

Pectinase : enzyme pour la clarification des jus de fruits, l'extraction et la réduction de viscosité

Équipe de recherche Enzymes.bio · Wellington, Nouvelle-Zélande · June 19, 2026

Réponse directe — La pectinase est une famille d'enzymes qui dégrade les pectines des parois végétales afin de réduire la viscosité, faciliter la séparation solide-liquide et améliorer la limpidité des jus de fruits. Dans les procédés de jus, elle est utilisée pour soutenir la clarification, le pressage, la filtration et, selon la matrice, la libération de composés associés aux tissus végétaux ^[1].

Enzymes.bio fournit **Pectinase Enzyme For Fruit Juice Clarification** en vente directe en ligne par unité de **1 kg**. Enzymes.bio est un **fournisseur**, et non un fabricant ni un laboratoire ; le **CoA** et la **SDS** sont fournis avec la commande .

Pourquoi la pectine rend les jus difficiles à clarifier

La pectine est un polysaccharide structurel des fruits, abondant dans la lamelle moyenne et la paroi cellulaire végétale. Après broyage, macération ou pressage, une partie de cette pectine passe dans la phase liquide et contribue à former un réseau colloïdal capable de retenir l'eau, les particules fines et certains composés solubles ou semi-solubles. Ce réseau augmente la viscosité apparente, ralentit la sédimentation, gêne la filtration et peut maintenir une turbidité persistante dans le jus fini ^[2].

Dans un jus trouble, la turbidité n'est pas toujours due à une seule cause. Les particules de pulpe, fragments cellulaires, protéines, polyphénols oxydés, amidons résiduels ou gommes naturelles peuvent aussi intervenir selon le fruit et le procédé. La pectine reste toutefois une cible technologique majeure, car sa dégradation modifie directement la rhéologie du jus et le comportement des particules pendant la décantation, la centrifugation ou la filtration ^[1].

L'intérêt industriel de la pectinase repose donc sur un principe simple mais très opérationnel : transformer des polymères pectiques longs, hydratés et structurants en fragments plus courts, moins aptes à maintenir un gel faible ou une suspension stable. Lorsque la pectine est suffisamment dépolymérisée ou modifiée, les particules se regroupent ou se séparent plus facilement, la viscosité diminue et le jus devient plus compatible avec les étapes de clarification ^[3].

Ce que recouvre le terme « pectinase »

Le mot **pectinase** ne désigne pas une seule molécule enzymatique. Il regroupe plusieurs activités pectinolitiques capables d’agir sur différents états de la pectine : pectine méthylée, pectate déestérifié, chaînes de polygalacturonane ou structures plus ramifiées. Les revues sur les pectinases décrivent notamment les polygalacturonases, pectin lyases, pectate lyases et pectin methylesterases comme des enzymes complémentaires dans la dégradation des substances pectiques ^[1].

Les **polygalacturonases** hydrolysent les liaisons glycosidiques de la chaîne principale de polygalacturonane, ce qui diminue la longueur des chaînes et affaiblit le réseau pectique. Les **pectin lyases** et **pectate lyases** coupent également la chaîne, mais par un mécanisme de lyase, avec une préférence dépendant du degré d’estérification de la pectine. Les **pectin methylesterases** retirent des groupements méthyles et changent la charge et la réactivité de la pectine, ce qui peut rendre le substrat plus accessible à d’autres enzymes pectinolitiques ^[2].

Cette diversité explique pourquoi les préparations de pectinase sont utilisées dans des matrices très différentes : jus de pomme, fruits tropicaux, agrumes, fruits rouges, moûts de raisin, purées et boissons fermentées. La réponse technologique dépend du fruit, de sa maturité, de la taille des particules après broyage, du pH naturel, de la température du procédé et des opérations de séparation en aval ^[4].

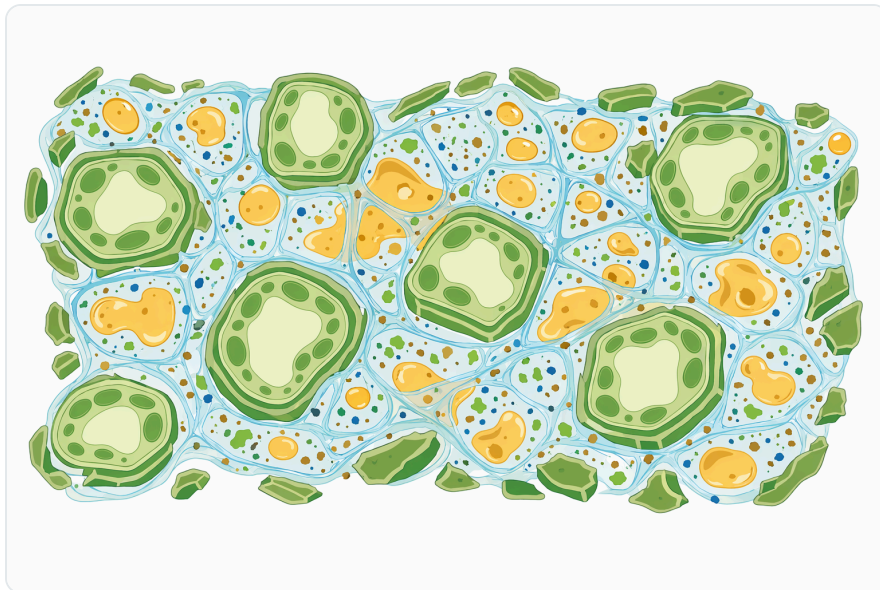


Figure 1. 과일 세포벽과 중엽에 있는 펙틴은 액체를 가두고 점도를 높이며 미세 입자가 떠 있는 상태를 유지하게 할 수 있습니다.

Mécanisme de clarification : de la paroi végétale au jus filtrable

Lorsqu'un fruit est broyé, les cellules végétales sont rompues mais la matrice pariétale n'est pas complètement dissoute. La pectine, en particulier, agit comme un matériau de cohésion : elle contribue à maintenir ensemble les fragments cellulaires et à stabiliser les particules en suspension. En présence de pectinase, cette matrice perd progressivement sa capacité à retenir le liquide et les solides fins ^[1].

La première conséquence recherchée est la **réduction de viscosité**. Un jus moins visqueux s'écoule plus facilement, exerce moins de résistance lors du transfert et alimente plus régulièrement les étapes de séparation. La deuxième conséquence est la **déstructuration colloïdale** : les particules ne sont plus maintenues aussi efficacement par le réseau pectique, ce qui favorise leur séparation par gravité, centrifugation ou filtration ^[2].

La troisième conséquence est une **meilleure libération du jus** depuis les tissus. Dans la pulpe, la pectine retient une fraction du liquide dans une matrice semi-solide. En dégradant cette matrice, la pectinase peut améliorer l'extraction, en particulier pour des fruits dont la pulpe est riche en substances pectiques ou naturellement gélifiante. Les travaux appliqués sur le jus de fruit de la passion illustrent l'usage de préparations de pectinase pour soutenir l'extraction et la récupération de jus à partir de la matière première ^[5].

Ce mécanisme n'implique pas que la pectinase élimine tous les troubles. Elle agit principalement sur les substances pectiques ; d'autres colloïdes peuvent rester présents. C'est pourquoi certaines études associent pectinase, cellulase ou xylanase pour traiter plus largement la paroi végétale, notamment lorsque la matrice contient aussi des hémicelluloses ou des celluloses accessibles après broyage ^[6].

Applications principales dans les jus et boissons fruitées

Clarification des jus clairs

L'application la plus directe est la production de jus clarifiés, où l'objectif est d'obtenir une boisson visuellement plus limpide et plus stable. Les revues consacrées au traitement enzymatique des jus décrivent la pectinase comme une enzyme centrale pour réduire la turbidité liée aux pectines et améliorer l'efficacité des procédés de clarification ^[2].

Dans ce contexte, la pectinase est généralement intégrée avant une étape de séparation : décantation, centrifugation, filtration ou combinaison de plusieurs opérations. L'enzyme ne remplace pas ces opérations physiques ; elle prépare la matrice pour qu'elles fonctionnent mieux. Une filtration qui se

colmate rapidement sur un jus riche en pectine peut devenir plus régulière lorsque la viscosité et la charge colloïdale pectique sont réduites [4].

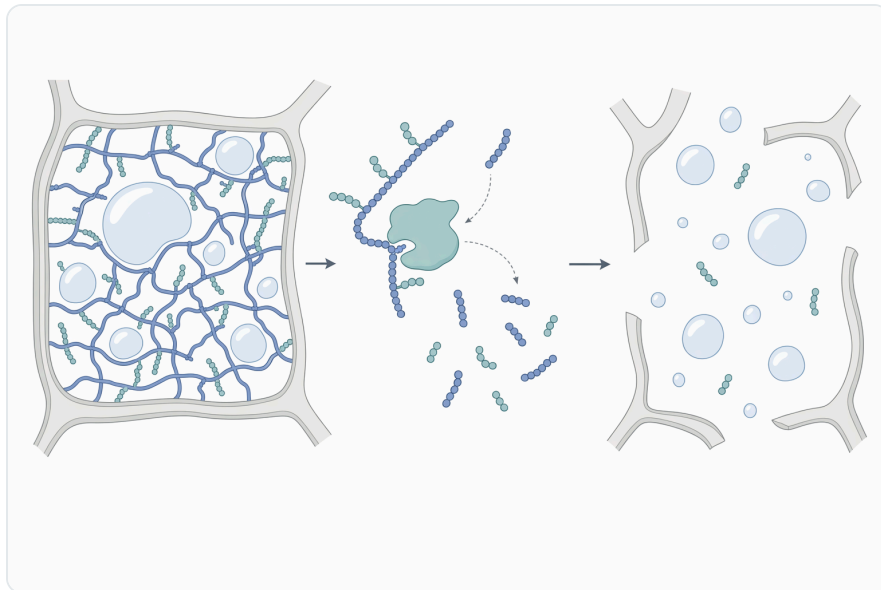


Figure 2. 펙티나아제는 긴 펙틴 중합체를 더 작은 조각으로 절단하여, 점도와 펙틴으로 안정화된 혼탁을 유발하는 겔 네트워크를 약화시킵니다.

Extraction et pressage des fruits riches en pulpe

La pectinase est aussi utilisée avant ou pendant l'extraction pour augmenter la libération du liquide. Les études sur différents fruits tropicaux et matrices culinaires montrent que les enzymes pectinolitiques peuvent être évaluées pour améliorer à la fois le rendement et la clarification, parfois en association avec des enzymes ciblant d'autres polysaccharides de paroi [6].

Pour les fruits à pulpe dense — par exemple certains fruits tropicaux, fruits de cactus, mangue, papaye, fruit de la passion ou noix de cajou fruitière — l'enjeu n'est pas seulement la limpidité finale. Il peut s'agir de réduire la résistance au pressage, d'améliorer l'écoulement, de faciliter la séparation de la pulpe et de limiter les pertes de jus retenu dans le marc [7].

Réduction de viscosité dans purées, nectars et préparations fruitées

Tous les produits fruités ne visent pas une clarté totale. Les nectars, purées, bases de boissons, préparations pour fermentation ou concentrés peuvent conserver une partie de la pulpe. Dans ces cas, la pectinase peut être utilisée pour ajuster la texture, réduire une viscosité excessive et rendre le produit plus facile à pomper, mélanger ou homogénéiser [4].

Cette utilisation doit être contrôlée, car une dégradation trop poussée de la pectine peut modifier la sensation en bouche, la stabilité de la pulpe ou l'identité texturale du produit. L'objectif n'est donc pas toujours « plus de clarification », mais plutôt une transformation maîtrisée de la matrice pectique pour atteindre une viscosité compatible avec le procédé et le profil produit recherché [2].

Boissons fermentées et vins de fruits

Les pectinases sont également étudiées dans les boissons fermentées. Dans le vin de fruit du dragon rouge fermenté avec *Torulaspora delbrueckii*, un traitement à la pectinase a été évalué pour ses effets sur les propriétés physicochimiques et œnologiques, ce qui illustre l'intérêt de l'enzyme au-delà des jus non fermentés [8].

En vinification et dans les boissons de fruits fermentées, les objectifs peuvent inclure la clarification du moût, la facilitation du pressurage, la libération de composés de couleur ou d'arôme, et la réduction de troubles liés aux pectines. Ces effets restent dépendants du fruit, de la fermentation, de la souche microbienne et du procédé de stabilisation utilisé [9].

Comparaison des effets selon l'objectif de procédé

Objectif de procédé	Rôle de la pectinase	Effet technologique attendu	Points de vigilance
Clarification d'un jus trouble	Dégrader les pectines qui stabilisent les particules	Meilleure limpidité et séparation plus efficace	Le trouble peut aussi provenir de protéines, polyphénols, amidons ou particules insolubles [2]
Réduction de viscosité	Fragmenter le réseau pectique hydraté	Écoulement plus fluide, filtration moins difficile	Une viscosité trop réduite peut modifier la texture de nectars ou purées [4]
Amélioration de l'extraction	Affaiblir la matrice pariétale et libérer le liquide retenu	Meilleure récupération du jus au pressage ou à l'extraction	L'effet dépend fortement du fruit, de la maturité et du broyage [5]
Préparation à la fermentation	Clarifier ou fluidifier un moût fruité	Procédé plus régulier, séparation facilitée après fermentation	Les effets sur arômes, couleur et polyphénols sont matrice-dépendants [8]
Récupération de composés végétaux	Faciliter l'accès aux composés associés aux parois	Libération potentielle de polyphénols, pigments ou précurseurs aromatiques	Les composés libérés peuvent être sensibles à l'oxydation ou aux traitements ultérieurs [9]

Ce que montrent les études sur différentes matrices fruitières

Les travaux sur le jus de papaye avec pectinase immobilisée dans des billes d'alginate montrent l'intérêt de la dégradation pectique dans une matrice naturellement riche en pulpe. Cette étude s'intéresse aux propriétés physicochimiques, à l'activité antioxydante et à la réutilisation du système immobilisé ; elle est utile pour comprendre les approches de procédé, même si elle ne doit pas être assimilée automatiquement à une pectinase libre utilisée en production standard ^[10].

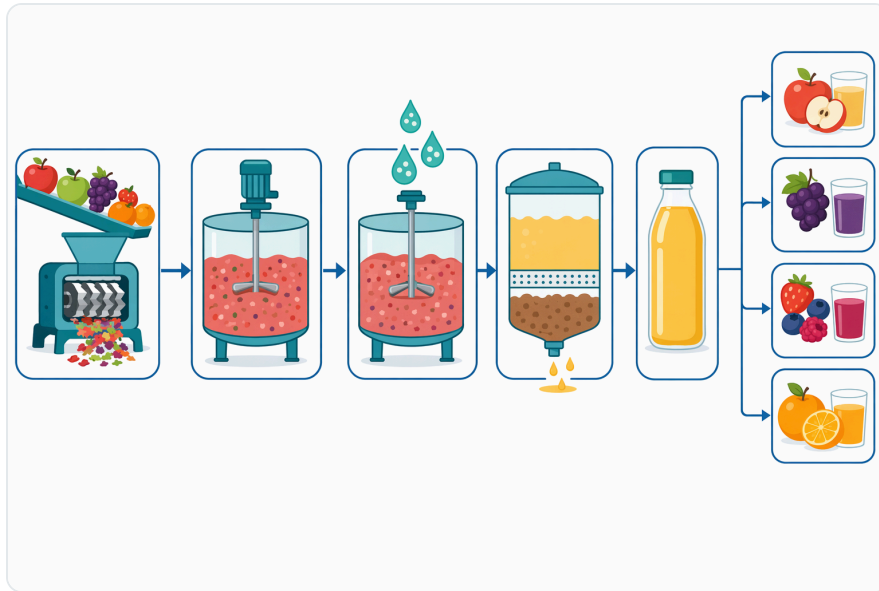


Figure 3. 펙티나아제는 압착 전 분쇄한 과육 매시에 처리하거나, 청징·여과·농축·블렌딩 전에 분리된 주스에 처리할 수 있습니다.

Les études sur le fruit du dragon et la pitaya rouge soulignent l'importance de la matrice. Le fruit du dragon peut donner des jus et pulpes très colorés, avec des caractéristiques de viscosité et de turbidité influencées par la composition de la pulpe. Des travaux ont évalué l'application de pectinases commerciales sur des propriétés de jus de pitaya rouge, tandis que d'autres comparent les caractéristiques de pulpe et jus de fruits du dragon rouges et blancs ^{[11], [12]}.

Le jus de palmier à sucre a également été étudié sous traitement enzymatique, avec un intérêt pour les propriétés physicochimiques du produit. Ce type de matrice rappelle que la pectinase n'est pas réservée aux jus de pomme ou d'agrumes : elle peut être pertinente dans des boissons régionales ou tropicales lorsque les substances pectiques limitent la clarification ou la transformation ^[13].

Les travaux sur le fruit de cajou montrent une autre dimension : la valorisation de résidus agro-industriels pour produire des pectinases, puis l'application de ces enzymes à la clarification du jus de cajou. Cela illustre le lien croissant entre enzymologie alimentaire, transformation des fruits tropicaux et valorisation de coproduits végétaux ^[7].

Des recherches récentes sur une endo-polygalacturonase issue d'*Aspergillus tubingensis* FAT 43 rapportent son intérêt pour la liquéfaction, la clarification et le potentiel antioxydant dans l'amélioration de la qualité des jus de fruits. Ce type d'étude confirme que les enzymes pectinolytiques ne sont pas seulement évaluées sur la clarté visuelle, mais aussi sur des paramètres physicochimiques plus larges liés à la qualité du jus [3].

Pectinase seule ou en combinaison avec d'autres enzymes

La pectinase est souvent l'enzyme principale lorsque la turbidité ou la viscosité provient des pectines. Toutefois, les parois végétales contiennent aussi cellulose, hémicelluloses, protéines structurales et autres polysaccharides. Dans certains fruits, une combinaison avec cellulase ou xylanase peut améliorer la déstructuration de la matrice, surtout lorsque le procédé vise l'extraction et non uniquement la clarification [6].

Les combinaisons enzymatiques doivent être comprises comme des outils de ciblage de la matrice. La pectinase agit sur les pectines ; la cellulase cible la cellulose ; la xylanase intervient sur certains hémicelluloses. L'intérêt d'une association dépend donc de la composition du fruit, du niveau de broyage, du temps de contact et de l'effet souhaité sur la texture finale [1].

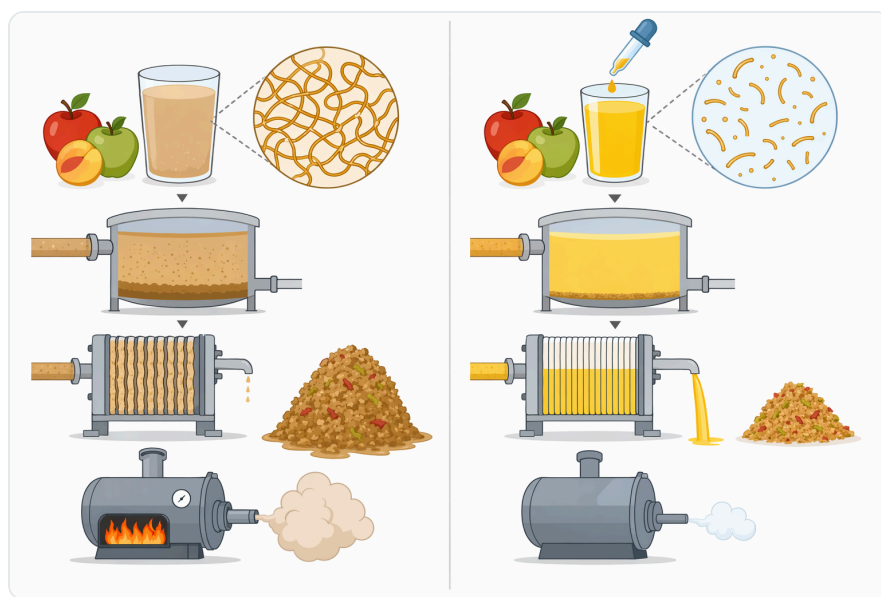


Figure 4. 펙티나아제, 보조 효소, 청징제, 막, 비열 기술은 서로 다른 메커니즘으로 주스를 맑게 하며 각기 다른 공정 요구에 맞게 적용됩니다.

Dans les extraits végétaux et boissons fonctionnelles, cette logique peut aussi influencer les composés d'intérêt. Une étude sur l'extrait de roselle a examiné les effets de la cellulase et de la pectinase sur les composés de saveur et les antioxydants, montrant que les traitements enzymatiques peuvent modifier plus que la seule apparence du produit [14].

Paramètres de procédé qui influencent le résultat

L'activité d'une pectinase dépend de son origine biologique, de sa composition enzymatique, du pH, de la température, de la matrice fruitière et du temps de contact. Les revues sur le traitement enzymatique des jus insistent sur le fait que l'optimisation du procédé doit tenir compte du produit final recherché : jus clair, purée fluide, base fermentée ou extrait riche en composés végétaux ^[2].

Le **pH** est particulièrement important, car la plupart des jus de fruits sont naturellement acides. Une pectinase adaptée aux milieux fruitiers doit conserver une activité suffisante dans ces conditions, sans nécessiter de modification excessive du profil organoleptique du jus. La littérature sur les pectinases acides et les enzymes de transformation alimentaire décrit leur intérêt pour les matrices fruitées où l'acidité fait partie de l'identité du produit ^[4].

La **température** influence la vitesse de réaction mais aussi la stabilité de l'enzyme et la préservation sensorielle du jus. Une température plus élevée peut accélérer l'hydrolyse jusqu'à une certaine limite, tandis qu'une température excessive peut inactiver l'enzyme ou altérer des composés sensibles. Les recherches sur les enzymes thermophiles montrent l'intérêt industriel des enzymes plus stables, mais le choix réel dépend toujours de la matrice et du procédé alimentaire concerné ^[15].

Le **moment d'application** change également le résultat. Avant pressage, la pectinase agit dans la pulpe et peut aider à libérer davantage de liquide. Après extraction, elle agit dans le jus trouble et vise surtout la réduction de viscosité et la clarification. Dans une boisson fermentée, elle peut intervenir avant fermentation, pendant la préparation du moût ou dans une stratégie de clarification ultérieure, selon le produit ^[8].

Immobilisation enzymatique : intérêt scientifique et limites pratiques

Plusieurs études récentes portent sur des pectinases immobilisées sur alginate, chitosane, membranes ou autres supports. L'immobilisation vise à améliorer la stabilité opérationnelle, faciliter la séparation de l'enzyme et permettre une réutilisation dans certains procédés. Les revues sur les enzymes immobilisées en industrie alimentaire décrivent ces approches comme prometteuses, notamment pour les procédés continus ou semi-continus ^[16].

Dans le cas de la pectinase, les billes d'alginate ou de chitosane sont souvent étudiées comme supports, car elles peuvent retenir l'enzyme tout en laissant diffuser le substrat. Des travaux sur une pectinase immobilisée d'*Aspergillus nidulans* sur billes de chitosane et d'alginate illustrent cette orientation biotechnologique ^[17].

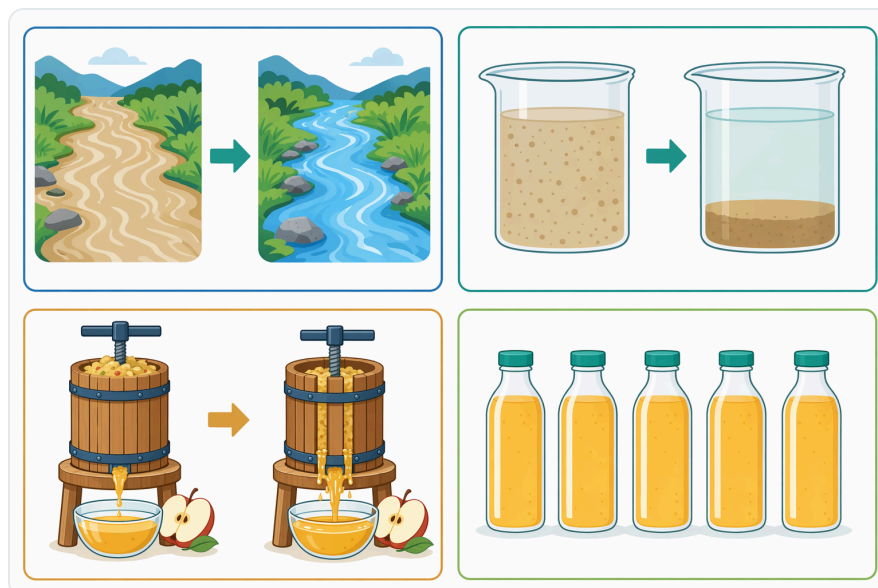


Figure 5. 펙티나아제 처리의 주요 실질적 개선 효과는 점도 감소, 탁도 저감, 주스 수율 향상, 더 일관된 공정 운영입니다.

Ces résultats ne doivent toutefois pas être confondus avec les caractéristiques d’une préparation de pectinase vendue pour usage direct. Une pectinase libre et une pectinase immobilisée n’ont pas la même mise en œuvre, ni les mêmes contraintes de contact, de séparation et de récupération. Les études d’immobilisation sont pertinentes pour comprendre l’évolution des procédés, mais elles ne constituent pas une promesse automatique de réutilisation pour une enzyme standard ^[10].

Effets sur les composés bioactifs, la couleur et la saveur

La dégradation de la paroi végétale peut faciliter la libération de composés associés aux tissus du fruit : polyphénols, pigments, précurseurs aromatiques ou fractions antioxydantes. Les travaux sur la récupération enzymatique de polyphénols dans les coproduits du raisin montrent que les enzymes de paroi, dont les pectinases, peuvent contribuer à rendre ces composés plus accessibles ^[9].

Cet effet peut être recherché dans certains jus colorés, extraits végétaux ou boissons à positionnement nutritionnel. Cependant, libérer davantage de composés n’est pas toujours synonyme de meilleure qualité : certains polyphénols peuvent accentuer l’astringence, certains pigments sont sensibles à l’oxydation, et des composés aromatiques peuvent évoluer pendant la fermentation ou la stabilisation ^[18].

Des études sur des matrices comme le pamplemousse, la mandarine entière hydrolysée et fermentée, ou la roselle montrent que les traitements enzymatiques et bioprocédés peuvent modifier les propriétés nutritionnelles, phytochimiques, aromatiques ou biologiques des produits. Ces travaux

élargissent le champ d'intérêt de la pectinase, mais leurs conclusions doivent être interprétées matrice par matrice [19], [20], [14].

Relation avec la pasteurisation et les traitements non thermiques

La clarification enzymatique intervient souvent avant une étape de stabilisation. La pasteurisation ou d'autres traitements de conservation restent nécessaires lorsque le produit, la réglementation ou la sécurité microbiologique l'exigent. La pectinase prépare la matrice ; elle ne remplace pas une stratégie de stabilisation microbiologique [21].

Les traitements thermiques peuvent aussi inactiver l'enzyme après qu'elle a atteint son objectif technologique. Dans certains procédés, cette inactivation est souhaitable pour stabiliser la texture et éviter une évolution continue de la pectine pendant le stockage. Les études sur l'optimisation thermique de jus, comme le corossol, rappellent que les paramètres de chauffage influencent la qualité finale et doivent être pensés avec l'ensemble du procédé [22].

Les technologies alternatives aux traitements thermiques conventionnels — par exemple certaines approches physiques de conservation — sont étudiées pour préserver davantage les qualités sensorielles et nutritionnelles des jus. La pectinase peut s'intégrer dans ces schémas, mais elle conserve son rôle spécifique : agir sur la pectine avant que la stabilisation finale ne fixe les caractéristiques du produit [21].

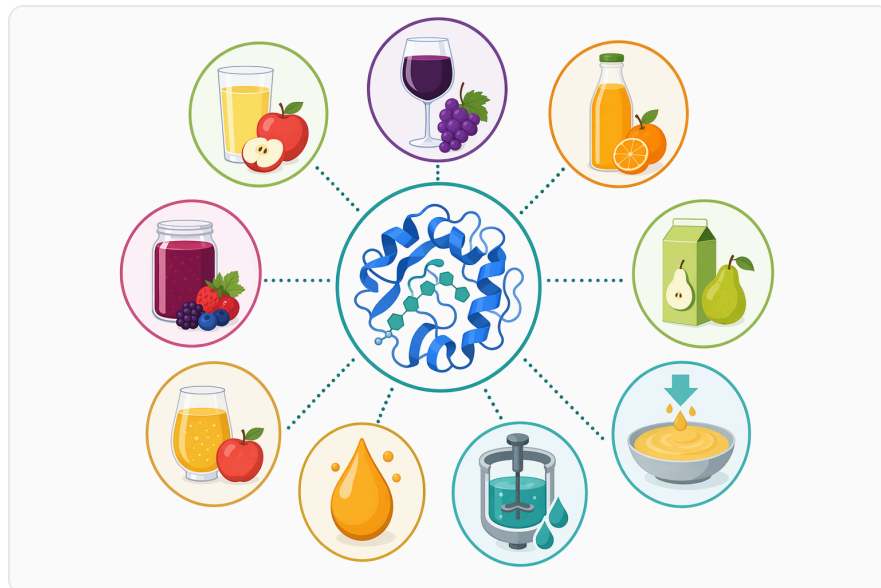


Figure 6. 사과, 베리류, 열대 과일, 감귤류, 발효 과일 음료 적용은 과육 함량, 원하는 투명도, 펙티나아제를 단독으로 사용할지 효소 혼합물로 사용할지에 따라 달라집니다.

Durabilité, coproduits et économie de procédé

Les pectinases s'inscrivent dans une logique de biotransformation plus douce que certaines approches mécaniques ou chimiques intensives. Elles peuvent améliorer l'extraction, réduire la résistance à la filtration et faciliter la valorisation de matières premières difficiles à presser. Toutefois, l'impact environnemental dépend du procédé complet : énergie, pertes de produit, gestion des coproduits, eau de nettoyage et stabilisation finale [23].

Plusieurs recherches portent aussi sur la production de pectinases à partir de résidus agro-industriels. Des écorces d'orange ont été étudiées comme substrat pour induire la production de pectinase par *Trichoderma viride*, tandis que d'autres travaux explorent les déchets d'agrumes ou résidus végétaux pour produire des pectinases adaptées à la clarification [24], [25].

Cette approche illustre un double intérêt : utiliser une enzyme pour améliorer la transformation des fruits, et produire des enzymes à partir de coproduits de l'industrie fruitière. Pour l'utilisateur de jus, le bénéfice opérationnel reste d'abord la maîtrise de la viscosité, du rendement et de la clarté ; la durabilité réelle doit être évaluée à l'échelle du procédé industriel complet [7].

Limites techniques à garder en tête

La pectinase n'est pas une solution universelle pour tous les troubles de jus. Si le trouble est dominé par des protéines instables, des polyphénols oxydés, des amidons, des cristaux ou des particules minérales, la dégradation de la pectine peut ne résoudre qu'une partie du problème. Les revues sur les enzymes en transformation des fruits rappellent l'intérêt d'adapter l'enzyme au substrat et à l'objectif technologique [1].

La variabilité des fruits est un autre facteur déterminant. Deux lots d'un même fruit peuvent différer par maturité, teneur en pectine, état de broyage, teneur en matières insolubles et composition phénolique. Une pectinase qui donne un résultat satisfaisant sur une matrice donnée peut nécessiter un ajustement de procédé sur une autre matrice, même si le mécanisme enzymatique reste le même [2].

Enfin, l'amélioration de la clarification ne doit pas être recherchée au détriment de l'identité sensorielle du produit. Dans certains jus, une légère turbidité ou une texture pulpeuse fait partie du profil attendu. La pectinase doit alors être utilisée comme un outil de réglage de texture et de transformabilité, pas uniquement comme un moyen de maximiser la limpidité [4].

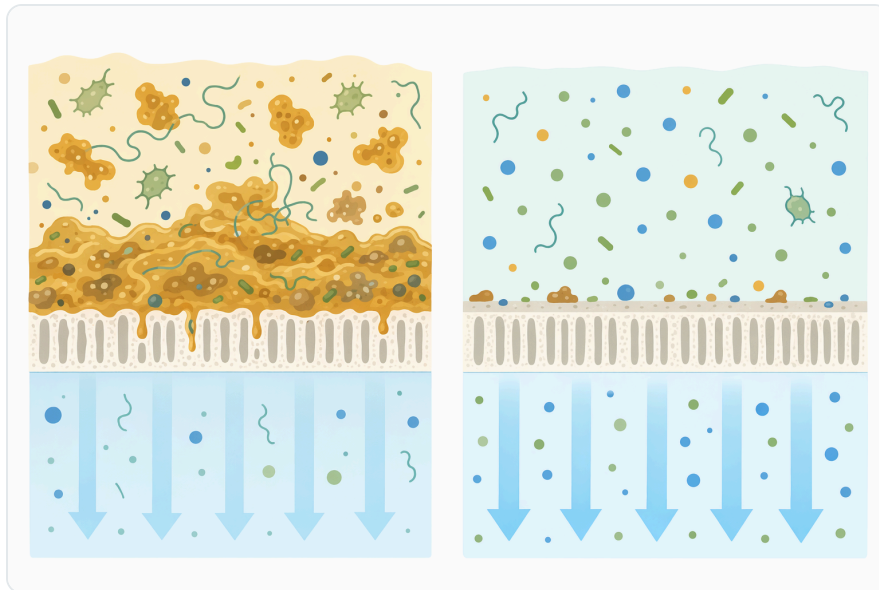


Figure 7. 여과 전에 펙티나아제를 사용하면 막힘과 오염의 원인이 되는 수화된 펙틴 중합체를 줄여 주스의 여과성을 높일 수 있습니다.

Positionnement Enzymes.bio pour les utilisateurs B2B

Pectinase Enzyme For Fruit Juice Clarification est destinée aux professionnels qui souhaitent intégrer une enzyme pectinolytique dans des procédés de jus, boissons fruitées, préparations à base de fruits ou essais de clarification. Le produit est vendu en ligne par unité de **1 kg**, avec traitement de la commande après paiement ; le CoA et la SDS sont fournis avec la commande .

Enzymes.bio intervient comme **fournisseur**. Les informations techniques de cet article ont pour objectif d'aider les utilisateurs à comprendre le rôle de la pectinase dans la clarification, l'extraction et la réduction de viscosité, sans présenter Enzymes.bio comme fabricant, laboratoire d'essai ou organisme de validation de procédé .

Pour un utilisateur industriel, l'intérêt principal de cette enzyme est sa fonction ciblée : dégrader les pectines qui entravent la séparation solide-liquide. Les bénéfices attendus — jus plus clair, filtration facilitée, viscosité réduite ou extraction améliorée — restent dépendants de la matrice fruitière, du schéma de transformation et des opérations en aval ^[2].

Conclusion

La pectinase est l'une des enzymes les plus établies pour la transformation des jus de fruits, car elle agit directement sur la pectine, un facteur majeur de viscosité, de turbidité et de rétention du liquide dans la pulpe. En fragmentant ou en modifiant les substances pectiques, elle rend les jus plus aptes à l'extraction, à la clarification et à la filtration ^[1].

Les études disponibles couvrent une large diversité de matrices — papaye, fruit du dragon, pitaya, fruit de la passion, cajou, agrumes, roselle, raisin et boissons fermentées — ce qui confirme l'intérêt transversal des pectinases tout en montrant que les résultats sont toujours dépendants du fruit et du procédé [10], [8], [5].

Pour les utilisateurs B2B, **Pectinase Enzyme For Fruit Juice Clarification** fournie par Enzymes.bio est un outil enzymatique pratique pour gérer les matrices riches en pectine et améliorer la transformabilité des jus. Employée dans un procédé maîtrisé, elle peut contribuer à une meilleure limpidité, une viscosité plus basse et une séparation plus régulière, sans remplacer les opérations de clarification, de stabilisation ou de contrôle qualité propres à chaque production.

Commander Pectinase Enzyme For Fruit Juice Clarification en ligne

Vendu par unité de 1 kg, en stock et prêt à expédier. Commandez directement sur notre boutique — payez en ligne et nous traitons votre commande. Un certificat d'analyse et une fiche de données de sécurité sont inclus avec chaque commande.

[Acheter Pectinase Enzyme For Fruit Juice Clarification →](#)

Références

Numérotées par ordre de première citation. Sources en libre accès, chacune vérifiée comme accessible au moment de la publication ; les numéros de citation dans le texte renvoient ici.

1. Patel, V. B., Chatterjee, S., & Dhoble, A. S. (2022). [A review on pectinase properties, application in juice clarification, and membranes as immobilization support..](#) *Journal of Food Science*.
2. Pui, L., & Saleena, L. A. K. (2023). [Enzyme-Aided Treatment of Fruit Juice: A Review.](#) *Food processing*.
3. Pavlović, M., Margetić, A., Leonardi, A., Križaj, I., Kojić, M., Vujčić, Z., & Slavić, M. Š. (2024). [Improvement of fruit juice quality: novel endo-polygalacturonase II from Aspergillus tubingensis FAT 43 for enhanced liquefaction, clarification, and antioxidant potential..](#) *Food & Function*.
4. Thakur, H., Mankotia, S., & Rajput, R. (2024). [Role of Enzymes in Food Processing.](#) *European Journal of Nutrition & Food Safety*.
5. Anh, T. L., & Van, L. N. (2023). [Application of pectinase enzyme preparations for extraction and recovery of passion fruit juice \(Passiflora edulis\) from Cao Bang province.](#) *Journal of Science Natural Science*.
6. Kumar, P. (2015). [Efficacy of Pectinase purified from Bacillus VIT sun-2 and in combination with xylanase and cellulase for the yield and clarification improvement of various culinary juices from South India for Pharma and Health Benefits.](#)

7. Omeje, K., Nnolim, N., Ezema, B. O., Ozioko, J., Ossai, E., & Eze, S. (2023). Valorization of agro-industrial residues for pectinase production by *Aspergillus aculeatus*: Application in cashew fruit juice clarification. *Cleaner and Circular Bioeconomy*.
8. Jiang, X., Lu, Y., & Liu, S. (2020). Effects of pectinase treatment on the physicochemical and oenological properties of red dragon fruit wine fermented with *Torulaspora delbrueckii*. *Lwt - Food Science and Technology*, 132, 109929.
9. Oliveira Xavier Machado, T., Portugal, I., Padilha, C. V. D. S., Padilha, F. F., & Santos Lima, M. (2021). New trends in the use of enzymes for the recovery of polyphenols in grape byproducts. *Journal of food biochemistry*, e13712 .
10. Ishak, N. A., Serri, N. A., Samsudin, H., & Murad, M. (2025). Impact of immobilized pectinase-alginate beads on physicochemical properties, antioxidant activity, and reusability in papaya juice processing. *Journal of Food Science*, 90 4, e70177 .
11. Aliaa, A., Mazlina, M. K. S., & Taip, F. (2011). EFFECTS OF COMMERCIAL PECTINASES APPLICATION ON SELECTED PROPERTIES OF RED PITAYA JUICE. *Journal of Food Process Engineering*, 34, 1523-1534.
12. Lande, V. ., Kshirsagar, R., Aralkar, S., Aralkar, A., Patil, B., & Suryawanshi, H. (2024). A comparative analysis of red and white dragon fruit pulp and juice characteristics. *Journal of Applied Horticulture*.
13. Arsad, P., Sukor, R., Wz, W., Mustapha, N., & As, M. H. (2015). Effects of Enzymatic Treatment on Physicochemical Properties of Sugar Palm Fruit Juice. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 5, 308-312.
14. 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*.
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. Jothyswarupha, K. A., Venkataraman, S., Rajendran, D., Shri, S., Sivaprakasam, S., Yamini, T., Karthik, P., ... et al. (2024). Immobilized enzymes: exploring its potential in food industry applications. *Food Science and Biotechnology*, 34, 1533 - 1555.
17. El-Shora, H. M., Abo-Elmaaty, S., El-Sayyad, G., Al-Bishri, W., El-Batal, A., & Hassan, M. G. (2025). Immobilization of purified pectinase from *Aspergillus nidulans* on chitosan and alginate beads for biotechnological applications. *Microbial Cell Factories*, 24.
18. Neves, R. A. F., & Ribeiro, M. H. L. (2024). Sustainable Enzymatic Production of Bioactive Compounds: From Designing to Bioavailability. *Compounds*.
19. Mendes, C., Rocha, J., Direito, R., Fernandes, A., Sepodes, B., Figueira, M., & Ribeiro, M. (2019). Anti-inflammatory activity of grapefruit juice in an in vivo model of ulcerative colitis: Comparability studies of unprocessed and bioprocessed juices. *Journal of Functional Foods*, 63, 103564.
20. Li, Y., Guo, L., Mao, X., Ji, C., Li, W., & Zhou, Z. (2024). Changes in the nutritional, flavor, and phytochemical properties of *Citrus reticulata* Blanco cv. 'Dahongpao' whole fruits during enzymatic hydrolysis and fermentation. *Frontiers in Sustainable Food Systems*.
21. Jiménez-Sánchez, C., Lozano-Sánchez, J., Segura-Carretero, A., & Fernandez-Gutiérrez, A. (2017). Alternatives to conventional thermal treatments in fruit-juice processing. Part 1: Techniques and applications. *Critical reviews in food science and nutrition*, 57, 501 - 523.

22. Argo, B., & Amaliyah, F. (2021). Optimization of temperature and pasteurization time of soursop juice (Annona muricata) by response surface methodology in pilot scale. *IOP Conference Series: Earth and Environment*, 924.
23. Raczowska, E., & Serek, P. (2024). Health-Promoting Properties and the Use of Fruit Pomace in the Food Industry—A Review. *Nutrients*, 16.
24. Irshad, M., Anwar, Z., Mahmood, Z., Aqil, T., Mehmmod, S., & Nawaz, H. (2014). Bio-processing of agro-industrial waste orange peel for induced production of pectinase by Trichoderma viridi; its purification and characterization. *Turkish Journal of Biochemistry-turk Biyokimya Dergisi*, 39, 9-18.
25. Alhomaidi, E., Abalkhail, T., Mezher, M. A., & Al-Bedak, O. (2025). Exploitation of Citrus Peel Waste in Solid-State Fermentation for Eco-Friendly and Cost-Effective Production of Cold-Active Pectinase by Penicillium crustosum KSA 98 and its Application in Fruit Juice Clarification. *International Journal of Food Science & Technology*.

Contacter Enzymes.bio

Des questions sur une commande ? Notre équipe se fera un plaisir de vous aider.

E-MAIL wholesale@enzymes.bio

TÉLÉPHONE (ÉTATS-UNIS) **+1 (507) 428-6057**

[Nous contacter →](#)



400+ Clients B2B



60+ partenaires de recherche universitaires



54 servis dans le monde entier

© 2026 Enzymes.bio · Fourniture d'enzymes industrielles & de transformation alimentaire · Non destiné à la consommation humaine ni à la vente au détail.