إنزيم Catalase لإزالة بيروكسيد الهيدروجين في النسيج والأغذية ومعالجة المياه

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

Catalase هو إنزيم أكسدة-اختزال يسرّع تفكيك بيروكسيد الهيدروجين إلى ماء وأكسجين، لذلك يُستخدم عندما يصبح بقاء $$H_2O_2$$ غير مرغوب فيه بعد التعقيم أو التبييض أو المعالجة المؤكسدة. أهميته الصناعية تأتي من أنه يزيل البيروكسيد دون إدخال أملاح اختزال أو بقايا كيميائية إضافية، ما يجعله مناسبًا لتطبيقات النسيج، الأغذية والمشروبات، ومياه الصرف. توفر Enzymes.bio إنزيم Catalase للبيع المباشر عبر الإنترنت بوحدة 1 كجم، وتُرفق وثائق CoA وSDS مع الطلب .

ما هو Catalase ولماذا يُستخدم صناعيًا؟

عند السؤال: **what is catalase** أو "ما هو إنزيم الكاتالاز؟"، فالإجابة التقنية المختصرة هي أنه **catalase enzyme** متخصص في إزالة بيروكسيد الهيدروجين من الأنظمة الحيوية والصناعية. التفاعل الكلي معروف وبسيط في صورته النهائية:

$$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$$

لكن البساطة الظاهرية تخفي قيمة عملية كبيرة؛ لأن بيروكسيد الهيدروجين عامل مؤكسد مفيد في خطوة معينة، ثم قد يصبح ضارًا أو معطلًا للخطوة التالية إذا تُرك في الوسط [1].

ينتمي Catalase وظيفيًا إلى إنزيمات الأكسدة-الاختزال، وكثير من أشكاله الطبيعية يحتوي على مركز نشط مرتبط بالهيم، حيث يساعد الحديد داخل البنية البروتينية على تحويل بيروكسيد الهيدروجين بكفاءة إلى ماء وأكسجين. هذا يفسر سبب وجود الكاتالاز على نطاق واسع في الكائنات الهوائية، إذ تنتج الخلايا بيروكسيد الهيدروجين أثناء الأيض وتحتاج إلى ضبط مستواه قبل أن يتحول إلى مصدر إجهاد تأكسدي [2].

في الصناعة، لا تُستخدم catalase بوصفها "مضاد أكسدة عام" لكل مشكلة، بل كأداة دقيقة لإزالة $$H_2O_2$$. هذه الدقة مهمة في العمليات التي لا ترغب في إضافة مختزلات كيميائية قد تغيّر الملوحة، أو تؤثر في اللون، أو تترك أثرًا في المنتج النهائي أو مياه العملية [3].

آلية العمل: كيف يحوّل Catalase البيروكسيد إلى ماء وأكسجين؟

يعمل Catalase عبر دورة تحفيزية داخل الموقع النشط. في الصورة المفاهيمية، يتعامل الإنزيم مع جزيئين من بيروكسيد الهيدروجين؛ أحدهما يعمل كمانح مكافئات اختزال والآخر كمتقبل، فينتهي التفاعل بتكوين الماء والأكسجين. ولهذا تُوصف catalase أحيانًا بأنها إنزيم "تفكك" أو "عدم تناسب" لبيروكسيد الهيدروجين، لأنها تحوّل

المادة نفسها إلى ناتجين مختلفين في حالة أكسدة أكثر استقرارًا [1].

تحتوي العديد من إنزيمات الكاتالاز على مركز هيمي يمر بحالة وسيطة مؤكسدة أثناء الدورة التحفيزية. هذه الخاصية تفسر العلاقة بين Catalase وبعض عبارات البحث مثل **catalase peroxidase**؛ فهناك إنزيمات قريبة وظيفيًا تجمع خصائص كاتالازية وبيروكسيدازية، لكن الكاتالاز الصناعي المقصود هنا يُستهدف أساسًا لتفكيك بيروكسيد الهيدروجين لا لاستخدامه كمنصة أكسدة عامة لمركبات متعددة [2].

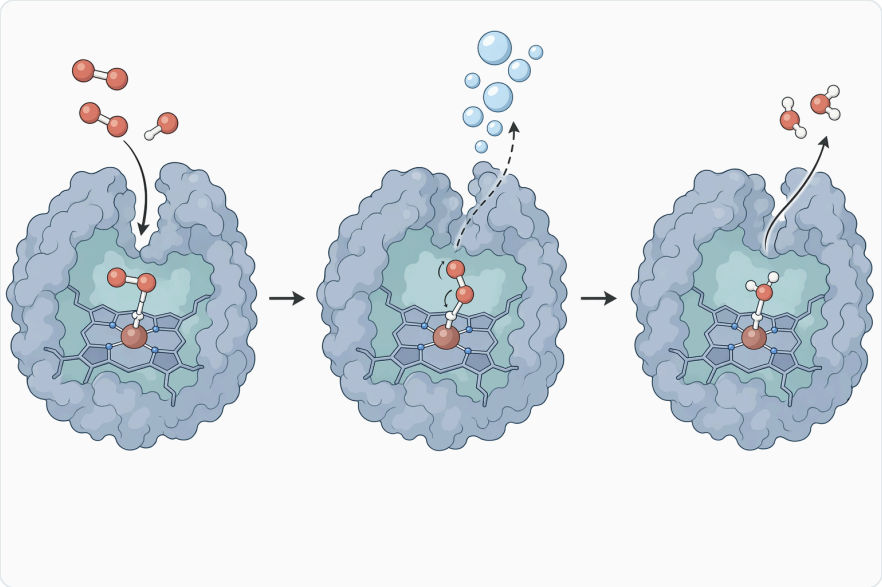

Figure 1. 카탈라아제는 재생되는 효소 중간체를 거쳐 과산화수소 두 분자를 물 두 분자와 산소 한 분자로 분해한다.

الميزة التشغيلية في هذه الآلية أن النواتج لا تضيف مادة غريبة ذات عبء ملحي أو لون أو رائحة. الأكسجين الناتج قد يظهر في صورة فقاعات أو زيادة في الأكسجين المنطلق من الوسط، بينما يبقى الماء جزءًا طبيعيًا من النظام. لذلك يكون Catalase جذابًا عندما يكون الهدف هو "إطفاء" البيروكسيد بسرعة وبأقل تغيير ممكن في التركيبة الكيميائية للوسط [3].

لماذا يحتاج المصنع إلى إزالة بيروكسيد الهيدروجين؟

بيروكسيد الهيدروجين يُستخدم لأنه مؤكسد فعال، قابل للتطبيق في التبييض والتعقيم وبعض عمليات الأكسدة. لكن الفائدة نفسها تصبح خطرًا إذا انتقل البيروكسيد المتبقي إلى خطوة حساسة: الصباغة قد تتأثر، الخمائر أو البادئات الميكروبية قد تُجهَد، وبعض المركبات الغذائية أو العطرية قد تتأكسد. لذلك لا تكون المشكلة في وجود H_2O_2 أثناء الخطوة المقصودة، بل في بقائه بعد انتهاء وظيفته [3].

في النسيج، تُستخدم المعالجة بالبيروكسيد لتفتيح الألياف وإزالة اللون الطبيعي أو الشوائب المؤكسدة. قبل الصباغة، قد يتداخل البيروكسيد المتبقي مع كيمياء الأصباغ أو يسبب تفاوتًا في النتيجة النهائية، ولهذا تُستخدم catalase لإزالة البقايا بطريقة إنزيمية بدل الاعتماد فقط على الشطف الطويل أو المعادلة الكيميائية [3].

في الأغذية والمشروبات، تظهر الحاجة نفسها عندما يُستخدم بيروكسيد الهيدروجين في سياقات مرتبطة بالتعقيم أو معالجة الأسطح أو بعض السوائل. وجود بقايا مؤكسدة في نظام غذائي قد يؤثر في النكهة، اللون، ثبات الدهون، أو أداء الكائنات الدقيقة المفيدة في التخمير. ولهذا تُعد إزالة البيروكسيد خطوة جودة وليست مجرد خطوة تنظيف [4].

أما في معالجة المياه والبيئة، فقد يدخل $$H_2O_2$$ في عمليات أكسدة تستهدف ملوثات يصعب التعامل معها. لكن انتقال البيروكسيد المتبقي إلى المعالجة البيولوجية قد يضغط على الأحياء الدقيقة المسؤولة عن التحلل. استخدام Catalase في هذه النقطة يساعد على تحويل البيروكسيد إلى ماء وأكسجين قبل الخطوة اللاحقة [3].

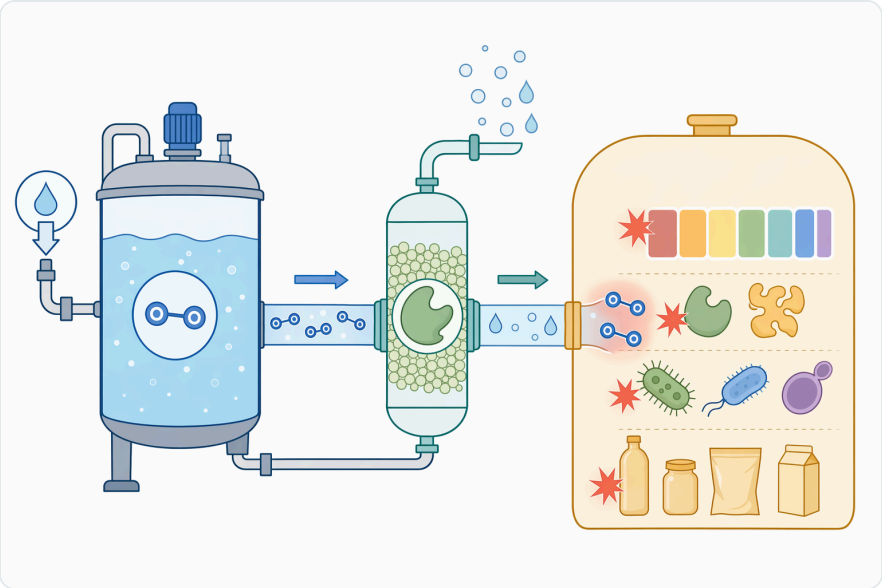

Figure 2. 잔류 과산화수소는 의도한 공정 단계가 끝난 뒤에도 활성을 유지해 .후속 재료, 효소, 미생물 또는 방류수 생물학적 처리에 영향을 줄 수 있다

مقارنة عملية: Catalase مقابل بدائل إزالة البيروكسيد

محور المقارنة	Catalase	المعادلة أو الاختزال الكيميائي	الشطف أو التخفيف بالماء فقط
آلية إزالة $$H_2O_2$$	تفكيك إنزيمي إلى ماء وأكسجين	تحويل كيميائي قد يضيف نواتج أو أملاحًا	تقليل التركيز عبر الإزالة الفيزيائية
الأثر على الوسط	منخفض عادةً لأن النواتج بسيطة	يعتمد على المادة المستخدمة ونواتجها	قد يزيد استهلاك الماء وحجم الصرف
ملاءمة الأنظمة الحساسة	مناسبة عندما يلزم تقليل الإضافات الكيميائية	قد تكون مقيدة في الأغذية أو التركيبات الحساسة	لا يضمن دائمًا إزالة كافية قبل الخطوة التالية
سرعة الدمج في العملية	تعتمد على توافق الإنزيم والخلط وزمن التلامس	تعتمد على جرعة المادة وتفاعلها	تعتمد على حجم الغسل وكفاءة التصريف

محور المقارنة	Catalase	المعادلة أو الاختزال الكيميائي	الشطف أو التخفيف بالماء فقط
نقاط الانتباه	يتأثر بظروف الوسط والمثبطات	قد يغيّر الأملاح أو التوازن الكيميائي	قد يستهلك ماء وطاقة ووقتًا أكبر

هذه المقارنة لا تعني أن Catalase هو الحل الوحيد دائمًا، لكنها توضح لماذا يُفضله كثير من المستخدمين عندما تكون نظافة النواتج وتقليل العبء الكيميائي جزءًا من هدف العملية. فبدل نقل المشكلة من "بيروكسيد متبقٍ" إلى "مادة معادِلة متبقية"، يختصر Catalase المسار إلى ماء وأكسجين [3].

تطبيق Catalase في صناعة النسيج

أبرز تطبيق صناعي للكاتالاز هو إزالة بيروكسيد الهيدروجين بعد تبييض الأقمشة. في خطوط النسيج، تكون الخطوة التالية غالبًا صباغة أو تشطيبًا، وهاتان الخطوتان تتطلبان وسطًا متوقع السلوك. بقايا $$H_2O_2$$ قد تؤثر في امتصاص الصبغة أو ثباتها، بينما يساعد Catalase على تقليل هذا التداخل من خلال تفكيك البيروكسيد قبل دخول القماش مرحلة الصباغة [3].

تظهر قيمة الإنزيم أيضًا في تقليل الاعتماد على دورات شطف طويلة. فالشطف وحده قد يحتاج إلى ماء ووقت وطاقة، بينما التحلل الإنزيمي يمكن أن يُدرج كخطوة تحضيرية أكثر انتقائية قبل الصباغة. لهذا يُنظر إلى catalase ضمن اتجاه أوسع لاستخدام الإنزيمات في النسيج لتقليل القسوة الكيميائية وتحسين استدامة التشغيل [5].

لكن نجاح التطبيق لا يعتمد على اسم الإنزيم فقط. يجب أن يكون الوسط ملائمًا للبروتين، وأن يكون الخلط كافيًا لوصول الإنزيم إلى البيروكسيد المتبقي في السائل وحول الألياف. كما أن وجود مثبطات قوية أو بقايا مؤكسدات شديدة قد يقلل الأداء، لأن Catalase نفسه بروتين حساس للبيئة المحيطة [1].

تطبيق Catalase في الأغذية والمشروبات

في الأغذية والمشروبات، تُستخدم catalase عندما تكون إزالة بقايا البيروكسيد ضرورية لحماية الجودة أو تمكين خطوة لاحقة. مثال ذلك السوائل أو الأسطح أو مواد التعبئة التي تعرضت لمعاملة مؤكسدة، ثم يلزم خفض $$H_2O_2$$ قبل التلامس النهائي مع المنتج أو قبل بدء تخمير يعتمد على كائنات دقيقة حساسة للأكسدة [4].

تتأثر نكهات الأغذية والمشروبات بتفاعلات الأكسدة، خصوصًا في الأنظمة التي تحتوي على دهون أو مركبات عطرية أو أصباغ طبيعية. إذا بقي البيروكسيد في الوسط، فقد يدفع تفاعلات غير مرغوبة تؤثر في اللون أو الطعم أو الثبات. لذلك تكون إزالة البيروكسيد بالكاتالاز وسيلة لحماية الخصائص الحسية والكيميائية عندما تكون متطلبات التطبيق والتنظيم مناسبة [4].

Figure 3. 산업적 카탈라아제 적용은 식품 및 원료 가공, 포도당 산화효소 시스템, 섬유, 폐수 처리, 바이오공정 작업 흐름에서의 과산화물 제어를 중심으로 이루어진다.

في الأنظمة متعددة الإنزيمات، قد يعمل Catalase مع إنزيمات أخرى. على سبيل المثال، يمكن لبعض أنظمة الأكسدة الحيوية أن تولّد بيروكسيد الهيدروجين كناتج جانبي، ثم يأتي دور الكاتالاز في تفكيكه. هذه الفكرة مهمة لأن بعض التطبيقات لا تضيف $$H_2O_2$$ مباشرة، بل تنتجه أثناء العملية نفسها، ما يجعل وجود إنزيم مخصص لإزالته عنصر ضبط مفيدًا [2].

الألبان والأنظمة الحساسة للأكسدة

تُعد منتجات الألبان مثالًا واضحًا على حساسية الجودة تجاه الأكسدة. تحتوي هذه الأنظمة على بروتينات ودهون ومركبات نكهة يمكن أن تتأثر بالمواد المؤكسدة، ولهذا تُناقش المراجعات العلمية دور مكونات الحليب ومنتجاته في التوازن المضاد للأكسدة وحماية الجودة. في هذا السياق، يكون استخدام Catalase منطقيًا عندما تكون بقايا بيروكسيد الهيدروجين غير مرغوبة بعد خطوة معالجة محددة [4].

لا يعني ذلك أن الكاتالاز يُضاف عشوائيًا إلى كل نظام لبني أو غذائي. القرار يعتمد على العملية، ومصدر البيروكسيد، ومتطلبات المنتج النهائي. لكن القيمة التقنية واضحة: إذا كان $$H_2O_2$$ موجودًا ويجب خفضه دون إدخال مادة اختزال ذات أثر إضافي، فإن catalase يوفر مسارًا إنزيميًا مباشرًا [3].

معالجة مياه الصرف والعمليات البيئية

في مياه الصرف، قد يكون بيروكسيد الهيدروجين جزءًا من استراتيجية أكسدة تهدف إلى خفض ملوثات معينة أو تحسين قابلية المعالجة. بعد انتهاء مرحلة الأكسدة، لا يكون استمرار البيروكسيد مفيدًا دائمًا؛ فقد يضر الكائنات الدقيقة في المعالجة البيولوجية أو يغيّر سلوك القياسات التشغيلية. Catalase يقدّم خطوة إنهاء انتقائية للبيروكسيد قبل الانتقال إلى المرحلة اللاحقة [3].

تزداد أهمية هذا الدور عندما تكون المنشأة تجمع بين معالجة كيميائية/أكسدية أولية ومعالجة حيوية لاحقة. فالإنزيم لا يزيل كل الملوثات بذاته، لكنه يقلل عاملًا مؤكسدًا قد يعرقل المنظومة الحيوية التالية. بهذا المعنى، يعمل Catalase كحلقة توافق بين كفاءة الأكسدة وحماية المعالجة البيولوجية [5].

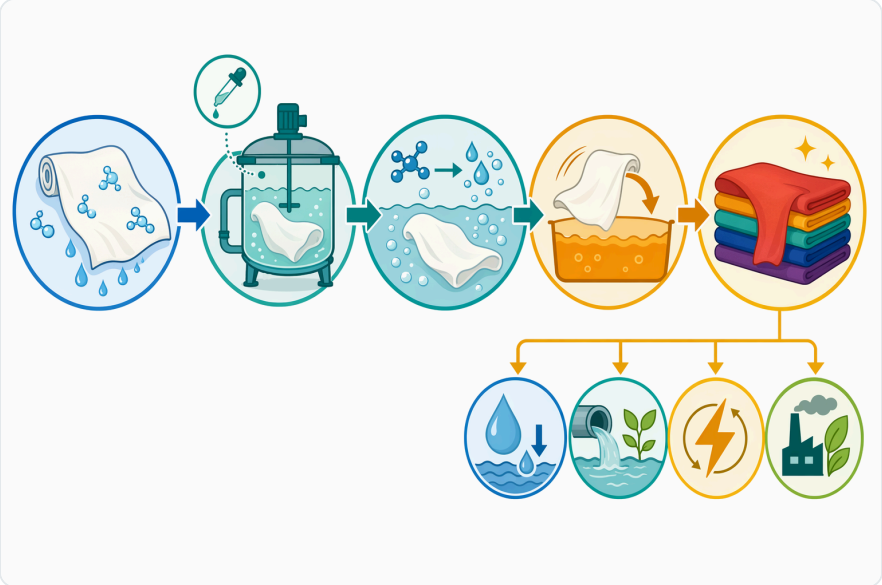

Figure 4. 포도당 산화효소 시스템에서 카탈라아제는 포도당 전환 중 생성된 .과산화수소를 분해하여 과산화물 제거원으로 작용한다

كما أن الأبحاث الحديثة حول تثبيت catalase على حوامل مختلفة تعكس اهتمامًا بتطوير أشكال يمكن استخدامها في بيئات متكررة أو أنظمة تدفق أو تطبيقات بيئية أكثر تخصصًا. التثبيت قد يساعد في تحسين سهولة الفصل أو إعادة الاستخدام أو ثبات الأداء، مع أن ملاءمته تعتمد على تصميم النظام وليس على الإنزيم وحده [5].

Catalase في التقنية الحيوية والأنظمة المثبتة

تثبيت Catalase على حوامل صلبة أو هلامية أو نانوية هو مجال بحث نشط لأنه يعالج تحديًا عمليًا: الإنزيم الحر فعال، لكنه قد يكون صعب الاسترجاع في بعض الأنظمة أو قد يفقد جزءًا من نشاطه عند التعرض الطويل لظروف غير مثالية. لذلك تدرس الأبحاث ربطه بمواد حاملة تسمح بتكرار الاستخدام أو تحسين الاستقرار في بيئات مختارة [5].

توجد دراسات على حوامل مثل الجلّات البوليمرية والمواد النانوية وأطر المواد المسامية. الفكرة العامة ليست تغيير التفاعل الأساسي، بل تحسين عرض الإنزيم على الوسط وحمايته جزئيًا من التعطل أو تسهيل فصله. في المقابل، قد يضيف التثبيت مقاومة انتقال كتلة أو يغير وصول الركيزة إلى الموقع النشط، لذلك يحتاج التصميم إلى توازن بين الحماية والنشاط [6].

اهتمام الصناعة بالكاتالاز لا يقتصر على المنتج الحر؛ فهناك أيضًا أبحاث في هندسة البروتين لتحسين تحمل الظروف التشغيلية أو زيادة الملاءمة لتطبيقات حيوية وصناعية. هذه الأبحاث تؤكد أن catalase ليس إنزيمًا قديمًا فقط في كتب الأحياء، بل منصة تقنية مستمرة التطوير لتطبيقات إزالة البيروكسيد [7].

Catalase والميكروبيولوجيا: معنى catalase-positive وcatalase-negative

مصطلحات مثل **catalase test** و **test catalase** و **principle catalase test** شائعة في علم الأحياء الدقيقة، لكنها تختلف عن الاستخدام الصناعي للإنزيم كمنتج لإزالة البيروكسيد. في المختبرات التعليمية أو التشخيصية، يُستخدم مبدأ ظهور الأكسجين عند تماس البيروكسيد مع خلايا تحتوي على catalase للتمييز بين كائنات دقيقة مختلفة. هذا الاستخدام يوضح الوظيفة الحيوية للإنزيم، لكنه ليس الغرض التشغيلي الأساسي في النسيج أو الأغذية أو المياه [8].

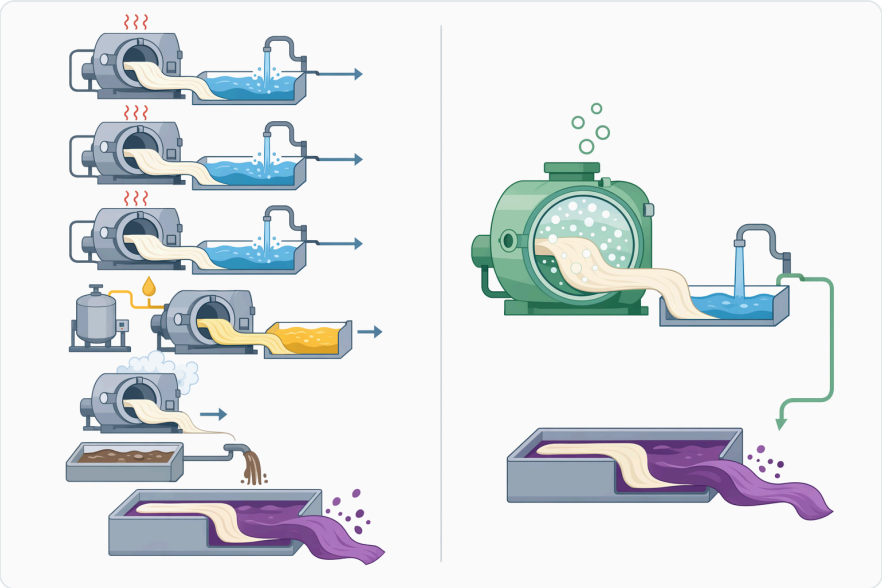

Figure 5. 카탈라아제는 과산화수소를 물과 산소로 특이적으로 전환한다는 .점에서 단순 방치, 희석, 가열, 화학적 중화와 다르다

تظهر عبارات مثل **catalase-positive bacteria** و **catalase positive bacteria** و **catalase-positive organisms** لأن كثيرًا من البكتيريا الهوائية أو المتحملة للأكسجين تنتج كاتالاز لحماية نفسها من بيروكسيد الهيدروجين. في المقابل، توجد **catalase negative bacteria examples** في مجموعات لا تنتج الإنزيم أو تنتجه بمستويات لا تظهر تفاعلًا واضحًا في الاختبار، وهذا الفرق مفيد في التصنيف الأولي للكائنات [8].

من الأمثلة التعليمية الشائعة أن **catalase test staphylococcus** و **catalase test for staphylococcus** يُستخدمان للمساعدة في تمييز المكورات العنقودية عن مجموعات أخرى في سياق تعليمي أو تشخيصي. كما تظهر عبارات مثل **staphylococcus epidermidis catalase test** و **e coli catalase test** لأن هذه الكائنات تُذكر كثيرًا في شروحات الاختبارات الحيوية. ومع ذلك، ينبغي عدم الخلط بين "اختبار الكاتالاز" كأداة تعريف ميكروبي وبين شراء catalase enzyme لاستخدامه في إزالة بيروكسيد الهيدروجين صناعيًا [8].

أما عبارة **catalase positive bacteria list** فهي مفيدة بحثيًا، لكنها لا تحدد تلقائيًا ملاءمة كائن أو إنزيم لعملية صناعية. فوجود الإنزيم في كائن حي لا يعني أن التحضير التجاري مناسب لكل وسط أو كل تطبيق؛ الأداء العملي يعتمد على صيغة المنتج، توافقه مع الوسط، ونوعية عملية إزالة البيروكسيد المطلوبة [9].

العوامل التي تؤثر في أداء Catalase دون الدخول في طرق اختبار

يعتمد أداء catalase على توافقه مع الوسط. الحموضة، الحرارة، الملوحة، المواد المؤكسدة الأخرى، المعادن، المذيبات، والقص الميكانيكي قد تؤثر في بنية البروتين أو في مركزه النشط. لذلك لا يكفي النظر إلى التفاعل الكيميائي وحده؛ يجب فهم بيئة العملية لأن الإنزيم جزيء حيوي له حدود استقرار [1].

تركيز بيروكسيد الهيدروجين نفسه مهم أيضًا. فوجود البيروكسيد هو سبب استخدام الإنزيم، لكن المستويات العالية أو التعرض الطويل لمؤكسد قوي قد يرهقان البروتين أو يسببان فقدانًا تدريجيًا للنشاط. ولهذا تُصمم خطوة الإزالة بحيث تحقق تماسًا فعالًا بين الإنزيم والبيروكسيد دون تعريض الكاتالاز لظروف قاسية غير ضرورية [10].

الخلط وزمن التلامس لهما دور عملي واضح. إذا لم يصل الإنزيم إلى المناطق التي تحتوي على البيروكسيد، فلن تكون الإزالة متجانسة حتى لو كان الإنزيم فعالًا بحد ذاته. في النسيج، قد يتعلق ذلك بتوزيع الإنزيم في حمام المعالجة وحول الألياف؛ وفي السوائل الغذائية أو مياه الصرف، يتعلق بتجانس الوسط ومسار التدفق [3].

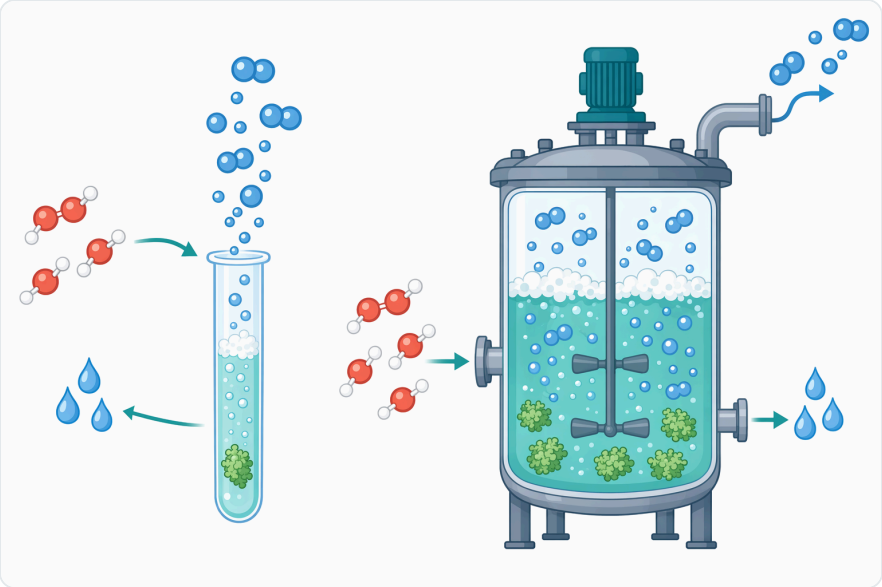

Figure 6. 카탈라아제 시험과 산업 공정 흐름에서 보이는 기포는 과산화수소 .분해 과정에서 방출된 산소를 나타낸다

كما يجب الانتباه إلى أن Catalase ليس بديلًا عن تصميم العملية أو الالتزام التنظيمي. في الأغذية أو العناية الشخصية أو المياه، يجب أن يتوافق استخدامه مع مواصفات المنتج النهائي ونظام الجودة المعمول به. وظيفة الإنزيم واضحة، لكن صلاحية الاستخدام النهائي تعتمد على السياق، المتطلبات الداخلية، واللوائح ذات الصلة [4].

حدود Catalase: ما الذي لا يفعله الإنزيم؟

لا يزيل Catalase كل المؤكسدات ولا يحلل كل الملوثات. هدفه الأساسي هو بيروكسيد الهيدروجين، ولذلك لا ينبغي توقع أن يحل وحده مشكلات ناتجة عن الكلور، الأوزون، المعادن المؤكسدة، الأصباغ المعقدة، أو الملوثات العضوية التي تحتاج إلى مسارات معالجة مختلفة. هذه الحدود مهمة لمنع المبالغة في وصف الإنزيم [3].

كذلك، لا يضمن وجود Catalase نتيجة واحدة في جميع العمليات. تختلف إنزيمات الكاتالاز باختلاف المصدر والبنية والتحضير، وقد أظهرت دراسات على كاتالازات من مصادر مختلفة اختلافات في الخصائص الحيوية والاستقرار. لذلك ينبغي فهم catalase كمكوّن وظيفي داخل عملية، وليس كحل مستقل عن ظروف الوسط [9].

كما أن عبارة "طبيعي" أو "إنزيمي" لا تعني أن الاستخدام بلا ضوابط. الإنزيمات بروتينات فعالة وقد تسبب مشكلات حساسية أو تعرض مهني إذا أسيء التعامل معها. لذلك تكون وثائق السلامة مثل SDS مهمة لفهم المناولة والتخزين والاحتياطات المناسبة في بيئة العمل .

Catalase من Enzymes.bio: سياق توريد واضح ومباشر

توفر Enzymes.bio إنزيم Catalase عبر البيع المباشر على الإنترنت، ولا تُعرض هنا بوصفها جهة تصنيع أو مختبر اختبار. الغرض من التوريد هو تمكين المستخدمين من الحصول على إنزيم مخصص لتطبيقات إزالة بيروكسيد الهيدروجين في سياقات معروفة مثل النسيج، الأغذية والمشروبات، ومعالجة المياه، مع بقاء مسؤولية دمجه ضمن العملية المناسبة لدى المستخدم الفني .

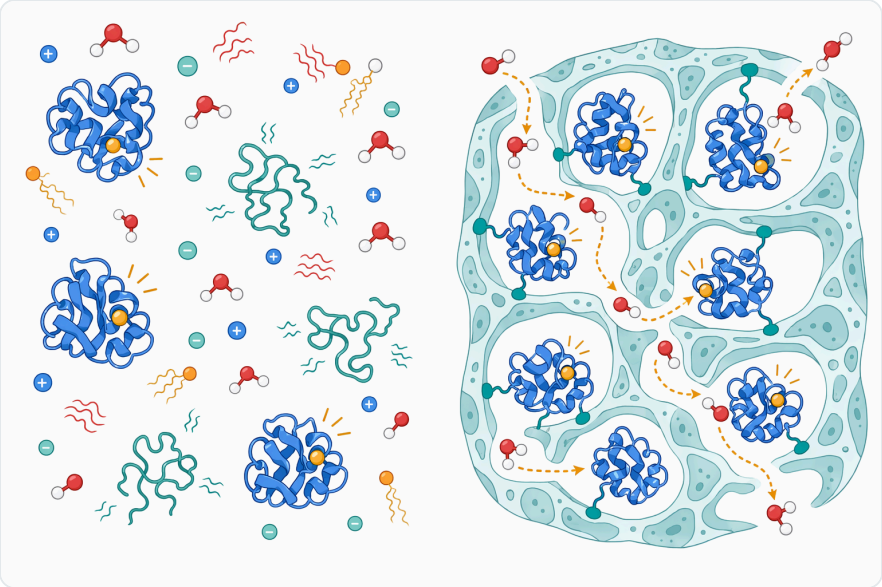

Figure 7. 카탈라아제의 활성과 내구성은 접촉 조건, 효소가 유리 상태인지 고정화 상태인지 등 주변 공정 환경에 따라 달라진다.

يُباع المنتج مباشرة عبر الإنترنت بوحدة **1 كجم**، وتُرفق مع الطلب وثائق **CoA** و **SDS**. شهادة التحليل تساعد على توثيق الدفعة المستلمة، ونشرة بيانات السلامة تدعم المناولة المسؤولة داخل المنشأة. لا يتطلب هذا السياق تقديم المنتج كتصنيع مخصص أو كخدمة اختبار؛ إنه توريد مباشر لإنزيم catalase للاستخدامات التي تتطلب إزالة H_2O_2$$.

خلاصة تقنية

Catalase إنزيم عملي لأن وظيفته محددة: تفكيك بيروكسيد الهيدروجين إلى ماء وأكسجين. هذه الخاصية تجعله مفيدًا بعد التبييض في النسيج، وبعد التعقيم أو المعالجة المؤكسدة في الأغذية والمشروبات، وقبل المعالجة البيولوجية في مياه الصرف، وفي أي نظام تكون فيه بقايا $$H_2O_2$$ غير مرغوبة [3].

تدعم الأدبيات العلمية فهمًا واضحًا لبنية Catalase ودوره في حماية الخلايا من الإجهاد التأكسدي، كما تدعم المراجعات الصناعية استخدامه لتقليل الاعتماد على المعادلات الكيميائية عندما تكون نواتج نظيفة وتدخلات أقل مطلوبة. ومع ذلك، يبقى الأداء مرتبطًا ببيئة العملية، توافق الوسط، الخلط، وزمن التلامس [2].

بالنسبة للمستخدم الصناعي، القيمة ليست في اسم catalase وحده، بل في وضعه في المكان الصحيح من العملية: بعد أن يؤدي بيروكسيد الهيدروجين وظيفته، وقبل أن يسبب مشكلة في الخطوة التالية. Enzymes.bio تتيح Catalase للشراء المباشر عبر الإنترنت بوحدة 1 كجم، مع إرفاق CoA وSDS، ما يوفر مسار توريد بسيطًا لتطبيقات إزالة بيروكسيد الهيدروجين .

اطلب Catalase 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 Catalase →

المراجع

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

1. Scibior, D., & Czeczot, H. (2006). [Catalase: structure, properties, functions].. *Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej*, 60, 170-80 .
2. Glorieux, C., & Calderon, P. (2017). Catalase, a remarkable enzyme: targeting the oldest antioxidant enzyme to find a new cancer treatment approach. *Biological chemistry*, 398, 1095 - 1108.
3. Farinango, E., Jácome, C., Llanos, F., Lasso, A., & Ramos, J. (2021). Uses of the enzyme catalase in the reduction of hydrogen peroxide and its industrial applications. *Journal of Agro-Industry Sciences*.
4. Khan, I., Nadeem, M., Imran, M., Ullah, R., Ajmal, M., & Jaspal, M. (2019). Antioxidant properties of Milk and dairy products: a comprehensive review of the current knowledge. *Lipids in Health and Disease*, 18.
5. Abdalbagemohammedabdalsadeg, S., Xiao, B., Ma, X., Li, Y., Wei, J., Moosavi-Movahedi, A., Yousefi, R., ... et al. (2024). Catalase immobilization: Current knowledge, key insights, applications, and future prospects - A review.. *International Journal of Biological Macromolecules*, 133941 .

6. Ali, A., Abdalla, M., Shahein, Y., Shokeer, A., Sharada, H., & Ali, K. A. (2021). Grafted carrageenan: alginate gel beads for catalase enzyme covalent immobilization. *3 Biotech*, 11.

7. Xu, S., Ya-Chen, Xiang-Meng, Pan, R., Yan, A., Zhi-Li, & Zong-Li (2025). Computational-assisted protein engineering to develop thermostable and highly active catalase for industrial and biocatalytic applications.. *Bioresource Technology*, 133081 .

8. Hafezi, A., & Khamar, Z. (2024). The Method and Analysis of Some Biochemical Tests Commonly Used for Microbial Identification: A Review. *Comprehensive Health and Biomedical Studies*.

9. Ken, C., Chen, H., Chang, R., & Lin, C. (2008). Biochemical Characterization of a Catalase from Antrodia Camphorata: Expression in Escherichia coli and Enzyme Properties. *Botanical Studies*, 49, 119-125.

10. Alhumaydhi, F., Younus, H., & Khan, M. A. (2025). Catalase Functions and Glycation: Their Central Roles in Oxidative Stress, Metabolic Disorders, and Neurodegeneration. *Catalysts*.

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.