

Kayısıda (*Prunus armeniaca*) kendine uyumsuzluk mekanizması

Self incompatibility mechanism in apricot (*Prunus armeniaca*)

Zehra Tuğba MURATHAN

Ardahan Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 75000, Ardahan

Sorumlu yazar (Corresponding author): Z. T. Murathan, e-posta (e-mail): ztugbaabaci@hotmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 25 Eylül 2014
Düzeltilme tarihi 17 Aralık 2015
Kabul tarihi 17 Aralık 2015

Anahtar Kelimeler:

Kayısı
Prunus armeniaca
Kendine uyumsuzluk
Verim

ÖZ

Kayısı (*Prunus armeniaca* L.) ticari olarak üretimi yapılan en önemli meyve türlerinden biridir. Rosaceae familyasının Prunoideae alt familyasına mensup $2n=16$ kromozom içeren bir meyve türüdür. Kayısının da içinde bulunduğu birçok önemli *Prunus* meyve türü basit bir multialelik S lokusu tarafından kontrol edilen ve kendi polenini reddeden homomorfik gametofitik kendine uyumsuzluk sistemine sahiptir. Önemli bazı kayısı genotiplerinde mevcut uyumsuzluk durumlarının bilinmemesi ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Uyumsuzluk aynı zamanda ıslah çalışmalarında da istenmeyen bir durumdur ve kendine uyumsuz kayısı genotipleri elimine edilmektedir. Bir çeşitte uyumsuzluk durumunun tanımlanması kontrollü tozlaşma denemeleriyle, stilusta polen tüpü incelemeleriyle, stilusta ribonukleaz analizleriyle ve s allel spesifik PCR yöntemleriyle belirlenebilmektedir. Kayısıda şimdiye kadar PCR bazlı S allel analizleriyle 66 adet uyumsuzluk alleli tanımlanmıştır.

ARTICLE INFO

Received 25 September 2014
Received in revised form 17 December 2015
Accepted 17 December 2015

Keywords:

Apricot
Prunus armeniaca
Self-incompatibility
Fertilization

ABSTRACT

Apricot (*Prunus armeniaca* L.) is one of the most important fruits produced for commercial purposes. It belongs to the Prunoideae subfamily of Rosaceae with a diploid $2n=16$ chromosomes. Many important *Prunus* fruit types including apricot have homomorphic gametophytic self-incompatibility system controlled by a simple multi-allelic S locus, which denies its own pollen. That existing incompatibility status is unknown in some important apricot genotypes causes serious economic losses. Incompatibility is an undesirable situation in breeding and self-incompatible apricot genotypes are eliminated. Identification of incompatibility status in one type can be determined by controlled fertilization trials, by stylus pollen tube examinations, by stylus ribonuclease analyses or S allel specific PCR methods. The 66 incompatibility alleles have been identified in apricot so far with PCR based S allel analyses.

1. Giriş

Kayısı (*Prunus armeniaca* L.) dünyada yetiştiriciliği yapılan ve tüketiciler tarafından çok fazla tercih edilen, Rosaceae familyasının Prunoideae alt familyasına mensup, $2n=16$ kromozom içeren bir türdür (Layne ve ark. 1996; Gurrieri ve ark. 2001). Kostina (1969)'ya göre kayısı çeşitleri Merkezi Asya, İran Kafkasya, Avrupa ve Cıngar Zailiyi Ekokoğrafik grupları olmak üzere 4 ana grupta sınıflandırılmaktadır. Merkezi Asya ve İran Kafkasya Ekokoğrafik grupları en fazla çeşide sahipken, en genç grup olan Avrupa Ekokoğrafik grubu en az çeşit bulundurmaktadır (Mehlenbacher ve ark. 1991). Türkiye, İspanya, İtalya, Fransa ve Yunanistan gibi Avrupa ve Akdeniz ülkeleri birçok yerel kayısı çeşidine sahiptir ve dünya kayısı üretiminin % 75'inden fazlası bu ülkeler tarafından gerçekleştirilmektedir (Leccese ve ark. 2010). Türkiye hariç bu alanda yetiştirilen kayısı çeşitleri Avrupa Ekokoğrafik grubuna girmektedir. Türkiye İran Kafkasya Ekokoğrafik grubundadır ve bu bölgede yetişen kayısılarda geniş bir çeşitlilik bulunmaktadır

(Asma ve Öztürk 2005). Bu durum uzun yıllar boyunca üretimin çekirdekle yapılmasından kaynaklanmaktadır (Yılmaz ve Gürçan 2012).

Meyve yetiştiriciliğinde her yıl düzenli ve optimum ürün elde edilmesi temel amaçtır. Türkiye'de kayısı verimini kısıtlayan en önemli çevresel faktör ilkbahar geç donlarıdır (Şekil 1) (Güneş 2006). Ekolojik faktörler dışında gübreleme, sulama gibi bazı kültürel uygulamalar, kısırılık ve uyumsuzluk gibi biyolojik faktörler de kayısı verimini etkilemektedir. Meyve tutumunda tozlaşma ve döllemenin büyük önemi bulunmaktadır. Bunun içinde öncelikle erkek ve dişi çiçeklerin oluşumlarını normal olarak tamamlamaları, tozlanan ve tozayıcı çeşitler arasında eşeysel bir uyumsuzluğun bulunmaması gerekmektedir (Williams 1970; Soylu 2006).

Uyumsuzluk hermafrodit bitkilerde bulunan genetiksel bir mekanizmadır. Kendilemeyi engelleyen ve karşılıklı tozlaşmaya

zorlayan faktörlerden en önemlisi uyumsuzluktur. Meyve ağaçlarının çoğunda görülen eşeysel uyumsuzluk meyve yetiştiriciliğini sınırlayan en önemli sorunlardan birisini oluşturmaktadır (Özçağırın 1989). Önemli bazı kayısı genotiplerinde mevcut uyumsuzluk durumlarının bilinmemesi ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Kendine uyumsuzluk, çeşidin kendi poleniyle meyve bağlamasını engellediği için ıslah programlarında arzu edilmeyen bir durumdur. Bu nedenle kendine uyumsuz kayısı çeşitleri elimine edilmektedir (Burgos ve ark. 1998; Albuquerque ve ark. 2002). Uyumsuzluk polende ve pistilde mevcut S allelleri tarafından yönetilmektedir.

Bir çeşitte uyumsuzluk durumunun tanımlanması ıslahçılar tarafından yapılan kontrollü tozlaşma denemeleriyle (Şekil 2) ve florasan mikroskopi tekniğiyle stilusta polen tüpü incelemeleriyle ortaya çıkarılabilmektedir. Ancak çiçeklenme döneminde sürenin kısıtlı olması nedeniyle ve hava şartlarının olumsuz olduğu durumlarda bu yöntemlerden sonuç alınamamaktadır (Jie ve ark. 2005; Chao ve ark. 2010). Uyumsuz genotipler ayrıca stilusta ribonukleaz analizleri ve S allel spesifik PCR gibi yöntemlerle de belirlenmektedir (Şekil 3) (Boskovic ve Tobutt 1996; Boskovic ve Tobutt 1997; Burgos ve ark. 1998).



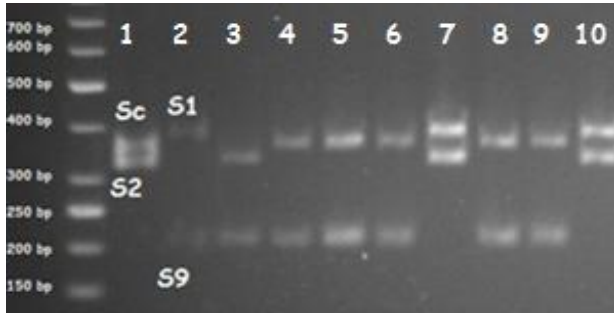
Şekil 1. İlkbahar geç donlarından zarar görmüş kayısı meyveleri.

Figure 1. Apricot fruits damaged from late spring frosts.



Şekil 2. Kontrollü tozlaşma denemeleri (A: Kendileme, B: Kapalı Tozlaşma).

Figure 2. Pollination studies (A: Self Pollination, B: İzolasyon).



Şekil 3. S Allel spesifik PCR denemeleri.

Figure 3. S Allele specific PCR experiments.

1.1. Kayısının Döllenme Biyolojisi

Kayısının her bir çiçek tomurcuğundan bir adet çiçek meydana gelmektedir. Çiçek tomurcukları saf haldedir. Kayısı hermafrodit (erselik) çiçek yapısına sahip olup erkek ve dişi organ aynı çiçek üzerinde yer almaktadır. Çiçekler beş çanak, beş taç yaprak, 20-35 stamen ve bir pistilden oluşmaktadır. Bazı çiçeklerde iki pistil görülebilir. Pistil stigma, stilus ve ovaryumdan oluşmaktadır (Asma 2000; Akman 2010). Stigma tam çiçeklenme sırasında bir sıvı salgılamakta ve bu yüzden nemli ve parlak görünmektedir. Gerek *Prunus*'larda ve gerekse *Malus* Mill., *Pyrus* L. ve *Ribes* L. cinslerinde stigmalar ıslaktır (Cresti ve ark. 1976; Cresti ve ark. 1980). Polenler stigma üzerinde bulunan bu sıvı tarafından tutulmaktadır. Aynı zamanda stigma üzerinde bulunan bu sıvı polenlerin çimlenmesini de kolaylaştırmaktadır (Asma 2000).

İlkbahar mevsiminde tozlaşma, döllenme ve meyve bağlamayı etkileyen olumsuz ekolojik şartlar oluşabilmektedir. Polen çimlenmesi, çiçeklenme boyunca meydana gelen düşük veya yüksek sıcaklıklardan ve yağışlardan olumsuz olarak etkilenmektedir (Westwood 1978; Özbek 1989). Diğer meyvelerde olduğu gibi kayısıda da tozlaşmada olabilecek bir aksaklık ağaç ve meyve kalitesini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Asma 2000).

2.1. Kendine Uyumsuzluk Mekanizması

Eşey organları ve gametler normal yapıda oldukları ve canlı döllenmiş tohum oluşturma yeteneğinde buldukları halde, genetik yapı nedeniyle, polen ve stilus arasındaki etkileşim sonucu polenin çimlenememesi veya polen tüpünün stilus içindeki gelişiminin engellenmesine eşeysel uyumsuzluk (incompatibility) denir. Bir bitkinin polenleri fonksiyonel olmalarına rağmen, aynı bitkinin yumurtasını veya aynı çeşide ait diğer bitkilerin yumurtalarını döleyemiyorsa bu olaya kendine uyumsuzluk (self-incompatibility) denir. Bir bitkinin fonksiyonel polenlerinin aynı tür içindeki diğer çeşitlerin yumurtalarını döleyememesi ise birbiriyle uyumsuzluk (cross-incompatibility) olarak tanımlanmaktadır (Ağaoğlu ve ark. 2001). Kendine uyumsuzluk hermafrodit bitkilerde bulunan genetiksel bir mekanizmadır.

Kendilemeyi engelleyen ve karşılıklı tozlaşmaya zorlayan faktörlerden en önemlisi uyumsuzluktur. Uyumsuzluk heteromorfik uyumsuzluk ve homomorfik uyumsuzluk olarak ikiye ayrılmaktadır. Heteromorfik uyumsuzluk anter ve stilusun farklı uzunlukta olmasından kaynaklanmaktadır (Tosun ve Sağsöz 1998). Heteromorfik uyumsuzluğun Pin ve Thrum tipi olmak üzere iki tipi bulunmaktadır. Anter stigmadan daha yüksek bir pozisyonda olduğunda thrum, stigma daha yüksekte olduğunda ise pin tipi olarak adlandırılmaktadır. Bu karakter iki alleli (S, s) bulunan basit bir S lokusunun kontrolü altındadır (Roy 2000). Pin tiplerinde genotip ss, Thrum tiplerinde ise Ss olup S geni s genine tam dominanttır. Buna göre uyumlu melezler ancak farklı çiçek yapıları bitkiler arasında olabilmektedir (Pin × Thrum veya Thrum × Pin). Bunun sonucu olarak SS veya ss genotiplerine hat yoktur (Şehirli ve Özgen 2007).

Homomorfik uyumsuzlukta ise anter ve stilus aynı uzunluktadır. Homomorfik uyumsuzluk gametofitik ve sporofitik tip olarak ikiye ayrılmaktadır. Sporofitik uyumsuzlukta polenin uyumsuzluk özelliği polenin üretildiği bitki tarafından belirlenmektedir. Uyumsuzluk tek bir lokustaki allel gen serisi tarafından yönetilmektedir. Burada alleller dominans veya bağımsız etki gösterebilmektedirler. Sporofitik

uyuşmazlık gametofitik uyuşmazlığa göre daha nadir görülmektedir (Williams ve ark. 1994).

Gametofitik tipte uyuşmazlık ise polen tanesinin genetik yapısı tarafından kontrol edilmektedir (Şehirli ve Özgen 2007). Polenin fonksiyonu yalnız kendi genotipinden kaynaklanmaktadır, polenin elde edildiği bitkinin etkisi yoktur. Bu uyuşmazlık tipi basit bir multialelik S lokusu tarafından kontrol edilmektedir (Nettancourt 1977). Polenlerin fonksiyonel kabiliyetini bir seri gen tayin etmektedir (S1, S2, S3, S4, ..., Sn (multiple allel serisi)). Diploid stilus, normal olarak bu S genlerinden farklı iki tanesini, her bir polen ise bunlardan birini taşımaktadır. Eğer pistil polenle aynı geni taşıyorsa polen tüpünün gelişimini engeller ve kendine uyuşmazlık ortaya çıkar. Stigma dokusunda bulunan genleri taşıyan polen ile uyuşma göstermez (Tosun ve Sağsöz 1998; Roalson ve McCubbin 2003).

S lokusunun pistilde ribonukleaz aktivitesine sahip glikoproteinleri (S-RNases) kodlayan bir gen içerdiği tespit edilmiştir (McClure ve ark. 1989). Pistilde S özgülüğünü tanımlayan, bu ribonukleaz aktivitesine sahip glikoproteinlerdir. Her S haplotipi bir S RNaz kodlar. Stilusta polen tüpünün ilerlediği yolda S RNazlar bulunduğundan ovule doğru stigmada ve stilus boyunca tüpün büyümesi doğrudan S RNazlarla ilişkilidir (Jahnen ve ark. 1989). Uyuşmazlık varsa RNazlar polen tüpünün büyümesini engellemektedirler. Polende rRNA genleri transkribe edilememektedir. Bu da polen tüpünün gelişmemesine neden olan en etkili yollardan biridir. Örneğin S₁ RNazlar S₁ poleninde yıkılmaya neden olurken diğer genotiplerde yıkım yapmaz (McClure 2006). Kendine uyuşmaz çeşitlerde uyşur çeşitlere oranla daha yüksek miktarda RNaz bulunduğu tespit edilmiştir (McClure ve ark. 1989).

Kendine uyuşmazlık sistemleri stilusta ribonukleaz kodlayan S lokusu bölgesi dışında polende F Box proteinlerinin kontrolü altındadır (Boskovic ve Tobutt 1996; Yamane ve ark. 2003). S RNazlar pistilde ifade edilirken F Box genlerinin polende ifade edildiği saptanmış ve son zamanlarda her iki gene de uygun primerler dizayn edilerek marker destekli seleksiyon çalışmalarının yürütüldüğü bildirilmiştir (Bassi ve ark. 2005).

Sc (Self compatibility) alleli SI (Self incompatibility) allellere dominanttır. Kendine uyşur bireyler genelde kendine uyşmaz türlerde meydana gelen mutasyonlar sonucunda meydana gelmektedirler. Bu mutasyon spontan olabilir veya X ışınlarının etkisiyle de meydana getirilebilir (Lewis ve Crowe 1954; Lansari ve Lezzoni 1990). Son zamanlarda yapılan araştırmalar neticesinde Sc haplotipinin, S8 haplotipinin kısmi polen mutanı olduğu ve bir insersiyon mutasyonu sonucunda ortaya çıktığı tespit edilmiştir (Vilanova ve ark. 2006; Halasz ve ark. 2007).

Uyuşmazlık genellikle bitki ıslahçıları için sorun olmuştur. Bu nedenle bitkilerde uyşmazlığı giderici önlemler arasında, stıgmanın çıkarılması, erken tomurcuk döneminde önleyici madde oluşmadan önce tozlama yapılması, sıcaklığı azaltarak gelişmeyi önleyici maddenin oluşumunu geciktirmek veya polen tüpüne gelişmesi için daha uzun süre tanımak bulunmaktadır (Şehirli ve Özgen 2007).

1.2. Kendine Uyuşmazlık Çalışmalarının Geçmişi

Hermafrodit bitkilerde görülen kendine uyşmazlık, kendilemeyi engelleyen ve karşılıklı tozlaşmaya zorlayan bir faktördür (Özçağırın 1989). Islahçılar ebeveyn olarak kullanacakları çeşitlerin kendine uyşur olmalarını isterler. Bu

nedenle de çeşitlerin uyşurluk durumları uzun yıllardan beri araştırılmaktadır.

Burgos ve ark. (1997), 19 farklı bitki kombinasyonunda çaprazlama sonucunda oluşan melez bireylerde stilusta polen tüpü gelişimini incelemişlerdir. Kendine uyşmaz çeşitler arasındaki tüm çaprazlamalarda elde edilen döllerde Sc:SI oranının 0:1 olduğunu, kendine uyşurluk allelinin uyşmazlık allellere baskın olduğunu bildirmişlerdir.

Karyiannis ve Tsafaris (1999), Bebeco, Veecot ve Sunglo çeşitlerini karşılıklı çaprazlayarak oluşan F₁ bireylerinde uyşmazlığın kalıtımını incelemişler ve Bebeco çeşidinin uyşurluk alleli bakımından heterozigot olduğunu ve diğer iki çeşitten farklı S allelleri içerdiğini saptamışlardır.

Dünya genelinde 2000 yılından sonra uyşmazlık çalışmalarında moleküler markörlerin kullanımı başlamış, 2005 yılından sonra ise yoğunlaşmıştır. Badanes ve ark. 2000 yılında moleküler tekniklerin seleksiyon çalışmalarında seleksiyonun etkinliğini arttıran potansiyel imkânlar sunduğunu tespit etmişlerdir. Çöğürlerde uyşmazlık ile ilgili bazı primerler taramış ve Sc (kendine uyşma) allelleriyle ilişkili iki marker saptamışlardır. Vilanova ve ark. (2005) kayısı genomunda C1 ve C2 S RNaz korunmuş bölgelerinin olduğunu bildirmelerinden sonra S genotipi belirlemek amacıyla sentezlenen oligonukleotitler bu korunmuş bölgeler temel alınarak yapılmıştır.

Tao ve ark. (2000, 2002), bazı uyşmaz kayısı çeşitlerinin S genotiplerini belirlemek amacıyla S-RNaz genine özgü bazı oligonukleotitler sentezlemişler ve çeşitlerde Sc, S3, S7 allelleri tespit etmişlerdir. Halasz ve ark. (2007), S1-5 allelleri, Jie ve ark. (2005), S1-9 allelleri, Pedryc ve ark. (2006), S17-19 allelleri, Zhang ve ark. (2008), S9-S20 allelleri, Xu ve ark. (2010), S17-26 allelleri tespit etmişlerdir. Kodad ve ark. (2013), 55 Fas yerel kayısı genotipinden 37 tanesinin Sc alleli içerdiğini, bunların 33 tanesinin Sc alleli bakımından homozigot olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar çeşitler arasında Sc allelinden sonra en fazla S13, S7, S11, S2, S20, S8 ve S6 allelleri bulunduğunu ve bazı S allelleri (S8, S11, S13 ve S20) sadece İran Kafkasya Ekokoğrafik grubundaki çeşitlerde olduğunu, Avrupa ekokoğrafik grubundaki çeşitlerde bulunmadığını tespit etmişlerdir.

1.4. Türkiye'de Durum

Türkiye'de kayısıda kendileme çalışmaları eski olmasına rağmen uyşmazlığın belirlenmesinde moleküler tekniklerin kullanımı 2008 yılından sonra başlamıştır. Aşkın (1989), Ege Bölgesi'nde düzenli meyve vermeyen Tokaloğlu ve Şam kayısı çeşitlerini kendilenmesi sonucu meyve tutumunun % 0.46 - 0.65 arasında olduğunu ve çeşitlerin kendine uyşmaz olduğunu saptamıştır. Bolat ve Güleriyüz (1994), Hasanbey çeşidinde kendileme ve karşılıklı tozlama çalışmaları yapmışlar ve karşılıklı tozlama sonucu meyve tutumunun daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Paydaş ve ark. (2001), Malatya'da yetiştirilen 62 kayısı çeşidinde kendileme neticesinde 25 tanesinin kendine uyşur, Gülcan ve ark. (2006), yılında Adana ve Malatya'da yetiştirilen 70 kayısı çeşidinin 32 tanesinin kendine uyşur olduğunu tespit etmişlerdir. Kendileme çalışmaları iklimsel faktörler, arı aktiviteleri ve antropolojik şartlardan büyük oranda etkilenmektedir. Bu nedenle bazı çeşitlerin uyşmazlık durumları farklı araştırmacılar tarafından farklı şekilde bildirilmiştir. Örneğin bazı araştırmacılar Kabaası genotipinin kendine uyşur (Paydaş ve ark. 2006), bazıları ise

kendine uyumsuz (Gülcan ve ark. 2006; Mısırlı ve ark. 2006) olduğunu bildirmişlerdir.

Halasz ve ark. (2007), Türkiye'deki çeşitlerin % 60'ının kendine verimsiz olduğunu tespit etmişlerdir. Yılmaz 2008 yılında moleküler tekniklerle Türkiye'de yetiştirilen 96 kayısı çeşidinde Sc allelinin bulunduğunu ve çeşitlerin 33 tanesinin kendine uyumsuz olduğunu belirlemiştir. Halasz ve ark. (2010), Malatya'da yetiştirilen 51 yerli kayısı çeşidinin 32 farklı S alleli çiftine sahip oldukları belirlenmiştir. Araştırmacılar çeşitlerin 44 tanesinde Sc allelinin olmadığı ve genotiplerin kendine uyumsuz olduğunu tespit etmişlerdir. Abacı (2011), Paviot ve Levent ebeveynleri ile 89 F₁ genotipinde yaptığı çalışmalarda, Levent genotipinde S52 ve S20 allelleri olduğunu, Paviot genotipinde ise ScS2 allel çiftlerinin bulunduğunu bildirmiştir. Çalışmada F₁ genotiplerinde ScS52, ScSx, S2S52, S2Sx allel çiftlerinin bulunduğu, 56 F₁ genotipinin Sc alleli taşımadığı ve kendine uyumsuz olduğu tespit edilmiştir. Halasz ve ark. (2012), Sc allelinin S8 allelinin kısmi polen mutanlığı olduğu ve doğal olarak meydana geldiğini bildirmişlerdir. Bu durumun ilk olarak bir Macar kayısı genotipinde keşfedildiği ancak mutasyonun Türkiye'nin doğusunda bir bölgede ortaya çıktığı bildirilmiştir. Yılmaz ve ark. (2013), ülkemiz yerel sofralık kayısı çeşitlerinden olan Çanakkale, Ethembey, Karacabey, Mektep ve Yerli İzmir'in Sc alleli taşıdığını, kurutulmuş kayısı çeşitleri olan Hacihaliloğlu, Kabaası ve Çataloğlu'nun ise bu alleli taşımadığını belirlemişlerdir. Erzincan'daki 63 yabancı kayısı genotipiyle yapılan bir çalışmada genotiplerin en fazla S2 allelini içerdiği, Türkiye'nin doğusunda yetiştirilen yerli kayısı genotiplerinin büyük oranda Sc alleli içermediğini bildirilmiştir (Halasz ve ark. 2013).

2. Sonuç

Kayıda uyumsuzluk konusunda, dünyada Macaristan, İspanya ve Çin başta olmak üzere birçok ülkede, özellikle moleküler teknikler kullanılarak çok sayıda araştırma yapılmıştır. Ülkemizde ise arazi koşullarında uyumsuzluk çalışmaları eski olmasına rağmen moleküler teknikler ancak 2008 yılından sonra kullanılmaya başlanmıştır. Ülkemizde kayısı yetiştiriciliği özellikle Doğu Anadolu Bölgesinde yapılmaktadır ve kayısı bahçesi sayısı her geçen gün artmaktadır. Yeni kayısı bahçeleri dizayn edilirken bahçede yetiştirilecek olan çeşitlerin uyumsuzluk allellerinin dikkate alınması hem zaman hem de ekonomik açıdan yetiştiricilerin işini kolaylaştıracaktır. Çeşitlerin uyumsuzluk allellerinin bilinmesi kombinasyon seçiminde kayısı ıslahı konusunda çalışma yapan bilim adamları açısından da oldukça önemlidir. Bu nedenle ülke genelinde yetiştirilen tüm kayısı çeşitlerinin uyumsuzluk allellerinin moleküler tekniklerle ortaya çıkarılması meyveciliğimizin ilerlemesine katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

Abacı ZT (2011) Bazı Kayısı Genotiplerinde Eşeysel Uyumsuzluk Durumlarının Arazi Koşullarında ve Moleküler Tekniklerle Araştırılması, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi

Ağaoğlu S, Çelik H, Çelik M, Fidan Y, Gülsen Y, Günay A, Halloran N, Köksal D, Yanmaz R (2001) Genel Bahçe Bitkileri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Gelistirme Vakfı Yayınları, Ankara

Akman Y (2010) Botanik "Bitki Biyolojisi", Palme Yayıncılık. Ankara

Albuquerque N, Egea J, Pe'rez-Tornero O, Burgos L (2002) Genotyping apricot cultivars for self-(in) compatibility by means of RNases associated with S alleles. Plant Breeding 121: 343-347.

Aşkın A (1989) Meyvecilikte soğuklama ihtiyacı ve ekolojik koşullar ile Pazar isteklerine uygun olarak çeşit seçimi, TYUAP Ege-Marmara Dilimi Toplantısı. ETAE-Menemen/İzmir

Asma BM (2000) Kayısı Yetiştiriciliği, Evin Ofset. Malatya

Asma BM, Öztürk K (2005) Analysis of morphological, pomological and yield characteristics of some apricot germplasm in Turkey. Genetic Resources and Crop Evolution 52: 305-313.

Badanes ML, Hurdato MA, Sanz F, Archelos DM, Burgos L, Egea J, Llacer G (2000) Searching for molecular markers linked to male sterility and self-compatibility in apricot. Plant Breeding 119: 157-160.

Bassi D, Viti R, Bartolini S (2005) Recent advances on environmental and physiological challenges in apricot growing. Proceedings of The XIIIth International Symposium on Apricot Breeding and Culture. Acta Horticulturae 717: 23-31.

Bolat İ, Güleriyüz M (1994) Erzincan koşullarında yetiştirilen Hasanbey kayısı çeşidinin döllenme biyolojisi üzerinde bir araştırma, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 25: 509-519.

Boskovic R, Tobutt KR (1996) Correlation of stylar ribonuclease zymograms with incompatibility alleles in sweet cherry. Euphytica 90: 245-250.

Boskovic R, Tobutt KR, Battle I, Duval H (1997) Correlation of ribonuclease zymograms and incompatibility genotypes in almond. Euphytica 97: 167-176.

Burgos L, Egea J, Guerriero R, Viti R, Montelone P, Audergon JM (1997) The self-compatibility trait of the main apricot cultivars and new selections from breeding programmes. The Journal of Horticulture and Biotechnology 72: 147-154.

Burgos L, Pe'rez-Tornero O, Ballester J, Olmos E (1998) Detection and inheritance of stylar ribonucleases associated with incompatibility alleles in apricot. Sexual Plant Reproduction 11: 153-158.

Chao G, Shaoling Z, ShaoXi H, Wei H, QingZhong L, HuaQing W, Jun W (2010) Identification of S-genotypes in Chinese Cherry Cultivars. Tree Genetics & Genomes 6: 579-590.

Cresti M, Ciampolini F, Pacini E, Sarfatti G, Donini B (1976) Ultrastructural features of *Prunus avium* L. pollen tube in vivo I. the compatible pollen tube. Caryologia 32: 433-440.

Cresti M, Ciampolini F, Sansavini S (1980) Ultrastructural and histochemical features of pistil of *Malus Communis*: The stylar transmitting tissue. Scientia Horticulturae 12: 327-337.

Gurrieri F, Audergon JM, Albagnac G, Reich M (2001) Soluble sugars and carboxylic acids in ripe apricot fruit as parameters for distinguishing different cultivars. Euphytica 117: 183-189.

Gülcan R, Mısırlı A, Sağlam H, Yorgancıoğlu U, Erkan S, Gümüş M, Ölmez HA, Derin K, Paydaş S, Eti S, Demir T (2006) Properties of Turkish apricot land races. Acta Horticulturae 701: 191-198.

Güneş N (2006). Frost hardiness of some Turkish apricot cultivars during the bloom period. Hortscience 41: 2310-312.

Halasz J, Pedryc A, Hegedus A (2007) Origin and dissemination of the pollen-part mutated SC-haplotype that confers self-compatibility in apricot (*Prunus armeniaca*). New Phytologist 176: 793-803.

Halasz J, Pedryc A, Ercişli S, Yılmaz KU, Hegedus A (2010) S-genotyping Supports the Genetic Relationships between Turkish and Hungarian Apricot Germplasm. J. Amer. Soc. Hort. Sci 135: 410-417.

Halasz J, Pedryc A, Ercişli S, Yılmaz KU, Hegedus A (2012) Apricot self-incompatibility shows more complex picture than believed: an urge for harmonization. Acta Hort. (ISHS) 966: 193-197.

Halasz J, Hegedus A, Szikriszt B, Ercişli S, Orhan E, Ünlü HM (2013) The S-genotyping of wild-growing apricots reveals only self-incompatible accessions in the Erzincan region of Turkey. Turk J Biol 37: 733-740.

Jahnen W, Batterham MP, Clarke AE, Moritz RL, Simpson RJ (1989) Identification, isolation and N-terminal sequencing of style glycoproteins associated with self-incompatibility in *Nicotiana glauca*. The Plant Cell 1: 493-499.

- Jie Q, Shupeng G, Jixiang Z, Manru G, Huairui S (2005) Identification of self-incompatibility genotypes of apricot (*Prunus armeniaca* L.) by S-allele-specific PCR analysis. *Biotechnology Letters* 27: 1205–1209.
- Karyiannis I, Tsaftaris A (1999) Investigation on the inheritance of self-incompatibility in apricot (*Prunus armeniaca* L.) among F1 generation descendant. *Acta Horticulturae* 488: 295-301.
- Kodad O, Hegedüs A, Company RS, Halász J (2013) Self-(in)compatibility genotypes of Moroccan apricots indicate differences and similarities in the crop history of European and North African apricot germplasm. *BMC Plant Biology* 13: 196.
- Kostina KF (1969) The use of varietal resources of apricots for breeding. *Trud. Nikit. Bot. Sad.* 40: 45-63.
- Lansari A, Lezzoni A (1990) A preliminary analysis of self-incompatibility in sour cherry. *Hort Science* 25: 1636–1638
- Layne REC, Bailey CH, Hough LF (1996) Apricots. In: Janick, J., Moore, J.N. (Eds.), *Fruit Breeding: Tree and Tropical Fruits*, vol. II. John Wiley and Sons, New York.
- Leccese A, Bureau S, Reich M, Renard MGCC, Aon JM, Mennone C, Bartolini S, Viti R (2010) Pomological and nutraceutical properties in apricot fruit: cultivation systems and cold storage fruit management. *Plant Foods Human Nutrition* 65: 112-120.
- Lewis D, Crowe LK (1954) The induction of self-fertility in tree fruits. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 29: 220-225.
- McClure BA, Ebert PR, Anderson MA, Simpson RJ, Sakiyama F, Clarke AE (1989) Style self-incompatibility gene products of *Nicotiana glauca* are ribonucleases. *Nature* 342: 955-957.
- McClure BA (2006) New views of S-RNase-based self-incompatibility current opinion in plant biology. *Current Opinion in Plant Biology* 9: 639-646.
- Mehlenbacher SA, Cociu V, Hough LF (1991) Apricots (*Prunus*). In: Moore, J.N., Ballington, J.R. (Eds.), *Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops*. International Society for Horticultural Science, Wageningen, pp. 65–107.
- Mısırlı A, Sağlam H, Gülcan R, Ölmez HA, Şahin M (2006) Investigation on Fertilization Biology of Important Dried Apricot Cultivars. *Acta Horticulture* 701: 159-162.
- Nettancourt de D (1977) *Incompatibility in Angiosperms. Monographs on theoretical and applied genetics*, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg, New York
- Özbek S (1989) Genel Meyvecilik. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Yay. No:21, Adana
- Özçağırın R (1989) Meyve ağaçlarında tozlanma olayı ve tozlayıcı böcekler. *Ege Üniversitesi Ziraat Dergisi* 26: 265-273.
- Paydaş S, Eti S, Derin K (2001) In vitro investigation on pollen quality, production and self-incompatibility of some apricot varieties in Malatya-Turkey, XII. Uluslararası Kayısı Sempozyumu, Avignon, Fransa
- Paydaş S, Eti S, Gülcan R, Derin K, Yılmaz KU (2006) In vitro investigations on pollen quality, production and self incompatibility of some apricot varieties in Malatya- Turkey. *Acta Horticulturae* 701: 75-80.
- Pedryc A, Halasz J, Herman R, Toth M, Stefanovits-Banyai E, Hegedüs A (2006) Gyümölcsfáink termékenyülése a XXI. Századi nemesítési célok tükrében. XII. Növénynemesítési Tudományos Napok, 36, Budapest
- Roalson EH, McCubbin AG (2003) S-RNases and sexual incompatibility: structure, functions, and evolutionary perspectives. *Molecular Phylogenetics Evolution* 29: 490–506.
- Roy D (2000) *Plant Breeding Analysis and Exploitation of Variation*, Alpha Science International Ltd, India.
- Şehirli S, Özgen M (2007) *Bitki Islahı*, 67-68, Ankara.
- Soylu A (2006) *Ilıman iklim Meyveleri II*, Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, III. Baskı, No:72, Bursa.
- Tao R, Habu T, Yamane H, Sugiura A, Iwamoto K (2000) Molecular markers for self-compatibility in Japanese apricot (*Prunus mume*). *HortScience* 35: 1121-1123.
- Tao R, Habu T, Namba A, Yamane H, Fuyuhiko F, Iwamoto K, Sugiura A (2002) Inheritance of S-RNase in Japanese apricot (*Prunus mume*) and its relation to self-compatibility. *Theoretical and Applied Genetics* 105: 222–228.
- Tosun F, Sağsöz S (1998) *Bitki Islahı*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, 51-53, Erzurum
- Vilanova S, Romero C, Llacer G, Badenes ML (2005) Identification of self incompatibility alleles in apricot by PCR and sequence analysis. *Journal of America Society for Horticultural Science*. 130: 893-898.
- Vilanova S, Badenes ML, Burgos L, Martinez-Calvo J, Llacer G, Romero C (2006) Self-compatibility of two apricot selections is associated with two pollen part mutations of different nature. *Plant Physiology* 142: 629–641.
- Westwood MN (1978) *Temperate-Zone Pomology*. W. H. Freeman And Company San Francisco, USA.
- Williams RR (1970) The effect of supplementary pollination on yield. In: R.R. Williams, R.R. Wilson (Eds.), *Towards Regulated Cropping*. Grower Books, London, UK, pp. 7–10.
- Williams EG, Clarke AE, Knox RB (1994) Genetic control of self-incompatibility and reproductive development in flowering plants, advanced in cellular and molecular biology of plants. Kluwer Academic, Dordrecht.
- Xu J, Gao Z, Zhang Z (2010) Identification of S-genotypes and novel S-RNase alleles in Japanese apricot cultivars native to China. *Acta Horticulturae* 123: 459–463.
- Yamane H, Ushijima K, Sassa H, Tao R (2003) The use of the S haplotype-specific F-box protein gene, SFB, as a molecular marker for S-haplotypes and self-compatibility in Japanese apricot (*Prunus mume*). *Theoretical and Applied Genetics* 107: 1357–1361.
- Yılmaz KU (2008) Bazı yerli kayısı genotiplerinin fenolojik, morfolojik ve pomolojik özellikleri ile genetik ilişkilerinin ve kendine uyumsuzluk durumlarının moleküler yöntemlerle belirlenmesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Yılmaz KU, Gürçan K (2012) *Genetic Diversity in Apricot*, Genetic Diversity in Plants, Edited by Prof. Mahmut Çalışkan, ISBN: 978-953-51-0185-7, InTech.
- Yılmaz KU, Kafkas S, Paydaş Kargı S (2013) Yerli Kayısı Genotiplerinin Kendine Verimlilik Durumlarının Belirlenmesi. *Meyve Bilimi* 1(1): 34-40.
- Zhang LJ, Chen XS, Chen XL, Zhang CY, Liu XL, Ci ZJ, Zhang H, Wu CJ, Liu CQ (2008) Identification of self-incompatibility (S-) genotypes of Chinese apricot cultivars. *Euphytica* 160: 241–248.