إنزيم Urease لتحويل اليوريا والترسيب الكربوناتي: وثيقة تقنية لتطبيقات B2B

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

Urease هو إنزيم فلزي يحفّز حلمهة اليوريا إلى أمونيا وثاني أكسيد الكربون، ولذلك يُستخدم عندما يكون المطلوب تحويل اليوريا أو رصدها أو توظيفها في كيمياء كربوناتية موجهة. في التطبيقات المهنية، تظهر قيمته في الحساسات الحيوية، واختبارات اليوريا الميكروبية، والمعالجة البيئية المعتمدة على الترسيب الكربوناتي، مع ضرورة تصميم الوسط وإدارة النواتج القلوية بعناية. تورّد Enzymes.bio إنزيم Urease للشراء المباشر عبر الإنترنت بوحدة 1 kg، وتُرفق مع الطلب وثائق CoA وSDS.

ما هو إنزيم Urease ولماذا يهم في التطبيقات التقنية؟

إنزيم **Urease**، أو يورياز، هو محفّز حيوي متخصص في تفاعل واحد محوري: تفكيك اليوريا في الماء. الصياغة الكيميائية المبسطة للتفاعل هي أن اليوريا تتحول، بوجود الماء ونشاط اليورياز، إلى أمونيا وثاني أكسيد الكربون؛ ثم تدخل النواتج في اتزانات مائية قد ترفع القلوية وتغيّر تركيب الكربونات والأمونيوم في الوسط. هذا السلوك يجعل **urease activity** مؤشرًا عمليًا على قدرة نظام حيوي أو إنزيمي على تحويل اليوريا بسرعة وانتقائية، وهو أساس كثير من تطبيقات التحليل الحيوي والبيئة والتمعدن الحيوي [1].

توجد اليوريازات في طيف واسع من الكائنات، بما في ذلك بكتيريا وفطريات ونباتات، كما تظهر في سياقات طبية وبيئية وزراعية متباينة. في التربة، يرتبط نشاط اليورياز بدورة النيتروجين وبمصير اليوريا المضافة، بينما في الميكروبيولوجيا السريرية تُستغل خاصية إنتاج اليورياز للتمييز بين كائنات دقيقة أو للكشف غير المباشر عن وجودها. وفي هندسة البيئة، أصبح المسار نفسه مهمًا لأن تكوين الأمونيا والكربونات قد يتيح ترسيب معادن كربوناتية قادرة على تثبيت ملوثات معدنية أو تعديل خواص مواد حبيبية [2].

بالنسبة إلى مستخدم B2B، لا تكمن القيمة في اسم الإنزيم وحده، بل في أن Urease يوفر خطوة محفزة محددة يمكن دمجها داخل نظام أكبر: محلول قياس، حساس حيوي، دراسة ميكروبية، وسط تربة، أو عملية ترسيب كربونات. لذلك ينبغي قراءة مصطلحات مثل **urease test** و**rapid urease tests** و**enzyme-induced carbonate precipitation** بوصفها عائلات تطبيقية مختلفة تستخدم الكيمياء نفسها، لا بوصفها استعمالًا واحدًا جاهزًا للنسخ في كل بيئة [3].

الآلية الجزيئية: كيف يحوّل Urease اليوريا إلى بيئة قلوية وكربوناتية؟

تعتمد آلية Urease على موقع نشط فلزي يحتوي عادةً على النيكل، حيث تُثبَّت اليوريا في وضعية تجعل رابطة الكربونيل أكثر قابلية للهجوم المائي. بدل أن يحدث التحلل ببطء في الماء، يقرّب الإنزيم الركيزة من مكوّنات الموقع النشط ويضبط اتجاهها ويخفض حاجز التفاعل. النتيجة هي تحرير الأمونيا وثاني أكسيد الكربون، مع انتقال النواتج إلى أشكال مائية مثل الأمونيوم والبيكربونات والكربونات بحسب قلوية الوسط وتركيبه [1].

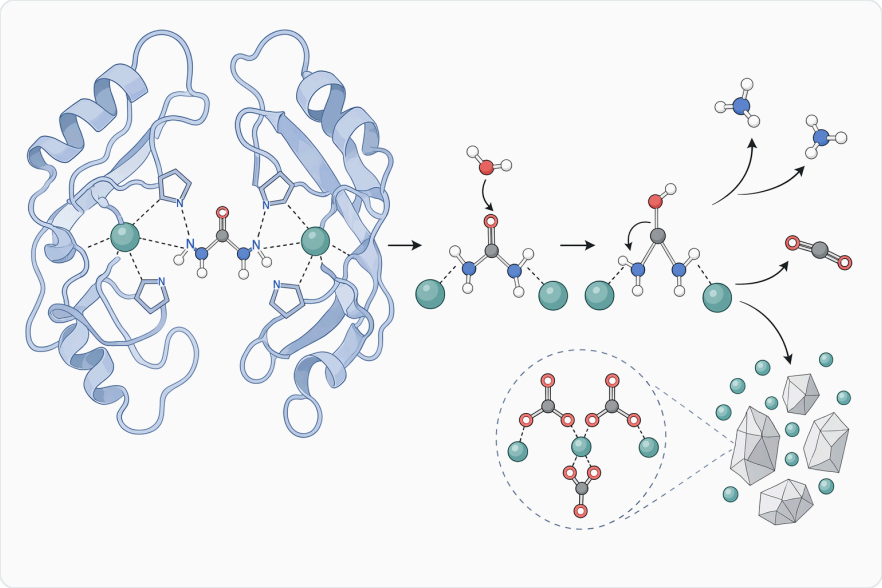

Figure 1. 우레아제는 요소를 암모니아와 이산화탄소로 가수분해하여 탄산염 침전을 유도할 수 있는 알칼리성 조건을 만든다.

الأثر العملي الأهم لهذه الآلية هو تغيّر **urease test color** في أنظمة الاختبار الملونة أو تغير الإشارة في الحساسات الكهروكيميائية والبصرية. عندما تتكوّن الأمونيا، ترتفع القلوية المحلية، وهذا قد يغيّر لون دليل pH أو إشارة غشاء حساس أو فرق جهد في تصميم تحليلي. لذلك فإن عبارة **urease test positive means** لا تعني "وجود اليوريا" دائمًا، بل تعني في سياق الميكروبيولوجيا غالبًا أن الكائن أو العينة أنتجت نشاطًا إنزيميًا قادرًا على حلمهة اليوريا ضمن نظام الاختبار المستخدم [1].

في أنظمة الترسيب الكربوناتي، لا تنتهي القصة عند حلمهة اليوريا؛ فارتفاع القلوية ووجود أنواع الكربونات يسمحان بتفاعلها مع أيونات معدنية، خصوصًا الكالسيوم، لتكوين رواسب كربونات. هذا هو الأساس في **enzyme-induced carbonate precipitation** و**urease-catalyzed carbonate precipitation**، حيث لا يكون Urease مادة رابطة بحد ذاته، بل محفزًا لتوليد شروط كيميائية تسمح بتكوّن معدن كربوناتي داخل مسام تربة أو محلول أو وسط ملوث [4].

من زاوية التحكم الصناعي، يجب الانتباه إلى أن اليورياز قد يسرّع تكوين الأمونيا بما يكفي لتغيير pH الوسط، وتغيير ذوبانية المعادن، والتأثير في الكائنات الدقيقة أو البروتينات أو المواد الحاملة. هذا مفيد عندما يكون الهدف هو الترسيب أو الكشف السريع، لكنه يتطلب إدارة واعية للنواتج الجانبية، خصوصًا في الأنظمة المغلقة أو التي تحتوي على معادن ثقيلة أو مواد حساسة للقلوية [2].

Urease test بالعربي: ماذا يعني الاختبار وما حدوده؟

مصطلح **urease test بالعربي** يشير عادةً إلى اختبار يكشف قدرة كائن دقيق أو عينة على تحطيم اليوريا. في الميكروبيولوجيا، تُستخدم عائلات مختلفة من اختبارات اليورياز، بما فيها **rapid urease test** و**rapid urease tests**، لأن إنتاج الأمونيا يغيّر قلوية الوسط وقد يؤدي إلى تغير لون مؤشر مناسب. لا ينبغي الخلط بين هذا المفهوم وبين استخدام إنزيم Urease تجاري كمادة خام؛ فالاختبار التشخيصي نظام كامل له عينة ووسط قراءة وضوابط وتفسير مهني [1].

في سياق المعدة، يرتبط البحث عن **urease enzyme of Helicobacter pylori** بفكرة أن *H. pylori* تستطيع استخدام اليوريا لتوليد أمونيا تساعدها على تحمل الحموضة الموضعية. ولهذا تظهر مصطلحات مثل **clotest** و**rapid urease test** في البحث السريري، حيث تُستخدم خاصية اليورياز كعلامة غير مباشرة على وجود البكتيريا في عينة مناسبة. هذه الإشارة لا تجعل Urease نفسه علاجًا أو منتجًا تشخيصيًا مستقلًا؛ بل توضّح أن النشاط الإنزيمي يمثل أساسًا كيميائيًا يمكن أن تبنى عليه أنظمة اختبار معتمدة في بيئاتها [1].

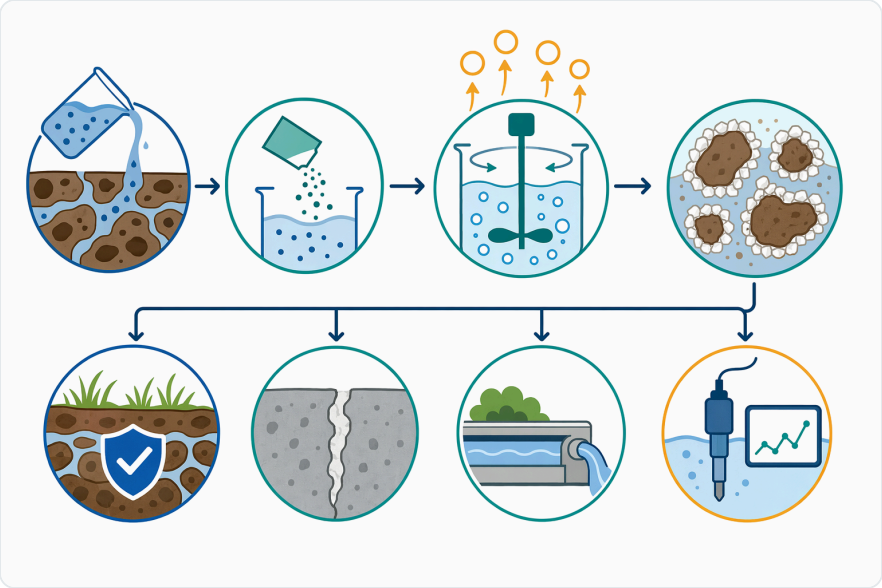

Figure 2. 산업용 우레아제 공정은 탄산염 광물화, 요소 제거 또는 암모니아 생성을 위해 제어된 요소 가수분해를 활용한다.

أما في الاختبارات التعريفية للبكتيريا، فإن سؤالًا مثل **klebsiella pneumoniae urease test positive or negative** أو **shigella urease test** أو **urease-positive bacteria examples** يعكس استخدام اليوريا في التفريق بين أجناس وأنواع ميكروبية. كثير من مراجع المختبرات تستخدم إنتاج اليوريا ضمن لوحة صفات أوسع، لا كدليل منفرد نهائي. لذلك يجب تفسير عبارة **urease test positive bacteria** ضمن سياق العينة، والزمن، والوسط، وبقية الاختبارات، وليس كهوية ميكروبية مستقلة بذاتها [1].

تظهر أيضًا استفسارات مثل **candida albicans urease test** لأن بعض الفطريات قد تدخل في اختبارات تفريقية تعتمد على اليوريا أو إنزيمات أخرى. النقطة التقنية هنا أن اليوريا ليس "علامة عامة لكل الممرضات"؛ بل نشاط إنزيمي تختلف دلالته حسب المجموعة الميكروبية. وعند استخدام Urease كمكوّن بحثي أو تعليمي،

ينبغي الفصل بين كيمياء الإنزيم وبين أي تفسير سريري يتطلب مختبرًا مؤهلًا وإطارًا تشخيصيًا خاصًا [1].

من الاختبار إلى التطبيق: أين يقدّم Urease قيمة عملية؟

تتشارك تطبيقات Urease في خطوة كيميائية واحدة، لكنها تختلف جذريًا في الهدف والوسط وطريقة القياس. في اختبار اليورياز، الهدف هو الكشف عن نشاط يحوّل اليوريا؛ في الحساسات الحيوية، الهدف هو توليد إشارة متناسبة مع اليوريا أو نشاط الإنزيم؛ وفي المعالجة البيئية، الهدف قد يكون ترسيب كربونات تثبّت معدنًا ثقيلًا أو تغيّر خواص وسط ملوث. هذا التمييز مهم لأن نجاح التطبيق لا يعتمد على الإنزيم وحده، بل على تصميم النظام حوله [3].

المجال التطبيقي	دور Urease في النظام	المخرجات المرصودة أو المطلوبة	نقاط تحكم تقنية
urease test / rapid urease test	حلمهة اليوريا لإظهار نشاط يورياز في عينة أو كائن دقيق	تغير قلوية أو لون أو إشارة اختبار	تفسير النتيجة ضمن نظام الاختبار وليس من الإنزيم وحده
الحساسات الحيوية لليوريا	تحويل اليوريا إلى نواتج قابلة للرصد كهربائيًا أو بصريًا	إشارة مرتبطة بتركيز اليوريا أو النشاط	ثبات الإنزيم، الانتقائية، توافق الغشاء أو الحامل
الترسيب الكربوناتي الإنزيمي	توليد أمونيا وكربونات لرفع القلوية وترسيب كربونات مع أيونات معدنية	تكوين معدن كربوناتي أو تثبيت ملوث	مصدر الكالسيوم، انتقال الكتلة، إدارة الأمونيا
معالجة مياه أو تربة ملوثة بالمعادن	دعم ترسيب أو تثبيت معادن مثل الرصاص والكادميوم والنحاس	خفض ذوبانية أو حركة المعدن	تركيب الوسط، المنافسة الأيونية، سلامة النواتج
دراسات نشاط التربة	مؤشر على دورة النيتروجين وتحول اليوريا	نشاط إنزيمي مرتبط بخصوبة أو اضطراب بيئي	طبيعة التربة، المادة العضوية، المجتمع الميكروبي

في الحساسات الحيوية، لا يكون Urease مجرد كاشف لون، بل عنصر انتقائية داخل بنية قد تشمل غشاءً أو قطبًا أو مادة حاملة. تنتج الإشارة من أثر كيميائي ثانوي لحلمهة اليوريا، مثل تغير pH أو تركيز أيون أو موصلية. ولذلك تُعد صياغة الإنزيم وتثبيته وحمايته من الفقد أو التثبيط جزءًا من الأداء، وهي قضايا متكررة في الأدبيات الحديثة عن استخدام الإنزيمات وتقنيات تثبيتها في أنظمة غذائية وحيوية [5].

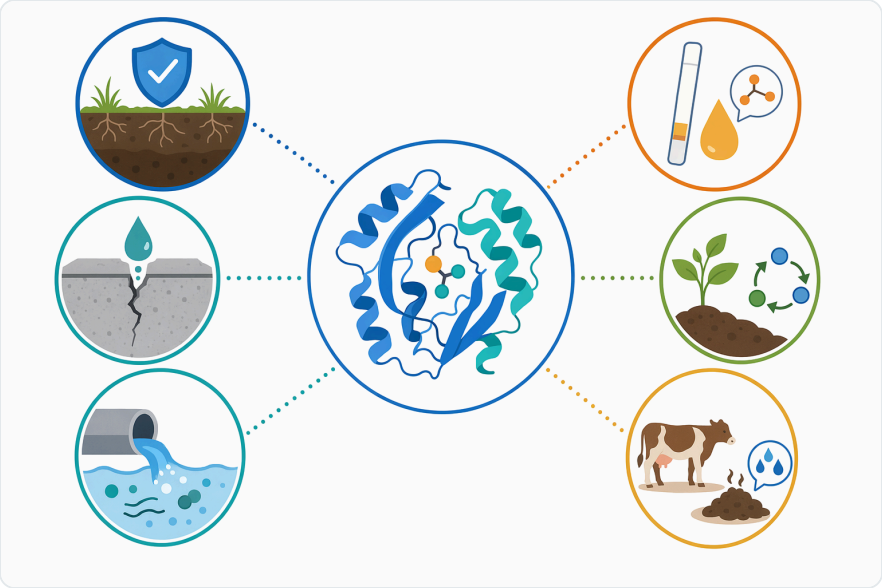

Figure 3. 우레아제는 생물광물화, 환경 처리, 진단 및 질소 관리 분야에 사용 .된다

في البيئة، توسعت الأبحاث في استخدام اليورياز أو البكتيريا المنتجة لليورياز لتكوين كربونات معدنية قادرة على تثبيت عناصر ثقيلة. في دراسة عن المعالجة الحيوية لتلوث الكادميوم، استُخدمت بكتيريا منتجة لليورياز لدفع التمعدن الحيوي وتقليل حركة الكادميوم، ما يوضح كيف يمكن للنشاط الإنزيمي أن يتحول من ظاهرة حيوية إلى أداة هندسية لمعالجة التلوث [6].

وتشير مراجعات أحدث إلى أن الترسيب الكربوناتي الميكروبي أو الإنزيمي قد يكون مسارًا صديقًا للبيئة نسبيًا لتثبيت معادن ثقيلة، لأنه يعتمد على توليد كربونات داخل الوسط بدل إضافة مواد ترسيب قاسية فقط. غير أن نجاحه مشروط بإدارة اليوريا والأمونيا والأيونات المعدنية والتجانس؛ فالعملية ليست إضافة Urease إلى تربة أو ماء فحسب، بل شبكة تفاعلات يتحكم فيها pH والانتشار والتشبع المعدني [2].

الترسيب الكربوناتي بوساطة Urease في تثبيت المعادن الثقيلة

تعمل تقنية الترسيب الكربوناتي الإنزيمي على فكرة بسيطة ظاهريًا: إذا وُجدت يوريا ومصدر مناسب لأيونات معدنية، فإن Urease يرفع القلوية ويزيد توافر الكربونات، ما يدفع تكوين رواسب كربوناتية. يمكن لهذه الرواسب أن تلتقط أو تشارك في تثبيت معادن مثل الرصاص والكادميوم والنحاس، عبر الترسيب المباشر أو الإدماج أو الامتزاز على أسطح المعادن المتكونة. هذا يجعل الإنزيم ذا صلة بمعالجة المياه والتربة الملوثة، خصوصًا عندما تكون حركة المعدن وسميته مرتبطة بذوبانيته [3].

في مياه تحتوي على معادن ثقيلة، تبرز أهمية التحكم في التسلسل الكيميائي: اليورياز يحوّل اليوريا، القلوية ترتفع، الأنواع الكربوناتية تتراكم، ثم تصبح بعض المعادن أقل ذوبانًا عند توافر شروط التشبع. أظهرت دراسة حديثة على يورياز فول الصويا أن الترسيب الكربوناتي المحفَّز إنزيميًا يمكن أن يساهم في إزالة النحاس والرصاص والكادميوم من الماء، وهو مثال واضح على تحويل نشاط إنزيمي إلى وظيفة معالجة مائية [3].

في تربة مكبات النفايات أو الأراضي الملوثة، يصبح التحدي أكبر لأن المسام، والمادة العضوية، والأملاح، وتوزع الماء، وحركة الغازات كلها تؤثر في التفاعل. تناولت أعمال حديثة استخدام **enzyme-induced carbonate precipitation** لتثبيت تربة ملوثة بالمعادن الثقيلة، مع ربط ذلك بمفاهيم الاستدامة واستعادة الموارد. الرسالة العملية هي أن Urease يمكن أن يكون محفزًا مركزيًا، لكن فعالية المعالجة تتحدد بقدرة النظام على إيصال الركائز والتحكم في تكوين الرواسب داخل المصفوفة الحقيقية [4].

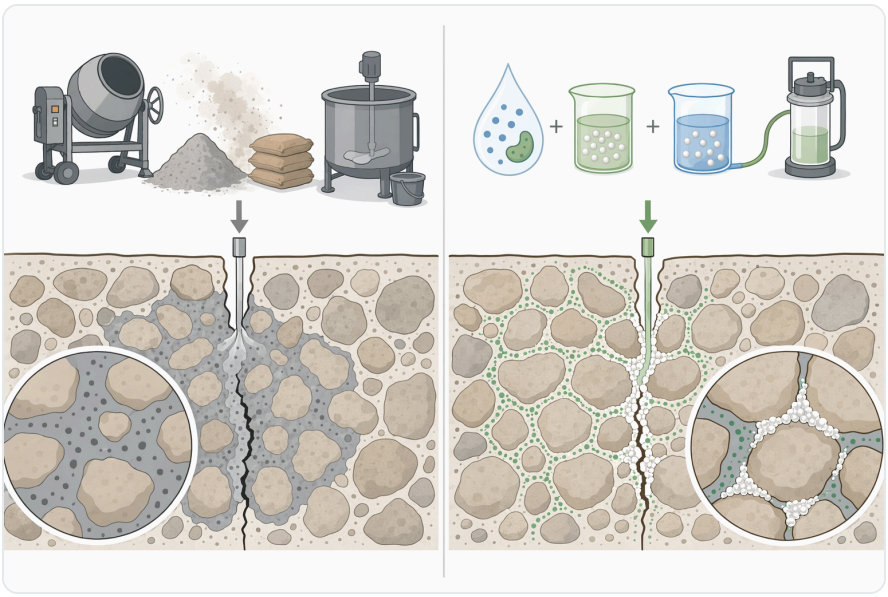

Figure 4. 탄산염 그라우팅에서 우레아제 기반 광물화는 기존 시멘트계 처리에 의존하지 않고 온화한 조건에서 현장에서 방해석을 형성할 수 있다.

كما دُرست أنظمة مشتقة من النباتات تقودها اليورياز لتثبيت المعادن في التربة، وهو اتجاه مهم لأنه يحاول استخدام مصادر حيوية أقل تعقيدًا من الكائنات الحية الكاملة. في هذه الأنظمة، يكون التركيز على الاستفادة من النشاط الإنزيمي نفسه دون الاعتماد الكامل على نمو بكتيري في موقع ملوث. ومع ذلك، تبقى اعتبارات السلامة وإدارة الأمونيا وتوزيع الكربونات ضرورية قبل ترجمة أي نتيجة بحثية إلى تطبيق ميداني [7].

Urease في التربة: نشاط مفيد ومؤشر حساس وليس دائمًا هدفًا للإضافة

في التربة، يعكس نشاط اليورياز قدرة المجتمع الحيوي والمادة العضوية على تحويل اليوريا، ولذلك يُستخدم كثيرًا كمؤشر حيوي في دراسات خصوبة التربة أو اضطرابها. عند إضافة اليوريا كسماد، يؤدي النشاط المرتفع إلى تحرير سريع للأمونيا/الأمونيوم، وهي خطوة أساسية في دورة النيتروجين، لكنها قد ترتبط أيضًا بفقد النيتروجين إذا توافرت ظروف تطاير أو غسيل أو تحولات لاحقة غير مرغوبة. لذلك لا يعني ارتفاع **urease activity** دائمًا نتيجة زراعية أفضل؛ بل يجب تفسيره ضمن كيمياء التربة وإدارتها [8].

في دراسات التلوث، يُقاس نشاط إنزيمات التربة، بما فيها اليورياز، لتقييم أثر الملوثات أو المعالجات على الوظيفة الحيوية للتربة. على سبيل المثال، قيّمت أبحاث معالجة تلوث الكادميوم أثر إضافات معينة من خلال تثبيت الكادميوم، وأنشطة إنزيمات التربة، وامتصاص النبات للمعدن. هذا يوضح أن اليورياز ليس فقط أداة لتحويل اليوريا، بل أيضًا مؤشر على حالة بيولوجية وكيميائية في التربة [8].

كما تظهر إنزيمات التربة في دراسات التلوث النفطي والمعادن المتعددة لأن النشاط الإنزيمي يتأثر بضغط الملوثات وبالترميم الحيوي أو الفيزيائي-الكيميائي. في هذه السياقات، قد يشير تغير اليورياز إلى استعادة جزئية للنشاط الميكروبي أو إلى استمرار الإجهاد. لذلك فإن استخدام Urease كمادة خام يختلف عن قياس نشاط اليورياز الطبيعي في تربة؛ الأول تدخل محفز، والثاني مؤشر بيئي ضمن نظام طبيعي معقد [9].

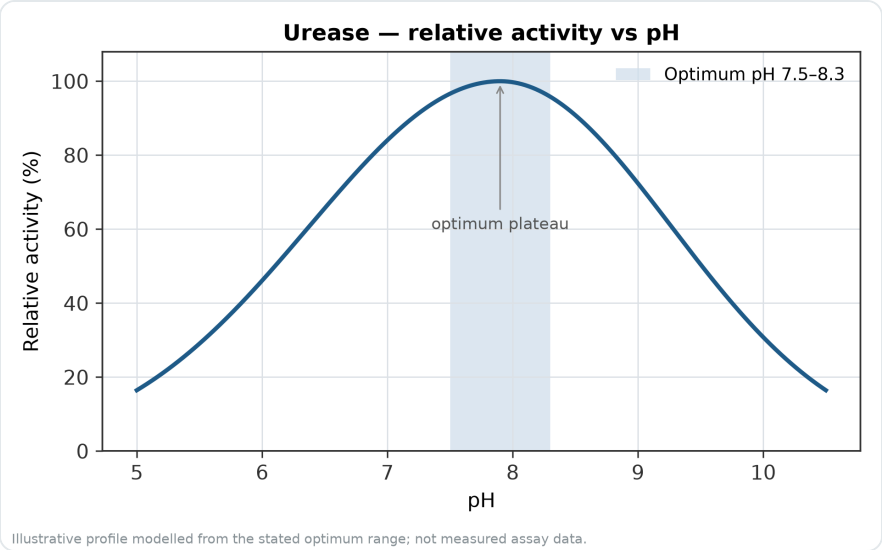

Figure 5. pH에 따른 우레아제의 상대 활성으로, pH 7.5–8.3에서 최적 활성 구간이 나타난다.

Urease والكائنات المنتجة لليورياز: أمثلة ودلالات ميكروبية

مصطلح **urease producing bacteria** يشير إلى بكتيريا تمتلك القدرة على إنتاج إنزيم اليورياز واستخدامه في بيئاتها. بعض هذه الكائنات تستفيد من اليورياز لمعادلة الحموضة، وبعضها يشارك في دورات النيتروجين أو تكوين المعادن. في أبحاث المعالجة، تكون البكتيريا المنتجة لليورياز ذات قيمة لأنها تستطيع توليد النشاط الإنزيمي داخل موقع المعالجة، بينما يقدم الإنزيم المعزول أو التجاري خيارًا مختلفًا يعتمد على إضافة النشاط مباشرة دون الحاجة إلى نمو ميكروبي [6].

تظهر أسئلة مثل **urease test positive bacteria** و**urease-positive bacteria examples** لأن الاختبار يساعد على فرز كائنات في المختبر. لكن النتيجة الموجبة لا تكفي وحدها لتحديد النوع، إذ قد تشترك أجناس مختلفة في إنتاج اليورياز. وبالمثل، فإن نتيجة سلبية في سياق مثل **shigella urease test** تُقرأ كجزء من صفات بيوكيميائية أوسع. لذلك تظل اختبارات اليورياز أدوات تصنيفية مساعدة، لا بدائل عن منظومة تعريف ميكروبي كاملة [1].

في حالة *Helicobacter pylori*، يكتسب اليورياز أهمية خاصة لأن الإنزيم يساعد البكتيريا على التكيف مع بيئة حمضية عبر توليد أمونيا محلية. ولهذا تُعد **rapid urease tests** من التطبيقات المعروفة في التشخيص السريري، لكن استخدامها يخضع لمتطلبات عينة وقراءة وتفسير لا تنطبق على مادة Urease الموردة للاستخدامات المهنية العامة. من المهم ألا تُسوَّق مادة Urease على أنها اختبار سريري مكتمل أو بديل لأي إجراء طبي معتمد [1].

العوامل التي تؤثر في الأداء دون تحويل الوثيقة إلى بروتوكول

يتأثر أداء Urease بتركيب الوسط أكثر مما توحي به المعادلة البسيطة. وجود اليوريا ضروري لكنه غير كافٍ؛ فالرقم الهيدروجيني، والأملاح، والمعادن، والمثبطات، والبروتينات الأخرى، والمذيبات، والمواد الحاملة يمكن أن تغيّر سرعة التفاعل أو ثبات الإنزيم. كما أن تراكم النواتج قد يغيّر البيئة حول الإنزيم تدريجيًا، خاصة في الأنظمة محدودة الحجم أو ضعيفة التبادل [1].

في أنظمة الترسيب الكربوناتي، يلزم أيضًا التفكير في انتقال الكتلة: هل تصل اليوريا إلى موضع الإنزيم؟ هل تتوافر الأيونات المعدنية في المكان نفسه؟ هل تتشكل الرواسب على سطح مرغوب أم تسد المسام مبكرًا؟ هذه الأسئلة هندسية وليست إنزيمية فقط، وهي سبب اختلاف النتائج بين محلول بسيط وتربة حقيقية أو ركيزة مسامية. الأدبيات الحديثة عن تثبيت تربة ملوثة تؤكد أن قابلية التطبيق تعتمد على تصميم النظام الكامل، لا على نشاط Urease وحده [4].

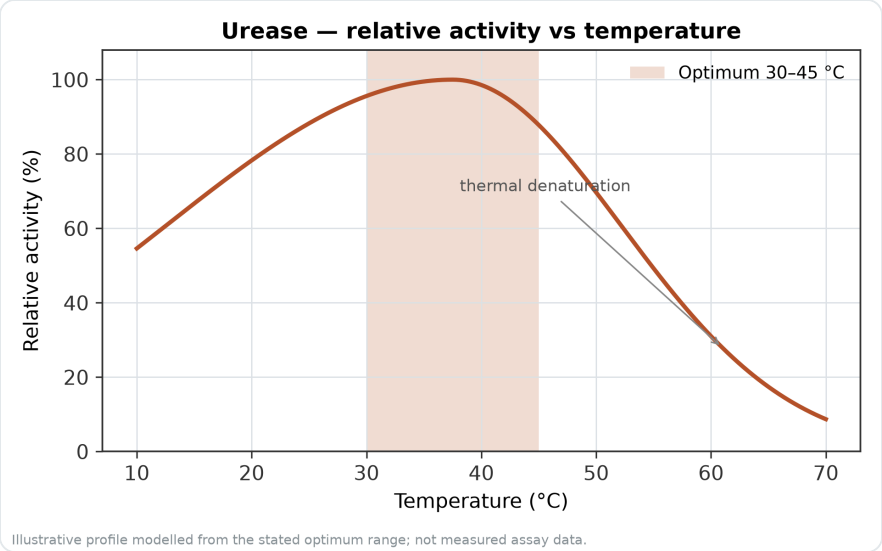

Figure 6. 온도에 따른 우레아제의 상대 활성으로, 30–45°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열변성에 따른 특징적인 활성 감소가 나타난다.

أما في الحساسات والاختبارات، فثبات الإشارة يتأثر بترسيب الأملاح، وتغير pH، واستقرار المادة الحاملة، وإمكانية بقاء الإنزيم فعالًا بعد التخزين أو التشغيل. لذلك تهتم أبحاث تثبيت الإنزيمات بمواد مثل الشيتوسان ومصفوفات حيوية أخرى لتحسين الحماية والاستقرار، مع أن كل تطبيق يحتاج تصميمًا خاصًا. الفكرة العامة أن تثبيت Urease يمكن أن يحول النشاط من مادة ذائبة عابرة إلى عنصر وظيفي داخل جهاز أو غشاء أو سطح [5].

مقارنة بين Urease المضاف واليورياز الميكروبي في الأنظمة البيئية

يوجد مساران رئيسيان لاستخدام نشاط اليورياز في المعالجة: إضافة إنزيم Urease مباشرة، أو استخدام كائنات منتجة لليورياز. الإنزيم المضاف يعطي تحكمًا أوضح في مصدر النشاط ويتجنب بعض مخاطر إدخال كائنات حية، لكنه قد يتأثر بسرعة بالثبات والانتشار. أما النظام الميكروبي فيمكنه إنتاج الإنزيم في الموقع، لكنه يتطلب بقاء

الكائنات ونموها وتوافقها مع ظروف التربة أو الماء والملوثات [2].

في التمعدن الحيوي الميكروبي، قد تكون البكتيريا نفسها جزءًا من بنية الترسيب، حيث تعمل الخلايا كمواقع نواة أو أسطح تفاعل. في المقابل، في الترسيب المحفز إنزيميًا، يكون التركيز على نشاط Urease بوصفه محفزًا كيميائيًا حيويًا مستقلًا نسبيًا. الاختيار بين المسارين يتأثر بالامتثال البيئي، والتحكم في العملية، وخصائص الموقع، والحاجة إلى تجنب إدخال كائنات غير مرغوبة [7].

تُظهر أبحاث البكتيريا المعززة لنمو النبات والمعالجة المشتركة للتربة الملوثة أن المجتمعات الحيوية يمكن أن تؤثر في حركة الكادميوم والرصاص والزنك، وفي نمو النبات، وفي أنشطة التربة. هذا يبرز أن اليورياز في البيئة ليس عاملًا منفردًا؛ فهو يعمل ضمن شبكة تشمل جذور النباتات، والميكروبات، والمادة العضوية، والمعادن. لذلك يجب التعامل مع Urease التجاري كأداة محددة داخل هذه الشبكة، لا كبديل شامل لإدارة الموقع [10].

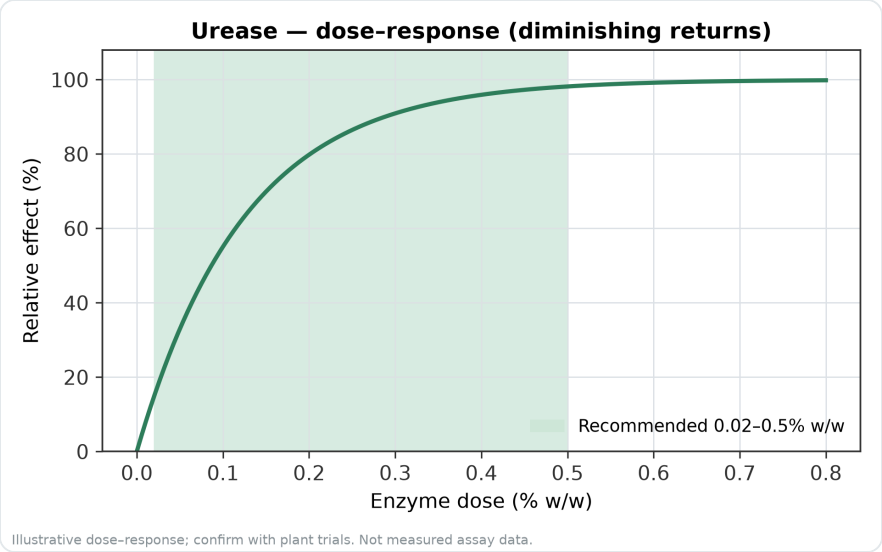

Figure 7. 권장 사용 범위(0.02–0.5% w/w)에서 우레아제의 용량–반응 관계를 .예시한 그래프

السلامة والامتثال والاستخدام المهني

Urease بروتين إنزيمي، لكنه لا يخلو من اعتبارات السلامة المهنية: يجب تجنب استنشاق المساحيق، وتقليل تولد الغبار، واستخدام ممارسات التعامل الملائمة للمواد البروتينية والإنزيمية. كما أن التفاعل نفسه قد يولد أمونيا ويرفع pH، وهذا مهم في الأوعية المغلقة أو الأنظمة التي تحتوي على مواد حساسة. لذلك ينبغي قراءة SDS المرفقة مع الطلب والالتزام بإجراءات السلامة الداخلية للمنشأة [1].

في التطبيقات البيئية، لا يكفي النظر إلى إزالة معدن من الطور المائي أو خفض حركته في اختبار قصير؛ يجب التفكير في استقرار الرواسب، واحتمال إعادة الذوبان، وتأثير الأمونيوم أو الأملاح المتبقية، ومتطلبات التخلص من المخلفات. تركز الأدبيات الحديثة على أن الترسيب الكربوناتي القائم على اليورياز واعد، لكنه يحتاج تقييمًا شاملًا للفعالية والاستدامة والآثار الثانوية قبل تبنيه كحل معالجة كامل [2].

في التطبيقات المرتبطة بـ **urease test method** أو **urease test procedure**، لا تقدم هذه الوثيقة بروتوكولًا ولا تحدد كواشف أو ظروف قراءة. السبب أن اختبارات اليورياز التشخيصية أو الميكروبيولوجية لها سياقات تنظيمية وتشغيلية خاصة، وقد تختلف أنظمة القراءة وتفسير اللون بين المنصات. دور هذه الصفحة هو شرح الأساس العلمي والوظيفي لإنزيم Urease كمادة مهنية، لا استبدال تعليمات مختبرية معتمدة [1].

معلومات منتج Enzymes.bio

تورّد Enzymes.bio إنزيم **Urease** للاستخدامات المهنية المناسبة في البحث، والتطوير، والتعليم التقني، والتحليل الحيوي، والأنظمة البيئية أو الصناعية التي تتطلب تحويل اليوريا. Enzymes.bio ليست جهة مصنّعة وليست مختبر اختبار؛ لذلك تُعرض المعلومات هنا كدعم تقني وتعليمي يساعد المستخدمين على فهم وظيفة الإنزيم وآليات استخدامه المحتملة ضمن أنظمتهم الخاصة.

المنتج متاح للشراء المباشر عبر الإنترنت بوحدة **1 kg**. بعد إتمام الطلب، تُرفق وثائق **CoA** و**SDS** مع الطلب لدعم إجراءات الجودة والسلامة الداخلية. لا تُعد هذه الوثائق وعدًا بأداء موحد في كل تطبيق؛ فالأداء يعتمد على الوسط، والركيزة، والتوافق الكيميائي، وطريقة الدمج في النظام النهائي.

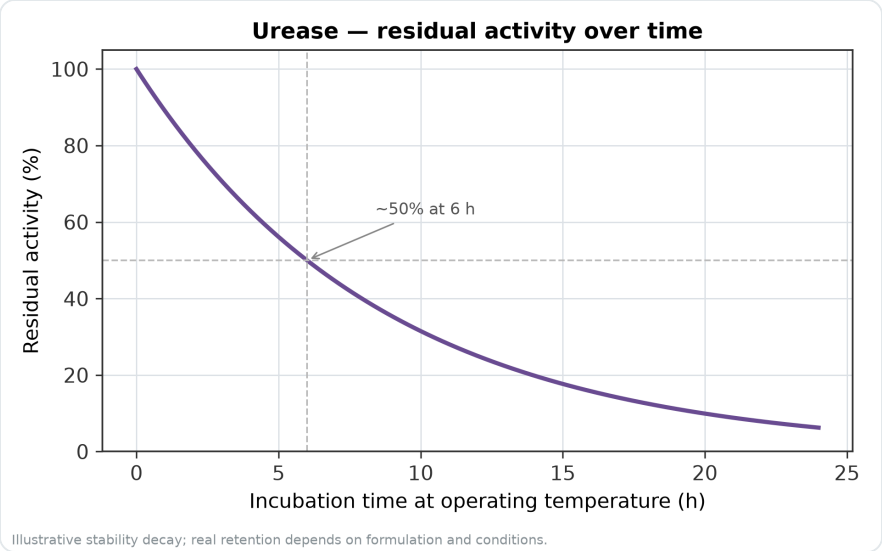

Figure 8. 우레아제의 열 안정성 감소를 예시한 그래프 — 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소한다.

عند إدخال Urease في مشروع B2B، أفضل قراءة تقنية له هي أنه محفز انتقائي لحلمهة اليوريا، لا حل مستقل. فإذا كان الهدف اختبارًا ميكروبيًا، فالنظام يحتاج عينة وتفسيرًا مناسبين؛ وإذا كان الهدف حساسًا حيويًا، فالنظام يحتاج تثبيتًا وقراءة إشارة؛ وإذا كان الهدف ترسيبًا كربوناتيًا، فالنظام يحتاج يوريا ومصدرًا معدنيًا وإدارة للنواتج والانتقال. هذه الرؤية تقلل سوء الاستخدام وتزيد احتمال الحصول على نتيجة قابلة للتكرار [3].

الخلاصة التقنية

إنزيم Urease من أكثر الإنزيمات وضوحًا من حيث الوظيفة: يحفز حلمهة اليوريا إلى نواتج ترفع القلوية وتدخل في اتزانات كربوناتية وأمونيومية. هذه الخاصية نفسها تفسر استخدامه في **urease test** و**rapid urease test**، وفي الحساسات الحيوية، وفي دراسات التربة، وفي الترسيب الكربوناتي لمعالجة المعادن الثقيلة. ومع ذلك، تختلف قوة الدليل وسهولة التطبيق من مجال لآخر؛ فالتحويل الإنزيمي الأساسي راسخ، بينما تعتمد تطبيقات المعالجة والمواد على تصميم نظام كامل وإدارة دقيقة للنواتج [2].

بالنسبة إلى العملاء المهنيين، يقدم Urease قيمة عندما تكون اليوريا جزءًا محددًا من المشكلة أو عندما تكون القلوية والكربونات الناتجة عن حلمهتها مفيدة وظيفيًا. Enzymes.bio تورّد Urease بوحدة 1 kg عبر الشراء المباشر عبر الإنترنت، مع CoA وSDS مرفقتين بالطلب، بحيث يمكن للفرق التقنية إدماجه في تطبيقات مصممة وفق متطلبات السلامة والجودة والامتثال الخاصة بها.

اطلب Urease 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 Urease →

المراجع

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

1. *Wikipedia*. Urease.
2. Rajasekar, A., Omoregie, A., & Kui, K. (2025). Urease-Catalyzed Microbial and Enzymatic Carbonate Precipitation for Eco-Friendly Heavy Metal Remediation.. *Letters in Applied Microbiology*.
3. Zeng, H., Jin, B., Xu, S., Han, L., Wang, J., Jia, H., Dapaah, M. F., ... et al. (2025). Removal of copper, lead and cadmium from water through enzyme-induced carbonate precipitation by soybean urease.. *Environmental Research*, 121610 .
4. Xu, W., Zheng, J., Cui, M., & Lai, H. (2025). Enzyme-Induced Carbonate Precipitation for the Stabilization of Heavy Metal-Contaminated Landfill Soils: A Sustainable Approach to Resource Recovery and Environmental Remediation. *Sustainability*.
5. Zhang, H., Feng, M., Fang, Y., Wu, Y., Liu, Y., Zhao, Y., & Xu, J. (2022). Recent advancements in encapsulation of chitosan-based enzymes and their applications in food industry. *Critical reviews in food science and nutrition*, 63, 11044 - 11062.

6. Zhao, X., Wang, M., Wang, H., Tang, D., Huang, J., & Sun, Y. (2019). Study on the Remediation of Cd Pollution by the Biomineralization of Urease-Producing Bacteria. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16.

7. Xu, W., Zheng, J., Lai, H., & Cui, M. (2025). Sustainable heavy metal immobilization in contaminated soils using plant-derived urease-driven biomineralization. *PLoS ONE*, 20, e0331241 - e0331241.

8. Li, S., Sun, X., Liu, Y., Li, S., Zhou, W., Ma, Q., & Zhang, J. (2020). Remediation of Cd-contaminated soils by GWC application, evaluated in terms of Cd immobilization, enzyme activities, and pakchoi cabbage uptake. *Environmental science and pollution research international*, 27, 9979-9986.

9. Xiao, F., Zhou, B., Duan, M., & Chen, X. (2023). EFFECT OF DIFFERENT REMEDIATION METHODS ON THE DEGRADATION RATE OF PETROLEUM HYDROCARBON AND ENZYME ACTIVITY IN PETROLEUM CONTAMINATED SOIL. *Applied Ecology and Environmental Research*.

10. Zhao, Y., Yao, J., Li, H., Sunahara, G., Li, M., Tang, C., Duran, R., ... et al. (2024). Effects of three plant growth-promoting bacterial symbiosis with ryegrass for remediation of Cd, Pb, and Zn soil in a mining area.. *Journal of Environmental Management*, 353, 120167. .

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.