

Acid Cellulase Enzyme For Hydrolyzing Fiber | 繊維加水分解向け酸性セルラーゼの用途と作用機序

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

Acid Cellulase Enzyme For Hydrolyzing Fiber は、酸性～弱酸性条件でセルロース系繊維を部分加水分解し、植物細胞壁の開放、綿・ジュートなどの表面改質、食物繊維素材の機能性調整、リグノセルロースの糖化補助に使われる酵素製品です。Enzymes.bio は本製品をオンラインで供給するサプライヤーであり、1 kg単位で直接購入でき、注文時にCoAおよびSDSが併せて提供されます。セルラーゼ処理の実用効果は、セルロース鎖の切断そのものだけでなく、繊維表面、細胞壁、非晶領域、複合材料界面をどの程度制御して変えるかによって決まります^[1]。

Acid Cellulase Enzyme For Hydrolyzing Fiberとは何か

Acid Cellulase Enzyme For Hydrolyzing Fiber は、セルロースを含む繊維性原料を酸性側の工程条件で処理するための酸性セルラーゼです。セルロースはグルコース単位が β -1,4結合で直鎖状につながった多糖で、植物細胞壁、綿、ジュート、木質パルプ、農産副産物、食品副産物、飼料原料、リグノセルロース系バイオマスに広く存在します。酸性セルラーゼは、こうした基質のセルロース部分に作用し、繊維を完全に溶解させるというより、表層のフィブリル除去、細胞壁のゆるみ、重合度の低下、可溶化成分の増加、後続処理へのアクセス改善をもたらす用途で使われます。

「酸性セルラーゼ」という名称は、特定の単一酵素だけを意味するのではなく、酸性域でセルロース加水分解に使われるセルラーゼ系製品を指す実務上の呼称です。多くのセルラーゼ系では、セルロース鎖の内部を切るエンドグルカナーゼ、鎖末端から短い糖鎖を切り出すセロビオヒドロラーゼ、生成したセロビオースなどをグルコースへ変える β -グルコシダーゼが協調します。ヤク第一胃メタゲノム由来GH5セルラーゼの研究でも、リグノセルロース加水分解や反芻動物飼料利用におけるセルラーゼの役割が、セルロース分解能と基質アクセス性の観点から扱われています^[1]。

繊維加水分解向け酸性セルラーゼの価値は、強酸、強アルカリ、高せん断機械処理だけに頼らず、セルロースを含む構造の「弱い場所」を選択的に変えられる点にあります。綿布やジュート混織物では表面繊維の処理、食品副産物では食物繊維の保水性・膨潤性・発酵性の調整、飼料・サイレー

ジでは繊維分解と発酵品質の改善、ナノセルロースでは結晶性セルロース領域の取り出しやすさに関係します。酸性セルラーゼ前処理による手織り綿布の物性改善を扱った研究は、繊維加工分野でこの酵素群が実用的な表面改質ツールとして評価されてきたことを示しています^[2]。

作用機序：セルロース鎖の切断と繊維構造の再編成

セルラーゼの直接作用は、セルロース鎖中の β -1,4グリコシド結合を水の存在下で切断することです。ただし、繊維原料の中のセルロースは単独で露出しているわけではなく、結晶領域、非晶領域、ヘミセルロース、ペクチン、リグニン、タンパク質、フェノール性成分、無機成分などと組み合わさっています。そのため、セルラーゼ処理の見え方は、単なる糖生成だけでなく、繊維束のほぐれ、表面粗さの低下、微細孔の増加、抽出成分の放出、複合材料界面の変化として現れます^[3]。

エンド型作用：非晶領域と表面フィブリルを開く

エンドグルカナーゼ型の作用は、セルロース鎖の内部を切断し、長い鎖に新しい末端を作ります。繊維表面では、毛羽や微細フィブリルが切られやすく、綿布やジュート混織物では風合い、表面感、毛羽立ち、重量変化、強度保持のバランスに影響します。ジュート・コットン混織ファブリックを対象に、酸・アルカリ処理とセルラーゼを含む混合酵素処理を比較した研究では、化学処理と酵素処理の組み合わせが布の性質を変えることが検討されており、セルロース系表面改質では「どの程度削るか」が重要になります^[4]。

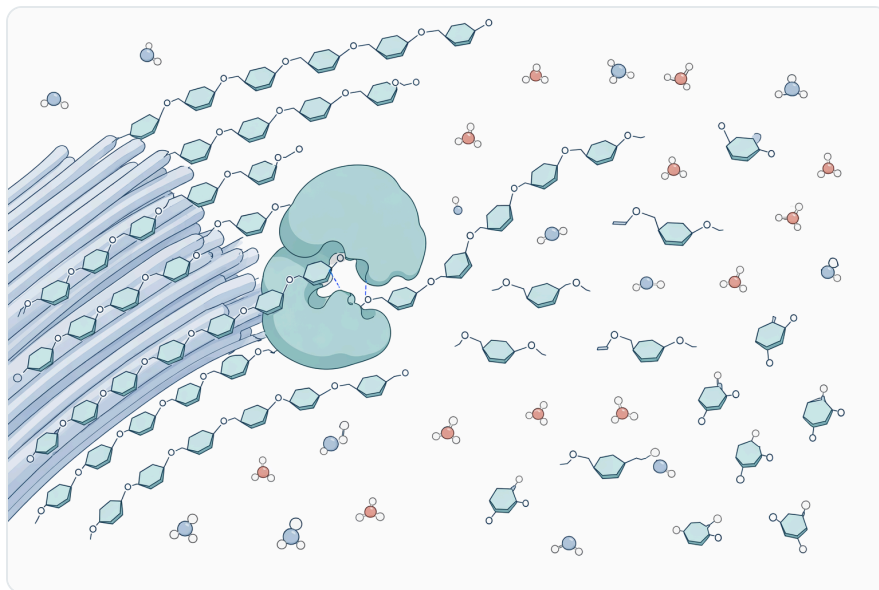


Figure 1. 산성 셀룰라아제는 수화된 셀룰로오스에서 접근 가능한 베타-1,4 결합을 가수분해하여 사슬을 짧게 만들고 식물 섬유 네트워크를 약화시킵니다.

エキソ型作用と糖化：短鎖化を発酵性糖へ近づける

セルロースが十分に露出し、酵素が繊維内部まで到達できる条件では、エキソ型セルラーゼが鎖末端からセロビオースなどを切り出し、 β -グルコシダーゼがさらにグルコースへ変換します。この段階的な糖化は、バイオ燃料、乳酸発酵、飼料原料の利用性改善などで重要です。セルロースから乳酸を得るバイオ変換を3Dバイオプリンティングした酵素・細菌共生系で扱った研究は、セルラーゼ反応が微生物発酵と接続されると、単なる繊維改質ではなく炭素源変換の中核になることを示しています^[5]。

基質アクセス性：リグニン、ヘミセルロース、ペクチンが結果を左右する

セルラーゼはセルロースに作用しますが、植物原料ではセルロースがリグニンやヘミセルロースに覆われていることが多く、酵素の接近が制限されます。トウモロコシふすまや全株トウモロコシサイレージで、フェルラ酸エステラーゼ産生接種剤が繊維分解と微生物多様性を変える研究は、セルロースだけでなく、ヘミセルロース架橋やフェノール酸結合を含む細胞壁全体の開放が繊維分解に関わることを示しています^[6]。したがって、酸性セルラーゼの効果は「セルロース含量」だけでなく、「セルロースがどれだけ酵素に見えているか」によって大きく変わります。

主な用途領域と実用上の意味

綿・ジュート・デニムなどの繊維表面改質

繊維加工では、酸性セルラーゼはセルロース系繊維の表面にある微細フィブリルを部分的に加水分解し、毛羽、ざらつき、表面の不均一性を抑える目的で使われます。手織り綿布の酸性セルラーゼ前処理最適化を扱った研究では、物理的性質の改善を目的に酵素処理条件が検討されており、セルラーゼが綿繊維表面の制御処理に使われることが示されています^[2]。一方で、過度の処理は重量減少や強度低下につながるため、繊維加工におけるセルラーゼは「強く分解する酵素」ではなく、「表面を必要量だけ削る酵素」として扱うのが実務的です。

ジュート・コットン混織ファブリックでは、ジュート側のリグノセルロース構造とコットン側のセルロース構造が同時に存在するため、酵素反応の影響は単純ではありません。酸・アルカリ処理とセルラーゼ含有混合酵素処理を比較した研究では、布の性質が前処理と酵素処理の組み合わせによって変化することが検討されています^[4]。このような混織素材では、セルラーゼが綿とジュートの両方に作用し得る一方、非セルロース成分の残存や繊維の太さが仕上がりを左右します。

食物繊維素材・食品副産物の機能性調整

食品副産物や植物由来粉末では、セルラーゼ処理によって不溶性繊維の粒子構造、可溶化、保水性、膨潤性、ポリフェノールのアクセス性が変わることがあります。ココナッツケーキ食物繊維に関する研究データでは、セルラーゼ加水分解、酸処理、粒度分布が物理化学的・機能的性質に影響することが扱われています^[7]。これは、セルラーゼが食品素材の栄養表示上の「繊維量」を単純に増やすのではなく、既存の繊維マトリックスを変えて、水との相互作用、消化中の挙動、成分放出を変える可能性があることを示します。

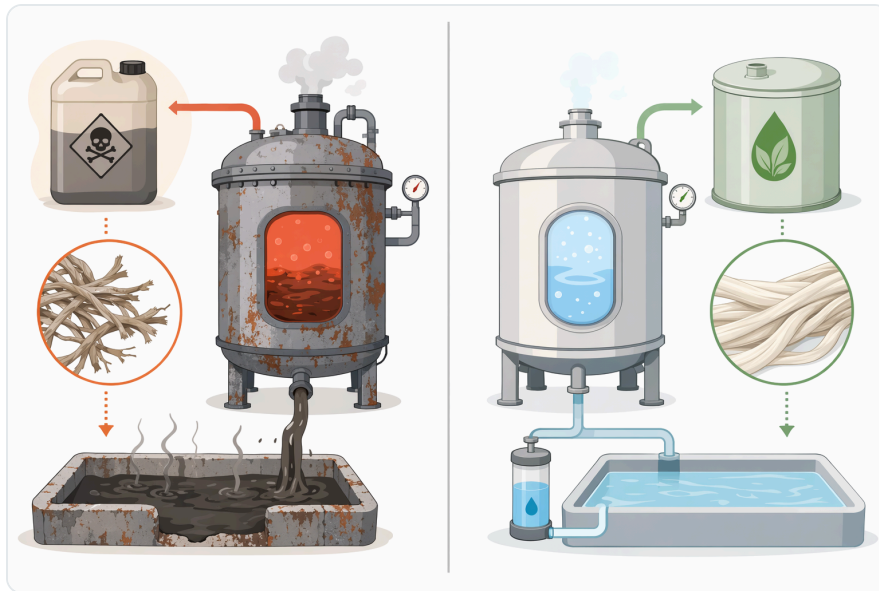


Figure 2. 산성, 중성, 알칼리성 셀룰라아제는 공정의 pH 화학 조건과 해당 조건에 대한 기질의 내성에 따라 선택됩니다.

ジャックフルーツ果肉の食物繊維に含まれる非抽出性ポリフェノールを、アルカリ、酸、酵素加水分解で放出・同定した研究では、繊維マトリックスに結合または閉じ込められたフェノール性成分が処理方法によって異なる形で現れることが報告されています^[8]。酸性セルラーゼは、このような植物細胞壁・食物繊維の構造をゆるめることで、可溶性成分や抗酸化関連成分のアクセス性を高める設計に関与できます。ただし、放出される成分の種類や量は原料固有のフェノール組成、ペクチン量、乾燥履歴、粒子構造に依存します。

コーヒー副産物を動的高圧、アセチル化、セルラーゼ加水分解で改質した研究では、持続可能な食品素材としての機能性利用が検討されています^[9]。この種の副産物利用では、セルラーゼ処理は廃棄物の単純な分解ではなく、食物繊維、フェノール成分、褐色色素、タンパク質、多糖が共存する複雑なマトリックスを、粉体素材や機能性原料として扱いやすい状態に近づける技術です。

焼成食品・植物性食品でのテクスチャー調整

小麦パンに耐熱性セルラーゼと α -アミラーゼを用いた研究では、物理的、栄養的、官能的性質への影響が検討されています^[10]。パン生地や焼成食品では、セルラーゼが小麦外皮由来繊維や添加繊維の水和状態を変え、 α -アミラーゼがデンプン分解に関与するため、両者の効果は食感、老化、体積、口どけ、栄養成分の利用性に重なって現れます。酸性セルラーゼを食品系で考える場合も、対象はセルロース単体ではなく、デンプン、タンパク質、脂質、可溶性多糖が共存する複合食品マトリックスです。

アセロラ種子をセルラーゼ処理し、食物繊維に富むクッキーの物理化学的性質と抗酸化ポテンシャルを評価した研究は、果実副産物を焼菓子原料へ展開する際に、セルラーゼが副産物繊維の使いやすさを変える可能性を示しています^[11]。この用途では、繊維の分解が進みすぎると生地粘度、保水、焼成後の硬さ、色、風味に影響するため、目的は完全糖化ではなく、食感と機能性の両立にあります。

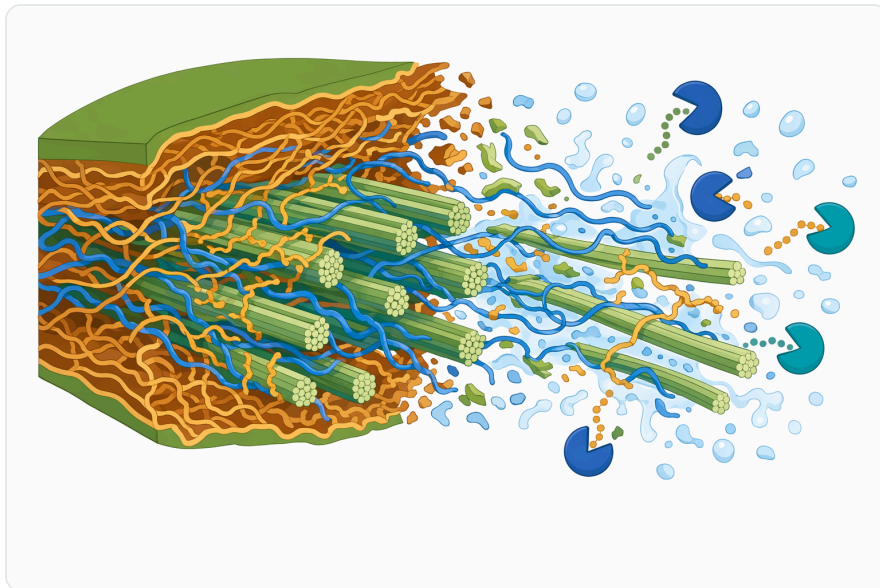


Figure 3. 전처리, 수화, 물리적 파쇄는 산성 셀룰라아제가 도달할 수 있는 셀룰로오스 부위의 수를 늘립니다.

飼料・サイレージでの繊維分解と発酵品質

サイレージ分野では、セルラーゼは乳酸菌と組み合わせて、植物繊維を発酵に使いやすい可溶性基質へ近づける目的で使われることがあります。アマランサスと稲わらの混合サイレージでは、乳酸菌とセルラーゼが発酵特性、好氣的安定性、ルーメン分解性に及ぼす影響が研究されています^[12]。ここでのセルラーゼの役割は、繊維性原料の細胞壁を部分的に分解し、乳酸菌が利用しやすい糖供給と繊維消化性の改善を支えることです。

Caragana korshinskii サイレージを対象に、セルラーゼと乳酸菌がサイレージ性能と細菌群集に及ぼす影響を調べた研究もあります^[13]。さらに、湿潤ビール粕とコーンストーバーの混合サイレージでは、セルラーゼと乳酸菌補給が発酵特性および微生物群集組成に関係することが検討されています^[14]。これらの研究は、セルラーゼが飼料中の繊維を直接減らすだけでなく、発酵中の微生物生態、酸生成、保存性、後の消化利用性に波及することを示しています。

高温多湿地域のハイブリッドエレファントグラスサイレージでは、Acremoniumセルラーゼと耐熱性乳酸菌がリグノセルロース分解、発酵品質、微生物群集構造に及ぼす影響が調べられています^[15]。サイレージ用途で重要なのは、セルラーゼが単独で栄養価を決めるのではなく、水分、糖含量、緩衝能、乳酸菌の定着、好氣的安定性、ポリフェノールや抗菌成分の存在と相互作用する点です。

ナノセルロース・セルロースナノクリスタルへの応用

セルラーゼは、ナノセルロースやセルロースナノクリスタルの調製にも関係します。固体酸とセルラーゼの相乗的適用によるナノセルロース合成を扱った研究では、酸処理と酵素処理を組み合わせることでセルロース構造を効率的に細分化する考え方が示されています^[3]。セルラーゼは非晶領域や表面欠陥に作用しやすいため、酸による加水分解と組み合わせると、結晶性領域を残しながら繊維を微細化する設計につながります。

ナノクリスタリンセルロース調製に関する酵素的アプローチの研究も、セルラーゼ利用が強酸処理一辺倒ではない方法として検討されていることを示します^[16]。ジュート廃繊維から酸加水分解でセルロースナノクリスタルを抽出し、形態、分光、熱的性質を解析した研究は、原料由来の繊維構造が最終ナノセルロースの特性に強く関わることを示しており、酵素処理を含む前処理設計でも原料差を無視できません^[17]。

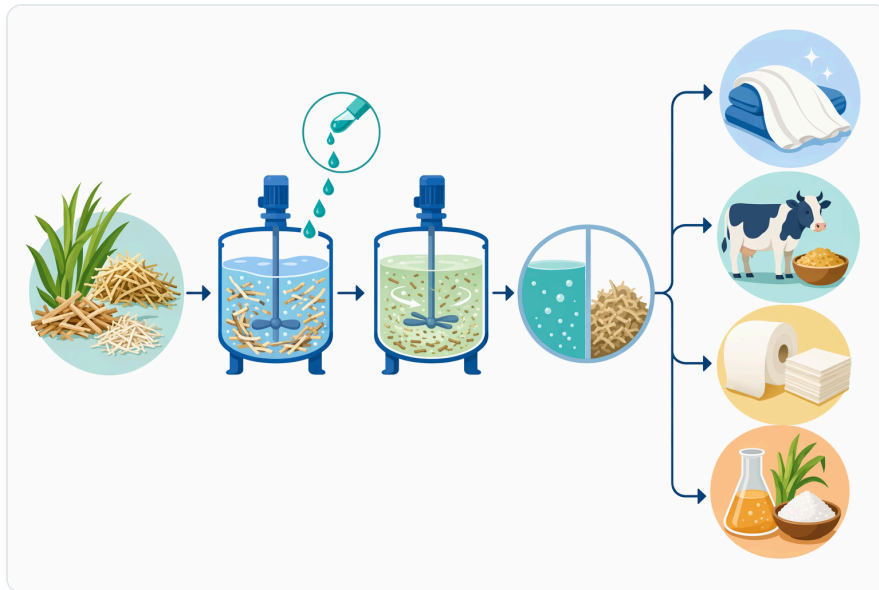


Figure 4. 바이오매스 전환에서는 전처리가 잔사의 구조를 열어 주고, 셀룰라아제가 용해성 당을 방출하며, 이후 발효나 축매 공정을 통해 이 당을 바이오 기반 제품으로 전환합니다.

木質纖維複合材料での界面改質

ポリ乳酸（PLA）と木質纖維の複合材料では、セルラーゼと反応押出による相乗的補強が研究されています^[18]。この領域でのセルラーゼは、纖維を糖へ変える目的ではなく、木質纖維表面を改質し、ポリマーとの界面相互作用、分散性、力学特性に影響させるための処理として位置づけられます。纖維表面にある過剰な非晶セルロースや微細突起が変わると、樹脂中での濡れ性や応力伝達が変わり得ます。

この用途では、セルラーゼ処理が強すぎると纖維長や補強効果を損なう可能性があるため、纖維表面の反応性を高めつつ、補強材として必要な纖維形状を残すことが重要です。酸性セルラーゼを複合材料前処理に考える場合も、糖化効率より、表面エネルギー、纖維粗さ、界面接着、加工時の熱・せん断履歴との相互作用が実用効果を左右します^[18]。

用途別に見る酸性セルラーゼの役割

| 用途領域 | 主な基質・工程 | 酸性セルラーゼで狙う変化 | 研究上の示唆 | 実務上の注意点 |
|------------|----------------------|-----------------------------|---|--------------------|
| 綿・ジュート纖維加工 | 綿布、手織り綿、ジュート・コットン混織物 | 毛羽・表面フィブリルの部分分解、風合い調整、表面平滑化 | 酸性セルラーゼ前処理や混合酵素処理が布の物性に影響することが検討されている ^{[2][4]} | 過処理は重量減少や強度低下につながる |

| 用途領域 | 主な基質・工程 | 酸性セルラーゼで狙う変化 | 研究上の示唆 | 実務上の注意点 |
|------------|--------------------------------|---------------------------------|---|-----------------------------|
| 食品副産物・食物繊維 | ココナッツケーキ、ジャックフルーツ、コーヒー副産物、果実種子 | 保水性、膨潤性、可溶化、ポリフェノールアクセス性の調整 | セルラーゼ加水分解が繊維素材の物理化学的・機能的性質に影響する [7][8] | 色、風味、油保持、粉体挙動などの変化も起こり得る |
| 焼成食品 | 小麦パン、繊維強化クッキー | 生地・焼成後テクスチャー、繊維分散、抗酸化関連成分の利用性調整 | セルラーゼと他酵素の併用がパンの物理・栄養・官能特性に関係する [10] | デンプン・タンパク質系との相互作用を受ける |
| サイレージ・飼料 | 稲わら、アマランサス、コーンストローバー、ビール粕、牧草 | 繊維分解、可溶性基質供給、発酵品質・微生物群集への影響 | セルラーゼと乳酸菌の併用が発酵特性やルーメン分解性に関係する [12][14] | 水分、糖含量、乳酸菌、ポリフェノールの影響が大きい |
| ナノセルロース | パルプ、ジュート廃繊維、精製セルロース | 非晶領域の除去、微細化、結晶性領域の取り出し補助 | 固体酸とセルラーゼの相乗適用や酵素的調製法が研究されている [3][16] | 酸処理との組み合わせでは構造保持と分解のバランスが必要 |
| 複合材料 | 木質繊維、PLA/木質繊維系 | 繊維表面改質、界面接着・分散性の改善 | セルラーゼと反応押出の組み合わせによる補強が検討されている [18] | 繊維長を損なうと補強効果が低下する |

酸性条件で使う意味

酸性セルラーゼが重視されるのは、対象工程の多くが中性ではなく酸性側に寄っているためです。果実・植物抽出、食品副産物処理、サイレージ、デニム加工、酸前処理後のバイオマス、ナノセルロース関連工程では、原料自体または工程液が酸性を帯びることがあります。酸性条件で機能するセルラーゼであれば、工程液を大きく中和せずに処理でき、ペクチン、フェノール性成分、有機酸、乳酸発酵などが関わる系に組み込みやすくなります。

一方で、酸性であれば常に反応が速いわけではありません。酵素はタンパク質であり、pH、温度、溶媒、塩、金属イオン、界面活性成分、フェノール化合物、剪断、熱履歴によって立体構造と活性が変わります。コリン系深共晶溶媒に対するセルラーゼの構造安定性と活性を調べた研究では、高温条件を含む非標準的な反応媒体で酵素の安定性を評価しており、セルラーゼ利用では反応環境の相性が重要であることが示されています [19]。

繊維加水分解で起こる「望ましい変化」と「望ましくない変化」

酸性セルラーゼ処理で望ましい変化は、用途によって異なります。繊維加工では表面の滑らかさや毛羽低減、食品副産物では水和性や可溶化、サイレージでは発酵基質の供給、ナノセルロースでは微細化、複合材料では界面改質が主な狙いです。オート麦の食物繊維をセルラーゼ補給で改質し、高齢者の消化条件下でデンプン加水分解の抑制とポリフェノール生物アクセス性の向上を扱った研究は、繊維改質が消化中の栄養成分挙動にまで影響し得ることを示しています^[20]。

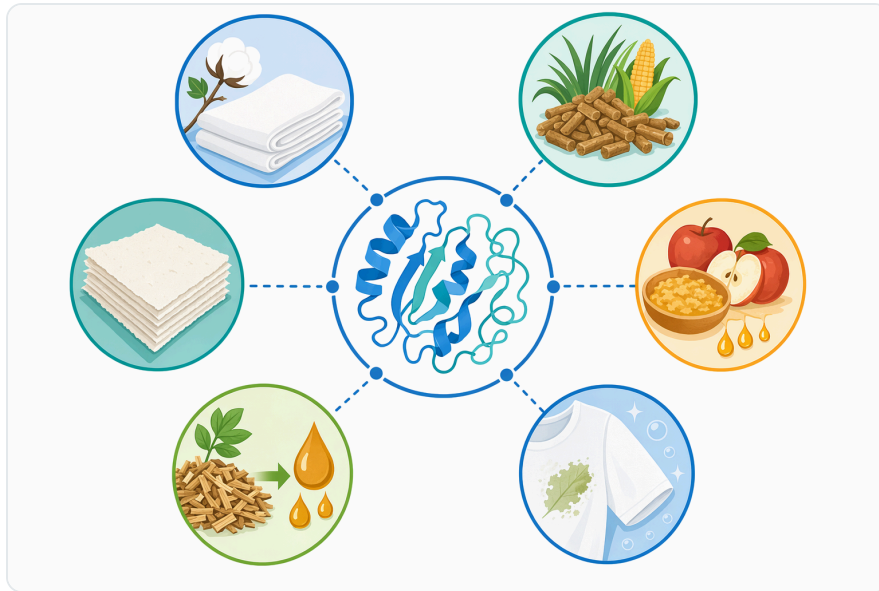


Figure 5. 산성 셀룰라아제는 바이오매스 당화, 식물 추출, 식이섬유 개질, 사료 가공, 섬유 마감, 펄프 또는 종이 섬유 처리에 활용될 수 있습니다.

しかし、セルラーゼ処理にはトレードオフもあります。繊維を切れば、柔らかさや可溶化が進む一方で、強度、粒子形状、油保持、濁度、濾過性、食感、発酵中の微生物バランスが変わることがあります。トウモロコシ不溶性食物繊維を高周波加熱と酵素加水分解で相乗的に改質し、発酵性と短鎖脂肪酸生成を評価した研究は、加工による繊維構造変化が腸内発酵のアウトプットにもつながることを示しています^[21]。つまり、酸性セルラーゼは「分解を強めるほど良い」材料ではなく、最終機能に合わせて反応を止める位置が重要です。

他の酵素・微生物との相乗性

植物細胞壁はセルロースだけでできていないため、酸性セルラーゼ単独で全ての加工課題を解決できるわけではありません。ヘミセルロースが多い原料ではキシラン系の分解、ペクチンが多い果実ではペクチン分解、フェルラ酸架橋が強い穀類副産物ではエステル結合の切断が関係します。フェルラ酸エステラーゼ産生接種剤がトウモロコシふすまおよび全株トウモロコシサイレージの繊維分解と微生物多様性を改善した研究は、セルロース以外の細胞壁結合を標的にすることが繊維利用性に影響することを示しています^[6]。

サイレージでは、セルラーゼと乳酸菌の相乗性が特に分かりやすい例です。セルラーゼが繊維を部分分解して可溶性糖を増やすと、乳酸菌が酸生成を進めやすくなり、発酵品質や保存性に影響します。全株トウモロコシサイレージで、抗菌ペプチド産生 *Bacillus subtilis*、没食子酸、セルラーゼが発酵品質と細菌群集に及ぼす影響を調べた研究は、セルラーゼ効果が微生物、フェノール化合物、抗菌因子と重なって現れることを示しています^[22]。

ポリフェノール、食物繊維、腸内発酵との接点

近年の食品・栄養分野では、セルラーゼによる食物繊維改質が、ポリフェノールの放出や腸内発酵にどう影響するかも注目されています。食物繊維とポリフェノールの相互作用が腸内細菌叢、代謝調節、健康効果に関係するというレビューは、繊維マトリックスが単なる不活性なかさ増し成分ではなく、ポリフェノールの保持・放出・発酵挙動に関与することを整理しています^[23]。酸性セルラーゼは、このマトリックスを変えることで、ポリフェノールの可溶化や微生物利用性に間接的な影響を与え得ます。



Figure 6. 데님과 면직물 마감에서 산성 셀룰라아제는 처리가 제어될 경우 주로 노출된 표면 피브릴에 작용합니다.

桑サイレージでは、乳酸菌よりセルラーゼがフェノール放出を通じて抗酸化能向上に寄与したとする研究が報告されています^[24]。この知見は、セルラーゼの役割を「繊維を糖にする酵素」とだけ見ると不十分であることを示します。細胞壁に結合・閉じ込められたフェノール性成分が放出されれば、抗酸化能、発酵中の微生物選択、風味、色、消化中の生物アクセス性に影響する可能性があります。

バイオマス変換での位置づけ

リグノセルロース系バイオマスの糖化では、セルラーゼは前処理後のセルロースを発酵性糖へ近づける中心的な酵素です。GH5セルラーゼの単離・クローニング・特性解析を扱った研究では、バイオ燃料生産と反芻動物飼料利用に向けたリグノセルロース加水分解の強化が目的とされています^[1]。この領域では、酸性セルラーゼは、酸前処理後のpH条件、残存リグニン、ヘミセルロース分解物、酵素安定性、発酵微生物との接続を含めて設計されます。

ただし、未処理の木質・農業残渣に酸性セルラーゼを加えれば直ちに高糖化が起こるわけではありません。セルロースがリグニンに覆われていれば、酵素がセルロースに接触できず、非生産的な吸着や障害が起こります。湿潤ビール粕とコーンストーバーの混合サイレージ研究のように、繊維性副産物ではセルラーゼと微生物処理の組み合わせが発酵特性と微生物群集を変えるため、糖化・発酵・保存を一つの連続したプロセスとして考える必要があります^[14]。

酸性セルラーゼ製品を使うときの工程上の考え方

酸性セルラーゼ処理では、目的を「糖化」「表面改質」「抽出補助」「発酵改善」「複合材料界面改質」のどれに置くかで、望ましい反応深度が異なります。綿布では表面フィブリルを削る程度がよい場合が多く、食品副産物では可溶化と食感維持の両立が必要で、サイレージでは乳酸菌が使いやすい糖供給と繊維分解のバランスが重要です。パーム核タンパク質の酵素支援抽出を扱った研究のように、植物素材では酵素処理が構造と機能性の両方に影響するため、抽出対象がタンパク質であっても細胞壁分解が結果に関与します^[25]。

処理条件は、原料粒度、含水状態、攪拌、pH、温度、処理時間、共存成分によって変化しますが、実務上の中心は「セルラーゼが基質へ接触できる状態を作ること」です。乾燥が強い副産物、リグニンが多い茎葉、ワックスや脂質を含む外皮、タンパク質と多糖が複合した種子・核素材では、セルロース含量が高くても酵素アクセスが制限されることがあります。パーム核タンパク質の酵素支援抽出研究は、細胞壁・繊維性構造を変えることで植物タンパク質素材の構造的・機能的性質が変わる可能性を示しています^[25]。

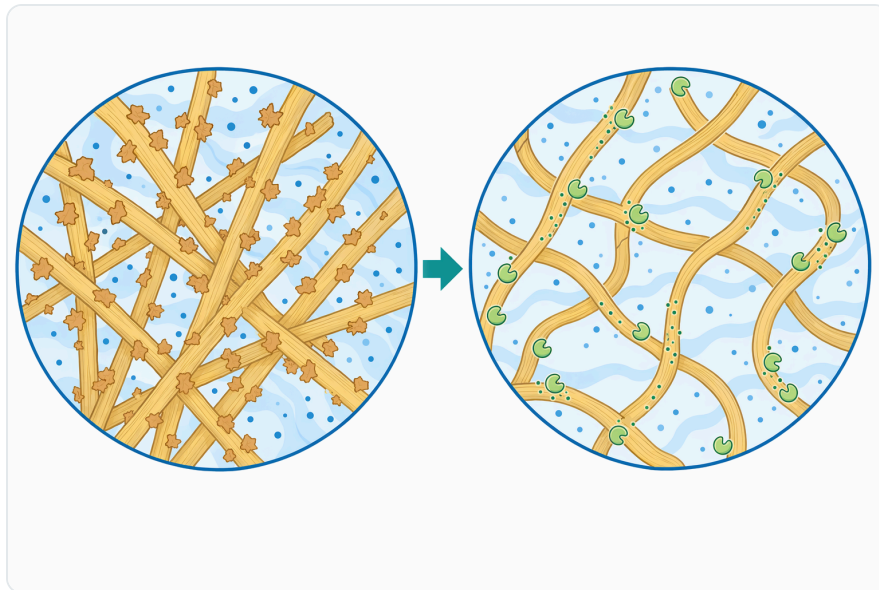


Figure 7. 펄프와 재생 섬유에서 제어된 셀룰라아제 처리는 셀룰로오스를 당으로 완전히 전환하기보다는 접근 가능한 섬유 표면을 개질합니다.

Enzymes.bioでの提供形態

Enzymes.bio は、Acid Cellulase Enzyme For Hydrolyzing Fiber をオンラインで供給するサプライヤーです。本製品は、繊維加水分解向け酸性セルラーゼとして掲載され、オンライン上で1 kg単位の直接購入に対応しています。Enzymes.bio は製造業者や研究機関としてではなく、酵素製品を業務用途へ供給する立場で本製品を扱っており、注文時にはCoAおよびSDSが併せて提供されます。

Enzymes.bio のセルラーゼ関連ページでは、セルラーゼ製品が食品加工、飼料、繊維、植物抽出、バイオマス変換など複数の産業用途に使われる酵素カテゴリーとして整理されています。Acid Cellulase Enzyme For Hydrolyzing Fiber は、その中でも酸性～弱酸性の工程でセルロース繊維を処理したい用途に適した選択肢として位置づけられます。

まとめ：酸性セルラーゼは「繊維を壊す酵素」ではなく「繊維構造を設計する酵素」

Acid Cellulase Enzyme For Hydrolyzing Fiber は、セルロース系繊維を酸性条件で部分加水分解し、表面、細胞壁、食品繊維、飼料繊維、ナノセルロース前駆体、木質複合材料界面を目的に応じて変えるための酵素製品です。セルラーゼの基本反応は β -1,4結合の切断ですが、実際の価値は、綿布の表面仕上げ、ジュート混織物の物性調整、食品副産物の機能性改善、サイレージ発酵、ナノセルロース調製、PLA/木質繊維複合材料の界面改質など、基質ごとの構造変化に現れます^{[2][18]}。

研究文献は、セルラーゼ処理が食物繊維の物理化学的性質、ポリフェノールのアクセス性、サイレージ発酵、リグノセルロース分解、ナノセルロース形成、繊維表面改質に關与することを示しています^{[8][12]}。一方で、効果は原料のセルロース露出度、リグニン・ヘミセルロース・ペクチンの存在、微生物との組み合わせ、酸性条件での酵素安定性、最終製品に求める物性によって変わります。したがって、本製品は万能な分解剤ではなく、セルロースを含む素材の加工性と機能性を制御するための、条件依存性を持つバイオプロセッシングツールとして理解するのが適切です。

Acid Cellulase Enzyme For Hydrolyzing Fiber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。

[Acid Cellulase Enzyme For Hydrolyzing Fiber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. Bature, I., Liang, Z., Wu, X., Yang, F., Yang, Y., Dong, P., & Ding, X. (2025). Isolation, cloning, and characterization of a novel GH5 cellulase from yak rumen metagenome for enhanced lignocellulose hydrolysis in biofuel production and ruminant feed utilization. *Enzyme and Microbial Technology*, 191, 110737 .
2. Dixit, S., & Jahan, S. (2012). Optimization of the pre-treatment process with acid cellulase enzyme to improve physical properties of handloom cotton fabric. *International Journal of Home Economics*, 5, 144.
3. Shu, D., Tan, C., Zhang, Y., Gan, L., Ruan, R., Dai, L., Wang, Y., ... et al. (2024). Nanocellulose synthesis via synergistic application of solid acid and cellulase. *International Journal of Biological Macromolecules*, 139158 .
4. Samanta, A., Sun, Roy, A., Singhee, D., & Samanta, P. (2017). Effects of acid/alkali and cellulase enriched mixed enzyme treatments on properties of jute-cotton union furnishing fabric.
5. Li, K., Luo, M., Wang, Y., Xiao-Liu, Liu, M., Wang, X., Shen, J., ... et al. (2025). 3D Bioprinting Enzyme-Bacteria Symbionts for Lactic Acid Production from Cellulose Bioconversion. *Environmental Science and Technology*.
6. Yu, Y., Guo, X., Li, H., Yu, C., Liu, H., & Guo, W. (2025). Ferulic Acid Esterase-Producing Inoculant Improves Fiber Degradation and Modulates Microbial Diversity in Corn Bran Silage and Whole-Plant Corn Silage. *Microorganisms*, 13.

7. Zheng, Y., & Li, Y. (2018). Data on the effects of cellulase hydrolysis, acid treatment and particle size distribution on physicochemical and functional properties of coconut (cocos nucifera L) cake dietary fibres. *Data in Brief*, 20, 521 - 524.
8. Zhang, X., Zhu, K., Xie, J., Chen, Y., Tan, L., Liu, S., Dong, R., ... et al. (2020). Optimization and identification of non-extractable polyphenols in the dietary fiber of jackfruit (Artocarpus heterophyllus Lam.) pulp released by alkaline, acid and enzymatic hydrolysis: Content, composition and antioxidant activities. *Lwt - Food Science and Technology*, 110400.
9. Belmiro, R. H., Oliveira, L. C., Geraldi, M. V., Júnior, M. M., & Cristianini, M. (2021). Modification of coffee coproducts by-products by dynamic high pressure, acetylation and hydrolysis by cellulase: A potential functional and sustainable food ingredient. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 68, 102608.
10. Chauhan, J., Shukla, R., Bishoyi, A. K., Goyal, S., & Sanghvi, G. (2023). Investigation of physical, nutritional and sensory properties of wheat bread treated with purified thermostable cellulase and alpha amylase. *Cogent Food & Agriculture*, 9.
11. Tran, V. N., Dang, D. X. T., Pham, T., Tran, T. Y. N., Ton, N. M. N., Tran, T., & Le, V. (2024). Cellulase Treatment of Acerola Seeds and Its Effect on Physicochemical Properties and Antioxidant Potential of Dietary Fiber-Rich Cookies. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*.
12. Ma, J., Fan, X., Wu, T., Zhou, J., Huang, H., Qiu, T., Xing, Z., ... et al. (2023). Lactic Acid Bacteria and Cellulase Improve the Fermentation Characteristics, Aerobic Stability and Rumen Degradation of Mixed Silage Prepared with Amaranth and Rice Straw. *Fermentation*.
13. Bai, B., Qiu, R., Wang, Z., Liu, Y., Bao, J., Sun, L., Liu, T., ... et al. (2023). Effects of Cellulase and Lactic Acid Bacteria on Ensiling Performance and Bacterial Community of Caragana korshinskii Silage. *Microorganisms*, 11.
14. Zhao, G., Wu, H., Yang-Li, Li, L., He, J., Yang, X., & Xie, X. (2023). Fermentation characteristics and microbial community composition of wet brewer's grains and corn stover mixed silage prepared with cellulase and lactic acid bacteria supplementation. *Animal bioscience*, 37, 84 - 94.
15. Chen, C., Xin, Y., Li, X., Ni, H., Zeng, T., Du, Z., Guan, H., ... et al. (2022). Effects of Acremonium cellulase and heat-resistant lactic acid bacteria on lignocellulose degradation, fermentation quality, and microbial community structure of hybrid elephant grass silage in humid and hot areas. *Frontiers in Microbiology*, 13.
16. Beltramino, F., Roncero, M. B., Vidal, T., & Valls, C. (2018). A novel enzymatic approach to nanocrystalline cellulose preparation. *Carbohydrate Polymers*, 189, 39-47 .
17. Rana, M. S., Rahim, M. A., Mosharraf, M., Tipu, M. F. K., Chowdhury, J. A., Haque, M. R., Kabir, S., ... et al. (2023). Morphological, Spectroscopic and Thermal Analysis of Cellulose Nanocrystals Extracted from Waste Jute Fiber by Acid Hydrolysis. *Polymers*, 15.
18. Wan, H., Sun, C., Xu, C., Wang, B., Chen, Y., Yang, Y., Tan, H., ... et al. (2023). Synergistic reinforcement of polylactic acid/wood fiber composites by cellulase and reactive extrusion. *Journal of Cleaner Production*.

19. Yadav, N., Chahar, D., Bisht, M., & Venkatesu, P. (2023). Assessing the compatibility of choline-based deep eutectic solvents for the structural stability and activity of cellulase: Enzyme sustain at high temperature. *International Journal of Biological Macromolecules*, 125988 .
20. Zhou, Z., Liu, Y., Yamaguchi, S., Ishigaki, Y., Chen, J., Li, J., & Liu, X. (2026). Dietary fiber modification by cellulase-AP3 supplementation tailors oat digestion under elderly gastrointestinal conditions with attenuated starch hydrolysis and enhanced polyphenol bioaccessibility. *Food Chemistry*, 520, 149802 .
21. Igwe, V., Smith, D., Mensah, C., & Swackhamer, C. (2025). Synergistic Enhancement of Corn Insoluble Dietary Fiber via Combined Radiofrequency Heating and Enzymatic Hydrolysis: Fermentability and Short - Chain Fatty Acid (SCFA) Production. *Journal of Food Science*, 90.
22. Zhang, Z., Wang, Y., Sai-Wang, Zhao, L., Zhang, B., Jia, W., Zhai, Z., ... et al. (2022). Effects of antibacterial peptide-producing Bacillus subtilis, gallic acid, and cellulase on fermentation quality and bacterial community of whole-plant corn silage. *Frontiers in Microbiology*, 13.
23. Cheng, B., Feng, H., Li, C., Jia, F., & Zhang, X. (2025). The mutual effect of dietary fiber and polyphenol on gut microbiota: Implications for the metabolic and microbial modulation and associated health benefits. *Carbohydrate Polymers*, 358, 123541 .
24. Guo, Y., Peng, H., Wang, H., Li, S., Zhao, J., & Zhang, W. (2025). Cellulase over lactic acid bacteria in enhancing antioxidant capacity of mulberry silage via phenolic release. *Frontiers in Microbiology*, 16.
25. Tong, S., Siow, L., Tang, T., & Lee, Y. (2025). Effect of Enzyme - Assisted Extraction on Structural and Functional Properties of Palm Kernel Protein. *Journal of food biochemistry*.


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。