

Geliş Tarihi : 20.05.2003

Peyniraltı Suyu Uygulaması ile *Glomus intraradices* ve *Rhizobium cicer* İnokulasyonlarının Nohut Bitkisinde Bazı Gelişim Parametrelerine Etkileri⁽¹⁾

Elvan ÖZRENK⁽²⁾

Semra DEMİR⁽³⁾

Şefik TÜFENKÇİ⁽⁴⁾

Özet: Bu çalışmada zengin besin içeriğine sahip bir sütçülük artığı olan peyniraltı suyu uygulaması ile önemli toprak simbiyotları arbusküler mikorhizal fungus *Glomus intraradices* Schench&Smith ve *Rhizobium cicer* inokulasyonlarının nohut bitkisinin bazı gelişim parametrelerine etkilerinin ortaya konması amaçlanmıştır. Söz konusu faktörler bitkilere tekli, ikili ve üçlü kombinasyonlar halinde uygulanmışlardır. Gelişim parametreleri olarak, morfolojik (bitki boyu, yaş ve kuru ağırlık) veriler ile bitkideki toplam makro (N,P,K ve Ca) ve mikro (Cu ve Zn) element içerikleri değerlendirmeye alınmıştır. Nohut bitkilerindeki morfolojik gelişimin, uygulama gören bitkilerde kontrol bitkilerine göre daha iyi olduğu, özellikle peyniraltı suyu uygulanan bitki gruplarında, bu artışın daha yüksek olduğu saptanmıştır. Nohut bitkilerinin makro ve mikro element konsantrasyonlarında da aynı durum ortaya çıkmış, uygulama görmüş nohut bitkilerindeki besin içerikleri kontrol bitkilerine göre daha yüksek bulunmuştur. N ve P içeriği sırasıyla en fazla yalnız *R. cicer* ve *G. intraradices* inokulasyonlarının olduğu bitkilerde tespit edilirken K, Ca, Cu ve Zn içeriklerinin ise özellikle peynir altı suyunun yer aldığı uygulamalarda en yüksek değerlerini aldığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Peyniraltı suyu, arbusküler mikorhizal fungus, *Rhizobium* spp., nohut

The Effects of Whey Application and Inoculations of *Glomus intraradices* and *Rhizobium cicer* on the Some Growth Parameters of Chickpea

Abstract: In this study the effects of the application of whey-a dairy by-product rich in nutrient content-, and the inoculations of *Glomus intraradices* Schench&Smith and *Rhizobium cicer* on some of the growth parameters of chickpea were aimed to be determined. The above mentioned factors were carried out as single, double and triplet combinations to plants. Morphological datum (plant length, fresh-dry weight) and total macro (N, P, K and Ca) and micro (Cu and Zn) element contents of plant were evaluated as growth parameters. It was determined that morphological growth was better in chickpea plants, treated with whey, *G.intraradices* and *R. cicer* than the control group and this increase was the highest particularly in plants receiving whey. Macro and micro element concentrations of chickpea plants were also found to be the highest in plants, treated with whey, *G .intraradices* and *R. cicer*, compared to the control plants. N and P contents were found to be the highest in plants inoculated only with *R. cicer* and *G. intraradices* respectively. It was also determined that K, Ca, Cu and Zn contents of plants were the highest particularly in plants receiving whey.

Key words: Whey, arbuscular mycorrhizal fungus, *Rhizobium* spp., chickpea

Giriş

Sütün peynir mayası veya organik asitle pıhtılaşmasından ve peynirin esasını oluşturan pıhtının alınmasından sonra, geri kalan yeşilimsi sarı renkteki sıvı kısım peyniraltı suyudur. Zengin besin içeriğine sahip peyniraltı suyu ortalama olarak %6 kuru madde, %0.05-1 yağ, %0.55-1.80 protein, %3.8-4.9 laktoz, %0.191-0.5 mineral madde içermektedir (Demirci ve ark., 2000). Böylesi zengin besin içeriğine sahip ve üretim sonunda fazla miktarda arta kalan bu ürün, yüksek maliyeti sebebiyle büyük bir kısmı değerlendirilmeyip atık olarak çevreye atılmaktadır (Zadow, 1994). Bu zengin sütçülük artığı içerdiği mineral maddeler ve süt şekeri (laktoz) ile protein ve yağ gibi inorganik maddeler nedeniyle

akarsulara, göllere ve hatta denizlere atıldığında, çevrede ortamın oksijenini tükettiği için yaşamı olumsuz etkilemekte ve çevre kirlenmesine yol açmaktadır (Konar ve Arıoğlu, 1987). Bu nedenle çevre sorunlarına ve doğanın korunmasına bilinçli olarak eğilen ve süt endüstrisi gelişmiş olan ülkelerde peynir altı suyundan çok daha fazla sayıda ürün (ilaç sanayi, etil alkol üretimi, yem sanayi, laktoz üretimi v.s.) eldesinde yararlanılmaktadır (Sienkiewicz ve Riedel, 1990, Demirci ve ark., 2000). Bunun yanı sıra peyniraltı suyunun bitki besin maddesi olarak da bir değerinin bulunduğu ve özellikle gübreleme amacıyla kullanıldığında toprağa olumlu katkılarının olduğu çeşitli

⁽¹⁾ Bu çalışma YYÜBAPB tarafından desteklenmiştir.

⁽²⁾ Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 65080 – VAN

⁽³⁾ Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 65080 – VAN

⁽⁴⁾ Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, 65080 - VAN

araştırmacılar tarafından ifade edilmektedir (Watson, 1978; Ryder, 1980, Sienkiewicz ve Riedel, 1990). Gübreleme amacıyla toprağa uygulanan 4500 l peyniraltı suyunun toprağa 5.9 kg K₂SO₄, 36 kg (NH₄)₂SO₄, 12 kg süperfosfat ve 6.8 kg CaCO₃ kazandırdığı belirtilmiş (Sienkiewicz ve Riedel, 1990), ve yapılan bazı denemelerde dönüme 25 ton' a kadar peyniraltı suyunun rahatlıkla kullanılabildiği ifade edilmiştir (Gilles, 1974). Bunun yanı sıra peynir altı suyu bazı mikrobiyolojik araştırmalarda hem dolgu maddesi olarak hem de besi ortamlarında katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Sienkiewicz ve Riedel, 1990).

Toprak mikroflorası içinde bitkiye yararlılık açısından önemli simbiyotlar olarak kabul edilen Arbusküler Mikorhizal Funguslar (AMF) ve *Rhizobium* bakterileri bitki gelişimi açısından son derece etkili mikroorganizmalar olarak kabul edilmektedirler. Baklagil bitkilerinde, bu etkili iki simbiyot'un birlikteliği "üçlü simbiyozis" olarak isimlendirilmektedir (Xavier ve Germida, 2002). Çeşitli araştırmacılar üçlü simbiyozisin, tek başına AMF veya *Rhizobium* inokulasyonuna göre bitkiye daha fazla yarar sağladığını (özellikle N ve P alınımı açısından) ifade etmektedirler (Azcon ve ark., 1991; Linderman, 1992; Saxena ve ark., 1997).

Son yıllarda gündeme gelen sürdürülebilir tarım sistemlerinde toprak ve ürün kalitesinin artırılmasının yanı sıra toprak mikroflorasında yer alan bu iki simbiyot ve bunlara benzer diğer yararlı mikroorganizmaların muhafazası ve etkinliğinin artırılmasına yönelik araştırmalar ve uygulamalar yapılmaktadır (Linderman, 1992). Bu uygulamalardan biri de toprağa peynir altı suyu püskürtülmesi olarak görülmektedir (Sienkiewicz ve Riedel, 1990). Özellikle baklagil bitkilerinde peyniraltı suyunun kullanılmasının bitki gelişimi ve *Rhizobium* aktivitesini artırıcı yönde etkilerinin olduğu ifade edilmektedir (Konar ve Arıoğlu, 1987; Reddy ve ark., 1987; Sienkiewicz ve Riedel, 1990). Ancak AM funguslarının peyniraltı suyu ile ilişkisine yönelik araştırmalar mevcut değildir.

Bu çalışma ile peynir altı suyu, AM fungusu *Glomus intraradices* ve *Rhizobium cicer*'in tek başlarına veya ikili ve üçlü kombinasyonlar halinde nohut bitkisinde bazı gelişim parametrelerine (bazı besin elementlerinin alınımı, bitki boyu, yaş ağırlık, kuru ağırlık) etkileri ortaya konmaya çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak nohut (*Cicer arietinum*) cv. ILC 482 kullanılmıştır. Denemede etkisi araştırılan simbiyotlar, karışık inokulum halindeki (kök+toprak+misel+spor'dan oluşan inokulum) arbusküler mikorhizal fungus *Glomus intraradices*'e ait OM/95 izolatu (Demir and Onoğur, 1999) ve *Rhizobium* spp.'ye ait Tarım

ve Köy İşleri Bakanlığı Toprak Gübre Araştırma Enstitüsünden temin edilen nohut izolatu (*Rhizobium cicer*) olarak belirlenmiştir. Peynir altı suyu, maya ile pıhtılaştırılmış beyaz peynir üretimi sonucu elde edilmiştir. Söz konusu materyal üretim yerinden bekletilmeden alınmış, soğuk zincirde getirilerek hemen bitkilere uygulanmıştır. Peyniraltı suyuna ait analizler Kosikowski, (1982); Case ve ark., (1985) ve Sienkiewicz ve Riedel, (1990)'e göre yapılmıştır (Çizelge 1). Peyniraltı suyu toprağa 50 ml/kg ve 100 ml/kg dozlarında olmak üzere iki ayrı doz halinde uygulanmıştır (Konar ve Arıoğlu, 1987).

Çizelge 1. Denemede kullanılan peyniraltı suyunun bileşimi

Bileşimi	Miktarı
Kurumadde (%)	3.6955
Su (%)	96.3046
Yağ (%)	0.1
Yağsız Kurumadde (%)	3.5955
Asitlik (%)	0.334
pH (%)	5.10
Protein (%)	0.880
Kül (%)	0.469
Laktöz (%)	3.60
N (%)	0.137
P (ppm)	36.3
Fe (ppm)	0.820
Zn (ppm)	4.316
Mn (ppm)	0.70
Mg (ppm)	41.75
K (ppm)	948.5
Ca (ppm)	280.45
Na (ppm)	233.81

Denemede YYÜ kampüs arazisinden temin edilen ve besin içeriği belirlenmiş olan yetiştirme toprağı kullanılmıştır (Çizelge 2). Yetiştirme ortamında; pH, Grewelling ve Peech (1960); CaCO₃, Çağlar (1949); organik madde, Jackson (1962); toplam tuz Richard (1954); toplam N Kjeldahl yöntemiyle; Bremner (1965); elverişli P, K, Cu ve Zn ise Kacar (1972)'a göre yapılmıştır

Çizelge 2. Denemede kullanılan yetiştirme toprağının bileşimi

Bileşimi	Miktarı
pH (1/2.5 su)	7.12
Organik madde (%)	0.40
Toplam N (%)	0.035
Yarayışlı P (ppm)	5.45
Yarayışlı K (ppm)	154
Yarayışlı Ca (ppm)	17.88
CaCO ₃ (%)	13
Tuz (%)	0.065
Yarayışlı Zn (ppm)	0.41
Yarayışlı Cu (ppm)	1.1

Yöntem

Tohum ekim harcı olarak tarla toprağı, sterilize edilmiş kum ve pomza (1:1:1) kullanılmış ve 30 cm çapındaki 3.5 kg'lık plastik saksılara konulmuştur. Nohut tohumları %0.5'lik sodyum hipoklorit içinde 45 dakika tutularak

dezenfekte edilmiş daha sonra steril su ile yıkanmışlardır. *Rhizobium cicer*'in inokulum yoğunluğu spektrofotometre ile belirlenmiş ve aşılması yapılacak olan tohumlar 10^7 hücre/g kültür yoğunluğundaki *Rhizobium cicer* ile aşılandıktan sonra ekimleri yapılmıştır. *G. intraradices* inokulasyonu yapılan uygulamalarda ise OM/95 izolatu 10g/saksı (ortalama 1000 mikorhizal spor) yoğunluğunda 5 cm derinlikteki tohum yatağına yerleştirilmiş ve üstüne bir miktar harç toprağı bırakmak suretiyle, nohut tohumlarının ekimi yapılmıştır. Deneme süresince sera ortamında tutulan bitkiler destile su ile sulanmış, peyniraltı suyu faktörünün olduğu uygulamalara ise tohum ekiminden 2 hafta sonra iki doz halinde peyniraltı suyu verilmiştir. Denemede kullanılan uygulamalar aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

NK (Kontrol): Herhangi bir uygulama yapılmayan bitkiler

NV: *Glomus intraradices* aşılması yapılan bitkiler

NR: *Rhizobium cicer* aşılması yapılan bitkiler

NVR: *Rhizobium cicer* ve *G. intraradices* aşılması yapılan bitkiler

NP₅₀: 50 ml/kg dozunda peyniraltı suyu verilen bitkiler

NP₁₀₀: 100 ml/kg dozunda peyniraltı suyu verilen bitkiler

NVP₅₀: 50 ml/kg peyniraltı suyu verilen ve *G. intraradices* aşılması yapılan bitkiler

NVP₁₀₀: 100 ml/kg peyniraltı suyu verilen ve *G. intraradices* aşılması yapılan bitkiler

NRP₅₀: 50 ml/kg peyniraltı suyu verilen ve *R. cicer* aşılması yapılan bitkiler

NRP₁₀₀: 100 ml/kg peyniraltı suyu verilen ve *R. cicer* aşılması yapılan bitkiler

NVRP₅₀: 50 ml/kg peyniraltı suyu verilen ve *R. cicer* ile *G. intraradices* aşılması yapılan bitkiler

NVRP₁₀₀: 100 ml/kg peyniraltı suyu verilen ve *R. cicer* ile *G. intraradices* aşılması yapılan bitkiler

Bitkiler 10 hafta sonra hasat edilmiş, hasat edilen nohut bitkilerinin kökleri dikkatlice saksılardan çıkarılıp musluk suyu altında iyice yıkanmışlardır. Nohut bitkilerinin

köklerinde AM kolonizasyonunu tespit etmek amacıyla kök temizleme ve boyama işlemi Phillips ve Hayman (1970)'a göre; kolonizasyon oranı ise mikroskop altında 40-60 büyütmeyle Giovanetti ve Mosse (1980)'nin belirttiği *Grid-Line Intersect* metoduna göre yapılmıştır. Bu arada nohut bitkileri hasat edildikten sonra üst kısımları toprak seviyesinden kesilerek tartılmış ve yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra aynı örnekler 48 saat 70° C'de kurutulmuş, tartılmış ve kuru ağırlıkları tespit edilmiş, kurutulan bitki örnekleri öğütülerek bitki besin elementlerinin analizleri yapılmıştır. Bitkilerde toplam N Kjeldahl yöntemiyle (Bremner, 1965) P Lott ve ark. (1956), K, Ca, Cu ve Zn analizleri Kacar (1972)'a göre yapılmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SAS paket programı kullanılmış ve Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (SAS, 1998).

Bulgular

Peynir altı suyu uygulaması ile *G. intraradices* ve *Rhizobium cicer* inokulasyonlarının nohut bitkisindeki morfolojik parametrelere etkisi Çizelge 3'te gösterilmiştir. Genel olarak kontrol grubuna göre bütün uygulamalarda artışın olduğu gözlenmiştir. Bitki boyu en fazla NVRP₅₀ uygulamasında elde edilirken, yaş ağırlık ve kuru ağırlık miktarlarının ise en fazla sırasıyla NP₅₀ ve NP₁₀₀ uygulamalarında olduğu belirlenmiştir. Çizelge 3'ten de görüleceği üzere değerlendirmeye alınan morfolojik parametreler açısından (bitki boyu, yaş-kuru ağırlık) peynir altı suyunun yer aldığı uygulamalarda dikkate değer bir artışın olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra özellikle peynir altı suyu uygulanmış bitki gruplarında çiçek ve bakla tutumunun diğer uygulamalara göre daha iyi olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 3. Peyniraltı suyu uygulaması ile AMF ve *Rhizobium* inokulasyonu yapılan nohut bitkilerinin boyu, yaş ve kuru ağırlıkları ve AM kolonizasyon oranı (%) (Ortalamalar 15 bitkiye aittir)

Uygulamalar	Boy (cm / bitki)	Yaş ağırlık (g /saksı)	Kuru ağırlık (g /saksı)	AM kolonizasyon oranı (%) **
NK	22.94 ± 0.4 d*	9.45 ± 0.44 e	2.63 ± 0.07 cd	---
NV	26.42 ± 0.76 c	11.25 ± 0.26 d	3.09 ± 0.10 c	53.46 ± 0.02 d
NR	25.54 ± 0.33 cd	10.66 ± 0.28 de	2.93 ± 0.03 c	---
NVR	25.87 ± 0.43 c	10.91 ± 0.34 de	2.97 ± 0.01 c	75.95 ± 0.03 a
NP ₅₀	28.24 ± 0.63 b	17.16 ± 0.38 a	4.10 ± 0.29 a	---
NP ₁₀₀	28.46 ± 0.58 b	16.00 ± 0.27 ab	4.12 ± 0.04 a	---
NVP ₅₀	30.68 ± 0.29 b	13.99 ± 0.80 bc	3.75 ± 0.17 ab	51.72 ± 0.04 de
NVP ₁₀₀	31.64 ± 0.53 ab	15.15 ± 0.21 b	3.99 ± 0.05 ab	65.26 ± 0.01 b
NRP ₅₀	27.12 ± 0.53 c	13.61 ± 0.52 c	3.60 ± 0.06 b	---
NRP ₁₀₀	28.30 ± 0.70 b	15.58 ± 0.37 b	3.90 ± 0.09 ab	---
NVRP ₅₀	33.10 ± 1.65 a	14.33 ± 0.80 bc	3.76 ± 0.20 ab	60.66 ± 0.01 c
NVRP ₁₀₀	29.58 ± 0.68 b	15.31 ± 0.14 b	3.88 ± 0.20 ab	57.16 ± 0.02 cd

*: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli, aynı olanlar ise önemsizdir.

** : Sadece AM inokulasyonu yapılan bitki gruplarındaki kolonizasyon oranı verilmiştir.

Bitki besin elementlerinin alımında da gruplar arasında istatistiki açıdan ($p < 0.01$) farklılıkların olduğu ve genel

olarak bütün uygulamalarda kontrol grubuna göre besin elementi konsantrasyonlarında artışın olduğu saptanmıştır

(Çizelge 3). Makro elementler için bitkideki toplam N, P, K ve Ca, mikro elementler için ise Cu ve Zn içerikleri saptanmıştır. N miktarı en fazla, *R. cicer* aşılması yapılan bitkilerde (NR) tespit edilirken, P içeriğinin ise en fazla *G. intraradices* inokulasyonu yapılan bitkilerde olduğu belirlenmiştir. Nohut bitkilerinde K konsantrasyonu NRP₁₀₀ ve NVRP₁₀₀ uygulamalarında en yüksek değerini alırken, Ca içeriği ise en fazla artışı NVRP₅₀ ve NVRP₁₀₀ uygulamalarına ait bitkilerde göstermiştir (Çizelge 4).

Mikro elementler açısından ise özellikle peyniraltı suyu faktörünün yer aldığı uygulamalarda Cu ve Zn miktarlarının arttığı gözlenmiştir. Uygulamalar içerisinde her iki mikro element en yüksek artışı NRP₅₀ uygulamasında göstermiştir (Çizelge 4). AM kolonizasyon oranları açısından incelendiğinde ise en yüksek kolonizasyon oranı NVR uygulamasında saptanırken bunu NVP₁₀₀ uygulaması izlemiştir (Çizelge 3).

Çizelge 4. Peyniraltı suyu uygulaması ile AMF ve *Rhizobium* inokulasyonu yapılan nohut bitkilerinin toplam makro (N, P, K, Ca) ve mikro (Cu, Zn) besin içerikleri (Ortalamalar 15 bitkiye aittir)

Uygulamalar	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
NK	1.42 ± 0.11 e*	0.06 ± 0.01 f	1.18 ± 0.01 h	0.22 ± 0.01 f	3.68 ± 0.13 e	6.96 ± 0.30 f
NV	2.69 ± 0.02 bc	0.22 ± 0.01 a	1.46 ± 0.01 cde	0.28 ± 0.01 ef	5.94 ± 0.03 d	13.26 ± 0.29 c
NR	3.23 ± 0.04 a	0.09 ± 0.01 d	1.33 ± 0.02 fg	0.34 ± 0.02 de	4.00 ± 0.05 e	7.56 ± 0.20 f
NVR	2.89 ± 0.04 b	0.15 ± 0.01 b	1.28 ± 0.03 gh	0.30 ± 0.01 e	6.06 ± 0.18 d	11.16 ± 0.15 e
NP ₅₀	2.56 ± 0.02 cde	0.08 ± 0.02 def	1.51 ± 0.04 cd	0.39 ± 0.01 bcd	6.67 ± 0.12 bc	13.73 ± 0.12 bc
NP ₁₀₀	2.58 ± 0.01 cd	0.09 ± 0.01 d	1.54 ± 0.01 cd	0.34 ± 0.01 de	7.04 ± 0.05 b	12.93 ± 0.05 cd
NVP ₅₀	2.62 ± 0.02 c	0.10 ± 0.01 cd	1.55 ± 0.02 bcd	0.45 ± 0.03 b	6.17 ± 0.06 cd	12.90 ± 0.05 cd
NVP ₁₀₀	2.58 ± 0.01 cd	0.12 ± 0.01 c	1.56 ± 0.01 bcd	0.40 ± 0.01 bcd	5.95 ± 0.03 d	11.20 ± 0.11 e
NRP ₅₀	2.69 ± 0.01 bc	0.08 ± 0.01 def	1.65 ± 0.01 ab	0.42 ± 0.01 bc	7.60 ± 0.14 a	14.82 ± 0.11 a
NRP ₁₀₀	2.60 ± 0.02 c	0.08 ± 0.01 def	1.67 ± 0.01 a	0.38 ± 0.01 cd	5.93 ± 0.01 d	10.93 ± 0.07 e
NVRP ₅₀	2.70 ± 0.02 c	0.09 ± 0.01 d	1.65 ± 0.01 ab	0.57 ± 0.02 a	6.48 ± 0.07 cd	14.26 ± 0.15 ab
NVRP ₁₀₀	2.61 ± 0.01 c	0.08 ± 0.01 def	1.67 ± 0.01 a	0.55 ± 0.02 a	6.46 ± 0.10 cd	12.36 ± 0.12 d

*: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemli, aynı olanlar ise önemsizdir.

Tartışma

Bu çalışmada peyniraltı suyu uygulaması ile *Rhizobium* spp ve Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF) inokulasyonlarının nohut bitkisindeki bazı gelişim parametrelerine etkileri incelenmiştir. Araştırma kapsamında incelemeye alınan morfolojik parametrelerde kontrol bitkilerine göre, her üç faktörün de yer aldığı uygulamalarda gözle görülür bir artış olduğu ve bu faktörlerin bitkinin morfolojik gelişimine ve besin içeriğine olumlu katkılarda bulunduğu saptanmıştır (Çizelge 3). Toprak mikroflorası içerisindeki önemli simbiyotlar olarak kabul edilen *Rhizobium* bakterileri ve Arbusküler Mikorhizal Funguslar bitki gelişiminde oldukça önemli role sahiptirler (Linderman, 1992; Smith ve Read, 1997). Bu iki simbiyot'un ikili inokulasyonlarının, özellikle baklagil bitkilerinde bitkinin gelişimini, verimini ve özellikle P ve N açısından besin içeriğini artırdığı, bunun yanı sıra ikili inokulasyonlarda AMF'lerinin gelişimi ve *Rhizobium* bakterilerinin nodul oluşumunun, tekli inokulasyonlara göre daha fazla olduğu ifade edilmektedir (Pacovsky ve ark., 1986; Linderman, 1992; Saxena ve ark., 1997; Xavier ve Germida, 2002). Bu çalışmada da gerek tek ve gerekse ikili inokulasyonların olduğu uygulamalarda hem bitkinin morfolojik gelişiminin hem de besin içeriğinin kontrol bitkilerine göre daha fazla olduğu gözlenmiştir. Bunun yanı sıra özellikle sadece *G. intraradices* ve *R. cicer* inokulasyonlarının olduğu NV ve NR uygulamalarında bitkilerdeki P ve N içeriğinin diğer gruplara ait bitkilerdekine oranla daha fazla olduğu tespit edilmiştir

(Çizelge 4). Nitekim, sözü edilen her iki simbiyot, inokule edildikleri baklagil bitkilerinin P ve N alımını teşvik eden ve bitkilerdeki konsantrasyonlarını artıran rizosfer bölgesi simbiyotlarıdır (Linderman, 1992). Çalışma kapsamında uygulanan faktörlerden bir diğeri peyniraltı suyudur. Genel olarak peynir altı suyu faktörünün olduğu uygulamalarda bitkinin gerek morfolojik özellikleri ve gerekse besin içeriği açısından diğer uygulamalara göre daha fazla artış gösterdiği gözlenmiştir (Çizelge 3, 4). Peyniraltı suyu'nun birçok ülkede gübreleme amacıyla kullanıldığı gerçeği göz önüne alınırsa nohut bitkilerinin gelişim parametrelerindeki bu artış, peynir altı suyunun gelişimdeki rolünü çok iyi ortaya koymaktadır. Gübreleme amaçlı toprağa uygulanan peyniraltı suyunun verim artışının yanı sıra toprak yapısını iyileştirdiği, toprağın su tutma kapasitesi ve poroziteyi artırdığı ifade edilmektedir (Watson, 1978; Sienkiewicz ve Riedel, 1990). Bu özelliklerinden dolayı peyniraltı suyu sadece bitki açısından değil toprak yapısını iyileştirerek aynı zamanda bu çalışmada kullanılan AMF ve *Rhizobium* gibi toprak simbiyotlarının da gelişimi açısından, dolaylı olarak, etkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim AM oranlarına bakıldığında da bu çalışmada peynir altı suyunun AM kolonizasyonunu olumlu bir şekilde etkilediği görülmüştür (Çizelge 3).

Morris (1985) peyniraltı suyunda bulunan protein azotunun toprak mikroorganizmaları tarafından %30-60 oranında bitkinin kullanabileceği inorganik azot formuna dönüştürüldüğünü ifade etmektedirler. Peyniraltı suyunun içerdiği zengin besin maddeleri ile mikrobiyal beslenme açısından da önemli olduğu belirtilmekte ve yapısında

bulunan bazı karbon bileşiklerinin, özellikle laktozun, mikroorganizmalar açısından enerji kaynağı olarak kullanıldığı ifade edilmektedir (Morrissey, 1985; Iwabuchi ve Yamauchi, 1987). Peyniraltı suyuna ait bu özellikler, peyniraltı suyunun her iki dozunun uygulandığı ve *Rhizobium* ve AMF inokulasyonlarının yapıldığı nohut bitkilerinde hem morfolojik hem de besin içeriği değerlerinin yüksek olmasını daha iyi açıklamaktadır.

Sonuç

Tarımsal ekosistemlerde entansif tarımın yansması olarak karşımıza çıkan toprak kirliliği ve toprak yapısının bozulması farklı veya alternatif tarımsal uygulamaların gündeme gelmesine yol açmıştır. Sürdürülebilir tarım anlayışı çerçevesinde gelişen bu uygulamaların amacı, bitki gelişimini, çevreye en az zarar veren veya çevre dostu olarak nitelendirilen metotlarla artırmaktır. Bu metotlar içerisinde yer alan ve özellikle süt teknolojisi gelişmiş ülkelerde tercih edilen yöntemlerden birisi toprağın gübreleme amaçlı olarak peynir altı suyu ile sulanmasıdır. Oldukça zengin besin içeriğine sahip bu sütçülük artışı herhangi bir yolla değerlendirilmeden direkt olarak atık olarak kullanıldığında çevre üzerinde olumsuz etkilerde bulunmaktadır. Oysa ki gerekli dozlarda tarım arazilerinde kullanıldığında hem bitki gelişimini hem de toprakta bulunan yararlı mikroorganizmaların etkinliğini artırmaktadır. Bir ön çalışma niteliğindeki bu çalışmada hem peyniraltı suyunun hem de AMF ve *Rhizobium* bakterisinin gerek tek ve gerekse ikili veya üçlü kombinasyonlarının bitki gelişimi açısından olumlu etkilerde bulunduğu görülmüştür. Dolayısıyla atık madde olarak bilinen ve besin değeri oldukça yüksek bu ürüne ülkemiz koşullarında tarım arazilerinde değerlendirme alanlarının yaratılması önemli bir zorunluluktur. Özellikle toprak yapısındaki mikroorganizma popülasyonu üzerindeki olumlu etkileri de göz önünde tutulduğunda bu durum kaçınılmaz görünmektedir. Ancak bu uygulamalar sırasında dikkat edilmesi gereken en önemli nokta peyniraltı suyunun gerekli ve yeterli miktarlarda kullanılmasıdır. Aşırı miktarda kullanım toprak yapısında bulunan mikroorganizma popülasyonu üzerinde olumsuz etkilerde bulunabileceğinden gerekli miktarın üstüne çıkmamaya dikkat edilmelidir.

Kaynaklar

Azcon, R., T.R. Thiagarajan, M.H. Ahmad, W.A. McLaughlin, 1991. Co-selection of compatible rhizobia and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for cowpea in sterilized and non-sterilized soils. *Biology and Fertility of Soils*, 12: 212-116.

Bremner, J.M., 1965. *Methods of Soil Analysis*. Part:2. Americ. Soc. of Agro Inc., Publisher Medison, Wisconsin, USA.

Case, R.A., R.L. Bradley, P.R. Williams, 1985. Chemical and physical methods “*Standart Methods for The Examination of Dairy Products*. Ed: G.H. Richardson” American Public Health Association, Washington, pp: 327-402

Çağlar, K.Ö., 1949. *Toprak Bilgisi*. A.Ü. Ziraat Fak. Yayın 10, 231-234. Erzurum

Demir, S., E. Onoğur, 1999. *Glomus intraradices* Schenck&Smith: A Hopeful Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal (VAM) Fungus Determined in Soils of Türkiye. *The Journal of Turkish Phytopathology*, 28(1-2): 33-34.

Demirci, M., O. Şimşek, Ş. Kurultay, 2000. Sütçülük yan ürünleri ve gıda sanayiinde kullanılmaları. *Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı*, Tekirdağ, 595s.

Gilles, M.T., 1974. *Whey Processing and Utilization*. Noyes Dats Corp., London.

Giovanetti, M., B. Mosse, 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol.*, 489-500.

Grewelling, T, M. Peech, 1960. *Chemical Soil Test*. Cornell Univ. Agr. Exp. Bull. Handbook. 60. U.S. Dept. of Agriculture

Iwabuchi, S., F. Yamauchi, 1987. Electrophoretic analysis of whey proteins present in soybean globulin fractions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 35 (2): 205-209.

Jackson, M.L., 1962. *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall Inc. Engle Wood Cliff-New Jersey.

Kacar, B., 1972. *Bitki ve Toprak Analizleri* Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No: 453, Ankara.

Kosikowski, F.V., 1982. *Cheese and Fermented Milk Foods*, New York.

Konar, A., H. Arioğlu, 1987. Peynir suyunun soya üretiminde gübre olarak kullanıma olanakları üzerinde bir ön araştırma. *Çukurova Üniv., Zir. Fak. Derg.*, 2(2): 1-13.

Linderman, R.G., 1992. Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae and soil microbial interactions “*Mycorrhizae in sustainable agriculture*, Eds: G.J. Bethlenfalvay and R.G. Linderman” ASA Publication, pp 45-71.

Lott, W.L., J.P. Nery, J.R. Gallo, J.C. Medcaff, 1956. *Leaf Analysis Technique in Coffie Researches*. IBEC Research Ins. 29: 21-24.

Morissey, P.A., 1985. Lactose, chemical and physico-chemical properties. “*Developments in Dairy Chemistry-3. Lactose and Minor Constituents*, Ed: P.A. Morissey”, Elsevier Appl. Sci. Publ., London, pp 1-34.

Morris, S., 1985. Whey, feed or fertilizer *Proceed. of the Ruakura Farmer’s Conference*, New Zealand 37: 113-116.

- Pacovsky, R.S., G. Fuller, A.E. Stafford, E.A. Paul, 1986. Nutrient and growth interactions in soybeans colonized with *Glomus fasciculatum* and *Rhizobium japonicum*. *Plant and Soil*, 92: 37-45.
- Phillips, J.M., D.S. Hayman, 1970. Improved procedure for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Br. Mycol Soc.*, 55: 158-161.
- Reddy, G.V., V.R. Deshmukh, R.N. Joshi, R. Kayama, 1987. Utilization of alfalfa (*Medicago sativa* L.) whey as a fertilizer in irrigation. *Japanese Society of Grassland Science* 33(1): 32-37.
- Richards, L.A., 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils*. Handbook. 60. U.S. Dept. of Agriculture.
- Ryder, D.N., 1980. Economic considerations of whey processing. *J. Society of Dairy Technology*, 33(2): 73-77.
- SAS, 1998. *SAS/STAT Software*: hangen and enhanced SAS, Inst. Inc. Cri. NCI.
- Saxena, A.K., S.K. Rathi, B.R. Tilok, 1997. Differential effect of various endomycorrhizal fungi on nodulating ability of green gram by *Bradyrhizobium* sp (*Vigna*) S24. *Biology and Fertility of Soils*, 24: 175-178.
- Sienkiewicz, T., C.L. Riedel, 1990. *Whey and Whey utilization*. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen-Buer.
- Smith, S.E., D.J. Read, 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, New York.
- Xavier, L.J.C, J.J. Germida, 2002. Response of lentil under controlled conditions to co-inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobia varying in efficacy. *Soil Biology & Bio Chemistry*, 34: 181-185.
- Watson, K.S., 1978. Continuing impact of the environmental era on the dairy industry. *Proceedings Whey Products Conference*, Minneapolis-Minnesota pp: 30-52.
- Zadow, J.G., 1994. Utilisation of milk components: Whey "Advances in Milk Processing (Modern Dairy Technology, vol 1), Ed: R.K. Robinson" pp 313-317.