



KONYA OVASI'NDAKİ BÜYÜK TOPRAK GRUPLARINDAN İZOLE EDİLEN ARBUSKÜLER MİKORİZA (A.M.) SPORLARININ BÜYÜKLÜKLERİNE GÖRE DAĞILIMI, İNFEKSİYON ETKİNLİKLERİ VE TOPRAĞIN BAZI ÖZELLİKLERİ İLE ARASINDAKİ İLİŞKİLER¹

Emel KARAARSLAN^{2,3}

Refik UYANÖZ²

²Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Konya/Türkiye

(Geliş Tarihi: 26.11.2007, Kabul Tarihi: 21.02.2008)

ÖZET

Bu çalışmada Konya Ovası'ndaki büyük toprak gruplarında Arbusküler mikoriza sporlarının izole edilerek, dağılımı ve bitkilerdeki mikorizal infeksiyon oranları belirlenmiştir. Bu amaçla, 15 farklı büyük toprak grubunun 0-20 cm derinliğinden örnekleme yapılarak toprak gruplarının mikoriza spor sayıları ve toprak örneği alınan yerlerde yetişen bitki köklerinde mikorizal infeksiyon oranları belirlenmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre; büyük toprak gruplarından hidromorfik allüviyal topraklardaki doğal mikorizal potansiyel diğer toprak gruplarından daha yüksek (654 adet/10 g toprak) bulunmuştur. En düşük spor sayısı ise (58 adet/10 g toprak) allüviyal toprak grubundan elde edilmiştir. Diğer taraftan hem en yüksek (% 95) hem de en düşük (% 10) mikorizal infeksiyon oranı soğan bitkisinden elde edilmiştir. Mikoriza sporları elek çaplarına göre genellikle bütün toprak gruplarında 50 mikronluk elek üzerinde yoğunlaşmıştır (ortalama 143 adet/10 g). Diğer taraftan, toprak özellikleri ile mikoriza spor sayısı ve infeksiyon arasında da önemli ilişkiler ($p < 0.01$ veya $p < 0.05$) belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Büyük toprak grubu, mikoriza, spor, infeksiyon

THE DETERMINATION AND ISOLATION OF ARBUSCULAR MYCORRHIZA (A.M.) SPORES DISTRIBUTION ROOT COLONIZATION AND THEIR RELATIONSHIP IN THE MAJOR SOIL GROUPS OF KONYA PROVINCE

ABSTRACT

The primary purpose of the this study is to determine the isolated spore count from some major soil groups in Konya Plain and the Arbuscular Mycorrhizal (A.M.) colonization of plants and spore counts in these soils. For this purpose, mycorrhiza spore counts and mycorrhizal infection incidences in plant roots, grown in the places where the soil samples were collected, were determined by being sampled from rhizospher zone soil present in the depth of 0-20 cm under the major soil groups.

The study results showed that the natural mycorrhizal potential (654 mycorrhiza spore/ 10 g air-dried soil) in hydromorphic alluvial soils from the major soil groups were found higher than that of other soil groups while the lowest spore count was found as 58 mycorrhiza spore/10 g air-dried soil in the alluvial soil group. Both the highest (95 %) and the lowest (10 %) mycorrhizal infection incidences were observed in the onion (*Allium cepa*). Mycorrhizal spores were localized on 50 micrometers sieve according to sieve diameter at all soil groups. In addition to, a positive correlation ($p < 0.01$ or $p < 0.05$) was found among the occurrence of mycorrhizal infection, the number of spore and soil properties.

Key words: Major soil group, mycorrhiza, spores, infection.

GİRİŞ

Tarımda ulaşılması istenen ana noktalardan birisi de bitkisel üretimde verimi artırmaktır. Bu da, ancak toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirme ile sağlanabilir. Bilinçsizce kullanılan kimyasal güdümler ve yanlış toprak işleme ile toprakların biyolojik verimliliği düşmüş ve bunun bir sonucu olarak ta toprakların kalitesi ve verimliliği azalarak, sağlıklı ürün yetiştirilmesi sorun olmaya başlamıştır (Ortaş 2002). Tarım topraklarının sürdürülebilir şekilde devamlılığının sağlanması için araştırmacılar, doğada bulunan ve doğaya zararı olmayan mekanizmaları araştırma yoluna yönelmişlerdir.

¹Bu makale S.Ü. BAP Koordinatörlüğü tarafından FBE 2003/035 nolu projeye desteklenen ve Emel KARAARSLAN'ın Doktora Tezi'nden alınmıştır.

³Sorumlu Yazar: ekaraarslan@selcuk.edu.tr

Bu nedenlerle, tarımda ileri giden birçok ülkenin bitkisel üretim ve toprak verimliliğini artırmada gerek kalıcı etkiler yaratması ve gerekse diğer tüm kimyasallardan hem daha ucuz olması hem de doğaya zararlı olmaması açısından başvurduğu mikoriza inokülasyonunun ülkemiz tarımındaki kullanımının da daha fazla yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalarda bitki besin elementlerinin bitki köklerinin yanı sıra çoğunlukla "Mikoriza" diye adlandırılan ve teşhisi mikroskop altında yapılan ve çok miktarda hif üreten fungus türleri tarafından alındığı tespit edilmiştir (Ortaş 1996, 1997, 2003). Mikorizanın bitki toplulukları ile olan infeksiyonu toprakta var olan sporlar tarafından sağlanmaktadır. Doğada bulunan bitki türlerinin % 90'dan fazlası mikoriza mantarı ile enfekte olabilmektedir. Arbusküler Mikoriza (A.M.) denilen en yaygın mikorizal yapının besin elementlerini özellikle de fosfor (P) alımına olan katkısı

kontrollü koşullarda ve tarla denemeleriyle ispatlanmıştır (Kothari ve ark. 1991; Li ve ark. 1991; Ortaş ve ark. 1996, 1997, 2003).

Bölgemiz topraklarının başta P ve Zn olmak üzere diğer besin elementlerince fakir olması ve mikorizanın bu besin elementlerini aktif olarak alabilme yeteneğinden dolayı mikorizanın çalışabilirlik potansiyeli ve ileriye yönelik mikoriza kullanımını büyük önem taşımaktadır.

Türkiye’de bu güne kadar konuya ilişkin yeterli uzman veya araştırmacıların fazla olmayışı nedeniyle Türkiye florasında var olan doğal mikoriza sporlarının türleri ve bunların bitki kökleri ile olan enfeksiyonları ve oranları çok az düzeyde araştırılabilmektedir. Konuyla ilgili olarak sadece Gür (1992), Gür ve ark. (1993) tarafından yapılan Erzurum ve Konya yöresine ait bazı toprakların, Kaymaz (1985) ve Weber ve ark. (1994) tarafından yapılan Doğu ve Güneydoğu Anadolu yörelerindeki bazı toprakların mikorizal potansiyelleri ve bazı bitkilerdeki enfeksiyon derecelerine yönelik bazı bilgiler, Gök ve ark. (1997)’nin GAP, Çukurova ve Orta Anadolu topraklarında mikorizal potansiyel etkinlik dereceleri ve bazı mikoriza izolatlarının bitki gelişimi ve besin elementleri alımına etkisi ile Ortaş ve ark. (2000 ve 2003)’nin Türkiye ekosistemindeki

Tablo 1. Konya Ovası Büyük Toprak Gruplarına Ait Toprak ve Bitki Örneklerinin Alındıkları Noktalar

Büyük Toprak Grubu	Örnek Bitki	Örnekleme Alanı
Allüviyal	Soğan	Meram/Seydişehir (Gökhüyük Köyü)
Kahverengi	Fasülye	Konya Merkez (Kampus)
Kireçsiz Kahverengi Orman	Soğan	Seydişehir (Kozlu Köyü)
Kırmızı Kahverengi Akdeniz	Semiz otu	Hadim/Seydişehir
Kahverengi Orman	Soğan	Hadim (Oduncu Köyü)
Kırmızımsı Kahverengi	Mısır	Çumra (Seçme Köyü)
Tuzlu-Alkali	Mısır	Karatay (Erler Köyü)
Kestane Rengi	Fasülye	Bozkır (Saray ve Akkise Kasabası)
Sierozem	Nohut	Karapınar (Hotamış Kasabası)
Regosol	Soğan	Karapınar
Hidromorfik Allüviyal	Çayır	Kaşınhanı/Abditolu
Kolüviyal	Nohut	Bozkır (Ahırlı ve Ali Çerçi Köyü)
Kırmızımsı Kestane	Buğday	Bozkır (Akçapınar Köyü)
Kırmızı Akdeniz	Çilek	Hadim (Göynükışla Kasabası)
Kireçsiz Kahverengi	Fasülye	Sille (Sille Barajı)

Toprak örneklerinin tekstür analizi Bouyocous (1951) tarafından geliştirilen “Hidrometre Yöntemi” ne göre, trla kapasitesi 1/3 atmosferlik emiş altında basınçlı tabla kullanılarak (Demiralay 1977), Toprak reaksiyonu (pH) 1:2.5’luk toprak:su saf süspansiyonunda pH metre ile (Richards 1954), Elektriksel iletkenlik (EC) 1: 5’lik toprak: su karışımında iletkenlik aleti (EC metre) kullanılarak (U. S. Salinity Lab. Staff 1954), Organik madde organik maddenin oksidasyonu esasına dayanan “Smith Weldon” yöntemi uygulanarak (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

mikoriza mantarlarının değişik tarla ve bahçe bitkilerindeki enfeksiyon etkinlikleri konulu çalışmaları mevcuttur.

Bu çalışmada, İç Anadolu Bölgesi kriter alınarak, Konya Ovası’nda yaygın olarak bulunan büyük toprak gruplarındaki doğal bir adaptasyon zenginliği olan ve aynı zamanda doğal bir gübre olmasından dolayı hiçbir girdi gereksinimi olmayan mikoriza sporlarının izole edilmesi, bitki köklerindeki enfeksiyon güçlerinin saptanması ve bunların tarımsal potansiyellerinin belirlenerek Konya Ovası’ndaki dağılımlarının ortaya konması amaçlanmıştır. Ayrıca bu çalışma ile belirlenen mikorizal potansiyel gelecekte biyolojik gübre olarak kullanılmasında da önemli katkılar sağlayacaktır.

MATERYAL VE METOT

Çalışmada, büyük toprak gruplarından alınan toprak örnekleri ve bu topraklarda yetişen bazı kültür bitkileri kullanılmıştır. Kullanılan toprak ve bitki örnekleri Konya Ovası’ndaki yaygın büyük toprak gruplarına ait olan 15 farklı yerden alınmıştır (Tablo 1.). Alınan toprak örneklerinin bir kısmı laboratuvar koşullarında 2 mm.lik elekten elenerek rutin analizler için hazırlanmış, bir kısmı ise mikoriza spor sayımı yapabilmek amacıyla doğal hali bozulmadan plastik kutular içerisinde, güneş görmeyen kuru ve serin bir odada muhafaza edilmiştir.

(Hızalan ve Ünal 1965), toplam azot Kjeldahl yöntemine göre (Bremner 1965), Bitkiye yararlı fosfor pH’sı 8.5 olan 0.5 M NaHCO₃ çözeltilisinde ekstarkte edilebilen fosfor, molibdofosforik mavi renk yöntemine göre (Olsen ve ark. 1954), topraktaki sporların izolasyonu Gerdeman ve Nicolson (1963)’a, bitki kök örneklerinin uzunluğu Tennat (1975)’a, bitki kök örneklerindeki mikorizal enfeksiyon yüzdelerinin belirlenmesi ise Koske ve Gemma (1989)’nin metoduna göre boyama işlemi uygulanarak örnekler 40 büyütme stereo mikroskop altında incelenmiştir.

Konya Ovası, büyük toprak gruplarından alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile toprak örneklerinin alındığı noktalardan örneklenen bitkilerin besin element içerikleriyle mikoriza

spor sayısı ve mikorizal infeksiyon oranı arasında Korelasyon analizi Minitab programı kullanılarak bilgisayar ortamında yapılmış, Düzgüneş ve ark. (1983)'e göre değerlendirilmiştir.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Araştırma amacına yönelik olarak Konya Ovasında, yaygın olarak bulunan ve Tablo 1'de verilen 15 farklı büyük toprak grubunun 0-20 cm derinliğinden Tablo 2. Konya Ovası Büyük Toprak Gruplarından Alınan Toprak Örneklerine Ait Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları (Uyanöz ve ark., 2006).

alınan toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik analiz sonuçları ile bu topraklardan alınan bitkilerin [soğan (*Allium cepa*), fasulye (*Phaseolus vulgaris*), semiz otu (*Portulaca oleracea*), mısır (*Zea mays*), nohut (*Cicer anatolicum*), buğday (*Triticum vulgare*), çilek (*Fragaria vesca*) ve çayır (*Pratum sp.*)] kök infeksiyon oranları ve kök uzunluğu değerleri Tablo 2 ve Tablo 3'te verilmiştir.

Toprak Grubu	pH 1:5 Top.:Su Süspansiyonu	EC 25°C 1:5 Toprak.:Su Süspansiyonu (dS/cm)	Kireç (%)	Toprak Dane Dağılımı			Tekstür Sınıfı	Organik Madde (%)
				Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)		
Allüviyal	7.55	0.77	12	30.6	30	39.4	Killi Tın	3.5
Kahverengi	7.08	0.47	28	25.2	30	44.8	Tınlı	2.51
Kireçsiz Kahverengi Orman	7.41	0.36	0.1	19.2	24	56.8	Kumlu Tın	4.03
Kırmızı Kahverengi Akdeniz	7.08	0.24	0.53	37.2	24	48.8	Kumlu Killi Tın	3.11
Kahverengi Orman	7.01	0.29	8.30	25.2	20.6	54.2	Kumlu Killi Tın	4.82
Kırmızımsı Kahverengi	7.30	0.23	29	30.3	28.3	41.4	Killi Tın	2.3
Tuzlu-Alkali	7.54	0.43	46	56	18	26	Killi	1.99
Kestane Renkli	7.27	0.38	17	34.6	29.4	36	Killi Tın	2.22
Sierozem	7.17	0.38	38	2.6	68	29.4	Siltli Tın	3.30
Regosol	8.53	0.20	13.3	17	11	72	Kumlu Tın	2.30
Hidromorfik Allüviyal	7.67	0.46	57	8.6	62	29.4	Siltli Tın	5.60
Koltüvyal	7.69	0.18	21.2	41	37	22	Killi	2.20
Kırmızımsı Kestane	8.23	0.13	39.88	32	47	21	Killi Tın	2.87
Kırmızı Akdeniz	6.98	0.25	13.30	23.2	24	52.8	Kumlu Killi Tın	2.54
Kireçsiz Kahverengi	7.70	0.34	0.45	9.2	6.6	84.2	Tınlı Kum	1.52

Araştırmaya konu olan topraklarda toplam spor sayısı 58 – 654 adet/10 g toprak olarak belirlenmiştir. Başka bir ifade ile spor sayısı bakımından en yüksek değere hidromorfik allüviyal topraklarda (654 adet/10 g toprak) rastlanırken, bunu kahverengi orman (414 adet/10 g toprak), sierozem (412 adet/10 g toprak), kestane renkli (381 adet/10 g toprak), kırmızımsı kahverengi (360 adet/10 g toprak) ile Kırmızı Akdeniz (360 adet/10 g toprak) toprakları izlenmiştir. En düşük spor sayısı ise 58 adet spor ile allüviyal topraklardan elde edilmiştir (Tablo 3) Buradan görülebileceği gibi, araştırma topraklarındaki VAM spor sayısı geniş sınırlar arasında değişmektedir. Nitekim, Gök (1995) tarafından GAP bölgesindeki Bozova, Baziki ve Hilvan Ovaları'na ait bazı toprak serilerindeki mikorizal spor sayımı sonuçları, Gür (1992) tarafından Erzurum ve Konya Yöreleri'ndeki çeşitli topraklara ait spor sayım sonuçları, Uyanöz ve ark. (2006) ile Karaaslan ve ark. (2006) tarafından Konya Ovası'ndaki büyük

toprak gruplarında yapılan spor sayımı sonuçları ile yapılan çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiştir. Öte yandan, topraklardaki spor dağılımı ile ilgili çok sayıda araştırmacı da toprak özelliklerine bağlı olarak benzer ya da farklı sonuçlar elde etmişlerdir (Dowding 1959; Gerdeman ve Nicolson 1963; Nicolson 1967; Gür 1974; Hayman ve Stovold 1979; Anonymous 2006; Gök ve ark. 1997; Stutz ve ark. 2000; Ortega 2001; Chaurasia ve ark. 2005 ve Sharif ve Moawad 2006).

Büyük Toprak Gruplarının pH'sı 6.98-8.53 arasıdır (Tablo 2). Bu pH aralıkları topraktaki bir çok mikroorganizma için uygun olup, toprağın biyolojik aktivite değerini yüksek tutmaktadır. Aynı zamanda toprak özellikleri ile mikoriza tipi ve çeşitleri arasında en azından spor oluşumu arasında bir ilişki vardır (Johnson ve ark. 1992 ve Ortaş ve ark. 1998). Pek çok çalışmada A.M. fungus çeşitlerinin topraklardaki oluşumunda toprak pH'sının önemli bir faktör olduğu

bildirilmiştir. *Glomus sp.*'nin alkalın topraklarda yaygın olarak bulunduğunu, *Entophospora colombiana* ve *Acaulospora* cinsi sporların ise asit topraklarda daha bol olduğunu bildirmişlerdir (Zhang ve ark. 1998; Gai ve Liu 2003 ve Ortaş 1998).

Bu çalışmada belirlenen spor sayıları oldukça geniş sınırlar arasında (58-654 adet/ 10 g toprak) dağılım göstermekte olup, araştırmaya konu olan toprakların pH'larının genellikle 7'nin üzerinde olması, bu Tablo 3. Konya Ovası Büyük Toprak Gruplarından Alınan Toprak Örneklerinin Spor Sayım Sonuçları ile Aynı Noktalardan Alınan Bitkilerin İnfeksiyon Oranı ve Kök Uzunluklarına Ait Değerler

topraklardan izole edilen sporların çoğunluğunun *Glomus* türlerine ait mikoriza sporları olabileceğini göstermektedir. Diğer taraftan, yapılan korelasyon analizinde araştırma topraklarının pH değerleri ile spor sayısı arasında negatif bir ilişki belirlenmiştir (Tablo 4). Abbot ve Robson (1991), Brundrett (1991) ve Rather ve Singh (2004)'te benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Büyük Toprak Grubu/ Bitki Çeşidi	Spor Sayısı adet/10 g toprak				Toplam Spor Sayısı (adet/10 g)	İnfeksiyon Oranı (%)	Bitki Kök Uzunluğu (m/g bitki)
	Elek Çapları						
	38-50 μ	50-100 μ	100-250 μ	> 250 μ			
Allüviyal/Soğan	17	30	11	0	58	10	33.01
Kahverengi/Fasülye	83	165	24	2	274	55	62.88
Kireçsiz Kahverengi Orman/Soğan	21	45	44	2	112	40	100.6
Kırmızı Kahverengi Akdeniz/Semiz Otu	75	75	15	1	166	40	36.15
Kahverengi Or- man/Soğan	135	250	28	1	414	60	66.02
Kırmızimsı Kahveren- gi/Mısır	133	210	17	0	360	40	35.35
Tuzlu-Alkali/Mısır	55	51	26	6	138	70	51.87
Kestane Renkli/Fasülye	152	141	84	4	381	47	58.95
Sierozem/Nohut	110	247	45	10	412	60	85.67
Regosol/Soğan	39	28	6	0	73	95	42.44
Hidromorfik Allüviyal/Çayır	196	376	77	2	654	60	88.82
Kolüvyal/Nohut	95	196	22	3	316	25	38.51
Kırmızimsı Kesta- ne/Buğday	42	84	27	3	156	45	14.93
Kırmızı Akdeniz/Çilek	124	193	41	2	360	65	40.08
Kireçsiz Kahveren- gi/Fasülye	76	56	11	2	145	50	97.46

Toprak tuzluluğu ile spor sayısı ve spor infeksiyonu arasında negatif bir ilişki belirlenmiştir (Tablo 4.). Gildon ve Tinker (1983), Sodyum ve Klor iyonlarının mikoriza sporlarının oluşumunu olumsuz yönde etkilediğini bildirmektedirler. Bu çalışmada da, benzer sonuçlar elde edilmiştir. Araştırmaya konu olan Büyük toprak gruplarından EC'si en yüksek (0.77 mmhos/cm) olan allüviyal topraklarda en düşük (58 adet/10 g toprak) spor sayısı ve infeksiyonu (% 10) belirlenmiştir (Tablo 2 ve 3). Bu durum, adı geçen toprak grubunda yoğun gübreleme yapılmış olmasından dolayı toprakta az da olsa tuz birikiminin olmasına bağlanmıştır. Kullanılan toprağın tuz içeriğinin fazla olmamasına karşın, ortamda bulunan tuzun, mevcut sporları inaktif duruma geçirebileceğinden dolayı inokulasyonun da çok düşük olmasına neden olmuştur. Nitekim, çok sayıda yapılan araştırmalarda, araştırmacılar tuzluluğun mikorizal

kolonizasyonu ve spor çimlenmesini engellediğini bildirmişlerdir (Chong ve Darrell 1984 ve Tian ve ark. 2004). Ayrıca yapılan bazı çalışmalarda tuzlu topraklarda sporların spesifik olabileceği ve yoğun tuz şartlarında özellikle *G. macrocarpum* spor türünün başarılı bir şekilde kullanılabileceği bildirilmiştir (Bhoopander ve Mukerji 2003).

Organik madde de mikoriza spor oluşumunu etkilemektedir. Çin'de yapılan bir araştırmada bazı Arbusküler mikoriza çeşitlerinin organik madde seviyesine bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Söz konusu çalışmada; *G. mossea* mikoriza spor türü organik madde miktarı arttıkça azalmakta iken, *G. taivanense* ve *G. sinuosum* mikoriza spor türleri ise organik madde seviyesi % 1.5'un altında olduğu zaman daha fazla olmaktadır (Gai ve ark. 2006). Öte yandan, araştırmaya konu olan toprakların organik madde düzeyleri % 1.52-5.60 arasında değişmektedir (Tablo

2). Buradan da anlaşılıyor ki, araştırma topraklarındaki spor sayısının değişken olması, organik madde nin değişken olmasına da bağlanabilir. Nitekim, yapılan korelasyonda organik madde ile spor sayısı arasında pozitif ve önemli ($r=0.553$)* bir ilişki belirlenmiştir (Tablo 4). Anderson ve ark. (1984)'da yaptıkları çalışmada mikoriza spor sayısı ile organik madde Tablo 4. Büyük Toprak Grupları'na Ait Toprak ve Bitki Ölçümler Arasındaki Korelasyon Kat Sayıları

Toprak ve Bitkiye ait bazı ölçümler	Toplam Spor (Adet/10 g toprak)	Mikorizal İnfeksiyon Oranı (%)	Kök Uzunluğu (m/g bitki)
pH	-0.373	0.114	-0.221
EC	-0.028	-0.315	0.263
Kireç	0.522 *	0.275	-0.063
Kil	-0.345	-0.243	-0.620 *
Silt	0.668 **	-0.098	0.092
Kum	-0.391	0.254	0.354
Org. Mad.	0.553 *	-0.017	0.324
Toplam Spor Sayısı	-	0.186	0.294
% Mikorizal İnfeksiyon	0.186	-	0.238
Bitki Kök Uzunluğu	0.294	0.238	-

** $p<0.01$; * $p<0.05$

Araştırma topraklarının kireç içerikleri genellikle çok yüksek (% 0.1-46) sınıfına girmektedir (Tablo 2). Aynı zamanda kireç içeriği ile spor sayısı arasında pozitif ve önemli ($r=0.522$)* bir ilişki belirlenmiştir (Tablo 4). Nitekim, Siqueira ve ark. (1990) tarafından yapılan bir çalışmada topraklara kireç uygulamaları sonucunda spor üretiminin önemli oranda arttığı bulunmuştur.

Mikoriza oluşumu ve dağılımını toprağın fiziksel özellikleri fazlasıyla etkilemektedir (Gür ve ark. 1993; Ortaş 1995 ve Rathore ve Singh 2004). Bu nedenle, farklı fiziksel özelliklere sahip olan topraklarda bitki gelişimi ve mikoriza etkisi de farklı olmaktadır. Ayrıca toprak bünyesi Arbusküler Mikorizal spor sayısını etkileyen en önemli faktörlerdendir (Sinegani ve ark. 2004). Hafif bünyeli topraklarda, ağır bünyeli topraklara oranla daha fazla spor oluşmaktadır. Nitekim araştırmaya konu olan topraklarda en yüksek spor sayısı hafif bünyeli topraklarda belirlenmiştir (Tablo 2 ve 3).

Elek çaplarına göre belirlenen spor sayısı, toplam spor sayısı ile bu topraklarda yetişen bitkilere ait infeksiyon oranı ve bitki kök uzunluğu Tablo 3'de verilmiştir. Söz konusu tablodan da görülebileceği gibi, toprakta sayımı yapılan VAM sporları elek çaplarına göre genellikle bütün toprak gruplarında 50 mikronluk (ortalama 143 adet/10 g) elek üzerinde yoğunlaşırken, bu sıralama 38 (90 adet/10 g), 100 (32 adet/10 g) ve 250 mikronluk (3 adet/10 g) elek üzerinde kalan sporlar şeklinde devam etmiştir. Ayrıca 250 μ 'luk elek üzerinde Regosol, Allüviyal ve Kırmızı Kahverengi Topraklarda hiç spor tespit edilememiştir.

Diğer taraftan, toprak örnekleriyle birlikte alınan kültür bitkilerinin kök uzunlukları Tablo 3'de veril-

miştir. Mikorizal infeksiyon açısından büyük toprak grupları arasında dalgalanmalar görülmekle birlikte, en yüksek infeksiyon oranı % 95 ile Regosol topraklarından alınan soğan bitkisinden elde edilirken, en düşük infeksiyon ise % 10 ile yine soğan bitkisinde, allüviyal toprak grubunda belirlenmiştir (Tablo 3). Öte yandan, toprak örneklerinin alındığı alanlardaki soğan, fasulye, buğday, semiz otu ve mısır gibi bitkilerin yetiştiği alanlardan alınan bitki örneklerinde daha yüksek infeksiyon belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, % mikorizal kök infeksiyonu ile kök büyümesi arasında araştırmaya konu olan bitki örneklerinde doğrusal bir ilişki çıkmıştır. Alınan toprak örneklerine ait bitki köklerinin yaklaşık % 73'ünde kök infeksiyon oranı bitki kök büyümesinin artış ve azalışı ile paralellik göstermiş olup, bitki kök uzunlukları 14.93 m/g-100.6 m/g arasında bir değişme göstermiştir (Tablo 3). Topraklardaki mikorizal spor sayısı ile mikorizal infeksiyon derecesi ve kök uzunluğu açısından önemli bir ilişkinin bulunduğunu diğer araştırmacılar da belirtmişlerdir (Gök 1995; Liu ve ark. 2000 ve Wu ve ark. 2005). Ancak, topraklardaki mikorizal spor sayısı ile mikorizal infeksiyon dereceleri açısından her zaman paralellik olmadığı da diğer araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır (Bagyaraj 1991, Sharif ve Moawad 2006 ve Anonymous 2006).

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

Örneklerinde Ölçülen Bazı Parametreler ile Mikorizal

bitkilere ait mikorizal infeksiyon oranları ile toprakların pH, kireç, kum, toplam spor ve bitki kök uzunluğu ile aralarında pozitif ve önemli, tuz, kil ve organik maddeyle ise negatif ve önemsiz bir korelasyon ortaya çıkmıştır. Bitkilerde ölçülen diğer bir parametre olan bitki kök uzunluğu ile pH ve kireç arasında negatif ve önemsiz, kil ile negatif ve önemli ($p < 0.05$), tuz, silt, kum, organik madde, toplam spor ve mikorizal infeksiyonla ile de pozitif ve önemsiz bir ilişki elde edilmiştir. (Tablo 4). Rathore ve Singh (2004)'te benzer bir çalışmada mikorizal infeksiyon oranı ile toprakların kimyasal özellikleri arasında pozitif korelasyon ($r=0.586$), kil muhtevası ile negatif ve önemli olmayan bir korelasyon ($r=-0.555$) elde etmişlerdir.

Sonuç olarak, ülkemizin önemli tarımsal potansiyeline sahip Konya Ovası'nda yer alan yaygın büyük toprak gruplarında mikorizal potansiyel (spor sayısı/10 g toprak) durumunun ortaya konduğu bu çalışmada toprakların mikorizal potansiyel bakımından farklılıklar gösterdikleri, özellikle çayır ve meralık alanlardan örneklenen hidromorfik allüviyal toprak grubunda genelde mikorizal potansiyelin yüksek olduğu ancak, mikorizal potansiyelin her koşulda (toprak, bitki farklılığı) bitkilerde mikorizal infeksiyon derecesi için tam bir gösterge olmadığı da ortaya konmuştur. Konya yöresine ait büyük toprak gruplarında yoğun gübreleme yapılan alanlar dışında spor sayısının genelde Sharif ve Moawad (2006)'a göre iyi durumda olduğu (0-20 spor/15 g toprak: düşük, 20-60 spor/15 g toprak: orta, >60 spor/15 g toprak: yüksek) ve sporların 50-100 μ çapları arasında daha fazla dağılım gösterdiği söylenebilir. Ancak, toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri tarımsal üretim açısından genelde çok uygun olmadığı için mikorizal etkinlik oranı (% mikorizal kök infeksiyonu) açısından aynı durum geçerli değildir. Yüksek spor sayısı olan topraklardaki infeksiyonun aynı derecede yüksek olmadığı görülmekte olup, bu durum toprakların tarımsal amaçlı yanlış kullanımlar neticesinde biyolojik yapısının da bozulmuş olduğunun bir göstergesi olabilir.

Her türlü çevresel kirlenmenin yoğun olarak yaşandığı günümüzde toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapılarının bozulmaksızın devamı için bilinçli bir tarım sisteminin oluşturulması gerekmektedir. Nitekim, toprakların biyolojik aktivitelerini yani doğal mikrobiyal popülasyonunu artıracak uygulamalara ağırlık verilmesi ya da biyolojik aktiviteyi azaltacak uygulamalardan kaçınılması gerekmektedir. Bu amaçla; toprakların besin element kapsamlarının belirlenmesinin ve buna uygun bir gübreleme ve sulama planının yapılmasının yanı sıra mikoriza gibi gübre ve su girdisini azaltabilecek mikroorganizmaların sayı ve aktivitelerinin belirlenerek uygulanacak tarımsal materyal ve metotlar içerisinde bu tür biyolojik gübrelerin kullanımlarına daha fazla yer verilmesi sağlanmalıdır.

Diğer taraftan, ziraatin temel hedeflerinden en önemlilerinden birinin gübre ve su tüketiminin azaltıl-

arak birim alandan daha fazla ve kaliteli ürün alınabilmesi olduğu düşünülürse, yapılan bu çalışmaya ilave olarak özellikle mikoriza ile ters yönlü interaksiyon gösteren fosforlu gübrelerin farklı dozlarının kullanılarak, değişik bitkilerle tarla koşullarında denemeler yapılarak maksimum mikorizal infeksiyon durumundaki uygun fosfor dozunun bulunması sağlanacaktır. Bu sayede, elde edilecek sonuçlara göre fosforlu gübre tavsiyelerinin yapılarak, fazla gübre kullanımı ve dolayısıyla toprak kirliliğinin önüne geçilmiş olması da ayrıca amaçlanmıştır.

Biyolojik gübre ve gübreleme konularına gereken önemin sağlanması halinde, yoğun olarak tahıl tarımının yapıldığı Konya Ovası topraklarında bitkilerin hasadının ardından toprakta kalan özellikle kök artıklarının yakılmadan sürüm ile toprağa karıştırılması ve köklerde sayıca artmış olan mikorizal oluşumların toprağa biyolojik gübre olarak yeniden kazandırılması konuları gündeme gelerek anız yakılmasının önlenmesi açısından önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Abbott, L. K. ve Robson, A. D., 1991. Factors influencing the occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhizas. *Agriculture Ecosystems and Environment*. 35: 121-150.
- Anderson, R. C., Liberta, A. E. ve Dickman, L. A., 1984. Interaction of vascular plants and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi across a soil moisture-nutrient gradient. *Oecologia*. Volume: 64(1) : 111-117.
- Anonymous, 2006. <http://www.springerlink.com/content/R522v780v31144n/>
- Bagyaraj, D. J., 1991. "Ecology of vesicular-arbuscular mycorrhizae." In: Arora, D.K.; Rai, B.; Mukerji, K.G.; Knudsen, G.R. (Hrsg.): *Handbook of applied mycology, Soil and Plants*. Marcel Dekker, New York. I: 3-43.
- Bouyoucos, G. J., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of the Soils. *Agronomy Journal* 4(9): 434.
- Bremner, J. M., 1965. *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Ed. A. C. A. Black Amer. Soc. of Agron Inc. Pub. Agron. Series No: 9 Madison USA.
- Bhoopander, G. ve Mukerji, K., 2003. Mycorrhizal inoculant alleviates salt stress in *Sesbania aegyptiaca* and *Sesbania grandiflora* under field conditions: evidence for reduced sodium and improved magnesium uptake. *Mycorrhiza* 14(5): 170-175.
- Brundrett, M. C., 1991. Mycorrhizas in natural ecosystems. In: Macfayden A, Begon M & Fitter AH (eds) *Advances in Ecological Research*, Academic Press, London. 21: 171-313.
- Chaurasia, B., Pandey, A. ve Palni, L. M. S., 2005. Distribution, Colonization and Diversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Associated With Central

- Himalayan Rhododendrons. *Forest Ecology and Management* 207 (3): 315-324.
- Chong-Kyun, K. ve Darrell, J. W., 1984. Distribution of VA mycorrhiza on halophytes on inland salt playas. *Plant and Soil* 83: 207-214.
- Demiralay, I., 1977. Toprak Fiziksel Koşullarının Kontrolü. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8(1): 141-154, Erzurum.
- Dowding, E. S., 1959. Ecology of Endogone. *Transactions of British Mycology Society* 42: 449-51.
- Düzgünes, O., Kesici, T. ve Gürbüz, F., 1983. İstatistik Metodları 1. Ank.Ü.Z.F. Ders Kitabı, Yay. No. 862. Ankara.
- Gai, J. P. ve Liu, R. J., 2003. Effect of soil factors on AMF in the rhizosphere of wild plants. *China Journal Applied Ecology* 14:470-472.
- Gai, J. P., Feng, G., Cai, X. B., Christie, P. ve Li, X. L., 2006. A preliminary survey of the arbuscular mycorrhizal status of grassland plants in southern Tibet. *Mycorrhiza* 16(3):191-196.
- Gerdeman, J. W. ve Nicolson, T. H., 1963. Spores of Mycorrhiza Endogene Species. Extracted from Soil by Weh Sieving and Decanting. *Transactions of the British Mycology Society* 46:235-244.
- Gildon, A. ve Tinker, P. B., 1983. Interactions of vesicular-arbuscular mycorrhizal infections and heavy metals in plants. II. The effects of infection on uptake of copper. *New Phytologist* 95:263-268.
- Gök, M., 1995. GAP Bölgesindeki Bazı Toprakların Mikorizal Potansiyelleri. Ç. Ü. Zir. Fak. Toprak Böl. Toprak ve Çevre Sempozyumu, Cilt II:, Yayın No:7, ANKARA.
- Gök, M., Ortaş, İ., Çakmak, İ., İbrikçi, H., Gür, K., Torun, B., Onaç, I. ve Ali., 1997. GAP, Çukurova ve Orta Anadolu Topraklarında Mikorizal Potansiyel, Etkinlik Dereceleri ve Bazı Mikoriza İzolatlarının Bitki Gelişimi ve Besin Elementleri Alımına Etkisi Konulu TÜBİTAK-TOGTAG projesi kesin Raporu. Proje No: TÜBİTAK-TOGTAG / 1277. Kasım 1997. Adana.
- Gür, K., 1974. Studies on Distribution and Activities of Vesicular- Arbuscular Mycorrhiza (Master of Agriculture Science Thesis). Department of Soil Science, University of Reading, England.
- Gür, K., 1992. Vesiküler-Arbusküler Mikorizanın Erzurum Yöresi Topraklarındaki Dağılımı Üzerine Bir Araştırma. S. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 3(2) 127-142.
- Gür, K., Uyanöz, R., Akın, M. ve Özkan, V.A., 1993. Vesiküler-Arbusküler Mikorizanın Konya Yöresi topraklarındaki dağılımı üzerine bir araştırma. 8. Kükem Kongresi Özel Sayısı 16:2.
- Hayman, D. S. ve Stovold, G. E., 1979. Spore population and infectivity of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in New South Wales. *Australian Journal Botany* 27:227-233.
- Hızalan, E. ve Ünal, H., 1965. Toprakta Kimyasal Analizler. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, 273, Ankara.
- Johnson, N. C., P. J., Copeland, R. K., Crookston ve F. L., Pfleger., 1992. Mycorrhizae: Possible explanation for yield decline with continuous corn and soybean. *Agronomy Journal* 84:387-390.
- Karaaslan, E., Uyanöz, R., Çetin, Ü. ve Gür, K., 2006. "The Common Vesicular Arbuscular Mycorrhizal (VAM) Spores Isolated from Major Soil Groups in Konya Plain", 18th International Soil Meeting (ISM) on "Soil Sustaining Life on Earth, Managing Soil and Technology", 152-155, Şanlıurfa, 2006.
- Kaymaz, S., 1985. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki Buğdayların Mikorizaları Üzerine Bir Araştırma. (Doktora Tezi) Danışman: H. Şahinkaya (Fırat Üniversitesi). Elazığ.
- Koske, R. E. ve Gemma, J. N., 1989. A Modified Procedure for Staining Roots to Detect VAM-*Mycological Research* 92: 486-505.
- Kothari, S. K., Marschner, H. ve Römheld, V., 1991. Effect of a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus and rhizosphere microorganisms on manganese concentration in maize (*Zea mays* L.). *New Phytologist* 117:649-655.
- Li, X. L., George, E. ve Marschner, H., 1991. Phosphorus depletion and pH decrease at the root-soil and hyphae-soil interfaces of VA mycorrhizal white clover fertilized with ammonium. *New Phytologist* 119: 397-404.
- Liu, A., Hamel, C., Hamilton, R. I. ve Smith, D. L., 2000. Mycorrhizae formation and nutrient uptake of new corn (*Zea mays* L.) hybrids with extreme canopy and leaf architecture as influenced by soil N and P levels. *Plant and Soil* 221(2): 157-166.
- Nicolson, T. H., 1967. Vesicular-arbuscular mycorrhiza universal plant symbiosis. *Science Progress, Oxford* 55:561-581.
- Olsen, S. R., Cole, C. V., Watanebe, F. S. ve Dean, L. A., 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. *US. Dept. Of Agric. Cric.* 939.
- Ortaş, İ., 1995. Mikorizanın (Mycorrhizae) besin elementleri (özellikle fosfor) alımındaki mekanizmaları. İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu. 2(7): 179-192. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Ortaş, İ., 1996. The influence of use of different rates of mycorrhizal inoculum on root infection, plant growth and phosphorus uptake. *Soil Science and Plant Analysis* 27 (18-20): 2935-2946.
- Ortaş, İ., 1997. Mikoriza nedir?. TÜBİTAK dergisi. Ankara, Şubat 1997 sayı: 351.
- Ortaş, İ., Ergün, B., Ortakçı, D., Ercan, S. ve Köse, Ö., 1998. Mikoriza Sporlarının Üretim Tekniği ve Ta-

- rimda Kullanım Olanakları. Turkish Journal of Agriculture & Forestry 1999. 4: 959-968.
- Ortaş, İ., 2000. Mikorizanın Çevre Biliminde Kullanımı ve Önemi. 2000 GAP Çevre Kongresi, 16-18 Ekim 2000, Şanlıurfa.
- Ortaş, İ., 2002. Soil biological Degradation. In: Encyclopedia of Soil Science. Marcel Dekker. USA, pp. 264-267.
- Ortaş, İ., 2003. Effect of Selected Mycorrhizal Inoculation on Phosphorus Sustainability in Sterile and Nonsterile Soils in the Harran Plain in South Anatolia. Journal of Plant Nutrition 26(1): 1-17.
- Ortega-Larrocea, P., 2001. Arbuscular pollution impact, orchid mycorrhiza. Ph.D. Universidad Nacional Autónoma de México Instituto de Geología. May 17, 2001, Mexico.
- Rathore, V. P. ve Singh, H. P., 2004. Quantification and correlation of vesicular-arbuscular mycorrhizal propagules with soil properties of some mollisols of northern India. Mycorrhiza 5(3): 201-203.
- Richards, L. A., 1954. Diagnosis and improvements salina and alkali soils. U.S. Dep. Agr. Handbook 60, Stroudsburg, U.S.A.
- Sharif, M. ve 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, 2006.
- Sinegani, A. A., Safari, A. A. ve Mahboobi, F. N., 2004. The Effect of Agricultural Practices on the Spatial Variability of Arbuscular Mycorrhiza Spores. Turkish Journal Biology 29 (2005) 149-153 Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamadan – IRAN Received: 31.12.2004.
- Siqueira, J. O., Rocha Jr., W. F., Oliveira, E. ve Colozzi-Filho, A., 1990. The relationship vesicular-arbuscular mycorrhiza and lime: Associated effects on the growth and nutrition of brachiaria grass (*Brachiaria decumbens*).
- Smith, H. W. ve Weldon, M. D., 1941. A Comparison of Some Methods for The Determination of Soil Organic Matter. Soil Science Society of Am. J 5:177-182.
- Stutz, J. C., Copeman, R., Martin, C. A. ve Morton, J. B., 2000. Patterns of species composition and distribution of arbuscular mycorrhizal fungi in arid regions of southwestern North America and Namibia, Africa. Canadian J of Botany 78:237-245.
- Tennat, D., 1975. A test of modified line intersect method of estimating root length. Journal of Ecology 63, 995-1001.
- Tian, C. Y., Feng, G., Li, X. L. ve Zhang, F. S., 2004. Different effects of arbuscular mycorrhizal fungal isolates from saline or non-saline soil on salinity tolerance of plants. Applied Soil Ec. 26:143-148.
- U. S. Salinity Lab. Staff, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agricultural Handbook, No.64, USDA.
- Uyanöz, R., Karaaslan, E., Çetin, Ü. ve Gür, K., 2006. "Determination of Activities of Vesicular Arbuscular Mycorrhizal (VAM) Spores Isolated from Major Soil Groups Konya Plain", 18th International Soil Meeting (ISM) on "Soil Sustaining Life on Earth, Managing Soil and Technology", 381-388, Şanlıurfa, 2006.
- Weber, E., Gök, M., Reinhard, S., Marschner, H. ve Martin, P., 1994. Bradyrhizobium Symbiosis Determines Mycorrhizal Response in Soybean under P-Limiting Conditions. Proc. 4 th Eur. Symp. on Mycorrhiza, 11-14 July 1994, Granada-Spanien.
- Wu, T., Kabir, Z. ve Koide, R. T., 2005. A possible role for saprotrophic microfungi in the N nutrition of ectomycorrhizal *Pinus resinosa*. Soil Biology & Biochemistry 37 (2005) 965-975.
- Zhang, M. Q., Wang, Y. S. ve Xing, L. J., 1998. The ecological distribution of AM fungal communities in the south and east coasts of China. Mycosystema 17:274-277.

