

Beta-glucanase liquide pour brassage : réduction des β -glucanes, amélioration du lautering et soutien de la filtration

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

La beta-glucanase liquide pour brassage est une enzyme de procédé utilisée pour hydrolyser les β -glucanes des céréales, principalement responsables d'une partie de la viscosité du moût et des difficultés de séparation solide-liquide. En brasserie, elle sert surtout à rendre l'empâtage, le lautering et la filtration plus réguliers lorsque le malt, l'orge, l'avoine ou certains adjuvants apportent des polysaccharides pariétaux insuffisamment dégradés. Enzymes.bio la fournit en ligne en unité de 1 kg ; le CoA et la SDS sont fournis avec la commande.

Rôle de la beta-glucanase en brasserie

Une beta-glucanase est une enzyme qui coupe des liaisons glycosidiques dans les β -glucanes, c'est-à-dire des polymères de glucose présents dans les parois cellulaires végétales et microbiennes. Dans le contexte brassicole, les β -glucanes d'intérêt proviennent surtout des céréales : ils peuvent se solubiliser pendant l'empâtage, augmenter la viscosité du moût et gêner l'écoulement à travers le lit de drêches. Les travaux sur les enzymes du malt montrent que certaines activités enzymatiques sont directement liées à la fermentescibilité, au lautering et à la performance de filtration de la bière, ce qui place les polysaccharides pariétaux parmi les variables importantes du procédé ^[1].

Le terme « beta-glucanase » ne désigne pas une seule molécule universelle. Il regroupe des enzymes capables d'agir sur différents types de β -glucanes selon la structure du substrat : β -1,3, β -1,4 ou β -1,3/1,4 mixtes. En brassage, l'enjeu principal est la dégradation des β -glucanes mixtes des céréales, très pertinents pour l'orge et l'avoine. Les travaux de caractérisation d'endo- β -1,3-1,4-glucanases illustrent cette spécificité : l'activité dépend de l'architecture du polysaccharide, et non d'une simple présence de glucose dans la chaîne ^[2].

Cette préparation enzymatique liquide est donc un outil de conduite du procédé, non un correcteur universel. Elle ne remplace ni la qualité du maltage, ni une mouture cohérente, ni une filtration correctement dimensionnée. Son intérêt est ciblé : réduire l'effet des β -glucanes lorsque ceux-ci deviennent un facteur limitant pour la viscosité, le transfert, le lautering ou la filtration. Les études sur les polysaccharides du malt et leur impact sur la filtrabilité de la bière confirment que leur réduction par des additifs enzymatiques est un levier technologique pertinent, mais dépendant du contexte de production ^[3].

Pourquoi les β -glucanes posent problème dans le moût

Les β -glucanes sont des composants structuraux des parois cellulaires des grains. Pendant le maltage, une partie des parois est naturellement dégradée par les enzymes endogènes du grain ; pendant l'empâtage, les fragments solubles peuvent passer dans le moût. Lorsque cette dégradation est incomplète ou que la recette apporte une charge élevée de céréales riches en β -glucanes, le moût peut devenir plus visqueux. Des études comparant des génotypes d'orge de printemps montrent que la teneur en β -glucanes varie selon les semences et les systèmes de culture, ce qui explique une partie de la variabilité observée en brasserie ^[4].

La viscosité n'est pas seulement un paramètre analytique : elle se traduit directement en contraintes d'usine. Un moût plus visqueux circule moins facilement, ralentit le drainage du lit de drêches, augmente le risque de colmatage et peut rendre la filtration finale moins prévisible. Les recherches sur la qualité du malt indiquent que la composition enzymatique et polysaccharidique du malt influence les performances de lautering et de filtration, deux étapes sensibles à la structure des polymères dissous ^[1].

La variabilité agricole ajoute un second niveau de complexité. Le « terroir » de l'orge — incluant climat, sol, conduite culturale et conditions de récolte — peut modifier la qualité de l'orge et du malt. Une revue critique sur l'impact du terroir souligne que les caractéristiques de l'orge brassicole ne sont pas fixes : elles se construisent avant même le maltage, puis interagissent avec les paramètres industriels ^[5]. Une enzyme de procédé ne supprime pas cette variabilité, mais elle peut apporter un moyen de la gérer lorsque les β -glucanes sont identifiés comme contributeurs majeurs des difficultés.

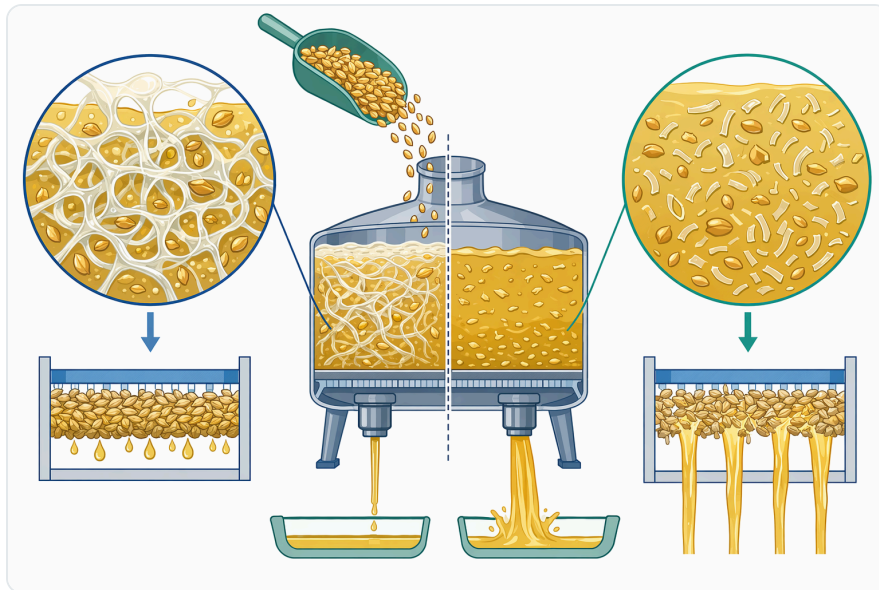


Figure 1. 베타글루카나아제는 곡물의 베타글루칸이 매시, 맥즙 또는 맥주의 흐름을 방해할 때 양조 공정 보조제로 사용된다.

Les recettes modernes renforcent parfois ce besoin. L'emploi d'avoine, d'orge non maltée, de malts spéciaux ou d'autres céréales peut augmenter la part de polysaccharides non amyliques. Des travaux récents sur le triticale comme substitut partiel ou alternatif au malt d'orge montrent que l'utilisation de céréales différentes modifie la matrice de brassage et demande d'adapter la conduite enzymatique et technologique [6]. La beta-glucanase s'inscrit dans cette logique : elle aide à traiter une fraction précise de la matrice, sans convertir l'amidon ni ajuster à elle seule l'équilibre protéique.

Mécanisme enzymatique : couper les chaînes pour réduire l'effet épaississant

Les β -glucanes à masse moléculaire élevée ont un effet disproportionné sur la viscosité car leurs longues chaînes s'hydratent, s'entremêlent et ralentissent les mouvements du liquide. Une beta-glucanase de type endo agit en coupant à l'intérieur de la chaîne, plutôt qu'en retirant seulement des unités aux extrémités. Cette coupure interne réduit rapidement la taille moyenne des polymères et diminue leur capacité à former un réseau visqueux. La caractérisation d'endo- β -1,3-1,4-glucanases confirme que ce mode d'action cible les liaisons internes de glucanes mixtes pertinents pour les céréales [2].

Ce mécanisme explique pourquoi l'effet pratique peut être visible sur l'écoulement même sans disparition totale des β -glucanes. L'objectif n'est pas de transformer tous les polysaccharides en sucres simples, mais de réduire la longueur des chaînes suffisamment pour limiter leur impact rhéologique. Dans une cuve matière ou un filtre, de plus petits fragments polysaccharidiques interfèrent moins avec

le drainage, les pores du lit filtrant et les surfaces de filtration. Les études sur les polysaccharides du malt et la filtrabilité relient précisément cette fraction macromoléculaire aux difficultés de filtration de la bière [3].

La spécificité reste essentielle. Une beta-glucanase ne fait pas le travail d'une alpha-amylase, d'une glucoamylase, d'une protéase ou d'une xylanase, même si certaines préparations industrielles peuvent associer plusieurs activités. Dans les avis scientifiques sur des additifs contenant endo- β -glucanase et xylanase, les deux activités sont distinguées car elles ciblent des familles différentes de polysaccharides non amylacés [7]. Pour un brasseur, cela signifie que l'enzyme doit être reliée au problème observé : viscosité et filtration liées aux β -glucanes, et non défauts de conversion de l'amidon ou instabilité microbiologique.

Points du procédé où l'enzyme est pertinente

La beta-glucanase est généralement pertinente lorsque les β -glucanes sont hydratés et accessibles, c'est-à-dire pendant les étapes où la matrice céréalière est en contact avec l'eau et avant que les conditions de procédé ne dénaturent l'enzyme. En pratique, l'empâtage est le point d'intégration le plus logique, car il combine solubilisation des composants du grain, brassage mécanique et temps de contact. Les études sur les préparations enzymatiques utilisées pour améliorer les caractéristiques de qualité du malt d'orge en conditions proches de la production confirment l'intérêt d'agir dans des conditions représentatives du procédé, et non seulement sur substrats isolés [8].

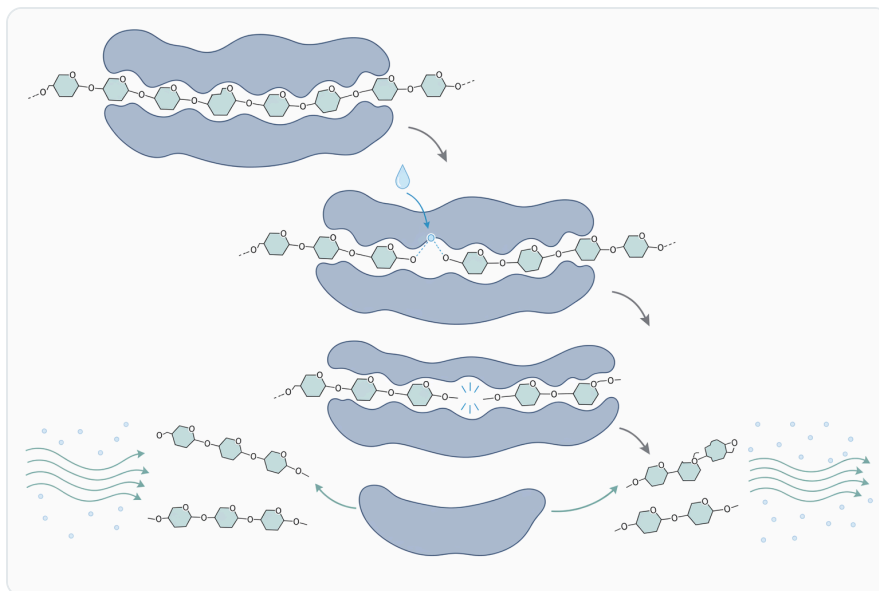


Figure 2. 베타글루카나아제는 전분이 아니라 곡물 세포벽의 베타글루칸을 가수분해하므로, 양조에서의 주요 효과는 점도와 분리 공정의 조절이다.

L'efficacité dépend de plusieurs facteurs : accessibilité du substrat, degré de modification du malt, taille de mouture, proportion d'adjuvants, temps de contact, température, pH et intensité du mélange. Ces paramètres ne sont pas indépendants. Une mouture très fine peut améliorer l'extraction mais rendre le lit de filtration plus compact ; un malt insuffisamment modifié peut libérer davantage de matières pariétales ; un empâtage court peut limiter l'action enzymatique. Les profils d'enzymes du malt étudiés sur de nombreux lots commerciaux montrent que la performance brassicole résulte d'un ensemble d'activités et de propriétés du malt, pas d'un seul indicateur [1].

Il est aussi important de distinguer la réduction de viscosité en amont et la filtration en aval. Si les β -glucanes sont hydrolysés tôt, le moût arrive à la séparation avec une charge macromoléculaire moins problématique. Si le problème de filtration est surtout dû à des particules fines, à un lit mal formé ou à des protéines coagulées, la beta-glucanase peut avoir un effet limité. Les recherches sur les corrélations entre paramètres de qualité du malt et stabilité de la bière montrent que les phénomènes de qualité finale sont multivariés ; un seul levier ne suffit pas toujours à prédire l'ensemble du résultat [9].

Applications brassicoles principales

Empâtage avec malts variables

La première application est la stabilisation du comportement d'empâtage lorsque les lots de malt présentent des différences de modification ou de composition. Les malts commerciaux n'ont pas tous le même potentiel enzymatique, la même friabilité ni la même charge en polysaccharides solubles. Une étude de profilage de lots de malt produits commercialement a relié les enzymes du malt à la fermentescibilité, au lautering et à la filtration, montrant que ces paramètres sont liés à la performance industrielle réelle [1].

Dans ce contexte, une beta-glucanase liquide apporte une activité ciblée contre les β -glucanes. Elle peut être utile lorsque l'on cherche à limiter la viscosité sans modifier profondément le reste du schéma enzymatique. Elle ne doit pas être interprétée comme un substitut au maltage, mais comme un complément de procédé pour les cas où la dégradation naturelle des parois du grain ne suffit pas à sécuriser l'écoulement.

Recettes contenant orge, avoine ou céréales riches en fibres

L'orge et l'avoine sont particulièrement associées aux β -glucanes alimentaires et technologiques. Les travaux sur la fonctionnalité des β -glucanes d'avoine et d'orge soulignent leur importance comme polysaccharides structurés, capables d'influencer les propriétés physiques des matrices alimentaires

[10]. En brasserie, ces mêmes propriétés peuvent devenir défavorables si elles augmentent la viscosité du moût ou compliquent la séparation des drêches.

Les bières contenant des céréales non maltées ou des niveaux élevés de céréales alternatives peuvent donc bénéficier d'un appui enzymatique. Les recherches sur l'utilisation de triticale natif dans le brassage montrent que le remplacement partiel du malt d'orge par d'autres grains impose de considérer différemment la matrice polysaccharidique et enzymatique [6]. La beta-glucanase répond à une partie de cette difficulté, en visant les glucanes qui contribuent à l'épaississement.

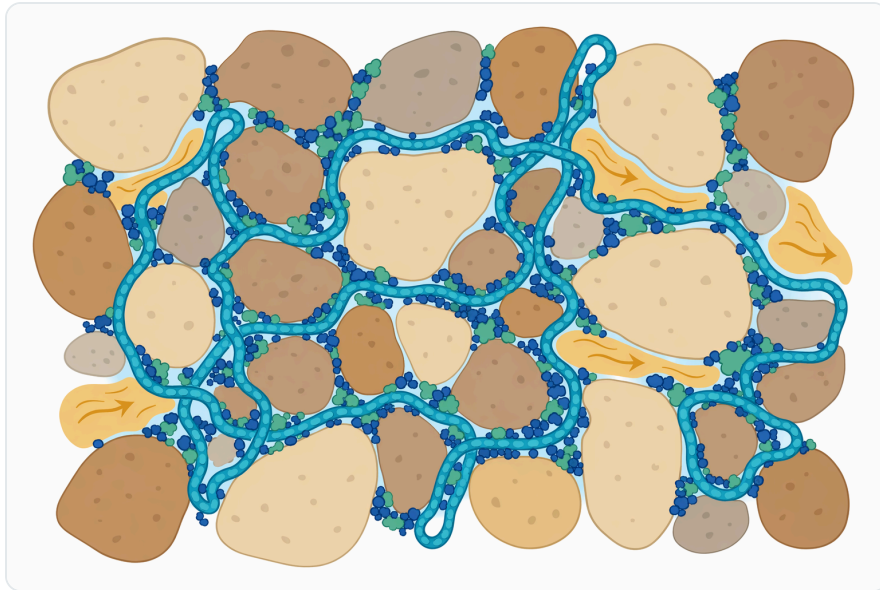


Figure 3. 수화된 긴 베타글루칸 사슬은 서로 얽혀 라우터 베드와 여과 매체에서 흐름 저항을 증가시킬 수 있다.

Lautering et séparation des drêches

Le lautering dépend de la perméabilité du lit de drêches et de la capacité du moût à s'écouler sans entraîner trop de particules fines. Les β -glucanes solubles peuvent augmenter la résistance hydraulique et rendre le drainage plus lent. Les travaux spécifiquement consacrés à l'impact des polysaccharides du malt sur la filtrabilité de la bière et à leur réduction par additifs enzymatiques soutiennent l'intérêt de cibler cette fraction pour améliorer la séparation [3].

L'amélioration attendue n'est pas seulement un gain de vitesse ; elle concerne aussi la régularité. Un lit filtrant qui s'écoule de manière prévisible facilite la conduite de la brasserie, réduit les ajustements en cours de cycle et limite les écarts entre brassins. La beta-glucanase peut donc être utile dans les procédés où le lautering est un point critique de capacité.

Filtration et clarification de la bière

Les β -glucanes résiduels peuvent contribuer à des difficultés de filtration plus tardives, notamment lorsque des polymères solubles atteignent les filtres en aval. La filtration de la bière ne dépend pas uniquement des β -glucanes : protéines, polyphénols, levures résiduelles, particules colloïdales et conditions de garde interviennent aussi. Toutefois, les polysaccharides du malt sont bien identifiés comme des facteurs de filtrabilité, et leur réduction enzymatique est une approche documentée [3].

La clarification doit donc être envisagée comme une chaîne. Une action pendant l'empâtage peut réduire la charge problématique avant la séparation, tandis que la bonne gestion de l'ébullition, de la fermentation, de la garde et de la filtration reste nécessaire. Les études sur la stabilité de la mousse rappellent d'ailleurs que les composants de la bière ont des effets multiples : une intervention sur un groupe de macromolécules doit être comprise dans l'équilibre global du produit fini [11].

Tableau comparatif : où la beta-glucanase apporte le plus de valeur

Situation de brassage	Cause probable liée aux β -glucanes	Effet attendu de la beta-glucanase	Limite à garder en tête
Malt peu ou inégalement modifié	Parois cellulaires céréalières insuffisamment dégradées	Réduction de la taille des β -glucanes solubles et amélioration potentielle de l'écoulement	Ne corrige pas tous les défauts de maltage ou de mouture
Recette avec avoine, orge non maltée ou céréales alternatives	Apport plus élevé de polysaccharides non amylacés	Moût moins visqueux, séparation plus prévisible	Peut nécessiter d'autres leviers si les arabinoxylanes ou les protéines dominent
Lautering lent	Viscosité élevée et colmatage partiel du lit de drêches	Drainage plus régulier si les β -glucanes sont un facteur majeur	Inefficace contre un lit compacté par mouture trop fine seule
Filtration finale difficile	Polymères résiduels contribuant à la charge colloïdale	Diminution possible de la fraction glucanique gênante	Ne remplace pas la clarification, la garde ou la gestion des levures
Variation entre lots de malt	Différences de composition et d'activité enzymatique naturelle	Outil de stabilisation du procédé	Les résultats restent dépendants du lot et du schéma d'empâtage

Ce tableau résume la logique d'utilisation : la beta-glucanase a le plus de sens lorsque le problème est compatible avec son substrat. Les études de malt commercial montrent que la performance en brasserie dépend d'un faisceau de variables, notamment les enzymes du malt, la fermentescibilité, le lautering et la filtration ; l'interprétation doit donc rester technologique plutôt que simplement additive [1].

Différence avec d'autres enzymes de brassage

Les enzymes de brassage ne sont pas interchangeables. Les alpha-amylases et glucoamylases agissent sur l'amidon et orientent la production de sucres fermentescibles. Les protéases modifient les protéines et peptides, avec des effets possibles sur nutrition levurienne, turbidité ou mousse. Les xylanases ciblent les arabinoxylanes, autre famille de polysaccharides non amylicés. Les beta-glucanases, elles, visent les β -glucanes, principalement pour réduire leur impact physique sur le moût et la filtration.

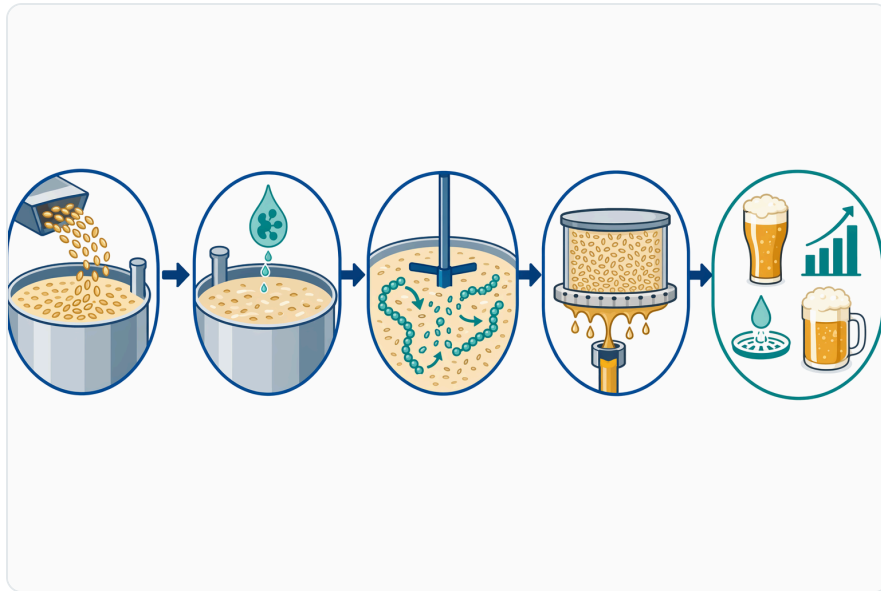


Figure 4. 양조 과정은 베타글루칸의 수화, 효소에 의한 사슬 절단, 점도 감소, 그리고 곡물 고형물이나 필터를 통한 통과성 향상으로 이어진다.

Cette distinction est importante pour éviter une attente excessive. Par exemple, un moût qui filtre mal peut être affecté par les β -glucanes, mais aussi par les arabinoxylanes, les particules fines, les protéines ou la conception de l'équipement. Les avis scientifiques sur des préparations associant endo- β -glucanase et endo-xylanase montrent que l'industrie distingue ces activités car elles répondent à des substrats différents dans les matrices céréalières [12]. Une beta-glucanase seule doit donc être positionnée comme un levier ciblé, non comme un traitement complet de tous les polysaccharides.

Les enzymes commerciales combinées peuvent avoir un intérêt dans certains procédés, mais la sélection dépend du problème. En brassage classique, si l'objectif prioritaire est la réduction de viscosité liée aux β -glucanes, une beta-glucanase est cohérente. Si l'objectif est d'augmenter l'atténuation apparente, d'améliorer la conversion d'amidon ou de travailler une bière très sèche, d'autres enzymes sont plus pertinentes. Les études sur l'utilisation d'enzymes commerciales dans le brassage de l'orge montrent que les effets doivent être évalués par rapport à la matière première et au résultat recherché ^[13].

Matières premières et variabilité : pourquoi l'effet n'est pas identique partout

La teneur en β -glucanes des céréales varie selon l'espèce, le génotype, les conditions de culture et la transformation. Des comparaisons de génotypes d'orge de printemps montrent des différences de teneur en β -glucanes et de composition proximale, ce qui confirme que deux lots d'orge ne se comportent pas nécessairement de la même manière ^[4]. Pour le brasseur, cela signifie que le même schéma d'empâtage peut donner des moûts de viscosité différente selon les approvisionnements.

Le maltage réduit généralement l'impact des parois cellulaires, mais son efficacité dépend de la qualité de l'orge et de la conduite industrielle. Des traitements visant à améliorer la qualité du maltage ont été étudiés, ce qui illustre l'importance de cette étape pour rendre le grain plus apte au brassage ^[14]. Si le malt est bien modifié, l'apport d'une beta-glucanase peut être moins visible ; si le malt est plus difficile, le bénéfice potentiel augmente.

Les adjuvants modifient encore cet équilibre. Les céréales non maltées n'apportent pas les mêmes enzymes endogènes que le malt, tout en pouvant apporter des polysaccharides structuraux. L'utilisation de triticales natif comme substitut dans le brassage montre que les matrices alternatives peuvent être techniquement intéressantes mais demandent une adaptation du procédé ^[6]. La beta-glucanase est l'un des outils disponibles pour cette adaptation lorsque les β -glucanes sont en cause.

Effets possibles sur la bière finie

L'effet recherché est d'abord process : viscosité, écoulement, lautering, filtration. Les conséquences sur la bière finie sont indirectes. Une séparation plus régulière peut aider à obtenir un moût plus maîtrisé, et une filtration moins contrainte peut améliorer la constance industrielle. Toutefois, la qualité sensorielle et la stabilité de la bière dépendent de nombreux facteurs, notamment la composition du malt, l'oxydation, les composés aromatiques, les protéines, les polyphénols et la conduite de fermentation. Les analyses multivariées reliant paramètres de malt et stabilité de flaveur montrent que la stabilité de la bière ne peut pas être attribuée à un seul paramètre isolé ^[9].

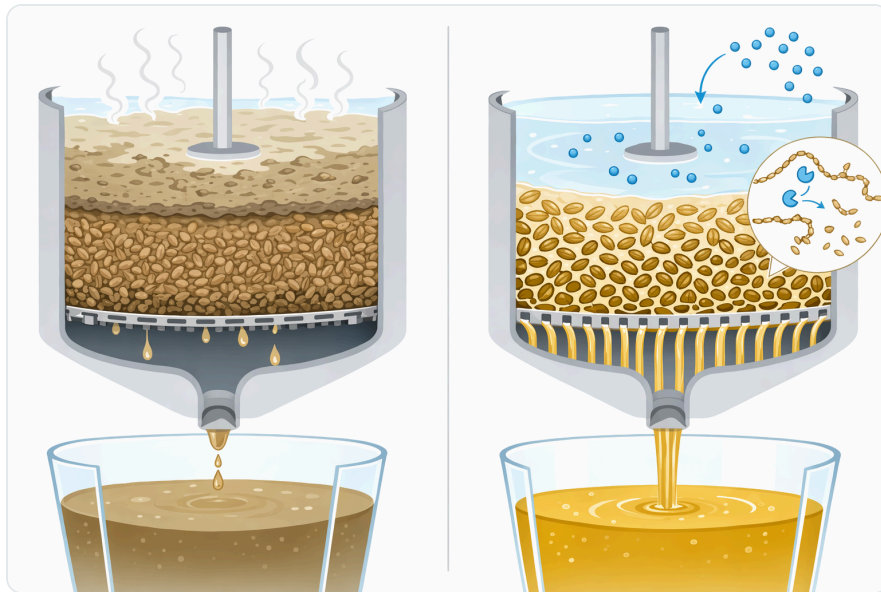


Figure 5. 베타글루카나아제, 아밀라아제, 프로테아제, 자일라나아제는 서로 다른 양조 기질에 작용하며 각기 다른 공정 문제를 해결한다.

La mousse mérite une attention particulière. Les polysaccharides peuvent interagir avec la matrice colloïdale, mais la stabilité de mousse dépend fortement des protéines, iso-alpha-acides et autres composants de la bière. Une étude comparant des méthodes d'analyse de mousse et l'impact de composants de la bière confirme que la mousse est multifactorielle ^[11]. L'emploi d'une beta-glucanase doit donc viser prioritairement la maîtrise de viscosité et de filtration, sans promettre mécaniquement une amélioration de la mousse ou du profil sensoriel.

La clarté peut bénéficier d'une réduction de macromolécules gênantes, mais elle ne dépend pas exclusivement des β -glucanes. Des levures résiduelles, des complexes protéines-polyphénols ou des particules colloïdales peuvent produire des troubles indépendamment des glucanes. Dans les bières de spécialité ou craft, où les recettes sont plus variées et parfois volontairement troubles, l'objectif technologique doit être cohérent avec le style recherché. Les revues sur la bière artisanale en sciences alimentaires soulignent justement la diversité des procédés, des ingrédients et des attentes de qualité dans ce segment ^[15].

Données de sécurité et cadre d'usage professionnel

Les beta-glucanases sont utilisées dans plusieurs industries alimentaires et agricoles, notamment pour modifier des polysaccharides non amylacés. Des évaluations scientifiques d'additifs contenant des activités endo- β -glucanase et xylanase existent dans le domaine de l'alimentation animale, ce qui montre que ces enzymes sont des outils technologiques établis dans des matrices céréalières, même si

les usages réglementaires et les conditions d'emploi diffèrent du brassage ^[7]. Cette comparaison ne doit pas être lue comme une équivalence réglementaire directe, mais comme un indice de maturité technologique de la famille enzymatique.

Pour un usage brassicole, l'enzyme doit être employée comme auxiliaire de procédé par des opérateurs professionnels, selon les exigences applicables au site, au pays et au type de produit fini. Enzymes.bio fournit ce produit comme fournisseur en ligne, et non comme fabricant ni laboratoire. La vente est effectuée directement en ligne par unité de 1 kg ; le CoA et la SDS sont fournis avec la commande. Ces documents accompagnent l'usage professionnel, mais ne remplacent pas les procédures internes de l'utilisateur ni les obligations réglementaires locales .

Positionnement du produit fourni par Enzymes.bio

La beta-glucanase liquide pour brassage fournie par Enzymes.bio s'adresse aux brasseries et transformateurs qui veulent agir sur la fraction β -glucanique du moût. Son positionnement est celui d'une enzyme de procédé destinée à améliorer la fluidité et la séparation lorsque les β -glucanes céréaliers sont un facteur limitant. Enzymes.bio est un fournisseur en ligne ; le site ne doit pas être présenté comme un fabricant, un laboratoire d'analyse ou un développeur de procédé à façon .



Figure 6. 가장 관련성이 높은 적용 분야에는 부원료 비중이 높은 분쇄 곡물, 덜 용해된 맥아, 라우터링, 맥주 여과, 곡물 기반 음료 공정 흐름이 포함된다.

Le format liquide facilite l'incorporation dans un milieu aqueux comme l'empâtage, à condition d'assurer une dispersion homogène. L'utilisateur doit toutefois raisonner l'emploi en fonction de son procédé : nature du grist, profil du malt, présence d'adjuvants, contraintes de lautering et filtration. Les

travaux sur les enzymes du malt et leur impact sur la performance de filtration rappellent que l'amélioration observée dépend toujours du système brassicole complet ^[1].

En pratique, cette enzyme est surtout pertinente dans quatre cas : malts variables, recettes riches en céréales à β -glucanes, lautering lent et filtration sensible aux polysaccharides. Elle est moins pertinente si la difficulté principale vient d'une conversion d'amidon incomplète, d'un excès de fines, d'un défaut de fermentation ou d'une instabilité microbiologique. Les études sur les polysaccharides du malt confirment que les additifs enzymatiques peuvent réduire certaines contraintes de filtrabilité, mais elles n'annulent pas la nécessité d'une conduite de procédé cohérente ^[3].

Conclusion technique

La beta-glucanase liquide pour brassage est un outil enzymatique ciblé contre les β -glucanes des céréales. En coupant les chaînes glucaniques en fragments plus courts, elle peut réduire leur effet épaississant, améliorer la circulation du moût et soutenir le lautering ou la filtration lorsque ces étapes sont limitées par les polysaccharides du malt ou des adjuvants. Les données disponibles sur les enzymes du malt, les polysaccharides de l'orge et la filtrabilité de la bière soutiennent ce positionnement technologique ^{[1][3]}.

Son intérêt est particulièrement clair avec des matières premières variables, des malts insuffisamment modifiés ou des recettes contenant des céréales riches en β -glucanes comme l'orge et l'avoine. Il faut cependant conserver une attente réaliste : l'enzyme ne remplace pas la maîtrise du maltage, de la mouture, de l'empâtage, de la séparation ni de la filtration. Elle apporte un levier précis dans un système où la qualité finale dépend de multiples paramètres, comme le montrent les travaux sur la qualité du malt, la stabilité de la bière et la diversité des procédés brassicoles ^{[5][9][15]}.

Enzymes.bio fournit cette beta-glucanase liquide en ligne par unité de 1 kg, avec CoA et SDS fournis avec la commande. Pour les utilisateurs professionnels, elle constitue une option pratique lorsque l'objectif est de mieux contrôler les β -glucanes céréaliers et leurs effets sur la viscosité, le lautering et la filtration.

Commander Beta-Glucanase Brewing Enzyme 13,000 U/G Liquid 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 Beta-Glucanase Brewing Enzyme 13,000 U/G Liquid →](#)

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. Evans, D. E., Stewart, S., Stewart, D., Han, Z., Han, Y., & Able, J. (2021). Profiling Malt Enzymes Related to Impact on Malt Fermentability, Lautering and Beer Filtration Performance of 94 Commercially Produced Malt Batches. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 80, 413 - 426.
2. Jian-Zhang, Xiao-Li, Zhang, Y., Xing, M., Tian, S., & Liu, S. (2015). Cloning and Characterization of Physarum Endo-Beta-1,3-1,4-Glucanase-1 Expression in E. coli and Trichoderma reesei. *Journal of biotechnology & biomaterials*, 5, 0.
3. Jonkova, G., & Surleva, A. (2013). IMPACT OF POLYSACCHARIDES OF MALT ON FILTERABILITY OF BEER AND POSSIBILITIES FOR THEIR REDUCTION BY ENZYMATIC ADDITIVES.
4. Marginean, R., Muntean, E., Şoptorean, L., Şimon, A., Russu, F., & Duda, M. (2024). Comparative Study on Beta-Glucan Content and Proximate Composition of Spring Barley Seeds Genotypes Obtained in Different Crop Systems. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca: Food Science and Technology*.
5. Evans, D. E., Paynter, B., Izydorczyk, M. S., & Li, C. (2023). The impact of terroir on barley and malt quality – a critical review. *Journal of the Institute of Brewing*.
6. Pribić, M., Mejic, L., Despotović, S., Špirović-Trifunović, B., Bulut, S., & Pejcin, J. (2024). Is malting an absolute must? Native triticale as a stand-in for barley malt in the brewing process.. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*.
7. Bampidis, V., Azimonti, G., Bastos, M., Christensen, H., Dusemund, B., Durjava, M., Kouba, M., ... et al. (2023). Safety and efficacy of a feed additive consisting of endo-1,4-beta-xylanase, endo-1,3(4)-beta-glucanase and endo-1,4-beta-glucanase produced by Trichoderma reesei ATCC 74444 (Ronozyme® Multigrain) for use in poultry for fattening, poultry for laying and piglets (weaned). (DSM Nutritional Products). *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 21.
8. Karpenko, D., Matveev, S., Morenkov, N., & Morozov, D. (2026). Testing the use of enzyme preparations to improve the quality characteristics of brewing barley malt under conditions close to production conditions. *BIO Web of Conferences*.
9. Guido, L., Curto, A. F., Boivin, P., Benismail, N., Goncalves, C., & Barros, A. A. (2007). Correlation of malt quality parameters and beer flavor stability: multivariate analysis.. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 3, 728-33 .

10. Ames, N., Storsley, J., & Thandapilly, S. (2018). CHAPTER 8:Functionality of Beta-glucan from Oat and Barley and Its Relation with Human Health.
11. Neugrodda, C., Gastl, M., & Becker, T. (2015). Comparison of Foam Analysis Methods and the Impact of Beer Components on Foam Stability. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 73, 170 - 178.
12. Villa, R., Azimonti, G., Bonos, E., Christensen, H., Durjava, M., Dusemund, B., Gehring, R., ... et al. (2025). Assessment of the feed additive consisting of endo-1,3(4)-beta-glucanase and endo-1,4-beta-xylanase (produced with *Talaromyces versatilis* IMI CC 378536) (Rovabio® Excel) for all poultry species, weaned piglets, pigs for fattening and sows for the renewal of its authorisation (Adisseo France SAS). *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 23.
13. Yousif, A., & Evans, D. E. (2018). The impact of barley nitrogen fertilization rate on barley brewing using a commercial enzyme (Ondeal Pro). *Journal of The Institute of Brewing*, 124, 132-142.
14. Zengxin, M., Lei, Z., Jia, L., Dong, J., Yin, H., Junhong, Y., Shuxia, H., ... et al. (2020). Effect of hydrogen peroxide and ozone treatment on improving the malting quality. *Journal of Cereal Science*, 91, 102882.
15. Gobbi, L., Stanković, M., Ruggeri, M., & Savastano, M. (2024). Craft Beer in Food Science: A Review and Conceptual Framework. *Beverages*.

Contacter Enzymes.bio

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

E-MAIL 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.