

Xylanase Enzyme For Brewers：麦汁性能・マッシュ粘度・ろ過性を支える醸造用キシラナーゼ

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

Xylanase Enzyme For Brewers は、麦芽・小麦・ライ麦・オート麦・トウモロコシなどの穀物原料に含まれるキシランおよびアラビノキシランを部分分解し、マッシュ粘度、ラウタリング、麦汁ろ過の安定化を支援する醸造用酵素です。キシラナーゼはデンプンを糖化する酵素ではなく、植物細胞壁由来のヘミセルロースを短鎖化することで、マッシュや麦汁を扱いやすい状態に近づけます^[1]。醸造用途では、耐熱性や酸性条件への適応性を持つキシラナーゼが研究されており、工程中の粘度低下やろ過性改善に関する補助酵素として位置づけられます^[2]。

醸造用キシラナーゼの位置づけ

Xylanase Enzyme For Brewers は、醸造工程における「穀物細胞壁多糖」の課題に対応するための酵素です。醸造では、アミラーゼがデンプンを糖へ変換し、プロテアーゼがタンパク質を低分子化し、 β -グルカナーゼが β -グルカンを処理しますが、キシラナーゼの主対象はキシランおよびアラビノキシランです。これらはヘミセルロースに属する多糖で、穀物の細胞壁構造に組み込まれており、マッシュの流動性や麦汁分離に影響することがあります^[3]。

キシラナーゼは、キシラン主鎖にある β -1,4結合を加水分解し、長鎖のキシラン系多糖を短いオリゴ糖へ変換する酵素群です。食品産業におけるキシラナーゼの応用は、製パン、果汁・飲料加工、飼料、機能性オリゴ糖生産など幅広く整理されており、共通する要点は「植物由来多糖の構造を選択的に変え、粘度・抽出性・加工性に影響を与える」ことです^[1]。

Enzymes.bio は Xylanase Enzyme For Brewers の供給業者であり、製造業者または研究所ではありません。本製品はオンラインで1 kg単位にて直接購入でき、注文時には製品に関連する CoA と SDS が併せて提供されます。ここでの説明は、特定の製造条件や分析手順を提示するものではなく、醸造原料中のヘミセルロースに対してキシラナーゼがどのように働くかを理解するための技術文書です。

なぜ醸造でキシランとアラビノキシランが問題になるのか

大麦麦芽を中心とする一般的なビール醸造でも、穀物細胞壁に由来する非デンプン性多糖は無視できません。特に小麦、ライ麦、オート麦、トウモロコシなどを配合する場合、アラビノキシランを含むヘミセルロースの影響が大きくなり、マッシュの粘性、麦汁の流動性、ろ過負荷に現れることがあります。穀物に含まれるアラビノキシランは、キシロース主鎖にアラビノース側鎖を持つ構造であり、分岐や置換の程度によって水との相互作用や酵素アクセス性が変わります^[4]。

醸造工程で実際に問題となるのは、単に「多糖が存在する」ことではなく、それが水を抱え込み、液相の粘度を上げ、固液分離時の抵抗を増やすことです。マッシュ粘度が高いと、攪拌・ポンプ移送・熱交換・ラウタリングが不安定になりやすく、特に高副原料比率のレシピや特殊穀物を用いたクラフトビールで工程差が顕在化します。キシラナーゼはこのうち、アラビノキシラン由来の粘性要因に作用する補助酵素です^[5]。

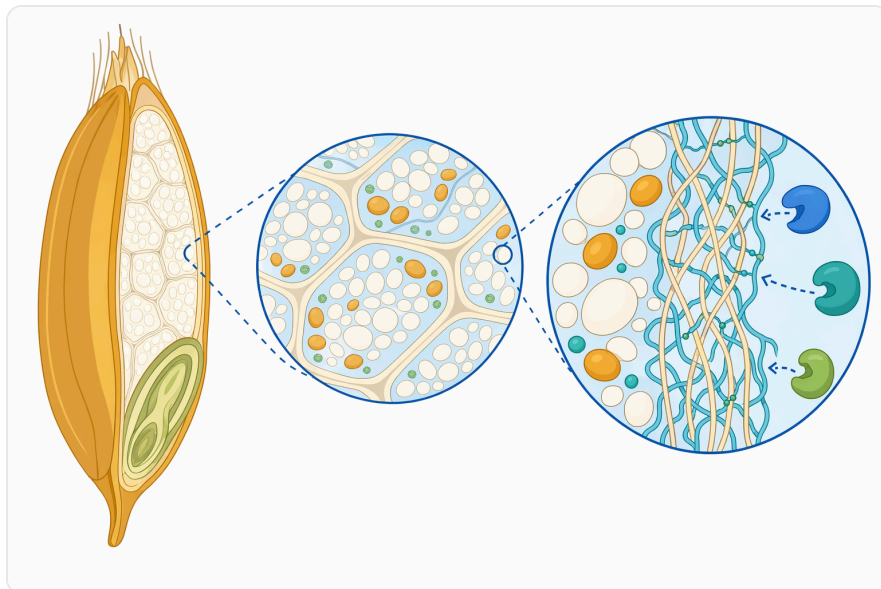


Figure 1. 자일라네이스는 전분을 발효 가능한 당으로 직접 전환하기보다 곡물 세포벽의 자일란과 아라비노자일란에 작용한다.

キシラン系多糖は、セルロースや β -グルカン、タンパク質、デンプン粒などとともに穀物細胞壁およびマトリックスを形成しています。そのため、キシラナーゼの役割は「糖化酵素を増やす」ことではなく、細胞壁由来のネットワークを部分的に緩め、可溶性成分の移動や液体の流れを助けることにあります。食品・飲料分野でヘミセルラーゼやペクチナーゼが粘度低下、抽出性、清澄性に関与するという整理は、醸造におけるキシラナーゼの理解にもつながります^[3]。

作用機序：長鎖アラビノキシランを短鎖化して流動性を変える

キシラナーゼの中心的な反応は、キシラン主鎖の β -1,4結合を切断することです。長鎖のアラビノキシランは液中で広がりやすく、分子同士が絡み、マッシュや麦汁の見かけ粘度を上げる方向に働きます。キシラナーゼが主鎖を切断すると、平均分子サイズが小さくなり、同じ固形分量でも液相の流動性が改善しやすくなります^[1]。

穀物アラビノキシランは単純な直鎖ではありません。アラビノース側鎖、フェルラ酸架橋、その他の置換構造が存在するため、酵素が結合部位へ近づけるかどうかで反応性を左右します。小麦麦芽由来のエンド-1,4- β -キシラナーゼが、水に抽出されにくい小麦アラビノキシランに作用することを検討した研究は、穀物中の不溶性または難抽出性アラビノキシランが醸造・穀物加工上の実在する基質であることを示しています^[5]。

反応生成物としては、キシロオリゴ糖やより短い糖鎖が生じます。キシロオリゴ糖生産では、リグノセルロース系または海洋バイオマスを経済的に処理する研究が進んでおり、キシラナーゼが長鎖キシランを機能性オリゴ糖へ変換する中心酵素であることが整理されています^[6]。醸造ではキシロオリゴ糖そのものの製造が主目的ではありませんが、同じ加水分解反応がマッシュ物性の調整に関係します。

醸造工程で期待される具体的な効果

マッシュ粘度の低下

キシラナーゼが最も直接的に関与するのは、マッシュ粘度の低下です。アラビノキシランの主鎖が切断されると、高分子多糖としての水保持性や絡み合いが弱まり、攪拌や移送時の抵抗が下がる方向に働きます。醸造工程では、マッシュが扱いやすくなることで、ラウタータンやマッシュフィルターに入る前段階の操作安定性にもつながります^[2]。

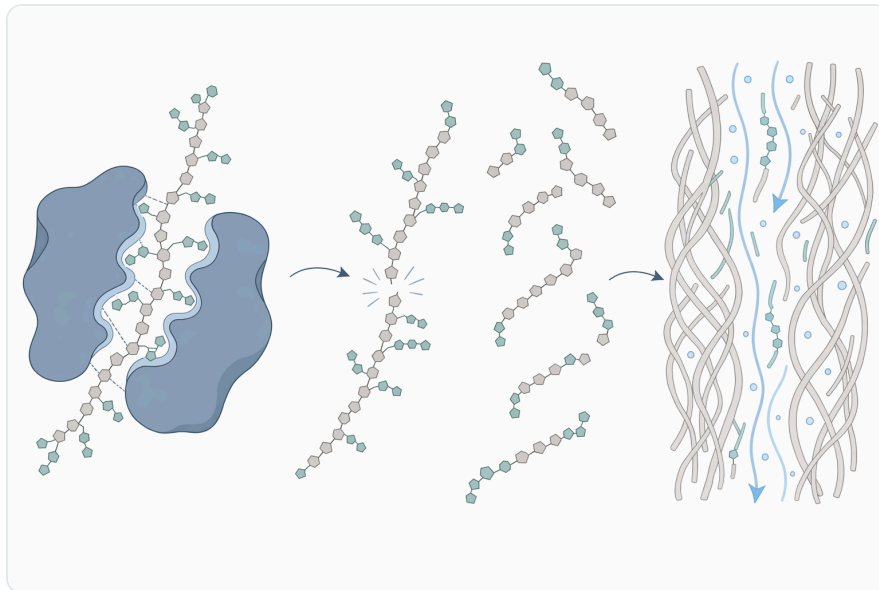


Figure 2. 엔도자일라네이스는 자일란 골격 내부의 β -1,4 결합을 가수분해하여 아라비노자일란 중합체를 더 작은 조각으로 줄인다.

라우タリングと麦汁分離の安定化

라우タリングでは、穀皮や固形分が形成する濾過層を麦汁が通過します。アラビノキシランが十分に低分子化されていない場合、液相粘度の上昇や濾過層内での流路抵抗が問題になり、流出速度の低下や工程時間の伸長につながります。キシラナーゼは液相の高分子ヘミセルロースを短くし、濾過抵抗を下げる方向に働くため、麦汁分離の再現性向上に寄与する可能性があります^[3]。

抽出性の補助

穀物細胞壁が部分的に緩むと、デンプン、可溶性タンパク質、ミネラル、フェノール性成分などが液相へ移動しやすくなる場合があります。ただし、抽出効率は粉碎、マッシング温度、麦芽品質、酵素バランス、pH、攪拌、라우タリング条件など複数要因で決まるため、キシラナーゼ単独で常に収率を改善すると考えるべきではありません。キシラナーゼの実務的価値は、ヘミセルロースが工程制約になっている場面で最も明確になります^[1]。

高副原料比率のレシピへの適合

小麦、ライ麦、オート麦、トウモロコシ、ソルガムなどを用いるレシピでは、麦芽由来酵素だけでは細胞壁多糖の処理が十分でない場合があります。特にライ麦やオート麦を用いるビールでは、意図したボディ感や口当たりを維持しつつ、過度な工程粘度を抑えることが課題になります。キシラナーゼは、製品の個性を消すためではなく、工程上扱いにくいアラビノキシランを部分的に調整する手段として使われます^[4]。

醸造で使われる主要酵素との比較

醸造用キシラナーゼを理解するには、アミラーゼや β -グルカナーゼと混同しないことが重要です。これらはいずれもマッシュ中の高分子に作用しますが、標的基質、反応生成物、工程上の効果は異なります。食品・飲料産業では、セルラーゼ、ヘミセルラーゼ、ペクチナーゼなどが原料組織の分解や液体加工性の改善に利用されますが、醸造では各酵素の役割を分けて考える必要があります[3]。

酵素	主な標的基質	醸造工程での主な関与	キシラナーゼとの違い
キシラナーゼ	キシラン、アラビノキシラン	マッシュ粘度、ラウタリング、麦汁ろ過、細胞壁マトリックスの緩和	ヘミセルロース主鎖を切断し、穀物由来の粘性多糖に作用する
β -グルカナーゼ	β -グルカン	麦芽由来 β -グルカンによる粘度・ろ過課題の軽減	β -グルカンを対象とし、アラビノキシランを主標的としない
アミラーゼ	デンプン	発酵性糖、デキストリン、糖化度	デンプン糖化が主目的で、細胞壁ヘミセルロースの分解は主役ではない
プロテアーゼ	タンパク質、ペプチド	FAN、泡、濁り、口当たり、発酵栄養	タンパク質分解が中心で、キシラン主鎖には作用しない
セルラーゼ	セルロース	植物細胞壁の分解補助、一部原料処理	セルロースを対象とし、醸造では使用目的がキシラナーゼと異なる

この比較から分かるように、キシラナーゼは糖化酵素の代替ではありません。マッシュ中に十分なデンプン糖化が起きていても、アラビノキシランが多ければ粘度やろ過性の課題は残り得ます。逆に、ろ過が遅い原因が β -グルカン、粉碎条件、濾過層形成、タンパク質凝集などにある場合、キシラナーゼだけで十分な変化が出ないこともあります[1]。

原料別に見たキシラナーゼの意味

大麦麦芽では、製麦工程を通じて一部の細胞壁分解が進みますが、すべてのヘミセルロースが完全に処理されるわけではありません。麦芽品質、改良度、品種、保管条件によって細胞壁多糖の残存状態は変わり、同じレシピでもマッシュ粘度やラウタリング挙動が異なることがあります。キシラナーゼは、この変動のうちアラビノキシランに由来する部分へ作用します[5]。



Figure 3. 자일라네이스, β -글루카네이스, 아밀레이스, 프로테아제는 각각 서로 다른 양조 기질에 작용하므로 서로 다른 공정 문제를 해결한다.

小麦を用いる醸造では、アラビノキシランの存在が特に重要です。小麦には穀皮や胚乳細胞壁にアラビノキシランが含まれ、水抽出性と水不抽出性の両方が加工特性に影響します。小麦麦芽由来キシラナーゼが水不抽出性アラビノキシランに作用する研究は、小麦系原料でキシラナーゼが実用上意味を持つ理由を機構面から説明します^[5]。

ライ麦やオート麦を使うビールでは、粘性多糖による重いマッシュ、濾過遅延、麦汁回収のばらつきが問題になりやすくなります。これらの穀物はクラフトビールで香味やテクスチャーを作るために使われますが、工程面では負荷が増えることがあります。キシラナーゼは、意図したボディや濁りを完全に取り除く酵素ではなく、過剰なアラビノキシラン由来粘度を調整する工程補助剤として考えるべきです^[4]。

トウモロコシやその他の副原料では、デンプン利用のためにアミラーゼが注目されがちですが、細胞壁多糖の存在もマッシュ物性に影響します。副原料比率が高いほど、麦芽由来の内在酵素だけに頼る設計では工程差が出やすくなります。微生物酵素は食品産業で、原料由来高分子を選択的に分解し、加工効率を高めるために広く利用されています^[7]。

研究から見た醸造適性

醸造向けキシラナーゼでは、基質特異性だけでなく、工程条件への適合性が重要です。マッシングは弱酸性領域で進み、温度も段階的に上がるため、酵素がその環境で十分に作用する必要があります。Alicyclobacillus sp. A4 由来の XynA4-2 は、耐熱性・酸性条件への適応性を持つ新規キシラナーゼとして報告され、醸造産業での応用可能性が示されています^[2]。

この研究が示す重要な点は、醸造用酵素では「キシランを分解できる」だけでは不十分で、マッシュ工程に近い温度・pH環境で機能することが求められるということです。耐熱性が低い酵素では、マッシング中に失活しやすく、期待した粘度低下が得られない可能性があります。一方、工程に適したキシラナーゼであれば、加熱を伴う穀物処理中でもアラビノキシランの低分子化に関与できます^[2]。



Figure 4. 자일라네이스는 보통 당화 과정에서 적용되어, 라우터 튠이나 매시 필터에서 맥즙을 분리하기 전에 헤미셀룰로오스 가수분해가 일어나도록 한다.

また、キシラナーゼ研究は醸造以外の食品・飲料分野でも進んでいます。果汁清澄化では、キシラナーゼが植物細胞壁多糖を分解し、粘度低下、清澄化、ろ過性改善に関与することが報告されています。果汁とビールでは原料も工程も異なりますが、植物細胞壁由来多糖が液体加工性を左右するという共通点があり、醸造用途を理解する補助的根拠になります^[8]。

キシラナーゼと酵素カクテルの考え方

実際のマッシュは、単一基質の水溶液ではありません。デンプン、タンパク質、 β -グルカン、アラビノキシラン、脂質、ポリフェノール、ミネラル、酵母栄養成分などが同時に存在します。そのため、キシラナーゼは単独で全ての工程課題を解決するものではなく、アミラーゼ、 β -グルカナナーゼ、プロテアーゼなどと異なる標的を担う一要素として働きます^[9]。

植物バイオマスや食品原料の処理では、複数の酵素が相補的に作用することが一般的です。例えば、セルラーゼがセルロース領域を、キシラナーゼがヘミセルロース領域を、ペクチナーゼがペクチン質を処理することで、細胞壁マトリックス全体の構造が変わります。食品産業における加水分

解酵素の応用レビューでも、原料組織を構成する多糖の種類に応じて異なる酵素が利用されることが整理されています^[3]。

醸造で重要なのは、どの高分子が実際に工程制約になっているかを理解することです。麦汁ろ過が遅いからといって、原因が常にアラビノキシランであるとは限りません。粉碎が細かすぎる場合、濾過層が締まりすぎる場合、 β -グルカンが多い場合、タンパク質やポリフェノール由来の濁りが支配的な場合など、異なる要因が関与します。キシラナーゼは、その中でアラビノキシラン系の粘性・細胞壁課題に焦点を当てる酵素です^[1]。

品質設計への影響：粘度を下げることで製品個性の両立

キシラナーゼの効果は、工程効率だけで評価すべきではありません。ビールでは、口当たり、ボディ感、泡、濁り、香味安定性などが製品設計の一部であり、穀物由来多糖はこれらの感覚品質にも間接的に関与します。したがって、キシラナーゼは「できるだけ多く分解する」ための酵素ではなく、工程上問題となる高分子性アラビノキシランを適度に調整するための酵素です^[4]。



Figure 5. 자일라네이스는 보리 맥아의 변동성, 밀, 호밀, 트리티케일, 옥수수 부원료 또는 고농도 매시로 인해 자일란이 풍부한 세포벽 부하가 증가할 때 특히 중요하다.

特にヘイジー系スタイル、ウィートビール、ライビール、オート麦を使うビールでは、濁りや柔らかな口当たりが品質上の特徴になる場合があります。このような設計では、粘度と濁りを完全に除去することが目的ではなく、ラウタリングや移送を妨げる過剰な粘性だけを抑える考え方が重要です。キシラナーゼの作用対象がアラビノキシランであることを理解すると、工程安定性と官能設計を切り分けて考えやすくなります^[5]。

一方、クリアなラガーや高いろ過性を求めるビールでは、麦汁やビール中に残る高分子多糖が工程負荷やフィルター寿命に影響することがあります。キシラナーゼによるアラビノキシラン低分子化は、濾過工程の抵抗低減や処理時間の安定化に寄与する可能性があります。ただし、最終的な清澄性は冷却、タンパク質沈殿、酵母管理、ろ過方式などにも左右されます^[3]。

醸造残渣と副産物利用への関連

キシラナーゼは、主醸造工程だけでなく、穀物残渣の利用を考える際にも関連します。ビール醸造後に生じるビール粕は、セルロース、ヘミセルロース、リグニン、タンパク質などを含む植物性副産物であり、バイオプロセスや発酵原料としての利用が検討されています。ビール粕からのエタノール生産に関する研究では、ヘミセルロースを含む複合バイオマスを微生物・酵素系で処理する重要性が示されています^[10]。

この文脈では、キシラナーゼはアラビノキシランやキシランを低分子化し、他の酵素や微生物が利用しやすい形へ近づける役割を持ちます。醸造所内での主な目的は麦汁性能の改善ですが、より広いバイオリファインリーや副産物活用の観点では、キシラナーゼは穀物バイオマスの価値を引き出す酵素としても理解できます^[6]。

使用場面の整理

醸造用キシラナーゼが特に関係するのは、マッシング中またはその周辺の穀物細胞壁が水和し、アラビノキシランが液相粘度へ影響し始める段階です。副原料を含むマッシュ、粘度の高い小麦・ライ麦・オート麦系レシピ、麦汁分離が不安定な工程では、キシラナーゼの基質であるヘミセルロースが制約要因になっている可能性があります^[2]。

ただし、キシラナーゼは発酵中の酵母代謝を直接高めるための酵素ではありません。発酵性糖の生成には主にアミラーゼ系酵素が関与し、酵母栄養にはタンパク質分解やアミノ酸供給が関わります。キシラナーゼは、それらの前段階でマッシュと麦汁の物性を整え、抽出・分離・ろ過の再現性を支える役割を担います^[9]。

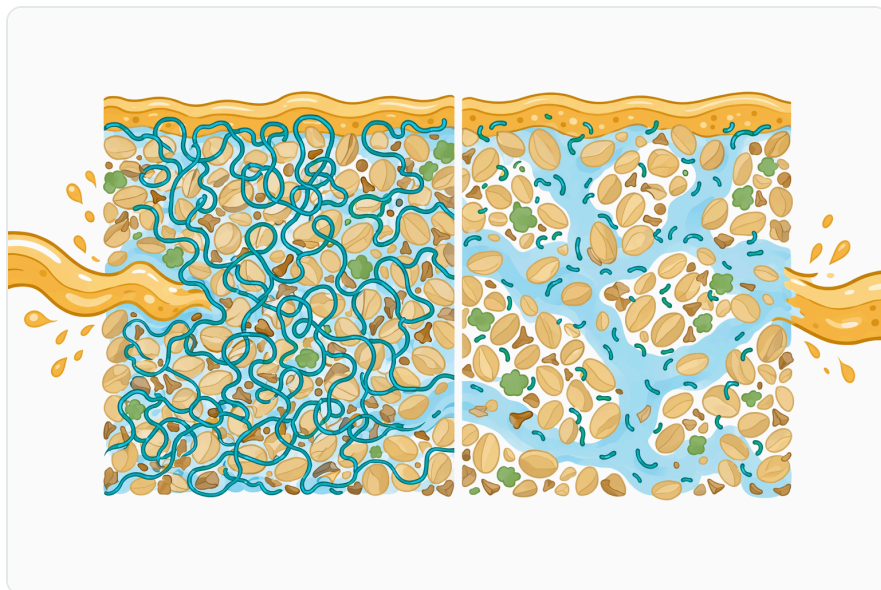


Figure 6. 아라비노자일란 사슬을 짧게 만들면 중합체로 인한 점도를 낮추고 매시 고형물 사이로 액체가 더 잘 이동하도록 개선할 수 있다.

また、キシラナーゼの効果は原料のアラビノキシラン含量や構造に依存します。分岐が多い基質、フェルラ酸架橋が多い基質、不溶性マトリックスに強く組み込まれた基質では、単純な可溶性キシランよりも反応が制限される場合があります。このため、キシラナーゼの働きは「どの原料を、どの工程条件で扱うか」と密接に結びついています^[5]。

証拠の強さと適切な解釈

キシラナーゼがキシランの β -1,4結合を切断する酵素であり、食品産業で広く応用されていることは、複数のレビューで一貫して整理されています。これは醸造用途を理解する上で最も基礎的で強い根拠です。キシランやアラビノキシランが植物細胞壁に存在し、加工性へ影響するという点も、穀物科学と食品酵素学の双方から支持されています^[1]。

醸造に直接関係する根拠としては、耐熱性・酸性条件への適応性を持つキシラナーゼが醸造産業向け候補として報告されていることが重要です。Alicyclobacillus 由来キシラナーゼの研究は、醸造工程に近い条件で機能する酵素特性が注目されていることを示しています^[2]。

補助的根拠として、果汁清澄化、食品加工、キシロオリゴ糖生産、穀物副産物利用の研究があります。これらはビール醸造そのものではありませんが、植物細胞壁多糖の酵素分解が粘度、抽出性、ろ過性に影響するという共通原理を示しています。ただし、原料、温度履歴、pH、固液分離方式、最終製品の品質目標が異なるため、他分野の結果をそのまま醸造結果として読むべきではありません^[8]。

Enzymes.bio での提供形態

Enzymes.bio は、Xylanase Enzyme For Brewers を醸造用途向けの酵素としてオンライン供給しています。Enzymes.bio は製造業者または研究所ではなく、製品は1 kg単位でオンラインから直接購入できます。注文時には、製品に関連する CoA と SDS が併せて提供されます。

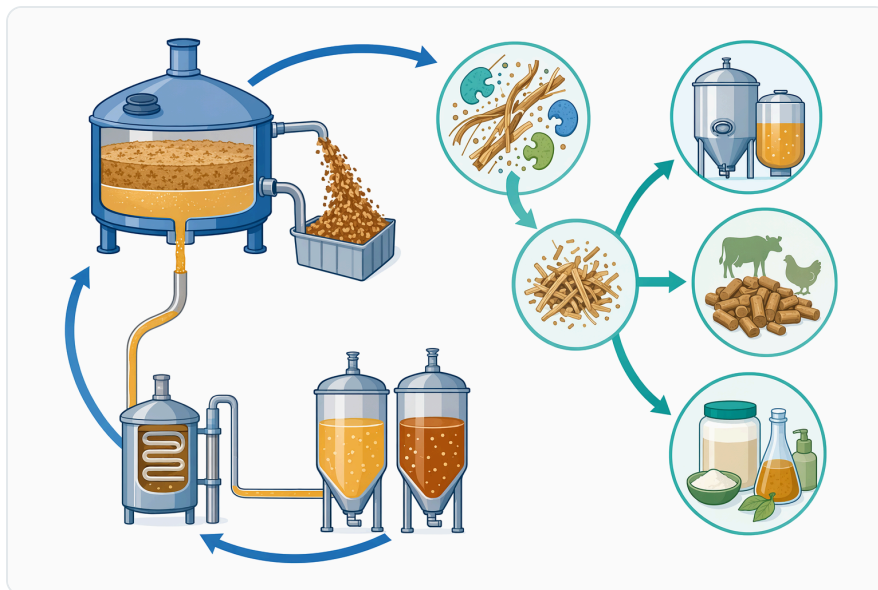


Figure 7. 라우터링에 영향을 미치는 동일한 헤미셀룰로오스 구조는 양조 부산물인 맥주박을 후숙 가치화 공정에서 어떻게 고부가가치화할 수 있는지도 좌우한다.

本製品は、アミラーゼ、 β -グルカナーゼ、プロテアーゼとは異なる役割を持つヘミセルロース対応酵素です。目的は、穀物原料中のキシランおよびアラビノキシランを部分的に低分子化し、マッシュ粘度、ラウタリング、麦汁ろ過、抽出性に関わる工程負荷を軽減することにあります。特に、小麦、ライ麦、オート麦、トウモロコシなどの副原料を使う醸造では、キシラナーゼの基質特異性が工程設計上の意味を持ちます^[4]。

まとめ

Xylanase Enzyme For Brewers は、醸造原料に含まれるキシランおよびアラビノキシランを対象とし、マッシュ粘度、ラウタリング、麦汁ろ過、抽出性の安定化を支援するプロセス補助酵素です。キシラナーゼの基本機能は、キシラン主鎖の β -1,4結合を加水分解して長鎖ヘミセルロースを短鎖化することであり、この反応がマッシュや麦汁の物性変化に結びつきます^[1]。

醸造用途で重要なのは、キシラナーゼを糖化酵素やタンパク質分解酵素と混同しないことです。キシラナーゼは発酵性糖を主に作る酵素ではなく、穀物細胞壁由来のアラビノキシランを低分子化することで、液体の流れやろ過性を改善する方向に働きます。耐熱性や酸性条件への適応性を持つキ

シラナーゼが醸造産業向けに研究されていることは、この酵素群が実際のマッシュ条件と結びついた技術であることを示しています^[2]。

Enzymes.bio は本製品を1 kg単位でオンライン供給し、注文時に CoA と SDS を提供します。Xylanase Enzyme For Brewers は、すべての醸造課題を解決する万能酵素ではありませんが、アラビノキシラン由来の粘度・ろ過性・抽出性の課題がある場合、原料設計と工程安定化を支える実務的な酵素として有用です。

Xylanase Enzyme For Brewers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。

[Xylanase Enzyme For Brewers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. Mu, D., Li, P., Ma, T., Wei, D., Montalbán-López, M., Ai, Y., Wu, X., ... et al. (2024). Advances in the understanding of the production, modification and applications of xylanases in the food industry. *Enzyme and Microbial Technology*, 179, 110473 .
2. Wang, J., Bai, Y., Shi, P., Luo, H., Huo-Huang, Yin, J., & Yao, B. (2011). A novel xylanase, XynA4-2, from thermoacidophilic Alicyclobacillus sp. A4 with potential applications in the brewing industry. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 27, 207-213.
3. Souza, T. D., & Kawaguti, H. (2021). Cellulases, Hemicellulases, and Pectinases: Applications in the Food and Beverage Industry. *Food and Bioprocess Technology*, 14, 1446 - 1477.
4. Delcour, J., Rouau, X., Courtin, C., Poutanen, K., & Ranieri, R. (2012). Technologies for enhanced exploitation of the health-promoting potential of cereals. *Trends in Food Science and Technology*, 25, 78-86.
5. Peng, Z., & Jin, Y. (2021). Activity of an Endo-1,4-β-xylanase from Wheat Malt towards Water Unextractable Arabinoxylan Derived from Wheat. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*.
6. Lin, Y., Dong, Y., Li, X., Cai, J., Cai, L., & Zhang, G. (2024). Enzymatic production of xylooligosaccharide from lignocellulosic and marine biomass: A review of current progress, challenges, and its applications in food sectors. *International Journal of Biological Macromolecules*, 134014 .

7. Kumar, A., Dhiman, S., Krishan, B., Samtiya, M., Kumari, A., Pathak, N., Kumari, A., ... et al. (2024). Microbial enzymes and major applications in the food industry: a concise review. *Food Production, Processing and Nutrition*, 6.
8. Tuncay, F. O., Cakmak, U., & Kolcuoğlu, Y. (2023). Aqueous two-phase extraction and characterization of thermotolerant alkaliphilic *Cladophora hutchinsiae* xylanase: biochemical properties and potential applications in fruit juice clarification and fish feed supplementation. *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, 54, 553 - 563.
9. Okpara, M. (2022). Microbial Enzymes and Their Applications in Food Industry: A Mini-Review. *Advances in Enzyme Research*.
10. Xiros, C., & Christakopoulos, P. (2009). Enhanced ethanol production from brewer's spent grain by a *Fusarium oxysporum* consolidated system. *Biotechnology for Biofuels*, 2, 4 - 4.

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。