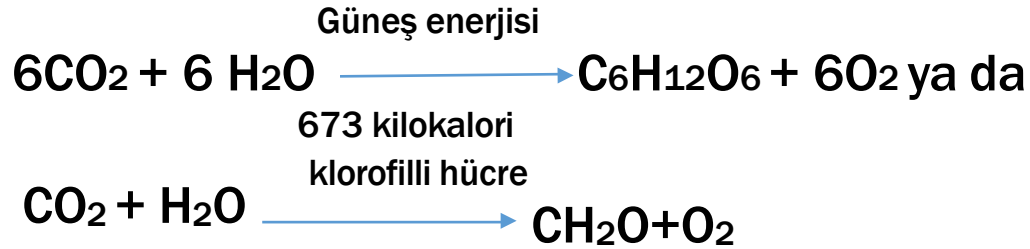


FOTOSENTEZ

- **Diğer canlılar gibi bitkiler de yaşamlarını sürdürebilmeleri için enerjiye gereksinim duyarlar. Gereksinme duyulan bu enerji bitkilerin kendi organlarında yaptıkları ya da dışarıdan aldıkları organik yaparlar ve fiziksel güneş enerjisini kimyasal gıda enerjisine dönüştürür.**
- **Maddelerde depo edilmiş kimyasal gıda enerjisinden sağlanır. Organik maddelerde depo edilmiş kimyasal enerjinin asal kaynağı güneştir. Yeryüzüne güneşten oldukça fazla miktarda enerji gelir. Örneğin 1 yılda yeryüzüne enerji miktarının 5.5×10^{23} kilokalori olduğu tahmin edilmektedir. Buna göre yılda 1 cm^2 'ye 100000 kilokalori enerji gelmekte bunun $1/3$ 'ü buharlaşma enerjisi olarak yitmekte ve geriye kalan 67000 kilokalori fotosentezde kullanılır.**

- Yeşil bitkiler güneş enerjisi sayesinde havanın CO₂'sini indirgeyerek organik maddeler yaparlar ve fiziksel güneş enerjisini kimyasal gıda enerjisine dönüştürürler.
- Canlıların dış ortamdan aldıkları inorganik maddelerden gelişmeleri için zorunlu olan organik maddeleri yapmalarına özümleme (asimilasyon) denir.
- Bu işi kendileri yapan ve başka bir canlıdan organik madde gereksinmesi olmayan canlılara *ototrof* ya da kendibeslek canlılar denir. Buna karşın inorganik maddelerden yararlanamayan ve yaşamları için gerekli olan tüm organik besin maddelerini dışarıdan almak zorunda olan canlılara *hetetrof* ardıbeslek canlılar denir. Buna göre canlılar aleminde birkaç istisna hariç bitkiler ototrof, hayvanlar ve insanlar heterotrofturlar.

- Ototrof canlılar belli bir enerjiden yararlanarak havadan aldıkları CO₂'yi indirgeyerek kendileri için gerekli olan organik maddeleri yaparlar. Çok önemli olan *karbondioksit özümlemesi* adı verilir. *Bu olay için gereksinim duyulan enerji güneşten sağlanıyorsa bu olaya fotosentez denir.* Buna karşın miktarları çok az olmakla beraber yeşil renk maddeleri içeren *bir grup canlılar karbondioksiti özümleyebilmeleri için gerek duydukları enerjiyi sudan sağlarlar. Bu olaya da kemosentez denir.*
- Klorofile sahip hücreler fotosentez sonucu ışık enerjisi karşısında CO₂ ile suyu özümleyerek oksijeni bağımsız hale geçirmek suretiyle bazı karbonhidratları oluşturmaktadırlar.



formülüyle gösterilmektedir. Eski görüşe göre bu eşitlik fotosentez olarak tanımlanmaktadır. Bu formülde son ürün olarak bir heksoz gösterilmektedir. Oluşan ilk kararlı ürün C₃ ve C₄ tipi bitkilerde 3 ya da 4 karbonlu organik bileşikler oluşmaktadır.

- Özet olarak ışık enerjisinin kimyasal enerjiye dönüştürülmesi olayına fotosentez denmektedir. Diğer bir deyişle ışık reaksiyonuyla CO₂ asimilasyonunu birbirlerinden ayırmak gerekmektedir.

Fotosentezde Görev Yapan Pigmentler

- Fotosentezin oluşabilmesi için pigmentlere ihtiyaç duyulmaktadır. *Bunlara fotosentetik pigmentler de denilir. Fotosentetik pigmentler ise kimyasal enerjiye dönüştüren asal organlardır.*

1. Klorofil Pigmentleri

Fotosentez olayında görev yapan en aktif pigmentler bitkilerin yeşil pigmentleri olan klorofillerdir. Klorofiller bitkilerin yapraklarındaki mezofil hücrelerinde en fazla bulunur. Bu nedenle fotosentez en fazla yaprakta oluşur. Bununla beraber bitkilerin gövdelerinde, çiçeklerin çanak yapraklarında da klorofil vardır ve bu yerlerde az da olsa fotosentez cereyan eder.

Bugünkü bilgilere göre en az 8 değişik klorofil bulunmaktadır. Bunlar;

Klorofil-a, klorofil-b, klorofil-c, klorofil-d, klorofil-e, bakterioklorofil –a, bakterioklorofil-b ve klorobiyum klorofildir.

Klorofil-a: Yaygın olarak yüksek bitkilerin fotosentez yapan ögelerinde yer alır. Bol miktarda bulunur.

Yeşil ve pembe renkli yosunlarda bulunmazlar

Klorofil-b: Klorofil-a ile birlikte bazı yosunlarda bulunurlar. Bütün yüksek bitkiler klorofil-b kapsar.

Mavi-yeşil, kahverengi ve kırmızı alglerde bulunmazlar.

Diğer klorofiller yani klo-c,d,e klorofil-a ile birlikte yalnızca alglerde bulunurlar. Bakterioklorofil a ve b ile klorobium klorofil fotosentetik bitkilerde bulunan pigmentlerdir.

Kapalı formülü $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ olan klorofil-a molekülü tenis raketine benzemektedir. Baş bölümü Porfirin'den sap bölümü ise fitol halkasından oluşmuştur. Porfirinin merkezinde Mg atomu bulunur ve Mg klorofil molekülü tek metalik elementtir.

Fotosentezde aktif rol oynayan klorofil a ve b'nin ışık absorpsiyonları birbirine yakın olmakla beraber maksimum ışık absorpsiyonları ışık spektrumunda mor bölgede ve kırmızı bölgede farklıdır. Mavi-mor bölgede ışık absorpsiyonları klorofil-a 410 nm, klorofil-b 430 nm, kırmızı yörede ise sırasıyla 642 ve 660 nm dur. Fotosentezde önemli rol oynayan bu 2 pigmentin absorpsiyon yöreleri fotosentez için en etkin ışık dalga boylarını göstermesi yönünden önemlidir.

Klorofillerin tümü fotosentezde asal olarak özdeş şekilde görev yaparlar. Bunlar;

- 1. Klorofiller belli dalga boylarındaki ışık enerjisini absorbe ederek bu enerjiyi ya fotosentezde kullanılan dalga boyu başka olan bir enerjiye dönüştürürler ya da fotosentez için gerekli bileşiklere doğrudan aktarırlar.*
- 2. Fotosentezin değişik aşamalarında bir katalizör gibi görev yaparlar.*

Klorofillerin ışık absorpsiyon özellikleri katalitik özelliklerine göre daha belirgindir. Çünkü görünebilir ışık ne su ne de CO₂ tarafından absorbe edilir.

Fotosentez sürerken bitkilerin klorofil kapsamlarında bir değişiklik olmamaktadır. Fotosentezin başlangıcında bitki yapraklarındaki klorofil a ve b oranı ne ise fotosentez sonunda da değişmeden aynı miktarda kalmaktadır.

2. Karotinoid Pigmentler

Bitki ve hayvanlarda yaygın şekilde bulunan kırmızı, sarı, kahverengi ya da portakal renginde lipid bileşiklerdir. Karotinoidler kırmızı ve yeşil alglerde, fotodentetik bakterilerde ve mantarlarda değişik miktarlarda bulunurlar.

Karotinoidler fotosentez için 2 bakımdan önemlidir;

- Işık ve oksijen karşısında klorofillerin parçalanmasını önlerler
- Fotosentetik sistem içerisinde belli dalga boylarında ışık enerjisini absorbe edip, klorofile aktarmak suretiyle fotosentez olayına katkıda bulunurlar.

3. Fikobilinler

Mavi-yeşil ve kırmızı alglerde bulunurlar. Fikoeritrin ve fikosiyonin olmak üzere 2 gruba ayrılır. Fikobilinler fotosentezde kullanılmak üzere ışık enerjisini absorbe ederek klorofil-a ya aktarırlar. Fikobilinler 495 ve 615 nm arasında en yüksek düzeyde ışık absorbe ederler. Karotinoidlere benzer şekilde fikobilinlerde absorbe ettikleri ışık enerjisini klorofil-a ya aktarmak suretiyle fotosenteze dolaylı olarak katkıda bulunurlar. Benzer şekilde klorofil-b-c ve d de fikobilinler ve karotinoidler gibi absorbe ettikleri ışık enerjisini klorofil-a ya aktardıkları kabul edilmiştir.

KLOROPLASTLAR

Fotosentez olayı başından sonuna dek kloroplastlarda cereyan eder. Kloroplastlar stoplazmik parçacıklar olup olağan üstü karmaşık yapı gösterirler. Kloroplastlar özellikle fotosentetik dokularda bulunurlar ve yeşil renklidirler. Yaprağın mezofil hücrelerinde çok bulunmaları yanı sıra bitkinin yeşil olan diğer organlarında da az da olsa bulunurlar.

Kloroplastlar yapı olarak farklı şekillerde bulunurlar. Yüksek bitkilerde genellikle disk şeklinde bulunurlar. 5 mikron boyunda 2 mikron genişliğinde ve 1-2 mikron kalınlığında olup % 30 lipid % 50 protein ve % 5-10 pigment içerirler.

Kloroplastlarda fotosentezin cerayanını sağlayan iki önemli yapı vardır. Bunlar GRANUM ve STROMA 'dır.

Granum: Kloroplastın içerisinde bulunan lamellerin çeşitli yerlerinde bulunan özel yerlerdir. Çođunlukla olgun bir kloroplastta 40-60 granum bulunur. Aynı şekilde her bir fotosentetik yaprak hücresinde 20-100 kloroplast bulunur. Klorofillerin ve karotinoidlerin yalnızca granum membranları içerisinde bulunduğu sanılmaktadır. Bunun yanı sıra elektron mikroskopa yapılan çalışmalarda granum dışında da klorofillerin bulunabileceği belirlenmiştir.

Kloroplastın diğer önemli bir bölümü de stroma dır. Burası karbondioksitin fiksasyonunda ve bunun sakkaroz, nişasta, yağ ve proteinler gibi organik bileşiklere dönüştürülmesinde görev yapan enzimlerden oluşmuşlardır. Stromada enzimlerin yanı sıra RİBOZOM ve DNA da bulunur.

Fotosentezde Görev Yapan Başlıca Bileşikler

- a) Sitrokromlar
- b) Plastokinonlar
- c) Ferrodoksinler
- d) Plastosiyoninler

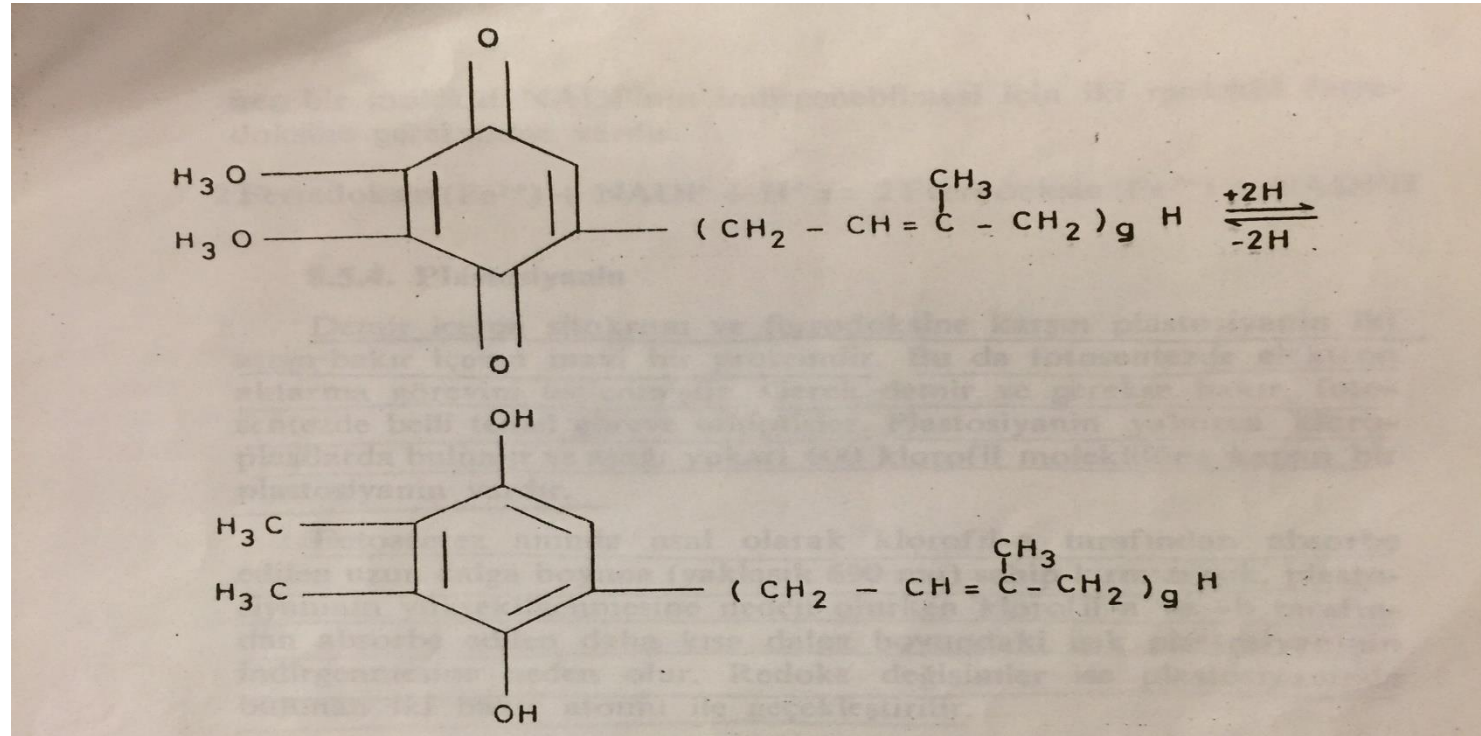
a) Sitokromlar

Bu bileşiklerin bir bölümü sitokrom pigmentlerini içerir. Her ne kadar kloroplastlar içerisinde sitokrom-c bulunmazsa da buna özdeş olan sitokrom-f bulunur. Sitokromlar ferri demirin ferro demire karşılıklı dönüşümü ile yükseltgenip indirgenirler.

b) Plastokinonlar

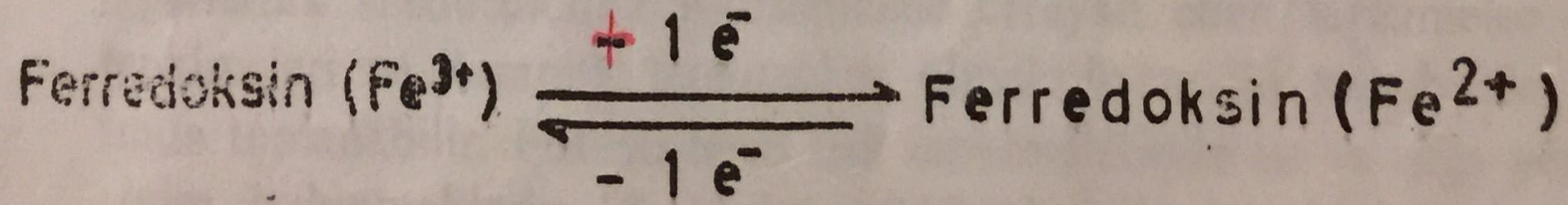
Plastokinon adı verilen bileşikler de fotosentez anında redoks değişimleri yaparlar. Sitokromların tersine kloroplast içerisinde plastokinonların hiç biri proteine bağlı değildir. Özdeş yapıyı gösteren çeşitli plastokinonlar vardır.

Örneğin ıspanak bitkisindeki kloroplastlarda en az 4 plastokinon bulunmaktadır. Kesin olmamakla beraber kloroplastlarda plastokinonlar klorofilin 10'da 1 oranında bulunmaktadır. Bunların % ne kadarının fotosentezde etkin rol oynadığı ise bilinmemektedir.



c) Ferrodoksin

Ferrodoksin fotosentez için asal olan bir başka demir içeren proteindir.
İçerdikleri iki demir atomu ile yükseltgenip indirgenirler. İndirgemedede
gereksinme duyulan elektronlar ile sürekli olarak sudan sağlanır.
İçerdikleri elektronları NADP'ye aktarıp NADPH'yı oluşturarak
yükseltgenirler.



d) Plastosiyanin

Demir içeren sitokrom ve ferrodoksinine karşın plastosiyanin iki atom bakır içeren mavi bir proteindir. Bu da fotosentezde elektron aktarma görevini üstlenmiştir. Gerek demir ve gerekse bakır, fotosentezde belli temel göreve sahiptirler. Plastosiyanin yalnızca kloroplastlarda bulunur ve aşağı yukarı 600 klorofil molekülüne karşın bir plastosiyanin vardır.

Fotosentez anında asal olarak klorofil-a tarafından absorbe edilen uzun dalga boyuna (yaklaşık 690 mμ) sahip kırmızı ışık, plastosiyanin yükseltgenmesine neden olurken klorofil-a ve b tarafından absorbe edilen daha kısa dalga boyundaki ışık plastosiyaninin indirgenmesine neden olur. Redoks değişimler ise plastosiyaninde bulunan iki bakır atomu ile gerçekleştirilir.

