

BİYOKİMYA MÜHENDİSLİĞİNİN TANIMI VE GELİŞİMİ

Giris

Biyokimya Mühendisliği, Kimya Mühendisliğinin temel ilke ve işlemlerini, biyolojik sistemlere uygulayan bir bilim dalıdır. Örneğin, kimya mühendisleri katalizörlerden yararlanırken biyokimya mühendisleri biyolojik hücrelerin kendilerini veya özütlerini (biyokatalizör) katalizleyici olarak kullanırlar. Biyokatalizörler, bakteri, maya, mantar gibi mikroorganizmalar ve enzimler olabilir. Biyokimya mühendisi, hücre çapında olana olayları mikroskobik ölçüden makroskopik ölçüye geçirir ve ölçeği yükseltirken olayların denetimini yapabilmek için de yöntemler geliştirir.

Biyokimya mühendisleri, biyoteknoloji ile ilgili kinetik, reolojik ve termodinamik çalışmaları, kütle ve ısı aktarımı hesaplamalarını yaparak uygun çalışma koşullarını belirler, bunlara dayanarak biyolojik tepkime kaplarının tasarımı yapar. Ayrıca, ürün analizi ve ayırma işlemleri de biyokimya mühendislerinin görevidir. Bilindiği gibi bu çalışmalar kimya mühendislerinin ana ve temel konularıdır. Ancak bir kimya mühendisinin biyokimya mühendisliği dalında uzmanlaşabilmesi için, temel biyokimya, moleküler biyoloji, teknik ve endüstriyel mikrobiyoloji, enzim bilimi ve genetik konularında da eğitilerek mühendislik yöntem ve tekniklerini biyolojik sistemlere uygulayacak düzeye getirilmesi gerekmektedir.

Bu amaçla dünyanın birçok yerinde lisans düzeyinde “Biyokimya Mühendisliği” eğitimi başlatılmıştır. Birçok üniversitede de yüksek lisans ve doktora düzeyinde “Biyokimya Mühendisliği” eğitimi yapılmaktadır.

Biyokimya mühendisliğinin ilk gelişmeleri fermentasyon teknolojisi ve endüstriyel mikrobiyolojideki uygulamalarla başlamıştır.

Kimya mühendisliğindeki ilerlemeler ve son yıllarda gelişim gösteren “genetik mühendisliği” bu yöndeki çalışmaları ilginç ve teknolojik yönden yararlı bir düzeye getirmiştir. Daha sonraları, enzimlerin kullanılmaya başlanması, değişik yöntemlerle enzim ve mikroorganizmaların taşıyıcı maddelerle tutuklanması (immobilize edilmesi) biyokimya mühendisliğinin kapsamını büyük ölçüde genişletmiştir.

Fermentasyon teknolojisinin gelişimi

Ferment, maya anlamına gelmektedir. Fakat fermentasyon, bugün sadece mayalama karşılığı olarak kullanılmamaktadır. Fermentasyon teknolojisinin başlangıcı çok eskilere dayanmaktadır. Süt, yoğurt, peynir, ekmek, bira, şarap üretimi milattan önceki yıllarda bile gerçekleştirilen olaylardı. İlk bilimsel ve teknolojik atılımlar 1810 yılında Gay-Lussac ve 1857 yılında Pasteur’ün alkol ve laktik Asit fermentasyonları konusundaki çalışmalarıyla başlamıştır. Bu çalışmaların sonucunda Mikrobiyoloji bilimi doğmuştur.

İlk kez 1901 yılında Oscar Loew bir bakteriden pyocyanus adlı bir maddeyi izole etmiştir. Bu, ilk antibiyotiktir. Tıp alanındaki gelişmeler devam ederken endüstriyel mikrobiyoloji de gelişti. 1874’de Berlin’de Fermentasyon ve Biyoteknoloji

Enstitüsü kuruldu. 1914-1918 yıllarında Almanya'da fermentasyona dayalı büyük çapta gliserin üretimine geçildi. Almanya'daki çalışmaları diğer ülkeler de izlemişlerdir. Amerika'da 1920'den sonra sitrik asit (melastan), glukonik asit (glükozdan) ve C-vitamini üretimine başlanmıştır. 1940'lardan sonra ise protein ve enzim üretimine başlanmıştır. Yine bu yıllarda streptomisin keşfi gerçekleşmiş ve üretimine başlanmış ve antibiyotik çağı başlatılmıştır.

Fermentasyon yoluyla üretilen bazı önemli bileşikler tablo olarak verilmiştir. Bu tabloya, etanol, fermente olmuş besinler ve tat yapıcı maddelere de eklenebilir.

Bugün fermentasyon yöntemiyle çok sayıda antibiyotik, çeşitli vitaminler, amino ve nükleik asitler ve birçok organik asit üretilmektedir.

Fermentasyon çalışmalarını aşağıdaki şekilde gruplayabiliriz:

1. Yeni ürünlerin oluşturulması (fermentasyonla),
2. Tek hücreli protein ve enzimlerin üretimi,
3. Şehir ve endüstri atık sularının arıtımı,
4. Enerji üretimi.

Karbon kaynağı olarak kullanılan birçok ham ve atık maddeler mikroorganizmaların yaşamları için gerekli enerjiyi sağlarlar. Karbon kaynağı olarak selüloz, hidrokarbonlar, çeşitli kentsel ve endüstriyel atıklar kullanılabilir. Böylece hem çevre kirlenmesinin önüne geçilir hem de etanol, metanol gibi enerji ve proteine üretimi gerçekleştirilebilir.

Mikroorganizmaların gelişme sürelerinin çok kısa oluşundan ötürü bunların çevre atıklarında geliştirilerek protein elde edilmesi çevre kirliliği ve besin teknolojisi bakımından büyük önem kazanmıştır. Bakteri ve mayaların ikilenme süresi 10-20 dakikadır. İnsan yada hayvan yemi olarak kullanılan bu ürüne SCP (Single cell protein) denilmektedir.

H₂ ve CO₂ 'den besin ve enerji kaynağı olarak faydalanıp mikroorganizma üretilmesi düşünülmüştür.



Bazı hidrojen bakterileri hidrojeni yükseltgeyerek hücrel maddeler oluşturabilmektedir.

Fermentasyonda karşılaşılan temel işlemler:

1. Karıştırma,
2. Ölçek yükseltme,
3. Kütle aktarımı (oksijen),
4. Isı aktarımı,
5. Sterilleme.

Karşılaşılan kimyasal prosesler:

1. İndirgeme-yükseltgenme,
2. Hidroliz,
3. Dönüştürme (transformation),
4. İzomerleştirme,
5. Polimerleştirme.

Mikroorganizmaların genetik gücünü arttırarak üretimi arttırabiliriz.

Enzim Teknolojisi

Enzim = Hücrede bulunan = Biyokatalizör

Canlı sistemlerde meydana gelen olayların hemen hemen hepsi enzimler tarafından kataliz ve kontrol edilir. Birçok enzim vardır ve her geçen gün yenileri de bulunmaktadır.

Endüstriyel önemi olan birçok tepkime, canlı sistemlerde çok daha kolay ve ılımlı koşullarda meydana gelirler. Öyleyse, endüstride enzimlerin kullanılması, yüksek sıcaklık ve basınç gerektirmeyeceği, ayrıca enzimlerin daha etken olması nedeniyle pratik ve ekonomik faydalar sağlayacaktır. Enzimler, hayvansal, bitkisel ve mikroorganizma kökenli olabilir. Buralardan enzimlerin arıtılması, enzim kinetiğinin araştırılması, aktivitelerini uzun süre koruyabilmelerini sağlamak için yapılan çalışmalar Enzim Mühendisliği diye yeni bir dal oluşturmuştur. Bu alandaki çalışmalar aşağıdaki sorulara cevap aramaktadır:

1. Saf enzim elde etmek yöntemlerini geliştirmek ve maliyeti düşürmek,
2. Enzimi tekrar kullanabilmeyi sağlamak,
3. Enzimlerin kararlılığını arttırmak (tutuklayarak),
4. Enzim modelleri yapmak,
5. Endüstride kullanılacak enzim tepkime kaplarının tasarımını yapmak.

Bu amaca yardımcı olmak üzere, kimyasal tepkime mühendisliği, kimya mühendisliği termodinamiği, polimer kimyası, genetik, kromatografi gibi temel konulardan faydalanılması gerekmektedir.

Bir enzim molekülü, $10^3 - 10^5$ substrat molekülünü dönüştürebilir.

Nişasta $\xrightarrow{\text{alpha amilaz}}$ Glükoz

Selüloz $\xrightarrow{\text{selülaz}}$ Glükoz

Enzimlerin avantajları: 1) çok seçici; 2) tepkimeleri çok hızlı; 3) tepkimeleri duyarlılıkla izlenir.

Enzimler, klinik uygulamalarda da kullanılır: kanda şeker testi, üre, laktik asit tayini gibi. Tıbbi tedavilerde de kullanılır. Vücutta enzim eksikliğinden oluşan hastalıklar giderilebilir.

Tutuklanmış enzim ve mikroorganizmalar

Tutuklama, enzim yada mikroorganizmanın bir katı desteğe tutturulmasıdır. Değişik yöntemlerle yapılabilir: yüze tutunma, kovalent bağlama, çapraz bağlama, mikrokapsülleme, inert bir desteğe tutturma gibi.

İlk uygulamalar enzimlerle yapılmıştır. Enzim tutuklamasının üstünlükleri:

1. Enzimlerin karalığı artara ve birçok kez kullanılabilir,
2. Tepkime ortamından ayrılması kolay olduğundan ürün saflığı artar,
3. Sürekli reaktörlerde kullanılabilir.

Birçok uygulaması vardır. İlaç, besin ve artıkların değerlendirilmesi, tıp ve kimya alanlarında kullanılabilir.

Tutuklanmış mikroorganizma uygulamaları ise daha sonra (1970’li yıllar) başlamıştır. Enzim sistemlerine göre avantajları şöyledir:

1. Enzimleri mikroorganizmalardan saflaştırma ve izole etme işlemlerine gerek yoktur,
2. Tutuklanmış mikroorganizmalar kendi doğal ortamlarında korundukları için daha karalıdır,
3. Kontaminasyon ve mikroorganizma başkalaşması görülmez,
4. Birden fazla enzime ihtiyaç duyulan çok basamaklı sistemler, tutuklanmış mikroorganizmalarla gerçekleştirilebilir,
5. Enzimlerde olan avantajlara da sahiptir.

Tutuklanmış mikroorganizmalar biyokatalitik tepkimelerde, teknik ve klinik analizlerde, tıp ve hücre biyolojisinde kullanılır. Früktoz, L-aspartik asit, L-malik asit, asetik asit, sakkaroz üretiminde kullanılmaktadır.