

Bazı Fungisitlerin Nohut (*Cicer arietinum* L.) ve Mercimek (*Lens culinalis* L.) Bitkilerinde Arbusküler Mikorhizal Funguslar (AMF)'a Etkisi*

Sabiha Çetinkaya¹, Semra Demir^{#1}, Emre Demirer Durak¹

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, VAN

[#]Sorumlu yazar e-posta: semrademir@yyu.edu.tr

Öz: Bu çalışmada, nohut ve mercimek bitkilerinde antraknoz ve kök boğazı çürükülüğüne karşı yaygın olarak kullanılan fungisitlerden Pomarsol Forte [Thiram], Nativo [Tebuconazole 50 % + Trifloxystrobin 25 %] ve Proquart [Fosforoz Asidi]'un nohut ve mercimek bitkilerinde AMF (*Glomus intraradices*) ve *Rhizobium* spp. (*Rhizobium leguminosarum*, *R. cicer*) oluşumuna etkileri araştırılmıştır. İklim odasında kontrollü şartlarda yapılan deneme sonucunda elde edilen veriler iki aşamada değerlendirilmiştir. İlk olarak en iyi sonuç veren AMF türü belirlenmiştir. İkinci aşamada ise fungisitlerin *Rhizobium* sp. ve AMF üzerinde etkileri değerlendirilmiştir. Nohut ve mercimek bitkilerinin AMF kolonizasyon oranları % 11.62 - % 56.09, mikorhizal bağımlılık oranları ise % (-)17.85 - 18.83 arasında değişmiştir. Nohut ve mercimek bitkilerinin hepsinde AMF kolonizasyonu gerçekleşirken, Nohut x *Glomus mosseae* ve Mercimek x *Glomus mosseae* kombinasyonunda mikorhizal bağımlılık oluşmamıştır. Mikorhizal bağımlılığa uyum gösteren en iyi gruplar sırasıyla Nohut x *Glomus intraradices*, Mercimek x *Glomus intraradices* şeklinde olmuştur. Çalışmada, Pomarsol Forte'nin tohum ilacı olarak uygulandığı nohut ve mercimek bitkilerinde, AMF kolonizasyon oranının kontrol grubuna göre yüksek çıktığı, ayrıca mercimek bitkisinin kolonizasyon dışındaki diğer parametrelerde de (spor yoğunluğu, nodül sayısı, yaş ağırlık ve kuru ağırlık, boy uzunluğu) arttırıcı etki gösterdiği belirlenmiştir. Nativo (tohum ilacı) Proquart'ın (sistemik etkili) ise AMF, *Rhizobium* sp. ve bitki gelişimi üzerine olan etkileri net olarak ortaya konulamamıştır.

Anahtar kelimeler: AMF, Fungisit, Nohut, Mercimek, *Rhizobium* sp.

Effects of Some Fungicides to Arbuscular Mycorrhizal Fungus (AMF) in Chickpea (*Cicer arietinum* L.) and lentil (*Lens culinalis* L.) plants

Abstract: In this study effects of some fungicides [Pomarsol Forte (Thiram), Nativo (Tebuconazole 50 % + Trifloxystrobin 25 %) and Proquart (Phosphorous acid)] used commonly against root rot and anthracnose in chickpea (*Cicer arietinum* L.) and lentil (*Lens culinalis* L.) plants on the growth of arbuscular mycorrhizal fungi [AMF (*Glomus mosseae*, *G.intraradices*, *Gigaspora margarita*) and *Rhizobium* sp. (*Rhizobium leguminosarum*, *Rhizobium cicer*) were researched. The data obtained from the experiments conducted under controlled conditions in the growth chamber were evaluated in two stages. First, best combination of cultivar x AMF was determined by the principle of mycorrhizal dependency. In the second stage, effects of fungicides on the growth of AMF and *Rhizobium* sp were determined. The AMF colonisation rates of chickpea and lentil plants ranged between 11.62%-56.09% and the rates of mycorrhizal dependency ranged between (-)17.85% - 18.83%. While each AMF species colonized all chickpea and lentil plants, mycorrhizal dependency was not occurred in combinations of chickpea x *Glomus mosseae* and lentil x *Glomus mosseae*. The best affinity combinations in terms of mycorrhizal dependency was determined chickpea x *Glomus intraradices* and lentil x *Glomus intraradices* respectively. It was found that in lentil and chickpea where Pomarsol Forte applied as seed fungicide AMF colonization rate was higher than control group. In addition the other parameters of lentil plants (spore density, nodule, wet weight, dry weight, height) were promoted by Pomarsol Forte except for colonisation. Therefore effects of Nativo (seed fungicide) and Proquart (systemic fungicide) on the AMF, *Rhizobium* sp. and plant growth hasn't clearly been revealed.

Key words: *Rhizobium* sp., AMF, Chickpea, Lentil, Fungicide

* Van YYÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı yüksek lisans öğrencisi Sabiha ÇETİNKAYA'nın yüksek lisans tez çalışmasından özetlenmiştir.

Giriş

Dünya nüfusundaki hızlı artış ve buna paralel artan beslenme talebi günümüz dünyasının karşılaştığı en önemli problemlerden birisidir. Özellikle ekonomik gelişimi tarıma dayalı olan ülkelerin önemli bir kısmında gıda talebinin karşılanmasında yerel üretim ana faktördür ve ülkenin toplumsal ve ekonomik gelişiminde de önemli rol oynamaktadır (Dığrak ve ark. 1999).

Baklagil bitkileri, tarımsal faaliyetlerin başlangıcından beri kültür bitkisi olarak yetiştirilen en önemli ürünler arasında yer almaktadır. Beslenmede temel besin maddelerinden olan yemeklik baklagiller, aynı zamanda özellikle gelişmekte olan birçok ülkede gelir düzeyi düşük insan gruplarının önemli besin maddesini oluşturmaktadır (Şehirli ve ark. 2000).

Nohut (*Cicer arietinum* L.), ve mercimek (*Lens culinalis* L.) Uzak ve Yakın Dođu, Akdeniz, Afrika, Güney ve Orta Amerika ülkelerinde binlerce yıldan beri bilinen, insan ve ayrıca hayvan beslenmesinde kullanılan önemli yemeklik tane baklagil bitkileridir. Nohut ve mercimek bitkileri, gelişme dönemlerinde birçok hastalık ve zararlının hedefinde yer alırlar. Antraknoz, Rhizoctonia kök çürüklüğü, çökerten etmenleri, Fusarium solgunluğu, beyaz küf, bakteriyel yanıklık ve bazı virüs hastalıkları nohut ve mercimekte görülebilen önemli hastalıklardır (Beniwal ve ark. 1993).

Rizosfer bölgesinin en önemli iki simbiyotik mikroorganizması Rhizobium bakterileri ve arbusküler mikorhizal fungus (AMF)'lardır (Azcon-Aguilar ve Barea, 1996). Bu iki mikroorganizmanın baklagil bitkileri ile birlikte kurdukları simbiyotik yaşama "üçlü simbiyozis" adı verilmektedir (Xavier ve Germida, 2002). Baklagil bitkileri bu ortak yaşam ile gelişim, verim ve besin elementi içeriği

(özellikle P ve N) açısından teşvik edilmektedir (Saxena ve ark. 1997; Erman ve ark. 2011). Ayrıca üçlü simbiyozisin her iki mikroorganizmanın tek başına olduğu uygulamalara göre daha etkin olduğu ortaya konmuştur (Tüfenkçi ve ark. 2000; Xavier ve Germida, 2003; Abd-Alla ve ark. 2014; Pellogrini ve Bedini, 2014).

Tarımda pestisit kullanımı, tarımsal ürünlerin hastalık, zararlı ve yabancı otların olası zararından koruyabilmek, kaliteli ve kantitatif üretimi güvence altına alabilmek için kullanılan ve 1940'lı yıllardan beri üretimi arttıran tarımsal mücadele şeklidir. Kısa sürede etki göstermesi, kullanımının kolay olması ve diğer mücadele yöntemlerine göre nispeten ekonomik olmasından dolayı, pestisit kullanımı en çok tercih edilen yöntemdir. Ancak, bu kimyasallardaki denetim açıkları ve aşırı dozda kullanılmaları çevreye ve hedef dışı organizmalara olumsuz olarak yansımaktadır. Pestisit uygulamasının % 0.015 - 6.0'sının ancak hedef organizmaya ulaştığı, geri kalan % 94-99.9'lük kısmının ise doğal ekosistemde hedef dışı oraganizmalara ve çevreye karıştığı bildirilmektedir (Dığrak ve ark. 1999).

Kontrolsüzce kullanılan tonlarca pestisid ve fungusitler toprakların doğal mikroorganizma popülasyonunu etkilediği için doğal olarak toprağın verimliliğini de düşürmektedir. Genel olarak pestisitler, özelde ise fungusitler rizosferin önemli bileşenlerinden olan ve toprak kalitesinin belirlenmesinde anahtar rol üstlenen arbusküler mikorhizal fungusların (AMF) ve *Rhizobium* bakterilerinin gelişimi üzerinde de farklı etkilerde (engelleyci veya teşvik edici) bulunabilirler (Anderson, 1978; Trappe ve ark. 1984; Nadumpara ve ark. 1999; Boahen ve ark. 2001; Ahemad ve Khan, 2012; Jin ve ark. 2013). Söz konusu bu çalışmada nohut ve mercimek bitkilerinde

antraknoz ve kök çürüklüğü hastalıklarına karşı yoğun olarak kullanılan bazı fungusitlerin nohut ve mercimek bitkilerindeki önemli simbiyont mikroorganizmalar olan AM fungusları ve *Rhizobium* bakterilerinin gelişimine ve simbiyozis oluşumuna etkilerinin ortaya konması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu çalışmada test bitkisi olarak nohut (*Cicer arietinum* L.) ve mercimek (*Lens culinaris* L.) çeşitleri kullanılmıştır. Kullanılan nohut ve mercimek tohumları Van YYÜ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünden temin edilmiştir. Çalışmada nohut ve mercimeklerde kök çürüklüğü ve antraknoz hastalıklarına karşı yaygın olarak kullanılan, Pomarsol Forte [%80 Thiram (F1)], Nativo [%25 Trifloxystrobin +%50 Tebuconazole (F2)] ve Proquart [Fosforoz Asidi (F3)] fungusitleri kullanılmıştır. Çalışmada Van YYÜ Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji kültür stoklarından sağlanan *Glomus mosseae*, *Glomus intraradices* (*G.i.*) ve *Gigaspora margarita* AMF türleri kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan *Rhizobium leguminosarum* (*R.l.*) (380 no'lu izolat) ve *R. cicer* (*R.c.*) (HF269 no'lu izolat) bakteri izolatları Ankara Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsünden temin edilmiştir. *Rhizobium* izolatının hücre sayımı YMA (Yeast Mannitol Agar) ortamında aktive edilerek yapılmıştır. Kullanılan *Rhizobium* izolatının yoğunluğu $3,9 \times 10^5$ hücre/gr olarak tespit edilmiştir. Bitki yetiştirme ortamı olarak 2:1 oranında torf-perlit karışımından oluşan harç kullanılmıştır.

Yöntem

Uygun AMF türü x Bitki (nohut, mercimek) Kombinasyonlarının Belirlenmesi

Çalışmanın ilk kısmında, nohut ve mercimek bitkilerinin AMF (*G. mosseae*, *G. intraradices* ve *Gigaspora margarita*) türleri ile kombinasyonları oluşturularak, en iyi performansı gösteren nohut x AMF türü ve mercimek x AMF türü kombinasyonları belirlenmiş ve bu kombinasyonlar daha sonra çalışmanın 2. kısmında kullanılmıştır. Bu amaçla 4,7 x 4,7 x 6,0 cm ebatlarındaki gözlemlere sahip plastik viyoller kullanılmış ve nohut ve mercimek tohumları üç farklı AMF fungus türü ile inokule edilmiştir. Bitki yetiştirme ortamı viyollere konularak, mikorhiza inokulasyonu yapılacak viyollerde tohum yatağına 2.5 g AMF inokulumu, kontrol olarak kullanılacak viyollerde ise tohum yatağına 2.5 g steril torf/perlit karışımı ilave edilmiştir. Ekimi yapılacak mercimek ve nohut tohumları üç defa saf su ile yıkandıktan sonra, % 2'lik NaOH'da 5 dakika tutulmuş, tekrar iki defa steril saf su'dan geçirilerek yüzey dezenfeksiyonu gerçekleştirilmiştir. İki faktörlü, 8 farklı uygulama grubu ve 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 5 bitki olacak şekilde tesadüfi parseller deneme desenine göre oluşturulan bitki grupları 12 saat ışıklandırma süresi, 25-27 °C ve %60- 65 nem koşullarına sahip kontrollü koşullardaki iklim odalarında yetiştirilmiştir. Tohumlarda çimlenme oluncaya kadar iki günde bir, çimlenmeden sonra her gün saf su ile sulanmıştır. Yetiştirme periyodu süresince bitkilere 3 kez her vialde 5 ml gelecek şekilde seyreltilmiş besin solüsyonu verilmiştir. Deneme sekiz hafta sonra sonlandırılarak, bitki köklerinde AMF oluşumunu belirlemek amacıyla fiksasyon ve boyama işlemleri yapılmıştır (Phillips ve Hayman, 1970). Boyalı köklerdeki AM funguslarının

kolonizasyon oranı (%)'nı belirlemek üzere Grid-Line Intersect Metodu (Giovanetti ve Mosseae, 1980)'ndan yararlanılmış ve stereoskop mikroskop altında (4x10 ve 10x10) kolonizasyon oranları belirlenmiştir. Bitkilerdeki mikorhizal bağımlılık oranları ise Declerc ve ark. (1995)'a göre hesaplanmıştır. Kolonizasyon ve mikorhizal bağımlılık (Mikorizal bağımlılık (%))= [(mikorizal bitkinin toplam kuru ağırlığı – mikorizal olmayan bitkinin toplam kuru ağırlığı) / (mikorizal bitkinin toplam kuru ağırlığı)] x 100) sonuçlarına göre en iyi nohut/mercimek x AMF kombinasyonu daha sonraki denemelerde kullanılmıştır.

Bitki yetiştirme ortamı ve muamele grupları

Nohut ve mercimek tohumları, içinde torf:perlit karışımı bulunan ve %10'luk NaOH ile dezenfekte edilmiş 16x18 cm ebatlarındaki saksılara ekilmiştir. Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 5 bitki olacak şekilde kurulmuş ve toplam 7 uygulama grubu oluşturulmuştur.

Nohut ve mercimek tohumlarına AMF ve Rhizobium inokulasyonu

Ekimi yapılacak nohut ve mercimek tohumları %2'lik NaOH'da 5 dakika tutulmuş ve daha sonra iki defa steril saf sudan geçirilerek yüzey dezenfeksiyonu sağlanmıştır. Tohumlar ekimden hemen önce %5'lik şeker çözeltisine batırılmış sonra da $3,9 \times 10^5$ hücre/gr içerikli *Rhizobium* pit kültürleriyle aşılmalıdır. Saksılara torf: perlit karışımından oluşan harç materyalinden bırakılarak, tohum yatağına nohut ve mercimek AMF türlerinden 2,5 g (Demir ve ark., 2015) tartılarak ilave edilmiş ve bitki tohumları ekilmiştir. Tohumlar, her bir saksıya 3-4 adet tohum gelecek şekilde ekilmiş ve ilk sulamaları yapılmıştır. Çimlenene kadar

iki günde bir, çimlenme gerçekleşikten sonra her gün sulanan bitkiler 8 hafta boyunca, 25-27 °C ve % 60 - 65 nem koşullarına sahip kontrollü koşullardaki iklim odasında gelişmeye bırakılmışlardır. Saksılara yetiştirme periyodu boyunca bir kez her saksıya 100 ml olacak şekilde, seyreltilmiş besin solüsyonu verilmiştir (Vosatka ve Gryndler, 1999'den modifiye edilerek).

Nohut ve mercimek tohumlarına fungusitlerin uygulanması

Tohum ilacı olarak kullanılacak %80 Thiram ve %25 Trifloxystrobin +%50 Tebuconazole fungusitlerinin önerilen dozları (300g/100 kg tohum) kullanılmıştır. Mercimek ve nohut tohumları ekimden 3-4 saat önce, yaklaşık olarak 1 saat süre ile su içerisinde ıslatıldıktan sonra, yarım saat süresince bir sergi üzerinde havalandırılarak kurutulmuştur. Tohumlar daha sonra çalışma kapsamındaki fungusitlerle önerilen dozlarda kaplanarak ekimleri yapılmıştır. Sistemik olarak uygulanan fungusit (Fosforoz asid) önerilen ve uygulama dozuna uygun olarak (300 ml/100 lt su) ekimi izleyen 4. haftanın sonunda bitki yüzeyine püskürtülmüştür.

Denemeye ait değerlendirmeler

AMF gelişimine ait parametrelerin belirlenmesi

İklim odasında 10 hafta süresince tutulan bitkiler bu süre sonunda hasat edilerek öncelikle köklerdeki AMF kök kolonizasyon oranları belirlenmiş ve rizosfer bölgesinde ıslak eleme metoduna göre AMF spor yoğunluğu (g toprak/ spor sayısı) (Nicholas ve Gerdemann, 1963) tespit edilmiştir.

Mercimek ve Nohut Bitkilerinin bitkilerin morfolojik gelişim parametreleri ve toplam fosfor ve azot içeriğinin belirlenmesi

Meercimek ve nohut bitkilerinin boyu cetvel yardımıyla ölçülerek kaydedilmiştir. Bunun dışında her bir muamele grubundaki bitkilerin kök ve sürgün ağırlıkları tespit edilmiş; yaş ağırlıkları tespit edilen bitkilerin kök ve yeşil aksam örnekleri kese kâğıtlarına konularak 70 °C'de 48 saat süresince etüvde tutularak toplam kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Kacar, 1984). Kurutulmuş bitki örnekleri öğütülerek kuru yakma işlemine tabii tutulmuş ve çeşitli aşamalardan sonra elde edilmiş olan süzükler, vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemi ile spektrofotometre (Jenway 6505 UV/vis) kullanılarak fosfor değerleri (ppm) tespit edilmiştir. Azot analizi için de Dumas yöntemi kullanılmıştır.

Bitkilerde Rhizobium nodül sayısının belirlenmesi

Deneme sonunda sökülen nohut ve mercimek bitki köklerinde kök tacından itibaren 0-5 cm'lik kısımda oluşan pembe renkli aktif nodüllerin gözle ve

mikroskop (4x10 ve 10x10) altında sayımları yapılmıştır (Öğüt ve ark., 2003).

İstatistik analizler

Çalışmada elde edilen veriler varyans analizi yapılarak deperlendirilmiş, muamele grupları arasındaki farklılıkların belirlenmesinde ise Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'nden yararlanılmıştır. Verilerin analizinde SAS 9.4 (SAS, 2014) paket programı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Uygun AMF türü x Bitki (nohut, mercimek) Kombinasyonlarının Belirlenmesi

Deneme sonucunda elde edilen veriler iki aşamada değerlendirilmiştir. İlk olarak en iyi sonuç veren AMF türü belirlenmiş, farklı AMF izolatlarının nohut ve mercimek bitkilerine kolonize olma ve mikorhizal bağımlılık oranları (%) Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Nohut ve mercimek bitkilerinde AMF türlerinin kolonizasyon ve mikorhizal bağımlılık oranları (%)

Bitki Çeşidi	AMF Türü	Kolonizasyon (%)	Mikorhizal Bağımlılık (%)
Nohut	<i>Glomus intraradices</i>	27.02	18.83
	<i>Glomus mosseae</i>	56.09	-5.93*
	<i>Gigaspora margaritha</i>	41.30	4.21
Mercimek	<i>Glomus intraradices</i>	14.28	15.38
	<i>Glomus mosseae</i>	11.62	-17.85*
	<i>Gigaspora margaritha</i>	36.95	8.33

* Mikorhizal bağımlılık yok

Çizelge 1'den de görüleceği gibi, nohut ve mercimek bitkileri ile AMF türlerinin kolonizasyon ve mikorhizal bağımlılık oranları birbirinden farklılık göstermiştir. Bitkilerin mikorhizal funguslara uyum ve mikorhizal yaşama bağımlılıkları doğal ekosistemlerde bitkilerin populasyon yapısını ve dinamiğini önemli derecede etkilemekte (Van der Heijden ve ark. 1998), tarımsal ekosistemlerde ise farklı bitki türü x

farklı AMF türü veya aynı tür içindeki farklı genotip x AMF etkileşimlerinin araştırılması ve uygun kombinasyonların tespit edilmesi ise bitki gelişimi ve dayanıklılığı artırmak açısından oldukça önemli görülmektedir (Sensoy ve ark. 2007). İklim odası ve laboratuvar çalışması sonucunda yapılan değerlendirmelerde nohut ve mercimek bitkilerinin farklı mikorhizal funguslarla kurdukları simbiyotik yaşam sonucu ortaya çıkan

sonuçlara göre en yüksek bağımlılığı *Glomus* cinsine dahil *Glomus intraradices* vermiştir. Schenck ve Smith (1882); Morton ve Bentivenga (1994) dünya üzerindeki yayılışı açısından, *Glomus* türlerinin en yaygın AM fungusları olduğu ve *Glomus* türleri arasında da özellikle *G.intraradices*'in agresivitesi ve kolonizasyon oranı en yüksek türler arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Simbiont mikroorganizmalar (R.l, R.c ve G.i.) ve farklı fungusitlerin nohut ve mercimek bitkilerinin AMF spor ve kolonizasyon oranları ile nodül sayılarına etkileri

Nohut ve mercimek bitkilerine uygulanan simbiyot mikroorganizmalar (*R.l, R.c ve G.i.*) ve farklı fungusitlerin spor, nodül sayıları ve kolonizasyon oranlarına etkilerini saptamak amacıyla yapılan istatistik analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Uygulamaların nohut ve mercimek bitkilerinde kolonizasyon (%), spor sayısı (adet)ve nodül sayısına (adet) etkisi

Uygulamalar	Nohut	Mercimek	Nohut	Mercimek	Nohut	Mercimek
	Kolonizasyon (%)	Kolonizasyon (%)	Spor (adet)	Spor (adet)	Nodül (adet)	Nodül (adet)
***R	--	--	--	--	72.0 ab ^A	13.6 c ^B
****F ₁ +R	--	--	--	--	82.6 a ^A	23.6 bc ^B
*****F ₂ +R	--	--	--	--	56.3 ab ^A	12.6 c ^B
*****F ₃ +R	--	--	--	--	56 ab ^A	19.3 bc ^B
G.i	26.4 a* ^{A**}	14.0 e ^B	8.0 a ^A	6.0 a ^A	--	--
G.i+R	9.7 a ^B	90.0 ab ^A	12.0 a ^A	12.0 a ^A	41.0 b ^A	39.3 a ^A
G.i +F ₁	32.9 a ^B	96.5 a ^A	5.0 a ^A	14.0 a ^A	--	--
G.i+F ₂	9.0 a ^B	56.8 cd ^A	9.0 a ^A	9.0 a ^A	--	--
G.i +F ₃	7.2 a ^B	73.0 bc ^A	7.0 a ^A	10.0 a ^A	--	--
G.i+F ₁ +R	5.7 a ^B	35.7 de ^A	6.0 a ^A	13.0 a ^A	61.6 ab ^A	27.0 b ^B
G.i+F ₂ +R	24.4 a ^A	17.4 e ^A	11.0 a ^A	10.0 a ^A	68.6 ab ^A	23.3 bc ^B
G.i.+F ₃ +R	7.5 a ^A	29.2 e ^A	20.0 a ^A	9.0 a ^A	59.5 ab ^A	20.6 bc ^B

* Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütündeki aynı harfler arasındaki fark p> 0.05'e göre önemli değildir.

**Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı satırdaki aynı harfler arasındaki fark p> 0.05'e göre önemli değildir.

R: R.l., R.c., *F₁: %80 Thiram, *****F₂: %25 Trifloxystrobin +%50 Tebuconazole, *****F₃: Fosforoz Asidi

Bu çalışmada AMF (*Glomus intraradices*)'ın nohut ve mercimek bitkilerindeki kök kolonizasyon oranları sırasıyla ortalama %5.76 - %32.9 ve %14.0 - % 96.5 arasında değişmiş olup, her iki bitkide de en yüksek değer *G.i*+F₁ muamele grubunda elde edilmiş ve AMF (*G.i.*) kontrol grubuna göre daha yüksek kolonizasyon oranı bulunmuştur (Çizelge 2). Diğer fungusitlerin uygulandığı muamele gruplarının kolonizasyon oranlarında ise AMF (*G.i.*) kontrol grubuna göre azalış kaydedilmiştir. Her iki bitki açısından kolonizasyon oranlarına ilişkin olarak elde ettiğimiz farklı sonuçlar; Carrenho ve ark. 2000;

Samarbakhsh ve ark. (2009) ve Hernández-Dorrego ve Mestre Parés, (2010)'nin bildirdiği sonuçlarla uyum göstermiştir. Nitekim bu araştırmacılar da farklı fungusitlerin AMF kolonizasyonu üzerinde etkilerinin değişkenlik gösterebileceğini, engelleyici veya teşvik edici özelliklere sahip olabileceğini ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra fungusitlerin bazen AMF kök kolonizasyonu, spor üretimi ve çimlenmesi ile bitki gelişimi açısından etkilerinin hemen hemen hiç olmadığı veya oldukça sınırlı kaldığı belirtilmektedir (Schweiger ve ark. 2001). Çalışmada dikkati çeken başka bir bulgu da nohut bitkisinde AMF ve *Rhizobium*

bakterisinin birlikte yer aldığı (*G.i+R.c*) muamele grubunda AMF kolonizasyon oranının kontrol AMF grubuna göre önemli düzeyde azalış gösterirken, mercimek bitkisinde en yüksek değerini almıştır (Çizelge 2). Paulitz ve Linderman (1989) bu durumu mikorizosfer etkiye bağlamışlardır. İlk dönemlerde bitkide karbon kaynaklarının azlığı ve simbiosizin oluşumu sırasındaki gelişme stresine bağlı olarak karbon kaynaklarının azalması sonucunda mikroorganizmalar arasında rekabetin oluşacağını belirtmiştir. Scheublin ve van der Heijden (2006) de AMF+R gruplarında her zaman sinergist etkinin olmayacağını ve her iki mikroorganizmanın birbirini engelleyebileceğini ifade etmişlerdir. AMF spor sayısı açısından nohut ve mercimek bitkileri değerlendirildiğinde, nohut bitkisinde en yüksek değer sistemik fungusitin uygulandığı *G.i + F₃ + R.c.* muamele grubunda belirlenirken, mercimek bitkisi için ise en yüksek değer *G.i + F₁* ise grubunda tespit edilmiştir (Çizelge 2). Çizelge 2'den de görüleceği gibi hem mercimek ve nohut bitkilerinin arasında hem de her iki bitkide yer alan uygulamalar arasında AMF spor sayısı açısından, fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Bu bulgular mikorhizal kolonizasyon oranıyla paralellik göstermemektedir. Mikorizal simbiosisin gerçekleştiği ortamda ve mikorizal simbiosis sürecinde, spor oluşumu ve yoğunluğu konusunda araştırmacılar arasında değişik görüşler öne sürülmektedir. Topraklarda bulunan spor sayısı ile mikorizal birlikteliğin, köklerdeki kolonizasyon oranıyla her zaman paralellik göstermediğini belirten araştırmacılar (Bagyaraj, 1991; Sharif ve Moawad, 2006)'a karşılık, bazı araştırmacılar da topraklardaki spor sayısı ile mikorizal kolonizasyon oranı arasında önemli ilişki bulunduğunu saptamışlardır (Liu ve ark. 2000; Wu ve ark. 2005).

Sonuçlarımız da, bitkilerin yetiştirildiği ortamlardaki spor sayısı ile mikorhizal kolonizasyon oranı arasında paralellik olmadığı görülmüştür. Fungisitlerin AMF sporları üzerindeki etkisi, istatistiki açıdan önemli olmamakla beraber, uygulamalara göre farklılık göstermiştir (Çizelge 2). Spor sayısı açısından mercimek bitkisi değerlendirildiğinde uygulamalardaki en yüksek değer *F₁* (%80 Thiram) fungusitinin uygulandığı *G.i + F₁* grubunda, en düşük değer ise *G.i* tekli grupta bulunmuştur. Nohut bitkisinde ise tam tersi bir durum ortaya çıkmış olup, en düşük spor yoğunluğu *G.i + F₁* grubunda belirlenmiştir. *F₂* (%25 Trifloxystrobin +%50 Tebuconazole) ve *F₃* (Fosforoz Asidi) fungusitlerinin özellikle AMF ile birlikte yer aldığı muamele gruplarında kontrol AMF uygulamasına göre spor sayısının her iki bitkide de yüksek çıktığı ortaya konmuştur (Çizelge 2). Görüldüğü üzere AMF spor yoğunlukları, fungusit uygulamalarından farklı düzeylerde etkilenmiştir. Zocco ve ark. (2008) bazı fungusit uygulamalarının spor çimlenmesi ve spor oluşumu üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğunu belirtirken, aynı zamanda AM fungusularındaki enzimlerin, bazı durumlarda, patojenik funguslara göre, fungusitlere karşı daha az duyarlı olabileceklerini ifade etmişlerdir. Rivera-Becerril ve ark. (2017) ise topraktaki bu karmaşık pestisit x AMF popülasyonu dinamiğini anlayabilmek veya olası mekanizmaları ortaya koyabilmek için fungal popülasyon ve pestisit bozunumu arasındaki ilişkinin irdelenmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Rhizobium spp. (*R. leguminosarum*, *R. cicer*)'nin nohut ve mercimek bitkilerinin köklerinde oluşturduğu nodül sayıları açısından hem her iki bitki arasında hem de her iki bitkideki muameleler arasında farklılıklar olduğu, bu farklılıkların da istatistiki açıdan önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 2).

Her iki bitki açısından en yüksek nodül sayısı nohut bitkisinde $F_1+R.l.$ uygulama grubunda (82.6 adet) görülmüştür (Çizelge 2). Söz konusu bu artışta, bazı mikroorganizmaların metabolizmasında pestisit ve bazı organik bileşikleri enerji kaynağı olarak kullanılmasının etkisi olduğu düşünülmektedir (Dickinson, 1973). Sekhon ve ark. (1986), yürüttükleri çalışmalarında herbisit uygulamalarının bakterinin çalışması üzerinde önemli bir etkide bulunmadığını açıklayarak sonuçlarımıza benzer yaklaşımı sergilemektedirler. Nohut bitkisinde diğer muamele gruplarında kontrol *Rhizobium* grubuna göre nodül sayısında bir azalış kaydedilirken, mercimek bitkisinde ise $F_2+R.c.$ muamele grubu (12.6 adet) hariç, diğer muamele gruplarında kontrol *Rhizobium* grubuna göre artış kaydedilmiştir (Çizelge 2). Bitkiler ve muameleler arasındaki farklılıklarda fungusit x *Rhizobium* spp. x AMF etkileşimlerinin etkili olduğu düşünülebilir (Subba ve ark., 1986). Ayrıca tarımsal ekosistemlerde yaygın olarak kullanılan pestisitlerin farklı konsantrasyonlarının mikroorganizma gruplarına (bakteriler, funguslar v.b.) ve hayati olaylarına (toprak solunumu, nitrifikasyon, nodül oluşumu vb.) etki ettiği belirtilmektedir (Ou ve ark. 1982).

Symbiont mikroorganizmalar (R.l, R.c ve G.i.) ve farklı fungusitlerin nohut ve mercimek bitkilerinin fosfor (P) ve azot (N) oranlarına ve bitki morfolojik parametrelerine etkileri

Nohut ve mercimek bitkilerinde P içeriği açısından farklılıkların olduğu, genel olarak mercimek bitkisinin tüm muamele gruplarındaki P içeriğinin nohut bitkisine göre daha yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 3). N içeriği açısından ise her iki bitki arasında farklılık olmakla beraber,

bu fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 3). Ayrıca her iki bitkide P ve N içeriği açısından muameleler arasında farklılıklar tespit edilmiş olup, istatistiki açıdan da önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Nohut ve mercimek bitkilerinde P ve N içerikleri en yüksek, sırasıyla $G.i. + R.l.$ (986 ppm), $G.i. + F_3 + R.c.$ (1513.9 ppm), $G.i. + R.l.$ (%2.8) ve $G.i. + R.c.$ (%2.7) muamele gruplarında tespit edilmiştir. Xavier ve Germida (2002), AMF ve *Rhizobium* ırkları arasındaki sinerjik etkileşimlerin, mercimek bitkisinin verimini arttırdığını, kuru madde miktarının N ve P miktarlarına bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca AMF oluşumu, özellikle fosfor alımındaki teşvik edici rolünden dolayı, farklı çalışma alanlarındaki birçok araştırmacı tarafından incelenmiş olup, toprakta yoğun olarak fikse edilen ve bitki tarafından alınımı sınırlı olan fosforun, AMF tarafından daha kolay bir şekilde bitkiye kazandırıldığı ortaya konmuştur (Smith ve ark. 1992; Srivastava ve ark. 1996). Ahemad ve Khan (2010)'da kök bakterilerinin fungusit stresi altındaki topraklarda bitki gelişimi olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar yukarıda bahsedilen çalışmalarla örtüşmekte olup, AMF ve *Rhizobium* spp'nin bitkilerin besin statüsü açısından teşvik edici etkileri ortaya konmuştur. Çalışmada kullanılan fungusitlerin etkileri muamelelere göre farklılık göstermiş, P ve N alınımı üzerindeki etkileri net olarak ortaya konulamamıştır. Ipsilantis ve ark. (2012) de fungusitlerin besin alınımına etkilerinin farklı olabileceğine, bitki çeşidi, fungusit farklılığı ve symbiont mikroorganizma özelliklerinin bu farklılıkta etkili olabileceğini belirtmiştir.

Çizelge 3. Uygulamaların nohut ve mercimek bitkilerindeki fosfor (P) ve azot (N) içeriklerine etkileri

Uygulamalar	Nohut P (ppm)	Mercimek P (ppm)	Nohut N (%)	Mercimek N (%)
Kontrol	601.1 cd ^{*B**}	1155.5 bcd ^A	2.1 abc ^A	1.6 bcd ^A
***R	869.9 abc ^A	1124.1 bcd ^A	1.4 bcde ^A	2.2 ab ^A
****F ₁ +R	730.1 abcd ^A	1298.7 abc ^A	1.2 e ^A	1.1 d ^A
****F ₂ +R	652.4 bcd ^B	953.4 cd ^A	2.1 abc ^A	2.0 b ^A
*****F ₃ +R	932.0 ab ^B	1240.1 abc ^A	2.2 ab ^A	2.1 b ^A
<i>G.i</i>	714.5 abcd ^A	1159.6 bcd ^A	1.2 e ^A	1.2 d ^A
<i>G.i</i> +R	986.4 a ^A	1325.7 ab ^A	2.8 a ^A	2.7 a ^A
<i>G.i</i> +F ₁	528.1 d ^B	986.4 bcd ^A	1.4 cde ^A	1.3 cd ^A
<i>G.i</i> +F ₂	691.2 abcd ^A	860.2 d ^A	1.2 e ^A	1.4 cd ^A
<i>G.i</i> +F ₃	737.8 abcd ^B	1030.4 bcd ^A	1.3 de ^A	1.1 d ^A
<i>G.i</i> +F ₁ +R	761.1 abcd ^B	1138.6 bcd ^A	2.2 abc ^A	2.0 b ^A
<i>G.i</i> +F ₂ +R	893.2 abc ^A	1105.2 bcd ^A	1.9 bcde ^A	1.7 bc ^A
<i>G.i</i> +F ₃ +R	792.2 abcd ^B	1513.9 a ^A	2.0 abcd ^A	1.9 bc ^A

* Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütundaki aynı harfler arasındaki fark $p > 0.05$ 'e göre önemli değildir.

**Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı satırdaki aynı harfler arasındaki fark $p > 0.05$ 'e göre önemli değildir.

R: R.l., R.c., *F₁: %80 Thiram, ****F₂: %25 Trifloxystrobin +%50 Tebuconazole, *****F₃: Fosforoz Asidi

Bu çalışmada AMF, *Rhizobium* sp. ve fungusitlerin nohut ve mercimek bitkilerinin morfolojik gelişim parametrelerine olası etkileri de incelenmiştir. Genel olarak nohut ve mercimek bitkileri karşılaştırıldığında nohut bitkisinin tüm muamele gruplarında morfolojik olarak mercimek bitkine göre daha iyi geliştiği görülmüştür (Çizelge 4). Bitkilerin ayrı kendi içindeki muamele gruplarında ise, nohut bitkisindeki kuru ağırlık parametresi hariç, farklılıklar görülmüş ve bu farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Çizelge 4). Hem nohut hem de mercimek bitkisinde morfolojik gelişim parametrelerinin her biri farklı muamele gruplarında en yüksek değerini

almıştır (Çizelge 4). Her ne kadar bazı gelişim parametrelerinde (nohut-yaş ağırlık, bitki boyu) simbiyot mikroorganizmaların kontrol grubuna göre teşvik edici etkisi görülse de fungusitlerin veya simbiyot mikroorganizmaların tekli veya kombinasyon uygulamalarının bitki gelişimindeki etkileri yalnız olarak ortaya konulamamıştır. Dikkati çeken bir bulgu ise her iki bitkideki *G.i.* + F₁ kombinasyonunda bazı morfolojik gelişim değerlerinin kontrol grubuna göre yüksek bulunması olmuştur. Burada genel olarak AMF tarafından fungusitin olası zararlı etkisinin tolere edildiğinden bahsedilebilir (Brundrett, 1991).

Çizelge 4. Uygulamaların nohut ve mercimek bitkilerinde yaş ağırlık (g), kuru ağırlık (g) ve bitki boyuna (cm) etkileri

Uygulamalar	Nohut	Mercimek	Nohut	Mercimek	Nohut	Mercimek
	Yaş Ağırlık (g)	Yaş Ağırlık (g)	Kuru Ağırlık (g)	Kuru Ağırlık (g)	Bitki Boyu (cm)	Bitki Boyu (cm)
Kontrol	4.91 b ^{*A**}	0.48 e ^B	2.43 a ^A	0.06 de ^B	42.0 bcd ^A	24.0 bcd ^B
***R	8.32 a ^A	0.51 de ^B	1.27 a ^A	0.06 de ^B	47.3 ab ^A	21.6 cd ^B
****F ₁ +R	7.80 a ^A	0.66 bcde ^B	1.11 a ^A	0.09 cd ^B	39.6 cd ^A	28.6 bc ^B
*****F ₂ +R	7.21 ab ^A	0.41 e ^B	0.93 a ^A	0.05 e ^B	41.6 bcd ^A	24.0 bcd ^B
*****F ₃ +R	6.42 ab ^A	0.53 de ^B	1.10 a ^A	0.07 de ^B	50.0 a ^A	23.0 bcd ^B
<i>G.i</i>	7.38 ab ^A	0.52 de ^B	1.02 a ^A	0.08 de ^B	50.3 a ^A	24.3 bcd ^B
<i>G.i</i> +F ₁	7.1 ab ^A	0.99 a ^B	1.44 a ^A	0.15 a ^B	46.6 ab ^A	42.0 a ^A
<i>G.i</i> +F ₂	7.01 ab ^A	0.84 abc ^B	0.95 a ^A	0.08 de ^B	40.0 cd ^A	22.0 cd ^B
<i>G.i</i> +F ₃	7.42 ab ^A	0.94 ab ^B	1.56 a ^A	0.11 bc ^B	47.0 ab ^A	41.6 a ^A
<i>G.i</i> +R	7.05 ab ^A	0.87 abc ^B	1.05 a ^A	0.14 ab ^B	46.0 abc ^A	39.3 a ^B
<i>G.i</i> +F ₁ +R	6.66 ab ^A	0.79 abcd ^B	1.02 a ^A	0.08 de ^B	43.0 bcd ^A	30.3 b ^B
<i>G.i</i> +F ₂ +R	7.95 a ^A	0.69 bcde ^B	1.05 a ^A	0.06 de ^B	39.0 d ^A	18.3 d ^B
<i>G.i</i> +F ₃ +R	7.0 ab ^A	0.61 cde ^B	1.11 a ^A	0.07 de ^B	47.5 ab ^A	26.6 bc ^B

* Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütündeki aynı harfler arasındaki fark p> 0.05'e göre önemli değildir.
 **Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı satırdaki aynı harfler arasındaki fark p> 0.05'e göre önemli değildir.
 R: R.1., R.c., *F₁: %80 Thiram, *****F₂: %25 Trifloxystrobin +%50 Tebuconazole, *****F₃: Fosforoz Asidi

Kaynaklar

- Abd-Alla, M.H., Elsadek El-Enany, A., Nafady, N.A., Khalaf, D.M., Morsy, F.M., 2014. Synergistic interaction of *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* and arbuscular mycorrhizal fungi as a plant growth promoting biofertilizers for faba bean (*Vicia faba* L.) in alkaline soil. *Microbiol. Res.*, 169:49-58.
- Ahemad, M., Khan., M.S., 2010. Improvement in the growth and symbiotic attributes of fungicide-stressed chickpea plants following plant growth promoting fungicide-tolerant *Mesorhizobium* inoculation. *Afr. J. Basic Apple Sci.*, 2;3-4: 111-116
- Ahemad, M., Khan, M. S., 2012. Ecological assessment of biotoxicity of pesticides towards plant growth promoting activities of pea (*Pisum sativum*)-specific *Rhizobium* sp. strain MRP1. *Emir. J. Food Agric*, 24;4: 334-343.
- Anderson, J. R., 1978. Pesticide effects on non-target soil microorganisms. *In Pesticide Microbiology*. Academic Press London, 611-628.
- Azcon-Aguilar, C., Barea, J. M., 1997. Arbuscular mycorrhizas and biological control of soil-borne plant pathogens—an overview of the mechanisms involved. *Mycorrhiza*, 6;6: 457-464.
- Bagyaraj, D.J., 1991. Ecology of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae. *In Handbook of Applied Mycology*, Soil and Plants. USA.
- Beniwal, S.P.S., Baya, B., Weigand, S., Makkouk, K. H., Saxaena, M. C., 1993. *Field Guide to Lentil Diseases and Insect Pest.*, Aleppo, 107 p. Syria
- Boahen, S. K., Walley, F. L., Slinkard, A. E., 2001. Rhizobial survival and nodulation of chickpea as influenced by fungicide seed treatment. *Canadian Journal of Microbiology*. 47; 6: 585-589.
- Brundrett, M., 1991. Mycorrhizas in Naturel Ecosystem. *Advanced in*

- Ecological Research, Yay. No: 21, London. 313.
- Carrenho, R., Bononin, V. L. R., Gracioli, L. A. 2000. Effect of the fungicides Fosetyl-Al and Metalaxyl on arbuscular mycorrhizal colonization of seedlings of *Citrus sinensis* (L.) Osbeck grafted onto *C. limon* (L.) Burmf. Acta Scientiarum, 22;2: 305-310.
- Declerck, S., Plenchette, C., Strullu, D. G., 1995. Mycorrhizal dependency of banana (*Musa acuminata*, AAA group) cultivar. Plant and Soil, 176;1: 183-187.
- Demir, S., Şensoy, S., Ocak E., Tüfenkçi, Ş., Demirer Durak E., Erdiñ, Ç., Ünsal H., 2015. Effects of arbuscular mycorrhizal fungus (AMF), humic acid and whey on wilt disease caused by *Verticillium dahliae* Kleb. in three Solanaceous crops. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 39: 300-309.
- Dickinson, C. H., 1973. Interactions of fungicides and leaf saprophytes. Pesticide Science, 4;4: 563-574.
- Dığrak, M., Kaçar, N., Sönmez, A., 1999. Pomarsol, mitikol, rubigan ve platoon'un toprak mikroflorası üzerine etkisi. Tr. F. of Agr. and Forestry, 23; 5: 1071-1078.
- Erman M., Demir, S., Ocak E., Tüfenkçi, Ş., Ođuz F., Akköprü, A., 2011. Effects of Rhizobium, Arbuscular Mycorrhiza And Whey Applications On Some Properties In Chick Pea (*Cicer arietinum* L.) Under Irrigated And Rainfed Conditions 1 - Yield, Yield Components, Nodulation And AMF Colonization. Field Crops Research, 122; 14-24.
- Gerdemann, J. W., Nicolson, T., 1963. Spores mycorrhizal endogone species extracted from Soil by wet slaving and decanting. Trans. Brit. Mycol. Soc. 46; 2: 235-244.
- Giovanetti, M., Mosse, B., 1980. An evolution of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytol. 84: 489-500.
- Hernández-Dorrego, A., Mestre Parés, J., 2010. Evaluation of some fungicides on mycorrhizal symbiosis between two *Glomus species* from commercial inocula and *Allium porrum* L. seedlings. Spanish Journal of Agricultural Research, 8;1: 43-50.
- Ipsilantis, I., Samourelis, C., Karpouzas, D.G., 2012. The impact of botanical pesticides on arbuscular mycorrhizal fungi. Soil Biology and Biochemistry, 45: 147-155.
- Jin, H., Germida, J.J., Walley, F.L., 2013. Suppressive effects of seed-applied fungicides on arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) differ with fungicide mode of action and AMF species. Applied Soil Ecology, 72: 22-30.
- Liu, A., Hamel, C., Hamilton, R. I., Ma, B. L., Smith, D. L., 2000. Acquisition of Cu, Zn, Mn and Fe by mycorrhizal maize (*Zea mays* L.) grown in soil at different P and micronutrient levels. Mycorrhiza, 9;6: 331-336.
- Morton, J.B., Bentivenga, S.P., 1994. Levels of diversity in endomycorrhizal fungi (Glomales, Zygomycetes) and their role in defining taxonomic and non-taxonomic groups. Plant and Soil. 159;1: 47-59.
- Nedumpara, M. J., Moorman, T. B., Jayachandran, K., 1999. Effect of a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus (*Glomus epigaeus*) on herbicide uptake by roots. Biology and Fertility of Soils, 30; 1-2: 75-82.

- Ou, L. T., Gancarz, D. H., Wheeler, W. B., Rao, P. S. C., Davidson, J. M., 1982. Influence of soil temperature and soil moisture on degradation and metabolism of carbofuran in soils. *Journal of Environmental Quality*, 11;2: 293-298.
- Öğüt, M., Kılıç, M., Reşit, A., 2003. *Azospirillum brasilense* ve iki *Rhizobium* türünün bazı yaygın fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde nodülasyona etkisi. *S. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17;31: 5-12.
- Paulitz, T. C., Linderman, R. G., 1989. Intections Between Fluorescent Pseudomonads and VA Mycorrhizal Fungi. *New Phytol.*, 113: 37-45.
- Pellegrino, E., Bedini, S., 2014. Enhancing ecosystem services in sustainable agriculture: Biofertilization and biofortification of chickpea (*Cicer arietinum* L.) by arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Biol. Biochem.*, 68: 429-439.
- Phillips, J. M., Hayman, D. S., 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of The British Mycological Society*, 55;1: 158-161.
- Rivera-Becerril, F., van Tuinen, D., Chatagnier, O., Rouard, N., Béguet, J., Kuszala, C., Soulas, G., Pearson, V.G., Martin-Laurent, F., 2017. Impact of a pesticide cocktail (fenhexamid, folpel, deltamethrin) on the abundance of Glomeromycota in two agricultural soils. *Sci. and Total Environ.*, 577: 84-93.
- Samarbakhsh, S., Rejali, F., Ardakani, M.R., Nejad, F.P., Miransari, M., 2009. The combined effects of fungicides and arbuscular mycorrhiza on corn (*Zea mays* L.) growth and yield under field conditions. *Journal of Biological Sciences*, 9;4: 372-376.
- SAS, 2014. SAS/STAT. Statistical analysis system for Windows. Release 9.4. SAS Institute Inc.
- Saxena, A.K., Rathi, S.K., Tilak, K.V.B.R., 1997. Differential effect of various endomycorrhizal fungi on nodulating ability of green gram by *Bradyrhizobium* sp. (Vigna) strain S24. *Biol. Fertil. Soils* 24: 175-178
- Schenck, N.C., Smith, G.S., 1982. Additional new and unreported species of mycorrhizal fungi (Endogonaceae) from Florida. *Mycologia*, 74;1: 77-93.
- Scheublin, T.R., Van Der Heijden, M.G., 2006. Arbuscular mycorrhizal fungi colonize nonfixing root nodules of several legume species. *New Phytologist*, 172;4: 732-738.
- Schweiger, P.F., Spliid, N.H, Jakobsen, I., 2001. Fungicide application and phosphorus uptake by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi into field-grown peas. *Soil Biology and Biochemistry* 33: 1231-1237.
- Sekhon, H.S., Dhingra, K.K., Sandhu, P.S., Bhandari, S. C., 1986. Effect of time of sowing, phosphorus and herbicides on the response to *Rhizobium inoculation*. *Lens Newsletter*, 13;1: 11-15.
- Sensoy, S., Demir, S., Turkmen, Ö., Erdinc, Ç., Savur, O.B., 2007. Responses of some different pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes to inoculation with two different arbuscular mycorrhizal fungi. *Scientia Horticulturae*, 113: 92-95.
- Sharif, M., Moawad, A. M., 2006. Arbuscular mycorrhizal incidence and infectivity of crops in north west frontier province of Pakistan. *World Journal Agriculture Science*, 2;2: 123-132.

- Smith, S. E., Robson, A. D., Abbott, L. K. 1992. The involvement of mycorrhizas in assessment of genetically dependent efficiency of nutrient uptake and use. *Plant and Soil*, 146;1-2: 169-179.
- Srivastava, D., Kapoor, R., Srivastava, S. K., Mukerji, K. G., 1996. Vesicular arbuscular mycorrhiza-an overview. *Concepts in Mycorrhizal Research*, 1-39.
- Şehirali, S., Gençtan, T., Birsin, M. A., Zencirci, N., Uçkesen, B., 2000. Türkiye Tahıl ve Yemelik Dane Baklagil Üretiminin Bugünkü ve Gelecekteki Boyutları, V. Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi. 17-21 Ocak 200, Ankara.
- Tüfenkçi, Ş., Demir, S., Erdal, I., 2000. Vesiküler-Arbusküler mikorrhiza (VAM) aşılmasının azotlu ve fosforlu gübrelerle gübrelenmiş nohut bitkisinin N ve P içeriği üzerine etkisi. *YYÜ Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 10;1: 19-23.
- Van der Heijden, M.G.A., Boller, T., Wiemken, A., Sanders, I.R., 1998. Different arbuscular mycorrhizal fungal species are potential determinants of plant community structure. *Ecology*, 79;6: 2082-2091.
- Vosatka, V., Gryndler, M., 1999. Treatment with culture fractions from *Pseudomonas putida* modifies the development of *Glomus fistulosum* mycorrhiza and the response of potato and maize plants to inoculation. *Applied Soil Ecology*, 11;2: 245-251.
- Wu, T., Kabir, Z., Koide, R.T., 2005. A possible role for saprotrophic microfungi in the N nutrition of ectomycorrhizal pinus resinosa. *Soil Biology and Biochemistry*, 37; 5: 965-975.
- Xavier, L.J.C., Germida, J.J., 2002. Response of lentil under controlled conditions to coinoculation with arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobia varying in efficacy. *Soil Biology and Biochem*, 34;2: 181-188.
- Xavier, L.J.C., Germida, J.J., 2003. Selective interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and *Rhizobium leguminosarum* bv. *viceae* enhance pea yield and nutrition. *Biol Fertil Soils*, 37: 261-267
- Zocco, D., Fontaine, J., Lozanova, E., Renard, L., Bivort, C., Durand, R., Grandmougin-Ferjani, A., Declerck, S., 2008. Influence of two sterol biosynthesis inhibitor fungicides (fenpropimorph and fenhexamid) on the development of an arbuscular mycorrhizal fungus. *Mycol. Res*, 112;5: 592-601.