

# Neutral Protease Enzyme For Distillation Products : ウイスキー・ウォッカなど蒸留酒製造の清澄性と発酵前処理を支援する中性プロテアーゼ

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

Neutral Protease Enzyme For Distillation Products は、蒸留酒製造におけるマッシュ、ウォッシュ、発酵液などのタンパク質由来課題を扱うための中性プロテアーゼです。主な役割は、タンパク質をより短いペプチドへ加水分解し、発酵に使われる窒素成分の供給、濁り要因の低減、ろ過・清澄工程の安定化を支援することです<sup>[1]</sup>。

Enzymes.bioは酵素のオンライン供給業者であり、製造業者または研究機関ではありません。本製品は1kg単位でオンライン直接販売され、注文時にはCoAおよびSDSが併せて提供されます。

## 蒸留酒製造で中性プロテアーゼが扱う対象

蒸留酒の最終製品は揮発性成分を蒸留で分離して得られるため、タンパク質そのものが留液へ大量に移行する工程ではありません。それでも、蒸留前の糖化液、穀物マッシュ、発酵液、ウォッシュの物性は、酵母の増殖、発酵速度、沈降、ろ過、加熱前処理、蒸留釜への送りやすさに影響します。中性プロテアーゼは、この蒸留前段階でタンパク質を加水分解し、工程液中の高分子タンパク質を扱いやすい形へ変える酵素として位置づけられます<sup>[2]</sup>。

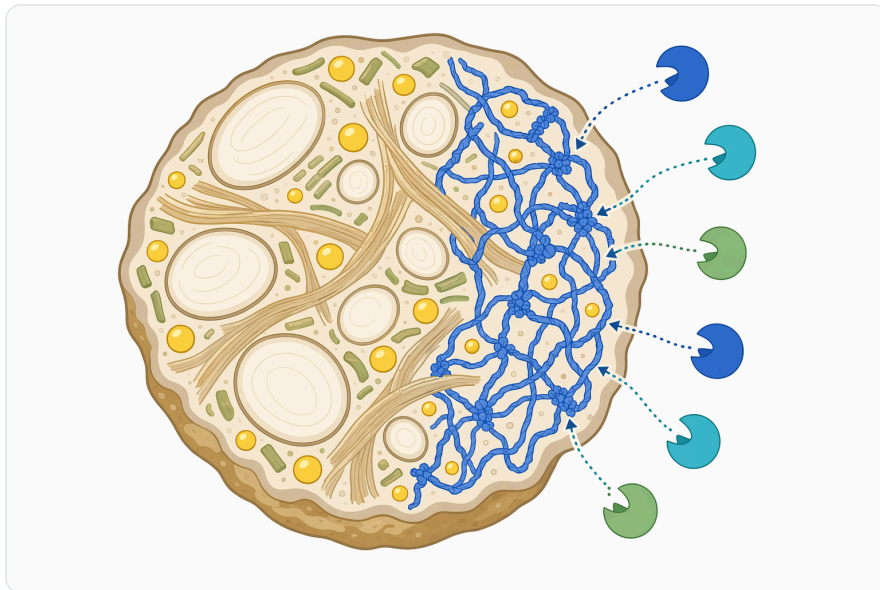
穀類、麦芽、ジャガイモ、糖化副原料、植物性原料を使う蒸留酒工程では、デンプンだけでなくタンパク質、細胞壁多糖、脂質、ポリフェノール、ミネラルが同時に存在します。たとえばウォッカ用原料では、原料小麦の遺伝的・生化学的差異が発酵効率や蒸留収率に影響し得ることが報告されており、蒸留酒製造では原料組成の変動を工程側でどう吸収するかが重要になります<sup>[3]</sup>。プロテアーゼはこのうち、主にタンパク質画分に作用する酵素です。

中性プロテアーゼの対象は、糖化不足そのものではありません。デンプンを発酵性糖へ変える主役はアミラーゼ類であり、植物細胞壁や粘度に関わる課題ではセルラーゼ、ヘミセルラーゼ、ペクチナーゼなどが関係します。中性プロテアーゼは、タンパク質のペプチド結合を切断する加水分解酵素として、窒素成分の可溶化、タンパク質凝集の抑制、発酵前液の処理性改善に寄与する領域を担います<sup>[1]</sup>。

## 中性プロテアーゼとは何か

プロテアーゼは、タンパク質中のペプチド結合を切断する酵素群です。タンパク質はアミノ酸が鎖状につながった高分子であり、プロテアーゼが作用すると、その鎖が短いペプチドへ分割されます。加水分解酵素は生体内外で多様な基質を分解する大きな酵素群であり、プロテアーゼはその中でもタンパク質分解を担う代表的な酵素です<sup>[1]</sup>。

「中性プロテアーゼ」は、酸性プロテアーゼやアルカリ性プロテアーゼと対比される分類で、極端な酸性または強アルカリ条件ではなく、中性付近の工程条件で使いやすいプロテアーゼを指します。蒸留酒製造では、糖化後から発酵前後にかけて極端なpH環境を避けて運用されることが多く、マッシュやウォッシュのタンパク質処理には中性域で働くプロテアーゼが適合しやすい場面があります。



**Figure 1.** 중성 프로테아제는 전분 전환 효소를 대체하는 것이 아니라, 곡물 기반 증류 공정 흐름의 단백질 분획에 작용합니다.

産業的には、プロテアーゼは食品、発酵、飼料、洗浄、皮革、バイオプロセスなど幅広い用途で研究・利用されてきました。近年のレビューでも、Bacillus属などの微生物由来プロテアーゼを含む産業用プロテアーゼは、タンパク質加水分解を必要とする工程で重要な酵素群として整理されています<sup>[4]</sup>。蒸留酒用途での中性プロテアーゼも、この広い産業プロテアーゼ利用の一部として理解できます。

# 蒸留前工程における作用機序

## 高分子タンパク質を小さなペプチドへ切る

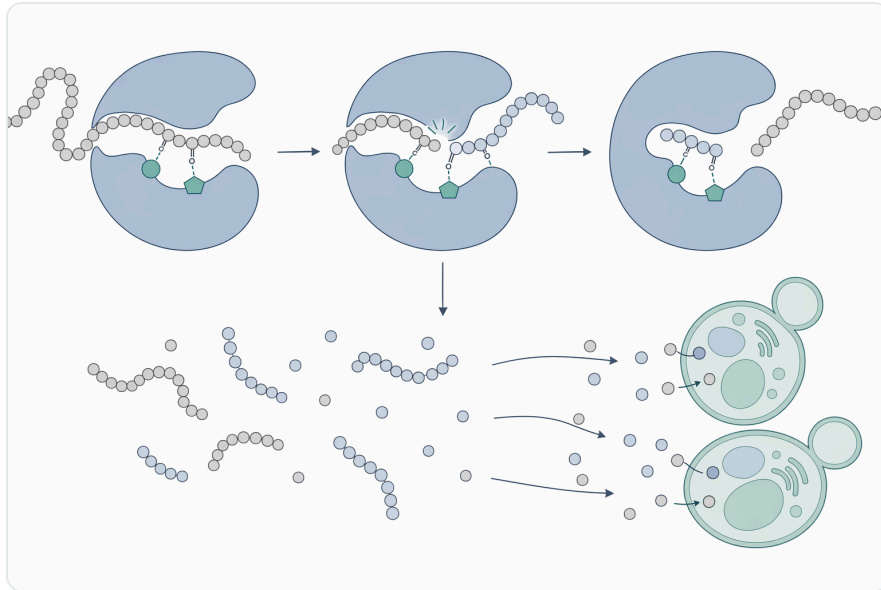
中性プロテアーゼの最も直接的な機能は、原料由来タンパク質のペプチド結合を切断することです。穀物タンパク質や麦芽由来タンパク質は、そのままでは液中で高分子として振る舞い、加熱、冷却、pH変化、アルコール濃度変化、ポリフェノールとの相互作用によって凝集や濁りに関与する場合があります。プロテアーゼ処理により、これらの高分子がより短いペプチドへ変わると、凝集しやすいタンパク質画分の性質が変化します<sup>[1]</sup>。

この作用は「タンパク質をなくす」というより、「高分子タンパク質のサイズ、溶解性、反応性を変える」と表現した方が正確です。タンパク質加水分解の進み方は、原料タンパク質の種類、前処理、温度、pH、接触時間、酵素の性質によって変わります。蒸留酒工程では、過度に分解することよりも、発酵や清澄化に必要な範囲でタンパク質状態を整えることが重要です<sup>[5]</sup>。

## 酵母が利用しやすい窒素成分の形成を助ける

酵母は糖をアルコールへ変換するだけでなく、細胞増殖、酵素合成、膜成分形成、ストレス応答のために窒素を必要とします。穀物や麦芽に含まれる窒素の一部は高分子タンパク質として存在し、そのままでは酵母が直接利用しにくいことがあります。中性プロテアーゼは、これらを小ペプチドやアミノ酸に近い形へ分解することで、発酵中に利用されやすい窒素成分の形成を支援します<sup>[2]</sup>。

発酵の安定性は、糖濃度、酵母株、温度、酸素、ミネラル、脂質、阻害物質など複数の要因で決まります。したがって、中性プロテアーゼだけで発酵成績を保証することはできません。しかし、タンパク質由来の窒素が制限要因になりやすい原料条件では、プロテアーゼによる部分加水分解が、酵母の初期増殖や代謝の土台を整える考え方につながります<sup>[3]</sup>。



**Figure 2.** 중성 프로테아제는 물을 이용해 펩타이드 결합을 가수분해하여 큰 단백질을 더 작은 펩타이드와 아미노산 함유 조각으로 분해합니다.

## 濁り、沈降不良、ろ過負荷の要因を減らす

蒸留前液の濁りは、タンパク質だけでなく、デンプン残渣、 $\beta$ -グルカン、ペントサン、酵母、微細な穀皮粒子、ポリフェノール複合体など複数の粒子・高分子に由来します。その中でタンパク質は、ポリフェノールや多糖と複合体を作り、冷却や保管、アルコール存在下で不溶化し、清澄性やろ過性に影響することがあります。中性プロテアーゼはタンパク質成分を低分子化することで、このタンパク質由来の濁り形成リスクを下げる方向に働きます<sup>[2]</sup>。

ろ過工程では、凝集性タンパク質やタンパク質を含む微粒子がフィルター表面に蓄積すると、差圧上昇、流速低下、処理時間延長の原因になります。プロテアーゼでタンパク質を小さくしておくと、凝集しやすい画分が減り、固液分離や清澄化の負荷を軽くできる可能性があります。ただし、ろ過性は粒度分布、粘度、多糖、酵母残渣にも左右されるため、プロテアーゼはタンパク質画分に対する工程補助として捉えるのが適切です<sup>[5]</sup>。

## 蒸留酒タイプ別の実務的位置づけ

### ウイスキー工程での使いどころ

ウイスキー製造では、麦芽由来酵素を利用する場合でも、原料穀物のタンパク質組成、麦芽品質、仕込み条件によってマッシュやウォッシュの窒素状態が変わります。中性プロテアーゼは、糖化後または発酵前後のタンパク質画分を部分的に分解し、酵母が利用しやすい窒素成分の形成や、ウォッシュ中の濁り要因低減を支援する目的で検討されます<sup>[2]</sup>。

特に、高タンパク原料、非麦芽副原料、原料ロット差が大きい工程では、麦芽由来の自然なタンパク質分解だけでは処理性が一定しない場合があります。このような場面で中性プロテアーゼを使う意味は、香味を直接作るのではなく、発酵前液の窒素バランスとタンパク質状態を整え、蒸留前工程の再現性を高めることにあります<sup>[4]</sup>。

## ウォッカ工程での使いどころ

ウォッカ製造では、穀類、ジャガイモ、その他デンプン質原料が使われます。最終製品は蒸留・精製によってニュートラルな酒質へ近づけられることが多い一方、蒸留前の発酵液では原料由来のタンパク質や固形分が工程効率に影響します。小麦を用いたウォッカ蒸留に関する研究でも、原料の生化学的差異が発酵効率や蒸留収率に関係することが示されており、前処理と発酵管理の重要性が読み取れます<sup>[3]</sup>。

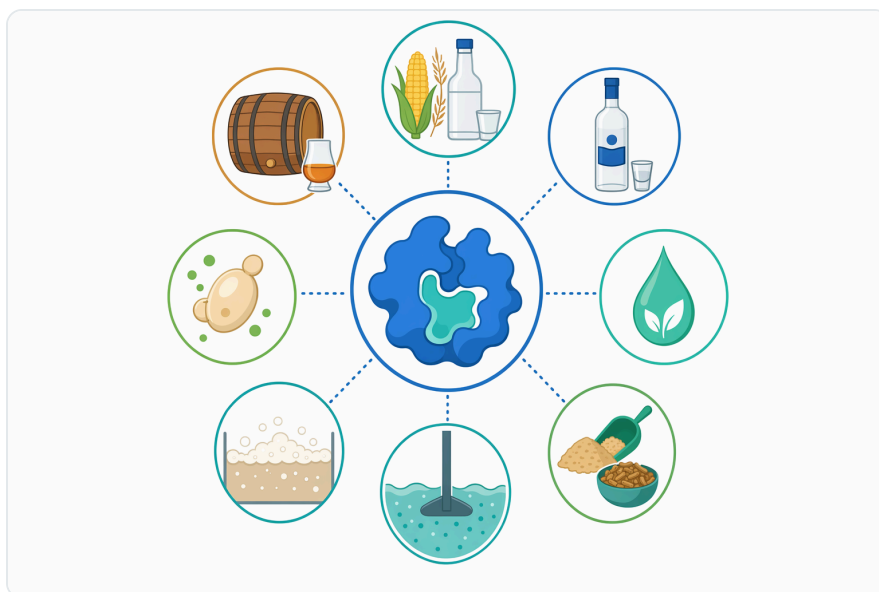


Figure 3. 단백질 가수분해는 공정에 따라 효모 영양, 거품 거동, 부유 고형물, 침전물, 증류 부산물 조성에 영향을 줄 수 있습니다.

中性プロテアーゼは、ウォッカの最終留液へ直接作用するものではなく、蒸留前の発酵液を扱いやすくする酵素です。タンパク質を低分子化することで、発酵中の窒素利用率、固液分離、清澄性、ろ過性を支援し、加熱・蒸留へ進む前の液状態を安定させる考え方に合います<sup>[2]</sup>。

## バイオエタノール・燃料用アルコール工程との違い

燃料用エタノールやバイオエタノール工程でも、糖化、発酵、蒸留という単位操作は蒸留酒製造と一部共通します。たとえばセルロース系または廃紙系原料からエタノールを製造し、蒸留や分子ふるいで精製する検討では、発酵性糖の確保と蒸留精製が中心課題になります<sup>[6]</sup>。一方、飲用蒸留酒では、工程効率だけでなく発酵由来成分、香味設計、清澄性、規格適合も重要です。

中性プロテアーゼの役割は、いずれの工程でもタンパク質加水分解に限られます。セルロース分解やデンプン糖化を担う酵素ではないため、バイオエタノール型の原料処理であっても、タンパク質由来の窒素供給や濁り要因の調整が主な目的になります<sup>[1]</sup>。

## 中性プロテアーゼと他の酵素の比較

蒸留酒製造では、単一の酵素ですべての工程課題を処理するのではなく、基質に応じて酵素の役割を分けて考えることが重要です。中性プロテアーゼはタンパク質に作用しますが、糖化、粘度、細胞壁分解、清澄化には別の酵素が関与する場合があります<sup>[2]</sup>。

| 酵素分類          | 主な基質                | 蒸留前工程での主な目的                         | 中性プロテアーゼとの違い                   |
|---------------|---------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| 中性プロテアーゼ      | 穀物・麦芽・植物由来タンパク質     | ペプチド生成、窒素成分の可溶化、タンパク質由来濁りの低減、ろ過負荷軽減 | タンパク質のペプチド結合を切断する              |
| アミラーゼ類        | デンプン、デキストリン         | 発酵性糖の生成、糖化効率の改善                     | 糖を作る酵素であり、タンパク質は分解しない          |
| グルコアミラーゼ      | デキストリン、オリゴ糖         | グルコース生成、発酵性糖の増加                     | 発酵基質を増やすが、窒素供給は主目的ではない         |
| セルラーゼ・ヘミセルラーゼ | セルロース、ヘミセルロース、植物細胞壁 | 原料組織の崩壊、粘度低減、抽出性改善                  | 細胞壁多糖に作用し、タンパク質処理とは異なる         |
| ペクチナーゼ        | ペクチン                | 果実・植物性原料の清澄化、粘度低減                   | ペクチン分解が主目的で、タンパク質由来濁りには直接対応しない |

この比較から分かる通り、Neutral Protease Enzyme For Distillation Products の価値は、糖化酵素や粘度低減酵素の代替ではなく、タンパク質画分を制御する点にあります。マッシュの粘度が主にβ-グルカンやアラビノキシランに由来する場合は、プロテアーゼだけでは十分な改善が見込めないことがあります。一方、濁りや沈降不良にタンパク質複合体が関与している場合には、中性プロテアーゼの加水分解作用が工程改善の一部として機能します<sup>[5]</sup>。

# 効果を考える際に重要な工程因子

## pHと温度

中性プロテアーゼは中性付近で使いやすい酵素として扱われますが、実際の働きは酵素の由来や配合、原料の緩衝能、マッシュの組成によって変わります。蒸留酒工程では、糖化後、発酵前、発酵初期、発酵後清澄化のどこで作用させるかによって、接触するpH、温度、アルコール濃度、固形分量が異なります。

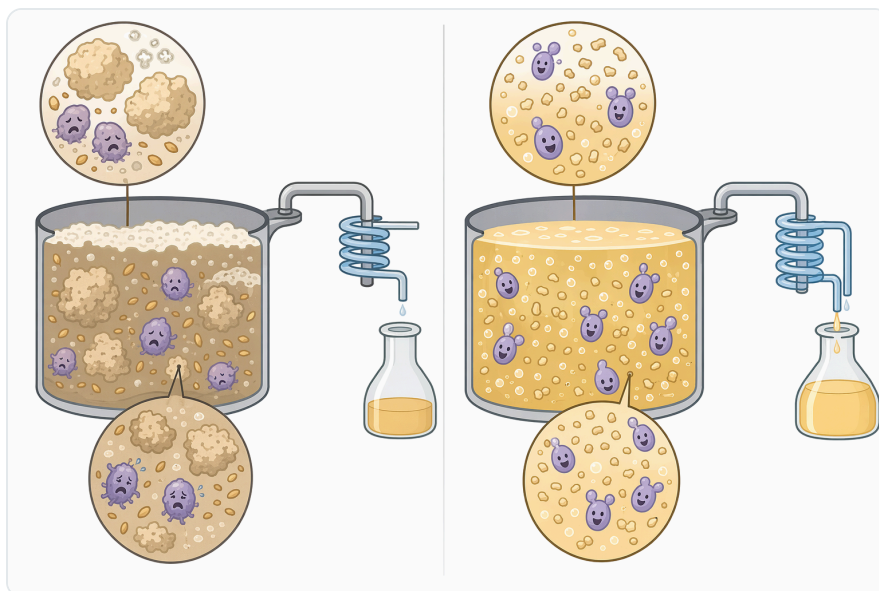


Figure 4. 산성, 중성, 알칼리성 프로테아제는 단백질 가수분해 활성이 가장 유용하게 작용하는 공정 pH 환경에 따라 구분됩니다.

酵素はタンパク質であるため、過度の加熱や不適切な条件では立体構造が変化し、活性を失いやすくなります。食品分野では、加熱技術が微生物制御だけでなく酵素失活にも用いられることが整理されており、蒸留工程のような高温処理へ進むと酵素活性は維持されにくくなります<sup>[7]</sup>。したがって、中性プロテアーゼの実務的な作用タイミングは、蒸留そのものではなく、その前の液相処理です。

## 原料タンパク質の種類

小麦、大麦、ライ麦、トウモロコシ、ジャガイモ、豆類副原料などでは、タンパク質の量、溶解性、構造、他成分との結合状態が異なります。小麦を用いるウォッカ蒸留の研究では、品種や生化学的な違いが発酵効率と蒸留収率に複合的に関係することが示され、原料タンパク質もその変動要因の一部として考えられます<sup>[3]</sup>。

タンパク質がすでに十分分解されている原料液では、追加のプロテアーゼ効果は限定的になる可能性があります。逆に、高タンパク原料、麦芽比率が低い仕込み、加熱でタンパク質が変性・凝集しやすい工程では、中性プロテアーゼによる事前の部分加水分解が有効に働く余地があります<sup>[4]</sup>。

## 接触時間と加水分解の程度

プロテアーゼ処理では、長く作用させれば常に良い結果になるわけではありません。タンパク質が十分に低分子化すれば窒素供給や濁り低減に寄与しますが、過度の加水分解は工程設計上不要なペプチド組成の変化を生む場合があります。食品タンパク質加水分解では、生成するペプチドの性質が溶解性、味、機能性に影響することが知られており、制御された加水分解が重要です<sup>[5]</sup>。

蒸留酒では多くの非揮発性ペプチドが最終留液へ直接移行しにくい一方、発酵液の性状、副産物利用、未蒸留の中間液、ろ過工程には影響します。したがって、中性プロテアーゼは「最大限に分解する」ためではなく、「必要な工程効果を得る範囲でタンパク質状態を整える」ための酵素として考えるべきです<sup>[2]</sup>。

## 科学的根拠の強さと限界

### 根拠が強い部分：タンパク質加水分解

中性プロテアーゼの中核機能であるタンパク質分解は、酵素学的に明確です。プロテアーゼはペプチド結合を加水分解し、高分子タンパク質を短いペプチドへ変える酵素群です。これは蒸留酒用途に限らず、食品加工、産業処理、バイオプロセスで広く利用される基本作用です<sup>[1]</sup>。



Figure 5. 상업용 중성 프로테아제는 일반적으로 박테리아와 곰팡이 같은 미생물에서 생산됩니다.

微生物由来プロテアーゼの産業利用に関するレビューでは、プロテアーゼが多様な産業分野で重要な生体触媒として扱われていることが示されています。特にBacillus属などの微生物は、産業用プロテアーゼ供給の文脈で頻繁に取り上げられており、タンパク質処理工程における酵素利用の基盤になっています<sup>[4]</sup>。

### 根拠が中程度の部分：発酵支援と清澄性改善

アルコール産業では、糖化、発酵、清澄化、収率改善、品質安定化のために酵素製剤が利用されます。酵素利用は、原料成分を発酵に適した形へ変える前処理として理解でき、中性プロテアーゼは其中でタンパク質画分を処理する役割を持ちます<sup>[2]</sup>。

ただし、発酵成績や蒸留収率は、タンパク質分解だけで決まるわけではありません。原料品種、デンプン糖化、酵母栄養、発酵温度、汚染管理、蒸留方式、留分カットなどが複合的に関与します。ウォッカ蒸留研究で示されるように、原料の生化学的差異そのものが発酵効率と蒸留収率に影響するため、中性プロテアーゼの効果も工程全体の条件内で評価されるべきです<sup>[3]</sup>。

### 根拠が限定的な部分：最終香味への直接効果

中性プロテアーゼが発酵を安定化すれば、間接的に香味再現性に寄与する可能性はあります。しかし、蒸留酒の香味は、原料、糖化、酵母代謝、発酵副産物、蒸留条件、熟成、ブレンドなどによって形成されます。プロテアーゼ単独で最終香味を改善すると断定するのは適切ではありません<sup>[2]</sup>。

また、蒸留では揮発性成分が主に移行するため、タンパク質や多くのペプチドは留液へ直接移行しにくい性質があります。したがって、中性プロテアーゼの主な価値は、最終留液の中で作用することではなく、蒸留前の発酵液をより安定して扱える状態へ整える点にあります<sup>[7]</sup>。

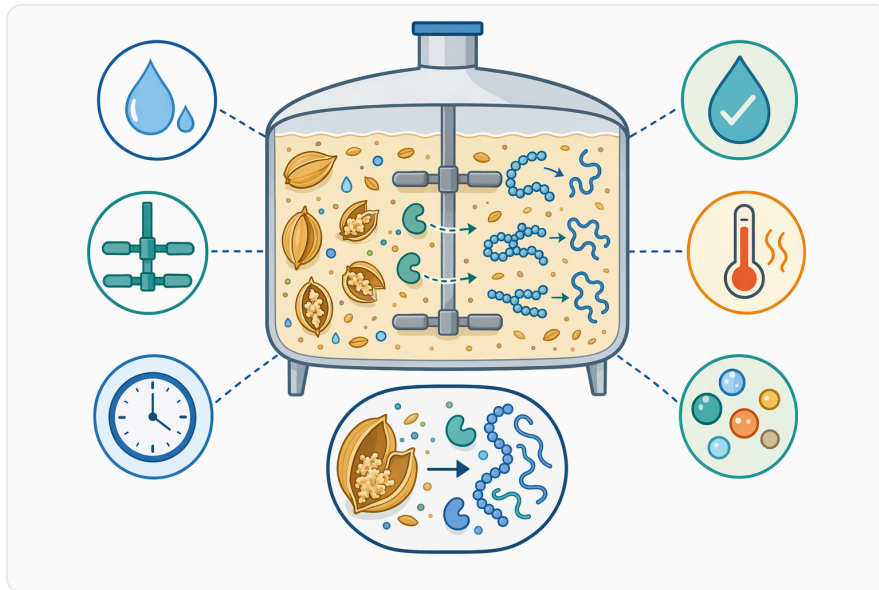


Figure 6. 중성 프로테아제의 성능은 기질 접근성뿐 아니라 적합한 pH, 온도, 수화 상태, 혼합, 무기질, 접촉 시간에 따라 달라집니다.

## 実務上のメリットを工程別に整理する

### 発酵前処理

発酵前処理で中性プロテアーゼを使う場合、目的は原料タンパク質を部分的に分解し、酵母が利用しやすい窒素成分を増やすことです。タンパク質が高分子のまま残ると、酵母の窒素利用に直接つながりにくく、発酵初期の増殖が制限されることがあります。プロテアーゼ処理は、この高分子窒素をより低分子の形へ移す補助的な手段です<sup>[2]</sup>。

### 発酵液の清澄化

発酵液では、酵母、穀物微粒子、タンパク質複合体が混在します。中性プロテアーゼはこのうちタンパク質画分に作用し、濁りや沈降不良に関与し得る高分子タンパク質を低分子化します。清澄性改善は、沈降、遠心、ろ過、加熱前処理など複数の単位操作と組み合わせて考える必要があります<sup>[5]</sup>。

### ろ過・蒸留前送り

蒸留前にろ過や粗清澄を行う工程では、タンパク質由来の凝集物がフィルター負荷を高めることがあります。中性プロテアーゼであらかじめタンパク質を切断しておくこと、凝集性の高い画分が減り、ろ過速度や処理安定性の改善につながる可能性があります。ただし、粘度や目詰まりの主因が多糖や微細固形分である場合は、別の対策が必要です<sup>[1]</sup>。

## 加熱・蒸留への移行

中性プロテアーゼは蒸留前に作用する酵素であり、蒸留釜内で長く活性を維持することを目的とするものではありません。酵素タンパク質は加熱で失活しやすく、食品分野でも加熱は酵素失活の手段として扱われます<sup>[7]</sup>。そのため、プロテアーゼ処理の効果は、加熱・蒸留前にタンパク質状態を変えておくことにあります。

## Enzymes.bioにおける供給形態

Enzymes.bioは、Neutral Protease Enzyme For Distillation Products を含むプロテアーゼ製品をオンラインで供給するサプライヤーです。Enzymes.bioは製造業者または研究所ではなく、食品・発酵・産業用途の酵素をオンラインで購入できる供給チャネルとして位置づけられます。

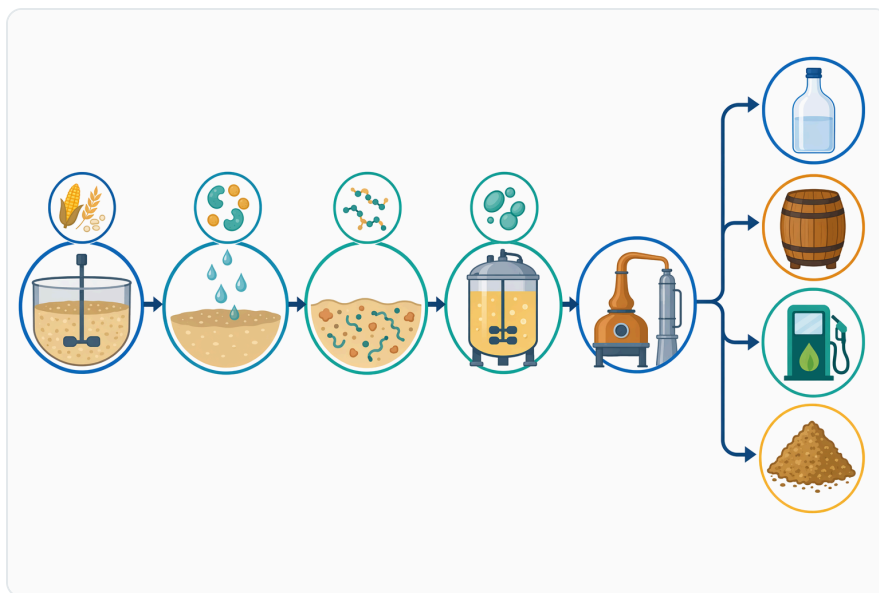


Figure 7. 증류 효소 프로그램에서 아밀라아제는 전분을, 섬유 분해 효소는 비전분 다당류를, 중성 프로테아제는 단백질을 표적으로 합니다.

本製品は1kg単位でオンライン直接販売されます。注文時にはCoAおよびSDSが併せて提供されるため、受け入れ、保管、安全管理、社内文書管理に必要な基本文書を注文と同時に扱えます。

製品の技術的な理解では、特定の数値だけで判断するよりも、工程上の目的を明確にすることが重要です。Neutral Protease Enzyme For Distillation Products は、蒸留酒製造におけるタンパク質管理を支援する中性プロテアーゼであり、糖化酵素、細胞壁分解酵素、清澄化操作、発酵管理の代替ではありません<sup>[2]</sup>。

## まとめ：蒸留酒工程における中性プロテアーゼの現実的な価値

Neutral Protease Enzyme For Distillation Products の本質的な役割は、蒸留前の原料液や発酵液に含まれるタンパク質を部分的に加水分解し、工程液を扱いやすくすることです。具体的には、酵母が利用しやすい窒素成分の形成、タンパク質由来濁りの低減、清澄性やろ過性の改善、原料変動への補助的対応が主な価値になります<sup>[1]</sup>。

科学的に強く言えるのは、プロテアーゼがペプチド結合を切断し、タンパク質を小さなペプチドへ変える酵素であることです。一方で、蒸留酒の最終香味、収率、清澄性は工程全体で決まるため、中性プロテアーゼ単独で最終品質を保証するものではありません。適切な位置づけは、タンパク質由来の工程課題を加水分解によって緩和し、蒸留前工程の安定化を支援する酵素です<sup>[2]</sup>。

Enzymes.bioは、この中性プロテアーゼを1kg単位でオンライン直接販売する供給業者です。CoAおよびSDSは注文時に併せて提供されるため、蒸留酒、発酵、食品加工関連の現場で、文書管理を伴う酵素調達として扱いやすい形になっています。

### Neutral Protease Enzyme For Distillation Products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。

[Neutral Protease Enzyme For Distillation Products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. Shukla, E., Bendre, A. D., & Gaikwad, S. M. (2022). Hydrolases: The most Diverse Class of Enzymes. Hydrolases [Working Title].
2. Wang, S., Jing, L., & Leyi, S. (2025). Application of enzyme preparation in alcoholic industry. Journal of Academia.
3. Kaur, N., Bhushan, K., Kashyap, L., Kocher, G. S., & Srivastava, P. (2025). Multi-Scale Effects of Wheat Genotypic and Biochemical Variation on Fermentation Efficiency and Distillation Yield of Vodka Distillates. Journal of Food Science, 91 1, e70791 .

- Gautam, S. (2024). A Review of Bacillus Species Alkaline Protease Production and Industrial Applications. *International journal of therapeutic innovation*.
- Uba, G., Yakubu, A., Kabir, A., & Abdullahi, S. A. (2023). Biotechnological Significance and Applications of Alkaline Protease: A Review. *Journal of Environmental Bioremediation and Toxicology*.
- Alsaayigh, M., & Al-Azzawi, A. (2025). USING WASTE PAPER AS A PROMISING FEEDSTOCK FOR BIO-ETHANOL FUEL PRODUCTION WITH CONSEQUENCE PURIFICATION USING DISTILLATION TECHNIQUE AND MOLECULAR SIEVE. *Chemical Problems*.
- Kaur, M., Kumar, S., Samota, M. K., & Lalremmawii (2023). Ohmic Heating Technology Systems, Factors Governing Efficiency and Its Application to Inactivation of Pathogenic Microbial, Enzyme Inactivation, and Extraction of Juice, Oil, and Bioactive Compounds in the Food Sector. *Food and Bioprocess Technology*, 17, 299 - 324.

## 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。