

Hıyarda Vesiküler-Arbüsküler Mikorizanın Bitki Büyümesi ve Besin Maddeleri Alımı Üzerine Etkileri*

Sibel ÇIÇŞAR, Nebahat SARI

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 01330, Adana-TÜRKİYE

İbrahim ORTAŞ

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, 01330, Adana-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 15.12.1998

Özet: Araştırmada sera hıyar yetiştiriciliğinde VA mikorizanın bitki büyümesi üzerine etkileri incelenmiştir. Yayla F₁ çeşidi kullanılarak yapılan çalışmada sterilize edilmiş ve edilmemiş 1:1:1 (gıftlik gübresi:bahçe toprağı:dere kumu) harcına *Glomus mossea* ve *Glomus fasciculatum* karışımları (10 g/bitki) inoküle edilmiştir. Mikoriza sporları tohum ekim derinliğinin 5 cm altına yerleştirilmiştir. VA mikorizanın bitki gelişimine etkilerini incelemek amacıyla 15'er gün aralıklarla bitki boyu, gövde çapı ve boğum sayısı ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca ayda bir kez sökülen bitkilerde biyomas ölçümleri ile bitkiler tarafından kaldırılan P, Zn ve Mn miktarları ile mikorizal enfeksiyon oranları saptanmıştır.

Araştırma sonucunda, özellikle sterilize edilmiş harca VA mikoriza eklenmesinin bitki büyümesini olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Yapılan biyomas ölçümlerinde de mikoriza ile inoküle edilen bitkilerin yaprak, gövde, kök yaş ve kuru ağırlıkları; yaprak alanı değerleri inoküle edilmeyenlerden daha yüksek bulunmuştur. Mikorizal inokülasyonun bitki büyümesine olan etkisi yüksek P, Zn ve Mn alımına bağlanmıştır.

The Effects of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae on the Plant Growth and Nutrient Uptake of Cucumber

Abstract: This study was conducted to investigate the effect of vesicular-arbuscular (VA) mycorrhizae on plant growth of cucumber. Yayla F₁ seeds were sown in sterile and non-sterile growing medium (organic manure:soil:mix of sand; v:v:v 1:1:1). The mix inoculum of *Glomus mossea* and *Glomus fasciculatum* spores (10 g/plant) was placed 5 cm below the cucumber seed before sowing. In order to investigate the effects of VA mycorrhizae on plant growth, plant height, diameter, number of nodes were measured every 15 days. Also once a month biomass, P, Zn and Mn content of dry matter biomass and mycorrhizal infection were also determined.

The results reveal that the VA mycorrhizae inoculum used in sterile medium has a positive effect on plant growth. It seems that in a sterilised medium, mycorrhizal inoculation significantly increased the fresh and dry weight of the leaf, shoot and root biomass and leaf area index also. The effect of mycorrhizal inoculation on plant growth was related with higher uptake of P, Zn and Mn.

Giriş

Ülkemizde yaklaşık 35 000 ha'lık örtülü alanda bitkisel üretim, bu alanın % 95'inde de sebze yetiştiriciliği yapılmaktadır. Örtülü alanların % 28'ini (11 500 ha) seralar, geriye kalan % 72'sini de alçak ve yüksek plastik tüneller oluşturmaktadır. Sera sebze türleri içerisinde en fazla yetiştirileni % 50'lik payla domatestir. Domatesi hıyar (% 22), biber (% 15), patlıcan (% 9), kabak (% 2), fasulye (% 1) ve kavun (% 1) izlemektedir (1). Türkiye'de seralar devamlı ısıtılmamaktadır. Önemli sera sebzelerinden birisi olan hıyar, soğuşa karşı oldukça hassastır. Bu nedenle genellikle çift ürün (sonbahar ve ilkbahar) tarımı seçilmektedir. Sonbahar yetiştiriciliğinde

en önemli sorunlardan birisi, hava ve toprak sıcaklıklarının hıyarın istediği optimumun altına düşmesinden dolayı bitkinin besin maddelerinden yeterince yararlanamamasıdır.

Çukurova Bölgesi topraklarında yüksek kil, kireç ve pH özelliğinden dolayı yer yer besin elementi noksanlıkları görülmektedir. Söz konusu besin noksanlıklarının giderilmesi için sıkça gübreleme yapılmaktadır. Gübreleme yerine bitkilerin doğal beslenme mekanizmalarından olan mikorizalardan yararlanılması önemli bir tarım stratejisi olacaktır (2). Bitki köklerine bağlı ve simbiyotik olarak yaşamlarını sürdüren mikroorganizma türleri fosfor (P), çinko (Zn) ve bakır

* Bu çalışma Ç.Ü. Araştırma Fonu (FBE.96.21 No'lu Proje) tarafından desteklenmiştir.

(Cu) gibi toprakta hareketliliği yavaş olan besin elementlerinin alımını arttırabilirler. Bunlardan VA mikoriza geniş bir coğrafik alana yayılmış olup, uzun ve geniş yüzey alanına sahip hifleri sayesinde besin elementlerini daha etkin bir şekilde alma yeteneğine sahiptir (3, 4, 5). Mikoriza ile iyi infekte edilen bitkiler, daha iyi büyüme ve yapraklarıyla daha iyi fotosentez yapabilmektedir. Gübre fiyatlarının artması, gübre kaynaklarının sınırlı olması, mikoriza gibi doğal gübre kaynaklarının kullanımı ve değerlendirilmesi gereğini ortaya çıkarmaktadır.

Sebze tohumlarının ekimi veya dikim öncesi yetiştiricilik yapılacak topraklar ve harçlar zararlı patojenleri öldürmek amacı ile sterilize veya dezenfekte edilmektedir. Toprak sterilizasyonu sonucu toprakta mevcut bulunan yararlı mikroorganizmalar, özellikle de canlı mikoriza sporları büyük oranda yok edilmektedir (6).

Hıyar bitkisinde besin maddesi noksanlıkları, gelişme ve büyümeyi kısıtlayıp, verimi azaltır, meyvelerin biçimsiz oluşmasına neden olur. Mikroelement noksanlığında, çiçek dökümleri, meyve içi çürümleri ve bozuk meyve şekilleri gibi olumsuzluklar görülmektedir (7). Mikorizal funguslar çok miktarda hif üreterek bitki kök yüzeyi alanını arttırmakta ve köklerden çok uzak bölgelerdeki besin elementlerini bu hiflerin aracılığı ile alarak bitkinin üst organlarına taşımaktadır (8, 9, 10, 11).

Hıyarın sera sebzeleri içerisinde önemli bir yer tutması, ısıtılmayan sera koşullarında, düşük toprak sıcaklıklarında besin elementlerinin hareketliliğinin zor olması ve ayrıca hıyarın yüzlek köklü ancak geniş vegetatif aksamı bir tür olması mikorizal mantarın verimi ve kaliteyi artırma yönünde yararlı olabileceği kanaatini doğurmuştur (4, 12). Bu çalışmada, sonbahar döneminde yetiştirilen hıyar bitkilerine mikoriza sporlarının ilave edilmesinin bitki büyümesi ve besin maddesi alımına etkileri incelenmiştir.

Materyal ve Metot

Araştırma 1996-1997 yetiştirme döneminde Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait bir cam serada yürütülmüştür.

Çalışmada bitkisel materyal olarak Yayla F₁ hıyar çeşidi kullanılmıştır. Araştırmada mikorizal fungus türleri olarak Fransa'dan bir özel şirketten sağlanan *Glomus mossea* ve *Glomus fasciculatum*'un saf ırklarını içeren bir karışım kullanılmıştır.

Hıyarda mikorizanın bitki büyümesi ve besin maddesi alımları üzerine etkilerinin incelendiği bu çalışma, üç yinelemeli olarak kurulmuştur. Tohum ekim harcı olarak

kullanılan 1:1:1 (yanmış elenmiş çiftlik gübresi: bahçe toprağı: dere kumu) karışımının 1/3'ü otoklavda 121°C'de sterilize edilmiş (ST), 1/3'üne üreticinin kullandığı fümigasyon yöntemi olan tohum ekim harcının metil bromidle dezenfeksiyonu yapılmış (FM), 1/3'üne de hiçbir uygulama yapılmamış, kontrol (KT) olarak kullanılmıştır. Her üç uygulamanın yapıldığı harçlar 8 x 8 cm boyutlarındaki saksılara doldurulmuş ve her uygulama için saksılara 5 cm derinliğe 10 g/saksı (ortalama 1000 mikoriza sporu) miktarı (13) ile mikoriza (MK) fungus türü uygulandıktan sonra tekrar bir miktar harç konularak ekim yapılmıştır. Her saksıya 280 ml hacminde harç doldurulmuştur. Denemede toplam 6 uygulama yer almıştır. Bunlar kontrol (KT), Kontrol + Mikoriza (KT + MK), Sterilizasyon (ST), Sterilizasyon + Mikoriza (ST + MK), Fümigasyon (FM) ve Fümigasyon + Mikoriza (FM + MK)'dır. Altı uygulamanın her biri 3 yinelemeli olarak ve her yinelemede 20'şer saksı bulunacak şekilde tohumlar ekilmiştir.

Fideler 3-4 gerçek yapraklı aşamadayken 100-30 x 40 cm aralıklarla (14) çift sıralı olarak 19/10/1996 tarihinde dikilmiştir. Her yinelemede 10'ar adet bitki bulundurulmuştur. Denemede sulama sistemi olarak damla sulama yöntemi uygulanmış, gübreleme yapılmamıştır. Bu dönemde görülen külleme hastalığı ile mücadele için Benlate ve Derosal adlı ilaçlar kullanılmıştır. Budama; koltuk alma ve yaşlı yaprakların seyreltilmesi biçiminde yapılmıştır.

Çalışmada sterilizasyon, fümigasyon ve mikoriza uygulamalarının bitki büyümesine etkilerini incelemek üzere dikimden itibaren 15'er gün aralıklarla bitki boyu ve gövde çapları ölçülmüş; boğum sayıları kaydedilmiştir. Ayrıca, 13/11/1996, 8/12/1996 tarihlerinde ve bütün bitkilerin söküldüğü tarihte (5/2/1997), her uygulamanın her yinelemesinden sökülen ikişer bitkide gövde ve kök uzunlukları (cm), ana gövde çapları (mm), gövde, yaprak ve kök yaş ve kuru ağırlıkları (g) ölçülmüştür. Ayrıca 13/11/1996 ve 8/12/1996 tarihlerinde sökülen bitkilerin farklı kısımlarından altışar yaprak alınmış, izdüşümleri çizilip Hayashi Denko Co LTD. marka yaprak alan ölçer ile ölçülmüştür.

Bitkide fosfor ve mikroelement analizleri Kacar (15)'in tanımladığı yöntemlere göre yapılmıştır. Total fosfor, öğütülmüş bitki örneği nitrik-perklorik asit karışımı kullanılarak yaş yakma yöntemi ile elde olunan ekstraksiyon çözeltisinde molibdo-fosforik mavi renk yöntemi ile ölçülmüştür. Total çinko ve mangan elementleri de yaş yakma yöntemi ile elde olunan ekstraksiyon çözeltisi kullanılarak atomik absorpsiyon spektrofotometre yardımı ile ölçülmüştür.

Kök temizleme ve boyama işlemi Koske ve Gemma (16)'nın belirlediği yonteme göre yapılmıştır. Kök infeksiyon oranı mikroskop altında 40-60 büyütmeyle Giovanetti ve Mosse (17)'nin belirttiği yonteme göre yapılmıştır.

Denemeden elde edilen verilerin istatistiksel analizleri tesadüf blokları deneme desenine göre yapılmış ve ortalamalar Tukey testi ile karşılaştırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bitki Boyu

Denemede farklı tarihlerde yapılan bitki boyu ölçümlerine göre steril edilmiş harç ortamında yetiştirilen bitkilerde kontrol ve fumigasyona göre bitki gelişiminin arttığı ve bu etkinin sterilizasyon+mikoriza uygulamasında daha açık olarak ortaya çıktığı saptanmıştır (Şekil 1). Steril ortamda yetiştirilen bitkiler diğer uygulamalardakilerden farklı bir şekilde gelişme göstermiş ve bu farklılık vejetasyon sonuna kadar devam etmiştir. Kontrol uygulamasının ise yetiştiricilik döneminde fumigasyon ve sterilizasyon uygulamalarına göre daha yavaş geliştikleri tespit edilmiştir. Kontrol parsellerinde mikoriza uygulaması kısmen de olsa bitki gelişmesini teşvik etmiştir. Şekil 1 incelendiğinde mikoriza; kontrol ve sterilizasyon ortamlarına

karıştırıldığında aynı ortamların kontrollerine göre bitkilerin daha fazla gelişebildiği gözlenmektedir. Fakat aynı etki fumigasyon işleminde görülmemiştir. Fumigasyon uygulanması koşullarında mikoriza kullanılması durumunda bitki gelişimi yalnız fumige edilmiş ortamdaki bitkilerden bile geride kalmıştır. Hemen hemen bütün fumigantlar mikorizanın canlılığını ortadan kaldırdığından mikorizanın da etkinliğini bu denemede sınırlandırmıştır. Böyle durumlarda mikorizal infeksiyon gerçekleşse bile mikoriza işlev görmediği için bitkinin ürettiği karbonhidratları tükettiği için de bitki kontrole göre daha düşük düzeyde gelişebilmektedir (5).

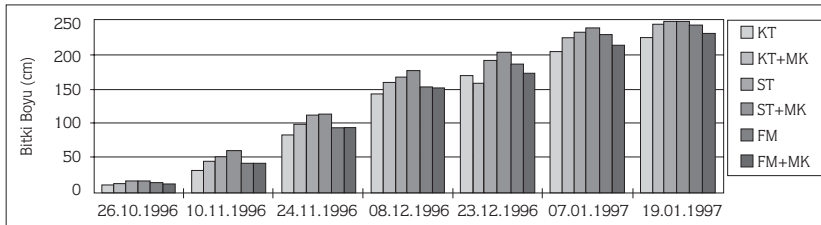
Ayrı ayrı ölçüm denemelerindeki bitki boy ölçümleri arasında yapılan istatistiksel analizlere göre üçüncü ve altıncı dönem ölçümlerinde sterilizasyon ve mikoriza uygulamasının diğer uygulamalardan farklı olduğu belirlenmiştir (Şekil 1).

Gövde Çapı

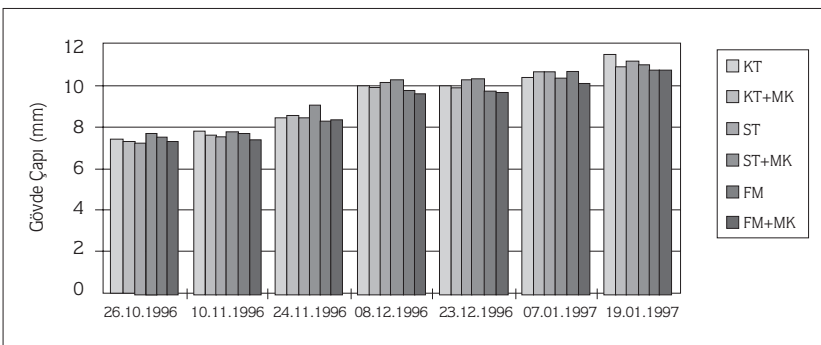
Bitki gelişim süresince bitki gövde çapları arasında herhangi bir farklılık olmadığı gözlemlenmiştir (Şekil 2).

Boğum Sayısı

Denemede farklı tarihlerde yapılan ölçümlere göre boğum sayısına ait değerler yönünden sterilizasyon ve sterilizasyon+mikoriza uygulamalarından elde edilen boğum sayılarının daha fazla olduğu belirlenmiştir (Şekil



Şekil 1. Onbeşer gün aralıklarla bitki boyu (cm) ölçümü sonuçları.



Şekil 2. Onbeşer gün aralıklarla gövde çapı (mm) ölçümü sonuçları.

3). Bütün gelişme dönemleri dikkate alındığında birinci ölçümde % 1 düzeyinde, ikinci ölçümde % 5 düzeyinde önemli olmak üzere sterilizasyon+mikoriza uygulamasının boğum sayısı diğerlerinden fazla çıkmıştır. Ancak yedinci ölçümde sterilizasyon uygulamasındaki bitkilerin diğerlerinden daha fazla boğum sayısına sahip olduğu (% 5'lik önem seviyesinde) belirlenmiştir.

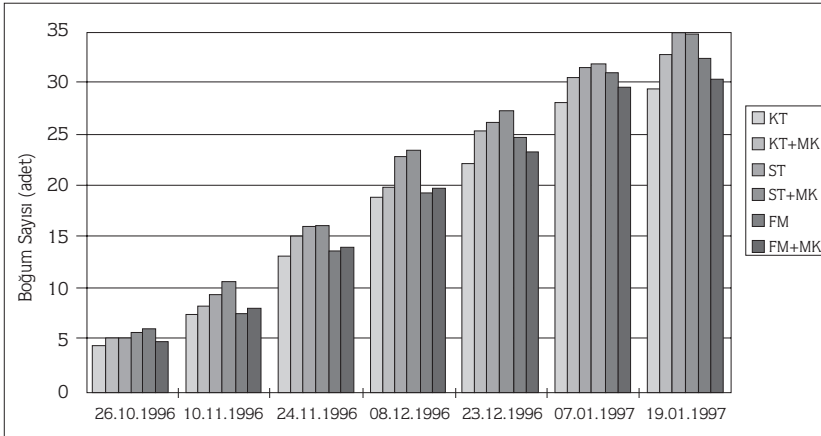
Bitki Sökümlerine İlişkin Bulgular

Denemede üç farklı tarihte (13/11/1996, 08/12/1996 ve 05/02/1997) her yinelemeden 2'şer adet bitki sökülüp ve bu bitkilerde gövde ve kök uzunluğu, gövde çapı, boğum sayısı, gövde, yaprak ve kök yaş ve kuru ağırlıkları ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca 13/11/1996 ve 08/12/1996 tarihlerindeki bitki sökümünde yaprak alanları da ölçülmüş, sonuçlar ölçüm tarihleri sırasıyla Tablo 1, 2 ve 3'te sunulmuştur.

13/11/1996 tarihinde yapılan ilk bitki sökümünden elde edilen sonuçlara göre; gövde çapı, boğum sayısı ve kök uzunluğu bakımından uygulamalar arası

farklılıkların önemli olmadığı gözlenmektedir (Tablo 1). Mikorizalı ve mikorizasız uygulamalar karşılaştırıldığında, bütün kontrol uygulamalarına (kontrol, sterilizasyon, fümigasyon) göre mikorizalı bitkilerin boylarının diğerlerine göre çok daha uzun olduğu saptanmıştır. Yapılan yaprak alanı ölçümlerine göre de uygulamalar arasında % 5 düzeyinde önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

Mikoriza uygulaması, sterilizasyon ve fümigasyon uygulamalarında farklılık yaratmış olup, bu farklılık istatistiki olarak % 5 önem düzeyinde önemli olmuştur, fakat kontrol uygulamasına etki etmemiştir. Aynı şekilde yapraklar kurutulduktan sonra yapılan gözlemlerde de uygulamalar arasındaki farklılığın % 5 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Tablo 1 incelendiğinde en fazla kuru madde miktarının sterilizasyon + mikoriza uygulamasında olduğu tespit edilmiştir. Diğer uygulamalardaki kuru madde oranları % 10 - % 11 iken, sterilizasyon + mikoriza uygulamasında ise % 17 olarak belirlenmiştir.



Şekil 3. Onbeşer gün aralıklarla boğum sayımı (adet) sonuçları.

Tablo 1. 13/11/1996 tarihinde sökülün bitkilerde yapılan ölçümlere ilişkin bulgular.

UYGULAMALAR	GÖVDE UZUN. (cm)	GÖVDE ÇAPI (mm)	BOĞUM SAYISI (adet)	KÖK UZUN. (cm)	YAPRAK ALANI (cm ²)	YAPRAK YAŞ AĞIR. (g)	YAPRAK KURU AĞIR. (g)	GÖVDE YAŞ AĞIR. (g.)	GÖVDE KURU AĞIR. (g.)	KÖK YAŞ AĞIR. (g.)	KÖK KURU AĞIR. (g.)
KT	45.17 b	7.86	10.00	24.68	933.38 ab	42.12 ab	4.60 ab	22.32 ab	1.13 b	4.75 b	0.178 ab
KT + MK	48.00 ab	7.97	10.17	24.77	783.11 ab	38.92 ab	4.23 ab	28.87 ab	1.35 ab	4.16 b	0.181 ab
ST	47.17 ab	7.96	10.67	25.85	691.41 ab	36.70 ab	3.78 b	27.08 ab	1.48 ab	4.18 b	0.140 ab
ST + MK	78.00 a	6.78	13.50	26.80	1400.17 a	47.33 a	7.90 a	44.63 a	2.43 a	7.42 a	0.254 a
FM	34.67 b	7.43	8.33	21.95	592.06 b	25.53 b	2.60 b	15.52 b	0.78 b	3.88 b	0.121 b
FM + MK	53.17 ab	7.41	10.50	26.23	518.44 b	36.37 ab	3.87 b	26.65 ab	1.40 b	5.02 ab	0.169 ab
D	(%1) 32.44	(%5)Ö.D	(%5)Ö.D	(%5)Ö.D	(%5) 778.51	(%5) 33.73	(%5) 3.88	(%1)22.43	(%5) 1.20	(%5) 2.63	(%5) 0.13

Tablo 2. 08/12/1996 tarihinde sökülen bitkilerde yapılan ölçümlere ilişkin bulgular.

UYGULAMALAR	GÖVDE	GÖVDE	BOĞUM	KÖK	YAPRAK	YAPRAK	YAPRAK	GÖVDE	GÖVDE	KÖK	KÖK
	UZUN.	ÇAPI	SAYISI	UZUN.	ALANI	YAŞ AĞIR.	KURU	YAŞ	KURU	YAŞ	KURU
	(cm)	(mm)	(adet)	(cm)	(cm ²)	(g)	AĞIR. (g)	AĞIR (g.)	AĞIR (g.)	AĞIR (g.)	AĞIR (g.)
KT	140.44 b	9.95	18.67	26.33	1177.44	130.58 c	12.80 ab	93.55 ab	5.63 b	7.13 b	0.430
KT + MK	156.71 ab	9.85	19.83	25.50	1274.78	160.73 bc	13.95 ab	103.30 ab	7.00 ab	7.05 b	0.431
ST	164.92 ab	10.10	22.50	32.83	1485.50	214.33 ab	19.63 ab	137.15 ab	9.58 ab	9.90 ab	0.632
ST+ MK	174.52 a	10.26	23.00	30.17	1540.85	262.02 a	21.70 a	161.85 a	11.00 a	10.97 a	0.649
FM	151.84 ab	9.69	19.17	26.00	1295.06	130.00 c	11.47 b	84.08 b	5.40 b	6.93 b	0.524
FM + MK	149.71 ab	9.56	19.50	24.00	1243.55	173.50 bc	15.03 ab	131.92 ab	7.63 ab	8.18 ab	0.492
D	(%5)26.67	(%5)Ö.D	(%5)Ö.D	(%5)Ö.D.	(% 5) Ö.D.	(% 1) 69.22	(% 1) 9.26	(%1)68.73	(% 1) 5.35	(% 1) 3.70	(%5) Ö.D.

Tablo 3. 05/02/1997 tarihinde sökülen bitkilerde yapılan ölçümlere ilişkin bulgular.

UYGULAMALAR	GÖVDE	GÖVDE	BOĞUM	KÖK	YAPRAK	YAPRAK	GÖVDE	GÖVDE	KÖK	KÖK
	UZUN.	ÇAPI	SAYISI	UZUN.	YAŞ AĞIR.	KURU	YAŞ	KURU	YAŞ	KURU
	(cm)	(mm)	(adet)	(cm)	(g)	AĞIR. (g)	AĞIR (g.)	AĞIR (g.)	AĞIR (g.)	AĞIR (g.)
KT	232.00	11.44	29.17 b	36.19	216.05	24.84	223.09	16.69	11.71	0.585
KT + MK	243.89	10.84	32.56 ab	37.33	238.98	25.13	257.37	23.14	12.89	0.743
ST	254.64	11.09	34.97 a	31.11	224.68	26.66	227.12	16.44	12.86	0.755
ST + MK	258.67	10.95	34.53 a	28.83	212.63	24.44	247.49	18.19	12.45	0.660
FM	259.92	10.68	32.22 ab	31.82	233.18	28.40	246.92	20.47	11.28	0.629
FM + MK	225.45	10.67	29.28 b	32.67	210.01	26.19	221.00	17.39	11.93	0.582
D	(% 5) Ö.D.	(% 5) Ö.D.	(% 5) 4.47	(% 5) Ö.D.	(% 5) Ö.D.	(% 5) Ö.D.	(% 5) Ö.D.	(% 5) Ö.D.	(% 5) Ö.D.	(% 5) Ö.D.

Mikoriza, sterilizasyon uygulaması için gövdenin yaş ağırlığını arttırıcı etki gösterirken, fümigasyon uygulaması için gövde ağırlığını azaltıcı bir etki göstermiştir. Bu gövdeler kurutulup tartıldığında ise yine sterilizasyon + mikoriza uygulamasında en ağır bitki gövdeleri mevcut iken, fümigasyon+mikoriza, kontrol, fümigasyon uygulamaları istatistiksel analiz sonucunda aynı harfi alarak en düşük kuru gövde ağırlıklarına sahip olmuştur. Benzer etki bitki boy ölçümlerinde de görülmektedir.

Kök yaş ağırlığı bakımından uygulamalar arasında % 5 düzeyinde farklılık olduğu belirlenmiştir. Mikorizalı ve mikorizasız uygulamalar karşılaştırıldığında mikorizanın fümigasyon ve sterilizasyon uygulamalarında farklılık meydana getirdiği görülmüştür. Kökler kurutulduktan sonra yapılan ölçümlerde yine en yüksek kök kuru ağırlığı sterilizasyon + mikoriza uygulamasında, en düşük kök kuru ağırlığı ise fümigasyon uygulamasında görülmüştür. Diğer uygulamalarda yaş ve kuru kök ağırlıkları birbirinden farklı olmamıştır.

08/12/1996 tarihinde yapılan ikinci bitki sökümünden elde edilen sonuçlara göre gövde çapı, boğum sayısı, kök uzunluğu, kök kuru ağırlığı ve yaprak alanı bakımından uygulamalar arasında önemli farklılıklar olmadığı görülmektedir (Tablo 2). Fakat bitki boyu bakımından uygulamalar arasında % 5 düzeyinde önemli farklılıklar vardır. Mikoriza uygulaması, sterilizasyon+mikoriza ve kontrol+mikoriza uygulamalarında kontrollerine göre bitki uzunluğunda istatistiksel anlamda farklılık yaratmıştır.

Yaprak yaş ve kuru ağırlıkları yönünden uygulamalar arasında farklılıklar olmasına rağmen en belirgin farklılık sterilizasyon + mikoriza uygulamasından elde edilmiştir (Tablo 2).

Kök yaş ağırlığı bakımından uygulamalar arasında % 1 düzeyinde önemli farklılıklar belirlenmiş ve bu farklılıklar gövde ölçümleri ile paralel seyretmiştir.

05/02/1997 tarihinde yapılan üçüncü ve son bitki sökümünden elde edilen sonuçlara göre boğum sayısı

hariç, söküm günü yapılan bütün gözlemlerde uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Bu durum, önceki iki söküm sonuçları ile karşılaştırıldığında daha önceden önemli farklılıklar olan uygulamaların, gelişmenin son bir aylık döneminde bitkilerin iyice yaşlanmasıyla bu farkı kapattığını göstermektedir (Tablo 3).

Besin Elementleri Analizleri

Üç farklı dönemde alınan bitki örneklerinde yapılan P, Zn, ve Mn analizlerine göre uygulamalar arasında istatistiksel anlamda farklılıklar görülmektedir (Tablo 4). Hıyar bitkisi besin elementi eksikliğine, özellikle de P, Ca ve K'ya çok duyarlı olup, eksikliği durumunda hastalık ve zararlı etkisi artmaktadır (7, 12). Besin elementi içerikleri Wignarajah (18)'a göre normal sınırlar içerisinde belirlenmiştir. Bu bağlamda uygulamalar yönünden mikorizanın istenilen ölçüde etkin olmamasının nedeni bitkilerin besin elementi alımı konusunda problem yaşamadığını göstermektedir. Harç ortamının % 30 oranında organik maddeden oluşmuş olması başlı başına bitki beslenmesi için yeterli olmaktadır. Bilindiği gibi mikorizanın bitki üzerindeki etkisi tamamen besin elementi yönünden fakir topraklarda ve steril ortamlarda kendini göstermektedir (2, 3, 4, 5, 9, 11).

% Mikorizal Kök İnfeksiyonu

Denemede 5/12/1996 tarihinde seradan alınan bitki köklerinde yapılan mikorizal infeksiyon incelemesi sonucunda steril ve fumige edilmiş ortamlara uygulanan mikorizal bitkilerin % infeksiyonlarının kontrollerine göre yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 5). İnfekteli köklere bakıldığında uygulamalar arası % 1 düzeyinde önemli farklılıklar olduğu görülmüştür. En yüksek mikoriza infeksiyon oranının (% 39.06) sterilizasyon+mikoriza uygulamasındaki bitki köklerinde olduğu belirlenmiştir. Her ne kadar toprak sterilizasyonu ile yararlı mikroorganizmaların canlılığı yok ediliyor ise de kısmen de olsa toprakta kalan mikoriza sporları yine de bitki köklerini infekte etmektedirler (6). Mikorizanın bitki gelişimi ve besin elementi alımına etki etmesi için % kök infeksiyonunun % 50'nin üzerinde olması beklenir (3). Fakat araştırmada kök infeksiyonu düşük düzeyde gerçekleştiği için bu oran yetersiz olabilir. Büyük bir ihtimalle kullanılan mikoriza spor sayısı ya yetersiz ya da etkinlikleri düşüktür. Bundan sonraki araştırmalarda kullanılması gereken mikoriza spor sayısı ve etkinliği belirlenmeye çalışılacaktır.

Tablo 4. Farklı tarihlerde sökümü yapılan bitkilerde P, Zn ve Mn içerikleri.

UYGULAMALAR	13/11/1996			08/12/1996			05/02/1996		
	P (%)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	P (%)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	P (%)	Zn (ppm)	Mn (ppm)
KT	0.25 ab	43.80 ab	144.10 ab	0.32	90.40 a	240.40 a	0.31 a	59.30	130.01 ab
KT + MK	0.18 b	56.60 ab	107.50 b	0.33	72.20 ab	126.60 b	0.33 a	61.23	105.11 ab
ST	0.29 a	68.80 a	151.40 ab	0.22	61.30 ab	186.30 ab	0.24 ab	60.15	102.02 b
ST + MK	0.24 ab	53.30 ab	130.10 ab	0.25	85.30 a	187.50 ab	0.32 a	52.41	117.14 ab
FM	0.31 a	52.20 ab	114.70 b	0.33	62.40 ab	134.70 b	0.30 ab	53.98	140.21 a
FM + MK	0.18 b	37.80 b	251.50 a	0.24	46.70 b	124.50 b	0.21 b	60.05	130.20 ab
D	(%5) 0.11	(%5) 25.74	(%1) 134.96	(%5) Ö.D.	(%1) 35.65	(%1) 92.57	(%5) 0.09	(%5) Ö.D.	(%5) 38.99

UYGULAMALAR	Kök Sayısı	İnfekteli Kök Sayısı	İnfeksiyon Oranı (%)
KT	92.75	17.25 b	18.60 b
KT + MK	90.50	16.50 b	18.23 b
ST	89.25	21.50 b	24.09 b
ST + MK	116.50	45.50 a	39.06 a
FM	82.50	11.75 b	14.24 b
FM + MK	109.25	25.50 ab	23.34 b
D	(% 5) Ö.D.	(% 1) 20.39	(% 1) 14.74

Tablo 5. 5/12/1996 tarihinde sökülen bitkilerde kök ve infekteli kök sayıları ile infeksiyon oranı.

Sonuçlar ve Öneriler

Araştırma bulgularına göre genel anlamda mikoriza uygulamasının özellikle yüksek sıcaklıkta sterilize edilmiş harçlarda ve kısmen de fumige edilmiş harç ortamlarında yetişen fide ve bitkilerin gelişimini artırdığı saptanmıştır. Fakat bu farklılık istenilen ölçüde bulunmamıştır. Sterilizasyonla birlikte açığa çıkan besin elementleri (2, 3, 13), harcın kendi bünyesindeki yüksek organik maddeden gelen besin elementi ve sağladığı ortamdan dolayı uygulamalar arasındaki farklılıklar düşük düzeyde gerçekleşmiştir. Uygulamalar arasında besin elementi alımı yönünden farklılıklar olmasına rağmen; genel anlamda mikoriza, bitkinin besin elementi alımına çok az düzeyde katkıda bulunmuştur. Mikoriza bilindiği gibi yalnız bitkinin besin elementi alımını değil; aynı zamanda su, hastalık ve zararlıya karşı dayanıklılık ve bitki kalitesini de etkilemektedir (19). Mikorizal infeksiyon yönünden sterilizasyon + mikoriza ve fumigasyon + mikoriza uygulanan parsellerde % infeksiyon daha yüksek bulunmuştur. Bu farklılık çok büyük bir ihtimalle bitki gelişimine etki etmiştir. Ancak fumigasyon uygulamasında mikoriza inokülasyonu ile infeksiyon oranı artarken, bitki gelişimi değerleri düşmüştür. Mikorizanın fumigasyon uygulamasında oluşturduğu bu negatif etkinin, uygulanan metil bromidin halen harçtan atılamaması ile brom birikimine neden olması ve bütün besinler öldüğü için mikorizanın beslenememesi ve hif üretebilmek için bitkideki besin maddelerini tüketmeye başlamasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Menge ve ark. (19) fumigasyonun mikoriza oluşumunu tamamen kontrol ettiğini ifade etmişlerdir. Daha önce yapılan iki çalışmada (4, 5) da mikoriza aşılmasının hıyar bitkisinin büyüme ve verimi üzerine etkili olduğu saptanmıştır. Mikoriza aşılması herhangi bir fosfor düzeyinde erken gelişme ve büyüme sağladığı için özellikle sera üretiminde

önerilmektedir (5). Sera koşullarında yapılan çalışmada mikoriza aşılana hıyarlarda erken çiçeklenme ve verim sağlanmış, bu etkinliğin uzun süre sürdürüldüğü rapor edilmiştir. Hıyar bitkisi özellikle çiçeklenme döneminde daha fazla fosfora gereksinim duyduğundan mikoriza aşılması bu dönemde bitkinin gelişmesi ve verimine direkt etkide bulunmuştur (4).

Araştırma bulgularına göre mikoriza aşılması hıyar bitkisinin gelişmesine az da olsa etki etmektedir. Fakat daha önce de belirtildiği gibi yetersiz kök infeksiyon yüzdesinden dolayı istenilen sonuç elde edilememiştir. Trimble ve Knowles (4, 5), hıyar türünde yürüttükleri çalışmalarda mikorizanın geniş ölçekli serada hıyar yetiştiriciliğinde etkin şekilde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Genel anlamda bitkilerdeki besin elementi içerikleri optimum bitki gelişimi sınırları içerisinde olup, herhangi bir eksiklik belirtisi göstermemiştir. Kısmen fosfor içeriği düşük görülmekte olup, ileriki çalışmalarda optimum bitki gelişimi için gerekli oranda fosfor uygulaması ile mikorizanın karşılaştırılması (türler ve farklı spor yoğunlukları ile) uygun olacaktır. Tablo 5'te görüldüğü gibi bitkiler yeterince kök infeksiyonu geliştiremedikleri için doğal olarak bitki gelişimine de katkıda bulunamamıştır. Etkin mikoriza infeksiyonunun gerçekleşmesi durumunda hıyar bitkisinin besin elementi alımı ve bitki büyümesinin farklılaşacağı beklenmektedir (4, 5, 12).

Bu çalışmada sadece tohumların ekileceği harca mikoriza ilave edilmiştir. Ancak, bu durum mikorizanın etkisini görebilmek için yeterli olmamıştır. Bu nedenle daha sonraki çalışmalarda şaşırtma sırasında toprağa tekrar mikoriza inoküle etmenin gerekli olduğunu düşünmekteyiz.

Kaynaklar

1. Abak, K., Protected cultivation in Turkey. Acta Horticulturae, 366, 33-44, 1994.
2. Ortaş, İ., Mikorizanın (Mycorrhizae) Besin Elementleri (Özellikle Fosfor) Alımındaki Mekanizmaları. Toprak ve Çevre Sempozyumu, Cilt II, Ankara, 1995.
3. Smith, S.E., Read, D., Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press., London, 1996.
4. Trimble, R.M., Knowles, N.R., 1994. Influence of phosphorus nutrition and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on growth and yield of greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* L.). Canadian Journal of Plant Science, 75, 251-259, 1994.
5. Trimble, R.M., Knowles, N.R., Influence of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus on growth, carbohydrate partitioning and mineral nutrition of greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* L.) plants during establishment. Canadian Journal of Plant Science, 75, 239-250, 1994.
6. Ortaş, İ., Harris, P.J., The Effect of Partial Soil Sterilization and Seasonal Change on Soil Degradation (N-mineralization and soil chemical properties). Int. Conference on Land Degradation, 10-14 June 1996, Adana, 1996 (in press).
7. Elad, Y., Yunis, H., Volpin, H., Effects of nutrition on susceptibility of cucumber, eggplant and pepper crops to *Botrytis cinerea*. Can. J. Bot., 71, 602-608, 1992.

8. Li, X.L., Marschner, H., George, E., Acquisition of Phosphorus and Copper by VA-Mycorrhizal Hyphae and Root-to-shoot Transport in White Clover. *Plant and Soil*, 135, 49-57, 1991.
9. Hooker, J.E., Atkinson, D., Arbuscular Mycorrhizal Fungi Induced Alteration to Tree Root Architecture and Longevity. *P.Z. Pflanzenemehr. Bodenk.*, 159, 229-234, 1996.
10. George, E., Marschner, H., Nutrient and Water Uptake by Roots of Forest Trees. *P.Z. Pflanzenemehr. Bodenk.*, 159, 11-21, 1996.
11. Ortaş, İ., Mikoriza Nedir? TÜBİTAK Dergisi. Şubat 1997, Sayı 351, Ankara, 1997.
12. Papadopoulos, A.P., Growing greenhouse seedless cucumbers in soil and in soilless media. *Agricultura and Agr-Food Canada*, ON. Publ. 1902/E, Ottawa, 1994.
13. Ortaş, İ., The Influence of Inoculum on Root Infection Plant Growth and Phosphorus Uptake. *Communication Soil Science and Plant Analysis*, 27/18-20, 2935-2946, 1996.
14. Yüksel, M., Sera Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Yetiştiriciliğinde Değişik Dikim Aralık ve Mesafelerinin Bitki Gelişimi ve Verim Üzerine Etkileri. *Ç.Ü.Fen Bil.Enst. Bahçe Bit. Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi*, 61 s., 1992.
15. Kacar, B., Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay., 453, 44-47, 1972.
16. Koske, R.E., Gemma, J.N., A Modified Procedure for Staining Roots to Detect VAM. *Mycological Research*, 92(3), 486-505, 1989.
17. Giovanetti, M., Mosse, B., An Evaluation of Techniques for Measuring Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza in Roots. *New Phytologist*, 84, 489-500, 1980.
18. Wignarajah, K., Mineral Nutrition of Plants. In: *Handbook of Plant and Crop Physiology*. Ed. M. Pessarklı, 1995.
19. Menge, J.A., Johnson, E.L.V., Platt, R.G., Mycorrhizal Dependency of Several Citrus Cultivars under Three Nutrient Regimes. *New Phytol.*, 81, 553-559, 1978.