



Araştırma Makalesi

www.ziraat.selcuk.edu.tr/ojs
Selçuk Üniversitesi
Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi
26 (2): (2012) 46-54
ISSN:1309-0550



Doğal Yollarla Organik Madde Kazandırılmış Kum Ortamında Yetiştirilen Soğan (*Allium cepa* L.) Bitkisine Aşılana Beş Farklı Mikoriza Sporunun İnfeksiyon Oranlarının Belirlenmesi

Emel KARAARSLAN^{1,2}

¹Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Konya/TÜRKİYE

(Geliş Tarihi: 24.02.2012, Kabul Tarihi: 02.06.2012)

Özet

Bu çalışma doğal bir mikrobiyolojik gübre olan mikorizanın beş farklı spor türünün (*Glomus mossea*, *Glomus deserticola*, *Glomus caledonium*, *Glomus intraradice* ve *Glomus clustroforme*) doğal yollarla organik madde kazandırılmış kum ortamına ekilen soğan bitkisine aşılanaarak, soğandaki en yüksek infeksiyon oranını belirlemek için yapılmıştır. Aynı ortam koşullarında ancak beş farklı mikoriza spor türü aşılanaarak yetiştirilen soğanda farklı infeksiyon oranları elde edilmiştir. Spor türleri arasında en yüksek infeksiyon oranı *Glomus deserticola* ile aşılana bitki köklerinden elde edilmiştir. Mikoriza spor türlerine bağlı olarak bitkide ölçülen diğer bazı gelişim parametreleri ile makro ve mikro besin element kapsamlarında da farklılıklar elde edilmiş olup, elde edilen bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$ ve $P<0.05$) bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Mikoriza, spor türü, soğan, infeksiyon oranı.

Determination of Infection Rates of Five Different Mycorrhizal Spores Inoculated to Onion (*Allium cepa* L.) Cultivated in Sand Medium Containing Naturally Added Organic Matter

Abstract

The present study was conducted in order to determine the highest mycorrhizal infection rates in onion plant through the inoculation of five different types of mycorrhizae (*Glomus mossea*, *Glomus deserticola*, *Glomus caledonium*, *Glomus intraradice* ve *Glomus clustroforme*), which are known to be microbiological fertilizers, to onion cultivated in a sand medium containing naturally added organic matter. Different infection rates were determined in onion plants which were cultivated under the same conditions but inoculated with five different types of mycorrhizae. Among the spores, the highest infection rate was observed in the plant roots inoculated with *Glomus deserticola*. Statistically significant differences were also observed regarding certain other growth parameters and macro and micro nutritional elements measured in the plants depending on the types of inoculated mycorrhizal spores ($P<0.01$ and $P<0.05$).

Key Words: Mycorrhiza, spores species, onion, infection rate.

Giriş

Mikoriza yüksek bitkilerin kökleri ile toprak kökenli funguslar arasında kurulan simbiyotik bir birlikteliktir. Bu ortaklıkta mantarlar bir kök gibi hareket ederek bitkiden şekeri alır ve kökün salgıladığı salgılara benzer oluşumlarla bitki makro ve mikro besin elementlerinin alımını artırırlar. Bu fizyolojik ortaklık sürecinde mikorizalar tarafından teşvik edilen bitkinin gelişimi artar, daha hızlı ve üniform gelişir, strese direnci artar, hastalıklara direnci gelişir veya kök patojenlerine karşı toleransı artar, bitkinin boyutları gelişir, çiçek sayı ve rengi ile besin kompozisyonu gelişir (Saif and Khan, 1977; Abbott and Robson, 1982; Nelson and Safir, 1982; Gianinazzi-Pearson, 1986).

Dünya üzerinde bilinen karasal bitkilerin % 80'i Vesiküler Arbusküler Mikoriza (VAM) funguslar ile simbiyotik bir yaşam sürdürmekte ve topraktaki VAM

funguslarının potansiyeli toprak kalitesini belirleyen en önemli faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir (Abbot ve Robson, 1991, Brundrett, 1991; Janos, 2007). Ancak bu fungal simbiyotların konukçu bitki üzerindeki etkileri bitkiden bitkiye değişmekte ve farklı bitki toplulukları da AM funguslarının popülasyonunu etkilemektedirler (Kjölller ve Rosendahl, 2000; Duhoux ve ark., 2001). Dolayısıyla farklı bitkilerin mikorizal yaşama bağlılıklarının bitkilerin popülasyon yapısı ve dinamiğini birinci derecede etkilediği göz önünde tutularak, farklı bitki familyaları ve aynı familya içinde farklı bitki türlerinde VAM oluşumunun belirlenmesinin, teşhislerinin yapılmasının ve bu türlerin farklılığı veya benzerliğinin ortaya konmasının, gerek doğal ve gerekse tarımsal ekosistemlerdeki bitki gelişimini artırmak açısından yararlı olacağı belirtilmiştir (Clapp ve ark., 1995; Gollette ve ark., 2003).

²Sorumlu Yazar: ekaraarslan@selcuk.edu.tr

Yapılan ilk çalışmalar besin element noksanlığı gösteren bir toprakta yetiştirilen mısır, arpa ve buğday bitkilerine ekim öncesi vesiküler-arbusküler mikoriza aşılmasının bitki verimini kayda değer bir şekilde artırdığını göstermiştir. Besin elementlerindeki bu artış Mikoriza hiflerinin bitki kök yüzeyinden 7 cm. dışarı uzanarak topraktan ekstrakte edilebilir besin elementlerini daha fazla alıyor olmasına bağlanmıştır (Koide, 1991). Mikoriza hiflerinin bu fonksiyonu özellikle fosfor, çinko ve bakır gibi bitki kökü etrafındaki difüzyon alanı daha dar olan ve bu nedenle de dağılımı orantısız olan besin elementleri açısından çok önemlidir (Lambert et al., 1979).

Topraktaki Mikorizal mantarın aktivitesine toprak tekstürü, kimyası, sıcaklık, pH, nem, organik madde kapsamı ile kireç, gübre ve kimyasal pestisit uygulamaları dahil bir çok faktörün etki yaptığı tespit edilmiştir (Lambert et al., 1979; Trappe et al., 1984; Dodd ve Jeffries, 1989).

Birçok çalışmada minör elementlerin başta da P, K, Ca, Mg, S'ün mikorizal aktivite ve mahsul verimi üzerine etkisi rapor edilmiştir. Bildirilen çalışmaların yalnızca bir kaçında bitkilerdeki iz element değişiklikleri veya ilgili besin elementleri ve mikorizal infeksiyonlar değerlendirilmiştir. Bugüne kadar demir, çinko, kalsiyum, bakır, kobalt, selenyum, manganez ve bor konularında çalışılmıştır.

Mikoriza funguslarının sporları çok küçüktür ve toprak içerisine gelişigüzel bir şekilde dağılmıştır, bu nedenle topraktan bu sporların izole edilmesi kolaydır. Mikoriza sporlarını topraktan izole etmek için tek bir mantarın sporunu izole etmek yeterlidir. Verimli ve güvenilir AM mantar inokulum üretiminde ana engel ise, onların simbiyotik olmaları nedeniyle, gelişmeleri için bir konukçu bitkinin zorunlu olmasıdır.

Geleneksel olarak mikorizal mantarlar saksı kültürü yoluyla üretilir. Mantar inokulumünün başlangıcı genellikle sporlar ve bunlarla kolonize olmuş kök parçacıklarıdır. Bunların ikisi tohum çimlenme üretimi için substratlara birlikte konulurlar (Brundrett ve ark., 1996). Fungi, substrat ve kolonize olmuş kök parçacıklarında yaygın olarak bulunur. Hem kolonize olmuş substratlar hem de kökler mikorizal inokulum olarak hizmet verebilir (Jarstfer ve Sylvia, 1999).

Aeroponik kültür gibi topraksız kültür sistemlerinde daha temiz sporlar üretilebilir ve bu sporlarla kolonize olan bitkiler daha üniform beslenir (Jarstfer ve Sylvia, 1999).

Kök-organ kültürü üzerinde bazı VAM mantar suşlarının başarılı sporları monoxenic suşların kültürüne fırsat verir ve bu şekilde üretilen sporlar ya doğrudan inokulum kaynağı olarak ya da daha geniş miktarlarda spor üretme amacıyla kullanılabilir (Fortin ve ark., 2002).

Zorunlu simbiyotik durumu yüzünden büyük ölçekli VAM fungus inokulum üretimi, saprofitik fungusin

aksine hem mantar gelişimi hem de konukçu gelişiminin optimizasyonu ve kontrolünü gerektirir. VAM sporlarının mikroskopik boyutta olması, karmaşık teşhis aşamalarının yanısıra inokulum kaynağının çoğaltmasındaki zorlukları da artırır.

Inokulum çoğaltma aşağıdaki aşamaların takibini gerektirir: Tek bir spordan orijinal olarak sağlanan saf kültür suşları konukçu bir bitkinin köklerini filizlendirilir ve kolonize edebilir. VAM fungal suşları, tarla bitkilerinden direkt olarak izole edilmiş kolonize kök segmentlerinden orijinlenebilir. Tek bir türe ait saksı ortamlarında (kültürlerinde) çimlendirildikten sonra, sporlar izole edilerek veya ince kök parçacıkları inokulum kaynağı olarak kullanılmaya başlanabilir. Mikoriza sporlarının kolay bir şekilde dormansiye girmesi ve çimlenme oranının ciddi oranlarda düşmesi VAM sporları ile genellikle karşılaşılan teknik bir problemdir (Gemma ve Koske, 1988). Soğuk ısı ile muamele dormansiye kırmak için kullanılabilir (Juge ve ark., 2002; Safir ve ark., 1990). Araştırma kültür koleksiyonu kullanıcılar, VAM spor üretimine başlamak için güvenilir mantar kültürleri sağlar ve buna spor morfolojisi, tür orijininin detaylı bilgisi ve bazen de moleküler biyoloji ve biyokimya eşlik ederek yardımcı olur.

Konukçu bitki için istenen en önemli kriterler onun yüksek mikorizal potansiyeli olması (VAM suşuyla kolonize olabilme kapasitesi ve büyümesi ve sporlaşmayı teşvik eder olması), sera ve büyüme odası koşulları altında büyümeye tolerans göstermesi, geniş bir kaba kök sistemine sahip olması ancak bunların odunlaşmamış kökler olmasıdır. Leek Pırasa, (*Allium porrum* L.), Onion (*Allium cepa*.) Sudan otu (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), mısır, (*Zea mays* L.), ve bahia çimi (*Paspalum notatum* Flugge) inokulum çoğaltma için en yaygın kullanılan bitkilerdir (Struble ve Skipper, 1988).

Bu çalışmada mikoriza ile infeksiyon yeteneği yüksek olan soğan bitkisine 5 farklı mikoriza spor türü aşılanaarak soğanla en iyi uyum gösteren ve bunun sonucunda da en yüksek kök mikorizal infeksiyon oranı sağlayan spor türü belirlenmiştir. Ayrıca bitkide bazı gelişim parametreleri ile besin element durumları saptanarak elde edilen rakamlardaki artış ya da azalışların mikoriza spor türleri ile ilişki olup olmadıkları yapılan istatistik analizleri ile saptanmaya çalışılmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Mikoriza sporu: Yapılan bu çalışmada kullanılan 5 farklı saf mikoriza kültürü Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Mikoriza ve Rizosfer Laboratuvarlarında çoğaltılan farklı saf mikoriza kültürleri (*Glomus mossea*, *Glomus deserticola*, *Glomus caledonium*, *Glomus intraradice* ve *Glomus clustroforme*) kullanılmıştır.

Soğan göğeri: Bitki olarak Avşalı patentli isme sahip Karacabey Yöresi'nde yetiştirilen arpacık soğanlarından kullanılmıştır.

Yetiştirme ortamı: Denemede yetiştirme ortamı olarak üzerinde 3 kez üst üste üçgül ve ayrıca sırayla mısır, çim, maydanoz bitkileri (adı geçen bu bitkiler yerel bitki tohumları olup türleri bilinmemektedir) ekilerek doğal yollardan organik madde kazandırılmış dere kumu kullanılmıştır.

Saksı: Denemede 2 kg. kapasiteye sahip, beyaz plastik saksılar kullanılmıştır.

Metot

Toprak reaksiyonu (pH): 1:2.5'lük toprak:su saf süspansiyonunda pH metre ile belirlenmiştir (Richards, 1954).

Elektriksel iletkenlik (EC): 1:5'lik toprak:su karışımında iletkenlik aleti (EC metre) kullanılarak tayin edilmiştir (U. S. Salinity Lab. Staff, 1954).

Organik madde: Organik maddenin oksidasyonu esasına dayanan "Smith Weldon" yöntemi uygulanarak tayin edilmiştir (Smith ve Weldon, 1941).

Kireç (% CaCO₃): Sheibler kalsimetresi kullanılarak, kireç miktarı asit (1:3'lük HCl) ile karıştırılan toprak, kalsiyum karbonatın parçalanması sonucu açığa çıkan CO₂'in standart sıcaklık ve basınç altındaki hacmi esas alınarak belirlenmiştir (Hızalan ve Ünal, 1965).

Toplam azot: Kjeldahl yöntemine göre toprakların ve bitkilerin toplam azot miktarları belirlenmiştir (Bremner ve Mulvaney, 1980).

Bitkiye yarayışlı fosfor: pH'sı 8.5 olan 0.5 M NaHCO₃ çözeltisinde ekstarkte edilebilen fosfor, molibdo-fosforik mavi renk yöntemine göre belirlenmiştir (Olson ve ark., 1954).

İz elementler: Toprak örnekleri dietilentriaminpentasetik asit (DTPA) çözeltisinde ekstrakte edildikten sonra süzükteki Fe, Cu, Zn, Mn, Cd, Mo, Co ICP-AES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer) (Varian-Vista) aletinde okunmuştur (Lindsay ve Norwell 1978). Bitki örneklerine ait iz element okumasında ise 65-75°C'de 48 saat etüvde kurutularak porselen havanlarda öğütülmüş ve sülfürik asitle (H₂SO₄) yaş yakma metodu (Bayraklı 1987) kullanılarak elde edilen süzükte iz elementler (Fe, Cu, Zn ve Mn) yine, ICP-AES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer) (Varian-Vista) cihazında okunmuştur (Lindsay ve Norwell, 1978).

Yetiştirme ortamının sterilizasyonu: İlk olarak ön denemede, ardından asıl denemede kullanılan dere kumu, ortamda bulunan ve mikoriza ile rekabete girebilecek mikroorganizmaları ortamdaki uzaklaştırmak ve mikorizaların etkinliğini daha iyi görebilmek amacıyla 121°C'de 2 atmosfer basınç altında 120 da

süreyle otoklav aletinde ısı ile sterilizasyona tabii tutulmuştur.

Deneme bitkisinin sterilizasyonu: Yaklaşık 20 gram ağırlığa sahip olan her bir soğan % 0.1'lik sodyum hipokloritle (NaOCl) yüzey sterilizasyonu yapıldıktan sonra saksılara 5'er adet ekilmiş ve saksı tabanları spor kaybına neden olmaması için delinmemiştir.

Deneme saksılarının temizlenmesi: Ön denemede kullanılan plastik kasalar ve asıl denemede kullanılan plastik saksılar deneme kurulmadan önce herhangi bir bulaşmanın önlenmesi amacıyla önce çeşme suyu, ardından saf su ile yıkanarak temizlenmiştir.

Ön yetiştirme ortamının hazırlanması: Deneme öncesi yetiştirme ortamına ekilerek, organik madde kaynağı olarak kullanılan üçgül, çim ve maydanoz bitkileri vejetasyon süresini tamamladıklarında, mısır ise koçana dönmeden hasat edilerek toprağa kökleriyle beraber karıştırılmıştır.

Yetiştirme ortamındaki mikoriza spor sayısının belirlenmesi: Deneme başlangıcında, saksı başına aynı miktarda spor vermek için; önceden üretilmiş olan yetiştirme ortamlarındaki beş farklı mikoriza sporu ıslak eleme metodu ile 10 gram toprak-kum karışımından ekstrakte edilerek (Gerdeman ve Nicolson, 1963) mikroskop altına alınmış, sayısı belirlenmiş ve her saksıya 100 spor gelecek şekilde sağlıklı sporlar seçilerek, pasteur pipetiyle toplanarak soğan göğeri altına gelecek şekilde verilmiştir.

Bitkide mikorizal kök infeksiyonunun belirlenmesi: Köklerde mikoriza infeksiyonunu belirlemede hasatın ardından bitki kökleri iyice yıkanıp, saf sudan geçirildikten sonra 1 cm uzunluğunda kesilerek cam tüplere alınmış ve mikorizal infeksiyon için boyama işlemi Koske ve Gemma (1989)'ya göre yapılmıştır. Boyanan köklerin spor infeksiyon yüzdeleri Giovenetti ve Mosse (1980) tarafından belirtilen yöntemle göre 40-60 büyütme stereo mikroskop altında yapılmıştır.

Bitki kök uzunluğu: Kök uzunluğunu tespit etmek amacıyla saydam plastikten yapılmış sığ kabin tabanına (30x40cm) 1x1 cm boyutlarında gridlenmiş asetat kâğıdı yerleştirilmiştir üzerine 1 g olarak tartılan bir kaç cm uzunluğunda kesilen bitki kökleri rasgele (tesadüfî) bir şekilde grid üzerine yerleştirilmiştir ve kök ile çizgilerin kesişme noktaları enine ve boyuna olarak el sayıcısı ile sayılmıştır (Tennat, 1975).

Bitki toprak üstü ve kök yaş ağırlığı (g): Bitkiler hasat edildikten sonra tüm bitki yaş ağırlıkları hassas tartıda belirlenerek, ağırlıkların aritmetik ortalamaları hesaplanmıştır.

Deneme deseni: Denemede *Glomus mossea*, *Glomus deserticola*, *Glomus caledonium*, *Glomus intraradice* ve *Glomus clustroforme* olmak üzere 5 farklı mikoriza spor türü bir yetiştirme ortamı, bir bitki ve 5 tekerür olmak üzere toplam 25 saksıda çalışılmıştır.

İstatistiksel Analiz: Deneme sonunda hasat edilen soğan bitkisinde ölçülen bazı parametrelerden elde edilen rakamsal sonuçlar MINITAB ve MSTAT programlarıyla istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Ön deneme ile üçgül, çim, maydanoz ve mısır bitkileri yetiştirilerek organik madde kazandırılan ve deneme için yetiştirme ortamı olarak kullanılan kumun deneme öncesi ve sonrasına ait bazı değerleri Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 1.'de görüleceği gibi denemede yetiştirme ortamı olarak kullanılan kum ortamının deneme öncesi ve doğal yollarla organik madde kazandırıldıktan sonra, 5 farklı mikoriza spor türü aşılanıp soğan bitkisinin yetiştirilmesinin ardından deneme sonrası bazı besin elementi ile organik madde kapsamındaki değişimler oldukça belirgindir.

Diğer bir ifade ile bitkinin deneme süresince yetiştiği kum ortamının mikoriza aşılanmadan önce sahip olduğu % organik madde, Fe, Cu, Mn, Zn ve P₂O₅'e ait başlangıç değerleri aşılanan mikoriza spor türüne bağlı olarak önemli derecede değişiklik göstermiştir. Yetiştirme ortamı olarak kullanılan kumda başlangıçta sırasıyla % organik madde 0.03, Fe 4.15 mg kg⁻¹, Cu 0.17 mg kg⁻¹, Mn 1.67 mg kg⁻¹, Zn 0.65 mg kg⁻¹ ve P₂O₅ 0.53 mg kg⁻¹ iken 3 kez üst üste üçgül ve ayrıca sırasıyla mısır, çim, maydanoz bitkileri ekilerek organik madde kazandırılmış dere kumuna 5 farklı mikoriza spor türü aşılanarak son olarak soğanın ekildiği ve 40 günlük vejetasyonun ardından hasat edildiği bu çalışmada kumda adı geçen değerlerde önemli farklılıklar elde edilmiş ve bu farklılık da büyük oranda mikoriza spor türüne bağlı olarak meydana gelmiştir (Tablo 1.).

Tablo 1. Kumda deneme öncesi ve sonrasına ait bazı değerlerin karşılaştırılması.

Uygulanan mikoriza spor türleri	Ölçülen parametreler						
	% O.M.	Fe mg kg ⁻¹	Cu mg kg ⁻¹	Mn mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹	P ₂ O ₅ mg kg ⁻¹	
Deneme öncesi	-VAM	0.03	4.15	0.17	1.67	0.65	0.53
	<i>G. deserticola</i>	0.59	2,90	0,05	0,29	1,75	3,21
	<i>G. caledonium</i>	0.89	5,86	0,81	5,83	7,01	23,13
Deneme sonrası	<i>G. mossea</i>	0.89	3,00	0,80	5,86	4,58	21,76
	<i>G. Intraradice</i>	0.44	3,19	0,71	2,13	2,85	6,41
	<i>G. clustroforme</i>	0.75	4,10	0,69	3,51	3,45	5,04

Tablo 1.'den görüleceği gibi, organik madde, Fe-Cu-Mn-Zn ve P₂O₅ değerlerinde en yüksek artış (sırasıyla % 0.89-5.86 mg kg⁻¹ - 0.81 mg kg⁻¹ - 5.86 mg kg⁻¹ - 4.58 mg kg⁻¹ - 23.13 mg kg⁻¹) *G. caledonium*'da elde edilirken en düşük değerler ise organik madde de *G. intraradice*'de (%0.44), diğerlerinde ise *G. deserticola*'da elde edilmiştir (sırasıyla 2.90-0.05-0.29-1.75-3,21 mg kg⁻¹). Aynı kum ortamında aynı şartlarda ve aynı bitkiye farklı mikoriza spor türü aşılanması ile yetiştirme ortamında ölçülen parametrelerde meydana gelen bu artış; ortama aşılanan mikoriza spor türlerinin farklılığından kaynaklanmış olabilir. Nitekim, Bagyaraj ve Manjunath (1980), Hetrick ve Bloom (1986), Ortaş (1996), Sreenivasa ve Bagyaraj (1988), Simpson ve Daft (1990), Uyanöz ve ark., (2008) ve Karaarslan ve ark., (2009) gerek farklı bitkilerle aynı sporlar, gerekse aynı bitkilerle farklı sporlar kullanarak yaptıkları çalışmalarında farklı tespitler elde etmişlerdir. Bu durum mikoriza spor türünün soğan bitkisiyle olan afinitesindeki farklılık ve spor türlerinin farklı fizyolojik yapıya sahip olması dolayısı ile farklı oranda salgılar salgılamasının bir nedeni olabilir.

Doğal yollarla organik madde kazandırılan kum ortamına beş farklı mikoriza türünün aşılanarak, arpacık

soğanının yetiştirildiği bu denemeden elde edilen sonuçlara göre bitki kök mikorizal infeksiyon oranı ve diğer gelişme parametreleri arasında elde edilen rakamlar arasındaki bazı farklar istatistik olarak önemli (P<0.01 ve P<0.05) bulunmuştur (Tablo 2., 3. ve 4.)

Nitekim Tablo 2. incelenecek olursa, bitkide deneme sonrası elde edilen en yüksek üst aksam yaş ağırlığı 18.68 g, toplam biomas 24.00 g ve kök mikorizal infeksiyon oranı ise % 76.67 ile *G. deserticola* mikoriza spor türünün aşılandığı uygulamadan elde edilmiştir. Elde edilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak P<0.05 seviyesinde önemli bulunmuştur.

En yüksek kök ve baş ağırlığı ile baş çapı ise (sırasıyla 8.10-6.21 g ve 2.17 cm) *G. clustroforme* mikoriza spor türünün uygulandığı bitkilerden elde edilmiş olup elde edilen kök ağırlığına ait değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli (P<0.05) bulunurken baş ağırlığı ile baş çapına ait elde edilen değerler arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Bitkiye ait kök uzunluğunda ise en yüksek değer 280.42 m/g ile *G. mossea* mikoriza spor türünün aşılandığı soğan bitkilerinden elde edilmiş ancak elde edilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak bir anlam ifade etmemiştir.

İncelenen parametrelerden bitkinin kök ağırlığı, mikorizal infeksiyon oranı ve kök uzunluğu parametrelerine ait en düşük değerler (sırasıyla 3.68g, %36.67 ve 229.01 m/g) *G. intraradice* mikoriza spor türünün aşılındığı soğan bitkisinden elde edilmiştir. Bunun

yanı sıra en düşük üst aksam yaş ağırlığı, toplam biomass, baş ağırlığı ve baş çapında ise en düşük değerler (sırasıyla 8.42-11.48-3.06 g ve 1.68 cm) *G. caledonium* mikoriza spor türünün aşılındığı soğan bitkisinden elde edilmiştir (Tablo 2.).

Tablo 2. Farklı mikoriza spor türü aşılınmış soğan bitkisinde hasat sonu elde edilen bazı değerlere yapılan Duncan Testi sonuçları

Kültür adı	Üst Aksam Yaş ağırlık (g)	Kök Ağırlık (g)	Toplam Biomass (g)	Baş ağırlığı (g)
<i>G. deserticola</i>	18,67±0,93 a	4,70±0,80 cd	24,00±1,15 a	5,33±0,36
<i>G. intraradice</i>	10,94±0,83 bc	3,68±0,06 d	16,23±1,35 bc	5,29±0,52
<i>G. mossea</i>	13,71±1,77 ab	6,60±0,37 ab	19,28±2,67 ab	5,57±0,93
<i>G. clustroforme</i>	15,15±1,85 ab	8,10±0,37 a	21,36±2,14 ab	6,21±0,40
<i>G. caledonium</i>	8,42±0,69 c	5,66±0,38 bc	11,48±0,79 c	3,06±0,13
LSD	* 5.058	* 1.787	* 6.783	Ns
Kültür adı	Baş çapı (cm)	% Mikorizal İn-feksiyon oranı	Kök uzunluğu m/g	
<i>G. deserticola</i>	1,80±0,22	76,67±2,72 a	261,43±25,37	
<i>G. intraradice</i>	1,90±0,13	36,67±7,20 b	229,01±20,64	
<i>G. mossea</i>	1,97±0,16	40,00±4,71 b	280,42±2,83	
<i>G. clustroforme</i>	2,17±0,07	56,67±7,20 ab	247,03±27,04	
<i>G. caledonium</i>	1,68±0,05	60,00±8,16 ab	264,22±3,08	
LSD	ns	* 24.41	ns	

** $P < 0.01$ * $P < 0.05$

Araştırma sonuçlarına göre bitkinin incelenen gelişim parametreleri üzerinde en etkili olan spor türlerinin sırasıyla *G. deserticola*>*G. clustroforme*>*G. mossea* olduğu söylenebilirken, *G. caledonium* ve *G. intraradice*'nin ise soğan bitkisinden en az etkiye sahip mikoriza türleri olduğu söylenebilir. Gerek farklı konukçu kullanılarak tek bir mikoriza türünün aşılındığı çalışmalarda, gerekse farklı spor türlerinin tek/çok bitkiye aşılındığı çalışmalarda elde edilen rakamsal sonuçlar kullanılan çalışmaları yapan araştırmacılar tarafından konukçu ya da spor türünün farklılıklarına atfedilebildiği gibi kullanılan ortam ya da ortama ilave edilen tek/birçok besin elementi ilavesine de atfedilebilmiştir.

Yapılan bu çalışmada ortama organik madde kazandırmak için yetiştirilen ön deneme bitkilerinin, sonrasındaki ana denemede kullanılan soğan bitkisinin ve kullanılan yetiştirme ortamının aynı olduğu göz önüne alınırsa ortaya çıkan farklılıklar mikoriza spor türlerinin farklılığına bağlanabilir. Denemede kullanılan ortamın kum, konukçunun ise soğan olması dikkate alındığında, ölçülen parametreler açısından elde edilen en yüksek değerler hangi spor çeşidinin soğanla daha uyumlu çalıştığı hakkında da bilgi sağlayıcı olmuştur.

Diğer taraftan bitkinin toprak üstü aksamlarında yapılan bazı besin element analiz sonuçlarından elde edilen değerler incelenecek olursa; P, Ca, Na, Mn ve Zn'da en yüksek değerler (sırasıyla %2.20-%5.30-%5.70-12.16 mg kg⁻¹ ve 42.81 mg kg⁻¹) *G. desertico-*

la'nın aşılındığı soğan bitkisinden elde edilirken K ve Fe'de en yüksek değerler (sırasıyla %3.71 ve 76.03 mg kg⁻¹) *G. caledonium* mikoriza spor türünün aşılındığı soğan bitkisi yeşil aksamından elde edilmiştir. En yüksek N, Mg ve Cu ise sırasıyla *G. mossea* (%5.03), *G. clustroforme* (%5.65) ve *G. intraradice* (19.31 mg kg⁻¹) spor türlerinin aşılındığı soğanlardan elde edilmiştir. Soğan bitkisi toprak üstü aksamında ölçülen besin elementlerinden P, Fe ve Zn'dan elde edilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli çıkmazken, Cu ve Mn'dan elde edilen değerler arasındaki fark $P < 0.05$ seviyesinde, N, K, Ca, Mg ve Na'dan elde edilen değerler arasındaki fark ise $P < 0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 3.).

Soğan bitkisi toprak altı aksamına ait bazı makro ve mikro besin element değerlerinin verildiği Tablo 4. incelenecek olursa, bitkinin toprak üstü aksamında olduğu gibi toprak altı aksamına ait değerlerde de genelde en yüksek değerler *G. deserticola*'nın aşılındığı bitkilerden elde edilmiştir. *G. deserticola* aşılınmış olan soğan bitkisi toprak altı aksamına ait P, Ca, Mg, Na ve Mn içeriklerinde en yüksek değerler sırasıyla %1.21-%1.15-%5.44-%0.33 ve 4.27 mg kg⁻¹ olarak elde edilmiştir. Bunun yanı sıra, yine Na ve Zn'da en yüksek değerler (sırasıyla %0.33 ve 51.54 mg kg⁻¹) *G. mossea*'nın, N ve Fe'de en yüksek değerler (sırasıyla %2.73 ve 98.24 mg kg⁻¹) *G. caledonium*'un ve Cu'da ise en yüksek değer (18.66 mg kg⁻¹) *G. clustroforme*'nin aşılındığı soğan bitkisine ait toprak altı aksamlarından elde edilmiştir.

Adı geçen değerlerden P, Na, Mn ve Zn arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$ veya $P<0.05$) bulunmazken; Fe ve Cu'ya ait değerler arasındaki fark

$P<0.05$ seviyesinde, N, K, Ca ve Mg'a ait değerler arasındaki fark ise $P<0.01$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Tablo 3. Soğan bitkisi yeşil aksamına ait bazı makro ve mikro besin elementi değerlerine yapılan Duncan Testi sonuçları

Kültür adı	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
<i>G. deserticola</i>	2,07±0,10 d	2,20±0,24	0,67±0,05 b	5,30±0,08 a	0,83±0,02 b
<i>G. intraradice</i>	4,37±0,15 b	1,31±0,44	3,25±0,08 a	0,64±0,03 b	5,12±0,07 a
<i>G. mossea</i>	5,03±0,08 a	1,16±0,34	3,61±0,14 a	0,63±0,05 b	4,49±0,03 a
<i>G. clustroforme</i>	3,19±0,17 c	1,09±0,27	3,62±0,11 a	0,66±0,03 b	5,65±0,06 a
<i>G. caledonium</i>	4,86±0,04 ab	1,58±0,03	3,71±0,04 a	0,68±0,01 b	4,13±0,79 a
LSD	** 0.6485	ns	** 0.5188	** 0.2664	** 1.949
Kültür adı	Na (%)	Fe (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Zn(mg kg ⁻¹)
<i>G. deserticola</i>	5,70±0,01 a	62,51±13,83	18,72±0,14 ab	12,16±1,58 a	42,81±0,96
<i>G. intraradice</i>	0,80±0,02 b	52,80±7,10	19,31±0,59 a	10,41±0,57 ab	41,27±1,56
<i>G. mossea</i>	0,31±0,01 b	37,20±0,99	18,47±0,19 ab	8,14±0,08 bc	39,35±0,49
<i>G. clustroforme</i>	0,55±0,03 b	51,35±2,68	16,30±0,37 c	7,95±0,74 bc	39,42±0,50
<i>G. caledonium</i>	0,61±0,05 b	76,03±6,54	17,44±0,46 bc	6,24±0,11 c	38,10±1,34
LSD	** 2.004	ns	* 1.500	* 3.172	ns

** $P<0.01$ * $P<0.05$

Tablo 4. Soğan bitkisi toprak altı aksamına ait bazı makro ve mikro besin element değerlerine yapılan Duncan Testi sonuçları

Kültür adı	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
<i>G. deserticola</i>	1,98±0,05 b	1,21±0,02	0,94±0,10 c	1,15±0,05 a	5,44±0,02 a
<i>G. intraradice</i>	2,20±0,09 ab	0,80±0,25	1,72±0,03 a	0,87±0,05 b	4,18±0,07 b
<i>G. mossea</i>	0,90±0,09 c	1,03±0,12	1,48±0,03 ab	0,71±0,02 bc	4,46±0,04 b
<i>G. clustroforme</i>	1,79±0,02 b	0,58±0,17	1,29±0,03 b	0,59±0,02 c	3,65±0,05 b
<i>G. caledonium</i>	2,73±0,16 a	0,88±0,21	1,35±0,03 b	0,58±0,03 c	4,29±0,06 b
LSD	** 0.5416	ns	** 0.2882	** 0.1994	** 0.9196
Kültür adı	Na (%)	Fe (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Zn(mg kg ⁻¹)
<i>G. deserticola</i>	0,33±0,04	50,63±10,23 b	16,86±0,27 ab	4,27±0,13	40,01±5,25
<i>G. intraradice</i>	0,31±0,02	91,92±11,16 a	16,71±0,74 ab	3,92±0,43	45,53±2,3
<i>G. mossea</i>	0,33±0,02	64,24±2,15 ab	18,58±0,34 a	2,66±0,14	51,54±1,11
<i>G. clustroforme</i>	0,24±0,02	37,65±16,1 b	18,66±0,63 a	2,05±0,07	50,29±2,13
<i>G. caledonium</i>	0,25±0,03	98,24±5,70 a	15,53±0,39 b	3,18±1,01	43,02±0,81
LSD	ns	* 39.57	* 1.976	ns	ns

** $P<0.01$ * $P<0.05$

Tablo 3. ve Tablo 4.'ün genel bir karşılaştırması yapılsa; *G. deserticola*'nın gerek soğan bitkisi toprak üstü gerekse toprak altı aksamında analizi yapılan makro ve mikro elementler üzerinde olumlu bir etki göstermiş olduğu göze çarpmaktadır. Denemede yetiştirme ortamı olarak kullanılan kumun deneme sonunda yapılan analizinde besin elementleri itibari ile (Fe, Cu, Mn, Zn ve P_2O_5) diğer spor türlerinin aşılandığı ortamlara göre daha düşük değerler elde edildiği dikkate alınacak olursa bu spor türünün aşılandığı ortamdaki bitkinin, topraktaki besin elementlerini daha fazla kaldırdığını göstermektedir. Bu durum bitki gelişimi açısından önem arz etmektedir. Diğer taraftan, bunun aksine kumda deneme sonrası incelenen makro ve mikro besin elementleri itibari ile en yüksek değer-

lerin elde edildiği *G. caledonium*'un aşılandığı ortamda yetişen soğanlarda ise toprak üstü aksamında K ve Fe'de, toprak altı değerlerinde ise N ve yine Fe'de en yüksek değerler elde edilmiştir. Bu durumda *G. caledonium*'un bitkide özellikle Fe alımında olumlu etkisi olduğu düşünülebilir.

Genel itibari ile denemede kullanılan spor türlerinin soğan bitkisinin gelişimindeki etkileri karşılaştırıldığında, *G. deserticola*'nın bitkide en yüksek infeksiyonu sağlaması neticesinde bitkinin daha iyi beslenmesine katkıda bulunduğu ve bu nedenle de gerek toplam biomasta, gerekse toprak altı-üstü aksamlarına ait ölçülen makro-mikro besin elementleri açısından genelinde daha iyi sonuç vermiş olduğu söylenebilir.

Nitekim, birçok araştırmacı farklı mikoriza türlerini aşılıyarak yaptıkları benzer çalışmalarında başta fosfor olmak üzere, bitki beslenmesinin ancak iyi bir mikorizal enfeksiyon gerçekleşmesi halinde olabileceğini belirtmişlerdir (Abbott ve Robson, 1982; Nielsen, 1983; Clarkson, 1985; Smith ve ark., 1986; Smith ve Gianinazzi-Pearson, 1988; Koide, 1991; Marschner, ve Dell, 1994; Turk ve ark., 2006; Smith and Smith, 2011).

Bütün mikoriza spor türlerinde salgılanabilen, glukoprotein yapıda olan "Glomalın" (Rilling ve ark., 2003) toprak ile bitki kökleri arasında yapıştırıcı özelliğinden dolayı kurduğu köprü görevi ile agregat oluşumunda ve besin elementlerinin alınımının artmasında önemli görevlere sahiptir. Nitekim, Panwar ve Vyas (2002) çöl topraklarının ıslahı ve stabilizeştirilmeleri üzerine yaptıkları çalışmaları sonucu yayınladıkları 41 adet raporda *Acaulospora mellea*, *Gigaspora margarita*, *G. gigantean*, *Glomus deserticola*, *G. fasciculatum*, *Sclerocystis rubiformis*, *Scutellospora calospora* sporlarının salgıladıkları glomalın ile özellikle bu tür ıslah isteyen ortamlardaki bitkilerin (*S. nigra* ve *Moringa concanensis*) yetiştirilmesinde önemli bir başarı elde edildiğini vurgulamışlardır. Çöl alanında yapılan çalışmalarda bitki yetiştirilmesi üzerinde olumlu etkisi bulunan *G. deserticola*'nın denemede yetiştirme ortamı olarak kumun kullanıldığı göz önünde bulundurulursa yine bitki yetişmesine olumlu etkiler göstermesi dikkat çekici olmuştur.

Deneme öncesi üç kez üst üste üçgünlük ve ayrıca sırasıyla mısır, çim, maydanoz bitkileri ekilerek doğal yollardan organik madde kazandırılmış kum ortamına beş farklı mikoriza kültürünün aşılıyarak soğan bitkisinde mikorizal enfeksiyon oranı ile diğer bazı gelişim parametrelerinin belirlendiği bu çalışmada elde edilen bazı sonuçlar şu şekildedir:

Denemede soğan bitkisinin gelişimini herhangi bir noksanlık göstermeksizin tamamlaması önemli oranda toprağa doğal yollarla kazandırılan organik maddeye bağlanmıştır.

Kullanılan yetiştirme ortamının steril olması ve ortamda yalnızca mikoriza sporlarının aşılıyarak organik maddenin ayrışma-parçalanması ve bitkilerce kullanılmasında mikorizaların ne denli önemli olduğunu ortaya koymuştur.

Aynı şekilde mikoriza varlığının da ortamdaki organik maddeden etkilenmiş olabileceği ve bu nedenle de bitkilerdeki enfeksiyon oranlarında bir dalgalanma olmuş olabileceği düşünülebilir. Çünkü yapılan birçok araştırmada bazı Vesiküler Arbusküler mikoriza çeşitlerinin enfeksiyon oranlarının organik madde seviyesine bağlı olarak artış ya da azalış gösterebildiği belirlenmiştir.

Aynı bitki çeşidinin (soğan), aynı ortam (doğal yollarla organik madde kazandırılan kum) koşullarında ancak farklı spor kültürü aşılıyarak yetiştirilmesi

sonucu bitkininin farklı oranda enfeksiyon oranı ve farklı gelişim göstermesi bitki ve spor arasında bir seçiciliğin söz konusu olabileceğine bağlanmıştır.

Ayrıca aynı bitkinin, aynı gelişme ortamında farklı spor kültürü aşılıyarak sonucu enfeksiyon oranı ve gelişme düzeylerinde meydana gelen farklılık salgıladığı ekstraselüler enzimler ile başta P olmak üzere diğer besin elementleri ve suyun alınımını geniş ölçüde artıran, doğada yaygın mikrobiyolojik bir gübre olan mikoriza sporlarının birbirlerinden farklı fizyolojik ve metabolik fonksiyonlara sahip olmasına da bağlanabilir.

Doğal yollarla organik madde kazandırılmış kum ortamında soğan bitkisine aşılıyarak *Glomus mossea*, *Glomus deserticola*, *Glomus caledonium*, *Glomus intraradice* ve *Glomus clustroforme* spor türleri içinde gerek bitkideki en yüksek enfeksiyon kapasitesi bakımından, gerek bitkide ölçülen bazı gelişim parametrelerinde en iyi değerlerin elde edilmesinde ve gerekse bitkinin en yüksek makro ve mikro besin element içeriklerine sahip olmasında *G. deserticola*'nın bu çalışmada en iyi sonucu verdiği söylenebilir.

Özetle; yapılan bu çalışmada bitkide en iyi gelişim sağlayan spor türü olan *Glomus deserticola*'nın aynı yetiştirme ortamı (kum) ortamı kullanılarak benzer koşullardaki bir yetiştiricilikte tavsiye edilebileceği,

Ancak her spor türünün ve bu türe ait mikorizal oluşumların farklı karakteristiklerinin olduğu ve bu karakteristiklerin de infekte olarak girdiği bitki kök korteksinde farklılaştığı kompleksi dikkate alırsa farklı yetiştirme ortamları ve bitkiler adına bir tavsiyede bulunabilmek için daha fazla bitki-spor ve yetiştirme ortamı ile daha çok sayıda denemenin yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- Abbott, L.K., Robson, A.D., 1982. The role of Vesicular- Arbuscular Mycorrhizal fungi in agriculture and the selection of fungi for inoculation. *Aust. J. Res.*, 33: 389-408.
- Abbott, L., Robson, D., 1991. Factors influencing the occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhizas. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 35(2-3): 121-150.
- Bagyaraj D.J., Manjunath A., 1980. Selection of a suitable host for mass production of VA mycorrhizal inoculum. *Plant and Soil*, 55: 495-498.
- Bremner, J.M. ve Mulvaney, C.S., 1980. Nitrogen total. p. 595-624. In A. L. Page (ed.), *Methods of Soil Analysis*. Agron. No: 9 Part 2: *Chemical and Microbiological Properties*. 2nd Ed. *Amer. Soc. of Agron Inc. Pub.* Madison, WI, USA.
- Brundrett, M., 1991. Mycorrhizas in Naturel Ecosystem. *Advanced in Ecological Research*, 21: 171-313.

- Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B., Grove, T., and Malajczuk, N. 1996. Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. *ACIAR (Austral. Cen. Int. Agric. Res.) Monograph 32. Australian Centre for International Agricultural Research*, Canberra.
- Clapp, J.P., Young, J.P.W., Merryweather, J.W. and Fitter, A.H., 1995. Diversity of fungal symbionts in arbuscular mycorrhizas from a natural community. *New Phytologists*, 130: 259-265.
- Clarkson, D.T., 1985. Factors Affecting Mineral Nutrient Acquisition by Plants. *Annual Review of Plant Physiology*, 36: 77-115.
- Dodd, J.C., Jeffries, P., 1989. Effects of herbicides on three vesicular-arbuscular fungi associated with winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Biol. Fertil. Soils*, 7: 113-119.
- Duhoux E., Rinaudo, G., Diem, H.H., Auguy, F., Fernandez, D. and Bogusz, D., 2001. Angiosperm *Gymnostoma* trees produce root nodules colonized by arbuscular mycorrhizal fungi related to *Glomus*. *New Phytologists*, 149: 115-125.
- Fortin, J.A., Bécard, G., Declerck, S., Dalpé, Y., St-Arnaud, M., Coughlan, A. P., and Piché, Y. 2002. Arbuscular mycorrhiza on root-organ cultures: A review. *Can. J. Bot.*, 80:1-20.
- Gemma, J.N., Koske, R.E. 1988. Seasonal variation in spore abundance and dormancy of *Gigaspora gigantea* and in mycorrhizal inoculum potential of dune soil. *Mycologia*, 80: 211-216.
- Gerdeman, J.W., Nicolson, T.H., 1963. Spores of Mycorrhiza Endogene Species. Extracted from Soil by Weh Sieving and Decanting. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 46: 235-244.
- Gianinazzi-Pearson, V., 1986. Mycorrhiza: a potential for better use of phosphate fertilizer. *Fertilizers and Agriculture*, 92: 3-12.
- Giovannetti, M., Mosse, B., 1980. An Evaluation of Techniques for Measuring Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Infection in Roots. *New Phytol.*, 84: 489-500.
- Gollotte, A., Van Tuinen, D. and Atkinson, D., 2003. Diversity of arbuscular-mycorrhizal fungi colonizing roots of the grass species *Agrostis capillaris* and *Lolium prene* in a field experiment. *Mycorrhiza*, 25: 20-31.
- Hetrick, B.A.D., Bloom, J., 1986. The influence of host plant on production and colonization ability of vesicular-arbuscular mycorrhizal spores. *Mycologia*, 78: 32-36.
- Hızalan, E. ve Ünal, H., 1965. Toprakta Kimyasal Analizler. *Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları*, 273, Ankara.
- Janos, D.P., 2007. Plant responsiveness to mycorrhizas differs from dependence upon mycorrhizas. *Mycorrhiza*, 17: 75-91
- Jarstfer, A.G, Sylvia, D.M., 1999. Aeroponic culture of VAM fungi. Pages 427-441: Mycorrhiza: Structure, Function, Molecular Biology and Biotechnology. 2nd edition. A. Varma, and B. Hock, eds. Springer-Verlag, Berlin.
- Juge, C., Samson, J., Bastien, C., Vierheilig, H., Coughlan, A., and Piché, Y. 2002. Breaking dormancy in spores of the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices*: A critical cold-storage period. *Mycorrhiza*, 12: 37-42.
- Karaarslan, E., Karaca Ü. ve Uyanöz, R., 2009. Farklı Mikoriza Kültürü İle Aşılamanın Buğday Bitkisinin Gelişmesi Üzerine Etkisi. Bildiriler Kitabı sy: 393-400 I. GAP Organik Tarım Kongresi. 17-20 Kasım, Urfa.
- Kjölller, R., Rosendahl, S., 2000. Detection of arbuscular mycorrhizal fungi (Glomales) in roots by nested PCR and SSCP (Single Stranded Conformation Polymorphism). *Plant and Soil*, 226: 189-196.
- Koide, R.T., 1991. Nutrient supply, nutrient demand and plant response to mycorrhizal infection. *New Phytol.*, 117: 365-386.
- Koske, R. E., Gemma, J. N., 1989. A Modified Procedure for Staining Roots to Detect VAM. *Mycological Research*, 92: 486-505.
- Lambert, D.H., Baker, D.E. and Cole, H., 1979. The role of mycorrhizae in the interactions of phosphorus with zinc, copper and other elements. *Soil Science Society of America Journal*, 43: 976-980.
- Lindsay, W.L., Norwell, W.A., 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. *Soil Sci. Amer. Jour.*, 42(3): 421-28.
- Marschner, H., Dell, B., 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant and Soil*, 159: 89-102.
- Nelson, C.E., Safir, G.R., 1982. Increased drought tolerance of mycorrhizal onion plants caused by improved phosphorus nutrition. *Planta*, 54: 407-13.
- Nielsen, J.D., 1983. Influence of vesicular-arbuscular mycorrhiza fungi on growth and uptake of various nutrients as well as uptake ratio of fertilizer P for lucerne (*Medicago sativa*). *Plant and Soil*, 70: 165-172.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanebe, F.S. and Dean, L.A., 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. *US. Dept. of Agric. Circ.*, 939, USA.

- Ortaş, İ., 1996. The influence of use of different rates of mycorrhizal inoculum on root infection, plant growth and phosphorus uptake. *Commun. Soil Sci. Plant Anal*, 27 (18-20): 2935-2946.
- Panwar, J., Vyas, A., 2002. AM fungi: A biological approach towards conservation of endangered plants in Thar desert, India. *Curr. Sci.*, 82: 576-578.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and improvements saline and alkali soils. *U.S. Dep. Agr. Handbook* 60, Stroudsburg, U.S.A.
- Rilling, M.C., Ramsey, P.W., Morris, S. and Paul, E.A., 2003. Glomalin, an arbuscular mycorrhizal fungal soil protein, responds to land use changes. *Plant Soil*, 253: 293-299.
- Safir, G.R., Coley, S.C., Siqueira, J.O., and Carlson, P.S. 1990. Improvement and synchronization of VA mycorrhiza fungal spore germination by short-term cold storage. *Soil Biol. Biochem.*, 22: 109-111.
- Saif, S.R., Khan, A.G., 1977. The effect of vesicular-arbuscular associations on growth of cereals. III. Effects of barley growth. *Plant and Soil*, 47: 17-26.
- Sally E. Smith and F. Andrew Smith, 2011. Roles of Arbuscular Mycorrhizas in Plant Nutrition and Growth: New Paradigms from Cellular to Ecosystem Scales. *Annual Review of Plant Biology*. 62: 227-250.
- Simpson, D., Daft, M.J., 1990. Spore Production and Mycorrhizal Development in Various Tropical Crop Hosts infected with *Glomus Clarium*. *Plant and Soil*, 121: 171-178.
- Smith, H.W., Weldon, M.D., 1941. A Comparison of Some Methods for The Determination of Soil Organic Matter. *Soil Sci. Soc. Amer., Proc.* 5: 177-182.
- Smith, S.E., John, B.J., Smith, F.A. and Bromley J.L., 1986. Effect of mycorrhizal infection on plant growth, nitrogen and phosphorus nutrition in glass-house-grown *Allium cepa* L. *New Phytol.*, 103: 359-373.
- Smith, S.E., Gianinazzi-Pearson, V., 1988. Physiological Interactions Between Symbionts in Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 39: 221-244.
- Sreenivasa, M.N., Bagyaraj, D.J., 1988. Use of pesticide for mass production of vesicular-arbuscular mycorrhizal inoculum. *Plant and Soil*, 119:127-132.
- Struble, J.E., Skipper, H.D., 1988. Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungal spore production as influenced by plant species. *Plant Soil*, 109: 1194-1196.
- Tennat, D., 1975. A test of modified line intersect method of estimating root length. *Journal of Ecology*, 63: 995-1001.
- Trappe, J. M., Molina, R. and Castellano, M., 1984. Reactions of Mycorrhizal Fungi and Mycorrhiza Formation to Pesticides. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 22: 331-59.
- Turk, M.A., Assaf, T.A., Hameed, K.M. and Al-Tawaha, A.M., 2006. Significance of Mycorrhizae. *World Journal of Agricultural Sciences*, 2 (1): 16-20, 2006.
- U.S. Salinity Lab. Staff., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils *U.S. Government Handbook No: 60* Printing Office Washington.
- Uyanöz, R., Karaarslan, E. ve Çetin (Karaca), Ü., 2008. Farklı Mikoriza Kültürü İle Aşılamanın Mısır Bitkisinin Gelişmesi Üzerine Etkisi. *4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 8-10 Ekim 2008, Bildiri Kitabı*, sf: 389-399, Konya.