

بكتيناز غذائي للاستخلاص النباتي في معالجة قصب السكر: تقليل اللزوجة وتحسين فصل العصير والمستخلصات النباتية

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

الإجابة المباشرة: البكتيناز الغذائي هو مساعد معالجة إنزيمي يفتت البكتين والمواد البكتينية في الأنسجة النباتية، ما قد يساعد في تقليل اللزوجة وتحسين فصل السائل عن الصلب أثناء معالجة قصب السكر أو استخلاص مكونات نباتية من العصير واللّب والباغاس الرطب. في قصب السكر لا يُعامل البكتيناز كبديل للطحن أو العصر أو التوضيح، بل كأداة مساعدة عندما تكون المواد الغروية والبكتينية جزءًا من مشكلة الانسياب أو الترشيح أو احتجاز السائل داخل النسيج النباتي.

تعريف المنتج وموقعه في عملية معالجة قصب السكر

Food-Grade Pectinase For Plant Extraction For Sugarcane Processing هو مستحضر بكتيناز غذائي مخصص للاستخدام كمساعد في الاستخلاص النباتي ومعالجة تيارات قصب السكر، بما في ذلك العصير الخام، المهروس النباتي، اللّب، أو تيارات الباغاس الرطب التي يُراد منها تحرير سائل أو مكونات نباتية إضافية. تقدّم Enzymes.bio هذا المنتج كمورّد عبر البيع المباشر عبر الإنترنت بوحدة **1 كجم**، وتُرفق مع الطلب وثائق **CoA** و **SDS**. ولا ينبغي وصف Enzymes.bio كجهة مصنّعة أو مختبر؛ دورها هنا هو إتاحة المنتج والمستندات المصاحبة للطلب.

البكتيناز ليس مادة إذابة ولا عامل استخلاص كيميائي، بل محفّز حيوي يعمل على البنية البكتينية داخل الجدار الخلوي النباتي أو داخل الطور السائل الغني بالغرويات. تُناقش مراجعات البكتينازات الصناعية دور هذه الإنزيمات في الاقتصاد الحيوي الدائري والاستخلاص الأخضر وتحسين العمليات، لأنها تستهدف مكونات هيكليّة في المواد النباتية وتساعد على جعلها أكثر قابلية للفصل والمعالجة ^[1]. في سياق قصب السكر، يكون هذا الدور مفيدًا تحديدًا عندما تكون المشكلة التشغيلية مرتبطة باللزوجة، العكارة، بطء الترشيح، أو احتجاز جزء من السائل داخل مصفوفة نباتية دقيقة.

قصب السكر خامة زراعية معقّدة، ولا تقتصر قيمتها الصناعية على السكر فقط. تشير مراجعات حديثة إلى أن قصب السكر يحتوي على مركبات فينولية وفلافونويدات موزعة بين أجزاء النبات وتتغير أثناء المعالجة، ما يجعل فهم تأثير عمليات الاستخلاص والتوضيح مهمًا ليس فقط لمردود السكريات، بل أيضًا لجودة التيارات الثانوية وقيمتها المحتملة ^[2]. كما أن الباغاس والقش والمولاس والفيناس تُدرس في مسارات مختلفة مثل المواد الحيوية، الامتزاز، الطاقة الحيوية، التطبيقات الخرسانية، والتقانات الحيوية، وهذا يوضح أن أي معالجة إنزيمية يجب أن تُفهم ضمن منظومة أوسع لاستخلاص القيمة من الكتلة الحيوية ^[3].

لماذا يُستخدم البكتيناز في الاستخلاص النباتي؟

في الأنسجة النباتية، تعمل مكونات الجدار الخلوي كشبكة بنيوية تنظّم تماس الماء والمركبات الذائبة والألياف الدقيقة. البكتين، عندما يكون موجودًا في المهروس أو العصير أو الطبقة الغروية المحيطة بالجزيئات النباتية، يمكن أن يزيد لزوجة الوسط ويثبّت العكارة ويبطئ الترشيح. لذلك تُستخدم البكتينازات في العديد من تطبيقات المعالجة النباتية لتقليل أثر هذه الشبكة، بدل الاعتماد فقط على الضغط الميكانيكي أو الترسيب الطويل أو المعالجات القاسية [1].

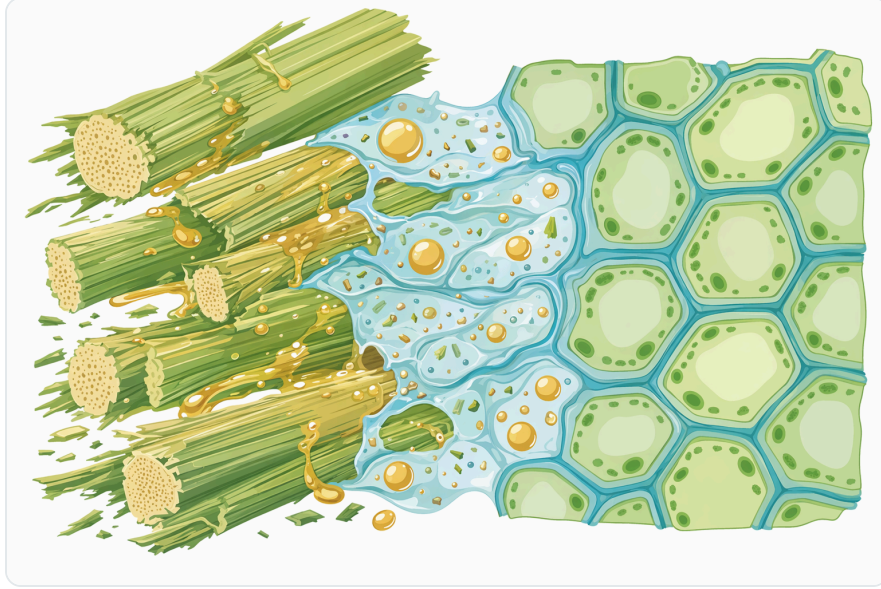


Figure 1. 펙틴분해효소는 식물 세포벽의 펙틴이 분쇄된 사탕수수과 식물성 원료에서 액체, 미세 고형물, 수용성 화합물을 가둘 수 있기 때문에 가공 보조제로 사용된다

الآلية الأساسية للبكتيناز هي تقصير سلاسل البكتين أو تفكيك الروابط التي تجعلها قادرة على تكوين بنية هلامية. عندما تنخفض قدرة البكتين على ربط الماء وتثبيت الجزيئات الدقيقة، يصبح الوسط أكثر سيولة، وتحسن قابلية الجزيئات العالقة للترسيب أو الانفصال أو المرور خلال مراحل الفصل اللاحقة. هذا لا يعني أن كل عصير قصب سيستجيب بالدرجة نفسها؛ فالاستجابة تعتمد على تركيب الخام، مستوى التقطيع، وجود الألياف الدقيقة، ونسبة المواد الغروية إلى المواد الصلبة الكلية.

الفرق العملي بين استخدام البكتيناز واستخدام قوة ميكانيكية إضافية هو أن الإنزيم يستهدف جزءًا كيميائيًا-بنيويًا من المصفوفة النباتية، بينما يستهدف الطحن أو العصر زيادة مساحة السطح وتحرير السائل بالقوة. في الاستخلاص النباتي الحديث، تُدرس المعالجات المعتدلة مثل المجال الكهربائي المعتدل والموجات فوق الصوتية والبلازما الباردة والإنزيمات لأنها قد تقلل الاعتماد على الطاقة العالية أو المذيبات القاسية، مع الحفاظ على حساسية بعض المركبات الحيوية [4]. وبذلك يمكن للبكتيناز أن يكون خطوة مكملة للمعالجة الفيزيائية، لا بديلًا عنها.

خصوصية قصب السكر: أين يظهر تأثير البكتيناز؟

قصب السكر غني بالألياف والبنى الخلوية، وتنتج معالجته تيارات متعددة: عصير أولي، مواد عالقة، طين ترشيح، باغاس، قش، مولاس، وفيناس حسب نمط المصنع والعملية. الباغاس، على سبيل المثال، يُدرس كمادة أولية لإنتاج مواد ممتزة وفحم حيوي وتطبيقات صناعية أخرى، ما يدل على أن بنيته الليفية ومكوناته السطحية تؤثر في إمكانات الفصل والاستخلاص^[5]. لذلك لا يصح اختزال معالجة قصب السكر في خطوة واحدة؛ فالبكتيناز قد يكون مفيدًا في مواضع محددة، بينما تتطلب المواضع الأخرى إنزيمات أو معالجات مختلفة.

في العصير أو المهورس، يظهر دور البكتيناز عندما تتسبب المواد البكتينية والغروية في زيادة مقاومة الضخ أو إبطاء التوضيح أو تكوين عكارة مستقرة. أما في الباغاس الرطب أو اللب المتبقي بعد العصر، فقد يساعد البكتيناز في تفكيك المواد اللاصقة بين الخلايا أو حول الألياف، ما يسهل تحرير سوائل محتبسة أو مركبات نباتية قابلة للاستخلاص. لكن إذا كانت المشكلة الأساسية مرتبطة بالسيليلوز البلوري أو اللجنين أو الألياف الخشنة، فلن يكون البكتيناز وحده هو العامل الحاسم؛ فهذه المكونات تتطلب استراتيجيات مختلفة.

تدعم الأدبيات الخاصة بالمخلفات السكرية هذا الحذر. فالباغاس يُراجع في سياقات عديدة مثل المواد المركبة، التغليف الغذائي، التطبيقات الحيوية، وإنتاج مواد عالية القيمة، وغالبًا ما تتطلب هذه الاستخدامات عمليات ميكانيكية أو كيميائية أو حرارية أو حيوية مختلفة بحسب المنتج النهائي^[6]. لذلك يجب النظر إلى البكتيناز الغذائي كأداة لتحسين خواص تيار معين، وليس كحل شامل لتحويل كل مكونات قصب السكر.

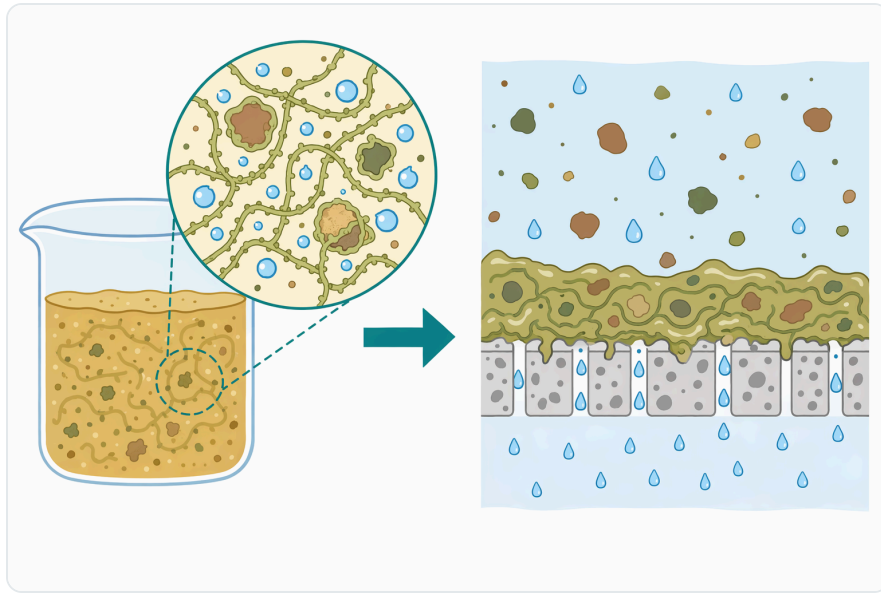


Figure 2. 길고 가지가 많은 펙틴 구조는 식물 가공 공정 흐름에서 점도를 높이고, 혼탁을 안정화하며, 여과 케이크의 투과성을 낮출 수 있다

آلية العمل: من تفكيك البكتين إلى تحسين الانسياب والفصل

يمكن تصور الجدار الخلوي النباتي كهيكل مركب: ألياف تعطي الصلابة، ومواد غروية تربط الخلايا وتحتجز الماء والجزيئات الدقيقة. في المصفوفات التي يوجد فيها البكتين بمستوى مؤثر، يساهم هذا البكتين في تكوين لزوجة ومرونة غروية تجعل السائل لا ينفصل بسهولة عن الصلب. البكتيناز يغيّر هذه البنية عبر تحويل سلاسل البكتين الكبيرة إلى أجزاء أصغر وأقل قدرة على تكوين شبكة لزجة [1].

عندما تُفكك هذه الشبكة، يحدث أكثر من أثر في الوقت نفسه. أولاً، يقل احتجاز الماء داخل الهلام النباتي، فيخرج جزء أكبر من السائل من النسيج عند الضغط أو التحريك أو الترسيب. ثانيًا، تقل قدرة الجسيمات الدقيقة على البقاء معلقة في شكل عكارة مستقرة، ما يحسن قابلية التوضيح. ثالثًا، قد تنخفض مقاومة الترشيح لأن السائل يصبح أقل لزوجة، ولأن المواد الغروية لا تسد المسامات أو أسطح الفصل بالدرجة نفسها.

في قصب السكر، تكون هذه الآلية أكثر احتمالًا في التيارات الغنية بالجزيئات الدقيقة والعصير الخام أو المستخلصات النباتية، وليس في الألياف الخشنة الجافة. لذلك، من الأفضل تشغيل البكتيناز في مرحلة يكون فيها الإنزيم قادرًا على الوصول إلى السطح النباتي أو الطور السائل الغني بالبكتين. إذا أُضيف إلى كتلة ليفية غير مبللة أو إلى تيار شديد القسوة من حيث المعالجة، فقد لا تتاح له فرصة كافية للتلامس مع الركائز البكتينية.

الأدلة العلمية الداعمة لاستخدام البكتيناز في الاستخلاص

تؤكد مراجعات البكتينازات أن هذه الإنزيمات من المحفزات الحيوية المهمة في تطبيقات الاستخلاص الأخضر، لأنها تقلل اعتماد العملية على الظروف القاسية وتساعد على تحرير المكونات النباتية عبر استهداف البكتين في الجدار الخلوي [1]. هذا الأساس لا يقتصر على محصول واحد؛ بل ينطبق على مبدأ عام في المواد النباتية، وهو أن تفكيك جزء من البنية الخلوية قد يحسن انتقال الكتلة وفصل السائل.

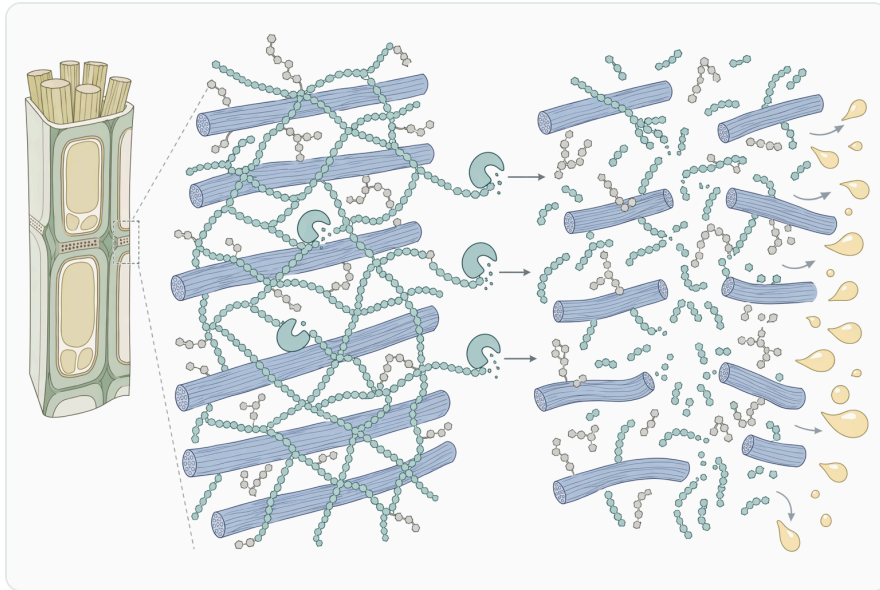


Figure 3. 펙틴분해효소는 펙틴성 물질을 더 짧은 조각으로 분해하여 수분 결합을 줄이고, 세포 간 부착을 약화시키며, 콜로이드 안정성을 낮춘다

دراسة حديثة على استخلاص جذور **Cichorium intybus** بحثت الاستخلاص بمساعدة البكتيناز والضغط لتقييم محتوى الإينولين والبوليفينولات والسمية الخلوية للمستخلصات، ما يوضح أن البكتيناز يُستخدم بحثيًا كجزء من استراتيجيات استخلاص مكونات نباتية قابلة للذوبان أو مرتبطة بالمصفوفة [7]. وعلى الرغم من أن هذه الدراسة ليست عن قصب السكر، فهي تدعم فكرة أن البكتيناز يمكن أن يعمل كأداة لتحسين وصول المذيب أو الماء إلى المكونات المحتجزة داخل الأنسجة النباتية.

كما تُظهر دراسة عن الاستخلاص المائي لزيت نخالة الأرز بمساعدة البكتيناز أن الإنزيمات قد تُستخدم لتحسين فصل مكونات غير سكرية من مصفوفات نباتية معقدة [8]. أهمية هذا المثال بالنسبة لقصب السكر ليست في تشابه الزيت مع السكر، بل في تشابه التحدي التقني: مادة نباتية تحتوي على جدران خلوية وغرويات وألياف دقيقة، ويُراد تحسين تحرر مكون معين دون الاعتماد الكامل على مذيبات أو معالجة شديدة.

أما في الاستخلاص النباتي الأخضر عمومًا، فتشير مراجعات حديثة إلى تنامي الاهتمام بالمعالجات غير الحرارية أو المعتدلة مثل البلازما الباردة والمجالات الكهربائية والموجات فوق الصوتية والمذيبات الأعمق طبيعية التوافق، بسبب قدرتها على تحسين تحرير المركبات الحيوية وتقليل بعض أعباء الطاقة أو المذيبات [9]. إدماج البكتيناز في هذا السياق منطقي لأنه يعالج الحاجز البنيوي نفسه: الجدار الخلوي والمواد الغروية التي تحد من انتقال الكتلة.

ما الذي يمكن توقعه عمليًا في خطوط قصب السكر؟

التوقع الواقعي الأول هو تحسين الانسياب عندما يكون البكتين أو المواد الغروية النباتية سببًا ملموسًا في اللزوجة. هذا قد يظهر في سهولة الخلط أو الضخ أو مرور السائل إلى مرحلة الفصل التالية. لكن إذا كانت اللزوجة ناتجة أساسًا عن تركيز السكريات، أو المواد الصلبة الكلية، أو الألياف الخشنة، فإن أثر البكتيناز قد يكون محدودًا لأنه لا يستهدف هذه العوامل مباشرة.

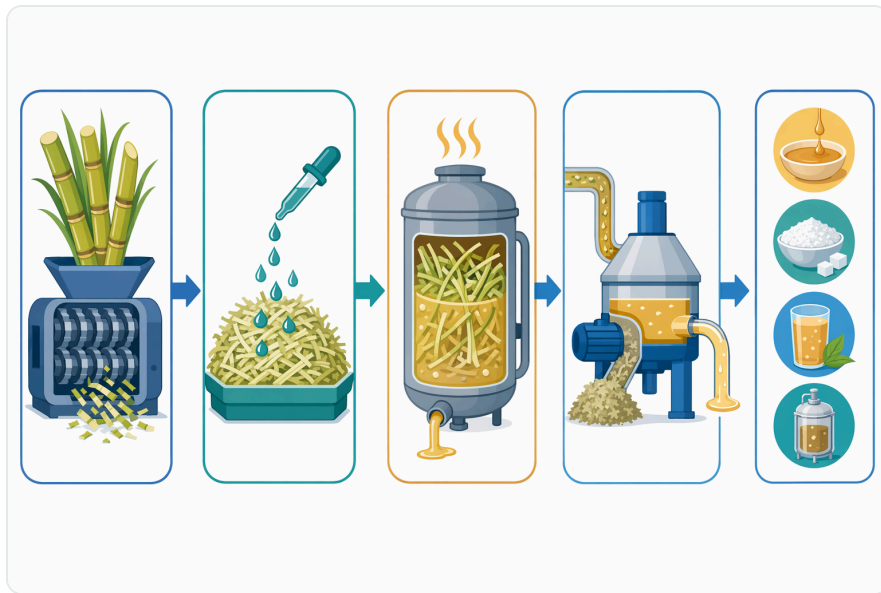


Figure 4. 식품 등급 펙틴분해효소는 침전, 원심분리 또는 여과 전에 분쇄된 사탕수수나 식물 매시가 주스와 접촉해 있는 동안 첨가하는 것이 가장 합리적이다.

التوقع الثاني هو **تحسين فصل السائل عن الصلب** في التيارات التي تحتوي على لبّ نباتي ناعم أو أجزاء خلوية مكسّرة. تفكيك البكتين حول الخلايا قد يقلل احتجاز الماء ويجعل الضغط أو الترسيب أكثر فاعلية. هذا المفهوم متنسق مع دور البكتينازات كأدوات لمعالجة المصفوفات النباتية ضمن الاقتصاد الحيوي، حيث تُستخدم لتحسين قابلية المواد الحيوية للتفكيك والاستخلاص [1].

التوقع الثالث هو **دعم التوضيح والترشيح** عندما تكون العكارة مدفوعة بمواد بكتينية. في عصائر ومهروسات نباتية عديدة، يؤدي البكتين إلى استقرار الجسيمات الغروية؛ وعند تحلله تصبح بعض هذه الجسيمات أكثر قابلية للفصل. غير أن عكارة عصير قصب السكر قد تنتج أيضًا من الشموع، البروتينات، الأملاح، الألياف الدقيقة، أو المركبات الفينولية، لذلك لا ينبغي ربط كل عكارة بالبكتين وحده [2].

التوقع الرابع هو **تحسين قابلية الاستخلاص من الباغاس أو اللبّ الرطب** عندما يكون الهدف تحرير مركبات نباتية أو سوائل متبقية من المصفوفة. فالباغاس يُعدّ خامة متعددة الاستخدامات في مسارات كيميائية وحيوية وموادّية، وتعمل المعالجات الأولية غالبًا على تغيير سطح الألياف أو فتح البنية أو تحسين الوصول إلى المكونات الداخلية [10]. البكتيناز قد يكون خطوة مساعدة في هذه السلسلة إذا كانت المكونات البكتينية تعيق الوصول أو الفصل.

مواضع إدماج البكتيناز في معالجة قصب السكر

موضع الاستخدام في العملية	الهدف التقني المحتمل	متى يكون مناسبًا؟	حدود الدور الإنزيمي
بعد التقطيع أو التحضير الرطب للقصب	تليين البنية الدقيقة وتقليل احتجاز السائل	عندما توجد كتلة نباتية مبللة تسمح بتلامس الإنزيم مع الجدار الخلوي	لا يعوّض الطحن أو العصر الميكانيكي
في العصير الخام أو المهروس	تقليل أثر البكتين والغرويات على اللزوجة والعكارة	عندما تكون اللزوجة أو العكارة مرتبطة بمكونات بكتينية	لا يعالج كل أسباب العكارة مثل الشموع أو الأملاح
قبل الترشيح أو التوضيح	تحسين قابلية الفصل وتقليل انسداد الوسط المرشح	عندما يسبب البكتين مقاومة ترشيحية أو عكارة ثابتة	يحتاج إلى تكامل مع نظام فصل مناسب
في الباغاس أو اللبّ الرطب	دعم تحرير سوائل أو مركبات نباتية إضافية	عندما يكون الهدف استخلاصًا مائيًا أو نباتيًا إضافيًا	لا يفكك اللجنين أو السيليلوز الخشن بمفرده
ضمن مسار استخلاص أخضر	تقليل قسوة المعالجة وتحسين انتقال الكتلة	عند الدمج مع معالجة مائية أو فيزيائية معتدلة	الأداء يعتمد على تصميم العملية والخامة

هذا الجدول يوضح أن قيمة البكتيناز تأتي من إدخاله في موضع تتوفر فيه ركيزته ويمكن فيه قياس أثره التشغيلي. لا تكفي إضافة الإنزيم إلى أي نقطة في الخط للحصول على نتيجة؛ فالتلامس، حالة الخامة، وسبب المشكلة كلها عوامل حاسمة. في مسارات قصب السكر الحديثة، حيث تُبحث الاستفادة من الباغاس والقش والمنتجات الثانوية، يصبح اختيار موضع المعالجة أكثر أهمية من مجرد اختيار المساعد الإنزيمي [11].

التكامل مع تقنيات الاستخلاص النباتي الخضراء

الاستخلاص النباتي لم يعد محصورًا في النقع أو الغلي أو المذيبات العضوية التقليدية. تشير مراجعات عن المركبات النباتية الثانوية إلى أن اختيار طريقة الاستخلاص يؤثر في العائد والتركيب والنقاوة، لأن المركبات النباتية توجد داخل مخاليط معقدة وتتأثر بخصائص المصفوفة [12]. في قصب السكر، ينطبق ذلك على السكريات والمركبات الفينولية والمواد الغروية والمكونات المرتبطة بالألياف.

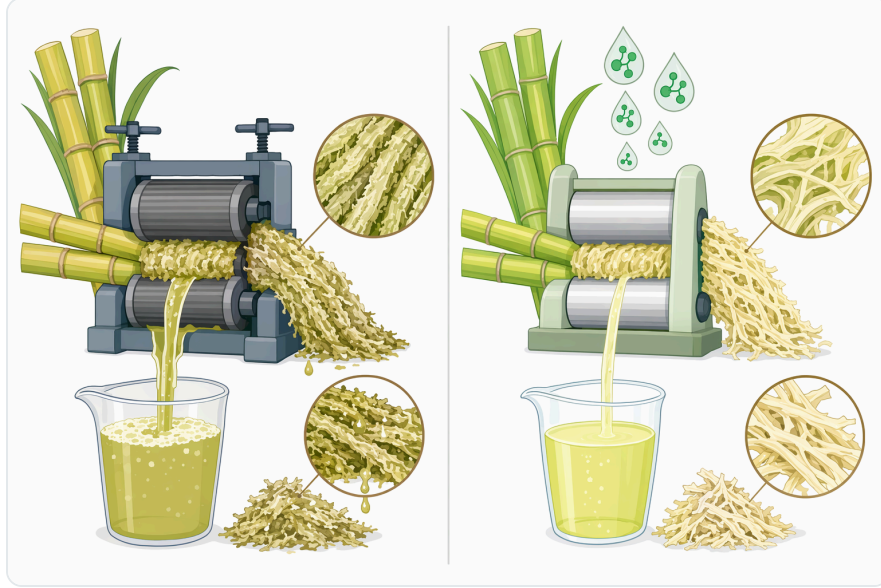


Figure 5. 식물 가공용 효소마다 표적으로 하는 기질이 다르므로, 펙틴 관련 점도, 혼탁 또는 세포 부착이 분리를 제한할 때 펙틴분해효소가 가장 관련성이 높다.

يمكن أن يعمل البكتيناز مع الاستخلاص المائي، أو مع المعالجة الفيزيائية المعتدلة، أو ضمن خطوات تحضير قبل الفصل. المبدأ هو أن الإنزيم يضعف الحاجز البنيوي، بينما تساعد المعالجة الفيزيائية على انتقال السائل والمكونات عبر النسيج. المراجعات حول المجال الكهربائي المعتدل تشرح أن مثل هذه التقنيات قد تحسن النفاذية وانتقال الكتلة في الأغذية والمنتجات الطبيعية، وهو هدف يتكامل منطقيًا مع تفكيك البكتين إنزيميًا [4].

كما تُظهر مراجعات البلازما الباردة بوصفها معالجة غير حرارية أن التقنيات الحديثة تُستخدم لتحضير الكتلة الحيوية الزراعية-الغذائية وتنشيط المذيبات أو تحسين تحرير المركبات الحيوية [9]. عند استخدام البكتيناز في مثل هذه الأطر، يجب الحفاظ على دوره كمساعد حيوي حساس نسبيًا، لا كعامل كيميائي خامل؛ أي أن ترتيب الخطوات وظروفها العامة يجب أن يراعي بقاء الإنزيم قادرًا على العمل قبل أن تؤدي المعالجات اللاحقة إلى تعطيله أو إزالة الحاجة إليه.

البكتيناز وحده أم مع إنزيمات أخرى؟

في المصفوفات النباتية البسيطة نسبيًا، قد يكون استهداف البكتين كافيًا لتحسين الانسياب أو التوضيح. أما في قصب السكر، فالمصفوفة تشمل أليافًا وسليولوزًا وهيميسليولوزًا ولجنينًا ومركبات سطحية أخرى، ولذلك قد يكون البكتيناز جزءًا من نهج أوسع. مراجعات الباغاس تؤكد تنوع استخداماته الصناعية بسبب تركيبه الليفي، وتُظهر أن تعديل هذه الخامة أو ترقيتها غالبًا يتطلب استهداف أكثر من مكون بنيوي واحد [5].

هذا لا يعني وجوب استخدام مزيج إنزيمي في كل حالة. إذا كان التحدي هو عكارة بكتينية أو لزوجة مرتبطة بالغرويات، فقد يكون البكتيناز هو الاختيار المنطقي. أما إذا كان الهدف تفكيك بنية ألياف الباغاس أو زيادة تحرر سكريات مرتبطة بالسليولوز أو الهيميسليولوز، فقد تُدرس إنزيمات أخرى في سياقات منفصلة. المهم هو ألا يُحمّل البكتيناز وظيفة لا تتوافق مع ركيزته الأساسية.

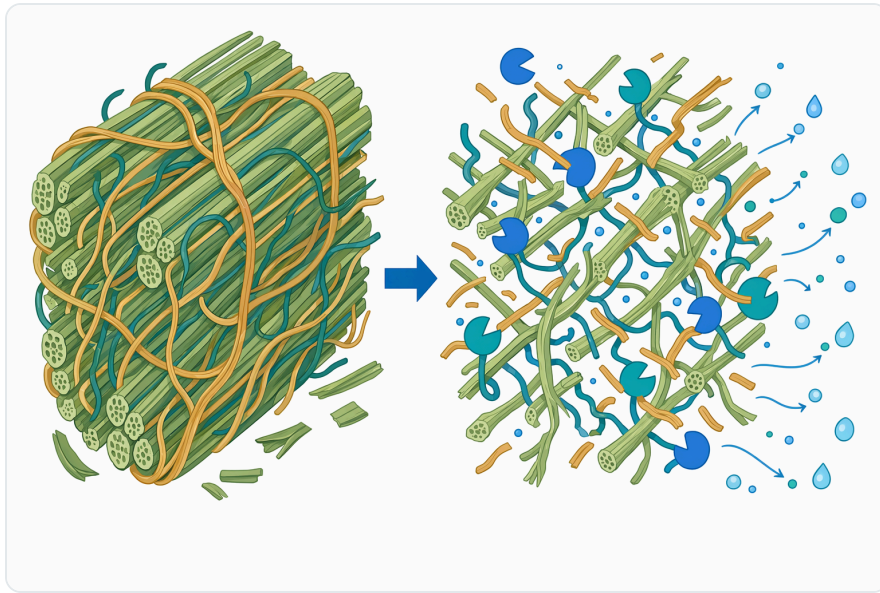


Figure 6. 사탕수수 바이오매스 연구는 효소 처리 결과가 세포벽 접근성과 이전 가공 이력에 크게 좌우됨을 보여준다

من وجهة نظر تشغيلية، استخدام إنزيمات متعددة يزيد احتمالات التأثير في أكثر من مكون، لكنه يزيد أيضًا تعقيد التحكم في العملية. لذلك، في معالجة قصب السكر، يبدأ التفكير الفني عادةً من سؤال سببي: هل المشكلة ناتجة عن البكتين والمواد الغروية، أم عن الألياف والمواد الصلبة، أم عن التفاعلات الحرارية والكيميائية في العصير؟ الإجابة على هذا السؤال تحدد ما إذا كان البكتيناز وحده مناسبًا أو مجرد جزء من مسار أكبر.

أثر البكتيناز على جودة المستخلصات

في الاستخلاص النباتي، لا يهم العائد وحده؛ بل تهتم أيضًا بصفات المستخلص مثل العكارة، اللون، الحمل الغروي، قابلية التركيز، وسلوك الترشيح. قصب السكر يحتوي على مركبات فينولية وفلافونويدات قد تتغير أثناء المعالجة، كما أن توزيعها داخل النبات وتحوّلها خلال الخطوات الصناعية يؤثران في فرص الاستفادة منها أو في آثارها على

تقدّم Enzymes.bio المنتج عبر الإنترنت بوحدة 1 كجم، مع المستندات المصاحبة للطلب. وبما أن Enzymes.bio موّرد وليست جهة تصنيع أو مختبر تطوير، فهذه الوثيقة تشرح الأساس العلمي والتطبيقي لاستخدام البكتيناز في معالجة قصب السكر والاستخلاص النباتي، دون ادعاء نتائج تشغيلية مضمونة أو مواصفات تصنيع غير معلنة.

خلاصة فنية

البكتيناز الغذائي للاستخلاص النباتي في معالجة قصب السكر هو أداة حيوية تستهدف البكتين والمواد الغروية النباتية لتحسين الانسياب وفصل السائل عن الصلب والتوضيح عندما تكون هذه المواد جزءًا من المشكلة. أقوى أساس علمي لدوره يأتي من فهم البكتينازات كمحفزات حيوية للاستخلاص الأخضر وتحسين معالجة المصفوفات النباتية، إضافة إلى دراسات تُظهر استخدام البكتيناز في استخلاص مكونات من خامات نباتية مختلفة [1].

في قصب السكر، تظهر فائدته المحتملة في العصير الخام، المهروس، اللبّ، أو الباغاس الرطب، خاصة عندما تعيق الغرويات والبنية الخلوية تحرير السائل أو مرور المستخلص خلال مراحل الفصل. لكنه ليس بديلًا للطحن أو العصر أو التوضيح أو المعالجات المتخصصة للألياف، ولا ينبغي افتراض أنه يحسن كل مؤشرات العملية في كل الحالات. الاستخدام الفني الرشيد هو وضعه في مرحلة تسمح له بالوصول إلى الركيزة البكتينية، واعتباره جزءًا من منظومة معالجة أوسع تستفيد من قيمة قصب السكر ومشتقاته.

اطلب Food-Grade Pectinase For Plant Extraction For Sugarcane Processing 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 Food-Grade Pectinase For Plant Extraction For Sugarcane Processing](#)

المراجع

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

1. Kaissar, F. Z., Bouacem, K., Benine, M. L., Mechri, S., Sharma, S., Singh, V., Bakli, M., ... et al. (2025). [Bacillus Pectinases as Key Biocatalysts for a Circular Bioeconomy: From Green Extraction to Process Optimization and Industrial Scale-Up](#). *BioTech*, 14

2. Hewawansa, U. H. A. J., Houghton, M. J., Barber, E., Costa, R. S., Kitchen, B., & Williamson, G. (2024). [Flavonoids and phenolic acids from sugarcane: Distribution in the plant, changes during processing, and potential benefits to industry and health](#). *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23 2, e13307

3. Zafeer, M., Menezes, R. A., Venkatachalam, H., & Bhat, K. (2023). [Sugarcane bagasse-based biochar and its potential applications: a review](#). *Emergent Materials*, 7, 133 - 161

- Gavahian, M., Chu, Y., & Sastry, S. (2018). Extraction from Food and Natural Products by Moderate Electric Field: Mechanisms, Benefits, and Potential Industrial Applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17 4, 1040-1052 .4
- Mubarak, A. A., Ilyas, R. A., Nordin, A. H., Ngadi, N., & Alkbir, M. (2024). Recent developments in sugarcane bagasse fibre-based adsorbent and their potential industrial applications: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 134165 .5
- Devadiga, D., Bhat, K., & Mahesha, G. (2020). Sugarcane bagasse fiber reinforced composites: Recent advances and applications. *Cogent Engineering*, 7 .6
- Duda, Ł., Budryn, G., Olszewska, M., Rutkowska, M., Kruczkowska, W., Grabowska, K., Kołat, D., ... et al. (2025). Evaluation of Inulin and Polyphenol Content and the Cytotoxicity of Cichorium intybus L. var. foliosum Root Extracts Obtained by Pectinase- and Pressure-Assisted Extraction. *Nutrients*, 17 .7
- Selvaraju, G., S., D., S., K., K. D., T. H., & D., R. J. (2022). A STUDY ON CHARACTERIZATION OF PECTINASE ASSISTED AQUEOUS EXTRACTION OF RICE BRAN OIL. *Journal of advanced scientific research* .8
- Gupta, K., & Routray, W. (2025). Cold plasma: A nonthermal pretreatment, extraction, and solvent activation technique for obtaining bioactive compounds from agro-food industrial biomass. *Food Chemistry*, 472, 142960 .9
- Stroescu, M., Marc, A. R., & Mureşan, C. (2024). A Comprehensive Review on Sugarcane Bagasse in Food Packaging: Properties, Applications, and Future Prospects. *Hop and Medicinal Plants* .10
- Aguiar, A., Milessi, T. S., Mulinari, D., Lopes, M. S., Costa, S., & Candido, R. G. (2021). Sugarcane straw as a potential second generation feedstock for biorefinery and white biotechnology applications. *Biomass & Bioenergy*, 144, 105896 .11
- Barthwal, R., & Mahar, R. (2024). Exploring the Significance, Extraction, and Characterization of Plant-Derived Secondary Metabolites in Complex Mixtures. *Metabolites*, 14 .12
- Stoica, F., Râpeanu, G., Raţu, R., Stănciuc, N., Croitoru, C., Țopa, D., & Jitareanu, G. (2025). Red Beetroot and Its By-Products: A Comprehensive Review of Phytochemicals, Extraction Methods, Health Benefits, and Applications. *Agriculture* .13

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.