

Catalase Enzimi: Hidrojen Peroksit Kalıntı Giderimi için B2B Uygulama Dokümanı

Enzymes.bio Araştırma Ekibi · Wellington, Yeni Zelanda · June 21, 2026

Catalase, hidrojen peroksiti su ve oksijene dönüştüren ve bu nedenle proseslerde kalan peroksitin azaltılması için kullanılan bir enzimdir; temel reaksiyon $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ şeklinde özetlenir. Enzymes.bio, catalase ürünlerini üretici veya laboratuvar olarak değil, çevrim içi enzim tedarikçisi olarak 1 kg birimler halinde sunar; CoA ve SDS siparişe birlikte sağlanır .

Catalase enzyme definition: katalaz ne yapar?

Catalase enzyme definition açısından en kısa tanım şudur: catalase, hidrojen peroksit ve catalase etkileşimi üzerinden hidrojen peroksitin parçalanmasını hızlandıran bir biyokatalizördür. Bu reaksiyon canlı sistemlerde oksidatif stresin sınırlanmasıyla ilişkilidir; örneğin oksidatif karaciğer hasarı modellerinde catalase, hidrojen peroksit yükünün ve reaktif oksijen türleriyle ilişkili hasarın değerlendirilmesinde temel antioksidan enzimlerden biri olarak ele alınmıştır ^[1].

Catalase enzyme function yalnızca biyolojik savunmayla sınırlı değildir; endüstriyel proseslerde de hidrojen peroksitin görevini tamamladıktan sonra sistemden uzaklaştırılması gereken durumlarda pratik değer taşır. Enzymes.bio'daki catalase ürün kategorisi, enzimi gıda ve içecek işleme, tekstil prosesi ve atık su gibi hidrojen peroksit kalıntısının kontrol edilmek istendiği uygulamalarla ilişkilendirir .

Yapısal düzeyde catalase, aktif bölgesinde hidrojen peroksit dönüşümünü mümkün kılan düzenli bir protein mimarisine sahiptir. Catalase'ın üç boyutlu yapısı üzerine erken dönem kristalografik çalışma, enzimin belirli bir katlanma düzeni ve aktif merkez geometrisiyle çalıştığını göstermiştir; bu, catalase'ın neden seçici bir hidrojen peroksit dönüştürücü olarak tanımlandığını anlamak için temel bilimsel bağlam sağlar ^[2].

Arama yapan kullanıcılar "catalase EC", "catalase enzyme definition" veya "catalase optimum pH" gibi terimlerle aynı enzimin farklı yönlerini araştırabilir. Bu dokümanda EC sınıflandırması, aktivite birimi tanımı veya test protokolü verilmez; odak, B2B proseslerde catalase enziminin hidrojen peroksit

kalıntısını azaltma işlevi ve bu işlevin uygulama sonuçlarıdır .

Temel mekanizma: hydrogen peroxide and catalase ilişkisi

Catalase'ın mekanizması, iki hidrojen peroksit molekülünün enzim yüzeyindeki aktif merkezle ardışık etkileşimi sonucunda su ve oksijen oluşmasına dayanır. Bu reaksiyonun proses açısından önemi, hidrojen peroksitin oksitleyici karakterini azaltırken sisteme tipik kimyasal nötralizasyon tuzları eklememesidir; bu nedenle catalase, peroksit kalıntısının ürüne, renge, aromaya, mikroorganizmalara veya sonraki enzimatik adımlara zarar verebileceği sistemlerde değerlendirilir [3].

Reaksiyon şu şekilde ifade edilir:

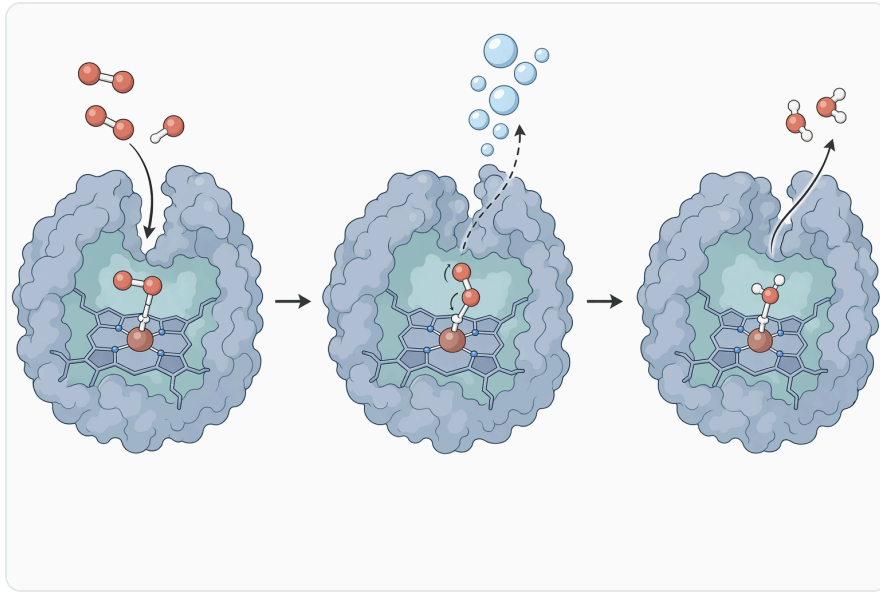
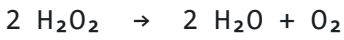


Figure 1. 카탈라아제는 재생되는 효소 중간체를 통해 과산화수소 두 분자를 물 두 분자와 산소 한 분자로 분해한다.



Bu denklem basit görünse de uygulama sonucu proses koşullarına bağlıdır. pH, sıcaklık, temas süresi, karıştırma, peroksit yükü ve matris bileşimi catalase performansını etkileyebilir; bu nedenle “catalase optimum pH” için tek ve evrensel bir sayı vermek yerine enzimin kaynağına, formülasyonuna ve uygulandığı matrise bağlı davranıştan söz etmek daha doğru olur [4].

Mekanizmanın somut sonucu, reaksiyon sırasında oksijen oluşumudur. Bu durum bazı uygulamalarda faydalı bir gösterge olarak görülse de B2B kullanımda asıl hedef gaz çıkışını gözlemek değil, hidrojen peroksit kalıntısının proses için kabul edilebilir düzeye indirilmesidir; catalase activity test veya catalase test gibi aramalar bu dönüşümün ölçülmesiyle ilişkilidir, ancak burada yöntem veya reaktif tarifi verilmez .

Catalase neden endüstriyel olarak değerlidir?

Hidrojen peroksit gıda, içecek, tekstil, ambalaj ve su arıtma gibi alanlarda güçlü ve kullanışlı bir oksitleyicidir. Ancak oksidatif görev tamamlandıktan sonra kalıntı peroksit istenmeyen reaksiyonlara yol açabilir: renk değişimi, aroma bozulması, fermantasyon baskılanması, boya tutarsızlığı veya biyolojik arıtma basamaklarında stres bunlar arasındadır .

Catalase enzimi bu noktada “kimyasalı başka bir kimyasalla nötralize etmek” yerine hedef molekülü doğrudan parçalama yaklaşımı sunar. Reaksiyon ürünlerinin su ve oksijen olması, özellikle kalıntı kimyasal yükünün sınırlanmak istendiği proseslerde catalase’ı anlaşılır ve uygulanabilir bir biyokatalitik seçenek haline getirir ^[3].

Buna rağmen catalase, her koşulda aynı performansı verecek genel bir katkı maddesi gibi değerlendirilmemelidir. Enzimler protein yapısında oldukları için yüksek sıcaklık, uç pH, oksitleyici yükün büyüklüğü, metal iyonları, yüzey aktif maddeler veya matris bileşenleri performansı değiştirebilir; catalase immobilizasyonu üzerine yapılan çalışmaların önemli bir bölümünün stabilite ve tekrar kullanılabilirlik konularına odaklanması bu nedenle şaşırtıcı değildir ^[4].

Başlıca B2B uygulama alanları

Gıda ve içecek proseslerinde peroksit kalıntısının azaltılması

Gıda ve içecek proseslerinde hidrojen peroksit, belirli yüzey, ambalaj veya ürün akışlarında mikrobiyal yükü azaltmak veya oksidatif işlem yapmak için kullanılabilir. Bu tür uygulamalarda catalase, hidrojen peroksitin görevini tamamladığı aşamadan sonra kalıntının azaltılması için konumlandırılır; Enzymes.bio’nun catalase kategorisi de gıda ve içecek işleme bağlamında bu kalıntı giderme işlevini öne çıkarır .

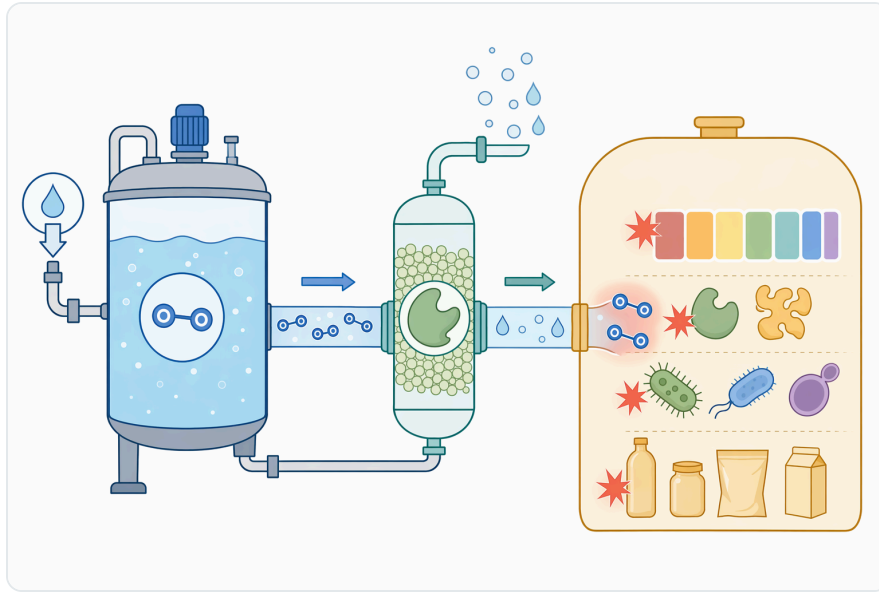


Figure 2. 잔류 과산화수소는 의도한 공정 단계가 끝난 뒤에도 활성을 유지해 이후 단계의 재료, 효소, 미생물 또는 폐수 처리 생물상에 영향을 줄 수 있다.

Süt ve süt ürünleri, yumurta ürünleri, içecek bazları veya ambalaj materyalleri gibi matrislerde kalıntı peroksit, ürün duyusal özellikleri veya sonraki proses adımları açısından istenmeyebilir. Catalase'ın doğrudan hidrojen peroksit dönüşümü, bu tip akışlarda oksidatif kalıntıyı azaltmak için proses tasarımına dahil edilebilecek bir mekanizma sağlar [3].

Glukoz oksidaz gibi hidrojen peroksit oluşturan enzimatik reaksiyonların yer aldığı sistemlerde catalase tamamlayıcı rol üstlenebilir. Burada mantık basittir: bir oksidaz reaksiyonu peroksit oluşturuyorsa, catalase bu yan ürünün su ve oksijene dönüşmesine yardımcı olarak aşağı akış işlemleri veya fermantasyon basamakları üzerindeki oksidatif baskıyı azaltabilir .

Tekstil proseslerinde ağartma sonrası peroksit kontrolü

Tekstilde hidrojen peroksit, özellikle ağartma adımlarında yaygın bir oksitleyici olarak kullanılır. Boyama veya apre öncesinde kumaş üzerinde kalan peroksit, boya kimyasıyla etkileşebilir ve renk tutarsızlığına yol açabilir; bu nedenle catalase, ağartma sonrası peroksit giderimi için pratik bir proses enzimi olarak değerlendirilir .

Bu uygulamada catalase'ın görevi kumaşı yeniden işlemek değil, ağartma görevini tamamlamış hidrojen peroksiti parçalamaktır. Su ve oksijen oluşumu, teorik olarak daha az kimyasal nötralizasyon ve daha kısa durulama stratejileriyle uyumlu bir mekanizma sunar; ancak gerçek su tasarrufu veya süre kazanımı kumaş tipi, proses ekipmanı ve başlangıç peroksit yüküne bağlıdır [4].

Tekstil tarafında catalase optimum pH veya sıcaklık aralığı, sahadaki boya öncesi banyoya ve kullanılan ürün formuna göre değerlendirilmelidir. Literatürde immobilize catalase sistemlerinin performansını iyileştirmeye yönelik çalışmalar, enzim stabilitesinin uygulama verimliliği için kritik olduğunu ve serbest enzimin davranışının her proste aynı şekilde varsayılmayacağını gösterir [4].

Endüstriyel atık su ve proses suyu

Hidrojen peroksit kullanılan hatlarda proses suyu veya atık su akışında kalıntı oksitleyici bulunabilir. Catalase, bu kalıntının su ve oksijene dönüşmesini sağlayarak biyolojik arıtma basamakları veya deşarj öncesi oksidatif baskının azaltılması için değerlendirilen bir enzimdir .



Figure 3. 산업용 카탈라아제의 활용은 식품 및 원료 가공, 포도당 산화효소 시스템, 섬유, 폐수 처리, 바이오공정 워크플로에서의 과산화물 제어에 집중된다.

Atık su bağlamında catalase'ın değeri, seçici reaksiyonundan gelir. Hidrojen peroksiti hedef alan biyokatalitik dönüşüm, özellikle kalıntı peroksitin biyolojik arıtma mikroorganizmaları üzerinde stres yaratabileceği durumlarda anlamlıdır; bitki-patojen-vektör sistemlerinde bile catalase kaynaklı H₂O₂ temizlenmesinin biyolojik etkileşimleri değiştirebildiği gösterilmiştir [3].

Buna karşılık endüstriyel atık su matrisleri genellikle karmaşıktır. Tuzlar, organikler, metaller, yüzey aktif maddeler ve sıcaklık dalgalanmaları enzimin davranışını etkileyebilir; bu nedenle catalase uygulamasının beklenen sonucu, yalnızca enzimin temel reaksiyonuna değil, proses suyunun kimyasal karakterine de bağlıdır [4].

Uygulama alanlarının karşılaştırması

| Uygulama alanı | Catalase'ın hedefi | Pratik değer | Dikkat edilmesi gereken sınır |
|----------------------------------|--|---|--|
| Gıda ve içecek işleme | Hidrojen peroksit kalıntısını azaltmak | Oksidatif kalıntının ürün veya sonraki işlem üzerindeki etkisini sınırlamak | Matris, sıcaklık, pH ve temas süresi sonucu değiştirir |
| Tekstil ağartma sonrası | Boyama öncesi kalan peroksiti parçalamak | Renk tutarlılığı ve durulama stratejileriyle uyumlu proses kontrolü | Kumaş tipi ve banyo koşulları belirleyicidir |
| Proses suyu ve atık su | Kalıntı oksitleyiciyi düşürmek | Biyolojik arıtma veya deşarj öncesi oksidatif stresi azaltmak | Karmaşık kimyasal matris enzim performansını etkileyebilir |
| Oksidaz içeren prosesler | Oksidaz reaksiyonlarından doğan H ₂ O ₂ 'yi yönetmek | Aşağı akış işlem ve fermantasyon basamaklarını korumak | Peroksit oluşum hızı ile catalase kapasitesi dengelenmelidir |
| Mikrobiyolojik tanımlama bağlamı | Catalase-positive bacteria ayrımı | Klinik veya araştırma amaçlı fenotipik bilgi | Bu doküman test yöntemi veya reaktif tarifi içermez |

Bu tablo, catalase enzyme function açısından ortak paydanın hidrojen peroksit giderimi olduğunu gösterir. Uygulama değerleri farklı sektörlerde farklı görünse de reaksiyon aynıdır: hidrojen peroksit, catalase varlığında su ve oksijene dönüştürülür ^[3].

Catalase test, catalase-positive bacteria ve endüstriyel katalaz farkı

“Catalase test”, “catalase-positive bacteria”, “moraxella catarrhalis catalase test”, “b subtilis catalase test”, “staphylococcus epidermidis catalase”, “corynebacterium catalase” ve “moraxella catarrhalis catalase” gibi aramalar çoğunlukla klinik mikrobiyoloji veya mikrobiyal tanımlama bağlamındadır. Bu bağlamda catalase, bakterilerin hidrojen peroksit parçalama kapasitesiyle ilişkili fenotipik bir özellik olarak ele alınır; bazı izolasyon çalışmalarında catalase sonucu mikrobiyal karakterizasyonun parçası olarak kullanılmıştır ^[5].

Endüstriyel catalase kullanımı ise farklıdır. Burada amaç bir bakteriyi tanımlamak değil, belirli bir üretim akışında hidrojen peroksit kalıntısını azaltmaktır; dolayısıyla “catalase positive bacteria” terimiyle aranan bilgi, Enzymes.bio üzerinden tedarik edilen catalase enziminin B2B kullanım amacıyla karıştırılmamalıdır .

Bu nedenle catalase test ifadesi bu dokümanda yalnızca terminolojik ayırım için geçer. Herhangi bir klinik, gıda güvenliği veya mikrobiyolojik tanımlama protokolü, reaktif düzeni veya analiz yöntemi burada verilmez; odak, catalase enziminin proseslerdeki biyokatalitik işlevidir [5].



Figure 4. 포도당 산화효소 시스템에서 카탈라아제는 포도당 전환 과정에서 생성된 과산화수소를 분해해 과산화물 제거 역할을 한다.

Catalase enzyme supplement ve foods containing catalase aramalarına not

“Catalase enzyme supplement” ve “foods containing catalase” aramaları tüketici sağlığı, beslenme veya yaşlanma karşıtı iddialarla ilişkili olabilir. Bu doküman catalase’ı gıda takviyesi olarak önermez; Enzymes.bio bağlamında ele alınan konu, endüstriyel ve profesyonel proseslerde hidrojen peroksit kalıntısının yönetilmesidir .

Gıdalarda doğal enzimler bulunabilir ve tohum filizlenmesi gibi biyolojik süreçlerde enzimatik aktivite değişimleri beslenme literatüründe incelenir. Ancak belirli gıdaların catalase içeriğinden yola çıkarak endüstriyel catalase performansı veya oral supplement etkisi hakkında sonuç çıkarmak doğru değildir; filizlenmiş tohumlar üzerine literatür, besinsel ve biyokimyasal değişimlerin karmaşık olduğunu gösterir [6].

B2B karar verici açısından önemli ayırım şudur: proses catalase ürünü, belirli bir üretim adımında hidrojen peroksit kalıntısını azaltmak için kullanılır. Tüketici kullanımına, sağlık beyanına veya catalase enzyme supplement iddialarına yönelik yorumlar bu teknik dokümanın kapsamı dışındadır .

Catalase optimum pH ve proses koşulları nasıl düşünülmeli?

Catalase optimum pH araması genellikle tek bir ideal değer beklentisiyle yapılır. Ancak pratikte pH optimumu enzimin kaynağına, formuna, immobilize olup olmamasına, tampon/matris bileşimine ve sıcaklığa bağlıdır; bu yüzden tek bir pH değerini tüm catalase ürünleri ve tüm sektörler için genellemek güvenilir değildir [4].

Aynı yaklaşım sıcaklık için de geçerlidir. Enzimatik reaksiyonlar sıcaklık arttıkça belirli bir noktaya kadar hızlanabilir, fakat protein yapısının bozulması performansı düşürebilir; catalase immobilizasyonu üzerine çalışmalar, enzimin stabilite ve katalitik performansının uygulama koşullarına bağlı olarak optimize edilmeye çalışıldığını göstermektedir [4].

Temas süresi ve karıştırma da önemlidir. Hidrojen peroksit ile catalase aynı hacimde yeterli temas kurmadığında reaksiyon tamamlanmayabilir; buna karşılık aşırı bekleme, yüksek sıcaklık veya agresif kimyasal ortam enzim performansını azaltabilir. Bu nedenle catalase uygulaması, prosesin gerçek akış koşulları içinde düşünülmalıdır .

Doğal catalase, immobilize catalase ve catalase-like sistemler

Doğal catalase enzimi, hidrojen peroksit dönüşümünü protein yapısı içinde gerçekleştirir. Protein-ligand etkileşimleri üzerine çalışmalar, catalase'ın aktif yapısının çevresel moleküllerle etkileşime girebildiğini ve bu etkileşimlerin spektroskopik ya da hesaplamalı yaklaşımlarla incelenebildiğini göstermiştir [7].

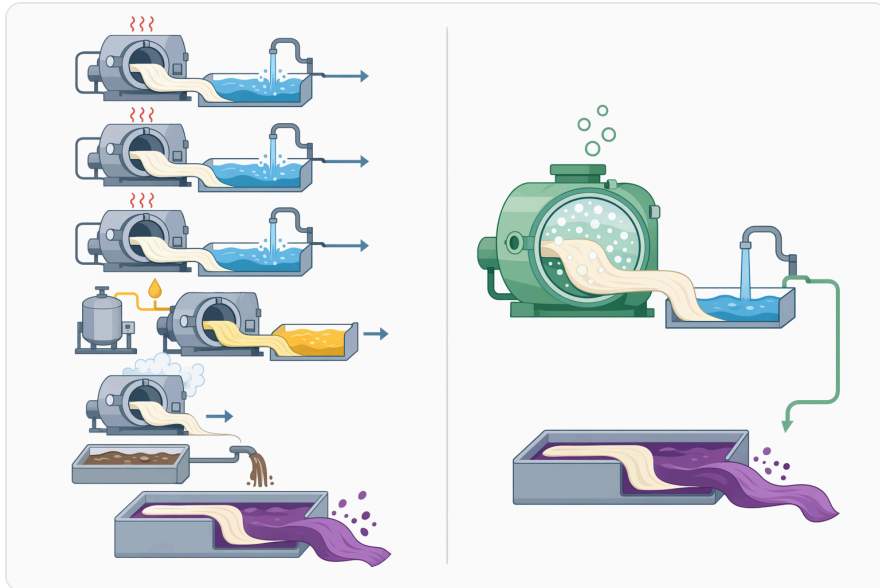


Figure 5. 카탈라아제는 과산화수소를 물과 산소로 특이적으로 전환한다는 점에서 단순 방치, 희석, 가열, 화학적 중화와 다르다.

Immobilize catalase sistemleri, enzimin bir taşıyıcıya bağlandığı veya bir matris içinde tutulduğu araştırma ve proses tasarımı yaklaşımlarıdır. Örneğin hollow silica nanosphere üzerinde catalase immobilizasyonuna yönelik bir çalışma, enzimi daha kararlı ve kullanılabilir hale getirme fikrini catalase performansı açısından incelemiştir ^[4].

Catalase-like malzemeler ise doğal enzim olmayan, fakat catalase benzeri hidrojen peroksit parçalama davranışı gösterebilen yapay veya nano-yapılı sistemlerdir. Cıva iyonu algılama için geliştirilen $\text{Cu}_2\text{O}@\text{Cu}_2\text{S}/\text{D-TA}$ COF heteroeklemlerli bir biyosensör çalışması, catalase-like özelliklerin analitik teknolojilerde de araştırıldığını göstermektedir ^[8].

Bu araştırma alanları ticari catalase kullanımına doğrudan eşitlenmemelidir. Enzymes.bio üzerinden tedarik edilen ürün bağlamında müşterinin ihtiyaç duyduğu temel bilgi, doğal catalase enziminin hidrojen peroksiti su ve oksijene dönüştürme işlevi ve bu işlevin gıda, tekstil veya proses suyu gibi gerçek uygulamalara nasıl bağlandığıdır .

Kanıt düzeyi: ne güçlü, ne koşula bağlı?

En güçlü kanıt, catalase'ın hidrojen peroksit parçalama fonksiyonudur. Bu işlev hem biyolojik antioksidan savunma çalışmalarında hem de catalase'ın yapısal ve biyokimyasal literatüründe merkezi bir özellik olarak ele alınır; oksidatif hasar modellerinde catalase aktivitesi, hidrojen peroksit yüküyle ilişkili savunma kapasitesini anlamak için temel göstergelerden biri olmuştur ^[1].

İkinci güçlü alan, catalase'ın proseslerde peroksit kalıntısını azaltmaya uygun bir mekanizma sunmasıdır. Enzymes.bio'nun catalase kategorisinde gıda ve içecek, tekstil ve atık su uygulamalarının birlikte ele alınması, enzimin ticari konumunun tek bir sektörle sınırlı olmadığını gösterir .

Koşula bağlı alan ise proses faydasının büyüklüğüdür. Daha kısa durulama, daha tutarlı boyama, fermantasyonun korunması veya atık su yönetiminde kolaylık gibi faydalar mekanizma açısından tutarlıdır; ancak her işletmede aynı düzeyde gerçekleşmesi beklenmemelidir. Matris koşulları ve enzim stabilitesi, immobilizasyon çalışmalarında da vurgulanan temel performans değişkenleridir ^[4].

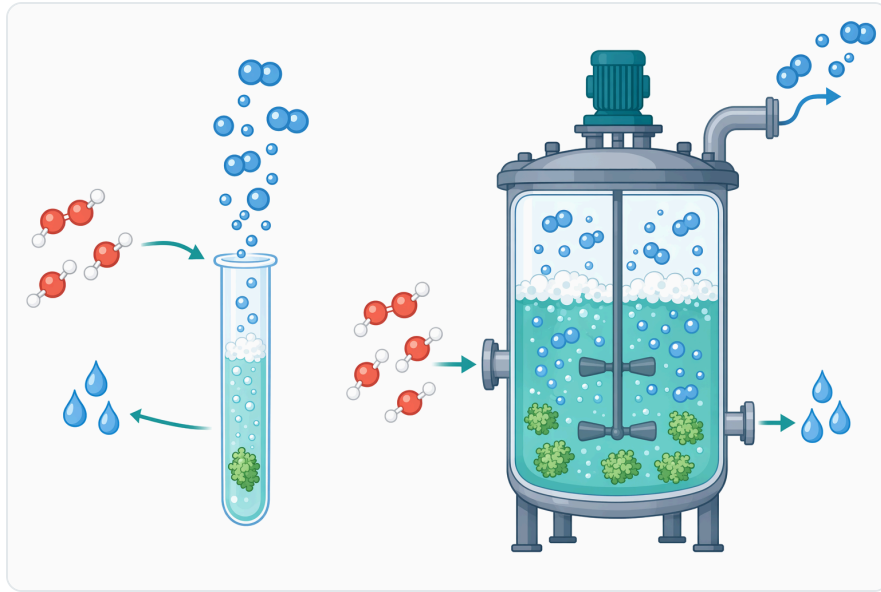


Figure 6. 카탈라아제 시험과 산업 공정 흐름에서 보이는 기포는 과산화수소 분해 중 방출된 산소를 나타낸다.

Gelişmekte olan alanlar arasında immobilize catalase, catalase-like nanozimler ve biyosensör uygulamaları bulunur. Bu alanlar bilimsel açıdan aktif olmakla birlikte, standart bir B2B catalase kullanımının her durumda nanozim veya immobilize sistem performansı göstereceği anlamına gelmez [8].

Enzymes.bio üzerinden catalase tedariki

Enzymes.bio, catalase için üretici veya laboratuvar olarak konumlandırılmamalıdır; çevrim içi enzim tedarikçisi olarak catalase ürün kategorisini sunar. Ürünler 1 kg birimler halinde çevrim içi doğrudan satın alma modeliyle listelenir ve siparişle birlikte CoA ile SDS sağlanır .

Bu tedarik yaklaşımı, teknik karar vericinin catalase'ı proses ihtiyacına göre değerlendirmesini kolaylaştırır. Dokümanın amacı satın alma kontrol listesi oluşturmak değil, enzimin hangi kimyasal probleme çözüm sunduğunu açıklamaktır: hedef molekül hidrojen peroksittir, dönüşüm ürünleri su ve oksijendir .

Enzymes.bio bağlamında catalase, özellikle hidrojen peroksit kalıntısının istenmediği endüstriyel akışlarda değerlendirilmelidir. Gıda ve içecek prosesleri, tekstil ağartma sonrası peroksit kontrolü, oksidaz reaksiyonlarıyla ilişkili yan ürün yönetimi ve proses suyu/atık su uygulamaları bu kullanım mantığının başlıca örnekleridir .

Uygulama kararını etkileyen teknik değişkenler

Catalase uygulamasında ilk teknik değişken hidrojen peroksit yüküdür. Başlangıç peroksit seviyesi yüksekse, enzimle temas süresi, karıştırma ve proses sıcaklığı sonucu daha belirgin etkiler; düşük kalıntı seviyelerinde ise hedef, ürünü veya sonraki adımı etkilemeyecek düzeyde kontrol sağlamaktır [3].

İkinci değişken matristir. Süt, içecek, kumaş banyosu, proses suyu veya atık su aynı davranışı göstermez; proteinler, yağlar, tuzlar, boya kimyasalları veya askıda katılar catalase'ın erişilebilirliğini ve stabilitesini etkileyebilir. Bu nedenle catalase performansı, yalnızca enzimin varlığına değil, bulunduğu ortamın kimyasal ve fiziksel özelliklerine de bağlıdır [4].

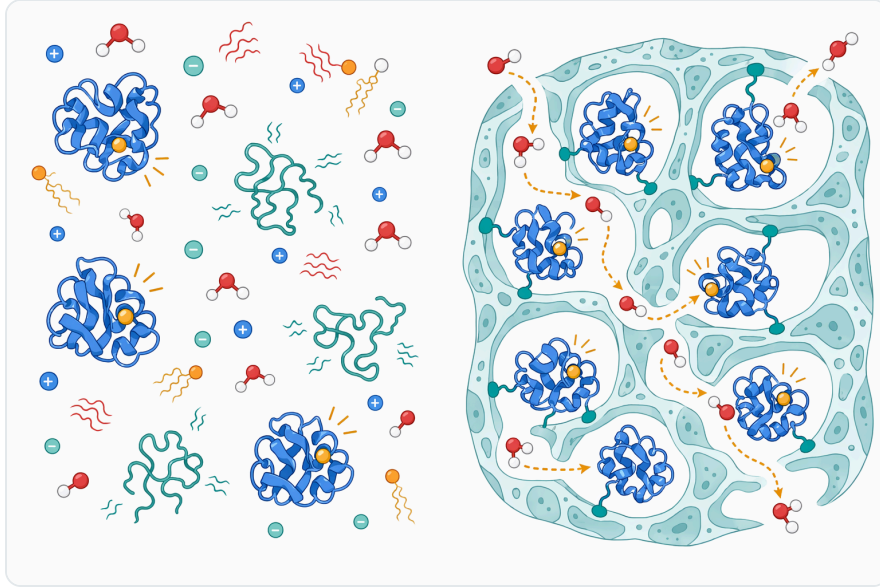


Figure 7. 카탈라아제의 활성과 내구성은 접촉 조건, 효소가 유리 상태인지 고정화 상태인지 등을 포함한 주변 공정 환경에 따라 달라진다.

Üçüncü değişken zamanlama noktasıdır. Catalase genellikle hidrojen peroksitin asıl proses görevini tamamlamasından sonra düşünülür; erken ekleme oksidatif işlemin etkisini azaltabilir, geç ekleme ise peroksitin istenmeyen etkilerine daha uzun süre izin verebilir. Bu denge, her proses akışının kendi mantığı içinde değerlendirilmelidir .

Son değişken beklenti yönetimidir. Catalase, hidrojen peroksiti hedef alan güçlü bir biyokatalitik araçtır; ancak mikrobiyal kontaminasyonu tek başına yöneten, tüm oksidatif hasarı ortadan kaldıran veya her proste aynı ekonomik sonucu garanti eden genel amaçlı bir kimyasal değildir [1].

Sonuç: catalase hangi problem için doğru araçtır?

Catalase, hidrojen peroksit kalıntısının proses, ürün veya aşağı akış işlemler açısından sorun oluşturduğu durumlarda anlamlıdır. Temel mekanizma nettir: catalase enzimi hidrojen peroksiti su ve oksijene dönüştürür; bu nedenle gıda ve içecek işleme, tekstil ağartma sonrası peroksit kontrolü, oksidaz içeren prosesler ve atık su uygulamalarında değerlendirilir .

Bilimsel olarak en sağlam zemin, catalase'ın hidrojen peroksit ayrıştırma fonksiyonudur. Uygulama düzeyindeki faydalar ise pH, sıcaklık, temas süresi, matris ve peroksit yüküne bağlı olarak değişir; immobilize catalase ve catalase-like sistemlere yönelik araştırmalar da performansın proses koşullarıyla yakından ilişkili olduğunu gösterir ^[4].

Enzymes.bio tarafından sunulan catalase ürünleri, 1 kg birimler halinde çevrim içi doğrudan satış modeliyle tedarik edilir ve siparişe birlikte CoA ile SDS sağlanır. Bu doküman, catalase enzime supplement veya klinik catalase test bağlamından ayrı olarak, B2B proseslerde hidrojen peroksit kalıntı giderimine odaklanan teknik bir açıklama sunar .

Catalase ürününü online sipariş edin

1 kg birimler halinde satılır; stokta mevcut ve sevkiyata hazırdır. Mağazamızdan doğrudan sipariş verin — online ödeme yapın, siparişinizi işleme alalım. Her siparişe Analiz Sertifikası ve Güvenlik Bilgi Formu dahildir.

[Catalase satın alın →](#)

Kaynaklar

İlk atıf sırasına göre numaralandırılmıştır. Açık erişimli kaynaklardır; her birinin yayım sırasında erişilebilir olduğu doğrulanmıştır. Metindeki atıf numaraları buraya bağlantı verir.

1. Dai, J., Liu, M., Ai, Q., Lin, L., Wu, K., Xin-Deng, Jing, Y., ... et al. (2014). Involvement of catalase in the protective benefits of metformin in mice with oxidative liver injury. *Chemico-Biological Interactions*, 216, 34-42 .
2. Vainshtein, B., Melik-Adamyan, W., Barynin, V., Vagin, A., & Grebenko, A. I. (1981). Three-dimensional structure of the enzyme catalase. *Nature*, 293, 411-412.
3. Zhang, H., Chi, Y., Chen, S., Lv, X., Jia, D., Chen, Q., & Wei, T. (2024). Scavenging H₂O₂ of plant host by saliva catalase of leafhopper vector benefits viral transmission. *New Phytologist*.
4. Du, Y., Zhao, L., Geng, Z., Huo, Z., Li, H., Shen, X., Peng, X., ... et al. (2024). Construction of catalase@hollow silica nanosphere: Catalase with immobilized but not rigid state for improving catalytic performances. *International Journal*

of *Biological Macromolecules*, 130381 .

5. Sato, S. T. A., Marques, J., Freitas, A., Progênio, R. C. S., Nunes, M., Vasconcelos Massafra, J. M., Moura, F. G., ... et al. (2021). Isolation and Genetic Identification of Endophytic Lactic Acid Bacteria From the Amazonian Açai Fruits: Probiotics Features of Selected Strains and Their Potential to Inhibit Pathogens. *Frontiers in Microbiology*, 11.
6. Laila, O., & Murtaza, I. (2014). SEED SPROUTING: A WAY TO HEALTH PROMOTING TREASURE. *International journal of current research and review*, 6, 70-74.
7. Najjar, F. M., Ghadari, R., Yousefi, R., Safari, N., Sheikhhasani, V., Sheibani, N., & Moosavi-Movahedi, A. (2016). Studies to reveal the nature of interactions between catalase and curcumin using computational methods and optical techniques. *International Journal of Biological Macromolecules*, 95, 550 - 556.
8. Yang, Y., Niu, X., Duan, B., Lu, J., & Zhang, X. (2024). Dual-modal biosensor for mercuric ion detection based on Cu₂O@Cu₂S/D-TA COF heterojunction with excellent catalase-like, electrochemical and photoelectrochemical properties. *Biosensors & bioelectronics*, 262, 116568 .

Enzymes.bio ile iletişime geçin

Siparişinizle ilgili sorularınız mı var? Ekibimiz yardımcı olmaktan memnuniyet duyar.

E-POSTA wholesale@enzymes.bio

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

[Bize ulaşın →](#)



400+ B2B müşteriler



60+ üniversite araştırma ortakları



54 dünya genelinde hizmet

© 2026 Enzymes.bio · Endüstriyel ve gıda işleme enzim tedariki · İnsan tüketimi veya perakende satış için değildir.