



Bilginler fotosentezin son karanlık noktalarına ışık tutmağa çalışıyorlar

KLOROFİLİN

Okuldaki biyoloji dersinden herkes yeşil bitkilerimizin tabiatta ne gibi bir rol oynadığını pek güzel bilir: Onlar gündüzleri dışarıya oksijen verirler ve oksijen de insan ve hayvanların, hatta özellikle geceleri bitkilerin solunumlarını sağlayan kimyasal aktif bir elementtir. Güneş ışınları sayesinde yeşil bitkiler bundan çok daha fazlasını da yaparlar. Su ve karbondioksitten şeker, nişasta ve yağları meydana getirirler ki böylece en iyi besin üreticilerinden sayılırlar.

İşte bütün bunların yapılmasını sağlayan esrengeiz olaya fotosentez adı verilir, çünkü o esas

itibariyle gözle görülen ışıkta cereyan eder. Bunun bütün dünya çapındaki sonucu akla, hayale sığmayan bir yekûn tutar: meselâ kararlardaki yeşil bitkiler yılda 40 milyar ton karbonhidrat üretirler. Denizlerdeki planktonu da dahil ettiğimiz su bitkileri ise daha da ileri giderek yılda 80 - 160 milyar ton karbonhidrat meydana getirirler. Bunlar insanların gözleri önünde tasarlayamayacağı cinsten rakamlardır: 160 milyar ton, 6,4 milyar yük vagonu, yani 20 vagonluk 320 milyon demiryol katarı demektir, ki bunları arka arkaya koyarsak dünya ile ayın arasındaki uzaklığın 300 katına eşit olurlar.

Doğu Asyadaki bu balta girmemiş orman, klorofille dolu bir denizdir. Bu ormandan, gündüzleri ne kadar oksijen ve ayrıca ne kadar nişasta ve yağ çıkacağı hesap edilemez.

SIRLARI

Dr. Teo Löbsack

Organik maddelerin bu muazzam üretimi fotosentezin dünyadaki hayat için genel olarak ne kadar büyük bir önemi olduğunu pek güzel gösterir. Bu herhangi bir sebepten bir gün artık işleyemez olursa, o zaman bu dev üretim süreci de duracak ve hemen hemen dünya üzerinde canlı yaratık kalmayacaktır. Öte yandan fotosentezin biyokimyasal tepki zincirini suni olarak taklit etmeği başarabildiğimiz takdirde bunun insanlık için ne demek olacağı da açıkça anlaşılır. Böylece karbon hidrat endüstrisi olağanüstü miktarlarda besin maddesi üretebilecekti. Güneş ışığına muhtaç olmadan şeker, nişas-

ta ve belki de ışık, hava ve sudan yağ bile elde edebilecektik.

Peki, böylese fotosentez denilen bu esrarengiz olay ne biçim bir şeydir? Botanikçiler şöyle söylerler: Klorofil tanecikleri ışımaya enerjisini alır ve kimyasal bir bağlantı haline sokarlar, (klorofil eski Yunanca Chloros = yeşil ve Phylon = yaprak kelimelerinden gelir). Bu büyümlü olay işte kloroplastların (klorofil taneciklerinin) içinde bulunan ve yaprağa yeşilliğini veren klorofil sayesinde olur.

Bu tabii çok bilgiççe söylenen ve işin içinden

(Devamı Sayfa 28'da)

çabukça çıkıveren bir açıklama. Fakat fazla ayrıntılı özellikleri bir tarafa bırakırsak konuyu kolayca anlayabiliriz. İşe mercimek veya küçük yassı pullar halinde olan klorofil tanelerinden başlayalım, bunlar ilkbaharda yaprakların embriyonal (oğulcuk) hücrelerinde meydana gelir ve zamanla miktarları çoğaldıkça yaprağın rengini yaz ortalarına doğru tok yeşile kadar değiştirirler. Sonbaharda klorofil çabukça ve hücrelerin karotin veya xantofil gibi öteki renkli temel unsurlarından çok daha çabuk ayrışır. Bunlar ise aynıyle kalırlar ve yapraklara son bahardaki o güzel sarı rengi verirler (bundan başka hücre özsuyu sonbaharda çoğun kırmızı bir renk alır.) Yeşil bitkinin içinde her klorofil tanesi mini mini bir laboratuvara benzer, bunlar o kadar ufaktır ki altı tanesi yanyana getirilirse bir milimetrenin ancak binde biri tutar. İşte bu mikroskopik cisimde güneşin ışınları enerjisi kimyasal reaksiyonlara yol açar ki bunların sonucu da çeşitli şeker türleri, hatta bitkisel yağlar olabilir. Deneylerin gösterdiği gibi klorofil tanelikleri bu işlemleri için herşeyden önce 400 ile 720 mm lik dalga boyları arasında olan güneş ışığından faydalanırlar: yalnız çok az biyokimyasal reaksiyon spektrumun görünmeyen uçlarındaki ultra viyole ve infra kırmızı ışınlar tarafından yönetilir. Göze görünen spektrum alanında bitkilerin yeşil kısımlarına en çok «sempatik» gelen kırmızı ışık ışınlarıdır. Bu aynı zamanda klorofilin yeşil renginin sebebinde de açıklar: muhtemelen yeşil bir uyma görüntüsüdür, zira bilindiği gibi renkli ışık en fazla onu tamamlayıcı renk tarafından emilir, absorbe edilir. Böylece kara bitkilerinde klorofilin yeşili güneş spektrumunun kırmızısından en iyi şekilde faydalanır ve buna karşılık tamamlayıcı renk olan yeşili yansıtır. 20-30 metre su altında yaşayan deniz yosunlarında ise bunun tam tersidir ve onlar çoğun koyu kırmızıdır. Bu bitkiler güneş ışığının geri kalan ve onların hayat saha- larını yetersiz derecede aydınlatan mavimtrak yeşilliyle yetinmek zorundadırlar, çünkü deniz suyunun teşkil ettiği «filtre» yukarıdan aşağıya doğru ışığın sıra ile ilk önce kırmızı, sonra turuncu, sarı ve nihayet yeşil renk bileşiklerini eler.

Şimdi ışık ışınları kloroplastlara girince ne olur ve fotosentez nasıl cereyan eder? Burada ışın enerjisi yalnız harekete getirici, dürtücü bir rol oynar ve yarışın başlamasını sağlar. Bu dürtü eylemi klorofilli, daha pek bilinmeyen bir şekilde, yine yal-



İnsanlar için hayati önemi olan bir kimya fabrikası : Bitkilerin yeşil hücresindeki klorofil tanelikleri (kloro p'astlar).

nız varsayılan bir maddeyi (Ferrdoxin) ki, buna «Donatör = verici» denmektedir, elektron çekmek üzere harekete geçirmekten ibarettir. Öte yandan lektronlar da kendiliklerinden birçok ara istasyonlarından sonra su moleküllerini oksijen ve hidrojene ayırırlar, ki bu olay genellikle fotosentezin ilk önemli ara sonucu sayılır. Bundan sonra olayın devamı sırasında bitkinin havadan aldığı karbondioksit (CO_2) önemli bir rol oynar, bilindiği gibi havada hacim olarak yüzde 0,033 oranında karbondioksit vardır. Karışık kimyasal süreçlerden sonra karbondioksit «Akzeptör = alıcı» olarak hidrojeni alır ve onu fotosentezin son ürünü olan karbohidratların oluşumunda kullanılır, işte bu olayları açıklamayı başaran Amerikalı bilgin Melville Calvin 1961 Nobel Ödülünü kazanmıştı. Küçük bir deneyle fotosentezde oksijen meydana geldiği pek güzel gösterilebilir: Parlak bir ışıkta içinde su bulunan bir kaba Elodea canadensis adı verilen bir su bitkisinin bir kaç ince filiz ve bunun üstüne de bir cam huni konulur. Sonra yukarıya doğru çıkan gaz ka-

barcıkları da huninin ağzına ters olarak geçirilen ve önceden su ile doldurulmuş bir cam tüpte toplanır. Şimdi ateşte kızıl bir dereceye kadar tavlanan bir demir talaş parçası bu gaza tutulursa; kıvılcımlar çıkararak yandığı görülür ki, bu da tüpte toplanan gazın oksijen olduğunu doğrular.

Fotosentezde karbonhidratların meydana gelmesinin ispatı da ışık geçirmeyen bir şaplonla yapılabılır. Bunun üzerine önceden nişasta kelimesini tekel eden harfler oyulur ve şaplon daha önce karanlıkta bırakılmış olan yeşil bir ağaç yaprağının üzerine konulur ve sonra bir süre parlak ışığa bırakılır. Yaprak kaynar sıcak suya sokulduktan ve bir iyot-iyotpotasyum eriyiğiyle yıkandıktan sonra, üzerindeki yazı mavimsiyah siyah bir renk alır. Bu da yalnız yazının bulunduğu ve ışığın yaprağa geldiği noktalarda karbonhidratın oluştuğunu gösterir (ilk önce şeker meydana gelir ve sonra derhal nişasta halini alır).

Fotosentez için havanın karbondioksitine ihtiyaç vardır. Bunu da bitkileri tamamiyle karbondioksitten arınmış bir ortamda büyümeğe çalışıldığı takdirde kolayca meydana çıkarmak kabildir, meselâ içerisinde sodyum hidroksit konulan bir cam kavanoz altında bitkinin gittikçe canlılığını yitirdiği görülebilir.

İlk bakışta fotosentezin çok basit bir şekilde oluştuğu sanılırsa da onunla ilgili kimyasal reaksiyonlar çok çeşitli ve karışıktır. Bunların ne kadar güç anlaşılır cinsten şeyler olduğunu fotosentez araştırmalarının tarihi en açık şekilde gösterir. Onun 250 yıllık bir geçmişi vardır ve hâlâ tam mânasıyla sona ermiş değildir. İlk olarak 1727 yılında İngiliz din adamlarından Stephen Hales bitkilerin havadan besleyici bir madde olarak büyüdükleri fikrini ortaya attı. Aradan 50 yıl geçtikten sonra yine bir İngiliz olan Joseph Priestley, hayvanların tamamiyle kapalı bir yerde kaldıkları takdirde bir süre sonra boğuldıklarını, fakat aynı yerde yeşil bitkilerin beraber bulunması ve büyümesi halinde yaşayabildiklerini meydana çıkardı. Bu deneyinden Priestley bitkilerin bozuk havayı «düzeltiltikleri» sonucunu çıkardı. 1779 yılında Hollandalı doktor Jan Ingenhousz, bu «düzeltilme» süreci için ışığın da gerekli bulunduğunu ve yalnız yeşil bitkilerin bunu başardıklarını ortaya çıkardı.

Bu esrarengiz olayın sırlarının çözülmesinde sonradan birçok bilgilerin ve bunların arasında ışıkla ilgili tabiat bilgini Jean Serebier'in de rolü olmuştur. Serebier kırmızı ışıkların önemini ve henüz şehri-

si Nicolas de Saussure de bitkilerin «soluması» (oksijen alıp karbondioksit vermeleri) ile fotosentezin birbirinden ayrı şeyler olduğunu ilk olarak meydana çıkardılar.

Yakın zamanlarda 1939 da iki Alman kimyacı, Richard Willstaetter ve Hans Fisher klorofilin kimyasal formülünü bulmağa ve iç yapısını açıklamağa muvaffak oldular. Onlar klorofil molekülünün 137 atomdan bir araya geldiğini ve ortada ağının içindeki bir örümcek gibi, bir tek magnezyum atomunun bulunduğunu ve bunu 4 azot, 55 karbon, 72 hidrojen ve 5 oksijen atomunun çevrelediğini gösterdiler. 1960 da Amerikalı Robert Woodward klorofil «a» yı sentetik (sunî) olarak yapmağı becerdi ve aynı zamanda ondan habersiz olarak Alman M. Strell ve A. Kalojanof daha nadir olan klorofil «b» yi de sentetik olarak yaptılar.

En yeni başarı haberi bir kaç ay önce alındı ve bu Almanyada Tübingen şehrinden geldi. Burda biyokimyacı Helmut Metzner fotosentezin ilk yan basamağı olan suyun oksijen ile hidrojene ayrılmasını bir model deneyinde taklit etmeyi başardı. (a şayan hücrenin kolayca dejenere olan klorofil tanelikleri yerine Metzner üzerine klorofil sürülmüş gümüş klorit kristalleri kullandı ve reaksiyonun cereyan edeceği suyun içine de janus yeşili adındaki renkli maddeyi koydu. Çok kuvvetli bir projektörün ışığı deney kabına yöneltilir yöneltilmez, klorofil molekülleri ışığa enerjisini almağa başlıyorlar ve onu gümüş kloride iletiliyorlar, bu da metalik gümüş ile serbest kloradikallerine ayrılıyordu. Öte yandan kloradikalleri su moleküllerini etkiliyorlar ve önceden tahmin edildiği gibi, onu hidrojen ve oksijene ayırıyorlardı.

Metzner'in hidrojenin karbondioksitle birleşerek deneyde şekeri meydana getirmenin (onun deneyinde hidrojen janus yeşili ile birleşmişti) daha uzun ve yorucu emeklere ihtiyaç göstereceğini söylemesine rağmen, biyokimyacılar bu son problemlerin etrafındaki ağlarını gittikçe daha fazla daraltmaktadırlar. Bugünden bilinen şudur: fotosentezi birgün tamamiyle taklit etmeğe muvaffak olursak, bitkilerin dünya çapındaki karbon hidrat ve yağ üretimi yanında kendi üretimimize geçebilir ve bu uzun ve yorucu emeklerin bir karşılığı ve yeni gelişmekte olan memleketlerdeki açlık çeken insanlara bir ümit ve yardım kaynağı olur.