

Debranching Enzyme For Brewing Industry : 醸造用デブランチング酵素の用途、作用機序、発酵性糖化への位置づけ

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

Debranching Enzyme For Brewing Industry は、醸造原料中のアミロペクチンや分岐デキストリンに含まれる α -1,6 グルコシド結合を切断し、 α -アミラーゼやグルコアミラーゼが処理しやすい直鎖状糖鎖を増やすための醸造補助酵素です。高副原料ビール、ドライな酒質設計、低残糖設計、グルテンフリー醸造、蒸留・アルコール発酵原料処理では、枝分かれデンプンをどこまで開くかがエキス利用率と発酵性の管理に関わります。Enzymes.bio では、本製品を醸造用途向け酵素の一つとして、1kg単位でオンライン直接販売しています。

醸造用デブランチング酵素とは何か

醸造分野で「デブランチング酵素」と呼ばれるものは、実務上、プルナーゼ型の枝切り酵素として扱われることが多い酵素群です。デンプンは直鎖状のアミロースと、枝分かれの多いアミロペクチンから成り、アミロペクチンの分岐点には α -1,6 結合が存在します。プルナーゼはこの分岐結合の処理に関わるアミロリティック酵素として知られ、 α -アミラーゼとプルナーゼを産生する酵母に関する研究でも、両者はデンプン系基質を分解する酵素群として整理されています^[1]。

醸造工程で重要なのは、デンプンが「糖化しやすい直鎖」だけでなく、「糖化酵素が途中で止まりやすい枝分かれ構造」を含むことです。 α -アミラーゼは主として α -1,4 結合を内部から切断し、マッシュの液化やデンプン鎖の短鎖化に寄与しますが、枝分かれ点そのものを十分に処理する酵素ではありません。枝分かれ点が残ると、 β -アミラーゼやグルコアミラーゼが非還元末端から糖を切り出す際に、限界デキストリンが残りやすくなります。デブランチング酵素はこの「枝」を切り、後続の糖化反応が進みやすい基質形態へ変える役割を持ちます^[2]。

Enzymes.bio の Debranching Enzyme For Brewing Industry は、製造業者や研究機関としてではなく、醸造・食品・発酵用途向け酵素を供給するサプライヤーの製品として位置づけられます。製品はオンラインで1kg単位により直接購入でき、注文時には CoA および SDS が併せて提供されます。個別の研究用試薬というより、醸造工程でのデンプン利用、発酵性調整、非標準原料処理を支援する産業用途向け酵素として理解するのが適切です。

デンプン構造と「枝切り」が発酵性に影響する理由

ビール酵母が利用しやすい糖は、主にグルコース、マルトース、マルトトリオースです。一方、糖化後に残る分岐デキストリンは、酵母が直接利用しにくい場合が多く、最終比重、残糖感、ボディ、アルコール収率に影響します。麦芽由来の酵素だけで十分な糖化が進む伝統的な大麦麦芽主体のマッシュでは問題が小さいこともありますが、副原料比率が高い、原料の糊化特性が異なる、狙いが高発酵度である、といった条件では枝分かれ構造が工程上の制約になります^[3]。

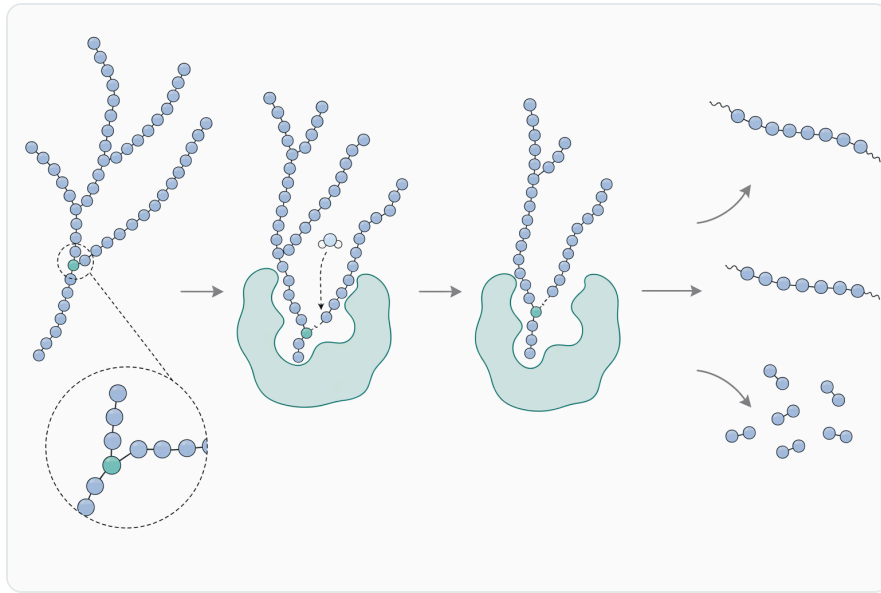


Figure 1. 풀물라나아제형 가지 제거 효소는 아밀로펙틴 유래 덱스트린의 α -1,6 분지점 결합을 가수분해하여, 다른 아밀라아제가 생성된 사슬을 추가로 처리할 수 있게 한다.

マッシングでは、原料粒度、水和、糊化、酵素の熱安定性、pH、攪拌、保持時間が複合的に影響します。麦芽粒子サイズがマッシング性能に影響することはビール製造研究でも扱われており、デンプンへのアクセス性は単に酵素を添加するだけで決まるものではありません^[4]。デブランチング酵素の効果も、基質であるアミロペクチンや分岐デキストリンが酵素に接触できる状態にあるほど発揮されやすくなります。

枝切りの意義は、糖化経路の「詰まり」を減らす点にあります。 α -アミラーゼが長鎖デンプンを短くしても、分岐点を含むデキストリンは残ります。 β -アミラーゼは非還元末端からマルトースを生成しますが、 α -1,6分岐の近くで進行が制限されます。グルコアミラーゼはグルコース生成に寄与しますが、基質構造や分岐密度によって反応の進み方が変わります。デブランチング酵素は、分岐点を開くことで、これらの糖化酵素が利用できる直鎖状領域と非還元末端を増やします^[1]。

作用機序： α -1,6 結合を切り、糖化酵素の基質を作り直す

デブランチング酵素の中心的な作用は、アミロペクチンや分岐デキストリンに含まれる α -1,6 結合の加水分解です。これにより、枝分かれした高分子またはオリゴ糖が、より直線的な α -1,4 主鎖を持つ糖鎖へ変わります。この変化は、単に分子量を下げるだけではなく、糖化酵素がアクセスできる末端や直鎖領域の配置を変える点で重要です^[1]。

たとえば、高副原料マッシュでは、 α -アミラーゼによる液化で粘性が下がっても、分岐デキストリンが多く残ることがあります。この状態でデブランチング酵素が働くと、枝分かれが解かれ、グルコアミラーゼによるグルコース生成や、 β -アミラーゼによるマルトース生成が進みやすい構造になります。したがって本酵素は「糖を直接大量に作る主酵素」というより、「他のアミラーゼが働きやすい構造へ基質を整える補助酵素」と説明するのが正確です^[2]。

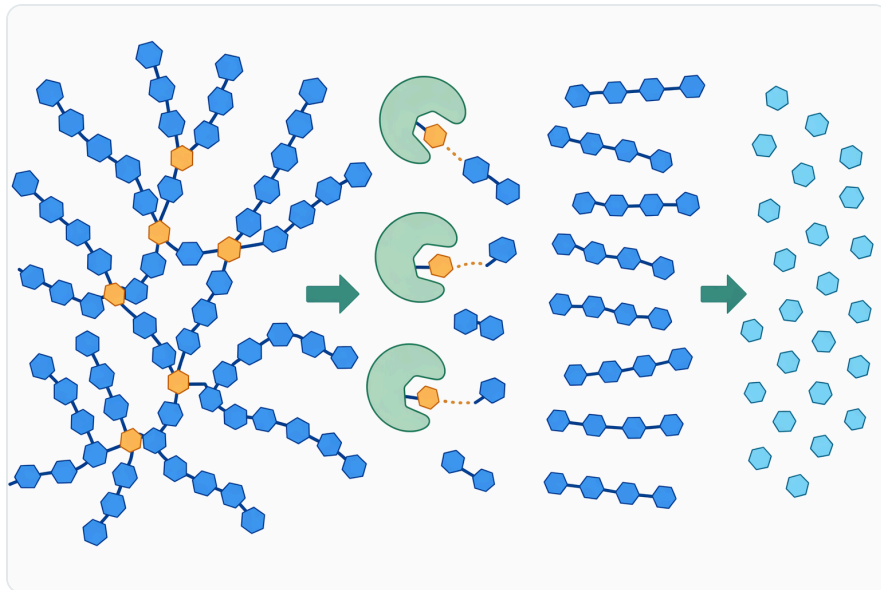


Figure 2. 가지 제거는 분지된 덱스트린 구조를 가지가 더 적은 사슬로 전환해 당화 효소가 더 쉽게 접근할 수 있게 한다.

この機序は、ドライビール、低残糖ビール、高発酵度麦汁、高重力発酵、蒸留用マッシュで特に意味を持ちます。目的が「甘味やボディを残す」設計であれば、デブランチングの過剰な進行は望ましくない場合があります。一方、残留デキストリンを抑えたい設計では、枝切りによって後続糖化を進め、酵母が利用可能な糖の比率を高める方向に働きます。ここでの効果は原料配合と併用酵素に依存するため、デブランチング酵素単独で発酵度を保証するものではありません^[3]。

醸造工程における主な用途

高副原料ビールでのデンプン利用改善

米、トウモロコシ、ソルガム、ミレット、キャッサバなどの副原料や非麦芽原料は、大麦麦芽と同じ酵素供給力を持つとは限りません。副原料の比率が高い場合、デンプンの糊化、液化、糖化の各段階を外部酵素で補う設計が必要になることがあります。デブランチング酵素は、液化後に残るアミロペクチン由来の枝分かれ構造を処理し、エキス利用と発酵性糖化を支援します。

高副原料ビールでは、単にデンプンを溶かすだけでなく、酵母が発酵できる糖にどこまで変換するかが重要です。 α -アミラーゼだけでは液化は進んでも、発酵性糖の比率が十分に高くない場合があります。デブランチング酵素を糖化系酵素と組み合わせることで、分岐デキストリンをより処理しやすい形にし、最終比重や残糖感を設計しやすくします^[1]。

ドライビール、低糖質、低残糖設計

ドライな飲み口や低残糖を狙うビールでは、発酵後に残るデキストリン量が官能品質に直結します。デブランチング酵素は、分岐デキストリンを直鎖化し、グルコアミラーゼなどによるさらなる分解を助けるため、低糖質・高発酵度設計と相性があります。ただし、ボディを構成するデキストリンも減り得るため、軽さ、アルコール感、後味、泡持ちのバランスを考慮した使い方が必要です^[3]。

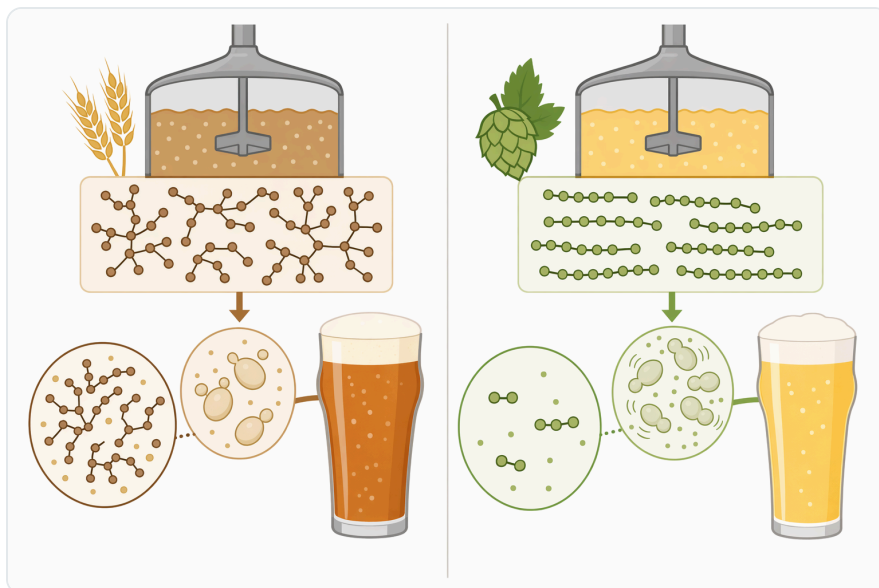


Figure 3. α -アミラーゼ, β -アミラーゼ, グルコアミラーゼ, 가지 제거 효소는 서로 다른 전분 결합이나 사슬 위치에 작용하므로 맥즙의 탄수화물 전환에서 상호 보완적인 역할을 한다.

この用途で誤解しやすいのは、デブランチング酵素が「単独で低糖質ビールを完成させる」わけではない点です。低残糖化には、原料設計、液化、糖化、発酵管理、酵母の糖利用性が関与します。デブランチング酵素はそのうち、分岐デキストリンを糖化しやすい形へ変える構造処理を担います。発酵性糖の生成そのものは、併用されるアミラーゼ類やグルコアミラーゼの寄与も大きくなります^[1]。

グルテンフリー醸造・非標準原料醸造

グルテンフリー醸造では、ソルガム、米、トウモロコシ、そば、キビ類など、大麦麦芽とは異なるデンプン特性を持つ原料が使われます。これらは糊化温度、タンパク質組成、細胞壁成分、内在酵素の量が異なるため、通常の麦芽マッシュと同じ糖化挙動を期待できません。デブランチング酵素は、こうした原料に含まれる分岐デンプンを糖化しやすくする補助として利用されます。

非標準原料では、デンプンだけでなく、アラビノキシラン、 β -グルカン、タンパク質なども麦汁粘度や濾過性に影響します。ビール製造への応用が検討されたアラビノフラノシダーゼ研究のように、醸造ではデンプン系以外の多糖分解酵素も品質調整に使われます^[5]。ただし、デブランチング酵素の対象はあくまでデンプンの分岐構造であり、細胞壁多糖やタンパク質問題を直接解決する酵素ではありません。

高重力発酵・蒸留用マッシュ

高重力発酵では、初期エキスが高く、糖組成の偏りや残留デキストリンが発酵速度、最終アルコール濃度、酵母ストレスに影響しやすくなります。デブランチング酵素は、液化後の分岐デキストリンを糖化しやすくし、発酵性糖の生成を支援します。ビールだけでなく、穀物スピリッツやアルコール発酵原料処理でも、デンプンをできるだけ発酵可能な糖へ変換したい場合に意味があります^[1]。

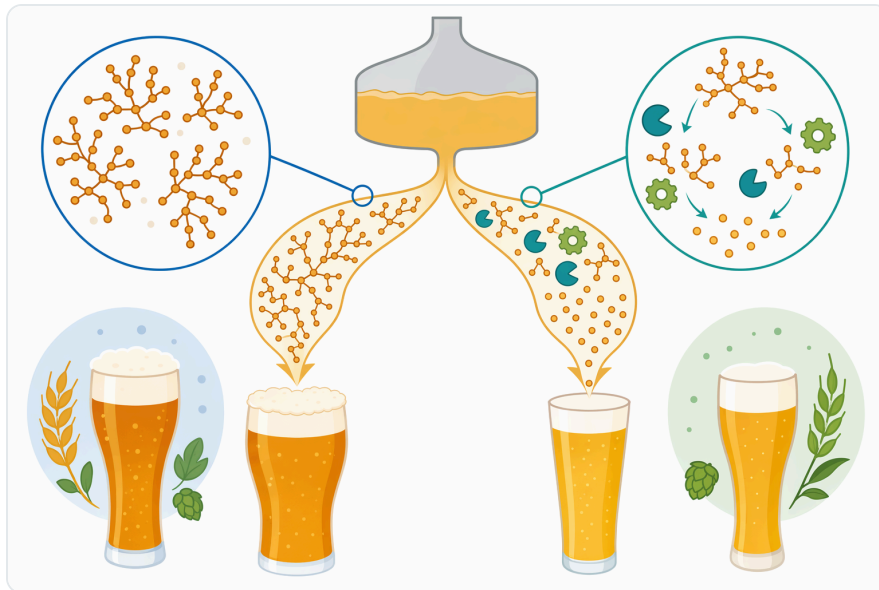


Figure 4. 분지 덱스트린을 줄이면 맥즙 조성이 더 발효 가능한 탄수화물 쪽으로 이동하고 잔류 덱스트린의 기여가 낮아질 수 있다.

蒸留用マッシュでは、最終製品に残糖やボディを残すビールとは目的が異なり、原料デンプンから発酵可能糖を効率よく得ることが重視されます。そのため、デブランチング酵素は液化酵素・糖化酵素との組み合わせで、残存分岐デキストリンを減らす方向に使われます。もっとも、穀物香味、発酵副産物、蒸留後の品質は糖化だけで決まるわけではなく、酵母、発酵温度、蒸留条件も大きく関与します^[3]。

他の醸造用酵素との違い

デブランチング酵素の価値は、 α -アミラーゼやグルコアミラーゼと競合することではなく、これらが働きやすい基質状態を作ることにあります。醸造用酵素はそれぞれ対象基質が異なり、粘度低下、糖化、濾過性改善、タンパク質分解、香味前駆体の制御など、役割が分かります。Enzymes.bio の醸造用酵素カテゴリでも、用途に応じた複数の酵素が扱われています。

酵素	主な対象結合・基質	醸造での主な役割	デブランチング酵素との関係
α -アミラーゼ	デンプン中の主に α -1,4 結合	液化、粘度低下、長鎖デンプンの短鎖化	先に液化が進むと、枝切り対象へアクセスしやすくなる
β -アミラーゼ	非還元末端側の α -1,4 結合	マルトース生成、発酵性糖の増加	分岐点で反応が制限されるため、枝切りにより作用範囲が広がる
グルコアミラーゼ	デキストリン末端からのグルコース生成	高発酵度、低残糖化	デブランチングで直鎖状基質が増えると処理しやすくなる

酵素	主な対象結合・基質	醸造での主な役割	デブランチング酵素との関係
デブランチング酵素	アミロペクチン・分岐デキストリンの α -1,6 結合	枝分かれ構造の開裂、糖化補助	他の糖化酵素の基質を整える中心的補助酵素
β -グルカナーゼ等	細胞壁多糖	粘度低下、濾過性改善	デンプン分岐ではなく細胞壁多糖を対象にする
プロテアーゼ	タンパク質、ペプチド	タンパク質分解、FAN や濁り管理への関与	デンプン糖化ではなく窒素成分管理に関与する

プロテアーゼは産業利用が広い酵素群で、タンパク質分解を通じて食品加工や発酵工程にも関わりますが、デンプンの α -1,6 分岐を切る酵素ではありません^[6]。同様に、細胞壁多糖に作用する酵素は濾過性や粘度には寄与し得ますが、分岐デキストリンの発酵性糖化を直接進めるものではありません。工程課題が「糖化不足」なのか、「粘度・濾過性」なのか、「タンパク質由来の濁り」なのかを分けて考えることが重要です。

使用タイミングの考え方

デブランチング酵素は、デンプンが水和・糊化し、液化によって酵素がアクセスしやすい状態になった段階で意味を持ちやすくなります。未糊化デンプンが多い、粒子が粗く内部へ水が入りにくい、マッシュ条件が短すぎる、といった場合には、基質への接触が制限されるため、酵素の理論的な働きが十分に現れにくくなります。マッシング性能が粒度に左右されることは、実際のビール製造研究でも示されています^[4]。



Figure 5. 가지 제거 효소는 분지 덱스트린이 접근 가능한 시점과 목표로 하는 발효도 프로필에 따라 당화 과정, 맥주 처리 또는 특정 발효 설계에 적용될 수 있다.

マッシュ中に使う場合、デブランチング酵素は糖化工程の早い段階で分岐構造を開き、後続のアミラーゼが作用しやすい状態を作ります。これは高副原料や非標準原料で、麦芽由来酵素に依存しにくい設計を行う場合に有効です。麦汁側または発酵側で使う考え方もありますが、その場合は残存デキストリンをどこまで減らすか、最終比重や官能品質をどう設計するかが焦点になります。

温度やpHに関する最適条件は、酵素起源や製品仕様により異なります。そのため、本稿では特定の活性単位、分析法、単位定義、グレードを記載しません。Enzymes.bio は供給業者であり、製造元や研究機関として酵素を開発・評価している立場ではありません。注文時に提供される CoA および SDS は、実際に購入した製品ロットに関する確認資料として扱われます。

期待できる効果と限界

デブランチング酵素に期待できる第一の効果は、枝分かれデンプンを糖化しやすい構造へ変えることです。これにより、アミラーゼ系酵素が処理できる直鎖領域が増え、発酵性糖の生成を支援します。特に、アミロペクチン由来の分岐デキストリンが残りやすい条件では、糖化効率とエキス利用の改善に寄与する可能性があります^[1]。

第二の効果は、製品設計の自由度を高めることです。ドライな酒質、軽い飲み口、低残糖、高発酵度、蒸留用の高い糖化率など、目的が明確な場合、デブランチング酵素は糖組成を発酵性側へ動かす補助手段になります。特に、グルコアミラーゼや β -アミラーゼが処理しにくい分岐デキストリンを減らす方向で働くため、単なる液化酵素とは異なる価値があります^[2]。



Figure 6. 가지 제거 효소는 분지 덱스트린이 발효성을 제한할 수 있는 고비중 양조, 부원료 전환, 글루텐 프리 양조, 드라이 또는 고발효도 음료 프로필에 관련이 있다.

一方で、過度な期待は避けるべきです。デブランチング酵素は、 β -グルカン由来の粘度、タンパク質由来の濁り、酵母栄養不足、発酵停止、酸化、香味欠陥を直接解決する酵素ではありません。また、発酵性の向上幅は、原料、マッシュ条件、併用酵素、酵母株、発酵条件に依存します。枝切りが進んでも、糖化酵素や発酵条件が適切でなければ、期待した最終比重には到達しない場合があります^[3]。

品質設計上の注意点：発酵性とボディのバランス

ビールでは、すべてのデキストリンを減らせばよいとは限りません。残存デキストリンは、口当たり、ボディ、甘味の印象、アルコール感の緩和に関与します。デブランチング酵素を強く効かせる設計では、発酵性が高まりやすい一方、製品が薄く感じられる、ドライになりすぎる、狙ったスタイルから外れる可能性があります。したがって、ドライビールや低糖質設計では利点となる作用が、モルト感や厚みを重視するスタイルでは過剰になり得ます^[3]。

副原料主体のビールでは、ボディ不足と糖化不足が同時に課題になることがあります。この場合、デブランチング酵素は糖化を助けますが、ボディの設計には原料配合、タンパク質、非発酵性炭水化物、発酵度、炭酸ガス量が関わります。酵素の役割を「発酵性を上げる」「残糖を減らす」とだけ捉えるのではなく、最終製品の口当たりと香味の中で位置づける必要があります^[4]。

Enzymes.bio における製品の位置づけ

Enzymes.bio は、醸造、食品、発酵、産業用途向け酵素をオンラインで供給するサプライヤーです。Debranching Enzyme For Brewing Industry は、醸造用酵素カテゴリに含まれる製品として掲載され、醸造原料中の分岐デンプン処理を目的とする酵素として位置づけられます。

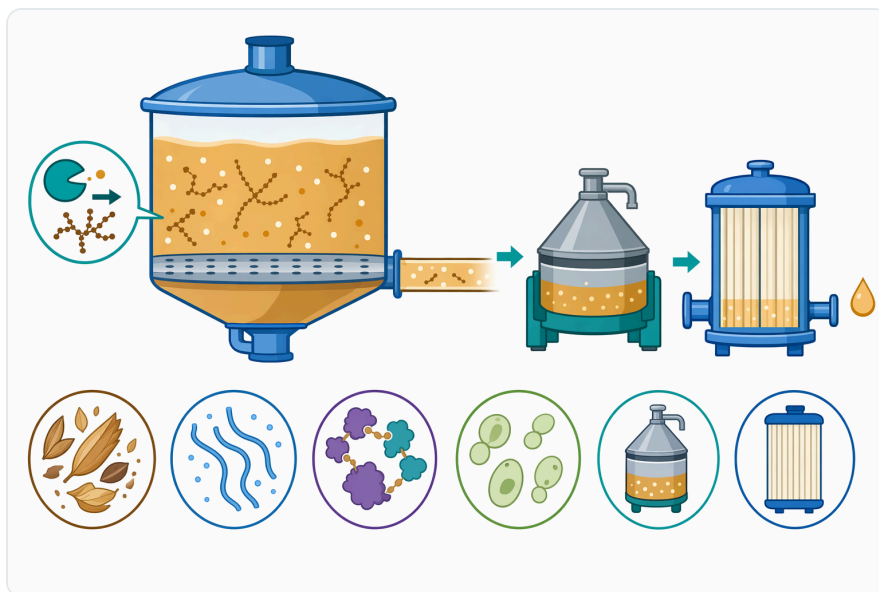


Figure 7. 가지 제거는 상류 단계에서 용해성 탄수화물 구조에 영향을 주지만, 여과조 분리, 원심분리, 여과 또는 혼탁 제어 공정을 대체하지는 않는다.

本製品は1kg単位でオンライン直接購入できます。Enzymes.bio は製造業者・研究所ではないため、ここでは特定ロットの活性単位、分析法、グレード、単位定義を本文で示しません。CoA および SDS は注文時に併せて提供されます。技術的には、 α -アミラーゼ、グルコアミラーゼ、 β -アミラーゼなどと役割を分け、分岐デキストリンを処理する補助酵素として組み込む考え方が適しています。

まとめ：枝分かれデンプンを開き、発酵性糖化を支える酵素

Debranching Enzyme For Brewing Industry は、醸造原料中のアミロペクチンや分岐デキストリンに含まれる α -1,6 結合を切断し、糖化酵素が作用しやすい直鎖状糖鎖を増やすための酵素です。 α -アミラーゼによる液化、 β -アミラーゼによるマルトース生成、グルコアミラーゼによるグルコース生成と組み合わせることで、高副原料ビール、グルテンフリー醸造、ドライビール、低残糖設計、高重力発酵、蒸留用マッシュでのデンプン利用を支援します^[1]。

ただし、本酵素は万能な糖化酵素ではありません。粘度、濾過性、タンパク質濁り、酵母栄養、香味欠陥など、デンプン分岐以外の課題には別の工程管理や酵素が関与します。最も適切な理解は、「分岐デンプンを開いて、他の糖化酵素が働きやすい基質を作る醸造補助酵素」です。

Enzymes.bio では、この用途に対応する Debranching Enzyme For Brewing Industry を1kg単位でオンライン販売しており、注文時に CoA と SDS が併せて提供されます。

Debranching Enzyme For Brewing Industry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。

[Debranching Enzyme For Brewing Industry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. S, D. D., L, G., L, B., A., A., K, L., T, N., & V, M. Z. (2016). Amylolytic Yeasts: Producers of α -amylase and Pullulanase. *The International Journal of Life-Sciences Scientific Research*, 2.
2. Rugen, M. D. (2015). The generation of tools to interrogate carbohydrate metabolism during cereal germination.
3. Heinis, J. (2010). Review of Principles of Cereal Science and Technology, 3rd ed.. *Journal of Agricultural & Food Information*, 11, 256 - 257.
4. Tan, W. Y., Li, M., Devkota, L., Attenborough, E., & Dhital, S. (2021). Mashing performance as a function of malt particle size in beer production. *Critical reviews in food science and nutrition*, 63, 5372 - 5387.
5. Li, X., Xie, X., Liu, J., Wu, D., Cai, G., & Lu, J. (2020). Characterization of a putative glycoside hydrolase family 43 arabinofuranosidase from *Aspergillus niger* and its potential use in beer production. *Food Chemistry*, 305, 125382 .
6. Mahajan, R., & Badgujar, S. B. (2010). Biological aspects of proteolytic enzymes: A Review. *Journal of Pharmacy Research*, 2048-2068.


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。