

# Soy Peptide Production Enzyme：大豆ペプチド製造用プロテアーゼによる大豆タンパク質加水分解

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

Soy Peptide Production Enzymeは、大豆分離タンパク質、脱脂大豆、大豆ミールなどの大豆由来タンパク質を、食品・飲料・調味料・栄養素材向けの低分子ペプチドへ変換するための酵素原料です。主な役割は、プロテアーゼによってペプチド結合を制御的に切断し、溶解性、分散性、呈味、加工適性、ペプチド組成を変えることにあります。大豆タンパク質の酵素加水分解は、実験室規模から半工業規模まで検討されており、大豆ペプチド製造の中核技術として位置づけられます<sup>[1]</sup>。

Enzymes.bioは本製品の供給業者であり、製造業者または研究機関としてではなく、B2B向け酵素原料をオンラインで提供しています。本製品は**1kg単位でオンラインから直接購入**でき、注文時には製品に関連する**CoAおよびSDS**が併せて提供されます。

## Soy Peptide Production Enzymeとは何か

Soy Peptide Production Enzymeは、大豆タンパク質をより短いペプチドへ変換するために用いられるプロテアーゼ系酵素です。大豆加工では、タンパク質の構造、溶解性、粘度、乳化性、泡立ち、風味が製品品質に直結するため、酵素処理は「単に分解する工程」ではなく、タンパク質素材の性質を狙って変える加工技術として扱われます。酵素を用いた大豆加工は、食品素材の機能改質、発酵食品、タンパク質利用性の改善などと結びついて研究されています<sup>[2]</sup>。

大豆タンパク質の主要成分であるグリシニンや $\beta$ -コングリシニンは、加熱、pH変化、塩濃度、乾燥履歴によって凝集や沈殿を起こしやすい高分子タンパク質です。プロテアーゼがこれらのポリペプチド鎖を内部または末端から切断すると、分子サイズが下がり、表面電荷、疎水性領域の露出、保水性、溶液中での相互作用が変化します。大豆分離タンパク質の加水分解速度や加水分解の進行は、実験室規模だけでなく半工業規模でも検討されており、工程スケールで扱う対象として研究されています<sup>[1]</sup>。

本製品で得られる「大豆ペプチド」は、単一の化合物ではありません。実際には、短鎖ペプチド、中鎖ペプチド、未分解のタンパク質断片、少量の遊離アミノ酸などを含む混合物として設計されます。目的が飲料向けの溶解性なのか、調味料向けの呈味なのか、栄養粉末向けの分散性なのかによ

って、求められるペプチドプロファイルは異なります。近年の植物タンパク質由来ペプチド研究でも、ペプチドの機能は原料、酵素、反応の進み方、後工程によって大きく変わると整理されています[3]。

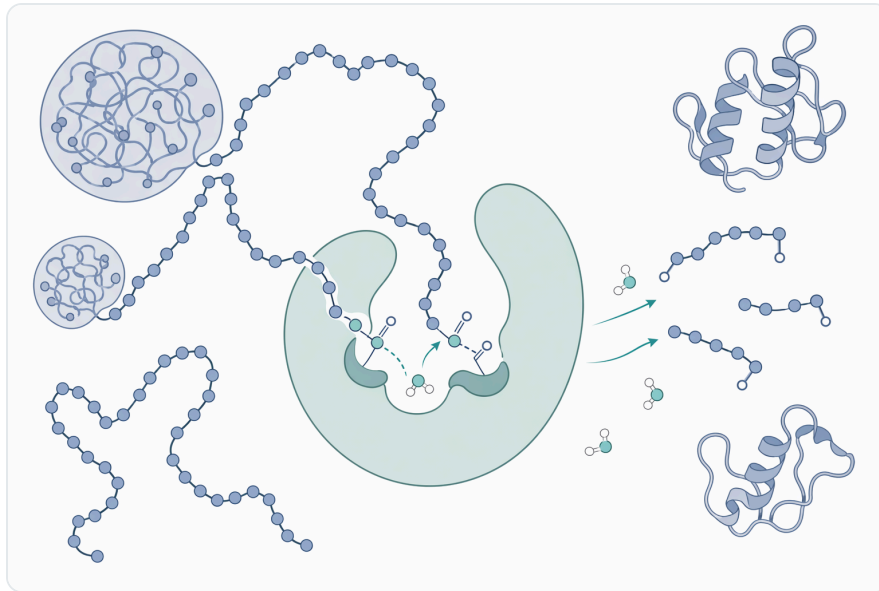


Figure 1. 프로테아제 가수분해는 온전한 대두 저장 단백질을 크기, 전하 노출, 수화 거동, 표면 화학이 달라진 다양한 짧은 펩타이드로 전환한다.

## 大豆ペプチド製造で酵素が必要になる理由

### 溶解性と分散性を、物理処理だけに依存しないで改善する

大豆タンパク質は栄養価が高い一方、飲料、粉末食品、液体調味料では沈殿、ざらつき、粉っぽさ、粘度上昇が問題になりやすい素材です。酵素加水分解により高分子タンパク質をペプチドへ変えると、粒子間の凝集力が弱まり、水中での分散状態が変化します。特に、植物性タンパク質素材の高付加価値化では、廃棄・副産物由来タンパク質を含め、酵素加水分解による機能改質が重要な手段として議論されています[4]。

ただし、加水分解を進めれば必ず望ましい物性になるわけではありません。タンパク質が部分的に開き、疎水性領域が露出すると、短時間では分散性が上がっても、条件によっては再凝集や苦味の増加につながります。したがってSoy Peptide Production Enzymeの価値は、強い分解ではなく、用途に応じた制御加水分解にあります。大豆タンパク質加水分解の速度論研究でも、反応の進行は時間とともに単純直線的に続くのではなく、基質構造や生成物の影響を受ける対象として扱われています[1]。

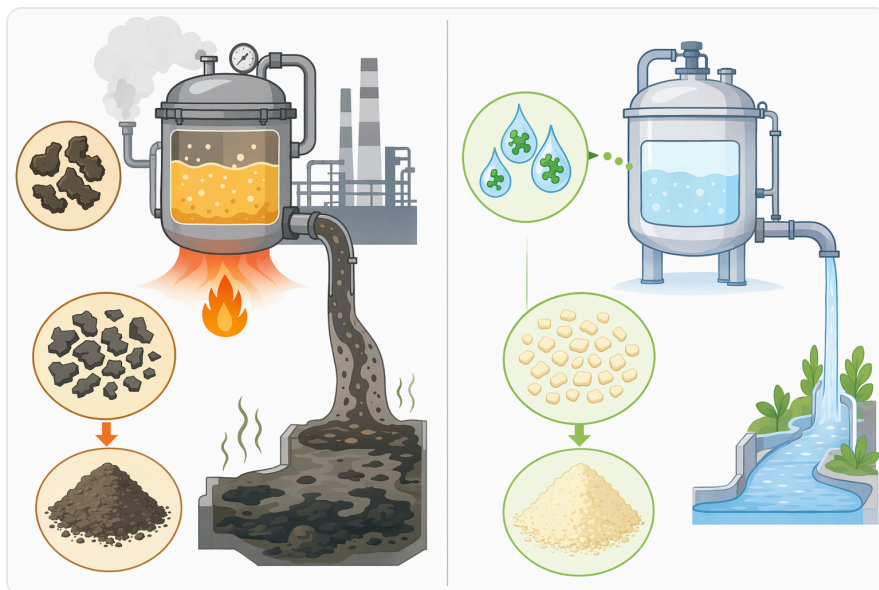
## 味、コク、後味をペプチド組成から設計する

大豆タンパク質を酵素で分解すると、うま味、塩味様の印象、コク、苦味、後味が変化します。これは、生成するペプチドの長さ、アミノ酸配列、疎水性アミノ酸の位置、末端構造が味覚受容に関わるためです。大豆分離タンパク質から新しい塩味関連ペプチドを酵素的に調製し、受容体関連タンパク質との相互作用を解析した研究もあり、大豆ペプチドは単なる窒素源ではなく、味づくりに関与する分子群として研究されています<sup>[5]</sup>。

一方で、疎水性アミノ酸を多く含む中途半端な長さのペプチドは、苦味を強めることがあります。エンド型プロテアーゼで内部切断を進めた後、エキソ型の作用を組み合わせると、苦味の原因になりやすい疎水性ペプチドをさらに短くし、遊離アミノ酸や短鎖ペプチドへ近づけられる場合があります。醤油では麹菌が多様なプロテアーゼを産生し、発酵中のタンパク質分解と呈味形成に関与することが知られており、大豆系食品における酵素的タンパク質分解の重要性を示しています<sup>[6]</sup>。

## 栄養素材としての設計自由度を高める

大豆ペプチドは、植物性タンパク質素材をより扱いやすくするための中間素材または最終素材として使われます。低分子化により、粉末飲料、プロテインブレンド、シニア向け食品、発酵用窒素源、調味料、健康志向食品などで配合しやすくなります。大豆抗酸化ペプチドに関するレビューでは、酵素加水分解、分離、同定、製品化戦略までを含む生成パイプラインが整理されており、大豆ペプチドが食品開発上の機能性素材として注目されていることが示されています<sup>[7]</sup>。



**Figure 2.** 산성, 중성, 알칼리성 프로테아제는 대두 펩타이드 생산에서 처리 환경, 절단 특성, 실제 적용상의 의미가 개념적으로 다르다.

ただし、Soy Peptide Production Enzymeそのものが健康効果を保証するわけではありません。抗酸化、ACE阻害、DPP-IV阻害などの生理活性は、特定のペプチド配列、濃縮画分、評価系、摂取条件に依存します。大豆乳の乳酸菌発酵では、発酵中に抗高血圧関連ペプチドの生成が検討されていますが、これは発酵菌、基質、生成ペプチド、評価条件を含むシステム全体の結果です<sup>[8]</sup>。本製品は、そうしたペプチド素材開発を可能にする加工用酵素として理解するのが適切です。

## 作用機序：プロテアーゼが大豆タンパク質をどう変えるか

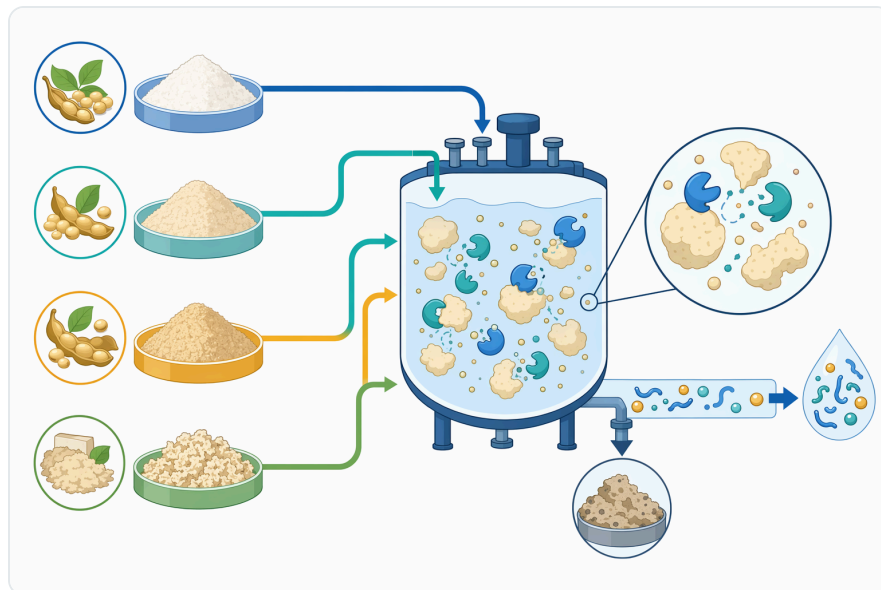
### 1. 高分子タンパク質の内部切断

エンド型プロテアーゼは、タンパク質鎖の内部にあるペプチド結合を切断します。大豆タンパク質では、折りたたまれた構造の表面や、加熱・pH変化で露出した領域が先に切断されやすく、反応初期には分子量の低下、粘度低下、溶液の流動性向上が起こります。Bacillus属由来のアルカリ性プロテアーゼは、食品、洗剤、皮革、飼料など幅広い産業で利用される代表的なプロテアーゼ群として整理されており、タンパク質加水分解における実用性の高さが示されています<sup>[9]</sup>。

内部切断では、比較的大きなペプチド断片がまず生成します。この段階では、タンパク質の立体構造が緩み、可溶化が進む一方、疎水性ペプチドが増えて苦味が出る可能性もあります。そのため、飲料向けでは「十分に溶けるが苦味が出すぎない」範囲、調味料向けでは「うま味やコクに寄与するペプチドが残る」範囲が重要になります。固定化プロテアーゼを用いた大豆タンパク質の相乗的加水分解研究では、酵素の組み合わせによりペプチドプロファイルが変わることが検討されています<sup>[10]</sup>。

### 2. 末端からの切断と苦味制御

アミノペプチダーゼやカルボキシペプチダーゼのようなエキソ型酵素は、ペプチドの末端からアミノ酸または短い断片を順に外します。エンド型酵素が作った中鎖ペプチドをさらに短くすることで、苦味の強い疎水性ペプチドを減らしたり、うま味・塩味様の印象を持つ短鎖ペプチドを増やしたりできます。大豆分離タンパク質から塩味関連ペプチドを同定する研究は、短い配列の違いが味覚印象に結びつく可能性を示しています<sup>[5]</sup>。



**Figure 3.** 대두 펩타이드 가수분해물은 정제된 대두 단백질뿐 아니라 탈지 대두분과 비지 같은 덜 정제된 원료로도 생산할 수 있다.

この末端切断は、完全分解を目指すものではありません。遊離アミノ酸が増えすぎると、アミノ酸特有の雑味、発酵臭様の印象、褐変反応への影響が出ることがあります。したがって、Soy Peptide Production Enzymeによる大豆ペプチド製造では、タンパク質を「どこまで短くするか」が製品品質を左右します。発酵醤油の持続可能な製造に関する議論でも、原料タンパク質の分解、発酵微生物、呈味成分の形成が相互に関係する工程として扱われています<sup>[11]</sup>。

### 3. ペプチド配列と機能性の関係

大豆ペプチドの機能性は、単なる平均分子量では説明できません。抗酸化性に関しては、ヒスチジン、チロシン、トリプトファン、メチオニン、システインなどを含む配列が、ラジカル消去、電子供与、金属イオンとの相互作用に寄与することがあります。大豆抗酸化ペプチドのレビューでは、分子機構、生成技術、産業化戦略がまとめられており、活性はペプチド配列と処理条件に強く依存するものとして整理されています<sup>[7]</sup>。

また、ACE阻害や血圧関連の評価では、C末端側の疎水性アミノ酸やプロリンを含む短鎖ペプチドが注目されることがあります。しかし、こうした活性はin vitro評価、消化安定性、吸収性、食品マトリックス、摂取量によって大きく変わります。大豆乳の乳酸発酵における抗高血圧ペプチド生成研究は、ペプチド生成と生理活性評価を結びつけていますが、最終製品ごとの確認なしに効果を一般化することはできません<sup>[8]</sup>。

# 大豆ペプチド製造における酵素設計の比較

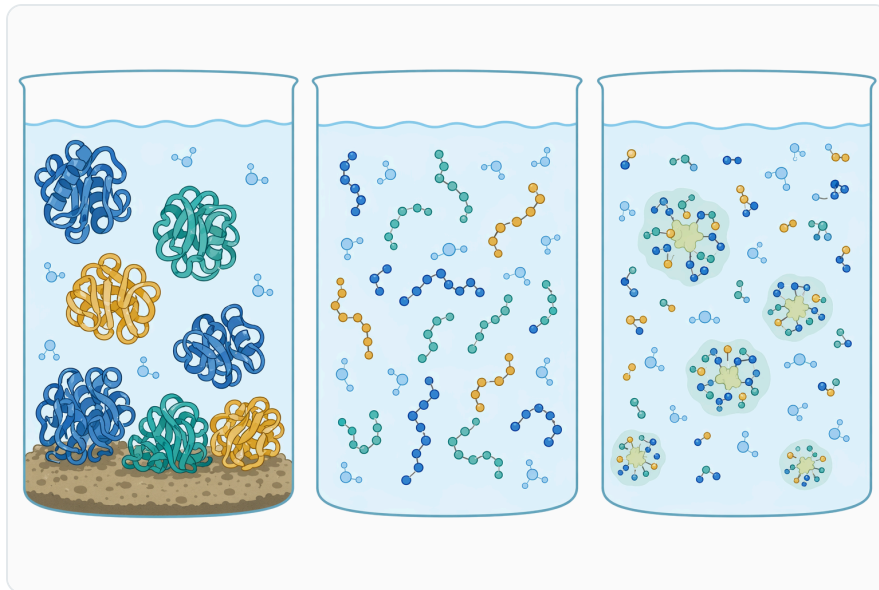
設計の方向性	主な酵素作用	期待される変化	注意すべき点	関連する研究領域
溶解性重視	エンド型プロテアーゼによる内部切断	分子サイズ低下、分散性向上、粘度低下	過度な疎水性ペプチド生成で苦味が出る場合がある	大豆分離タンパク質の加水分解速度論 <sup>[1]</sup>
呈味重視	エンド型とエキソ型の組み合わせ	うま味、塩味様印象、コク、後味の調整	短くしすぎるとアミノ酸由来の雑味が増える	大豆由来呈味ペプチドの同定 <sup>[5]</sup>
機能性ペプチド重視	特定配列を生みやすいプロテアーゼ選択	抗酸化、ACE阻害などの候補画分形成	活性は配列、濃縮、消化安定性に依存する	大豆抗酸化ペプチドの生成パイプライン <sup>[7]</sup>
工程安定性重視	耐熱性・広い条件で働くプロテアーゼの利用	原料差や工程変動への対応力向上	食品用途では風味と後工程適性も同時に見る必要がある	Bacillusプロテアーゼと大豆加水分解 <sup>[12]</sup>
分画素材化	加水分解後の分離・濃縮との組み合わせ	特定サイズ範囲や高機能画分の設計	分画で収率、風味、コストが変わる	高Fischer比ペプチドの最適化 <sup>[13]</sup>

この比較から分かるように、Soy Peptide Production Enzymeの選択価値は「強い分解力」だけでは決まりません。大豆ペプチド製造では、原料タンパク質の前処理、酵素の切断特性、反応停止のタイミング、後工程での分画・乾燥が一体となって、最終的な味、溶解性、栄養設計、用途適性を決めます。酵素処理と分画を組み合わせた研究では、抗酸化、抗高血圧、抗糖尿病関連活性と、乳化・泡立ちなどの物性が同時に評価されています<sup>[14]</sup>。

## 原料別に見た大豆ペプチド化の考え方

### 大豆分離タンパク質

大豆分離タンパク質は、タンパク質含量が高く、比較的均一な基質として扱いやすい原料です。ペプチド飲料、粉末プロテイン、機能性素材の開発では、分子量分布や風味を制御しやすい利点があります。大豆分離タンパク質の酵素加水分解は、実験室規模と半工業規模の両方で検討されており、スケールを意識したタンパク質加水分解対象として研究されています<sup>[1]</sup>。



**Figure 4.** 제어된 가수분해는 대두 단백질의 분산성을 향상시킬 수 있지만, 펩타이드 프로파일과 공정 조건에 따라 용해성이 우세할지 응집이 우세할지가 결정된다.

一方で、分離タンパク質は精製度が高いぶん、酵素処理による味の変化が目立ちやすい場合があります。苦味や後味が顕在化しやすいため、飲料やサプリメント用途では、加水分解の深さ、ペプチドサイズ、香味設計のバランスが重要です。高Fischer比ペプチドを大豆タンパク質から製造する研究では、酵素加水分解と吸着処理の組み合わせにより、目的に応じたペプチド組成設計が検討されています<sup>[13]</sup>。

## 脱脂大豆・大豆ミール

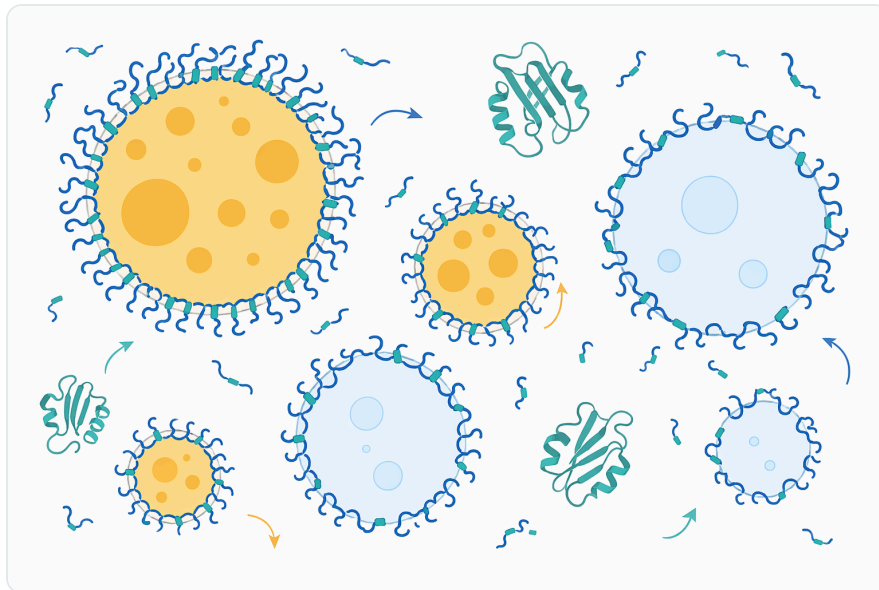
脱脂大豆や大豆ミールは、タンパク質以外に繊維、糖質、ミネラル、微量の脂質を含むため、酵素加水分解の挙動が分離タンパク質より複雑です。水和性、粒子性、加熱履歴、非タンパク質成分が反応やろ過性に影響します。持続可能な植物性タンパク質利用の観点では、こうした副産物や低利用タンパク質を酵素加水分解で高付加価値化する方向が注目されています<sup>[4]</sup>。

このタイプの原料では、Soy Peptide Production Enzymeによるタンパク質分解に加え、原料由来の不溶物、色、香り、後工程での固液分離が品質に影響します。大豆加工副産物や大豆由来資源をバイオプロセスに活用する考え方は、持続可能な産業バイオテクノロジーの文脈でも取り上げられています<sup>[15]</sup>。

## 発酵食品・調味料向け原料

醤油、発酵調味液、植物性うま味素材では、大豆タンパク質の分解は呈味形成の中心です。麹菌、乳酸菌、酵母などの微生物が作る酵素群は、タンパク質をアミノ酸やペプチドへ分解し、発酵中の香味形成に関与します。工業的な醤油用麹菌の比較研究では、*Aspergillus oryzae*が産生する主要プ

ロテアーゼが解析されており、発酵大豆食品におけるプロテアーゼの重要性が確認されています [6]。



**Figure 5.** 제한적 가수분해는 공기-물 및 기름-물 계면으로 확산되면서도 거품과 에멀전 막을 지지할 만큼 충분한 길이를 유지하는 펩타이드를 생성할 수 있다.

Soy Peptide Production Enzymeは、発酵そのものを置き換えるというより、発酵前後のタンパク質分解を補助したり、調味素材としての大豆ペプチドを設計したりする場面で有用です。近年の醤油製造では、品質、風味、環境負荷、原料利用効率を含む持続可能性が論点となっており、酵素利用はその一部として検討される技術です [11]。

## 用途別の技術的メリット

### 食品・飲料

植物性タンパク質飲料では、沈殿、粉っぽさ、熱処理後の凝集、酸性域での不安定性が課題になります。大豆タンパク質をペプチド化すると、分子サイズが小さくなり、液体中での分散性が改善しやすくなります。植物タンパク質由来ペプチドは、持続可能な食品システムにおける高機能素材として整理され、飲料、栄養食品、代替タンパク質製品への展開が議論されています [3]。

ただし、飲料向けでは可溶化だけでなく、味の透明感、後味、濁り、加熱後安定性が重要です。加水分解を深くしすぎると、苦味やアミノ酸様の風味が出ることがあるため、Soy Peptide Production Enzymeは、分散性と官能品質の両立を狙う工程で使われます。トウモロコシグルテンと大豆タンパク質の混合加水分解物に関する研究では、酵素処理と分画により、乳化安定性や泡立ちと生理活性指標が変化することが示されています [14]。

## 栄養補助食品・スポーツニュートリション

栄養補助食品では、大豆ペプチドの低分子性、溶解性、植物由来であることが訴求点になります。粉末スティック、プロテインブレンド、アミノ酸・ペプチド飲料では、速やかな分散、飲みやすさ、沈殿しにくさが求められます。大豆抗酸化ペプチドのレビューでは、酵素生成、同定、精製、製品化までの流れが整理されており、栄養素材として的大豆ペプチド開発が活発な分野であることが分かります<sup>[7]</sup>。

一方で、「吸収されやすい」「機能性がある」といった表現は、素材ごとのデータに基づいて慎重に扱う必要があります。酵素で低分子化したことと、ヒトで特定の健康効果が確認されたことは同義ではありません。酵素処理した未分画大豆タンパク質加水分解物について、栄養組成や細胞レベルの活性を評価した研究はありますが、用途表示や機能訴求には最終製品ごとの根拠が必要です<sup>[16]</sup>。



**Figure 6.** 대두 단백질 가수분해물은 항산화, ACE 억제, 콜레스테롤 관련, 항염증, 항티로시나아제, 상처 치유 모델 효과 등 펩타이드 활성을 중심으로 연구되고 있다.

## 調味料・うま味素材

大豆ペプチドは、うま味、コク、塩味様の厚み、後味の持続性に関わる素材として利用できます。短鎖ペプチドの一部は、グルタミン酸や核酸系うま味とは異なる厚みを付与することがあり、減塩食品や植物性調味料で検討されます。大豆分離タンパク質から塩味ペプチドを調製・同定した研究は、大豆由来ペプチドが味覚設計の対象になり得ることを示しています<sup>[5]</sup>。

発酵調味料では、酵素処理により原料タンパク質をあらかじめ部分分解し、発酵中の微生物利用性や呈味形成を調整する考え方もあります。醤油麹菌のプロテアーゼ産生に関する比較研究は、発酵大豆食品の品質形成において、タンパク質分解酵素が中心的役割を担うことを裏づけています<sup>[6]</sup>。

## 飼料・発酵用窒素源

大豆タンパク質をペプチド化すると、発酵培地や飼料原料としての利用性が変わります。微生物培養では、アミノ酸や短鎖ペプチドが窒素源として利用されやすく、発酵速度や代謝産物生成に影響する場合があります。好熱性Bacillusプロテアーゼを用いた大豆タンパク質加水分解では、生理活性化合物の生成を目的とした研究が行われており、大豆基質と微生物プロテアーゼの組み合わせが検討されています<sup>[12]</sup>。

飼料用途では、タンパク質の消化性、抗栄養因子、風味、粒子性が関係します。大豆ミールを完全に置き換えるのではなく、特定用途向けにペプチド化した大豆原料を組み込む設計が考えられます。Bacillus属アルカリ性プロテアーゼの産業応用レビューでは、飼料を含む複数分野でのプロテアーゼ利用が整理されています<sup>[9]</sup>。



Figure 7. 가수분해는 쓴맛에 기여하고 대두의 이취 성분 결합을 변화시키는 소수성 펩타이드 서열을 노출시킬 수 있다.

## 酵素加水分解後の品質を左右する要因

Soy Peptide Production Enzymeを用いた大豆ペプチド製造では、原料の種類、タンパク質濃度、熱履歴、反応の進行、反応停止、固液分離、濃縮、乾燥が最終品質を左右します。特に大豆タンパク質は、加熱で構造が開くと酵素が作用しやすくなる一方、過度な変性や凝集が起こると酵素が接近しにくくなることがあります。大豆分離タンパク質の加水分解研究では、反応速度とスケールとの関係が検討されており、工程条件が結果に大きく影響することが示されています<sup>[1]</sup>。

ペプチドの分子量分布も重要です。飲料では低分子側が多いほど分散しやすい傾向がありますが、苦味や浸透圧、後味の問題が出る場合があります。乳化や泡立ちでは、ある程度の長さを持つ両親媒性ペプチドが界面に吸着しやすく、完全に短くしすぎると機能が下がることがあります。酵素処理と分画によって乳化安定性や泡立ち特性が変化することは、大豆タンパク質を含む加水分解物研究でも示されています<sup>[14]</sup>。

風味面では、疎水性ペプチド、遊離アミノ酸、原料由来の青臭さ、加熱臭が相互に影響します。酵素処理は大豆臭を弱める場合もありますが、逆に苦味や後味を強めることもあります。そのため、大豆ペプチド製造では、ペプチド化、脱苦味、香味設計、乾燥後の戻り臭を一体で考える必要があります。高Fischer比ペプチド製造の研究では、酵素加水分解に加えて吸着工程を最適化し、目的組成に近づける検討が行われています<sup>[13]</sup>。

## Enzymes.bioにおける製品の位置づけ

---

Enzymes.bioが提供するSoy Peptide Production Enzymeは、大豆タンパク質を制御加水分解し、大豆ペプチド素材の開発や製造に利用するためのB2B向け酵素原料です。Enzymes.bioは供給業者であり、本製品を自社製造品や研究成果として提示するものではありません。大豆タンパク質の酵素加水分解は、半工業規模の検討、固定化酵素によるペプチドプロファイル制御、Bacillusプロテアーゼによる大豆加水分解など、複数の研究領域で実用性が検討されています<sup>[10]</sup>。

本製品は、食品・飲料、調味料、栄養素材、発酵用窒素源、飼料関連素材など、大豆タンパク質を低分子化して使う用途に適しています。最終製品の品質は、酵素だけでなく、原料、配合、処理条件、後工程、香味設計に左右されます。そのため、Soy Peptide Production Enzymeは「特定の健康効果を付与する成分」ではなく、植物性タンパク質素材の加工自由度を高める酵素として位置づけられます。植物タンパク質由来ペプチドの応用は広がっていますが、機能性の解釈にはペプチド配列と最終製品ごとの根拠が必要です<sup>[3]</sup>。



**Figure 8.** 제어된 대두 펩타이드 공정은 일반적으로 원료를 분산시키고, 적절한 조건에서 프로테아제를 첨가한 뒤, 가수분해를 중지하고, 이후 가수분해물을 정화, 농축, 건조, 배합하거나 추가 가공하는 과정으로 이루어진다.

Enzymes.bioでは、本製品を**1kg単位でオンライン直接販売**しています。オンライン注文後、製品に関連する**CoAおよびSDS**が注文時に併せて提供されます。これにより、購入者は大豆ペプチド製造、処方開発、工程検討に必要な基本文書を製品とともに確認できます。

## まとめ：大豆タンパク質を価値あるペプチド素材へ変える酵素

Soy Peptide Production Enzymeは、大豆分離タンパク質、脱脂大豆、大豆ミールなどをペプチド化し、食品・飲料・調味料・栄養素材向けの加工適性を高めるためのプロテアーゼ系酵素です。作用の中心は、タンパク質中のペプチド結合を制御的に切断し、分子量分布、溶解性、分散性、呈味、界面特性を変えることにあります。大豆タンパク質の酵素加水分解は、速度論、ペプチドプロフィール、呈味、生理活性候補、産業応用の各面で研究されています<sup>[2]</sup>。

大豆ペプチド製造では、酵素処理を強くすればよいわけではありません。飲料では溶解性と苦味、調味料ではうま味と後味、栄養素材では分散性と風味、機能性素材では配列と分画が問題になります。Soy Peptide Production Enzymeは、こうした要求に対して、大豆タンパク質を目的に応じたペプチド混合物へ変換するための実用的な加工用酵素です。大豆抗酸化ペプチドや発酵大豆食品に関する研究は、大豆由来ペプチドの可能性を示していますが、最終製品での機能や表示は個別の根拠に基づいて判断されるべきです<sup>[7]</sup>。

## Soy Peptide Production Enzyme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。

[Soy Peptide Production Enzyme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. Pozdnyakov, N., Shilov, S., Lukin, A., Bolshakov, M., & Sogorin, E. (2022). Investigation of enzymatic hydrolysis kinetics of soy protein isolate: laboratory and semi-industrial scale. *Bioresources and Bioprocessing*, 9.
2. Ju, L., Loman, A., Kabir, M. F., Li, Q., & Islam, S. (2022). Enzyme-based soy processing. *Proceedings of 2022 AOCS Annual Meeting & Expo*.
3. Nirmal, N., Khanashyam, A. C., Shah, K., Awasti, N., Babu, K. S., Ucak, I., Afreen, M., ... et al. (2024). Plant protein-derived peptides: frontiers in sustainable food system and applications. *Frontiers in Sustainable Food Systems*.
4. Bekiroğlu, H., Acar, Z. D., & Sagdic, O. (2025). Sustainable plant-based protein hydrolysates: Utilization of waste proteins modified by enzymatic hydrolysis in techno-functional applications.. *International Journal of Biological Macromolecules*, 148823 .
5. Zhao, Z., Yang, M., Li, Z., Tang, H., Song, X., & Wang, X. (2024). Enzymatic Preparation, Identification by Transmembrane Channel-like 4 (TMC4) Protein, and Bioinformatics Analysis of New Salty Peptides from Soybean Protein Isolate. *Foods*, 13.
6. Zhang, L., Kang, L., & Xu, Y. (2023). Phenotypic, Genomic, and Transcriptomic Comparison of Industrial *Aspergillus oryzae* Used in Chinese and Japanese Soy Sauce: Analysis of Key Proteolytic Enzymes Produced by Koji Molds. *Microbiology spectrum*, 11.
7. Zhang, R., He, S., Di, D., Li, H., Qiu, M., Wu, Z., Sun, H., ... et al. (2025). An Updated Review on Soy Antioxidant Peptides (SAPs): Molecular Mechanisms, High-Tech Generation Pipeline, Industrial Production Strategies, and New Product Innovation. *Food reviews international (Print)*, 42, 864 - 889.
8. Hati, S., Patel, N., & Pipaliya, R. (2023). Bioactivities and production of antihypertensive peptides during fermentation of soy milk by lactic cultures. *Reviews and Research in Medical Microbiology*, 34, 79 - 88.
9. Gautam, S. (2024). A Review of Bacillus Species Alkaline Protease Production and Industrial Applications. *International journal of therapeutic innovation*.

10. Mao, Y., Chen, L., Zhang, L., Bian, Y., & Meng, C. (2023). Synergistic Hydrolysis of Soy Proteins Using Immobilized Proteases: Assessing Peptide Profiles. *Foods*, 12.
11. Chong, S., Ilham, Z., Wan-Mohtar, W., & Cheng, A. (2025). The Road to Sustainable Soy Sauce Production and Consumption. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 25 1, e70352 .
12. Pan, I., Nanjundan, K., Achuthan, A., Issac, P. K., Rajagopal, R., Chang, S., Bhat, S., ... et al. (2023). Exploration of Compost Soil for the Production of Thermo-Stable Bacillus Protease to Synthesize Bioactive Compounds through Soy Protein Hydrolysis. *Agronomy*.
13. Yan, L., Shi, T., Li, Y., & Liu, X. (2021). Optimization of Enzymatic Hydrolysis and Activated Carbon Adsorption for Producing High Fischer Ratio Peptides from Soy Protein. *International Journal of Peptide Research and Therapeutics*, 27, 1363 - 1372.
14. Mirzaee, H., Gavlighi, H. A., Nikoo, M., Udenigwe, C. C., Rezvankhah, A., & Khodaiyan, F. (2024). Improved Antioxidant, Antihypertensive, and Antidiabetic Activities and Tailored Emulsion Stability and Foaming Properties of Mixture of Corn Gluten and Soy Protein Hydrolysates Via Enzymatic Processing and Fractionation. *Food Science & Nutrition*, 12, 9749 - 9763.
15. Gambarato, B. C., Carvalho, A. K. F., Oliveira, F., Silva, S. D., Silva, M. L., & Bento, H. (2025). Soy Molasses: A Sustainable Resource for Industrial Biotechnology. *Sustainability*.
16. Idowu, O. A., & Yupanqui, C. T. (2025). Enzymatic Hydrolysis With Pepsin Enhanced the Nutrient Compositions of Unfractionated Soy Protein Hydrolysate and Its Cell Viability and Nitric Oxide Activities. *Food Science & Nutrition*, 13.


## 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。