إنزيم Beta-Amylase لإنتاج شراب المالتوز العالي وتحسين حلاوة النشا في الأغذية والمشروبات

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

الإجابة المباشرة: إنزيم **Beta-Amylase** هو أميلاز خارجي يحلل روابط α-1,4 في النشا والجليكوجين من الأطراف غير المختزِلة ليحرر **المالتوز** بصورة متتابعة، مع توقفه عند مناطق التفرع التي تحتوي روابط α-1,6. لذلك يُستخدم صناعيًا عندما يكون الهدف هو رفع تكوين المالتوز، مثل إنتاج شراب المالتوز العالي، ودعم بعض عمليات التخمير، وتحسين الحلاوة الطبيعية في منتجات قائمة على الحبوب مثل مشروبات الشوفان [1].

لماذا يهم beta amylase في معالجة النشا؟

تتعامل صناعات الأغذية والمشروبات والتخمير مع النشا بوصفه مادة خام وفيرة، لكنه ليس دائمًا بالشكل الوظيفي المطلوب في المنتج النهائي. فالنشا غير المحلّل قد يرفع اللزوجة، ويحد من توافر السكريات القابلة للتخمير، ويمنح قوامًا لا يناسب بعض التطبيقات. هنا تظهر قيمة **beta amylase** لأنه لا يحلل النشا بصورة عشوائية، بل يوجه التحلل نحو تكوين **مالتوز**، وهو سكر ثنائي مكوّن من وحدتي جلوكوز، وله أثر واضح في الحلاوة، والتخمير، وبناء القوام [1].

في التطبيق الصناعي، لا يكون السؤال عادةً: "كيف نكسر النشا فقط؟" بل "أي ملف سكريات نريد بعد التحلل؟". إذا كان الهدف مزيجًا واسعًا من الدكسترينات والسكريات القصيرة، فقد تكون إنزيمات أخرى مناسبة. أما إذا كان المطلوب زيادة المالتوز تحديدًا، فإن **beta-amylase** يصبح أداة متخصصة؛ إذ يحرر وحدات المالتوز من أطراف السلاسل النشوية، ما يجعله مهمًا في شرابات المالتوز، وفي بعض العمليات التي تعتمد على تكوين سكريات قابلة لاستهلاك الخمائر أو مؤثرة في الطعم [2].

الأميلازات عمومًا من أكثر الإنزيمات الصناعية استخدامًا، لأنها تربط بين مادة خام منخفضة التكلفة نسبيًا، مثل النشا، وبين منتجات ذات قيمة أعلى، مثل الشرابات السكرية ومكونات التخمير ومعدلات القوام. وتوضح المراجعات الحديثة لإنتاج الأميلاز وتطبيقاته أن إنزيمات الأميلاز تدخل في قطاعات غذائية وتخميرية متعددة، مع اختلاف دور كل إنزيم حسب موضع القطع ونوع السكر الناتج [2].

ما هو إنزيم Beta-Amylase؟

Beta-Amylase أو **β-amylase** إنزيم محلل للنشا يعمل كـ **إنزيم خارجي**؛ أي إنه يبدأ من نهاية السلسلة الكربوهيدراتية بدل أن يقطعها من الداخل. يهاجم الإنزيم الروابط الجليكوسيدية من نوع α-1,4 في سلاسل الأميلوز والأجزاء الخطية من الأميلوبكتين والجليكوجين، ويطلق المالتوز خطوة بعد خطوة من الطرف غير المختزل [1].

توجد beta-amylase بصورة بارزة في النباتات، ولا سيما في البذور والأنسجة الغنية بالنشا، وقد استُخدمت البطاطا الحلوة ونباتات أخرى نماذج لدراسة هذا الإنزيم بنيويًا ووظيفيًا. وتشير دراسة حاسوبية لبنية beta-amylase من البطاطا الحلوة إلى أهمية فهم البنية الديناميكية للإنزيم في تفسير ثباته وتفاعله مع الركائز النشوية [3].

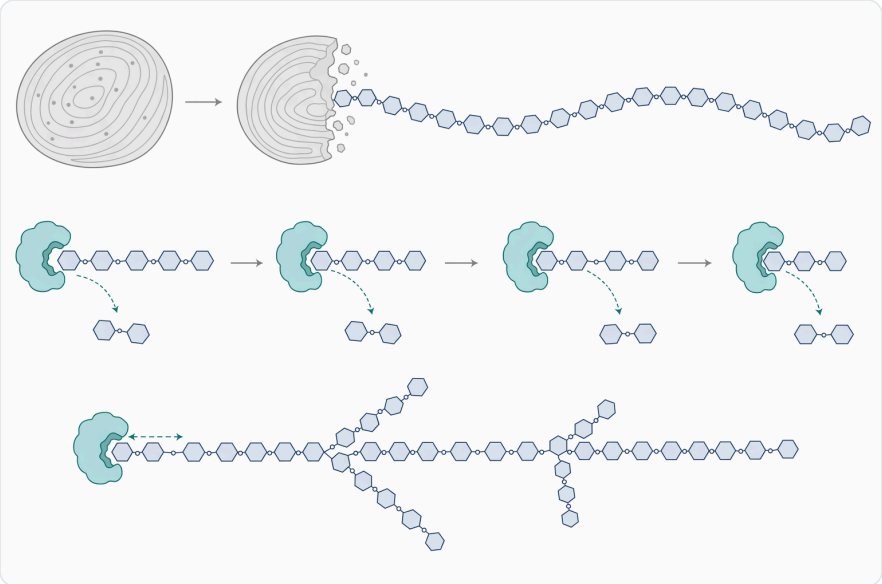

Figure 1. 베타-아밀레이스는 α-1,4 결합으로 이루어진 전분 사슬의 접근 가능한 비환원 말단에서 말토스를 단계적으로 방출한다.

كما سُجل إنتاج beta-amylase من مصادر ميكروبية، ومنها عزلات قادرة على إفراز الإنزيم خارج الخلية. وتوضح دراسة على عزلة **Halobacillus sp. LY9** أن إنتاج beta-amylase ليس حكرًا على النباتات، وأن المصادر الميكروبية قد تكون ذات أهمية بحثية وصناعية عندما تكون هناك حاجة إلى خصائص عملية مختلفة [4].

آلية العمل: لماذا ينتج المالتوز تحديدًا؟

لفهم عمل beta-amylase بدقة، يمكن تصور جزيء النشا كسلاسل طويلة من وحدات الجلوكوز. في الأميلوز تكون السلاسل غالبًا خطية بروابط α-1,4، أما الأميلوبكتين فيحتوي مناطق خطية مشابهة تتخللها نقاط تفرع بروابط α-1,6. يقوم beta-amylase بالتقدم على السلسلة من الطرف غير المختزل، ويقص كل مرة وحدتين من الجلوكوز على شكل مالتوز [1].

هذه الآلية تفسر سبب تسمية الإنزيم "بيتا": المنتج المتحرر يكون مالتوزًا بتكوين بيتا عند الكربون الأنوميري نتيجة نمط التحفيز الإنزيمي. لذلك لا يقتصر توصيف الإنزيم على أنه "يكسر النشا"، بل يجب القول إنه يحرر **β-maltose** من سلاسل α-1,4-glucan بطريقة متتابعة، وهو فرق مهم عند مقارنة **alpha and beta amylase** في تصميم العمليات الغذائية والتخميرية [1].

الحد البنيوي الأساسي في عمل الإنزيم هو عدم قدرته على تجاوز نقاط التفرع α-1,6. عندما يصل beta-amylase إلى موضع قريب من تفرع في الأميلوبكتين أو الجليكوجين، يتوقف عن مواصلة القطع في ذلك المسار، وتتبقى أجزاء تعرف عادة بالدكسترينات الحدية. لهذا السبب، لا ينبغي توقع تحويل كامل للنشا المتفرع إلى مالتوز باستخدام beta-amylase وحده [1].

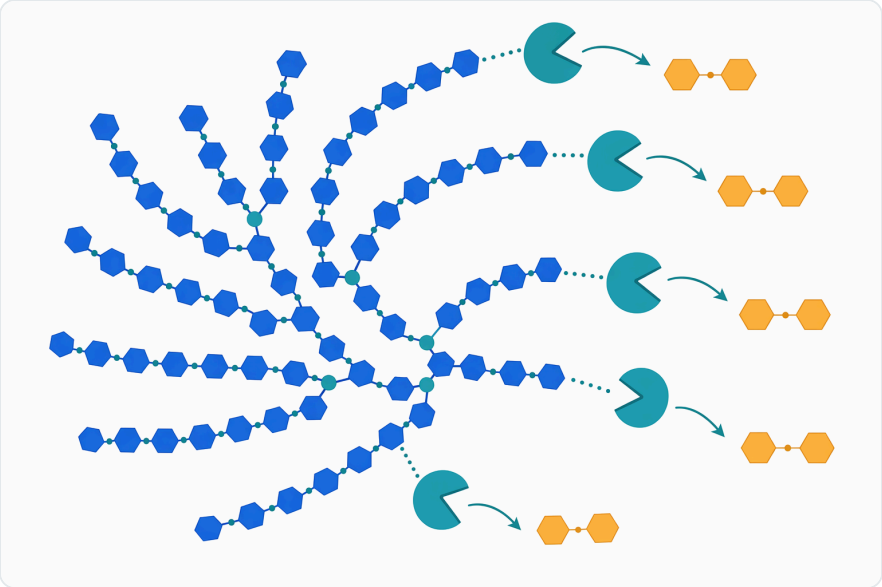

Figure 2. 아밀로펙틴의 분지점은 베타-아밀레이스의 진행을 제한해 베타-한계 덱스트린을 남긴다.

الفرق بين alpha and beta amylase في القرار التطبيقي

كثيرًا ما يُبحث عن عبارة **alpha and beta amylase** لأن الإنزيمين يعملان على النشا، لكنهما لا يؤديان الوظيفة نفسها. alpha-amylase يعمل غالبًا كإنزيم داخلي يقطع السلاسل من مواضع داخلية، فيخفض اللزوجة ويولد دكسترينات وسكريات أقصر؛ أما beta-amylase فيعمل من الطرف غير المختزل ويزيد تكوين المالتوز. هذا الاختلاف ليس تفصيلًا أكاديميًا، بل يحدد ناتج العملية وقوامها وحلاوتها وقابليتها للتخمير [2].

معيار المقارنة	Beta-Amylase	Alpha-Amylase	الدلالة الصناعية
نمط العمل على السلسلة	خارجي؛ يبدأ من الطرف غير المختزل ويحرر المالتوز تدريجيًا [1]	داخلي؛ يقطع روابط داخل السلسلة النشوية [2]	beta-amylase أنسب عندما يكون المالتوز هدفًا رئيسيًا، بينما alpha-amylase أنسب لتقليل اللزوجة وفتح السلاسل

معيار المقارنة	Beta-Amylase	Alpha-Amylase	الدلالة الصناعية
الناتج السكري الأبرز	مالتوز، مع بقاء دكسترينات حدية عند التفرعات [1]	خليط من دكسترينات وسكريات أقصر حسب العملية [2]	اختيار الإنزيم يغيّر ملف السكريات وليس فقط سرعة التحلل
التعامل مع التفرعات	لا يتجاوز روابط α-1,6 [1]	لا يُعد إنزيم إزالة تفرعات متخصصًا	قد تحتاج العمليات العميقة إلى منظومة إنزيمية متعددة
الاستخدام النموذجي	شراب مالتوز عالٍ، دعم التخمير، حلاوة مشتقة من النشا [5]	إسالة النشا، خفض اللزوجة، تجهيز الركيزة لخطوات لاحقة [2]	كثير من العمليات تجمع بين الإنزيمين بتسلسل وظيفي

في خطوط معالجة النشا، قد يسبق استخدام alpha-amylase خطوة beta-amylase، لأن تقليل اللزوجة وفتح البنية النشوية قد يجعل السلاسل أكثر قابلية للوصول. لكن هذه ليست قاعدة مطلقة؛ فالتسلسل يعتمد على نوع المادة الخام، وهدف المنتج، ونطاق التحويل المطلوب، وما إذا كان التركيز على شراب غني بالمالتوز أو على ملف سكريات أوسع [2].

تطبيق رئيسي: إنتاج شراب المالتوز العالي

يُعد إنتاج **شراب المالتوز العالي** من أوضح تطبيقات beta-amylase. فبدل الحصول على خليط غير موجه من السكريات بعد تحلل النشا، يسمح الإنزيم بدفع التفاعل نحو المالتوز، وهو ما يفيد في المنتجات التي تحتاج حلاوة معتدلة، ولزوجة قابلة للضبط، وسلوكًا مناسبًا في التخمير أو المعالجة الحرارية اللاحقة [1].

تشير معلومات صناعية منشورة عن تحضيرات beta-amylase التجارية إلى استخدام الإنزيم في إنتاج شراب المالتوز من النشا، بما في ذلك تحضيرات مشتقة من فول الصويا. وهذا يؤكد أن دور الإنزيم ليس بحثيًا فقط، بل يدخل في سلسلة تصنيع المكونات الغذائية حيث يكون التحكم في نوع السكر الناتج جزءًا من مواصفة المنتج النهائية [5].

في هذا السياق، لا يعمل beta-amylase كبديل مباشر لكل إنزيمات النشا، بل كمرحلة متخصصة في تكوين المالتوز. إذا كانت المادة النشوية غنية بالأميلوبكتين أو تحتوي تفرعات كثيرة، فإن بقاء الدكسترينات الحدية أمر متوقع ما لم تُستخدم خطوات أو إنزيمات أخرى لمعالجة التفرعات. لذلك يرتبط نجاح شراب المالتوز العالي بفهم البنية الأصلية للنشا، وليس فقط بإضافة الإنزيم [1].

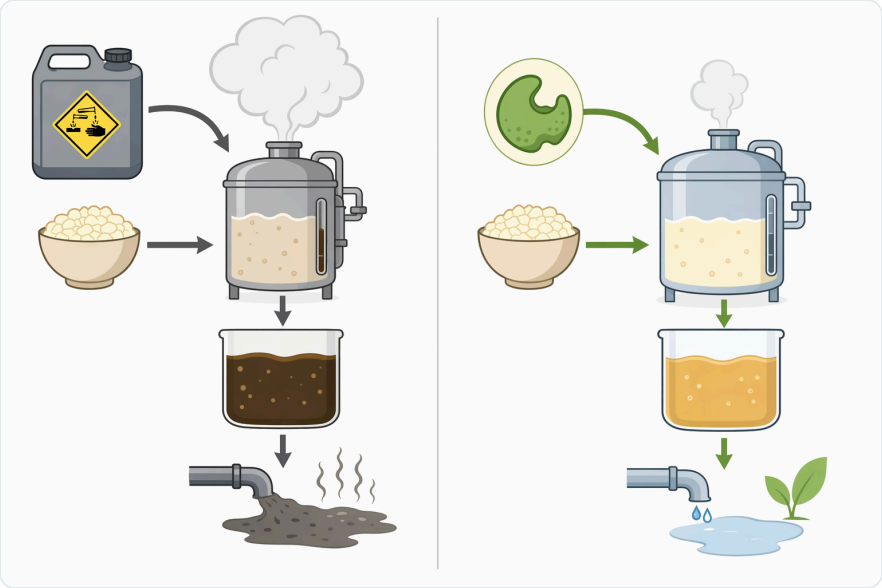

Figure 3. 알파-아밀레이스, 베타-아밀레이스, 포도당 생성 엑소아밀레이스는 .절단 방식과 그 결과 생성되는 당 조성이 서로 다르다

دور beta-amylase في المشروبات النباتية ومنتجات الشوفان

ازداد الاهتمام بتطبيقات beta-amylase في المنتجات النباتية، خاصة المشروبات القائمة على الحبوب مثل الشوفان. تحتوي هذه المواد الخام على نشا يمكن تحويل جزء منه إلى سكريات طبيعية داخل مصفوفة المنتج، ما يساعد على بناء حلاوة ألطف دون الاعتماد الكامل على إضافة سكريات خارجية. وتذكر مصادر صناعية أن beta-amylase يمكن استخدامه لإضافة الحلاوة في مشروبات نباتية مثل حليب الشوفان [5].

في مشروبات الشوفان، لا يقتصر الهدف على الحلاوة وحدها. فالنشا يؤثر في اللزوجة، والإحساس الفموي، وثبات المعلق، وإدراك القوام. عندما يحول beta-amylase جزءًا من السلاسل الخطية المتاحة إلى مالتوز، يمكن أن يتغير توازن الطعم والقوام في اتجاه أكثر قابلية للشرب، مع بقاء أثر مكونات الشوفان الأخرى مثل الألياف والبروتينات والدهون [5].

ومع ذلك، يجب التعامل مع هذا التطبيق بواقعية؛ فالإنزيم لا "يصنع" جودة المشروب وحده. جودة الطحن، وترطيب المادة الخام، والمعالجة الحرارية، وفصل الجزيئات الخشنة، ومكونات الوصفة النهائية كلها تؤثر في النتيجة. دور beta-amylase هنا هو التحكم في جزء من كيمياء النشا، وبالأخص تكوين المالتوز، ضمن منظومة تصنيع أوسع [2].

دعم التخمير وصناعة المشروبات

في عمليات التخمير، تمثل السكريات القابلة للاستهلاك بواسطة الكائنات المخمرة عاملًا رئيسيًا في الأداء. وبما أن beta-amylase ينتج المالتوز من النشا، فإنه يمكن أن يساهم في توفير مصدر سكري مناسب لبعض الخمائر أو النظم الميكروبية، تبعًا لنوع العملية وسلالة الخميرة وظروف التخمير المستخدمة [1].

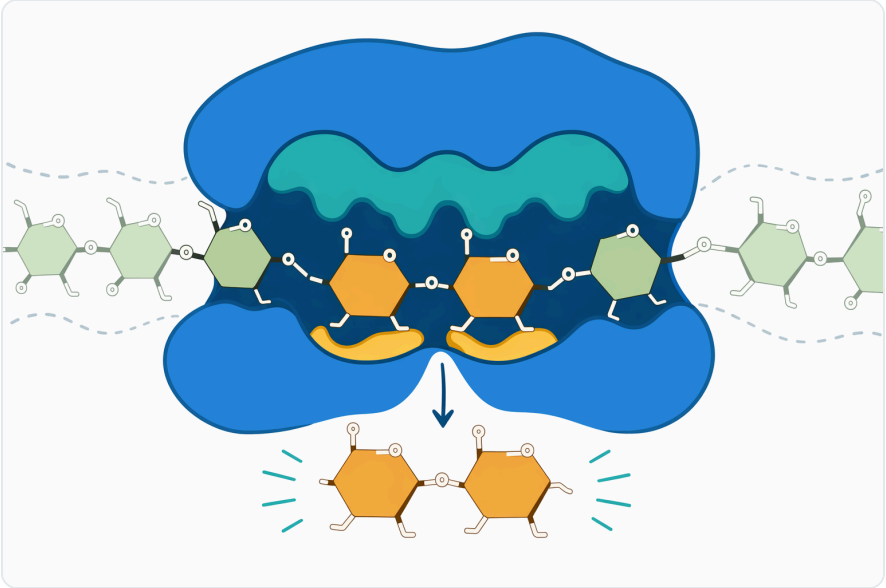

Figure 4. 베타-아밀레이스의 말토스 선택성은 사슬 말단을 두 개의 포도당 단위가 방출되도록 정렬하는 활성 부위의 구조에서 비롯된다.

تاريخيًا، ارتبطت الأميلازات بتصنيع المشروبات المعتمدة على الحبوب، حيث تُحوّل إنزيمات الحبوب النشا إلى سكريات أثناء التحضير. وفي هذا الإطار، يمثل beta-amylase جانبًا محددًا من نشاط التحلل النشوي: تكوين المالتوز من السلاسل المتاحة، وليس مجرد تقليل حجم النشا. هذا ما يميزه عن alpha-amylase، الذي يفتح السلاسل من الداخل ويولد خليطًا أوسع من الجزيئات [2].

بالنسبة للمستخدم الصناعي، تكمن القيمة في إمكانية توجيه ملف السكر قبل التخمير أو خلال مرحلة معالجة أولية. إذا كان النظام الميكروبي يعتمد على المالتوز بكفاءة، فقد يكون تكوينه مفيدًا. أما إذا كانت العملية تحتاج سكريات أحادية أو تحلّلًا أعمق، فقد لا يكون beta-amylase وحده كافيًا لتحقيق الهدف [1].

البنية الإنزيمية وعلاقتها بالوظيفة

تدعم الدراسات البنيوية فهم سبب دقة عمل beta-amylase. فالإنزيم ليس عاملًا كيميائيًا عامًا، بل بروتين ذو موقع فعال مهيأ للتعرف على سلاسل α-1,4-glucan وترتيبها بطريقة تسمح بتحرير المالتوز. وتوضح دراسة البنية الديناميكية لإنزيم beta-amylase من البطاطا الحلوة أن خصائص الحركة والثبات البنيوي تؤثر في كيفية تفاعل الإنزيم مع الركيزة [3].

يُشار في الأدبيات إلى أن موقع الفعالية في beta-amylase يرتبط ببقايا حمضية مهمة للتحفيز، وأن ترتيب الجيب الإنزيمي يسمح بالتعامل مع طرف السلسلة بدل القطع العشوائي في الوسط. هذه البنية المتخصصة تفسر لماذا يكون الناتج الأساسي مالتوزًا، ولماذا يتوقف الإنزيم عند عوائق التفرع بدل أن يتجاوزها [3].

هذا الفهم البنيوي مهم صناعيًا لأنه يوضح حدود التوقعات. فإذا كانت المادة الخام تحتوي على نشا متضرر أو متاح إنزيميًا، قد يظهر أثر beta-amylase بوضوح في تكوين المالتوز. أما إذا كانت السلاسل محمية داخل بنية حبيبية أو مصفوفة غذائية معقدة، فإن الوصول الفيزيائي للإنزيم إلى الروابط يصبح عاملًا حاسمًا، حتى لو كان الإنزيم نفسه

نشطًا وظيفيًا [2].

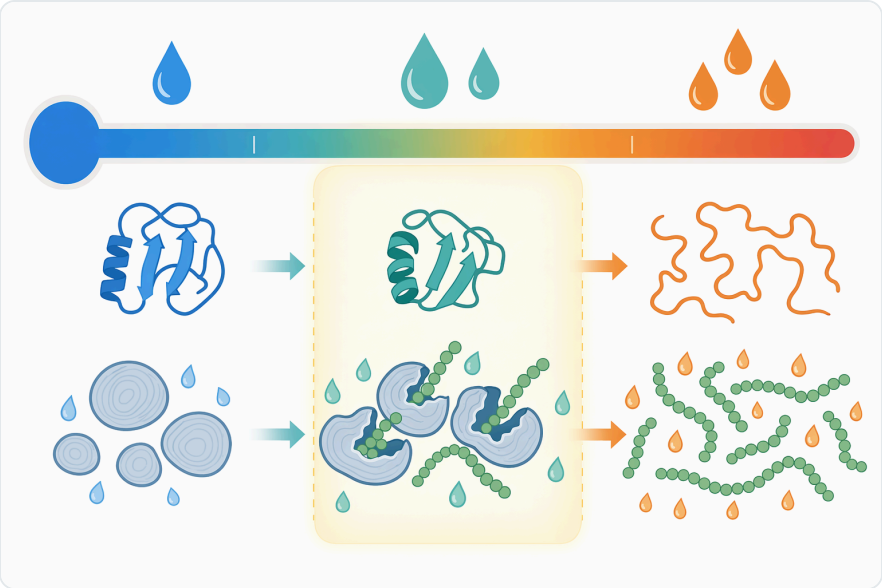

Figure 5. 베타-아밀레이스를 효과적으로 활용하려면 전분의 접근성과 효소의 구조적 안정성이 서로 맞아야 한다.

المصادر النباتية والميكروبية: ماذا تعني للمستخدم؟

تاريخيًا، ارتبط beta-amylase بمصادر نباتية مثل الشعير والقمح وفول الصويا والبطاطا الحلوة. وتعكس هذه المصادر صلة الإنزيم الطبيعية بتمثيل النشا في النبات، خصوصًا أثناء إنبات البذور أو تحريك مخزون الكربوهيدرات. وتصف المراجع الفنية beta-amylase بأنه موجود في بذور النباتات العليا وبعض الأنسجة النباتية، مع استخدامه لتحرير المالتوز من عديدات السكاريد [1].

إلى جانب المصادر النباتية، تُظهر الأبحاث أن كائنات دقيقة معينة تستطيع إنتاج beta-amylase خارج الخلية. مثال ذلك الدراسة التي تناولت عزلة محبة للملوحة من جنس **Halobacillus**، حيث وُصف إنتاج beta-amylase خارج الخلية باعتباره خاصية ذات اهتمام تطبيقي. هذا لا يعني أن كل منتج تجاري له المصدر نفسه، لكنه يبيّن اتساع قاعدة البحث حول الإنزيم [4].

بالنسبة للمنتجات التجارية، يكون المصدر مهمًا لأنه قد يؤثر في الثبات، والنقاوة النسبية، والسلوك في المصفوفات الغذائية، والملاءمة التنظيمية حسب السوق. لكن التقييم العملي يجب أن يركز على وظيفة المنتج في التطبيق المحدد: هل يرفع المالتوز؟ هل يعمل داخل مصفوفة النشا المستخدمة؟ وهل ينسجم مع تسلسل المعالجة؟ [5]

حدود الاستخدام: ما الذي لا يفعله beta-amylase؟

أهم حد وظيفي لإنزيم beta-amylase هو أنه لا يتجاوز تفرعات α-1,6 في الأميلوبكتين والجليكوجين. لذلك، عند التعامل مع نشا متفرع بدرجة عالية، ينتج الإنزيم مالتوزًا من الأجزاء الخطية المتاحة ثم يترك دكسترينات حدية قرب نقاط التفرع. هذه الخاصية أساسية وليست عيبًا عرضيًا في منتج بعينه [1].

Figure 6. 맥주 양조와 증류에서는 전분의 개방, 알파-아밀레이스에 의한 액화, 베타-아밀레이스에 의한 말토스 형성, 효모 발효가 서로 연결된 공정 단계로 작용한다.

كما أن beta-amylase لا يؤدي وظيفة alpha-amylase نفسها في خفض اللزوجة السريع عبر القطع الداخلي العشوائي. إذا كانت العملية تحتاج إسالة أولية للنشا أو تقليلًا كبيرًا في حجم الجزيئات، فقد تكون هناك حاجة إلى إنزيم داخلي أو معالجة مسبقة. أما beta-amylase فيؤدي دوره الأفضل عندما تصبح السلاسل الخطية متاحة ويكون الهدف هو تكوين المالتوز [2].

كذلك لا ينبغي افتراض أن الإنزيم سيعمل بالكفاءة نفسها في كل وصفة غذائية. وجود دهون، وبروتينات، وألياف، وأملاح، ومركبات فينولية، أو بنى حبيبية غير مفتوحة قد يغير وصول الإنزيم إلى النشا. لهذا السبب، تُفهم نتائج beta-amylase دائمًا ضمن مصفوفة المنتج، وليس بمعزل عن المادة الخام والمعالجة [2].

اعتبارات عملية دون الدخول في طرق اختبار

يعتمد أداء beta-amylase على توافر الركيزة النشوية للإنزيم. كلما كانت السلاسل α-1,4 مكشوفة ومائية وقابلة للوصول، زادت احتمالية تكوين المالتوز بصورة فعالة. أما النشا غير المتاح داخل حبيبات سليمة أو مصفوفة كثيفة فقد يحد من أثر الإنزيم حتى لو كانت الجرعة العملية مناسبة للعملية [1].

كما يتأثر الإنزيم بالبيئة الكيميائية للعملية؛ فهو بروتين وظيفي له نطاقات ملائمة من الحموضة والحرارة، ويتأثر بالظروف القاسية التي قد تغير بنيته أو موقعه الفعال. لذلك تركز عمليات النشا الناجحة على توافق الإنزيم مع المادة الخام وتسلسل المعالجة، بدل النظر إليه كمكوّن يمكن إضافته في أي مرحلة دون أثر للسياق [2].

في تطبيقات الأغذية والمشروبات، يُنظر إلى beta-amylase غالبًا كأداة لضبط ملف السكريات وليس كعامل حفظ أو مكوّن نكهة مباشر. النتيجة الحسية، مثل الحلاوة أو الإحساس الفموي، تأتي من المالتوز والدكسترينات المتبقية وتفاعلها مع مكونات المنتج الأخرى، لا من الإنزيم ذاته بعد اكتمال دوره الوظيفي [5].

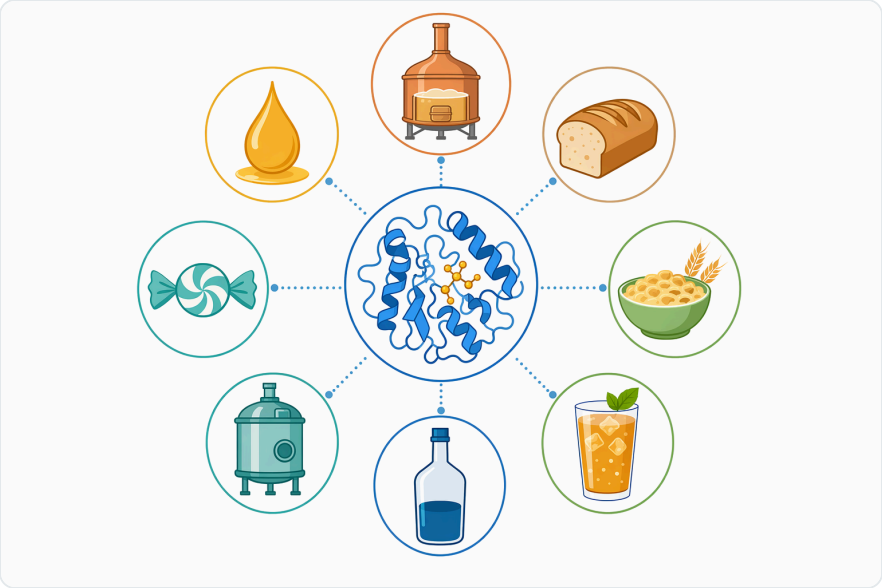

Figure 7. 베타-아밀레이스는 맥주 양조, 증류, 곡물 발효, 고말토스 시럽 생산 .등 말토스가 풍부한 당류 흐름이 필요한 곳에 사용된다

موقع beta-amylase ضمن منظومة إنزيمية متعددة

في كثير من التطبيقات، يكون أفضل استخدام لـ beta-amylase ضمن منظومة متسلسلة لمعالجة النشا. قد تُستخدم إنزيمات أو خطوات أخرى لتقليل اللزوجة أو فتح بنية النشا، ثم يأتي beta-amylase لزيادة المالتوز من السلاسل المتاحة. هذا التكامل يفسر لماذا لا تكفي المقارنة البسيطة بين alpha and beta amylase؛ فكل منهما يؤدي دورًا مختلفًا في هندسة الناتج [2].

عندما تكون المادة الخام غنية بالأميلوبكتين، قد يتطلب التحويل العميق استخدام إنزيمات تتعامل مع نقاط التفرع، لأن beta-amylase يتوقف عندها. أما إذا كان الهدف التجاري هو شراب غني بالمالتوز مع بقاء جزء من الدكسترينات، فقد يكون هذا السلوك مناسبًا بحد ذاته. الفارق يعتمد على مواصفات المنتج النهائي، وليس على نشاط الإنزيم بمعزل عن التطبيق [1].

وتوضح براءات ووثائق صناعية مرتبطة بمنتجات beta-amylase أن الاستخدام العملي للإنزيم ارتبط تاريخيًا بإنتاج مكونات نشوية عالية المالتوز، مع اهتمام بثبات التحضير الإنزيمي وملاءمته للتطبيقات الغذائية. وهذا يدعم فكرة أن قيمة الإنزيم تظهر في تصميم العملية كاملة، لا في وصفه كأميلاز عام فقط [6].

Enzymes.bio كمورّد لـ Beta-Amylase

تورد **Enzymes.bio** إنزيم **Beta-Amylase** كمنتج متاح للشراء المباشر عبر الإنترنت بوحدة **1 kg**. وتُرفق مع الطلب وثائق **CoA** و**SDS**، بما يساعد المستخدم المهني على إدارة التوثيق الأساسي المتعلق بالجودة والسلامة داخل منشأته .

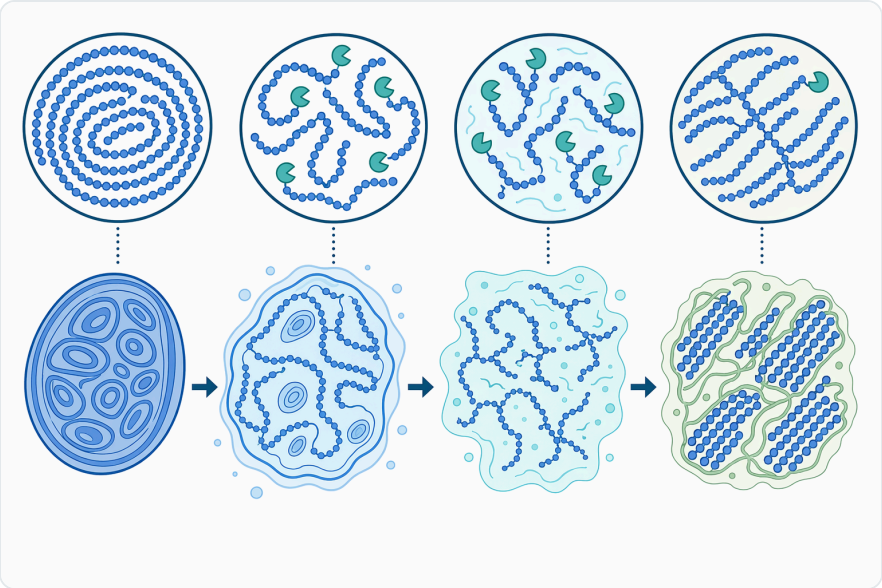

Figure 8. 가공 이력은 베타-아밀레이스가 물리적으로 접근할 수 있는 전분 사슬 말단의 수를 결정한다.

من المهم توضيح أن Enzymes.bio هي **مورّد** وليست جهة تصنيع أو مختبر اختبار. لذلك تُقدَّم هذه الوثيقة بوصفها شرحًا تقنيًا تعليميًا لآلية الإنزيم وتطبيقاته وحدوده، وليست بديلًا عن تقييم المستخدم لملاءمة المنتج لخط الإنتاج أو المتطلبات التنظيمية الخاصة بالسوق المستهدف .

خلاصة تقنية

إنزيم **Beta-Amylase** متخصص في تحرير المالتوز من النشا والجليكوجين عبر العمل من الطرف غير المختزل على روابط α-1,4، مع توقفه عند نقاط التفرع α-1,6. هذه الآلية تجعله مختلفًا وظيفيًا عن alpha-amylase، ومناسبًا خصوصًا عندما يكون الهدف هو **إنتاج شراب المالتوز العالي** أو تحسين ملف الحلاوة في منتجات قائمة على النشا [1].

تتضح فائدته في تطبيقات مثل شرابات المالتوز، وبعض المشروبات النباتية، وعمليات التخمير التي تستفيد من تكوين المالتوز. وفي المقابل، يجب عدم توقع تحويل كامل للنشا المتفرع باستخدام beta-amylase وحده، لأن الدكسترينات الحدية جزء متوقع من آلية عمله عند وجود تفرعات [5].

لذلك، يمثل beta-amylase أداة دقيقة في معالجة النشا: ليست مهمته "تكسير النشا" بصورة عامة، بل توجيه التحلل نحو المالتوز ضمن شروط عملية مناسبة ومصفوفة غذائية قابلة للوصول الإنزيمي. وعند إدخاله في تصميم صناعي واعٍ، يمكن أن يساعد على ضبط الحلاوة، والتخمير، والقوام بطريقة أكثر تحديدًا من الاعتماد على التحلل النشوي غير الموجه [2].

اطلب Beta-Amylase 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 Beta-Amylase →

المراجع

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

1. *Worthington-biochem* . Manual.

2. Oyenado, O., & Omoruyi, I. (2024). Review of amylase production by microorganisms and their industrial application. *Ife Journal of Science*.

3. Obe, D., & Fatoki, T. (2021). In Silico Evaluation of the Structural Dynamics Beta-Amylase from Sweet Potato (Ipomoea batatas).

4. Li, X., & Yu, H. (2011). Extracellular production of beta-amylase by a halophilic isolate, Halobacillus sp. LY9. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 38, 1837-1843

5. *Nagase* . Beta Amylase 1500S.

6. *Google* . US4970158A - Beta amylase enzyme product, preparation and use thereof - Google Patents.

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.