

AZOTOBACTER İLE MİKORRİZA MANTARI ARASINDAKİ İTERAKSİYON VE BUNLARIN BUĞDAY BİTKİSİ VERİMİ ÜZERİNE OLAN ETKİLERİ İLE İLGİLİ BİR ARAŞTIRMA

Kemal GÜR*

ÖZET

Sera şartları altında yürütölen bu çalışmada serbest nitrojeni (N₂) fikseden Azotobacter chroococcum bakterisi ile altı farklı VA mikorrizal mantar türü arasındaki interaksiyon ve bu mikroorganizmaların buğday bitkisinin gelişmesi ve verimi üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Bu çalışma sonunda, aşlanmış mikorrizal bitkilerin köklerinde tespit edilen mikorrizal enfeksiyon aşlanmamış kontrol bitkilerinkinden daha yüksek çıkmış ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli (P ≤ 0.05) bulunmuştur. İnokulant olarak kullanılan altı farklı VAM mikorrizal fungi türü arasında Glomus monosporus en yüksek VA mikorrizal enfeksiyon değerini vermiştir. Ancak, aşlanmış bitki köklerinde tespit edilen VA mikorrizal enfeksiyon bakımından VA mantar türleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır. Diğer taraftan, Azotobacter inokülasyonunun mikorrizal kök enfeksiyonu üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Diğer bir ifade ile VA mikorrizal enfeksiyon nisbeti bakımından VA mikorrizal mantar türleri ile Azotobacter arasındaki interaksiyon da istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır.

Gerek Azotobacter ile aşılama ve gerekse VA mikorrizal mantarı ile aşılama uygulamaları buğday bitkisinin kuru ağırlık ve dane verimlerini artırmıştır. Aşılama da kullanılan VA mikorrizal mantar türlerinden, Glomus monospora, Acaulospora sp. ve Sclerocystis rubiformis türleri Azotobacter chroococcum ile birlikte verilmeyen kontrollerine göre, buğday bitkisinin kuru ağırlık ve dane verimlerini daha fazla artırmışlar ve bu etkileri istatistiksel olarak önemli (P ≤ 0.05) bulunmuştur.

ABSTRACT

A STUDY UPON THE INTERACTION BETWEEN AZOTOBACTER AND V.A. MYCORRHIZA AND THEIR EFFECTS ON THE YIELD OF WHEAT PLANT

Interactions between N₂-fixing bacterium Azotobacter chroococcum and six different species of V.A. mycorrhizal fungi were studied in relation to the effects on the growth and yield of wheat plant. Mycorrhizal plants produced significantly higher root infection than the noninoculated control plants. Of the six different VAM fungi tested, Glomus monosporus produced the most root infection although no significant differences existed amongst different VAM fungi. Azotobacter inoculation did not bring any significant effect on the mycorrhizal root infection, and the interaction between VAM and Azobacter inoculations was also not significant.

Inoculation of soil with Azotobacter or mycorrhizal fungi increased the dry matter production and grain yield of wheat. Among the different VAM fungi, soil inoculation with Glomus monosporus, Acaulospora sp. and Saclerocystis rubiformis in the presence of Azotobacter chroococcum produced significantly higher dry matter production and grain yield than their corresponding controls. The significant increases in dry matter production and grain yield from combination of seed inoculation with A. chroococcum and soil inoculation with either Glomus monospora or Acaulospora sp. and Sclerocystis rubiformis may be attributed to an increased phosphate transport by the mycorrhizal fungus.

GİRİŞ

Bitki kökleri ile bazı mantar türleri arasındaki ortak yaşama biçimine "Mikorriza" denir. Ortak yaşadığı bitki kökü içerisinde vesikül ve arbaskül denilen üreme ve besin deposu organcıkları oluşturan mikorriza tipine de vesiküler-arbasküler mikorriza denir.

Vesiküler-arbasküler (VA) mikorriza, birçok mikorriza tipleri içerisinde en yaygın olanıdır. Bu mikorriza'nın oluşmasını sağlayan mantarlar phycomycetes sınıfına giren Endogone (Syn. Glomus) cinsi mantarlar olup bu mantarlar kültür bitkileri ile simbiyotik bir yaşama biçimi sürdürürler. Bu simbiyotik yaşamada, V.A. mikorriza mantarı konukçu bitkinin kök öz suyundan yararlanmasına karşılık, başta fosfor olmak üzere birçok bitki besin elementlerini (P, Ca, Mg, K, Cu, Zn, v.s.) elverişli hale getirerek konukçu bitkinin kullanımına sunmaktadır. Bunun sonucu olarak, V.A. mikorriza mantarı ile ortak yaşama südüren konukçu bitkinin kök bölgesindeki bitki besin elementlerinden

yararlanma imkanı ve buna bağlı olarak gelişmesi ve verimi o nisbette yüksek olmaktadır. Tarımsal üretim açısından, tarım topraklarında V.A. mikorridza mantarı ile ortak yaşama sürdüren tarım bitkilerinin başında baklagiller ve buğdaygiller familyasına giren bitkiler gelmektedir (Harley, 1972).

Azotobacter chroococcum bakterisi, tarım topraklarında bağımsız olarak yaşayabilen bir bakteri olup Azotobacteraceae familyası ve Eubacteriales takımına aittir. Söz konusu bakteri, atmosferik havanın serbest nitrojenini (N₂) toprakta depo ederek tarım toprağının bitkiye elverişli nitrojen (azot) bakımından zenginleşmesini sağlamaktadır (Gür, 1987).

Azotobacter (Brown, 1976, 1982; Yahalam et al., 1984; Çengel ve Gür 1986) ve vesiküler-arbasküler (VA) mikorridza (Mosse and Hayman, 1971; Gür, 1974, 1976; Manjunath and Bagyaraj, 1981; Krishna et al., 1982; Jensen 1983) ile aşılamanın bitkilerin gelişmesi üzerine olumlu etki yaptıkları çeşitli literatürlerde belirtilmiştir. Diğer taraftan Barea et al. (1973), Azotobacter paspali bakterisinin V.A. mikorridza mantarı ile enfekte olmuş Paspalum notatum bitkisi kök bölgesinde, mikorridzal olmalarıya göre, daha iyi gelişme ve aktivite gösterdiklerini ortaya koymuşlardır. Ancak Azotobacter chroococcum ile V.A. mikorridzanın buğdayın gelişmesi ve verimi üzerine olan etkisini araştıran bir çalışmaya herhangi bir literatürde buğüne kadar rastlanmamıştır.

Sera şartları altında yürütülen bu çalışmada, Erzurum İlinin çeşitli yörelerinden izole edilen bazı VA mikorridzal mantar türleri, tek başına ve Azotobacter chroococcum ile birlikte (kombine) aşılандıklarında buğday bitkisinin kuru ağırlık ve dane verimi üzerine olan etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOD

Sera şartları altında yürütülen bu çalışmada, deneme toprağı olarak kumlu tın tekstüründe bir tarla toprağı kullanılmıştır. Söz konusu deneme toprağının bazı kimyasal özellikleri şöyledir. Total organik karbon % 0.1302, total azot % 0.025, elverişli fosfor (Olsen's metodu) 4 ppm ve pH 7,6. Deneme toprağı 4 mm'lik elekten geçirildikten sonra 25 cm çapındaki saksılara dağıtılmıştır. Her saksının 8 kg deneme toprağı ihtiva ettiği tespit edilmiştir.

Denemede aşı olarak, Erzurum İlinin çeşitli yörelerinden izole edilmiş (VAM) mantarının Glomus monosporus (Gerdemann ve Trappe), Glomus macrocarpus (Tul. and Tul), Glomus coledonius (Trappe and Gerda-

mann), Giaspora gilmorei (Trappe and Gerdemann), Sclerocystis rubiformis (Gerdemann and Trappe) ve Acaulospora sp. türleri ve Azotobacter chroococcum bakterisi kullanılmıştır. Bu amaçla, daha önce VA mikrorrizal mantar türleri ile enfekte ettirilmiş kök inokulumları (aşılı) hazırlanmıştır. Bunun için, daha önce yapılan bir ön çalışma (Gür, 1988) ile, Erzurum İlinin çeşitli yörelerinden toplanan toprak örnekleri laboratuvarında ıslak elemeye tabi tutulmuş (Gerdemann ve Nicolson, 1963) ve yukarda adı geçen V.A. mikorriza mantar türlerinin sporları elde edilerek, söz konusu sporların tür tespitleri yapılmıştır (Gerdemann ve Trappe, 1974). Daha sonra, herbir türe ait mantar sporları üçgül bitkisi (Trifolium repens) köklerine ayrı ayrı aşılanmıştır. Bunu izleyen üç aylık süre sonunda, üçgül bitkisi köklerinin adı geçen mantar miselleri ile yoğun (% 98 VA mycorrhizal enfeksiyon) bir şekilde enfekte olduğu tesbit edilmiştir. Bu gözlemden sonra, üçgül bitkisi kökleri çok ince bir şekilde kıyılmış ve siteril su ile belirli bir oranda karıştırılarak kök inokulumu elde edilmiştir. Bu şekilde hazırlanmış inokulumun V.A. mikorriza mantarı sporu (klamiydaspor), V.A. mantar miseli ve kök parçacıklarından oluşan bir karışım olduğu belirlenmiştir. Bu işlem, denemede aşı olarak kullanılan V.A. mikorriзал mantar türleri için ayrı ayrı tekrarlanmıştır (Subba Rao. et al, 1985).

Denemede aşı olarak kullanılan Azotobacter chroococcum inokulumu ise şu şekilde hazırlanmıştır: "Ashby" besiyeri kullanılarak Erzurum İlinin çeşitli yörelerindeki topraklarından saf olarak izole edilen Azotobacter chroococcum kolonileri besiyeri üzerinden spatüle ile kazınarak steril suya aktarılmış ve Azotobacter'in hücre süspansiyonu elde edilmiştir. Daha sonra, bu bakteri hücre süspansiyonu çok ince bir şekilde öğütülmüş ve kireç ilave ederek pH'sı 6.8'e ayarlanmış siteril "peat" toprağa aktarılmıştır. Peat içerisindeki bakterinin son konsantrasyonunun bir gram hava kurusu peat'te 8×10^9 hücre/gr. peat" olduğu tespit edilmiştir (Berea et al. 1973).

İnokulum'ların hazırlanmasını takiben, daha önce hazırlanarak saksılara konan deneme topraklarına buğday tohumlarının ekimi işlemine geçilmiştir. ekim işleminden hemen önce inokulasyon (aşılama) işlemi yapılmıştır. Bu amaçla, daha önce herbir V.A. mikorriзал mantar türü için ayrı ayrı hazırlanmış bulunan ve "klamiydaspor+misel ve ince bir şekilde kıyılmış V.A. mikorriзал kök parçacıkları" karışımından oluşan kök inokulumundan, mantar aşılanacak her bir saksı için, 200 ml. inokulum solüsyonu (herbir saksıya bir gr. enfekte kök düşecek şekilde) alınarak saksılardaki toprağa ilave edilmiş ve saksı toprağının yüzey tabakasının 2 cm. derinliğindeki toprak tabakası ile iyice

karıştırılmıştır. Diğer taraftan aynı miktar (200 ml.) kök inokulümü otoklavda siterilize edilerek aşısız (mantar ile aşılammamış) kontrol saksılara verilmiştir. Hemen bunu takiben, deneme bitkisi tohumlarının Azotobacter chroococcum ile aşılannması işlemine geçilmiştir. Bu amaçla, daha önce hazırlanmış bulunan ve *Azotobacter chroococum* bakterisi hücrelerini ihtiva eden "peat inokulumu" steril su ile karıştırılarak her 100 gram buğday tohumuna 20 gram peat inokulumu (18×10^9 bakteriyal hücre/g. tohum) olacak şekilde tohum ile muamele edilmiştir. ayrıca, aynı miktar peat inokulumu laboratuvarda otoklavda siterilize edilerek aşısız (*Azotobacter*'siz) kontrol saksılra ilave edilmiştir. V.A. mikorrizal mantar türleri ve *Azotobacter chroococcum* bakterisi ile inokulasyon işlemleri tamamlandıktan hemen sonra buğday tohumları saksılara ekilmiştir. Her saksıda beş adet bitki büyümesine müsaade edilmiştir.

Araştırma kontroller de dahil olmak üzere yedi VAM uygulaması (biri kontrol) ve iki (biri kontrol) *Azotobacter* uygulaması içine alan "şansabağlı tam bloklar" deneme desenine (7x2x5) göre planlanmıştır. Böylece, toplam 14 farklı inokulasyon uygulaması ve her uygulama da beş defa tekrarlanarak deneme yürütülmüştür.

Deneme bitkileri günde yaklaşık 9 saatlik güneş ışığı alabilecek şekilde serada yetiştirilmiş ve deneme süresince çeşme suyu ile sulanmıştır. Denemenin başından sonuna kadar seranın sıcaklığı 5°C (min) ile 30°C (max) arasında değişmektedir.

Tohumların ekiminden 135 gün sonra, deneme bitkisinin kök-lerindeki V.A. mikorrizal enfeksiyon oranları Daft ve Nicolson (1966)' ın "slyd tekniğine" göre hesaplanmıştır. Bu amaçla, bitki kök örnekleri, yaklaşık 1 cm uzunluğunda küçük parçacıklar halinde kesilerek bir petri kabındaki su içerisinde yıkandıktan sonra kök büyüklüğüne göre, tüm kök parçacıklarını temsil etmesi amacıyla, şansa bağlı olarak yaklaşık 100-150 adet arasında kök parçacıkları seçilerek % 10'luk KOH çözeltisinde ağartılmıştır. Bu şekilde ağartılan kök örnekleri Trypan-blue (Phillips and Hayman, 1970), ile boyanmıştır. Boyama işlemini takiben, tüm kök örneklerinde V.A. mycorrhizal kolonizasyon enfeksiyon nisbeti (%) hesaplanarak (Daft and Nicolson, 1966) kaydedilmiştir (Cetvel 1).

Tohum ekiminden 210 gün sonra, deneme bitkilerinin olgunlaştığı tesbit edilmiş ve bitkiler hasat edilerek her saksıdaki kuru ağırlıklar, "sap+saman" verimi (Cetvel 2) ve dane verimi (Cetvel 3) olarak kaydedilmiştir.

Elde edilen sonuçlar istatistikî analizlere tabi tutularak denemede-

ki uygulamaların ve uygulamalar arasındaki ilişkilerin (interaksiyonların) önem kontrolü için varyans analizi ve LSD testi uygulanmıştır.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Denemede aşı olarak kullanılan altı farklı V.A. mikorrizal mantar türünün araştırma toprağında yetiştirilen buğday bitkisinin köklerinde meydana getirmiş olduğu V.A. mikorrizal enfeksiyon nisbetleri Cetvel 1'de verilmiştir. Söz konusu cetvelin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, V.A. mikorrizal mantarı ile aşılammamış bitki köklerindeki V.A. mikorrizal nisbetleri % 15,3 ile % 16,5 arasında değişmektedir. Diğer bir ifade ile, araştırma toprağında tabii V.A. mikorrizal enfeksiyon nisbetleri % 15,3-% 16,5 arasındadır. Bu bulgu araştırma toprağının kendi yapısında da tabii olarak V.A. mikorrizanın bulunduğunu göstermektedir. Diğer taratan aynı cetvelden Azotobacter chroococcum verilmiş bitkilerde aşılama ile elde edilen V.A. mikorrizal enfeksiyon nisbetleri % 80,7 ile % 93,2 arasında değişirken, Azotobacter chroococcum verilmiş bitkilerde ise aşılama ile elde edilen V.A. mikorrizal enfeksiyon nisbetleri % 82,8 ile % 96,4 arasında olduğu izlenmektedir (Cetvel 1). Aynı cetvelin incelenmesinden aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir:

1) V.A. mikorrizal mantarı ile aşılammamış bitkilere oranla, aşılammamış bitki köklerinde tesbit edilen V.A. mikorrizal enfeksiyon nisbetleri daha yüksek bulunmuş ve aralarındaki farklar istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0,05$) çıkmıştır (Cetvel 1).

2) Teste tabii tutulan altı farklı V.A. mikorrizal mantar türünden, Glomus monosporus en yüksek V.A. mikorrizal enfeksiyon nisbetini oluşturmuş ve bunu sırasıyla Acaulospora sp., Sclerocystis rubiformis, Glomus macrocarpus, Glomus Caledonius ve Giaspora gilmorei izlemiştir. Ancak, V.A. mikorrizal enfeksiyon nisbeti bakımından, yukarıda belirtilen mantar türleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Aynı şekilde, Azotobacter chroococcum inokülasyonun V.A. mikorrizal enfeksiyon nisbeti üzerine istatistiksel olarak önemli sayılabilecek bir etkisi olmamıştır. Diğer bir ifade ile "VAM mantar X Azotobacter" interaksiyonu istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır (Cetvel 1). Bu sonuçlar literatürdeki (Barea et al., 1973; Gür, 1974; Gerdemann ve Trappe, 1974; Manjunath ve Bagyaraj, 1981; Krishna et al, 1982) bulgularla uygunluk teşkil etmektedir.

Araştırmada aşı olarak kullanılan altı farklı V.A. mikorrizal mantar türünün deneme toprağında yetiştirilen, Azotobacter ile aşılammamış ve

aşılammış buğday bitkisinin kuru ağırlığı ve dane verimi üzerine olan etkileri sırasıyla Cetvel (2) ve Cetvel (3)'de verilmiştir. Sözü edilen cetvelerin incelenmesinden de görülebileceği gibi; gerek Azotobacter chroococcum ve gerekse V.A. mantar türlerinin kullanıldığı aşılama işlemleri deneme bitkisinin kuru ağırlığı (Cetvel 2) ve dane verimini (Cetvel 3) arttırmıştır. Aynı cetvellerin incelenmesinden şu sonuçlar çıkarılabilir:

1- Araştırmada aşı olarak kullanılan V.A. mikorrizal mantar türlerinden; Glomus monospora, Acaulospora sp. Sclerocystis rubiformis, Glomus macrocarpus ve Glomus coledonius inokulantları Azotobacter chroococcum ile birlikte aşılandıklarında, kontrollerine (Azotobacter'siz VA mikorrizal inokülantlara) nisbetle, buğday bitkisinin kuru ağırlık (Cetvel 2) ve dane verimini (Cetvel 3) önemli ($P \leq 0,05$) düzeylerde arttırılmışlardır. Bu sonuç, literatürdeki (Baylis, 1959; Gür, 1974, 1976; Mosse, 1977; Bağyaraj ve Menge, 1978; Jensen, 1983) bulgularla aynı doğrultudadır.

Herhangi bir endotrofik mantarın etkinliği, prensip olarak, o mantarın fizyolojik özelliklerine bağlıdır. Bu özelliklerin başında; mantar miseli içerisindeki fosfat anyonunun translokasyon hızı, fosfat anyonunun misel dışındaki taşınma (transfer) hızı, mantar miselinin toprak içerisindeki miktarı ve dağılımı, ve mantar türleri ile çevresi arasındaki interaksiyon gibi özellikler gelir (Mosse, 1977). Bu çalışmada da tesbit edildiği gibi, buğday bitkisinin kuru ağırlık ve dane verimi üzerindeki Azotobacter chroococcum ve VA mikorriza mantar türlerinin kombine (birlikte) arttırıcı etkileri, A. chroococcum'un V.A. mikorrizal mantar miselinin fosfat anyonunu bitki köküne taşıma kapasitesini arttırmış olmasına bağlanabilir (Mosse ve Haymann, 1971; Brown, 1976; 1982; Berea et al, 1973; Çengel ve Gür, 1986; Krishna et al; 1982).

Bu çalışmada elde edilen bulgular Erzurum İli'nin çeşitli yörelerinden izole edilen VA mikorrizal mantar türlerinin ve Azotobacter chroococcum bakterisinin tek başına veya birlikte aşı olarak kullanıldıklarında buğday bitkisinin kuru ağırlık ve dane verimini önemli düzeyde arttırdıklarını ancak birlikte (kombine) inokülasyonun tek başına inokülasyondan daha etkin olduğunu ortaya koymuştur.

Ancak, pratikte geniş bir uygulamaya geçmeden önce, yukardaki sera denemesi ile elde edilen bulguların , sözkonusu V.A. mikorrizal mantar türleri Azotobacter chroococcum kültür çözeltilerinin değişik konsantrasyonlarının çeşitli "V.A. Mikorriza X Azotobacter" kombinasyonlar halinde kullanıldığı değişik şartlar altındaki tarla denemeleri ile doğrulanması gerekir.

Cetvel 1. VA- Mikorrizal mantara ait altı farklı inokülantın siterilize olmamış bir toprakta yetiştirilen buğday bitkisinin köklerinde oluşturdukları enfeksiyon nisbetleri (n=S)

V.A. Mikorrizal Mantar	Kök Enfeksiyon Nisbeti %		
	Azotobacter- süz	Azotobacter ile	Ortalama
Aşısız kontrol (V.A.M.'süz)	16.5	15.3	15.9
Glomus monosporus	93.2	96.4	94.8
Glomus macrocarpus	83.2	85.6	84.4
Glomus caledonius	81.4	82.8	82.1
Giaspora gilmorei	80.7	78.2	79.45
Sclerocystis rubiformis	83.6	86.1	84.45
Acaulospora sp.	90.4	92.9	9.65
Ortalama	75.71	76.75	

Cetvel 2. Altı farklı VA. mikorriza mantarı inokülantı ile aşılannmış bir toprakta yetiştirilen buğday bitkisinin kuru madde verimine Azotobacter ile aşılannmanın etkisi (n=S)

V.A. Mantarı İnokülantları	Kuru madde (sap+saman) verimi (g/saksı)		
	Azotobacter- süz	Azotobacter ile	Ortalama
Aşısız kontrol (V.A.M.'süz)	12.8	24.9	18.85
Glomus monosporus	32.9	54.6 ^b	43.75
Glomus macrocarpus	30.4	50.8 ^b	40.60
Glomus caledonius	25.6	49.3 ^b	37.45
Giaspora gilmorei	17.8	43.6	30.7
Sclerocystis rubiformis	31.7	51.4 ^b	41.5
Acaulospora sp.	31.4	52.6 ^b	42.0
Ortalama	26.08	46.74	
b: İstatistiksel olarak önemi	(P ≤ 0,05)		

Cetvel 2. Altı farklı VA. mikorriza mantarı inokulantı ile aşılanmış bir toprakta yetiştirilen buğday bitkisinin dane verimine Azotobacter ile aşılanmanın etkisi (n=S)

V.A. Mikorriza Mantarı İnokulantları	Dane Verimi (g/saksı)		
	Azotobacter- siz	Azotobacter ile	Ortalama
Aşısız kontrol (V.A.M.'sız)	8.2	13.3	10.75
Glomus monosporus	21.8	29.2 ^b	25.5
Glomus macrocarpus	20.0	27.0 ^b	23.5
Glomus coledonius	16.2	24.2	20.2
Giaspora gilmorei	12.6	23.1	17.85
Sclerocystis rubiformis	20.7	27.3 ^b	24.0
Acaulospora sp.	19.8	28.8 ^b	24.3
Ortalama	17.04	24.7	
b: İstatistiksel olarak önemi	(P ≤ 0,05)		

KAYNAKLAR

- Bagyaraj D.J. and Menge J.A. 1978. Interaction a VA mycorrhiza and Azotobacter and their effects on rhizosphere microflora and plant growth. *New Phytologist*. 80, 567-573.
- Barea J.M. Brown. M.E. and Mosse B. 1973. Association between VA- mycorrhiza and Azotobacter. *Rothamsted Report for 1972, Part I*. pp. 81-82.
- Baylis G.T.S. 1959. Effect of Vesicular-arbuscular mycorrhizae on growth of *Griselinia littoralis* (Cornaceae) *New Phytologist*. 58, 274-280.
- Brown, M.E. 1976. Role of *Azotobacter paspali* in associations with *Paspalum notatum*. *Journal of Applied Bacteriology*. 40, 341-347.
- Brown, M.E. 1982. In *Bacteria and Plants*. Eds. M.E. Rhodes-Roberts and F.A. Skinner. Academic Press. London. pp 25-41.
- Çengel, M., K. Gür 1986. *Azotobacter*lerin topraktaki dağılımı ve toprak verimliliği üzerine etkileri. *Derim Tarım Dergisi*. 3 (1): 38-43, 1986.
- Daft. M.J. and Nicolson T.H. 1966. Effect of *Endogone mycorrhizal* on plant growth. *New Phytologist* 65. 343-350.
- Gerdemann, J.W. and Nicolson, T.H. 1963. Spores of mycorrhizal Endo-

- gene species extracted from soil by wet sieving and decanting. Trans Brit. mycol. soc. , 4E, 235-244.
- Gerdemann, J.W. and Trappe, J.M., 1974. The Endogonaceae in the Pacific Northwest. The New York Botanical Garden and the Mycological Society of America, 1974. Mycologia Memoir No:5.
- Gür, K., 1974. Studies On Distribution and Activities of VA Mycorrhizae M. Agric. Sci. Thesis. Soil. Sci. Dept., University of Reading. Berks, U.K. (England).
- Gür, K., 1974. Vesiküler-Arbasküler (VA) Mikorrizanın aktivite ve dağılışı üzerine çalışmalar. TBTAk Yayın No: 361, TOAG. Seri No: 63. TÜBİTAK Bilim Kongresi, İzmir, 1975.
- Gür, K. 1976. Vesiküler-Arbasküler (VA) Mikorrizanın, Erzurum Kan Siltli Tını ve Palandöken Çakıllı Tınında Yetiştirilen Soğan Bitkisinin Gelişmesi ve Fosfor Alımı Üzerine Etkisi (Doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt: 7, Sayı: 3, 13-23. 1976.
- Gür, K., 1987. Serbest (Simbiyotik olmayan) Azot Buğlanması, s: 119-130. Toprak Biyolojisi Ders Kitabı. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No.10, Konya.
- Gür, K. 1988. Vesiküler-Arbasküler (VA) Mikorrizanın Erzurum Yöresi Topraklarındaki Dağılımı Üzerine Bir Araştırma. TÜBİTAK TOAG V. Türkiye Fitopatoloji Kongresinde (18-21 Ekim 1988) Antalya). Tebliğ olarak sunulmuştur.
- Harley, J.J.L. 1972. The Biology of Mycorrhiza Leonard. Hill. London.
- Jensen. A., 1983. The effect of İndigenous Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi On Nutrient Uptake And Growth Of Barley İn two Danish Soils. Plant And Soil 70, 155-163.
- Krishna, K.R. Bagyaraj D.J.J. and Rai. P.V., 1982. Response of Groundnut To Va Mycorrhizal İnoculation İn Black Clayey Soil. Indian Journal Of Microbiology 22, 206-208.
- Manjunath. A. And Bagyaraj, D.J. 1981. Intensity Of Mycorrhizal Infection And Response Of Onion At Different Stage Of Grofth. Plant And Soil 13, 295-298.
- Mosse B. Und Hayman D.S., 1971. Plant Growth Responses To Vesicular-Arbuscular Mycorrhizas II. Unsterilized Field Soils. New Phytologist. 70, 29-34.
- Mosse. B., 1977. The Role Of Mycorrhiza İn Legume Nutrition On Marginal

Soils. In Exploiting The Legume-Rhizobium Symbiosis İn Tropical Agriculture (JJ. M.Vincent, A.S. Whitney And J. Bose Eds.) pp. 275-292. College Of Tropical Agriculture. Miso. Publication No: 145. University Of Hawai USA.

Phillips JJ.M. And Hayman, D.S. 1970 Improved Procedures For Clearing Roots And Staining Parasitic And Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi For Rapid Assessment Of İnfection. Transactions Of British Mycological Society 55. 158-161.

Subba Rad. N.S. Tilak K.V.B.R. Anhd Singh. C.S. 1985. Synergistic Effect On Vesikülar-Arbuscular Mycorrhizas And Azosprillium Brasi-lanse On The Growth Of Barley İn Pots. Soil. Biol. Biochem. Vol. 17. No.1 pp. 119-121.