

Mikoriza Aşılmasının Doku Kültürü Ortamında Yetiştirilen Muz Bitkisinin Büyümesi ve Besin Elementi Alımına Olan Etkisi

Çağdaş AKPINAR¹ 

İbrahim ORTAŞ² 

¹Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Organik Tarım İşletmeciliği Böl., Osmaniye
²Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Adana

Öz

Çalışmanın amacı, biyoteknolojik yöntemlerle doku kültürü ortamında yetiştirilen muz (Dwarf cavendish) bitkisine farklı arbusküler mikoriza (AM) türleri aşılmasının bitkinin büyümesi ve besin elementi alımına olan etkilerini belirlemektir. Denemede yetiştirme ortamı olarak; Andezitik tuf + Toprak + Kompost (6:3:1 v:v) kullanılmıştır. Mikoriza türleri olarak; *Funnelformis caledonius*, *F.mosseae*, *Rhizophagus clarus*, *R.intraradices* ve Kokteyl (belirtilen türlerin karışımı) kullanılmıştır. Bitkilerde kök üstü ile kök kuru madde üretimi, P, Zn, kök enfeksiyonu ve diğer parametreler belirlenmiştir. Araştırma bulgularına göre mikoriza aşılması muz bitkisinin kök üstü ve kök kuru madde üretimi yanında P ve Zn alımını da kontrole oranla önemli derecede artırmıştır. En etkin mikoriza türü olarak *F. caledonius* ve *F. mosseae* ön plana çıkmaktadır. Mikoriza aşılması artan muz yetiştiriciliğinde bitkilerin daha sağlıklı ve daha kaliteli olmasında önemli bir faktör olarak yerini almaktadır.

Anahtar Kelimeler: Muz, mikoriza, doku kültürü, besin elementi alımı.

The Effect of Mycorrhizae Inoculation on Growth and Nutrient Uptake of Banana Plant Grown in Tissue Culture


Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of different AM species inoculation on tissue culture micropropagated banana plantlets (Dwarf cavendish) growth and nutrient uptake under greenhouse. Andesitic tuff + Soil + Compost (6:3:1 v:v) was used as the growth media. Mycorrhizae species as *Funnelformis caledonius*, *F.mosseae*, *Rhizophagus clarus*, *R. intraradices* and cocktail (mixture) species were used. Shoot and root dry weight, P, Zn uptake, root infection and other parameters were determined. According to the research findings, mycorrhiza inoculation has significantly increased the shoot and root dry matter of banana plant's as well as the P and Zn uptake compared to control. *F.caledonius* and *F.mosseae* were determined as the most effective species. Mycorrhizae inoculation is an important factor in improving nutrient uptake of banana plant.

Keywords: Banana, mycorrhizae, tissue culture, nutrient uptake.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: Ç. Akpınar; cagdasakpinar@osmaniye.edu.tr
Geliş Tarihi/Received: 15.04.2020 Kabul Tarihi/Accepted: 12.05.2020

Makalenin Türü: Araştırma
Category: Research

Çağdaş AKPINAR  <https://orcid.org/0000-0003-2783-397X>

İbrahim ORTAŞ  0000-0003-4496-3960

Giriş

Muz insanlar tarafından sevilerek tüketilen en önemli besin ürünleri arasında bulunmaktadır (De Waele ve Elsen, 2007). Musaceae familyasından olan muz (*Musa spp*) Dünya’da tropikal ve sub-tropikal bölgelerde (Karugaba ve Kimaru, 1999) turunçgillerden sonra yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan ikinci önemli meyvedir (Pantrangi ve ark., 2004). Muz daha çok biyoteknolojik yöntemlerden doku kültürü tekniği ile üretilmektedir. Doku kültürü teknolojileri hastaliksız ve yeterli miktarda bitki materyali üretmek için kullanılmaktadır (Helliot ve ark., 2002). Daha çok hastaliksız, homojenite, ve yoğun üretim için tercih edilmektedir (Al-Amin ve ark., 2009). Doku kültürü ile çoğaltılmış bitkicikler çevresel değişikliklere karşı özellikle

mikroorganizmalara karşı son derece hassastırlar (Vestberg ve ark., 2002).

Obligat simbiyot olan arbusküler mikoriza (AM) mantarı yeryüzündeki bitkilerin yaklaşık %90’ı kolonize etmektedir (Smith ve Read, 2008). Bu işbirliğinde mikoriza bitki ve toprak arasında enerji akışını sağlayarak köprü görevi görmektedir (Cordon ve Whitbeck, 2007). AM mantarı biyotik stres faktörlerine toprak kökenli hastalıklara ve parazitik nemotodlara karşı toleranslı ve dayanıklıdır (Whipps, 2011). Ayrıca mikoriza bitkinin beslenmesi, büyümesi, kuraklığa dayanıklılık konusunda anahtar rol üstlenmektedir (Smith ve Read, 2008). Mikoriza in vitro ortamında çoğaltılan bitkiciklerin, dış ortama aktarılma performansları üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu konusunda önemli çalışmalar

bulunmaktadır (Rai, 2001). Doku kültüründe üretilmiş bitkileri daha az besin rezervine sahiptir. Bu nedenle verimli topraklar gerektirir; düşük verimli topraklarda AM aşılması besin elementi ve su alımını artırır (Berta ve ark., 1993). Birçok çalışmada AM mantarı muz bitkisinin büyümesine, besin elementi alımına (Yano-Melo ve ark., 1999) nematod kontrolüne (Elsen ve ark., 2008) ve fungal kök patajonlerine (Declerck ve ark., 2002) olumlu etki yaptığı yaygın olarak rapor edilmektedir. Arbusküller mikorizal mantarlar rizosferde doğal olarak bulunmaktadır ve muz bitkilerinde yüksek oranda kolonize görülmektedir (Gaidashova ve ark., 2010). AM mantarı aşılması muz bitkisine (Declerck ve ark., 1994) ayrıca tropikal bitkilerden avokado, papaya ve ananas *Glomus* spp. türleri oldukça yüksek oranda pozitif yanıt vermiştir (Jaizme-Vega ve Azcón, 1995). Sampaio ve ark. (2012) farklı dozlarda besin elementi uyguladıkları çalışmalarında uygulamanın muz bitkisinin üst aksam kuru madde, fosfor içeriği, mikorizal kolonizasyon ve hastalık şiddetine önemli oranda etki yaptığı rapor edilmiştir. Mikoriza aşılansız muz bitkilerinin Zn ve Mn içeriği kontrol bitkilerinden daha fazla olduğu rapor edilmiştir (Yano-Melo ve ark., 1999). Mikoriza aşılması ve düşük oranda P uygulaması yapılmış muz bitkisinin N, P, K, Ca ve Mg içeriği mikoriza aşılansız kontrol bitkilerine göre daha yüksek oranda olduğu belirlenmiştir (Jaizme-Vega ve ark., 1997). Jaizme-Vega ve ark. (1998) muz bitkisinde yaptıkları çalışmada *G. intraradices* ile aşılansız bitkilerin kolonizasyon oranının diğer *Glomus* spp. çeşitlerine göre daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Ortas ve ark. (2017), yaptıkları çalışmada mikoriza aşılansız muz bitkisinin üst ve kök aksam kuru ağırlıklarının kontrol bitkilerine göre daha fazla olduğunu rapor etmişlerdir.

Türkiye iklimsel özelliklerine bağlı olarak Akdeniz bölgesinde yaygın olarak muz yetiştiriciliği yapılmaktadır. Muz bitkilerinin fidan ihtiyacı biyoteknolojik yöntemlerden doku

kültürü ortamında mikro çoğaltma yöntemi ile yapılmaktadır. Bu çalışmada doku kültürü ortamında yetiştirilen muz (*Dwarf cavendish*) fidanlarının farklı AM türleri ile aşılansız bitkinin büyümesi ve besin elementi alımına olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırmada muz bitkisi *in vitro* koşullarında sürgün ucu kültürü ile çoğaltılmış dış koşullara aktarılmasında mikoriza uygulamasının bitki gelişimi üzerine olan etkileri incelenmiştir. Bitkilerin mikro çoğaltılması ve dış koşullara ilk adaptasyonları, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Biyoteknoloji laboratuvarında, besin elementi analizleri ve kök incelemeleri ise Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Rizosfer Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Denemede bitkisel materyal olarak *Dwarf cavendish* muz klonu kullanılmıştır. Yetiştirme ortamı olarak Ürgüp taşı (andezetik tüf) + Toprak(Menzilat Serisi) + Kompost (6:3:1 v:v) karışımı kullanılmıştır. Araştırmada mikoriza türleri olarak *Funnelformis caledonius*, *F. mosseae*, *Rhizophagus clarus*, *R. intraradices* ve Kokteyl (karışım) kullanılmıştır. Denemede Menzilat toprak serisi (Typic Xerofluvents) toprağı, çeşitli bitkisel atıklardan oluşan kompost (uygulama araştırma alanında üretilmiştir) ve Nevşehir yöresinden elde edilen andezetik tüf materyali kullanılmıştır. Kullanılan materyallere ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Denemede kullanılan anaçlar için, MS (Murashige ve Skoog, 1962) besi ortamları kullanılmış ve sürgün uçları ilk olarak MS+1mg/L BA içeren sürgün geliştirme ve çoğaltma ortamına konulmuştur (Kaçar ve Faber, 2012). Daha sonra her 4 haftada bir yeni ortama aktarılarak yeterli bitki sayısına ulaşılmış ve ardından köklendirme aşamasına geçilmiştir. Köklendirme aşamasında ise MS+1mg/L IBA içeren ortamlarda köklendirme sağlanmıştır (Kaçar ve Faber, 2012).

Çizelge 1. Toprak (Menzilat serisi), kompost ve andezetik tüfe ait bazı kimyasal ve fiziksel özellikler

	Birim	Toprak	Kompost	Andezetik Tüf
pH	(1:1 H ₂ O)	7.9	7.91	--
Kil	g kg ⁻¹	320	--	--
Silt	g kg ⁻¹	365	--	--
Kum	g kg ⁻¹	315	--	--
KDK	cmol ⁺ kg ⁻¹	30.4	--	--
C_{org}	%	2.47	54.2	--
N	%	--	1.13	--
P	kg ha ⁻¹	87.6	0.18	0.03
K	%	0.03	0.98	04.3
Ca	%	0.18	2.5	--
Mg	%	0.04	0.27	--
Zn	mg kg ⁻¹	0.36	40	0.1
Fe	mg kg ⁻¹	1.38	1005	2
Cu	mg kg ⁻¹	0.24	12	0.2
Mn	mg kg ⁻¹	2.74	141	3.6

Denemede doku kültürü ortamından çıkarılan bitkiler ikinci aşamada 3 kg'lık saksılarda 15 tekerrürlü olacak şekilde seralarda 25 °C'de %80 nem içeriğinde 16 hafta boyunca yetiştirilmiştir. Hasat edilen bitkilerde kök üstü ve kök aksamları kuru madde ağırlıkları belirlenmiştir. Bitki dokularındaki besin elementi tayinleri için kök ve kök üstü bitki örnekleri 550 °C'de kül fırınında yakılıp elde edilen kül 1/3'lük HCl içerisinde filtre edilmiştir. Ekstraktaki fosfor konsantrasyonu kolorimetrik olarak spektrofotometre (Murphy ve Riley, 1962), Zn ise ICP (Inductively Coupled Plasma–Mass Spectrometer) cihazları ile belirlenmiştir. Kuru ağırlıklar üzerinden Plenchette ve ark. (1983)'na göre mikorizal bağımlılık yüzdeleri belirlenmiştir. Kök temizleme ve boyama işlemi Koske ve Gemma (1989)'a göre ve kök infeksiyon oranı ise Giovanetti ve Mosse (1980)'e göre yapılmıştır. Araştırmada elde edilen veriler SPSS 22.0 Windows paket programı kullanılarak ANOVA varyans analizi ve uygulamaların ortalamaları arasındaki farklılıklar Tukey testine tabi tutulmuştur ayrıca temel bileşenler analizi XLSTAT 2014 programı kullanılarak yapılmıştır.

Araştırma Bulguları

Araştırma bulgularına göre, farklı mikoriza türleri ile aşılansız muz bitkisinin kök üstü kuru madde üretimi incelendiğinde; mikoriza aşılansız kontrol bitkilerinde 12.7 g saksı⁻¹ kuru madde üretiminin gerçekleştiği görülmüştür (Çizelge 2). Denemede en yüksek

kuru madde üretiminin 15.8 g saksı⁻¹ ile *F. mosseae* mikoriza türü ile aşılansız muz bitkisinde gerçekleştiği belirlenmiştir. Çalışmada kök kuru madde üretimi değerleri incelendiğinde; *F. caledonius* mikoriza türü ile aşılansız muz bitkilerinde 12.1 g saksı⁻¹, en düşük kök kuru madde üretimi ise 8.8 g saksı⁻¹ ile kokteyl mikoriza aşılansız muz bitkisinde tespit edilmiştir. Genelde seçilmiş mikoriza türlerinin kokteyl ve kontrole göre önemli derecede bitki toplam biokütlesini arttırdığı saptanmıştır. Mikoriza uygulaması kök üstü kuru madde üretimine p<0.001, kök kuru madde üretimine p<0.012 oranında etki etmiştir. Toplam kuru madde üretimi yönünden mikoriza türleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Kök üstü/kök aksam oranları incelendiğinde 1.6 ile *F. mosseae* öne plana çıkmaktadır. Azcón-Aguilar ve ark. (1992) mikro çoğaltılmış avokado (*Persea americana* mill) bitkisine *Glomus deserticola* ve *F. mosseae* aşılansız muz bitkinin üst aksam ağırlık ve yaprak sayısını arttırdığını rapor etmiştir. *G. intraradices* aşılansız muz bitkisinin büyümesini mikorizasız ve P gübrelemesi yapılmayan uygulamaya göre daha fazla oranda arttırmıştır (Pinochet ve ark., 1999).

Çizelge 2. Farklı tür mikoriza aşılmasının muz bitkisinin kök üstü ve kök kuru madde üretimine etkisi

Uygulama	Kök Üstü		Kök Kuru Madde g/saksı		Toplam		Kök Üstü/Kök Oranı
Kontrol	12.7	±1.4 ^b	9.8	±3.1 ^{ab}	22.6	±3.2 ^a	1.3
<i>F. caledonius</i>	13.0	±2.6 ^b	12.1	±2.4 ^a	25.1	±3.3 ^a	1.1
<i>R. clarus</i>	13.8	±2.2 ^{ab}	11.8	±3.7 ^{ab}	25.7	±4.4 ^a	1.2
<i>R. intraradices</i>	14.3	±2.7 ^{ab}	9.5	±3.5 ^{ab}	23.8	±5.2 ^a	1.5
<i>F. mosseae</i>	15.8	±2.4 ^a	9.6	±3.3 ^{ab}	25.3	±4.4 ^a	1.6
Kokteyl	12.9	±1.4 ^b	8.8	±1.3 ^b	21.7	±2.4 ^a	1.5
Mikoriza	sd						
	5	<0.001*	<0.012	<0.029			

15 tekrerrün ortalaması, +/- standart hata, *önemlilik p<0.005

Mikoriza ile aşılammış kontrol bitkilerinde % 5.3 kök infeksiyonu belirlenmiş iken, *F. mosseae* ile aşılammış bitkilerde % 54.7 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3). Mikoriza uygulanmamış kontrol saksılarında bulunan düşük miktarlardaki kök infeksiyonunun değişik kaynaklı bulaşma sonucu olabileceği düşünülmektedir. Oliveira ve Oliveira (2005) muz çeşitlerinin mikorizal kolonizasyon oranının % 33.6 ile % 66.5 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Mikorizal bağımlılık oranları

incelendiğinde; en yüksek bağımlılık % 12 ile *R. clarus* türünde en düşük bağımlılık ise % -3.2 ile kokteyl mikoriza uygulamasında belirlenmiştir. Kokteyl mikoriza uygulamasının toplam kuru madde üzerinde ciddi bir etkisinin olmadığı, hatta mikoriza türlerinden kaynaklanan etkiden dolayı negatif olduğu düşünülmektedir. Muz bitkisinin optimum yetişebilmesi için yüksek oranda mikorizaya bağımlı bir bitki olduğu Elsen ve ark. (2003); Ortas ve ark. (2017) tarafından rapor edilmiştir

Çizelge 3. Farklı tür mikoriza aşılmasının muz bitkisinin kök infeksiyonu ve mikorizal bağımlılık oranına etkileri

Uygulama	Kök İnfeksiyonu	Mikorizal Bağımlılık
	%	
Kontrol	5.3 ±7.4 ^b	
<i>F. caledonius</i>	50.7 ±21.2 ^a	10.5
<i>R. clarus</i>	35.3 ±16.8 ^a	12.0
<i>R. intraradices</i>	52.0 ±18.2 ^a	5.5
<i>F. mosseae</i>	54.7 ±16.4 ^a	11.6
Kokteyl	46.7 ±28.2 ^a	-3.2
Mikoriza	sd	
	5	<0.001

Bitkinin dokularında bulunan P içerikleri değerlendirildiğinde, mikoriza aşılmasının bitki dokularındaki fosfor içeriğini önemli miktarda arttırdığı bulunmuştur (p<0.001). Mikoriza aşılammış kontrol bitkilerinde % 0.14 P tespit edilmiş olup, bu değer Jones (1998)'a göre kritik değer olarak dikkati çekmiştir. P konsantrasyonuna en etkili tür ise %0.23 P ile *F. caledonius* olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Mikorizal hişlerin sahip olduğu yüksek besin elementi absorpsiyonu ve alınabilirliği artırması sayesinde topraktan daha fazla fosfor alımı gerçekleştirebilmektedir. Mikoriza aşılması muz bitkisinin P alımını önemli oranda

arttırmıştır (Ortas ve ark., 2017). Muz bitkisinde en yüksek besin elementi alımı genelde *Glomus* türleri ile aşılammış bitkilerde gerçekleştiği bilinmektedir. *F. mosseae* ile karşılaştırıldığında *G. intarradices* ve *G. etunicatum* ile aşılammış bitkilerde en yüksek P ve K içeriği belirlenmiştir (Mwashasha ve ark., 2011).

Muz bitkisinin dokularındaki Zn içerikleri incelendiğinde mikoriza aşılması bitki dokularındaki Zn içeriğini istatistiksel olarak önemli oranda arttırmıştır (p<0.001). Kontrol uygulamasında Zn içeriği kritik değer civarında bulunmuştur (22.2 mg kg⁻¹ Zn). Bununla birlikte

en yüksek Zn içeriği 43.9 mg kg⁻¹ Zn ile *G. caledonius* mikoriza türü aşılansız muz bitkisinde belirlenmiştir (Çizelge 4). Benzer bir çalışmada mikoriza aşılansız muz bitkilerinin Zn ve Mn içeriği kontrol bitkilerinden daha fazla olduğu rapor edilmiştir (Yano-Melo ve ark., 1999). Rodic Ferrasol topraklarda AM+ *T. Harzianum* uygulamasının muz bitkisinin Zn, B, Mg ve P alımını yüksek oranda arttırmıştır (Mukhongo ve ark., 2015). Mikro çoğaltma

yöntemi ile yetiştirilen muz bitkileri AM mantarı (*G. intraradices* ve diğer *Glomus* spp.) ile aşılması hem bitki büyümesini hem de besin elementi alımını arttırmıştır (Jaizme-Vega ve ark., 1998). Mikro çoğaltılmış muz bitkilerine AM mantar (*G. intraradices* ve diğer *Glomus* spp.) aşılması hem bitki büyümesini hem de besin elementi alımını arttırmıştır (Jaizme-Vega ve ark., 1998).

Çizelge 4. Farklı tür mikoriza aşılansız muz bitkisinin P (%) ve Zn (mg/kg) içeriklerine etkileri

Uygulama	P %	Zn mg kg ⁻¹
Kontrol	0.14 ±0.0 ^b	22.2 ±4.9 ^b
<i>F. caledonius</i>	0.23 ±0.1 ^a	43.9 ±13.1 ^a
<i>R. clarus</i>	0.22 ±0.0 ^a	22.5 ±1.5 ^b
<i>R. intraradices</i>	0.19 ±0.1 ^a	28.5 ±11.6 ^b
<i>F. mosseae</i>	0.19 ±0.0 ^a	26.9 ±8.7 ^b
Kokteyl	0.19 ±0.0 ^a	22.2 ±1.3 ^b
Mikoriza	sd	
	5	<0.001

Çalışmaya ait korelasyon değerleri Çizelge 5'te verilmiştir. Korelasyon tablosuna göre muz bitkisinin kök aksamı ile P konsantrasyonu arasında pozitif bir ilişki (r:0.298 ve p<0.01) vardır. Ayrıca P ile Zn (r:0.328 ve p<0.01), P ile infeksiyon oranı (r:0.264 ve p<0.05) ve Zn ile infeksiyon oranı (r:0.262 ve p<0.05) arasında pozitif bir ilişki vardır. Ortas ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada P ve kök infeksiyonu arasındaki korelasyonun önemli olduğunu tespit

etmişlerdir. Oliveira ve Oliveira (2005), muz bitkisinin yapraklarındaki P ve Zn konsantrasyonları arasında önemli düzeyde korelasyon olduğunu rapor etmişlerdir. Mikoriza aşılması ile Maça muz çeşidinin yapraklarında bulunana K, Mg, P ve Zn ile Nanica çeşidinde P ayrıca Prata çeşidinde ise Zn arasında önemli düzeyde korelasyon olduğu tespit edilmiştir (Oliveira ve Oliveira, 2005).

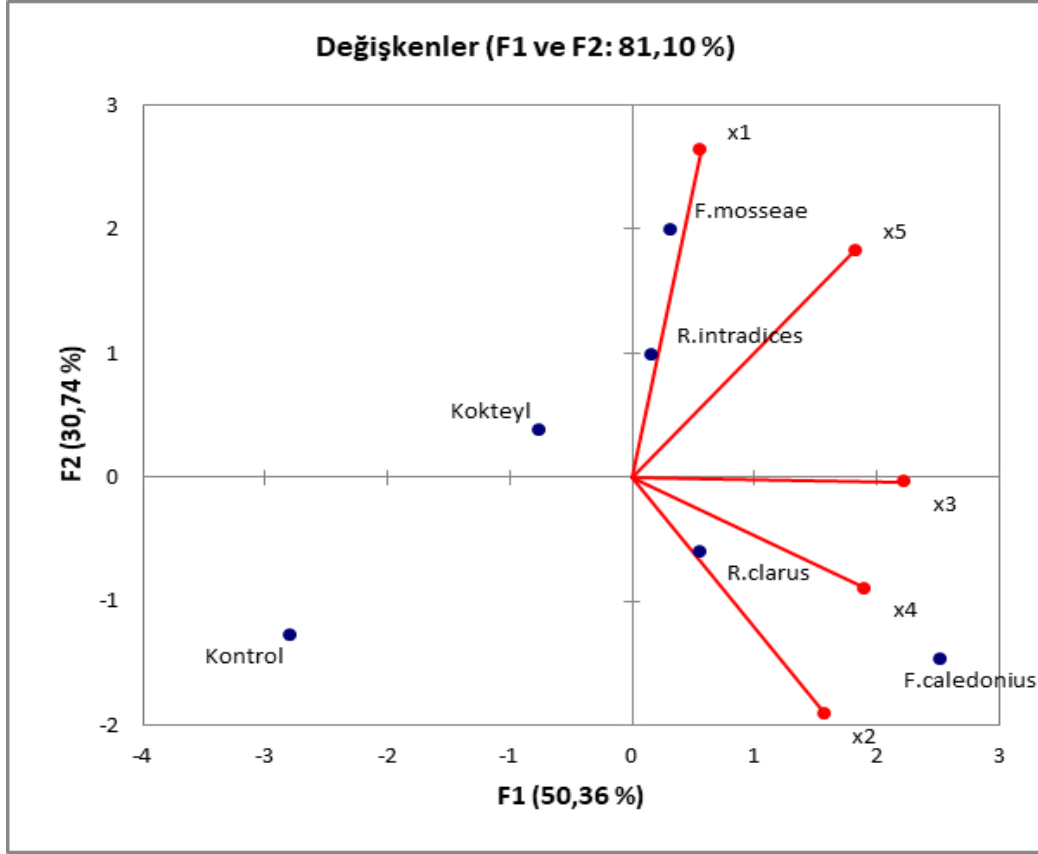
Çizelge 5. Parametrelere ait korelasyon değerleri

	Kök Üstü	Kök	P (%)	Zn mg g ⁻¹	İnfeksiyon %
Kök Üstü	1	0,137	-0.010	0.034	0.079
Kök Aksam		1	0.298**	0.173	0.114
% P			1	0.328**	0.264*
Zn mg/kg				1	0.262*
İnfeksiyon %					1

** : P < 0.01, * : P < 0.05

Ayrıca kontrol uygulamasının ölçülen parametreler üzerindeki etkisinin ayrı bir küme de yer aldığını, *F. mosseae* ve *R. intarradies*'in F1 eksenine pozitif bir ilişki gösterdikleri, *R. clarus* ve *F. caledonius* ise F1 eksenin ayrı bir kümede yer aldıkları görülmektedir (Şekil 1). Temel

bileşenler analizine göre *F. mosseae* ve *R. intaradices*'in kök üstü kuru madde üretimi (x1) ve kök infeksiyonu (x5), *F. caledonius* ve *R. clarus*'un kök aksam kuru madde üretimi (x2) ve Zn alımı (x4) parametrelerinde ilişki olduğu analiz sonucunda çıkmaktadır.



Şekil 1. Temel bileşenler analizi (PCA) sonucuna göre kullanılan mikoriza mantarları ile ölçülen parametreler arasındaki ilişki (x1:kök üstü kuru madde, x2: kök aksam kuru madde, x3: P (%), x4: Zn (mg kg⁻¹), x5: % kök enfeksiyonu)

Sonuç

Araştırma sonucunda, doku kültürü ortamında çoğaltılmış muz bitkilerinin dış ortama aktarıldıktan sonra mikorizaya yüksek oranda bağımlılık duydukları net olarak ortaya çıkarılmıştır. Çalışma sonuçları bir bütün olarak değerlendirildiğinde; muz bitkisinin kök üstü/kök aksam kuru madde üretimi, P ve Zn alımı, kök enfeksiyonu ve mikorizal bağımlılık yönünden etkili mikoriza türlerinin *F. mosseae* ve *F. caledonius* oldukları belirlenmiştir. Türkiye iklimsel özellikleri nedeniyle muz yetiştiriciliği yapılmaktadır. Muz yetiştiriciliğinde P ve Zn noksanlığına karşı AM uygulaması sürdürülebilirlik ve kimyasal kullanımının azaltılması yönünden etkili bir uygulama olacaktır. Ayrıca gelecekteki modern tarımsal biyoteknoloji ve mikoriza çalışmaları tarımsal üretimde yaşanan sorunları gidermede önemli bir rol oynayacağı beklenmektedir.

Teşekkür

Denemenin kurulum aşamasındaki yardımlarından dolayı Prof. Dr. Yıldız Aka Kaçar'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Al-Amin, M.D., Karim, M.R., Amin, M.R., Rahman, S., Mamun, A.N.M., 2009. In Vitro Micropropagation of Banana (*Musa Spp.*). Bangladesh Journal of Agricultural Research. 34. 645-659.
- Azcón-Aguilar, C., Barceló, A., Vidal, M., Viña, G.D.L., 1992. Further Studies on the Influence of Mycorrhizae on Growth and Development of Micropropagated Avocado Plants. Agronomie. 12. 837-840.
- Berta, G., Fusconi, A., Trotta, A., 1993. Va Mycorrhizal Infection and the Morphology and Function of Root Systems. Environmental and Experimental Botany. 33. 159-173.
- Cordon, Z.G., Whitbeck, J.L., 2007. The Rhizosphere. Elsevier Academic Press.
- De Waele, D., Elsen, A., 2007. Challenges in Tropical Plant Nematology. Annu Rev Phytopathol. 45. 457-485.

- Declerck, S., Devos, B., Delvaux, B., Plenchette, C., 1994. Growth Response of Micropropagated Banana Plants to Vam Inoculation. *Fruits*. 49. 103-109.
- Declerck, S., Risede, J.-M., Delvaux, B., 2002. Greenhouse Response of Micropropagated Bananas Inoculated with in Vitro Monoxenically Produced Arbuscular Mycorrhizal Fungi. *Scientia Horticulturae - SCI HORT-AMSTERDAM*. 93. 301-309.
- Elsen, A., Baimey, H., Swennen, R., 2003. Relative Mycorrhizal Dependency and Mycorrhiza-Nematode Interaction in Banana Cultivars (*Musa Spp.*) Differing in Nematode Susceptibility. *Plant and Soil*. 256. 303-313.
- Elsen, A., Gervacio, D., Swennen, R., D, D.W., 2008. Amf-Induced Biocontrol against Plant Parasitic Nematodes in *Musa Sp.*: A Systemic Effect. *Mycorrhiza*. 18. 251-256.
- Gaidashova, S.V., Van Asten, P.J.A., Jefwa, J.M., Delvaux, B., Declerck, S., 2010. Arbuscular Mycorrhizal Fungi in the East African Highland Banana Cropping Systems as Related to Edapho-Climatic Conditions and Management Practices: Case Study of Rwanda. *Fungal Ecology*. 3. 225-233.
- Giovanetti, M., Mosse, B., 1980. An Evaluation of Techniques for Measuring Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza in Roots. *New Phytologist*. 84. 489-500.
- Helliot, B., Panis, B., Poumay, Y., Swennen, R., Lepoivre, P., Frison, E., 2002. Cryopreservation for the Elimination of Cucumber Mosaic and Banana Streak Viruses from Banana (*Musa Spp.*). *Plant Cell Reports*. 20. 1117-1122.
- Jaizme-Vega, M., Azcón, R., 1995. Responses of Some Tropical and Subtropical Cultures to Endomycorrhizal Fungi. *Mycorrhiza*. 5. 213-217.
- Jaizme-Vega, M., Hernández, B., Hernández, J.M., 1998. Interaction of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and the Soil Pathogen *Fusarium Oxysporum F. Sp. Cubense* on the First Stages of Micropropagated Grande Naine Banana. *Acta Horticulturae*. 490. 285-295.
- Jaizme-Vega, M., Tenoury, P., Pinochet, J., Jaumot, M., 1997. Interactions between the Root-Knot Nematode *Meloidogyne Incognita* and *Glomus Mosseae* in Banana. *Plant and Soil*. 196. 27-35.
- Jones, B., 1998. *Plant Nutrition Manual*. Crc Press. London.
- Kaçar, Y.A., Faber, B., 2012. Micropropagation of Banana, In: *Plant Cell Culture Protocols*. Humana Press, Totowa, NJ. pp. 143-151.
- Karugaba, A., Kimaru, G., 1999. *Banana Production in Uganda : An Essential Food and Cash Crop*. RELMA. Nairobi, Kenya.
- Koske, R.E., Gemma, J.N., 1989. A Modified Procedure for Staining Roots to Detect Va-Mycorrhizas. *Mycological Research*. 92. 486-488.
- Mukhongo, R., Ma, K.-M., Robert, O., Were, B., Ek, M., Jefwa, J., 2015. Acclimatization and Growth of Tissue Cultured Banana Co-Inoculated with Microbiological and Chemical Commercial Products in Different Soils in Kenya. *Academia Journal of Agricultural Research*. 3. 156-158.
- Murphy, J., Riley, J.P., 1962. A Modified Single Solution Method for the Determination of Phosphate in Natural Waters. *Analytica Chimica Acta*. 27. 31-36.
- Mwashasha, R.M., Kahangi, E., Jefwa, J., Vanlauwe, B., 2011. Mycorrhiza and Tissue-Culture Banana Production. *Acta Horticulturae*. 911. 365-374.
- Oliveira, A., Oliveira, L., 2005. Arbuscular Mycorrhizae Fungi and Nutrient Contents in Five Banana Cultivars on an Amazonian Oxisol. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 29. 481-488.
- Ortas, I., Rafique, M., Akpınar, Ç., Aka Kacar, Y., 2017. Growth Media and Mycorrhizal Species Effect on Acclimatization and Nutrient Uptake of Banana Plantlets. *Scientia Horticulturae*. 217. 55-60.
- Pantrangi, M., Moorthy, A., Jayachandran, S., Sakthivel, N., 2004. Influence of Liquid Pulse Treatment with Growth Regulators on in Vitro Propagation of Banana (*Musa Spp. Aaa*). *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 76. 189-192.
- Pinochet, Fernandez, C., Jaizme, M.a., Tenoury, P., 1999. Micropropagated Banana Infected with *Meloidogyne Javanica* Responds to *Glomus Intraradices* and Phosphorus. *HortScience: a publication of*

- the American Society for Horticultural Science. 32.
- Plenchette, C., Fortin, J.A., Furlan, V., 1983. Growth-Responses of Several Plant-Species to Mycorrhizae in a Soil of Moderate P-Fertility .1. Mycorrhizal Dependency under Field Conditions. *Plant and Soil*. 70. 199-209.
- Rai, M.K., 2001. Current Advances in Mycorrhization in Micropropagation. In *Vitro Cellular & Developmental Biology*. *Plant*. 37. 158-167.
- Sampaio, D., Filho, P., Mascena, A., Gomes, V., Guimarães, F., 2012. Colonisation of Arbuscular Mycorrhiza and Tolerance to Panama Disease in Seedlings of the Maçã Banana. *Revista Ciência Agronômica*. 43. 453-469.
- Smith, S.E., Read, D., 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press. London.
- Vestberg, M., Cassells, A.C., Schubert, A., Cordier, C., Gianinazzi, S., 2002. Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Micropropagation of High Value Crops, In: *Mycorrhizal Technology in Agriculture: From Genes to Bioproducts*. Birkhäuser Basel, Basel. pp. 223-233.
- Whipps, J., 2011. Prospects and Limitations for Mycorrhizas in Biocontrol of Root Pathogens. *Canadian Journal of Botany*. 82. 1198-1227.
- Yano-Melo, A., Maia, L., Saggin Júnior, O., Lima-Filho, J., Melo, N., 1999. Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on the Acclimatization of Micropropagated Banana Plantlets. *Mycorrhiza*. 9. 119-123.