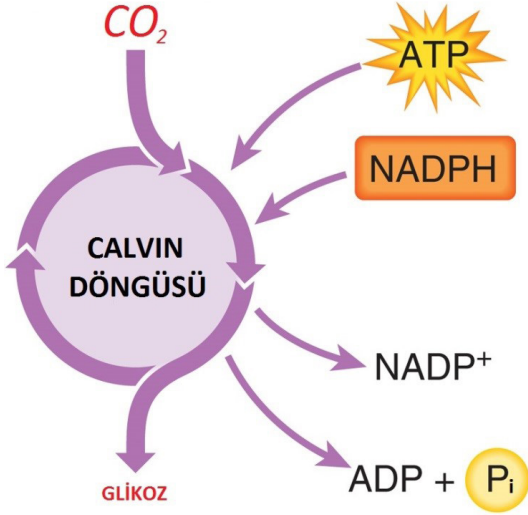


Fotosentezin Işıktan Bağımsız Tepkimeleri (Karanlık Reaksiyonları Safhası)

Bir diğer adı da karbon tutma reaksiyonları olan bu aşama kloroplastın stromasında gerçekleşmektedir.

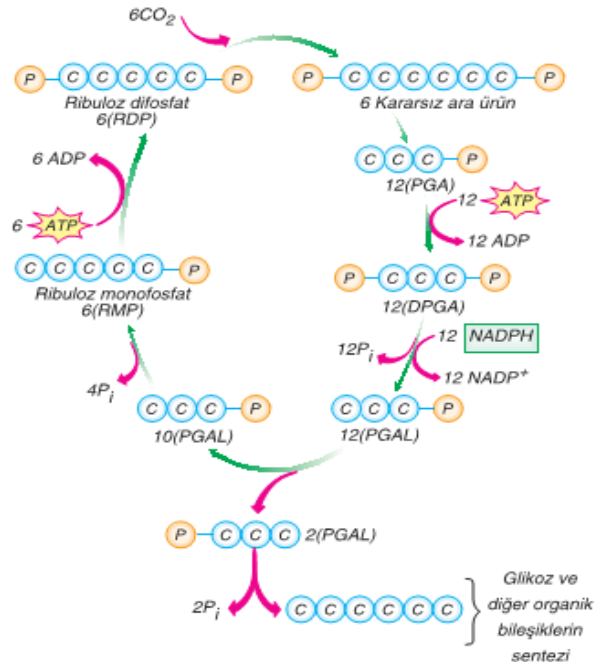


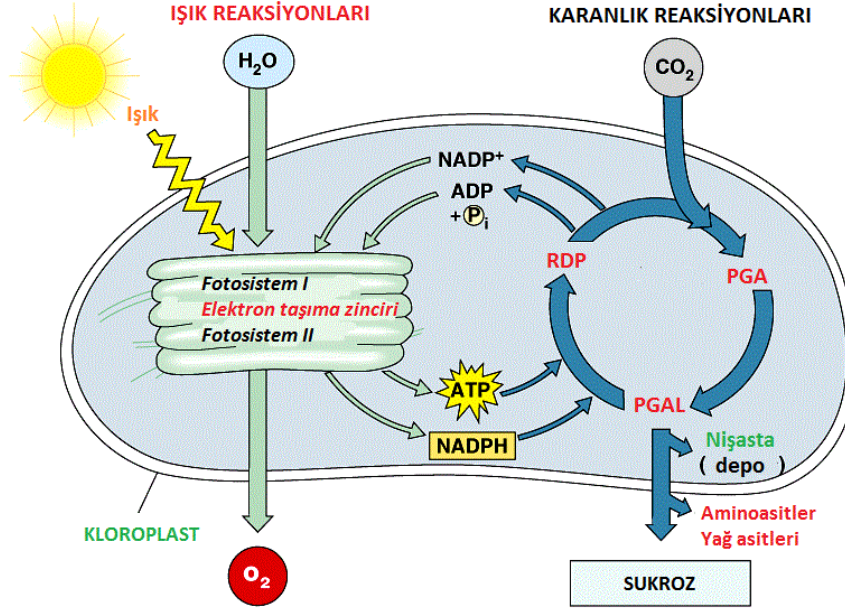
Işığa doğrudan ihtiyaç duyulmadan gerçekleşen karbon tutma reaksiyonları enzimlerin denetiminde gerçekleşir ve bu yüzden sıcaklık değişimlerine karşı oldukça hassastır. Karbon tutma reaksiyonlarına CO_2 'in dâhil edilebilmesi için ışık reaksiyonları safhasında oluşturulan ATP ve NADPH moleküllerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Karanlık reaksiyonları safhasında gerçekleşen olaylar şu şekilde özetlenebilir.

- ✓ Karanlık evre reaksiyonları, CO_2 'in 5 karbonlu ve iki fosfatlı **ribuloz bifosfat** (RBP) tarafından tutulmasıyla başlar. Bu reaksiyon sonucunda 6 karbonlu ve iki fosfatlı kararsız yapıda bir ara bileşik oluşur.
- ✓ Kararsız ara bileşik, H_2O molekülünün tepkimeye girmesiyle kısa sürede parçalanarak her biri 3 karbonlu ve bir fosfatlı iki molekül fosfoglisarik aside (PGA) dönüşür. Bu reaksiyon RuBP karboksilaz enzimi tarafından katalizlenir. Bu açıdan düşünüldüğünde ilgili enzim besin zincirinin oluşmasında kritik öneme sahiptir. PGA, karanlık evre reaksiyonlarının ilk kararlı bileşiğidir.
- ✓ Kararlı yapıda olan PGA moleküllerini aktifleştirmek için ışık reaksiyonları safhasında üretilen ATP molekülleri (2 tane) harcanarak 3 karbonlu ve iki fosfatlı difosfoglisarik asit (diPGA) molekülü oluşturulur.

- ✓ Oluşan yeni bileşiklerin her birine ışık reaksiyonları safhasında üretilen NADPH molekülleri tarafından taşınan hidrojenlerin aktarılmasıyla 3 karbonlu fosfogliseraldehit (PGAL) molekülleri oluşur. Bu esnada sistemden inorganik fosfat ayrılır. (P_i)
- ✓ Daha sonraki reaksiyon basamaklarında PGAL moleküllerinin bir kısmı farklı reaksiyon dizilerinden geçerek ve kendi aralarında birleşerek 5 karbonlu ve tek fosfatlı bir molekül olan ribuloz monofosfat (RMP) molekülünü oluşturur.
- ✓ RMP, ışık reaksiyonları safhasında oluşturulan ATP molekülündeki fosfat grubunu alarak karanlık evre reaksiyonlarında CO_2 'i tutan ribuloz difosfat (RDP) molekülünü tekrar oluşturmuş olur. Bu şekilde bir molekül karbondioksitin glüköz yapım reaksiyonlarına dâhil edilmesi sağlanmış olur.
- ✓ Bir önceki maddede söylendiği üzere bir molekül CO_2 'in reaksiyon zincirine dâhil edilebilmesi için ışık reaksiyonları safhasında üretilen 3 ATP ve 2 NADPH molekülüne ihtiyaç duyulmaktadır. 6 karbondioksit için ise bu sayılar 18 ATP ve 12 NADPH şeklinde belirir.
- ✓ PGAL moleküllerinin geri kalan kısmı (RMP oluşumuna katılmayanlar) ise glüköz, früktoz, aminoasit, yağ asidi, vitamin gibi organik maddeleri oluşturmak üzere birleşmektedir.

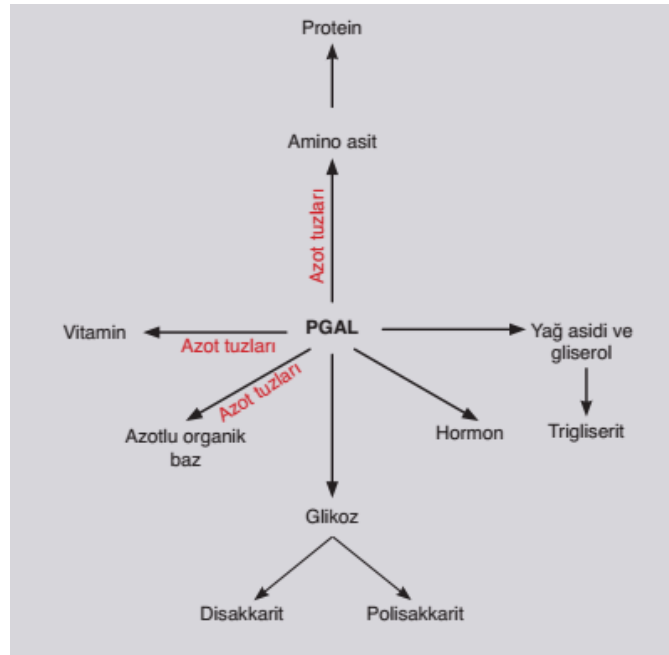




Fotosentezde üretilen glikozun bir kısmı bitki hücrelerinin mitokondrilerinde hücresel solunum sırasında tüketilirken bir kısmı diğer karbonhidratların üretiminde kullanılır.

Glikoz, disakkaritlerden sükröz ve maltozun yapısına katılırken polisakkaritlerden selüloz ve nişastanın yapısını da oluşturur. Normalde bitkinin besin sentezleyen bölümü yeşil kısımlardır. Bitkinin diğer kısımları, yapraklardan damarlarla taşınan organik molekülleri kullanır.

Üretilen glikozun fazlası lökoplamlarda nişastaya dönüştürülerek kök, yumru, tohum ve meyvelerde depolanır. Kloroplastlarda da nişasta tanelikleri bulunur. Işıktan bağımsız tepkimelerde üretilen PGAL'in bir bölümü yağ asidi ve gliserol yapımında kullanılır. Bir bölümü ise aminoasit, vitamin ve organik bazların sentezine katılır.



Fotosentezde Açığa Çıkan Oksijenin Kaynağı

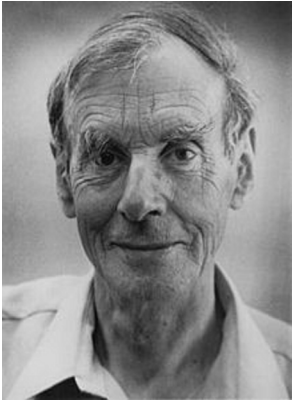
Fotosentezin çok karışık ara kademelere sahip tepkimeleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir. Burada dikkat çeken husus, su moleküllerinin tepkimenin her iki yanında yer almasıdır.



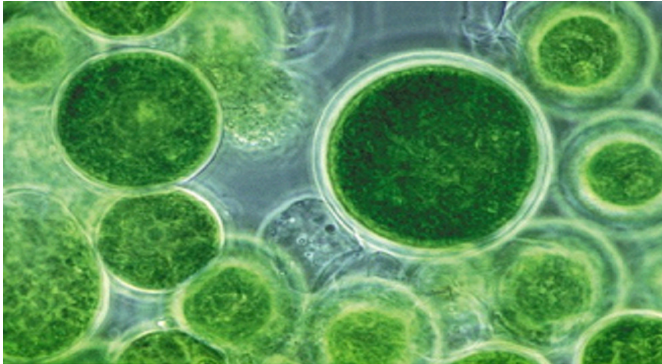
Fotosentezde, 12 molekül H_2O kullanılırken 6 H_2O molekülü de oluşturulmaktadır. O halde net denklem şu şekilde ifade edilebilir.



Fotosentezde oluşturulan O_2 'nin kaynağının H_2O olduğu, 1937 yılında Robert HILL isimli bilim adamı tarafından yapılan deneyle gösterilmiştir.



HILL, deneyinde *Chlorella* cinsi yeşil algin bulunduğu ortama ağır oksijen taşıyan su molekülleri (H_2O^{18}) ile normal CO_2 molekülleri vermiştir. Algin fotosentezi sonucu açığa çıkan O_2 gazının ağır oksijen olması, oksijenin kaynağının başlangıçta ortamdan alınan H_2O molekülleri olduğunu açıkça ortaya koymuştur.



Chlorella vulgaris

Deneyde ağır oksijen taşıyan karbondioksit (CO_2^{18}) kullanıldığında ise, ağır oksijen fotosentez ürünlerinden glikozun yapısında tespit edilmiştir.



Aşağıdaki çizimde de özetlendiği gibi;

- ✓ Fotosentez sonucu açığa çıkan oksijenin temel kaynağı sudur.
- ✓ Sudaki hidrojen atomu glikozun ve açığa çıkan suyun yapısına katılır.
- ✓ Karbondioksitteki karbon atomu glikozun yapısına katılırken, oksijen atomu hem glikozun hem de açığa çıkan suyun yapısına katılır.

