

製パン産業向け食品グレード α -アミラーゼ粉末 (CAS 9001-19-8) : 発酵性糖生成・焼き色・ローフボリューム改善

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

製パン用 α -アミラーゼは、小麦粉中のでんぷん、とくに製粉で損傷したでんぷんを短いデキストリンや発酵性糖へ分解し、酵母発酵、クラストカラー、ローフボリュームの安定化を支える食品加工用酵素です。Alpha Amylase Enzyme For Bakery Industry - Food Grade Powder (CAS 9001-19-8) は、ベーカリー配合で「でんぷんを制御する」目的に使われる粉末酵素であり、保存中の老化抑制やグルテン強化を主目的とする酵素とは役割が異なります。Enzymes.bioは本品を製造する研究所ではなく、1 kg単位でオンライン直接販売するB2B酵素供給業者であり、注文時にCoAおよびSDSが併せて提供されます。

製パン用 α -アミラーゼとは何か

α -アミラーゼは、でんぷん中の α -1,4グリコシド結合を内部から切断するエンド型酵素です。小麦粉のでんぷんはアミロースとアミロペクチンを主成分とし、製粉時に一部が物理的に損傷します。この損傷ででんぷんは水和しやすく、酵素の基質になりやすいため、製パン工程では α -アミラーゼの主要な作用点になります。 α -アミラーゼの構造、分子改変、食品分野での応用を扱うレビューでは、でんぷん加工、糖化、食品テクスチャー制御などに関わる代表的な食品酵素として整理されています^[1]。

製パンで重要なのは、でんぷん分解そのものではなく、その結果として生地内で何がかわるかです。 α -アミラーゼが損傷でんぷんを切断すると、マルトースを含む発酵利用可能な糖や短鎖デキストリンが増えます。酵母はこれらの糖を発酵基質として利用し、二酸化炭素を発生させます。発酵ガスがグルテンネットワークに保持されると、ホイロ中の膨張、焼成初期のオーブンスプリング、最終ローフボリュームに影響します。GH-13ファミリー α -アミラーゼの研究でも、でんぷんに富むバイオマスの糖化において、基質結合と加水分解が機能の中核であることが示されています^[2]。

CAS 9001-19-8の α -アミラーゼ粉末は、パン、ロール、バンズ、菓子パン、冷凍生地、パーベイク品など、でんぷんと酵母発酵を含む多くのベーカリー製品に関係します。ただし、 α -アミラーゼは「万能なパン改良剤」ではありません。主対象はでんぷんであり、グルテン架橋、乳化、脂質改質、アラビノキシラン分解、保存中の老化抑制は、別の酵素や配合要素がより直接的に担う場合があります。Enzymes.bioの製パン酵素カテゴリーでも、アミラーゼ系、酸化酵素系、ヘミセルラーゼ系などが用途別に扱われています。

パン生地内で起きる具体的な機序

損傷でんぷんから発酵性糖を供給する

小麦粉には、もともと少量の遊離糖が含まれますが、長時間発酵や糖の少ない配合では、酵母が利用できる糖の供給が品質を左右します。 α -アミラーゼは損傷でんぷんを短鎖化し、 β -アミラーゼなど内在酵素との相互作用も含めて、酵母が利用しやすい糖の供給を助けます。これにより、発酵中のガス発生が安定しやすくなります。 α -アミラーゼ、キシラナーゼ、セルラーゼを組み合わせたパン改良研究では、酵素が生地特性とパン品質に影響することが検討されており、単一成分ではなく基質ごとの酵素作用が品質形成に関与することが示されています^[3]。

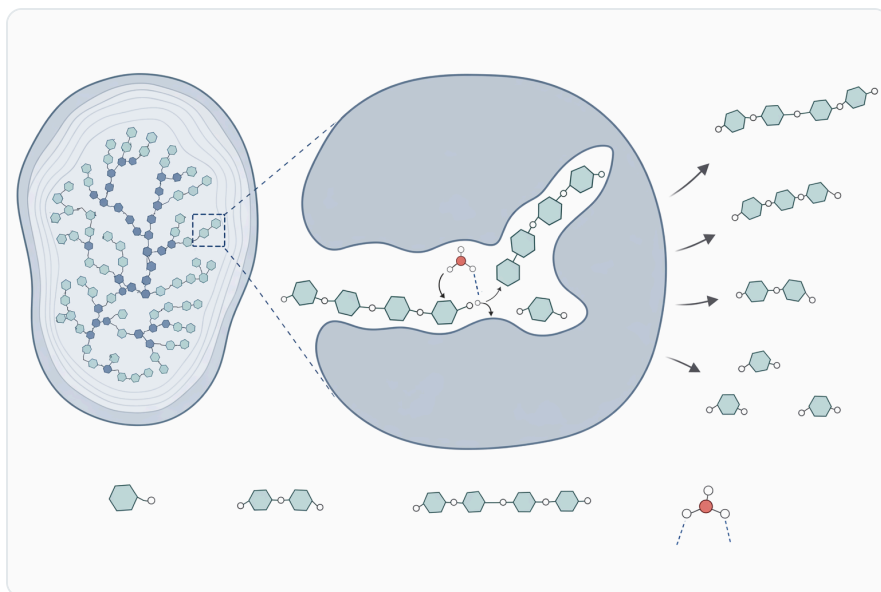


Figure 1. 알파 아밀라아제는 전분의 내부 결합을 가수분해하여 제빵 반죽에서 발효 가능한 당과 덱스트린을 생성합니다.

発酵性糖の供給が十分でない場合、ホイロ後の生地膨張が弱く、焼成後のローフが低くなる場合があります。逆に、でんぷん分解が過度になると、生地が粘着しやすくなったり、クラムが過湿に感じられたり、スライス時の構造が弱くなったりします。これは、でんぷんが単なる糖源ではなく、

生地中の水分分布、焼成時の糊化、冷却後のクラム骨格にも関与するためです。小麦のタンパク質、でんぷん、繊維組成が生地レオロジーと製パン品質の予測に関わるという報告は、でんぷん分解を配合全体の構造形成と切り離せないことを示しています^[4]。

焼成中のクラストカラーを支える

クラストの褐色化は、焼成中に進むメイラード反応とカラメル化に強く関係します。α-アミラーゼにより還元糖や発酵残糖が増えると、焼成時に糖とアミノ化合物が反応しやすくなり、クラストの色づきが改善されます。クラストカラーは見た目だけでなく、香ばしい香気、焼成感、購買時の視覚評価にも影響します。食品分野のα-アミラーゼ応用に関するレビューでは、でんぷん分解による糖生成が食品加工上の重要な機能として扱われています^[1]。

この作用は、砂糖を多く含む菓子パンでは見え方が異なります。リッチな配合では、すでに砂糖、乳成分、油脂が多いため、α-アミラーゼによる糖生成の影響がストレートドウより目立ちにくい場合があります。一方、砂糖量を抑えた食パンや全粒粉パンでは、酵素による糖供給がクラストカラーの再現性に寄与しやすくなります。全粒粉や豆類強化パンのレビューでは、栄養強化により生地レオロジーやパン品質が変わることが整理されており、糖供給、吸水、繊維、タンパク質のバランスを同時に見る必要があります^[5]。

ローフボリュームとクラム構造に影響する

ローフボリュームは、ガス発生とガス保持の積です。α-アミラーゼは主にガス発生側、すなわち酵母が利用する糖供給を支えます。ただし、生成したガスを保持するには、グルテンネットワーク、吸水、ミキシング、発酵耐性、焼成時の糊化が同時に成立しなければなりません。オートブランを強化したパン生地の研究では、α-アミラーゼ、キシラナーゼ、セルラーゼがレオロジー特性へ与える影響が検討されており、繊維を含む配合ではでんぷん系酵素と繊維系酵素の役割が重なり合うことが示されています^[6]。



Figure 2. 제빵 공정에서 알파 아밀라아제는 반죽 발효, 빵 부피, 겉질 색상 및 속질의 부드러움을 개선하기 위해 밀가루 배합에 첨가됩니다.

クラム構造では、でんぷん糊化とグルテン固定が同時進行します。焼成初期、でんぷん粒は水を吸って糊化し、やがてクラムの連続相形成に寄与します。 α -アミラーゼが過剰に作用すると、このでんぷん由来の骨格が弱くなり、ねっとりしたクラムや大きな気泡の不均一化につながる可能性があります。逆に不足すると、糖供給が弱く、発酵不足や焼き色不足になりやすくなります。発芽や晩熟期に関連する小麦中 α -アミラーゼの研究が重視されるのも、内在酵素活性の変動が小麦品質と加工適性に大きく影響するためです^[7]。

α -アミラーゼが特に有効な製パン課題

砂糖量を抑えた食パン・ローフブレッド

食パンでは、白く均一なクラム、適度な弾力、安定したスライス性、均一なクラストカラーが求められます。砂糖量が多くない配合では、発酵前半から後半にかけて酵母が利用できる糖が不足しやすく、発酵の勢いが落ちることがあります。 α -アミラーゼは、損傷でんぷんを分解して発酵性糖を補い、発酵の安定性を支えます。製パンにおける酵素複合利用の研究では、 α -アミラーゼを含む酵素系が生地特性とパン品質の改善因子として扱われています^[3]。

ローフブレッドでは、粉ロットごとの吸水や損傷でんぷん量の差が、ボリュームやクラストカラーのばらつきに表れます。 α -アミラーゼはこのばらつきを完全に消すものではありませんが、でんぷん由来糖の供給を補うことで、発酵と焼成色の再現性を高める方向に働きます。米国硬質赤春小麦の研究では、タンパク質、でんぷん、繊維組成がレオロジーと製パン品質の予測に寄与することが示されており、 α -アミラーゼの効果も粉質と切り離して評価できないことがわかります^[4]。

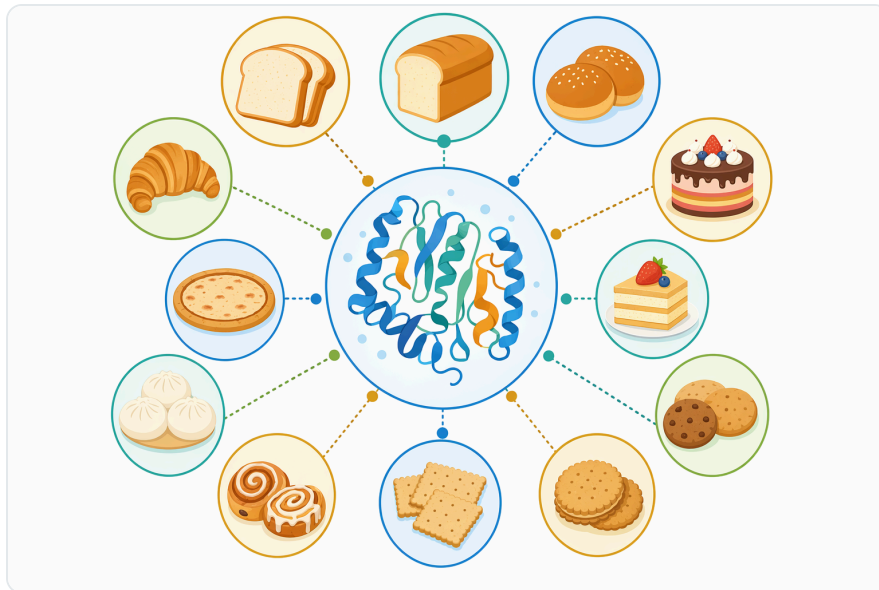


Figure 3. 제빵용 알파 아밀라아제는 식빵, 번, 케이크, 비스킷, 크래커 및 기타 밀가루 기반 베이커리 제품 전반에 사용됩니다.

全粒粉・多穀・高繊維パン

全粒粉、多穀、オートブラン、豆類粉、そば粉、キヌア粉などを加えると、栄養価や風味は高まりますが、生地は複雑になります。繊維や非グルテンタンパク質が水を奪い、グルテン形成を妨げ、ガス保持を弱めることがあります。こうした配合では、 α -アミラーゼによる糖供給だけでなく、キシラーゼやセルラーゼによる繊維相の調整が品質に影響します。多穀パンの研究では、生地レオロジー、品質特性、抗酸化性、抗糖尿病関連指標が同時に評価されており、栄養強化パンでは物性と機能性の両方を見る必要があると示されています^[8]。

キヌア粉、発芽ひよこ豆粉、そば粉などの置換は、粒度、吸水、タンパク質組成、繊維量によって生地挙動を変えます。キヌア粒度の違いを扱った研究、発芽ひよこ豆粉の添加研究、そば粉画分の研究はいずれも、代替粉の添加が生地レオロジーとパン品質を変化させることを示しています^[9]^[10]。このような処方では、 α -アミラーゼは「発酵性糖を補う」役割を担いますが、ガス保持や生地粘弾性の問題を単独で解決するわけではありません。

冷凍生地・パーベイク品・再加熱製品

冷凍生地やパーベイク品では、発酵耐性、酵母の生残、ガス保持、再加熱後の食感が品質を左右します。 α -アミラーゼは、解凍後または最終発酵時の糖供給を補助し、酵母発酵を支える可能性があります。一方、冷凍耐性そのものは、酵母株、氷結晶形成、グルテン損傷、乳化、油脂、糖類、発酵設計に大きく依存します。したがって、 α -アミラーゼは冷凍生地の品質設計における一要素であ

り、全体の工程安定化技術として位置づけるのが適切です。グルコースオキシダーゼ、アスコルビン酸、 α -アミラーゼの相乗効果を検討した研究でも、複数の改良要素が生地特性、焼成品質、保存性に影響することが示されています^[11]。

パーベイク品では、一次焼成で構造が部分的に固定され、最終焼成でクラスト形成と香気形成が進みます。 α -アミラーゼによる糖生成は、最終焼成時の色づきや香ばしさに寄与し得ますが、過度なでんぷん分解はクラムの湿りや構造低下につながるため、目的は「強い酵素作用」ではなく「必要な糖供給を過不足なく得ること」です。食品産業副産物を利用したパンのレビューでも、原料の多様化は品質と栄養の両面で利点をもたらす一方、レオロジーと最終品質の調整が必要になることが整理されています^[12]。

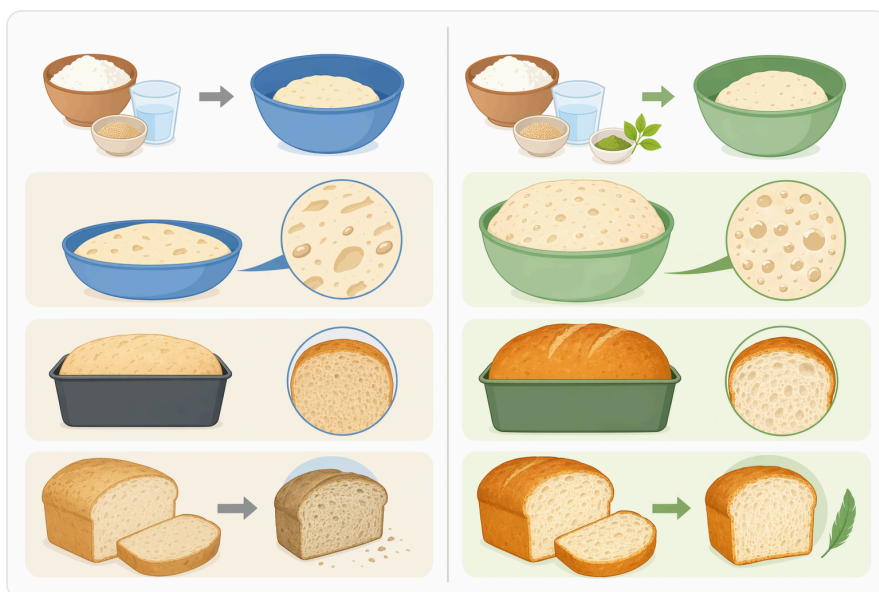


Figure 4. 효소를 사용하지 않은 제빵과 비교했을 때, 알파 아밀라아제 처리는 더 일관된 발효, 더 큰 부피, 개선된 껍질 색상, 더 부드러운 속질을 지원합니다.

代替粉・機能性原料を使う処方での考え方

近年の製パンでは、タンパク質強化、食物繊維強化、低GI志向、植物性原料、アップサイクル原料などを背景に、小麦粉以外の原料を加える処方が増えています。豆類強化全粒粉パンのレビューでは、豆類の添加により栄養価や官能特性が変わる一方、生地レオロジーやパン品質に影響が出ることが整理されています^[5]。 α -アミラーゼはこのような処方で、でんぷん相の分解と糖供給を通じて発酵面を支えます。

ただし、代替粉が増えるほど、でんぷん以外の要素が支配的になります。発芽ひよこ豆、ひよこ豆グリッツ、キヌア、そば粉などは、粒度、繊維、タンパク質、酵素内在性、吸水性が異なります。発芽ひよこ豆グリッツと粉を扱った研究では、生地レオロジーとパン特徴への影響が検討されてお

り、同じ原料でも粉碎状態や加工状態によって結果が変わることがわかります^[13]。このため、 α -アミラーゼの効果は「小麦粉中の損傷でんぷん量」だけでなく、「配合全体の水分競合」と「発酵時間」によっても左右されます。

グルテンフリー製品では、でんぷんが構造形成の中心になりやすく、 α -アミラーゼの扱いはさらに慎重になります。グルテンフリーパンやパスタにおける hidrocolloid のレビューでは、グルテンがない系でレオロジー、老化、血糖応答を制御するために、hydrocolloid が重要な役割を持つことが整理されています^[14]。 α -アミラーゼは糖生成に寄与しますが、グルテンフリー系ではでんぷん骨格を過度に弱めないことが重要で、増粘多糖、タンパク質、乳化成分との相互作用を考慮する必要があります。

関連する製パン酵素との比較

α -アミラーゼは、ベーカリー酵素群の中で「でんぷん分解」を担当します。製パンラインでは、目的に応じてキシラナーゼ、セルラーゼ、グルコースオキシダーゼ、リパーゼ、マルトジェニックアミラーゼなどが別途使われることがあります。重要なのは、酵素名ではなく、どの基質に作用し、どの品質指標を動かすかを区別することです。 α -アミラーゼ、キシラナーゼ、セルラーゼを含む研究では、複数酵素の組み合わせが生地特性とパン品質に影響することが示されています^[3]。

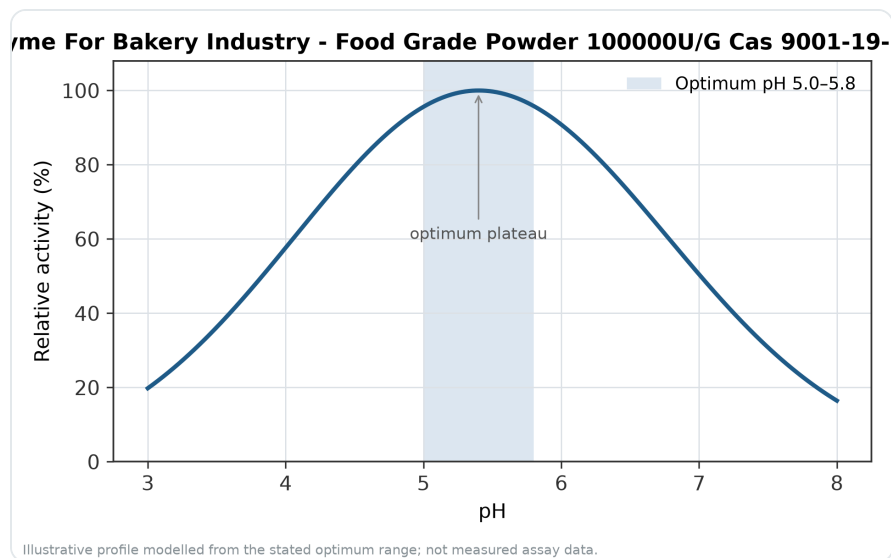


Figure 5. pH에 따른 제빵 산업용 식품 등급 분말 알파 아밀라아제 효소 100000U/G(CAS 9001-19-8)의 상대 활성으로, pH 5.0-5.8에서 최적 활성 구간을 보여줍니다.

酵素・改良要素	主な作用対象	製パンで見えやすい効果	α -アミラーゼとの違い
α -アミラーゼ	損傷でんぷん、糊化前後のでんぷん鎖	発酵性糖供給、クラストカラー、ローフボリュームの支援	でんぷんを短鎖化し、主に発酵と焼成色に関与

酵素・改良要素	主な作用対象	製パンで見えやすい効果	α -アミラーゼとの違い
マルトジェニツクアミラーゼ	糊化でんぷん、老化に関わるでんぷん相	保存中のクラム硬化抑制、柔らかさ維持	初期発酵よりも保存中の老化制御に寄与しやすい
キシラナーゼ／ヘミセルラーゼ	アラビノキシランなどの非でんぷん多糖	生地伸展性、ガス保持、クラム均一性	糖供給よりも繊維相と水分分布の調整が中心
セルラーゼ	セルロース系繊維	高繊維配合の生地挙動調整	でんぷんではなく繊維成分に作用
グルコースオキシダーゼ	グルコース、酸素を介した酸化反応	生地強化、機械耐性、形状保持	でんぷん分解ではなく酸化的なネットワーク強化に関与
リパーゼ／ホスホリパーゼ	脂質、リン脂質	クラムのきめ、乳化性、ボリューム補助	脂質改質を通じて界面・気泡安定性に関与

グルコースオキシダーゼ、アスコルビン酸、 α -アミラーゼを併用した研究では、生地物性、焼成品質、保存性に対する相乗効果が検討されています^[11]。このことは、 α -アミラーゼ単独で全ての品質項目を動かすのではなく、でんぷん、タンパク質、脂質、繊維の各相に対応する酵素や改良要素が組み合わさって最終品質を形成することを示しています。

過不足による品質リスクをどう理解するか

α -アミラーゼの実用で最も重要なのは、作用量の「多い・少ない」ではなく、生地中で必要なタイミングに必要な糖を供給できるかです。作用が弱すぎると、発酵後半の酵母活動が落ち、ローフボリュームが不足し、クラストカラーが薄くなることがあります。逆に作用が強すぎると、でんぷんが過度に短鎖化され、水分保持とクラム骨格のバランスが崩れ、粘着性、腰折れ、湿った内相、スライス不良の原因になることがあります。小麦の発芽前穂発芽や晩熟期 α -アミラーゼに関するレビューは、内在 α -アミラーゼの変動が小麦品質上の重要課題であることを示しています^[7]。

このバランスは、原料粉の状態に強く依存します。損傷でんぷんが多い粉では酵素基質が多く、同じ配合でも糖生成が進みやすくなります。全粒粉や高繊維原料では、水が繊維やタンパク質に奪われ、でんぷんの水和と酵素反応が変わります。アラビノキシランのフェルロイル化と加水分解を扱った研究では、アラビノキシランの構造変化が生地レオロジーと微細構造に影響することが示され、でんぷん酵素の効果も非でんぷん多糖の状態と無関係ではないことがわかります^[15]。

さらに、工程時間も重要です。長時間発酵、低温発酵、冷蔵・冷凍保管を含む場合、酵素が作用する時間が長くなります。短時間ストレート法で問題がない水準でも、長時間工程では粘着やクラム過湿が出る場合があります。反対に、短時間高スループットラインでは、糖生成が十分に進む前に

焼成へ移行することもあります。したがって、 α -アミラーゼは「工程時間を含むでんぷん制御ツール」として理解する必要があります。オートブラン配合パンでの酵素影響研究も、原料組成と酵素作用の組み合わせが生地レオロジーを変えることを示しています[6]。

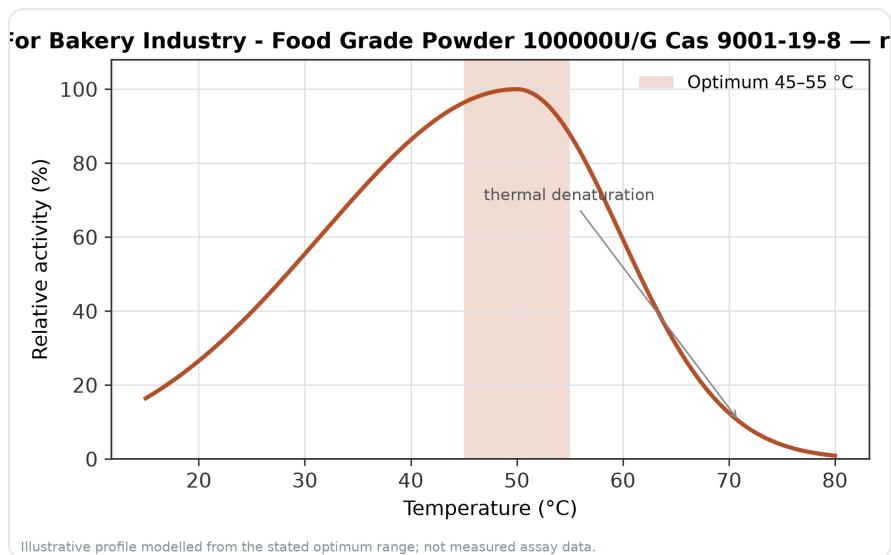


Figure 6. 온도에 따른 제빵 산업용 식품 등급 분말 알파 아밀라아제 효소 100000U/G(CAS 9001-19-8)의 상대 활성으로, 45-55° C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열 변성에 따른 전형적인 활성 감소가 나타납니다.

クリーンラベル設計における位置づけ

クリーンラベル志向の製パンでは、化学的な乳化剤や一部添加物を減らしながら、従来と同等のボリューム、柔らかさ、食感、保存性を維持することが課題になります。酵素は、加工中に特定基質へ作用するため、処方設計上の有効な選択肢になります。ただし、 α -アミラーゼだけで乳化、酸化的生地強化、保存中の老化抑制をすべて置き換えることはできません。豆類強化全粒粉パンのレビューでも、栄養強化と品質維持には複数の配合・工程要素が関与することが示されています[5]。

α -アミラーゼのクリーンラベル上の価値は、でんぷんから自然に糖を供給し、発酵と焼成色を支える点にあります。砂糖を過度に増やさずに焼き色を安定させたい場合や、原料粉のばらつきによる発酵不足を緩和したい場合に、でんぷん分解という明確な機序で処方を支えます。一方、保存中の柔らかさ維持を主目的とする包装パンでは、マルトジェニックアミラーゼなど、老化制御に特化した酵素の方が目的に合う場合があります。製パン酵素カテゴリーでは、用途別に複数の酵素が整理されており、 α -アミラーゼはその中ででんぷん分解の中心的役割を担います。

食品グレード粉末としての取り扱い上の考え方

粉末酵素は、プレミックス、小麦粉、改良剤ブレンドなどに均一に分散させることで、生地内で作用しやすくなります。局所的に濃く存在すると、部分的な粘着や不均一な発酵の原因になり得るため、配合全体への均一分散が重要です。ここでの目的は試験用試薬としての反応確認ではなく、製パン工程中で損傷でんぷんに適切に作用させることです。α-アミラーゼの食品応用レビューでも、酵素の構造と基質特異性が食品加工での機能発現を左右することが整理されています^[1]。

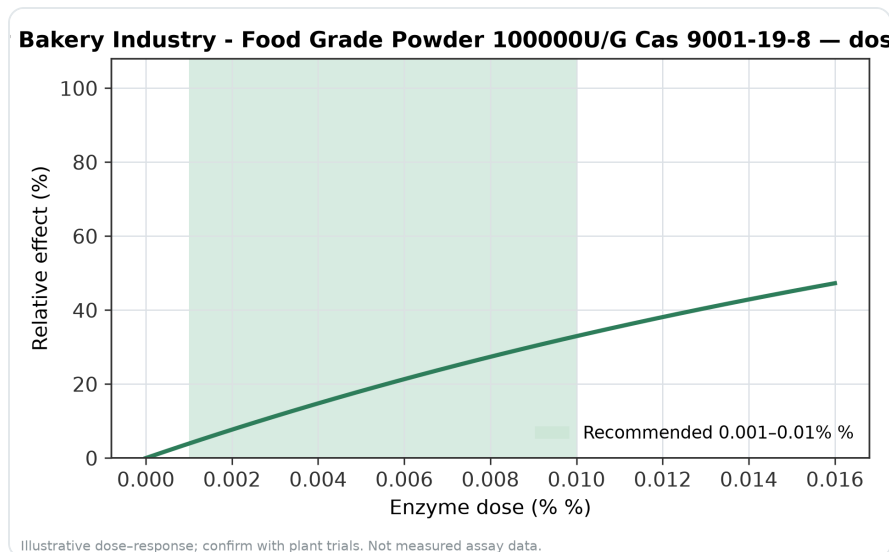


Figure 7. 권장 사용 범위(0.001-0.01%)에서 제빵 산업용 식품 등급 분말 알파 아밀라아제 효소 100000U/G(CAS 9001-19-8)의 예시적 용량-반응 관계입니다.

焼成中、酵素タンパク質は熱により活性を失っていきませんが、失活までに生地内でどの程度でんぷんを分解したかが最終品質に残ります。そのため、焼成後に酵素が働き続けるというより、発酵から焼成初期までの反応履歴がクラム構造、糖残存、クラストカラーに反映されると考える方が正確です。でんぷんの糊化・ペースト化特性が食品構造に関わることは、さまざまなでんぷん研究で示されており、製パンでもでんぷん相は単なる充填材ではありません^[16]。

安全面では、食品酵素はタンパク質であり、粉じん吸入を避ける作業管理が必要です。実際の保管、開封、投入、清掃では、注文時に提供されるSDSの記載に従うことが基本になります。CoAは製品ロットに関連する品質情報を確認する文書であり、SDSは取り扱い、保管、ばく露防止、応急措置などの安全情報を示します。Enzymes.bioは供給業者として本品をオンライン販売しており、製品ページ上でも製パン産業向け食品グレード粉末として位置づけられています。

Enzymes.bioでの供給形態

Enzymes.bioは本品を製造業者や受託研究機関としてではなく、B2B向け酵素供給業者として取り扱います。本品は1 kg単位でオンライン直接販売され、注文時にCoAおよびSDSが併せて提供されます。製パン用途では、研究用の特殊試薬というより、ベーカリー処方での発酵性糖生成、クラストカラー、ローフボリューム安定化を目的に扱いやすい食品グレード粉末酵素として位置づけられます。

Enzymes.bioのベーカリー酵素関連カテゴリには、パン焼成向けの複数酵素が掲載されており、 α -アミラーゼは其中ででんぷん分解に関わる主要酵素です。ベーカリー処方では、でんぷん、グルテン、脂質、繊維、水分、酵母発酵が同時に動くため、 α -アミラーゼの役割を「でんぷんから糖を供給し、発酵と焼成色を支える酵素」と明確に捉えることが重要です。

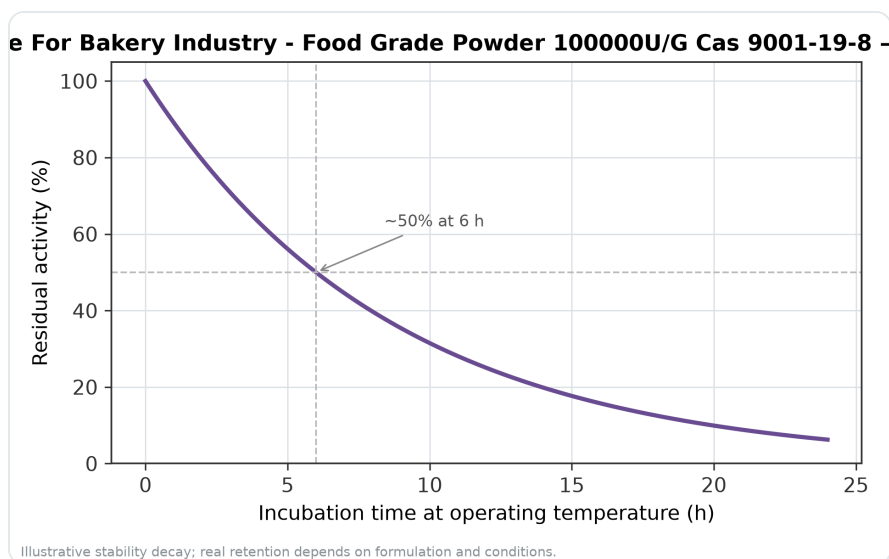


Figure 8. 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소하는, 제빵 산업용 식품 등급 분말 알파 아밀라아제 효소 100000U/G(CAS 9001-19-8)의 예시적 열 안정성 감소입니다.

まとめ

Alpha Amylase Enzyme For Bakery Industry - Food Grade Powder (CAS 9001-19-8) は、製パン工程で損傷でんぷんを分解し、酵母が利用しやすい糖と短鎖デキストリンを生成する食品グレード粉末酵素です。主な実用価値は、発酵安定性、クラストカラー、ローフボリューム、クラム均一性の支援にあります。 α -アミラーゼの食品応用に関する研究は、でんぷん分解を通じた糖生成と物性制御が食品加工上の中心機能であることを示しています^[1]。

一方で、 α -アミラーゼはグルテンを直接強化する酵素でも、脂質を乳化的に改質する酵素でも、保存中の老化抑制だけに特化した酵素でもありません。全粒粉、多穀、豆類粉、キヌア、そば粉、オートブランなどを使う処方では、繊維、タンパク質、吸水、粒度の影響が大きく、 α -アミラーゼは其中で発酵性糖供給を担う要素として機能します。代替粉や高繊維原料を扱う複数の研究は、栄養強化と製パン品質の両立にはレオロジーと配合全体の調整が必要であることを示しています^[5]
[8]。

Enzymes.bioは本品を1 kg単位でオンライン直接販売する供給業者であり、注文時にCoAとSDSが提供されます。製パン現場で本品を理解するうえで最も重要なのは、活性の強さを抽象的に追うことではなく、処方中のでんぷん、発酵時間、粉質、吸水、他酵素との役割分担を踏まえ、 α -アミラーゼを「発酵と焼成品質を支えるでんぷん制御酵素」として位置づけることです。

Alpha Amylase Enzyme For Bakery Industry - Food Grade Powder 100000U/G Cas 9001-19-8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。

**Alpha Amylase Enzyme For Bakery Industry - Food Grade Powder 100000U/G Cas
9001-19-8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. Liu, G., Montalbán-López, M., Wei, D., Wang, L., Wu, X., Li, X., & Mu, D. (2026). [\$\alpha\$ -Amylase: Its Structure, Molecular Modification, and Application in the Food Field.](#) *Foods*, 15.
2. Mansuri, J., Dadheech, T., Chauhan, P. S., Thakkar, A. B., Rank, D., Joshi, C. G., Patel, H., ... et al. (2026). [Cloning, molecular modelling, and docking analysis of GH-13 alpha-amylase from rumen metagenome for saccharification of starch rich biomass for greener future.](#) *Biocatalysis and Biotransformation*, 44, 45 - 62.
3. Hmad, I. B., Ghribi, A. M., Bouassida, M., Ayadi, W., Besbes, S., Châabouni, S., & Gargouri, A. (2024). [Combined effects of \$\alpha\$ -amylase, xylanase, and cellulase coproduced by *Stachybotrys microspora* on dough properties and bread quality as a bread improver.](#) *International Journal of Biological Macromolecules*, 134391 .

4. Zhao, Y., Karrar, E., Peterson, J., & Islam, S. (2026). Contribution of Protein, Starch, and Fiber Composition to the Prediction of Dough Rheology and Baking Quality in U.S. Hard Red Spring Wheat. *Foods*, 15 4.
5. Hoque, M., Biswas, R., Alam, M., Sarkar, A., Haque, M. I., & Hasan, M. (2022). Pulse fortified whole wheat bread: A review on dough rheology, bread quality, and sensory properties. *F1000Research*.
6. Liu, W., Brennan, M., Tu, D., & Brennan, C. (2023). Influence of α -amylase, xylanase and cellulase on the rheological properties of bread dough enriched with oat bran. *Scientific Reports*, 13.
7. Kelly, J. H., Thompson, A., & Hauvermale, A. L. (2025). Exploring preharvest sprouting (PHS) and late - maturity alpha - amylase (LMA) in wheat through proteomics: A review. *Crop science*.
8. Olagunju, A. I., Oluwajuyitan, T., & Oyeleye, S. (2021). Multigrain bread: dough rheology, quality characteristics, in vitro antioxidant and antidiabetic properties. *Journal of Food Measurement & Characterization*, 15, 1851-1864.
9. Coțovanu, I., & Mironeasa, S. (2022). An Evaluation of the Dough Rheology and Bread Quality of Replacement Wheat Flour with Different Quinoa Particle Sizes. *Agronomy*.
10. Atudorei, D., Atudorei, O., & Codină, G. (2022). The Impact of Germinated Chickpea Flour Addition on Dough Rheology and Bread Quality. *Plants*, 11.
11. Kriaa, M., Ouhibi, R., Graba, H., Besbes, S., Jardak, M., & Kammoun, R. (2016). Synergistic effect of *Aspergillus tubingensis* CTM 507 glucose oxidase in presence of ascorbic acid and alpha amylase on dough properties, baking quality and shelf life of bread. *Journal of food science and technology*, 53, 1259-1268.
12. Zarzycki, P., Wirkijowska, A., Teterycz, D., & Łysakowska, P. (2024). Innovations in Wheat Bread: Using Food Industry By-Products for Better Quality and Nutrition. *Applied Sciences*.
13. Bresciani, A., Sergiacomo, A., Stefani, A. D., & Marti, A. (2024). Impact of Sprouted Chickpea Grits and Flour on Dough Rheology and Bread Features. *Foods*, 13.
14. Culețu, A., Duță, D., Papageorgiou, M., & Varzakas, T. (2021). The Role of Hydrocolloids in Gluten-Free Bread and Pasta; Rheology, Characteristics, Staling and Glycemic Index. *Foods*, 10.
15. Pietiäinen, S., Lee, Y., Jiménez-Quero, A., Katina, K., Maina, N. H., Hansson, H., Moldin, A., ... et al. (2024). Feruloylation and Hydrolysis of Arabinoxylan Extracted from Wheat Bran: Effect on Dough Rheology and Microstructure. *Foods*, 13.
16. Xu, T., Zhong, Y., Jiang, W., Luo, X., Zhou, X., & Li, P. (2026). Gelatinization and Pasting Property of Small Granular Starch from *Chlamydomonas reinhardtii* and Its Structural Basis. *Gels*, 12.


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。