

# Urease w kontrolowanej hydrolizie mocznika: enzym do detekcji, bioprocusów i mineralizacji CaCO<sub>3</sub>

Zespół badawczy Enzymes.bio · Wellington, Nowa Zelandia · June 19, 2026

Urease, czyli ureaza, katalizuje hydrolizę mocznika do amoniaku i dwutlenku węgla, co zwykle prowadzi do lokalnego wzrostu pH. Dzięki temu jest używana jako enzym techniczny i modelowy w detekcji mocznika, badaniach mikrobiologicznych, procesach środowiskowych, biomineralizacji węglanu wapnia oraz badaniach inhibitorów ureazy. Enzymes.bio dostarcza urease klientom B2B jako produkt dostępny online w jednostkach 1 kg; CoA i SDS są dostarczane wraz z zamówieniem.

## Czym jest urease i dlaczego jest ważna technicznie?

Urease to enzym z klasy hydrolaz amidowych, najczęściej opisywany jako EC 3.5.1.5, którego wyspecjalizowaną funkcją jest rozkład mocznika w środowisku wodnym. Reakcję można zapisać skrótkowo jako:  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NH}_3 + \text{CO}_2$ . W praktyce produkty tej reakcji nie są obojętne procesowo: amoniak podnosi zasadowość układu, a dwutlenek węgla uczestniczy w równowagach węglanowych, co czyni ureazę użytecznym narzędziem w analityce, mikrobiologii, gleboznawstwie i biotechnologii materiałowej <sup>[1]</sup>.

Najważniejszą cechą ureazy nie jest samo „usuwanie” mocznika, lecz przewidywalne sprzężenie reakcji enzymatycznej ze zmianą chemii roztworu. Tam, gdzie występuje mocznik, aktywna ureaza może szybko wygenerować amoniak, zwiększyć pH i przesunąć równowagi azotowe oraz węglanowe. To dlatego ten sam enzym pojawia się w tak różnych kontekstach jak biosensory mocznika, testy aktywności mikroorganizmów, badania nawozów mocznikowych, unieruchomione biokatalizatory do degradacji mocznika oraz enzymatycznie indukowana mineralizacja węglanu wapnia <sup>[2]</sup>.

Ureaza jest także klasycznym metaloenzymem niklowym. Jej centrum aktywne zawiera jony niklu, które umożliwiają aktywację substratu i wody oraz stabilizację przejściowych etapów hydrolizy. Z punktu widzenia klienta technicznego oznacza to, że aktywność enzymu zależy od zachowania struktury białka i integralności centrum aktywnego; denaturacja, niekorzystne pH, niektóre metale lub inhibitory mogą istotnie ograniczać działanie katalityczne <sup>[3]</sup>.

## Mechanizm działania: od mocznika do amoniaku, pH i węglanów

W centrum aktywnym ureazy cząsteczka mocznika jest ustawiana tak, aby wiązanie amidowe stało się podatne na atak nukleofilowy. Dinuklearne centrum niklowe stabilizuje substrat i ułatwia powstanie produktów reakcji. W uproszczeniu etap katalityczny prowadzi do powstania amoniaku oraz związku węglowego, który w środowisku wodnym przechodzi przez równowagi związane z dwutlenkiem węgla, wodorowęglanem i węglanem [3].

Dla zastosowań praktycznych najistotniejszy jest skutek makroskopowy: hydroliza mocznika zwiększa ilość amoniaku, a amoniak w wodzie podnosi pH. Ten efekt może być wykorzystany jako sygnał w systemach detekcyjnych albo jako czynnik uruchamiający kolejne procesy, np. wytrącanie węglanu wapnia w obecności jonów wapnia. Właśnie z tego powodu ureaza jest często opisywana jako enzym łączący biochemię azotu z inżynierią środowiskową i materiałową [4].

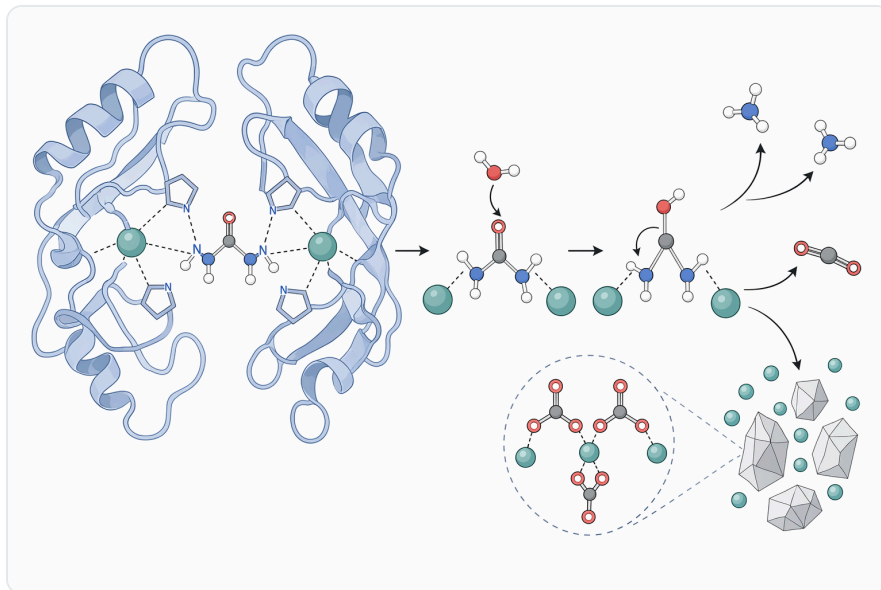


Figure 1. 우레아제는 요소를 암모니아와 이산화탄소로 가수분해하여 탄산염 침전을 유도할 수 있는 알칼리성 조건을 형성합니다.

Mechanizm ma też drugą stronę: jeśli wzrost pH lub emisja amoniaku są niepożądane, aktywność ureazy staje się parametrem ryzyka. W rolnictwie nadmiernie szybka hydroliza mocznika może sprzyjać stratom azotu, dlatego wiele badań koncentruje się na inhibitorach ureazy. W technologii procesowej z kolei trzeba pamiętać, że sam enzym może zmieniać środowisko reakcji, a więc warunki pracy układu nie są statyczne [5].

## Naturalne występowanie i znaczenie biologiczne ureazy

---

Ureaza występuje szeroko u bakterii, grzybów, roślin i niektórych bezkręgowców. U mikroorganizmów pełni funkcję metaboliczną, umożliwiając wykorzystanie mocznika jako źródła azotu, a u części drobnoustrojów pomaga przystosować się do środowiska poprzez lokalną zmianę pH. W glebie aktywność ureazy jest jednym z ważnych elementów przemian azotu, ponieważ decyduje o tempie przechodzenia mocznika w formy amonowe <sup>[1]</sup>.

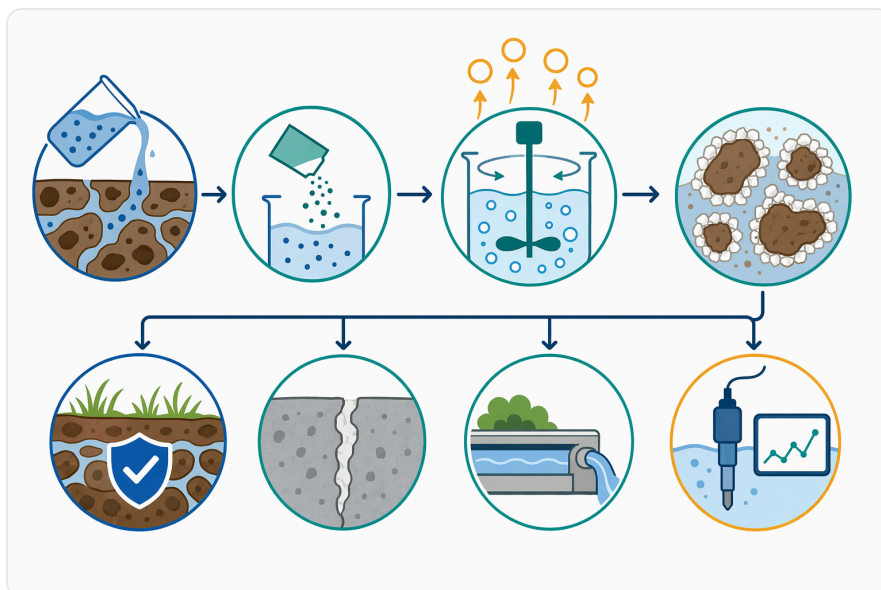
W roślinach ureaza jest związana z gospodarką azotową, a roślinne źródła enzymu od dawna służą jako materiał modelowy w enzymologii. Badania nad ureazą z nasion, w tym prace nad właściwościami biochemicznymi i termodynamicznymi ureazy roślinnej, pokazują, że enzym ten pozostaje interesujący nie tylko jako obiekt akademicki, ale także jako kandydat do zastosowań przemysłowych wymagających przewidywalnej hydrolizy mocznika <sup>[6]</sup>.

W mikrobiologii obecność lub brak aktywności ureazy ma znaczenie identyfikacyjne i fizjologiczne. Zapytania takie jak „**Stenotrophomonas maltophilia urease test**” czy „**Micrococcus luteus urease test**” odzwierciedlają praktyczne zainteresowanie interpretacją testów ureazowych dla konkretnych taksonów. Należy jednak rozdzielać dwa poziomy: komercyjna urease jako enzym techniczny nie jest testem diagnostycznym, natomiast reakcja ureazy jako zjawisko biochemiczne jest podstawą wielu mikrobiologicznych układów różnicujących <sup>[2]</sup>.

## Główne zastosowania B2B urease

---

Urease jest szczególnie przydatna tam, gdzie mocznik ma zostać przekształcony w sposób kontrolowany, mierzalny albo użyty jako substrat do wygenerowania zmiany pH. W praktyce B2B najczęściej dotyczy to analityki i rozwoju biosensorów, badań nad nawozami i inhibitorami, procesów środowiskowych, biomineralizacji oraz zastosowań edukacyjno-demonstracyjnych w szkoleniach technicznych <sup>[1]</sup>.



**Figure 2.** 산업용 우레아제 공정은 제어된 요소 가수분해를 이용해 탄산염 광물화, 요소 제거 또는 암모니아 생성을 수행합니다.

Obszar zastosowania	Rola urease	Kluczowy efekt procesowy	Typowe ograniczenie interpretacyjne
Biosensory i analityka mocznika	Biokatalizator generujący sygnał chemiczny	Powstawanie amoniaku i wzrost pH	Sygnał zależy od matrycy, buforowania i interferencji
Mikrobiologia	Model enzymu ureolitycznego lub odniesienie do reakcji ureazowej	Wykrywalna alkalizacja środowiska	Wynik testu dla gatunku zależy od szczepu i procedury
Gleba i nawożenie	Enzym kluczowy dla przemian mocznika	Szybkie przejście mocznika w azot amonowy	Zbyt szybka hydroliza może sprzyjać stratom azotu
Badania inhibitorów	Cel działania związków hamujących	Spadek szybkości hydrolizy mocznika	Wyniki zależą od struktury inhibitora i układu badawczego
Biominieralizacja CaCO <sub>3</sub>	Źródło pH i jonów węglanowych pośrednio wspierające precipitację	Wytrącanie węglanu wapnia w obecności Ca <sup>2+</sup>	Kontrola jednorodności i kinetyki mineralizacji
Oczyszczanie strumieni z mocznika	Biokatalityczna degradacja mocznika	Zmniejszenie zawartości mocznika, powstawanie amoniaku	Konieczne jest zarządzanie produktem azotowym

## Biosensory, detekcja mocznika i systemy sygnałowe oparte na pH

---

W analityce urease działa jako biologiczny przetwornik: przekształca mocznik w produkty, które łatwiej powiązać z sygnałem pomiarowym. Jeśli układ zawiera element czuły na pH, przewodnictwo, amoniak lub zmianę składu jonowego, reakcja ureazy może zostać wykorzystana do pośredniego wykrywania mocznika. To podejście jest szeroko opisywane w przeglądach dotyczących właściwości i zastosowań ureazy <sup>[1]</sup>.

Zaletą takiego rozwiązania jest specyficzność enzymatyczna wobec mocznika, ale ograniczeniem jest zależność sygnału od środowiska. Bufory, skład próbki, obecność związków zakłócających oraz zdolność matrycy do pochłaniania amoniaku mogą zmieniać odpowiedź układu. Dlatego w projektach biosensorów urease nie jest „samodzielnym czujnikiem”, lecz elementem biologicznym wymagającym odpowiednio zaprojektowanego przetwornika sygnału <sup>[3]</sup>.

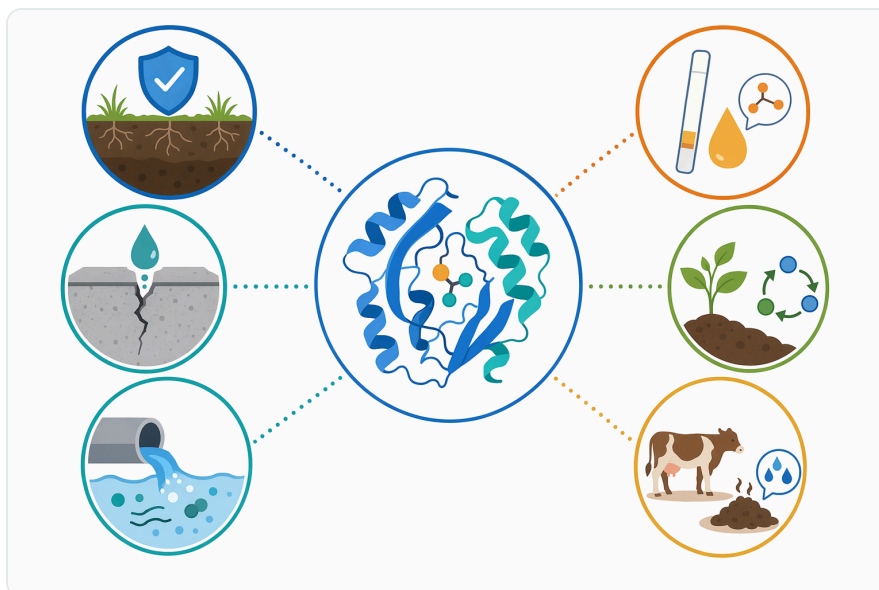
W systemach wizualnych i edukacyjnych zmiana pH jest szczególnie atrakcyjna, ponieważ może być obserwowana kolorymetrycznie. W systemach technicznych ten sam efekt można sprzęgnąć z czujnikami chemicznymi, materiałami pH-czułymi lub rozwiązaniami optycznymi. Z perspektywy B2B najważniejsze jest to, że enzym dostarcza powtarzalny mechanizm reakcji, a projektant systemu decyduje, jak tę reakcję przełożyć na sygnał użytkowy <sup>[2]</sup>.

## Urease w mikrobiologii: enzym, test ureazowy i interpretacja gatunkowa

---

Aktywność ureazy jest jedną z klasycznych cech fenotypowych wykorzystywanych w mikrobiologii, ponieważ wiele bakterii i grzybów różni się zdolnością do hydrolizy mocznika. Testy ureazowe zwykle opierają się na tym samym zjawisku: jeśli drobnoustrój wytwarza aktywną ureazę, mocznik zostaje rozłożony, a powstający amoniak alkalizuje środowisko. To pozwala powiązać aktywność enzymatyczną z obserwowalną zmianą sygnału <sup>[2]</sup>.

Warto jednak unikać uproszczenia, że „gatunek X zawsze daje wynik dodatni” albo „gatunek Y zawsze daje wynik ujemny”. Frazy takie jak **Stenotrophomonas maltophilia urease test** i **Micrococcus luteus urease test** są używane przez osoby szukające informacji o interpretacji konkretnych wyników, lecz wynik zależy od zastosowanego systemu identyfikacji, czasu inkubacji, szczepu i źródła referencyjnego. Artykuł techniczny o enzymie może wyjaśniać mechanizm testu, ale nie powinien zastępować zwalidowanej dokumentacji diagnostycznej <sup>[1]</sup>.



**Figure 3.** 우레아제는 생체광물화, 환경 처리, 진단 및 질소 관리 분야에 활용됩니다.

Dla dostawcy enzymu B2B istotne jest rozróżnienie produktu enzymatycznego od zestawu diagnostycznego. Urease może być używana w badaniach, walidacji koncepcji, demonstracji reakcji lub jako komponent rozwojowy, ale sama obecność enzymu w katalogu nie oznacza gotowego zastosowania klinicznego ani mikrobiologicznego systemu identyfikacyjnego [2].

## Rolnictwo, gleba i inhibitory ureazy

W glebach ureaza odpowiada za hydrolizę mocznika pochodzącego m.in. z nawozów mocznikowych, materii organicznej oraz odchodów. Powstający amoniak może zostać przekształcony w formy amonowe, pobierane przez rośliny lub dalej utleniane w procesach mikrobiologicznych. Aktywność ureazy jest więc jednym z parametrów opisujących tempo mineralizacji azotu i funkcjonowanie mikrobiomu glebowego [7].

Z punktu widzenia nawożenia problemem nie jest sama hydroliza, lecz jej tempo i miejsce zachodzenia. Zbyt szybkie uwalnianie amoniaku przy powierzchni gleby może zwiększać straty azotu i obniżać efektywność nawozu. Dlatego inhibitory ureazy są badane jako narzędzia opóźniające hydrolizę mocznika, wydłużające dostępność azotu i ograniczające niepożądane straty środowiskowe [5].

Aktywność ureazy jest także wykorzystywana jako wskaźnik zmian jakości gleby. Badania nad wpływem metali ciężkich, biocharu, digestatu, nawożenia azotowego czy zalesiania analizują aktywność enzymów glebowych, w tym ureazy, aby ocenić funkcjonowanie mikroorganizmów i obieg składników pokarmowych. Takie zastosowania nie polegają na dodawaniu komercyjnej ureazy do gleby, lecz na traktowaniu aktywności ureazowej jako biologicznego wskaźnika stanu ekosystemu [8].

## Biomineralizacja i wytrącanie węglanu wapnia wspomagane ureazą

Jednym z najdynamiczniej rozwijających się zastosowań ureazy jest ureolitycznie indukowana precypitacja węglanu wapnia. Mechanizm opiera się na tym, że hydroliza mocznika zwiększa pH i przesuną równowagi węglanowe w kierunku form sprzyjających wytrącaniu  $\text{CaCO}_3$ , jeśli w układzie obecne są jony wapnia. Ten proces jest badany w kontekście wzmocnienia gruntów, samonaprawy materiałów cementowych, immobilizacji zanieczyszczeń oraz tworzenia biogenicznych struktur mineralnych [4].

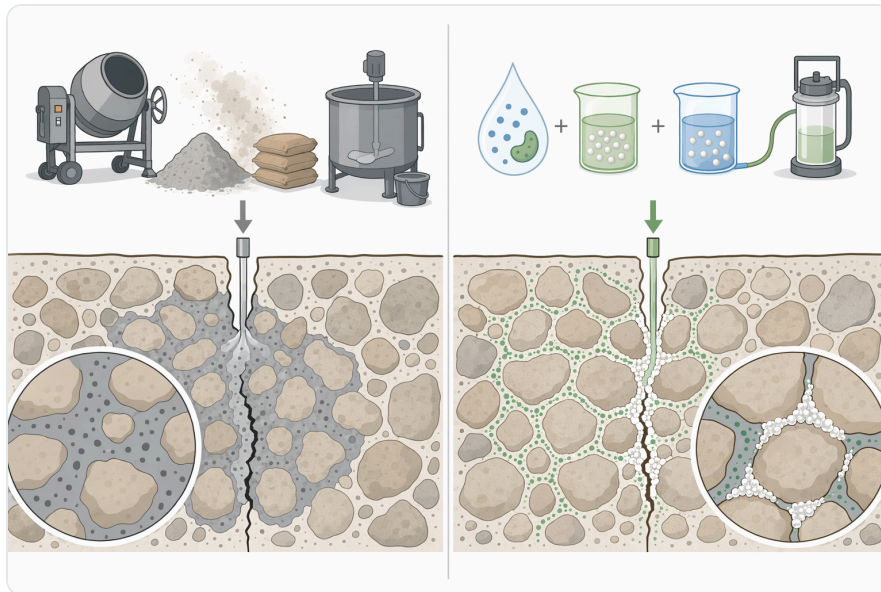


Figure 4. 탄산염 그라우팅에서는 우레아제 기반 광물화를 통해 기존 시멘트계 처리에 의존하지 않고 온화한 조건에서 현장에 방해석을 형성할 수 있습니다.

W literaturze rozróżnia się podejścia mikrobiologiczne i enzymatyczne. W wariacie mikrobiologicznym komórki ureolityczne produkują ureazę in situ, natomiast w wariacie enzymatycznym stosuje się enzym lub preparaty enzymatyczne bez konieczności utrzymywania żywych komórek. Oba podejścia wykorzystują ten sam rdzeń reakcji, lecz różnią się kontrolą procesu, wymaganiami środowiskowymi oraz źródłem aktywności katalitycznej [9].

Zastosowanie enzymatyczne może być atrakcyjne tam, gdzie obecność żywych mikroorganizmów jest niepożądana albo trudna do kontrolowania. Jednocześnie wytrącanie  $\text{CaCO}_3$  wymaga uważnego zarządzania dyfuzją reagentów, lokalnym pH, dostępnością jonów wapnia i powstawaniem produktów ubocznych. Urease nie „buduje” minerału samodzielnie; dostarcza warunków chemicznych, które umożliwiają mineralizację w odpowiednio zaprojektowanym układzie [4].

## Usuwanie mocznika i biokataliza środowiskowa

Urease może być stosowana w koncepcjach degradacji mocznika w strumieniach wodnych, ściekach lub modelowych układach środowiskowych. Jej rola jest jednoznaczna: przekształca mocznik do amoniaku i dwutlenku węgla, co może być pierwszym etapem dalszego oczyszczania azotu albo sposobem ograniczenia akumulacji mocznika w konkretnym procesie [10].

W zastosowaniach środowiskowych pojawia się jednak ważne ograniczenie: produkt reakcji, amoniak, również wymaga kontroli. Jeśli celem procesu jest pełne obniżenie ładunku azotu, sama hydroliza mocznika nie wystarcza; musi być połączona z dalszą konwersją, odzyskiem lub usuwaniem azotu amonowego. To odróżnia ureazę jako katalizator przemiany mocznika od kompletnej technologii oczyszczania azotu [11].

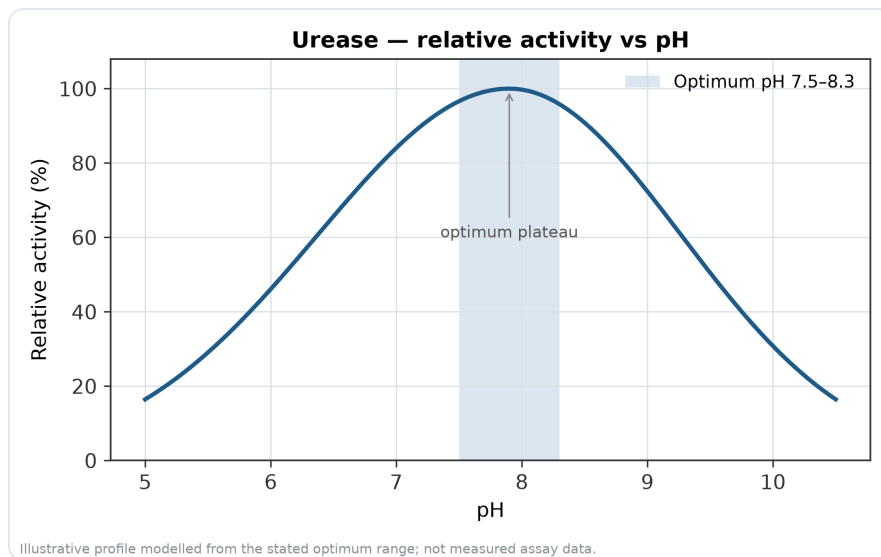


Figure 5. pH에 따른 우레아제의 상대 활성으로, pH 7.5–8.3에서 최적 활성 구간이 나타납니다.

Badania nad unieruchomioną ureazą, w tym agregatami sieciowanymi i materiałami nośnikowymi, wskazują, że immobilizacja może poprawiać użyteczność enzymu w procesach, gdzie liczy się stabilność operacyjna, możliwość separacji biokatalizatora i wielokrotne użycie. Nie zmienia to podstawowej chemii reakcji, ale zmienia sposób, w jaki enzym zachowuje się w układzie technologicznym [11].

## Badania inhibitorów ureazy: rolnictwo, zdrowie i projektowanie związków

Ureaza jest częstym celem badań inhibitorów, ponieważ jej aktywność bywa korzystna w jednym kontekście, a niepożądana w innym. W rolnictwie inhibitory mają ograniczać zbyt szybką hydrolizę mocznika. W mikrobiologii medycznej hamowanie ureazy bywa analizowane w odniesieniu do

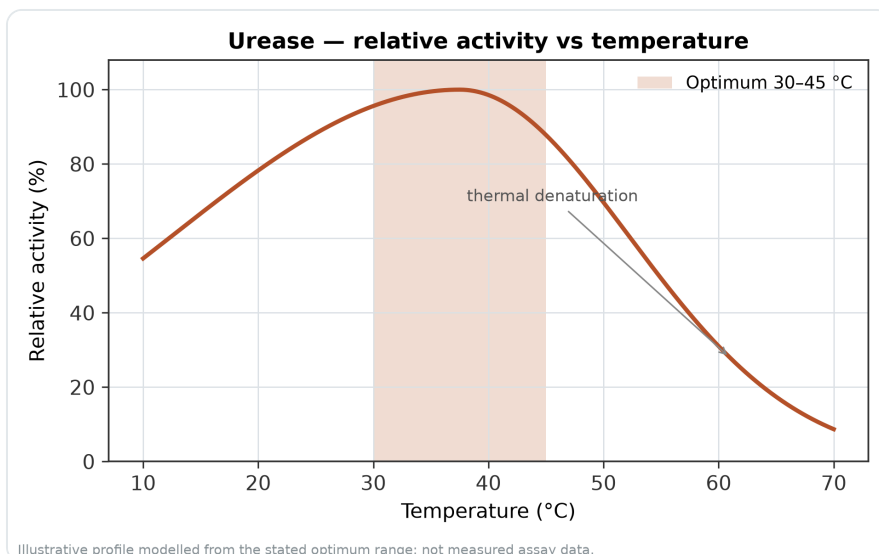
drobnoustrojów, dla których enzym wspiera przeżycie w niekorzystnym pH. W biotechnologii inhibitory są narzędziem do badania mechanizmu katalizy i oddziaływań ligand–białko [12].

Przykładem są badania flawonoidów i związków roślinnych, w których ocenia się zdolność cząsteczek do oddziaływania z ureazą oraz ograniczania jej aktywności. Prace nad taksyfoliną łączą kinetykę enzymatyczną z analizami spektroskopowymi, aby opisać mechanizm oddziaływania inhibitora z enzymem. Takie badania są ważne dla projektowania inhibitorów, ale ich wyniki zawsze trzeba interpretować w kontekście konkretnego układu doświadczalnego [13].

Innym nurtem są badania pochodnych tiomocznika, benzoyl-thiourea oraz analogów flawonoidów, które łączą eksperymenty glebowe, analizę biofizyczną i modelowanie komputerowe. Pokazuje to, że urease jest nie tylko enzymem użytkowym, lecz także platformą badawczą do oceny zależności między strukturą cząsteczki a efektem hamowania [14].

## Urease jako enzym modelowy w edukacji i rozwoju produktów

Urease jest szczególnie wygodna jako enzym modelowy, ponieważ jej działanie można powiązać z łatwo obserwowalną zmianą środowiska. W odróżnieniu od reakcji, których efekt wymaga złożonej aparatury, hydroliza mocznika może zostać przełożona na zmianę pH, barwy wskaźnika lub inny sygnał zależny od zasadowości. Dzięki temu enzym dobrze sprawdza się w szkoleniach technicznych, pokazach biokatalizy i wczesnym rozwoju systemów detekcyjnych [1].



**Figure 6.** 온도에 따른 우레아제의 상대 활성으로, 30–45 °C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도를 넘어서면 열 변성으로 인한 특징적인 활성 저하가 나타납니다.

W pracach rozwojowych urease pozwala testować koncepcję: czy dany materiał, sensor, matryca lub układ przepływowy potrafi odpowiedzieć na enzymatycznie generowaną zmianę chemiczną. To użyteczne w projektowaniu biosensorów, membran reaktywnych, materiałów pH-czułych i mikroukładów. Należy jednak pamiętać, że przeniesienie demonstracji do procesu przemysłowego wymaga osobnej walidacji stabilności, kompatybilności matrycy i kontroli produktów reakcji [2].

## Czynniki wpływające na działanie urease w procesach

---

Jak każdy enzym białkowy, urease wymaga warunków, które zachowują jej strukturę przestrzenną. Aktywność zależy od środowiska wodnego, dostępności mocznika, pH, temperatury, obecności inhibitorów, jonów metali i składników matrycy. Niektóre czynniki mogą wpływać bezpośrednio na centrum aktywne, inne zmieniają rozpuszczalność substratu, równowagi jonowe lub stabilność białka [3].

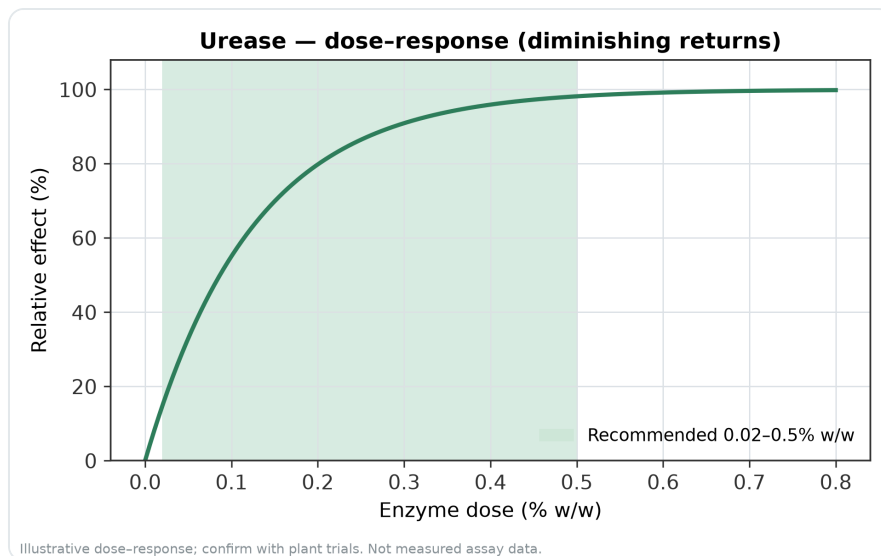
W praktyce szczególnie ważne jest buforowanie. Jeśli układ silnie buforuje pH, hydroliza mocznika może zachodzić, ale sygnał pH będzie słabszy niż w układzie słabo buforowanym. Odwrotnie, w słabo buforowanych roztworach nawet niewielka ilość powstającego amoniaku może wywołać dużą zmianę zasadowości. Dlatego w aplikacjach detekcyjnych i biomineralizacyjnych odpowiedź układu jest wynikiem zarówno aktywności enzymu, jak i pojemności chemicznej środowiska [4].

Znaczenie ma również forma użycia enzymu. Urease w roztworze zapewnia szybki kontakt z mocznikiem, ale może być trudniejsza do odzysku. Urease unieruchomiona na nośniku lub w strukturze żelowej może być łatwiejsza do separacji i bardziej użyteczna w układach powtarzalnych, choć dyfuzja substratu i produktów może ograniczać szybkość reakcji. Badania nad unieruchamianiem ureazy pokazują, że wybór formy biokatalizatora jest decyzją procesową, a nie tylko kwestią samego enzymu [11].

## Porównanie podejść: wolna urease, immobilizacja i mikroorganizmy ureolityczne

---

Wybór między wolną ureazą, enzymem unieruchomionym a mikroorganizmami wytwarzającymi ureazę zależy od celu procesu. Jeśli potrzebna jest prosta reakcja w roztworze, wolny enzym jest najłatwiejszy koncepcyjnie. Jeśli ważna jest powtarzalność i separacja, sensowne może być podejście immobilizowane. Jeśli proces ma zachodzić w środowisku biologicznym, np. w glebie lub biomineralizacji mikrobiologicznej, rolę katalizatora mogą pełnić komórki ureolityczne [9].



**Figure 7.** 권장 사용 범위(0.02–0.5% w/w)에서 우레아제의 용량-반응 관계를 나타낸 예시입니다.

Approach	Biggest advantage	Typical limitation	Example context
Free urease in solution	Direct contact with fertilizer and simple configuration	Harder to recover enzyme after process	Demonstrations, reaction studies, sensor prototypes
Immobilized urease	Better separation and potential for reuse	Diffusion limitations and dependence on carrier	Reactors, membranes, water streams
Ureolytic microorganisms	Enzyme production in process environment	Dependence on growth and cell metabolism	MICP, soil, biotechnology, environmental
Urease inhibitors	Control of unwanted fertilizer hydrolysis	Effectiveness depends on matrix and bond durability	Fertilizers, mechanistic studies, microbiology

This comparison shows that „urease” in practice does not mean a single universal technological solution. It indicates a catalytic mechanism that can be implemented in different process architectures. In B2B applications, the key is matching the form of use to the goal: detection requires a readable signal, nitrogen management requires nitrogen management, and biomineralization requires control of carbon balances and reagent transport [4].

## Ograniczenia i ryzyka interpretacyjne

---

Najczęstszym błędem jest traktowanie aktywności ureazy jako jednoznacznie korzystnej. W biosensorze wzrost pH jest pożądanym sygnałem, ale w glebie może oznaczać ryzyko strat azotu. W biomineralizacji alkalizacja może wspierać wytrącanie  $\text{CaCO}_3$ , ale zbyt szybka lub niejednorodna reakcja może pogorszyć kontrolę struktury mineralnej. Ten sam mechanizm może więc być zaletą lub problemem, zależnie od celu procesu <sup>[5]</sup>.

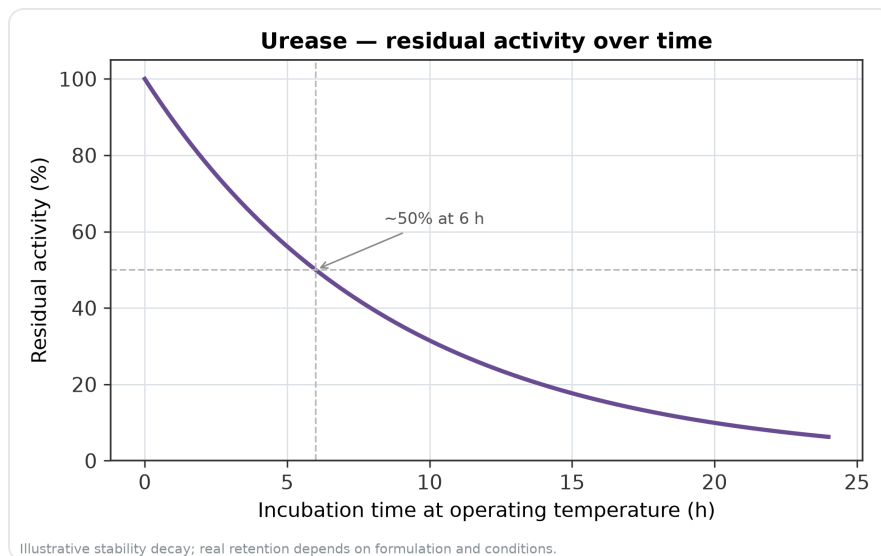
Drugim ograniczeniem jest przenoszenie wyników między matrycami. Urease badana w prostym roztworze nie musi zachowywać się identycznie w ścieku, zawiesinie mineralnej, ekstrakcie biologicznym, glebie czy materiale porowatym. Matryca może zmieniać dostępność mocznika, aktywność wody, dyfuzję produktów, pH lokalne oraz trwałość enzymu. Dlatego dane z literatury należy traktować jako podstawę projektowania, a nie automatyczną gwarancję efektu w innym układzie <sup>[3]</sup>.

Trzecia kwestia dotyczy zastosowań mikrobiologicznych. Wyszukiwania typu **micrococcus luteus urease test** czy **stenotrophomonas maltophilia urease test** często dotyczą identyfikacji drobnoustrojów, ale komercyjny enzym urease nie jest odpowiednikiem pełnego testu mikrobiologicznego. Urease może służyć do zrozumienia reakcji, kontroli koncepcji lub opracowania komponentu badawczego, natomiast interpretacja wyników gatunkowych wymaga zwalidowanych procedur i źródeł mikrobiologicznych <sup>[2]</sup>.

## Informacja produktowa Enzymes.bio

---

Enzymes.bio dostarcza **Urease** jako produkt B2B dostępny do zakupu online w jednostkach **1 kg**. Firma działa jako dostawca, a nie producent ani laboratorium badawcze. Dokumentacja CoA oraz SDS jest dostarczana wraz z zamówieniem.



**Figure 8.** 우레아제의 열 안정성 감소 예시 – 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소합니다.

Ten artykuł ma charakter techniczno-edukacyjny: wyjaśnia mechanizm działania ureazy, obszary zastosowań oraz ograniczenia interpretacyjne. Nie zastępuje dokumentacji dostarczanej z produktem ani wewnętrznej walidacji procesu po stronie użytkownika.

## Podsumowanie techniczne

Urease jest dobrze poznanym enzymem katalizującym hydrolizę mocznika do amoniaku i dwutlenku węgla. Jej znaczenie praktyczne wynika z tego, że reakcja prowadzi do mierzalnych zmian chemicznych: wzrostu pH, przesunięcia równowag azotowych i węglanowych oraz możliwości wytrącania węglanu wapnia w odpowiednim układzie jonowym [1].

Najważniejsze zastosowania B2B obejmują biosensory i detekcję mocznika, prace mikrobiologiczne związane z aktywnością ureazową, badania gleby i nawozów mocznikowych, rozwój inhibitorów, oczyszczanie strumieni zawierających mocznik oraz enzymatycznie wspomaganą biomineralizację  $\text{CaCO}_3$ . We wszystkich tych obszarach kluczowe jest zrozumienie, że urease nie jest uniwersalnym dodatkiem procesowym, lecz specyficznym katalizatorem reakcji mocznika [4].

Dla klientów technicznych wartość ureazy polega na przewidywalnym mechanizmie: substratem jest mocznik, produktem sygnałowym jest amoniak, a skutkiem procesowym często jest alkalizacja. Jeśli ten mechanizm pasuje do celu aplikacji, urease może być użytecznym enzymem do rozwoju systemów analitycznych, środowiskowych, materiałowych i badawczych [2].

## Zamów Urease online

Sprzedawany w jednostkach 1 kg, dostępny z magazynu i gotowy do wysyłki. Zamów bezpośrednio w naszym sklepie — zapłać online, a my przetworzymy Twoje zamówienie. Do każdego zamówienia dołączamy Certyfikat Analizy i Kartę Charakterystyki.

[Kup Urease →](#)

## Bibliografia

Ponumerowano według kolejności pierwszego cytowania. Źródła open access, każde zweryfikowane jako dostępne w momencie publikacji; numery cytowań w tekście prowadzą tutaj.

1. Kumar, M., Bhardwaj, M., Yadav, P., Vashishth, D., Chahal, S., Dalal, S., & Kataria, S. K. (2022). [A review on distribution, properties, genetic organization, immobilisation and applications of urease](#). *Journal of Applied and Natural Science*.
2. Ojha, A., Bandyopadhyay, T. K., & Das, D. (2025). [A comprehensive review on microbial urease: features and industrial applications](#). *Critical Reviews in Biotechnology*, 46, 1 - 24.
3. Ojha, A., Manna, T., Kumar, A., Shit, P., Mete, M., Das, D., & Bandyopadhyay, T. K. (2025). [Urease: Kinetic and Thermodynamic Mechanisms and Their Diverse Applications](#). *Exon*.
4. Ojha, A., Bandyopadhyay, T. K., & Das, D. (2025). [Unveiling the role of microbial urease in ureolysis-induced calcium carbonate precipitation, Its mechanistic insights, and emerging applications](#). *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 41.
5. Tavares, M. C., Santos Nascimento, I. J., Aquino, T. D., Oliveira Brito, T., Macedo, F., Modolo, L., Fátima, Â., ... et al. (2023). [The influence of N-alkyl chains in benzoyl-thiourea derivatives on urease inhibition: Soil studies and biophysical and theoretical investigations on the mechanism of interaction](#). *Biophysical Chemistry*, 299, 107042 .
6. Sindi, A. M., Zaman, U., Saleh, E. M., Kassem, A. F., Rahman, K., Khan, S. U., Alharbi, M. A., ... et al. (2024). [Biochemical and thermodynamic properties of de novo synthesized urease from Vicia sativa seeds with enhanced industrial applications](#). *International Journal of Biological Macromolecules*, 129190 .
7. Xue, S., Chen, F., Wang, Y., Shao, Z., Zhang, C., Qiu, L., Ran, Y., ... et al. (2021). [Effects of Co-Applications of Biochar and Solid Digestate on Enzyme Activities and Heavy Metals Bioavailability in Cd-Polluted Greenhouse Soil](#). *Water, Air and Soil Pollution*, 232.
8. Huang, S., Ding, Y., Xu, Y., Bao, Y., Lin, Y., Zhou, Z., & Wang, B. (2026). [Responses of Soil Enzyme Activities and Microbial Community Structure and Functions to Cyclobalanopsis gilva Afforestation in Infertile Mountainous Areas of Eastern Subtropical China](#). *Forests*.
9. Ma, Z., Chen, M., Lu, J., Liu, S., & Ma, Y. (2024). [Exploration of urease-aided calcium carbonate mineralization by enzyme analyses of Neobacillus mesonae strain NS-6](#). *Microbiology spectrum*, 13.
10. P, N. B. T. (2025). [Bioprospecting Of Soil Microflora For Urease Activity And Their Role In Urea Detoxification From Wastewater](#). *International Journal of Environmental Science*.

11. Zeinali, M., & Lenjannezhadian, H. (2017). Degradation of urea by entrapped cross-linked urease aggregates: a combinatorial approach to urease stabilization for environmental and industrial applications. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 15, 49-56.
12. Coelho, Y., Silveira, A., Oliveira, M. N., Silva, P. G. S., Pessoa, E. S., Tolomeu, H. V., Viana, L. D. S., ... et al. (2026). UREASE: UMA ENZIMA MULTIFACETADA NA INTERFACE ENTRE SAÚDE, AGRICULTURA E BIOTECNOLOGIA. *Química Nova*.
13. Ma, S., Gao, S., Yuan, J., Zhang, W., & Xuan, H. (2025). Enzyme kinetics and multi-spectroscopic analyses reveal the inhibitory effect and interaction mechanism of taxifolin on urease. *Spectrochimica Acta Part A - Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 349, 127385 .
14. Gupta, S., Bajaj, A. V., & Sohani, N. (2018). Applications of Computer-aided Approaches to Determine Urease Inhibitory Activities of Flavonoids Analogous. *Oriental Journal of Chemistry*.

### Skontaktuj się z Enzymes.bio

Masz pytania dotyczące zamówienia? Nasz zespół chętnie pomoże.

E-MAIL [wholesale@enzymes.bio](mailto:wholesale@enzymes.bio)

TELEFON (USA) **+1 (507) 428-6057**

[Skontaktuj się z nami →](#)



**400+** klientów B2B



**60+** partnerów badawczych z uczelni



**54** obsługiwanych na całym świecie

© 2026 Enzymes.bio · Dostawy enzymów przemysłowych i do przetwórstwa żywności · Nie do spożycia przez ludzi ani sprzedaży detalicznej.