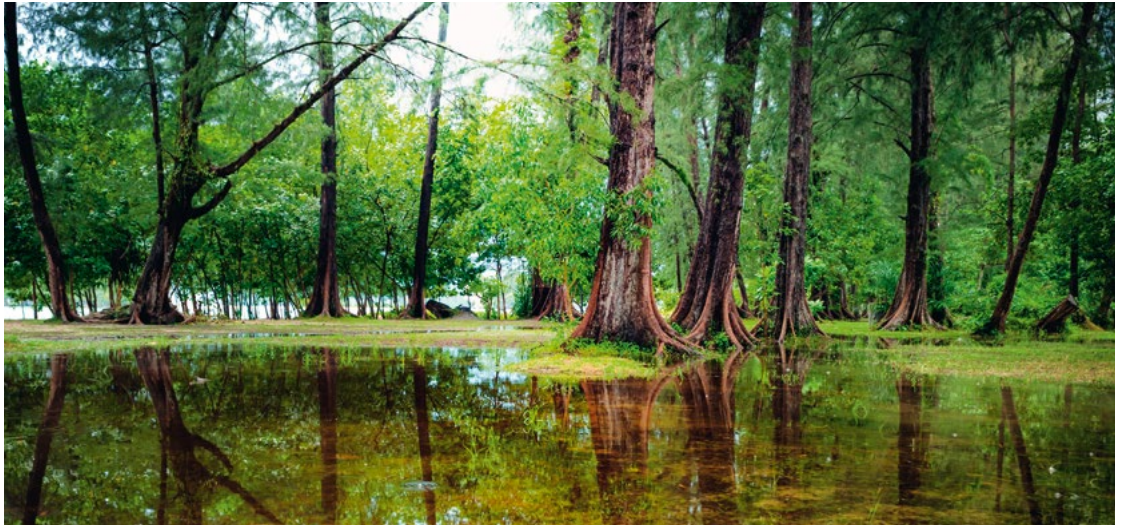


Yapay Fotosentez

Fotosentez, ışık enerjisini kimyasal enerjiye dönüştüren süreçlerin genel adıdır. Pek çok bitki ve bakteri fotosentez yapar. Canlıların yaşamı için gerekli enerjinin ve besinin büyük bir kısmını sağlayan bu süreçte karbondioksit (CO_2) ve su (H_2O) kullanılır. Fotosentezin ürünleri ise karbonhidrat molekülleri (karbon, hidrojen ve oksijen atomlarından oluşan organik moleküller) ve oksijendir. Dolayısıyla fotosentez bir taraftan atmosferdeki oksijen miktarını artırırken diğer taraftan atmosferden karbondioksit çekilmesine de sebep olur.



Atmosferden karbondioksit çekilmesi özellikle küresel ısınma açısından önemlidir. 1800'lerin sonlarından itibaren tutulan sıcaklık kayıtları Dünya'nın ortalama sıcaklığının artma eğiliminde olduğunu gösteriyor ve bu artışın en büyük sebebinin atmosferdeki sera gazları miktarında yaşanan artış olduğu düşünülüyor.

Sera gazları olarak adlandırılan gazlar, Dünya'dan uzaya yayılan ısıyı önce soğurur daha sonra ise tekrar yayar. Sera gazları tarafından yayılan ısı herhangi bir yönde olabildiği için bu süreç sonunda Dünya'dan yayılan ısının bir kısmı tekrar Dünya'ya geri döner. Sera etkisi olmadan Dünya, yaşama elverişli koşullara sahip olamazdı (bkz. <http://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/sera-etkisi-nedir>). Ancak atmosferdeki sera gazlarının miktarının artması aynı zamanda Dünya'nın ortalama sıcaklığının artmasına ve doğal dengelerin bozulmasına da sebep oluyor. Dolayısıyla atmosferdeki sera gazlarının miktarındaki artışın önüne geçilmesi gerekiyor.

Sera gazlarının en önemlilerinden biri karbondioksittir. Yapılan ölçümler, küresel ısınmanın büyük ölçüde atmosferdeki karbondioksit miktarında yaşanan artış ile ilişkili olduğunu gösteriyor. Bu artışın en büyük sebebi sanayileşme ile birlikte karbondioksit üretimiyle sonuçlanan insan faaliyetlerinin de artmasıdır. Örneğin fosil yakıtların kullanılması ve çimento üretimi her yıl büyük miktarda karbondioksitin atmosfere salınmasına neden oluyor. Atmosferdeki karbondioksit miktarındaki artışın önüne geçilmesi için karbondioksit üretimi ile sonuçlanan insan faaliyetlerinin azaltılması gerekiyor. Bunun yanı sıra atmosferdeki karbondioksit miktarını azaltan doğal süreçler artırılarak da küresel ısınmanın hızı azaltılabilir.

Fotosentezde karbondioksit harcandığı için, fotosentez yapan bitkilerin sayısını artırmak atmosferdeki karbondioksit miktarını azaltmanın bir yoludur. Uzun süredir bilim insanlarını meşgul eden bir konu ise karbondioksitin laboratuvar ortamında elektrokimyasal yöntemlerle organik maddelere dönüştürülmesi.

Yapay fotosentez olarak adlandırılan bu sürecin verimli bir biçimde gerçekleştirilebilmesi için gerekli en önemli şeylerden biri de sentezlerde kullanılabilecek katalizörlerin belirlenmesi. Katalizörler kendileri tepkimelerde harcanmadan tepkimenin hızını artıran maddelerdir. Bu maddelerin temel işlevi tepkimeye giren molekülleri uygun bir yönelimle bir araya getirmektir.

Kimyasal tepkimeler, tepkimeye giren moleküllerin çarpışmasıyla başlar. Bu sırada bazı kimyasal bağlar kırılırken yenileri oluşur. Kimyasal bağların kırılması için enerji gerekir ve gerekli enerji miktarı moleküllerin çarpışma sırasındaki yönelimlerine göre değişir. Moleküller arasındaki çarpışmaların büyük çoğunluğu tepkimeyle sonuçlanmaz. Katalizörler ise tepkimeye giren molekülleri uygun yönelimlerle bir araya getirerek tepkimeyle sonuçlanan etkileşimlerin oranını artırır.

Katalizörlerin en bilinen örnekleri enzimlerdir. Bu biyolojik moleküllerin varlığı canlı organizmalar için çok önemlidir. Enzimler olmadan biyolojik süreçlerin hızlı ve verimli bir şekilde gerçekleşmesi mümkün değildir. Enzimlerin nasıl çalıştığını açıklamak için yaygın olarak kullanılan bir örnek anahtar-kilit benzetmesidir. Enzimler kilitlere benzer, herhangi bir anahtarla (molekül) çalışmazlar. Belirli enzimler belirli molekülleri kendine bağlar. Enzim sayesinde bir araya gelen moleküllerin etkileşmesi kolaylaşır. Kimyasal tepkimelerde metaller de sıklıkla katalizör olarak kullanılır. Metaller, tepkimeye giren maddeleri yüzeylerinde toplayarak uygun bir yönelimle bir araya gelmelerini kolaylaştırır.

Yapay fotosentezde hangi maddelerin katalizör olarak kullanılabileceği üzerine uzun zamandır araştırmalar yapılıyor. Geçmişte denenilen katalizörler arasında bakır (Cu), altın (Au) ve kalay (Sn) sayılabilir. Özellikle bakır üzerine çok sayıda araştırma yapıldı. Bu durumun nedeni, bakırın karbondioksitin hidrokarbon yakıtlara -örneğin metana ve etilene- dönüştürüldüğü tepkimelerde etkin bir katalizör olması.

Yakın zamanlarda pek çok araştırma grubu yapay fotosentezde metal alaşımlarının katalizör olarak kullanılması üzerine çalışmalar yapmaya başladı. Alaşımların özelliklerinin hassas bir biçimde ayarlanmasıyla, maddeleri katalizörün yüzeyine bağlayan kuvvetlerin büyüklüğünün istenildiği biçimde ayarlanabileceği, böylece tepkimelerin daha verimli bir biçimde yapılabileceği düşünülüyor. Özellikle nanometre (metrenin milyarda biri) ölçeğindeki metal alaşımı nanoparçacıkların bu amaca uygun olduğu düşünülüyor. Bu durumun çeşitli sebepleri var. Öncelikle metal alaşımı nanoparçacıkların bileşimleri, büyüklükleri ve şekilleri kolaylıkla istenildiği gibi ayarlanabiliyor. Ayrıca yüzey/hacim oranlarının büyük olması, nanoparçacıkların katalitik etkinliğinin makroskobik parçacıklara göre daha büyük olmasına neden oluyor.

Uluslararası bir araştırma grubu altın-bakır alaşımı nanoparçacıkların yapay fotosentezdeki etkinliğini inceledi. Tek katmanlı nanoparçacıkların kullanıldığı çalışmalar, altın-bakır alaşımlarının katalitik etkinliğinin nasıl artırılabilceği ile ilgili çok önemli bilgiler veriyor.

Yapılan çalışmalar iki etkenin çok önemli olduğunu gösteriyor: elektronik etki ve geometrik etki. Elektronik etki, alaşımın bileşimi ile ilgili. Altın ve bakırın farklı oranlarda karıştırılmasıyla elde edilen Au_3Cu , $AuCu$, $AuCu_3$ gibi alaşımlar, tepkimeye giren maddeleri yüzeylerine farklı büyüklükte kuvvetlerle bağlıyor. Bu durum, bileşimi farklı alaşımların katalitik etkinliğinin de farklı olmasına neden oluyor. Geometrik etki ise atomların nanoparçacık katmanındaki dağılımı ile ilgili. Nanoparçacıkların katalitik etkinliği, tepkimeye giren maddelerin nanoparçacığa bağlandığı bölgelerin civarındaki atom dağılımına bağlı olarak değişiyor. Gözlemlenen bu etkilerin başka katalizörler ve kimyasal süreçler için de geçerli olduğu düşünülüyor. Elektronik ve geometrik etkenler hakkında bilgi sahibi olarak yeni katalizörlerin tasarlanması mümkün olabilir.

Sonuç olarak metal alaşımı nanoparçacıkların katalitik etkinliği üzerine yapılan çalışmalar sayesinde yapay fotosenteze giden yolda çok önemli bir mesafe katedildiği söylenebilir. Karbondioksitin yapay fotosentez yoluyla, verimli bir biçimde organik moleküllere dönüştürülmesiyle hem insan faaliyetlerinin çevreye daha az zarar vermesi sağlanabilir hem de önemli bir yenilenebilir enerji kaynağı elde edilmiş olur.

Kaynak

- Kim, D., ve ark., "Synergistic geometric and electronic effects for electrochemical reduction of carbon dioxide using gold-copper bimetallic nanoparticles", *Nature Communications*, Cilt 5, Makale No: 4948, 2014.

