

# Acid Cellulase For Tobacco Processing：たばこ葉・ステム・再構成たばこ原料の繊維改質用酸性セルラーゼ

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

**Acid Cellulase For Tobacco Processing** は、たばこ葉、葉脈、ステム、抽出残渣、再構成たばこ原料に含まれるセルロース系繊維へ作用し、原料の軟化、抽出性、スラリー分散性、後工程での加工適性を高める目的で使われる酸性セルラーゼです。セルラーゼは植物細胞壁中のセルロース鎖を部分的に切断し、強固な繊維ネットワークを穏やかに緩めるため、強い化学処理や過度な機械処理に頼りすぎない原料調整に適しています。Enzymes.bioでは、本製品をたばこ加工向けの粉末酵素として1kg単位でオンライン直接販売しており、CoAおよびSDSは注文時に併せて提供されます。

## たばこ加工で酸性セルラーゼが注目される理由

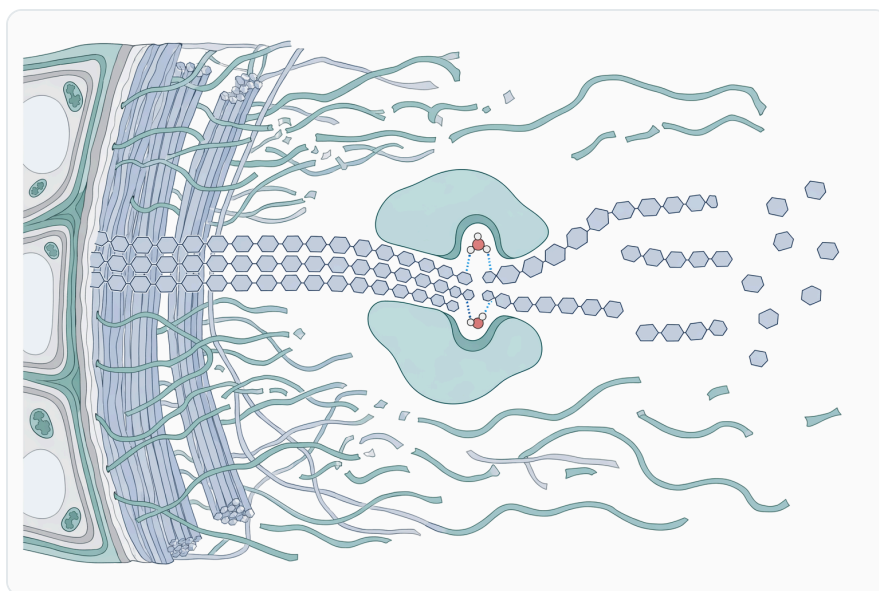
たばこ加工では、香味成分だけでなく、原料の物理構造が工程安定性を大きく左右します。乾燥・熟成を経た葉たばこ、葉脈を多く含む原料、ステム、抽出後の繊維残渣、再構成たばこ用の粉碎原料は、セルロース、ヘミセルロース、ペクチン、リグニンなどからなる細胞壁成分を含みます。これらの構造的な多糖は、葉組織に強度を与える一方で、裁断抵抗、スラリー中の凝集、抽出液の浸透不足、シート形成時のむらといった工程上の課題につながります。たばこ材料に対する酵素処理は特許文献でも扱われており、原料の物性調整や加工性改善を目的とした技術領域として検討されてきました<sup>[1]</sup>。

酸性セルラーゼは、こうした繊維性原料を「完全に糖化する」ための酵素ではなく、実務上はセルロースを含む細胞壁構造を必要範囲でほぐす加工補助剤として理解するのが適切です。たばこ葉やステムの組織は不均一で、葉身、主脈、側脈、ステム、粉砕片では繊維密度や水分の入り方が異なります。そのため、物理的な粉碎や攪拌だけで均一な加工状態を得ようとすると、硬い部分は残り、柔らかい部分は過剰に破砕されることがあります。酵素処理は、水分を介して細胞壁表面および繊維束の露出部位に作用するため、機械処理とは異なる選択性で原料を調整できます<sup>[2]</sup>。

## Acid Cellulaseとは何か

Acid Cellulase、すなわち酸性セルラーゼは、酸性から弱酸性の水系条件で働きやすいセルラーゼ系酵素です。セルラーゼは単一成分の名称というより、セルロース分解に関わる複数の酵素活性の総称として使われます。一般的には、セルロース鎖の内部結合を切断するエンドグルカナーゼ、鎖末端からセロビオースなどを遊離するセロビオヒドロラーゼ、生成した低分子糖をさらに分解する $\beta$ -グルコシダーゼが協調して働きます。植物細胞壁のセルロースは $\beta$ -1,4結合で連なったグルコース鎖からなり、水素結合による結晶性領域と、比較的アクセスしやすい非晶性領域を持つため、複数酵素の連携が分解効率に関係します<sup>[3]</sup>。

たばこ加工における酸性セルラーゼの狙いは、バイオマス糖化のようにセルロースを糖へ最大限変換することではありません。むしろ、繊維束の表層や非晶性領域を限定的に切断し、繊維長、膨潤性、水の入りやすさ、スラリー中のほぐれ方を変えることが重要です。強すぎる処理は、用途によっては再構成シートの強度低下、微粉増加、抽出液中の不要成分増加につながる可能性があるため、目的は「分解」ではなく「加工に適した範囲での改質」と表現する方が正確です<sup>[4]</sup>。



**Figure 1.** 산성 셀룰라아제는 접근 가능한 담배 셀룰로오스의  $\beta$ -1,4 결합을 절단하여 섬유를 완전히 소화하지 않고도 미세섬유를 약화시킵니다.

Enzymes.bioで取り扱うAcid Cellulase For Tobacco Processingは、たばこ加工向けに掲載されている粉末タイプの酸性セルラーゼです。供給形態としては、1kg単位でオンラインから直接購入でき、決済後に注文処理と配送が行われます。Enzymes.bioは本製品の供給業者であり、たばこ工場や加工事業者が自社工程内で使いやすいよう、製品ページ上で用途を明確にした形で提供しています。製品に関連するCoAおよびSDSは注文時に併せて提供されます。

## 作用機序：セルロース微繊維を「切る」のではなく、繊維ネットワークを「緩める」

たばこ葉の細胞壁は、セルロース微繊維を骨格とし、ヘミセルロースやペクチンがその間を埋め、さらに成熟部位ではリグニンなどが構造を補強する複合体です。セルロース微繊維は強靱で、葉脈やステムでは特に組織強度に寄与します。酸性セルラーゼが接触すると、アクセス可能なセルロース鎖の $\beta$ -1,4グリコシド結合が部分的に切断され、長い鎖の一部が短くなります。この変化は肉眼では「溶解」として見えにくい場合がありますが、繊維束の絡み合い、保水性、膨潤、分散挙動には影響します<sup>[2]</sup>。

酵素反応の実務的な価値は、細胞壁全体を破壊することではなく、壁構造の局所的な緊張を下げる点にあります。例えば、葉脈やステム片では、セルロースと他のマトリックス成分が複合して硬さを生みます。酸性セルラーゼによってセルロース鎖の一部が切断されると、繊維束が水を抱え込みやすくなり、機械的せん断を受けたときにほぐれやすくなります。これにより、同じ攪拌や粉碎条件でも、粗大片の残留を減らし、スラリー中でより均一な分散状態に近づけられる可能性があります<sup>[3]</sup>。

抽出工程では、細胞壁は可溶性成分の移動を妨げる物理的障壁として働きます。水または水系工程液が組織内部へ浸透し、可溶性成分が外部へ拡散するには、細胞壁の孔隙、繊維の膨潤、細胞間の開きが関係します。酸性セルラーゼによる限定的なセルロース切断は、壁構造の密度を下げ、液体の浸透や溶出経路の形成を助ける可能性があります。ただし、抽出率や組成への影響は、原料部位、乾燥履歴、粒度、水分、温度、pH、抽出時間に依存するため、単一の酵素添加だけで一定の改善幅を保証するものではありません<sup>[4]</sup>。

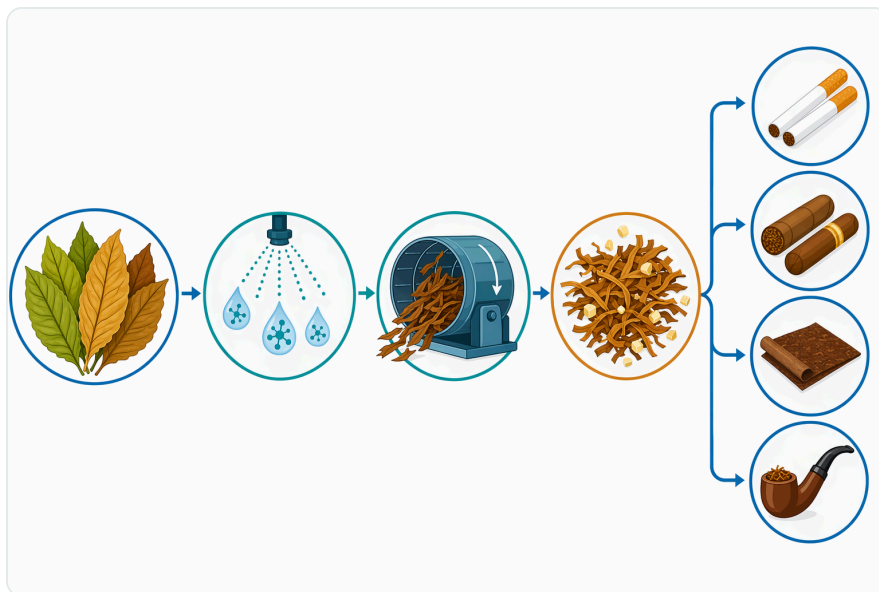


Figure 2. 셀룰로오스의 부분 가수분해는 수화된 섬유를 더 부드럽게 만들고, 액체 침투를 높이며, 추출이나 발효를 위한 접근성을 개선할 수 있습니다.

## たばこ原料別に見た使用目的

### 葉たばこ原料：裁断・加湿・混合前の繊維緩和

葉たばこ原料では、葉身部と葉脈部の性質差が工程ばらつきの原因になります。葉身は比較的薄く、加湿によって柔軟性が戻りやすい一方、主脈や太い側脈はセルロース系繊維が多く、乾燥履歴によって硬さが残りやすい傾向があります。酸性セルラーゼは、こうした硬い繊維部の一部を穏やかに改質し、加湿後のしなやかさ、裁断時の抵抗、混合時の均一性を調整する目的で利用できます。特許文献でも、たばこ材料に対する酵素的処理という発想が示されており、葉またはたばこ由来材料の改質に酵素が関与し得ることがうかがえます<sup>[1]</sup>。

葉原料への酵素処理で重要なのは、香味成分を直接変えることを主目的にしない点です。セルラーゼの主作用点はセルロースであり、香味関連成分そのものを選択的に生成する酵素ではありません。しかし、細胞壁が緩むことで、後続の加湿、抽出、混合、乾燥中に成分移動の挙動が変わる可能性はあります。そのため、葉たばこでは、繊維の柔軟化と工程中の成分保持・移動のバランスを見ながら、過度な組織崩壊を避ける使い方が適しています<sup>[2]</sup>。

### ステム・葉脈原料：硬い繊維束の分散性改善

ステムや葉脈は、たばこ原料の中でも繊維性が強く、機械処理だけでは粗大片や硬質片が残りやすい部位です。粉碎を強くすれば粒度は下がりますが、微粉の増加、局所発熱、香味成分の損失、設備負荷の増加を招くことがあります。酸性セルラーゼは、ステムや葉脈のセルロース系構造に部分的に作用し、湿潤時の膨潤性と繊維のほぐれやすさを高めることで、後続の粉碎、混合、スラリー化を補助します。セルラーゼの協同作用は、結晶性の高いセルロースだけでなく、比較的アクセスしやすい領域から分解を進めるため、硬質組織の表面改質に意味があります<sup>[3]</sup>。

ステム処理では、繊維を短くしすぎないことも重要です。再構成たばこやシート化工程では、繊維が一定の骨格を作ることがあり、過剰な分解はシート強度や乾燥時の収縮挙動に影響する場合があります。したがって、酸性セルラーゼはステムを完全に崩すためではなく、繊維束を適度に開き、分散性を改善するための補助的な改質手段として位置づけるべきです<sup>[4]</sup>。

### 抽出原料・抽出残渣：液体の浸透と可溶性成分の移動を補助

たばこ抽出工程では、葉やステムの内部に含まれる可溶性成分を水系液体へ移す必要があります。細胞壁が緻密なまま残っていると、抽出液の浸透が遅くなり、同じ時間での抽出が不均一になることがあります。酸性セルラーゼによる前処理は、セルロースを含む壁構造を緩め、液体の入り口と成分の出口を増やす方向に働きます。これは、抽出時間の短縮や抽出ばらつきの低減を狙う工程設計で検討される考え方です<sup>[1]</sup>。



Figure 3. 산성, 중성, 알칼리성 셀룰라아제는 활성과 적합성이 가장 유용하게 발휘되는 공정 pH 환경에 따라 구분됩니다.

抽出残渣を再利用する場合にも、酸性セルラーゼの役割は残ります。抽出後の繊維残渣は、可溶性成分の一部が除かれているため、相対的に繊維成分が目立ち、スラリー化時に粗く感じられることがあります。セルラーゼ処理によって繊維表面が緩むと、残渣を再構成原料として分散させやすくなる可能性があります。ただし、抽出液側に溶出する糖類や低分子成分の増加は工程全体の設計に関係するため、抽出、濃縮、乾燥、シート形成を一体で考える必要があります<sup>[4]</sup>。

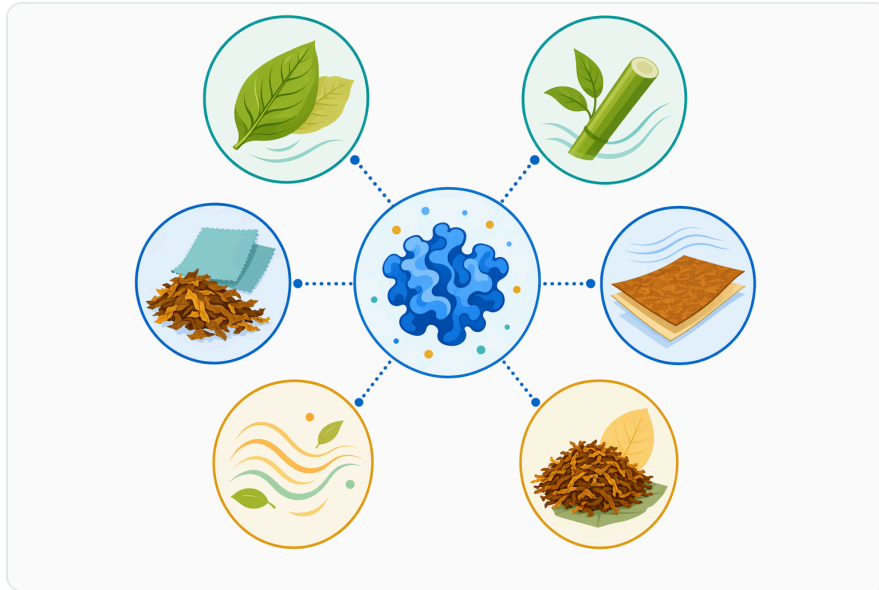
### 再構成たばこ原料：スラリーの均一化とシート形成の補助

再構成たばこでは、粉碎葉、ステム、抽出残渣、繊維成分、結合成分などを水系スラリーとして扱い、シート化または成形へ進めることがあります。この工程では、繊維の分散状態がシートの厚みむら、表面性、乾燥挙動、局所的な脆さに影響します。酸性セルラーゼは、粗いセルロース系繊維を部分的に切断またはほぐすことで、スラリー中の凝集を抑え、固形分の分布を均一化する方向に働く可能性があります。植物細胞壁の酵素的改質は、繊維性バイオマスの分散や流動挙動に関する基礎的な考え方と整合します<sup>[2]</sup>。

一方で、再構成たばこでは「分散性が高いほど常に良い」とは限りません。繊維が過度に短くなると、シート形成時の機械的絡み合いが弱くなり、乾燥後の強度やハンドリング性に影響する可能性があります。したがって、酸性セルラーゼは、粗大繊維を減らしながら、必要な繊維骨格を残す範囲で使用されるべき酵素です。これは、セルロースを完全分解する糖化用途とは異なる、たばこ加工特有の制御ポイントです<sup>[3]</sup>。

## 酸性セルラーゼ処理と他の改質手段の比較

たばこ原料の繊維改質には、粉碎、加熱、加湿、化学処理、長時間攪拌など、さまざまな手段があります。酸性セルラーゼの特徴は、セルロース系構造へ酵素的に作用し、比較的穏やかな水系条件で物性を調整できる点です。機械処理は即効性があり設備に組み込みやすい一方、硬い繊維と柔らかい組織を同時に処理するため、過粉碎や微粉化が起こることがあります。酸性セルラーゼは、機械処理を置き換えるというより、湿潤・抽出・スラリー化工程と組み合わせて、物理処理の負荷を下げる補助技術として利用されます<sup>[4]</sup>。



**Figure 4.** 산성 셀룰라아제는 셀룰로오스 접근성이 공정을 제한하는 경우 담배 잎, 줄기, 미분, 재구성 섬유 시스템, 추출 공정 흐름, 잔류물 고부가가치화에 적용할 수 있습니다.

改質手段	主な作用	たばこ原料での利点	注意点
酸性セルラーゼ処理	セルロース鎖の部分分解、繊維束の緩和	軟化、抽出性、分散性、スラリー均一化を穏やかに補助	過処理では繊維短縮や物性変化が起こり得る
機械粉碎・叩解	物理的な破碎、繊維の短縮	即効性があり粒度調整しやすい	微粉、発熱、香味損失、設備負荷が増える場合がある
加熱・加湿	水分移動、膨潤、柔軟化	既存工程に組み込みやすい	硬質部位には効果が不足する場合がある
強い化学処理	細胞壁成分の化学的変化	大きな構造変化を得やすい	原料成分や香味への影響、後処理負荷が大きくなり得る

改質手段	主な作用	たばこ原料での利点	注意点
長時間攪拌	分散、せん断、接触促進	スラリー均一化に有効	エネルギー負荷、泡立ち、過せん断のリスクがある

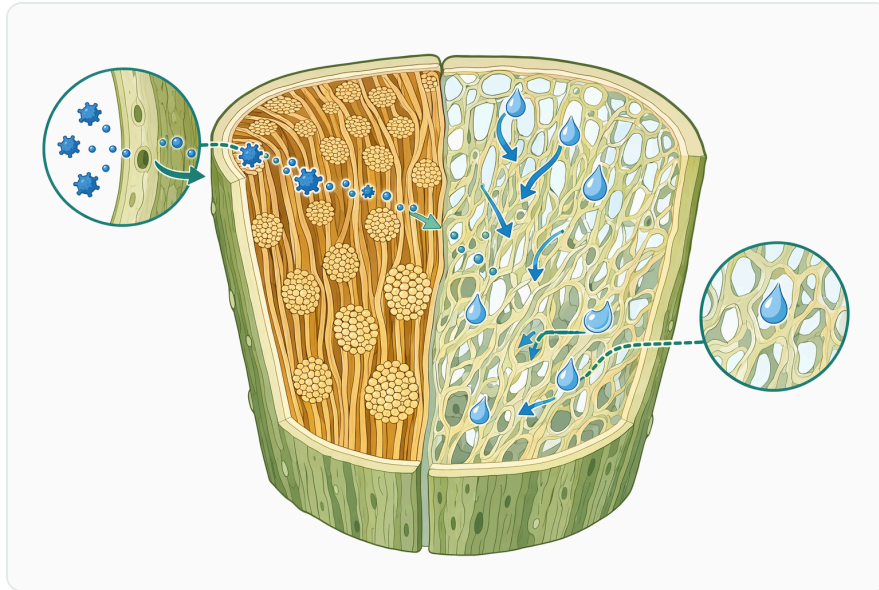
この比較から分かるように、酸性セルラーゼは単独で全ての問題を解決する処理剤ではありません。むしろ、加湿、抽出、粉碎、スラリー化、乾燥といった既存工程の間に入り、セルロース系繊維を扱いやすい状態へ近づける「工程調整用の酵素」として価値があります。酵素による改質は、化学的に強い処理ほど劇的ではない一方、目的範囲を絞れば、原料への過度な負荷を避けながら物性を変えられる点に特徴があります<sup>[2]</sup>。

## 工程内での考え方：水分、接触、反応の止め方

酸性セルラーゼは水系条件で作用するため、乾いた粉末原料にただ混ぜ込むだけでは十分な接触が得られにくい場合があります。たばこ加工で有効に働かせるには、原料が適切に湿潤し、酵素が繊維表面へ届く状態を作る必要があります。葉片、ステム片、粉碎原料、抽出残渣では吸水速度が異なるため、酵素添加の前後で水分の偏りがあると、処理ムラが生じます。特に再構成たばこ向けスラリーでは、酵素を水相に均一に分散させ、固形分全体へ接触させる考え方が重要です<sup>[3]</sup>。

反応をどこで止めるかも工程設計上の要点です。セルラーゼは条件が整っている間、アクセス可能なセルロースへ作用を続けるため、目的の柔軟化や分散性が得られた後は、加熱、乾燥、pH変化、後工程への移行などによって実質的に反応を抑える設計が必要になります。これは、たばこ原料を過度に崩さず、最終用途に必要な繊維骨格を保つためです。酵素処理は「入れる工程」だけでなく、「どの状態で次工程へ渡すか」まで含めて考えることで、物性制御の再現性が高まります<sup>[4]</sup>。

Enzymes.bioのAcid Cellulase For Tobacco Processingは粉末製品として取り扱われるため、工程液や水系媒体と組み合わせて使う考え方に適しています。製品は1kg単位でオンライン直接販売され、注文時にCoAとSDSが提供されます。ここで扱う情報は、特定の製造ラインにおける処方値や活性単位の指定ではなく、たばこ加工における酸性セルラーゼの役割、作用機序、工程上の位置づけを理解するための技術的な説明です。



**Figure 5.** 줄기와 주맥은 섬유질이 많은 담배 분획으로, 셀룰라아제에 의한 세포벽 이완을 통해 강성을 낮추고 흡윤 상태에서의 취급성을 개선할 수 있습니다.

## 期待される加工上の利点

酸性セルラーゼの第一の利点は、繊維性原料の硬さを穏やかに緩和できることです。葉脈やステムでは、セルロース系繊維が水分を含んでも硬く残ることがありますが、酵素処理によって繊維束の表層が改質されると、後続の攪拌、裁断、粉碎でほぐれやすくなります。この効果は、原料を完全に崩すのではなく、硬い部分と柔らかい部分の差を縮める方向に働くため、ロット間の物理的ばらつきを緩和する手段として検討できます<sup>[2]</sup>。

第二の利点は、抽出工程における液体浸透と成分移動の補助です。たばこ組織の細胞壁が密であるほど、抽出液は内部へ入りにくく、可溶性成分は外へ出にくくなります。酸性セルラーゼがセルロースを部分的に切断すると、壁構造の緻密さが下がり、抽出液の通り道が増える可能性があります。実際の抽出結果は、原料の粒度、抽出液の組成、処理時間、温度、水分、後段の分離条件に依存しますが、細胞壁を物理的障壁として捉えるなら、酵素前処理は合理的な工程選択肢です<sup>[1]</sup>。

第三の利点は、再構成たばこ原料のスラリー分散性を改善し得る点です。粗大な繊維凝集が残ると、シート形成時に厚みむらや局所的な弱点が生じやすくなります。酸性セルラーゼは、セルロース系繊維の一部を短くし、束を開き、スラリー中での分散を促すことで、固形分の分布を整えやすくします。ただし、繊維が過度に短くなると骨格形成力が落ちる可能性があるため、均一化と強度保持のバランスが必要です<sup>[3]</sup>。

第四の利点は、機械的・熱的負荷を補助的に下げられる可能性です。硬い原料を粉碎や攪拌だけで処理しようとする、設備負荷、エネルギー消費、微粉発生、発熱が増えます。酸性セルラーゼを湿潤工程やスラリー化工程へ組み込むことで、物理処理の前に繊維をほぐし、後段の機械処理を過剰にしない設計が可能になります。これは品質面だけでなく、工程安定性の観点からも意味があります<sup>[4]</sup>。

## 注意すべき限界と品質への影響

酸性セルラーゼはセルロース系構造に作用する酵素であり、リグニン、ワックス、樹脂状成分、すべての香味成分を直接分解する万能処理剤ではありません。たばこ原料の硬さにはセルロースだけでなく、リグニン化、乾燥収縮、組織密度、粒度、水分履歴も関与します。そのため、セルラーゼ処理で改善できる範囲は、セルロースが関与する繊維構造と、その構造が後工程で障壁になっている部分に限られます。セルロース分解機構が確立していることと、個別ラインでの品質改善幅が一定であることは別問題です<sup>[2]</sup>。

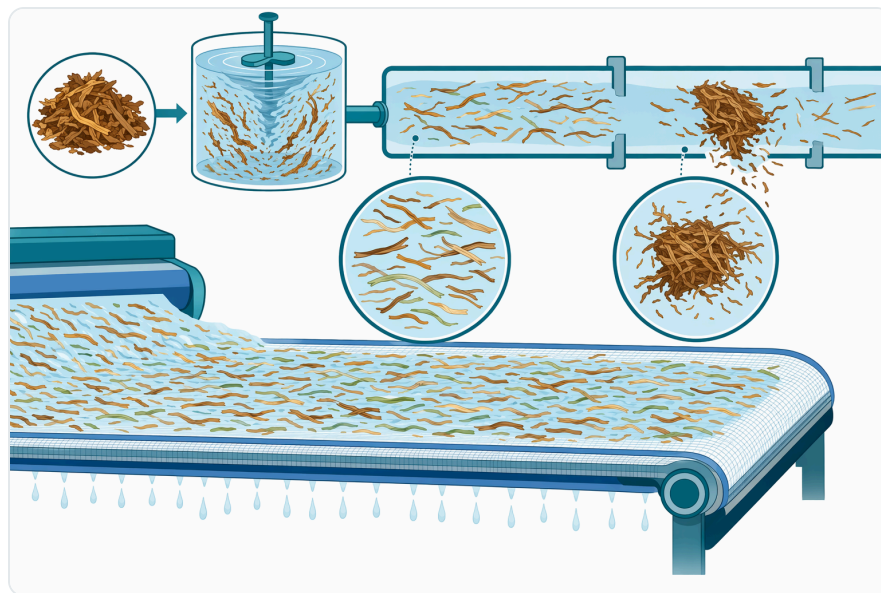


Figure 6. 재구성 담배 시스템에서 셀룰라아제 처리는 섬유 개방성 향상과 시트 형성 무결성 유지 사이의 균형을 맞춰야 합니다.

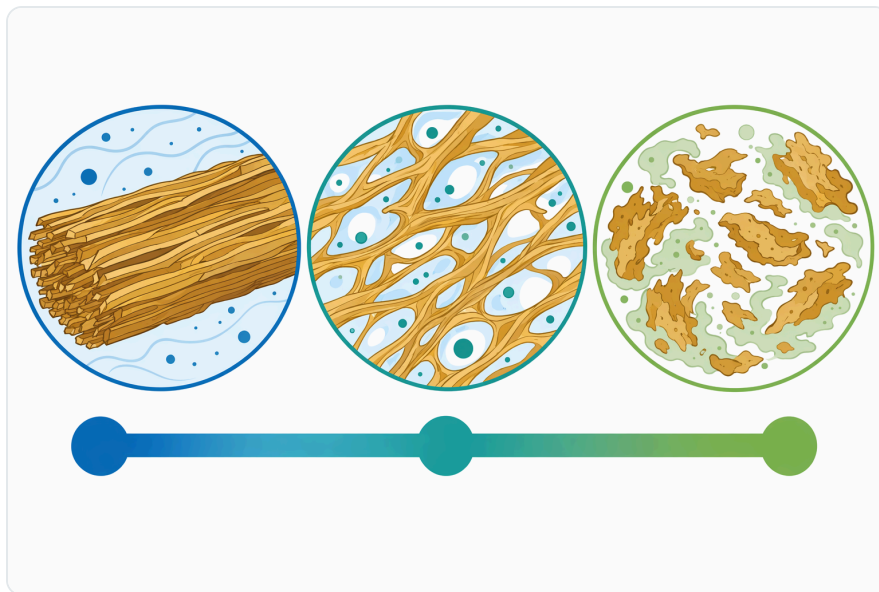
また、処理しすぎると望ましくない変化が生じることがあります。たとえば、再構成たばこでは、繊維が短くなりすぎるとシート形成時の絡み合いが弱くなり、乾燥後の強度や取扱性に影響する可能性があります。抽出工程では、細胞壁が過度に開くことで、目的外の水溶性成分や微細固形分が増える場合も考えられます。したがって、酸性セルラーゼは「多いほどよい」「長く処理するほどよい」ものではなく、原料の繊維性と最終用途に合わせて改質範囲を制御する酵素です<sup>[4]</sup>。

香味面でも、セルラーゼ自体が香味成分を直接設計するわけではありませんが、細胞壁の開き方が成分移動や抽出液組成に影響する可能性があります。たばこ加工では、柔軟性、抽出性、分散性だけでなく、最終製品で求められる香味バランスや燃焼・加熱時の挙動も考慮されます。そのため、酸性セルラーゼの価値は、香味改変剤としてではなく、繊維構造を調整し、既存工程で望む物理状態を得やすくする加工補助酵素として捉えるのが適切です<sup>[1]</sup>。

## Enzymes.bio製品としての位置づけ

Acid Cellulase For Tobacco Processingは、Enzymes.bioにおいて、たばこ加工向けの酸性セルラーゼ粉末として掲載されています。用途は、たばこ葉、ステム、葉脈、抽出残渣、再構成たばこ原料などのセルロース系繊維を穏やかに改質し、軟化、抽出性、分散性、加工適性を補助することです。製品は1kg単位でオンラインから直接購入でき、注文に伴いCoAおよびSDSが提供されます。

Enzymes.bioは供給業者であり、ここで示す説明は製造条件や研究所での試験法を提示するものではありません。具体的な活性単位、グレード区分、分析法、活性単位の定義などの詳細仕様を本文で列挙するのではなく、たばこ加工現場でこの酵素がどのような課題に結びつくのかを、作用機序と用途から整理しています。酸性セルラーゼは、強い化学処理や過度な機械処理の代替というより、既存の湿潤、抽出、スラリー化、再構成工程に組み込まれる繊維改質用の加工補助酵素として位置づけられます。



**Figure 7.** 유용한 공정 범위는 접근성을 개선하면서도 취급에 필요한 담배 섬유 구조를 충분히 유지하는 부분 가수분해입니다.

## まとめ：酸性セルラーゼはたばこ繊維を制御するための工程補助酵素

Acid Cellulase For Tobacco Processingは、たばこ葉やステムに含まれるセルロース系繊維へ作用し、硬い組織を穏やかに緩めることで、軟化、抽出性、分散性、再構成たばこ原料の均一化を補助する酵素です。セルラーゼはセルロースの $\beta$ -1,4結合を部分的に切断し、植物細胞壁の繊維ネットワークを変化させます。この基本作用は、たばこ原料のようなセルロース含有植物組織にも適用でき、たばこ材料の酵素的処理は技術文献でも検討されてきました<sup>[1]</sup>。

一方で、酸性セルラーゼは万能な品質改善剤ではありません。効果は原料部位、乾燥・熟成履歴、ステム含有率、粒度、水分、pH、温度、処理時間、後工程との組み合わせに依存します。重要なのは、セルロースを完全に分解することではなく、目的とする加工性を得る範囲で細胞壁構造を調整することです。特に再構成たばこでは、分散性の向上と繊維骨格の保持を両立させる考え方が必要になります<sup>[4]</sup>。

Enzymes.bioのAcid Cellulase For Tobacco Processingは、たばこ加工向けの粉末酸性セルラーゼとして、1kg単位でオンライン直接販売されています。CoAおよびSDSは注文時に併せて提供されるため、製品情報と安全情報を確認しながら、既存の水系工程に組み込む検討ができます。たばこ原料の繊維性、抽出性、スラリー分散、再構成工程の均一性に課題がある場合、酸性セルラーゼは、強い処理に頼りすぎずに植物細胞壁を調整するための実用的な選択肢となります。

### Acid Cellulase For Tobacco 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。

[Acid Cellulase For Tobacco 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. [En. Google.](#)
2. [Checking your browser - reCAPTCHA. PubMed Central.](#)
3. [Checking your browser - reCAPTCHA. PubMed Central.](#)
4. [Pmc10439857. PubMed Central.](#)


## 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](mailto: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。