

FOTOSENTEZ HIZINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Bitkiler, yeryüzüne ulaşan Güneş ışığının taşıdığı enerjinin yaklaşık olarak % 5'ini fotosentez sonucu oluşturdukları karbonhidratlar içerisinde depolayabilirler.

Fotosentez hızı, fotosentez sırasında kullanılan CO₂ ya da açığa çıkarılan O₂ miktarı ölçülerek tespit edilmektedir.

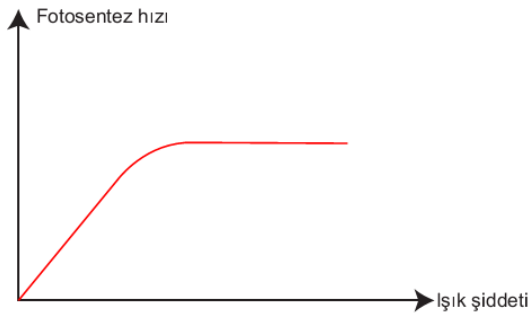
Fotosentez hızına etki eden faktörler başta, çevresel ve genetik faktörler olmak üzere 2 ana başlık altında toplanır.

ÇEVRESEL FAKTÖRLER	GENETİK FAKTÖRLER
Işık Şiddeti	Kloroplast Sayısı
Işığın Dalga Boyu	Yaprak Genişliği
Sıcaklık	Stomaların Sayı ve Yapısı
CO ₂ Miktarı	Enzim Miktarı
H ₂ O Miktarı	Kutikula Kalınlığı
Ortamın pH Değeri	
Mineraller	

Işık şiddeti

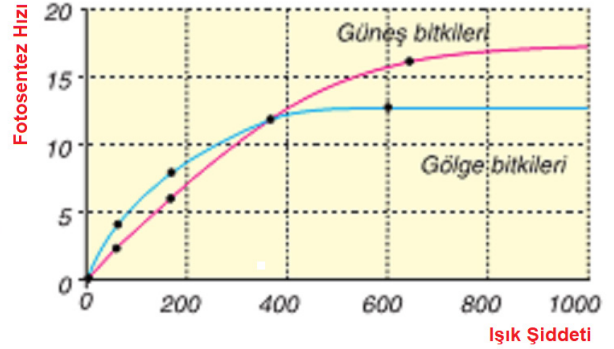
Işık enerjisi almayan klorofilli bir hücre fotosentez yapamaz. Işık, fotosentezin ışık reaksiyonları safhasında ATP ve NADPH moleküllerinin sentezi için gereklidir.

Işık şiddeti arttıkça, fotosentez belli bir seviyeye kadar artar. Daha sonra ise hız sabit kalır.



Işık kaynağının şiddetine, kaynağın uzaklığına ve ışığın kırılma derecesine göre bitkiye gelen ışık şiddeti farklı olmaktadır. Gölgede ışık az olduğundan fotosentez hızı azalır.

Gölge bitkilerinin anatomik yapıları Güneş bitkilerinden bazı farklılıklar gösterir ve bu bitkiler maximum fotosentez hızlarına daha düşük ışık şiddetlerinde ulaşabilirler.



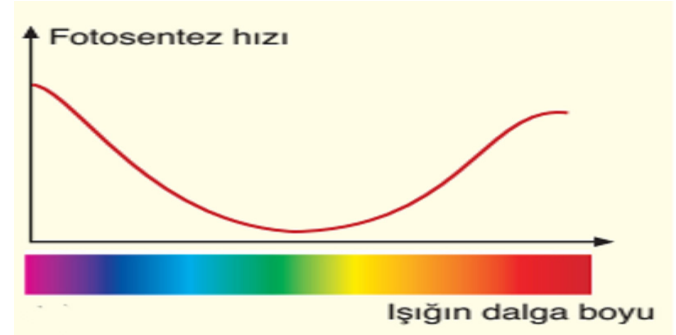
Işık kaynağının şiddetine, kaynağın uzaklığına ve ışığın kırılma derecesine göre bitkiye gelen ışık şiddeti farklı olmaktadır. Gölgede ışık az olduğundan fotosentez hızı azalır.

Gölge bitkilerinin anatomik yapıları Güneş bitkilerinden bazı farklılıklar gösterir ve bu bitkiler maximum fotosentez hızlarına daha düşük ışık şiddetlerinde ulaşabilirler.

Işığın dalga boyu

Fotosentez hızı mor ve kırmızı ışıkta en fazla, yeşil ışıkta ise en azdır. Fotosentez hızını, ışığın dalga boyu ya da enerjisinin artıp azalması değil klorofil tarafından soğurulma yeteneği belirler.

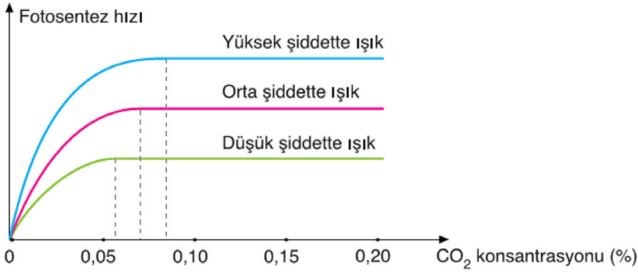
Klorofil molekülü, en fazla kırmızı ve mor dalga boyundaki ışığı soğururken en az oranda ise yeşil dalga boyunu soğurma yeteneği gösterir.



CO₂ miktarı

Ortamdaki CO₂ miktarı, belli bir seviyeye kadar arttığında fotosentez hızı da artar. Ancak belli bir noktadan sonra CO₂ seviyesindeki artış, fotosentez hızını artıramaz.

Ortamda NaOH, Ca(OH)₂, Ba(OH)₂, KOH gibi karbondioksit tutucularının varlığı fotosentez hızını düşürür. Adı geçen bileşikler CO₂ ile tepkimeye girerek özel tuzları oluşturur.

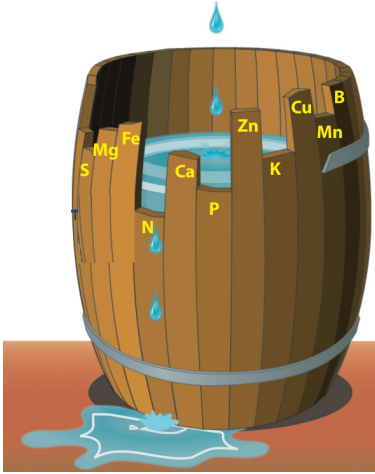


Yukarıdaki grafik incelendiğinde aynı CO₂ değerlerinde fotosentezin farklı hızlarda gerçekleştiği görülmektedir. Burada dikkate değer husus şudur ki; fotosentez hızı tüm çevresel ve genetik faktörlerin ortak etkisi altında şekillenmektedir.

Aynı CO₂ derişimlerinde düşük, orta ve yüksek ışık altında farklı fotosentez hızlarının gözlenmesi fotosentez hızının olumsuz olan faktörce sınırlandırıldığını gösterir.

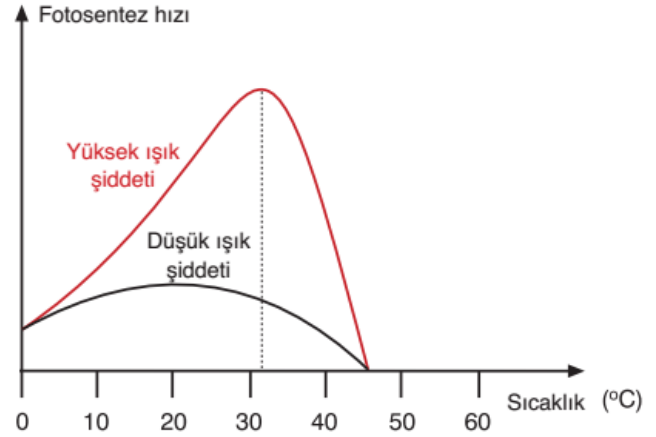
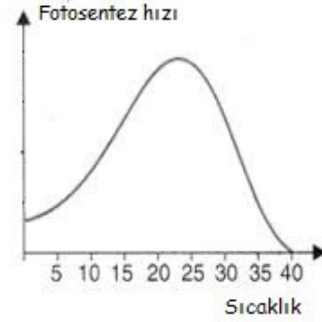
Minimum Yasası (Liebig Yasası)

Fotosentez hızı, üzerine etki eden çevresel faktörlerden minimum değere sahip olanı tarafından belirlenir ve bu kural minimum yasası olarak adlandırılır. Minimum yasası en basit şekildeyle şöyle ifade edilebilir. " Pasta yapacağımız zaman ortaya çıkacak pastanın miktarını elimizde en az olan malzeme belirlemektedir."



Sıcaklık

Yüksek ışık şiddetinde sıcaklık artışı, fotosentez hızını belli bir değere kadar yükseltir. Ancak bu değerden sonra fotosentez hızı, karanlık evre reaksiyonlarında görev yapan enzimlerin yapısının olumsuz etkilenmesi sebebiyle düşer. Sıcaklığın 35 °C'nin üzerine çıkması birçok bitkide fotosentez hızının düşmesine yol açar.



Su miktarı

Fotosentezin gerçekleşmesi için su mutlaka gereklidir. Devirsel olmayan elektron akışı sırasında fotolize uğrayan su, fotosistem II için elektron, NADP⁺ için hidrojen, atmosfer için ise O₂ sağlamaktadır.

Enzimlerin çalışabilmesi için gerekli olan %15'lik su değerinin üzerindeki su yoğunluklarında fotosentez hızı artar. Ancak belli bir noktadan sonra su oranındaki artış, fotosentez hızını artıramaz.

Ortamın pH'ı

Fotosentezdeki biyokimyasal reaksiyonların gerçekleşebilmesi için hücrenin pH değerinin belli aralıklar arasında olması gereklidir.

Mineraller

Bitkilerin büyük oranda suda çözülmüş şekilde topraktan aldıkları minerallerin bitki gelişiminde ve fotosentez olayında etkinlikleri çok büyüktür.

Örneğin demir (Fe), hem klorofil sentezinde rol oynaması hem de ferredoksinin yapısına katılması yönünden önem arz ederken, fosfor (P) nükleik asitlerin ve ATP molekülünün yapısına katılması itibarıyla çok önemlidir.

Ayrıca potasyum (K) ve kükürt (S) mineralleri karanlık evre reaksiyonlarında görev alan enzimlerin aktive edilmesinde görevlidir.

Genetik faktörler

Bitkinin genetik yapısından kaynaklanan ve fotosentez hızı üzerinde etkili olan özellikleri şu şekilde sıralanabilir.

Kloroplast sayısı

Bir hücredeki kloroplast sayısı 20 - 100 arasında değişir. Kloroplast sayısı arttıkça fotosentez hızı da artar.

Yaprak genişliği

Yaprak ayasının genişliğinin fazla olması, daha fazla kloroplast organelinin yerleşimine imkân sağlayacağından fotosentez hızını da artırır.

Stomaların sayısı ve yapısı

Bitkilerin çevreleriyle gaz alış verişi ve terlemesi büyük ölçüde stoma (gözenek) denen yapılarla sağlanır ve stomalar da büyük çoğunlukla bitkinin yaprakları üzerine yerleşmiştir.

Stomalar, açılıp kapanma yetenekleri sayesinde bitkinin terlemesi ile gaz alış verişi arasındaki dengeyi sağlarlar.

Farklı ortam koşullarında yaşayan bitkilerin yapraklarındaki stoma sayısı ve bu stomaların yapraktaki yerleşim biçimleri de farklılık arz etmektedir.

Enzim miktarı

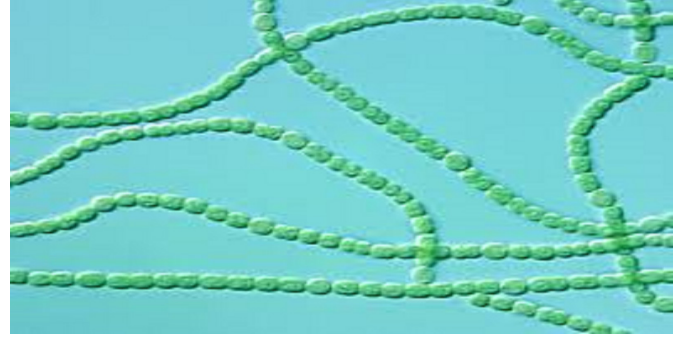
Fotosentezin karanlık evre reaksiyonları enzimlerin denetiminde gerçekleştiğinden enzim miktarı da fotosentez hızı üzerine direkt olarak etki eder.

Kutikula kalınlığı

Kutikula, bitkilerde yaprak yüzeyini koruyan ve su kaybını engelleyen yağ asitlerince zengin mumsu bir tabakadır.

Nemli ortam bitkilerinde ince olan bu tabaka, kurak ortam bitkilerinde oldukça kalındır. Kutikula, su kaybına bağlı olarak fotosentez hızı üzerinde etkinlik gösterir.

BAKTERİ FOTOSENTEZİ



Canlılar dünyasında fotosentezin tüm çeşitlerinde CO₂ özümlemesi ortak olarak gerçekleşirken, kullanılan hidrojen ve elektron kaynaklarının farklılığına bağlı olarak farklı fotosentez mekanizmalarından bahsedilebilir.

Fotosentez yapan bakteriler, kloroplast organeli ne sahip olmadıkları için klorofil pigmentini hücre sitoplazmasında, ETS elemanlarını ise hücre zarında bulundurmaktadır.

Fotosentez yapan bakteri gruplarına siyanobakteriler (mavi - yeşil algler) ve mor sülfür bakterileri örnek verilebilir.

Siyanobakteriler

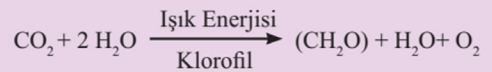
Klorofil pigmenti ile birlikte mavi renkli fikosiyanın pigmentini de buldukları için mavi - yeşil renkte görülürler.

Bu canlıların yaptığı fotosentez temel anlamda bitki fotosentezi ile aynıdır. Bu canlılar da hidrojen ve elektron kaynağı olarak H₂O molekülünü kullanmakta ve yan ürün olarak ta O₂ gazı açığa çıkarmaktadırlar.

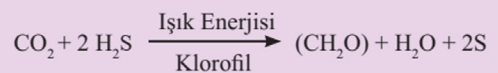
Mor sülfür bakterileri

Hidrojen ve elektron kaynağı olarak hidrojen sülfür kullanan bu canlılar organik besinin yanında kükürt açığa çıkarırlar.

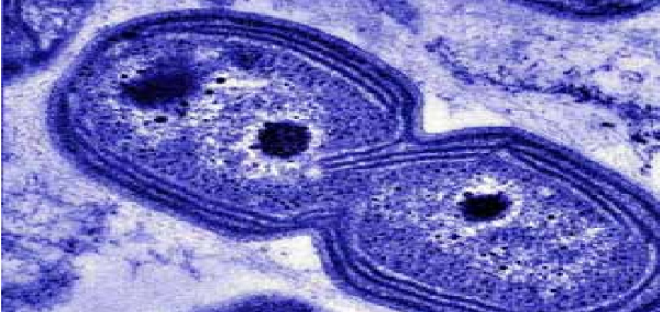
Bitkilerde ve Siyanobakterilerde



Mor sülfür bakterilerinde



KEMOSENTEZ



Ototrof beslenme tarzına sahip organizmalar, inorganik maddeleri organik besin sentezinde kullanırken ihtiyaç duydukları enerjinin kaynağına göre farklılıklar arz ederler.

Fotosentetik organizmalar adı geçen enerjiyi ışıktan sağlarken, ototrof beslenmenin diğer kolunda bulunan kemosentetik ototroflar, başka inorganik maddeleri oksitlemeleri sonucu açığa çıkan enerjiyi kullanarak besin sentezini gerçekleştirebilirler.

Kemosentezde,

- ✓ hidrojen sülfür (H_2S)
- ✓ amonyak (NH_3)
- ✓ demir (Fe^{+2})
- ✓ nitrit (NO_2^-)

gibi inorganik maddeler oksitlenebilir.

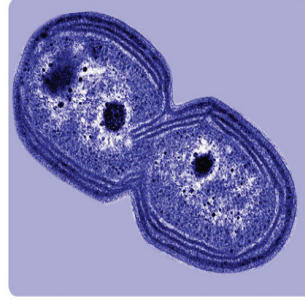
Sayılan bu maddelerin oksidasyonundan elde edilen enerji, CO_2 ve H_2O 'nun kullanılarak besin sentezinde gereken enerjiyi sağlar.

Kemoototrof beslenme tarzı prokaryotlar için tipiktir. Bazı bakteriler ve arkeler kemosentezle besin üretebilme yeteneğine sahiptir.

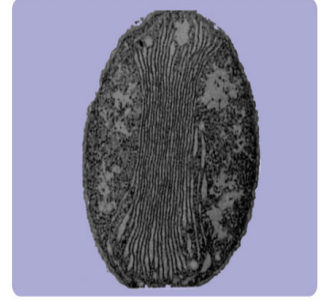
Kemosentez yeteneğine sahip bakterilerden özellikle nitrit ve nitrat bakterileri madde döngüsünün devamlılığında önemli role sahiptirler.

Ölmüş bitki ve hayvanların bünyesinde bulunan azotlu bileşikler (protein, nükleik asit) saprofit organizmalar tarafından öncelikli olarak amonyağa (NH_3) dönüştürülür. Ancak amonyağın yapısındaki azot, tıpkı havanın serbest azotunda olduğu gibi bitkiler tarafından kullanılarak besin zincirine doğrudan dâhil edilemez.

Amonyağın nitrit ve nitrat tuzlarına dönüştürülmesi **Nitrosomonas** ve **Nitrobacter** adı verilen bakteriler tarafından gerçekleştirilir.



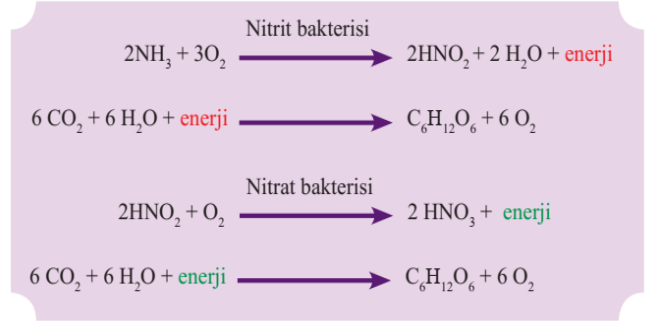
Nitrosomonas



Nitrobacter

Amonyak, önce nitrosomonas bakterileri tarafından oksitlenerek nitroz aside çevrilir ve bu dönüşüm esnasında enerji açığa çıkar. Nitroz asit ise, nitrobacter tarafından oksitlenerek nitrik aside çevrilir. Bu dönüşümden de enerji açığa çıkar.

Her iki bakteri grubu da ilgili dönüşümlerden açığa çıkan enerjiyi kullanarak önce ATP sentezlerler. Daha sonra ise bu ATP moleküllerini kullanarak organik besin sentezini gerçekleştirirler.



Kemosentetik bakterilerden demir bakterileri demirin iki değerlikli iyonlarını (Fe^{++}), hidrojen bakterileri hidrojeni (H_2), kükürt bakterileri ise hidrojen sülfürü (H_2S) oksitleyerek enerji açığa çıkarırlar.

Kemosentetik bakterilerin hidrojen sülfürü kullanma amacı, fotosentetik bakterilerin bu molekülü kullanma amaçlarından farklıdır. Kemosentetikler hidrojen sülfürü oksitleyerek enerji açığa çıkarırken, fotosentetikler ilgili molekülü hidrojen ve elektron kaynağı olarak kullanmaktadır.

Kemosentez,

- ✓ İnorganik maddelerden organik madde sentezinin olması
- ✓ Karbon kaynağı olarak karbondioksidin kullanılması
- ✓ ATP sentezlenmesi ve kullanılması
- ✓ Enzimatik reaksiyonlarla gerçekleşmesi

bakımından fotosenteze benzer.

Bunun yanısıra;

- √ Kemosentezde organik madde sentezi için gerekli olan kimyasal enerji inorganik maddelerin oksidaysonundan elde edilirken, fotosentezde enerji kaynağı ışıktır.
- √ Kemosentetik organizmalar klorofil molekülü taşımazken, fotosentetik organizmalar klorofil taşırlar.
- √ Kemosentez ışıklı ve karanlık ortamların tümünde gerçekleşirken, fotosentez ışığa muhtaçtır.
- √ Kemosentez prokaryotlara özel bir beslenme çeşidi iken, fotosentez bazı bakterilerde, siyanobakterilerde, protista aleminin bazı üyelerinde ve yeşil bitkilerde gözlenen bir faaliyettir.

Kemosentetik arkelerin büyük bir bölümü ekstrem koşullarda (yüksek ya da düşük sıcaklık, tuzluluk, düşük oksijen yoğunluğu, yüksek ya da düşük pH) yaşadıklarından bu canlılardan elde edilen ve olumsuz koşullarda çalışabilen enzimler biyolojik ve ekonomik açıdan önem arz eder. Atık suların arıtılmasında, düşük kaliteli metal cevherlerinin işlenmesinde bu enzimler kullanılır.