

Aşı Zamanı

Baharla birlikte tabiat uyanmaya başlarken tarımsal faaliyetler de hızlanıyor. Baharda yoğun olarak gerçekleştirilen faaliyetlerden biri de en eski tarım uygulamalarından biri olan bitki aşıları. Pek farkında olmasak da aşılar bitkisel gıdalarımızın üretiminde önemli bir yere sahip. Tarımsal biyoteknolojideki önemli gelişmelere rağmen bitki aşıları hem geleneksel tarımda hem de organik tarımda yaygın olarak kullanılıyor.

Yeni aşılanmış bir elma ağacı





Adi dişbudak ağacına aşılanmış bir çiçekli dişbudak ağacı (Hortus Botanicus botanik bahçesi, Amsterdam)

Kaynak: Ryan Somma, Flickr, Creative Commons Attribution-Share Alike 2.0 lisansıyla



İskocya'da bir çiftlikte "karı-koca" ağaçlar olarak anılan, bir karaçalının aynı kökten çıkan iki ayrı gövdesi aşı yoluyla birleştirilerek oluşturulmuş iki gövdeli ağaç

Kaynak: Roger Griffith, Wikimedia Commons public domain

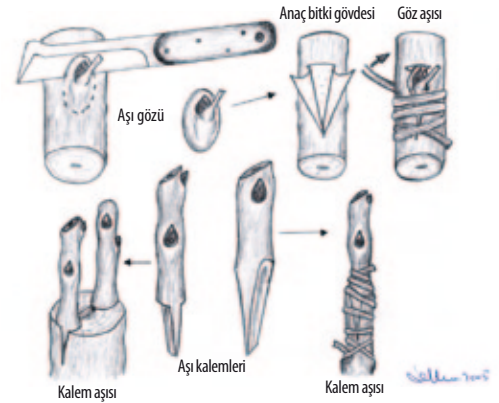
Bitki aşılarının tarihi oldukça eskilere uzanıyor. Çin kaynaklarında MÖ 1000'li yıllarda ağaç aşılamasının bilindiğine ve sanatsal amaçlar için kullanıldığına ilişkin bilgiler var. Ayrıca Aristo'nun (MÖ 384-322) ve Tofrastus'un (MÖ 372-287) yazılarında Helenistik Çağ'da aşılamaya ilişkin önemli bir bilgi birikimi olduğunu belirten bölümler bulunuyor. Sebzeçilikteki uygulamalar ise çok daha sonraları ortaya çıkmış. Meyvesi yenen sebzelerdeki ilk yaygın uygulamalar 20. yüzyılın ilk çeyreğinde başlamış.

Aşılama bir bitkideki canlı dokuyu aynı ya da akraba türden bir başka bitkideki canlı dokuyla birleştirme ve bu ikisinin tek bir bitki halinde yaşamasını sağlama işlemi olarak tarif edilebilir. Aşığı alan bitki, aşılama sonucu oluşan yeni bitkinin alt kısmını ve kökünü oluşturur ve anaç adını alır. Yeni bitkinin üst kısmını oluşturan bölümse aşılama tekniğine göre kalem, aşı gözü gibi adlarla anılır.

Birçoğumuz yediğimiz meyvenin çekirdeğinden tam olarak aynı meyveyi veren ağaçların üretilebileceğini sanırız. Oysa bir ağaçtan aldığımız meyvenin içindeki tohum aslında iki ayrı bitkinin melezi'dir. Çünkü meyve ve dolayısıyla da tohum, çiçeğin başka bir bitkideki polenle tozlaşması sonucu oluşur. Tıpkı bizlerin anne ve babamızdan gelen özellikler taşımamız gibi, bir ağacın tohumu da iki ayrı bitkinin özelliklerini taşır. Dolayısıyla yediğimiz meyvenin çekirdeğinden elde edeceğimiz bitki tam olarak aynı özellikleri göstermeyecektir.

Bitki Islahı

Geleneksel bitki ıslahı, istenen özelliklere sahip tarım ya da süs bitkileri elde etmek için insan eliyle uygulanan eşleştirme ve seçme yöntemlerini ifade eder. Tıpkı doğadaki koşulların canlılara doğal seçim uygulaması gibi geleneksel bitki ıslahında da insanlar istedikleri özelliklere sahip bitkileri seçip diğerlerini eleyerek onları bir çeşit seçilime tabi tutar. Her seferinde tek bir çiftleştirme yapılabileceği için istenen özelliklerin bir araya getirilmesi nesiller boyu sürer. Özellikle de ağaçsı bitkilerin meyve vermeye başlama süreleri hesaba katılırsa, geleneksel ıslah çalışmalarının bitkilerin yaşam döngüsü sürelerine göre ne kadar uzun zaman alabileceği anlaşılabilir. Aşı uygulamaları bitkinin tohum verme süresini kısaltarak ıslah çalışmalarının hızlanmasına katkıda bulunur.



Üstteki çizim tipik bir göz aşısını tarif ediyor.

Anaç üzerinde görülen yarık, gövdeye bir T harfi çizilerek oluşturulduğu için buna T aşısı da deniyor. Aşı gözü gövdeden alınan, üzerinde henüz pasif durumda bir tomurcuk bulunan bir kabuk parçasından ibaret. Altta gizimdeyse tipik kalem aşısı biçimleri görülüyor. Aşı kalemleri bir ya da daha fazla tomurcuk içeren dal parçalarından oluşuyor.

Kaynak: les, Creative Commons Attribution Share Alike 3.0 lisansıyla

Bu yüzden de meyve ağaçlarının eşeysiz (vejetatif) olarak üretilebilmesi çok önemli. Aşılama da bunun en yaygın yollarından biri.

Aşılama sonucu oluşan yeni bitki, birleşen iki bitkinin genetik olarak melezi değildir, yani aşı bir melezleme yolu değildir. Dolayısıyla oluşan yeni bitki üçüncü bir çeşit değildir. Ancak son yıllarda yapılan araştırmalar, aşılı bitkideki kimi kısımların her iki bitkiye de genetik açıdan benzerlik gösterebildiğine ilişkin veriler ortaya koymuştur.

Aşıyla birleşen iki bitki dokusu kendi görevlerini sürdürür. Yani anaç kısım kökleriyle bitkinin topraktan faydalanmasını sağlar ve bitkiye destek olur. Aşı kısmıysa bitkinin yapraklı dallarını ve daha sonra da meyvelerini oluşturur.

Bitkiler Neden Aşılır?

Aşılama çok çeşitli amaçlar için yapılıyor. Öncelikle bir eşeysiz üretme yolu olarak istenen özelliklere sahip bitkilerin -özellikle de diğer eşeysiz üretme yöntemleriyle çoğaltılmayanların- çoğaltılması için kullanılıyor.

Aşılamanın en önemli avantajlarından biri anaç bitkinin gelişmiş kök ve gövde özelliklerinden faydalanmaya imkân vermesi. Örneğin hastalıklara, aşırı sıcaklıklara ya da olumsuz toprak koşullarına (örn tuzluluk, kuraklık vb.) dayanıklı bitkilerin anaç olarak kullanılması, normalde bu özellikleri taşımayan bitkilerin bu tür zor koşullarda tutunup ürün vermesini sağlıyor. Ayrıca anacın sağladığı bu özellikler sayesinde bazı bitkiler ıslah edilirken bu tip dayanıklılık özellikleri kazandırmaya gerek kalmıyor ve böylece ıslah süresinin kısaltılması mümkün olabiliyor.

Aşılama bazen bir bitkinin çeşidini değiştirmek için de kullanılıyor. Örneğin bir meyve bahçesinden farklı çeşitte meyve almak isteyen bir çiftçi, var olan ağaçlardan aşılama yoluyla yeni ürünler elde edebiliyor. Özellikle elde edilen bitkinin istenen özellikte ürün vermediği durumlarda aşılama sıkça başvurulan bir yöntem.

Özellikle ağaçsı bitkiler tohumdan yetiştirildiklerinde ürün vermeye başlamaları yıllar alabiliyor. Aşılama yöntemiyle bu süre kısaltılabilir, çünkü aşılı bitki yetişkin bitki gibi davranıyor. Bu durum özellikle yeni neslin elde edilmesine bağlı olan geleneksel ıslah çalışmalarında faydalı oluyor. Ayrıca biyoteknolojik olarak geliştirilmiş bitkilerin denemelerinde de zaman kazandırabiliyor. Aşılama, tozlaştırıcı olarak yetiştirilen bitki çeşitlerinin büyütülmesinde de zaman kazandırıyor.

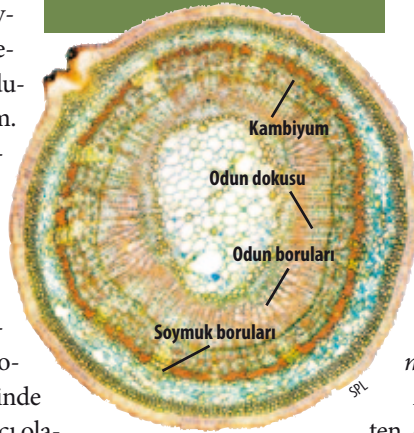
Bir anaç bitkinin üzerine farklı aşılar yapılabilir. Bu da hem bilimsel, hem tarımsal hem de estetik açıdan geniş imkânlar sağlıyor. Örneğin dar bir tarım alanından çok çeşitli ürün elde etmek, ilginç görünümlü bitkiler oluşturmak ya da farklı genotipteki bitkilerin aynı anaç üzerindeki davranışını incelemek mümkün olabiliyor.

Bazen tarımı yapılacak bitkinin, özellikle ağaçların boyutlarını küçültmek üretici açısından avantajlı oluyor. Kısa boylu bitkilere, örneğin bazı çalı türlerine yapılan aşılar, ürünlerin bakımını, korunmasını ve toplanmasını kolaylaştırıyor. Bu işleme küçültme de deniyor. Günümüzde ticari olarak üretilen elma çeşitlerinin çoğu küce ya da yarı küce ağaçlarda yetiştiriliyor.

Doğada kendiliğinden yetişen bitkiler çevre koşullarına genellikle iyi uyum sağlamış olsalar da verdikleri ürünler her zaman is-

Kambiyumun Önemi

Bitkiler herhangi bir şekilde yaralandıklarında, ki aşılama işleminde olan da budur, bitki-deki kambiyum dokusu kallus adı verilen hücreleri üretir. Kallus hücreleri özelleşmemiş hücrelerdir ve totipotent özelliğe, yani tüm bitki-deki özelleşmiş hücreleri oluşturabilme yeteneğine sahiptir. Aşılama işlemi sırasında kesik kısımlarda oluşan kallus hücreleri, anaç bitki ile aşı kaleminin ya da gözünün birleşmesini sağlar. Süreç içinde bu kallus hücreleri özelleşerek iki bitki arasındaki dolayım bağlantılarını, yani kökten alınan suyu ileten odun borularını ve yapraklarda üretilen besini ileten soymuk borularını oluşturur.



Bir yaşındaki bir ıhlamur ağacının gövde kesitinin mikroskop görüntüsü

tenen özelliklere sahip olmaz. Örneğin yabani meyveler genellikle daha küçük boyutlu ve daha büyük çekirdekli olur. Buna karşılık üstün ürün özelliği kazanacak şekilde ıslah edilmiş bitkilerin de zor çevre koşullarına dayanıklılığı genellikle düşük olur. Aşılama yaparak yabani bitkilerin çevre koşullarına dayanıklılık özellikleriyle bir kültür bitkisinin üstün ürün özellikleri birleştirilebilir.

Canlıların ya da çevre koşullarının bitkilerde sebep olduğu doku yaralarının iyileştirilmesinde de aşılama kullanılabilir.

Neler Aşılabilir

Her bitki birbiriyle aşılama olmaz. Genel olarak sadece genetik olarak birbirine yakın bitkiler sağlam bir aşı oluşturabilir. Aşılacak bitkiler birbirleriyle uyumlu olmalıdır. Uyumlu olmayan bitkiler ya hiç aşı tutmaz ya da oluşan bitki çok zayıf ve verimsiz olur.

Bitkilerin aşılama açısından birbirleriyle uyumluluğu ancak yıllarca süren denemeler sonucu anlaşılabilmiştir. İki bitkinin aşı açısından uyumluluğunu anlamak başka bir yolu yoktur.

Meyve veren ya da çiçek açan bir türün pek çok çeşidi birbiriyle aşılabilir. Bununla birlikte dayanıklılığına bağlı olarak bazı çeşitler diğerlerine daha etkin biçimde anaçlık eder. Örneğin ekşi kiraz ve tatlı kiraz arasında aşı mümkünse de ekşi kiraz iyi bir anaç değildir. Tatlı kiraz daha çok yabani kiraza (*Prunus avium*) ya da aynı familyadan mahlepe (*Prunus mahaleb*) aşılır.

Aynı cins ve türden olan bitkiler farklı çeşitlen de olsalar birbiriyle aşılabilir. Aynı cinsten olup farklı türden olan bitkiler de genellikle aşılabilir, ancak aşılı bitki zayıf ya da kısa ömürlü olabilir. Farklı cinsten bitkiler arasında aşılama genellikle başarısız olur ama yine de bunun mümkün olabileceği durumlar vardır. Örneğin ayva (*Cydonia cinsi*), armut (*Pyrus cinsi*) için küceleştirici anaç olarak kullanılabilir.

Farklı ailelerden bitkiler birbirleriyle aşılama olmaz. Farklı ailelerden otsu bitkilerde görece kısa ömürlü aşılar yapılabildiği gözlenmişse de ağaçsı bitkilerde bunu sağlayabilecek bir yöntem yoktur.

Aşılama Yöntemleri

Dünyanın farklı bölgelerindeki iklim koşullarına ve tarım alışkanlıklarına göre çeşitli aşılama yöntemleri geliştirilmiştir. Ancak temelde iki tip aşılama söz edebiliriz. Bunlardan biri kalem tipi aşıdır. Kalem aşı, üzerinde birkaç tomurcuk bulunan bir gövde par-

çası kullanılarak yapılır. Diğer aşı tipi olan göz aşısı ise odun dokusu bulunan ya da bulunmayan, üzerinde bir göz ya da tomurcuk bulunan küçük bir kabuk parçası kullanılarak yapılır. Her iki aşı tipinin de farklı isimlerle anılan çok sayıda çeşitlenmesi vardır; farklı bitki türlerinde farklı yöntemler başarılı olabilir. Dilcikli aşı (İngiliz aşısı), gaga aşısı, çoban aşısı, yarma aşısı, köprü aşısı, kenar aşısı, kakma aşısı ve kemer aşısı ülkemizde çok kullanılan kalem aşı yöntemleri arasında. Ülkemizde yaygın olan göz aşılarından bazılarıysa T aşısı (kalkan aşısı), ters T aşısı, yama göz aşısı, flüt göz aşısı, yongalı göz aşısı.

Aşılama işlemindeki en önemli nokta aşı kalemindeki kambiyum dokusu ile anaçtaki kambiyum dokusunun yakın konumlandırılmasıdır. Kambiyum ağaçta bitkilerde ağaç kabuğunun hemen altında, kabukla odun dokusu arasında bulunan, odun dokusunu, kabuğu ve ağacın dolaşım sistemine ait yapıları üreten, etkin çoğalma özelliğine sahip hücrelerden oluşan bir tabakadır. Aşılama yapılırken kalemdeki ve anaçtaki kesikler kambiyum dokuları birbiriyle çakışacak şekilde oluşturulmalıdır.

Aşılama çoğunlukla kış sonunda ya da bahar başında bitkiler büyümeye başlamadan yapılır. En iyi dönem dondurucu soğukların atlatıldığı fakat sıcakların da henüz başlamadığı dönemdir. Etkin bir aşılama için aşılanacak bitkilerin seçimi çok önemlidir; bu seçimde bitkilerin uyumluluğu, fizyolojileri ve sağlık durumları göz önüne alınmalıdır. Aşı kalemi ya da gözü pasif durumda, yani henüz filizlenmeye başlamamış olmalıdır. Anaç bitki de iyileşmeyi sağlamak üzere kallus üretebilecek durumda olmalıdır.

Aşılama işlemlerinde kullanılan kesici aletlerin temiz ve keskin olması çok önemlidir. Aşılamadan hemen sonra kesik kısımların kurummasını önleyecek tedbirler alınması gerekir, ancak bu tedbirlerin kaynaşacak olan dokuları havasız da bırakmaması gerekir. Bu genellikle aşılanan kısım sarılarak ya da aşı macunlarıyla kaplanarak sağlanır. Ayrıca aşı tutana kadar iki bitkinin birbirine sağlam şekilde tutunmasını sağlayacak düzenekler de kurulmalıdır. Aşı yapıldıktan sonraki ortam koşulları da aşının başarısı için önemlidir, aşırı soğuk ve sıcak hava koşullarından sakınmak gerekir.

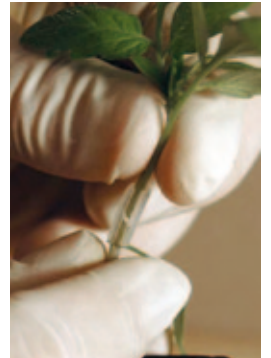
Moleküler Düzeyde Neler Olur?

Bitkileri aşılama işlemi tarımdaki en eski ve yaygın uygulamalardan biri olsa da bu işlemin moleküler mekanizması konusunda pek fazla araştırma yapılmamış. Yapılan araştırmaların sonuçları konusundaysa henüz tam bir uzlaşma sağlanamamış.

Aşılama sürecine ilişkin en çok tartışılan konu aşığı oluşturan bitkiler arasındaki gen alışverişi. Bu tartışma Darwin'e kadar uzanıyor. Aşı melezlenmesi denen kavramı ilk olarak ortaya atmış. The Variation of Animals and Plants Under Domestication (Evcilleştirilen Hayvanlarda ve Bitkilerde Çeşitlilik) kitabında, aşılanan bitkiden uzayan gövdenin hem anacın hem de aşığı veren bitkinin özelliklerini gösterdiği pek çok durum kaydetmiş. Bunu da bitkiler arasında oluştuğunu varsaydığı bir çeşit kalıtsal alışverişi bağlamış. Ancak bu düşünce yüzyıldan uzun bir süre kabul görmemiş ve aşılanan bitkilerin kalıtsal olarak farklı dokuların karışımından oluşan yapılar olduğu düşünülmüş.

Son kırk yıl içinde yapılan birtakım moleküler biyoloji ve genetik araştırmalarda aşı melezlenmesi incelenmiş ve aşı melezlerinin varlığı gösterilmiş. Yani aşılanan bitkide kısmen de olsa hem aşığı veren bitkinin hem de anacın kalıtsal bilgisinin görüldüğü durumlar gözlenmiş. Bitkilerde, plazmodezmatada adlı kanalcıklar vasıtasıyla komşu hücreler arasında makromoleküllerin taşınabildiği ve aşığı oluşturan iki bitkinin hücreleri arasında da bu kanalcıkların olduğu biliniyor. Ayrıca bitki hücrelerinin yeni sentezledikleri DNA moleküllerini hücre dışına bırakabildiği ve bu moleküllerin bitki içinde serbestçe dolaşabildiği yönünde bulgulara rastlanmıştır. Hatta bu DNA'ların hücrelere ve hücrelerin çekirdeklerine girip etkinlik gösterdiği de (yani protein üretiminde kullanıldığı) gözlemlenmiştir. En son 2009 yılında yapılan bir çalışma ise yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biriyle yapılan bir aşıda, aşı bölgesinde büyük plastid (kloroplast ve benzeri organel) DNA parçalarının iki bitki dokusu arasında değiş tokuş edildiğini göstermiş. Her ne kadar aşı melezlenmesi konusunda pek çok bulgu varsa da bu olayın mekanizması tam olarak aydınlatılamamış ve bu yüzden de bu olgu henüz tam olarak kabul görmemiş.

Aşılama sürecinde gerçekleşen moleküler ve genetik olaylar konusunda bilim dünyası nasıl bir uzlaşmaya varır bilinmez, ama aşı yöntemi sağladığı sayısız avantajla bitki üretiminde binlerce yıldır süregelen önemini koruyacağı benziyor.



Sebzeleri aşılama da sıkça kullanılan tüp aşı yöntemi.

Kaynak: Caryriard (Rivard ve Louws, 2006) Creative Commons Attribution Share Alike 3.0 lisansıyla

Kaynaklar

Liu, Y.-S., Wang, Q.-L., Li, B.-Y., "New Insights Into Plant Graft Hybridization", News and Commentary, Heredity, 104, 1-2, 2010.
Hamilton, D. F., Midcap, J. T., "Propagation of Woody Ornamentals by Grafting and Budding", University of Florida, IFAS Extension, <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/EP/EP03100.pdf>
Rothenberg, R. R., Starbuck, C. J., "Grafting",

University of Missouri Extension, <http://extension.missouri.edu/explorepdf/agguides/hort/g06971.pdf>
Powell, A., "Budding and Grafting Fruits and Nuts", Alabama A&M and Auburn Universities, Alabama Cooperative Extension System, <http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-0402/>
Yetişir, H., Yarış, G., Sarı, N., "Sebzelerde Aşılama", Bahçe, Cilt 33, Sayı 1-2, sayfa 27-37, 2004.