

食品グレードペクチナーゼ：サトウキビ加工の植物抽出・搾汁液清澄・粘度低減に用いる酵素

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

食品グレードペクチナーゼは、サトウキビ搾汁液、破碎マッシュ、皮・繊維質を含む植物抽出工程で、細胞壁由来のペクチン性高分子を分解し、粘度、濁り、沈降性、ろ過性を扱いやすくするための酵素加工助剤です。果汁・植物抽出分野では、ペクチナーゼ処理が搾汁性、清澄性、フェノール性成分の抽出、液体物性に影響することが複数の研究で示されています^[1]。サトウキビ用途では、ペクチナーゼを「糖を直接増やす添加剤」ではなく、植物組織をほぐし、下流の固液分離と抽出液処理を安定させるための実務的な酵素として位置づけるのが適切です。

Enzymes.bioは本製品の供給業者であり、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1kg単位にて直接購入でき、注文時にCoAおよびSDSが併せて提供されます。

サトウキビ加工でペクチナーゼが対象にする「植物抽出上の問題」

サトウキビ加工では、目的成分であるショ糖を含む液相を効率よく取り出すだけでなく、その後の送液、沈降、清澄、ろ過、濃縮、発酵、飲料化を妨げる植物由来コロイドを制御する必要があります。サトウキビは果実ではありませんが、破碎・圧搾される植物組織であり、細胞壁、細胞間層、微細繊維、ヘミセルロース、ペクチン性成分、フェノール性成分などが液相や懸濁相に移行します。水を用いた植物抽出では、細胞壁構造、粒子径、温度、拡散、粘度、固液分離が抽出効率を左右するため、酵素による細胞壁改変は抽出工程の一部として理解できます^[2]。

サトウキビ産業では、圧搾またはディフューザーによるショ糖抽出が中心工程です。多段ディフューザーのモデル研究では、サトウキビからのショ糖抽出が液相と固相の接触、拡散、溶出、工程内の物質移動に依存するプロセスとして扱われています^[3]。ペクチナーゼはショ糖そのものを加水分解する酵素ではありませんが、細胞壁のペクチン質を切断して組織の水保持性やコロイド性を変えることで、液体の流れや固液分離に間接的な影響を与える可能性があります。

サトウキビ搾汁液では、糖以外にも色素、フェノール酸、フラボノイド、酸化酵素、微粒子、繊維片が工程品質に関わります。サトウキビ由来のフラボノイドとフェノール酸に関するレビューでは、これらの化合物が植物部位に分布し、加工中に変化し、産業的価値や品質に影響し得ることが

整理されています^[4]。そのため、抽出液を単に「糖水」と見なすのではなく、植物由来多成分を含む不安定なマトリックスとして扱うことが重要です。

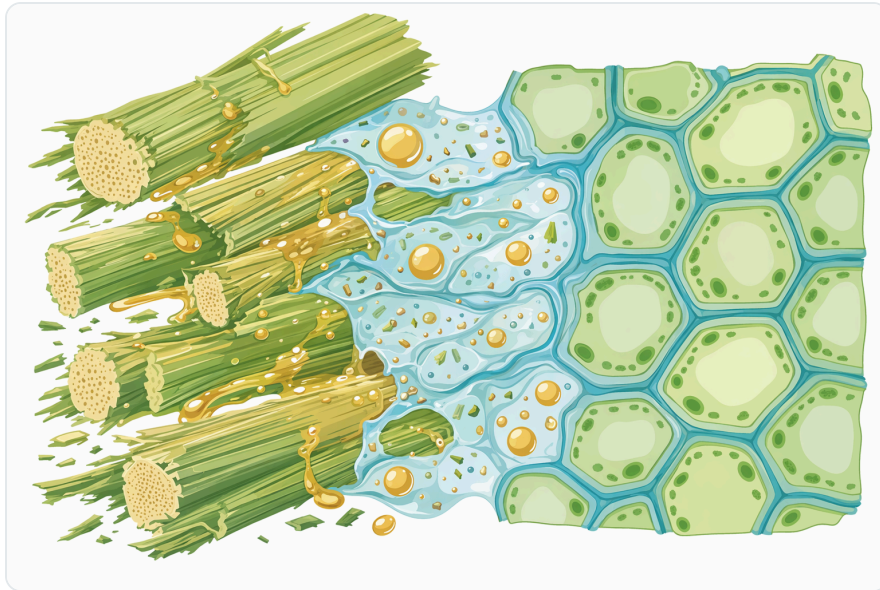


Figure 1. 식물 세포벽의 펙틴은 분쇄된 사탕수수과 식물성 원료에서 액체, 미세 고형물, 수용성 화합물을 가둘 수 있기 때문에, 펙티나아제는 가공 보조제로 사용됩니다.

ペクチナーゼの作用機序：ペクチン性高分子を短くし、組織と液相を変える

ペクチンは、植物細胞壁と細胞間層に多く存在する酸性多糖で、細胞同士の接着、水分保持、組織の硬さ、コロイド安定性に関与します。ペクチナーゼは、ペクチン骨格や側鎖構造を分解する酵素群の総称であり、長鎖のペクチン性高分子を短い断片へ変えることで、マッシュ粘度、粒子凝集、沈降、ろ過性、可溶成分の放出に影響します。ペクチナーゼの産業利用に関するレビューでは、果汁清澄、植物繊維処理、抽出、発酵関連工程など、ペクチン分解を利用する多様な食品・バイオプロセス用途が整理されています^[5]。

果汁加工で観察される典型的な変化は、ペクチンによる粘性の低下、濁りの安定化解除、固形分の沈降促進、ろ過抵抗の低減です。トマト果汁の清澄研究では、*Aspergillus niger*感染トマト果実から得られたポリガラクトナーゼがトマトジュースの清澄化に利用され、ペクチン分解酵素が濁りや懸濁性の制御に関与することが示されています^[6]。サトウキビ搾汁液はトマト果汁とは成分が異なりますが、ペクチン性コロイドが液相の濁りやろ過負荷に関与する場合、同じ「高分子多糖を切断して液体物性を変える」という考え方が適用できます。

ペクチナーゼ処理が植物組織をほぐすと、液相中に移行する成分の種類と量も変わります。Annona muricata L.果汁のペクチナーゼ支援抽出研究では、液化条件が果汁の抽出とペクチン構造に影響することが検討され、酵素処理によって植物マトリックスの物理化学的性質が変わることが示されています^[1]。この知見は、サトウキビの破碎物や副産物抽出においても、ペクチン分解が単なる粘度低下にとどまらず、組織崩壊と成分放出に関わることを示す参考になります。

サトウキビ工程で想定される主な用途

搾汁前後の粘度低減と固液分離補助

破碎後のサトウキビマッシュや搾汁液に植物細胞壁由来の可溶性多糖が多い場合、液体の流動性が落ち、沈降・ろ過・遠心分離の負荷が上がります。ペクチナーゼは、ペクチン性高分子を短くして液相の内部摩擦を下げ、懸濁粒子が凝集・沈降しやすい状態へ寄せることができます。パッションフルーツ果汁の抽出技術比較では、抽出方法が果汁の物理化学的特性に影響し、酵素的処理を含む加工条件がジュース品質を変える因子として扱われています^[7]。

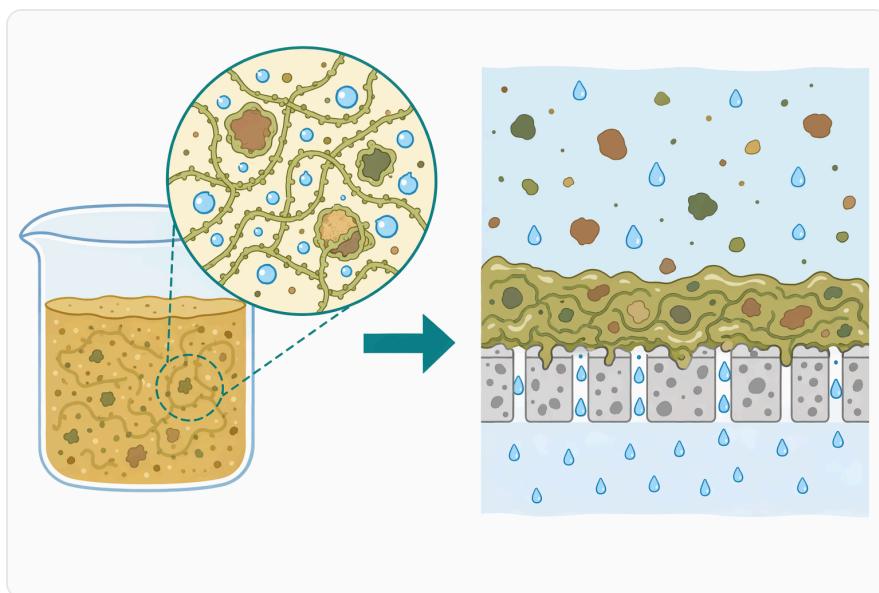


Figure 2. 길고 가지가 많은 펙틴 구조는 식물 가공 공정의 흐름에서 점도를 높이고 혼탁을 안정화하며 필터 케이크의 투과성을 낮출 수 있습니다.

サトウキビ搾汁液では、ペクチンだけでなく、デンプン、デキストラン、フルクタン、微細繊維、タンパク質、フェノール性成分なども工程トラブルに関わる可能性があります。したがって、ペクチナーゼの効果は「ペクチン性成分が工程上の主要因である場合」に最も説明しやすく、デキストランやデンプンが主原因の粘度上昇とは区別して理解する必要があります。多段抽出・糖液工程を扱う研究では、サトウキビ加工が複数の物質移動と不純物管理を伴うシステムであることが示されており、単一酵素だけで全ての物性問題を解決するという見方は適切ではありません^[3]。

清澄化とろ過負荷の低減

ペクチンは液中で水を保持し、微粒子を安定化し、濁りを沈みにくくする要因になり得ます。ペクチナーゼでペクチン鎖が短くなると、粒子表面を覆っていた保護コロイド的な性質が弱まり、沈降、フロック形成、ろ過が進みやすくなります。ワイン用ブドウ果汁の研究では、*Kluyveromyces marxianus*が分泌するペクチナーゼが、Shirazグレープマストの技術的性質と香りプロファイルに影響することが報告されており、ペクチン分解が清澄性だけでなく発酵前液の性質にも波及することを示しています^[8]。

サトウキビジュースの清澄工程では、色調、濁度、微粒子、酸化、微生物増殖が同時に問題になります。ペクチナーゼは褐変酵素や微生物を直接失活させる酵素ではありませんが、液相の粘度とコロイド性を下げることで、短時間で沈降・ろ過・熱処理などの後工程に移しやすい状態を作ります。サトウキビのフェノール性成分は加工中に変化し得るため、抽出後の滞留時間を長くしない設計が品質管理上重要になります^[4]。

サトウキビ皮・搾りかす・繊維質を含む植物抽出

サトウキビの皮、外層、搾りかす、葉部、トップなどは、糖以外にもフェノール性成分、繊維、多糖、リグニン系成分を含む植物バイオマスです。農産副産物から機能性成分や素材を取り出す場合、細胞壁の多糖ネットワークが抽出効率を制限することがあります。植物系アグロインダストリアル廃棄物からのリグニン抽出と応用に関するレビューでは、植物残渣が持続可能な素材資源として注目されており、前処理と抽出設計が価値化の鍵になることが述べられています^[9]。

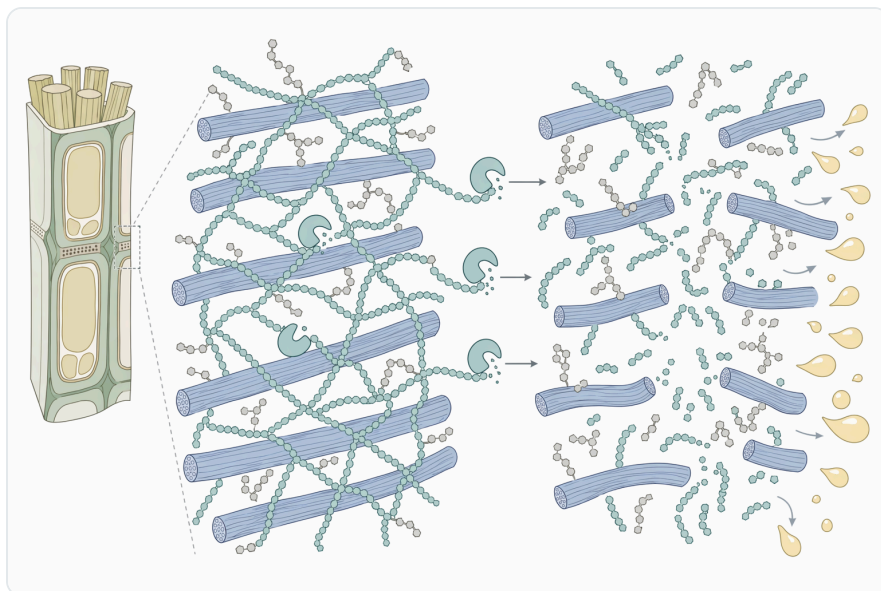


Figure 3. 펙티나아제는 펙틴성 물질을 더 짧은 조각으로 분해하여 수분 결합을 줄이고, 세포 간 부착을 약화시키며, 콜로이드 안정화를 낮춥니다.

搾りかすは、燃料、土壌改良材、バイオチャー、発酵基質、抽出原料など多様な用途を持ちます。サトウキビバガス由来バイオチャーのレビューでは、バガスが豊富な農業残渣であり、エネルギー・環境・材料分野で利用可能な原料として整理されています^[10]。ペクチナーゼはリグニンやセルロースを主に分解する酵素ではありませんが、ペクチン性接着構造を緩めることで、セルラーゼやヘミセルラーゼなど他の細胞壁分解酵素が作用しやすい前処理環境を作る場合があります。

フェノール性成分・抗酸化成分の抽出補助

植物抽出では、酵素処理によって細胞壁が開き、ポリフェノールや抗酸化成分が液相へ移りやすくなる場合があります。Vitis labrusca L. グレープジュースの研究では、ペクチン分解活性の最適化がポリフェノール抽出と元素組成に関連して検討されています^[11]。これはサトウキビそのものではありませんが、植物細胞壁のペクチン性構造がフェノール性成分の放出に関わるという点で、サトウキビ皮や外層部の抽出を考える際の有用な類似例です。

ブラジル産柑橘残渣を対象とした研究では、抽出とバイオトランスフォーメーションを同時に行い、高い生理活性を持つフェノール性化合物を得るプロセスが検討されています^[12]。このような研究は、農産残渣を単なる廃棄物ではなく、酵素を用いて価値ある成分を取り出す原料として扱う考え方を支えます。サトウキビ由来副産物でも、ペクチナーゼはペクチン性障壁を低減する補助酵素として検討され得ます。

研究知見から見た「できること」と「言い過ぎてはいけないこと」

ペクチナーゼの強い根拠は、果汁、ワイン、植物抽出、農産残渣処理に多く存在します。ロゼル抽出物を対象とした研究では、セルラーゼとペクチナーゼが風味成分と抗酸化物質に及ぼす影響が検討され、細胞壁分解酵素が抽出物の化学的プロファイルに影響し得ることが示されています^[13]。このような結果は、ペクチナーゼが単に「ろ過を助ける酵素」ではなく、抽出液の成分構成にも関与し得ることを示します。

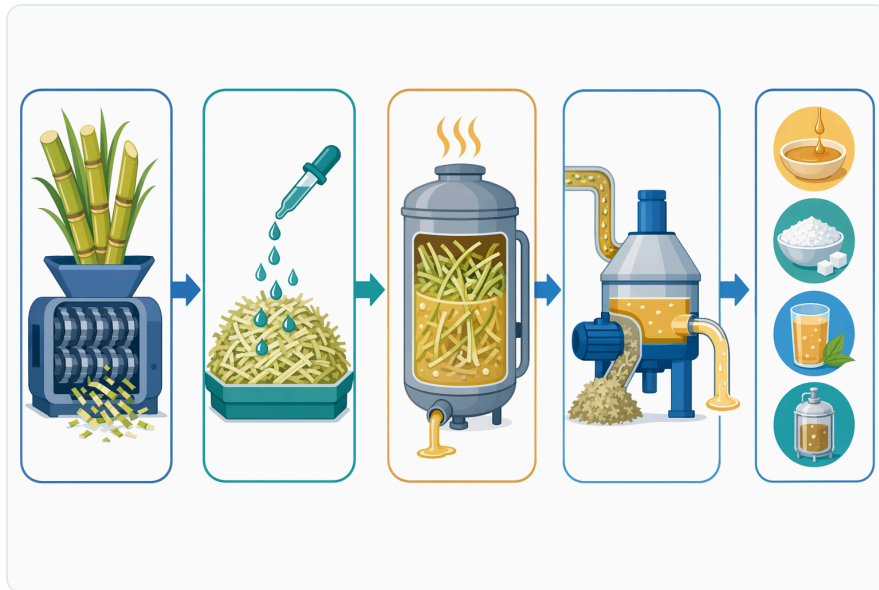


Figure 4. 식품 등급 펙티나아제는 침전, 원심분리 또는 여과 전에 분쇄된 사탕수수나 식물 매시가 주스와 접촉해 있는 동안 첨가하는 것이 가장 합리적입니다.

一方で、サトウキビ加工におけるペクチナーゼ単独の効果を、あらゆる条件で直接証明した公開研究は、果汁一般の研究ほど多くありません。したがって、本製品を説明する際には、サトウキビ専用に万能性が実証された酵素としてではなく、果汁・植物抽出で根拠のあるペクチン分解技術を、サトウキビ搾汁液や副産物抽出に応用する加工助剤として表現する必要があります。サトウキビには品種、成熟度、部位、破碎度、滞留時間、微生物状態の差があり、抽出液の挙動はそれらに左右されます^[4]。

また、ペクチナーゼは微生物制御剤ではなく、酸化褐変を直接止める酵素でもありません。サトウキビジュースでは抽出後の品質変化が速く、フェノール性成分や酵素活性が色調に影響するため、ペクチナーゼ処理だけで色調安定性や保存性を保証することはできません^[4]。粘度と濁りを下げて後工程に移しやすくすることと、微生物増殖や酸化反応を制御することは、工程設計上は別の課題として扱うべきです。

比較表：サトウキビ工程でのペクチナーゼの位置づけ

工程課題	主な原因になり得る成分・現象	ペクチナーゼで期待できる関与	注意すべき限界
破碎マッシュの流動性低下	ペクチン性高分子、微細繊維、細胞壁片	ペクチン鎖を短くし、マッシュの水保持性と粘度を下げる方向に働く	セルロース主体の硬い繊維は主対象ではない

工程課題	主な原因になり得る成分・現象	ペクチナーゼで期待できる関与	注意すべき限界
搾汁液の濁り・沈降不良	ペクチン性コロイド、微粒子、タンパク質、多糖	コロイド安定性を弱め、沈降・ろ過を進めやすくする	褐変や微生物増殖を直接止めるものではない
ろ過負荷の増大	粘性多糖、細かい懸濁物、ゲル状物質	ペクチン由来のろ過抵抗を軽減する可能性	デキストランやデンプンが主因の場合は別酵素の領域
副産物からの成分抽出	細胞壁ネットワーク、ペクチン性接着構造	皮・外層・搾りかすの組織を緩め、可溶成分の移行を助ける	抽出対象がリグニンやセルロースの場合、単独効果は限定的
発酵前処理	粘度、懸濁固形分、植物組織の分散	発酵前液を扱いやすくし、固液分離や送液を補助	発酵菌の代謝や汚染制御を直接代替しない

この比較から分かるように、ペクチナーゼが最も得意とするのは「ペクチン性高分子が液体物性や固液分離を悪化させている場面」です。ジャックフルーツの芯をシロップ生産へ価値化する研究では、ペクチナーゼとセルラーゼを用いた酵素加水分解により、農業廃棄物を糖質資源として利用するアプローチが検討されています^[14]。サトウキビ副産物でも、目的が糖液回収、抽出、発酵、素材化のいずれであっても、どの細胞壁成分が律速になっているかを分けて考えることが重要です。

他の細胞壁分解酵素との関係

植物細胞壁はペクチンだけで構成されているわけではありません。セルロース微繊維、ヘミセルロース、リグニン、タンパク質、多糖複合体が組み合わさり、部位や成熟度によって構造が変わります。そのため、サトウキビの繊維質やバガスを含む処理では、ペクチナーゼ単独よりも、セルラーゼ、ヘミセルラーゼ、アミラーゼ、デキストラナーゼなどとの役割分担を理解する方が実務的です。温好性微生物とその酵素に関する産業バイオテクノロジーのレビューでは、産業工程で複数の酵素が温度、安定性、基質特異性に応じて利用されることが整理されています^[15]。

ただし、複数酵素の併用は「多ければよい」という意味ではありません。ペクチナーゼはペクチン性構造を緩める酵素であり、セルラーゼはセルロース領域、アミラーゼはデンプン、デキストラナーゼはデキストランに対して異なる機能を持ちます。サトウキビ加工では、微生物由来多糖やデンプンが結晶化、粘度、ろ過性に関わることがあるため、ペクチナーゼの効果が見えにくい場合には、問題となる多糖の種類がペクチン以外である可能性も考えられます^[3]。



Figure 5. 식물 가공 효소는 종류별로 표적으로 삼는 기질이 다르므로, 펙틴 관련 점도, 혼탁 또는 세포 부착이 분리를 제한할 때 펙티나아제가 가장 관련성이 높습니다.

工程への組み込み方：添加点を目的別に考える

ペクチナーゼは、水分を含む破碎原料、マッシュ、搾汁液、抽出液、または副産物スラリーに接触させることで作用します。工程上の狙いが「圧搾前に組織を緩めること」なのか、「搾汁後に清澄しやすくすること」なのか、「副産物から機能性成分を抽出すること」なのかによって、適切な添加点は変わります。植物抽出における水系プロセスのレビューでは、抽出効率が原料構造、溶媒、温度、時間、拡散、分離工程の相互作用に左右されることが強調されています^[2]。

圧搾前に用いる場合、ペクチナーゼは破碎されたサトウキビ組織の細胞間層を緩め、液体が外へ出やすい状態を作ることを目指します。これは果実マッシュの酵素マセレーションに近い考え方です。Annona muricata L.果汁の研究では、ペクチナーゼ支援液化がペクチン構造と抽出挙動に影響しており、破碎植物組織の処理において酵素が物性を変えることが示されています^[1]。

搾汁後に用いる場合、目的は液相中のペクチン性コロイドを減らし、沈降、遠心分離、ろ過、清澄の負荷を下げることです。トマトジュースの清澄化研究のように、ペクチン分解酵素は濁りを持つ植物性液体の清澄に利用されます^[6]。サトウキビジュースでも、ペクチン性濁りが問題となる場合には、清澄前処理としての利用が考えられます。

副産物抽出で用いる場合、サトウキビ皮、搾りかす、外層部、葉部などの細胞壁を部分的に開き、フェノール性成分、多糖、可溶性固形分の抽出を助ける用途になります。ヘーゼルナッツ皮からのポリフェノールのグリーン抽出をラボから半工業規模へ展開した研究では、農産副産物中の機能性

成分を効率よく取り出す工程設計の重要性が示されています^[16]。サトウキビ副産物でも、酵素処理は抽出強化の一要素として考えられます。

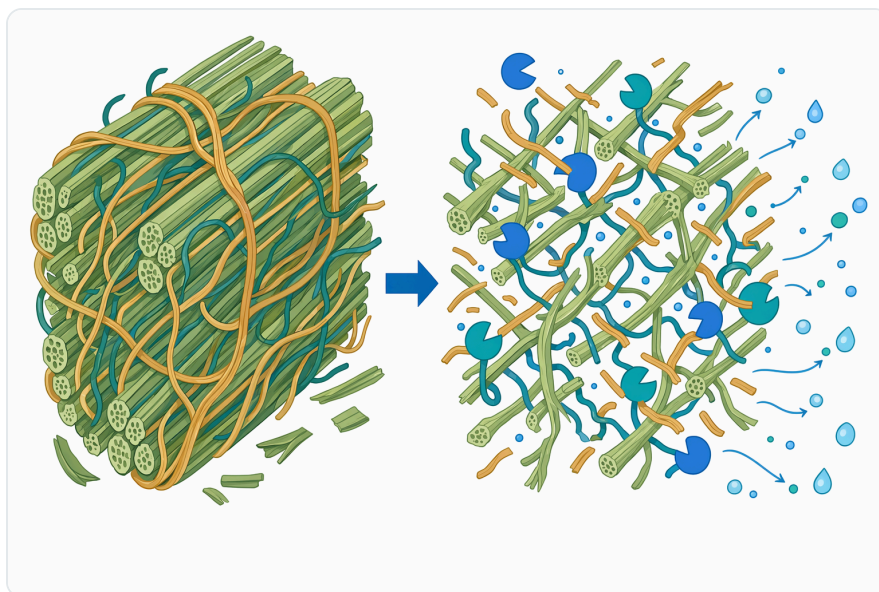


Figure 6. 사탕수수 바이오매스 연구는 효소 처리 결과가 세포벽 접근성과 이전 가공 이력에 크게 좌우된다는 것을 보여줍니다.

温度・pH・滞留時間を扱う際の考え方

ペクチナーゼはタンパク質酵素であるため、温度、pH、滞留時間、溶存成分、酸化剤、金属イオン、せん断、加熱履歴によって働き方が変わります。ただし、ここで重要なのは、特定の数値条件を固定的に示すことではなく、サトウキビ工程の実際の液性と処理目的に合わせて、酵素が失活しにくく、かつ基質に接触できる段階に配置することです。固定化ペクチナーゼをセルロースハイドロゲル内に区画化した研究では、酵素の微小環境が触媒特性や産業応用上の安定性に影響することが示されており、酵素活性は周囲条件に強く依存することが分かります^[17]。

サトウキビ加工では、抽出後のジュースが酸化、発酵、褐変、微生物増殖を受けやすいため、酵素処理の滞留時間を長く取りすぎると、別の品質劣化が進む可能性があります。フェノール性成分と加工変化に関するサトウキビ研究は、糖液中の非糖成分が品質と産業価値に関わることを示しており、酵素処理は品質管理全体の中に組み込むべき工程です^[4]。

酸化性洗浄剤や殺菌工程との関係にも注意が必要です。ペクチナーゼは化学的な酸化に強い処理剤ではなく、酸化剤や過酷な熱履歴にさらされると機能が低下する可能性があります。サトウキビ工程では、衛生管理、殺菌、清澄、加熱、不活化が別々の目的で使われるため、ペクチナーゼを作用させたい段階と、酵素を止めたい段階を工程上で分けて考えるのが自然です^[3]。

品質面で期待できる効果と注意点

ペクチナーゼ処理によって期待できる最も直接的な品質効果は、液体の扱いやすさです。粘度が下がると、ポンプ移送、タンク内混合、沈降、ろ過、ろ過、熱交換、充填などの工程が安定しやすくなります。Strychnos cocculoidesジュースの研究では、熱処理とペクチナーゼマセレーションがフェノール化合物と物理化学的品質に影響することが検討され、酵素処理が植物性飲料の化学品質と物性の両方に関わることが示されています^[18]。



Figure 7. 펙티나아제를 이용한 추출은 펙틴 장벽을 분해하면 플라보노이드, 페놀성 화합물, 단백질, 섬유질 및 기타 식물 유래 물질의 방출을 개선할 수 있기 때문에 다양한 식물성 시스템에 적용될 수 있습니다.

一方で、抽出を強めることは常に良い方向だけに働くとは限りません。細胞壁が開くと、目的成分だけでなく、苦味、渋味、褐変に関与する成分、微細懸濁物も液相に移りやすくなる可能性があります。ワイン用グレープマストでペクチナーゼが技術的性質と香りプロファイルに影響した研究は、ペクチン分解が単なる清澄だけでなく官能・揮発性成分にも波及し得ることを示しています^[8]。サトウキビジュース飲料では、清澄性とフレッシュ感、色調、香味のバランスを考える必要があります。

また、ペクチナーゼは糖化酵素としてショ糖を直接増やすものではありません。圧搾効率や抽出性が改善されれば、液相に移る可溶性固形分が増える可能性はありますが、それは原料中に既に存在する成分の回収性が変わるためです。サトウキビディフューザー研究が示すように、ショ糖回収は原料と液相の接触、拡散、抽出条件に依存するため、ペクチナーゼはその中の細胞壁・コロイド側を補助する要素として捉えるべきです^[3]。

Enzymes.bioにおける本製品の位置づけ

Enzymes.bioの食品グレードペクチナーゼは、サトウキビ加工における植物抽出、搾汁液の清澄、粘度低減、ろ過性改善、副産物抽出の補助に用いる酵素として位置づけられます。Enzymes.bioは供給業者であり、製造業者または研究機関ではないため、本ページでは製造条件、独自試験、特定の活性単位、分析法の定義を提示するのではなく、公開研究に基づいた用途理解と工程上の考え方を整理しています。製品はオンラインで1kg単位にて直接販売され、CoAおよびSDSは注文時に併せて提供されます。

この製品を導入する際の技術的な理解としては、第一に「ペクチン性高分子を低分子化する酵素」であること、第二に「粘度・濁り・固液分離・抽出抵抗に関わる工程助剤」であること、第三に「褐変防止剤、殺菌剤、シヨ糖生成剤ではない」ことを明確にする必要があります。ペクチナーゼの産業応用レビューでは、食品加工、植物繊維、抽出、バイオプロセスにまたがる用途が示されており、サトウキビ加工はその中でも植物マトリックス処理の一例として理解できます^[5]。

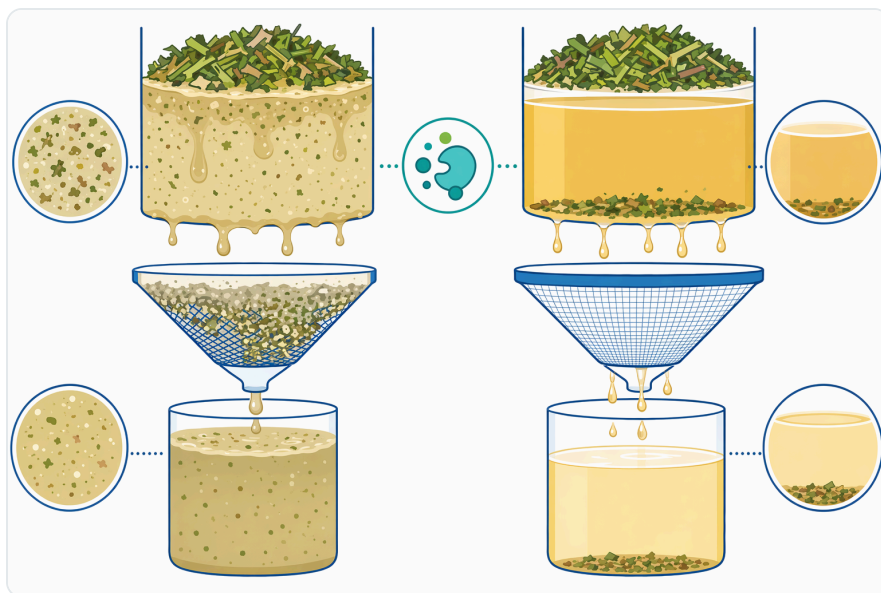


Figure 8. 펙틴이 주요 원인일 경우, 펙티나아제 처리로 기대되는 이점에는 액체 방출 개선, 점도 저하, 더 나은 청징 거동, 여과 부담 감소가 포함됩니다.

まとめ：サトウキビ加工での価値は「抽出液を扱いやすくする」ことにある

食品グレードペクチナーゼは、サトウキビの破砕物、搾汁液、皮・繊維質を含む副産物抽出において、ペクチン性高分子を分解し、粘度低下、清澄補助、ろ過負荷低減、組織崩壊、可溶成分の放出を支援する酵素です。果汁や植物抽出の研究では、ペクチナーゼ処理がペクチン構造、液体物性、フェノール性成分、清澄性に影響することが示されており、サトウキビ用途にも応用可能な技術的根拠があります^[1]。

ただし、サトウキビ加工では、ペクチン以外にもデンプン、デキストラン、微細繊維、フェノール性成分、酸化酵素、微生物が工程品質に影響します。したがって、ペクチナーゼは全ての問題を単独で解決するものではなく、ペクチン性コロイドと細胞壁構造に由来する抵抗を下げるための酵素加工助剤として使うのが適切です。サトウキビのフェノール性成分と加工中の変化に関する知見は、抽出後の液体品質を多面的に管理する必要性を示しています^[4]。

Enzymes.bioの食品グレードペクチナーゼは、1kg単位でオンライン直接購入できる、植物抽出・糖液処理向けの実務的な酵素です。サトウキビ搾汁液の清澄、破碎マッシュの流動性改善、副産物抽出、発酵前処理などで、ペクチン性成分が工程負荷になっている場合に検討しやすい選択肢となります。

Food-Grade Pectinase For Plant Extraction For Sugarcane Processing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。

[Food-Grade Pectinase For Plant Extraction For Sugarcane Processing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. Makebe, C. W., Desobgo, Z. S., Ambindei, W. A., Billu, A., Nso, E., & Nisha, P. (2020). Optimization of pectinase-assisted extraction of Annona muricata L. juice and the effect of liquefaction on its pectin structure.. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*.
2. Gallina, L., Cravotto, C., Capaldi, G., Grillo, G., & Cravotto, G. (2022). Plant Extraction in Water: Towards Highly Efficient Industrial Applications. *Processes*.
3. Souza Noel Simas Barbosa, L., Santiago, P. A., & Jr., P. S. (2017). Modelling a Multi-Stage Diffuser for Sucrose Extraction in Sugarcane Biorefineries. *Defect and Diffusion Forum*, 379, 149 - 156.
4. Hewawansa, U. H. A. J., Houghton, M., Barber, E., Costa, R. S., Kitchen, B., & Williamson, G. (2024). Flavonoids and phenolic acids from sugarcane: Distribution in the plant, changes during processing, and potential benefits to industry and health.. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23 2, e13307 .

5. Shrestha, S., Rahman, M. S., & Qin, W. (2021). New insights in pectinase production development and industrial applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 105, 9069 - 9087.
6. Ajayi, A., Peter-Albert, C., Akeredolu, M., & Shokunbi, A. A. (2015). Clarification of Tomato Juice with Polygalacturonase Obtained from Tomato Fruits Infected by Aspergillus niger. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 18 2, 74-80 .
7. Sheela, K. (2018). EFFECT OF EXTRACTION TECHNIQUES ON PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF PASSION FRUIT JUICE.
8. Rollero, S., Zietsman, A., Buffetto, F., Schückel, J., Ortiz - Julien, A., & Divol, B. (2018). Kluyveromyces marxianus Secretes a Pectinase in Shiraz Grape Must That Impacts Technological Properties and Aroma Profile of Wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66 44, 11739-11747 .
9. Mateo, S., Fabbrizi, G., & Moya, A. (2025). Lignin from Plant-Based Agro-Industrial Biowastes: From Extraction to Sustainable Applications. *Polymers*, 17.
10. Zafeer, M., Menezes, R. A., Venkatachalam, H., & Bhat, K. (2023). Sugarcane bagasse-based biochar and its potential applications: a review. *Emergent Materials*, 7, 133 - 161.
11. Toaldo, I. M., Gois, J. D., Fogolari, O., Hamann, D., Borges, D. L. G., & Bordignon-Luiz, M. (2014). Phytochemical Polyphenol Extraction and Elemental Composition of Vitis labrusca L. Grape Juices Through Optimization of Pectinolytic Activity. *Food and Bioprocess Technology*, 7, 2581-2594.
12. Madeira, J. V., & Macêdo, G. (2015). Simultaneous extraction and biotransformation process to obtain high bioactivity phenolic compounds from brazilian citrus residues. *Biotechnology progress (Print)*, 31.
13. M, M., Fulazzaky, M. A., Juanda, D., Rahmawati, S., & Amalia, L. (2025). Effects of cellulase and pectinase on flavor compounds and antioxidants in roselle extract. *Food Research*.
14. Longern, K., Wisansakkul, S., Pansakron, S., Thippayajan, S., Pannarat, N., Chaisingkan, P., & Oupathumpanont, O. (2024). Increasing the value of jackfruit cobs as agricultural waste materials for syrup production by enzymatic hydrolysis using pectinase and cellulose. *Journal of Applied Research on Science and Technology (JARST)*.
15. Gomes, E., Souza, A. R., Orjuela, G., Silva, R., Oliveira, T., & Rodrigues, A. (2016). Applications and Benefits of Thermophilic Microorganisms and Their Enzymes for Industrial Biotechnology.
16. Capaldi, G., Voss, M., Tabasso, S., Stefanetti, V., Branciarri, R., Chaji, S., Grillo, G., ... et al. (2024). Upgrading hazelnut skins: Green extraction of polyphenols from lab to semi-industrial scale. *Food Chemistry*, 463 Pt 1, 140999 .
17. Hu, R., & A, M. (2021). Compartmentalization of Pectinase within Cellulose Hydrogel: An Efficient Technique to Enhance the Catalytic Properties of Pectinase for Industrial Applications. *Austin Journal of Biotechnology & Bioengineering*.
18. Ngadze, R. T., Verkerk, R., Nyanga, L., Fogliano, V., Ferracane, R., Troise, A., & Linnemann, A. (2018). Effect of heat and pectinase maceration on phenolic compounds and physicochemical quality of Strychnos cocculoides juice. *PLoS ONE*, 13.


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。