

Pasinler İlçesi (Erzurum)'nde Şeker Pancarı (*Beta vulgaris*) Bitkilerinden İzole Edilen *Fusarium* spp. ve Patojeniteleri

Ömer Faruk KARYAĞDI¹, Cafer EKEN^{*2}

¹Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 25040, Erzurum

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, 32260, Isparta

(Alınış / Received: 06.02.2016, Kabul / Accepted: 22.04.2016, Online Yayınlanma / Published Online: 24.05.2016)

Anahtar Kelimeler

Şeker pancarı
Fusarium spp.
Patojenite

Özet: Bu çalışma Pasinler ilçesi (Erzurum)'nde şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) bitkilerinden izole edilen *Fusarium* türlerini ve patojenitelerini belirlemek amacıyla 2009 yılında yürütülmüştür. Şeker pancarı bitkisinden yapılan izolasyon çalışmaları sonucunda 194 *Fusarium* izolatı elde edilmiştir. Çalışmada elde edilen izolatların %37,63'ü *F. equiseti*, %31,44'ü *F. oxysporum*, %13,92'i *F. acuminatum*, %10,82'si *F. solani*, %4,12'si *F. heterosporum*, %1,55'i *F. avenaceum* ve %0,52'si *F. graminearum* olarak saptanmıştır. Yapılan patojenite testlerinde *F. acuminatum* (P2-8A1), *F. equiseti* (P1-6), *F. heterosporum* (P10-30), *F. oxysporum* (P8-24, P9-36) ve *F. solani* (P8-2) izolatları en yüksek hastalık şiddeti oluşturmuştur. *F. acuminatum* ve *F. graminearum* için şeker pancarı bitkisi, Türkiye'de yeni konukçu kaydı olarak belirlenmiştir.

Pathogenicity of *Fusarium* spp. Isolated from Sugar Beet (*Beta vulgaris*) Plants in Pasinler District of Erzurum

Keywords

Sugar beet
Fusarium spp.
Pathogenicity

Abstract: This study was conducted in 2009 to determine the pathogenicity of *Fusarium* species isolated from sugar beet (*Beta vulgaris* L.) plants in Pasinler district of Erzurum. A total of 194 *Fusarium* isolates were obtained in isolation studies. Of these isolates, 37.63% were *F. equiseti*, 31.44% were *F. oxysporum*, 13.92% were *F. acuminatum*, 10.82% were *F. solani*, 4.12% were *F. heterosporum*, 1.55% were *F. avenaceum*, and 0.52% were *F. graminearum*. Pathogenicity tests on sugar beet isolates belonging to *F. acuminatum* (P2-8A1), *F. equiseti* (P1-6), *F. heterosporum* (P10-30), *F. oxysporum* (P8-24, P9-36) and *F. solani* (P8-2) were found to be more virulent than the other *Fusarium* isolates. Sugar beet was found to be a new host of *F. acuminatum* and *F. graminearum* in Turkey.

1. Giriş

Şeker, yüzyıllardan beri insanların önemli gıda maddelerinden biridir ve 18. yüzyılın sonuna kadar sadece şeker kamışından üretilmiştir. Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) tarımı ve şeker pancarından şeker üretimi ise 18. yüzyılda başlamıştır. Dünyada üretilen şekerin yaklaşık %76'sı şeker kamışından, %24'ü ise şeker pancarından elde edilmektedir [1].

Diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi, şeker pancarında da birçok toprak kaynaklı bitki patojeni fungus ürün miktarını ve kalitesini etkilemekte ve bunlardan *Fusarium* spp. önemli bir grubu oluşturmaktadır [2-11].

Ülkemizde de şeker pancarında *Fusarium* spp. yaygın olarak tespit edilmiş ve *Fusarium* sp.'nin de içinde bulunduğu kök çürüklüğü hastalık kompleksinden dolayı çoğu kez tohum çıkışları sırasında bitki kayıpları görüldüğü ve ağır enfeksiyonlarda tarlaların dekardaki bitki sayısının çok azaldığı ve ikinci bir ekimin gerekebileceği belirtilmiştir [12]. Ülkemizde şeker pancarında saptanan *Fusarium* türleri ile ilgili Çorum, Kastamonu ve Turhal şeker fabrikalarına ait 19 Ekim bölgesinde yapılan çalışmada *F. solani*, *F. equiseti*, *F. heterosporum*, *F. oxysporum*, *F. lateritium*, *F. sulphureum* ve *F. avenaceum* tespit edilmiştir [13]. Isparta ilinde yapılan çalışmada da şeker pancarında saptanan *Fusarium* türleri; *F. oxysporum*, *F. solani* ve *F. avenaceum* olarak bildirilmiştir [14].

Türkiye'de toplam 2.752.721 da olan şekerpancarı ekim alanının 10.428 dekarı Erzurum'da yapılmaktadır. Erzurum'daki ekim alanının ise yarısından fazlasını (6.880 da) Pasinler ilçesi ekim alanları oluşturmaktadır [15]. Erzurum için, en önemli tarımsal ürünlerden birisi de şeker pancarıdır ve Pasinler (Erzurum)'de yetiştirilen şeker pancarlarında, bugüne kadar *Fusarium* spp. ile ilgili herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

Bu çalışma, bölgedeki şeker pancarı bitkisindeki *Fusarium* spp.'nin tespiti ve bu türlerin patojenitelerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Sürvey alanı olarak seçilen Pasinler ilçesi Merkez, Aşıtlar, Yayladağ ve Yukarı Çakmak köyleri şeker pancarı ekim alanlarından toplanan şeker pancarı bitkilerinden elde edilen *Fusarium* izolatları çalışmanın materyalini oluşturmuştur.

2.2. Metot

2.2.1. Bitki örneklerinin toplanması

Çalışma 2009 yılında Erzurum ilinde en fazla şeker pancarı yetiştiriciliğinin yapıldığı Pasinler ilçesinde Haziran-Ağustos aylarında yürütülmüştür. Sürvey alanı olarak seçilen tarlalardan hastalıklı olduğu düşünülen bitkiler toplanmış, toplanan bitkiler polietilen torbalara konularak laboratuara getirilmiş ve izolasyon yapılmaya kadar buzdolabında +4 °C'de muhafaza edilmiştir.

2.2.2. *Fusarium* türlerinin izolasyonu

Laboratuara getirilen örnekler musluk suyunda yıkandıktan sonra kök ve gövdelerden alınan 0,5 cm'lik parçalar (her birinden bir adet olmak üzere) %1'lik NaOCI ile 1 dk yüzeysel olarak dezenfekte edildikten sonra, steril saf su ile durulanmış ve kurutma kağıdı ile fazla suyu alındıktan sonra Patates Dekstroz Agar (PDA) veya Su Agar (SA) bulunan besi yerlerine yerleştirilmiştir (16). Gelişen kolonilerden tek spor izolasyon yöntemi ile saf kültürler hazırlanmış ve bu kültürler PDA içeren test tüplerine aktarılıp, ilerdeki çalışmalarda kullanılmak üzere, +4 °C'de muhafaza edilmiştir.

2.2.3. *Fusarium* türlerinin tanılanması

Fusarium türlerinin tanıları kültürel ve morfolojik özellikleri dikkate alınarak, Gerlach ve Nirenberg [17]'in taksonomik sistemine göre yapılmıştır.

2.2.4. *Fusarium* türlerinin patojenitelerinin belirlenmesi

Fusarium spp.'nin şeker pancarında patojenite testleri için bölgede yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan Amata çeşidi kullanılmıştır. Patojenite testinde izole edilen *Fusarium* türlerinden yoğunluklarına göre her bir izolattan dörder adet, izolat sayısı dördün altında olanların ise tamamı patojenite testine alınmış, deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü kurulmuştur. Steril edilmiş toprak-kum (2:1, v/v) karışımı bulunan plastik küvetlere ekilen tohumlar, 24±1°C'de 12 saat karanlık, 12 saat ışık şartlarında bitki büyütme kabinlerinde, bitkiler 3-4 yapraklı döneme gelinceye kadar tutulmuş, plastik küvetlerde gelişen fideler 10 cm çapındaki plastik kaplara 4'er adet aktarılmış ve 10-15 gün PDA'da geliştirilen *Fusarium* izolatlarından 5 mm'lik mantar deliciyle alınan fungus diskleri bitkilerin kök boğazlarına bırakılmıştır. Kontrol bitkileri sadece steril PDA diskleri ile inokule edilmiştir. Hastalık şiddeti, inokulasyondan 8 hafta sonra 1-4 tanımsal skalası (1: Sağlıklı, lezyon yok; 2: Hafif, köklerde 5 mm den küçük lezyonlar var; 3: Orta, köklerde 5-10 mm arası lezyon var; 4: Şiddetli, köklerde 10 mm den büyük lezyonlar mevcut) kullanılarak değerlendirilmiştir. Hastalıklı bitkilerden fungusların rekolonyasyonları da, PDA'da yapılmıştır.

Patojenite sonucunda, tanımsal skala kullanılarak elde edilen hastalık şiddeti verileri SPSS istatistik programı kullanılarak analiz edilmiş ve ortalamalar arasındaki farklılıklara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

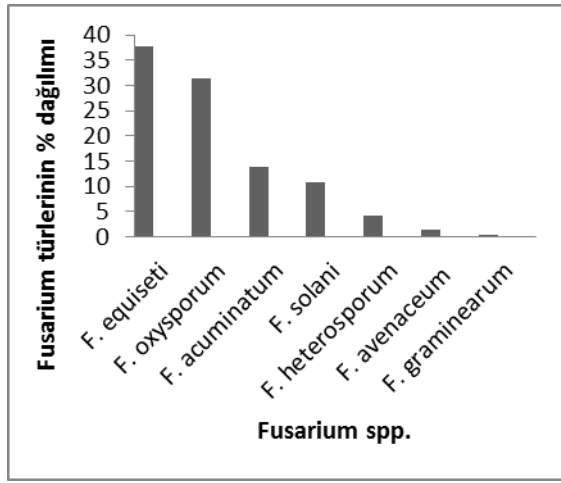
3. Bulgular

Sürvey alanı olarak seçilen Pasinler ilçesi Merkez, Aşıtlar, Yayladağ ve Yukarı Çakmak köyleri şeker pancarı ekim alanlarından toplanan 314 şeker pancarı bitkisinden izolasyon yapılmış ve 194 tane *Fusarium* izolatı elde edilmiştir (Tablo 1). Şeker pancarı bitkilerinden elde edilen *Fusarium*'un izolasyon sıklığı % 61,78 olarak saptanmıştır. Çalışmada sonucunda *Fusarium*'un yedi türü tanımlanmış ve bu *Fusarium* türlerinin de %37,63'ü *F. equiseti*, %31,44'ü *F. oxysporum*, %13,92'i *F. acuminatum*, %10,82'si *F. solani*, %4,12'si *F. heterosporum*, %1,55'i *F. avenaceum* ve %0,52'si *F. graminearum* olarak saptanmıştır (Şekil 1).

Çalışma sonucunda Amata şeker pancarı çeşidinde elde edilen *Fusarium* izolatlarının virulanslıklarının önemli derecede farklılık gösterdiği belirlenmiş ve p<0,01 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 2). Patojenite çalışmaları sonucunda 0-4 skalasına göre en yüksek hastalık şiddetini (3,00) *F. oxysporum*'un P9-36 nolu izolatı oluşturmuştur (Tablo 2). Yine, *F. oxysporum*'un P9-28 nolu izolatı ve *F. graminearum*'un P1-14 nolu izolatlarının hastalık şiddetleri de en düşük (1,66) olarak tespit edilmiştir.

Tablo 1. Şeker pancarından izole edilen *Fusarium* spp.'nin izolat sayıları

	İzolasyon Yapılan Bitki Sayısı	<i>Fusarium</i> spp.						<i>Fusarium</i> İzolat Toplamı	
		<i>F. acuminatum</i>	<i>F. avenaceum</i>	<i>F. equiseti</i>	<i>F. graminearum</i>	<i>F. heterosporum</i>	<i>F. oxysporum</i>		
Merkez	44		12	1	1	1		15	
Yukarı Çakmak	132	16	1	47		5	24	14	107
Aşıtlar	60	3		14			18	4	39
Yayladağ	78	8	2			2	18	3	33
Toplam	314	27	3	73	1	8	61	31	194



Şekil 1. *Fusarium* türlerinin % dağılımı

Tablo 2. *Fusarium* spp.'nin şeker pancarı (cv. Amata) bitkisinde hastalık şiddetine etkisi

<i>Fusarium</i> türleri	İzolat No	Hastalık Şiddeti
<i>Fusarium acuminatum</i>	P2-8A1	2,33 bc*
	P5-12B	2,16 abc
	P8-30	2,16 abc
	P10-23	2,11 ab c
<i>Fusarium avenaceum</i>	P2-14A	1,88 ab
	P10-9	1,77 ab
	P10-22B	1,77 ab
<i>Fusarium equiseti</i>	P1-2B	2,16 abc
	P1-6	2,33 bc
	P4-1B	2,11 abc
	P8-5	2,27 abc
<i>Fusarium graminearum</i>	P1-14	1,66 ab
<i>Fusarium heterosporum</i>	P1-4	1,88 ab
	P2-16B	1,83 ab
	P10-30	2,33 bc
<i>Fusarium oxysporum</i>	P8-24	2,33 bc
	P9-28	1,66 ab
	P9-36	3,00 c
	P10-18	2,16 abc
<i>Fusarium solani</i>	P8-2	2,33 bc
	P8-28	2,00 ab
	P10-10	2,00 ab
	P10-28	1,83 ab
Kontrol	-	1,33 a

* Aynı harfle işaretli ortalamalar arasında fark önemsizdir (p<0,01).

4. Tartışma ve Sonuç

Erzurum ili Pasinler ilçesinde 2009 yılında Merkez, Aşıtlar, Yayladağ, Yukarı Çakmak köylerinden toplanan şeker pancarı bitkilerinden yapılan izolasyon sonucunda 194 *Fusarium* izolatı elde edilmiştir. 314 adet şeker pancarı bitkisinden, her birinden bir adet olmak üzere, doku parçacıkları alınmış ve *Fusarium*'un izolasyon sıklığı %61,78 olarak saptanmıştır. Bu izolatların 73 adedi *F. equiseti*, 61 adedi *F. oxysporum*, 27 adedi *F. acuminatum*, 21 adedi *F. solani*, 8 adedi *F. heterosporum*, 3 adedi *F. avenaceum* ve 1 adedi *F. graminearum* olarak tanımlanmıştır. Nitekim, İran'da yapılan benzer bir çalışmada da 168 *Fusarium* izolatının 42 adetini *F. solani*, 31 adetini *F. oxysporum* ve 27 adetini de *F. acuminatum* oluşturmuştur [4]. Minnesota (ABD)'de yapılan çalışmada da şeker pancarından izole edilen 98 *Fusarium* izolatının, 18 adetini *F. oxysporum*, 30 adetini *F. graminearum* ve 50 adetini de *Fusarium* sp. nov. oluşturmuştur [10]. Yapılan çalışmalarda ki *Fusarium* türleri ve bunların bulunma oranlarındaki farklılık iklim, toprak ve yetiştirilen şeker pancarı çeşitlerinin farklılığından kaynaklanabilir.

Yapılan diğer çalışmalarda da şeker pancarında *F. avenaceum*, *F. acuminatum*, *F. cerealis*, *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. hostae*, *F. graminearum*, *F. moniliforme*, *F. oxysporum*, *F. poae*, *F. proliferatum*, *F. redolens*, *F. sambucinum*, *F. solani*, *F. sporotrichioides*, *F. subglutinans*, *F. torulosum*, *F. tricinctum*, *F. venenatum* ve *F. verticillioides* türleri izole edilmiştir [3-5, 7, 8, 18].

Erzurum vd [13], Çorum, Kastamonu ve Turhal şeker fabrikalarına ait 19 Ekim bölgesinden topladıkları bitki örneklerini kök çürüklüğü yönünden incelemişler ve sonuçta en yaygın cinsin *Fusarium* olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmada saptanan *Fusarium* türleri; *F. avenaceum*, *F. equiseti*, *F. heterosporum*, *F. lateritium*, *F. oxysporum*, *F. solani* ve *F. sulphureum* olarak bildirilmiştir. Isparta ilinde şeker pancarındaki fungal etmenlerin tespiti amacıyla yapılan çalışmada da, en yaygın bulunan kök çürüklük etmeni olarak *Fusarium* spp. bildirilmiş ve bu *Fusarium* türlerini de *F. avenaceum*, *F. solani* ve *F. oxysporum* olarak tespit etmişlerdir [14]. Türkiye'de yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde bu çalışmada saptanan *F. avenaceum*, *F. equiseti*, *F. heterosporum*, *F. oxysporum* ve *F. solani*'nin daha önce tespit edilmiş oldukları anlaşılmaktadır [13-14]. *Fusarium acuminatum* ve *F. graminearum* türleri ilk defa şeker pancarı bitkisinde bu çalışma ile saptanmıştır. Bunun nedeninin bölgeler arasındaki ekolojik farklılıktan, toprak yapısından ve yetiştirilen çeşitlerin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan sürvey çalışması sonucunda elde edilen *Fusarium* izolatlarının Erzurum'da yetiştiriciliği yapılan Amata şeker pancarı çeşidi ile yapılan

patojenite sonuçlarına göre *Fusarium* türleri ve izolatları arasında virulanslık farkları tespit edilmiştir. *F. oxysporum*'un P9-36 nolu izolatu (3,00) en yüksek hastalık şiddeti oluştururken, P9-28 nolu izolatu (1,66) en düşük hastalık şiddetini oluşturmuştur. Diğer *Fusarium* türleri (*F. acuminatum*, *F. avenaceum*, *F. equiseti*, *F. graminearum*, *F. heterosporum* ve *F. solani*) 1,66-2,33 arasında hastalık şiddeti oluşturmuştur. Bu da izolatlar arasında virulanslık farkı olduğunu göstermektedir. Nitekim *F. oxysporum*'un bazı izolatları patojen değildir ve bazı hastalıkların biyolojik mücadelesinde kullanılmaktadır [19, 20,21].

Fusarium acuminatum (P2-8A1), *F. equiseti* (P1-6), *F. heterosporum* (P10-30), *F. oxysporum* (P8-24, P9-36) ve *F. solani* (P8-2) izolatları, kontrol grubuna göre en fazla hastalık şiddeti oluşturmuştur. Erzurum vd. [13], *F. oxysporum*, *F. solani* ve *F. equiseti* izolatları ile Fiona, Gabriela ve Gina şeker pancarı çeşitlerinde yaptıkları patojenite sonucunda belirtilen *Fusarium* türlerini belirgin olarak patojen bulmuşlardır.

Dastjerdi vd. [4], yaptıkları çalışmada *F. oxysporum* izolatlarının %61,3'ünün patojen olduğu bildirmişlerdir. Yine yurtdışında yapılan birçok çalışmada şeker pancarında en önemli patojen olarak *F. oxysporum* gösterilmektedir [2, 22-26].

Fusarium toprak kaynaklı bir fungus türü olduğundan dolayı hastalıkla mücadele de solarizasyon uygulamak, sertifikalı tohumluk kullanmak, dayanıklı çeşit kullanmak toprak işlemeye ve sulamaya dikkat etmek gibi kültürel önlemlerin yanında biyolojik mücadele de önem arz etmektedir. *Fusarium* türleri Türkiye'de olduğu gibi tüm dünyada da bitkiler için önemli patojenlerin başında gelmektedir. Bu çalışmada Erzurum ili Pasinler ilçesinde ekimi yapılan şeker pancarından elde edilen *Fusarium* türleri tespit edilmiş ve bu türlerin patojeniteleri belirlenmiştir. Bir sonraki çalışmalarda survey alanı daha geniş tutulup Erzurum ilinin tamamında şeker pancarında bulunan türler ile ilgili bir çalışma yapılmalı ve her iki çalışmada elde edilen veriler kullanılarak şeker pancarında kök çürüklüğüne karşı biyolojik mücadelede neler yapılabileceği ile ilgili çalışmalar planlanmalıdır.

Teşekkür

Bu araştırma Yüksek Lisans Tezinden hazırlanmıştır ve Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje birimi tarafından BAP-2009/222 nolu proje olarak desteklenmiştir.

Kaynakça

[1] Keskin, G. 2003. Şeker ve Tatlandırıcılar. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü. Sayı 2, Ankara.

- [2] Martyn, R.D., Rush, C.M., Biles, C.L., Baker, E.H. 1989. Etiology of a root-rot disease of sugar beet in Texas. *Plant Disease*, 73 (11), 879-884.
- [3] Ruppel, E.G. 1991 Pathogenicity of *Fusarium* spp. from diseased sugar beets and variation among sugar beet isolates of *Fusarium oxysporum*. *Plant Disease*, 75 (5), 486-489.
- [4] Dastjerdi, R., Falahati R.M., Jafarpour, B. 2003. Identification of *Fusarium* species associated with sugar beet root in Khorasan province and investigation of the pathogenicity of *Fusarium oxysporum*. *Journal of Sugar Beet*, 18 (2), 143-154
- [5] Hanson, L.E. 2006. First report of *Fusarium* yellows of sugar beet caused by *Fusarium oxysporum* in Michigan. *Plant Disease*, 90 (12), 1554.
- [6] Hanson, L.E., Lewellen, R.T. 2007. Stalk rot of sugar beet caused by *Fusarium solani* on the Pacific Coast. *Plant Disease*, 91 (9), 1204.
- [7] Rivera, V., Rengifo, J., Khan, M., Geiser, D.M., Mansfield, M., Secor, G. 2008. First report of a novel *Fusarium* species causing yellowing decline of sugar beet in Minnesota. *Plant Disease*, 92 (11), 1589.
- [8] Nitschke, E., Nihlgard, M., Varrelmann, M. 2009. Differentiation of eleven *Fusarium* spp. isolated from sugar beet, using restriction fragment analysis of a polymerase chain reaction-amplified translation elongation factor 1 α gene fragment. *Phytopathology*, 99 (8), 921-929.
- [9] Abo-Elnaga, H.I.G., Amein, K.A. 2011. Differentiation in protein patterns in *Fusarium* sp. causing root rot and damping off diseases in sugar beet and wheat and their relation to pathogenicity. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5 (9), 683-692.
- [10] Burlakoti, P., Rivera, V., Secor, G.A., Qi, A., Rio-Mendoza, L.E. del, Khan, M.F.R. 2012. Comparative pathogenicity and virulence of *Fusarium* species on sugar beet. *Plant Disease*, 96 (9), 1291-1296.
- [11] Webb, K.M., Brenner, T., Jacobsen, B.J. 2015. Temperature effects on the interactions of sugar beet with *Fusarium* yellows caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. betae. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 37 (3), 353-362.
- [12] Özgür, O.E. 1995. Türkiye Şekerpancarı Hastalıkları (Sugar beet Diseases in Türkiye). Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Genel Müdürlüğü Yayın No:218, Ankara, 111s.

- [13] Erzurum, K., Seçer, E., Ertunç, F., Maden, S. 1995. Çorum, Kastamonu ve Turhal şeker fabrikaları ekim bölgelerinde, şekerpancarında fungal kök çürüklük etmenlerinin tespiti. VII. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, 26-29 Eylül, Adana, 122-125.
- [14] Özgönen, H., Çulal, H. 2009. Isparta ili şekerpancarı ekim alanlarında fungal hastalıkların ve yaygınlık oranlarının belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 4, 16-22.
- [15] TUİK,2015.
<https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>
- [16] Eken, C., Demirci, E., Dane, E. 2004. Species of *Fusarium* on sainfoin in Erzurum, Turkey. New Zealand Journal of Agricultural Research, 47, 261-263.
- [17] Gerlach, W., Nirenberg, H. 1982. The Genus *Fusarium* a Pictorial Atlas. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Mikrobiologie, Berlin, Germany, 406 pp.
- [18] Strausbaugh, C.A., Gillen, A.M. 2009. Sugar beet root rot at harvest in the US intermountain west. Canadian Journal of Plant Pathology, 31 (2), 232-240.
- [19] Davis, D. 1968. Partial control of *Fusarium* wilt in tomato by formae of *Fusarium oxysporum*. Phytopathology, 58, 121-122.
- [20] Kaiser, S.A.K.M., Gupta P.K.S. 1977. Inhibition of wilt symptoms by *Fusarium oxysporum* f. sp. *udum* in pigeon pea (*Cajanus cajan*) induced by other formae speciales of *Fusarium oxysporum*. Phytopathologia Mediterranea, 15, 1-4.
- [21] Wymore, L.A., Baker R. 1982. Factors affecting cross-protection in control of *Fusarium* wilt of tomato. Plant Disease, 66 (10), 908-910.
- [22] Harveson, R.M., Rush,C.M. 1997.Genetic variation among *Fusarium oxysporum* isolates from sugar beet as determined by vegetative compatibility. Plant Disease, 81 (1), 85-88.
- [23] Harveson, R.M., Rush,C.M. 1998. Characterization of *Fusarium* root rot isolates from sugar beet by growth and virulence at different temperatures and irrigation regimes.Plant Disease, 82 (9), 1039-1042.
- [24] Harveson, R.M., Rush, C.M. 2002. The influence of irrigation frequency and cultivar blends on the severity of multiple root diseases in sugar beets. Plant Disease, 86 (8), 901-908.
- [25] Larson, R.L., Hill, L.A., Nunez, A. 2007. Characterization of protein changes associated with sugar beet (*Beta vulgaris*) resistance and susceptibility to *Fusarium oxysporum*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55 (19), 7905-7915.
- [26] Hill, A.L., Reeves, P.A., Larson, R.L.,Fenwick, A.L., Hanson, L. E., Panella, L. 2010. Genetic variability among isolates of *Fusarium oxysporum* from sugar beet. Plant Pathology, 60 (3), 496-505.