩擦で削るのではなく、タンパク質結合に働きかけるため、処方設計次第でなめらかな洗い上がりや表面感の調整に利用されます^[2]。

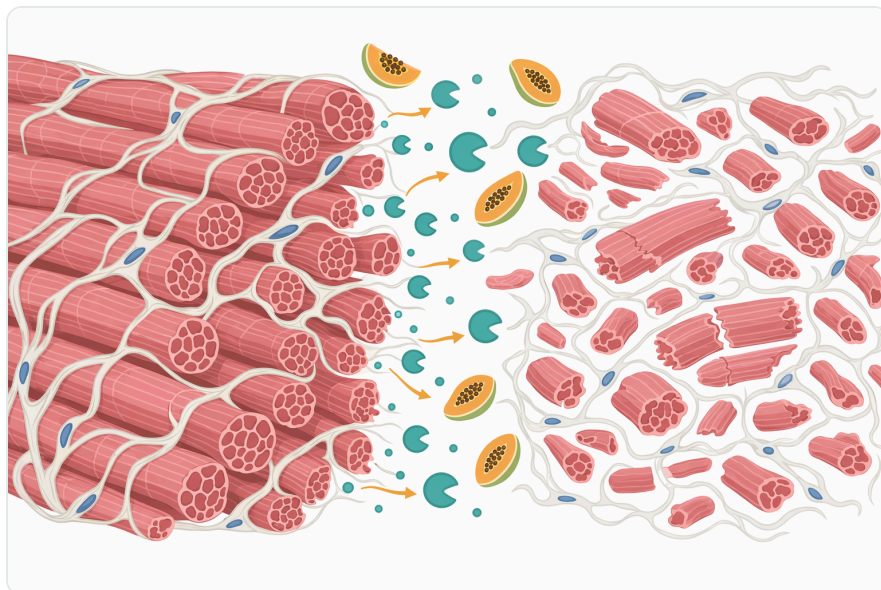


Figure 3. 육류에서 파파인은 근육 및 결합조직 단백질을 부분적으로 가수분해하여 식감을 부드럽게 합니다.

ただし、Papainはタンパク質分解酵素であるため、化粧品用途では「強く効くほどよい」という設計は適切ではありません。皮膚に触れる処方では、pH、水分、接触時間、他成分、保存中の酵素安定性が刺激感や使用感に影響します。健康・美容効果を医薬的に表現するのではなく、「角質タンパク質への酵素的作用を利用した表面ケア成分」として扱うのが正確です^[5]。

繊維加工：表面改質と染色性の調整

Papainは、繊維表面のタンパク質性・複合的な表面構造に作用する酵素としても検討されています。ポリエステル／綿混紡生地 of 反応染色に関する研究では、Papainによる表面改質を持続可能な染色工程に組み込むアプローチが示されています。酵素処理は、強い化学処理に比べて穏やかな条件で表面状態を変えられる可能性があるため、繊維加工の環境負荷低減と品質調整の両面で関心を集めています^[6]。

繊維用途でPapainを考える場合、主目的は食品のような「可食性」ではなく、表面エネルギー、染料との相互作用、毛羽立ち、手触り、後加工との適合性です。酵素が繊維全体を均一に変えるのではなく、アクセス可能な表面や特定の汚れ・副成分に優先的に作用する点を踏まえる必要があります。Papainを繊維処理に使う場合も、反応を進めすぎれば強度や風合いに影響するため、穏やかな改質と過剰分解の境界が重要です^[6]。

皮革加工：不要タンパク質の除去を支援する

皮革加工では、原皮に含まれる不要タンパク質や非コラーゲン成分を除去しながら、目的とするコラーゲン構造を保つ必要があります。Papainのようなプロテアーゼは、ベーティングなどの工程でタンパク質性成分を制御して分解する酵素として利用されます。化学薬品のみで処理する工程と比

べ、酵素処理は条件を穏やかにしやすく、皮革の柔軟性や表面品質の調整に関与します^[7]。

ただし、皮革では原皮の状態、前処理、pH、温度、浴比、機械的作用が複雑に影響します。Papainは工程全体の中の一要素であり、単独で最終品質を決めるものではありません。コラーゲンに対する過度な分解を避けながら、不要なタンパク質だけを狙って処理する発想が必要です^[7]。

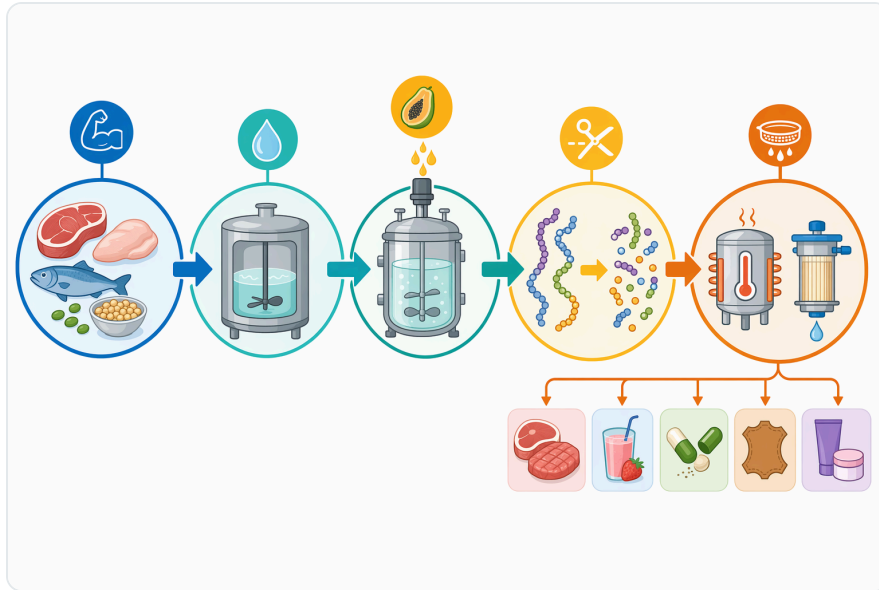


Figure 4. 단백질 가수분해물 생산은 수화, 파파인 접촉, 반응 시간 제어, 종말점 관리를 통해 펩타이드가 풍부한 원료를 만듭니다.

固定化Papain：再利用性と安定性を高める研究領域

Papainは遊離酵素として使われるだけでなく、担体に固定化して使う研究も進んでいます。固定化とは、酵素をビーズ、樹脂、膜、磁性材料などの表面や内部に保持し、反応後に分離しやすくしたり、安定性を高めたりする技術です。Papain固定化に関するレビューでは、固定化により再利用性、操作安定性、工程適用性を改善する可能性が整理されています^[7]。

磁性キトサンビーズを担体にしたPapain固定化研究では、酵素を磁性材料に保持することで、反応液からの回収や操作性を高める方向性が示されています。こうした研究は、連続反応、反復利用、反応停止の容易化を目指すものであり、食品・医薬・環境・バイオ加工での応用可能性を広げます。ただし、Enzymes.bioは研究所や製造業者ではなく、固定化担体の開発や工程設計サービスを提供する立場ではありません^[8]。

PapainとBromelain、Ficinの違いをどう見るか

Papain、Bromelain、Ficinはいずれも植物由来プロテアーゼとして並べられることが多く、肉軟化、消化酵素配合、化粧品、タンパク質加水分解の文脈で比較されます。違いを見るときは、「どの植物由来か」だけでなく、「反応するタンパク質」「pHや温度に対する安定性」「最終製品中で残し

たい機能」「香味や食感への影響」を分けて考える必要があります^[4]。

酵素	一般的な由来	主な作用	よく比較される用途	実務上の注意点
Papain	パパイヤラテックス	幅広いタンパク質の加水分解	肉軟化、加水分解物、飲料清澄化、角質ケア	過剰反応で食感低下・苦味・刺激感につながる可能性
Bromelain	パイナップル由来	タンパク質分解	肉軟化、栄養補助、化粧品	Papainと同一挙動とは限らず、処方ごとの確認が必要
Ficin	イチジク由来	タンパク質分解	肉軟化、研究用途	酸性条件や共存成分で安定性差が出る可能性

酸性条件やエタノール存在下でのPapainとFicinの安定性を比較した研究では、同じ植物性プロテアーゼでも環境条件によって安定性が異なることが示されています。これは、飲料、化粧品、発酵食品、アルコールを含む処方です。酵素名だけで置き換えるのではなく、目的とする工程環境で反応性と安定性を考える必要があります^[4]。

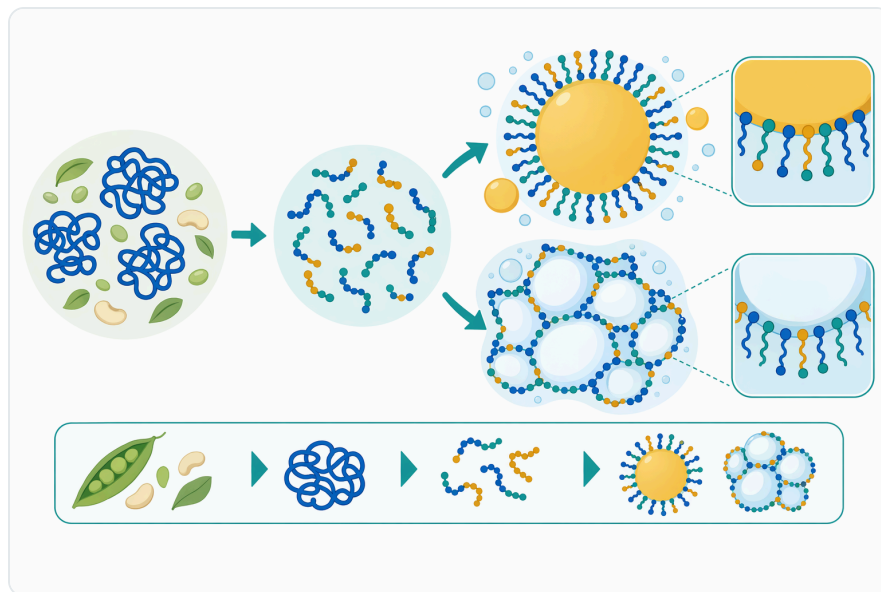


Figure 5. 파파인에 의한 부분 가수분해는 전하를 띤 영역과 소수성 영역을 노출시켜 용해도, 유화성, 거품 형성 특성을 개선할 수 있습니다.

安定性：Papainが失活しやすい条件と保護技術

Papainはタンパク質であるため、温度、pH、水分、酸化、自己分解、界面、共存成分の影響を受けます。粉末状態では吸湿や粉じん管理が重要であり、溶液状態では安定性が下がりやすくなります。特に、強い酸性条件やアルコールを含む環境では活性保持が課題になり得るため、飲料や化粧

品処方では保存中の挙動を考慮する必要があります^[4]。

Papainの安定性向上策としては、カプセル化や固定化が研究されています。カプセル化は、酵素を高分子マトリックスや保護構造の中に保持し、外部環境からの影響を緩和する考え方です。Papainの化学的安定性を高めるアプローチに関するレビューでは、カプセル化が酵素の保護、制御放出、処方安定性に関わる技術として整理されています^[5]。

固定化は、反応後に酵素を分離しやすくし、再利用や連続運転を可能にする点で注目されます。食品加工だけでなく、乳加工を含む酵素利用領域でも、固定化技術は操作安定性、工程制御、酵素ロス低減の観点から研究されています。Papainそのものの供給と、固定化プロセスの開発は別の領域ですが、酵素利用の将来方向を理解するうえで重要です^[9]。

用途別に見るPapainの利点と制約

Papainの利点は、比較的穏やかな条件でタンパク質構造に作用できることです。熱や強酸・強アルカリでタンパク質を変性させる方法に比べ、酵素反応はターゲットとなる結合に沿って分解が進むため、品質変化を段階的に設計しやすい特徴があります。これにより、肉の食感、加水分解物の溶解性、飲料の清澄性、化粧品の使用感、繊維表面の改質といった異なる目的に同じ基本作用を応用できます^[2]。

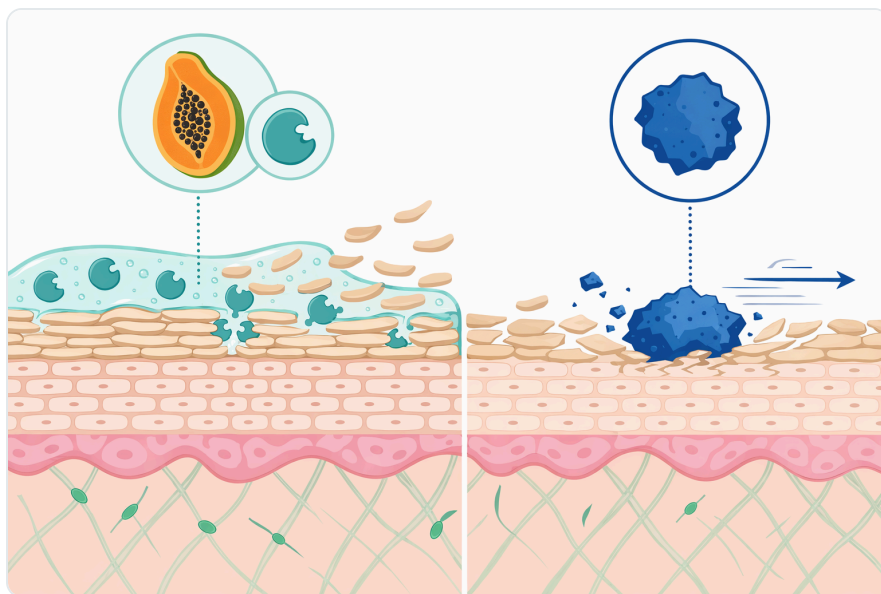


Figure 6. 파파인 기반 각질 제거는 피부를 기계적으로 문질러 벗겨내는 것이 아니라 단백질이 풍부한 표면 물질을 느슨하게 만드는 방식으로 작용합니다.

一方、Papainの制約も明確です。基質特異性が広いことは、目的以外のタンパク質にも作用し得ることを意味します。食品では風味や物性、化粧品では皮膚刺激、繊維では強度や風合い、皮革ではコラーゲン構造への影響が問題になることがあります。Papainは万能な改質剤ではなく、「反応さ

せる対象」と「反応を止める地点」を明確にすることで価値を発揮する酵素です^[7]。

用途領域	Papainが変える主な対象	期待される加工上の変化	過剰反応時のリスク
肉加工	筋原線維・結合組織タンパク質	柔らかさ、噛み切りやすさ、食感均一化	ぼそつき、過度な軟化、ドリップ増加
タンパク質加水分解	動植物タンパク質	溶解性、低粘度化、ペプチド化、風味形成	苦味、風味劣化、機能性低下
飲料清澄化	濁り原因タンパク質	透明性、ろ過性、沈殿抑制	泡・ボディ感の変化
化粧品	角質層タンパク質	なめらかさ、角質ケア感	刺激感、処方不安定
繊維・皮革	表面タンパク質・副成分	表面改質、柔軟性、染色性調整	強度低下、風合い変化

Enzymes.bioにおけるPapainの供給形態

Enzymes.bioは、Papainをオンラインで供給するB2B酵素サプライヤーであり、製造業者または研究機関ではありません。Papainは製品ページから1kg単位で直接購入でき、注文時にCoAおよびSDSが併せて提供されます。食品加工、試作、処方検討、教育・技術開発、産業用途の初期検討など、明確な用途を持つユーザーがオンラインで入手しやすい供給形態です。

本稿では、特定の活性単位、分析法、グレード、単位定義には踏み込みません。これは、Papainの実用性能が数値ラベルだけで決まるのではなく、原料タンパク質、pH、温度、反応時間、水分、共存成分、加熱停止条件、最終製品の官能要件によって変わるためです。ユーザー側では、注文時に提供されるCoAとSDSを受領し、自社の品質・安全管理の枠組みで取り扱うことが前提になります。

Papainを使うときの考え方：強く分解するより、必要な分だけ切る

Papainの実用価値は、タンパク質を完全に壊すことではなく、製品目的に合う位置まで構造を調整することにあります。肉なら「噛み切りやすいが崩れない」、飲料なら「透明だが口当たりを失わない」、加水分解物なら「溶けるが苦くない」、化粧品なら「角質ケア感があるが刺激が少ない」という境界を探る酵素です。この境界を決めるのは、酵素の性質だけでなく、工程全体の設計です^[2]。

Papain dog という検索語は、ペット向け消化補助や犬用製品への関心を示す場合があります。しかし、Papainがタンパク質を加水分解する酵素であることと、特定動物での健康効果を保証することは別です。ペット、ヒト、畜産、養殖のいずれであっても、Papainの説明は「タンパク質分解酵素

として利用される」という機能範囲に留め、疾患治療や生理効果を断定しないことが重要です^[1]。

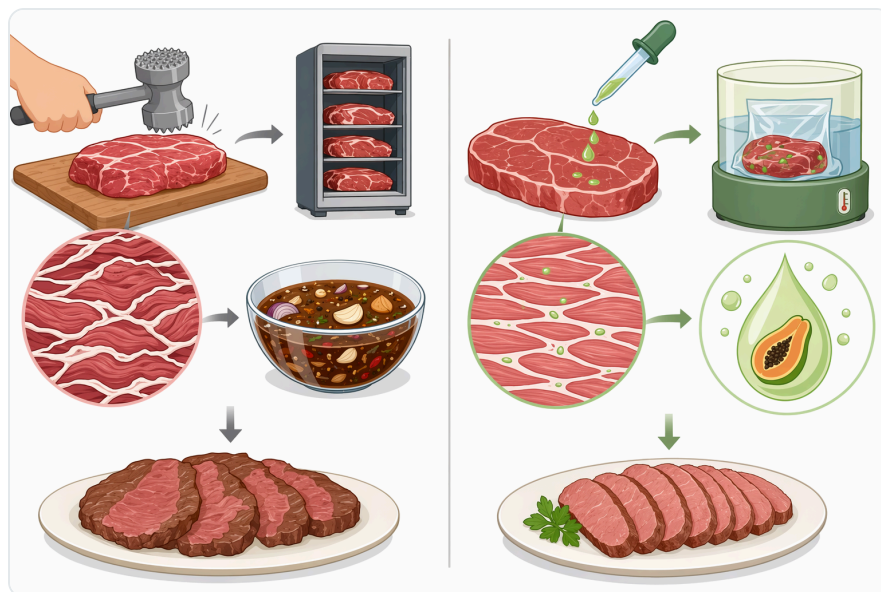


Figure 7. 파파인은 주로 온화한 조건에서 적합한 공정 환경과 폭넓은 시스템인 단백질분해효소 작용을 보인다는 점에서 산성, 중성, 알칼리성 프로테아제와 다릅니다.

まとめ：Papainはタンパク質構造を制御する実用酵素

Papainは、未熟パパイヤ由来のシステインプロテアーゼであり、タンパク質をペプチドやより小さな断片へ加水分解することで、肉軟化、タンパク質加水分解、飲料清澄化、化粧品の角質ケア、繊維・皮革加工などに応用されます。用途は幅広いものの、共通する機序は「タンパク質構造の部分分解」です^[1]。

Papainの強みは、穏やかな条件でタンパク質に作用し、加工品質を調整できる点です。一方で、反応が進みすぎると食感、風味、外観、皮膚刺激、繊維・皮革品質に望ましくない変化が生じる可能性があります。したがってPapainは、強い分解力を訴求する原料ではなく、目的に応じて反応範囲を制御するための酵素と考えるべきです^[7]。

Enzymes.bioのPapainは、1kg単位でオンライン購入できる植物性プロテアーゼとして、食品加工、タンパク質原料処理、飲料、化粧品、繊維・皮革などの検討に利用できます。CoAおよびSDSは注文時に併せて提供されるため、受領後は各施設の品質・安全管理に従って取り扱うことができます。

Papain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. [Papain Enzyme](#). *Catalexbio*.
2. [Papain Enzyme Applications](#). *Catalexbio*.
3. Gallego, M., Grau, R., & Talens, P. (2023). [Behaviour of texture-modified meats using proteolytic enzymes during gastrointestinal digestion simulating elderly alterations.](#) *Meat Science*, 206, 109341 .
4. Milošević, J., Janković, B. G., Prodanović, R., & Polović, N. (2019). [Comparative stability of ficin and papain in acidic conditions and the presence of ethanol.](#) *Amino Acids*, 51, 829 - 838.
5. 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*.
6. Molla, W. T., Kebede, Z., Semagn, N., Adgo, A., & Godana, C. (2025). [Sustainable reactive dyeing of polyester/cotton blend fabric via papain enzyme surface modification.](#) *Scientific Reports*, 15.
7. Tacias-Pascacio, V. G., Morellon-Sterling, R., Castañeda-Valbuena, D., Berenguer-Murcia, Á., Kamli, M., Tavano, O., & Fernández-Lafuente, R. (2021). [Immobilization of papain: A review.](#) *International Journal of Biological Macromolecules*.
8. Ahmad, H., Garcia - Rogers, J., & Moreno, J. (2022). [Preparation of Magnetic Chitosan Beads as Carriers for Papain Immobilization.](#) *The FASEB Journal*, 36.
9. Khan, M. U., Farid, A., Liu, S., Zhen, L., Alahmad, K., Chen, Z., & Kong, L. (2025). [Innovative approaches for enzyme immobilization in milk processing: advancements and industrial applications.](#) *Critical reviews in food science and nutrition*, 65, 6751 - 6770.


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。