

Fungal Wilt Pathogens and Their Management in Cotton Growing Areas in Reyhanlı County (Hatay)

Sema ŞAHBAZ

Davut Soner AKGÜL

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, 01330, Balcalı, Sarıçam / ADANA
Corresponding author email: dsoner@gmail.com

Accepted for publication 8 August 2016

ABSTRACT

Determination of fungal wilt pathogens in cotton fields of Hatay Reyhanli county, susceptibilities of commonly grown cotton cultivars to these pathogens and the effects of plant resistance inducing products on disease occurrence were investigated in this study. To obtain fungal isolates, 54 cotton fields in 15 villages were sampled and standart mycological isolations were done from these samples in 2014. Cultivar reaction tests were conducted on 10 different cotton cultivars against one isolates of *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* and *Verticillium dahliae*. Efficacy of plant resistance inducing products (Aliette WG, Bion MX 44 WG, ISR-2000 and salicyclic acid) were tested on Flash cotton cultivar in greenhouse conditions. The average isolation frequency of *F. oxy.* f.sp. *vasinfectum* and *V. dahliae* were 20.6% and 4.0% from Reyhanli cotton areas respectively. Of the tested cultivars BA525 was found to be tolerant to *F. oxy.* f.sp. *vasinfectum* while cultivar Flash was highly susceptibility with 6.9% and 44.8% disease severity respectively. On the other hand, Carmen and Candia were determined as the least susceptible but PG2018 as the most susceptible cultivars to *V. dahliae* (with 10.7, 10.9 and 45.0 % percentages respectively) in greenhouse conditions. Plant resistance inducing products had no effect on mycelial growth of both pathogens on PDA media in *in vitro* studies but they decreased *Fusarium* and *Verticillium* wilts with 20.0-66.3 % efficacy rates in greenhouse conditions. While salicyclic acid was the most successful chemical for both disease, ISR-2000 followed it by around 50 % efficacies.

Key words: Cotton wilt, induced resistance, cultivar sensitivity

Reyhanlı İlçesi (Hatay) Pamuk Ekim Alanlarında Fungal Solgunluk Etmenleri ve Mücadelesi

ÖZET

Bu çalışmada, Hatay Reyhanlı ilçesi pamuk ekim alanlarında fungal solgunluk patojenlerinin saptanması, yaygın yetiştirilen pamuk çeşitlerinin bu patojenlere duyarlılıkları ve bitki dayanıklılığını teşvik edici ürünlerin hastalık oluşumuna etkileri araştırılmıştır. Fungal izolatları elde etmek için 2014 yılında 15 köyde 54 tarla örneklenmiş ve bu örneklerden standart mikolojik izolasyonlar yapılmıştır. Çeşit reaksiyonları testi 10 farklı pamuk çeşidi üzerinde, *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* and *Verticillium dahliae*'nin birer izolatına karşı yapılmıştır. Bitki dayanıklılığını teşvik eden ürünlerin (Aliette WG, Bion MX 44 WG, ISR-2000 and salisilik asit) etkinliği sera koşullarında Flash pamuk çeşidi üzerinde denenmiştir. Dayanıklılığı teşvik edici ürünlerin (Aliette WG, Bion MX 44 WG, ISR-2000 ve salisilik asit) etkinliği sera koşullarında Flash pamuk çeşidi üzerinde denenmiştir. Reyhanlı pamuk ekim alanlarından *F. oxy.* f.sp. *vasinfectum* ve *V. dahliae*'nin ortalama izole edilme oranları sırasıyla %20.6 ve %4 olmuştur. Test edilen pamuk çeşitlerinden BA525 %6.9'luk hastalık şiddeti ile minimum ancak Flash %44.8'lik hastalık şiddeti ile *F. oxy.* f.sp. *vasinfectum*'a maksimum hassasiyet göstermiştir. Diğer taraftan sera koşullarında Carmen ve Candia, *V. dahliae*'ya karşı en az duyarlı, PG2018 ise en çok duyarlı çeşit olarak (sırasıyla %10.7, %10.9 ve %45.0'lik oranlar ile) belirlenmişlerdir. Bitki dayanıklılığını teşvik eden ürünlerin *in vitro*'da PDA ortamında her iki patojenin miselyal büyümesi üzerine hiçbir etkisi olmamış ancak bu ürünler sera koşullarında

Fusarium ve *Verticillium* solgunluğunu %20.0-66.3'lük etki oranları ile azaltmışlardır. Salisilik asit her iki hastalık için en başarılı kimyasal iken, bunu %50 civarında etkilerle ISR-2000 takip etmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pamuk solgunluğu, uyarılmış dayanıklılık, çeşit duyarlılığı

GİRİŞ

Türkiye'de pamuk üretimi önemli bir tarım faaliyeti olup, her yıl yaklaşık 4.35 milyon dekar alanda toplam 2 milyon ton kütlü pamuk üretilmektedir (Anonim, 2015a). Bu üretimin yaklaşık % 7'si (138.921 ton) Hatay ili sınırları içerisinde yapılmakta ve bölge ekonomisine önemli katkılar sağlamaktadır (Anonim, 2015b). Diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi pamukta da funguslar tarafından neden olunan hastalıkların önemi büyüktür. Bunlardan biri *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* W.C. Snyder & H.N. Hansen (*Fov*) ve *Verticillium dahliae* Kleb. türlerinin yol açtığı solgunluk hastalığıdır. Toprak kökenli olan bu türler, bitkileri kılcal köklerden enfekte ederek giriş yapmakta ve iletim demetlerine yerleşmektedirler. Buna bağlı olarak bitki gelişiminin ileri aşamalarında oluşan iletim demetlerindeki tıkanıklık ve solgunluk neticesinde bitkiler solarak ölmekte veya verim ve kalite kayıpları yaşanmaktadır (El-Zik, 1984; Hillocks, 1992).

Solgunluk hastalıklarının mücadelesinde genellikle ekim nöbeti, temiz üretim materyali kullanımı, dengeli gübreleme, dengeli sulama, yabancı ot mücadelesi ve hastalığa tolerant çeşitlerin kullanımı gibi kültürel önlemler ön plandadır. Bunların dışında fiziksel ve biyolojik mücadele yöntemleri hastalık oluşumunu bir ölçüde azaltmakta ancak bu yöntemler de hastalığı tam anlamıyla baskı altına alamamaktadır. Yine tarımsal üretimde kullanılan fungusitlerin solgunluk hastalığını kesin olarak tedavi edici herhangi bir etkisi bildirilmemiştir. Bu nedenlerden dolayı hastalığa tolerant çeşitlerin kullanımı ve bitki dayanıklılığının teşviki hastalıkla mücadelede en makul görünen iki farklı yöntem olarak görülmektedir. Çeşitli sentetik bileşikler, bazı herbisitler ve UV ışınlarından başka bazı fungus, bakteri veya virüslerin avirulent ırkları ya da fungal ve bakteriyel etmenlerden elde edilen hücre duvarı ekstraktları dayanıklılığın teşvikinde uyarıcı materyal olarak kullanılabilir (Pieterse et al., 2014).

Pamuk çeşitlerinin solgunluk hastalığına karşı duyarlılıklarını belirlemek amacıyla yürütülen çalışmalarda; Göre ve ark., (2009), Türkiye'de yaygın olarak yetiştirilen 28 pamuk çeşidi üzerinde yürüttükleri çeşit reaksiyonu çalışmalarında *V. dahliae*'nin meydana getirdiği hastalığın şiddeti ve ayrıca bitkideki bazı büyüme parametreleri (bitki boyu, boğum sayısı, gövde ve yaprak ağırlıkları vb.) üzerine etkilerini incelemişlerdir. Denemeye alınan çeşitlerin çoğu, patojenin yaprak dökken (D) ve yaprak dökmeyen (ND) patotiplerine duyarlı bulunurken, Carmen ve ST-373'ün en ümitvar çeşitler olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yaprak-gövde oranı ve yaprak ağırlığının dayanıklılık ıslahı çalışmalarında en iyi indikatör olduğu bildirilmiştir. Karademir ve ark. (2010), yürüttükleri bir çalışmada *V. dahliae*'ya karşı bazı pamuk çeşitlerinin duyarlılık seviyeleri incelenmiştir. Çalışmada, 10 farklı pamuk çeşidi (GW-teks, GW-Golda, Carmen, Şahin-2000, DP-deltaopal, Dicle-2002, Maraş92, Stv453, Sayar 314, Nazilli 342, Mcon) kullanılmıştır. 2 yıl süren bu çalışma sonucunda Sayar 314'ün % 1.14 hastalık şiddeti ile duyarlı olduğu bulunmuştur. İletim demetlerinde hastalık şiddetleri incelendiğinde % 1.24 'lük hastalık şiddeti ile Sayar 314 ve Maraş 92'nin en duyarlı çeşitler olduğu, GW-Golda, GW-Teks ve Carmen çeşitlerinin en dayanıklı çeşitler olduğu ortaya konulmuştur. Erdoğan ve Kurt (2013), kontrollü koşullarda 21 farklı pamuk çeşidini, *V. dahliae*'nin T1 ve SS4 ırklarına karşı testledikleri çalışmada, daha önceden dayanıklı olduğu bilinen Giza 45 çeşidinde en düşük hastalık şiddeti değeri saptanırken, bunu Julia, St-373, Fibermax 819 ve Gloria çeşitleri takip etmiştir. Duyarlı Albania 61-72 kontrol çeşidinde ise en yüksek hastalık şiddeti değeri tespit edilmiştir.

Dayanıklılığın teşvikiyle ilgili yürütülen bazı çalışmalarda ise; Canihoş (1997), pamukta yabancı ot kontrolünde kullanılan herbisitlerden prometryn, linuron ve haloxyfob'un *Verticillium* solgunluk hastalığına ve bitki gelişimine etkisi araştırmıştır. Çalışma sonunda denemeye alınan tüm herbisitlerin, hastalığı azaltıcı yönde etki gösterdiği, bu herbisitlerden özellikle prometryn'in diğer herbisitlere oranla hastalığı daha iyi baskıladığı, linuron ve haloxyfob'un hastalığı azaltma yönünden prometrynden sonra geldiği saptanmıştır. Denemeye alınan tüm herbisitler, pamukta bir fitoaleksin olan gossypolün sentezlenmesini teşvik etmiştir. Buna benzer başka bir çalışmada ise aynı herbisitlerin *Fusarium* solgunluk hastalığı (*F. oxy.* f.sp. *vasinfectum*)'nın şiddetine etkisi incelenmiş ve hastalık şiddetinde % 83.4'lere varan oranda azalmalar bulunmuştur (Canihoş ve ark., 2000).

Hastalığın mücadelesiyle ilgili olarak, ülkemizde bu çalışmalardan başka özellikle pamuktaki *Fusarium* solgunluğunun mücadelesi üzerine herhangi bir çalışmaya rastlanmamış ve Reyhanlı ilçesinde yaygın olarak ekilen pamuk çeşitlerinin solgunluk hastalıklarına olan duyarlılıkları incelenmemiştir. Ulusal boyutta bu yöndeki eksikliklere katkı sağlamak amacıyla planlanan bu çalışmada; a) Reyhanlı ilçesi pamuk ekim alanlarında solgunluk hastalığı etmenlerinin saptanması, b) Reyhanlı'da yaygın olarak yetiştirilen pamuk çeşitlerinin bu patojenlere karşı duyarlılık seviyelerinin ortaya konulması, c) dayanıklılığı teşvik edici bazı preparat ve kimyasalların hastalığın mücadelesinde kullanım olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Fusarium ve *Verticillium* solgunluk hastalığı etmenlerine karşı farklı pamuk çeşitlerinin duyarlılıklarının belirlenmesinde, 10 farklı pamuk çeşidi kullanılmıştır. Bunlar; Hatay Bölgesi'nde yaygın olarak yetiştirilen BA 151 (Progen), BA 525 (Progen), Candia (Bayer Crop Science), Carisma (Progen), Carmen (Bayer Crop Science), Elsa (Bayer Crop Science), Flash (Progen), Gloria (Bayer Crop Science), Lydia (Progen), PG 2018 (Progen), isimli pamuk çeşitleridir. Patojenisite ve uyarılmış dayanıklılık denemelerinde ise Flash (Progen) isimli pamuk çeşidi kullanılmıştır.

İzolasyon çalışmaları sonucunda patojen olduğu tespit edilen ve virülensliği yüksek bulunan *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*'un 4 numaralı ve *Verticillium dahliae*'nin 56 numaralı izolatları çeşit reaksiyonu çalışmalarında kullanılmıştır.

In vitro ve serada yürütülen saksı denemelerinde, Bion MX44 WG, Alliette 800 WG, ISR 2000, Salisilik asit gibi dayanıklılığı teşvik ettiği düşünülen madde ve preparatlar kullanılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Denemelerde kullanılan dayanıklılığı teşvik edici madde ve preparatlar

Etkili madde	Ticari adı	Uygulama Dozu (100 L su)
Acibenzolar-S-Methyl (%4) + Metalaxyl-M (%44)	Bion MX 44 WG (Syngenta)	20 g
Fosetyl-aluminium (%80)	Alliette 800 WG (Bayer Crop Science)	250 g
<i>Lactobacillus acidinophilus</i> fermentasyon ürünü, yucca bitki ekstraktı, maya ekstraktı, riboflavin, benzoik asit, nikotinamid ve thiamine	ISR-2000 (Improcrop)	100 ml
Salisilik asit (Sigma)	-	50 g

YÖNTEM

Patojenlerin izolasyonu

Fungal patojenleri elde etmek amacıyla Hatay İli Reyhanlı İlçesine bağlı pamuk ekim alanları kontrol edilmiştir. İlçede pamuk ekimi yapılan 15 farklı köy (Apaydın, Beşaslan, Bozhöyük, Çakaltepe, Demirköprü, Göktepe, Konuk, Kuletepe, Kurtepe, Kurtuluş, Melekli, Saçaklı, Suatlı, Terzihöyük ve Yeşilova) belirlenmiş ve her bir köyün farklı bölgesindeki toplam 54 tarladan güdümlü örnekleme yöntemine göre hastalıklı bitki örneği alınmıştır. Eylül 2014'te yapılan örnekleme tarladaki bitkiler göstermiş oldukları hastalık belirtilerine ya da taşıdıkları şüpheli görümlere göre seçilip, her tarladan en az 5-6 bitki kökleriyle birlikte sökülerek alınmıştır.

Buz kutusu içinde laboratuvara getirilen hastalıklı bitki dokularından standart izolasyon yapılmış ve dokular streptomycin-sülfat içeren patates dekstroz agar (PDA) besi yerine aktarılmıştır. Yaklaşık 2 haftalık inkübasyondan sonra, her bir tarladan izole edilen olası patojenik funguslar öncelikle cins düzeyinde ayırt edilmiş ve bunların izole edilme oranları hesaplanmıştır. Ayrıca köylere ait tarlaların ortalamaları alınarak, fungusların her bir köyden izole edilme oranları hesaplanmış, yine hem *Fusarium* hem de *V. dahliae* için tüm köylerin ortalaması alınarak bölgedeki genel izole edilme oranı hesaplanmıştır.

Fungal izolatların tanılanması

Pamukta solgunluk hastalıklarına neden olan *Fusarium* türü fungusların klasik yöntemlerle tanısı için PDA ve SNA (Sentetik Nutrient Agar; KH_2PO_4 : 1 g, KNO_3 : 1 g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: 0.5 g, KCl: 0.5 g, Glikoz: 0.2 g, Agar: 15 g, Distile Su: 1 L) besi ortamları kullanılmıştır (Seifert, 1996). *Verticillium* izolatlarının klasik tanısında sadece PDA besiyeri kullanılmıştır. Kolonilerin 5-6 günlük taze kültürlerinden alınan 5 mm'lik agar diskleri bu besiyerlere ekilip 30 gün süreyle oda koşullarında bekletilmiş ve daha sonra gelişen koloniler morfolojik ve mikroskopik özelliklerine göre teşhis edilmişlerdir (Barnett ve Hunter, 2003).

Fusarium türlerinin tanılanmasında morfolojik ve mikroskopik tanılamaya göre gruplandırılan izolatların her bir türünden 1 izolat moleküler biyoloji yöntemlerine göre tanılanmış ve klasik tanı ile desteklenmiştir. Aynı görünüme sahip diğer izolatların her biri moleküler olarak tanılanmamış, sadece temsili izolatın moleküler tanısına göre diğer izolatların hangi tür oldukları kararlaştırılmıştır. *V. dahliae* izolatları sadece klasik yöntemlere göre tanılanmıştır.

Moleküler tanıda ilk olarak fungal DNA'lar elde edilmiş, bu işlemde Cenis (1992) tarafından önerilen yöntem takip edilmiştir. PCR amplifikasyonunda genomik DNA üzerindeki β -tubulin genleri Bt2a ve Bt2b universal primerleriyle çoğaltılmış (Glass and Donaldson, 1995), PCR ürünleri dizi analizine gönderilmeden önce DNA bantları %1.5'lük agaroz jelde görüntülenmiştir. Burada varlığı kanıtlanan DNA örnekleri sekans analizine (Sanger yöntemi) alınmış ve baz dizilimleri elde edilmiştir. Tek yönlü dizileme sonucu elde edilen DNA nükleotid dizileri, Chromas yazılımı ile görüntüledikten sonra NCBI (National Center for Biotechnology Information) Gen Bankası'ndaki dizilerle karşılaştırılmış ve benzerlik oranlarına göre mikroskopik tür teşhisi doğrulanmıştır.

Patojenisite testleri

İzolat toplama çalışmaları sonucunda elde edilen *Fusarium* sp. ve *V. dahliae* izolatları ile patojenisite testi yapılmıştır. Morfolojik ve moleküler olarak tanısı yapılan *Fusarium* türlerinden (*Fov*, *F. equiseti*, *F. proliferatum*, *F. solani* ve *F. sporotrichioides*) sadece birer izolat ve *V. dahliae*'dan 5 izolat ile patojenisite testleri yürütülmüştür. Patojenisite testlerinde Flash pamuk çeşidi tohumları kullanılırken, *Fusarium* spp.'nin inokulasyonunda buğday inokulumu, *V. dahliae*'nın inokulasyonunda ise miseliyal agar diskler ve spor süspansiyonları hazırlanmıştır.

Flash pamuk çeşidi tohumları toprak, kum ve çiftlik gübresi (1:1:1) karışımlarını içeren plastik saksılara (13x13x21 cm) ekilmişlerdir. Tohum ekiminden sonra bitkiler 40-50 cm uzunluğa ulaştıklarında (45 gün sonra) patojen inokulasyonu yapılmıştır. *Fusarium* spp.'ye ait buğday inokulumundan her bir saksıya 5 gram inokulum verilmiştir. Bu inokulum kök boğazının hafifçe yaralandığı bölüme dökülüp üzeri nemli toprakla kapatılmıştır (Wildermuth and McNamara, 1994).

V. dahliae inokulasyonunda; yine aynı dönemdeki pamuk bitkilerinin kök boğazı hafifçe yaralandıktan sonra her bitkiye 1 adet miseliyal agar diski yerleştirilmiş, ayrıca iletim demetlerinin içine alabileceği kadar spor süspansiyonu (10^7 spor/ml) enjekte edilmiştir. Ardından kök boğazı nemli toprakla kapatılmış ve bitkiler sulanmıştır (Tsrör ve ark., 2001).

Hastalık belirtilerinin değerlendirilmesi

V. dahliae ile inokulasyonundan 40 gün sonra bitkilerde görülen hastalık belirtileri Tsrör ve ark., (2001)'e göre 0-5 skalası kullanılarak değerlendirilmiştir.

Skala değeri

Belirti

0	Sağlıklı bitki
1	Yapraklarda az düzeyde kloroz ve nekroz, bitkide %25'ten az solgunluk
2	Yaprakların %26-50'sinde orta düzeyde kloroz ve nekroz

3	Yaprakların %51-75'inde kloroz ve nekroz
4	Yaprakların %75'inden fazla kloroz ve nekroz
5	Ölü bitki

Diğer taraftan *Fov* ile inokule edilen bitkilerde şiddetli solgunluk yerine yaprak klorozu, nekrozlaşma ve yaprak dökümü gerçekleştiğinden Tsrör et al., (2001)'in modifiye edilmiş 0-5 skalası kullanılmıştır.

<u>Skala değeri</u>	<u>Belirti</u>
0	Sağlıklı bitki
1	Yapraklarda az düzeyde kloroz ve nekroz, bitkide %25'ten az yaprak dökümü
2	Yapraklarda %26-50 kayıp
3	Yapraklarda %51-75 kayıp
4	Yapraklarda %75'den fazla kayıp
5	Ölü bitki

Skala değerleri kullanılarak Townsend Heuberger formülüne göre hastalık şiddeti hesaplanmış, elde edilen veriler ile varyans analizi yapıldıktan sonra ortalamalar arasındaki farklar Duncan (0.05) çoklu karşılaştırma testi ile ortaya konmuştur (Gomez and Gomez, 1984). Patojenisite testinde her bir fungal izolat için 5 saksı kullanılmış, her saksı 1 tekerrür kabul edilmiş ve her tekerrürde 2 bitki yer almıştır. Patojenisite denemesi sera koşullarında yapılmış, deneme deseni tesadüf parselleri desenine göre kurulmuştur.

***Fusarium* ve *Verticillium* solgunluk hastalığına karşı pamuk çeşitlerinin duyarlılık seviyelerinin belirlenmesi**

Çalışmanın bu bölümünde *Fov* ve *V. dahliae*'nin birer izolatu (*Fov* 4 ve *Vd* 56) kullanılmıştır. Farklı pamuk çeşitlerine ait tohumlar patojenisite testinde belirtildiği gibi saksılara ekilmiş ve ekimden 45 gün sonra bitkiler 45-50 cm boya ulaştıklarında patojen inokulasyonu yapılmıştır. *Fov*'un inokulasyonunda buğday inokulumu, *V. dahliae*'nin inokulasyonunda spor süspansiyonu ve agar diskler uygulanmışlardır. İnokulasyondan 35-40 gün sonra hastalık belirtileri Tsrör ve ark., (2001)'e göre değerlendirilmiş ve skala değerlerinden yüzde hastalık şiddeti hesaplanmıştır. Pamuk çeşitlerinden elde edilen ortalamalar kendi aralarında Duncan (0.05) çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Denemede her bir çeşitte 4 tekerrür, her tekerrürde 3 saksı ve her saksıda 2 bitki yer almıştır. Çeşit duyarlılığı denemesi sera koşullarında yapılmıştır.

Dayanıklılığı teşvik edici kimyasal ya da preparatların solgunluk etmeni patojenlerde miseliyal gelişime etkisinin belirlenmesi

Bitkilerde dayanıklılığı teşvik ettiği bilinen Aliette WG, Bion MX 44 WG, ISR-2000 ve Salisilik Asit (SA)'in 1, 5, 25, 100 ve 250 ppm'lik dozlarının *Fov* ve *V. dahliae*'nin miseliyal büyümelerine etkisi incelenmiştir. İlk olarak deney tüplerinde 10 ml'lik PDA besiyeri hazırlanmış, otoklav edilerek, daha sonra bu tüpler 50°C sıcaklıktaki su banyosuna bekletilmiştir. Diğer taraftan steril su içerisinde preparatların stok solüsyonları hazırlanmış ve bu stoklardan gereken miktarda solüsyon alınarak her bir tüpe ilave edilmişlerdir. Tüplerdeki besiyer 10-15 saniye vortex edilip 9 cm çaplı steril plastik petri kaplarına dökülmüşlerdir. *Fov*'un 4 numaralı ve *V. dahliae*'nin 56 numaralı izolatına ait taze kolonilerden cork-borrer yardımıyla 5 mm'lik diskler kesilmiş ve bu diskler solüsyon ilave edilmiş PDA besiyerlerine ekilmişlerdir. Kontrol olarak bırakılan petrilere herhangi bir preparat koyulmamıştır.

Denemede her bir petri bir tekerrür olarak kabul edilmiş ve 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Petri kapları, *Fov* için 8 gün, *V. dahliae* için 15 gün süreyle 25°C'de inkübe edilmiş ve bu süre sonunda fungusların koloni çapları

FUNGAL WILT PATHOGENS AND THEIR MANAGEMENT IN COTTON GROWING
AREAS IN REYHANLI COUNTY (HATAY)

ölçülerek ortalama çaplar kaydedilmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş ve ortalamalar arasındaki farklar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre %5'lik hata payı ile istatistiki olarak değerlendirilmiştir. Preparatların *in vitro*'daki yüzde etkinlikleri ise Abbott formülüne göre hesaplanmıştır.

Dayanıklılığı teşvik edici madde ve preparatların bitkilerdeki solgunluk hastalığı oluşumuna etkisinin belirlenmesi

Dayanıklılığı teşvik edici özellikteki salisilik asit ve bazı ticari preparatlar (Aliette WG, Bion MX 44 WG, ISR-2000 çizelge 1'de gösterilen dozlarda uygulanmışlardır. Farklı pamuk çeşitlerine ait tohumlar plastik saksılara ekilmiş, ekimden 45 gün sonra bitkiler 40-50 cm boya eriştiklerinde 1 gün öncesinde patojen inokulasyonu yapılmış, 1, 10 ve 15 gün sonra olmak üzere 3 kez, çizelge 1'de yer alan preparatların süspansiyonları veya emülsiyonları ile püskürtülmüştür. Püskürtme işlemi bitkilerin tüm yeşil aksamı ıslanacak şekilde yapılmıştır. Kontrol bitkilerine yine patojenler inokule edilmiş ancak bunlara sadece çeşme suyu püskürtülmüştür. Dayanıklılığı teşvik edici madde ve preparatların etkinliği 35-40 gün sonra değerlendirilmiştir. Patojenisite testinde kullanılan 0-5 skalası yardımıyla yüzde hastalık şiddeti hesaplanmıştır. Uygulamaların yüzde etkinlikleri % Abbott formülüne göre hesaplanmıştır. Hem *V. dahliae* hem de *Fov*'a karşı ayrı ayrı kurulan iki denemede 4 tekrür, her tekrürde 2 saksı ve her saksıda da 3 bitki yer almıştır. Çalışmanın bu bölümü tesadüf parselleri deneme desenine göre tertip edilmiş ve sera koşullarında yürütülmüştür.

BULGULAR

İzolat toplama ve patojenlerin izolasyonu ile ilgili sonuçlar

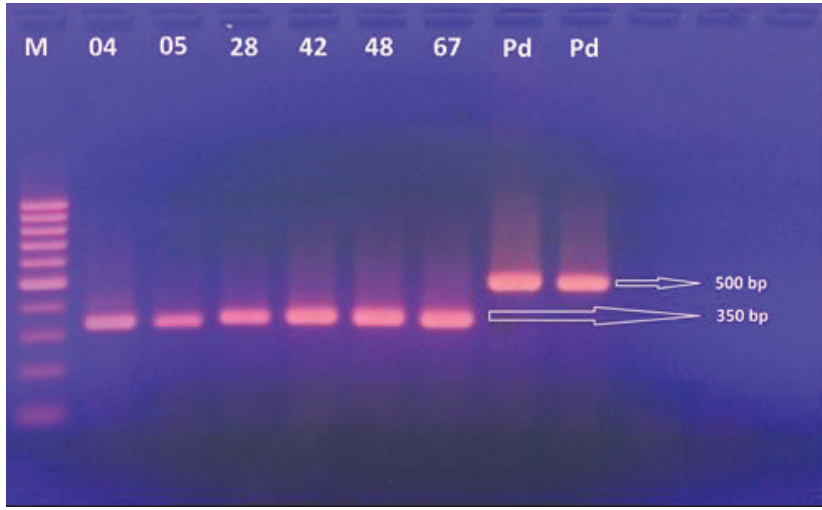
Hatay ili Reyhanlı ilçesinde yürütülen izolat toplama çalışmalarında, ilçedeki pamuk alanlarından solgunluk hastalığına neden olabilecek hem *Fusarium* sp., hem de *V. dahliae* izole edilmiştir. Örnek alınan 54 tarlanın 46'sından (% 85.2) *Fusarium* sp., 5'inden (% 9.3) *V. dahliae*, 4'ünden (% 7.4) ise hem *Fusarium* sp., hem de *V. dahliae* birlikte izole edilmiştir. Aynı köye ait bazı tarlalardan *Fusarium* sp. izole edilemese de, tüm bölgelerde bu fungusların varlığına rastlanmış ve *Fusarium* sp.'nin izole edilme oranı ortalama % 20.6 olarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde *V. dahliae*'nin tüm bölgelerde izole edilme oranının ortalama %4 olduğu saptanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Hatay Reyhanlı pamuk ekim alanlarında solgunluk hastalığına neden olabilecek fungusların izole edilme oranları

Örnek Alınan Bölgeler	Örneklenen Tarla Sayısı	Fungusların İzole Edilme Oranları (%)		
		<i>Fusarium</i> sp.	<i>V. dahliae</i>	Diğer
Apaydın	2	7.7	0	92.3
Beşaslan	2	12.5	16.7	70.8
Bozhöyük	2	17.8	0	82.2
Çakaltepe	3	18.4	0	81.6
Demirköprü	4	38.3	0	61.7
Göktepe	2	9.4	0	90.6
Konuk	2	10.3	0	89.7
Kuletepe	5	24.1	29.5	75.9
Kurttepe	4	25.5	0	41.0
Kurtuluş	4	15.5	0	65.1
Melekli	2	26.6	5.3	84.5
Saçaklı	4	20.7	0	68.1
Suatlı	4	29.7	0	79.3
Terzihöyük	9	28.3	0	70.3
Yeşilova	5	25.6	0	71.7
Ortalama	54	20.6	4.0	

İzolatların tanısıyla ilgili sonuçlar

İzolat toplama çalışması sonucunda pamukta solgunluk hastalığına neden olabilecek patojenler içerisinde *V. dahliae* ve *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum* türü funguslar elde edilmiş olup bunların yanında farklı *Fusarium* spp.'de (*F. equiseti*, *F. proliferatum*, *F. solani*, *F. sporotrichioides*) izole edilmişlerdir. Çalışma sonunda 5 adet *V. dahliae* izolatu ve farklı türlerden olmak üzere toplam 46 adet *Fusarium* sp. izolatu elde edilmiştir. Morfolojik, mikroskopik gruplama ve ardından her bir gruptan seçilmiş temsili bir izolatu moleküler teşhisiyle, *Fusarium* spp.'nin % 23.1'inin *F. equiseti*, % 30.8'inin *F. solani*, % 17.9'unun *F. sporotrichioides*, % 20.5'inin *F. oxysporum* f.sp. *vasinfectum* ve % 7.7'sinin *F. proliferatum* olduğu belirlenmiştir. *Fusarium* spp.'nin klasik yöntemlerle tanısı moleküler yöntemlerle de desteklenmiş ve fungal genomdaki beta-tubulin geni, üniversal primer çifti ile (Bt2a-Bt2b) çoğaltılarak sekanslatılmıştır. PCR ve jel elektroforez aşamasından sonra denemelere alınması planlanan *Fusarium* sp. izolatları bu primer çifti ile yaklaşık 350 bp büyüklüğünde bantlar oluşturmuştur (Şekil 1).



Şekil 1. *Fusarium* izolatlarının %2.5'lük agaroz jelde Bt2a-Bt2b primerleriyle oluşturduğu bantlar (M: 100bp'lik marker, 04: *F. oxy.* f.sp. *vasinfectum*, 05: *F. solani*, 28 ve 42: *F. sporotrichioides*, 8: *F. equiseti*, 67: *F. proliferatum*, Pd: *Penicillium digitatum*)

Bu izolatlar NCBI (National Center for Biotechnology Information, USA) gen bankasında daha önce kaydedilmiş türlerle %96-100 arasında değişen oranlarla benzerlik göstermiştir (Çizelge 3). Bundan başka pamukta solgunluk hastalığına yol açması en muhtemel tür *F. oxy.* f.sp. *vasinfectum*'un tür teşhisi gen bankasına kaydedilerek doğrulanmış ve KP998104 kayıt numarası almıştır.

Çizelge 3. Denemelerde kullanılan *Fusarium* İzolatları ve NCBI gen bankasındaki türlerle mukayesesi

<i>Fusarium</i> Türleri	İzolat No	NCBI İzolatlarıyla Karşılaştırma	
		Referans İzolat	Benzerlik Oranı (%)
<i>F. equiseti</i>	48	KJ396338	99
<i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>vasinfectum</i>	4	AY714084	99
<i>F. proliferatum</i>	67	KR861512	100
<i>F. solani</i>	5	GQ121902	99
<i>F. sporotrichioides</i>	42	HQ141629	96

Patojenisite testi sonuçları

Patojenisite denemesinde *F. equiseti*, *F. proliferatum*, *F. solani* ve *F. sporotrichioides* türlerinin sırasıyla 48, 67, 5 ve 42 no'lu izolatları, Flash pamuk çeşidi bitkilerinde herhangi bir solgunluk hastalığı belirtisi oluşturmazken, *F. oxy.* f.sp. *vasinfectum*'un 4 no'lu izolatu % 42'lik hastalık şiddetiyle bitkilerin alt yapraklarında sararma ve dökülmeye neden olmuştur (Çizelge 4). *F. oxy.* sp. *vasinfectum* inokule edilen bitkilerdeki ilk hastalık belirtileri 25-

FUNGAL WILT PATHOGENS AND THEIR MANAGEMENT IN COTTON GROWING
AREAS IN REYHANLI COUNTY (HATAY)

30 gün sonra ortaya çıkmaya başlarken, genel olarak ilk belirtilerde yaprak orta damarının bir tarafı diğerine göre daha hızlı bir şekilde sararmış ve daha sonra nekrotize olmuştur. Bu yapraklar 1-2 gün sonra dökülmeye başlamış ve bitki aşağıdan yukarı doğru çıplak hale gelmiştir.

Çizelge 4. Patojenisite denemesine alınan *Fusarium* izolatlarının Flash pamuk çeşidinde meydana getirdiği hastalık şiddeti seviyeleri

<i>Fusarium</i> İzolatları	İzolat No	Hastalık Şiddeti (%)
<i>F. equiseti</i>	48	0
<i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>vasinfectum</i>	4	42
<i>F. proliferatum</i>	67	0
<i>F. solani</i>	5	0
<i>F. sporotrichioides</i>	42	0

Denemeye alınan 5 farklı *V. dahliae* izolatı ise bitkilerde % 39.2 ile % 41.5 oranları arasında hastalık şiddetine neden olmuştur (Çizelge 5).

Çizelge 5. Patojenisite denemesine alınan *V. dahliae* izolatlarının Flash pamuk çeşidinde meydana getirdiği hastalık şiddeti seviyeleri

<i>Verticillium dahliae</i> İzolatları	Hastalık Şiddeti (%)
31	40.6
53	39.2
56	41.5
59	40.3
62	39.8

Enfekteli bitkilerde *Verticillium solgunluğunun* ilk hastalık belirtileri 15-18 gün sonra kendini göstermiştir. İlk belirtilerde yaprak kenarından başlamak üzere sararmış ve daha sonra nekrozlaşan alanlar görülmüştür. Sonraki günlerde artan su stresiyle birlikte bu yapraklar dökülmeye başlamıştır. Ancak *Verticillium* inokule edilmiş bitkilerdeki yaprak dökümü *Fusarium* inokule edilenlerdeki kadar fazla olmamıştır.

***Fusarium* ve *Verticillium solgunluk* hastalığına karşı pamuk çeşitlerinin duyarlılık seviyeleri**

Çalışmada kullanılan ticari pamuk çeşitleri, Reyhanlı ilçesinden elde edilen *F. oxy. f.sp. vasinfectum* ve *V. dahliae* izolatlarına karşı farklı seviyelerde duyarlılık göstermişlerdir. *Fusarium* izolatına karşı en tolerant çeşit % 6.9'luk hastalık şiddetiyle BA525, en duyarlı çeşit ise %44.8'lik hastalık şiddetiyle Flash olmuştur. İstatistiksel olarak PG2018 çeşidi BA525 ile aynı grupta yer almış ve çalışmadaki *Fov* izolatına karşı tolerant bulunmuştur (Çizelge 6).

Çizelge 6. *F. oxy. f.sp. vasinfectum* ve *V. dahliae* ile inokule edilmiş farklı pamuk çeşitlerinde meydana gelen hastalık şiddeti seviyeleri

Pamuk Çeşitleri	Üretici Firma	Hastalık Şiddeti (%)	
		<i>F. oxy. f.sp. vasinfectum</i>	<i>Verticillium dahliae</i>
BA 151	Progen	30.0 ± 3.54 e*	37.5 ± 1.55 d
BA 525	Progen	6.9 ± 0.15 a	19.1 ± 0.66 b
Candia	Bayer	17.5 ± 1.44 bc	10.9 ± 0.67 a
Carisma	Progen	22.8 ± 1.65 cde	20.3 ± 0.61 b
Carmen	Bayer	37.1 ± 3.36 f	10.7 ± 0.60 a
Elsa	Bayer	26.4 ± 2.81 de	36.9 ± 0.97 cd
Flash	Progen	44.8 ± 2.33 g	19.4 ± 0.56 b
Gloria	Bayer	19.4 ± 2.27 cd	20.6 ± 0.90 b
Lydia	Progen	26.3 ± 2.39 de	20.4 ± 1.00 b
PG 2018	Progen	10.8 ± 0.75 ab	45.0 ± 1.20 e

*Sütunlar içerisinde farklı harf içeren ortalamalar Duncan (0.05) çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Çeşitlerin *V. dahliae* izolatına karşı gösterdikleri duyarlılık seviyeleri incelendiğinde en duyarlı çeşit % 45'lik hastalık şiddeti ile PG-2018, en tolerant çeşit ise % 10.7 ile Carmen olmuştur. Bunun yanında *V. dahliae*'ya karşı % 10.9 hastalık şiddeti ile Candia çeşidi Carmen çeşidi ile istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Bununla birlikte denemede yer alan çeşitlerin her iki patojene karşı gösterdikleri duyarlılık seviyeleri birbiriyle paralel bulunmamıştır. Örneğin *Fov*'a karşı en tolerant BA525 olurken, *V. dahliae*'ya karşı en tolerant çeşitler Carmen ve Candia olmuştur. Benzer şekilde *Fov*'a karşı PG-2018 çeşidi en tolerant bulunurken, *V. dahliae*'ya karşı en duyarlı çeşit olarak belirlenmiştir (Çizelge 6).

Dayanıklılığı teşvik edici kimyasal ve preparatların solgunluk etmeni patojenlerde miseliyal gelişime etkisi

Denemede kullanılan preparatlardan hiçbiri *Fov* ve *V. dahliae*'nin miseliyal gelişimine fungisidal anlamda bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Bazı preparatların uygulama dozu 250 kat artsa bile miseliyal gelişim çok düşük seviyede etkilenmiş, bu etki bazı preparatlar için küçük bir artış, bazıları için ise yine küçük bir azalış şeklinde olmuştur. *Fov* için Aliette WG adlı fungusitin uygulama dozu 250 ppm'e çıkmasına rağmen miseliyal gelişim kontrole göre sadece 2.2 mm'lik bir azalış göstermiştir. Kontrolde ölçülen koloni çapı 38.4 mm, 250 ppm'lik dozda 36.2 mm olarak kaydedilmiştir. Aynı şekilde Bion MX 44 WG adlı fungusitte de benzer sonuçlar elde edilmiş, kontroldeki ortalama koloni çapı 52.8 mm, 250 ppm'lik dozda 51.4 mm olarak belirlenmiştir. Aliette WG ve Bion MX 44 WG'nin her ikisi de piyasada fungusit olarak satılsa da *Fov* üzerinde herhangi bir etkisi olmamış, ortalamalar arasında hiçbir istatistiksel fark bulunamamıştır. Bu durumun yine bir benzeri salisilik asitte de görülmüştür. Salisilik asitin uygulama dozu sıfırdan 250 ppm'e çıkarıldığında miseliyal gelişim sadece 1.5 mm azalmış, yani bu madde *Fov*'un gelişimini pek etkilememiş, tüm ortalamalar istatistiksel anlamda kontrolden farksız bulunmuştur. Ancak ISR-2000'de durum diğerlerine göre biraz farklılık göstermiştir. Bu preparatta uygulama dozu arttıkça miseliyal gelişimin de arttığı görülmüştür. Kontrolde ölçülen ortalama koloni çapı 30.7 mm iken 1-250 ppm arasındaki dozlarda ölçülen koloni çapları 34.4-36.5 mm arasında değişim göstermiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Dayanıklılığı teşvik edici madde ya da preparatların eklendiği PDA besiyerinde, patojenlerin 25°C'de 8-15 günlük miseliyal koloni çapları (mm)

Uygulama Dozu (ppm)	Aliette WG	Bion MX 44 WG	ISR-2000	Salisilik Asit
	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>vasinfectum</i>			
0	38.4 ± 0.57	52.8 ± 1.06	30.7 ± 1.38 a	41.6 ± 0.30
1	37.6 ± 0.67	52.2 ± 0.09	34.4 ± 1.39 b	40.8 ± 0.44
5	38.1 ± 0.70	51.6 ± 0.53	36.5 ± 1.34 b	41.7 ± 0.75
25	37.3 ± 0.38	51.8 ± 0.80	35.5 ± 0.74 b	40.0 ± 0.16
100	38.2 ± 0.32	50.7 ± 0.93	35.6 ± 0.81 b	40.6 ± 0.46
250	36.2 ± 0.39	51.4 ± 0.35	35.1 ± 0.89 b	40.1 ± 0.12
	<i>Verticillium dahliae</i>			
0	18.6 ± 0.29 a*	19.8 ± 0.30	17.9 ± 0.58 a	17.3 ± 0.11 a
1	19.1 ± 0.11 a	19.9 ± 0.40	17.9 ± 0.24 a	19.0 ± 0.20 b
5	20.5 ± 0.97 b	19.5 ± 0.42	19.6 ± 0.19 ab	19.4 ± 0.06 b
25	20.3 ± 0.20 b	19.7 ± 0.14	19.2 ± 0.25 b	20.1 ± 0.33 c
100	20.2 ± 0.37 b	19.9 ± 0.18	21.2 ± 0.90 c	20.4 ± 0.18 c
250	20.6 ± 0.30 b	19.6 ± 0.46	21.6 ± 0.24 c	20.8 ± 0.37 c

*Sütunlar içerisinde farklı harf içeren ortalamalar Duncan (0.05) çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Denemelerde kullanılan dayanıklılığı teşvik edicilerin *V. dahliae*'nin miseliyal gelişimine olan etkisi bir ölçüde *F. oxy. f.sp. vasinfectum*'dakine benzerlik gösterse de bazı farklılıklar görülmüştür. Bion MX 44 WG adlı fungusit *V. dahliae*'nin miseliyal gelişimine hiçbir etkisi olmamış, koloni çapı ölçümlerinden elde edilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır. Ancak Aliette WG, ISR-2000 ve Salisilik asit uygulamalarında koloni çapı bir miktar artmıştır. Her bir uygulamanın kontrolü kendi içinde karşılaştırıldığında, Aliette WG'nin kontrole olan farkı 2.0 mm, ISR-2000'in 3.7 mm ve salisilik asitin 3.5 mm olarak hesaplanmıştır. Aliette WG'nin 0 ve 1 ppm'lik dozları istatistiksel olarak bir grupta, 5, 25, 100 ve 250 ppm'lik dozları diğer grupta toplamıştır. ISR-2000'de 3 farklı grup oluşmuştur. Kontrol, 1 ve 5 ppm'lik dozlar en düşük koloni çapının, 100 ve 250 ppm'lik dozlar ise en yüksek koloni çapının elde edildiği iki ayrı grup olarak karşımıza çıkarken, 25 ppm'lik doz iki grup arasında yer almıştır. Salisilik asit uygulamasından elde edilen sonuçlar da yine ISR-2000'den elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermiştir (Çizelge 7).

Dayanıklılığı teşvik edici kimyasal ve preparatların solgunluk hastalığının oluşumuna etkisi

Bitki inokulasyonundan 1 gün önce başlatılıp daha sonra 10. ve 15. günde tekrarlanan dayanıklılığı teşvik edici uygulamalar, pamuk bitkilerindeki *Fov* ve *V. dahliae* solgunluk hastalığı şiddetini farklı seviyelerde azaltmışlardır. Denemeye alınan preparatlar içerisinde salisilik asitin 50 g/100 L su dozunda 3 kez uygulanması, hem *Fov*, hem de *V. dahliae*'nin hastalık şiddetini azaltan en başarılı uygulama olmuştur. *Fov* ile inokule edilmiş kontrol bitkilerinde 35-40 gün sonra ortaya çıkan hastalık şiddeti % 41.6, *V. dahliae*'da % 56.4 olarak saptanmıştır. Buna karşın salisilik asitte kaydedilen en düşük hastalık şiddeti % 14.0 ile *Fov*, % 24.1 ile *V. dahliae* inokule edilen bitkilerde ortaya çıkmış, bu patojenlere karşı sırasıyla % 66.3 ve % 57.3'lük etki elde edilmiştir (Çizelge 8).

Çizelge 8. Dayanıklılığı teşvik edici kimyasal ya da preparatların uygulandığı pamuk bitkilerinde oluşan solgunluk hastalığı şiddeti (%)

Dayanıklılığı Teşvik Ediciler	<i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>vasinfectum</i>		<i>Verticillium dahliae</i>	
	Hastalık Şiddeti (%)	% Etki	Hastalık Şiddeti (%)	% Etki
Aliette WG	33.3 ± 1.56 c*	20,0	26.7 ± 2.71 ab	52.7
Bion MX 44 WG	21.3 ± 0.94 b	48,8	33.3 ± 4.69 b	41.0
ISR-2000	18.9 ± 0.78 b	54,6	28.4 ± 1.10 ab	49.6
Salisilik Asit	14.0 ± 0.90 a	66,3	24.1 ± 1.52 a	57.3
Kontrol	41.6 ± 0.67 d	-	56.4 ± 1.79 b	-

*Sütunlar içerisinde farklı harf içeren ortalamalar Duncan (0.05) çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Dayanıklılığı teşvik edici diğer preparatlardan Aliette WG'nin *Fov*'a etkisi sadece % 20.0 seviyesinde kalırken, bu fungusit % 52.7'lik etki ile *V. dahliae*'yi azaltan en iyi ikinci preparat olmuştur. Benzer şekilde Bion MX 44'ün *V. dahliae*'ya etkisi % 41 seviyesinde belirlenirken, bu preparatın *Fov*'na etkisi % 48.8 olarak saptanmıştır. ISR-2000'in etkinliği ise her iki patojen için orta düzeyde kalmıştır. ISR-2000 *in vitro*'da her iki patojenin miseliyal gelişimini kontrole göre bir miktar arttırsa da, bitkilerdeki hastalık oluşumunu azaltmıştır (Çizelge 8).

TARTIŞMA

Çalışmanın sonuçlarına göre Reyhanlı ilçesi pamuk ekim alanlarında pamukta solgunluğuna neden olan *Fov* ve *V. dahliae* patojenlerinin her ikisinin de var olduğu saptanmıştır. Derviş ve Biçici tarafından Adana, Hatay, Kahramanmaraş, Mersin, ve Osmaniye illerine ait pamuk ekim alanlarındaki 151 tarlada *Verticillium dahliae* solgunluğuyla ilgili sörvey çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada hastalığın bölgedeki yaygınlık oranının ortalama % 37.1, hastalık şiddetinin 0.9 (0-4 skalasına göre) olduğu ortaya koyulmuştur. Hastalıklı bitki örneği alınan tarlaların toprağında, gram toprak başına 7- 28.4 adet mikrosklerot bulaşıklığı tespit edilmiştir (Derviş ve Biçici, 2005). Antalya Bölgesi'nde (Merkez, Manavgat ve Serik ilçeleri) 2000-2002 yılları arasında, 161 adet pamuk tarlasında yapılan bir sörvey çalışmasında ise *V. dahliae* solgunluk hastalığı şiddetinin ortalama 1.17 (0-4 skalasına göre) seviyesinde bulunurken, hastalık oranı ortalama % 67.3 olarak hesaplanmıştır (Çelik ve ark., 2010). Reyhanlı ilçesi pamuk ekim alanlarında yapılan izolat toplama çalışmalarında, *V. dahliae*'nin tüm köylerdeki ortalama izolasyon oranı (% 4) önceki çalışmalarla kıyaslandığında oldukça düşük seviyede olduğu söylenebilir. Yapılan izolasyonlarda bitkilerin toprak üstü aksamındaki iletim demetlerinden doku örnekleri alınmış ve sadece solgunluk etmenlerinin elde edilmesi hedeflenmiştir. Buna rağmen *V. dahliae* oldukça düşük oranda izole edilirken, *Fusarium* sp. ise yüksek oranda izole edilmiştir. Bunun sebebi son yıllarda bölgedeki pamuk ekiminin önceki yıllara oranla azalmasına ve birçok bölgede pamuğa alternatif olarak mısır ve hububat ekiminin ağırlık kazanmasına bağlanabilir. El-Zik (1985), pamukta *V. dahliae*'nin topraktaki mikrosklerot seviyesinin düşürülmesinde ekim nöbetinin yararlı olduğunu ve bu rotasyonda mısır, soya ve hububat ekiminin tavsiye edilebileceğini bildirmiştir. Çalışmada *V. dahliae*'nin düşük oranda izole edilmesinin bununla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte pamuktan yapılan izolasyonlarda, birden fazla *Fusarium* cinsi fungusun yüksek oranda izole edilmesinin nedeni yine bu alanlarda pamuğa alternatif olarak mısır ve hububat tarımının yapıyor olmasından kaynaklanabilir. Bu türlerin tamamı pamukta primer patojen olmasalar bile bazı türlerin pamukta endofitik olarak bulunabilmeleri normaldir.

Nitekim Munkvold and Leslie (1999), *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. graminearum*, *F. acuminatum*, *F. equiseti*, *F. moniliforme*, *F. proliferatum* ve *F. subglutinans* türlerinin mısırdaki kök çürüklüğüne neden olduklarını bildirmiştir. Bu türler aynı zamanda hububatlarda da kök, kök boğazı ve sap çürüklüklerine neden olmaktadır (Wiese, 1987).

Çeşit duyarlılığı çalışmasında, yaygın olarak ekimi yapılan güncel pamuk çeşitleri test edilmekle birlikte daha önce yapılmış benzer çalışmalardaki çeşitleri de kapsamaktadır. Kurt (1997), *V. dahliae*'nin T1 ve SS-4 ırklarına karşı Çukurova Bölgesi'ndeki bazı pamuk çeşitlerinin duyarlılık seviyelerini araştırmıştır. *Gossypium barbadense* L. türü pamuk çeşitleri her iki ırka karşı tolerant bulunurken, Çukurova 1518, Deltapine 15/21 gibi çeşitler ise iki ırka karşı duyarlı bulunmuştur. Danıştı Karatuluk (2001), Kahramanmaraş'ta ekimi yapılan 17 farklı pamuk çeşidini *V. dahliae*'ya karşı duyarlılık yönünden testlediği çalışmasında, ÇM-1912, Sayar-314/984-198, ÇM-1897, Çukurova-1518, Sayar-314, Stoneville- 453 adı çeşitlerin bu patojene oldukça duyarlı olduğunu saptarken, bölgenin standart çeşidi Erşan-92, Maraş-92 ve Sayar-314 duyarlı, Deltapine-5614, Nata, Nazilli-84(S), Sure Grow 1001 ve BD-11 adlı çeşitlerin tolerant olduğunu bildirmiştir.

Çalışmada salisilik asit, bitkilerde her iki patojenin hastalık şiddetini azaltmıştır. Li et al., (2003) dayanıklı ve duyarlı pamuk çeşitlerinin kallus kültürlerinden yaptıkları biyokimyasal analizler sonucunda, dışarıdan uygulanan salisilik asitin hücrelerde β -1,3-glukanaz ve kitinaz enzimlerinin miktarını arttırdığını ve bu sayede hücrelerin *Verticillium* toksinlerine daha dayanıklı hale geldiklerini bildirmişlerdir. *Verticillium* toksinleri dayanıklı çeşitlerde, duyarlı çeşitlere oranla, β -1,3-glukanaz ve kitinaz enzimlerini daha yüksek seviyede arttırmıştır. Bu bağlamda Salisilik asidin etkisinin bununla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Çalışmada diğer dayanıklılığı teşvik edici preparat ISR-2000 ile yapılan uygulamalar da hastalık şiddetini azaltmıştır. Soykan (2010), domateste bakteriyel solgunluk etmenine (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) karşı çeşitli bitki aktivatörleri ve ISR-2000'in hastalık oluşumuna etkisini araştırdıkları çalışmada, ISR-2000 bitkilere hem fide daldırması, hem de püskürtme şeklinde uygulanmıştır. Serada yürütülen saksı denemelerinde ISR-2000 bakteriyel solgunluğu % 41-72 oranında azaltırken, tarlada % 45-49 oranında etkili bulunmuş ve hastalık şiddetini azaltmıştır. ISR-2000'in içeriğindeki çeşitli fermentasyon ürünleri, vitaminler ve aminoasitlerin herhangi bir fungisidal etkisinin olmaması, bu ürünün bitki dayanıklılığını aktive ettiğini doğrulamaktadır. Nitekim laboratuvarında PDA besi yerinde yaptığımız çalışmalarda da hiçbir fungisidal etki görülmemiş, aksine miseliyal büyüme az da olsa teşvik edilmiştir. Buna karşın ISR-2000'in *V. dahliae* ve *Fov*'un yol açtığı hastalığı azaltması Soykan (2010)'in çalışmasını doğrular niteliktedir.

Çalışmada kullanılan bir diğer preparat Bion'un bitki dayanıklılığını arttırdığı yönündeki bazı çalışmalar incelendiğinde, etken madde acibenzolar-s-methyl'in pamuk bitkilerinde cadinene synthase, asidik ve bazik kitinaz, beta -1,3-glukanase ve phenylalanine ammonia lyase enzimlerinde artışa yol açtığı bildirilmiştir. Özellikle bu enzimlerin artışıyla *V. dahliae* solgunluk hastalığı azalışı arasında ters bir ilişki saptanmıştır (McFadden ve ark., 2001). Başka bir çalışmada ise yine Bion uygulanmış pamuk bitkilerinde *F. oxy. f.sp. vasinfectum*'a karşı dayanıklılığın uyarıldığı ve hücrelerde patogenesisle ilgili proteinlerden PR-3, PR-10, kitinaz, beta -1,3-glukanaz'ın ve peroksidaz ve polifenol oksidaz enzimlerinin arttığı belirlenmiştir (Whan ve ark., 2008).

Çalışmada kullanılan son preparat Aliette WG (fosetyl alüminyum)'nin pamukta solgunluk hastalıklarına karşı etkinliği konusunda bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak limonda yapılan başka bir çalışmada 300 ppm'lik fosetyl-al uygulamasının bitkide scoparone adlı fitoaleksion oluşumunu 2 kat arttırdığı bildirilmiştir (Afek ve Szejnberg, 1989). Aliette WG'nin hastalıkları azaltma üzerine etkinliğinin, bitki ve patojen türüne göre değişiklik gösterebileceği düşünülmektedir.

Denemelerde kullanılan ticari preparatlar veya kimyasalların patojenin gelişimine fungisidal anlamda bir etkisi olmamıştır. Ancak bu preparatların, söz konusu hastalıkları azaltıcı etkide bulunması ile bitki dayanıklılığına katkı sağladığı doğrulanmıştır. Salisilik asit her iki patojene karşı % 57'nin üzerinde etki gösterse de şu an için geniş alanlarda kullanıma hazır bir kimyasal değildir. Ancak damla sulama ile SA geniş alanlara daha hızlı ve ekonomik bir şekilde yaymak mümkün olacağından bu konuda bir çalışma yapılması faydalı olacaktır. Dayanıklılığı teşvik eden diğer preparatlardan ISR-2000'in her iki patojenin yol açtığı hastalığa karşı %50 civarında bir etki göstermesi kayda değer bir sonuç olarak karşımıza çıkmıştır. ISR-2000 ile özellikle erken dönemde yapılacak uygulamaların

FUNGAL WILT PATHOGENS AND THEIR MANAGEMENT IN COTTON GROWING
AREAS IN REYHANLI COUNTY (HATAY)

hastalıklarla mücadeleye önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışmada kullanılan diğer bir preparat olan Bion ise % 40 civarında etkinlik gösterirken, kullanılan dozun artması bitkide fitotoksisite meydana getirdiği için kullanıma uygun görülmemiştir. Bu sebeple Bion'un oluşturduğu fitotoksisitenin sebebi araştırılıp çözüm bulunduktan sonra solgunluk etmenleri ile mücadele edilebilecektir.

TEŞEKKÜR

Bu yüksek lisans tez çalışmasını finanse eden Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine (FYL-2015-3933 no'lu proje) ve sunduğu araştırma olanakları ile Bitki Koruma Bölüm Başkanlığına teşekkür ederiz.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Afek, U., and Ztejnberg, A. 1989. Effect of fosetyl-al and phosphorus acidon scoporone, a phytoalexin associated with resistance of citrus to *Phytophthora citrophthora*. *Phytopathology*, 79: 736-739.
- Anonim, 2015a. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/> (Erişim tarihi: 22.06.2016).
- Anonim, 2015b. Hatay'da tarımsal üretim, Hatay Valiliği, www.hatay.gov.tr (22.06.2016).
- Barnett, H. L. and Hunter, B. B. (2003). *Illustrated genera of imperfect fungi*, fourth edition. APS press, St. Paul Minnesota. 218 p.
- Canhoş, Y. 1997. Effect of herbicides on *Verticillium* wilt of cotton and induction of phytoalexin gossypol production by host cells. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 104 (5): 516-522.
- Canhoş, Y., Kurt, Ş., ve Özgönen, H. 2000. Pamukta *Fusarium* solgunluğuna karşı herbisitlerle dayanıklılığın teşviki ve konukçu hücrelerinin gossypol üretimi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24: 129-135.
- Genis, J. L. 1992. Rapid extraction of fungal DNA for PCR amplification. *Nucleic Acid Research*, 20 (9): 2380p
- Çelik, İ., Soysal, M., İnan, Ö. ve Çetinkaya, M. 2010. Antalya bölgesinde pamuk solgunluk hastalığı (*Verticillium dahliae*) sörveyi. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 27(1):18-32.
- Danıştı Karatuluk, L. 2001. Bazı pamuk çeşitlerinin solgunluk hastalığı (*Verticillium dahliae* Kleb.)'na tepkisi ile bu çeşitlerin teknolojik özelliklerinin solgunluk hastalığı ile ilişkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, 71s.
- Derviş, S., and Biçici, M. 2005. Distribution of *Verticillium* wilt in cotton areas of Southern Turkey. *Plant Pathology Journal*, 4(2): 126-129.
- El-Zik, K.M. 1985. Integrated control of *Verticillium* wilt of cotton. *Plant Disease*, 69: 1025-1032.
- Erdoğan, O. ve Kurt, Ş. 2013. Bazı pamuk çeşitlerinin *Verticillium dahliae* Kleb'in iki farklı patotipine karşı duyarlılıklarının belirlenmesi. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 30 (1):36-47.
- Glass N.L. and Donaldson, G.C. 1995. Development of primer sets designed for use with the PCR to amplify conserved genes from the filamentous ascomycetes. *Applied Environmental Microbiology*, 61, 1323-1330.
- Gomez K.A. and Gomez, A. A. 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. 2nd ed. Wiley, New York. 680 pp.
- Göre, M. E., Caner, Ö. K., Altın, N., Aydın, M. H., Erdoğan, O., Filizer, F., and Büyükdöğerioglu, A. 2009. Evaluation of cotton cultivars for resistance to pathotypes of *Verticillium dahliae*. *Crop Protection*, 28: 215-219.
- Hillocks R.J., 1992. *Cotton diseases*. CAB International, Wallingford, UK. 415 pp.
- Kurt, Ş. 1997. Adana Yöresinde Pamuk Solgunluk Hastalıklarının Nedenleri, Yaygınlıkları ve Oluşumları ile Bölge Çeşitlerinin Bunlara Karşı Tepkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 128 s.

- Li, Y. Z., Zheng, X. H., Tang, H. L., Zhu, J. W., and Yang, J. M. 2003. Increase of beta-1,3-glucanase and chitinase activities in cotton callus cells treated by salicylic acid and toxin of *Verticillium dahliae*. *Acta Botanica Sinica*, 45:802-808.
- Mc Fadden, H. G., Chapple, R., De Feyter, R., and Dennis, E. 2001. Expression of pathogenesis-related genes in cotton stems in response to infection by *Verticillium dahliae*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 58:119-131.
- Munkvold, G. P., and Leslie, J. F. 1999. Fusarium root rot diseases. Page 13 In: *Compendium of corn diseases*, 3rd ed. D. G. White, ed. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN.
- Pieterse, C. M. J., Zamioudis, C., Berendsen, R. L., Weller, D. M., Van Wees, S. C. M., and Bakker, P. A. H. M. 2014. Induced systemic resistance by beneficial microbes. *Annual Review Phytopathology*. 52:347–75.
- Seifert, K., 1996. Fuskey, Fusarium Interactive Key, Electronic Production. pp:65, <http://res.agr.ca/brd/fusarium/home1.htm>
- Soykan, Ö. 2010. Bazı bitki aktivatörleri ile organik ve inorganik gübrelerin domateste bakteriyel solgunluk hastalığına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 58s.
- Tsrör, L., Hazanovsky, M., Mordechi-Lebiush, S., and Sivan, S. 2001. Aggressiveness of *Verticillium dahliae* isolates from different vegetative compatibility groups to potato and tomato. *Plant Pathology*, 50:477-482.
- Whan, J. A., Dann, E. K., Smith, L. J., and Aitken. E. A. B. 2008. Acibenzolar-s-methyl-induced alteration of defence gene expression and enzyme activity in cotton infected with *Fusarium oxysporum f. sp. vasinfectum*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 73:175-182.
- Wiese, M.V. 1987. *Compendium of wheat disease*. 2nd ed. American Phytopathological Society, St. Paul MN. 53-55 pp.
- Wildermuth, G.B. and McNamara, R.B., 1994. Testing wheat seedlings for resistance to crown rot caused by *Fusarium graminearum* Group 1. *Plant Disease* 78: 949-953.

