

إنزيم Pectinase لتوضيح العصائر ومعالجة المواد النباتية الغنية بالبكتين

فريق الأبحاث في Enzymes.bio · ويلينغتون، نيوزيلندا · June 21, 2026

الإجابة المباشرة: Pectinase هو اسم وظيفي لعائلة من الإنزيمات التي تفكك أو تعدّل البكتين، وهو مكون بنيوي مهم في جدران الخلايا النباتية يساهم في اللزوجة والعاكسة وتماسك الأنسجة. لذلك يُستخدم إنزيم pectinase في توضيح عصائر الفاكهة، تحسين الترشيح، رفع كفاءة استخلاص المكونات النباتية، ومعالجة الألياف والكتلة الحيوية عندما يكون البكتين عائقًا تشغيليًا^[1].

ما هو Pectinase؟ وما المقصود بـ pectinase enzyme؟

عند طرح سؤال **what is pectinase** فالإجابة الدقيقة هي أنه ليس إنزيمًا واحدًا بالضرورة، بل مجموعة إنزيمات متقاربة وظيفيًا تستهدف البكتين ومشتقاته. البكتين عديد سكاريد نباتي يوجد بكثرة في الصفائح الوسطى وجدران الخلايا، ويعمل كجزء من "المادة اللاصقة" التي تمنح الأنسجة النباتية تماسكها. لذلك فإن **pectinase function** الأساسية هي تفكيك هذه الشبكة أو تعديلها كيميائيًا بحيث تقل قدرة البكتين على حبس الماء والجسيمات الدقيقة وربط الخلايا ببعضها^[1].

يظهر مصطلح **pectinase enzyme** كثيرًا في البحث التجاري والتطبيقي لأنه يختصر عائلة واسعة تضم إنزيمات مثل polygalacturonase وpectin lyase وpectate lyase وpectin methylesterase. تختلف هذه الإنزيمات في موضع الهجوم على البكتين: بعضها يقطع السلسلة الرئيسية، وبعضها يزيل مجموعات ميثيلية تجعل البكتين أكثر أو أقل قابلية للتفاعل، وبعضها يعمل بآلية إزالة لا مائية بدل التحلل المائي المباشر. هذا التنوع يفسر لماذا قد يعطي إنزيم بكتيناز نتائج ممتازة في عصير فاكهة معين، بينما يحتاج تطبيق آخر إلى مزيج إنزيمي أوسع أو ظروف تماس مختلفة^[2].

أما من ناحية النطق، فإن عبارة **pectinase pronunciation** تشير عادة إلى نطقها بالإنجليزية قريبًا من "يك-تن-إيز" أو "يك-تينايز"، بينما يُستخدم في العربية لفظ "بكتيناز". لا يغيّر النطق شيئًا في المعنى الفني؛ فالمهم في الوثائق المهنية هو فهم أن الاسم يشير إلى وظيفة إنزيمية مرتبطة بالبكتين، لا إلى مصدر حيوي واحد أو مواصفة تشغيلية موحدة لكل المنتجات^[1].

لماذا يهم البكتين صناعيًا؟

في صناعة العصائر، لا يكون التحدي دائمًا في كمية الفاكهة، بل في كيفية تحرير العصير وفصل الجزيئات العالقة دون إجهاد حراري أو ميكانيكي زائد. البكتين يرفع لزوجة الوسط ويثبت الجسيمات الدقيقة، ولذلك قد يجعل العصير الخام غائمًا أو صعب الترشيح. تشير مراجعات معالجة الفاكهة إلى أن البكتيناز أداة مهمة في توضيح العصائر وتحسين خصائصها الفيزيائية أثناء التصنيع [1].

في الهريس واللبن والمستخلصات النباتية، يعمل البكتين كعامل ربط داخل النسيج. عند تفكيكه جزئيًا، تصبح المصفوفة النباتية أقل مقاومة للفصل، ما يساعد على زيادة تحرر المكونات القابلة للاستخلاص. لذلك تظهر **pectinase application** بوضوح في عمليات تتعامل مع التفاح، الحمضيات، العنب، البابايا، التوت، والفاكهة اللينة أو مخلفات تصنيعها [4].

وفي المجالات غير الغذائية، لا تزال المشكلة نفسها قائمة لكن بلغة مختلفة: البكتين يربط الألياف النباتية، ويؤثر في نعومة السطح، ويحد من نفاذية المعالجات اللاحقة. لهذا السبب دُرِس استخدام البكتيناز مع السليولاز في تليين ألياف ساق الموز الكاذبة، كما دُرِسَت البكتينازات في التحضير الحيوي للقطن وبعض أقمشة الميكروبوليمر [5].

تطبيقات Pectinase في الأغذية والمشروبات

توضيح العصائر وتحسين الترشيح

أشهر **application of pectinase enzyme** هو توضيح عصائر الفاكهة. في العصير غير المعالج إنزيميًا، يمكن للبكتين أن يحافظ على عكارة ثابتة ويجعل الفصل بالترشيح أو الترسيب أبطأ. عندما يتحلل جزء من البكتين، تقل قدرة الجسيمات الدقيقة على البقاء معلقة، فيصبح الفصل أسهل ويتحسن صفاء المنتج حسب طبيعة الفاكهة والعملية [1].

أظهرت دراسات حديثة على عصير البابايا أن استخدام البكتيناز المثبت داخل خرز ألجينات يمكن أن يؤثر في الخصائص الفيزيائية والكيميائية والنشاط المضاد للأكسدة وإمكانية إعادة استخدام النظام الإنزيمي. أهمية هذه الدراسات ليست في أن كل تطبيق يحتاج إلى تثبيت، بل في أنها تؤكد أن البكتيناز يغيّر سلوك العصير بطريقة قابلة للقياس عندما تكون العكارة أو اللزوجة مرتبطة بالبكتين [4].

في العصائر ذات اللب العالي أو المواد الغنية بالألياف الدقيقة، قد لا تكون البكتينازات وحدها كافية لتحقيق كل أهداف المعالجة. لذلك تُستخدم أحيانًا ضمن مزيج مع إنزيمات تستهدف السليولوز أو الهيميسليولوز. دراسة المعالجة المسبقة لللب العنب والكرز والفراولة باستخدام مستحضرات من البكتيناز والسليولاز توضح أن الجمع بين تفكيك البكتين وتفكيك مكونات جدار خلية أخرى قد يغيّر كميات بعض المركبات العضوية في المستخلصات [6].

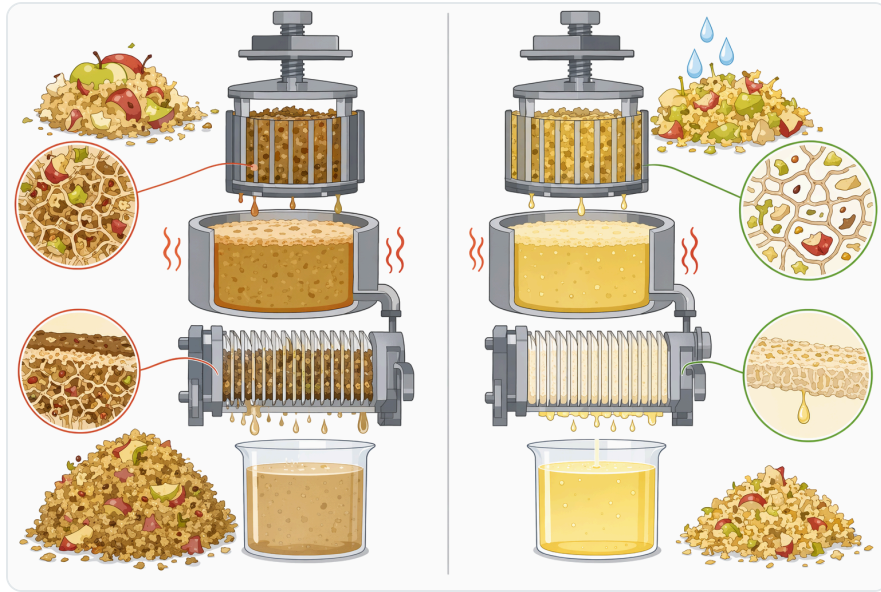


Figure 2. 폴리갈락투로나아제, 펙틴 메틸에스터라아제, 펙틴 라이아제, 펙테이트 라이아제는 펙틴 시스템의 서로 다른 화학적 특징에 작용합니다

استخلاص المركبات الفينولية ومكونات القشرة

في مخلفات تصنيع البرتقال، يوجد جزء مهم من المركبات القابلة للاستخلاص داخل قشور ومصفوفات خلوية غنية بالبكتين. دُرِس تأثير تركيز البكتيناز ووقت المساعدة بالموجات فوق الصوتية والحموضة على استخلاص المركبات الفينولية من مخلفات تصنيع البرتقال، ما يبرز دور الإنزيم في جعل المصفوفة النباتية أكثر قابلية للتحرير والاستخلاص [3].

لا يعني ذلك أن البكتيناز "يزيد" كل مركب مرغوب في كل مادة خام. بل يعني أن تفكيك البكتين قد يفتح بنية الجدار الخلوي ويغيّر انتقال الماء والمذيبات والمركبات الذائبة. لذلك تُفهم قيمة الإنزيم في استخلاص الفينولات والنكهات والألوان الطبيعية ضمن سياق المادة الخام وطبيعة العملية، لا كأثر ثابت مستقل عن الركيزة [3].

معالجة مخلفات الفاكهة وتحويلها إلى قيمة

تتجه الأدبيات الحديثة إلى ربط **pectinase production** بالاستدامة، خصوصًا عبر استخدام مخلفات تصنيع الفاكهة كمصدر كربوني أو ركيزة تخمير لإنتاج إنزيمات محللة. تناولت دراسة عن إنتاج البكتيناز منخفض التكلفة من مخلفات تصنيع الفاكهة فكرة "من القشرة إلى الربح"، أي تحويل النفايات الغنية بالبكتين إلى مدخلات لإنتاج إنزيمات ذات قيمة [7].

هذا الاتجاه مهم صناعيًا لأنه يخلق حلقة بين مصدر البكتين ومصدر الإنزيم الذي يفككه. كما أن دراسات تثمين المخلفات الزراعية والغذائية بالتخمير الصلب تذكر الإنتاج المشترك لإنزيمات مثل الزيلاناز والسليولاز والبكتيناز، ما يعكس أن معالجة الكتلة النباتية غالبًا تحتاج إلى منظومة إنزيمية لا إلى إنزيم منفرد فقط [8].

مقارنة تطبيقات pectinase حسب القطاع

ملاحظات تشغيلية عامة	الأثر العملي المتوقع	دور pectinase الرئيسي	القطاع أو المادة الخام
يعتمد الأداء على نوع الفاكهة ونضجها وتركيب البكتين [1]	صفاء أفضل، ترشيح أسهل، تحرر أعلى للعصير	تفكيك البكتين المسبب للعاكة واللزوجة	عصائر الفاكهة
دُرست أنظمة حرة ومثبتة حسب هدف العملية [4]	تغيّر في القوام والخصائص الفيزيائية والكيميائية	تعديل بنية اللب والمعلقات	البابايا والفاكهة اللينة
قد يقترن بوسائل مساعدة غير إنزيمية [3]	دعم استخلاص الفينولات والمكونات الذائبة	فتح المصفوفة الغنية بالبكتين	مخلفات الحمضيات
غالبًا يُبحث مع إنزيمات أخرى مثل السيلولاز [5]	تليين حيوي، تحضير سطح أفضل، فصل أسهل للألياف	إزالة أو تقليل البكتين الرابط للألياف	المنسوجات والألياف النباتية
البكتيناز جزء من منظومة إنزيمية أوسع [9]	تحسين التحلل اللاحق أو الستّرنة ضمن كوكثيل إنزيمي	تفكيك جزء من جدار الخلية النباتية	الكتلة الحيوية الزراعية
يظهر بقوة في التخمر الصلب والإنتاج المشترك [8]	تثمين المخلفات وتقليل الفاقد	إنتاج أو استخدام إنزيمات محللة	مخلفات الأغذية الزراعية

استخدامات pectinase في المنسوجات والألياف

في معالجة الألياف النباتية، يعمل البكتين كعامل يربط الألياف الدقيقة والمواد غير السيلولوزية. عند استخدام البكتيناز، يمكن تقليل هذا الربط بما يدعم التليين الحيوي أو التحضير الحيوي قبل الصباغة أو التشطيب. دراسة تليين ألياف ساق الموز الكاذبة باستخدام سيلولاز وبكتيناز من *Aspergillus niger* تبرز هذا الاتجاه في صناعة المنسوجات [5].

كما دُرست إنتاج البكتيناز بواسطة *Bacillus subtilis* وتطبيقه المحتمل في التحضير الحيوي للقطن وأقمشة micropoly، ما يشير إلى اهتمام بتقليل الاعتماد على معالجات كيميائية قاسية في بعض مراحل تجهيز النسيج. الفكرة الأساسية هنا أن إزالة البكتين من السطح أو من المصفوفة الليلية قد تحسن قابلية البلل والمعالجة اللاحقة دون الحاجة إلى وصف العملية كبديل مطلق لكل المعالجات التقليدية [10].

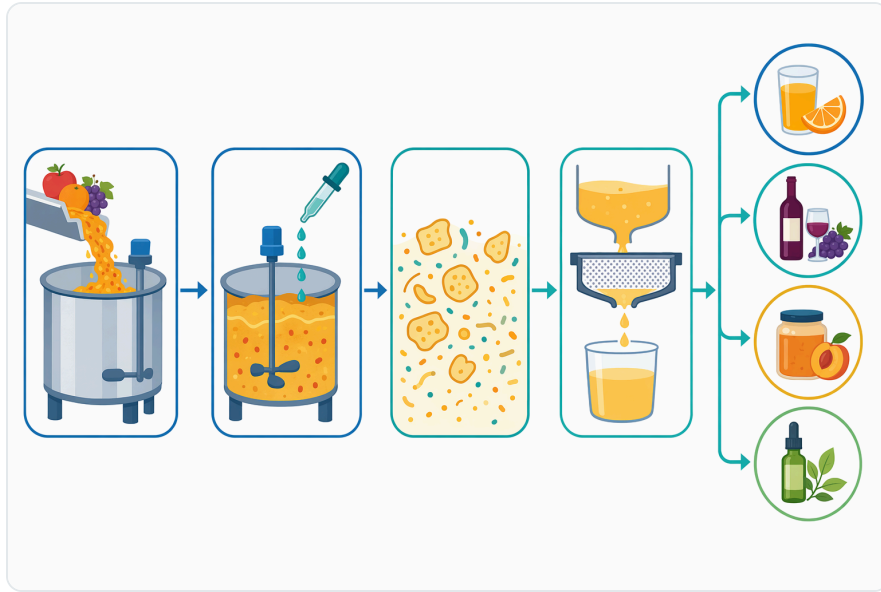


Figure 3. 주스 추출에서 펙티나아제는 일반적으로 과일을 으깨거나 펄프로 만든 뒤, 압착·청징·여과·분리 단계 전에 사용됩니다.

وفي دراسة أخرى، طُبِّقَ polygalacturonase من *Thermomyces lanuginosus* المُنتَج في *Komagataella phaffii* في تحليل الكتلة الحيوية والتحضير الحيوي النسيجي. يوضح ذلك أن أفرادًا محددين من عائلة البكتيناز يمكن توجيههم لتطبيقات تتجاوز العصائر، خصوصًا عندما يكون الهدف إزالة مواد بكتينية من بنية نباتية معقدة [11].

pectinase والكتلة الحيوية والوقود الحيوي

في الكتلة الحيوية الزراعية، تكون الجدران الخلوية خليطًا من السليلوز والهيميسليلوز واللجنين والبكتين ومركبات أخرى. لذلك لا يكفي غالبًا إنزيم واحد لتحقيق تفكيك فعال. تذكر دراسات الإنتاج المشترك بالتخمير الصلب إنزيمات مثل الزيلاز والسيلولاز والبكتيناز ضمن نهج تجميع مخلفات زراعية وصناعية، مع تقييمات تقنية اقتصادية لهذا النوع من الإنتاج [9].

في تطبيقات الوقود الحيوي أو السكّرنة، قد يكون البكتيناز مساعدًا في فتح المصفوفة النباتية أو إزالة جزء من العوائق التي تحد من وصول إنزيمات أخرى إلى السكريات البنيوية. أبحاث الكوكتيلات الإنزيمية على مخلفات مثل تفل الكسافا والكتل النباتية الأخرى تركز على التآزر بين إنزيمات متعددة، حيث لا تعمل البكتينازات بمعزل عن السيلولازات والزيلازات في كثير من المواد الخام [12].

أظهرت دراسات على كوكتيلات إنزيمية فطرية أو بكتيرية لتحليل الكتلة النباتية أن السكّرنة الناجحة تعتمد على مطابقة الإنزيمات لتركيب المادة الخام. إدراج البكتيناز ضمن هذه الكوكتيلات منطقي عندما يحتوي الجدار الخلوي أو المخلف الزراعي على كسور بكتينية تؤثر في قابلية التفكيك أو انتقال الإنزيمات داخل المصفوفة [13].

مصادر pectinase production: فطريات، بكتيريا، وخمائر

تُنتج البكتينازات طبيعيًا بواسطة كائنات دقيقة عديدة، منها الفطريات والبكتيريا والخمائر. في الإنتاج الصناعي والبحثي، تظهر أجناس مثل *Aspergillus* و *Bacillus* و *Streptomyces* وخمائر مختلفة كمنصات لإنتاج أو دراسة البكتيناز. دراسة عن *Aspergillus niger* تناولت إنتاج البكتيناز و α -galactosidase لاستخدامات معالجة فول الصويا إنزيميًا، ما يوضح أن الفطريات تبقى مصدرًا مهمًا لإنزيمات معالجة الأغذية [14].

كما تناولت أبحاث أخرى عزل بكتيريا منتجة للبكتيناز من أراضٍ زراعية وتحسين الإنتاج باستخدام منهجيات إحصائية. أهمية هذه الدراسات أنها تبين أن القدرة على إنتاج pectinase منتشرة في بيئات غنية بالمادة النباتية، وأن اختيار السلالة والركيزة يؤثران في ملاءمة الإنزيم للتطبيق المقصود [15].

وتوجد دراسات على *Bacillus subtilis* و *Bacillus sp. DT7* و *Streptomyces thermocarboxydu* كمصادر بكتيرية أو أكتينوبكتيرية للبكتيناز. هذا التنوع في المصادر يفسر الاختلاف بين المنتجات أو المستحضرات من حيث نمط النشاط والتوافق مع الركائز، دون الحاجة إلى افتراض أن كل بكتيناز تجاري له نفس الملف الوظيفي [16].

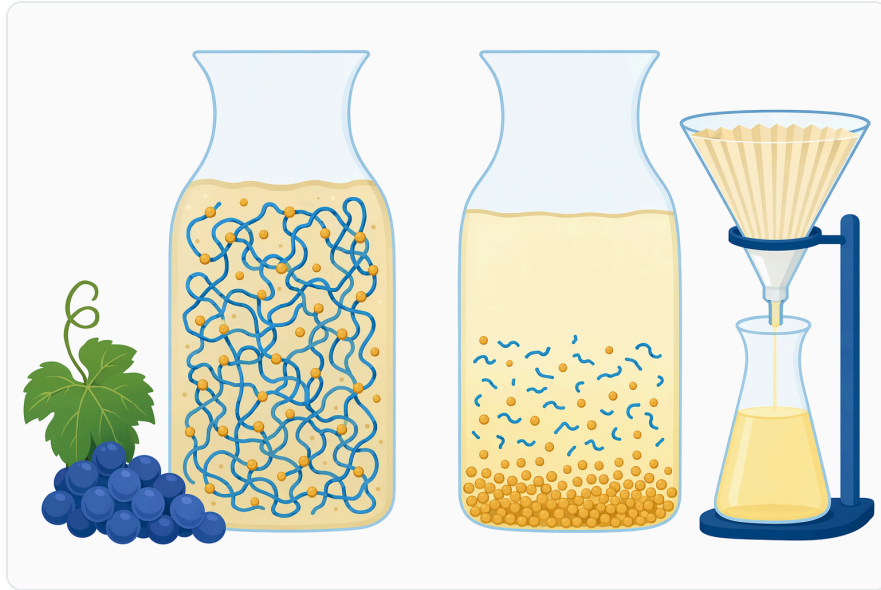


Figure 4. 펙티나아제에 의한 탈중합은 펙틴이 안정화한 혼탁을 줄이고 침전 또는 여과 특성을 개선할 수 있습니다

أما الخمائر، فقد دُرِس إنتاجها للبكتيناز وتأثره بالظروف الفسيولوجية، ما يضيف مصدرًا حيويًا آخر إلى خريطة الإنتاج. من منظور المستخدم، لا يكون المصدر وحده كافيًا للحكم على الأداء؛ الأهم هو توافق وظيفة الإنزيم مع نوع البكتين الموجود في المادة الخام والهدف العملي من المعالجة [17].

لماذا تختلف نتائج pectinase بين تطبيق وآخر؟

البكتين ليس مادة واحدة متطابقة في كل النباتات. تختلف درجة الأسترة، طول السلاسل، التفرعات، الارتباطات مع الكالسيوم، ووجود سكريات جانبية بين التفاح والحمضيات والعنب والبابايا والألياف النباتية. لذلك قد يتطلب عصير غني بالبكتين القابل للذوبان نمطًا مختلفًا من النشاط مقارنة بألياف نباتية يكون البكتين فيها جزءًا من مصفوفة صلبة مع السليلوز والهيميسليلوز [1].

كذلك تختلف مستحضرات البكتيناز في تركيبها: بعض المنتجات تركز على polygalacturonase، وبعضها يحتوي أنشطة مساعدة، وبعضها ينتمي إلى كوكتيلات إنزيمية أوسع. هذا مهم في تفسير نتائج **pectinase experiment** في المختبر التعليمي أو التجريبي؛ فقد يلاحظ المستخدم انخفاضًا في اللزوجة أو تحسنًا في الترشيح في مادة خام معينة، بينما تكون النتيجة أقل وضوحًا في مادة أخرى لأن البكتين ليس العامل المحدد الوحيد [2].

وتتأثر النتائج أيضًا بالتماس بين الإنزيم والركيزة. إنزيم البكتيناز يحتاج إلى وصول فعلي إلى البكتين، لذلك تؤثر درجة طحن المادة، وجود اللب، التجانس، والرطوبة المتاحة في سرعة ظهور الأثر. لكن هذه العوامل لا ينبغي تحويلها إلى بروتوكول ثابت عام؛ فهي اعتبارات تشغيلية تختلف بين عصير، هريس، مخلف زراعي، أو نسيج نباتي [6].

pectinase drops والمنتجات التجارية: توضيح المصطلحات

يبحث بعض المستخدمين عن **pectinase drops** لأنهم اعتادوا رؤية إنزيمات سائلة أو قطرات إنزيمية في سياقات تعليمية أو منزلية. لكن كلمة pectinase لا تعني شكلًا فيزيائيًا محددًا؛ فقد يكون المنتج سائلًا، مسحوقًا، مثبتًا على حامل، أو جزءًا من مزيج إنزيمي. الدراسات على خرز الألبينات المثبتة بالبكتيناز، مثلًا، توضح أن شكل التقديم يمكن أن يتغير حسب الهدف الفني [4].

بالنسبة إلى Enzymes.bio، يُباع منتج Pectinase مباشرة عبر الإنترنت بوحدة 1 kg، مع إرفاق SDS و CoA مع الطلب. Enzymes.bio مورد وليست جهة مصنعة أو مختبر تطوير، لذلك يجب فهم وثيقة المنتج كدعم فني عام يشرح وظيفة الإنزيم وتطبيقاته، لا كبيان تصنيع أو وصف لمنهجية تحليل أو ضمان أداء موحد في كل مادة خام.



Figure 5. 펙틴이 흐름, 성분 방출 또는 분리를 제한하는 과일, 채소, 식물성 원료, 감귤 부산물, 섬유 및 오일 분리 공정 전반에서 펙티나아제가 사용됩니다

عند استخدام عبارة **where to buy pectinase** في البحث، يكون المقصود غالبًا العثور على مصدر شراء موثوق لإنزيم بكتيناز للاستخدام المهني أو التعليمي أو التطبيقي. توفر Enzymes.bio قناة شراء مباشرة عبر الإنترنت للعبوة المذكورة، بينما تبقى ملاءمة الاستخدام مرتبطة بطبيعة العملية والركيزة النباتية والهدف من المعالجة.

أمثلة تطبيقية من الأدبيات الحديثة

في معالجة الشاي، تناولت دراسة إنتاج إنزيم بكتيناز فطري عبر تخمير ركيزة صلبة من مخلفات زراعية لتحسين الأكسدة الإنزيمية ورفع جودة شاي CTC. هذا المثال يوضح أن البكتيناز لا يقتصر على العصائر، بل يمكن أن يؤثر في نفاذية النسيج النباتي وسلوك المكونات أثناء معالجة مواد نباتية ذات قيمة غذائية أو حسية [18].

في مخلفات توت lingonberry، دُرست كفاءة تطبيق مركب إنزيمي لتحويل الكعكة المتبقية إلى مكوّن غذائي. هذا النوع من التطبيقات يعكس اتجاهًا عمليًا: مخلفات التصنيع ليست مجرد نفايات، بل مصفوفات نباتية تحتوي ألياقًا وبكتينيًا ومركبات نشطة يمكن تحريرها أو تعديلها بإنزيمات مناسبة [19].

وفي أبحاث التخمير الصلب، يُنظر إلى المخلفات الزراعية والصناعية كركائز لإنتاج إنزيمات محللة، منها البكتيناز. هذا يربط بين الاستدامة والاقتصاد الحيوي: المخلفات الغنية بالبكتين أو الألياف قد تُستخدم لإنتاج الإنزيمات، ثم تُستخدم الإنزيمات نفسها في تحسين معالجة مواد نباتية أخرى [8].

حدود الاستخدام وتفسير النتائج بمسؤولية

من المهم تجنب تقديم pectinase كحل شامل لكل مشكلات المعالجة النباتية. إذا كانت العكارة ناتجة أساسًا عن بروتينات أو نشأ أو دهون دقيقة، فقد لا يكون تفكيك البكتين وحده كافيًا. وإذا كانت البنية محدودة باللجنين أو السليلوز البلوري، فقد يحتاج النظام إلى إنزيمات أخرى أو معالجة مختلفة. لذلك فإن أفضل تفسير علمي لوظيفة

pectinase هو أنها أداة موجهة للبكتين، لا بديل لكل خطوات المعالجة [9].

كما أن مصطلح "بكتيناز" قد يغطي عائلة إنزيمية واسعة، ولذلك لا ينبغي مقارنة النتائج بين دراسات أو مواد خام مختلفة دون الانتباه إلى مصدر الإنزيم ونمط نشاطه وتركيب الركيزة. الدراسات على السلالات البكتيرية والفطرية والخميرية توضح أن الإنتاج والخصائص التطبيقية تختلف باختلاف الكائن المنتج وبيئة الإنتاج، حتى عندما يُستخدم الاسم العام نفسه [15].

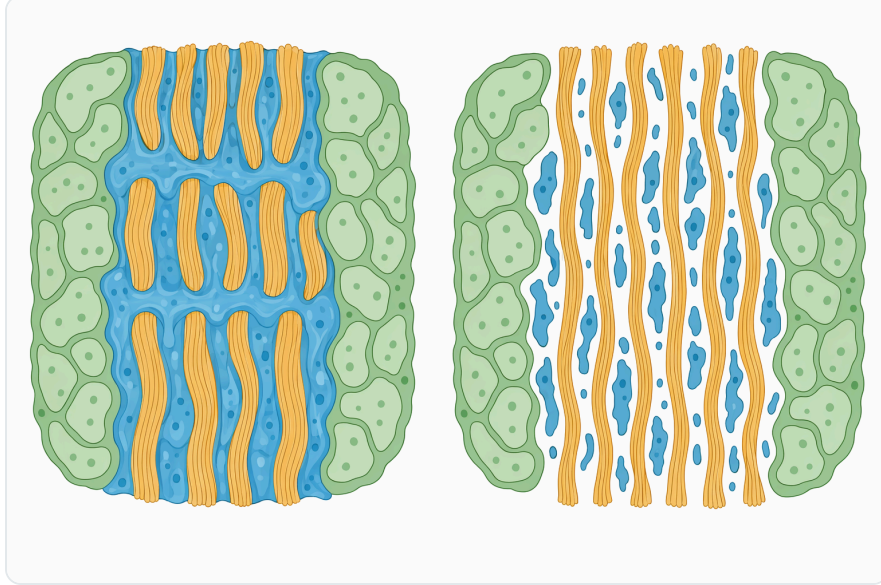


Figure 6. 레팅과 탈검 과정에서 펙티나아제는 펙틴성 결합 물질을 약화시켜 식물 섬유가 더 쉽게 분리되도록 돕습니다

في الاستخدام المهني، تكون المخرجات الأكثر منطقية هي مراقبة مؤشرات العملية نفسها: سهولة الترشيح، وضوح العصير، تغير اللزوجة، تحرر العصير أو المستخلص، أو قابلية الألياف للمعالجة. أما الادعاءات الرقمية العامة غير المرتبطة بمادة خام محددة فقد تكون مضللة، لأن البكتين في النباتات المختلفة لا يتصرف بالطريقة نفسها [1].

موقع Pectinase من Enzymes.bio في سلسلة الاستخدام

يوفر منتج Pectinase من Enzymes.bio خيارًا مباشرًا للمستخدمين الذين يحتاجون إلى إنزيم يستهدف البكتين في معالجة مواد نباتية أو تطبيقات تعليمية أو تشغيلية عامة. لا تقدم Enzymes.bio نفسها كجهة تصنيع أو مختبر اختبار، بل كمورد عبر الإنترنت؛ لذلك تركز هذه المقالة على شرح الأساس العلمي والتطبيقات المنشورة دون تقديم مواصفات تصنيع أو إجراءات تحليلية.

يُباع المنتج بوحدة 1 kg عبر الإنترنت، وتُرفق شهادة التحليل CoA ونشرة بيانات السلامة SDS مع الطلب. تساعد هذه الوثائق على دعم الاستخدام المهني المنظم، مع بقاء قرار الملاءمة التطبيقية مرتبطًا بخصائص المادة الخام والهدف العملي من استخدام الإنزيم.

Pectinase إنزيم محوري عندما تكون المشكلة مرتبطة بالبكتين: عكارة في العصائر، لزوجة مرتفعة، صعوبة في الترشيح، تماسك زائد في اللب، أو مقاومة بنيوية في الألياف والكتلة النباتية. آلية عمله تقوم على تفكيك أو تعديل شبكة البكتين، ما يقلل تماسكها ويجعل المواد النباتية أكثر قابلية للفصل أو الاستخلاص أو المعالجة [1].

تدعم الأدبيات استخدام pectinase في توضيح عصائر الفاكهة، معالجة البايابا والحمضيات والتوت، تحسين استخلاص المركبات النباتية، التحضير الحيوي للمنسوجات، وتثمين المخلفات الزراعية والغذائية ضمن كوكيتيلات إنزيمية أوسع. ومع ذلك، تبقى النتائج مرتبطة بنوع الركيزة وتركيب البكتين وشكل المستحضر الإنزيمي وسياق العملية، لذلك يجب التعامل مع البكتيناز كأداة دقيقة لمعالجة البكتين لا كحل عام لكل المواد النباتية [4].

اطلب Pectinase عبر الإنترنت

يُباع بوحدة 1 kg، وهو متوفر في المخزون وجاهز للشحن. اطلب مباشرة من متجرنا — ادفع عبر الإنترنت وسنعالج طلبك. تُرفق شهادة التحليل ونشرة بيانات السلامة مع كل طلب.

→ **اشتر Pectinase**

المراجع

مرقمة حسب ترتيب أول اقتباس. مصادر مفتوحة الوصول، تم التحقق من إتاحتها عند النشر؛ وترتبط أرقام الاستشهاد في النص هنا.

1. Jadaun, J. (2018). Pectinase: A Useful Tool in Fruit Processing Industries.
2. Abdullahi, H., Kumar, M., Mishra, S. K., Dashora, K., Pandit, S., Saini, S., Tripathi, M., ... et al. (2026). Spotlight on pectinase: a comprehensive review of large-scale production strategies. *Critical Reviews in Biotechnology*, 46, 297 - 317.
3. Shahram, H., Dinani, S. T., & Amouheydari, M. (2018). Effects of pectinase concentration, ultrasonic time, and pH of an ultrasonic-assisted enzymatic process on extraction of phenolic compounds from orange processing waste. *Journal of Food Measurement & Characterization*, 13, 487-498.
4. 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.
5. A, M. W., S, J. J., K., D. P., S, S., & S, A. (2023). Biosoftening of banana pseudostem fiber using cellulase and pectinase enzyme isolated from Aspergillus niger for textile industry. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 21.
6. Maharramova, S., Nasrullayeva, G., Qadimova, N., Maharramova, M., & Maharramov, M. (2024). The Influence of Pre-Treatment of Grape, Cherry, and Strawberry Pulp with Enzyme Preparations of Pectinase and Cellulase

.on some Organic Compounds Amount in their Extracts. METHODS AND OBJECTS OF CHEMICAL ANALYSIS

- Sajish, S., Tomar, G., Singh, S., & Kaushik, R. (2025). A low-cost and sustainable approach to microbial pectinase production from fruit processing wastes: from peel to profit. *Environmental technology*, 47, 1386 - 1403 .7
- Sosa-Martínez, J., Montañez, J., Contreras-Esquivel, J., Balagurusamy, N., Gadi, S. K., & Morales-Oyervides, L. (2023). Agroindustrial and food processing residues valorization for solid-state fermentation processes: A case for optimizing the co-production of hydrolytic enzymes. *Journal of Environmental Management*, 347, 119067 .8
- Sosa-Martínez, J., Morales-Oyervides, L., Montañez, J., Contreras-Esquivel, J., Balagurusamy, N., Gadi, S. K., & Salmerón, I. (2024). Sustainable Co-Production of Xylanase, Cellulase, and Pectinase through Agroindustrial Residue Valorization Using Solid-State Fermentation: A Techno-Economic Assessment. *Sustainability* .9
- Ahlawat, S., Dhiman, S., Battan, B., Mandhan, R., & Sharma, J. (2009). Pectinase production by *Bacillus subtilis* and its potential application in biopreparation of cotton and micropoly fabric. *Process Biochemistry*, 44, 521-526 .10
- Serra, L. A., Mendes, T., Marco, J. L., & Almeida, J. R. M. (2024). Application of *Thermomyces lanuginosus* polygalacturonase produced in *Komagataella phaffii* in biomass hydrolysis and textile bioscouring. *Enzyme and Microbial Technology*, 177, 110424 .11
- Egharevba, I. P., Salau, H., Omonedo, M., & Ogbeide, S. (2025). Optimizing Enzyme Synergy in the Hydrolysis of Cassava Bagasse for Biofuel Production using Multi-Enzyme Cocktails. *Nipes journal of Energy Technology and Environment* .12
- Mondal, S., Santra, S., Rakshit, S., Halder, S. K., Hossain, M., & Mondal, K. C. (2021). Saccharification of lignocellulosic biomass using an enzymatic cocktail of fungal origin and successive production of butanol by *Clostridium acetobutylicum*. *Bioresource Technology*, 126093 .13
- Li, Q., Ray, C., Callow, N. V., Loman, A., Islam, S., & Ju, L. (2020). *Aspergillus niger* production of pectinase and α -galactosidase for enzymatic soy processing. *Enzyme and Microbial Technology*, 134, 109476 .14
- Abdollahzadeh, R., Pazhang, M., Najavand, S., Fallahzadeh-Mamaghani, V., & Amani-Ghadim, A. (2020). Screening of pectinase-producing bacteria from farmlands and optimization of enzyme production from selected strain by RSM. *Folia Microbiologica (Prague)*, 65, 705 - 719 .15
- Kashyap, D. R., Chandra, S., Kaul, A., & Tewari, R. (2000). Production, purification and characterization of pectinase from a *Bacillus* sp. DT7. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 16, 277-282 .16
- Obaida, B. A. (2021). Study of Yeast Production of Pectinase Enzyme and the Effect of Different Physiological Conditions on Its Production. *International Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology* .17
- Panji, T., Suharyanto, S., Shabri, S., Rohdiana, D., & Yusianto, Y. (2016). Production of fungal pectinase enzyme through solid substrate fermentation of estate waste for improvement of enzymatic oxidation and increasing the quality of CTC tea. *Jurnal Sains Teh dan Kina* .18
- Volkova, G. S., Sokolova, E. N., Ionov, V. V., Davydkina, V. E., Fursova, N., & Serba, E. (2024). EFFICIENCY OF APPLICATION OF A COMPLEX OF ENZYMES FOR PROCESSING OF COMMON LINGONBERRY CAKE INTO A FOOD INGREDIENT. *chemistry of plant raw material* .19

تواصل مع Enzymes.bio

هل لديك أسئلة حول طلب؟ يسرّ فريقنا مساعدتك.

→ تواصل معنا

الهاتف (الولايات المتحدة) +1 (507) 6057-428

البريد الإلكتروني wholesale@enzymes.bio

54 نخدم العملاء حول العالم



+60 شركاء بحثيون جامعيون



+400 عملاء B2B



© Enzymes.bio 2026 · توريد إنزيمات صناعية & لمعالجة الأغذية · غير مخصص للاستهلاك البشري أو البيع بالتجزئة.