# إنزيم Hemicellulase لتحسين خصائص العجين وجودة الخبز

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

إنزيم **Hemicellulase** في تطبيقات الخبز يعمل أساسًا على تعديل الهيميسليلوزات في الدقيق، وخصوصًا الأرابينوكسيلانات، مما يغيّر توزيع الماء ولزوجة العجين وقابليته للتمدد. عند استخدامه ضمن وصفة متوازنة، يمكن أن يساعد في تحسين قابلية تشغيل العجين، ودعم حجم الرغيف، وتحسين انتظام اللبّ، خاصة في الدقيق الكامل أو الدقيق المركّب أو الدقيق المتذبذب الأداء [1].

تُورّد **Enzymes.bio** هذا المنتج عبر الإنترنت بوحدة **1kg**، وليست جهة تصنيع أو مختبرًا. تُرفق مع الطلب وثائق **CoA** و **SDS** لتوفير معلومات الجودة والسلامة المصاحبة للمنتج.

## لماذا يُستخدم Hemicellulase في العجين والخبز؟

في دقيق القمح، لا تتحدد جودة العجين بالبروتين والغلوتين فقط؛ فهناك جزء صغير نسبيًا لكنه مؤثر من السكريات غير النشوية الموجودة في جدران الخلايا النباتية. من أهم هذه المكوّنات **الهيميسليلوزات**، وبالأخص **الأرابينوكسيلانات**، وهي بوليمرات قادرة على الارتباط بالماء وتغيير لزوجة العجين وسلوكه أثناء الخلط والتخمير والخبز. لذلك لا يكون دور إنزيم Hemicellulase مجرد "تليين" عام، بل تعديل مكوّن محدد من مصفوفة الدقيق يؤثر في الماء والحركة الداخلية للعجين [1].

في لغة المخابز، يظهر أثر الهيميسليلوزات عندما يصبح العجين قاسيًا رغم إضافة ماء كافٍ، أو عندما يكون شديد اللزوجة بسبب دقيق غني بالألياف، أو عندما تتغير استجابة الدقيق بين دفعة وأخرى. يعمل Hemicellulase على تقصير أو تفكيك أجزاء من سلاسل الهيميسليلوز، فينخفض أثرها المفرط في احتجاز الماء أو زيادة اللزوجة، وقد يصبح الماء أكثر إتاحة لشبكة الغلوتين والنشا والخميرة. هذا التعديل يمكن أن ينعكس على سهولة الفرد والتشكيل، واستقرار التخمير، وبنية اللبّ بعد الخبز [2].

ينبغي فهم كلمة **Breaker** هنا بمعناها الوظيفي: أي إنزيم يساعد على "كسر" أو تفكيك مكوّنات الهيميسليلوز داخل الدقيق. لا يعني ذلك بالضرورة تكسير الغلوتين أو إضعاف العجين؛ فالهيميسليلولاز لا يستهدف بروتينات الغلوتين بوظيفته الأساسية، بل يستهدف السكريات البنيوية النباتية. النتيجة العملية تعتمد على التوازن: التفكيك المعتدل قد يحسّن مرونة العجين وقابليته للتمدد، بينما الإفراط في التحلل قد يجعل العجين أكثر رخاوة أو لزوجة من المطلوب [1].

## ما المقصود بالهيميسليلوزات في دقيق القمح؟

الهيميسليلوزات عائلة واسعة من السكريات النباتية المعقّدة، تختلف في تركيبها حسب نوع النبات والحبوب. في القمح، تُعد الأرابينوكسيلانات من أهم مكوّنات هذه العائلة في سياق الخبز؛ فهي موجودة في جدران خلايا الإندوسبيرم والنخالة، ويمكن أن تكون في صورة أكثر ذوبانًا أو أقل ذوبانًا في الماء. هذه الصفة مهمة لأن الجزء غير الذائب قد يؤثر في بنية العجين ميكانيكيًا، بينما قد يرفع الجزء الذائب لزوجة الطور المائي داخل العجين [1].

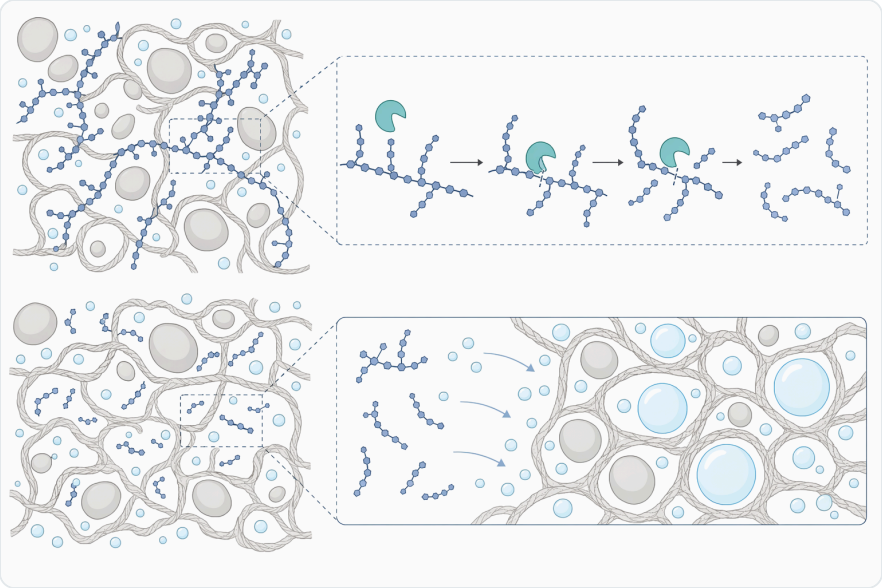

**Figure 1.** 헤미셀룰라아제는 반죽에서 수분 결합과 글루텐의 연속성에 영향을 미치는 헤미셀룰로오스가 풍부한 곡물 세포벽 다당류, 특히 아라비노자일란과 펜토산을 표적으로 합니다.

تأثير الأرابينوكسيلانات لا يظهر بمعزل عن باقي مكوّنات الدقيق. فالدقيق القوي الغني بغلوتين قادر على تحمّل تغيرات الماء يختلف عن دقيق أضعف في البروتين أو في جودة الغلوتين. كذلك يختلف الدقيق الأبيض عن القمح الكامل أو الخلطات التي تحتوي نخالة أو حبوبًا بديلة؛ لأن زيادة مكوّنات الجدار الخلوي تجعل توزيع الماء أكثر تعقيدًا. ولهذا يُستخدم إنزيم Hemicellulase غالبًا كأداة لضبط العجين، لا كبديل عن جودة الدقيق أو ضبط الخلط والتخمير [2].

من الناحية التطبيقية، لا يكون الهدف إزالة الهيميسليلوزات بالكامل، لأن بعض الكسور القابلة للذوبان قد تسهم في اللزوجة المفيدة واستقرار الفقاعات الغازية. الهدف هو تحويل النظام من حالة "ألياف تسحب الماء وتقيّد الحركة" إلى حالة أكثر توازنًا تسمح لشبكة الغلوتين بأن تتمدد دون أن تنهار. لذلك يرتبط نجاح الإنزيم بتركيبة الدقيق، ووجود النخالة، ومستوى الترطيب، وزمن التفاعل داخل العجين [3].

## آلية عمل Hemicellulase داخل العجين

تعمل إنزيمات الهيميسليلولاز عمومًا على روابط جليكوسيدية داخل بوليمرات الهيميسليلوز. في تطبيقات القمح، يكون إنزيم الزيلاناز من أكثر الأنشطة صلة، لأنه يهاجم العمود الفقري للزيلان داخل الأرابينوكسيلانات. وعندما تُقصَّر هذه السلاسل، يتغير وزنها الجزيئي وسلوكها في الماء؛ فقد يصبح جزء من المادة غير الذائبة أكثر قابلية للتشتت أو الذوبان، وقد ينخفض تأثير السلاسل الطويلة في رفع اللزوجة [1].

هذا التفكيك لا يحدث كحدث منفصل، بل داخل مصفوفة عجين معقدة تحتوي على نشا وبروتين وماء وملح وخميرة ودهون أو محسنات أخرى. عندما يتغير سلوك الأرابينوكسيلانات، يتغير توزيع الماء بين الطور البروتيني والطور النشوي والطور الليفي. إذا أصبح الماء أكثر توفرًا لشبكة الغلوتين، قد تتحسن قدرة العجين على التمدد أثناء التخمير، وقد يصبح أقل مقاومة للمعالجة الميكانيكية. أما إذا أصبح الطور المائي مفرط السيولة أو تحللت الألياف أكثر من اللازم، فقد تظهر لزوجة زائدة أو ضعف في الثبات [2].

تتصل هذه الآلية مباشرة بجودة الخبز لأن الرغيف يتكون من شبكة فقاعات غازية تتوسع ثم تثبت جزئيًا أثناء الخبز. خلال الخلط والتخمير، تتكون خلايا غازية داخل العجين، ثم يتغير حجمها وترابطها أثناء التسخين. أظهرت أبحاث بنية العجين أثناء الخبز أن فتح الخلايا الغازية واتصالها جزء مهم من تطور البنية الداخلية للخبز؛ لذلك فإن أي عامل يغير تمدد العجين ولزوجته وتماسكه يمكن أن ينعكس على حجم الرغيف وانتظام اللبّ [3].

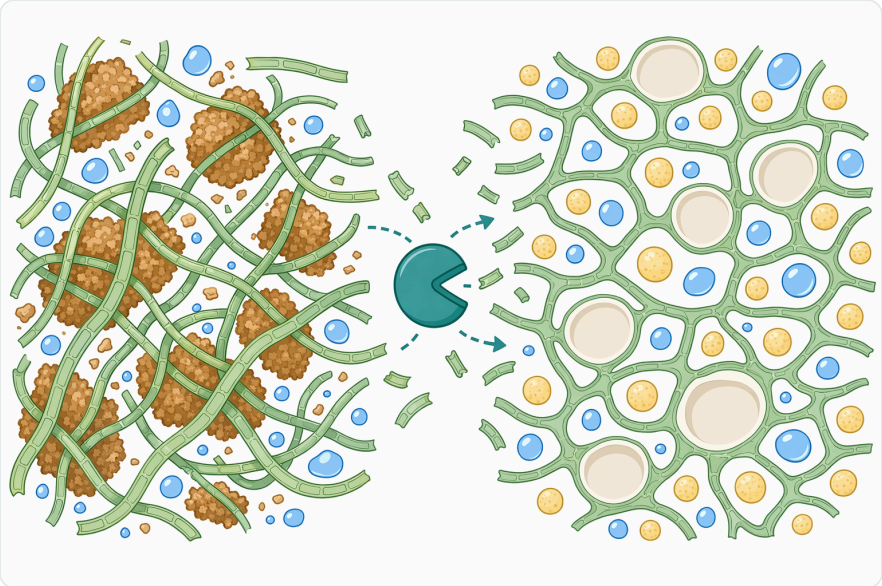

**Figure 2.** 조절된 가수분해는 수분을 많이 결합하는 큰 섬유질 구조의 일부를 더 작은 조각으로 전환하여 반죽 팽창을 덜 방해하게 합니다.

## العلاقة بين Hemicellulase والغلوتين

من الشائع ربط أي تغير في العجين بالغلوتين، لكن Hemicellulase لا يعمل كإنزيم محلل للبروتين. تأثيره في الغلوتين غير مباشر، عبر الماء والاحتكاك الداخلي ووجود الألياف حول شبكة البروتين. فإذا كانت الأرابينوكسيلانات تحتجز ماءً كان يمكن أن يساهم في ترطيب البروتين، فإن تفكيك جزء منها قد يسهّل تكوين شبكة غلوتين أكثر

قابلية للتمدد. وإذا كانت جزيئات النخالة أو الألياف تقطع الاستمرارية الميكانيكية للعجين، فقد يساعد تعديل محيطها في تقليل بعض آثارها السلبية [1].

هذا يفسر لماذا يكون الإنزيم مفيدًا خصوصًا في الخبز الكامل، والخبز متعدد الحبوب، والتركيبات التي تحتوي مكونات نباتية غنية بالألياف. في هذه الحالات، لا تكمن المشكلة دائمًا في ضعف البروتين فقط، بل في أن جزءًا من الماء "محتجز" داخل مكونات الجدار الخلوي، أو أن الطور الليفي يرفع لزوجة العجين بطريقة تعيق التمدد المنتظم. يستطيع Hemicellulase أن يقلل هذه المقاومة من خلال تعديل الهيميسليلوزات بدلًا من تغيير البروتين نفسه [2].

مع ذلك، لا يمكن اعتباره علاجًا عامًا لكل عيب في الغلوتين. إذا كان الدقيق ضعيفًا جدًا أو غير مناسب لنوع الخبز المطلوب، فلن يحول الإنزيم العجين إلى شبكة قوية بمجرد إضافته. دوره الأقرب هو تحسين التوازن بين المرونة والتمدد في نظام قابل أصلًا للخبز، لا بناء بنية بروتينية من العدم [4].

## ما الذي يمكن أن يتحسن في العجين؟

أول أثر عملي متوقع هو **قابلية التشغيل**. عندما تصبح مقاومة العجين أقل حدة أو يصبح الماء موزعًا بصورة أفضل، قد يصبح الخلط والتقسيم والتشكيل أكثر انتظامًا. هذا مهم في المخابز التي تعتمد على ثبات العملية، لأن تغير بسيط في امتصاص الماء أو لزوجة العجين قد يؤدي إلى اختلافات في الوزن النهائي أو الشكل أو سطح المنتج [2].

الأثر الثاني هو **التوازن بين المطاطية والتمدد**. العجين المفرط المطاطية قد يقاوم التمدد أثناء التخمير، فينتج رغيفًا محدود الحجم أو لبًا كثيفًا. أما العجين المفرط الارتخاء فقد يفقد قدرته على احتجاز الغاز. يهدف استخدام Hemicellulase إلى نقل العجين نحو منطقة وسطى: قابل للتمدد بما يكفي، لكنه لا يفقد تماسكه. هذا التوازن هو ما يربط التحسين الإنزيمي بجودة الخبز النهائية [3].

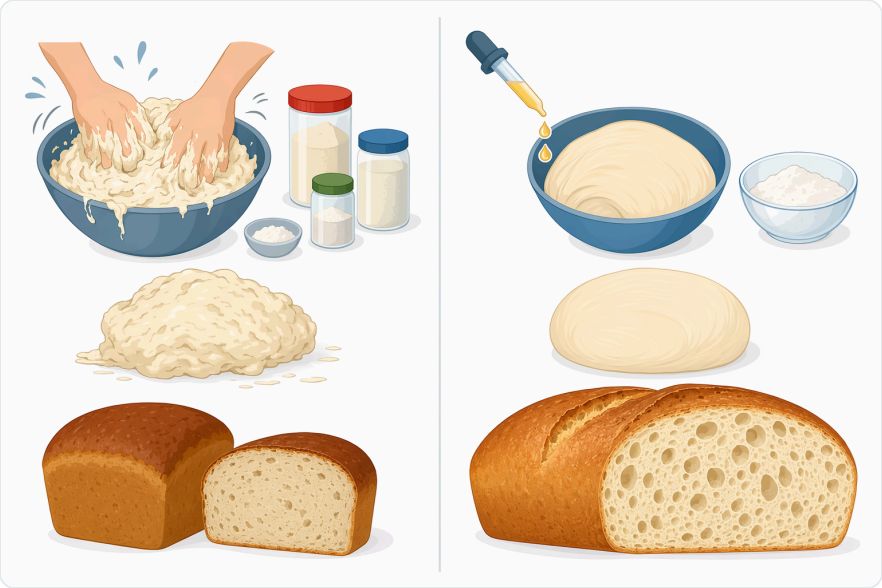

**Figure 3.** 자일라나아제는 헤미셀룰라아제와 관련된 활성으로 아라비노자일란의 자일란 골격에 작용하며, 더 광범위한 헤미셀룰라아제 제제는 추가적인 헤미셀룰로오스 구조도 변형할 수 있습니다.

الأثر الثالث هو **تحسين التعامل مع الألياف**. في الدقيق الكامل أو التركيبات الغنية بالنخالة، تؤدي الألياف إلى رفع الطلب على الماء، وتزيد احتمالية الحصول على لب خشن أو حجم أقل. تفكيك جزء من الهيميسليلوزات يمكن أن يجعل تأثير الألياف أقل حدة، خاصة إذا كانت الوصفة مضبوطة من حيث الترطيب والخلط. ومع ذلك، قد يحتاج المنتج النهائي إلى موازنة مع إنزيمات أو مكونات أخرى حسب الهدف الحسي والتقني [1].

## مقارنة Hemicellulase بإنزيمات خبز أخرى

لا يعمل Hemicellulase في الخبز بنفس طريقة الأميلاز أو الليباز أو الإنزيمات المؤكسدة. لكل إنزيم هدف بنيوي مختلف داخل العجين، ولذلك تختلف النتائج المتوقعة. فهم هذه الفروق يساعد على وضع Hemicellulase في مكانه الصحيح داخل أنظمة تحسين الدقيق والخبز، خاصة عند صياغة خلطات موجهة للقمح الأبيض أو القمح الكامل أو المنتجات عالية الألياف [4].

| الإنزيم أو العائلة | الهدف الأساسي في العجين | الأثر التقني المتوقع | ملاحظات تطبيقية |
|---|---|---|---|
| **Hemicellulase / Xylanase** | الهيميسليلوزات، خصوصًا الأرابينوكسيلانات | تعديل احتجاز الماء، تقليل لزوجة غير مرغوبة، دعم التمدد وبنية اللب | مناسب عندما تكون الألياف أو النخالة أو تذبذب الدقيق جزءًا من المشكلة |
| **Amylase** | النشا المتضرر أو القابل للتحلل | توفير سكريات قابلة للتخمير، دعم اللون والحجم والطراوة | الإفراط قد يؤدي إلى لب لزج أو بنية ضعيفة |
| **Lipase** | الدهون والليبيدات في الدقيق أو الوصفة | تحسين ثبات العجين وحجم الخبز عبر تفاعلات غير مباشرة | يشيع استخدامها ضمن محسنات الخبز المركبة |

| الإنزيم أو العائلة | الهدف الأساسي في العجين | الأثر التقني المتوقع | ملاحظات تطبيقية |
|---|---|---|---|
| | | مع البروتين والنشا | |
| **Glucose oxidase** | بيئة الأكسدة داخل العجين | تقوية الشبكة وتحسين التماسك عبر تأثيرات أكسدة غير مباشرة | قد تُستخدم عندما يكون الهدف زيادة مقاومة العجين للمعالجة |
| **Glycogen branching enzyme وأشباهه** | بنية السكريات المتفرعة | تعديل خصائص النشا واللبّ وبعض مؤشرات الجودة | أظهرت دراسات أن تغيير تفرع السكريات يمكن أن يؤثر في جودة الخبز [5] |

يبين الجدول أن Hemicellulase ليس بديلًا مباشرًا عن الأميلاز أو الإنزيمات المؤكسدة. فإذا كانت المشكلة الأساسية نقص السكريات المتاحة للتخمير، فقد يكون الأميلاز أكثر صلة. وإذا كانت المشكلة ضعف تماسك العجين، فقد تكون الإنزيمات المؤثرة في الشبكة أو نظام الأكسدة أكثر ملاءمة. أما عندما تكون المشكلة مرتبطة بالهيميسليلوزات، وتوزيع الماء، وتأثير الألياف، فإن Hemicellulase يصبح خيارًا وظيفيًا مباشر الصلة [6].

## تطبيقات Hemicellulase في أنواع الخبز

في **الخبز الأبيض القائم على دقيق القمح**، يكون الهدف غالبًا تحسين قابلية العجين للتشكيل ودعم حجم الرغيف وانتظام اللب. قد تظهر الفائدة عندما يكون الدقيق متذبذب الأداء أو عندما تحتاج العملية إلى عجين أكثر قابلية للتمدد دون فقدان الثبات. في هذه الحالة، يعمل الإنزيم على المكوّنات غير النشوية الأقل ظهورًا في الوصفة لكنها مؤثرة في الماء واللزوجة [2].

في **خبز القمح الكامل**، تكون أهمية Hemicellulase أوضح لأن نسبة مكونات الجدار الخلوي أعلى. النخالة لا تضيف أليافًا فحسب؛ بل تغير توزيع الماء وتؤثر ميكانيكيًا في شبكة العجين. لذلك يمكن أن يساهم تعديل الهيميسليلوزات في تحسين الإحساس باللزونة، وتقليل القساوة النسبية، ودعم تكوين لب أقل كثافة عندما تكون باقي عناصر الوصفة مناسبة [1].

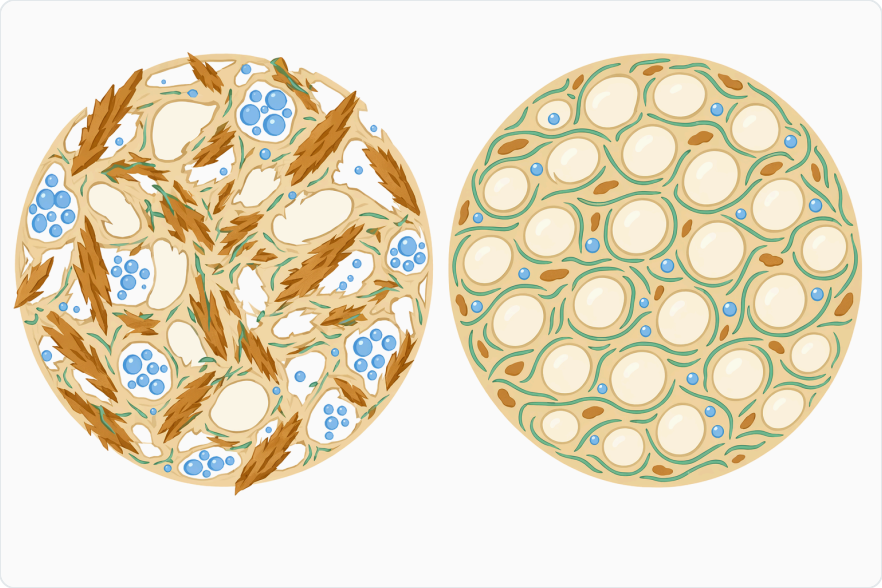

**Figure 4.** حبوب القمح الكاملة والمطحونة بشكل خشن تحتفظ بمزيد من الألياف والبروتين، مما يعزز امتصاص الماء ويمكن أن يقلل من تماسك العجين. يمكن أن تساعد الإنزيمات مثل Hemicellulase في تفكيك جزء من هذه الألياف، مما يحسن من قابلية التشغيل والنعومة النهائية.

في **الخبز متعدد الحبوب أو الدقيق المركّب**، يتعامل المخبز مع خليط من بروتينات ونشويات وألياف مختلفة، وليس مع نظام قمح نقي. الحبوب أو البذور أو المكونات النباتية المضافة قد ترفع امتصاص الماء وتغير اللزوجة وتضعف قدرة الغلوتين على تشكيل شبكة مستمرة. هنا يمكن أن يكون Hemicellulase جزءًا من حل تقني يركز على الألياف والهيميسليلوزات، بينما تتولى إنزيمات أو مكونات أخرى معالجة النشا أو اللون أو الطراوة [4].

في **الخلطات الجافة ومحسنات الدقيق**، يُستخدم Hemicellulase غالبًا ضمن نظام وظيفي لا كعنصر وحيد. وجوده في خليط محسنات الخبز يهدف إلى تقليل أثر اختلاف الدقيق بين الدفعات، وتحسين قابلية التشغيل في خطوط الإنتاج، ودعم ثبات المنتج النهائي. لكن يجب ألا يُفهم هذا على أنه ضمان لنتيجة واحدة في كل التركيبات، لأن الإنزيم يتفاعل مع مكونات الوصفة وسلوك الدقيق [2].

## تأثيره في حجم الرغيف وبنية اللبّ

حجم الرغيف لا يعتمد على إنتاج الغاز فقط، بل على قدرة العجين على احتجاز الغاز أثناء التخمير ثم التمدد في بداية الخبز. إذا كان العجين شديد المقاومة، فقد لا تتمدد الخلايا الغازية كفاية. وإذا كان ضعيفًا أو لزجًا أكثر من اللازم، فقد تتصل الخلايا مبكرًا أو تنهار البنية. لذلك تكون جودة اللب نتيجة لتوازن دقيق بين اللزوجة، والمرونة، والتمدد، وثبات الجدران الفاصلة بين الفقاعات [3].

يساعد Hemicellulase في هذا السياق عندما يكون أحد أسباب اختلال التوازن هو الهيميسليلوزات. تفكيك جزء من الأرابينوكسيلانات قد يقلل مقاومة الطور الليفي ويتيح للعجين التمدد بطريقة أكثر انتظامًا، ما قد ينعكس على حجم أفضل أو لب أكثر تجانسًا. لكن التحسن لا يكون خطيًا بالضرورة؛ فزيادة التفكيك فوق المستوى المناسب قد تقود إلى عجين رخو أو لب ذي بنية مفتوحة بشكل غير مرغوب [1].

تفسير ذلك أن الهيميسليلوزات يمكن أن تلعب دورين متعاكسين. من جهة، قد تقيّد الماء وترفع اللزوجة وتحد من التمدد. ومن جهة أخرى، قد يساهم جزء منها في استقرار الطور المائي حول فقاعات الغاز. لذلك يهدف الاستخدام التقني إلى تعديلها لا إزالتها، وإلى تحسين التوازن لا دفع العجين إلى أقصى درجات الليونة [2].

## العلاقة مع الطراوة وفترة الصلاحية

ترتبط طراوة الخبز بعد الخبز بعوامل متعددة، منها توزيع الماء، وبنية النشا بعد الجلتنة، وشبكة الغلوتين، وحجم الخلايا، وحركة الرطوبة أثناء التخزين. لا يُعد Hemicellulase وحده إنزيمًا مضادًا للتجلد أو التصلب بنفس طريقة بعض إنزيمات النشا، لكنه قد يؤثر في الطراوة بشكل غير مباشر عبر تحسين بنية اللب وتوزيع الماء في المنتج المخبوز [4].

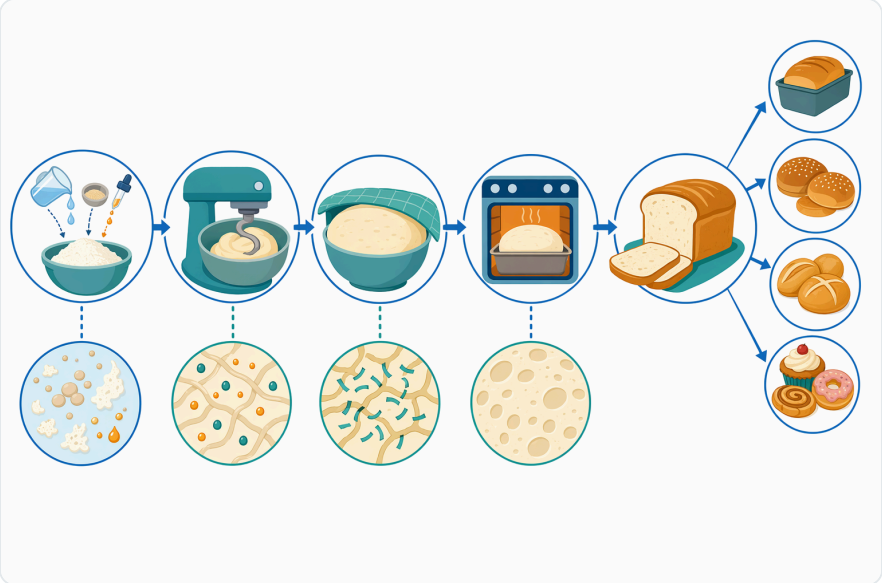

**Figure 5.** 실제 효과의 순서는 반죽 취급성 향상, 더 균일한 가스 보유, 더 큰 빵 부피 팽창, 그리고 배합이 적절할 때 더 고운 빵결로 이어집니다.

عندما يكون اللب أكثر انتظامًا وأقل كثافة، قد يشعر المستهلك بطراوة أفضل حتى لو لم يكن الإنزيم يعمل مباشرة على نشا الخبز بعد الخبز. كما أن إدارة الألياف في القمح الكامل أو التركيبات عالية الألياف قد تقلل الإحساس بالجفاف أو الخشونة. مع ذلك، إذا كان الهدف الأساسي هو إبطاء تصلب الخبز أثناء التخزين، فقد تُستخدم أنظمة إنزيمية أوسع تتضمن إنزيمات تؤثر في النشا إلى جانب Hemicellulase [5].

## حدود الاستخدام وما لا ينبغي توقعه

لا ينبغي اعتبار Hemicellulase حلًا عامًا لكل مشكلات الخبز. فهو لا يعوّض تلقائيًا دقيقًا غير مناسب، ولا يحل محل ضبط الماء والخلط والتخمير، ولا يصحح كل ضعف في الغلوتين. عندما تكون المشكلة مرتبطة بسوء التخمير، أو خلل الملح، أو نشاط خميرة غير مناسب، أو خطأ في الخبز، فقد لا يظهر أثر واضح للإنزيم حتى لو كان مناسبًا من حيث المبدأ [2].

كما أن الاستجابة تختلف حسب نوع الدقيق. الدقيق القوي قد يتحمل تعديل الهيميسليلوزات بطريقة مختلفة عن الدقيق الضعيف، والدقيق الأبيض يختلف عن الدقيق الكامل، والخلطات المركبة قد تحتوي مكونات تمتص الماء أو تطلقه بصورة مختلفة. لذلك يجب قراءة تأثير الإنزيم ضمن النظام الكامل: الدقيق، الماء، الخميرة، الدهون، السكر، الملح، زمن الخلط، وزمن التخمير [4].

ومن المهم تجنب الاعتقاد بأن المزيد من الإنزيم يعني دائمًا نتيجة أفضل. التحلل الزائد للهيميسليلوزات قد يقلل مقاومة العجين إلى حد يضعف الثبات أو يزيد الالتصاق، وقد يؤدي إلى لب أقل انتظامًا. أفضل استخدام تقني هو الوصول إلى نقطة توازن تحقق سهولة تشغيل دون فقدان قدرة العجين على احتجاز الغاز [1].

## كيف يندمج مع الوصفة وخط الإنتاج؟

يُدمج Hemicellulase عادة في مرحلة الخلط أو ضمن خليط جاف بحيث يتوزع بصورة متجانسة في الدقيق قبل بدء تطور العجين. من منظور وظيفي، يبدأ أثره عندما تتوفر الرطوبة ويصبح الإنزيم قادرًا على التفاعل مع الهيميسليلوزات. لذلك تختلف النتيجة باختلاف زمن الخلط والراحة والتخمير، لأن هذه المراحل تمنح الإنزيم فرصة للتأثير قبل أن تتغير بنية العجين أثناء الخبز [2].

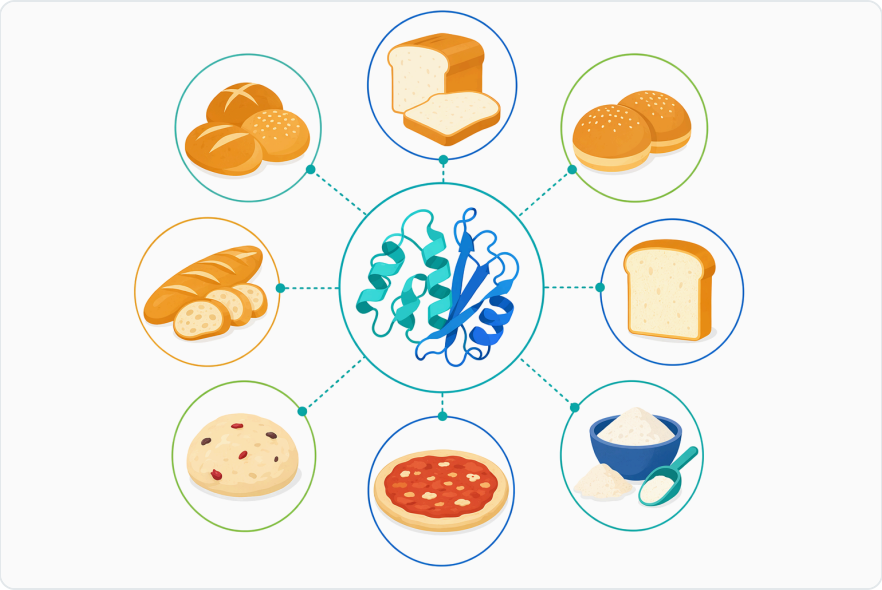

**Figure 6.** 상업적 적용 분야에는 흰색 식빵, 통밀빵, 잡곡 및 씨앗이 들어간 빵, 번과 롤, 그리고 섬유질로 인한 반죽 특성이 품질을 제한하는 일부 플랫브레드 .시스템이 포함됩니다

في العمليات التي تستخدم دقيقًا كاملًا أو نخالة، قد يكون ضبط الماء أكثر حساسية. إذا تحرر جزء من الماء المرتبط بالألياف أو تغيرت لزوجة الطور المائي، فقد يحتاج العجين إلى مراقبة سلوكه العملي: هل أصبح أكثر قابلية للفرد؟ هل ارتفع الالتصاق؟ هل تحسن الثبات أثناء التخمير؟ هذه مؤشرات تشغيلية طبيعية في المخبز، وليست اختبارات مختبرية، وتساعد على فهم اتجاه التأثير داخل العملية [3].

عند وجود إنزيمات أخرى، يجب النظر إلى التفاعل بين الوظائف. الأميلاز قد يزيد توافر السكريات ويؤثر في اللون واللب، والليباز قد يدعم بنية العجين عبر تفاعلات مع الدهون، والإنزيمات المؤكسدة قد تزيد التماسك. إدخال Hemicellulase ضمن هذا النظام قد يعطي نتيجة أفضل من استخدامه وحده، لكنه قد يضخم أيضًا بعض التأثيرات إذا كانت الوصفة حساسة للماء أو اللزوجة [6].

## الدليل العلمي والتطبيقي المتاح

تدعم المراجعات المتخصصة أن الهيميسليلولازات، إلى جانب السليولازات والإنزيمات المرتبطة بجدران الخلايا النباتية، تعمل على تفكيك مكونات المصفوفة النباتية وتحويلها إلى كسور أصغر وأكثر قابلية للتفاعل. هذا الأساس الميكانيكي يشرح سبب استخدامها في الأغذية والمواد النباتية، ومنها أنظمة الدقيق والعجين التي تتأثر بالألياف والهيميسليلوزات [1].

في صناعة الخبز تحديدًا، تشير الأدبيات التطبيقية إلى أن المستحضرات الإنزيمية تُستخدم لتحسين خصائص الدقيق والعجين وجودة الخبز. هذا لا يعني أن كل إنزيم يعطي النتيجة نفسها، بل إن اختيار الإنزيم يرتبط بالمشكلة التقنية: النشا، البروتين، الدهون، أو مكونات الجدار الخلوي. Hemicellulase يقع بوضوح في فئة الإنزيمات التي تستهدف مكونات الجدار الخلوي وتوزيع الماء [2].

كما توضح مراجعات الإنزيمات الميكروبية في صناعة الغذاء أن الإنزيمات أصبحت أدوات وظيفية واسعة الاستخدام لأنها تعمل بانتقائية على ركائز محددة داخل الغذاء. في الخبز، هذه الانتقائية مهمة لأنها تسمح بتعديل جزء من نظام العجين دون تغيير التركيبة الأساسية بالكامل. لذلك يُنظر إلى Hemicellulase كأداة تحسين دقيقة عندما يكون الهدف مرتبطًا بالهيميسليلوزات وليس بتغيير شامل في الوصفة [4].

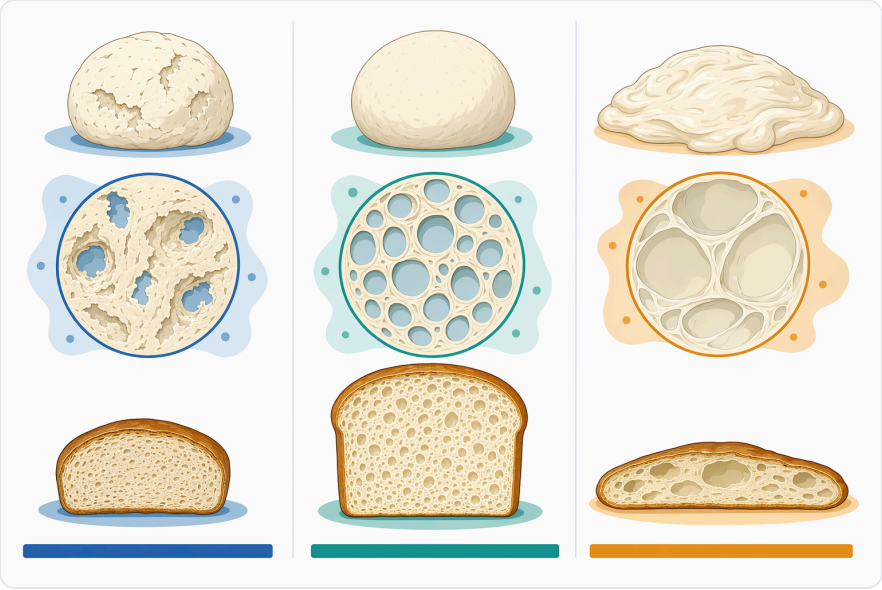

**Figure 7.** 적당한 헤미셀룰로오스 절단은 반죽 기능을 개선할 수 있지만, 변형이 너무 적거나 너무 많으면 반죽이 뻣뻣하게 남거나 느슨하고 끈적해질 수 있습니다.

## معلومات التوريد من Enzymes.bio

تُقدّم **Enzymes.bio** منتج **Hemicellulase Enzyme Breaker For Improving The Properties Of Dough And The Quality Of Bread** كمورّد عبر الإنترنت، وليس باعتبارها جهة تصنيع أو مختبر تطوير أو تحليل. المنتج متاح للشراء المباشر بوحدة **1kg**، وتتم معالجة الطلب وفق نظام الشراء الإلكتروني المتاح على الموقع.

تُرفق مع الطلب وثائق **CoA** و **SDS**، وهي وثائق دعم مهمة لتتبع معلومات الجودة والسلامة المصاحبة للمنتج. وينبغي التعامل مع المنتج كمدخل إنزيمي غذائي وظيفي يُقيّم داخل الوصفة وخط الإنتاج بحسب نوع الدقيق والخبز المستهدف، مع الالتزام بمتطلبات الاستخدام والسلامة واللوائح ذات الصلة في سوق التطبيق.

## خلاصة تقنية

إنزيم **Hemicellulase** لتحسين خصائص العجين وجودة الخبز يعمل على مكوّن محدد لكنه مؤثر في الدقيق: الهيميسليلوزات، وخصوصًا الأرابينوكسيلانات. عبر تعديل هذه البوليمرات، يمكن أن يتغير احتجاز الماء ولزوجة العجين وقابليته للتمدد، مما يدعم قابلية التشغيل وحجم الرغيف وانتظام اللب في ظروف مناسبة [1].

تكون قيمته العملية أوضح في الخبز الكامل، والخلطات متعددة الحبوب، والدقيق المتذبذب الأداء، والعمليات التي تحتاج إلى تحسين توازن الماء والألياف دون تغيير جذري في الوصفة. ومع ذلك، يبقى تأثيره مشروطًا بنوع الدقيق، وباقي الإنزيمات أو المحسنات، وبإدارة الخلط والتخمير والخبز؛ فهو أداة ضبط تقنية دقيقة، وليس حلًا مطلقًا لكل عيوب العجين [2].

### اطلب Hemicellulase Enzyme Breaker For Improving The Properties Of Dough And The Quality Of Bread 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.

**اشترِ Hemicellulase Enzyme Breaker For Improving The Properties Of Dough And The Quality Of Bread →**

## المراجع

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


1. Rosario, G. M., & Rita, M. (2022). Cellulases, hemicellulases and ligninolytic enzymes: mechanism of action, optimal processing conditions and obtaining value-added compounds in plant matrices. *MOJ Food Processing & Technology*.

2. Zhygunov, D., Mardar, M., & Kovalyova, V. (2018). Use of enzyme preparations for improvement of the flour baking properties.

3. Grenier, D., Rondeau-Mouro, C., Dedey, K. B., Morel, M., & Lucas, T. (2021). Gas cell opening in bread dough during baking. *Trends in Food Science & Technology*.

4. Kumar, A., Dhiman, S., Krishan, B., Samtiya, M., Kumari, A., Pathak, N., Kumari, A., … et al. (2024). Microbial enzymes and major applications in the food industry: a concise review. *Food Production, Processing and Nutrition*, 6.

5. Tran, P. L., Park, E., Hong, J., Chang-Lee, Kang, T., & Park, J. (2023). Mechanism of action of three different glycogen branching enzymes and their effect on bread quality.. *International Journal of Biological Macromolecules*, 128471 .

6. *Amano-enzyme* .Bread.

**تواصل مع Enzymes.bio**

هل لديك أسئلة حول طلب؟ يسرّ فريقنا مساعدتك.

البريد الإلكتروني **wholesale@enzymes.bio** الهاتف (الولايات المتحدة) **+1 (507) 428-6057** **تواصل معنا →**

**+400** عملاء B2B **+60** شركاء بحثيون جامعيون **54** نخدم العملاء حول العالم

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