

Sonbaharda yaprakların rengi neden deęiřir?

Kaynak: InChemistry, American Chemical Society, 13 Kasım 2018, <https://inchemistry.acs.org/atomic-news/fall-leaves.html>

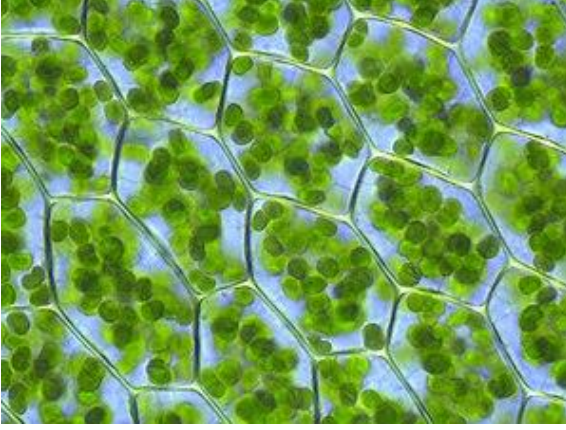
Hazırlayan: Mustafa Tunçgenç, Ocak 2021



Kısa bir süre önce geride bıraktığımız sonbahar, özellikle sonbahar yapraklarının canlı renkleriyle duygularımızın coşmasına yol açar. Yapraklar renklerini parlak yeşilden canlı kırmızı turuncu ve sarı renkleri değiştirirken, değişimi yaratan kimyasal süreç gözümüzün önünde gerçekleşir. Peki bu değişimlere sebep olan nedir?

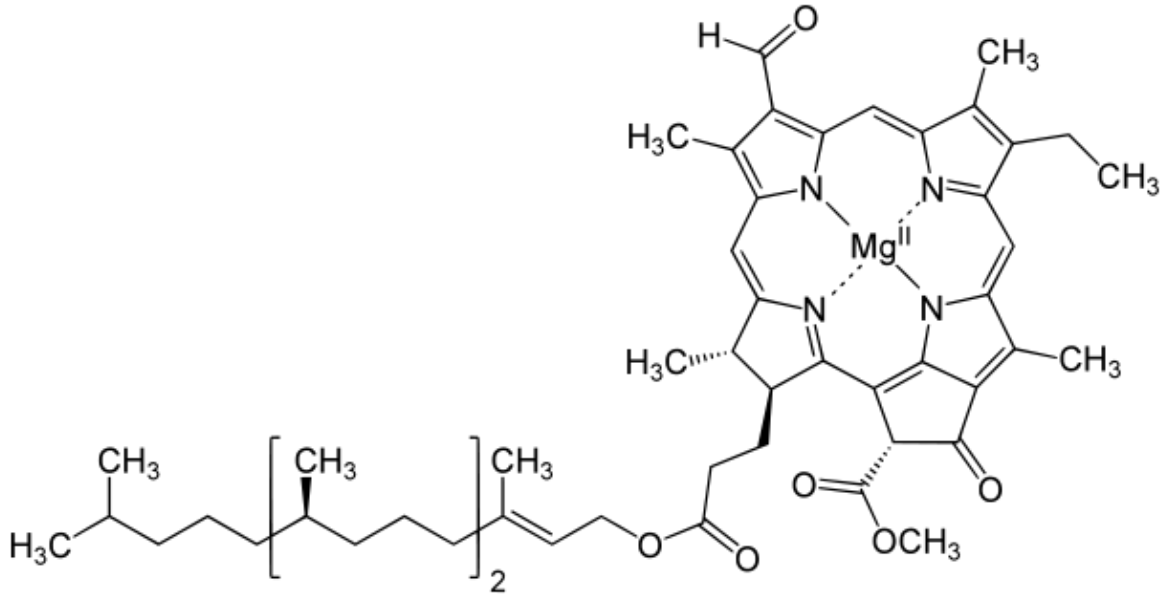
Yeşilin ardında saklanmak

Sonbahar mevsiminde ayrı ayrı beliren çeşit çeşit yaprak rengi, aslında yıl boyunca yaprakların içinde bulunur. Bu renkleri tüm mevsimlerde görmememizin nedeni, yapraklarda üretilen kloroplastların yazla birlikte çok artması ve ürettikleri klorofilin yeşil renginin diğer renklere baskın çıkmasıdır. Kloroplastlar yaprak hücrelerinde fotosentezden sorumlu olan organellerdir. Bunlar, ağacın büyümek ve üremek için ihtiyaç duyduğu enerjiyi üretirler. Bitkilerde fotosentez, baharda ve yazın güneşin yoğun olduğu sürelerde üretilen klorofille bağlı olarak gerçekleşir. Klorofil, Güneş ışığının içinde bulunan kırmızı, turuncu ve mavi ışığı soğurur. Yeşil ışığı ise soğurmuyarak gözümüze ulaşmasını sağlar. Ağaçlardaki büyük miktardaki klorofil dolayısıyla ilkbahar ve yazın, yaprakların arka planda yatan renkleri saklı kalır ve yeşil renk görünür.



Klorofil, bitkilere ve yosunlara yeşil rengi verir. Mikroskop altında bakıldığında, Klorofilin organizma içindeki kloroplast adı verilen yapılarda yoğunlaştığı görülür.

Klorofilin tanımlayıcı özelliklerinden biri pirole benzeyen dört halkanın, porfirin yapısı oluşturacak daha büyük bir halka yapmak üzere bir araya gelmesiyle oluşur. Porphirinler genellikle, kanımızdaki hemoglobinin de aralarında bulunduğu canlı kırmızı gibi parlak renklere sahip olan biyolojik moleküllerde bulunurlar. Kan ile yaprakların bu kadar ortak noktası olduğunu kim bilebilirdi ki? Bu ikisinin renkleri arasındaki fark klorofildeki porfirinlere magnezyumun bağlanmış olmasına karşın, hemoglobindeki porfirinlere demirin bağlanmış olmasından kaynaklanır. Ayrıca bu iki molekülde, porfirine bağlanan organik segmentler de farklı yapılara sahiptir ve bu fark ikisinin hem görünümünün hem de reaktivitelerinin farklılaşmasına yol açar.



Tüm klorofil tipleri şeklin sağında görülen magnezyum-porfirin yapısına benzeyen bir yapıya sahiptirler.

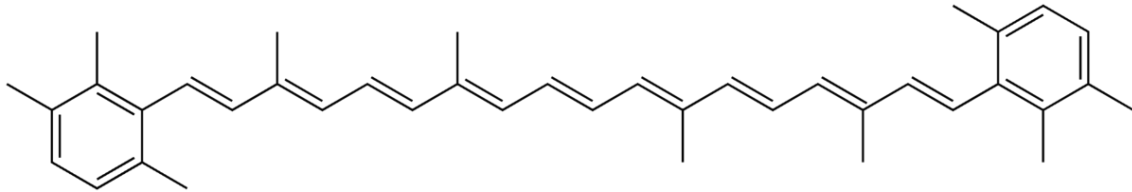
Klorofilin güneş enerjisini soğurması, karbondioksit ve suyun glikoz ve oksijene dönüşmesine neden olan bir dizi redoks (elektron transferi) tepkimesiyle gerçekleşir. Bitkiler glikozun bir kısmını depolarlar ve kalanını kendi gelişmeleri için kullanırlar, oksijeni ise atmosfere salarlar. Redoks tepkimeleri klorofili de parçalarlar. Bu, bitkinin yaşayabilmek için klorofili tekrar tekrar üretmesini gerektirir.

Canlı renkler ne zaman ortaya çıkar?

Sonbaharda günler kısaltıkça, ağacların ve fundaların görsel gösterileri sona ermeye başlar. Yoğun enerji içeren klorofil üretimlerini durdurarak ve sadece o zamana kadar biriken glikozu enerji ihtiyaçlarını karşılamakta kullanmak üzere kışa hazırlanırlar. (Yaprakların dökülmesi, ağacların, geniş yaprak yüzeylerinden suyun buharlaşmasına son vererek, gövdelerindeki suyu korumalarına olanak tanır. Bu süreçte bitkideki klorofil yavaş yavaş parçalanır, yeşil renk giderek azalır ve yaprağın bünyesindeki diğer bileşiklerin yaprağa verdiği diğer renkler ortaya çıkar.

Sonbaharda iki tip kimyasal bileşik parlak renklerin oluşmasına neden olur: karotenoidler ve flavonoidler. Karotenoidler hayvanların ve bitkilerin dokularında ya da hücrelerinde bulunurlar. Bitkiler, bu moleküllerden, ışığın soğurulmasında klorofile yardımcı olmalarında ve klorofilin güneş ışınlarının verebileceği hasardan korunmasında yararlanırlar. Karotenoidler, ayrıca, bitki hücrelerindeki enerji üreten yapıları korumaya hizmet eden antioksidanlar olarak da davranırlar. Bitki yapraklarında en çok bulunan karotenoidlerin başında lutein ve beta-karoten gelir.

Sarı ren tonlarını oluşturan bileşikler, ksantofiller adı verilen bir karotenoid grubuna aittir. İki tip olan bu flavonoidlerin adları flavonol ve flavondur. Turuncu rengi ise beta-karoten adı verilen karotenoid verir. Bu bileşik yeşil ve mavi ışığı kuvvetle soğururken sarı ile kırmızıyı yansıtır. Bu durum, yaprağın renginin turuncu olarak algılanmasına neden olur. Viyolaksantin ise yapraklardaki turuncu rengi vermekten sorumlu olan bir diğer karotenoiddir.



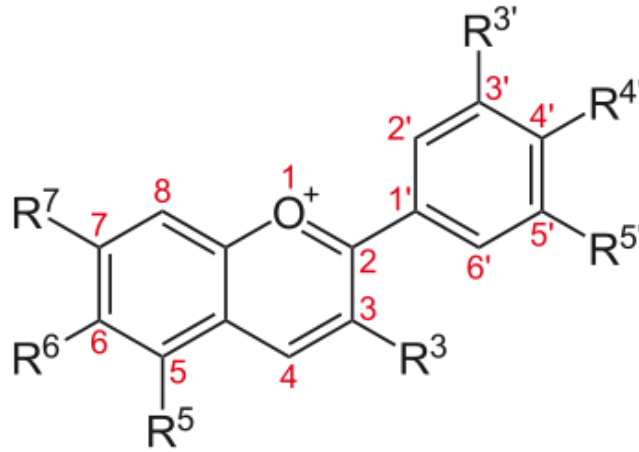
Karotenoidlerin genel yapısı.

Flavonoidler karotenoidlerden farklı bir yapıya sahiptirler ve moleküllerinde daha fazla sayıda fenil halkası bulunur. Aynı zamanda flavonoidler, yapılarının bir karakteristik özelliği olarak daha çok sayıda oksijen atomu içerirler. Flavonoidler her ne kadar yapraklarda bulunsalar da, çiçeklerin renklenmesinde de temel bir rol oynarlar. Ek olarak, ultraviyole ışığın soğurulmasında ve enerji üretiminde de rol oynarlar.

Bazı yaprakların canlı kırmızı ve mor renkleri antosiyaninlerden kaynaklanır. Başka renkli bileşiklerden farklı olarak antosiyaninler sadece sonbaharda üretilirler. Antosiyaninler bitkideki glikoz, fosfat ve diğer bileşenler arasındaki kompleks tepkimelerin ürünüdürler. Dolayısıyla bir ağaç daha çok glikoz depoladıkça daha çok antosiyanin üretir ve görünümünün canlılığı artar. Ek olarak, renk, pH değerine de bağlıdır. Bu nedenle, toprağın asiditesi de yaprağın renginin belirlenmesinde rol oynar.



Akçaağaçlar sonbaharda sari-turuncu renklere bürünmelerini sağlayan karotenoid pigmentlerini içerirler.



Yapraklar, bitkinin glikoz, fosfat ve diğer bileşenleri arasındaki kompleks tepkimelerden üreyen antosiyaninler sayesinde parlak renklere sahip olur.

Bitkilerin, çok değerli olan glikozlarını, kış için kullanmak üzere saklamak yerine antosiyanin yapmakta kullanmalarının çeşitli nedenleri vardır. Bitkiler, antosiyaninleri, hayvanları meyvelerine çekmek için kullanırlar. Bu daha sonraki aşamada bitkinin tohumlarının yayılmasına hizmet edecektir. Daha fazla güneş ışığına maruz kalan ağaçlar antosiyanin üretirler. Antosiyaninler, aynı zamanda, foto inhibitör ya da güneş perdesi gibi davranarak, klorofilin mevcut olmadığı durumlarda, yüksek enerjili UV ışınlarının bitki hücrelerine verebileceği potansiyel hasarı önlerler.

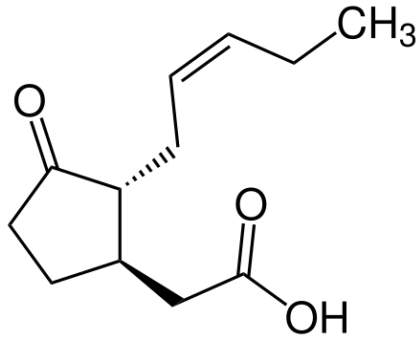
Kahverengi, bitkilerin içerdği tanin bileşiklerinden gelir. Tanin bileşikleri bitkiyi yırtıcı hayvanlardan koruyarak, canlı kalıp gelişmesinde olumlu rol oynarlar.

Bazı durumlarda Yeşil kalmak neden daha kolaydır?

Kuşkusuz bütün ağaclar kışın renklerini değıştirmezler. İğne yapraklılar ve birçok tropik bitki dört mevsim yeşil olurlar. Klorofili yıl boyunca üretebilirler. Çam, köknar, ladin gibi iğne yapraklıların öyküsü biraz daha farklıdır. Bu bitkiler, su ve besin maddelerinin az bulunduğu ve sıcaklıkların düşük olduğu daha sert koşullara dayanıklıdır. Bu sert koşullarla karşılaşılın uzun kışlarda da hayatta kalabilmek için yeterli glikozu biriktirecek biçimde evrilmişlerdir.

İğne yapraklı ağaclar, yapraklarındaki klorofil fabrikalarını yıl boyunca çalıştırabilecek çeşitli yöntemlere sahiptirler. Yaprakları uzun ince iğneler biçimini almıştır ve üzerleri mumsu bir polyester tabakası ile kaplıdır. Gerek ince biçimleri gerekse üzerlerindeki mumsu kaplama suyun buharlaşmasını zorlaştırır. Dolayısıyla, suyu bünyelerinde tutabilirler ve su bulunan bu ortamda, her mevsimde fotosentez süreci devam eder.

Ek olarak her zaman yeşil olan bitkilerin çoğu kendi antifrizlerini yani donma önleyicilerini üretirler. Başka diğer çözünenler (: solute) gibi glikoz da ağacın bünyesindeki suyun donma noktasını düşürür. İğne yapraklılar ayrıca jasmonik asit gibi donma önleyici hormonlar ve proteinler üretirler.



Yasemin bitkisinde de bulunan bir hormon olan jasmonik asit.

Donma önleyiciler ağacın sağlığı açısından önemlidirler. Su donduğunda oluşan hekzagonal yapıya sahip buz molekülleri sıvı sudan daha fazla hacim işgal ederler. Diğer bir deyişle, su donduğunda genişlerler, hücre duvarlarını parçalarlar. (Bu olgu, sebzelerin, neden uygun biçimde dondurulamayıp çamursu hale dönüştüğünü de açıklar). Dolayısıyla, donma önleyiciler fotosentez için gereken suyu sıvı halde tutarlar ve hücre duvarlarının sağlam kalmasını sağlarlar.

Yeşil sarı turuncu kırmızı mor ve kahverengi!

Yaprakların değışen renklerinin altındaki kimyasal süreçler gözlerimizin harika bir renk festivali yaşamasına neden oluyorlar.