

# Glucose oxydase (GOx) pour boulangerie : renforcement de pâte, panification industrielle, prémix et pains sans gluten

Équipe de recherche Enzymes.bio · Wellington, Nouvelle-Zélande · June 19, 2026

La glucose oxydase est une enzyme d'oxydation utilisée en boulangerie pour générer, à partir du glucose et de l'oxygène, du D-glucono- $\delta$ -lactone et du peroxyde d'hydrogène ; ce dernier contribue à renforcer la structure de la pâte et à améliorer sa stabilité de procédé <sup>[1]</sup>. Dans les applications de panification, son intérêt principal est la maîtrise rhéologique : meilleure tolérance au pétrissage, pâte moins faible ou collante, rétention gazeuse plus régulière et mie plus homogène lorsque la formulation est correctement équilibrée <sup>[2]</sup>.

## Rôle de la glucose oxydase dans les systèmes de boulangerie

La glucose oxydase, souvent abrégée GOx ou GOD, appartient aux oxydoréductases flaviniques. Son substrat technologique majeur est le  $\beta$ -D-glucose ; en présence d'oxygène moléculaire, elle catalyse son oxydation en D-glucono- $\delta$ -lactone, avec formation de peroxyde d'hydrogène. Cette réaction est bien décrite dans la littérature enzymologique et constitue la base commune de ses usages en panification, en stabilisation alimentaire et dans d'autres biotechnologies <sup>[3]</sup>.

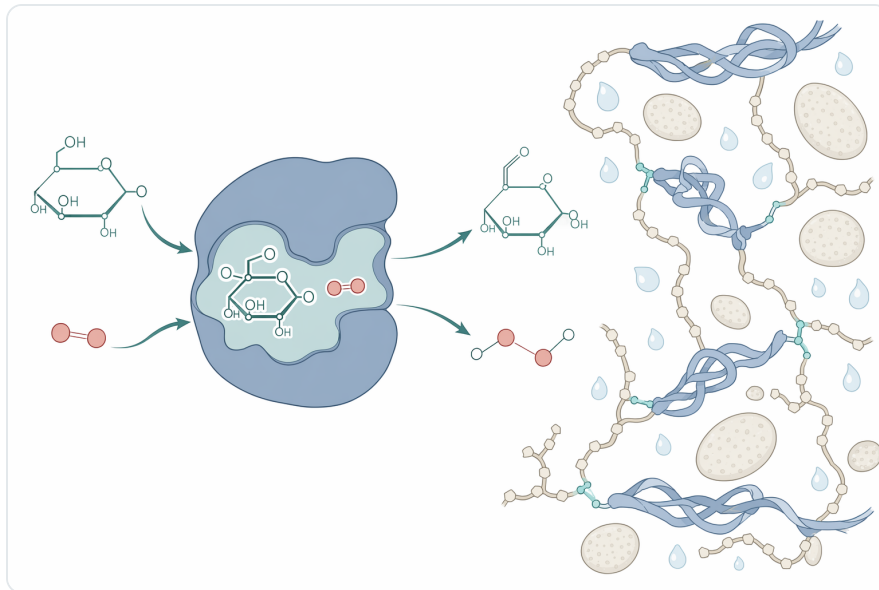
En boulangerie, l'effet recherché n'est pas seulement la consommation du glucose. L'intérêt vient surtout de l'oxydation progressive induite par le peroxyde d'hydrogène généré dans la pâte. Dans une pâte de blé, cette oxydation favorise des interactions structurantes au sein du réseau protéique, notamment autour du gluten, ce qui peut augmenter la force de pâte et la résistance aux contraintes de mélange, de division, de façonnage et de fermentation <sup>[4]</sup>.

La glucose oxydase doit donc être comprise comme un outil de structuration, non comme une enzyme de volume, de sucréité ou de conservation à elle seule. Elle intervient principalement sur l'équilibre force-extensibilité de la pâte. Si la pâte est trop faible, trop collante ou trop sensible à la variabilité de farine, la GOx peut aider à rendre le comportement plus robuste ; si la pâte est déjà très ferme ou peu extensible, un excès d'oxydation peut au contraire rendre le système trop serré <sup>[2]</sup>.

## Mécanisme biochimique : du glucose au renforcement de la pâte

La glucose oxydase fonctionne selon un cycle redox. Dans une première étape, le glucose réduit le cofacteur flavinique de l'enzyme ; dans une seconde étape, l'oxygène réoxyde ce cofacteur et donne naissance au peroxyde d'hydrogène. Ce mécanisme explique pourquoi l'effet de la GOx dépend simultanément de la présence de glucose disponible, d'oxygène incorporé pendant le pétrissage et de conditions de pâte permettant la diffusion des réactifs <sup>[5]</sup>.

Le D-glucono- $\delta$ -lactone formé peut s'hydrolyser en acide gluconique. En panification, cette acidification éventuelle n'est généralement pas le levier principal recherché ; l'effet structurant est surtout associé au peroxyde d'hydrogène. Celui-ci agit comme oxydant doux dans une matrice où coexistent protéines du gluten, pentosanes, lipides, sucres, sels, levures et autres ingrédients fonctionnels <sup>[1]</sup>.



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

Le lien entre la réaction enzymatique et la tenue de pâte a été exploré dans des travaux comparant la glucose oxydase à d'autres oxydases, notamment la pyranose oxydase. Ces études montrent que l'amélioration de la stabilité de pâte n'est pas un simple effet "oxydant" générique : elle dépend de la localisation de l'activité, des substrats présents, de la cinétique de production de peroxyde et des interactions avec les composants de la farine <sup>[2]</sup>.

La structure active de la glucose oxydase influence aussi sa performance catalytique. Des travaux sur les populations de sous-états du site actif ont montré que de petites différences conformationnelles peuvent modifier l'activité, ce qui aide à expliquer pourquoi toutes les préparations de GOx ne se comportent pas nécessairement de manière identique dans une matrice alimentaire complexe <sup>[6]</sup>.

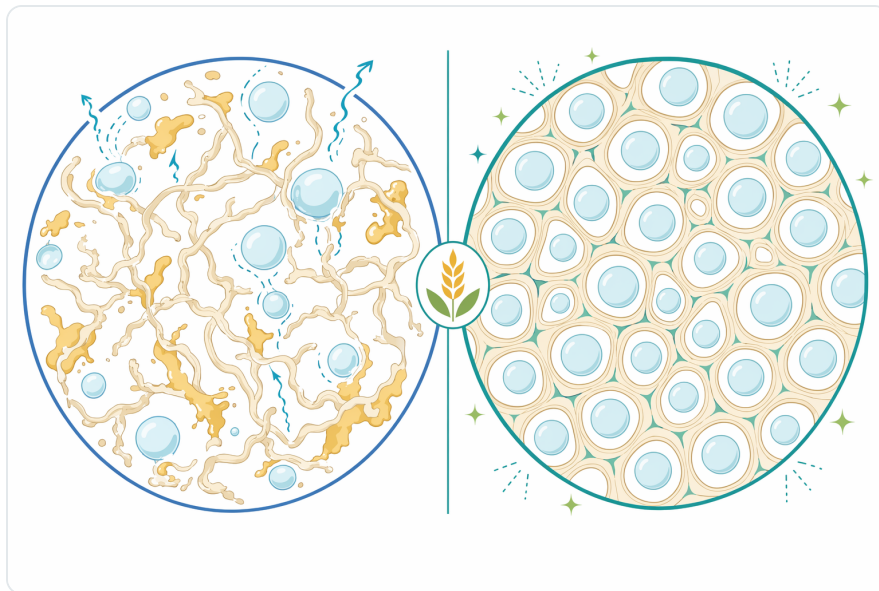
## Ce que la GOx améliore concrètement dans la pâte

En pratique, la glucose oxydase est utilisée lorsque l'on cherche à augmenter la résistance mécanique de la pâte sans dépendre exclusivement d'oxydants chimiques. Les effets les plus souvent recherchés sont une pâte plus cohésive, une meilleure tolérance au pétrissage, une réduction de la collance, une stabilité accrue pendant la fermentation et une meilleure rétention des gaz avant cuisson [4].

Ces effets sont particulièrement pertinents dans les procédés industriels où la pâte subit des contraintes répétées : mélange intensif, transport sur convoyeur, division, boulage, détente, façonnage, fermentation contrôlée et enfournement. Une pâte trop faible peut se relâcher, coller aux équipements, perdre sa forme ou donner une mie irrégulière. La GOx vise à limiter ces défauts en soutenant le réseau de pâte avant la fixation de la structure pendant la cuisson [7].

Les études appliquées indiquent toutefois que l'effet final dépend fortement de la farine et de la formulation. Dans des pâtes issues de cultivars de blé différents, la réponse à des traitements oxydants et enzymatiques peut varier, car la teneur et la qualité des protéines, l'absorption d'eau, la fraction arabinoxylane et l'activité enzymatique native influencent la rhéologie [8].

La GOx peut aussi contribuer à la régularité de la mie. Une pâte mieux structurée retient plus efficacement le gaz produit pendant la fermentation, ce qui favorise une expansion plus uniforme et limite certains défauts de texture. L'enzyme ne crée pas le gaz fermentaire ; elle aide plutôt la matrice à le conserver jusqu'à la cuisson [4].



**Figure 2.** 조절된 산화는 약하고 끈적한 반죽을 더 잘 연결된 글루텐 네트워크로 전환해 가스 보유력을 향상시킬 수 있습니다.

## Comparaison avec d'autres solutions de panification

La glucose oxydase est souvent comparée aux oxydants chimiques et aux autres enzymes de boulangerie, mais elle n'a pas le même mode d'action. Les oxydants chimiques agissent directement selon leur réactivité propre, tandis que la GOx produit son agent oxydant in situ à partir du glucose et de l'oxygène. Les amylases, xylanases ou protéases modifient d'autres familles de composants et ne peuvent pas être considérées comme équivalentes <sup>[9]</sup>.

| Solution technologique | Fonction principale en pâte                                                  | Effet typique recherché                                                                          | Point de vigilance                                                              |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Glucose oxydase        | Oxydation enzymatique du glucose avec production de peroxyde d'hydrogène     | Renforcement de pâte, meilleure stabilité, réduction de la collance, meilleure rétention gazeuse | Effet dépendant du glucose, de l'oxygène, de la farine et du niveau d'oxydation |
| Acide ascorbique       | Oxydant utilisé en panification après transformation dans le système de pâte | Renforcement du gluten, amélioration de la tenue                                                 | Réponse variable selon formulation et procédé                                   |
| Alpha-amylase          | Hydrolyse de l'amidon endommagé et génération de sucres fermentescibles      | Fermentation, coloration, volume, moelleux selon système                                         | Excès possible de pâte collante ou mie trop humide                              |
| Xylanase               | Modification des arabinoxylanes de la farine                                 | Meilleure machinabilité, volume, gestion de l'eau                                                | Effet dépendant du type de farine et de fibres                                  |
| Protéase douce         | Hydrolyse partielle des protéines                                            | Extensibilité, réduction de la résistance excessive                                              | Risque d'affaiblissement si mal équilibrée                                      |

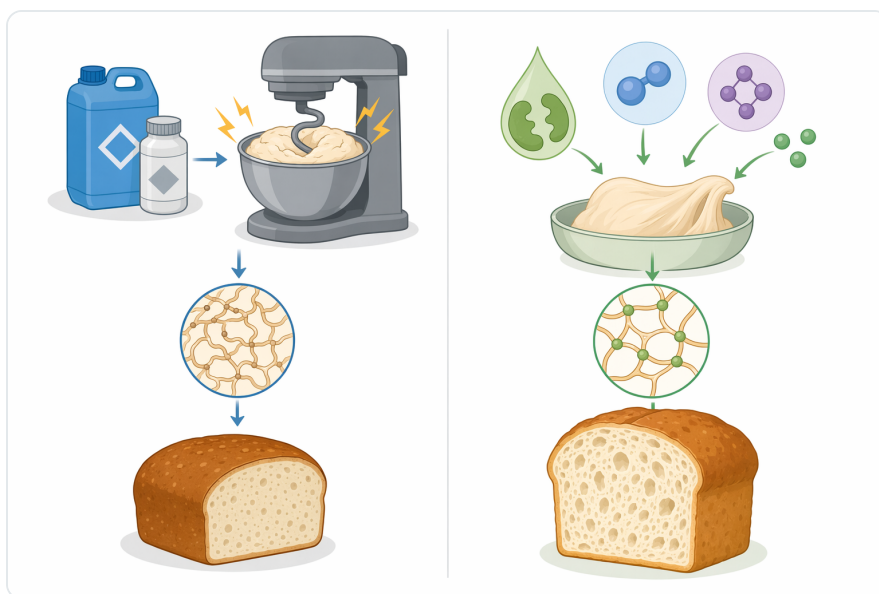
Les études sur les traitements combinés montrent que la glucose oxydase peut être utilisée avec d'autres agents de panification, mais que les synergies ne sont pas automatiques. Par exemple, des travaux associant glucose oxydase, acide ascorbique et alpha-amylase ont évalué simultanément les propriétés de pâte, la qualité de cuisson et la durée de conservation du pain, ce qui illustre l'intérêt d'un système formulé plutôt qu'une approche mono-ingrédient <sup>[10]</sup>.

Dans une formulation de pain, la GOx se positionne donc comme enzyme de force et de stabilité. Elle peut compléter une alpha-amylase qui soutient la fermentation et la coloration, ou une xylanase qui améliore la gestion de l'eau et la machinabilité. En revanche, elle ne remplace pas ces enzymes, car son rôle métabolique et rhéologique reste distinct <sup>[7]</sup>.

## Applications en pain industriel et pains de mie

Dans les pains industriels, la régularité prime souvent autant que la performance maximale. Les opérateurs recherchent une pâte qui supporte les variations de farine, les temps d'attente, les écarts de température et les contraintes de ligne. La glucose oxydase est utile dans ce contexte parce qu'elle agit sur la robustesse de la matrice avant cuisson <sup>[4]</sup>.

Pour les pains de mie, sandwich breads et pains tranchés, la structure de mie doit rester fine, régulière et suffisamment résistante au tranchage. Une pâte trop faible peut donner des alvéoles irrégulières, un sommet affaissé ou une texture peu cohésive. En renforçant la pâte pendant les étapes de fermentation et de cuisson initiale, la GOx peut contribuer à une structure plus homogène lorsque le reste de la formulation est adapté <sup>[2]</sup>.



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

Dans les pains à forte hydratation ou contenant des ingrédients qui perturbent le réseau glutineux, l'effet peut être particulièrement visible. Toutefois, la GOx ne doit pas être utilisée pour masquer une mauvaise absorption d'eau ou un déséquilibre majeur de formulation. Son action est plus fiable lorsqu'elle accompagne une conception cohérente du procédé : choix de farine, hydratation, pétrissage, fermentation et cuisson <sup>[8]</sup>.

## Buns, pains pour restauration rapide et lignes à cadence élevée

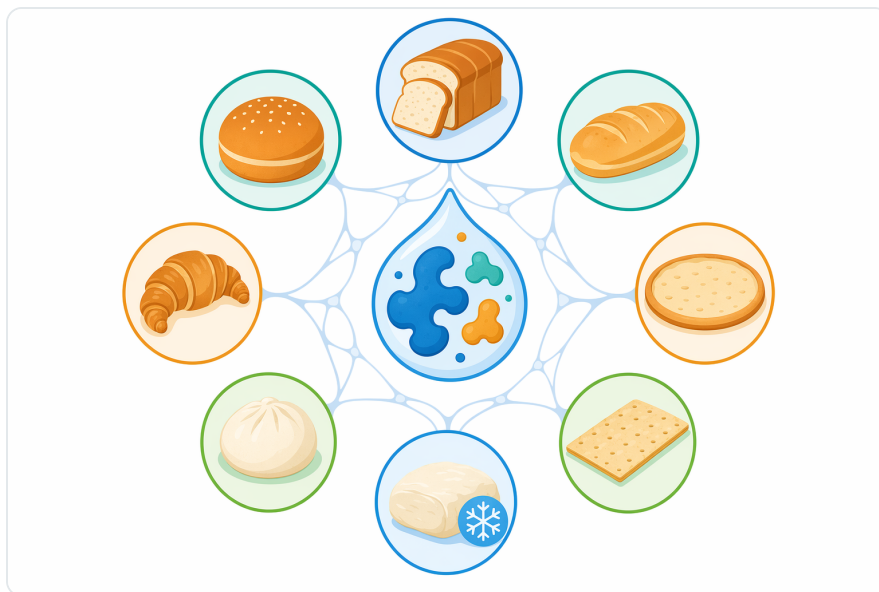
Les buns, pains burger et pains pour restauration rapide imposent une exigence de régularité dimensionnelle. Les pâtons doivent conserver leur forme pendant le façonnage et la fermentation, tout en développant un volume suffisant et une mie souple. La glucose oxydase peut aider à renforcer la tenue des pâtons lorsqu'une pâte manque de stabilité mécanique <sup>[7]</sup>.

Sur des lignes rapides, la pâte est souvent soumise à des cisaillements et transferts successifs. Une pâte trop adhésive peut provoquer des pertes de cadence, des collages, des déformations et des écarts de poids ou de volume. L'intérêt de la GOx est alors d'apporter une oxydation progressive qui améliore la cohésion sans modifier directement le principe fermentaire <sup>[4]</sup>.

Le risque principal est un excès de renforcement. Une pâte trop oxydée peut perdre en extensibilité, moins bien se développer ou produire une mie plus serrée. La bonne utilisation de la GOx suppose donc un équilibre avec les ingrédients assouplissants, les enzymes de volume et les conditions de pétrissage <sup>[10]</sup>.

## Pâtes retardées, pâtes surgelées et procédés différés

Les procédés retardés ou surgelés exposent la pâte à des contraintes supplémentaires : temps prolongé, froid, cristallisation de l'eau dans certains cas, reprise de fermentation et manipulations après stockage. La stabilité de réseau devient alors essentielle, car une pâte affaiblie avant cuisson peut perdre sa capacité de rétention gazeuse <sup>[7]</sup>.



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

La glucose oxydase peut être pertinente dans ces systèmes lorsque l'objectif est de soutenir la résistance de pâte pendant le cycle complet. Son action doit toutefois être pensée en fonction du moment où l'oxygène est disponible et du rythme de fermentation. Si l'enzyme agit trop tôt ou trop fortement, elle peut modifier l'équilibre force-extensibilité avant les étapes où la pâte doit encore se détendre <sup>[2]</sup>.

Les formulations différées exigent généralement une approche multi-paramètres : force de farine, tolérance de levure, sucres, matières grasses, émulsifiants, enzymes et conditions thermiques. La GOx est un levier parmi d'autres, utile pour la tenue, mais insuffisant à elle seule pour garantir la performance d'un procédé surgelé ou retardé <sup>[9]</sup>.

## **Prémix, améliorants de panification et systèmes multi-enzymes**

---

Dans les prémix et améliorants de panification, la glucose oxydase est intéressante parce qu'elle apporte une fonction claire : renforcer la pâte par oxydation enzymatique. Elle peut être intégrée à des systèmes destinés aux farines variables, aux lignes automatisées ou aux produits où la stabilité de forme est critique <sup>[7]</sup>.

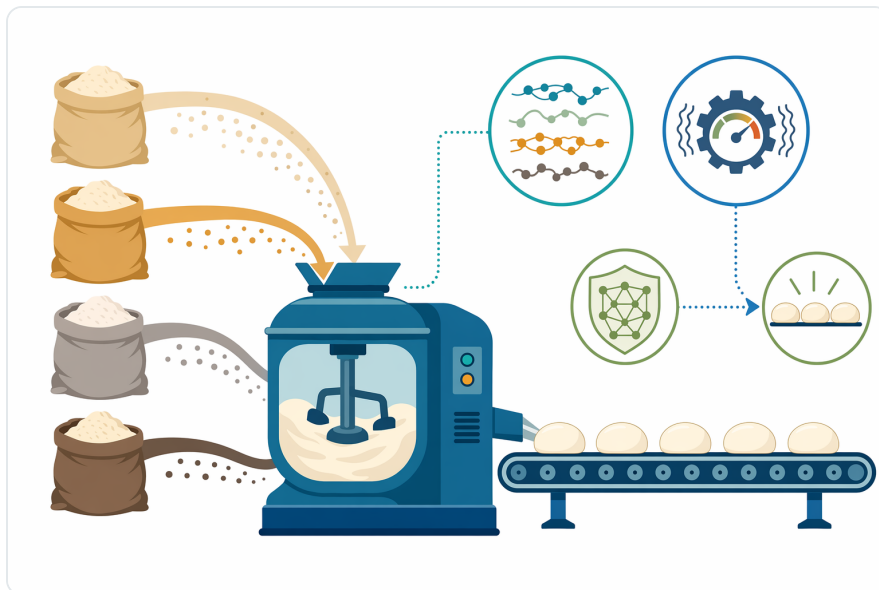
Les systèmes multi-enzymes sont courants en boulangerie moderne. Une alpha-amylase peut soutenir la disponibilité en sucres fermentescibles et influencer la coloration ; une xylanase peut agir sur les arabinoxylanes et la gestion de l'eau ; une lipase peut modifier des interactions lipidiques ; la GOx, elle, agit sur l'oxydation et la cohésion de réseau. Cette complémentarité explique pourquoi les enzymes de boulangerie sont souvent formulées en combinaison <sup>[9]</sup>.

L'équilibre reste central. Si une xylanase augmente la maniabilité mais qu'une GOx renforce fortement la pâte, la formulation peut devenir très performante ou au contraire déséquilibrée selon la farine. Les études appliquées montrent que l'évaluation doit porter sur la pâte et le pain fini, car une amélioration rhéologique isolée ne garantit pas toujours le meilleur volume ou la meilleure texture <sup>[8]</sup>.

## **Cas particulier des pains sans gluten et matrices non blé**

---

La glucose oxydase est surtout connue pour son effet sur les pâtes contenant du gluten, mais elle a aussi été étudiée dans des systèmes sans gluten. Dans des pains à base de maïs, l'influence conjointe des fibres alimentaires, de l'eau et de la glucose oxydase a été évaluée sur les propriétés rhéologiques et boulangères, montrant que la GOx peut jouer un rôle dans des matrices où la structuration dépend d'autres réseaux que le gluten <sup>[11]</sup>.



**Figure 5.** 글루코스 산화효소는 반죽 발달 과정에서 구조를 강화해 중간 정도의 밀가루 품질 변동이 가공에 미치는 영향을 줄이는 데 도움이 될 수 있습니다.

Dans les formulations sans gluten, l'objectif n'est pas de renforcer un réseau glutineux absent, mais d'améliorer la cohésion globale de la pâte ou de la pâte fluide grâce aux interactions entre amidons, hydrocolloïdes, fibres et protéines non glutineuses. L'effet de la GOx y est donc plus formulation-dépendant encore que dans le pain de blé <sup>[11]</sup>.

Cela signifie que la GOx ne doit pas être présentée comme une solution universelle pour le sans gluten. Elle peut être pertinente dans certains systèmes riches en fibres ou en protéines oxydables, mais son efficacité dépend de la composition exacte, de l'hydratation et de la structure recherchée : pain moulé, bun sans gluten, base céréalière ou produit composite <sup>[9]</sup>.

## Facteurs qui influencent l'efficacité en panification

Le premier facteur est la disponibilité en glucose. La GOx a besoin de son substrat pour générer du peroxyde d'hydrogène. Dans une pâte, le glucose peut provenir naturellement de la farine, de sucres ajoutés ou de l'action d'autres enzymes comme les amylases qui libèrent des sucres à partir de l'amidon endommagé <sup>[1]</sup>.

Le deuxième facteur est l'oxygène. Le pétrissage incorpore de l'air, et l'oxygène dissous ou dispersé permet la réoxydation du cofacteur enzymatique. Une pâte très dense, un mélange limité ou des conditions réduisant l'accès à l'oxygène peuvent modifier l'intensité réelle de l'activité <sup>[3]</sup>.

Le troisième facteur est la farine. Les farines diffèrent par leur force protéique, leur absorption d'eau, leur taux d'amidon endommagé, leur activité enzymatique endogène et leur fraction fibreuse. C'est pourquoi deux formulations apparemment proches peuvent répondre différemment à la même enzyme <sup>[8]</sup>.



**Figure 6.** 이 효소의 효과는 포도당 이용 가능성, 믹싱 중 산소 유입, 수분, 발효, 배합 균형을 포함한 연결된 공정 환경에 따라 달라집니다.

Le quatrième facteur est l'équilibre avec les autres ingrédients. Le sel, les sucres, les matières grasses, les émulsifiants, les agents réducteurs ou oxydants, les fibres et les hydrocolloïdes influencent tous la structure de pâte. La GOx agit dans ce système global, pas dans une solution idéale isolée <sup>[7]</sup>.

Enfin, le temps de procédé est déterminant. Une enzyme agit pendant les étapes où température, eau disponible et substrats le permettent. En boulangerie, l'action utile se produit surtout avant que la chaleur de cuisson ne modifie irréversiblement la structure et n'inactive progressivement l'activité enzymatique <sup>[9]</sup>.

## Bénéfices attendus et limites à formuler clairement

Les bénéfices attendus de la glucose oxydase en boulangerie sont bien définis : pâte plus ferme et plus cohésive, meilleure tolérance au pétrissage, réduction de la collance, meilleure tenue en fermentation, rétention gazeuse plus stable et mie potentiellement plus régulière. Ces bénéfices sont cohérents avec le mécanisme d'oxydation enzymatique et avec les études appliquées sur les systèmes de panification <sup>[4]</sup>.

La limite principale est que la GOx n'est pas un correcteur global. Elle ne remplace pas la qualité de la farine, ne compense pas entièrement une hydratation mal réglée, ne fournit pas à elle seule le moelleux prolongé et ne règle pas toutes les causes de défauts de volume. Elle renforce principalement la matrice ; si le problème vient d'un déficit de fermentation, d'une amylase inadéquate ou d'un pétrissage mal conduit, son effet peut être partiel [7].

Une autre limite est le risque d'oxydation excessive. Un renforcement trop important peut réduire l'extensibilité, limiter l'expansion au four ou produire une texture trop serrée. La GOx doit donc être utilisée comme levier d'ajustement rhéologique, avec une attention particulière au type de farine et au profil produit recherché [10].

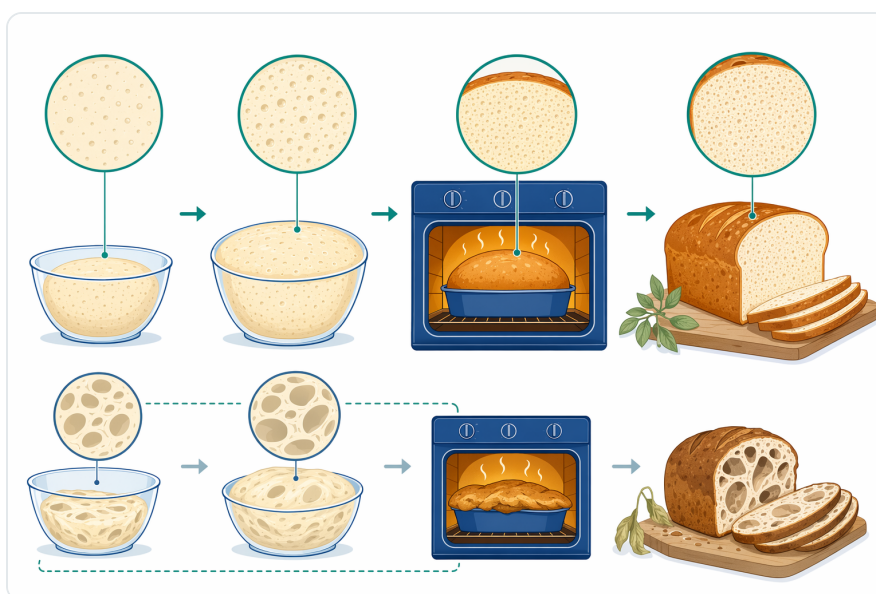


Figure 7. 굽기 전 개선된 반죽 구조는 오븐에서 더 균일한 팽창과 크림 형성으로 이어질 수 있습니다.

## Sécurité d'emploi et cadre réglementaire général

Les enzymes alimentaires sont des auxiliaires technologiques ou ingrédients fonctionnels selon les cadres réglementaires applicables, et leur statut dépend du pays, de l'organisme de production, de la préparation, de la pureté, de l'usage prévu et de l'évaluation de sécurité. Les listes et évaluations internationales relatives aux enzymes alimentaires montrent que l'examen réglementaire se fait enzyme par enzyme et application par application [12].

La glucose oxydase est largement étudiée, notamment à partir de sources fongiques comme *Aspergillus* et *Penicillium*. Les revues sur la production fongique soulignent son intérêt industriel, mais aussi l'importance de la souche, du procédé et du contrôle qualité pour les préparations destinées à l'alimentation ou à la transformation industrielle [13].

Des travaux toxicologiques existent pour certaines glucose oxydases microbiennes spécifiques, par exemple des évaluations sur une glucose oxydase d'*Aspergillus tubingensis* CTM 507 chez le rat. Ces résultats ne doivent pas être généralisés à toutes les préparations sans tenir compte de l'origine et du cadre réglementaire, mais ils illustrent le type d'évaluation utilisé pour documenter la sécurité d'enzymes alimentaires <sup>[14]</sup>.

En environnement de boulangerie, les enzymes sous forme de poudres doivent aussi être gérées avec des pratiques d'hygiène industrielle adaptées, car l'exposition professionnelle aux enzymes peut être associée à des risques de sensibilisation respiratoire. Les données sur l'exposition enzymatique dans l'industrie boulangère britannique rappellent l'importance du contrôle des poussières et de la manipulation professionnelle <sup>[15]</sup>.

## Positionnement Enzymes.bio pour les utilisateurs B2B

---

Enzymes.bio intervient comme fournisseur B2B d'enzymes et non comme fabricant ni comme laboratoire. Pour la glucose oxydase destinée à la boulangerie, l'intérêt pour l'utilisateur professionnel est d'accéder à une enzyme fonctionnelle orientée transformation alimentaire, avec une logique d'achat direct en ligne par unité de 1 kg .

Le produit doit être considéré comme une enzyme de procédé pour applications professionnelles : panification industrielle, prémix, améliorants de boulangerie, systèmes de pâte et développements alimentaires associés. Il n'est pas destiné à la consommation directe. Le certificat d'analyse et la fiche de données de sécurité sont fournis avec la commande, afin d'accompagner l'utilisation dans un cadre professionnel.



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

Ce positionnement convient aux entreprises qui savent déjà intégrer une enzyme dans une formulation ou qui travaillent avec un schéma de développement interne. La glucose oxydase doit être sélectionnée pour sa fonction technologique — renforcement et stabilisation de pâte — et non comme promesse unique de volume, de moelleux ou de conservation.

## Synthèse technique

La glucose oxydase est une enzyme bien caractérisée : elle oxyde le glucose en présence d'oxygène et génère du peroxyde d'hydrogène, dont l'effet oxydant contrôlé peut renforcer la structure de pâte. Ce mécanisme explique son usage en boulangerie pour améliorer la stabilité, la tolérance mécanique et la régularité de la mie <sup>[3]</sup>.

Son intérêt est particulièrement net dans les pains industriels, pains de mie, buns, prémix et formulations où la pâte doit résister aux contraintes de ligne. Elle peut aussi être étudiée dans des matrices sans gluten, mais son action y dépend fortement des fibres, hydrocolloïdes, amidons et protéines présents <sup>[11]</sup>.

La meilleure manière de comprendre la GOx est de la considérer comme une enzyme de structuration. Elle complète les amylases, xylanases et autres outils de formulation, mais ne les remplace pas. Utilisée dans un système équilibré, elle offre aux boulangers industriels un levier enzymatique précis pour réduire la variabilité de pâte et améliorer la robustesse du procédé <sup>[7]</sup>.

## Commander Glucose Oxidase Enzyme For Bakery Business en ligne

Vendu par unité de 1 kg, en stock et prêt à expédier. Commandez directement sur notre boutique — payez en ligne et nous traitons votre commande. Un certificat d'analyse et une fiche de données de sécurité sont inclus avec chaque commande.

[Acheter Glucose Oxidase Enzyme For Bakery Business →](#)

## Références

Numérotées par ordre de première citation. Sources en libre accès, chacune vérifiée comme accessible au moment de la publication ; les numéros de citation dans le texte renvoient ici.

1. Wong, C., Wong, K., & Chen, X. (2008). Glucose oxidase: natural occurrence, function, properties and industrial applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 78, 927-938.
2. Decamps, K., Joye, I., Rakotozafy, L., Nicolas, J., Courtin, C., & Delcour, J. (2013). The bread dough stability improving effect of pyranose oxidase from *trametes multicolor* and glucose oxidase from *Aspergillus niger*: unraveling the molecular mechanism. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61 32, 7848-54 .
3. Wohlfahrt, G., Trivić, S., Zeremski, J., Peričin, D., & Leskovac, V. (2004). The chemical mechanism of action of glucose oxidase from *Aspergillus niger*. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 260, 69-83.
4. Vemulapalli, V., Miller, K., & Hosene, R. (1998). Glucose Oxidase in Breadmaking Systems. *Cereal Chemistry*, 75, 439-442.
5. Nakamura, S., & Ogura, Y. (1968). Action mechanism of glucose oxidase of *Aspergillus niger*. *Journal of Biochemistry (Tokyo)*, 63 3, 308-16 .
6. Petrović, D., Frank, D., Kamerlin, S. C. L., Hoffmann, K., & Strodel, B. (2017). Shuffling Active Site Substate Populations Affects Catalytic Activity: The Case of Glucose Oxidase. *ACS Catalysis*, 7, 6188 - 6197.
7. Chowdhury, M. A. H., Sarkar, F., Reem, C. S. A., Rahman, S. M., Mahamud, A. U., Rahman, M., & Ashrafudoulla, M. (2024). Enzyme applications in baking: From dough development to shelf-life extension. *International Journal of Biological Macromolecules*, 137020 .
8. Tozatti, P., Hopkins, E. J., Briggs, C., Hucl, P., & Nickerson, M. (2020). Effect of chemical oxidizers and enzymatic treatments on the baking quality of doughs formulated with five Canadian spring wheat cultivars. *Food science and technology international = Ciencia y tecnologia de los alimentos internacional*, 26, 614 - 628.
9. Siddiquey, F., Jahan, M. I., Hormoni, Hasan, M., Nishi, N. J., Hasan, S., Rahman, N., ... et al. (2025). Enzyme Technology in the Food Industry: Molecular Mechanisms, Applications, and Sustainable Innovations. *Food Science & Nutrition*, 13.
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. Aprodu, I., & Banu, I. (2015). Influence of dietary fiber, water, and glucose oxidase on rheological and baking properties of maize based gluten-free bread. *Food Science and Biotechnology*, 24, 1301-1307.
12. En. Fao.
13. Dubey, M., Zehra, A., Aamir, M., Meena, M., Ahirwal, L., Singh, S., Shukla, S., ... et al. (2017). Improvement Strategies, Cost Effective Production, and Potential Applications of Fungal Glucose Oxidase (GOD): Current Updates. *Frontiers in Microbiology*, 8.
14. Kriaa, M., Mnafigui, K., Belhadj, S., Feki, A., & Kammoun, R. (2015). The Developmental Evaluation of Aspergillus Tubingensis CTM 507 Glucose Oxidase Toxicity in Wistar Rats. *Journal of Food Safety*, 35, 263-269.
15. Elms, J., Robinson, E., Mason, H., Iqbal, S., Garrod, A., & Evans, G. S. (2006). Enzyme exposure in the British baking industry. *Annals of Occupational Hygiene*, 50 4, 379-84 .

## Contacteur Enzymes.bio

Des questions sur une commande ? Notre équipe se fera un plaisir de vous aider.

E-MAIL [wholesale@enzymes.bio](mailto:wholesale@enzymes.bio)

TÉLÉPHONE (ÉTATS-UNIS) **+1 (507) 428-6057**

[Nous contacter →](#)



**400+** Clients B2B



**60+** partenaires de recherche universitaires



**54** servis dans le monde entier

© 2026 Enzymes.bio · Fourniture d'enzymes industrielles & de transformation alimentaire · Non destiné à la consommation humaine ni à la vente au détail.