

Neutrale Protease aus *Bacillus subtilis** für Mehl- und Teigverarbeitung

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

Neutrale Protease aus *Bacillus subtilis* wird in der Mehl- und Backwarenverarbeitung eingesetzt, um Proteinstrukturen im Teig kontrolliert zu schwächen: elastische, zähe oder schwer formbare Teige können dadurch weicher, dehnbarer und prozessstabiler werden. Das bei Enzymes.bio erhältliche Produkt ist eine B2B-Handelsware für lebensmittelbezogene Mehlanwendungen; Enzymes.bio ist Lieferant, nicht Hersteller und kein Labor, und liefert CoA sowie SDS bei der Bestellung mit .

Was dieses Enzym in Mehl praktisch leistet

In Weizenmehl, Mischmehlen und proteinreichen Mehlformulierungen entscheidet nicht nur die Stärkezusammensetzung über die Verarbeitung, sondern auch die Art, Menge und Hydratation der Proteine. Sobald Wasser zugegeben und mechanisch gemischt wird, werden Proteinfractionen beweglicher, lagern sich neu an und bilden je nach Mehlqualität, Rezeptur und Prozessführung ein Netzwerk, das für Brotvolumen nützlich, für Cracker, Kekse, Waffeln, dünne Teigbahnen oder formgebende Prozesse aber zu elastisch sein kann ^[1].

Eine neutrale Protease verändert diese Situation nicht durch Verdünnung oder mechanisches „Überkneten“, sondern durch Biokatalyse: Sie hydrolysiert Peptidbindungen innerhalb zugänglicher Proteinabschnitte. Lange, spannungsaufbauende Proteinstrukturen werden dadurch in kürzere Fragmente überführt; das Netzwerk verliert Widerstand gegen Dehnung, der Teig entspannt schneller und lässt sich in passenden Anwendungen gleichmäßiger ausrollen, laminieren, schneiden, extrudieren oder formen ^[2].

Der entscheidende Punkt ist Kontrolle. Protease ist kein universeller Weichmacher, sondern ein Werkzeug zur dosierten Proteinmodifikation: Zu geringe Wirkung bleibt technologisch unauffällig, zu starke Wirkung kann Klebrigkeit, Strukturverlust, schlechte Gashaltung oder ungleichmäßige Oberfläche fördern. Deshalb ist die sinnvolle Anwendung immer mit dem konkreten Mehl, der Wasserführung, der Ruhezeit, der Temperatur, der Mischenergie und der nachfolgenden thermischen Behandlung verknüpft ^[3].

Einordnung des Produktnamens: Protease, nicht Nukleinsäure-Enzym

Der Produktname enthält die Formulierung „Flour-Specific Endonuclease“. Für die technologische Bewertung in Mehl ist jedoch die Protease-Funktion maßgeblich: Das Produkt wird als neutrale Protease aus *Bacillus subtilis* für mehlbezogene Anwendungen angeboten. Im üblichen biochemischen Sprachgebrauch bezeichnet „Endonuclease“ ein Enzym, das Nukleinsäuren innenständig spaltet; hier sollte der Begriff daher nicht als Hinweis auf eine DNA- oder RNA-Anwendung missverstanden werden.

Für Anwender zählt, welche Bindungen im Zielprozess funktional relevant sind. In Teigen sind dies vor allem Peptidbindungen in Proteinfractionen, die für Elastizität, Kohäsion und Wasserbindung mitverantwortlich sind. Die Produktfunktion ist folglich als proteolytische Modifikation von Mehlproteinen zu verstehen, nicht als klassisches Nukleinsäure-Management [2].

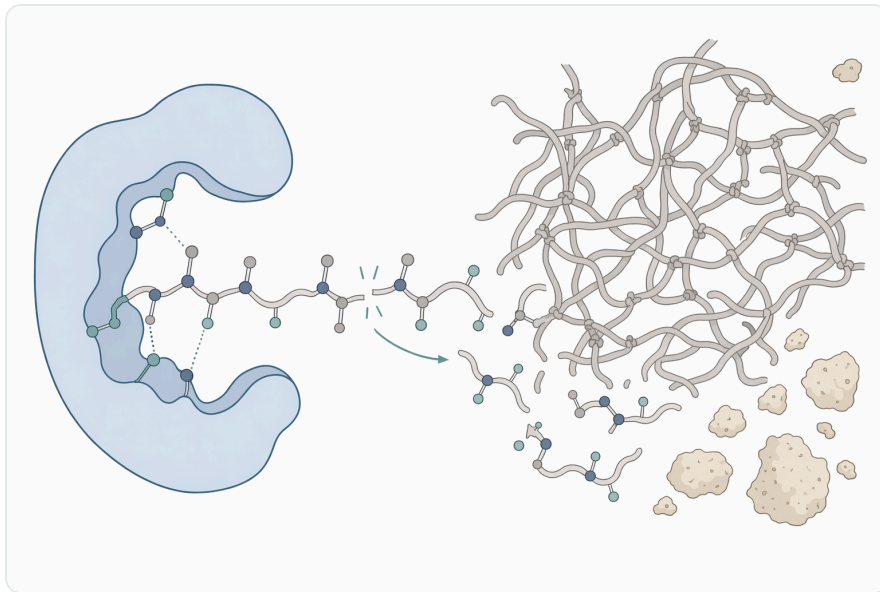


Figure 1. 바실러스 서브틸리스 유래 중성 프로테아제는 글루텐 단백질의 펩타이드 결합을 가수분해하여 반죽의 탄성을 낮추고 취급성을 개선합니다.

Warum *Bacillus subtilis* bei Proteasen häufig vorkommt

Bacillus subtilis ist in der industriellen Enzymbiotechnologie etabliert, weil Vertreter dieser Art extrazelluläre Enzyme bilden und in das umgebende Medium abgeben können. Für Proteasen ist diese Eigenschaft besonders relevant: Das Zielprodukt muss nicht primär aus aufgeschlossenen Zellen gewonnen werden, sondern kann als sekretierte Enzymaktivität in Fermentationssystemen auftreten, was die technische Nutzung von *Bacillus*-Proteasen historisch begünstigt hat [4].

Die Literatur zeigt zudem eine breite Bandbreite von *B. subtilis*-Proteasen: Es gibt Arbeiten zu alkalischen Proteasen, Serinproteasen, Cysteinproteasen und thermophileren Varianten, jeweils mit unterschiedlichen Stabilitäts- und Anwendungseigenschaften ^[5]. Daraus folgt für die Praxis: Der Organismusname allein beschreibt noch nicht das gesamte Verhalten einer Handelsware. Entscheidend sind die tatsächliche Formulierung, die Matrixverträglichkeit und der Prozess, in dem das Enzym eingesetzt wird.

Für Lebensmittel- und Futtermittelprozesse ist der allgemeine Nutzen mikrobieller Enzyme gut dokumentiert. Übersichtsarbeiten zu mikrobiellen Enzymen in der Lebensmittelindustrie beschreiben Proteasen als eine der zentralen Enzymklassen für Proteinmodifikation, Hydrolyse, Textursteuerung und Prozessverbesserung ^[2]. Diese Evidenz belegt nicht automatisch jede Einzelfunktion eines bestimmten Handelsprodukts, sie stützt aber den technologischen Mechanismus hinter der Anwendung.

Mechanismus im Teig: Was auf molekularer Ebene passiert

Hydratation macht Proteine angreifbar

Trockenes Mehl ist für Enzyme nur begrenzt zugänglich. Erst wenn Wasser eingemischt wird, quellen Stärke- und Proteinphasen, Proteinketten gewinnen Beweglichkeit, und proteolytische Angriffspunkte werden erreichbar. In diesem Stadium kann die neutrale Protease an zugängliche Peptidbindungen binden und diese hydrolytisch spalten; Wasser ist dabei nicht nur Lösungsmittel, sondern Reaktionspartner bei der Bindungsspaltung ^[2].

In einem Weizenteig ist die sichtbare Folge nicht „Protein verschwindet“, sondern eine Verschiebung der Molekülgrößen und Interaktionen. Große, netzwerkbildende Proteinaggregate werden teilweise gekürzt; dadurch nimmt der elastische Rückstellwiderstand ab. Ein Teig kann dann bei gleicher mechanischer Belastung länger ausziehen, schneller entspannen oder eine dünnere Bahn bilden, bevor er reißt oder sich wieder zusammenzieht ^[1].



Figure 2. 밀가루 가공에서는 베이킹이나 성형 전에 글루텐 강도를 조절하기 위해 혼합 단계에서 중성 프로테아제를 투입합니다.

Teigentspannung entsteht durch selektive Schwächung, nicht durch vollständigen Abbau

Technologisch erwünscht ist meist keine vollständige Proteolyse. Bei Keksen, Crackern oder Waffeln soll der Teig häufig formstabil, aber weniger elastisch sein; bei dünnen Teigbahnen soll er sich ausrollen lassen, ohne dauerhaft zu schrumpfen. Protease wirkt hier wie ein molekularer Schnitt an tragenden Strukturen: Sie reduziert Spannungen, ohne zwingend die gesamte Matrix zu zerstören ^[6].

Wenn die Reaktion zu weit läuft, kippt der Nutzen. Ein übermäßig proteolysierter Teig kann weich, klebrig, schmierig oder mechanisch instabil werden; in gebackenen Produkten können Struktur, Biss und Oberflächenbild leiden. Genau deshalb ist die Zeitachse wichtig: Mischen, Ruhezeit, Haltezeit vor dem Formen und Erwärmung bestimmen gemeinsam, wie lange das Enzym unter wirksamen Bedingungen arbeiten kann ^[3].

Neutraler Arbeitsbereich und Inaktivierung durch Prozesswärme

Der Begriff „neutrale Protease“ beschreibt eine Protease, deren Einsatz typischerweise um milde, nicht stark saure und nicht stark alkalische Bedingungen herum gedacht wird. Das passt zu vielen Mehl- und Teigsystemen, die nicht absichtlich in extreme pH-Bereiche geführt werden. In stark sauren Sauerteigen, alkalisierten Spezialmassen oder Rezepturen mit ungewöhnlichen Puffersystemen kann die sichtbare Wirkung jedoch anders ausfallen als in einem Standardteig ^[7].

Wie andere Enzyme wird auch Protease durch Temperatur beeinflusst: Moderate Erwärmung kann Reaktionsgeschwindigkeit erhöhen, während ausreichend hohe Prozesswärme die Proteinstruktur des Enzyms denaturiert und die Aktivität beendet. In Back-, Koch- oder Extrusionsprozessen ist die

thermische Behandlung daher nicht nur ein Gar- oder Strukturierungsschritt, sondern auch ein natürlicher Endpunkt der Proteasewirkung [8].

Wo neutrale Protease in Mehlorprozessen sinnvoll ist

Cracker, Kekse und kurze Texturen

Bei Crackern und Keksen ist ein starkes, elastisches Glutennetzwerk oft unerwünscht. Zu viel Elastizität kann Teigbahnen schrumpfen lassen, Schneidkanten verziehen, Dicken schwanken lassen oder zu einer härteren Textur beitragen. Eine neutrale Protease kann helfen, den Teig vor dem Formen zu entspannen und die mechanische Bearbeitung gleichmäßiger zu machen [6].

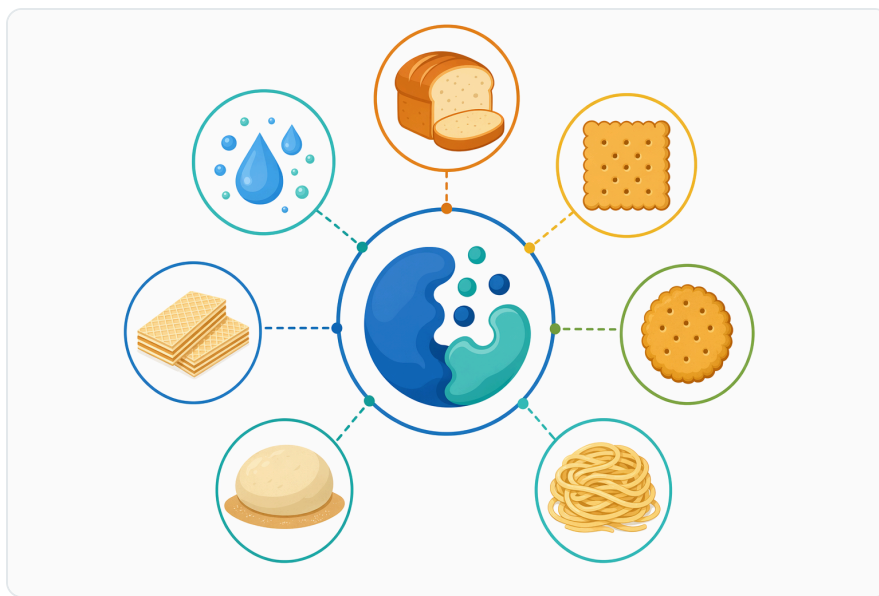


Figure 3. 중성 프로테아제는 제빵 및 곡물 가공에서 반죽의 신장성, 식감, 기계 가공성을 조절하는 데 사용됩니다.

Der Effekt ist besonders interessant, wenn Mehlorchargen stärker ausfallen als vorgesehen oder wenn proteinreichere Formulierungen aus ernährungs- oder Rohstoffgründen eingesetzt werden. Anstatt die gesamte Rezeptur umzubauen, kann Protease als prozessnahe Stellglied dienen, um Dehnbarkeit und Widerstand zu verschieben. Trotzdem bleibt die Mehlorauswahl relevant; Protease kompensiert keine grundsätzlich ungeeignete Rohstoffspezifikation [3].

Waffeln, dünne Blätter und ausrollbare Teige

In dünn ausgeformten Produkten sind kleine rheologische Unterschiede sichtbar. Ein Teig, der sich nach dem Ausrollen stark zurückzieht, erzeugt ungleichmäßige Dicken; ein Teig, der beim Laminieren zu viel Spannung aufbaut, reagiert empfindlich auf Walzspalte und Transport. Protease kann den

inneren Rückstellwiderstand senken, indem sie Proteinverknüpfungen verkürzt, die zur elastischen Rückverformung beitragen [1].

Dabei wirkt das Enzym nicht isoliert. Fett kann Proteinoberflächen abschirmen, Zucker verändert Wasserverfügbarkeit, Salz beeinflusst Proteininteraktionen, und Ruhezeiten verschieben die Balance zwischen Hydratation und Proteolyse. In der Praxis ist daher nicht nur die Zugabe entscheidend, sondern der Punkt, an dem Wasser, Enzym, Mehl und mechanische Energie zusammenkommen [9].

Extrusion und thermisch-mechanische Verarbeitung

In Extrusionsprozessen werden Mehl- oder Cerealienmischungen gleichzeitig befeuchtet, mechanisch geschert und erhitzt. Studien zu nicht-stärkehaltigen Polysaccharid-reichen Weizenmehlen zeigen, dass Enzyme wie Xylanase in Kombination mit Extruderkonfiguration und Prozessparametern messbare Effekte auf Materialeigenschaften haben können [6]. Für Protease ist die Logik ähnlich, aber der Zielmechanismus liegt auf Proteinbindung und Netzwerkfestigkeit statt primär auf Arabinoxylan- oder Faserstrukturen.

Der Vorteil enzymatischer Vorbehandlung kann darin liegen, die Materialantwort vor dem thermischen Endpunkt zu verändern. Sobald die Temperatur im Prozessbereich die Enzymstruktur inaktiviert, ist die Proteasewirkung begrenzt, während die zuvor erzeugte Proteinmodifikation in die weitere Strukturentwicklung eingeht. Damit eignet sich Protease eher als gezielter Vorprozess- oder Frühprozessfaktor, nicht als dauerhaft aktiver Bestandteil im fertigen Produkt [8].

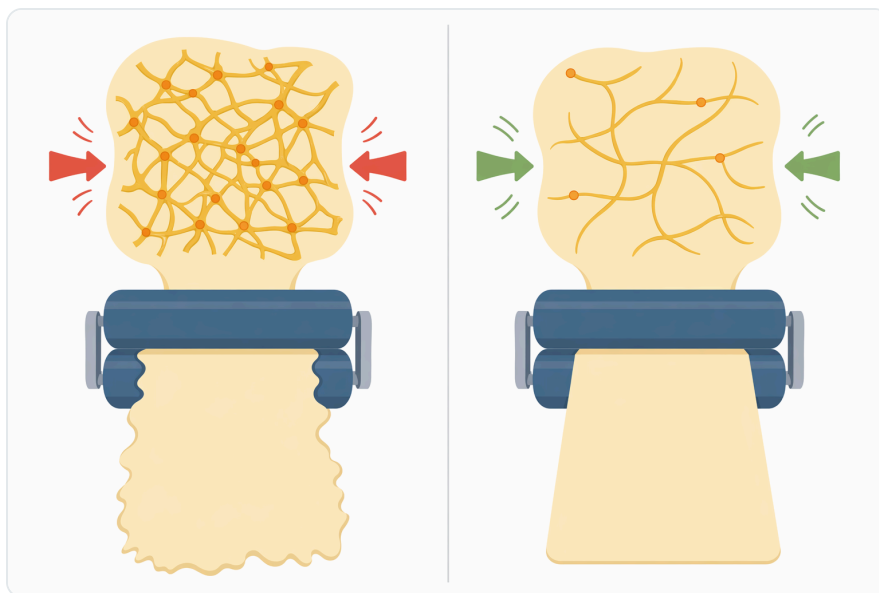


Figure 4. 기계적 또는 화학적 반죽 연화 방법과 비교할 때, 프로테아제 처리는 온화한 가공 조건에서 글루텐을 선택적으로 이완시킬 수 있습니다.

Proteinreiche Pflanzenmehle und alternative Rohstoffe

Pflanzliche Proteinquellen werden in der Lebensmittelindustrie zunehmend funktionell angepasst, weil Extraktion, Modifikation und Anwendung pflanzlicher Proteine zentrale Themen moderner Produktentwicklung sind ^[10]. In solchen Systemen kann Proteolyse Löslichkeit, Dispergierbarkeit, Viskosität oder Textur beeinflussen; der gewünschte Effekt hängt aber stark davon ab, ob das Produkt ein Teig, eine Suspension, ein Extrudat oder ein Protein-Hydrolysat sein soll.

Studien zur enzymatischen Verarbeitung von Sojabohnenmehl zeigen, dass Enzymrecycling und fed-batch-Zugabe genutzt wurden, um angereichertes Sojaprotein und hydrolysierte Zuckerströme aus Sojamehlprozessen zu erzeugen ^[11]. Das ist nicht dieselbe Anwendung wie eine Weizenteig-Protease, verdeutlicht aber, dass Mehl- und Proteinmatrices industriell zunehmend enzymatisch geführt werden, statt ausschließlich mechanisch oder thermisch behandelt zu werden.

Vergleich: Protease neben anderen Mehlenzymen

Protease wird in Mehlformulierungen oft zusammen mit oder alternativ zu anderen Enzymklassen betrachtet. Die folgende Tabelle grenzt die wichtigsten technologischen Zielrichtungen ab, ohne eine Rezepturempfehlung oder Spezifikation für Einzelfälle zu liefern.

Enzymklasse	Primäres Substrat im Mehlprozess	Typischer technologischer Hebel	Abgrenzung zur neutralen Protease
Neutrale Protease aus <i>Bacillus subtilis</i>	Mehlproteine, insbesondere zugängliche peptide Strukturen	Teigentspannung, geringere Elastizität, bessere Formbarkeit	Greift Proteinbindungen an; Wirkung kann Teigstruktur schwächen, wenn sie zu weit läuft ^[2]
Xylanase	Nicht-stärkehaltige Polysaccharide, insbesondere Arabinoxylanfraktionen	Wasserverteilung, Viskosität, Extrusions- und Teigeigenschaften	Modifiziert Faser-/Hemicelluloseanteile, nicht primär Proteinstrukturen ^[6]
Amylolytische Enzyme	Stärke und Stärkefraktionen	Zuckerfreisetzung, Viskositätsänderung, Fermentations- oder Bräunungsverhalten	Beeinflussen Kohlenhydrate; keine direkte Glutenentspannung durch Peptidspaltung ^[12]
Granular starch hydrolyzing enzymes	Native oder teilzugängliche Stärkekörner	Prozessierbarkeit stärkehaltiger Mehle, Anpassung von Stärkeverhalten	Ziel ist Stärkehydrolyse; Studien zeigen Anwendung in Reismehl zur Proteinsteigerung bei erhaltener Prozessierbarkeit ^[13]

Enzymklasse	Primäres Substrat im Mehlprozess	Typischer technologischer Hebel	Abgrenzung zur neutralen Protease
Endogene Mehlenzyme	Natürlich im Mehl vorhandene Enzymaktivitäten	Reifung, Lagerveränderungen, Rohstoffvariabilität	Sind rohstoffbedingt vorhanden und schwanken; externe Protease ist ein gezieltes Prozesshilfsmittel ^[14]

Diese Abgrenzung ist wichtig, weil „Enzym für Mehl“ kein einheitlicher Funktionsbegriff ist. Xylanase, Amylase und Protease können alle die Verarbeitung beeinflussen, aber sie tun dies über unterschiedliche Substrate. Wer ein Elastizitätsproblem über Protease lösen will, sollte es nicht mit einem Viskositätsproblem durch Hemicellulosen oder einem Stärkeabbauproblem verwechseln ^[6].

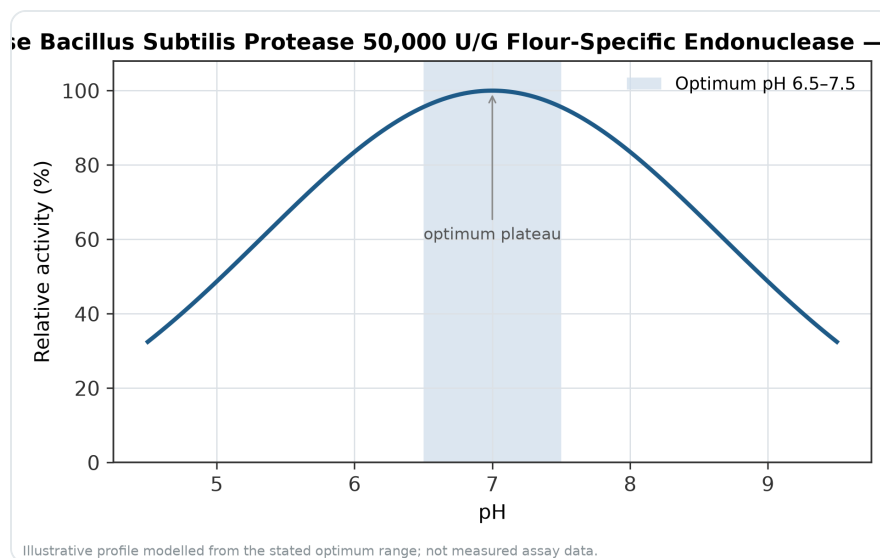


Figure 5. pH에 따른 Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 50,000 U/G 밀가루 전용 엔도뉴클레아제의 상대 활성으로, pH 6.5-7.5에서 최적 활성 구간이 나타 납니다.

Prozessfaktoren, die die sichtbare Wirkung bestimmen

Mehltyp, Proteingehalt und Reifezustand

Die gleiche Proteasezugabe kann in zwei Mehlen unterschiedlich wirken, weil Proteinfraktion, Wasseraufnahme, Lagerzustand und endogene Enzymaktivitäten variieren. Untersuchungen zur Weizenmehlreifung zeigen, dass sich Lipidmetaboliten und Enzymaktivitäten während der Maturation verändern können; solche Rohstoffänderungen beeinflussen, wie vorhersehbar ein Zusatz-Enzym im Prozess erscheint ^[3].

Auch Dinkel, Weizen-Hafer-Mischungen, Reismehl, Maismehl oder proteinreiche Nebenstrommehle reagieren nicht identisch. Studien zu Spelt-Flour-Prozessen, Weizen-Hafer-Nudeln, Reismehl und Maismehl zeigen jeweils, dass Mehlmatrix und Verarbeitung eng zusammenhängen ^[14]. Für Protease heißt das: Der gleiche biochemische Mechanismus kann technologisch unterschiedliche Endpunkte haben.

Wasser, Mischenergie und Ruhezeit

Protease benötigt zugängliche Proteine in einer wässrigen Phase. Eine ungleichmäßige Wasserverteilung kann daher lokal unterschiedliche Proteolyse erzeugen: Bereiche mit besserer Hydratation reagieren stärker, trockene Inseln schwächer. Mechanisches Mischen fördert Hydratation und Proteinexposition, kann aber zugleich Netzwerkbildung beschleunigen; Protease wirkt in dieses dynamische Gleichgewicht hinein ^[1].

Die Ruhezeit ist häufig der unterschätzte Faktor. Während einer Teigruhe setzt sich Hydratation fort, Spannungen relaxieren mechanisch, und das Enzym arbeitet weiter, solange Temperatur und Matrixbedingungen passend sind. Eine Rezeptur, die direkt nach dem Mischen stabil wirkt, kann nach längerer Standzeit deutlich weicher sein; deshalb muss Proteasewirkung immer mit der realen Linienzeit gedacht werden ^[9].

Temperaturprofil und thermischer Endpunkt

Temperatur beeinflusst sowohl Enzymreaktion als auch Rohstoffstruktur. Bei moderaten Temperaturen laufen viele enzymatische Prozesse schneller ab, während Backen, Dämpfen, Rösten oder Extrusion das Enzym schließlich inaktivieren können. Studien zu Getreide- und Haferverarbeitung zeigen, dass thermische Schritte Stärke, Lipide, Beta-Glucan und rheologische Eigenschaften verändern können ^[15].

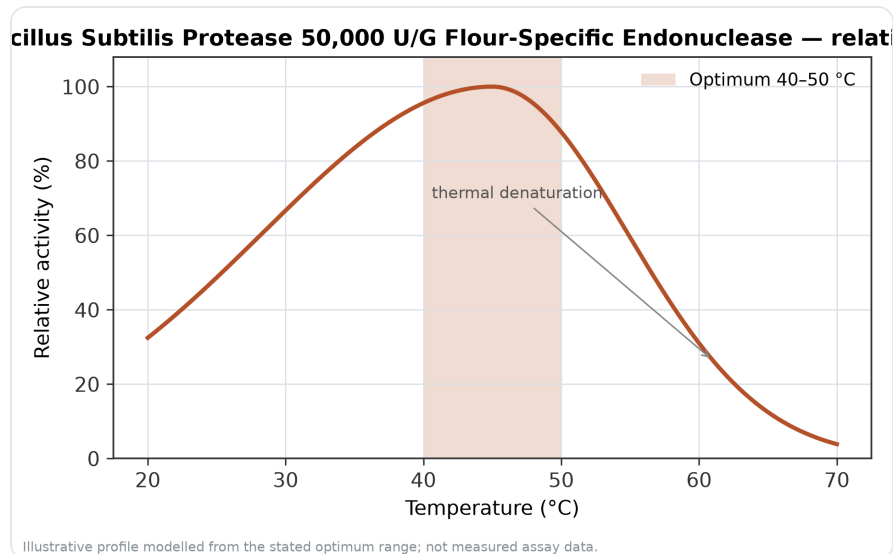


Figure 6. 온도에 따른 Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 50,000 U/G 밀가루 전용 엔도뉴클레아제의 상대 활성으로, 40-50°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열 변성에 따른 전형적인 활성 감소가 나타납니다.

Für neutrale Protease bedeutet dies: Die relevante Wirkphase liegt typischerweise vor dem vollständigen thermischen Setzen der Produktstruktur. Wird der Teig schnell erhitzt, ist das Zeitfenster kurz; bei langen Vorlaufzeiten, Warmhaltung oder langsamer Prozessführung kann die proteolytische Wirkung stärker ausfallen. Das erklärt, warum Liniengeschwindigkeit und Pufferspeicherung in der Produktion nicht nur logistische, sondern enzymtechnologische Variablen sind ^[8].

Erwartbare Vorteile — und ihre Grenzen

Der wichtigste Vorteil ist eine feinere Steuerung der Teig rheologie. Bei geeigneter Anwendung kann neutrale Protease den Widerstand beim Walzen, Formen oder Schneiden verringern, die Entspannung zwischen Prozessstufen verkürzen und helfen, aus schwankenden Mehlchargen gleichmäßigere Verarbeitungseigenschaften zu erhalten. Diese Effekte beruhen auf Proteinmodifikation, nicht auf allgemeiner „Verbesserung“ des Mehls ^[2].

Ein zweiter Vorteil liegt in der Prozessintegration. Enzyme wirken unter milden Bedingungen und können in bestehende Misch- oder Hydratationsschritte integriert werden, ohne dass zwangsläufig neue Hochenergieprozesse erforderlich sind. Die Lebensmittelindustrie nutzt mikrobielle Enzyme genau deshalb breit: Sie ermöglichen selektive chemische Änderungen innerhalb komplexer Rohstoffmatrices ^[2].

Die Grenze liegt in der Spezifität der Anwendung. Wenn ein Teigproblem primär durch falsche Wasseraufnahme, beschädigte Stärke, Faserquellung, Fettverteilung, zu hohe mechanische Belastung oder unpassende Temperaturführung entsteht, kann Protease höchstens indirekt helfen. In solchen

Fällen ist eine andere Enzymklasse oder eine Prozessanpassung näher am eigentlichen Problem ^[6].

Evidenzlage: belastbar, aber nicht für jede Rezeptur identisch

Die starke Evidenz betrifft die Enzymklasse. Mikrobielle Proteasen sind in der Lebensmittelindustrie breit beschrieben, und *B. subtilis* ist als Quelle proteolytischer Enzyme gut etabliert ^[2]. Mehrere Arbeiten behandeln die Produktion, Charakterisierung oder industrielle Anwendung von Proteasen aus *B. subtilis* oder nahe verwandten Bacillus-Systemen, darunter Studien zu Proteaseproduktion aus Abfall- oder Nebenstromsubstraten und zu Eigenschaften für industrielle Anwendungen ^[16].

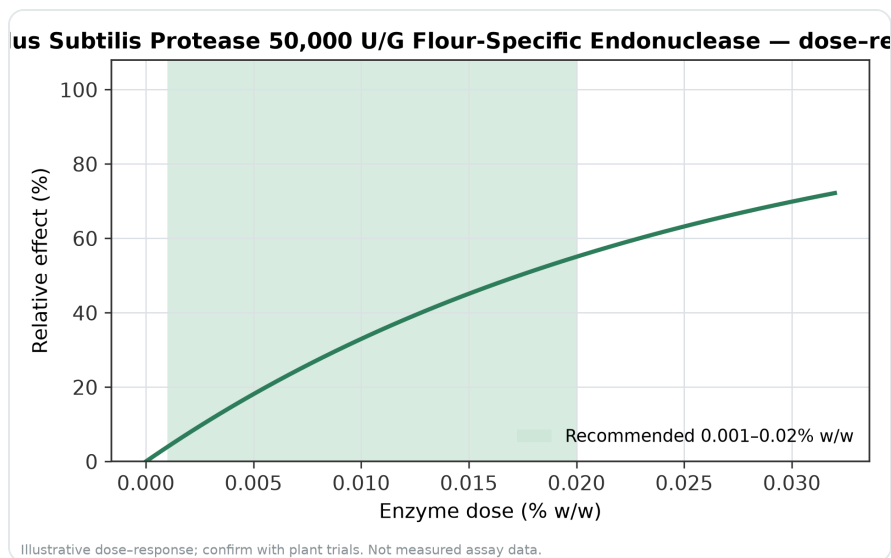


Figure 7. 권장 사용 범위(0.001–0.02% w/w)에서 Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 50,000 U/G 밀가루 전용 엔도뉴클레아제의 용량-반응 관계를 예시한 그래프입니다.

Die mittlere Evidenz betrifft die Übertragung auf komplexe Mehlmatrixen. Es gibt viele Studien, die zeigen, dass Enzyme in Mehl-, Extrusions-, Getreide- und Proteinprozessen funktionelle Effekte auslösen können — etwa bei Weizenmehl mit Xylanase, Sojamehlverarbeitung, Reismehlprozessierbarkeit oder Maismehl-Biokatalyse ^[11]. Diese Arbeiten belegen das Prinzip enzymatischer Prozessführung in Mehlmatrixen, sind aber nicht automatisch direkte Leistungsnachweise für jede Proteaseformulierung.

Die engste Evidenz betrifft das konkrete Handelsprodukt. Die Enzymes.bio-Produktseite beschreibt es als neutrale *Bacillus subtilis*-Protease für mehlbezogene Anwendungen. Direkte, veröffentlichte Anwendungsdaten zu jeder denkbaren Rezeptur, Linienkonfiguration und Endprodukttextur liegen in den hier geprüften Quellen nicht vor; eine seriöse technische Bewertung sollte daher zwischen allgemeiner Enzymwissenschaft, Matrixlogik und produktspezifischer Dokumentation unterscheiden.

Anwendung in B2B-Prozessen: realistische Erwartungen

In der industriellen Praxis wird neutrale Protease dort interessant, wo Rohstoffvariabilität, Liniengeschwindigkeit und Texturanforderungen eng zusammenkommen. Bei kontinuierlichen Prozessen kann bereits eine kleine Verschiebung der Teigentspannung Einfluss auf Walzverhalten, Schnittbild, Bandstabilität oder Ausschuss haben. Der Nutzen entsteht dann weniger durch einen spektakulären Einzeleffekt als durch stabilere Verarbeitung über viele Chargen hinweg [1].

Gleichzeitig sollte das Enzym nicht als Ersatz für Rezeptentwicklung verstanden werden. Mehlqualität, Wasserführung, Mischreihenfolge, Ruhefenster und thermische Prozessführung bleiben die Hauptvariablen. Protease ergänzt diese Variablen, indem sie Proteinstrukturen biochemisch verändert; sie korrigiert aber nicht jede Abweichung in Rohstoff, Anlagenzustand oder Prozessdisziplin [3].

Für Dokumentation und Arbeitssicherheit ist wichtig: Enzymes.bio liefert als B2B-Lieferant, nicht als Hersteller oder Prüflabor. Das Produkt wird online in 1-kg-Einheiten verkauft; Analysezertifikat und Sicherheitsdatenblatt werden bei der Bestellung mitgeliefert. Diese Unterlagen unterstützen Wareneingang, interne Freigabe und sichere Handhabung, ersetzen jedoch keine anwendungsspezifische Bewertung im jeweiligen Lebensmittelprozess.

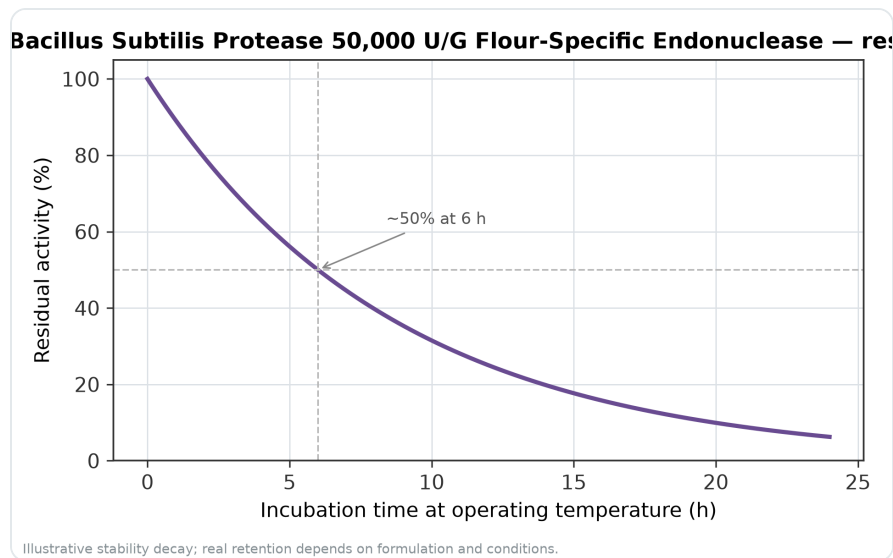


Figure 8. Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 50,000 U/G 밀가루 전용 엔도뉴클레아제의 열 안정성 감소를 예시한 그래프로, 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소합니다.

Sicherheit und Handhabung ohne Überinterpretation

Proteasen sind biologisch aktive Proteine. Wie bei Enzympräparaten allgemein sollten Staubentwicklung, Einatmen und unnötiger Haut- oder Augenkontakt vermieden werden, weil Enzyme sensibilisierend wirken können. Maßgeblich für konkrete Schutzmaßnahmen ist das mitgelieferte Sicherheitsdatenblatt; es ist die passende Grundlage für betriebliche Unterweisung, Lagerung und persönliche Schutzausrüstung .

Auch technologisch ist Vorsicht sinnvoll. Eine längere Kontaktzeit vor dem Backen oder eine wärmere Zwischenlagerung kann Proteasewirkung verstärken; eine Rezeptur, die unter Laborbedingungen gut erscheint, kann auf einer Linie mit längerer Standzeit weicher reagieren. Deshalb sollte Protease nicht isoliert betrachtet werden, sondern als Teil eines Zeit-Temperatur-Feuchte-Systems ^[8].

Kurzfasit für technische Entscheider

Neutrale Protease aus *Bacillus subtilis* ist ein gezieltes Werkzeug zur Proteinmodifikation in Mehlprozessen. Ihr Hauptnutzen liegt in der kontrollierten Schwächung elastischer Proteinstrukturen, damit Teige in geeigneten Anwendungen entspannter, formbarer und gleichmäßiger verarbeitbar werden ^[2].

Die Evidenz für mikrobielle Proteasen und *Bacillus subtilis* als Enzymquelle ist stark; die Übertragung auf konkrete Backwaren hängt jedoch von Mehltyp, Rezeptur, Hydratation, Ruhezeit, Temperatur und mechanischer Prozessführung ab ^[4]. Enzymes.bio bietet das Produkt als B2B-Onlineartikel in 1-kg-Einheiten an und liefert CoA sowie SDS bei der Bestellung mit; die Rolle von Enzymes.bio ist die eines Lieferanten, nicht die eines Herstellers oder Labors .

Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 50,000 U/G Flour-Specific Endonuclease 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.

[Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 50,000 U/G Flour-Specific Endonuclease kaufen →](#)

Referenzen

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

1. Shi, Z., Liu, L., Zhang, K., Wang, X., Ma, Z., Ren, T., Li, X., ... et al. (2021). [Effect of sheeting thickness on the processing quality of wheat-oat blended flour noodles](#). *Journal of Cereal Science*, 99, 103223.
2. Kumar, A., Dhiman, S., Krishan, B., Samtiya, M., Kumari, A., Pathak, N., Kumari, A., ... et al. (2024). [Microbial enzymes and major applications in the food industry: a concise review](#). *Food Production, Processing and Nutrition*, 6.
3. Chen, Y., Yu, Y., An, X., Zhang, H., Gong, W., Liang, Y., & Wang, J. (2024). [Changes in Lipid Metabolites and Enzyme Activities of Wheat Flour during Maturation](#). *Foods*, 13.
4. Tsado, A., Gboke, J. A., Ibrahim, H., Gana, D., Nathaniel, D., Muhammad, A., Saba, M., ... et al. (2021). [Production and partial characterization of protease from Pseudomonas aeruginosa and Bacillus subtilis isolated from domestic waste dumpsite](#). *AROC in Pharmaceutical and Biotechnology*.
5. Xu, Y., Xuan, X., Gao, R., & Xie, G. (2023). [Increased Expression Levels of Thermophilic Serine Protease TTHA0724 through Signal Peptide Screening in Bacillus subtilis and Applications of the Enzyme](#). *International Journal of Molecular Sciences*, 24.
6. Lewko, P., Wójtowicz, A., & Róžańska-Boczula, M. (2024). [Effect of Extruder Configuration and Extrusion Cooking Processing Parameters on Selected Characteristics of Non-Starch Polysaccharide-Rich Wheat Flour as Hybrid Treatment with Xylanase Addition](#). *Processes*.
7. Abedin, M., Chourasia, R., Phukon, L. C., Sarkar, P., Ray, R., Singh, S. P., & Rai, A. (2023). [Lactic acid bacteria in the functional food industry: biotechnological properties and potential applications](#). *Critical reviews in food science and nutrition*, 64, 10730 - 10748.
8. Bobade, H., Sharma, S., & Singh, B. (2017). [Rheological Behavior of Honey-Cereal Extrudates as a Function of Extrusion Processing Parameters](#). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6, 419-427.
9. Habuš, M., Golubić, P., Pavičić, T. V., Mustač, N. Č., Voučko, B., Herceg, Z., Ćurić, D., ... et al. (2021). [Influence of Flour Type, Dough Acidity, Printing Temperature and Bran Pre-processing on Browning and 3D Printing Performance of Snacks](#). *Food and Bioprocess Technology*, 14, 2365 - 2379.
10. Tang, J., Yao, D., Xia, S., Cheong, L., & Tu, M. (2024). [Recent progress in plant-based proteins: From extraction and modification methods to applications in the food industry](#). *Food chemistry: X*, 23.
11. Loman, A., Islam, S., Li, Q., & Ju, L. (2017). [Enzyme recycle and fed-batch addition for high-productivity soybean flour processing to produce enriched soy protein and concentrated hydrolysate of fermentable sugars.](#) *Bioresource Technology*, 241, 252-261 .
12. Лукин, Н. Д., Шлеина, Л. Д., & Ананских, В. В. (2022). [The effect of a complex of enzyme preparations used in the biocatalysis of corn flour on the yield of maltodextrin](#). *Food processing industry*.
13. Zhai, J., Li, X., Svensson, B., Jin, Z., & Bai, Y. (2023). [Increasing Protein Content of Rice Flour with Maintained Processability by Using Granular Starch Hydrolyzing Enzyme](#). *Molecules*, 28.

14. Leitgeb, M., Knez, Ž., & Podrepšek, G. H. (2022). Effect of Green Food Processing Technology on the Enzyme Activity in Spelt Flour. *Foods*, 11.
15. Hu, X., Xing, X., & Ren, C. (2010). The effects of steaming and roasting treatments on beta-glucan, lipid and starch in the kernels of naked oat (Avena nuda). *The Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90 4, 690-5 .
16. Abdullah, R., Asim, M., Nadeem, M., Nisar, K., Kaleem, A., & Iqtedar, M. (2021). Production, Optimization, Purification, Kinetic analysis and applications of alkaline proteases produced from Bacillus subtilis through solid state fermentation of agricultural byproducts. *Mağallař Al-Kuwayt li-l-'ulūm*.

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.