

**DOMATESTE KÖK VE KÖK BOĞAZI ÇÜRÜKLÜĞÜNE NEDEN OLAN
Fusarium oxysporum f. sp. *radicis lycopersici*'ye
DAYANIKLILIĞIN KALITIMI**

Aylin KABAŞ^{1*} Hülya İLBİ² Nedim MUTLU³ Abdullah ÜNLÜ¹

¹Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya

²Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir

³Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Biyoteknoloji Bölümü, Antalya

Alınış Tarihi: 30.09.2011

Kabul Tarihi: 07.02.2012

Özet

Kök ve kök boğazı çürüklüğü etmeni *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (FORL), domateste önemli verim kaybına sebep olmaktadır. Çalışmada, bu hastalığa dayanıklılığın kalıtımı araştırılmıştır. Dayanıklı Fla. 7781 ile hassas 560 numaralı hattın melezlenmesinden elde edilen F₁, F₂, BC₁ ve ebeveynler, FORL izolatıyla testlenmiştir. Testlemede 493 F₂ bitkisi, 476 BC₁ bitkisi, 30'ar dayanıklı ve duyarlı ebeveynler ve 30 F₁ bitkisi kullanılmıştır. Testleme sonucu χ^2 (Khi-kare) testine göre değerlendirilmiştir. Test edilen F₂ popülasyonunda χ^2 değeri 0.298 (P=0.585) olup, 3:1 D:H dağılımı hipotezi istatistiksel açıdan önemli bir sapma göstermemiştir. Bu sonuca göre dayanıklılık için açılımın 3:1 olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, BC₁ bitkilerinin testleme sonrası χ^2 değeri 1.64 (P=0.199) bulunmuş ve 1:1 dağılım hipotezinden önemli bir sapma göstermemiştir. Bu bulguların sonucunda dayanıklılığı ifade eden ve FORL olarak isimlendirilen genin tek ve tam dominant bir gen olduğu doğrulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Domates, *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, FORL, Dayanıklılık

INHERITANCE OF RESISTANCE TO *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* CAUSED ROOT DISEASE IN TOMATO

Abstract

Fusarium oxysporum f. sp. *radicis-lycopersici* (FORL) causing crown and root rot brings about significant yield losses in tomato growing areas. In this study, the inheritance of resistance to this disease was investigated. F₁, F₂, and BC₁ from

* Sorumlu yazar: demirelliaaylin@hotmail.com

crossing resistant line 'Fla. 7781' and susceptible line '560' and parents were inoculated with FORL isolate. 493 F₂ plants, 476 BC₁ plants, 30 F₁ plants, 30 resistant and 30 susceptible plants were used in the test. The results were evaluated according to the χ^2 (chi-square) test. Chi-square value was 0.298 (P = 0.585) obtained from F₂ segregation population tested for FORL and the hypothesis 3:1/R:S segregation was accepted. Similarly, chi-square value was 1.64 (P = 0.199) obtained from tested BC₁ plants and this result did not showed significant deviation from the hypothesis 1:1. The experiment showed that the gene conferring resistance, named FORL was single dominant.

Keywords: Tomato, *Fusarium oxysporum* f.sp.*radicis-lycopersici*, FORL, Inheritance

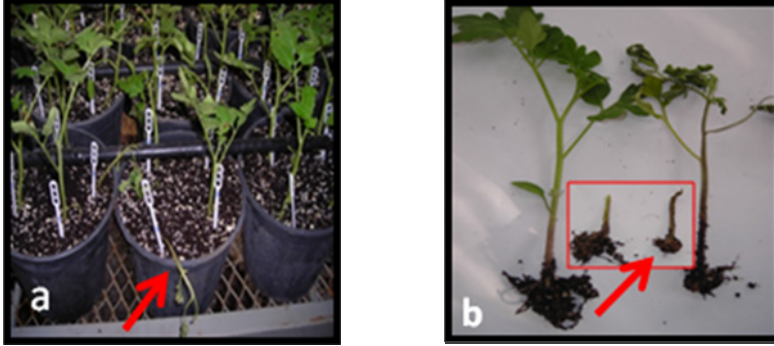
1.GİRİŞ

Dünya'da ve Türkiye'de en çok üretilen sebze türü domatesin yetiştiriciliğinde, hastalık ve zararlılar ciddi bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Domateste yaklaşık olarak 200'den fazla hastalık etmeni bulunmaktadır. Bunlar virüsler, bakteriler, nematodlar ve funguslardır (Agrios, 1988; Jones vd., 1991).

Fusarium türleri içinde domateste en yaygın görüleni *Fusarium oxysporum*'dur. *Fusarium oxysporum*'ün domatesi hastalandıran *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (FOL) ve f. sp. *radicis lycopersici* (FORL) olmak üzere iki ayrı formu bulunmaktadır. FOL *Fusarium* solgunluğuna, FORL ise *Fusarium* kök ve kök boğazı çürümelerine neden olmaktadır (Attitalla vd., 2004).

FORL, ilk olarak Japonya'da görülmüştür. Daha sonra Amerika, Kanada, Avrupa ve İsrail'i de içeren birçok ülkede de tespit edilmiş olup, 1988 yılında İngiltere'de kaydedilmiştir (Omar vd., 2006). Türkiye'de ise bu patojen ilk olarak Can vd. (2004) tarafından saptanmıştır. Hastalığın uzun zamandır domates üretilen bölgelerde çok yaygın olduğu ve önemli verim kayıplarına neden olduğu da bilinmektedir.

Hastalığın erken semptomları domates fidelerinde bodurlaşma, sararma, olgunlaşmamış kotiledonlar ve yaprakların azalması olarak görünürken, ileri semptomlarda kök çürümleri, solma ve ölümler olmaktadır (Roberts vd., 2000). Kök bölgesindeki çürüklük ve gövde iletim demetlerindeki nekroz, toprak yüzeyinden en fazla 15-30 cm yüksekliğe kadar çıkmaktadır (Şekil 1 a-b). Etmen bitkinin toprak yüzeyine yakın gövde üzerinde beyaz- pembe sporulasyon vermektedir (Can vd., 2003).



Şekil 1 a-b. *Fusarium oxysporum* f.sp.*radices-lycopersici*'nin domatestede meydana getirdiği belirtiler

Hastalıkla mücadelede dayanıklı çeşitlerin kullanımı en ekonomik, çevreci ve sürdürülebilir yöntemdir. FORL'ye dayanıklılık kaynağı, domatesin yabani bir türü olan *Solanum peruvianum* olup dayanıklılığı ifade eden gen *Frl* olarak sembolize edilmiştir (Laterrot ve Moretti, 1991). Yapılan literatür taramaları sonucunda *Fusarium oxysporum* f.sp. *radices lycopersici*'nin kalıtımı ile ilgili olarak yapılan tek bir çalışmaya rastlanmıştır. Hastalığa dayanıklı 'IRB-301-31' domates hattı ile hassas 'Motelle' ve 'Earlypak' çeşitleri melezlenmiş, F₁, F₂ ve BC₁ populasyonlarındaki testleme sonucunda F₂ bitkisindeki açılımın 3:1 oranında, BC₁'lerdeki açılımın 1:1 oranında olduğunu belirlenmiştir (Vakalounakis, 1988).

Bu çalışmada farklı dayanıklılık kaynağı (Fla. 7781) ve Türkiye'den elde edilen FORL izolatu kullanılarak, *Fusarium* kök ve kök boğazı çürüklüğünün kalıtımı araştırılmıştır.

2.MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışma Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü (BATEM) Sebzeçilik Bölümü seralarında yürütülmüştür. Çalışmada *Fusarium oxysporum* f.sp. *radices lycopersici*'ye dayanıklı Fla. 7781 nolu hat kullanılmıştır. F₂

populasyonunu oluşturmak için kullanılan hassas 560 nolu hat ise BATEM'de yürütülen örtüaltı yetiştiriciliğine uygun domates çeşitlerinin geliştirilmesi projesinden elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan fungal materyal, Can vd. (2003)'nin Mersin ve Adana'nın örtüaltı domates yetiştiriciliği yapılan alanlarından izole ettikleri FORL izolatıdır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Populasyon oluşturma

Tohum ekiminden itibaren yaklaşık 3 haftalık bir sürecin sonunda bitkiler testleme büyüklüğüne gelmiştir. Dayanıklılık testlemeleri için 2 l hacimli saksılar kullanılmıştır. Bitkiler testleme sonuna kadar klima kontrollü 100 m² büyüklüğündeki seralara yerleştirilmişlerdir.

Melezleme ve kendileme için seraya aktarılacak fideler, 3–4 gerçek yapraklı büyüklüğe geldiklerinde, 40 x 100 cm mesafeyle tek sıralı olarak seraya dikilmiştir. Dayanıklı Fla. 7781 ve hassas 560 nolu hat serada resiprokal olarak melezlenmiştir. Melezlemede hassas hat ana ebeveyn, dayanıklı materyalde baba ebeveyn olarak kullanılmıştır. Elde edilen F₁ bitkileri salkım izolasyonu yapılarak kendilenmiş ve F₂ bitkileri elde edilmiştir. Ayrıca hassas ebeveyn ile geriye melezleme yapılarak BC₁ populasyonu da oluşturulmuştur.

2.2.2. Dayanıklılık Testlemelerinin Yapılması

Testlemelerde hazırlanan sıvı besi ortamında 1x10⁶ konidi ml⁻¹'ye göre ayarlanan spor yoğunluğu kullanılmıştır. İnokulasyon yöntemi olarak fide kök daldırma metodu kullanılmıştır. Fideler 2-4 gerçek yapraklı oluncaya kadar serada yetiştirilmişlerdir. Testleme büyüklüğüne gelen fideler viyollerden çıkartılarak akan su altında yıkanmış ve kökleri torf-perlit karışımından arındırılmıştır. İnokulasyon yapılacak fidelerin kökleri traşlandıktan sonra 10⁶ konidi ml⁻¹ konsantrasyonda hazırlanan süspansiyona 5 dakika süre ile daldırılmıştır. Kontrol bitkileri de akan su altında yıkandıktan sonra süspansiyon yerine suya daldırılmıştır (Gordon vd., 1989; Korolev vd., 2000; Vakalounakis ve Fragkiadakis, 1999; Zink ve Gubber, 1986; Yeşilova ve Karaca, 2007).

Fideler daha sonra buharla steril edilmiş, torf-perlit karışımından oluşan yaklaşık 2 l hacmindeki saksılara aktarılmış ve her saksıda dört bitki olacak şekilde dikimleri yapılmıştır. Testlemede 493 F₂, 476 BC₁ bitkisi, 30 F₁,

dayanıklı 'Fla. 7781' ve hassas '560' ebeveynlerinden 30'ar bitki kullanılmıştır. Testlemede ebeveynler ve F₁ bitkileri, 3 tekerrürlü, tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur.

Denemenin kurulmasından sonra her hafta düzenli olarak gözlem yapılarak, hassas ve dayanıklı bitkiler tespit edilmiştir. Bitkilerde ölümler denemenin kurulmasından dokuz gün sonra başlamıştır. Testlemede meydana gelen bitki ölümlerine ait görüntüler Şekil 2'de verilmiştir. Çalışmada Korolev vd. (2000) modifiye edilerek testleme sonuçları değerlendirilmiştir. Buna göre 0= simptom göstermeyen bitkiler, 4= ölü bitkiler olacak şekilde skala kullanılmıştır. 0 değerini alanlar dayanıklı, 4 değerini alanlar ise hassas olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda verilen Khikare testi ile analiz edilmiştir.

χ^2 , S.D=1, %1 için 6.63, %5 için 3.84

$$\chi^2 = \frac{(\text{Gözlenen} - \text{Beklenen})^2}{\text{Beklenen}}$$



Şekil 2. Testlemeden 9 gün sonra başlayan ölümler (a), testleme serasından genel görünüm (b)

3.BULGULAR VE TARTIŞMA

FORL'a karşı dayanıklılık için yapılan testlemede fide kök daldırma metodu kullanılmıştır (Gordon vd.,1989; Korolev vd., 2000; Vakalounakis ve Fragkiadakis, 1999). F₁, F₂, BC₁ bitkileri, dayanıklı ve duyarlı ebeveynler FORL

izolatı ile testlenmişlerdir. Testlemede 493 F₂ bitkisi, 476 BC₁ bitkisi, 30'ar dayanıklı ve duyarlı ebeveynler ve 30 F₁ bitkisi kullanılmıştır. *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* ile testlenen F₁, F₂, BC₁ ve dayanıklı-hassas ebeveynlerin gösterdikleri reaksiyonlarının χ^2 test sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* ile testlenen F₁, F₂, BC₁ ve dayanıklı- hassas ebeveynlerin gösterdikleri reaksiyonlarının χ^2 test sonuçları

Testlemeye alınan bitkiler	Gözlenen* D:H	Beklenen D:H	Açılım oranı D:H	χ^2
Ana (560)	0:30	0:30	0:1	-
Baba (Fla.7781)	30:0	30:0	1:0	-
F ₁ (560x Fla. 7781)	30:0	30:0	1:0	-
F ₂	375:118	369.75:123.25	3:1	0.298 (P=0.585)
BC ₁	252:224	238:238	1:1	1.64 (P=0.199)

*D: Dayanıklı H: Hassas (Duyarlı)

Çizelge 1'de görüldüğü gibi testleme sonucuna göre dayanıklı ebeveynlerin (Fla.7781) hepsinin dayanıklı, duyarlı ebeveynin (560) hepsinin duyarlı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca dayanıklı ve duyarlı hatların melezlenmesinden elde edilen heterozigot F₁'lerin de tamamının dayanıklı olduğu gözlenmiştir. İnokülasyondan bir ay sonra F₁ bitkilerinde dayanıklı ebeveynlere benzer şekilde hiçbir hastalık simptomsu gözlemlenmemiştir. F₁'lerin kendilenmesiyle elde edilen F₂'lerde ki açılım da χ^2 (Khi-kare) testine göre hesaplanmıştır. Buna göre χ^2 değeri 0.298 (P=0.585) olup, 3:1 D:H dağılımı hipotezi istatistiksel açıdan önemli bir sapma göstermemiştir. Bu sonuca göre dayanıklılık için açılımın 3:1 olduğu teyit edilmiştir. Benzer şekilde, BC₁ bitkilerinin testleme sonrası χ^2 değeri 1.64 (P=0.199) bulunmuş ve 1:1 dağılım hipotezinden önemli bir sapma göstermemiştir.

For1 ile ilişkili işaretleyici belirlemeye yönelik olarak yapılan çalışmalarda *For1*'nin domatesin 9. kromozomunda yer aldığı ve tütün mozaik virüsüne dayanıklılığı kontrol eden genle (*Tm-2*) resesif *ah* genine yakın yerde (>5 cM) lokalize olduğu belirlenmiştir (Fazio vd., 1999; Vakalounakis vd., 1997).

Fusarium'a dayanıklılık geninin (*For1*) kalıtımına bakıldığında, Vakalounakis (1988) yaptığı çalışmada dayanıklı 'IRB-301-31' domates hattı

ile hassas 'Motelle' ve 'Earlypak' çeşitlerini melezlemiş, F₁, F₂ ve BC₁ populasyonlarındaki testleme sonucunda F₂ bitkisindeki açılımın 3:1 oranında, BC₁'lerdeki açılımın 1:1 oranında olduğunu belirlemiştir. Testleme sonuçları da dayanıklılığın tek dominant gen tarafından idame ettirildiğini ortaya koymuştur. Çalışmamızdan elde edilen veriler Vakalounakis, (1988)'in bulgularıyla paralellik göstermiştir.

4. SONUÇ

Fusarium oxysporum f.sp. radicles-lycopersici önemli bir toprak kökenli patojen olup, verimde %20-60 oranında kayıplara neden olmaktadır (Omar vd., 2006). Hastalıkla mücadelede zirai teknikler, kimyasal uygulamalar, biyolojik ajanlar kullanılabilir. Ancak mücadelede % 100 etkili ve en ekonomik yöntem dayanıklı çeşit kullanımıdır.

Dayanıklılık ıslahına başlanmadan önce hastalığın kalıtımı belirlenmeli ve buna göre melezleme programları oluşturulmalıdır. Bu çalışmada FORL'un neden olduğu fusarium kök boğazı çürüklüğü hastalığının kalıtımı belirlenmiş olup, daha sonra yapılacak ıslah programlarına ışık tutacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Agrios, G.N. 1988. Plant Pathology, 3rd Ed. Academic Pres, Inc., New York, pp 803.
- Attitalla, H.I., Fatehi, J., Levenfors, J., Brishammar, S. 2004. A Rapid Molecular Method for Differentiating Two Special Forms (*lycopersici* and *radicles-lycopersici*) of *Fusarium oxysporum*. *Polish Journal of Microbiology*, 53:111-116.
- Can, C., Elekcioğlu, H., Yücel, S., Özasan, M. 2003. Seralarda Domates *Fusarium* Solgunluğuna Neden Olan Türlerin Tanısı, Hastalık Oluşumunda Nematodlar ile İlişkileri ve Mücadele Olanaklarının Belirlenmesi. TUBİTAK TARP-2371 No'lu Proje Sonuç Raporu.
- Can, C., Yücel, S., Korolev, N., Katan, T. 2004. First Report of *Fusarium* Crown and Root Rot of Tomato Caused by *Fusarium oxysporum f.sp. radicles-lycopersici* in Turkey. *Plant Pathology*, 53(6): 814.
- Fazio, G., Stevens, M., Scott, J.W. 1999. Identification of RAPD Markers Linked to *Fusarium* Crown and Root Rot Resistance (Frl) in Tomato. *Euphytica*, 105: 205-210.
- Gordon, T.R., Okamoto D., Jacobson, D.J. 1989. Colonization of Muskmelon and Nonsusceptible Crops by *Fusarium oxysporum f.sp. melonis* and Other Species of *Fusarium*. *Phytopathology*, 79:1095-1100.

- Jones, J.B., Jones, J.P., Stall, R.E., Zitter, T.A. 1991. Compendium of Tomato Diseases. American Phytopathological Society Press, 73 p. St.Paul,MN.
- Korolev, N., Katan, J., Katan, T. 2000. Vegetative Compatibility Groups of *Verticillium dahliae* in Israel: Their Distribution and Association with Pathogenicity. *Ecology and Population Biology*, 90(5): 529-536.
- Laterrot, H., Moretti, A. 1991. Allelism of Various FORL Resistance Sources. *Rep Tomato Genet Coop*, 41:28-30.
- Omar, I., O'Neill, T.M., Rossall, S. 2006. Biological Control of Fusarium Crown and Root Rot of Tomato with Antagonistic Bacteria and Integrated Control When Combined with the Fungicide Carbendazim. *Plant Pathology*, 55: 92–99.
- Roberts, P.D., McGovern,R.J., Datnoff, L.E. 2000. Fusarium Crown and Root Rot of Tomato in Florida. *Plant Pathology Fact Sheet*, 4 p., Florida.
- Vakalounakis, D.J., Laterrot, H., Moretti, A., Ligoixigakis, E.K., Smardas, K. 1997. Linkage Between *Fr1* (*Fusarium oxysporium* f. sp. *radicis-lycopersici* resistance) and *Tm-2* (tobacco mosaic virus resistance-2) Loci in Tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Annals of Applied Biology*, 130:319-323.
- Vakalounakis, D.J. 1988. The Genetic Analysis of Resistance to Fusarium Crown and Root Rot of Tomato. *Plant Pathology*, 37: 71-73.
- Vakalounakis, D.J., Fragkiadakis, G.A. 1999. Genetic Diversity of *Fusarium oxysporum* Isolates From Cucumber: Differentiation by Pathogenicity, Vegetative Compatibility, and RAPD Fingerprinting. *Ecology and Population Biology*, 89(2):161-168.
- Yeşilova, O., Karaca, G. 2007. Determination of the Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Plant Growth and *Fusarium* Wilt of Melon Plants. III. Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes. *Acta Horticulturae*, 729: 493-498.
- Zink, F.W., Gubber, W.D. 1986. Inheritance of Resistance to Races 0 and 2 of *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* gynecocious Muskmelon. *Plant Disease*, 70:676-678.