

# 低温 $\alpha$ -アミラーゼ酵素：製パン用小麦粉・発酵生地の糖供給と焼成品質安定化

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

低温 $\alpha$ -アミラーゼは、製パン工程のミキシング、発酵、ホイロなど焼成前の比較的穏やかな温度帯でデンプンを部分分解し、酵母が利用しやすい糖と焼成時の褐変に関わる短鎖糖を補う酵素です。小麦粉の損傷デンプン量、内在性アミラーゼ、収穫条件、製粉条件が変わると発酵力・焼き色・クラム食感が揺らぐため、低温作用型 $\alpha$ -アミラーゼはパン用粉、ベーカリーミックス、発酵生地の品質設計に使われます。Enzymes.bioは本品を製造する研究所ではなく、1kg単位でオンライン購入できる酵素原料の供給業者であり、CoAとSDSは注文時に併せて提供されます。

## 製品の位置づけ：製パン向け低温作用型 $\alpha$ -アミラーゼとは

低温 $\alpha$ -アミラーゼは、デンプンの内部結合を加水分解するアミラーゼの一種で、製パン・製粉用途では「発酵工程で糖を供給する」「小麦粉ロット差をならす」「焼成色やクラムの食感を調整する」目的で使われます。ここでいう低温作用型とは、焼成中の高温域で長く働かせる耐熱型アミラーゼではなく、主に生地が水和してから焼成初期に至るまでの工程で機能させる設計思想を指します。製パン品質に関する研究では、 $\alpha$ -アミラーゼの添加がパン品質改善に関与し得ること、また小麦粉や工程条件によって効果が変わることが報告されています<sup>[1]</sup>。

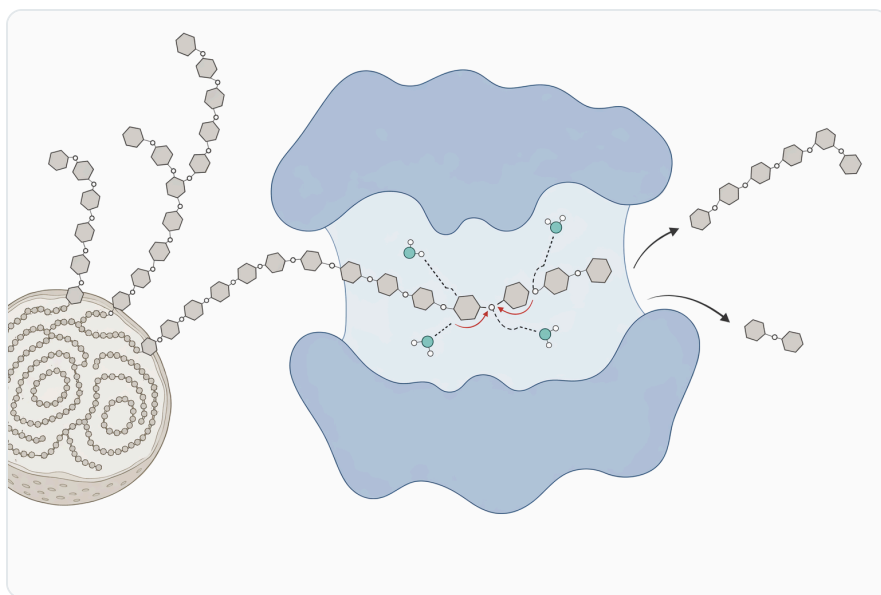
Enzymes.bioが取り扱う本品は、製パン用小麦粉、パン用プレミックス、発酵生地、ロール、バンズ、ピザクラストなど、デンプンを多く含む焼成食品の加工設計に使われる酵素原料です。Enzymes.bioは供給業者であり、製造者・研究所として製造条件や独自試験データを提示する立場ではありません。製品はオンラインで1kg単位で購入でき、注文処理に合わせて通常の受け入れ管理に必要なCoAとSDSが提供されます。

## $\alpha$ -アミラーゼが製パンで効く理由：デンプンから発酵糖をつくる

製パン生地では、酵母が利用できる糖が発酵速度、ガス発生、焼成時の焼き色、香ばしさに関わります。小麦粉にはもともと糖や内在性酵素が含まれますが、その量と働きは小麦の品種、収穫条件、貯蔵、製粉、損傷デンプンの程度によって変動します。 $\alpha$ -アミラーゼはデンプン鎖を内部から

切断し、マルトース、マルトトリオース、低分子デキストリンなどを増やすことで、発酵中の糖供給を補助します。小麦の収穫前発芽や成熟後期  $\alpha$ -アミラーゼに関するレビューでも、穀粒内の  $\alpha$ -アミラーゼがデンプン分解と品質評価に大きく関わる事が整理されています<sup>[2]</sup>。

この作用は「糖を単に増やす」だけではありません。生地の中では、グルテンネットワーク、デンプン粒、水、塩、酵母、油脂、糖、酸化還元系が同時に存在します。 $\alpha$ -アミラーゼが生み出す短鎖糖は、酵母発酵に使われる一方、焼成時にはクラストの褐変反応にも関与します。そのため、リーンな食パンやフランスパン系のように外部添加糖が少ない配合では、粉由来デンプンからの糖生成が焼き色や香味に見えやすくなる場合があります。製パン品質研究では、酵素を含む粉のレオロジー評価と実際の焼成性能を関連づける検討が行われており、酵素作用はミキシング・加熱時の生地挙動にも反映されます<sup>[3]</sup>。



**Figure 1.** 알파-아밀라아제는 밀 전분 내부의 알파-1,4 결합에 엔도 방식으로 작용하여 덱스트린, 맥아당, 말토트리오스 및 관련 수용성 탄수화물을 생성합니다.

## 小麦粉ロット差と $\alpha$ -アミラーゼ：不足も過剰も問題になる

製粉・製パン現場で重要なのは、 $\alpha$ -アミラーゼ活性が「高ければ高いほどよい」わけではない点です。内在性  $\alpha$ -アミラーゼが低すぎる粉では、発酵中の糖供給が不足し、発酵の伸び、焼き色、クラスト形成が弱くなることがあります。一方で、収穫前発芽や成熟後期  $\alpha$ -アミラーゼが強く出た小麦では、デンプン分解が進みすぎ、フォーリングナンバー低下や粘りの強いクラム、加工適性低下につながる可能性があります。小麦の後期成熟  $\alpha$ -アミラーゼが製パン品質に与える影響を扱った研究は、内在性酵素の過剰が品質リスクになり得ることを示しています<sup>[4]</sup>。

したがって、低温 $\alpha$ -アミラーゼの実務的価値は、強い酵素作用を無制限に加えることではなく、生地段階で必要な糖生成を補い、原料差を小さく見せることにあります。小麦粉の焼成品質はタンパク質組成や窒素施肥の影響も受け、タンパク質量・グルテン特性・デンプン損傷・酵素活性が重なって最終製品を決めます。小麦粉のタンパク質組成と製パン品質を扱った研究でも、粉の化学組成と加工品質が連動することが示されており、 $\alpha$ -アミラーゼはその中の「デンプン分解と糖供給」という軸を調整する材料と位置づけられます<sup>[5]</sup>。

## 低温作用型と耐熱型の違い：どの工程で働かせるか

低温作用型 $\alpha$ -アミラーゼと耐熱型 $\alpha$ -アミラーゼの違いは、単なる温度表示ではなく、工程上どこで糖を生成させたいかにあります。低温作用型は、ミキシング後の水和した小麦粉、生地発酵、ホイロ中にデンプンへ作用しやすいタイプとして使われます。耐熱型は、焼成中や高温加工中にも作用が残りやすいものがあり、用途によってはデンプン糊化後の粘度低下や過剰軟化に関係するため、製パンで同じ感覚で置き換えることはできません。

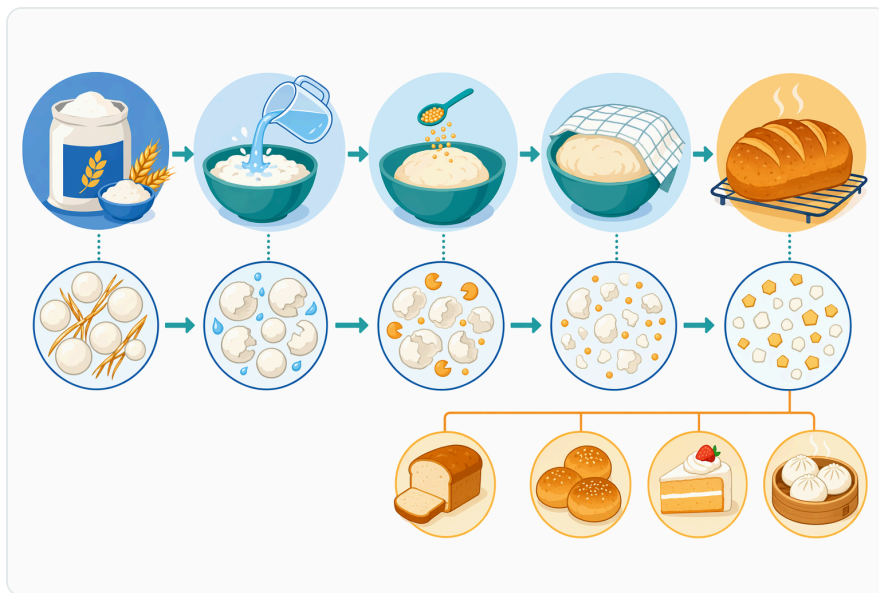


Figure 2. 이 효소의 효과는 반죽 혼합 중 전분의 수화에서 시작해 발효 중 당 방출로 이어지고, 베이킹 초기에는 제한적으로 작용하며, 냉각 후에는 빵 속 질을 부드럽게 유지하는 잔류 효과로 이어집니다.

観点	低温作用型 $\alpha$ -アミラーゼ	耐熱型 $\alpha$ -アミラーゼ
主な狙い	発酵中の糖供給、焼き色補助、粉質差の調整	高温加工時のデンプン液化、粘度制御
主に効かせたい工程	ミキシング後、発酵、ホイロ、焼成初期	加熱工程、糊化後の高温域

観点	低温作用型 $\alpha$ -アミラーゼ	耐熱型 $\alpha$ -アミラーゼ
製パンでの注意点	過不足により発酵・焼き色・食感が変わる	残存作用が強いとクラムの粘りや過軟化リスク
相性のよい用途	パン用粉、発酵生地、ベーカリーミックス	糖化、液化、特定の穀物加工工程

デンプン粒は水を吸い、加熱で糊化し、酵素がアクセスしやすい状態へ変化しますが、製パン生地では水分量が限られ、グルテンや他の成分によって拡散も制限されます。小麦粉における損傷デンプンと細菌由来  $\alpha$ -アミラーゼの影響を扱った研究では、デンプン粒の損傷状態と酵素添加が焼成パラメータに影響することが示されています<sup>[6]</sup>。これは、同じ酵素を使っても粉の損傷デンプンが少ない場合と多い場合で反応の見え方が変わることを説明する根拠になります。

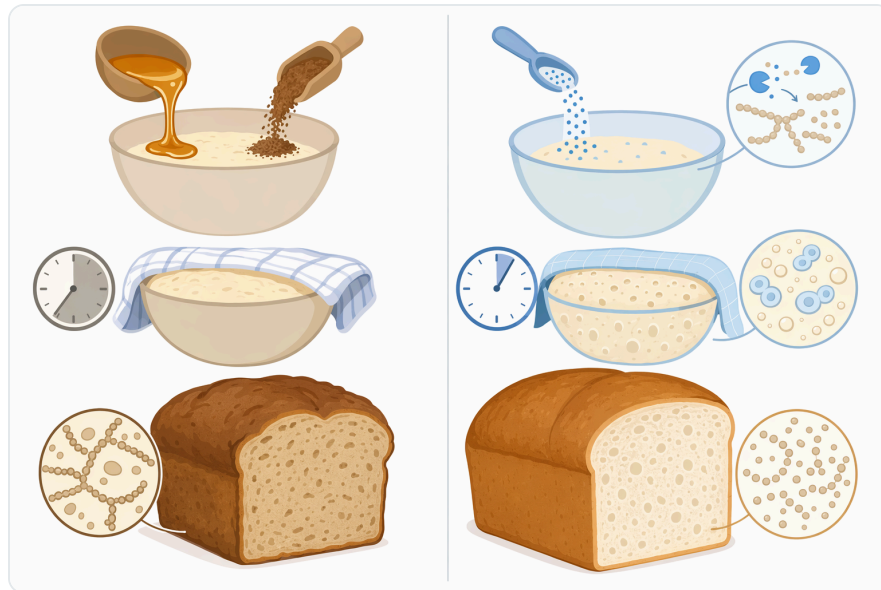
## 生地中での機序：水和、基質アクセス、短鎖糖生成

$\alpha$ -アミラーゼは、デンプンを構成するアミロースおよびアミロペクチンの  $\alpha$ -1,4結合を内部から切断します。アミロースは比較的直鎖状、アミロペクチンは分岐構造をもつため、酵素の作用によりさまざまな長さのデキストリンやマルトオリゴ糖が生成します。生地中では、損傷デンプンが比較的水を吸いやすく酵素アクセスを受けやすいため、製粉条件で生じるデンプン損傷が酵素効果の現れ方に直結します。 $\alpha$ -アミラーゼの活性・安定性・基質との相互作用を高める研究は多く、自己組織化ハイブリッド構造による活性向上を扱った研究も、酵素構造と反応性の関係を示す基礎的知見として参考になります<sup>[7]</sup>。

生地の中で生成したマルトースなどの糖は、酵母代謝に取り込まれ、二酸化炭素とエタノール生成を支えます。同時に、発酵後も残った還元糖は焼成時のメイラード反応やカラメル化に関与し、クラスト色や香ばしさに影響します。ただし、糖が増えすぎると焼き色が強くなりすぎたり、クラムが湿った印象になったりする場合があります。 $\alpha$ -アミラーゼを含む酵素製剤の効果は、グルテン強度、水分量、発酵時間、焼成温度、砂糖・乳成分・油脂の有無と重なって現れるため、単独成分としてではなく配合設計の一部として扱う必要があります。

## 小麦パン、米粉パン、ライ麦製品での違い

小麦パンでは、グルテンネットワークがガス保持を担い、 $\alpha$ -アミラーゼは主に糖供給とデンプン相の変化を通じて品質に関与します。小麦粉のタンパク質が強い配合では、糖供給が発酵を支えても、生地伸展性やガス保持が最終ボリュームを制限することがあります。逆に、グルテンが弱い粉では、糖供給が十分でも生地骨格が崩れやすく、酵素だけでボリュームを解決できません。このため、 $\alpha$ -アミラーゼは「発酵の燃料」を補う成分であり、グルテン改良剤や酸化剤、乳化剤と同じ機能を担うものではありません。



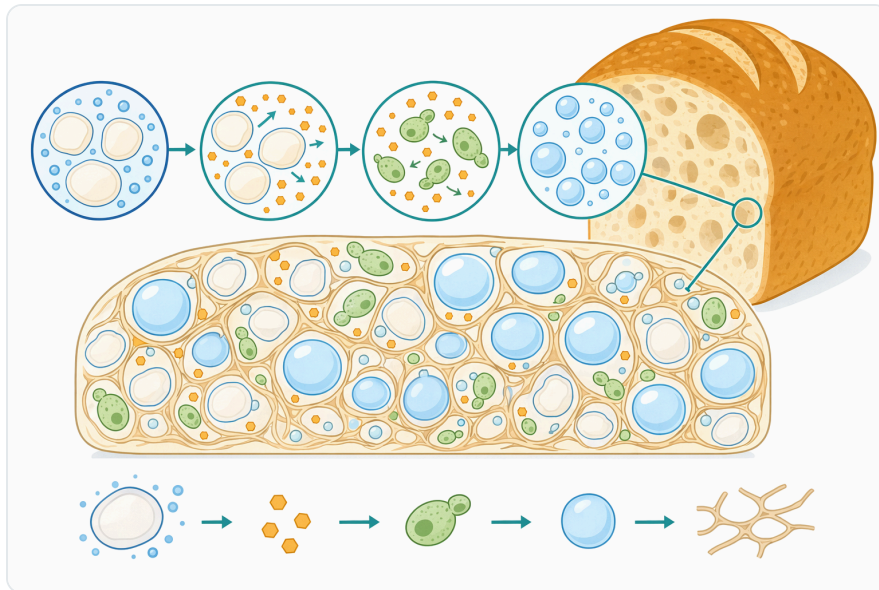
**Figure 3.** 저온성 곰팡이 유래 알파-아밀라아제는 고온 전분 액화를 위해 설계된 내열성 시스템과 달리, 반죽 단계에서 전분 가수분해를 조절하기 위한 용도로 사용됩니다.

米粉パンでは、グルテンがない、または少ないため、デンプン相の性質が小麦パン以上に重要になります。米粉生地およびパンに対する $\alpha$ -アミラーゼの影響を扱った研究では、異なる米粉タイプにおいてレオロジー特性や微細構造、パン品質が変化することが報告されています<sup>[8]</sup>。これは、 $\alpha$ -アミラーゼが小麦粉だけでなく、米粉のようなグルテン非依存型の生地でもデンプン構造を通じて物性に影響し得ることを示します。

ライ麦製品では、デンプンとペントサンの寄与が大きく、グルテンによるガス保持が小麦ほど強くありません。ライ麦粉に $\alpha$ -アミラーゼを添加した研究では、製パン特性への影響が確認されており、ライ麦では酵素作用の過不足が粘りやクラム構造に出やすい傾向があります<sup>[9]</sup>。そのため、ライ麦パンや雑穀パンでは、低温 $\alpha$ -アミラーゼを使う場合も小麦パンと同じ結果を期待するのではなく、配合中の穀物比率と水分保持成分を含めて考える必要があります。

## 他の酵素・改良剤との相互作用

製パンでは、 $\alpha$ -アミラーゼが単独で使われるだけでなく、グルコースオキシダーゼ、キシラナーゼ、リパーゼ、ヘミセルラーゼ、アスコルビン酸、乳化剤などと組み合わせられることがあります。たとえば、グルコースオキシダーゼ、アスコルビン酸、 $\alpha$ -アミラーゼの併用が生地性状、焼成品質、パンの保存性に及ぼす影響を扱った研究では、複数成分の相乗的な作用が検討されています<sup>[10]</sup>。このような組み合わせでは、 $\alpha$ -アミラーゼは主に糖供給とデンプン分解を担い、酸化系成分はグルテンネットワークや生地強度に関わります。



**Figure 4.** 조절된 전분 가수분해는 반죽 매트릭스가 기포를 유지할 만큼 충분히 강할 때 효모의 가스 생성과 빵 부피 팽창을 도울 수 있습니다.

ただし、組み合わせが多いほど効果が予測しにくくなる点も重要です。たとえば、グルコースオキシダーゼは生地中で過酸化水素生成を介してタンパク質架橋に関わり、アスコルビン酸は酸化的な生地強化に寄与します。そこに $\alpha$ -アミラーゼが加わると、発酵糖や焼き色は改善しても、生地が強くなりすぎる、あるいは焼成色が濃くなりすぎるといったバランス上の課題が起こり得ます。酵素はそれぞれ基質が異なり、 $\alpha$ -アミラーゼの基質は主にデンプンであるため、タンパク質改質や乳化機能を直接代替するものではありません。

## 期待できる品質効果と起こり得る過剰作用

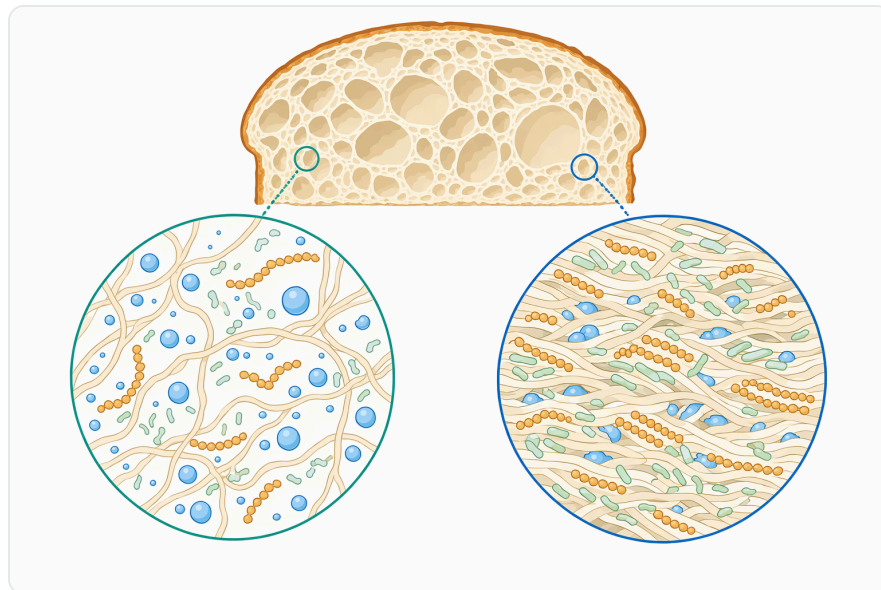
低温 $\alpha$ -アミラーゼで期待される主な効果は、発酵の安定化、焼き色の補助、クラスト香の形成、クラムの柔らかさ、製粉ロット差の緩和です。特に、酵母が利用できる糖が不足しやすい粉や、リーンな配合では、発酵中の糖生成が目立ちやすくなります。Bacillus licheniformis由来 $\alpha$ -アミラーゼを用いたパン品質改善の研究では、パン品質に対する $\alpha$ -アミラーゼ添加の有用性が検討されています<sup>[1]</sup>。

一方、過剰なアミラーゼ作用は、焼き色過多、クラムの粘り、腰折れ、スライス性低下、口中での湿った感触につながる可能性があります。これは、デンプンが過度に低分子化すると、焼成後のゲル構造や水分保持が変わり、パンの内部構造が弱くなるためです。小麦そのものに過剰な内在性 $\alpha$ -アミラーゼが含まれる場合にも品質低下が起こることは、収穫前発芽や成熟後期 $\alpha$ -アミラーゼの研究で繰り返し議論されています<sup>[2]</sup>。

品質項目	適切な作用で期待される方向	過剰作用時に起こり得る方向
発酵	酵母が使える糖の供給が安定	発酵過多や生地だれの一因
焼き色	クラスト色が出やすい	色が濃すぎる、焦げ感が強い
クラム	柔らかさ、口どけの改善	粘り、湿り、腰折れ
ボリューム	発酵安定により改善する場合	骨格が弱いと保持できない
ロット差	糖供給軸のばらつき緩和	もともと高活性粉では過剰になりやすい

## 用途別の考え方：パン用粉、プレミックス、発酵生地

パン用粉やベーカリープレミックスでは、低温 $\alpha$ -アミラーゼは粉質差を吸収するための機能成分として利用されます。製粉ロットごとに損傷デンプンや内在性酵素が変わると、同じ配合でも発酵速度、焼き色、クラムが変わります。酵素を粉体原料に均一に分散させることで、水和後の生地中で比較的一定の糖供給を狙いやすくなります。酵素添加粉のレオロジー評価と焼成性能を照合する研究は、こうした原料設計で機械的評価と実製パン結果を結びつける重要性を示しています<sup>[3]</sup>。



**Figure 5.** 알파-아밀라아제에 의해 생성된 덱스트린과 말토올리고당은 전분의 재결합을 방해하여 빵 속질이 단단해지는 속도를 늦추는 데 도움이 될 수 있습니다.

発酵生地、ロール、バンズ、ピザクラストでは、配合中の糖、油脂、乳成分、発酵時間の違いによって $\alpha$ -アミラーゼの見え方が変わります。バンズのように糖や油脂を含むリッチ配合では、外部添加糖の影響が大きく、 $\alpha$ -アミラーゼの効果は粉質安定化やクラム調整として見えることがあります。

す。ピザクラストやリーンな発酵生地では、発酵中の糖供給と焼成色への寄与が比較的分かりやすくなる場合があります。

クラッカー、ビスケット、スナック系焼成品では、発酵時間が短い、または酵母発酵を伴わないため、 $\alpha$ -アミラーゼの役割はパンとは異なります。焼成色、サクさ、割れ性、膨張剤とのバランスに影響する可能性があります。油脂や砂糖の寄与が大きいため、酵素作用は配合依存になります。損傷デンプンと $\alpha$ -アミラーゼが焼成パラメータに関わるという知見は、こうした低水分・短時間焼成品でも、粉の状態が酵素効果を左右することを示しています<sup>[6]</sup>。

## 原料・工程条件が効果を変える

低温 $\alpha$ -アミラーゼの効果は、小麦粉の種類だけでなく、水分、ミキシング、発酵温度、発酵時間、塩分、糖分、pH、焼成条件によって変わります。水分が少ない生地では酵素とデンプンの接触が制限され、反応は進みにくくなります。長時間発酵では作用時間が長くなるため、短時間発酵よりも糖生成の影響が大きくなることがあります。冷蔵発酵や冷凍生地では、温度が低いため反応速度は抑えられますが、時間が長い場合には累積的な影響を考える必要があります。

米粉や雑穀粉を含む配合では、デンプン粒の構造、糊化挙動、水分保持成分が小麦粉と異なります。米粉生地に関する研究では、 $\alpha$ -アミラーゼ添加によりレオロジー特性や微細構造が変化することが報告されており、デンプン主体の生地では酵素による低分子化が物性に直接反映されやすいことが分かります<sup>[8]</sup>。このため、グルテンフリー製品や高米粉配合では、小麦パンで得られる効果をそのまま外挿せず、デンプンゲル構造と水分保持を中心に考える必要があります。

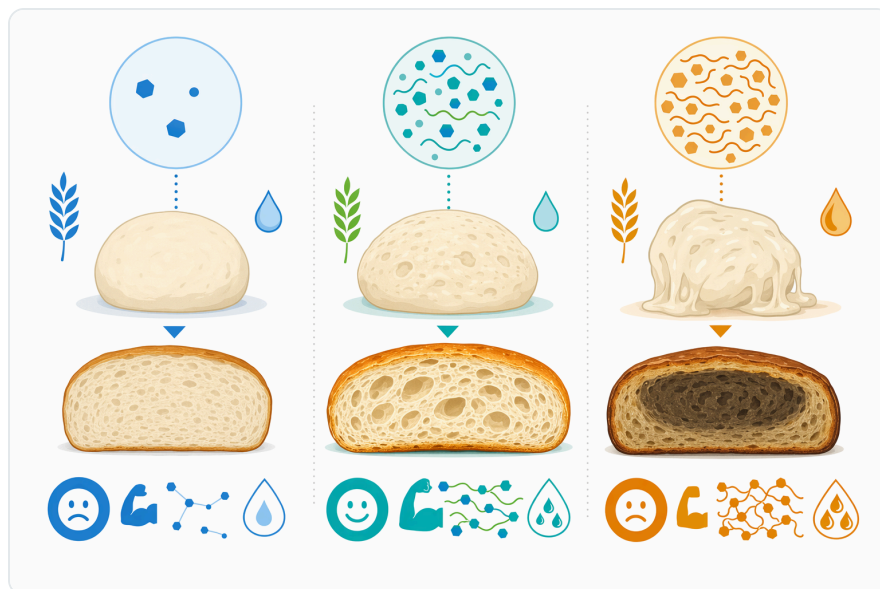


Figure 6. 실질적인 목표는 전분의 부분 가수분해입니다. 활성이 너무 낮으면 효과가 제한되고, 과도하면 끈적한 반죽, 질척한 빵 속질, 과도한 갈변을 유발할 수 있기 때문입니다.

## 安全な取り扱いと受け入れ資料

---

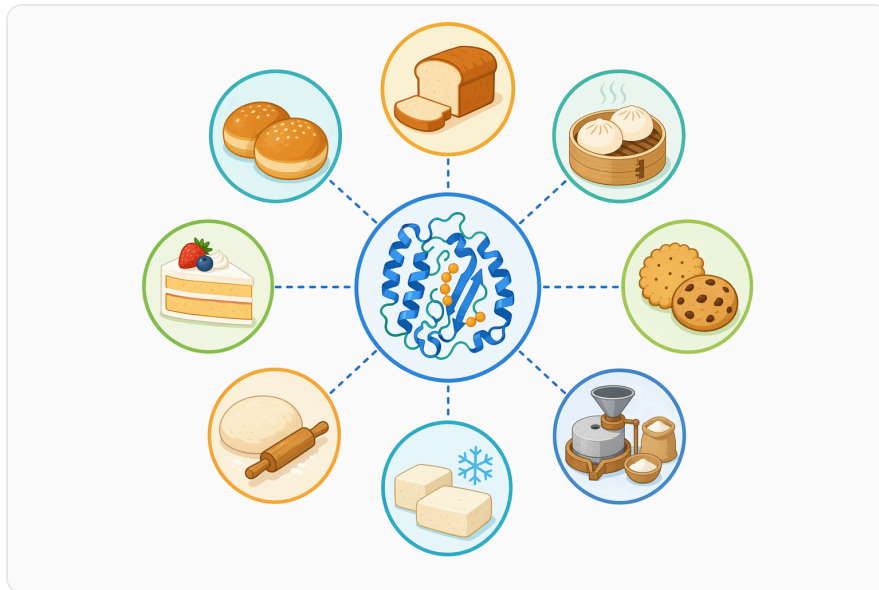
酵素粉体は食品加工で広く利用されますが、粉じんを吸入しない、目や皮膚への接触を避ける、開封後は吸湿を防ぐなど、一般的な粉体原料としての管理が必要です。酵素はタンパク質であるため、職場での反復曝露による感作リスクを避ける観点から、局所排気、密閉移送、保護具、清掃方法などをSDSに沿って運用することが重要です。微生物由来 $\alpha$ -アミラーゼに関する研究は多く、BacillusやAspergillusなどの生産系が検討されてきましたが、商業原料の取扱いでは由来よりも、提供される文書と使用現場の管理が実務上の中心になります<sup>[11]</sup>。

Enzymes.bioでは、本品はオンラインで1kg単位の購入に対応しており、注文時にCoAとSDSが併せて提供されます。CoAは受け入れ記録や品質文書として、SDSは保管・取扱い・応急措置・廃棄などの安全情報として利用できます。Enzymes.bioは供給業者であり、製造施設、独自研究、社内試験法を訴求する立場ではありません。したがって、本稿の説明は、公開文献に基づく $\alpha$ -アミラーゼの機能理解と、製パン用途での実務的な読み替えに限定しています。

## B2B用途での実務的な位置づけ

---

低温 $\alpha$ -アミラーゼは、製パンの品質課題を単独で解決する万能材料ではありません。発酵不足、焼き色不足、ロット差、クラム硬化、ボリューム不足といった現象は、糖供給だけでなく、グルテン強度、酵母状態、水分、塩、油脂、乳化剤、焼成条件、冷却条件にも左右されます。その中で $\alpha$ -アミラーゼが担うのは、主にデンプンを短鎖糖へ変換し、発酵と褐変に使える糖の供給を補う役割です。製パン品質に対する酵素の効果を評価した研究群も、酵素作用を粉のレオロジーや焼成結果と合わせて解釈する必要があることを示しています<sup>[3]</sup>。



**Figure 7.** 동일한 알파-아밀라아제 화학 작용은 빵, 기타 베이커리 제품, 파스타, 양조 및 전분 전환 공정 전반에 적용되지만, 각 용도는 서로 다른 기능적 결과를 목표로 합니다.

製粉会社、プレミックスメーカー、ベーカリー工場にとっての実務的な利点は、原料小麦粉のばらつきがある中で、発酵糖供給というひとつの変動要因を調整しやすくなる点です。特に、焼き色が弱い、発酵が鈍い、リーン配合で香ばしさが出にくい、ロット変更時にパンの表情が変わるといった課題では、低温 $\alpha$ -アミラーゼが有効な選択肢になり得ます。一方で、内在性 $\alpha$ -アミラーゼが高い粉、長時間発酵、ライ麦高配合、米粉主体配合では、過剰作用による粘りや色づき過多に注意が必要です。

## まとめ：低温 $\alpha$ -アミラーゼは「発酵前後の糖供給」を設計する酵素

低温 $\alpha$ -アミラーゼは、製パン用小麦粉や発酵生地の中でデンプンを部分分解し、酵母発酵と焼成時の褐変に関わる糖供給を補助する酵素です。内在性 $\alpha$ -アミラーゼが不足すれば焼き色や発酵が弱くなり、過剰であれば粘りや品質低下につながるため、 $\alpha$ -アミラーゼは常にバランスで考える必要があります。小麦の成熟後期 $\alpha$ -アミラーゼや収穫前発芽に関する研究は、この酵素が穀物品質と製パン適性に深く関わることを示しています<sup>[4]</sup>。

Enzymes.bioは、本品を製造者ではなく供給業者として取り扱い、1kg単位でオンライン購入できる形で提供しています。CoAとSDSは注文時に併せて提供され、食品工場やベーカリーでの受け入れ、保管、作業管理に利用できます。低温 $\alpha$ -アミラーゼを製パン設計に組み込む際は、酵素そのものだけでなく、小麦粉の損傷デンプン、内在性酵素、タンパク質品質、水分、発酵時間、焼成条件を同時に見て、発酵糖供給と最終食感のバランスを取ることが重要です。

## Food Grade 100,000 U/G Baking Flour Food Additive Low Temperature Alpha Amylase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。

**Food Grade 100,000 U/G Baking Flour Food Additive Low Temperature Alpha Amylase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. Sondhi, S., Kaur, P. S., Kant, S., & Kaur, A. (2022). Improvement of bread Quality by Inclusion of Alpha Amylase from Bacillus Licheniformis. *CGC International Journal of Contemporary Technology and Research*.
2. 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*.
3. Dinu, M., & Constantinescu, G. P. (2024). MIXOLAB® rheology of enzymatic flour and validation of baking performance. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*.
4. Newberry, M., Zwart, A., Whan, A., Mieog, J. C., Sun, M. Y., Leyne, E., Pritchard, J. R., ... et al. (2018). Does Late Maturity Alpha-Amylase Impact Wheat Baking Quality?. *Frontiers in Plant Science*, 9.
5. Xue, C., Matros, A., Mock, H., & Mühling, K. H. (2019). Protein Composition and Baking Quality of Wheat Flour as Affected by Split Nitrogen Application. *Frontiers in Plant Science*, 10.
6. Ruslyakov, V. A. (2023). THE EFFECT OF STARCH GRANULE DAMAGE AND BACTERIAL ALPHA-AMYLASE ON THE BAKING PARAMETERS OF FLOUR. *А к т у а л ь н ы е и с с л е д о в а н и я*.
7. Maurya, S. S., Nadar, S. S., & Rathod, V. (2020). A rapid self-assembled hybrid bio-microflowers of alpha-amylase with enhanced activity.. *Journal of Biotechnology*.
8. Dabash, V., & Burešová, I. (2022). Impact of alpha-amylase enzyme on the Rheological and Microstructural properties of the different types of rice flour doughs and bread. *Emirates Journal of Food and Agriculture*.
9. Szafrńska, A., & Słowik, E. (2014). Changes in baking properties of rye flour impacted by alpha-amylase addition.

10. 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.
11. Mazumdar, A., & Mazumdar, H. (2018). Bio-processing of banana peel for alpha amylase production by *Aspergillus oryzae* employing solid state fermentation. *The Clarion- International Multidisciplinary Journal*, 7, 36-42.


## 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。