

# Food-Grade Pectinase For White Wine Production | 白ワイン製造の圧搾・果汁清澄向け食品用ペクチナーゼ

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

白ワイン製造向け食品用ペクチナーゼは、ブドウ果皮・果肉の細胞壁や細胞間層にあるペクチンを分解し、果汁の流出、粘度低減、静置清澄、沈降、ろ過性を改善するために使われる酵素製剤です。白ワインでは赤ワインのような強い色素・タンニン抽出よりも、発酵前果汁を過度に荒らさず清澄化することが重要であり、ペクチナーゼはこの前処理に直接関与します<sup>[1]</sup>。Enzymes.bioは本製品の供給業者であり、製品は1kg単位でオンライン直接購入でき、CoAおよびSDSは注文時に併せて提供されます。

## 白ワイン工程でペクチナーゼが使われる理由

白ワイン製造では、破碎、除梗、短時間の果皮接触、圧搾、低温静置、デブルバージュ、発酵という流れの中で、発酵前果汁の粘度と濁度をどれだけ制御できるかが工程安定性を左右します。ブドウの果皮と果肉にはペクチン質が含まれ、これは細胞壁と細胞間層の構造を支える多糖として機能しますが、搾汁時には果汁を固形部に保持し、微粒子を懸濁させ、自然沈降を遅らせる要因になります。白ブドウのマスト清澄を対象にした研究でも、酵素処理は清澄速度や濁度管理に関わる処理として検討されています<sup>[2]</sup>。

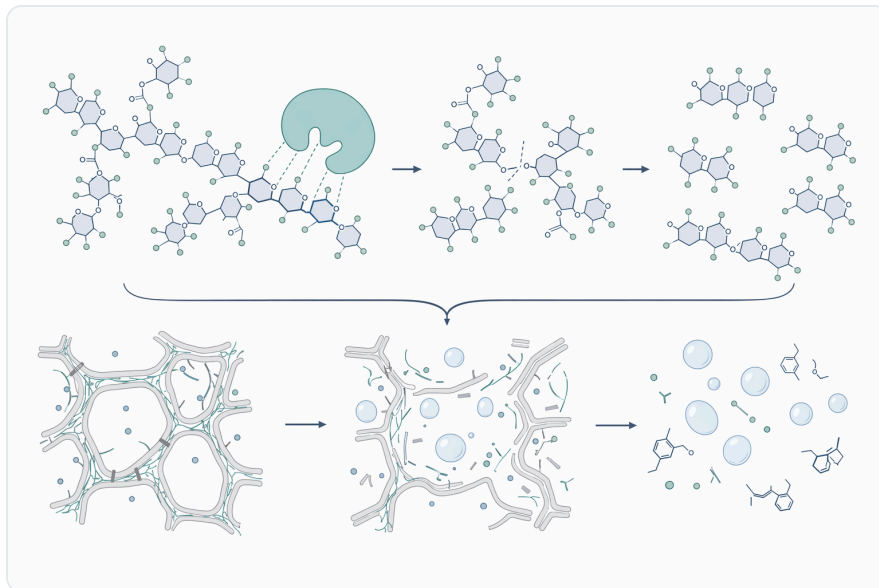
ペクチナーゼは、ペクチンを低分子化してゲル状・コロイド状の構造を弱めることで、果汁が果肉組織から離れやすい状態をつくり出します。これにより、同じ圧搾条件でも液相が早く出やすくなり、沈降タンク内では固形分と上澄みの分離が進みやすくなります。近年のワインマスト清澄研究では、ペクチナーゼ活性の制御が清澄化の促進に結びつくことが示され、白ワイン向け酵素処理が単なる経験則ではなく、マスト中の高分子多糖の分解という明確な機序に基づくことが確認されています<sup>[1]</sup>。

白ワインでは、果皮由来フェノールや酸化しやすい成分の抽出が過剰になると、苦味、渋味、褐変リスク、香味の重さにつながる場合があります。そのため、ペクチナーゼの役割は「抽出を最大化すること」ではなく、「必要な果汁回収と清澄を、過度な機械的圧搾や長時間浸漬に頼らず補助する

こと」と捉えるのが実務的です。白ワインのポリフェノールは品質、酸化安定性、官能特性に影響するため、清澄処理とフェノール抽出のバランスは工程設計上の重要点です<sup>[3]</sup>。

## ペクチナーゼとは何を分解する酵素群か

ペクチナーゼは単一の反応だけを行う酵素名ではなく、ペクチン質の異なる部位に作用する酵素群の総称です。ブドウに含まれるペクチンは、主にガラクトツロン酸残基を含む主鎖と、メチルエステル化、側鎖、分岐構造を伴う複雑な高分子として存在します。果実加工分野では、ペクチン質の酵素的分解や抽出は、果汁の物性、清澄、粘度、固液分離に直結するテーマとして研究されています<sup>[4]</sup>。



**Figure 1.** 식품 등급 펙티나아제는 포도 펙틴을 가수분해하여 머스트의 점도를 낮추고, 화이트 와인 생산에서 주스의 청징과 향 성분 추출을 향상시킵니다.

代表的な構成酵素には、ポリガラクトナーゼ、ペクチンリアーゼ、ペクチンメチルエステラーゼなどがあります。ポリガラクトナーゼは主にポリガラクトン酸鎖のグリコシド結合を加水分解し、ペクチンリアーゼはエステル化されたペクチン鎖を切断し、ペクチンメチルエステラーゼはメチルエステル基を外して基質構造を変化させます。ブドウ搾汁では、これらの作用が組み合わさることで細胞壁マトリクスの結合が緩み、果汁保持力が低下します。ブドウ搾汁副産物からペクチンオリゴ糖を作る研究でも、酵素処理によりペクチンがより小さなオリゴ糖画分へ変換されることが示されています<sup>[5]</sup>。

この機序を白ワイン工程に当てはめると、ペクチナーゼは「濁りを化学的に漂白する」ものではなく、「濁りや高粘度を支えているペクチン性コロイドを崩す」ものです。ペクチンが分解されると、果汁中の微粒子を安定に浮遊させていた保護コロイド効果が弱まり、粒子同士が凝集・沈降しやす

くなります。ワイン清澄用ペクチナーゼの固定化研究でも、ペクチナーゼを用いたワイン清澄が高分子ペクチンの分解を通じて進むことが前提とされています<sup>[6]</sup>。

## 白ワインでの主な用途

### 圧搾前の果汁流出を助ける

破碎後の白ブドウでは、果肉細胞が完全に壊れていなくても、細胞壁と細胞間層のペクチンが果汁を保持しています。ペクチナーゼ処理によってこの構造が緩むと、フリーラン果汁が出やすくなり、圧搾時に必要以上の圧力をかけずに液相を回収しやすくなります。白ワイン向けの酵素前処理を扱った研究では、酵素処理と酵母選択が白ワインの化学的性質に影響することが報告されており、前処理段階の酵素使用が最終ワインの組成にも関わり得ることが示されています<sup>[7]</sup>。

過度な圧搾は、種子や果皮由来のフェノール、苦味成分、酸化しやすい基質の増加につながる場合があります。ペクチナーゼによって果汁の流出性を高めることは、物理的圧搾だけに頼らず目的量の果汁を得るための補助になります。ただし、品種、熟度、破碎度、果皮接触時間、温度により抽出される成分は変わるため、白ワインでは「収率」と「繊細な香味」の両立が重要です。ワイン中の芳香前駆体はブドウ、醸造、消費時の酵素的・化学的変換に影響されるため、前処理の強さは香味設計とも連動します<sup>[8]</sup>。

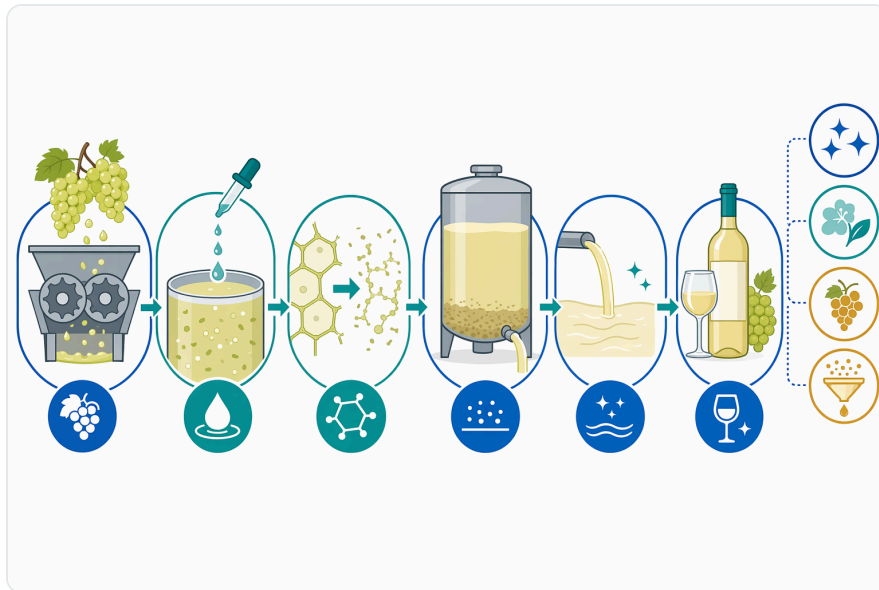


Figure 2. 화이트 와인 공정에서는 침전 또는 압착 전에 머스트에 펙티나아제를 첨가하여 청징을 촉진하고, 주스 수율을 높이며, 여과성을 개선합니다.

## 発酵前果汁の清澄と沈降を促進する

白ワインでは、発酵前果汁の濁度が高すぎると、発酵中の還元臭、粗い口当たり、沈殿管理、ろ過負荷に影響することがあります。一方で、完全に透明にしすぎると酵母栄養や香味形成に影響する場合もあるため、目的とするワインスタイルに応じた清澄度が求められます。ペクチナーゼはペクチン性の粘性とコロイド安定性を低下させ、静置沈降や遠心分離、ダブルバージュの前段を補助します。白マスト清澄の研究では、酵素製剤の使用が濁度低下と清澄処理の効率に関係することが示されています<sup>[2]</sup>。

清澄が進むと、上澄み果汁の移送が安定し、発酵槽に持ち込まれる粗大な果肉片や不安定な懸濁物が減ります。これにより、発酵管理、澱引き、後段ろ過の負荷が下がりやすくなります。ワイン清澄用ペクチナーゼの固定化研究では、ペクチナーゼが清澄を目的とする生体触媒として扱われ、支持体上に固定化してもワイン清澄への応用が検討されています<sup>[9]</sup>。

## 粘度低減とろ過性改善に寄与する

ペクチンが残存した果汁やワインは、見た目の濁度だけでなく、流動性とろ過性にも問題を起こします。高分子ペクチンは水を保持し、液体の粘度を上げ、フィルター表面でゲル状の目詰まり層を形成しやすくします。ペクチナーゼによるペクチン分解は、液相の流れを妨げる高分子ネットワークを短くし、ろ過差圧の上昇や処理時間の長期化を抑える方向に働きます。ワイン清澄に関するペクチナーゼ研究では、清澄効率を高める目的で酵素を固定化する技術も検討されています<sup>[6]</sup>。

ただし、すべてのろ過障害がペクチン由来とは限りません。貴腐や灰色かび病などの影響を受けたブドウでは、 $\beta$ -グルカンがろ過障害の主因になる場合があります。この場合、ペクチナーゼだけでは問題が十分に解決しないことがあります。ワイン成分が $\beta$ -グルカンの酵素的加水分解に与える影響を扱った研究では、ワイン中の成分が酵素反応速度に関与することが示されており、ろ過不良の原因物質を区別する重要性がうかがえます<sup>[10]</sup>。

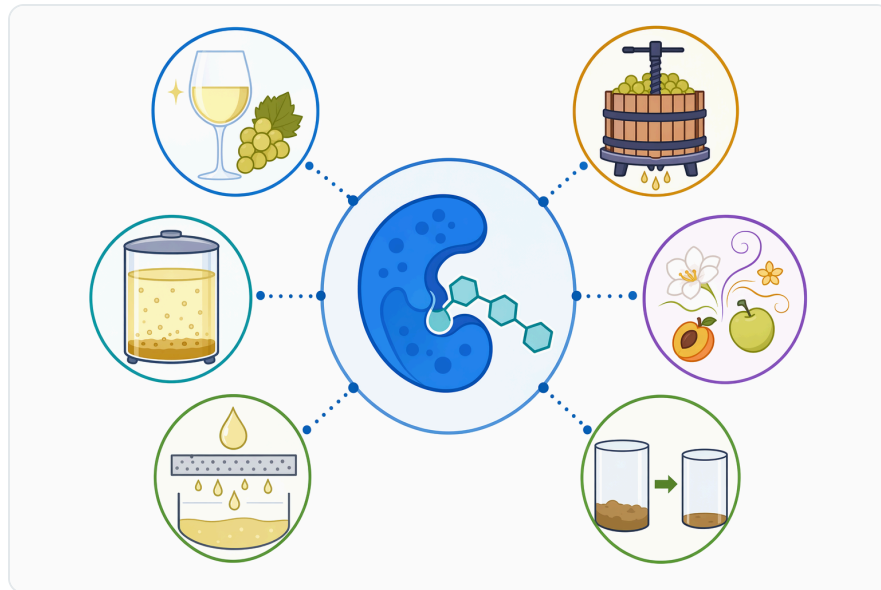


Figure 3. 와인용 펙티나아제는 주로 화이트 와인과 아로마틱 와인에서 청징, 압착 효율, 여과성, 주스 수율 및 관능적 표현을 개선하는 데 사용됩니다.

## 白ワイン品質との関係：清澄、香気、フェノール、酸化

ペクチナーゼ処理は主に物性改善を目的としますが、細胞壁を緩める以上、果皮や果肉から移行する成分にも影響します。白ワインでは、テルペン、ノリソプレノイド、チオール前駆体、フェノール、窒素成分などが品種香や発酵香の基盤になります。ブドウおよびワイン中の香気前駆体に関するレビューでは、醸造中の酵素反応や発酵過程が香味放出に関与することが整理されており、前処理条件が香味形成の土台に影響し得ることが示されています<sup>[8]</sup>。

一方で、白ワインのフェノールは酸化褐変や渋味にも関係します。フェノール、とくにフラバン-3-オール類は非酵素的褐変に関与し得るため、ペクチナーゼ処理で果皮接触が進みすぎると、透明感やフレッシュさを重視する白ワインでは望ましくない方向に働く場合があります。ワインの非酵素的褐変に関するレビューでは、モノマー性フラバン-3-オールが褐変反応に関与することがまとめられています<sup>[11]</sup>。

酸素管理も重要です。ペクチナーゼそのものは酸化酵素ではありませんが、細胞壁を緩めることで酸化基質が液相に出やすくなり、破碎・圧搾時の酸素接触と組み合わせると色調や香味に影響する可能性があります。ワインモデル溶液での酸素誘導性フェノール分解を扱った研究では、褐変に関わるフェノール化合物が酸素存在下で分解・変化する速度論が検討されています<sup>[12]</sup>。

温度も、酵素反応とワイン品質の両方に関わります。低温では酸化や微生物リスクを抑えやすい一方で、酵素反応速度は低下しやすく、高温では反応は進みやすくても香気損失や酸化のリスクが上がります。白ワイン製造における温度影響を扱った研究では、温度条件が品質指標に影響すること

が示されており、ペクチナーゼ処理も単独ではなく温度管理の一部として考える必要があります [13]。

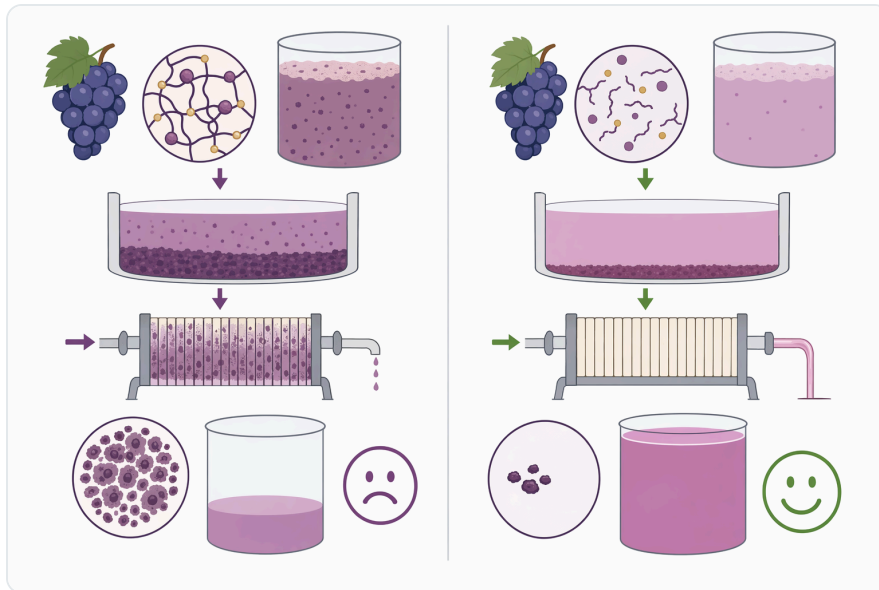


Figure 4. 무처리 머스트나 강한 기계적 청징과 비교할 때, 펙티나아제 처리는 더 빠른 침전, 더 쉬운 여과, 더 높은 추출 효율을 통해 더 많은 주스를 얻을 수 있게 합니다.

## 工程別に見たペクチナーゼの位置づけ

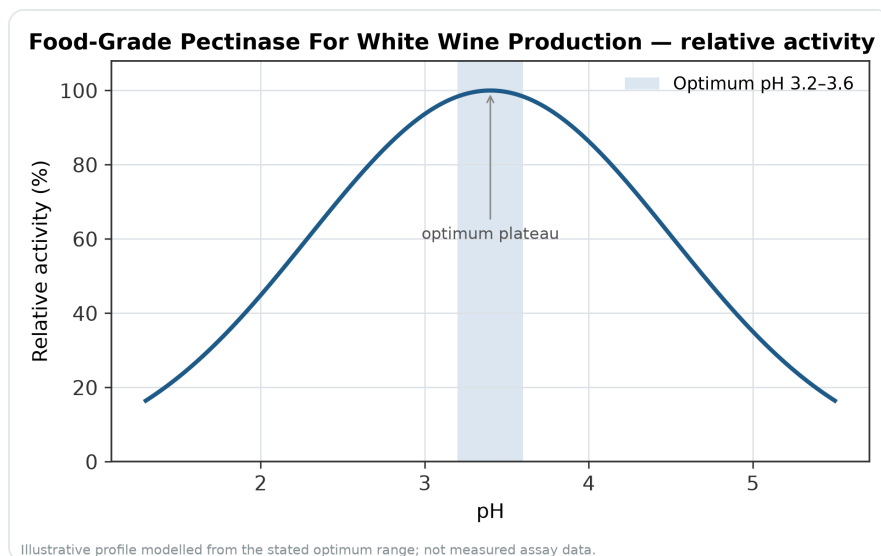
工程	ペクチナーゼの主な役割	期待される工程上の変化	注意すべき品質要素
破碎直後	細胞壁・細胞間層のペクチンを緩める	果汁が出やすくなる、圧搾前の液相分離が進む	酸素接触、果皮由来フェノールの抽出
短時間スキンコンタクト	果皮・果肉からの成分移行を補助	品種香前駆体や可溶成分の移行が進む可能性	過抽出、苦味、褐変リスク
圧搾前	ペクチン性ゲルを低減	圧搾効率、フリーラン果汁の回収性、搾汁速度が改善しやすい	強圧搾の必要性を下げる設計が重要
発酵前清澄	保護コロイド性を弱める	沈降促進、上澄み果汁の分離、濁度管理	清澄しすぎによる発酵栄養バランス
ろ過前の問題対策	ペクチン由来の粘度・目詰まりを軽減	ろ過負荷が下がる可能性	$\beta$ -グルカンやタンパク質由来障害との区別

この表が示すように、ペクチナーゼの価値は単一工程ではなく、破碎から発酵前清澄までの連続した固液分離の改善にあります。特に白ワインでは、赤ワインの抽出酵素のように色素抽出を主目的にするのではなく、果汁を早く、穏やかに、清澄な状態へ導くことが中心です。白ワインでの酵素前処理研究でも、酵素処理は化学組成に影響する工程要因として扱われています<sup>[7]</sup>。

## 他の清澄・加工手段との違い

ペクチナーゼは、ベントナイト、活性炭、植物タンパク、ろ過、遠心分離、超音波処理などとは作用点が異なります。ベントナイトは主にタンパク質安定化や吸着に関わる処理であり、活性炭は特定の汚染物質や色・臭い成分の吸着に使われます。これに対してペクチナーゼは、ペクチンという構造的な多糖そのものを分解するため、固液分離の前段で液体の物性を変える処理です。白・赤ワイン中のアフラトキシン除去にベントナイト清澄を用いた研究では、清澄剤が品質にも影響し得ることが示されており、吸着処理と酵素処理は目的を分けて理解する必要があります<sup>[14]</sup>。

活性炭も同様に、酵素とは異なる吸着材です。白・赤ワインからオクラトキシンAを除去する研究では、活性炭の特性が除去効率とワイン品質への影響に関することが検討されています。ペクチナーゼはこうした吸着除去を行うものではなく、ペクチン性濁りや粘度を下げる前処理として位置づけるのが適切です<sup>[15]</sup>。



**Figure 5.** pH에 따른 화이트 와인 생산용 식품 등급 펙티나아제의 상대 활성으로, pH 3.2–3.6에서 최적 활성 구간이 나타납니다.

近年は高出力超音波などの物理的処理もワイン品質への影響が検討されています。超音波処理は細胞破壊や物質移動の促進に関与し得ますが、ペクチナーゼは基質選択的にペクチン構造へ作用する点異なります。白ワインの高出力超音波処理研究では、短期・長期の品質特性への影響が評価されており、物理処理も品質設計上の影響を持つことが示されています<sup>[16]</sup>。

## ペクチナーゼと $\beta$ -グルカナーゼ、セルラーゼ、ヘミセルラーゼの違い

白ワインの圧搾・清澄で最も直接的な標的はペクチンであるため、食品用ペクチナーゼは基本的な選択肢になります。しかし、ブドウ由来の固液分離問題はペクチンだけで説明できない場合があります。たとえば、カビ感染や一部の原料条件では $\beta$ -グルカンがワインの粘性やろ過障害に関与します。この場合、 $\beta$ -グルカナーゼがより直接的な作用点を持ちます。ワイン成分が $\beta$ -グルカン加水分解に及ぼす速度論的影響を扱った研究は、ワインマトリクス中で酵素反応が単純な水溶液とは異なることを示しています<sup>[10]</sup>。

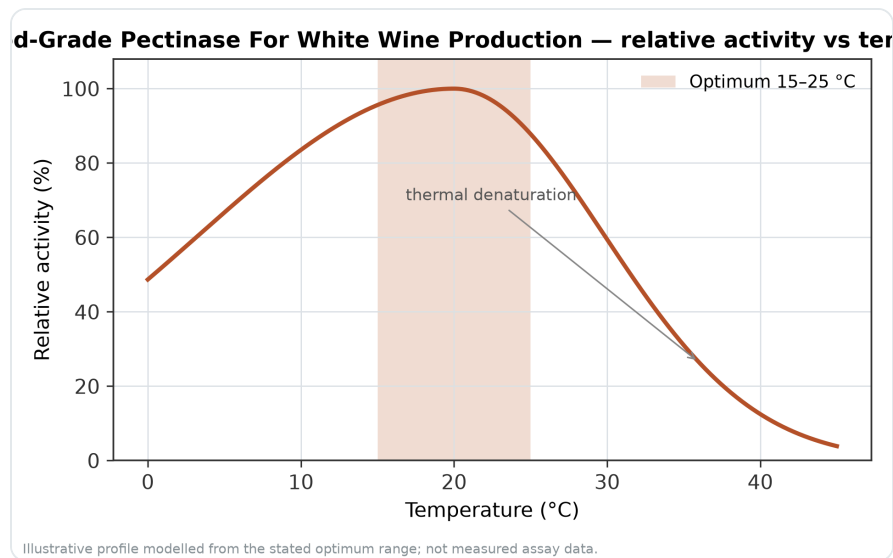
セルラーゼやヘミセルラーゼは、セルロースやヘミセルロースを標的とし、果皮・果肉組織の分解をより広く進める目的で使われることがあります。赤ワインでは色素やタンニンの抽出を高めるために複合酵素が検討されることがありますが、白ワインでは過抽出を避けたいケースが多く、ペクチナーゼ中心の穏やかな設計が適する場合があります。果実搾汁副産物の酵素前処理研究では、繊維分解と抗酸化成分の放出が酵素処理により変化することが示されており、酵素の種類によって抽出される成分の範囲が変わることがわかります<sup>[17]</sup>。

酵素・処理	主な標的	白ワインでの主用途	ペクチナーゼとの違い
ペクチナーゼ	ペクチン質	圧搾、果汁清澄、粘度低減、沈降促進	白ワイン前処理で最も直接的にペクチン性問題へ作用
$\beta$ -グルカナーゼ	$\beta$ -グルカン	かび由来グルカンによるろ過障害対策	ペクチンではなくグルカン性粘性を標的にする
セルラーゼ	セルロース	細胞壁分解、抽出補助	作用が広く、白ワインでは過抽出に注意
ヘミセルラーゼ	ヘミセルロース	組織分解、成分抽出補助	ペクチン以外の細胞壁多糖に作用
ベントナイト	タンパク質などの吸着	タンパク安定化、清澄補助	酵素分解ではなく吸着処理
活性炭	臭気・色・汚染物質などの吸着	特定成分の低減	ペクチン分解ではなく非選択的吸着性が問題になり得る

## 使用時に考慮される工程条件

ペクチナーゼの働きは、温度、pH、接触時間、果汁中のフェノール、亜硫酸、金属イオン、アルコール濃度、固形分量などに左右されます。白ワインの発酵前マストは酸性で、低温管理されることが多いため、酵素反応速度は条件によって大きく変わります。電場を用いてワインマスト中のペク

チナーゼ活性を調整する研究では、外部条件により酵素活性と清澄挙動が変化し得ることが示され、工程条件が酵素性能の一部であることが確認されています<sup>[1]</sup>。



**Figure 6.** 온도에 따른 화이트 와인 생산용 식품 등급 펙티나아제의 상대 활성으로, 15–25° C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열 변성에 따른 전형적인 활성 감소가 나타납니다.

温度が低いと、酸化や微生物増殖の抑制には有利ですが、酵素反応は遅くなる傾向があります。温度を上げればペクチン分解は進みやすくなる一方、香気成分の揮散、酸化、フェノール抽出の増加といった品質上の懸念が高まります。白ワインの品質に対する温度影響を扱った研究では、温度管理が白ワインの品質形成に重要であることが示されており、ペクチナーゼ処理もこの温度設計の中で扱うべき工程です<sup>[13]</sup>。

亜硫酸管理も実務上の要点です。亜硫酸は酸化防止と微生物制御に不可欠ですが、酵素はタンパク質であるため、化学環境によって立体構造や反応効率が変わる可能性があります。ペクチナーゼを十分に作用させたい場合、破碎直後から圧搾・清澄までの時間、酸化リスク、亜硫酸添加のタイミングを一体で設計する必要があります。酸素存在下でのフェノール変化に関する研究は、酸素管理が褐変関連成分の挙動に大きく関わることを示しています<sup>[12]</sup>。

## 研究文献から見た根拠の強さ

白ワイン向けペクチナーゼの根拠は、第一にペクチン分解という酵素学的機序、第二に果汁・ワイン清澄での応用研究、第三に白ワイン前処理での化学組成への影響研究から成り立ちます。ワインマストの清澄化を対象にした研究では、ペクチナーゼ活性の調整が清澄挙動に結びつくことが示されており、白ワイン前処理の実務目的と一致します<sup>[1]</sup>。

固定化ペクチナーゼに関する研究も、ワイン清澄におけるペクチナーゼの役割を別角度から裏付けています。磁性ポリアミド微粒子に固定化したワイン用ペクチナーゼの研究では、固定化生体触媒として清澄への応用が検討され、ペクチナーゼ反応がワインマトリクス中で有用であることが示されています<sup>[6]</sup>。

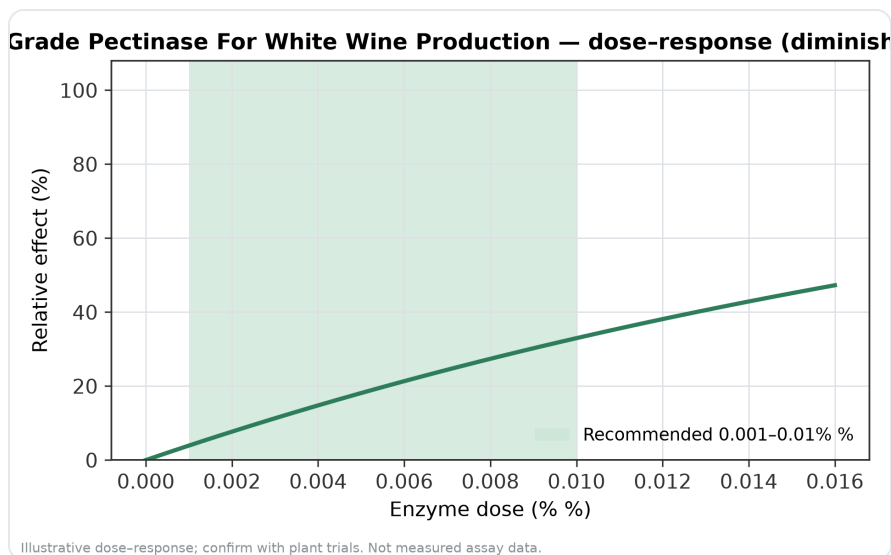


Figure 7. 권장 사용 범위(0.001-0.01%)에서 화이트 와인 생산용 식품 등급 펙티나아제의 예시적 용량-반응 관계.

さらに、ポリアミド支持体の役割を検討した研究では、支持体の特性が固定化ペクチナーゼの効率に影響することが扱われています。これは市販液体マストへの直接添加とは異なる研究系ですが、ペクチナーゼという触媒自体がワイン清澄に利用可能であること、また酵素の周辺環境が性能に関わることを示す根拠になります<sup>[9]</sup>。

白ワインの酵素前処理と酵母の種類を比較した研究では、酵素処理が白ワインの化学的性質に影響することが報告されています。これは、ペクチナーゼを単なる清澄補助剤ではなく、圧搾前から発酵前処理までに関与する醸造工程因子として扱うべきことを示しています<sup>[7]</sup>。

## Enzymes.bioでの製品位置づけ

Food-Grade Pectinase For White Wine Productionは、白ワイン製造における圧搾補助、果汁清澄、粘度低減、沈降促進、後段ろ過負荷の軽減を目的とする食品用途向けペクチナーゼです。Enzymes.bioは本製品の供給業者であり、製造業者または研究機関ではありません。製品は1kg単位でオンライン直接販売され、注文時にCoAおよびSDSが併せて提供されます。

この製品の実務上の中心価値は、ブドウマスト中のペクチン性構造を分解し、果汁を扱いやすい物性に整えることです。発酵前の白マストでは、清澄が不十分だと澱量、移送効率、発酵管理、ろ過工程に影響し、逆に処理が強すぎると香味やフェノールバランスに影響する場合があります。白マ

スト清澄を扱う研究でも、酵素製剤の使用は濁度や清澄挙動を制御する手段として検討されています[2]。

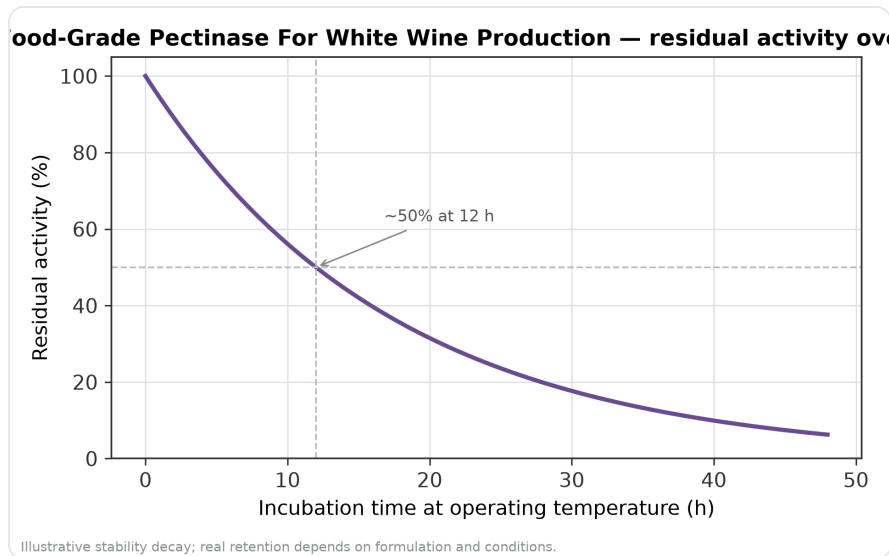


Figure 8. 화이트 와인 생산용 식품 등급 펙티나아제의 예시적 열 안정성 감소 — 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소합니다.

## 実務的なまとめ

白ワイン向け食品用ペクチナーゼは、ブドウ由来ペクチンを分解することで、压榨時の果汁流出、発酵前果汁の静置清澄、粘度低減、沈降促進、ろ過性改善を支える酵素です。作用点は明確で、ペクチン性高分子を短くし、果汁中のコロイド安定性とゲル性を弱めることにあります。ワイン清澄用ペクチナーゼの研究や白マスト清澄研究は、この用途が酵素学的にも工程的にも妥当であることを支持しています[1]。

一方で、白ワインではペクチナーゼ処理を強くすればよいわけではありません。品種香、果皮由来フェノール、酸化、温度、亜硫酸、濁度目標、酵母発酵との関係を含め、工程全体の中で位置づける必要があります。香気前駆体とワイン製造中の香味放出に関する研究は、前処理が最終的な香味形成の一部であることを示しています[8]。

Enzymes.bioが供給するFood-Grade Pectinase For White Wine Productionは、白ワイン製造でペクチン由来の粘度、濁り、沈降不良、压榨効率の課題に対応するための酵素製品です。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が提供されます。白ワイン工程においては、ペクチナーゼを「清澄剤」ではなく、発酵前果汁の物性を設計するためのペクチン分解酵素として理解することが、最も正確で実用的です。

## Food-Grade Pectinase For White Wine Production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 White Wine Production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. Queiros, M., Pereira, G., Leite, A., Leal, R., Rodrigues, R. M., Teixeira, J., & Pereira, R. (2023). Tuning pectinase activity under the effects of electric fields in the enhanced clarification of wine must. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7.
2. (Nedelcu), M. H., Constantin, O., (Condurache), N. N. L., Bahrim, G., Stănciuc, N., Aprodu, I., Croitoru, C., ... et al. (2023). Studies on white must clarification using enzyme preparations.
3. Ćorković, I., Pichler, A., Šimunović, J., & Kopjar, M. (2024). A Comprehensive Review on Polyphenols of White Wine: Impact on Wine Quality and Potential Health Benefits. *Molecules*, 29.
4. Семенихин, С., Городецкый, В., Фабрицкая, А., & Котляревская, Н. (2022). DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY OF ENZYMATIC EXTRACTION OF PECTIN SUBSTANCES. *Известия вузов. Пищевая технология*.
5. Vasquez, P., Stucken, K., García-Martín, A., Ladero, M., Bolivar, J. M., & Bernal, C. (2024). Enzymatic production, physicochemical characterization, and prebiotic potential of pectin oligosaccharides from pisco grape pomace. *International Journal of Biological Macromolecules*, 136302 .
6. Oliveira, S. C., Dencheva, N., & Denchev, Z. (2024). Immobilization of Enological Pectinase on Magnetic Sensitive Polyamide Microparticles for Wine Clarification. *Foods*, 13.
7. Samoticha, J., Wojdyło, A., Chmielewska, J., Politowicz, J., & Szumny, A. (2017). The effects of enzymatic pre-treatment and type of yeast on chemical properties of white wine. *Lwt - Food Science and Technology*, 79, 445-453.
8. Parker, M., Capone, D., Francis, I., & Herderich, M. (2017). Aroma Precursors in Grapes and Wine: Flavor Release during Wine Production and Consumption. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66 10, 2281-2286 .
9. Oliveira, S. C., Araújo, S. M. S., Dencheva, N., & Denchev, Z. (2024). Polyamide Microparticles with Immobilized Enological Pectinase as Efficient Biocatalysts for Wine Clarification: The Role of the

Polymer Support. *Molecules*, 30.



10. Zinnai, A., Venturi, F., Quartacci, M. F., Andreotti, A., & Andrich, G. (2016). The kinetic effect of some wine components on the enzymatic hydrolysis of  $\beta$ -glucan. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 31, 9-13.
11. Zhao, X., Duan, C., Li, S., Zhang, X., Zhai, H., He, F., & Zhao, Y. (2023). Non-enzymatic browning of wine induced by monomeric flavan-3-ols: A review. *Food Chemistry*, 425, 136420 .
12. Bustamante, M., Gil-Cortiella, M., Peña-Neira, Á., Gombau, J., García-Roldán, A., Cisterna, M., Montané, X., ... et al. (2025). Oxygen-induced enzymatic and chemical degradation kinetics in wine model solution of selected phenolic compounds involved in browning. *Food Chemistry*, 484, 144421 .
13. Aliyeva, Z., & Huseynov, M. (2025). THE STUDY OF THE IMPACT OF TEMPERATURE ON THE QUALITY IN THE PRODUCTION OF WHITE WINES. *MacroFrontiers 2025: 3th International Conference on Macromolecular Compounds*.
14. Cosme, F., Inês, A., Ferreira, B., Silva, D., Filipe-Ribeiro, L., Abrunhosa, L., & Nunes, F. (2020). Elimination of Aflatoxins B1 and B2 in White and Red Wines by Bentonite Fining. Efficiency and Impact on Wine Quality. *Foods*, 9.
15. Cosme, F., Inês, A., Silva, D., Filipe-Ribeiro, L., Abrunhosa, L., & Nunes, F. (2021). Elimination of ochratoxin A from white and red wines: Critical characteristics of activated carbons and impact on wine quality. *LWT*, 140, 110838.
16. Lukić, K., Brnčić, M., Ćurko, N., Tomašević, M., Tušek, A. J., & Ganić, K. K. (2020). Quality characteristics of white wine: The short- and long-term impact of high power ultrasound processing. *Ultrasonics sonochemistry*, 68, 105194 .
17. Alberici, N., Fiorentini, C., House, A., Dordoni, R., Bassani, A., & Spigno, G. (2020). Enzymatic pre-treatment of fruit pomace for fibre hydrolysis and antioxidants release. *Chemical engineering transactions*, 79, 175-180.

## 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。