

Papain-Enzym für Beef- und Steak-Zartmachung: kontrollierte Proteolyse in Rindfleisch

Enzymes.bio Research-Team · Wellington, Neuseeland · June 18, 2026

Papain ist eine pflanzliche Protease aus Papaya, die Beef- und Steakprodukte zarter machen kann, indem sie Muskel- und bindegewebsnahe Proteinstrukturen teilweise spaltet. Für Rindfleisch ist das relevant, weil natürliche Reifung zwar myofibrilläre Strukturen schwächt, aber die bindegewebsbedingte „Hintergrundzähigkeit“ nur begrenzt reduziert ^[1]. Entscheidend ist eine kontrollierte Anwendung: Zu wenig Kontakt zeigt kaum Wirkung, zu starke oder ungleichmäßige Proteolyse kann Oberfläche, Biss und Schnittbild beeinträchtigen ^[2].

Was Papain bei Beef und Steak tatsächlich leistet

Papain ist kein chemischer Weichmacher, sondern ein proteolytisches Enzym. Es katalysiert die Spaltung von Peptidbindungen in Proteinen und verändert dadurch die Struktur des Fleischgewebes. In der Fleischverarbeitung wird dieser Mechanismus genutzt, um die mechanische Zähigkeit von Fleisch zu reduzieren und die wahrgenommene Zartheit beim Kauen zu verbessern ^[2].

Bei Steak und anderen Beef-Produkten ist die Wirkung besonders interessant, weil Rindfleischzähigkeit aus mehreren Quellen entsteht: aus der Anordnung der Myofibrillen, dem Zustand der Z-Scheiben und Cytoskelettproteine, dem Wasserbindeverhalten, der Wärmebehandlung und dem Anteil sowie der Vernetzung von Kollagen. Die postmortale Reifung schwächt vor allem myofibrilläre Strukturen; Takahashi beschreibt diese Schwächung als wesentlichen Bestandteil der Fleischzartmachung während der Lagerung nach der Schlachtung ^[1].

Papain ergänzt diese natürliche Reifung durch eine von außen zugeführte Proteasewirkung. Es kann nicht gezielt nur „zähe“ Stellen erkennen, aber es kann Proteinstrukturen abbauen, die zur Festigkeit des Gewebes beitragen. Deshalb ist Papain für zähere Muskeln, schwankende Rohwarenqualität und marinierte Steakprodukte ein praktisches Werkzeug, sofern Kontaktzeit, Temperatur, Verteilung und Garprozess zusammenpassen ^[3].

Enzymes.bio liefert Papain für Anwendungen wie Fleischzartmachung und Proteinverarbeitung; Enzymes.bio ist dabei Lieferant, nicht Hersteller und nicht Labor. Das Produkt wird in 1-kg-Einheiten direkt online verkauft; CoA und SDS werden bei der Bestellung mitgeliefert .

Warum Rindfleisch zäh wird: Muskelstruktur, Bindegewebe und Reifung

Die Zartheit von Rindfleisch entsteht nicht aus einem einzelnen Faktor. Ein Steak kann zäh wirken, weil die Muskelproteine eng organisiert sind, weil das Bindegewebe stark vernetzt ist, weil das Stück aus einem beanspruchten Muskel stammt oder weil die Reifung nicht ausreichend Zeit hatte, strukturelle Schwächung zu bewirken. Takahashi beschreibt Fleischzartmachung während der postmortalen Reifung als Prozess, bei dem die Struktur des Skelettmuskelgewebes geschwächt wird; diese Schwächung ist nicht ausschließlich enzymatisch zu erklären, sondern hängt auch mit physikalisch-chemischen Veränderungen zusammen ^[1].

Ein zentraler Punkt ist die Unterscheidung zwischen myofibrillärer Zähigkeit und bindegewebsbedingter Hintergrundzähigkeit. Myofibrillen bilden die kontraktile Struktur des Muskels; sie enthalten Proteine wie Myosin, Actin, Titin, Nebulin und weitere Strukturproteine. Bindegewebe besteht dagegen wesentlich aus Kollagen und umgibt Muskelfasern und Faserbündel. Während Reifung viele myofibrilläre Strukturen lockern kann, bleibt stark vernetztes Kollagen bei Kühlagerung deutlich widerstandsfähiger ^[4].

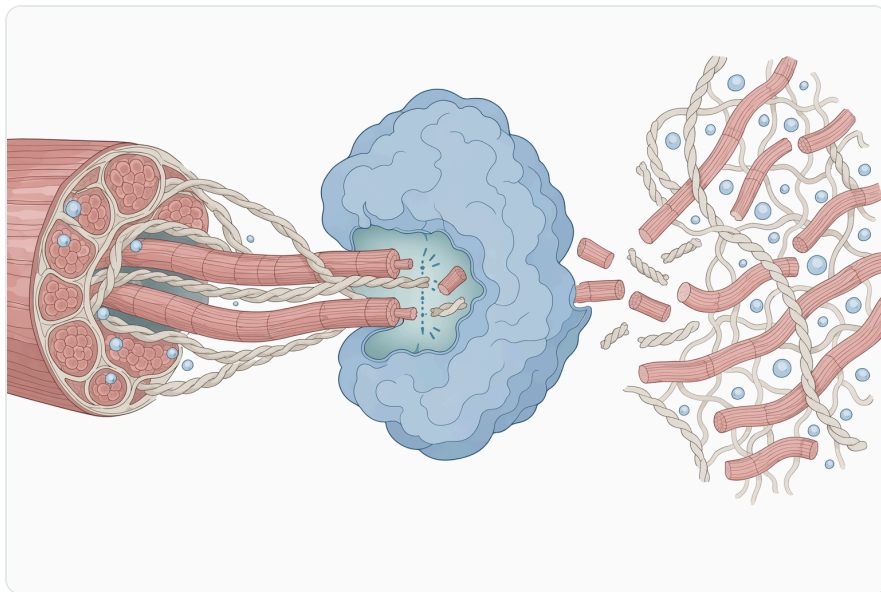


Figure 1. 파파인은 접근 가능한 고기 단백질을 절단해 근육 구조가 물거나 씹을 때 덜 저항하게 함으로써 소고기를 부드럽게 만든다.

Die Calcium-Theorie der Fleischzartmachung beschreibt, dass Calciumionen nach der Schlachtung zur strukturellen Schwächung beitragen können. In experimentellen Arbeiten wurde sogar gezeigt, dass Calciumionen im Bereich von 0,1 mM die myofibrilläre Struktur während der Konditionierung beeinflussen können; das unterstreicht, dass Zartmachung nicht nur „Abbau“, sondern eine konkrete Veränderung der Muskelarchitektur ist ^[5].

Für die Praxis bedeutet das: Papain sollte nicht als Ersatz für Rohwareauswahl, Reifung oder Garführung verstanden werden. Es ist ein zusätzlicher Eingriff in das Proteinnetzwerk. Sein Nutzen ist am größten, wenn das Ziel klar ist: beispielsweise ein zäheres Beef-Stück sensorisch zugänglicher zu machen, Schwankungen zwischen Chargen abzufedern oder die Zartheit eines marinierten Steakprodukts konsistenter einzustellen ^[2].

Der Wirkmechanismus von Papain im Fleisch

Papain gehört zu den Cysteinproteasen. Diese Enzymklasse nutzt eine reaktive Cystein-Gruppe im aktiven Zentrum, um Peptidbindungen in Proteinen zu spalten. In der Fleischmatrix bedeutet das: Große, strukturegebende Proteine werden in kleinere Fragmente überführt; dadurch verlieren Fasern und stützende Strukturen einen Teil ihrer mechanischen Stabilität ^[6].

Im Muskel sind vor allem myofibrilläre Proteine für die Bissfestigkeit wichtig. Wenn Proteasen diese Strukturen teilweise hydrolysieren, wird das Gewebe weniger widerstandsfähig gegenüber Schneiden, Beißen und Kauen. Peptidomische Untersuchungen an Rindfleisch zeigen, dass enzymatische Zartmachung nicht nur makroskopisch die Textur verändert, sondern auch das Peptidprofil und die spätere Verdauungszugänglichkeit von Proteinen beeinflusst ^[3].

Papain kann außerdem bindegewebsnahe Strukturen angreifen. Das ist technologisch erwünscht, weil bindegewebsreiche Rindfleischstücke oft die größte Zähigkeit zeigen. Gleichzeitig ist diese Breite der Substratwirkung der Grund, warum Prozesskontrolle notwendig ist: Wird die Proteolyse zu weit getrieben, entsteht nicht einfach „mehr Zartheit“, sondern Strukturverlust. Historische histologische Arbeiten mit papainhaltigen Fleischzartmachern zeigten bereits, dass enzymatische Behandlung sichtbare Veränderungen im Fleischgewebe verursachen kann ^[7].

Der Effekt ist daher räumlich und zeitlich begrenzt zu steuern. Eine Oberflächenapplikation wirkt zuerst dort, wo das Enzym mit dem Fleisch in Kontakt kommt. In dickeren Steakstücken ist die Diffusion ohne mechanische Unterstützung begrenzt; deshalb kann eine zu starke Oberfläche mit einem kaum veränderten Kern kombiniert auftreten. Verfahren wie Marinieren, Tumbeln oder Injektion verändern diese Verteilung, ohne dass dadurch der Grundmechanismus ein anderer wird ^[8].

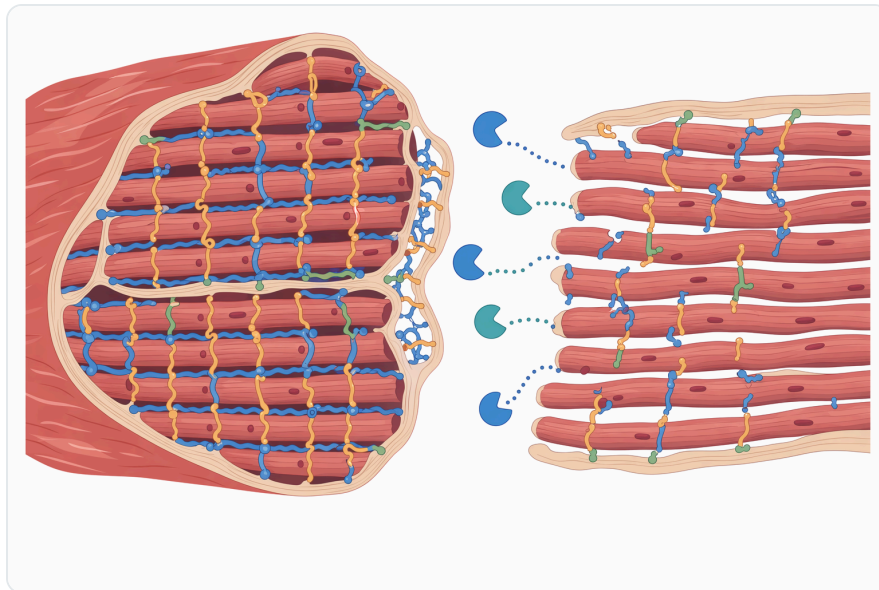


Figure 2. 적절히 조절된 파파인 처리는 섬유질 고기 구조를 파괴하지 않으면서 근육과 결합조직 관련 구조의 단백질 결합을 약화한다.

Papain im Vergleich zu Reifung, Bromelain, Ficin und Actinidin

Papain ist eine von mehreren pflanzlichen Proteasen, die in der Fleischzartmachung eingesetzt oder untersucht werden. In Übersichten werden besonders Papain, Bromelain und Ficin als klassische pflanzliche Enzyme genannt; daneben sind Actinidin aus Kiwifrucht und weitere Proteasen technologisch relevant [2].

Ansatz	Hauptmechanismus	Typische Stärke	Typische Grenze
Postmortale Reifung	Natürliche strukturelle Schwächung im Muskel, insbesondere myofibrillär	Sehr gut integrierbar in klassische Fleischverarbeitung; verbessert Aroma- und Texturentwicklung	Benötigt Zeit; bindegewebsbedingte Zähigkeit bleibt begrenzt beeinflussbar [1]
Papain	Exogene Proteolyse von Muskel- und bindegewebsnahen Proteinen	Starke, etablierte Zartmachungswirkung; vielseitig über Marinade, Oberfläche oder Injektion einsetzbar	Risiko von Überzartmachung und ungleichmäßiger Oberfläche bei schlechter Verteilung [7]
Bromelain	Protease aus Ananas; Abbau von Fleischproteinen	In Studien zur Fleischzartmachung und Marination wirksam beschrieben	Sensorisches Ergebnis hängt stark von Prozess und Matrix ab [9]
Ficin	Protease aus Feigenlatex	Ebenfalls klassische pflanzliche Fleischprotease	Breite Proteolyse kann Texturkontrolle erschweren

Ansatz	Hauptmechanismus	Typische Stärke	Typische Grenze
			[10]
Actinidin	Protease aus Kiwifrucht	Wird für kontrollierte Hydrolyse bestimmter Fleischproteine untersucht	Wirkung ist muskel- und proteinabhängig; nicht automatisch identisch mit Papain [11]
Ultraschall- oder Hochdruck-unterstützte Prozesse	Physikalische Strukturveränderung, teils kombiniert mit Enzymen	Kann Enzymzugang und Strukturauflockerung verbessern	Zusätzliche Prozessausrüstung und Validierung erforderlich [12]

Der Vergleich zeigt: Papain ist nicht die einzige Option, aber eine besonders etablierte. Seine Stärke liegt in der deutlichen proteolytischen Wirkung. Genau diese Stärke macht Papain für zähes Rindfleisch attraktiv, verlangt aber mehr Prozessdisziplin als langsamere oder selektivere Ansätze [2].

Was die Forschung speziell zu Beef und Steak nahelegt

Moderne Untersuchungen an Rindfleisch bestätigen, dass enzymatische Zartmachung die Proteinstruktur messbar verändert. Eine peptidomische Studie an Beef Semimembranosus untersuchte das Zusammenspiel zwischen enzymatischer Zartmachung und Verdauungsfähigkeit; sie zeigt, dass Zartmachung nicht nur eine sensorische Oberfläche hat, sondern mit konkreten Veränderungen in Proteinfragmenten verbunden ist [3].

Eine proteomische Arbeit an bovinem Semitendinosus untersuchte Strategien auf Basis von Papain-Injektion und Ultraschall. Der Semitendinosus ist ein technologisch relevantes Modell, weil er nicht zu den zartesten Rindermuskeln gehört und Strukturveränderungen gut sichtbar werden. Die Studie verbindet Papainbehandlung mit Proteomik und macht deutlich, dass Zartmachung auf Ebene einzelner Muskelproteine nachvollziehbar ist [8].

Historische Studien sind ebenfalls wichtig, weil sie zeigen, dass Papain in realem Fleischgewebe seit Jahrzehnten untersucht wird. Arbeiten aus den 1950er-Jahren kombinierten sensorische Panels mit histologischen Analysen papainhaltiger Tenderizer und dokumentierten Veränderungen an Fleischstrukturen sowie wahrnehmbare Unterschiede in der Zartheit [7].

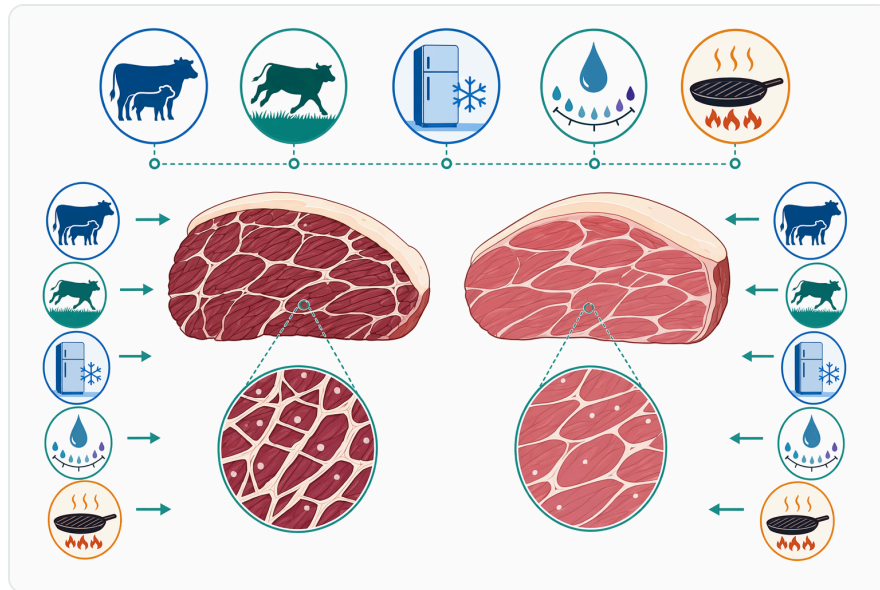


Figure 3. 소고기의 연도는 근육의 생물학적 특성, 결합조직, 도축 후 처리, pH, 조리 조건이 모두 최종 식감에 영향을 주기 때문에 달라진다.

Gleichzeitig ist die Übertragbarkeit begrenzt. Eine Studie an einem bestimmten Muskel, einer bestimmten Applikationsart oder einer bestimmten Garführung liefert keinen universellen Prozess. Für ein Steakprodukt in einer industriellen Linie zählen Rohwarekaliber, Fett- und Bindegewebsanteil, Marinadenzusammensetzung, mechanische Behandlung und thermischer Endprozess. Die Literatur stützt den Mechanismus zuverlässig, aber die praktische Ausprägung bleibt prozessabhängig ^[2].

Anwendung in Beef-Produkten: Kontakt ist der entscheidende Prozessfaktor

Papain wirkt nur dort, wo es mit Substratproteinen in Kontakt kommt. Bei Steakprodukten ist das der wichtigste praktische Punkt. Eine trockene Oberflächenapplikation, eine wässrige Marinade, ein Tumbleprozess oder eine Injektion erzeugen unterschiedliche Verteilungen im Fleisch. Je gleichmäßiger das Enzym in die relevanten Gewebebereiche gelangt, desto gleichmäßiger fällt die Zartmachung aus ^[8].

Bei dünnen Steakzuschnitten kann eine Oberflächen- oder Marinadenanwendung ausreichend sein, weil die Diffusionsstrecken kleiner sind. Bei dickeren Cuts oder ganzen Muskeln steigt das Risiko eines Gradienten: außen weich, innen unverändert. Eine mechanisch unterstützte Verteilung kann hier technologisch sinnvoll sein, muss aber zur gewünschten Produktidentität passen ^[2].

Einwirkzeit und Temperatur bestimmen, wie weit die Proteolyse fortschreitet. Höhere enzymatische Reaktionsgeschwindigkeit ist nicht automatisch besser, weil Fleisch gleichzeitig ein mikrobiologisch empfindliches Lebensmittel bleibt und weil eine zu starke Proteolyse Texturdefekte erzeugen kann. In

der Praxis zählt daher ein enger Zusammenhang zwischen Enzymkontakt, gekühlter Prozessführung, Rezeptur und geplanter Erhitzung [2].

Auch Salz, Säure, Phosphate, Zucker, Gewürze und Raucharomen können das Gesamtergebnis beeinflussen. Sie verändern nicht zwingend den Papainmechanismus selbst, aber sie beeinflussen Wasserbindung, Proteinquellung, Geschmack und Oberflächenbeschaffenheit. Eine Studie zu Papain in Kombination mit Flüssigrauch bei mariniertem Fleisch zeigt, dass Enzymwirkung in realen Rezeptursystemen nicht isoliert betrachtet werden sollte [13].

Sensorische Wirkung: Zartheit ist mehr als geringe Scherkraft

In der Forschung wird Zartheit oft über instrumentelle Texturparameter wie Scherkraft ergänzt, aber der Konsument bewertet ein komplexeres Erlebnis. Ein Steak kann instrumentell weicher sein und trotzdem sensorisch schlechter wirken, wenn die Oberfläche schmierig, das Schnittbild aufgelöst oder der Biss untypisch ist. Papain verbessert also nicht automatisch „Qualität“, sondern verändert zunächst Proteinstruktur [7].



Figure 4. 파파인, 브로멜라인, 피신, 그리고 숙성 중 작용하는 내인성 효소는 모두 단백질 분해를 통해 고기를 부드럽게 하지만, 원료, 실제 사용 방식, 작용 속도, 조절상의 위험은 서로 다르다.

Sensorisch erwünscht ist meist ein niedrigerer Widerstand beim ersten Biss und beim Kauen, ohne dass das Fleisch seine faserige, saftige und schnittfeste Identität verliert. Wird Papain zu intensiv eingesetzt oder ungleichmäßig verteilt, kann der äußere Bereich des Steaks übermäßig weich werden, während die Mitte noch zäh bleibt. Diese Kombination ist für hochwertige Steakprodukte besonders problematisch, weil der Gast oder Endkunde ein gleichmäßiges Mundgefühl erwartet [2].

Eine enzymatische Behandlung kann außerdem die Wahrnehmung von Saftigkeit beeinflussen. Durch Proteinabbau ändern sich Wasserbindung, Freisetzung von Fleischsaft beim Kauen und thermische Stabilität. Ob dies positiv oder negativ auffällt, hängt vom Gargrad, vom Salzgehalt und von der Produktform ab. Untersuchungen zu enzymatischer Zartmachung zeigen deshalb regelmäßig sowohl strukturelle als auch sensorische oder funktionelle Parameter, statt nur eine einzelne Messgröße zu betrachten ^[3].

Für B2B-Anwendungen ist die Zieldefinition entscheidend: Ein mariniertes Steak für schnelle Zubereitung, ein Sous-vide-vorgegartes Beef-Produkt und ein roh verkauftes Steak stellen unterschiedliche Anforderungen an Biss, Oberfläche, Garverlust und Optik. Papain ist für alle drei prinzipiell relevant, aber nicht mit derselben Prozessführung ^[8].

Grenzen der Papain-Zartmachung

Die wichtigste Grenze ist fehlende Selektivität im technologischen Sinn. Papain spaltet Proteine, aber es unterscheidet nicht zwischen „unerwünschter Zähigkeit“ und „erwünschter Struktur“. Deshalb kann eine zu starke Behandlung die Gewebearchitektur so weit schwächen, dass das Fleisch nicht mehr wie Steak wirkt, sondern breiig oder übermäßig mürbe erscheint ^[2].

Eine zweite Grenze ist die Eindringtiefe. Bei intakten Muskelstücken ist Proteindiffusion begrenzt. Wenn Papain nur an der Oberfläche bleibt, entsteht dort die stärkste Wirkung. Das kann bei dünnen Produkten erwünscht sein, bei dicken Beef-Cuts aber zu einem Qualitätsfehler werden. Papain ist deshalb kein Ersatz für passende Schnittstärke, mechanische Prozessführung oder ausreichend homogene Marinadeverteilung ^[8].

Eine dritte Grenze betrifft kollagenreiche Rohware. Papain kann bindegewebsnahe Strukturen beeinflussen, aber stark vernetztes Kollagen in alten oder stark beanspruchten Muskeln ist technologisch anspruchsvoll. In solchen Fällen entscheiden auch Garverfahren mit ausreichender thermischer Kollagenumwandlung über das Endergebnis. Enzymatische Zartmachung kann helfen, aber nicht jede Rohware in ein Premium-Steak verwandeln ^[4].

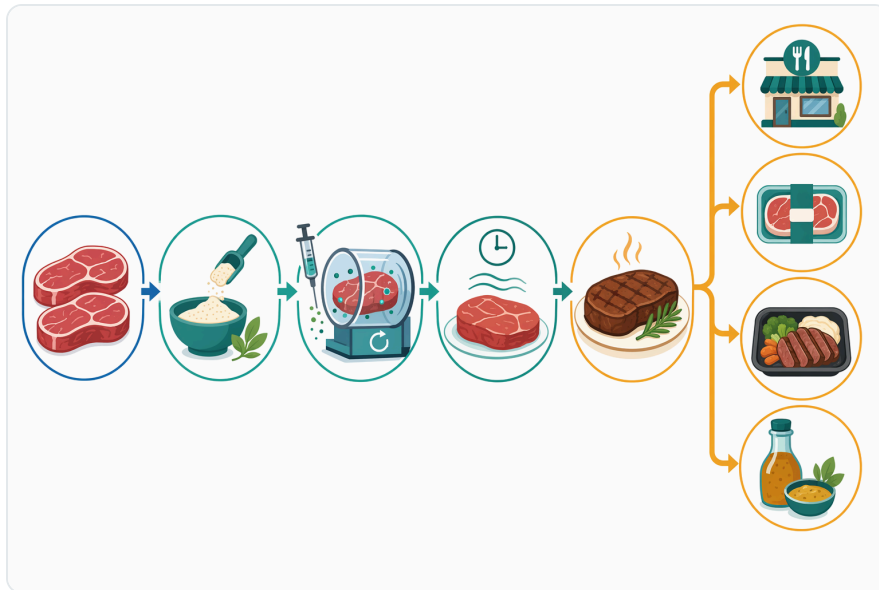


Figure 5. 마리네이드, 염지액, 텀블링, 표면 처리는 조리 전에 파파인이 고기 단백질과 접촉할 수 있도록 고르게 퍼뜨리는 데 도움이 된다.

Schließlich bleibt Lebensmittelsicherheit unabhängig von der Enzymwirkung. Papain reduziert Zähigkeit, ersetzt aber keine Kühlkette, keine hygienische Rohwarenführung und keine validierte thermische Behandlung. Enzymatische Prozesse in Fleisch müssen immer in bestehende HACCP- und Qualitätsmanagementsysteme eingebettet werden ^[2].

Kombination mit neuen Technologien: Ultraschall und Hochdruck

In der Forschung werden Enzyme zunehmend mit physikalischen Verfahren kombiniert. Ultraschall kann Gewebestrukturen beeinflussen, Flüssigkeitsbewegung verbessern und den Kontakt zwischen Enzym und Substrat erleichtern. Eine proteomische Studie an bovinem Semitendinosus untersuchte Papain-Injektion zusammen mit Ultraschall als Strategie zur Zartmachung und zeigte, dass solche Kombinationen auf Proteinebene nachvollziehbare Veränderungen auslösen ^[8].

Auch Hochdruck wird in Verbindung mit enzymatischer Zartmachung untersucht. Eine Studie zu hochhydrostatisch unterstützter enzymatischer Zartmachung bei Gänsefleisch zeigte Veränderungen der Textur und der myofibrillären Proteine. Obwohl Gänsefleisch nicht direkt Beef ist, zeigt die Arbeit, warum Drucktechnologien für die Intensivierung enzymatischer Prozesse interessant sind: Sie können Proteinstruktur und Enzymzugänglichkeit verändern ^[12].

Für Steakverarbeiter bedeutet das nicht, dass solche Technologien zwingend erforderlich sind. Papain kann auch in klassischen Marinier- oder Tumbleprozessen eingesetzt werden. Die Forschung zeigt jedoch, dass Enzymwirkung kein isolierter Zusatzstoffeffekt ist, sondern stark davon abhängt, wie die Fleischmatrix physikalisch geöffnet, bewegt oder vorbehandelt wird ^[2].

Einordnung gegenüber Bromelain und anderen pflanzlichen Proteasen

Bromelain aus Ananas wird ähnlich wie Papain zur Fleischzartmachung eingesetzt und ist in mehreren Arbeiten als wirksame Protease beschrieben. Eine Studie zur Nutzung von Bromelain aus Ananasabfällen zeigt, dass auch Nebenströme pflanzlicher Rohstoffe als Proteasequellen für Fleischzartmachung untersucht werden ^[9].

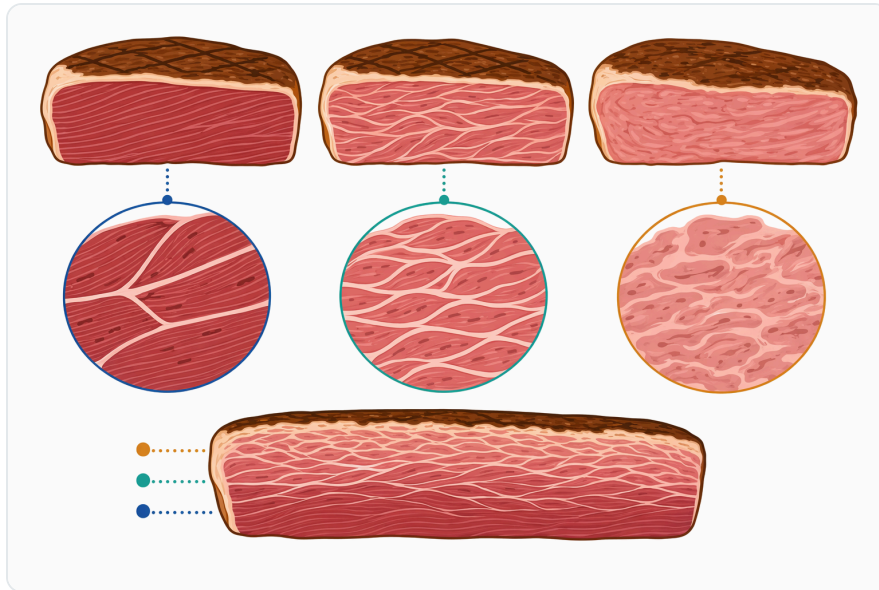


Figure 6. 파파인에 너무 오래 노출되면 단백질 구조가 과도하게 분해되어 지나치게 연해질 수 있으며, 특히 표면이나 처리가 고르지 않은 고기 조각에서 더 잘 발생한다.

Ficin und Actinidin ergänzen das Spektrum. Actinidin aus Kiwifrucht wurde für die Hydrolyse von Rindermuskelproteinen untersucht und zeigt, dass unterschiedliche pflanzliche Proteasen verschiedene Proteinpräferenzen und Wirkprofile haben können ^[11]. Historische Vergleiche von Enzympräparaten aus unterschiedlichen Quellen dokumentieren ebenfalls, dass sensorische und histologische Effekte nicht bei allen Proteasen identisch ausfallen ^[10].

Papain bleibt dennoch eine naheliegende Wahl für Beef und Steak, weil es in der Literatur häufig als etablierte pflanzliche Protease genannt wird und eine robuste proteolytische Wirkung zeigt. Der praktische Unterschied liegt weniger in der einfachen Frage „wirkt es?“, sondern in der Beherrschbarkeit des gewünschten Texturfensters ^[2].

Produkt- und Lieferkontext bei Enzymes.bio

„Papain Enzyme For Beef And Steak Tenderizing“ ist für B2B-Anwendungen gedacht, bei denen Papain als funktionales Enzym zur Texturmodifikation eingesetzt wird. Enzymes.bio bietet Papain in der entsprechenden Produktkategorie an und positioniert es für Anwendungen wie Fleischzartmachung und Proteinverarbeitung .

Wichtig für die Einordnung: Enzymes.bio ist Lieferant, kein Hersteller und kein Prüflabor. Das bedeutet, dass die Produktseite die Anwendung, den Mechanismus und den Lieferumfang transparent beschreiben kann, aber keine Prozessvalidierung für eine konkrete Fleischlinie ersetzt. CoA und SDS werden bei der Bestellung mitgeliefert; das Produkt wird in 1-kg-Einheiten direkt online verkauft.

Für technische Anwender ist diese Trennung relevant. Die wissenschaftliche Grundlage erklärt, warum Papain in Beef- und Steak-Zartmachung funktioniert; die betriebliche Umsetzung bleibt Aufgabe des jeweiligen Lebensmittelunternehmens. Rohware, Rezeptur, Kontaktmethode, Kühlführung, Garprozess und gewünschtes sensorisches Profil bestimmen, wie die Papainwirkung in ein marktfähiges Endprodukt übersetzt wird ^[2].

Praktische Qualitätslogik: kontrollierte Proteolyse statt maximale Enzymwirkung

Der sinnvollste Umgang mit Papain ist eine Zieltextur-Logik. Nicht die maximale Weichheit ist das Ziel, sondern ein reproduzierbares Mundgefühl. Bei Steakprodukten heißt das meist: geringerer Kauwiderstand, aber weiterhin erkennbare Fleischfaser, sauberes Schnittbild und keine matschige Oberfläche ^[7].

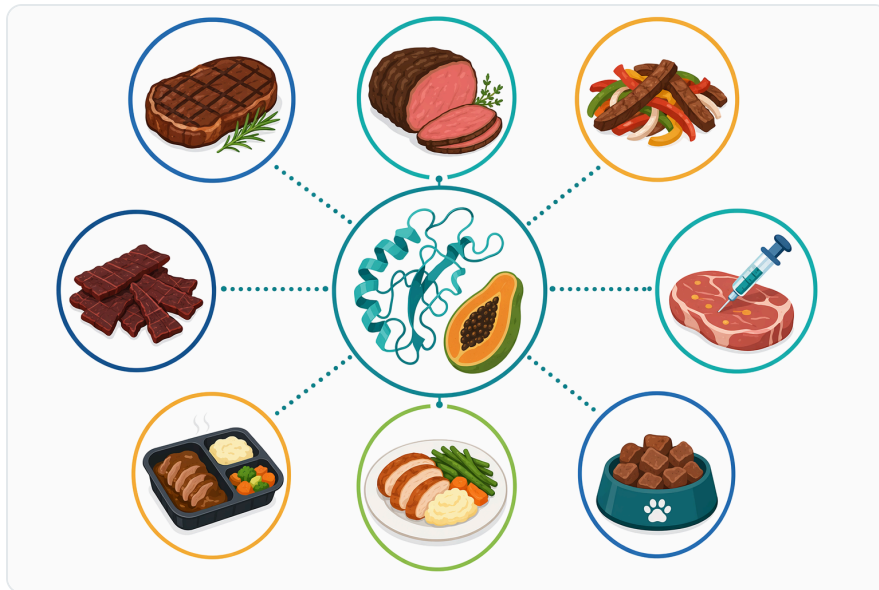


Figure 7. 파파인은 더 부드러운 식감이 뚜렷한 장점이 되는 마리네이드 스테이크, 소고기 스트립, 얇게 썬 고기, 큐브 형태의 고기, 즉석식품 구성품, 부가가치 제품에 가장 잘 맞는다.

Dafür muss der Prozess die Enzymwirkung begrenzen können. Papain wirkt während der Kontaktphase und solange die Bedingungen eine relevante Aktivität zulassen. Eine nachfolgende Erhitzung verändert sowohl das Fleischprotein als auch die verbleibende Enzymaktivität. Deshalb gehören Papainbehandlung und Garprozess technisch zusammen, auch wenn sie in der Produktion getrennte Schritte sind [2].

Besonders kritisch sind Produkte mit langer Marinierzeit oder ungleichmäßiger Dicke. Dünne Ränder, Einschnitte und Oberflächenbereiche können stärker hydrolysiert werden als kompakte Kerne. Wenn zusätzlich mechanische Bearbeitung eingesetzt wird, verbessert das zwar die Verteilung, kann aber auch die Textur stärker öffnen. Die Balance zwischen Verteilung und Strukturverlust ist daher der Kern der Prozessgestaltung [8].

Fazit: Papain ist ein wirksames Werkzeug für Beef- und Steak-Zartmachung

Papain ist eine etablierte pflanzliche Protease für die Zartmachung von Rindfleisch und Steakprodukten. Seine Wirkung beruht auf kontrollierter Proteolyse: Muskel- und bindegewebsnahe Proteine werden teilweise gespalten, wodurch die mechanische Festigkeit des Fleischgewebes abnimmt und der Biss zarter werden kann [2].

Die Forschung stützt sowohl den Grundmechanismus als auch die Relevanz für Rindfleischsysteme. Arbeiten zur postmortalen Reifung erklären, warum natürliche Zartmachung vor allem myofibrilläre Strukturen betrifft, während Studien zu Papain, Papain-Injektion und proteomischen Veränderungen

zeigen, dass exogene Enzyme zusätzliche Texturveränderungen erzeugen können ^[1].

Für B2B-Anwender ist Papain am besten als präzises Texturwerkzeug zu verstehen: wirksam, bewährt und technologisch vielseitig, aber abhängig von Rohware, Verteilung, Einwirkzeit, Temperatur, Rezeptur und Garprozess. Enzymes.bio liefert Papain in 1-kg-Einheiten direkt online; CoA und SDS werden bei der Bestellung mitgeliefert.

Papain Enzyme For Beef And Steak Tenderizing online bestellen

Verkauf in 1 kg-Einheiten, ab Lager und versandbereit. Bestellen Sie direkt in unserem Shop — bezahlen Sie online, wir bearbeiten Ihre Bestellung. Ein Analysenzertifikat und ein Sicherheitsdatenblatt liegen jeder Bestellung bei.

[Papain Enzyme For Beef And Steak Tenderizing kaufen →](#)

Referenzen

Nummeriert nach Reihenfolge der Erstzitation. Open-Access-Quellen, jeweils zum Veröffentlichungszeitpunkt auf Erreichbarkeit geprüft; die Zitationsnummern im Text verlinken hierher:

1. Takahashi, K. (1996). Structural weakening of skeletal muscle tissue during post-mortem ageing of meat: the non-enzymatic mechanism of meat tenderization. *Meat Science*, 43S1, 67-80 .
2. Abril, B., Bou, R., García-Pérez, J. V., & Bedito, J. (2023). Role of Enzymatic Reactions in Meat Processing and Use of Emerging Technologies for Process Intensification. *Foods*, 12.
3. Zhao, D., Xu, Y., Gu, T., Wang, H., Yin, Y., Sheng, B., Li, Y., ... et al. (2019). Peptidomic Investigation of the Interplay Between Enzymatic Tenderization and the Digestibility of Beef Semimembranosus Proteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
4. Takahashi, K. (1997). Non-Enzymatic Mechanism of Meat Tenderization during Post-Mortem Ageing: the Calcium Theory of Meat Tenderization.
5. Takahashi, K. (1992). Non-enzymatic weakening of myofibrillar structures during conditioning of meat: calcium ions at 0.1 mM and their effect on meat tenderization. *Biochimie*, 74 3, 247-50 .
6. Santos Nascimento, I. J., Gomes, J. N. S., Oliveira Viana, J., Silva, Y. M. S., Barbosa, E., & Moura, R. D. (2023). The Power of Molecular Dynamics Simulations and Their Applications to Discover Cysteine Protease Inhibitors. *Mini-Reviews in Medical Chemistry*, 24, 1125 - 1146.
7. Weir, C. E., Wang, H., Birkner, M., Parsons, J. D., & Ginger, B. (1958). STUDIES ON ENZYMATIC TENDERIZATION OF MEAT. II. PANEL AND HISTOLOGICAL ANALYSES OF MEAT TREATED WITH LIQUID TENDERIZERS CONTAINING PAPAIna. *Journal of Food Science*, 23, 411-422.

8. Marino, R., Malva, A., Caroprese, M., Pilli, T. D., Alessandrino, O., Picariello, G., Sevi, A., ... et al. (2023). Proteomics in bovine semitendinosus muscle to assess emerging strategies based on papain injection and ultrasounds on meat tenderization process. *Meat Science*, 200, 109147 .
9. Woinue, Y., Chaurasiya, R., & Sharma, R. (2021). Meat tenderization using bromelain enzyme extracted from pineapple waste. *Food Research*.
10. Wang, H., Weir, C. E., Birkner, M., & Ginger, B. (1958). STUDIES ON ENZYMATIC TENDERIZATION OF MEAT. III. HISTOLOGICAL AND PANEL ANALYSES OF ENZYME PREPARATIONS FROM THREE DISTINCT SOURCES. *Journal of Food Science*, 23, 423-438.
11. Lewis, D., & Luh, B. (1988). APPLICATION OF ACTINIDIN FROM KIWIFRUIT TO MEAT TENDERIZATION AND CHARACTERIZATION OF BEEF MUSCLE PROTEIN HYDROLYSIS. *Journal of Food Biochemistry*, 12, 147-158.
12. Zhang, H., Tang, D., Yang, H., Liu, X., Cheng, J., Wang, X., Zou, J., ... et al. (2023). Effects of high hydrostatic pressure assisted enzymatic tenderization on goose meat texture and myofibril protein. *LWT*.
13. Dabban, A. J., Evans, E. C., Emmanuel, O. C., Ameh, S. S., F., O. O., Ajibola, A. B., Isa, A. F., ... et al. (2026). A Review on Encapsulation and Immobilization Technologies for Controlled Enzyme Release in Meat Tenderization. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*.

Enzymes.bio kontaktieren

Fragen zu einer Bestellung? Unser Team hilft Ihnen gerne weiter.

E-MAIL wholesale@enzymes.bio

TELEFON (USA) **+1 (507) 428-6057**

[Kontakt aufnehmen →](#)



400+ B2B-Kunden



60+ universitäre Forschungspartner



54 weltweit beliefert

© 2026 Enzymes.bio · Enzymlieferant für Industrie & Lebensmittelverarbeitung · Nicht zum menschlichen Verzehr oder für den Einzelverkauf.