



Yaprak Damarlarının Mimarisi

Özlem Kılıç Ekici

Yapraklar nefes alıp veren, terleyen, bitkiyi besleyen birer solunum organı olarak bitkilerin yaşaması için vazgeçilmez kısımlarından biri. Bitkinin topraktan aldığı maddeleri, güneş ışığından yararlanarak fotosentez denilen kimyasal bir süreçle bitkinin besini haline getirirler. Bitkiye yeşil renk veren klorofil maddesi bu süreçte önemli rol oynar. Yaprak damarları, yaprak yüzeyinde besin maddelerini ve suyu taşıyan iletim borularıdır. Yaprak yüzeyindeki ana ve ara damarlar yaprağın biçimine ve büyüklüğüne bağlı olarak farklı yapılarda ve desenlerde (paralel, tüsü, el biçiminde ve ağsı) olabilir.

Kaliforniya Üniversitesi'nden bir grup doğa bilimci, zaman içinde gelişen ve farklılaşan yapraklardaki damarların detaylı yapısını temel alan yeni matematiksel kurallar ve formüller ortaya koydu. Kolay uygulanan bu kurallar sayesinde fosil kayıtlara bakılarak geçmiş zamanlardaki iklimsel durum, bitkilerin yapısal ve fiziksel özellikleri tahmin edilebilecek. Araştırmanın sonuçları *Nature Communication* dergisinin Mayıs sayısında yayımlandı (<http://www.nature.com/ncomms/journal/v3/n5/full/ncomms1835.html>). Elde edilen bulguların ekoloji çalışmalarına önemli katkı sağlayacağını düşünen araştırmacılar, oluşturulan formüller ve kuramlar sayesinde küçük yaprak parçacıklarına bakarak yaprakların gerçek büyüklüğü hakkında fikir sahibi olabiliyor. Fosil

kayıtların bu şekilde yorumlanmasıyla eski çağlardaki iklimsel değişiklikler hakkında daha doğru tahminler ve yorumlar yapılabileceği belirtiliyor.

Bitkilerin yaşamında önemli bir yere sahip olan yaprak damarlarının mimari yapısının oluşumu ve bu yapıyı belirleyen hususların neler olduğu konusunda çok az şey biliniyor. Yaprak büyüklüğü ve yaprak damar sistemleri arasında kurulan matematiksel bağlantılar, yaprak yüzeyindeki bazı doğal motiflerin nasıl oluştuğu konusuna açıklık getirebilecek. NSF tarafından desteklenen bu çalışmada, farklı bölgelerden toplanan yüzlerce bitki türünün yaprakları, damarlarını belirgin hale getiren özel bir kimyasal madde ile işlem gördükten sonra, yüksek çözünürlüklü bilgisayarlar da görüntüledi. Araştırma ekibi çeşitli bölgelerden toplanan farklı bitkilerin yaprakları arasında tahmin edilebilen ilişkiler buldu. Geniş yapraklardaki ana damarların, yaprak yüzeyinde birbirlerinden uzak olduğu görüldü. Bu ilişki, yaprağın fiziksel yapısına, fotosentez ve terleme gibi fizyolojik etkinliklerine bağlı olmaksızın tüm geniş yapraklarda aynıydı. Bunun aksine, küçük yapraklardaki ana damarların ise yaprak yüzeyinde birbirlerine çok yakın, nerdeyse üst üste yerleştiği görüldü. Yaprak büyüklüğünün bitkilerin çevrelerine uyumunu belirleyen özelliklerden biri olduğu biliniyor. Örneğin küçük yapraklı bitkiler genelde kuru ve güneşli ortamlarda yaşar. Bu tür bitkilerin, küçük yapraklarındaki damar desenleri sayesinde kuruga karşı daha dayanıklı olduğu belirtildi. Birbirine yakın olan damarlar sayesinde kuraklık sırasında suyun taşınması daha kolay oluyor. Küçük yapraklı bitkiler daha dikkatle incelendiğinde bu yaprakların etrafının çok

ince bir durgun hava katmanı ile çevrilmiş durumda olduğu görülmüş. Bu da yaprakların çok fazla ısınmasını engelliyor, ayrıca bu ince hava katmanı sayesinde yapraklar daha hızlı soğuyor. Bu durum, küçük yapraklı bitkilerin neden daha çok sıcak ve kuru iklim şartlarının yaşandığı bölgelerde bulunduğunu açıklıyor. Ayrıca yaprak damarlarının bilgisayar görüntüleri incelendiğinde, küçük yapraklardaki ana damarlar birbirlerine çok yakın olduğu için, birim yaprak alanı başına düşen ana damarların hem uzunluğunun hem de sayısının çok fazla olduğu anlaşıldı. Ana damarların uzunluğunun ve sayısının fazla olması da özellikle kuraklık sırasında suyun daha etkili bir şekilde taşınmasını sağlıyor. Küçük yapraklardaki yoğun damarlaşma, damarların herhangi bir yerinde bir tıkanıklık olduğunda suyun rahatça taşınması için alternatif yollar bulunabilmesi açısından avantaj sağlıyor.

Temelde bitkilerin yaprakları birbirini takip eden iki aşamada gelişiyor. İlk önce tomurcuk şeklindeki yaprak belli belirsiz büyümeye başlar. Daha sonra büyüme ve gelişme belirgin bir şekilde hızlanır ve yaprak gerçek büyüklüğüne ulaşır. Ana damarlar çok yavaş gerçekleşen ilk aşamada oluşur ve hızlı seyreden ikinci aşama başlamadan ana damarların yaprak üzerindeki sayısı ve yoğunluğu son halini alır. Hızlı gerçekleşen ikinci aşama sırasında ana damarlar yaprağın uzunluğuna ve genişliğine bağlı olarak birbirlerinden uzaklaşır, yaprak yüzeyinde yayılır ve kalınlaşırlar. Ara damarlar ise asıl olarak ikinci aşamada ana damarların arasında oluşmaya başlar. Yaprak gelişmesini tamamlarken ara damarların dallanması da tamamlanır.

Aynı çalışmada ana damarların ve ara damarların birbirlerinden bağımsız olarak evrimleştiği bulunmuş. Ana damarlar ile yaprak büyüklüğü arasındaki ilişkinin, ara damarlar için geçerli olmadığı görülmüş. Ana damarlar büyük yapraklarda birbirlerinden uzakta bulunur ve daha geniş bir alana yayılırken, ara damarların sayısının, yaprak büyüklüğünden bağımsız olarak çok fazla olabildiği gözlenmiş.

Yaprak parçalarını barındıran fosillere bakıp ana damarların yapısını incelenerek damar uzunluğu hakkında fikir sahibi olan uzmanlar, bir matematik formülü yardımıyla yaprağın gerçek büyüklüğünü hesaplayabiliyor. Ayrıca damar desenlerine bakılarak o bitkinin yaşadığı dönemdeki iklim şartları ve ekosistem tahmin edilebiliyor.

Yaprak damarlarının zaman içinde nasıl farklılaştığına bakıldığında, milyonlarca yıl önce çiçekli bitkilerin neden birçok geniş yapraklı bitki türünden daha baskın olduğu ve yaygınlaştığı da anlaşılıyor. Genelde çiçekli bitkilerin yapraklarında yoğun bir damarlaşıma deseni oluyor. Özellikle de ara damarların sayısı ve yaprak yüzeyinde kapladıkları alan çok fazla. Bu da çiçekli bitkilerin her türlü iklim koşulunda daha etkili fotosentez potansiyeline sahip olmasına ve dolayısıyla hayatta kalabilme şansının yüksek olmasına neden oluyor.

DNA'da Bilgi Depolanması

Murat Yıldırım

Biyomühendisler hücre içindeki DNA'ya bilgi yazıp silmeyi ve tekrar yazmayı başardı. Şu an sadece 1 bit'lik bilgi depolanabilse de bilgi depolamayı ve işlemeyi hücre içinde mümkün kılmasından ötürü bu araştırma önemli. Belki de bu sayede doktorlar bir gün kanserli bir hastaya yerleştirecekleri bir cihaz sayesinde kanserli hücrelerin bölünme hızını takip etme imkânına kavuşacak veya hücre yaşlanırken hücre içinde neler olduğunu kaydedebilecekler.

Stanford Üniversitesi'nden Jerome Bonnet "canlı bir hücrenin içindeki DNA'ya bilgi yazıp silebiliyoruz; hücrenin içine hesaplama ve mantığı sokabiliyoruz" açıklamasını yaptı.

Bilim insanları insan vücudunun içine minik bilgisayarlar yerleştirmeyi uzun zamandır hayal etmelerine karşın bu kadar küçük bilgisayarlar bugünkü teknolojiyle hâlâ tasarlanamıyor. Bu yüzden araştırmacılar biyolojik araçlara, örneğin DNA'ya ve enzimlere yöneldi. Daha önce yapılan araş-

tırmalarda DNA'ya bilgi yazmak ve silmek başarmıştı, ama aynı DNA parçasına tekrar yazmak mümkün olmuyordu.

Yapılan bu yeni araştırmada, depolama ortamı olarak DNA, DNA'ya yazmak ve silmek için ise bakterileri enfekte eden virüslerden (bakteriyofaj) elde edilmiş "recombinases" adı verilen enzimler kullanıldı. Virüsler bu enzimleri enfekte ettikleri bakterinin DNA'sına kendilerini bağlamak için kullanıyor. Yapılan çalışmada enzim DNA'nın belirli bir parçasına giderek orada ufak bir değişiklik yapıyor ve gönderilen yeni bir sinyalle değişikliği eski haline çeviriyor. Bu değişmiş ve değişmemiş gen parçaları bilgisayar bitleri olan 1'e ve 0'a karşılık geliyor. Araştırmacıların hedefi 1 bitlik hafızayı ilk önce 1 byte'a çıkarmak ve DNA'yı değiştirmek için gereken bir saatlik süreyi kısaltmak.

Bitkiler Çiçeklenme Zamanlarını Nasıl Biliyor?

Özlem Ak İkinci

Başarılı bir şekilde çoğalabilen bir bitkinin çiçeklenme zamanının belirlenmesinde çiçeğin biyolojik saati, gün uzunluğu ve bir dizi moleküler olay görev yapıyor.

Genetik çalışmalarda yaygın olarak kullanılan hardalgiller ailesinden küçük bir bitki olan Arabidopsis bitkisi, yapılan yeni bir çalışmada da model bitki olarak kullanılmış. Washington Üniversitesi'nden biyoloji profesörü Takato Imaizumi eğer çiçeklenme zamanının mekanizması bilinirse ve düzenlenebilirse bunu hızlandırarak ya da geciktirerek alınacak mahsulün miktarının artırılacağını belirtiyor. Böylece bunun daha fazla gıda ve biyoyakıt üretimi için bir fırsat olacağını vurguluyor.

Çiçekli bitkiler yılın belli bir zamanında yapraklarında çiçeklenmeyi uyaran FT denilen özel bir protein (*Flowering Locus T*) üretiyor. Bu protein yapraklardan, ileride yaprağa ya da çiçeğe dönüşecek ancak henüz farklılaşmamış hücrelerin bulunduğu bölüm olan sürgün uca giderek çiçeklenmeye uyuyor.

Gün uzunluğundaki değişiklikler pek çok organizmaya mevsimsel değişiklikler konusunda bilgi veriyor. Bitkiler de biyolojik



saatleri sayesinde gün uzunluğundaki değişiklikleri algılıyor. Biyolojik saat insanlarda, hayvanlarda, böceklerde, bitkilerde ve diğer organizmalarda biyolojik süreçleri 24 saatlik periyodlara uyumlu hale getiriyor.

Imaizumi ve arkadaşları çalışmalarında, bitkilerin mevsimsel değişiklikleri algılama ve çiçeklenme mekanizmasında önemli bir role sahip güneş ışığıyla etkin hale gelen FKF1 proteinini araştırmış. FKF1 proteini her gün öğleden sonra sentezleniyor ve etkinliği biyolojik saat tarafından düzenleniyor. Kısa günlerde sentezlendiğinde öğleden sonraki gün ışığının yeterli olmaması nedeniyle etkin hale geçemiyor. Daha uzun günlerde üretildiğinde ise bu foto reseptör proteini ışığı kullanarak "çiçeklenme proteini" olan FT proteininin de dâhil olduğu çiçeklenme mekanizmasını etkinleştiriyor. Böylece bitkiler biyolojik saat sayesinde gün uzunluğundaki değişiklikleri algılıyor.

Bu mekanizma çoğalmak için uygun olmayan, günlerin kısa gecelerin uzun olduğu kış aylarında bitkinin çiçeklenmesini önüyor. Çalışmada Arabidopsis bitkisinin çiçeklenmesiyle ilgili tahminler, Edinburgh Üniversitesi'nden biyoloji profesörü Andrew Millar'ın geliştirdiği matematiksel modelleme ile gerçekleştirilmiş. Bu matematiksel model, bitkilerin gün uzunluğunu algılama prensiplerinin anlaşılmasına da yardımcı olmuş. Bu prensiplerin diğer bitkilerde, örneğin pirinçte de geçerli olduğunu düşünen araştırmacılar bu bulgular ışığında, bitkilerinin gün uzunluğuna gösterdiği tepki bilinirse, daha iyi mahsul elde edilebileceği kanısında. Hayvanlardaki proteinin henüz bitkilerdeki kadar iyi anlaşılmadığını vurgulayan araştırmacılar bu çalışmadan öğrendikleri prensiplerin hayvanlarda da geçerli olmasını umut ediyor.

