

Geliş Tarihi : 28.11.2001

Mikorhizal Fungus *Glomus intraradices* (Schenck&Smith)'in Bazı Sebze Bitkilerinin Köklerinde Kolonizasyonu

Semra DEMİR⁽¹⁾

Özet: Bu çalışmada Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF) *Glomus intraradices*'in farklı familyalara ait sebze bitkilerindeki kolonizasyon oranının ortaya konması amaçlanmıştır. Bu amaçla bitkisel materyal olarak domates, biber, patlıcan (Fam: *Solanaceae*), hıyar, kabak (Fam: *Cucurbitaceae*), soğan, sarımsak, pırasa (Fam: *Liliaceae*), maydanoz (Fam: *Apiaceae*) ve fasulye (Fam: *Fabaceae*) bitkileri kullanılmıştır. *G. intraradices* bu bitkilerin hepsinde değişen oranlarda kolonize olmuş ve simbiyotik yaşam ilişkisi kurabilmiştir. En yüksek kolonizasyon oranları ise %53.9 ile *Liliaceae* familyası ve %66.0 ile bu familyaya ait olan pırasa bitkisinde tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Mikorhiza, Arbusküler-Mikorhizal Fungus (AMF), *Glomus intraradices*, kolonizasyon, sebze bitkisi

Colonisation of Mycorrhizal Fungus *Glomus intraradices* (Schenck&Smith) on the Root Systems of Some Vegetables

Abstract: In this study it was aimed to determine the colonisation of arbuscular mycorrhizal fungus (*Glomus intraradices*) on the root systems of some vegetables belong to five different botanical families namely tomato, pepper, eggplant (Fam: *Solanaceae*), cucumber, cabbage (Fam: *Cucurbitaceae*), onion, garlic, leek (Fam: *Liliaceae*), parsley (Fam: *Apiaceae*) and bean (Fam: *Fabaceae*). In the all-vegetable roots *G. intraradices* colonised and established symbiotic relationship in variable ranges. The highest colonisation rate was determined on the *Liliaceae* family particularly on leek plant with the percentage of 53.9 and 66.0 respectively.

Key words: Mycorrhiza, Arbuscular-Mycorrhizal Fungus (AMF), *Glomus intraradices*, colonisation, vegetable

Giriş

Toprak mikroorganizmaları ile bitkiler arasındaki en yaygın simbiyotik yaşam şekillerinden biri olan mikorhizal yaşam dünya üzerindeki hemen hemen bütün kara bitkilerinde görülmektedir. Dikotiledonların %83'ü, monokotiledonların 79'u ve Gymnospermlerin hepsi bu simbiyotik yaşam şekline sahiptirler (Marschner, 1995). Mikorhizal yaşama sahip olmayan bitkiler, çok kurak veya çok tuzlu, su altında kalmış, toprak verimliliği oldukça yüksek veya oldukça düşük habitatlarda ortaya çıkarlar (Brundrett ve ark. 1991). Bunun yanı sıra Cruciferae ve Chenopodiaceae familyasına ait bitkilerde her türlü çevresel koşul altında dahi mikorhizal yaşam görülmez. (Marschner, 1995). Mikorhiza konusunda yapılan araştırmaların büyük bir çoğunluğu, bitkiye sağladığı katkılarının önemi açısından, özellikle Arbusküler Mikorhiza (AM) oluşumu üzerine odaklanmıştır. Bu simbiyotik yaşam biçimi, gerek bitki ve gerekse fungus açısından, her iki partnere faydalar sağlamaktadır. Mikroskopik toprak fungusları olan AM fungusları eş zamanlı olarak hem bitki köklerinde hem de rizosferde kolonize olmakta ve dallanarak geniş bir alana yayılmaktadırlar. Köklerde oluşan ağ şeklindeki bu dallanmış yapı bitkinin beslenmesi için gerekli olan su ve toprak minerallerinin kolaylıkla alınmasını sağlamaktadır.

Bu arada fungus da bitkiden beslenmesi için gerekli olan şeker, amino asit ve vitaminler gibi sekonder metabolitleri almaktadır (Harley ve Davis, 1983; Smith ve Read, 1997). Bitkinin besin statüsünde meydana gelen bu artışın sonucu olarak mikorhizal bir bitki daha iyi gelişmekte ve beslenmekte, kuraklık, tuzluluk, ağır metal ve toprak patojenleri gibi biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı dayanıklılığı artmaktadır (Sylvia ve Williams, 1992). Bitkilerdeki bu dayanıklılık artışı, kimyasal girdi kullanımında da (pestisit ve gübre) azalışa yol açabilmektedir.

Yukarıda bahsedilen olumlu özelliklerinden dolayı AM fungusları son yıllarda artan bir ivmeyle, farklı tarımsal üretim sistemlerinde kullanılmaya başlanmıştır. Bu bağlamda da doğada var olan AM fungusu türlerinin belirlenmesi ve bunlardan aktif olanlarının selekte edilip uygun bitki köklerinde çoğaltılması öncelikli hedefler arasında yer almıştır (Gianinazzi ve ark., 1988). Özellikle son yıllarda modern tarım tekniklerini kullanarak uygun bitki - fungus kombinasyonlarının üretime dahil edilmesi ve bu sayede ürün ve çevre kalitesinin artırılması yönünde önemli adımlar atılmıştır (Abott ve Robson 1991; Millner, 1991; Azcón-Aguilar ve ark., 2001).

⁽¹⁾ Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 65080, VAN

Mikorhizal bitkilerin üretimine yönelik olarak yapılan bir çok araştırmada gerek kapalı ve gerekse açık alanlarda yetiştiriciliği yapılan sebze bitkilerinin AM funguslarına uyumunun oldukça iyi olduğu gerek verim ve gerek kalite yönünden performanslarının yüksek olduğu ortaya konmuştur (Yost ve Fox, 1979; Ortaş, 2001; Sarı ve ark., 2001). Özellikle tüpte fide yetiştirme tekniğinde yetiştirme harcına belli oranlarda mikorhizal inokulum ilavesi pratikte en fazla tercih edilen yöntem olarak kullanılmaktadır (Mc Gonigle, 1988).

Bu çalışmada arbusküler mikorhizal fungus *Glomus intraradices*' in domates, biber, patlıcan, kabak, hıyar, soğan, sarımsak, pırasa, maydanoz ve fasulye gibi, farklı familyalara ait, ekonomik bakımdan önemli ve hem serada hem de açıkta yetiştiriciliği yapılan bazı sebze bitkilerine uyumunun ortaya konması amaçlanmıştır. Bu nedenle de mikorhizal yaşamın bu sebze bitkilerinde oluşumu ve kolonizasyon oranı tespit edilerek, en uygun-bitki-fungus kombinasyonlarının belirlenmesine çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak farklı beş familyaya ait 10 değişik sebze bitkisi kullanılmıştır. Bu bitkiler ve familyaları aşağıda verilmiştir.

Domates (*Lycopersicum esculentum*) cv Mandur (Fam: *Solanaceae*)

Biber (*Capsicum annum*) cv. Japon (Fam: *Solanaceae*)

Patlıcan (*Solanum melongena*) c. Kemer (Fam: *Solanaceae*)

Kabak (*Cucurbita pepo*) cv. Sakız (Fam: *Cucurbitaceae*)

Hıyar (*Cucumis sativus*) cv. Toros (Fam: *Cucurbitaceae*)

Soğan (*Allium cepa*) (Fam: *Liliaceae*)

Sarımsak (*Allium sativum*) (Fam: *Liliaceae*)

Pırasa (*Allium porrum*) (Fam: *Liliaceae*)

Maydanoz (*Petroselinum hortense*) cv. İtalyan (Fam: *Apiaceae*)

Fasulye (*Phaseolus vulgaris*) (Fam: *Fabaceae*)

Fungal partner olarak AMF *Glomus intraradices* (Schenck&Smith)'in kök+toprak+misel+spor karışımından oluşan OM/95 izolatu kullanılmıştır (Demir ve Onoğur, 1999).

Denemede bitki yetiştirme ortamı olarak besin içeriği düşük toprak-kum-pomza karışımı kullanılmış ve karışımındaki her bir materyal otoklavda sterilize edilmiştir.

Yöntem

Çalışmada 3.5 kg karışım alabilen 20 cm çapında plastik saksılar kullanılmış ve saksılar % 10'luk formalin ile dezenfekte edilmiştir. Sebze tohumları % 0.05'lik NaOHCl içinde 45 dakika tutulmuşlar, daha sonra steril destile su ile yıkanmışlardır (Marschner ve ark. 1997). İnokulum materyali 500 g olarak (10 spor/g) tohum derinliğinin 5 cm altına yerleştirilmiştir. Deneme 5 tekerrürlü ve her bir tekerrürde 3'er bitki olacak şekilde tesadüf parsellerine göre kurulmuştur. Bitkiler deneme süresince gündüz ortalama sıcaklığı 23°C, gece ortalama sıcaklığı 18.8 °C ve 4000-6000 lux ışık şiddetine sahip sera ortamında tutulmuşlardır. Sulamalar destile su ile yapılmış ve 2 kez zayıflatılmış besin solüsyonu ile gübrelenmişlerdir. Bitkiler 10 hafta sera ortamında tutulduktan sonra hasat edilmiş ve bitkilerin kökleri musluk suyu altında yıkanarak temizlenmiştir. Temizlenen köklerin yaklaşık 0.5 g'ı tartılarak 1-2 cm uzunluğunda kesilmiş, fiksasyon ve boyama işlemlerine hazır hale getirilmişlerdir. Kökler, boyama işlemi yapılmaya kadar, AFA (Etil Alkol: Formaldehit: Asetik Asit) solüsyonu içinde fikse edilmişlerdir.

Sebze bitkilerinin köklerinde *G. intraradices*'in varlığını ve kolonizasyon yüzdesini saptamak üzere köklerde boyama işlemi yapılmıştır. (Phillips ve Hayman, 1970'den modifiye edilerek). Trypan mavisi ile boyanmış köklerdeki AMF'un kolonizasyon yüzdesini saptamak üzere mikroskop altında 40-60 büyütmeyle sayımlar yapılmış ve bu amaçla *Grid-Line Intersect Metodu* kullanılmıştır (Giovanetti ve Mosse, 1980). Mikroskopik gözlemler sırasında fungusa ait herhangi bir üreme yapısının (hif, klamidospore, vesikül, arbuskül) yer aldığı her bir kök parçası, fungus tarafından kolonize edilmiş olarak değerlendirilmiştir. Sayımlar sonucu elde edilen değerler aşağıdaki formülde yerine konarak köklerdeki kolonizasyon oranı yüzde (%) olarak ortaya konmuştur. (Giovanetti ve Mosse, 1980).

$$\text{AMF Kolonizasyonu} = \frac{\text{AMF ile kolonize olmuş kök sayısı} \times 100}{\text{Toplam kök sayısı}}$$

Bulgular ve Tartışma

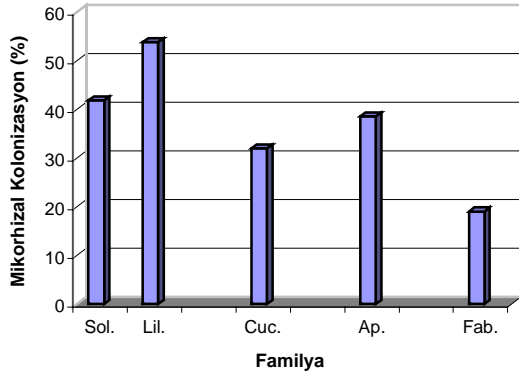
G. intraradices 'in sebze bitkilerinde kolonizasyonunu saptamak amacıyla yapılan değerlendirmelerde bitkilerin kolonizasyon oranları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Sebze bitkilerinde *G. intraradices*'in varlığı ve kolonizasyonu

Famulya	Bitki	Mikorhiza varlığı*	Toplam Kök Sayısı	G.i. ile kolonize olmuş kök sayısı	Kolonizasyon (%)
Solanaceae	Domates	+	91.6	25.8	28.1
	Biber	+	79.6	37.2	46.7
	Patlıcan	+	80.8	42.0	51.1
Cucurbitaceae	Kabak	+	98.0	22	22.7
	Hıyar	+	97.0	40.2	41.4
Liliaceae	Soğan	+	64.2	33.4	52.0
	Sarımsak	+	100.8	44.2	43.8
	Pırasa	+	120.8	79.8	66.0
Apiaceae	Maydanoz	+	92.2	35.6	38.6
Fabaceae	Fasulye	+	90.71	17.25	19.0

*: *Glomus intraradices*'e ait üreme yapılarının görüldüğü bitkiler+(mikorhizal) bitkiler olarak kabul edilmişlerdir.

Çizelge 1'den de görüleceği gibi bitkilerin hepsi *G. intraradices* ile simbiyotik ilişki kurabilmiş ve değişen oranlarda fungus tarafından kolonize olmuşlardır. Pırasa bitkisi %66.0 ile kolonizasyon oranı en yüksek olan bitki olurken, fasulye %19.0 ile kolonizasyonun en düşük olduğu bitki olmuştur. Pırasadan sonra kolonizasyonun en iyi olduğu diğer bitkiler %52.0 ile soğan ve %51.1 ile patlıcan olmuştur. Famulya bazında ele alınacak olursa *Liliaceae* famulyası ortalama %53.9 ile en yüksek kolonizasyonun görüldüğü famulya olurken bunu ortalama %41.9 ile *Solanaceae* %38.6 ile *Apiaceae*, %32.0 ile *Cucurbitaceae* ve %19.0 ile *Fabaceae* famulyaları izlemiştir. (Şekil 1).



Şekil 1. Bitki famulyalarının mikorhizal kolonizasyon oranı (%)

Bitkiler, mikroskopik gözlemler sırasında, *G. intraradices*'in oluşturduğu hif, klamidospore, vesikül ve arbuskül gibi üreme yapıları açısından da değerlendirilmiştir. Çalışmada kullanılan bitkilerin köklerinin hiç birinde arbuskül oluşumuna rastlanmamış bununla beraber içsel veya dışsal hif oluşumu, yoğunluğu değişmekle beraber, bütün bitkilerin köklerinde gözlenmiştir. Klamidospore ve vesikül özellikle pırasa, soğan, patlıcan ve biber bitkilerinde yoğun ve belirgin bir şekilde oluşmuş, diğer bitkilerde yoğunlukları daha düşük olmuştur.

Çalışma sonucu elde edilen bulgulara bakıldığında *G. intraradices*'in bitkilerin hepsinde değişen oranlarda kolonize olabildiği diğer bir ifade ile onlarla simbiyotik ilişki kurabildiği ortaya konmuştur. İlk olarak Schenck ve Smith (1982) tarafından deskripsiyonu yapılan *G. intraradices*'in aralarında domates, tütün, turuncgil, yer fıstığı, fasulye, mısır, çilek, havuç, patates, yulaf, arpa ve buğday gibi değişik famulyalara ait bitkilerin yer aldığı geniş bir konukçu dizisine sahip olduğu bu araştırmacılar tarafından da ifade edilmiştir.

Hem bitki hem de famulya bazında ele aldığımızda pırasa'nın ve onun yer aldığı *Liliaceae* famulyasının simbiyotik yaşam açısından çok iyi performansa sahip olduğu söylenebilir (Çizelge 1, Şekil 1). Nitekim mikorhizal araştırmaların bir çoğunda deneme materyali olarak *Allium* cinsi bitkiler kullanılmıştır (Brundrett ve ark. 1985; Gianinazzi-Pearson ve ark., 1991; Smith ve ark. 1992). Garriock ve ark. (1989) pırasada kolonizasyonun ilk evrelerinde epidermal hücrelerden penetrasyonun çok çabuk olduğunu ve fungus-bitki afinitesinin yüksek olduğunu saptamışlardır. Smith ve ark. (1992) da pırasada AMF'un penetrasyon noktasından itibaren kök uzunluğu boyunca kolonizasyon oranının önemli oranda değişmediğini ve kolonizasyon yüzdesinin yüksek olduğunu saptamışlardır.

Bu çalışmada, kolonizasyon ortalamasının yüksek olduğu bir diğer famulya, *Solanaceae* famulyası olarak ortaya konmuştur (Şekil 1). *Solanaceae* famulyasına dahil olan domates, biber, patlıcan, tütün gibi bitkiler arbusküler-mikorhizal uyumun iyi olduğu bitkiler arasında yer almakta olup bu bitkiler hem deneysel olarak hem de, son yıllarda, uygulama alanlarında sıklıkla kullanılmaya başlanmışlardır (Yost ve Fox, 1979; Plenchette ve ark., 1983; Haas ve ark. 1987; Bryla ve Koide, 1990). Nitekim Demir (1998) ve Sarı ve ark. (2001)'da sera koşullarında yaptıkları çalışmalarda domates, biber ve patlıcan bitkilerinin mikorhizal uyumunun oldukça iyi olduğunu ve gelişim parametrelerinin mikorhizal olmayanlara göre daha yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır.

Liliaceae ve *Solanaceae* famulyalarının dışındaki *Apiaceae*, *Cucurbitaceae* ve *Fabaceae* famulyalarına ait

diğer bitkiler de (hıyar, kabak, maydanoz ve fasulye) değişen oranlarda *Glomus intraradices* ile kolonize olmuşlardır (Çizelge 1.). Bu familyalara ait bitkilerin hem *Glomus* spp. hem de diğer AMF tarafından kolonize edildiği ve simbiyotik yaşam ilişkisi kurabildiği değişik araştırmacılar tarafından da ifade edilmektedir (Yost ve Fox, 1979; Plenchette ve ark. 1983; Pearson ve Jacobsen., 1993).

Bu çalışmada vurgulanmak istenen noktalardan birisi de özellikle bitkisel materyal olarak kullanılan bitkilerin hepsinin bahçe bitkisi olması ve hem açıkta hem de serada yetiştiriliyor olmasıdır. AM funguslarının uygulamada kullanılabilirliğine yönelik çalışmaların bir çoğunda üretimlerinin kolay ve mikorhizal uyumlarının iyi olmasından dolayı bu bitkiler tercih edilmektedir (Abott ve Robson, 1991; Millner, 1991). Ortaş (2001) de bahçe bitkilerinin, tarlada yetiştirilenlere oranla, mikorhizal yaşama daha bağımlı olduklarını ve özellikle sebze bitkilerine mikorhizal inokulasyonun oldukça pratik ve basit olduğunu ifade etmiştir. Bu çalışmada da söz konusu bitkilerin, kolonizasyon oranları değişmekle beraber, genel olarak mikorhizal uyumlarının iyi olduğu ve pratik anlamda iyi sonuç verebilecek etkili fungus-bitki kombinasyonlarının (pirasa-*G.intraradices*, soğan-*G.intraradices* ve patlıcan-*G.intraradices*) olduğu ortaya çıkmıştır.

Sonuç

Son yıllarda çevre ve ürün kalitesinde meydana gelen düşüşler ve artan kimyasal kirlilik, çevre dostu alternatif tarım anlayışına yönelik uygulamaların artmasına yol açmıştır. AM fungusları da bitkinin beslenmesi, gelişimi ve toleransını artırmak açısından olumlu etkilere sahip olduklarından söz konusu tarım stratejileri içinde yer almaya başlamışlardır. Bu yaklaşım, özellikle, sentetik gübrelerin toprağa verilmesini yasaklayan ve bu nedenle toprakta bitkilerin doğal besin maddelerince desteklenmesini öngören **ekolojik tarım** stratejilerinde yerini almaktadır. AM funguslarının ürün kalitesini ve verimini artırdığına dair bir çok örnek olmasına rağmen ticari olarak mikorhizal inokulumun üretimi ve kullanımı ve mikorhizal bitkilerin geniş üretim sistemlerinde kullanımına dair pratik uygulamalar tatminkar boyutta değildir. Bu yüzden mikorhizal araştırmaların büyük çoğunluğu bu fungusların tarım alanlarına adaptasyonu ve biyoteknolojik uygulamalarla beraber geleneksel tarım sistemlerine entegre edilmesi esasına dayandırılmıştır. Bu arada doğadan etkili AMF türlerinin selekte edilmesi ve en uygun bitki-fungus kombinasyonlarının belirlenip pratiğe aktarılması yoluyla da bu çalışmalara ivme kazandırılması amaçlanmaktadır. Bir ön çalışma niteliğinde düşünülen bu araştırmada da bazı sebze bitkilerinin mikorhizal fungus ile kolonizasyon oranlarının tespit edilip, bitki+mikorhizal fungus uyumunun ortaya konması amaçlanmıştır. Elde edilen bulgular ışığında performansı yüksek bitkilerin, gelişim parametrelerinin de

belirlenerek, tarım alanlarında kullanılması olanakları araştırılmalı ve bu konuya yönelik çalışmalara hız kazandırılmalıdır. Pratikte bu bulguları geliştirmek ve hayata geçirmek özellikle tüpte fide-fidan yetiştiriciliğinde mümkün görülmektedir. Bunun yanı sıra fakir toprakların değerlendirilerek tarıma açılması ve bu topraklarda yetiştirilecek ürün deseninin belirlenmesi açısından bu bulguların dikkate alınması gerektiği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Abott, L.K. and A.D. Robson, 1991. Field management of VA mycorrhizal fungi. *“The Rhizosphere and Plant Growth*, Eds: D.L. Keister, P.B. Cregan.,” Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, pp: 355-362.
- Azcón-Aguilar, C., J. Palenzuela, M.J. Pozo, R. Calvente, N. Ferrol and J.M. Barea, 2001. The impact of mycorrhizal inoculation on nursery production of healthy plants. *Abstracts of Workshop on Managing Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Improving Soil Quality and plant Health in Agriculture*. Adana, Turkey, pp:28.
- Brundrett, M., 1991. Mycorrhizas in natural ecosystem. *Advanced in Ecological Research*. 21: 171-313.
- Brundrett, M.L., Y. Piche and R.L. Peterson, 1985. A developmental study of early stages in vesicular-arbuscular mycorrhiza development. *Canadian Journal of Botany*, 63: 184-194.
- Bryla, D.R. and R.T. Koide, 1990. Role of mycorrhizal infection in the growth and reproduction of wild vs cultivated plants. II. Eight wild accessions and two cultivars of *Lycopersicon esculentum* Mill. *Oecologia*, 84: 82-92.
- Demir, S., 1998. *Bazı kültür bitkilerinde Vesiküler-Arbusküler Mikorhiza (VAM) oluşumu ve bunun bitki gelişimi ve dayanıklılıktaki rolü üzerinde araştırmalar* (Basılmamış Doktora Tezi), E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 144 s.
- Demir, S. and E. Onoğur, 1999. *Glomus intraradices* Schenck&Smith: A Hopeful Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal (VAM) Fungus Determined in Soils of Türkiye. *The Journal of Turkish Phytopathology*, Vol:28, No:1-2, p:33-34.
- Garriock, M.L., R.L. Peterson and L.A. Ackerley, 1989. Early stages in colonization of *Allium porrum* (leek) roots by the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus, *Glomus versiforme* *New Phytologist*, 112: 85-92.
- Gianinazzi, S., V. Gianinazzi-Pearson and A. Trouvelot, 1988. Potentialities and procedures for the use of endomycorrhizas with special emphasis on high value crops. *“Biotechnology of fungi for improving plant growth* Eds: J.M. Whipps, R.D. Lumsden” Cambridge University Press, New York, pp: 41-54.

- Gianinazzi-Pearson, V., S.E. Smith, S. Gianinazzi and F.A. Smith, 1991. Enzymatic studies on the metabolism of vesicular-arbuscular mycorrhizas. V. Is At ATPase a component of ATP-hydrolyzing enzyme activities in plant-fungus interfaces?. *New Phytologist* 117: 61-74.
- Giovanetti, M., and B. Mosse. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist*. 84: 489- 500.
- Haas, J.H., B. Bar-Yosef, J. Krikun, R. Barak, T. Markovitz and S. Kramer. 1987. Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal fungus infestation and phosphorus fertigation to overcome pepper stunting after methyl bromide treatment. *Agron. J.* 79: 905-910
- Harley, J.L. and S.E. Smith, 1983. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, New York, 483 p.
- Marschner, H., 1995. Mycorrhizas. *Mineral Nutrition of Higher Plants*, Academic Press, pp: 566-595.
- Marschner, P., E. David, C. Richard and M. Higashi, 1997. Root exudation and physiological status of a root colonizing fluorescent pseudomonad in mycorrhizal – non mycorrhizal pepper (*Capsicum annuum* L.) *Plant and Soil*, 186: 11-20.
- McGonigle, T.P., 1988. A numerical analysis of published field trials with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Functional Ecology*, 2: 773-778.
- Millner, P.D., 1991. Characterization and use of vesicular-arbuscular mycorrhizae in agricultural production systems. “*The Rhizosphere and Plant Growth*, Eds: D.L. Keister, P.B. Cregan,.” Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Netherlands, pp: 335-342.
- Ortaş, İ., 2001. An overview of arbuscular mycorrhiza research in Turkey *Abstracts of Workshop on Managing Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Improving Soil Quality and plant Health in Agriculture*. Adana, Turkey pp: 14
- Pearson, J.N. and I. Jacobsen, 1993. Symbiotic exchange of carbon and phosphorus between cucumber and three arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytologist*, 124: 481-488.
- Plenchette C., J.A. Fortin and V. Furlan, 1983. Growth responses of several plant species to mycorrhizae in a soil of low fertility. I. Mycorrhizal dependency under field conditions *Plant and Soil* 70: 199-209.
- Phillips, J.M. and D.S. Hayman, 1970. Improved procedure for cleaning roots and staining parasitic and vesicular - arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assesment of infection. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 55: 158-161
- Sarı, N., İ. Ortaş, H. Yetişir, N. Köksal, G. Sayılıkan, B. Çetiner and S. Çığsar. 2001. Examples of some application of mycorrhization of vegetable production in Turkey. *Abstracts of Workshop on Managing Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Improving Soil Quality and plant Health in Agriculture*. Adana, Turkey, pp:43.
- Schenck, N.C. and G.S. Smith, 1982. Additional new and unreported species of mycorrhizal fungi (Endogonaceae) from Florida. *Mycologia* 74(1): 77-93.
- Smith, S.E., S. Dickinson and N.A. Walker, 1992. Distribution of VA mycorrhizal entry points near the root apex: is there an uninfectible zone at the root tip of leek or clover?. *New Phytologist* 122: 496-477.
- Smith, S.E. and D.J. Read. 1997. Vesicular-arbuscular mycorrhizas. “*Mycorrhizal Symbiosis* Eds: S.E. Smith, D.J. Read”. Academic Press, London, pp: 9-161.
- Sylvia, D.M. and S.E. Williams 1992. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and environmental stress. “*Mycorrhizae in Sustainable Agriculture* Eds: G.J. Bethlenfalvay, ve R.G. Linderman”. ASA Special Publication, Madison, Wisconsin, pp: 101-124.
- Yost, R.S. and R.L. Fox, 1979. Contribution of mycorrhizae to P nutrition of crops growing on an oxisol. *Agronomy Journal*, 71:903-908.