

Panama Hastalığı

Fusarium oxysporum f. sp. *cubense*

TANIMLAMA

Bilimsel İsim	: <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> (E.F. Sm.) W.C. Snyder & H.N. Hansen
İsim	: Fusarium Solgunluğu Hastalığı
Yaygın İsimler	: Panama Hastalığı
Sistematikte Yeri	:
	Üst alem: Eukaryota
	Alem: Fungi
	Şube: Ascomycota
	Alt şube: Pezizomycotina
	Sınıf: Sordariomycetes
	Alt sınıf: Hypocreomycetidae
	Takım: Hypocreales
	Aile: Nectriaceae
	Cins: <i>Fusarium</i> (eşeysiz dönem)
	Tür: <i>Fusarium oxysporum</i>
	Alt tür: <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i>

EPPO: EPPO listesinde yer almamaktadır.

Avrupa Birliği: AB komisyon kararı bulunmamıştır

Türkiye’de Yönetmelikler: Türkiye Bitki Karantina Yönetmeliğinin Ek 2 Bazı Bitki Veya Bitkisel Ürünlerde Bulunması Halinde İthale Mani Teşkil Eden Karantinaya Tabi Zararlı Organizmalar A-Türkiye’de Varlığı Bilinmeyen Karantinaya Tabi Zararlı Organizmalar listesinde bulunmaktadır. *Fusarium* Solgunluğu Hastalığının Zirai Mücadele Teknik Talimatı ve Standart İlaç Deneme Metodu bulunmaktadır (Anonim, 2008; Anonim, 2017).

KONUŞÇULARI

Muz (*Musa*) ve *Heliconia* spp.’dir. *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*’ye ait ırk 1, ırk 2 ve ırk 4’ün muz bitkilerini hastalandırıldığını, ırk 3’ün ise yalnızca *Heliconia* spp.’lerde sorun olduğu ve muz çeşitlerinde hastalık yapmadığı bildirilmiştir (Stover, 1962).

COĞRAFİK DAĞILIMI

Hastalık ilk olarak Sugar (Silk AAB) muz çeşidinde Brisbane, Queensland, Avustralya’da 1876 yılında saptanmıştır (Bancroft, 1876). 19. yüzyılın sonlarında Latin Amerika / Karayipler bölgesinde hastalık önemli hale gelmiştir. Burada, ilk kez büyük hasara neden olmasından sonra Panama hastalığı adını almıştır. (Stover, 1962, 1990; Jones, 2002; Ploetz, 2006). 1980’lerde Tayvan’daki Cavenish muzlarında *Fusarium* Solgunluğu Hastalığı gözlenmiş ve Avustralya, Kanarya Adaları ve Tayvan’da büyük kayıplara neden olduğu bildirilmiştir (Su ve ark., 1986). Etmenin genetik çeşitliliğinin Güneydoğu Asya’da fazla olmasını *F. oxysporum* f. sp. *cubense* etmeninin Güneydoğu Asya’da muz alanlarının artması ile birlikte gelişmesine bağlamışlardır (Pegg ve ark., 1993; Bentley ve ark., 1995). *F. oxysporum* f. sp.

cubense etmenine ait ırk 4'ün ilk olarak 1990'ların başlarında Malezya yarımadasında ve Endonezya'da Cavendish grubu muz çeşitlerinde tespit edildiği bildirilmiştir (Ploetz ve Pegg, 2000; Ploetz, 2005). Bu hastalığın Malezya, Endonezya, Güney Çin, Filipinler ve Avustralya'nın Kuzey Bölgesi'nde ciddi hasara neden olduğu saptanmıştır (Ploetz, 2006; Molina ve ark., 2008; Buddenhagen, 2009). Hastalığın var olduğu ülkeler;

Afrika: Benin, Burkina Faso, Burundi, Demokratik Kongo Cumhuriyeti, Güney Afrika, Kamerun, Komorlar, Kongo, Mısır, Etopya, Gana, Gine, Kenya, Madagaskar, Mali, Mozambik, Nijer, Nijerya, Ruanda, Senegal, Kanarya Adaları, Tanzanya, Togo, Uganda, Amerika'da; Bahamalar, Barbados, Belize, British Virgin Adaları, Cayman Adaları, Kosta Rica, Küba, Dominik, Dominik Cumhuriyeti, El Salvador, Grenada, Guadeloupe, Guatemala, Haiti, Honduras, Jamaika, Martinik, Nikaragua, Panama, Porto Riko, Saint Lucia, Saint Vincent ve Grenadinler, Trinidad ve Tobago, Virgin Adaları, Brezilya, Kolombiya, Fransız Guyanası, Guyana, Peru, Surinam, Venezuela, Ekvador.

Asya: Bangladeş, Çin, Hindistan, İsrail, Malezya, Ürdün, Pakistan, Filipinler, Singapur, Sri Lanka, Tayland, Vietnam.

Avrupa: Portekiz, İspanya

Okyanusya: Mikronezya, Avusturalya, Fiji, Guam, Marshall Adaları, Kuzey Mariana Adaları, Papua Yeni Gine, Tonga'dır (CABI/EPPO, 2015- 2019).

BIYOLOJİSİ

Fusarium Solgunluğu Hastalığı muzun önemli bir fungal hastalığıdır. Bu hastalığa sebep olan *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc)'nin 4 ırkı olduğu, en şiddetli ırk olan ırk 4'ün SR4 ve TR4 olarak isimlendirilmiştir (Ploetz, 2006). FOC etmeni muz bitkisinin iletim sistemine saldırmaktadır. Etmenin hayat döngüsü muz içindeki sporlar (mikro konidi, makro konidi ve klamidosporlar) toprakta veya yabani otlar gibi alternatif konukçularda bulunurlar. Klamidosporlar, kök salgıları tarafından uyarılarak çimlenir ve muz köklerine giriş yaparlar. FOC korteks boyunca epidermise doğru büyür ve miselyum vasküler sistemi istila eder. Konidi ve klamidosporlar iletim dokularında sürekli üretilirler. Miselyum iletim dokularını bloke eder ve en alt yapraklarda ilk sararma belirtileri görülür. İlk belirtilerden sonra sararmalar devam eder ve FOC, bitkinin ölümüne sebep olabilmektedir. Hastalık, bulaşık ana bitki tarafından vasküler bağlantı yoluyla yavru bitkiye bulaşabilir. *F. oxysporum* f.sp. *cubense* enfekteli bitki artıklarında, alternatif konukçuların köklerinde ve toprakta klamidospor olarak 30 yıla kadar yaşadığı bildirilmiştir (Stover, 1962).

TESPİT VE TANIMLAMA

Belirtileri

Fusarium Solgunluğu Hastalığının belirtileri alt yapraklarda sararma ile başlamakta, daha sonra üst yapraklara ilerlemekte ve son olarak tüm bitkinin ölümüne sebep olabilmektedir. Hastalık muz bitkisinin rizomunun renginin değişmesine ve ksilem dokusunda nekrozlar görülmesine neden olmaktadır. Toprağın hemen üst kısmında muz bitkisinin gövdesinde bölünmeler görülebilmektedir. Genellikle hastalıkla bulaşık bitkiler hevenk oluşturamamakta veya hevenkleri çok küçük kalmakta yada meyve parmakları gelişmemektedir (Wardlaw, 1961; Stover, 1962).

Tespit ve inceleme yöntemleri

Sürvey Zamanı

Fusarium Solgunluğu Hastalığının tipik belirtisi olan alt yapraklarının kenarı ya da tamamı sararma gösteren, en az 4 aylık ve 1,5 m boyunda olan muz bitkilerin kök, rizom ya da gövdesinden örnek alınmalı, örnekler etiketlenerek kağıt torbalar içerisinde analize gönderilmelidir.

Örnekleme Yöntemi

Sürvey sonuçlarının sağlıklı olabilmesi için bölgeyi temsil edecek kadar bitki incelenmelidir. Muz üretim alanlarında köşegenlerden girilerek zikzak, W ya da köşegenlerden X çizerek bütün ağaçlar dikkatlice kontrol edilmelidir. Küçük bahçelerde ise bütün ağaçlar kontrol edilmelidir. Sürvey kapsamına alınan alanlardaki bitkilerin genel görünümü incelenir. Sürvey alanında bulunan konukçu bitkiler sürvey talimatın "Belirtileri" bölümünde yer alan konukçuya özelleşen belirtiler yönünden incelenmelidir. Fusarium solgunluğu hastalığının tipik belirtilerini gösteren, şüpheli bitkilerden örnek alınmalıdır. Örnekler muz bitkisinin kök kısmına yakın, gövde kısmından kesilerek, iletim demetlerinde renk değişimi gözlemlenen muz bitkisine ait rizom, gövde ya da kök kısmından alınmalıdır. Muz bitkisinden alınan örneklerin; GPS ile koordinatı belirlenmelidir, örnekler etiketlenmeli kağıt torbalara koyulmalıdır (Maryani ve ark., 2019; Pérez-Vicente ve ark., 2014). Örnek alımında kullanılan aletler bir bitkiden diğerine geçerken %10'luk sodyum hipoklorite (çamaşır suyu) batırılarak dezenfekte edilmelidir. Alınan örnekler en kısa sürede analiz edilmek üzere ilgili Araştırma Enstitü/ Karantina Müdürlüğüne gönderilmelidir.

NASIL YAYILDIĞI, DAĞILIM YOLLARI, ARAÇLARI

Hastalık, genellikle enfekte olmuş bitki materyali, toprak ve su yoluyla yayılmaktadır. Hastalıklı üretim materyali ile yeni alanlara hastalık bulaşabilmektedir. Muz üretim alanlarında bulaşık toprağın taşınması, alet ve ekipmanların paylaşımı, yoğun yağış ve sel gibi doğal olaylarla hastalık, temiz üretim alanlarına bulaşma olabileceği bildirilmiştir (Jones ve Diekmann, 2000).

ZARARLI ORGANİZMANIN ÖNEMİ

Ekonomik Etki

Fusarium oxysporum f. sp. *cubense*'ye ait ırk 1'in verdiği zararın 2.3 milyar doların üzerinde olduğu bildirilmiştir. *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*'ye ait ırk 4'den etkilenen bazı ülkelerde Filipinler'de 15.500 hektar, Çin'de 40.000 hektar, Ürdün Vadisi'ndeki üretim alanının yüzde 80'ini etkilediği ve küresel olarak TR4 tarafından etkilenen alanın bilim adamları tarafından 100.000 ha alana yakın olduğu tahmin edilmektedir (Ordonez ve ark., 2015). TR4'ün neden olduğu ekonomik kayıplar açısından, bazı raporlar Endonezya'da 121 milyon dolar, Malezya'da 253 milyon dolar ve Çin'in Tayvan eyaletinde 14.1 milyon dolarlık kayıpları ifade etmektedir (Promusa, 2019). Ayrıca üreticilerin, işçilerin ve yerel halkın geçim kaynakları üzerindeki dolaylı sonuçları ve sosyal etkileri de dikkate alındığında, gerçek sosyo-ekonomik etki tahminlerden önemli ölçüde daha yüksek olacaktır. Sosyal etkilerle ilgili olarak, küçük işletmeler ve aile bahçeleri arasında geçim kaynağı olması sebebi ile potansiyel bir bozulma olabileceği bildirilmiştir (EFSA, 2008). Hastalığın başka yerlerde zaten mevcut olabileceğinden ya da ek saldırılarla TR4'ün etkilenmeyen diğer ülkelere ve bölgelere de yayılabileceğinden korkulmaktadır. Potansiyel küresel etki ile ilgili olarak, bilim adamları TR4'ün 2040 yılına kadar mevcut muz topraklarına yayılabileceğini tahmin etmişlerdir (Scheerer ve ark., 2016; FAO, 2017).

Kontrol (mücadele)

Ülkemizde bu etmene karşı, ruhsatlı Bitki Koruma Ürünü, Zirai Mücadele Teknik Talimatı ve Standart İlaç Deneme Metodu bulunmaktadır. Zirai Mücadele Teknik Talimatlarında belirtilen mücadele yöntemleri ile mücadele edilmelidir. Hastalığın mücadelesinde kültürel önlemler çok önemlidir. Bulaşık alanlarda fumigasyon uygulaması yapılmalıdır (FAO, 2014). Kültürel önlemlerin yanı sıra hastalığın mücadelesinde en etkili yöntem olan var ise dayanıklı çeşit kullanılmasıdır. Yeni muz plantasyonları,

hastalıkla bulaşık olmayan temiz üretim materyali ile kurulmalıdır. Doku kültürü ile elde edilmiş üretim materyalinin kullanımı tercih edilmelidir (Anonim, 2008). Ayrıca yurt dışında yapılan çalışmalara göre biyokontrol ajanları uygulanmış *Fusarium Solgunluğu* Hastalığına karşı bitkilerin dayanıklılığını arttırdığı ve bitki büyümesine katkı sağladığını bildirilmiştir (Mohandas ve ark., 2009, 2010; Nan ve ark., 2014; Thangavelu ve Gopi, 2015).

Karantina Riski

EPPO listesinde yer almamaktadır. Türkiye Bitki Karantina Yönetmeliğinin Ek 2 Bazı Bitki Veya Bitkisel Ürünlerde Bulunması Halinde İthale Mani Teşkil Eden Karantinaya Tabi Zararlı Organizmalar A-Türkiye’de Varlığı Bilinmeyen Karantinaya Tabi Zararlı Organizmalar listesinde (A1 Listesi) yer almasından dolayı ve hastalığın enfekteli bitkisel materyal ile yeni alanlara taşınabildiği için önemlidir.

KARANTİNA TEDBİRLERİ

Fusarium oxysporum f. sp. *cubense* ile bulaşık üretim alanlarında bulaşık olduğu tespit edilen bitkiler sökülerek imha edilmeli, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*’ye ait ırk 4 en yıkıcı ırk olması nedeni ile ırk 4 ile teşhis onayından sonra, etkilenen bitkilerin ve çevredeki 7.5 m yarıçapındaki tüm bitkilerin imha edilmesiyle eradikasyon işlemi yapılmalıdır. Bitkiler yaklaşık 60-80 cm uzunluğunda parçalar halinde kesilmeli, kökler tamamen çıkarılmalı ve bölgedeki yabancı otlarda dahil olmak üzere imha edilmelidir (FAO, 2014). Bulaşık olduğu belirlenen alanlarda ruhsatlı bitki koruma ürünü kullanılmalıdır. Bu alanlarda doku kültürü üretim materyali kullanılması önerilmelidir (Anonim, 2008). *Fusarium Solgunluğu* Hastalığı ile bulaşık alanlardaki muz bitkilerden üretim materyali kesinlikle alınmamalıdır. Bulaşık olduğu belirlenen bitkisel materyale, üretim alanına temas eden ve hastalıklı bitkilerin imhasında kullanılan tüm makine, alet ekipmanlar dezenfekte edilmelidir. Ayrıca bulaşık bölgede kullanılan ayakkabı, bot, elbiseler ikincil dağılmayı önlemek için dezenfekte edilmelidir (Nel ve ark. 2006; Medrum ve ark., 2013). *Fusarium Solgunluğu* Hastalığına sebep olan etmenin latent olarak bulunabildiği bilgisi göz önüne alındığında sağlıklı görünen bitkilerde de her uygulamadan sonra alet ekipmanlarında dezenfekte edilmesi gerekmektedir. Bulaşık alanlarda fidanlık üretimi yapılmamalıdır.

Kaynaklar :

- Anonim, 2008 Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Bitki Hastalıkları Zirai Mücadele Teknik Talimatları.
- Anonim, 2017 Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Bitki Hastalıkları Standart İlaç Deneme Metotları Meyve- Bağ Hastalıkları S:100- 102. [http://www.tarim.gov.tr/TAGEM/Belgeler/ yayin/ Meyve- Bağ %20 Hastalıkları %20 Standart %20 İlaç %20 Deneme %20 Metotları](http://www.tarim.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/Meyve-Bağ%20Hastalıkları%20Standart%20İlaç%20Deneme%20Metotları) (Erişim Tarihi: 21.11.2017).
- Bancroft, J. 1876. Report of the board appointed to enquire into the cause of disease affecting livestock and plants. In: Votes and Proceedings 1877, Vol 3, Queensland, pp. 1011- 1038.
- Bentley S, Pegg KG, Dale JL, 1995. Genetic variation among a world-wide collection of isolates of *Fusarium oxysporum* f.sp. *ubense* analysed by RAPD-PCR fingerprinting. Mycological Research, 99(11):1378-1384; 27 ref
- Buddenhagen IW, 2009. Understanding strain diversity in *Fusarium oxysporum* f.sp. *ubense* and history of introduction of 'tropical race 4' to better manage banana production. In: Proceedings of the International Symposium on Recent Advances in Banana Crop Protection for Sustainable Production and Improved Livelihoods, White River, South Africa. ISHS Acta Horticulturae, 828 [ed. by Jones, D. \Bergh, I. Van Den]. ISHS, 193-204
- Butler, D., 2013. Fungus threatens top banana. Nature. 504, 195-196.
- EFSA, 2008. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2008.668> (Erişim Tarihi 06.01.2020).
- FAO, <http://www.fao.org/3/a-i7956e.pdf> (Erişim Tarihi 06.01.2020).
- FAO, 2014. <http://www.fao.org/3/a-br126e.pdf> (Erişim Tarihi: 06.01.2020).
- FAO, 2017. <http://www.fao.org/3/a-i7921e.pdf> (Erişim Tarihi 06.01.2020).
- Jones DR, Diekmann M, 2000. Quarantine and the safe movement of of Musa germplasm. In: Jones DR, ed. Diseases of Banana, Abacá and Enset. Wallingford, UK: CAB Publishing, 409-423.
- Jones DR, 2002. Risk of spread of banana diseases in international trade and germplasm exchange. In: Proceedings of the 15th International Meeting of ACORBAT, Cartagena de Indias, Colombia, 27 October-2 November 2002. Medellin, Colombia: AUGURA, 105-113
- Maryani, N., Lombard, L., Poerba, Y.S., Subandiyah, S., Crous P.W. ve Kema G.H.J. 2019. Phylogeny and genetic diversity of the banana Fusarium wilt pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* in the Indonesian centre of origin. STUDIES IN MYCOLOGY 92: 155–194.
- Meldrum, R.A., Daly, A.M., Tran-Nguyen, L.T.T., Aitken, E.A.B. 2013. The effect of surface sterilants on spore germination of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* tropical race 4. Crop Protection 54: 94-198.
- Mohandas E., Manjula R., Rawal R. D., Lakshmikantha H.C., Cakraborty S., Ramachandra Y.L. 2010. Evaluation of arbuscular mycorrhiza and other biocontrol agents in managing *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* infection in banana cv. Neypoovan. Biocontrol Science and Technology, v 20(2):165-181.
- Mohandas Rao, K.G., S. Muddanna Rao. and S. Gurumadhva Rao, 2009. Enhancement of amygdaloid neuronal dendritic arborization by fresh leaf juice of Centella asiatica (Linn) during growth spurt period in rats. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 6: 203-210.
- Molina AB, Fabregar EG, Sinohin V, Fourie G, Viljoen A, 2008. Tropical race 4 of *Fusarium oxysporum* f.sp. *ubense* causing new Panama wilt epidemics in Cavendish varieties in the Philippines. Phytopathology, 98(Suppl.):S108.

- Nan Z, Xin H, Juan Z, Raza W., Xing-Ming Y, Yun-Ze R, Qi-Rong S and Qi-Wei H, 2014. Suppression of Fusarium Wilt of Banana with Application of Bio-Organic Fertilizers. *Pedosphere* 24(5): 613–624.
- Nel, B., Steinberg, C., Labuschagne, N. and Viljoen, A. 2006. Evaluation of fungicide and sterilizants for potential application in management of Fusarium wilt of banana.
- Ordóñez N, Seidl MF, Waalwijk C, Drenth A, Kilian A, Thomma B P H J, Ploetz R. C, Kema GHJ. . (2015). Worse Comes to Worst: Bananas and Panama Disease—When Plant and Pathogen Clones Meet. *PLoS Pathog* 11(11): e1005197.
- Özarslandan M., Akgül D.S., 2020. First Report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* Race 4 Causing Fusarium Wilt Disease of Banana in Turkey. *Plant Disease*. Published Online:9 Jan 2020 <https://doi.org/10.1094/PDIS-09-19-1881-PDN>.
- Pegg KG, Moore NY, Sorensen S, 1993. Fusarium wilt in the Asian-Pacific region. In: Valmayor RV, Hwang SC, Ploetz R, Lee SW, Roa NV, eds *Proceedings:International Symposium on Recent Developments in Banana Cultivation Technology Los Baños, Laguna, Philippines: INIBAP/ASPNET*, 225-269.
- Pérez-Vicente, L., M.A. Dita, E. Martínez-de la Parte. 2014. Prevention and diagnostic of Fusarium Wilt (Panama disease) of banana caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* Tropical Race 4 (TR4). Technical manual prepared for the regional training workshop on the diagnosis of Fusarium wilt organized by the FAO Regional Office of the Caribbean and CARDI (Caribbean Agricultural Research and Development Institute) on 5-9 May 2014 in St. Augustine, Trinidad and Tobago. 74 pp. http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/caribbeant r4/13ManualFusarium.
- Ploetz RC, Pegg KG, 2000. Fusarium wilt. In: *Diseases of Banana, Abacá and Enset* [ed. by Jones, D. R.]. Wallingford, UK: CABI Publishing, 143-159
- Ploetz RC, 2005. Panama disease: an old nemesis rears its ugly head: Part 1. The beginnings of the banana export trades. *Plant Health Progress*, December:1-10. <http://www.plantmanagementnetwork.org/sub/php/review/2005/panama/>
- Ploetz RC, 2006. Fusarium wilt of banana is caused by several pathogens referred to as *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense*. *Phytopathology* [Fusarium-induced diseases of tropical perennial crops. Proceedings of the Annual Meeting of the American Phytopathological Society, Austin, Texas, USA, 1 August 2005.], 96(6):653-656
- Promusa, 2019 <http://www.promusa.org> Erişim tarihi 03.01.2019
- Su HJ, Hwang SC, Ko WH, 1986. Fusarial wilt of Cavendish bananas in Taiwan. *Plant Disease*, 70(9):814-818; 16 ref.
- Scheerer L, Pemsil D, Dita M, Perez Vicente L and Staver C. (2016). A quantified approach to project losses caused by Fusarium wilt Tropical race 4. Accepted for publication in: Proceedings of X International Symposium on Banana: ISHS-ProMusa Symposium on Agroecological approaches to promote innovative banana production systems, Montpellier, France, 10-14 October 2016. *Acta Horticulturae*. ISHS, Leuven, Belgium.
- Stover RH, 1962. *Fusarium Wilt (Panama Disease) of Bananas and other Musa species*. Phytopathological Paper No. 4. Wallingford, UK: CAB International.
- Stover RH, 1990. Fusarium wilt of banana: some history and current status of the disease. *Fusarium wilt of banana.*, 1-7; 31 ref.

Thangavelu ve Gopi, 2015. Field suppression of Fusarium wilt disease in banana by the combined application of native endophytic and rhizospheric bacterial isolates possessing multiple functions. *Phytopathologia Mediterranea*, 54, 2, 241–252.

Wardlaw, C.W., 1961. *Banana diseases, including Plantains and Abaca*. Longmans, Green and Co. Ltd, London, 648.



Muz bitkisinin alt yapraklarında sararmalar



Muz bitkisinin yapraklarında kurumalar



Muz bitkisinin alt yapraklarında sararmalar

Muz bitkisinin iletim demetlerinde oluşan nekrozlar