

Glucose Oxidase Enzyme For Bakery Business：製パン用グルコースオキシダーゼによる生地強化・酸化補助・ライン適性改善

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

Glucose Oxidase Enzyme For Bakery Business は、製パン生地中のグルコースと酸素を利用して過酸化水素を発生させ、穏やかな酸化環境をつくるために使われるグルコースオキシダーゼ酵素です。主な用途は、パン生地の強度、弾性、べたつき、ガス保持、成形時の安定性を処方内で調整することです。Enzymes.bio は本製品の供給業者であり、1kg単位でオンラインから直接購入でき、CoAおよびSDSは注文時に併せて提供されます。

製パン用グルコースオキシダーゼとは何か

グルコースオキシダーゼ、一般にGOxまたはGODと略される酵素は、 β -D-グルコースを酸化し、酸素を還元して過酸化水素を生成する酸化還元酵素です。反応の初期生成物であるグルコノ- δ -ラク톤は水中でグルコン酸へ移行し、製パン生地ではこの反応が「糖を分解して甘味を下げる」ことよりも、「生地中に酸化的な反応環境を発生させる」ことに意味を持ちます。グルコースオキシダーゼの反応は、電気化学的な酵素速度論研究や固定化酵素研究でも、グルコース酸化と酸素・過酸化水素の関係を中心に扱われています^[1]。

製パン用途でのGlucose Oxidase Enzyme For Bakery Business は、デンプンを糖化するアミラーゼ、タンパク質を切断するプロテアーゼ、脂質を改質するリパーゼとは機能の軸が異なります。GOxは生地中の高分子を主基質として直接分解するのではなく、グルコースと酸素を使った酸化還元反応を介して、グルテン、可溶性多糖、酸化還元感受性成分の相互作用に影響を与える酵素として位置づけられます。製パン業界向けの解説でも、グルコースオキシダーゼは生地を強め、加工時の安定性や品質保持に関与する酵素として紹介されています^[2]。

Enzymes.bio は、Glucose Oxidase Enzyme For Bakery Business を製造する企業または試験研究機関ではなく、B2B向けの酵素供給業者です。本製品は1kg単位でオンライン購入できる供給品であり、注文時にはCoAおよびSDSが併せて提供されます。ここでの説明は、製パン事業者がグルコースオキシダーゼの作用原理、処方上の意味、他の製パン酵素との違いを理解するための技術文書です。

生地中で起こる反応：グルコース、酸素、過酸化水素の関係

グルコースオキシダーゼの中心反応は、グルコースから電子を受け取り、酸素へ渡す酸化還元反応です。酵素内部の補因子がグルコース酸化を媒介し、酸素が電子受容体として働くため、反応には「利用可能なグルコース」と「生地へ取り込まれた酸素」の両方が必要です。固定化グルコースオキシダーゼの研究では、曝気条件が反応挙動や操作安定性に影響することが検討されており、GOx反応では酸素供給が単なる周辺条件ではなく反応設計の一部であることが示されています^[3]。

製パン生地では、グルコースは小麦粉中の遊離糖、添加糖、アミラーゼ反応によって生じる糖などから供給されます。一方、酸素は主にミキシング中の空気巻き込みによって生地へ取り込まれます。そのため、同じグルコースオキシダーゼでも、強いミキシングを行う生地、短時間で処理する生地、低水分で酸素移動が限られる生地では反応の進み方が変わります。GOxの研究領域では、遊離酵素と固定化酵素の比較、曝気、安定性、再利用性などが繰り返し検討されており、反応環境が酵素機能を大きく左右することが分かります^[3]。

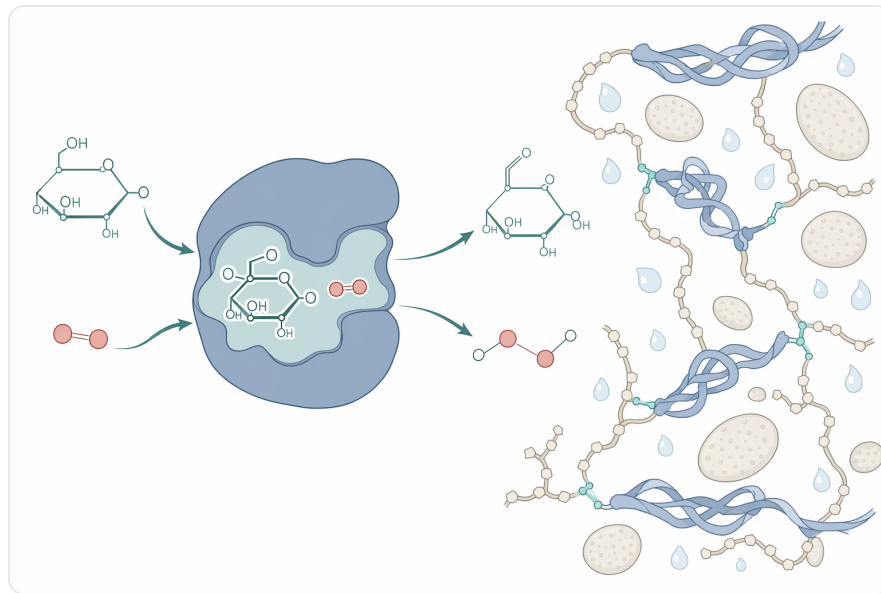


Figure 1. 글루코스 산화효소는 포도당과 산소를 글루콘산과 과산화수소로 전환하며, 생성된 과산화수소는 글루텐을 강화하는 산화 작용을 돕습니다.

生成する過酸化水素は、製パン用途で特に重要な中間生成物です。過酸化水素は強い酸化剤として単独で大量に働くというより、生地中で局所的・時間依存的に発生し、タンパク質や低分子還元性成分の酸化状態に影響します。グルコースオキシダーゼを他酵素と組み合わせた研究では、GOxが過酸化水素を持続的に供給する役割を担うことが示されており、酸化反応を一度に与えるのではなく反応系内で発生させる点がGOx利用の特徴です^[4]。

この反応は、焼成後のパンに酵素反応が残り続けるという意味ではありません。一般的な製パン工程では、GOxが実質的に働くのはミキシング、フロアタイム、発酵、焼成前の生地段階です。焼成により生地温度が上昇すると酵素タンパク質は失活へ向かい、以後は形成された生地構造と焼成によるゲル化・凝固・乾燥が品質を決定します。したがって、GOxは「焼成後にパンを改変し続ける添加物」ではなく、「焼成前の生地形成段階で酸化反応を利用する酵素」と理解するのが実務的です。

なぜ生地が強くなるのか：酸化反応とグルテンネットワーク

パン生地の機械適性は、グルテンネットワークの形成、吸水、デンプン粒、ペントサン、脂質、塩、糖、酵母発酵によるガス圧のバランスで決まります。GOxによって生地中に過酸化水素が発生すると、酸化還元状態が変化し、グルテンタンパク質間の相互作用や高分子ネットワークの連続性が影響を受けます。製パン現場で「生地が締まる」「べたつきが減る」「成形でだれにくい」と表現される効果は、このような酸化的な構造補助として説明できます。

グルテンの強化は、単に硬くすることではありません。望ましい効果は、ミキシングで十分に伸展し、分割・丸め・成形で破れず、発酵中に炭酸ガスを保持し、焼成時に過度に収縮しない状態をつくることです。GOxが適切に働くと、柔らかすぎてライン上で付着する生地や、発酵中に形状を保ちにくい生地で、弾性と保持力の方向にバランスを動かせる可能性があります。製パン業界向けの記事でも、グルコースオキシダーゼは生地強化や品質保持に寄与する酵素として取り上げられています^[2]。

ただし、GOxの効果を「強いほど良い」と考えるのは危険です。酸化方向に寄りすぎると、生地が締まり過ぎ、伸展性が不足し、成形時に戻りが強くなり、最終製品の体積やクラムの均一性を損なう可能性があります。これは酸化剤一般に共通する処方上の考え方であり、GOxでも同様に、反応基質、ミキシング強度、発酵時間、他酵素との組み合わせで効果が変わります。

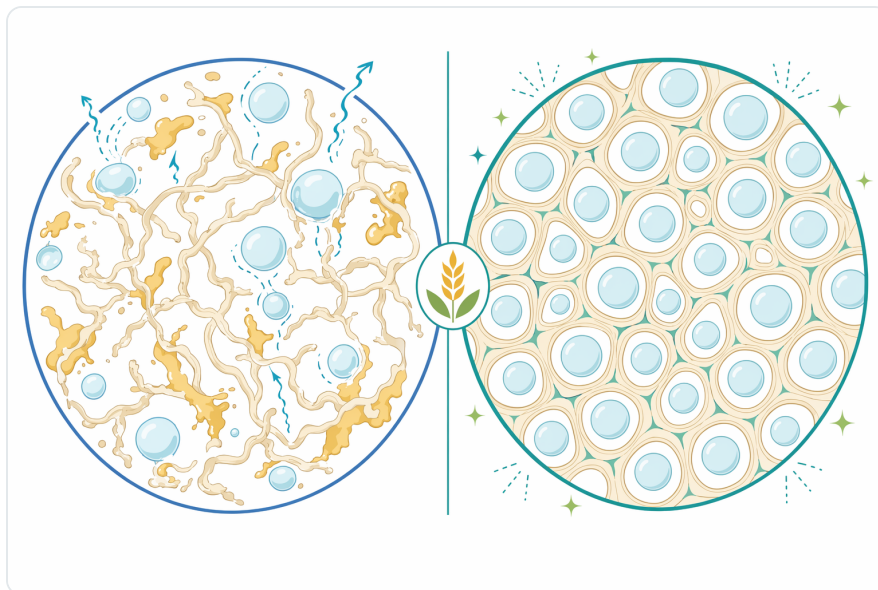


Figure 2. 제어된 산화는 약하고 끈적한 반죽을 더 잘 연결된 글루텐 네트워크로 바꾸어 가스 보유력을 향상시킬 수 있습니다.

製パン事業で評価される主な用途

高速ラインでの生地安定化

高速度の製パンラインでは、品質問題は「味」だけでなく「搬送できる生地かどうか」と直結します。分割機への付着、丸め後の形状崩れ、モルダーでの破れ、発酵中のだれ、焼成後の高さのばらつきは、歩留まりとライン停止に関わります。Glucose Oxidase Enzyme For Bakery Business は、こうした場面で生地の酸化的補強を狙う選択肢として使われます。

GOxは、特にタンパク質品質が弱い小麦粉、吸水を高めた処方、糖や脂質が多くグルテン形成が難しい処方、連続生産で生地温度とミキシング条件が変動しやすいラインで検討されます。酸化反応による生地強化は、ライン上でのべたつき低減や成形耐性の改善と結びつきやすく、工業製パンで求められる「同じ挙動を繰り返す生地」に近づけるための処方手段になります^[2]。

冷凍・冷蔵生地の耐性補助

冷凍・冷蔵生地では、製造直後の生地物性だけでなく、保管、解凍、最終発酵時のガス保持が重要です。冷凍による氷結晶形成、酵母活性の低下、グルテンネットワークへの物理的ストレスによって、生地が弱くなったり、焼成後の体積が低下したりすることがあります。GOxによる酸化的補強は、こうした生地の構造保持を補助する方向で処方に組み込まれることがあります。

ただし、冷凍生地でのGOxは、保管中に反応し続けるというより、冷凍前のミキシングと発酵前段階でどの程度の構造補強を形成できるかが焦点になります。冷凍前に十分な水和、酸素取り込み、反応時間がない場合、期待した効果は出にくくなります。GOxの反応設計で酸素移動と操作条件が

重要であることは、固定化酵素や多酵素系の研究でも繰り返し扱われています^[5]。

ソフトロール、食パン、菓子パン、プレミックス

ソフトロールや食パンでは、体積、クラムの均一性、スライス性、口どけ、日持ちのバランスが重要です。GOxは、これらのうち主に「生地段階の強度」と「ガス保持」に関わる酵素であり、焼成後の柔らかさを直接つくる酵素ではありません。柔らかさや老化抑制を狙う場合は、アミラーゼ、乳化機能を持つ素材、油脂、糖、保水性素材との総合設計が必要です。

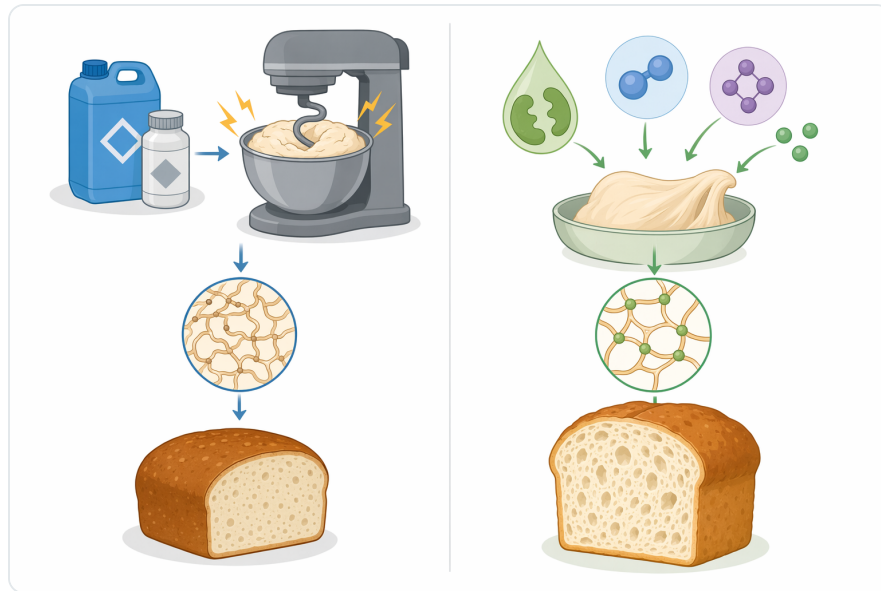


Figure 3. 글루코스 산화효소는 반죽 내부에서 효소적으로 산화 강화를 일으킨다는 점에서 아스코르브산, 화학적 산화제, 글루텐 첨가와 다릅니다.

製パン用プレミックスや改良剤では、GOxは単独機能ではなく、複数の酵素や乳化剤、酸化還元成分、ミネラル塩と組み合わせて使われることが多い領域です。たとえば、アミラーゼが発酵糖と焼成時の色づきに関与し、キシラナーゼが水溶性アラビノキシランや生地粘性に関与し、GOxが酸化的な生地補強を担う、といった役割分担が考えられます。GOxとカタラーゼのような多酵素系研究では、過酸化水素の生成と分解を組み合わせることで反応環境を制御する考え方が示されています^[6]。

他の製パン酵素との違い

グルコースオキシダーゼは、製パンで使われる他の酵素と同じ「酵素」でも、基質と目的が明確に異なります。下表は、製パン処方での役割を比較するための整理です。

酵素	主な対象	製パンで期待される方向性	GOxとの違い
グルコースオキシダーゼ	グルコース、酸素	酸化的な生地強化、べたつき低減、ガス保持補助	生地成分を直接分解せず、過酸化水素を介して酸化環境をつくる
アミラーゼ	デンプン、損傷デンプン	発酵糖供給、焼き色、クラム柔らかさ、老化抑制	糖を増やす側の酵素であり、GOxの基質環境にも影響し得る
キシラナーゼ	アラビノキシランなど	吸水、粘性、体積、クラム構造の調整	繊維性多糖を改質し、生地水分分布に影響する
リパーゼ	脂質、極性脂質	乳化機能、体積、クラム構造の補助	脂質改質が中心で、酸化還元反応が主目的ではない
プロテアーゼ	グルテンタンパク質	伸展性向上、生地緩和、加工性調整	タンパク質を切断して弱める方向に働きやすく、GOxと逆方向になる場合がある

この比較から分かるように、GOxを選ぶ理由は「糖化したい」「タンパク質を分解したい」「脂質を乳化的に変えたい」ではありません。狙いは、ミキシング後から焼成前までの短い時間に、グルコースと酸素を利用して酸化的な補強を生地内で発生させることです。グルコースオキシダーゼ、カタラーゼ、ペルオキシダーゼなどを組み合わせた研究では、過酸化水素を中心に複数酵素が反応連鎖をつくることが示されており、GOxの本質が「酸化還元環境を設計する酵素」であることが分かります^[4]。

効果を左右する工程要因

ミキシングと酸素取り込み

GOxの反応には酸素が必要です。製パンでは、酸素はミキサー内で空気として取り込まれます。ミキシング時間が短すぎる、密閉性が高く酸素取り込みが少ない、真空ミキシングに近い条件である、あるいは高粘度で酸素拡散が制限される場合、GOxの反応は基質不足になります。固定化グルコースオキシダーゼの操作安定性研究でも、曝気は酵素反応の実行条件として扱われており、酸素が反応の律速要因になり得ることを示しています^[3]。

反対に、ミキシングが強く酸素が十分取り込まれる処方では、GOxの酸化的効果が現れやすくなります。この場合、同じ酵素でも、ミキシングエネルギー、ミキサー形状、生地温度、吸水率によって結果が変わります。高速度ラインで処方を変更せずに酵素だけを足すと、生地の締まり、戻り、分割重量の安定性、成形抵抗が同時に変化する可能性があります。

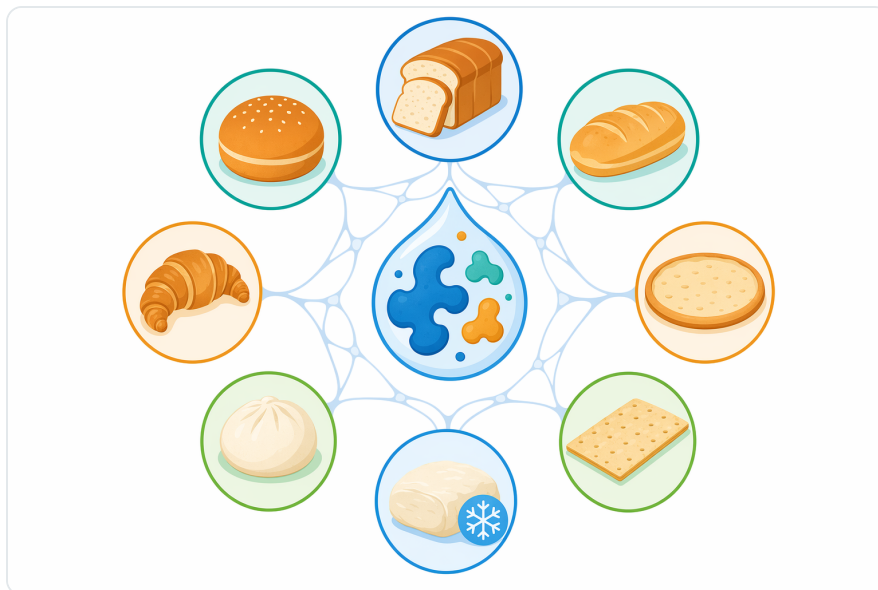


Figure 4. 글루코스 산화효소는 균형 잡힌 가스 보유력이 중요한 식빵, 번, 롤, 시트형 반죽 등 효모로 발효하는 밀가루 제품에 주로 관련됩니다.

グルコース供給と糖組成

GOxは「糖なら何でも同じように使う」酵素ではなく、主にグルコースを反応対象とします。小麦粉や処方中に遊離グルコースが少ない場合、GOx反応は進みにくくなります。一方、アミラーゼが処方中に存在し、デンプンから発酵性糖が増える条件では、GOxの基質環境も変化します。こうした酵素間の関係は、製パン改良剤で複数酵素を組み合わせる際に重要です。

糖の多い菓子パン生地でも、必ずGOxが強く働くとは限りません。ショ糖はそのままではGOxの主基質ではなく、還元糖の種類、水分活性、酵母発酵による糖消費、ミキシング中の酸素量が影響します。つまり、糖量が多い処方でも、GOxが利用できるグルコースと酸素の組み合わせがなければ、酸化反応は限定的です。

水分、pH、温度

酵素は水和した環境で立体構造を保ち、基質と接触して反応します。低水分のミックス粉末中では、GOxは実質的に反応せず、水を加えて生地化した後に働き始めます。生地の吸水率が高いほど必ず効果が強いという単純な関係ではありませんが、水分が少なすぎると基質拡散と酵素の可動性が制限されます。

pHと温度も重要です。GOxを含む酵素はタンパク質であり、極端なpHや熱により構造が変化し、反応性が低下します。Aspergillus tubingensis由来GOxの発酵生産と安定性を扱った研究では、培養条件だけでなく酵素安定性が利用上の重要要因として検討されています^[7]。製パンでは、ミキシングから発酵までの生地温度帯で反応し、焼成で失活するという時間窓の中で考える必要があります。

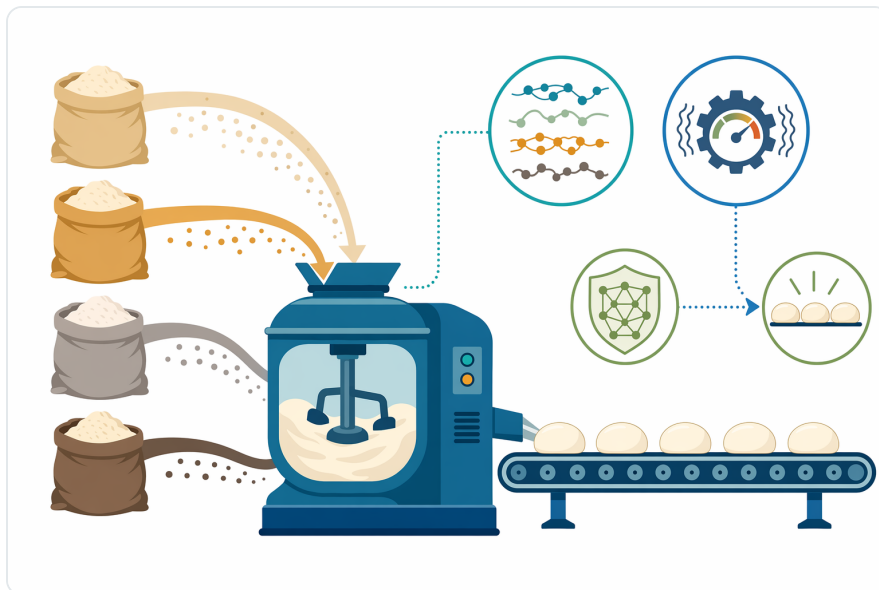


Figure 5. 글루코스 산화효소는 반죽 형성 과정에서 구조를 강화함으로써 밀가루 품질의 중간 정도 변동이 가공에 미치는 영향을 줄이는 데 도움이 될 수 있습니다.

酵母発酵との関係

酵母は糖を利用して炭酸ガスとエタノールを生成します。GOxもグルコースを基質とするため、処方中では酵母とGOxが一部の糖環境を共有します。ただし、GOxの目的は発酵促進ではなく酸化環境形成です。過度にGOx反応が進む条件では、発酵に使われる糖、pH、酸化還元状態が変わり、生地発酵の見え方に影響する可能性があります。

また、発酵時間が短い工程では、GOxが働ける時間も短くなります。長時間発酵では反応時間は長くなりますが、酵母による糖消費、pH変化、生地温度、酸素枯渇が進みます。GOxは酸素を必要とするため、発酵後半の生地内部ではミキシング直後ほど酸素が豊富でない可能性があります。

グルコースオキシダーゼとカタラーゼの関係

GOx反応の副生成物である過酸化水素は、生地改良の鍵であると同時に、過剰になると望ましくない酸化ストレスの原因にもなります。そのため、食品・バイオプロセス分野では、GOxとカタラーゼを組み合わせ、過酸化水素を制御しながらグルコース酸化を進める考え方が研究されています。GOxとカタラーゼを共固定化した多酵素系では、グルコース変換と過酸化水素制御を組み合わせる設計が検討されています^[5]。

製パンにおいても、GOx単独で考えるより、処方全体の酸化還元バランスとして考える方が実務的です。小麦粉には天然の酸化還元成分があり、酵母やアスコルビン酸、システイン、乳化剤、他酵素も生地物性に影響します。GOxを使う場合、過酸化水素の発生がどの程度生地構造に寄与し、どの程度他成分に消費されるかは、処方によって異なります。

GOxとカタラーゼを組み合わせたグルコン酸塩生産研究では、GOxがグルコースを酸化し、カタラーゼが過酸化水素を分解することで、反応全体の安定性を高める考え方が示されています^[6]。これは製パン向けの直接データではありませんが、GOxが単独で完結する反応ではなく、過酸化水素の生成・消費を含む反応ネットワークの一部であることを理解する助けになります。



Figure 6. 이 효소의 효과는 포도당의 이용 가능성, 믹싱 중 산소 유입, 수분, 발효, 배합 균형을 포함하는 서로 연결된 공정 환경에 따라 달라집니다.

安全性と食品酵素としての位置づけ

グルコースオキシダーゼは、食品酵素として複数の微生物由来品が安全性評価の対象になっています。たとえば、非遺伝子組換え *Aspergillus tubingensis* 株由来のグルコースオキシダーゼについて、食品酵素としての安全性評価が報告されています^[8]。このような評価では、酵素そのものだけでなく、産生菌、製造由来不純物、推定摂取量、毒性学的情報などが検討されます。

また、遺伝子組換え *Aspergillus niger* 株由来のグルコースオキシダーゼについても、使用範囲拡張に関する食品酵素安全性評価が報告されています^[9]。さらに、非遺伝子組換え *Penicillium rubens* 株由来のグルコースオキシダーゼについても食品酵素としての安全性評価が公表されています^[10]。これらは、GOxという酵素カテゴリーが食品分野で規制評価の対象として扱われていることを示しますが、個別製品の法的適合性や表示は販売市場の規制に従う必要があります。

Enzymes.bio から供給される Glucose Oxidase Enzyme For Bakery Business については、注文時に CoA および SDS が併せて提供されます。CoA は該当ロットに関する品質文書、SDS は安全な取り扱いに関する文書です。Enzymes.bio は供給業者であり、ここで食品酵素の規制承認や特定用途での法的判断を代行する立場ではありません。

クリーンラベルと酸化剤代替の考え方

製パン業界では、従来の化学的な酸化剤や一部の改良剤について、消費者表示やブランド方針の観点から見直す動きがあります。GOxは、直接酸化剤を加えるのではなく、生地中のグルコースと酸素から過酸化水素を発生させるため、酵素的な酸化補助として位置づけられます。製パン業界向けの解説でも、グルコースオキシダーゼは生地強化と品質保持の文脈で、現代的な製パン処方に取り入れられる酵素として紹介されています^[2]。

ただし、「酵素だから必ずクリーンラベルになる」という表現は正確ではありません。表示制度は国・地域・用途・最終製品中での機能・加工助剂としての扱いにより異なります。GOxが工程中で失活する場合でも、表示上の扱いは各市場の食品法規に従う必要があります。技術的には、GOxは酸化反応を処方内で発生させる選択肢であり、表示判断は技術機能とは別に扱うべきです。

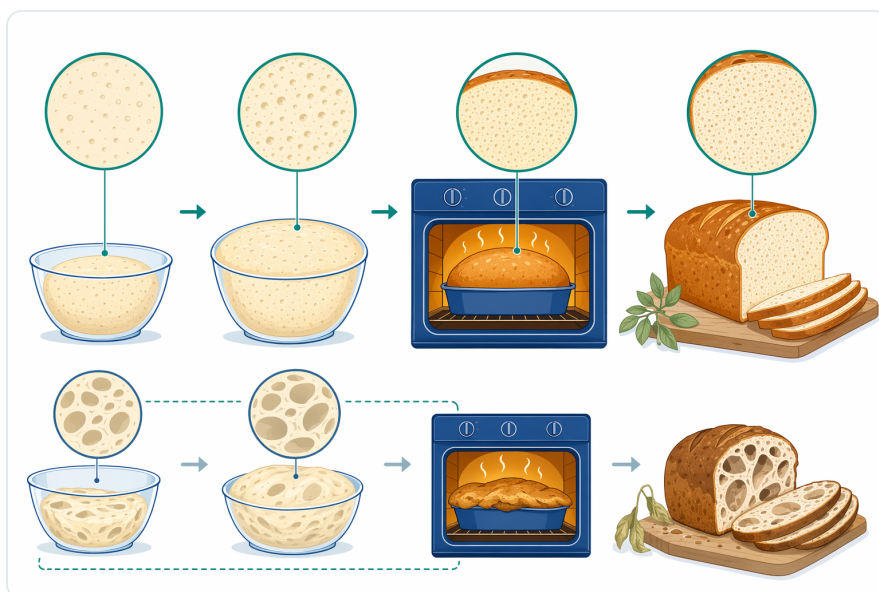


Figure 7. 굽기 전 반죽 구조가 개선되면 오븐에서의 팽창과 빵 속 조직 형성이 더 균일해질 수 있습니다.

期待できる効果と限界

Glucose Oxidase Enzyme For Bakery Business に期待される効果は、生地強度の向上、弾性の調整、べたつきの低減、分割・丸め・成形時の安定性、発酵中のガス保持、焼成後の形状安定への寄与です。特に、機械生産で生地が柔らかすぎる、ラインに付着する、発酵で横に広がる、焼成後の体積が不安定といった課題では、酸化的補強の選択肢になります。

一方で、GOxは万能な製パン改良剤ではありません。利用可能なグルコースが少ない、酸素が十分に取り込まれない、反応時間が短い、低水分で基質拡散が制限される、焼成や加熱が早すぎる、強い還元性成分が多い、といった条件では効果が限定されます。GOx研究では、固定化、安定化、多

酵素化、酸素供給などが重要なテーマとして扱われており、酵素性能は反応環境に依存することが明確です^[3]。

また、GOxを入れれば必ずパンが大きくなるわけでもありません。体積は、グルテン強度、発酵力、酵母量、糖、塩、油脂、吸水、ミキシング、成形、焼成条件の総合結果です。GOxで生地を強め過ぎると、伸展性不足により膨張が阻害されることもあります。したがって、GOxは「弱い生地を補強する」「酸化的なレオロジー調整を行う」ための酵素であり、すべての品質課題を単独で解決するものではありません。

製品設計での位置づけ：どのようなパンに向くか

GOxが検討されやすいのは、食パン、ロール、バンズ、冷凍生地、冷蔵生地、プレミックス、工業製パン向け改良剤などです。これらの製品では、ミキシング後の生地が一定の強度を持ち、機械処理に耐え、発酵中にガスを保持し、焼成後に安定した形状を保つことが重要です。GOxはこのうち「焼成前の生地構造」に関わる機能素材として評価されます。

一方、クッキー、クラッカー、低水分焼き菓子のように、グルテンを強めることが必ずしも望ましくない製品では、GOxの適性は限定的です。これらの製品では、サクさ、崩れやすさ、短い食感が重要であり、酸化的に生地を強化すると望ましい食感と逆方向に働く可能性があります。GOxの用途判断では、製品が「弾力とガス保持を必要とする発酵生地」なのか、「脆さや短さを必要とする焼き菓子」なのかを分けて考える必要があります。



Figure 8. 글루코스 산화효소는 균형 잡힌 강화를 위해 사용되며, 산화가 너무 적으면 반죽이 약해지고 너무 많으면 신장성이 떨어질 수 있습니다.

Enzymes.bioからの購入形態

Enzymes.bio は、Glucose Oxidase Enzyme For Bakery Business を1kg単位でオンライン販売する酵素供給業者です。製品ページから直接購入でき、オンライン決済後に注文処理と配送が行われます。注文時には、該当製品に関するCoAおよびSDSが併せて提供されます。

Enzymes.bio は製造業者または研究所ではないため、本記事では製造条件、独自試験法、特定の活性単位、分析法定義、製造グレードのような製造者情報は扱いません。ここで重視するのは、製パン事業者がGOxの作用機序を理解し、自社の生地課題が「酸化的な生地補強」に該当するかを判断するための技術的背景です。

まとめ：Glucose Oxidase Enzyme For Bakery Business の実務的価値

Glucose Oxidase Enzyme For Bakery Business は、製パン生地中でグルコースと酸素を利用し、過酸化水素を介して酸化的な反応環境を形成する酵素です。この反応により、処方が適合する場合には、生地強度、弾性、べたつき、ガス保持、成形安定性、高速ラインでの取り扱い性を改善する方向に働きます。GOxの基礎反応は、グルコース酸化、酸素利用、過酸化水素生成を中心に研究されており、食品酵素としての安全性評価も複数の微生物由来品で報告されています^[8]。

最も重要なのは、GOxを「パンを膨らませる酵素」ではなく、「焼成前の生地に酸化的な構造補助を与える酵素」と位置づけることです。効果は、グルコース量、酸素取り込み、水分、pH、温度、ミキシング、発酵時間、他酵素との組み合わせに依存します。したがって、Glucose Oxidase Enzyme For Bakery Business は、生地の弱さ、べたつき、ライン上の不安定性、ガス保持不足に対して、酵素的な酸化補助を導入したい製パン事業者に適した選択肢です。

Glucose Oxidase Enzyme For Bakery Business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。

[Glucose Oxidase Enzyme For Bakery Business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. Davis, C., Fridriksdottir, A., Alkhairi, O., & Sepunaru, L. (2025). Electrochemical Investigation of Enzyme Kinetics with an Unmediated, Unmodified Platinum Microelectrode: The Case of Glucose Oxidase. *ACS electrochemistry*.
2. Pro Tip: Adopt this enzyme that strengthens dough and extends shelf life | Baking Business. *Bakingbusiness*.
3. Pečar, D., Vasić-Rački, Đ., & Presečki, A. V. (2019). Immobilization of Glucose Oxidase on Eupergit C: Impact of Aeration, Kinetic and Operational Stability Studies of Free and Immobilized Enzyme. *Chemical and Biochemical Engineering Quarterly*.
4. Liu, X., Zhang, Q., Li, M., Qin, S., Zhao, Z., Lin, B., Ding, Y., ... et al. (2023). Horseradish peroxidase (HRP) and glucose oxidase (GOX) based dual-enzyme system: Sustainable release of H₂O₂ and its effect on the desirable ping pong biodegradation mechanism. *Environmental Research*, 115979 .
5. Galaz, T., Ottone, C., Rodríguez-Núñez, K., & Bernal, C. (2024). Evaluation of the operational conditions of the glucose oxidase and catalase multienzymatic system through enzyme co-immobilization on amino hierarchical porous silica. *Carbohydrate Research*, 538, 109096 .
6. Liu, Y., Zou, P., Huang, J., & Cai, J. (2022). Co-immobilization of glucose oxidase and catalase in porous magnetic chitosan microspheres for production of sodium gluconate. *International journal of Chemical Reactor Engineering*, 20, 989 - 1001.
7. Kriaa, M., & Kammoun, R. (2016). Producing *Aspergillus tubingensis* CTM507 Glucose oxidase by Solid state fermentation versus submerged fermentation: process optimization and enzyme stability by an intermediary metabolite in relation with diauxic growth. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 91, 1540-1550.
8. Zorn, H., Baviera, J. M. B., Bolognesi, C., Catania, F., Gadermaier, G., Greiner, R., Mayo, B., ... et al. (2025). Safety evaluation of the food enzyme glucose oxidase from the non - genetically modified *Aspergillus tubingensis* strain GOX. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 23.
9. Zorn, H., Baviera, J. M. B., Bolognesi, C., Catania, F., Gadermaier, G., Greiner, R., Mayo, B., ... et al. (2025). Safety evaluation of an extension of use of the food enzyme glucose oxidase from the genetically modified *Aspergillus niger* strain ZGL. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 23.
10. Zorn, H., Baviera, J. M. B., Bolognesi, C., Catania, F., Gadermaier, G., Greiner, R., Mayo, B., ... et al. (2025). Safety evaluation of the food enzyme glucose oxidase from the non - genetically modified *Penicillium rubens* strain PGO 19–162. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 23.

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。