

BİTKİLERDE KEMOTAKSONOMİ

GİRİŞ

Canlıların benzerlik ve farklılıklarının bilimsel yöntemlerle incelenmesi asırlar önce başlamıştır. Günümüze kadar teknolojiye paralel olarak farklı bilim dalları taksonomiye katkı sağlamıştır. Başlangıçta bitkilerin sınıflandırılmasında kullanılan karakterler dış morfolojik özelliklerle kısıtlı iken, sonraları anatomik veriler, kromozom sayısı, boyut ve şekilleri, mikromorfolojik özellikler (Polen ve Tohum yüzey süsleri vs.), kimyasal ve moleküler veriler bitki sistematigi için uygun karakterler olarak kullanılmışlardır.

Kemotaksonomi, kimya ve taksonomi kelimelerinden türetilmiştir. Kemotaksonomi canlılardaki kimyasal maddelerin özelliklerini, taksonomik dağılımlarını ve evrimleşme ile ilişkilerini inceleyen bir bilim dalıdır.

İnsanoğlu bitkiler açısından kemotaksonomiye bir dereceye kadar çok uzun bir süredir uygulamaktadır. Tat, koku ve renk duyuları, bir organizmanın kimyası hakkında bilgi toplamak için ve böylece, önemi ve ilgisi açısından sınıflandırmak için kullanılmıştır. Bununla birlikte, böyle bir sınıflandırmanın sonucu tamamen fenetiktir (yani genel benzerliğe dayalı); kullanımı, tehlikesi, vb. temelinde bitkileri ilişkilendirilir. Ama genellikle aralarındaki filogenetik ya da evrimsel ilişkiler hakkında, eğer varsa, bize kısmen de olsa bilgi verir. Gerçek bir taksonominin filogenetik ilişkilere dayalı olması gerektiğine dikkat edilmelidir.

Charles Darwin'in arkadaşı T.H. Huxley'e 1857 yılında "inanıyorum ki, görece kadar yaşamayamasam da, doğanın her aleminin oldukça gerçek soy ağaçlarına sahip olacağımız bir zaman gelecek." yazmıştır (<http://www.darwinproject.ac.uk/entry2143>, 2011). Şimdi, 150 yıldan daha fazla bir zaman sonra, oldukça gerçek, 'soy' (bugün 'filogenetik' terimini tercih edilmektedir) ağaçlarının, DNA dizi verileri karşılaştırarak hemen hemen her organizma grubunun yerleştirilebildiği bir aşamaya gerçekten gelmiş durumdayız (Wink vd. 2010).

Bitki sekonder metabolitlerinin taksonomiye kattığı potansiyel değer yaklaşık 200 yıldır kabul edilmiş olmasına rağmen, pratik uygulamaları, bu yüzyılla ve ağırlıklı olarak son 45 yılla sınırlı olmuştur. Kimyasal taksonominin ilk kapsamlı savunucusu, Angiospermae'daki uçucu yağlar, sabit yağlar ve alkaloidlerin dağılımını inceleyen McNair (1935) olmuştur. Aynı zamanda, ilk karşılaştırmalı analizler rapor edilmiş ve bu analizlerin çoğu, Myrtaceae'nin, özellikle *Eucalyptus*, uçucu yağlarını kapsamıştır. Bu çalışmalar, farklı taksonların kimyasal farklılığını teyit ederken, bu erken aşamada bile, kimyada türler arası varyasyonun olasılığını göstermiştir (Wink ve Waterman 1999).

Kemotaksonominin oluşturulmasına imkan veren önemli teknik gelişme, kağıt kromatografisi olmuştur. Bu işlem, çoklu örneklerin çıkarılmasına ve spesifik metabolitlerin varlığı ya da yokluğuna göre karşılaştırılmasına imkan vermiştir. Flavonoidler ve ilgili fenolik bileşikler, önceleri kağıt kromatografisi ve daha sonra ince tabaka kromatografisi (TLC) ile incelenmek için özellikle uygun olduklarını kanıtlamıştır. Biraz daha ayrıntılı olarak ilk incelenen, Angiospermae'nin tamamında bazı yaygın fenoliklerin dağılımı olmuştur. 1970'li ve 1980'li yıllarda geliştirilen ve kemotaksonomi ve fitokimyanın ilerlemesi için gerekli olan başka yöntemler, kapiler kolon (veya yüksek çözünürlük) gaz-sıvı kromatografisi (GLC), yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC), kütle spektrometresi (MS, özellikle GLC-MS, LC-MS gibi) ve nükleer manyetik rezonans (^1H , ^{13}C -NMR) olmuştur.

Bir disiplin olarak Kemotaksonomi, flavonoidler ve diğer fenolikler üzerine Harborne'un (1964, 1967) özel çalışmalarını kapsayan, birkaç taslak eserin (özellikle, Alston ve Turner (1963) ve Swain'in (1963, 1966)) yayını ile 1960'lı yılların başında gerçekten rüştünü ispat etmiştir. Hegnauer, bitki familyalarının içinde ve arasında metabolitlerin oluşumu ve dağılımı üzerine güncel bilgileri büyük bir titizlikle derlediği, "*Chemotaxonomie der Pflanzen*" isimli eserinde başlatmıştı. O zamana kadar, sekonder metabolit dağılımlarının taksonomik aralığı üzerine genellemeler yapmak için yeterli veri toplanmıştı. Buna, dinamik biyosentetik bir filogeni bağlamında konumlandırma imkanı veren, bu bileşiklerin biyosentezi ile ilgili deneysel veriler hızla büyümüştür. Bu dönemde, angiosperm evrimini ortaya çıkarmada kemotaksonominin sahip olduğu etkiye işaret eden, bir dizi çok heyecan verici keşif yapılmıştır (Wink ve Waterman 1999, Wink vd. 2010).

Kemotaksonomi taksonomiye canlılardaki kimyasal maddelerin özelliklerini, taksonomik dağılımlarını ve ayrıca evrimleşme ile ilişkilerini inceleyerek katkıda bulunmak üzere tümüyle analitik sonuçlardan yararlanan bilim dalıdır.

Karşılaştırmalı fitokimya ve bitki biyokimyası ise kimyasal maddelerin çeşitli sınıflandırma ile biyosentez ve biyogenezlerini karşılaştırarak inceleyen dalıdır.

BİTKİSEL BİLEŞİKLERİN BİYOGENETİK SINIFLAMASI

Doğal ürünlerin kimyası üzerindeki çalışmalar ve bilgiler çok eskilere dayanırsa da ellilerde başlayan enstrumental kimyasal analiz, sitoloji ve moleküler biyoloji ve teknikleri konularındaki ilerlemeler sonucunda ortaya çıkan yeni bulgular ile farklı sınıflandırmaların gereği duyulmuştur.

Biyogenetik sınıflandırma ilk olarak 1954 yılında Mentzer tarafından tanımlanmıştır. 1964 yılında da bu araştırmacı ve arkadaşları kitaplarında biyogenetik yöntemin taksonomiye yapabileceği katkıları belirgin şekilde ortaya koyarak kanıtlarını belgelemişlerdir.

1966 yılında ise konusunun ilk önemli eserlerinden olan “Comparative Biochemistry” kitabında canlılardaki tüm doğal maddelerin basit veya karmaşık tepkime zincirlerinin ürünü olduğu belirtilmiştir. Bu maddelerin kimyasal yapılarının da biyogenetik proseslerin değerlendirilmesi gereken önemli ipuçları olduğunu vurgulanmıştır. Bu ipuçlarının değerlendirilmesindeki başarının artışı ile de canlılardaki maddelerin hiçbirinin bağımsız değişkenler olarak kalmayıp evrimdeki biyogenetik ilişkilerinin zamanla ortaya çıkarılacağı belirtilmiştir.

Kitapta bir sübstrat, bir enzim ve seçiciliği = bir tepkime ile bir gen, bir enzim ilişkilerinin hücre fizyolojisi ve sitolojisi yanında canlılığının geçmişi ile bağlantıları yanında ikincil metabolit biyosentez devreleri arasındaki rekabeti ve sonuçta da ürünün yapısı ile miktarını belirlediği anımsatılmıştır.

Bu ilişkilerin anlaşılmasında yetersiz kalındığında ise herbir maddenin ancak birer kemotaksonomik karakter olarak ve kısıtlı şekilde değerlendirilebileceği, genotipik ve fenotipik özelliklerin ayırt edilemeyeceği açıklanmıştır.

KİMYASAL BİLEŞİKLERE GÖRE SINIFLANDIRMA YÖNTEMİ

Birincil-primer metabolit:canlılık için esas olan,canlılığın oluşumu ve sürdürülmesi için şart olan maddelerdir.Virüsler dahil tüm canlılar için nükleik asit ve protein ile sentezlerinde rol alan tüm maddeler ile parçalanmalarını sağlayan enzimler birincildir.Fotosentez yapan bitkiler için fotosentetik pigmentler,enzimler primer metabolitlerdir.

İkincil-sekonder metabolit:Eksikliği halinde canlılığın sürebileceği,tüm canlılarda bulunmayan ve özel bir canlı grubunun evrimleşme şeklinin ortaya çıkarttığı maddelerdir.Sekonder metabolitler primer metabolizma ürünü maddelerden sentezlenir.Örneğin;şikimik asit,şikimik asit ile şikimik asit devresi ara ürünleri, α -amino asitler,asetil Co-A,mevalonik asittir(MVA).Sekonder metabolitler doğal seçim,ekolojik,bitki ve hayvanlar ve mikroorganizmalarla ilişkileri gibi çok yönlü rolleri de önemlidir. Bu gruba sokulan maddelerin çok büyük çoğunluğu belli birincil metabolizma ürünü maddelerden sentezlenir. Bunlardan en önemlileri sırası ile şikimik asit ile şikimik asit devresi ara ürünleri, α - amino asitler, asetil Co-A, mevalonik asittir (MVA) dir.

1950'lerin sonlarında bitkisel kökenli organik maddelere dayanan ve o zamanki tekniklerle gereken şekilde analizleri mümkün olmayan alkaloidler dışındaki ikincil metabolitlerin taksonomik dağılımını inceleyerek sonuca gitmeye çalışan bir sınıflandırma yöntemi geliştirmiştir. Önerilen bu biyogenetik yorumlara girmeyi amaçlayan sınıflandırma fito-hormonlar, vitaminler dahil bitki kimyası bulguları ile tropolenler, terpenler ve steroidler gibi maddelerin bitki fizyolojisine dayalı biyogenetik verilerine dayandırılmıştır.

Bu sınıflandırmada ilk zamanlarda kullanılan kimyasal ve fizyolojik veriler ayırt edilememiş, kimyasal maddelerin organik kimya açısından sınıflandırmasında her zaman aynı yöntem kullanılmamış olduğundan bazı yanlış sonuçlara varılmıştır. Fakat gene de böyle bir mantıkla sınıflandırma yapılabileceğinin kesinkes ortaya konmuş olması ile **kemotaksonomi** bilim dalı gelişmeye başlamıştır.

Klasik olarak özellikle morfoloji ile anatomi, palinoloji, fizyoloji ve sitoloji verilerine dayanan sistematik botanik dallarının daha güvenilir kriterler kullanılarak güvenilir sonuçlara varması, istikrarlı şekilde gelişmesi yolu açılmıştır. Ayrıca *farmasötik* ve *ekonomik botanik* dallarına da güvenilir temel bilgiler sağlanmıştır.