

# Pectin Methylesterase (PME): enzima per modifica della pectina, succhi di frutta, consistenza vegetale e biomasse

Team di ricerca Enzymes.bio · Wellington, Nuova Zelanda · June 20, 2026

La **Pectin Methylesterase** — abbreviata **PME** e nota anche come pectinesterase — è un enzima che rimuove gruppi metil-estere dalla pectina, trasformando l'omogalatturonano metilato in pectina più de-esterificata e più reattiva verso calcio e altri enzimi pectolitici. In ambito industriale è rilevante per processi su frutta, vegetali e biomasse ricche di pectina, dove il controllo del grado di esterificazione influenza viscosità, torbidità, gelificazione, consistenza e accessibilità enzimatica <sup>[1]</sup>.

Enzymes.bio fornisce **Pectin Methylesterase** come prodotto acquistabile direttamente online in unità da **1 kg**. Enzymes.bio opera come **fornitore**, non come produttore né come laboratorio; **CoA** e **SDS** sono forniti insieme all'ordine.

## Che cos'è la Pectin Methylesterase e perché è diversa da altre pectinasi

La **Pectin Methylesterase** è una pectinasi specializzata nella **de-metilesterificazione** della pectina. Il suo substrato principale è la regione di **omogalatturonano**, una catena di residui di acido galatturonico che può essere esterificata con gruppi metilici. La PME idrolizza questi gruppi metil-estere, liberando metanolo e generando gruppi carbossilici liberi sulla catena pectica; questo cambia la chimica della pectina senza tagliare direttamente la catena polisaccaridica principale <sup>[1]</sup>.

Questa distinzione è importante: molte applicazioni industriali parlano genericamente di "pectinasi", ma non tutte le pectinasi svolgono la stessa funzione. Le poligalatturonasi depolimerizzano legami glicosidici in pectine già de-esterificate o parzialmente de-esterificate; le pectin liasi e pectato liasi scindono catene pectiche con meccanismi diversi; la PME, invece, prepara o rimodella il substrato cambiandone il grado di metilazione <sup>[2]</sup>.

La pectina è un polisaccaride strutturale della parete cellulare vegetale e della lamella mediana. È abbondante in frutti, ortaggi e sottoprodotti agroindustriali, e le sue proprietà dipendono da fattori come grado di esterificazione, distribuzione dei gruppi metilici, presenza di ramificazioni, interazione con cationi e associazione con altri polisaccaridi di parete <sup>[3]</sup>.

Dal punto di vista funzionale, la PME trasforma la pectina da una forma più metilata, meno carica e spesso meno accessibile a certi enzimi, a una forma più ricca di gruppi carbossilici liberi. Questo può favorire la formazione di complessi con calcio, modificare la viscosità, influire sulla stabilità colloidale o rendere la pectina più adatta all'azione di enzimi depolimerizzanti <sup>[4]</sup>.

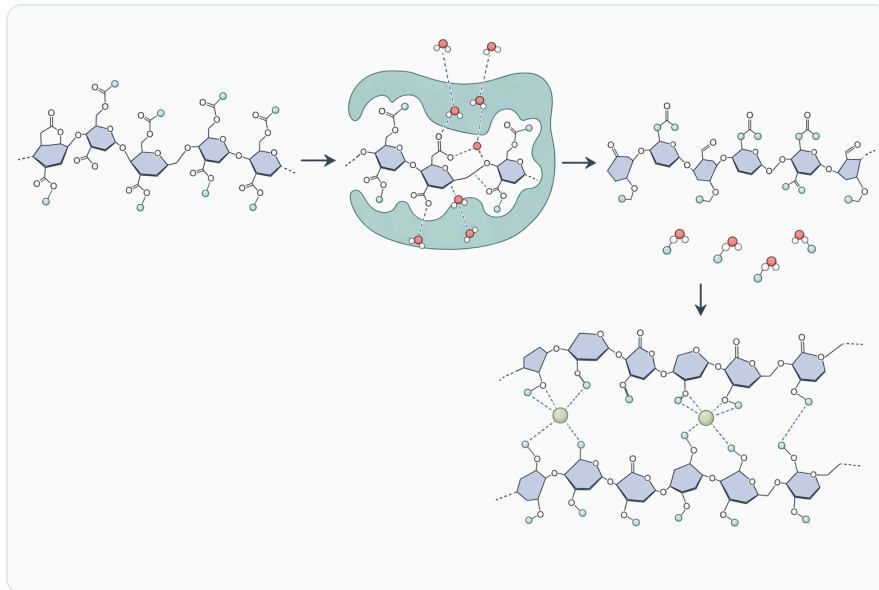
## Meccanismo d'azione: cosa succede alla pectina

---

La reazione catalizzata dalla Pectin Methylesterase è una **idrolisi di esteri metilici**. Nei residui metil-esterificati dell'acido galatturonico, il gruppo carbossilico è "mascherato" come estere; la PME rimuove il gruppo metilico e restituisce un carbossilato disponibile. Il risultato è una pectina più acida e più carica negativamente, con comportamento diverso in acqua, in presenza di sali e in sistemi alimentari complessi <sup>[5]</sup>.

La conseguenza più nota è l'aumento della capacità della pectina di interagire con ioni bivalenti, in particolare calcio. Le sequenze di acido galatturonico de-esterificate possono formare zone di associazione ionica, spesso descritte nel contesto della gelificazione delle pectine a basso grado di metilazione. Questo non significa che ogni trattamento con PME generi automaticamente un gel: l'effetto dipende da substrato, distribuzione della de-esterificazione, concentrazione di calcio, pH, solidi solubili e condizioni di processo <sup>[6]</sup>.

Un aspetto tecnico centrale è il **pattern di azione**. Alcune PME possono rimuovere gruppi metilici in modo più processivo, generando blocchi consecutivi di residui de-esterificati; altre possono produrre una distribuzione più casuale. Studi su PME di mela hanno mostrato che il pH può influenzare il pattern di de-esterificazione, con differenze tra condizioni più acide e più vicine alla neutralità <sup>[7]</sup>.



**Figure 1.** La PME rimuove gruppi metil-estere dall'omogalatturonano, generando gruppi carbossilici liberi senza tagliare direttamente la catena pectica.

La ricerca su omogalatturonani modello ha confermato che il pH può modificare dimensione e numero dei blocchi de-metilati e, quindi, il modo in cui la pectina risultante interagisce con altri componenti. Questo è cruciale perché due pectine con lo stesso grado medio di de-esterificazione possono avere proprietà molto diverse se i gruppi de-esterificati sono distribuiti in blocchi lunghi o in modo più disperso [4].

In termini industriali, la PME è quindi un enzima di **rimodellamento strutturale** più che un semplice agente di degradazione. Il suo valore non risiede nel “distruggere” la pectina, ma nel cambiare il modo in cui la pectina si comporta: più o meno predisposta a legare calcio, più o meno accessibile a poligalatturonasi o liasi, più o meno influente su viscosità e stabilità del sistema [1].

## PME, pectina e tessuti vegetali: dalla biologia all'industria

Nelle piante, le PME partecipano al rimodellamento della parete cellulare. La pectina contribuisce alla coesione tra cellule, alla porosità della parete, alla resistenza meccanica e alla plasticità dei tessuti. Di conseguenza, modificare il grado di metilesterificazione della pectina può influenzare fenomeni come maturazione, ammorbidimento, adesione cellulare e risposta a stress ambientali [8].

Durante la maturazione del pomodoro, ad esempio, sono stati osservati cambiamenti nell'espressione di pectin methylesterase e nel grado di esterificazione della pectina. Questi cambiamenti fanno parte del rimodellamento della parete cellulare associato alla transizione da tessuto compatto a tessuto più morbido e più suscettibile a modifiche strutturali [9].

Anche studi genetici sul pomodoro hanno mostrato che interferire con l'espressione della PME può alterare processi legati alla maturazione e alla lavorazione del frutto. Questo conferma che la PME non è un dettaglio marginale della parete vegetale, ma un regolatore chimico della struttura pectica con effetti misurabili sul comportamento del tessuto [10].

Per l'industria alimentare e biotecnologica, queste evidenze spiegano perché la pectin methylesterase sia rilevante in processi su frutta e ortaggi. Quando si lavora con puree, succhi, preparazioni di frutta o residui vegetali, la pectina non è solo un componente chimico: è parte di una rete strutturale che condiziona rilascio di liquido, viscosità, torbidità, filtrabilità e consistenza [3].

## Applicazioni nei succhi e nella lavorazione della frutta

Nei succhi di frutta, la pectina può contribuire alla viscosità e alla stabilità della torbidità. A seconda del prodotto, l'obiettivo può essere opposto: in alcuni succhi si cerca una chiarificazione efficiente, in altri si vuole mantenere una torbidità stabile e una sensazione di corpo. La PME può favorire cambiamenti significativi perché modifica la carica della pectina e la sua interazione con calcio, particelle sospese e altri polisaccaridi [11].

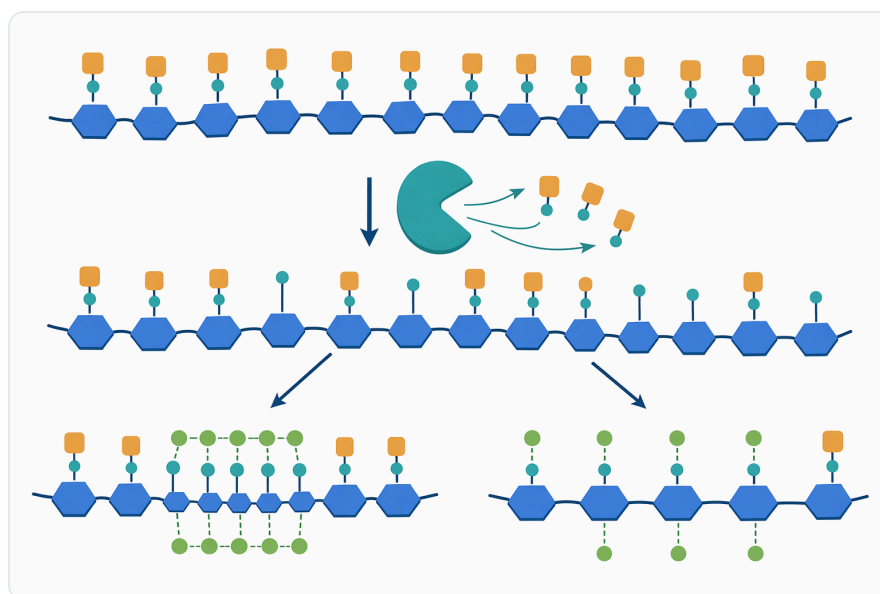


Figure 2. Il pattern di de-esterificazione può cambiare le proprietà della pectina anche a parità di grado medio di de-esterificazione.

Una PME acida da *Paenibacillus xylanexedens* è stata caratterizzata e valutata per applicazioni nella lavorazione della frutta, evidenziando l'interesse verso enzimi attivi in condizioni compatibili con matrici frutticole acide. Questo tipo di studio è utile perché molte bevande e preparazioni di frutta operano in ambienti a pH basso, dove non tutte le PME mantengono lo stesso comportamento [11].

Anche PME da *Aspergillus niger* sono state espresse e caratterizzate per applicazioni nella lavorazione dei frutti. Le fonti fungine sono particolarmente studiate perché gli enzimi di origine microbica possono essere prodotti in modo controllato e presentare proprietà utili in processi alimentari, pur con prestazioni che restano dipendenti dalla specifica preparazione enzimatica e dalla matrice trattata [12].

Nel settore dei succhi, la PME non va interpretata solo come enzima “positivo”. In alcuni casi, l’attività residua di PME è un problema da controllare perché può favorire instabilità della torbidità o cambiamenti di consistenza durante conservazione e distribuzione. Studi su succo di mandarino Nagpur hanno valutato l’inattivazione della PME e la stabilità della cloudiness mediante termosonicazione, confermando il ruolo dell’enzima nella stabilità fisica dei succhi agrumari [13].

Ricerche più recenti su succo di jabuticaba hanno esaminato gli effetti degli ultrasuoni su composti fenolici, profilo volatile e inattivazione di enzimi come polifenolossidasi, perossidasi e pectin methylesterase. Il fatto che la PME venga monitorata insieme ad altri enzimi di qualità mostra quanto sia rilevante nei trattamenti non termici o combinati per succhi e bevande vegetali [14].

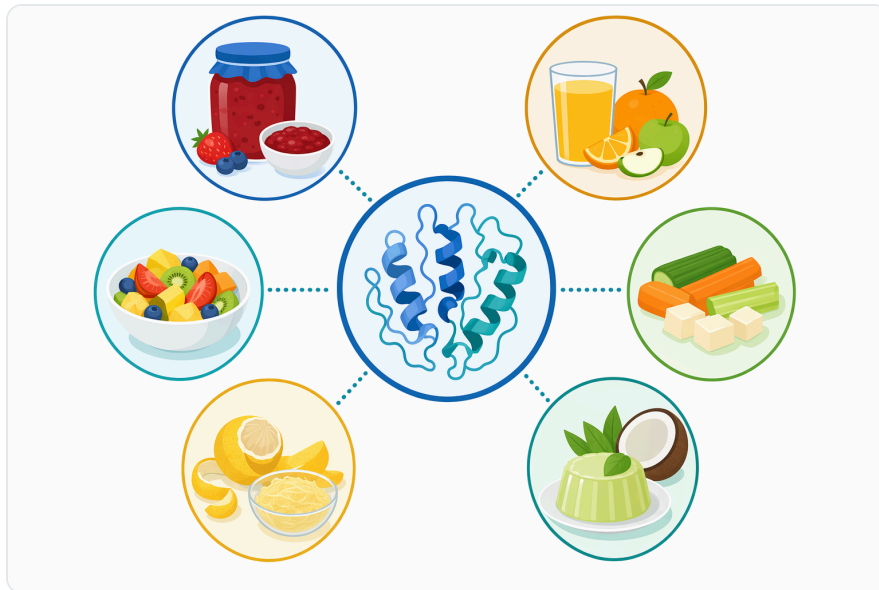
## Consistenza, calcio e prodotti vegetali freschi

---

La de-esterificazione della pectina crea siti carbossilici capaci di legare calcio. In tessuti vegetali, questo può rafforzare la rete pectica e contribuire alla fermezza, soprattutto quando la PME è combinata con una fonte di calcio. L’effetto non è semplicemente “indurire il tessuto”, ma creare condizioni perché catene pectiche de-esterificate possano formare associazioni ioniche che aumentano coesione e resistenza meccanica [15].

Uno studio su fragole fresh-cut ha valutato l’infusione sottovuoto di lattato di calcio e pectin methylesterase per mantenere la qualità e aumentare la fermezza. L’interesse applicativo è chiaro: in prodotti minimamente trasformati, la perdita di struttura è un limite commerciale, e la combinazione PME-calcio può essere una strategia per intervenire sulla rete pectica senza ricorrere solo a trattamenti termici intensi [15].

Il principio è applicabile concettualmente anche ad altre matrici vegetali, ma non può essere trasferito automaticamente. La risposta dipende dalla pectina nativa del tessuto, dal grado di maturazione, dalla porosità, dalla disponibilità di calcio, dalla distribuzione dell’enzima nel materiale e dal tempo di contatto. Una fragola fresh-cut, una carota, una purea di agrumi e una biomassa di scarto presentano architetture cellulari e pectiche molto diverse [8].



**Figure 3.** Nei succhi e nelle puree la PME può contribuire sia alla modulazione della viscosità e filtrabilità sia a fenomeni indesiderati di instabilità della torbidità.

Questa doppia natura della PME — utile per rafforzare alcuni tessuti, ma potenzialmente destabilizzante in altri sistemi — è una delle ragioni per cui viene studiata anche insieme ai suoi inibitori. L'equilibrio tra attività PME, calcio e altre pectinasi determina se il risultato finale sarà maggiore fermezza, variazione di viscosità, gelificazione, flocculazione o perdita di stabilità colloidale [16].

## Inibitori della PME e controllo dell'attività enzimatica

Le piante producono anche **PMEI**, cioè inibitori della pectin methylesterase. Queste proteine regolano l'attività della PME nella parete cellulare e sono state studiate per il loro potenziale nel controllo della consistenza e della stabilità dei prodotti vegetali. In ambito alimentare, l'interesse non è solo aggiungere PME, ma anche limitarne o modulare l'azione quando l'attività residua è indesiderata [8].

Uno studio su PME di carota e inibitore da kiwi ha analizzato attività, stabilità e inibizione, mostrando che l'interazione PME-PMEI può essere specifica e influenzata dalle condizioni di trattamento. Questo è rilevante per matrici in cui enzimi endogeni e inibitori naturali coesistono e possono continuare ad agire dopo taglio, triturazione o trattamento parziale [16].

Ulteriori studi hanno usato cromatografia di esclusione dimensionale per indagare la formazione del complesso tra PME di carota e inibitore da kiwi dopo trattamenti termici e ad alta pressione. Anche senza entrare nei dettagli analitici, il punto applicativo è che calore e pressione possono alterare non solo l'enzima o l'inibitore separatamente, ma anche la stabilità del complesso che ne regola l'attività [17].

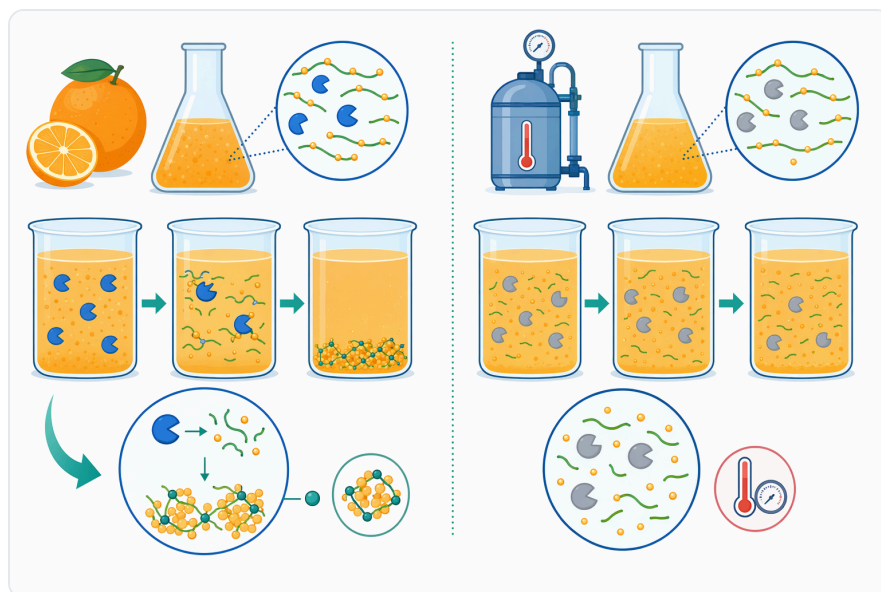
Per chi lavora con succhi, puree, ingredienti vegetali o frutta tagliata, questo significa che la PME non deve essere considerata in isolamento. La matrice può contenere PME endogene, inibitori naturali, calcio, acidi organici, polifenoli e altri enzimi; tutti questi fattori possono spostare il risultato verso stabilizzazione, ammorbidimento, chiarificazione o instabilità [18].

## Biomasse, residui vegetali e rimodellamento pectico

Le biomasse agroindustriali ricche di pectina — come residui di frutta, bucce, polpe, scarti di ortaggi e sottoprodotti di estrazione — sono un'area di interesse per la pectin methylesterase. La pectina può ostacolare l'accesso di cellulasi ed emicellulasi alla parete vegetale, oppure può rappresentare essa stessa una frazione da valorizzare tramite depolimerizzazione o modifica controllata [18].

Uno studio ha descritto l'estrazione e caratterizzazione di PME da biowaste di melone per il rimodellamento della pectina. Il valore applicativo di lavori simili è mostrare che i sottoprodotti vegetali non sono solo rifiuti, ma possono essere fonti e substrati per processi enzimatici legati alla pectina [18].

La PME può essere usata concettualmente come pretrattamento biochimico: de-esterificando la pectina, può rendere il substrato più adatto a enzimi che richiedono gruppi carbossilici liberi o che agiscono meglio su pectine meno metilate. In un sistema multienzimatico, questa funzione può migliorare l'efficienza complessiva anche se la PME da sola non depolimerizza in modo sostanziale la catena [1].



**Figure 4.** La combinazione tra PME e calcio può rafforzare la rete pectica e sostenere la fermezza di prodotti vegetali minimamente trasformati.

La valorizzazione delle biomasse dipende però dalla composizione della materia prima. Le pectine differiscono tra agrumi, mele, frutti tropicali, ortaggi e sottoprodotti specifici; cambiano grado di metilazione, ramificazioni, acetilazione e associazione con cellulosa, emicellulose e proteine di parete. Per questo, il ruolo della PME va letto nel contesto della matrice, non come soluzione universale [3].

## Produzione e modifica di ingredienti pectici

Oltre alla lavorazione diretta di frutta e biomasse, la pectin methylesterase è rilevante nella produzione di ingredienti a base pectina. Pectine con diverso grado di esterificazione hanno comportamento diverso in gel, film, sistemi alimentari modello e formulazioni a base polisaccaridica. Modificare enzimaticamente la pectina può offrire un controllo più selettivo rispetto a trattamenti chimici più drastici [19].

La letteratura su pectina estratta da sottoprodotti, come gli scarti di jackfruit, mostra come fonti vegetali alternative possano essere caratterizzate e applicate in gel alimentari modello. Anche quando la PME non è il focus primario, questi studi evidenziano che la funzionalità della pectina dipende strettamente dalla sua struttura, e quindi dal grado di esterificazione che la PME può modificare [19].

Nelle applicazioni di packaging alimentare e film compositi, la pectina è studiata come matrice biopolimerica. La modifica del grado di esterificazione può influenzare solubilità, interazioni intermolecolari e comportamento meccanico, anche se ogni formulazione richiede valutazioni specifiche perché plastificanti, complessi inclusi e altri polimeri cambiano la risposta finale [20].

È importante distinguere tra “pectina come ingrediente” e “pectina come barriera di processo”. Nel primo caso, la PME può servire a costruire funzionalità desiderate; nel secondo, può aiutare a rendere la pectina meno limitante per estrazione, filtrazione o idrolisi. In entrambi i casi, il meccanismo resta lo stesso: rimozione di gruppi metil-estere e aumento dei gruppi carbossilici liberi [1].

## Tabella comparativa: PME e altre attività pectolitiche

Attività enzimatica	Azione principale sulla pectina	Effetto tecnico tipico	Quando è particolarmente rilevante
<b>Pectin Methylesterase (PME)</b>	Rimuove gruppi metil-estere dall'omogalatturonano	Aumenta gruppi carbossilici liberi; modifica interazione con calcio e accessibilità ad altri enzimi	Rimodellamento della pectina, consistenza vegetale, preparazione del substrato per altre pectinasi

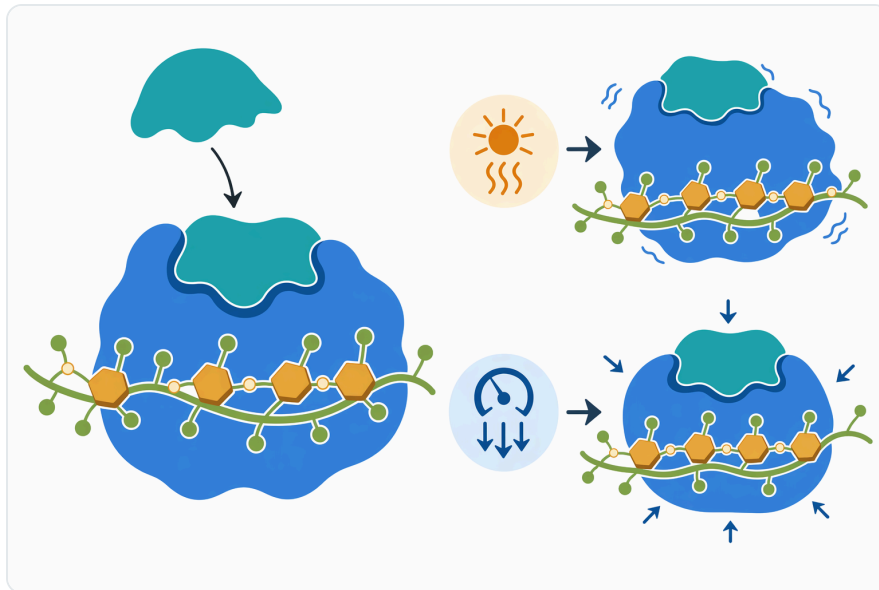
Attività enzimatica	Azione principale sulla pectina	Effetto tecnico tipico	Quando è particolarmente rilevante
<b>Poligalatturonasi</b>	Idrolizza legami nella catena di acido galatturonico, soprattutto in pectine de-esterificate	Riduce lunghezza della catena e può diminuire viscosità	Chiarificazione, macerazione, depolimerizzazione pectica
<b>Pectin liasi</b>	Scinde pectine metilate tramite eliminazione	Depolimerizza pectine più esterificate	Processi su pectine ad alto grado di metilazione
<b>Pectato liasi</b>	Scinde pectato o pectina de-esterificata tramite eliminazione	Depolimerizza substrati con molti gruppi carbossilici liberi	Sistemi in cui la PME ha già aumentato la de-esterificazione
<b>PME + enzimi depolimerizzanti</b>	De-esterificazione seguita da taglio della catena	Controllo più fine di viscosità, accessibilità e frammentazione	Cocktail pectolitici per frutta, vegetali e biomasse

La tabella mostra perché la PME è spesso più efficace come parte di una strategia pectolitica coordinata. Da sola cambia la reattività della pectina; insieme a enzimi che tagliano la catena, può contribuire a una trasformazione più profonda della matrice pectica <sup>[2]</sup>.

## Origini enzimatiche e variabilità delle prestazioni

Le PME possono provenire da piante, funghi o batteri. Questa varietà biologica comporta differenze in pH di attività, stabilità, pattern di de-esterificazione, tolleranza a condizioni di processo e interazione con substrati pectici diversi. Per questo motivo, il termine “pectin methylesterase” identifica una funzione enzimatica, non un comportamento unico valido per tutte le preparazioni <sup>[1]</sup>.

Le PME di *Aspergillus niger* sono state oggetto di diversi studi per applicazioni nella lavorazione dei succhi e della frutta. Un lavoro ha descritto l’espressione costitutiva, purificazione e caratterizzazione di una PME da *A. niger* in *Pichia pastoris* con potenziale applicazione nell’industria dei succhi, confermando l’interesse verso enzimi fungini in contesti alimentari <sup>[21]</sup>.



**Figure 5.** Gli inibitori PMEI possono modulare l'attività della PME e la stabilità del complesso può dipendere dalle condizioni di trattamento.

Anche le PME batteriche hanno attirato attenzione. L'enzima acido da *Paenibacillus xylanexedens* è stato studiato per applicazioni nella lavorazione della frutta, suggerendo che fonti microbiche diverse possano offrire profili utili in ambienti acidi o in matrici specifiche [11].

Le PME vegetali, come quelle di carota, patata, mela e agrumi, sono spesso studiate per comprendere stabilità, meccanismo e applicazioni alimentari. La PME di patata, ad esempio, è stata oggetto di lavoro su purificazione parziale in singolo passaggio per impieghi alimentari, evidenziando l'interesse verso enzimi vegetali in applicazioni su scala maggiore [22].

Questa diversità spiega perché le prestazioni non dovrebbero essere dedotte solo dal nome dell'enzima. Due prodotti entrambi descritti come pectin methylesterase possono comportarsi diversamente su succo di agrumi, purea di fragola, residuo di melone o pectina estratta, perché cambiano sia l'enzima sia il substrato [1].

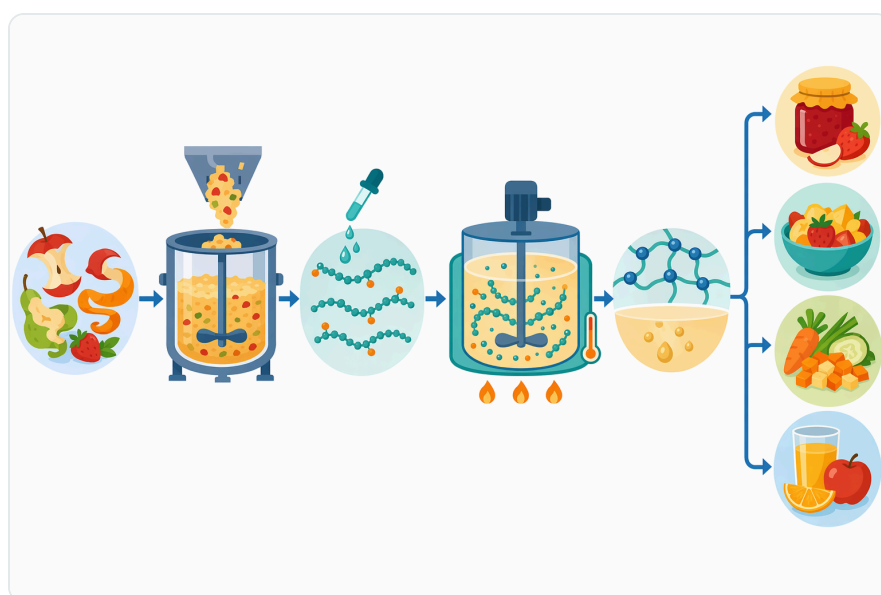
## Fattori di processo che influenzano il risultato

Il primo fattore è il **pH**. Studi su PME di mela e su omogalatturonani modello hanno mostrato che il pH può cambiare il pattern di de-esterificazione, non solo la velocità apparente della reazione. Questo significa che il pH può influenzare la struttura finale della pectina modificata e, quindi, il comportamento del sistema [7].

Il secondo fattore è la **temperatura**, che può aumentare la velocità di reazione fino a un certo punto ma anche contribuire a inattivazione enzimatica o cambiamenti della matrice. In succhi e puree, la temperatura interagisce con pH, solidi solubili, calcio e trattamenti fisici, rendendo l'effetto finale specifico per prodotto [13].

Il terzo fattore è la **presenza di calcio**. La PME genera siti carbossilici che possono legare calcio; se il calcio è disponibile, possono formarsi associazioni tra catene pectiche. Questo può essere utile per aumentare fermezza in tessuti vegetali, ma può anche contribuire a flocculazione o cambiamenti di torbidità in bevande [15].

Il quarto fattore è la **composizione della pectina**. Pectine ad alto e basso grado di metilazione rispondono diversamente; anche la distribuzione iniziale dei gruppi metilici e la presenza di ramificazioni influenzano accessibilità e risultato. Per questo, un trattamento efficace su una pectina agrumaria non è automaticamente equivalente su pectina di mela, jackfruit o sottoprodotti di ortaggi [3].



**Figure 6.** Nelle biomasse ricche di pectina, la PME può agire come pretrattamento che rende la frazione pectica più accessibile ad altri enzimi.

Il quinto fattore è la **presenza di altri enzimi**. Se nel sistema sono presenti poligalatturonasi, pectin liasi o pectato liasi, la PME può cambiare il substrato e quindi modificare l'andamento della depolimerizzazione. In fermentazioni o bevande alcoliche da frutta, l'attività PME è anche rilevante perché la de-metilesterificazione libera metanolo; uno studio su vino di mandarino Orah ha infatti considerato una pectinasi a bassa attività PME in relazione alla riduzione del metanolo [23].

## Benefici industriali realistici

---

Il beneficio più diretto della Pectin Methylesterase è la **modifica controllata del grado di esterificazione della pectina**. Questo permette di intervenire su proprietà che dipendono dalla carica e dalla disponibilità dei gruppi carbossilici, come gelificazione calcio-mediata, interazione con particelle, accessibilità a pectinasi depolimerizzanti e comportamento della parete vegetale <sup>[1]</sup>.

Nel settore dei succhi e delle puree, la PME può contribuire a strategie di chiarificazione o, al contrario, essere un'attività da controllare per preservare stabilità della torbidità. L'utilità dipende quindi dall'obiettivo: ridurre viscosità, migliorare filtrabilità, modulare cloudiness, stabilizzare o evitare alterazioni durante conservazione <sup>[13]</sup>.

Nei prodotti vegetali fresh-cut o minimamente trasformati, la combinazione tra PME e calcio può sostenere strategie di mantenimento della fermezza. L'esempio delle fragole trattate con lattato di calcio e PME mostra un'applicazione concreta in cui la modifica enzimatica della pectina è orientata alla qualità strutturale, non alla degradazione <sup>[15]</sup>.

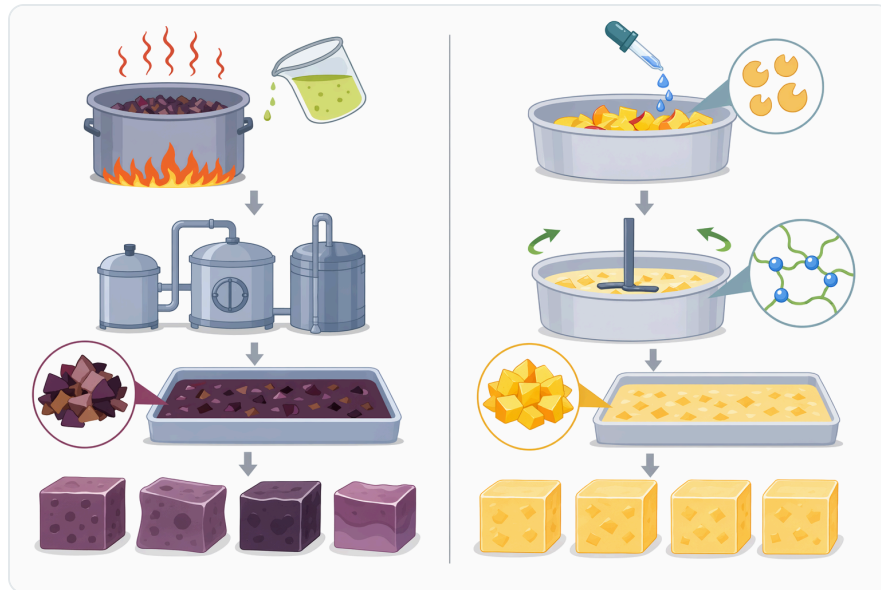
Nelle biomasse e nei sottoprodotti agroindustriali, la PME può rendere la frazione pectica più compatibile con ulteriori trasformazioni. Il suo ruolo è particolarmente interessante quando la pectina limita l'accesso ad altri polisaccaridi o quando si vogliono produrre pectine modificate e intermedi pectici per applicazioni alimentari, biotecnologiche o materiali <sup>[18]</sup>.

## Limiti tecnici e punti di cautela

---

La PME non è un enzima di depolimerizzazione completa della pectina. Se l'obiettivo è ridurre in modo marcato la lunghezza delle catene pectiche, la PME deve essere combinata con attività che tagliano la catena, come poligalatturonasi o liasi. Considerarla un sostituto di tutte le pectinasi porterebbe a interpretazioni tecniche scorrette <sup>[2]</sup>.

Un secondo limite è la dipendenza dalla matrice. Lo stesso enzima può dare risultati diversi su succo limpido, purea torbida, frutta tagliata, tessuto vegetale integro o residuo fibroso. La microstruttura del substrato, la diffusione dell'enzima e la disponibilità di calcio possono essere tanto importanti quanto l'attività biochimica dell'enzima stesso <sup>[8]</sup>.



**Figure 7.** PME, poligalatturonasi, pectin liasi e pectato liasi agiscono su aspetti diversi della pectina e possono essere combinati in strategie pectolitiche coordinate.

Un terzo punto riguarda il metanolo. La reazione della PME libera metanolo dai gruppi metil-estere della pectina; in molti contesti questo è semplicemente parte della chimica della de-esterificazione, ma in bevande fermentate o prodotti regolati può diventare un parametro tecnologico da considerare. La letteratura recente su pectinasi a bassa attività PME per vino di mandarino evidenzia proprio l'interesse verso il controllo di questo aspetto [23].

Infine, l'attività residua può continuare a modificare la pectina se l'enzima non viene inattivato o se la matrice contiene PME endogena ancora attiva. Studi su trattamenti con ultrasuoni e termosonicazione nei succhi mostrano che l'inattivazione della PME è un tema rilevante quando la stabilità del prodotto dipende dal controllo dell'enzima nel tempo [14].

## Pectin Methylesterase disponibile su Enzymes.bio

La **Pectin Methylesterase** disponibile tramite Enzymes.bio è rivolta ad aziende che lavorano con frutta, vegetali, ingredienti pectici o biomasse e che cercano un enzima per modificare la pectina attraverso de-metilesterificazione. Il prodotto è venduto direttamente online in unità da **1 kg**, con documentazione **CoA** e **SDS** fornita insieme all'ordine.

Enzymes.bio è un **fornitore** e non un produttore né un laboratorio. Le informazioni tecniche qui presentate hanno finalità educativa e aiutano a comprendere il ruolo della pectin methylesterase nei processi B2B; le prestazioni effettive dipendono dalla matrice vegetale, dal grado di esterificazione della pectina, dalle condizioni di processo e dall'eventuale presenza di calcio o altri enzimi pectolitici [1].

## Conclusione

---

La **Pectin Methylesterase** è un enzima chiave per il controllo della pectina perché rimuove gruppi metil-estere dall'omogalatturonano, aumentando la disponibilità di gruppi carbossilici e modificando interazioni con calcio, particelle colloidali e altri enzimi pectolitici. La sua funzione è diversa da quella delle pectinasi che tagliano direttamente la catena: la PME rimodella il substrato e può prepararlo a ulteriori trasformazioni <sup>[5]</sup>.

Le applicazioni più rilevanti includono succhi e puree di frutta, controllo della consistenza in prodotti vegetali, strategie PME-calcio per fermezza, valorizzazione di biomasse ricche di pectina e produzione o modifica di ingredienti pectici. Il valore industriale della PME è massimo quando viene usata con una comprensione precisa della matrice e dell'obiettivo tecnologico: chiarificare, stabilizzare, gelificare, ammorbidire, rafforzare o rendere la pectina più accessibile ad altri enzimi <sup>[11]</sup>.

In sintesi, la pectin methylesterase non è una "pectinasi generica", ma uno strumento specifico per regolare il grado di esterificazione della pectina. Per processi B2B basati su materie prime vegetali, questa specificità può essere un vantaggio significativo quando viscosità, torbidità, consistenza o trasformazione della biomassa dipendono dalla chimica fine della pectina <sup>[1]</sup>.

### Ordina Pectin Methylesterase online

Venduto in unità da 1 kg, disponibile a magazzino e pronto per la spedizione. Ordina direttamente dal nostro store: paga online e noi elaboriamo il tuo ordine. Un Certificato di Analisi e una Scheda Dati di Sicurezza sono inclusi in ogni ordine.

[Acquista Pectin Methylesterase →](#)

## Riferimenti

---

Numerati in ordine di prima citazione. Fonti open access, ciascuna verificata come raggiungibile al momento della pubblicazione; i numeri di citazione nel testo rimandano qui.

1. Kohli, P., Kalia, M., & Gupta, R. (2015). Pectin Methylesterases: A Review. *Journal of bioprocessing & biotechniques*, 5, 1-7.
2. Panda, S. S., Dey, J., Mahapatra, S., Kushwaha, G. S., Misra, N., Suar, M., & Ghosh, M. (2021). Investigation on Structural Prediction of Pectate Lyase Enzymes from Different Microbes and Comparative Docking Studies with Pectin: The Economical Waste from Food Industry. *Geomicrobiology Journal*, 39, 294 - 305.

3. Sharma, S., Wani, K. M., Mujahid, S., Jayan, L. S., & Rajan, S. S. (2025). Review on Pectin: Sources, Properties, Health Benefits and Its Applications in Food Industry. *Journal of Future Foods*.
4. Cameron, R., Luzio, G., Goodner, K., & Williams, M. A. K. (2008). Demethylation of a model homogalacturonan with a salt-independent pectin methylesterase from citrus: I. Effect of pH on demethylated block size, block number and enzyme mode of action. *Carbohydrate Polymers*, 71, 287-299.
5. Fries, M., Ihrig, J., Brocklehurst, K., Shevchik, V., & Pickersgill, R. (2007). Molecular basis of the activity of the phytopathogen pectin methylesterase. *EMBO Journal*, 26.
6. Cameron, R., Luzio, G., Vasu, P., Savary, B., & Williams, M. A. K. (2011). Enzymatic modification of a model homogalacturonan with the thermally tolerant pectin methylesterase from Citrus: 1. Nanostructural characterization, enzyme mode of action, and effect of pH. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59 6, 2717-24 .
7. Denès, J., Baron, A., Renard, C., Péan, C., & Drilleau, J. (2000). Different action patterns for apple pectin methylesterase at pH 7.0 and 4.5. *Carbohydrate Research*, 327 4, 385-93 .
8. Wang, Y., Zhang, D., Huang, L., Zhang, Z., Gao, J., Liu, W., He, G., ... et al. (2022). Research progress of pectin methylesterase and its inhibitors. *Current protein and peptide science*.
9. Blumer, J. M., Clay, R., Bergmann, C., Albersheim, P., & Darvill, A. (2000). Characterization of changes in pectin methylesterase expression and pectin esterification during tomato fruit ripening. *Botany*, 78, 607-618.
10. Mishra, K., & Handa, A. (1998). Post-transcriptional silencing of pectin methylesterase gene in transgenic tomato fruits results from impaired pre-mRNA processing. *Plant Journal*, 14, 583-592.
11. Zhong, L., Wang, X., Fan, L., Ye, X., Li, Z., Cui, Z., & Huang, Y. (2020). Characterization of an acidic pectin methylesterase from Paenibacillus xylanexedens and its application in fruit processing. *Protein Expression and Purification*, 105798 .
12. Zhang, Z., Dong, J., Zhang, D., Wang, J., Qin, X., Liu, B., Xu, X., ... et al. (2018). Expression and characterization of a pectin methylesterase from Aspergillus niger ZJ5 and its application in fruit processing. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 126 6, 690-696 .
13. Sahu, R., Kumar, V., Minj, S. K., Sahu, P., & Thakur, S. (2023). Impact of Thermo-sonication on Pectin Methylesterase (PME) Inactivation & Cloud Stability of Nagpur Mandarin Juice. *International Journal of Plant & Soil Science*.
14. Juliato, R. A., Brito, I. P. C., & Silva, E. K. (2025). Ultrasound-driven chemical and biochemical changes in jaboticaba juice: Phenolic compounds, volatile profile and inactivation of polyphenol oxidase, peroxidase and pectin methylesterase. *Food Chemistry*, 481, 144037 .
15. Soares, A. C., Jesus, M. S., Sargent, S., Brecht, J. K., Oliveira Júnior, L. F. G., & Carnelossi, M. (2025). Quality Maintenance and Increased Firmness of Fresh-Cut Strawberries Using Vacuum Infusion of Calcium Lactate and Pectin Methylesterase. *Journal of Food Science*, 90.
16. Jolie, R. P., Duvetter, T., Houben, K., Clynen, E., Sila, D., Loey, A., & Hendrickx, M. (2009). Carrot pectin methylesterase and its inhibitor from kiwi fruit: Study of activity, stability and inhibition. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 10, 601-609.
17. Jolie, R. P., Duvetter, T., Verlinde, P., Buggenhout, S. V., Loey, A. V. V., & Hendrickx, M. (2009). Size exclusion chromatography to gain insight into the complex formation of carrot pectin methylesterase and its inhibitor from kiwi fruit as influenced by thermal and high-pressure processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 23, 11218-25 .

18. Prabhudev, H., & Sneharani, A. H. (2020). Extraction and characterization of pectin methylesterase from muskmelon biowaste for pectin remodeling. *Journal of food biochemistry*, e13237 .
19. Chan, S., Ching Enn, H., Tan, C., Khor, Y., & Lou, Z. (2023). Ultrasound-Assisted Extraction of Pectin From Jackfruit (Artocarpus Heterophyllus) Rags: Optimization, Characterization, and Application in Model Food Gel. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*.
20. Li, H., Zhu, Y., Yang, T., Zhao, Q., & Zhao, B. (2024). Development and characterization of pectin-based composite film incorporated with cannabidiol/2,6-di-O-methyl- $\beta$ -cyclodextrin inclusion complex for food packaging. *International Journal of Biological Macromolecules*, 133525 .
21. Jiang, X., Chen, P., Yin, M., & Yang, Q. (2013). Constitutive expression, purification and characterisation of pectin methylesterase from *Aspergillus niger* in *Pichia pastoris* for potential application in the fruit juice industry. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93 2, 375-81 .
22. Spelbrink, R., & Giuseppin, M. (2014). Large-Scale Single Step Partial Purification of Potato Pectin Methylesterase that Enables the Use in Major Food Applications. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 174, 1998 - 2006.
23. Du, Y., Zhao, Y., Wei, X., Zhang, Y., Dai, Y., Chen, Y., Ji, C., ... et al. (2025). Pectinase from *Bacillus velezensis* W6: A low pectin-methylesterase activity pectinase for enhancing quality and safety in Oran Mandarin wine and its mechanism for methanol reduction. *Food Bioscience*.

## Contatta Enzymes.bio

Hai domande su un ordine? Il nostro team è lieto di aiutarti.

EMAIL [wholesale@enzymes.bio](mailto:wholesale@enzymes.bio)

TELEFONO (USA) **+1 (507) 428-6057**

[Contattaci →](#)



**400+** Clienti B2B



**60+** partner di ricerca universitari



**54** serviti in tutto il mondo

© 2026 Enzymes.bio · Fornitura di enzimi industriali e per la lavorazione alimentare · Non destinato al consumo umano né alla vendita al dettaglio.