

Artvin İlinde Yonca (*Medicago sativa* L.) Tarımı Yapılan Toprakların Verimlilik Durumu ve Potansiyel Beslenme Problemlerinin Ortaya Konulması

Mehmet Arif ÖZYAZICI¹, Orhan DENGİZ², Mustafa SAĞLAM²

¹ Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

² Ondokuzmayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Eser Bilgisi:

Araştırma makalesi

Sorumlu yazar: Mehmet Arif ÖZYAZICI, e-mail: arifozyazici@hotmail.com

ÖZET

Bu çalışma, Artvin yöresinde yonca tarımı yapılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemek ve bitki besleme ile ilgili sorunlarını belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Yonca yetiştiriciliğinin yoğun olduğu ilçelerdeki tarım topraklarından alınan 78 adet toprak örneği materyal olarak kullanılmıştır. Toprak örneklerinde, bünye, pH, EC, kireç, organik madde, alınabilir P, toplam N, ekstrete edilebilir K, Ca, Mg, Na, B, Fe, Cu, Zn ve Mn analizleri yapılmış ve analiz sonuçları sınır değerleri ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre; yonca tarımı yapılan toprakların genel olarak killi tın, tın, kumlu killi tın ve kumlu tın bünyeye sahip, % 55.13'ü nötr reaksiyonlu, % 58.97'si az kireçli olduğu ve tuzluluk sorunun bulunmadığı belirlenmiştir. Büyük çoğunluğu yeterli düzeyde organik madde ve toplam N içeren toprakların, incelenen örneklerin % 58.97'sinde alınabilir P, % 39.75'inde ekstrete edilebilir K yetersiz bulunmuştur. Toprakların ekstrete edilebilir Ca, Mg ve Na içerikleri sırasıyla 48-9976, 134-830 ve 18-240 mg kg⁻¹ arasında değişmekte olup, ekstrete edilebilir Fe, Cu ve Zn yönünden yonca topraklarının yeterli düzeyde olduğu saptanmıştır. İncelenen toprakların % 46.16'sında ekstrete edilebilir B, % 16.67'sinde ise ekstrete edilebilir Mn noksanlığı görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Yonca, toprak verimliliği, bitki besin maddesi

Evaluation of Potential Nutritional Problems and Fertility Status of the Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Grown Soils of Artvin Province

Article Info:

Research article

Corresponding author: Mehmet Arif ÖZYAZICI, e-mail: arifozyazici@hotmail.com

ABSTRACT

This research was carried out to determine nutritional problems and soil fertility status of alfalfa grown soils in Artvin Region. For this objective, 78 soil samples were collected from intensive alfalfa cultivation area and used as material. Texture, pH, EC, CaCO₃, organic matter, available P, total N, extractable K, Ca, Mg, Na, B, Fe, Cu, Zn and Mn analysis were done in soil samples and results of them were compared with threshold values. According to obtained results, texture, soil reaction, lime content and salt status were detected as clay loam, sandy clay loam and sandy loam, neutral reaction in 55.13% of samples, low lime content in 58.97% of samples and non salt problem, respectively. In addition, it was determined that most of the soil samples have enough sufficient level in terms of organic matter and total N whereas, 58.97% of samples has insufficient available P and 39.75% of samples has not enough concentration about extractable K. Moreover, extractable Ca, Mg and Na of soils varied between 48-9976, 134-830 and 18-240 mg kg⁻¹ respectively while, it was found sufficient level in terms of extractable Fe, Cu, Zn in soils. As for B and Mn concentration of soils, 46.16% of soils investigated for this research has insufficient extractable B content and 16.67% of soils has also insufficient extractable Mn concentration.

Keywords: Alfalfa, soil fertility, plant nutrient

GİRİŞ

Türkiye’de yem bitkileri ekim alanı 2011 yılı verilerine göre 15.103.436 da olup, bu alanın 5.585.525 dekarında yeşil ot üretimi amacıyla yonca tarımı yapılmaktadır (Anonim 2012). Büyük bir bölümü engebeli ve parçalı arazi yapısına sahip ve toplam tarım alanı 365.783 da (Anonim 2012) olan Artvin ilinde, 2012 yılı verilerine göre yem bitkileri desteklemesi kapsamında 37.392 dekar alanda yonca ekilişi gerçekleştirilmiştir (Anonim 2013). Yonca, Artvin ili yem bitkileri tarımında korunga, fiğ ve mısır (hasıl-silajlık) ile birlikte önemli bir yere sahiptir.

Farklı iklim koşullarına yüksek adaptasyonu ve geniş çevre şartlarında yüksek yem verimi ve iyi yem kalitesi nedeniyle yonca, tüm dünyada en önemli yem bitkilerinden birisidir (Dordas 2006; Berg ve ark. 2007; Zhang ve ark. 2008). Yem bitkilerinin kraliçesi olarak da adlandırılan yonca, tarımı yapılan hemen tüm yem bitkilerinden daha yüksek bir yem değerine sahip olup, birim alana protein verimi yüksek, kuru ve yeşil otu süt sığırdı, besi sığırdı, at, koyun, keçi ve diğer evcil hayvanlar için yem rasyonlarının temel bileşenidir (Açıkgöz 2001; Mauriès 2003; Radovic ve ark. 2009; Abdel-Rahman ve Abu-Suwar 2012). Yonca, diğer yemlere göre daha yüksek miktarda mineral (özellikle kalsiyum, aynı zamanda magnezyum, potasyum, kükürt, demir, kobalt, mangan ve çinko) ve vitaminler (beta-karoten) içerir (Frame 2005). Beta-karoten, bir A vitamini kaynağı olup, hayvanlarda üreme performanslarında, görme, büyüme ve deri sağlığında önemli rol oynar (Chew 1993). Uzun ömürlü bir baklagil yem bitkisi olan yonca; derin kökleri ile toprak bünyesini iyileştirmek, yaprakları ile toprağa organik madde ilave etmek ve gölge yapmak suretiyle toprak erozyonunu önlemesi

bakımından örtü bitkisi olarak da kullanılabilir (Suttie 2000).

Yoncanın toprak yönünden fazla seçiciliği olmamasına rağmen, derin, verimli, sulanabilir, iyi drenajlı, yeterli kirece sahip ve nötr topraklarda iyi gelişir (Açıkgöz, 2001; Widyati Slamet ve ark. 2012). Düşük verimli ve asidik karakterli topraklarda özellikle potasyumlu gübreleme yüksek verim ve ot kalitesi açısından büyük önem taşımaktadır. Yonca bir yılda birçok kez biçildiğinden ve her biçimde fazla miktarda yeşil aksam ürettiğinden, topraktan oldukça fazla miktarda besin maddesi kaldırır. Rhykerd ve Overdahl (1972)’in bildirdiğine göre, 1 ton yonca kuru otu ile topraktan hektara 56.7 kg N, 5.7 kg P, 56.7 kg K, 39.7 kg Ca ve 6.8 kg Mg kaldırılmaktadır. Yüksek verimli bir yonca hemen her topraktan oldukça yüksek miktarda potasyum kaldırır (Smith 1975; Lanyon ve Griffith 1988). Bu nedenle, başta potasyum olmak üzere, bitki besin maddelerinin yeterince bulunduğu topraklarda yoncalığın ekonomik ömrü uzun olur.

Bir alanda toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri doğal etkenler ve mevcut alanın idaresi nedeniyle önemli ölçüde farklılıklar gösterebilir. Doğal varyasyonlar genelde mineral aşınım ve erozyonun sebep olduğu toprak şekillenmesi işlemlerinden kaynaklanmaktadır. Bunun sonucu olarak farklı yerlerde besin maddesi kayıpları veya birikimleri meydana gelmektedir. Yönetim faktörleri olarak ise, toprak işleme, gübreleme uygulamaları, ürün seçimi ve sulama gibi etkenler ön plana çıkmaktadır. Artvin ili gibi tarımsal alanı dar ve parçalı yapı gösteren ve yukarıda belirtilen faktörlerin birçoğunun etkili olduğu bir yörede toprak özelliklerinin, üzerinde yetiştirilecek ürünler yönünden değişimlerinin ortaya konması, daha etkin ürün planlaması ve kültürel tedbirlerin alınabilmesi ve aynı zamanda toprakların

sürdürülebilirliği açısından önem taşımaktadır. Bu bağlamda, hayvancılık potansiyelinin yoğun olduğu yörede, kaba yem ihtiyacının karşılanmasında önemli bir ürün olan yoncanın; bitki gelişimi, verim ve yem kalitesini belirleyen faktörler arasında yer alan toprak bitki besin maddeleri durumunun ortaya konması ve yoncanın ekonomik ömrü boyunca toprak özellikleri yönünden değişimlerin izlenmesi büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada Artvin ilinde yonca tarımı yapılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenerek verimlilik durumlarının ve potansiyel beslenme sorunlarının ortaya konması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Artvin ili Ardanuç, Merkez, Şavşat ve Yusufeli ilçelerinde yürütülen bu çalışmanın materyalini, yonca yetiştiriciliğinin yapıldığı alandan alınan 78 adet toprak örneği oluşturmuştur. Toprak örnekleri genel kurallara (Jackson 1958) uygun olarak 0-20 cm derinlikten paslanmaz çelik kürek ile alınmıştır. Alınan toprak örnekleri laboratuvar koşullarında temiz ambalaj kağıtlarına serilerek, taş ve bitki parçacıkları ayıklanmış ve havada kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan toprakların tamamı tahta tokmaklarla dövülerek 2 mm'lik çelik elekten geçirilmiş ve analizlere hazır hale getirilmiştir. Toprak örneklerinde bünye Bouyoucus hidrometre yöntemiyle (Anonymous 1986); toprak reaksiyonu (pH) hazırlanan saturasyon çamurunda cam elektrotlu pH metre ile; elektriksel iletkenlik (EC) saturasyon çamurundan çıkartılan ekstrakta kondaktivite cihazı ile; kireç Scheibler kalsimetresiyle; organik madde modifiye edilmiş Walkley Black yöntemiyle; alınabilir fosfor alkalın ve nötr karakterli topraklar için Olsen yöntemine göre, asit karakterli topraklar için ise Bray

ve Kurtz yöntemine göre; toplam azot (N) modifiye Kjeldahl yöntemine göre; ekstrakte edilebilir potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve sodyum (Na) 1 N amonyum asetat (pH=7.0) ile ekstraksiyon yöntemiyle; ekstrakte edilebilir bor (B), topraktan sıcak su ile ekstrakte edilen B miktarının azometin-H ile oluşturulan kompleksin renk yoğunluğuna dayanılarak belirlenmiştir (Anonymous 1982).

Toprakların ekstrakte edilebilir demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn) ve mangan (Mn) miktarları, Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirildiği şekilde toprak örnekleri DTPA+TEA (pH: 7.3) ile ekstrakte edildikten sonra, elde edilen süzüklerdeki Fe, Cu, Zn ve Mn miktarları atomik absorpsiyon spektrofotometresi (Perkin Elmer Analyst 300)'nde okunarak tayin edilmiştir.

Elde edilen veri setindeki frekans dağılımı ve bu frekans dağılımı üzerinden dağılımın merkezi eğilimi (ortalama, medyan), merkeze göre yayılımı (standart sapma, varyans, varyasyon ya da değişkenlik katsayısı (DK)) ve dağılımın şekli (çarpıklık ve basıklık) gibi tanımlayıcı istatistikler hesaplanmıştır. Toprak örneklerinin kum, kil ve silt yüzdeleri kullanılarak tekstür üçgeni yardımıyla bünye sınıfları (Anonymous 1951) belirlenmiştir. Araştırma topraklarının bazı kimyasal özellikleri ile makro ve mikro element içeriklerine ait sınır değerler kullanılarak toprak örneklerinin dağılımı ve oranları hesaplanmış ve değerlendirilmeler yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Artvin ilinde, yonca tarımı yapılan topraklardan alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 1 ve 3'te, incelenen toprak özelliklerinin sınır

değerlerine göre sınıflandırılması ise Tablo 2 ve 4'te sunulmuştur.

Toprak Bünyesi

Artvin ilinde yonca tarımı yapılan toprakların kum, kil ve silt miktarları sırasıyla % 17.55-75.47, % 6.01-55.92 ve % 15.05-42.22 arasında değişiklik göstermektedir (Tablo 1). Tablo 2'de görüldüğü üzere, toprak örnekleri kil, killi tın, tın, tınlı kum, kumlu killi tın ve kumlu tın olmak üzere 6 farklı bünye sınıfında analiz edilmiştir. Araştırma topraklarının bünye sınıfları Anonymous (1951)'a göre değerlendirildiğinde, % 17.95'i ağır (C), % 80.77'si orta (CL, L, SCL, SL) ve % 1.28'i ise hafif (LS) bünyeli oldukları anlaşılmaktadır. Orloff (2007), yoncanın toprak bünyesi bakımından geniş bir aralıkta başarıyla üretilebildiğini, fakat genellikle kumlu tın, siltli tın ve killi tın bünyeli toprakların yonca için en ideal olduğunu, tınlı kum ve siltli kil bünyeli toprakların marjinal, kumlu ve killi bünyeli toprakların ise yonca için istenmeyen alanlar olduğunu bildirmektedir. Yoncanın genel olarak tınlı (orta bünyeli) topraklarda daha iyi yetiştiği (Gençkan 1992; Orloff 2007) dikkate alındığında, Artvin ilinde yonca yetiştirilen toprakların genel olarak bitkinin gelişmesi için gerekli su ve bitki besin maddelerini tutacak kadar kil içerdiği, havasızlık ve toprak işlenmesi sorunları yaratmayan, yonca tarımına elverişli topraklar olduğu söylenebilir. Ancak % 17.95 oranında killi bünyeli toprağa sahip olduğu belirlenen araştırma topraklarında, ağır bünyeli topraklarda rastlanan, yetersiz kök havalanmasından kaynaklanan bazı sorunlarla karşılaşılabilir. Gerek ağır bünyeli bu tip topraklarda, gerekse yörede çok az oranda rastlanan kumlu bünyeli topraklarda ahır gübresi kullanılarak başarılı yonca tarımı yapılabilir

pH

Araştırma topraklarının pH'larının 4.89-7.75 arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 1). Toprak örneklerinin pH'ları orta asit ile hafif alkali arasında değişmekle birlikte, toprakların % 29.49'u asidik, % 55.13'ü nötr ve % 15.38'i ise hafif alkalin karakterli oldukları (Ülgen ve Yurtsever 1995) görülmüştür (Tablo 2). Lancaster ve Orloff (1997), yonca tarımı için tavsiye edilen toprak reaksiyonunun, *Rhizobium* bakterileri tarafından azot fiksasyonu aktivitesinin arttığı, 6.3-7.5 pH aralığının olduğunu, 5.8'den düşük ve 8.2'den yüksek pH değerlerine sahip toprakların yonca tarımına elverişli olmadığını bildirmektedir. Manga ve ark. (1995) ve Açıkğöz (2001) yoncadan yüksek verim almak için en uygun toprak reaksiyonunun pH=6.5-7.5 olduğunu, pH 6.0'ın altına indiği zaman verimin büyük ölçüde azaldığını belirtmişlerdir. Murphy ve Johnson (1977), yonca bitkisinde en yüksek nodülasyon oranının 6.4-7.3 pH aralığında, en yüksek yonca veriminin ise 6.8-7.3 pH aralığında elde edildiğini; Brauer ve ark. (2002) ve Peters ve ark. (2005) yonca üretimi için en uygun pH aralığının 6.6-7.5 olduğunu, rapor etmişlerdir. Yoncanın hafif alkaliliğe daha toleranslı olduğu (Açıkğöz 2001) da dikkate alındığında, analizi yapılan toprakların büyük çoğunluğunun yonca tarımına uygun pH'ya sahip olduğu görülmektedir.

Bununla birlikte, asitliğe çok hassas olan yoncanın (Hughes ve Metcalfe 1972; Murphy ve Johnson 1977; Hauptvogel 2003) asidik topraklarda tarımının yapılabilmesi için, bir başka ifade ile toprakların pH'sını yonca yetiştiriciliğine uygun hale getirmek için toprağın mutlaka kireçlenmesi (Gençkan 1992; Manga ve ark. 1995; Açıkğöz 2001; Dugalić ve ark. 2012) gerekmektedir. Aynı şekilde pH derecesi yüksek olan alkali topraklarda,

alkaliliğin nedenlerine göre, drenaj kanalları açma, su ile yıkama, toprağa kükürt ve jips verme gibi yöntemlerle toprak reaksiyonu iyileştirilmelidir (Manga ve ark. 1995).

Elektriksel İletkenlik (EC)

Artvin ilinde yonca tarımı yapılan toprakların EC değerleri 0.110-2.809 dS m⁻¹ arasında değişmekte olup, incelenen toprakların tamamının tuzsuz sınıfta yer aldığı (Richards 1954) belirlenmiştir (Tablo 1 ve 2). Tuzluluğa orta derecede dayanıklı olan yoncanın (Bernstein 1961; Orloff 2007), 0-2 dS m⁻¹ EC değerine sahip toprakların yonca tarımı için en uygun topraklar olduğu, EC değerinin 2-5 dS m⁻¹ olan toprakların marjinal, 5 dS m⁻¹'den büyük EC değerine sahip toprakların ise yonca tarımına elverişsiz alanlar olduğu (Lancaster ve Orloff 1997) bildirilmektedir. İncelenen toprakların tamamında tuz miktarı sınır değerinin altında bulunmuş olup, yonca tarımı yapılan toprakların tuzluluk sorunu bulunmamaktadır.

Kireç (CaCO₃)

Toprakların kireç kapsamlarının % 0.2-38.7 arasında değiştiği saptanmıştır (Tablo 1). Tablo 2'de görüleceği gibi, topraklar kireç kapsamları yönünden az kireçli ile çok fazla kireçli arasında değişmekle birlikte, toprakların % 58.97'sinin az kireçli düzeyde (Ülgen ve Yurtsever 1995) olduğu anlaşılmaktadır.

Yonca en iyi, yeter derecede kireçli, derin topraklarda yetişir (Gençkan 1992; Manga ve ark. 1995). Bu nedenle, asit karakterli tarla topraklarında, toprak pH'sını yükseltmek ve dolayısıyla ürün verimini artırmak için kireçleme pratikte uygulanan bir yöntemdir (Fageria ve Baligar 2008). Birçok çalışmada asit topraklarda kireçleme ile yonca kuru maddesinde artış

olduğu bildirilmektedir (Adams ve Pearson 1984; Lathwell ve Reid 1984; Moreira ve ark. 1999; Chen ve ark. 2001; Grewal ve Williams 2003a; Moreira ve Fageria 2010). Kireçleme ile toprak asitliğinin azalması ve toprakta Ca ve Mg içeriğinin artması nedeniyle tarla bitkilerinde verim artışı meydana gelir (Fageria ve Baligar 2003; Fageria 2009; Moreira ve Fageria 2010). Kireçleme aynı zamanda, asit topraklarda biyolojik azot fiksasyonunu ve organik azotun net mineralizasyonunu artırır (Edmeades ve Ridley 2003). Donahue ve ark. (1971), asit topraklarda kireçleme ile bitki besleme açısından potasyumun daha etkili duruma geldiğini, fosforun alınabilirliğinin arttığını bildirmektedir.

Yoncalık kurulacak tarla toprağının pH'sı 6.5'ten düşük ise kireçleme yapılarak pH yükseltilmelidir. Kireçleme işlemi yonca ekiminden 3-6 ay önce yapılmalıdır (Manga ve ark. 1995).

Organik Madde

Tablo 1'de görüleceği üzere, yonca tarımı yapılan toprakların organik madde kapsamları % 0.53-7.16 arasında değişmektedir. Organik madde bakımından toprakların % 15.38'i çok az ve az, % 17.95'i orta ve % 66.67'si ise iyi ve yüksek seviyededir (Ülgen ve Yurtsever 1995) (Tablo 2). Artvin ilinde yonca yetiştirilen tarım topraklarının büyük bir bölümü organik madde bakımından yeterli seviyede olduğu söylenebilir. Bununla birlikte; yoncanın tesis yılında, yonca kök yumrularındaki *Rhizobium* bakterilerinin azot fikse etmeye başlamasını ve yonca fideciklerinin ihtiyacını karşılayarak hızlı büyümelerini sağlamak amacıyla, organik madde miktarının % 2.0'dan düşük olan topraklarda saf madde üzerinden dekara 4 kg N, organik maddenin % 2-4 arasında değiştiği topraklarda ise dekara 3 kg N,

ekimle birlikte verilmesi oldukça yararlı olacaktır.

Alınabilir Fosfor (P_2O_5)

Araştırma topraklarının alınabilir fosfor kapsamalarının 0.4-73.9 kg P_2O_5 da⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 1). Tablo 2'de görüldüğü üzere toprakların % 35.89'u çok az, % 23.08'i az, % 12.82'si orta, % 5.13'ü yüksek ve % 23.08'i ise çok yüksek düzeyde fosfor kapsamaktadır (Ülgen ve Yurtsever 1995). Araştırma sonuçlarından da görüldüğü üzere, Artvin ili yonca tarımı yapılan toprakların bitkiler tarafından alınabilir fosfor içeriği, incelenen toprakların % 60'ına yakın kısmında toprakta yetersiz olduğu belirlenmiştir. Tüm baklagil yem bitkilerinde olduğu gibi, fosfor, yonca bitkisinin de özellikle fide döneminde kritik bir elementtir. Yapılan pek çok çalışmada (Lutz 1973; Kandaswamy ve ark. 1977; Wasserman ve Van Den Berg 1990; Shah ve ark. 1991; Khot ve ark. 1997; Singh ve ark. 1998; Patel ve ark. 2004; Marino ve Berardo 2005; Dineshkumar 2007), toprakta alınabilir fosforun düşük olduğu durumlarda uygulanan fosforlu gübreleme yonca bitkisinin kuru madde veriminde önemli artışlar sağladığı bildirilmektedir. Bu nedenle özellikle ilk tesis yılında fosforlu gübreleme önem taşımaktadır. Yonca bitkisi için tesis yılında; toprakta bitkiler tarafından alınabilir fosforun 3kg P_2O_5 da⁻¹ ten daha az olduğu durumda, toprak analiz sonuçlarına göre, dekara saf madde üzerinden 11-14 kg P_2O_5 , 3-6 kg P_2O_5 varlığında 6-9 kg P_2O_5 , toprakta 6-9 kg alınabilir P_2O_5 varlığında ise 3-4 kg P_2O_5 uygulanması yerinde olacaktır. Uygulanacak fosforlu gübrenin tohumun ve fidelerin daha iyi yararlanabilmesi için, ekimden önce mutlaka banda verilmesi ve toprağa iyice karışması sağlanmalıdır

Toplam Azot

Analize alınan toprak örneklerinin toplam azot kapsamaları % 0.048-0.488 arasında değişmektedir (Tablo 3). Tablo 4'te görüldüğü üzere Artvin ilinde yonca tarımı yapılan toprakların toplam azot kapsamaları incelenen toprak örneklerinin % 3.85'inde az, % 23.08'inde yeterli, % 57.69'unda fazla ve % 15.38'inde ise çok fazla düzeyde (Anonymous 1990) olduğu belirlenmiştir.

Ekstrakte Edilebilir Potasyum

Araştırma topraklarının ekstrakte edilebilir K kapsamalarının 26-599 mg kg⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 3). Toprakların % 39.75'i çok düşük ve düşük, % 8.97'si orta, % 12.82'si iyi ve % 38.46'sı ise yüksek ve çok yüksek düzeyde (Pizer 1967) ekstrakte edilebilir K içermektedir (Tablo 4).

Yonca, çok fazla miktarda K kaldıran bir bitkidir. Potasyum, yedek besin maddelerinin depolanması, şeker ve nişastanın oluşumu ve taşınması, protein sentezi, soğuga dayanıklılık vb. gibi birçok metabolik olaylarda rol oynar (Manga ve ark. 1995; Açıkgöz 2001; Koenig ve Barnhill 2006). Toprak K yönünden fakir ise, yoncalık hızlı bir şekilde bozulur, sonuçta yabancı otlar ve diğer bitkiler ortama hakim olur (Manga ve ark. 1995). Bu nedenle, topraklarında yetersiz seviyede K bulunan yonca tarlalarında, yüksek verim ve kaliteli ürün almak için potasyumlu gübrelemeye önem verilmelidir. Birçok araştırma bulgularında (Smith 1975; Rando ve Silveira 1995; Rassini ve Freitas 1998; Grewal ve Williams 2003b; Bernardi ve ark. 2013), potasyumlu gübreleme ile yonca kuru maddesinde artışların olduğu bildirilmektedir.

Ekstrakte Edilebilir Kalsiyum

Araştırma alanı topraklarının ekstrakte edilebilir Ca içeriklerinin 48-9976 mg kg⁻¹ arasında değiştiği, Ca yönünden toprakların % 19.23'ünün çok fakir ve fakir, % 25.64'ünün orta ve % 55.13'ünün ise iyi düzeyde (Loue 1968) olduğu anlaşılmıştır (Tablo 3 ve 4). Artvin ilinde yonca tarımı yapılan toprakların genel olarak yeterli derecede kalsiyum içerdiği söylenebilir.

Ekstrakte Edilebilir Magnezyum:

Artvin ili yonca tarımı yapılan toprakların ekstrakte edilebilir Mg kapsamları 134-830 mg kg⁻¹ arasında değişmekte olup, Loue (1968) tarafından bildirilen sınıflandırmaya göre, incelenen toprakların tamamının ekstrakte edilebilir Mg yönünden iyi düzeyde olduğu belirlenmiştir (Tablo 3 ve 4).

Ekstrakte Edilebilir Sodyum

Toprakların ekstrakte edilebilir Na içerikleri 18-240 mg kg⁻¹ arasında değişim göstermekte olup, analiz edilen örneklerin % 48.72'si çok düşük ve düşük, % 48.72'si orta ve % 2.56'sı yüksek düzeyde ekstrakte edilebilir Na kapsamaktadır (Loue 1968) (Tablo 3 ve 4). Araştırma topraklarının sodyumluluk yönünden bir sorununun olmadığı söylenebilir.

Ekstrakte Edilebilir Bor

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir B kapsamları 0.33-3.23 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir (Tablo 3). Toprak analiz sonuçları Wolf (1971)'un bildirdiği kriterlere göre değerlendirildiğinde; Artvin ili yonca tarımı yapılan toprakların % 11.54'ünde ekstrakte edilebilir borun çok az, % 34.62'sinde az, % 47.43'ünde yeterli

ve % 6.41'inde ise fazla düzeyde olduğu belirlenmiştir (Tablo 4).

Bitki büyümesi için gerekli mikro besin maddelerinden olan bor, en sınırlayıcı elementlerden biridir. Bor, fenolik bileşiklerin sentezinde, enzim aktivitesinde ve hücre bölünmesinde önemli işleve sahiptir. Birçok bitki türü için toprak bor seviyesi genellikle yetersizdir ve bu elementin optimum verim elde edilmesi için borlu gübrelerin uygulanması gerekliliği vardır (Gupta ve ark. 1985). Yoncada bor eksikliğine maruz kalmış bitkilerde düşük çiçek tozu döllenenmesi veya sterilite gözlenmiştir. Hatta topraklarda orta derecede borun bulunduğu şartlarda, bitkilerin normal büyümesi ve ot veriminin etkilenmediği, ancak tohum veriminin büyük ölçüde olumsuz olarak etkilendiği belirlenmiştir (Hasler ve Maurizio 1987). Bor gübrelemesi ile yonca tohum veriminin arttığı bir çok araştırma bulguları ile ortaya konmuştur (Vučković 1994; Dordas 2006; Du ve ark. 2009; Terzić 2010).

Araştırmada yonca tarımı yapılan toprakların % 46.16'sında bor noksanlığı görülmektedir. Topraklarda bitkiler tarafından alınabilir şekilde bulunan B miktarı üzerine çeşitli etmenler etki yapmaktadır. Toprak bünyesi, pH ve organik madde bu etmenlerin başında gelmektedir (Kacar 2009). Heckman (2009), yonca yetiştirilen toprakların pH'sının 7.0-8.0 arasında olduğu durumda borun alınabilirliğinin azaldığını, 5.0-7.0 pH aralıklarının ise en iyi alınabilirlik seviyesi olduğunu bildirmektedir. Artvin ilinde yonca tarımı yapılan alandan alınan toprakların analiz sonuçlarında; çok az seviyede B içeren toprakların büyük çoğunluğunun pH'sı 7.02-7.65 arasında değiştiği, az düzeyde ekstrakte edilebilir B içeren toprakların büyük çoğunluğunun ise nötr veya hafif alkalın karakterli (pH=6.62-7.64) olduğu belirlenmiştir.

Araştırma topraklarının ekstrakte edilebilir B kapsamı 0.33-3.23 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir. Lancaster ve Orloff (1997), toprakların alınabilir bor kapsamının yonca tarımı için ideal sayılabilecek aralığın 0.5-2.0 ppm olduğunu, 2-6 ppm arasında bor ihtiva eden toprakların yonca için marjinal, 6 ppm'den büyük bor içeren toprakların ise yonca tarımı için istenmeyen alanlar olduğunu bildirmektedir. Heckman (2009) ise, 1 ppm'den daha az B içeren toprakların yonca üretimi için bor eksikliği olarak kabul edildiğini rapor etmiştir.

Diğer ürünlerle karşılaştırıldığında, yoncanın özellikle B gübrelemesine ihtiyacı yüksektir. Toprağa artan oranlarda yapılan kireç uygulamaları ve potasyum seviyesine de bağlı olarak sulama ile birlikte yoncanın bor gübrelemesine ihtiyacı da artar (Heckman 2009). Bu durumda; yörede yonca topraklarında bor noksanlığının görüldüğü alanlarda, toprağın yukarıda ifade edilen diğer özellikleri de göz önünde bulundurularak, bitki yapraklarında bor noksanlığı belirtilerinin iyi gözlemlenmesi, gerektiği durumda yaprak analizleri ile noksanlığın tespit edilerek, yapraktan borlu gübre uygulaması yerinde olacaktır.

Ekstrakte Edilebilir Demir, Bakır, Çinko ve Mangan

Yonca tarımı yapılan toprakların DTPA+TEA ile ekstrakte edilen Fe, Cu,

Zn ve Mn içeriklerinin sırasıyla 4.62-188.00, 1.11-12.98, 0.19-13.22 ve 5.14-136.74 mg kg⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 3). Analize alınan toprak örneklerinin tamamında ekstrakte edilebilir Fe ve Cu iyi düzeyde (Lindsay ve Norvell 1969 ve 1978) iken, ekstrakte edilebilir Zn örneklerin % 92.31'inde yeter-fazla-çok fazla ve Mn ise % 83.33'ünde yeter ve fazla düzeyde (Anonymous 1990) oldukları görülmüştür (Tablo 4). Artvin ilinde yonca tarımı yapılan toprakların ekstrakte edilebilir Fe, Cu ve Zn yönünden beslenme probleminin bulunmadığını söylemek mümkündür.

Yonca yetiştirilen tarla toprağının pH'sı 6.0'dan büyük olduğunda Mn eksikliğine genellikle duyarlı olmaktadır (Heckman 2009). Toprak pH'sının artışına bağlı olarak manganın bitkiler tarafından alınabilirliği azalır. Nitekim araştırmada, analizi yapılan örneklerin % 16.67'lik kısmında görülen ekstrakte edilebilir Mn noksanlığına sahip toprakların toprak reaksiyonunu nötr veya hafif alkali karakterli olduğu belirlenmiştir. Mangan eksikliğinin sorun olduğu yonca topraklarında manganlı gübrelerin sık sık yapraktan uygulanması, bitkinin tam verim potansiyeline ulaşması bakımından gerekli olabilir.

Tablo 1. Artvin ili yonca tarımı yapılan toprakların temel verimlilik parametreleri yönünden tanımlayıcı istatistikleri

	Bünye (%)			pH	EC (dS m ⁻¹)	CaCO ₃ (%)	O.M. (%)	Alınabilir fosfor (kg P ₂ O ₅ da ⁻¹)
	Kum	Kil	Silt					
En düşük	17.55	6.01	15.05	4.89	0.110	0.2	0.53	0.4
En yüksek	75.47	55.92	42.22	7.75	2.809	38.7	7.16	73.9
Ortalama	43.08	29.99	26.93	6.79	0.675	4.2	3.76	12.2
Basıklık	-0.52	0.06	-0.25	-0.41	18.11	9.64	-0.56	3.26
Çarpıklık	0.24	0.21	0.34	-0.82	3.19	3.00	0.03	2.03
Ortanca	42.14	29.93	26.61	7.02	0.62	0.77	3.83	4.22
StdS	12.54	10.59	5.64	0.77	0.35	7.79	1.59	17.12
Varyans	157.35	112.10	31.84	0.60	0.12	60.66	2.52	293.10
DK	29.12	35.30	20.95	11.39	51.19	185.44	42.19	139.88

Tablo 2. Yonca tarımı yapılan toprakların temel verimlilik parametreleri yönünden sınıflandırılması

Toprak Özellikleri	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
Bünye sınıfları (%)		Kil (C)	14	17.95
		Killi tın (CL)	29	37.18
		Tın (L)	4	5.13
		Tınlı kum (LS)	1	1.28
		Kumlu killi tın (SCL)	21	26.92
		Kumlu tın (SL)	9	11.54
pH	<4.5	Kuvvetli asit	---	---
	4.5-5.5	Orta asit	6	7.69
	5.5-6.5	Hafif asit	17	21.80
	6.5-7.5	Nötr	43	55.13
	7.5-8.5	Hafif alkali	12	15.38
	>8.5	Kuvvetli alkali	---	---
EC (dS m ⁻¹)	0-4	Tuzsuz	78	100.00
	4-8	Hafif tuzlu	---	---
	8-15	Orta derecede tuzlu	---	---
	>15	Çok fazla tuzlu	---	---
CaCO ₃ (%)	<1.0	Az kireçli	46	58.97
	1.0-5.0	Kireçli	16	20.51
	5.0-15.0	Orta kireçli	10	12.82
	15.0-25.0	Fazla kireçli	3	3.85
	>25.0	Çok fazla kireçli	3	3.85
Organik madde (%)	<1.0	Çok az	1	1.28
	1.0-2.0	Az	11	14.10
	2.0-3.0	Orta	14	17.95
	3.0-4.0	İyi	15	19.23
	>4.0	Yüksek	37	47.44
Alınabilir fosfor (kg P ₂ O ₅ da ⁻¹)	0-3	Çok az	28	35.89
	3-6	Az	18	23.08
	6-9	Orta	10	12.82
	9-12	Yüksek	4	5.13
	>12	Çok yüksek	18	23.08

Tablo 3. Artvin ili yonca tarımı yapılan toprakların makro ve mikro elementler yönünden tanımlayıcı istatistikleri

	Toplam N (%)	Ekstrakte edilebilir elementler (mg kg ⁻¹)								
		K	Ca	Mg	Na	B	Fe	Cu	Zn	Mn
En düşük	0.048	26	48	134	18	0.33	4.62	1.11	0.19	5.14
En yüksek	0.488	599	9976	830	240	3.23	188.00	12.98	13.22	136.74
Ortalama	0.235	235	3762	436	81	1.23	45.93	4.28	3.12	49.97
Basıklık	0.59	-0.87	-0.17	-0.71	2.71	0.34	1.29	2.63	1.84	-0.60
Çarpıklık	0.68	0.57	0.78	0.35	1.52	0.97	1.48	1.67	1.67	0.66
Ortanca	0.23	202.75	3408.25	414.47	71.67	1.06	25.37	3.58	1.77	38.39
StdS	0.09	160.41	2564.48	182.63	48.05	0.69	45.81	2.63	3.29	34.29
Varyans	0.01	25732.5	6576545.3	33352.5	2308.7	0.5	2098.6	6.9	10.9	1175.7
DK	39.07	68.39	68.17	41.92	59.26	56.44	99.75	61.46	105.59	68.62

Tablo 4. Yonca tarımı yapılan toprakların bazı makro ve mikro elementler yönünden sınıflandırılması

Toprak Özellikleri	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
Toplam N (%)	<0.045	Çok az	---	---
	0.045-0.090	Az	3	3.85
	0.090-0.170	Yeterli	18	23.08
	0.170-0.320	Fazla	45	57.69
	>0.320	Çok fazla	12	15.38
Ekstrakte edilebilir K (mg kg ⁻¹)	<100	Çok düşük	21	26.93
	100-150	Düşük	10	12.82
	150-200	Orta	7	8.97
	200-250	İyi	10	12.82
	250-320	Yüksek	6	7.69
Ekstrakte edilebilir Ca (mg kg ⁻¹)	<714	Çok fakir	3	3.85
	714-1430	Fakir	12	15.38
	1430-2860	Orta	20	25.64
	>2860	İyi	43	55.13
	Ekstrakte edilebilir Mg (mg kg ⁻¹)	<54	Fakir	---
54-115		Orta	---	---
>115		İyi	78	100.00
Ekstrakte edilebilir Na (mg kg ⁻¹)	<34	Çok düşük	11	14.10
	34-68	Düşük	27	34.62
	68-230	Orta	38	48.72
	230-460	Yüksek	2	2.56
	>460	Çok yüksek	---	---
Ekstrakte edilebilir B (mg kg ⁻¹)	<0.50	Çok az	9	11.54
	0.50-0.99	Az	27	34.62
	1.00-2.49	Yeterli	37	47.43
	2.50-4.99	Fazla	5	6.41
	>5.00	Çok fazla	---	---
Ekstrakte edilebilir Fe (mg kg ⁻¹)	<2.5	Noksan (az)	---	---
	2.5-4.5	Noksanlık gösterebilir (orta)	---	---
	>4.5	İyi (yüksek)	78	100.00
Ekstrakte edilebilir Cu (mg kg ⁻¹)	<0.2	Yetersiz	---	---
	>0.2	Yeterli	78	100.00
Ekstrakte edilebilir Zn (mg kg ⁻¹)	<0.2	Çok az	1	1.28
	0.2-0.7	Az	5	6.41
	0.7-2.4	Yeter	44	56.41
	2.4-8.0	Fazla	19	24.36
	>8.0	Çok fazla	9	11.54
Ekstrakte edilebilir Mn (mg kg ⁻¹)	<4	Çok az	---	---
	4-14	Az	13	16.67
	14-50	Yeter	30	38.46
	50-170	Fazla	35	44.87
	>170	Çok fazla	---	---

SONUÇ ve ÖNERİLER

Artvin yöresinde yonca yetiştirilen toprakların bazı toprak özellikleri incelenmiş ve elde edilen verilerin yonca tarımına olan etkisi değerlendirilmeye çalışılmıştır.

İncelenen tarım topraklarının % 80.77'sinin orta bünyeli olduğu ve tuzluluk yönünden herhangi bir

probleminin bulunmadığı belirlenmiştir. Toprak reaksiyonu yönünden incelenen alanın genel olarak yonca tarımı için ideal olarak kabul edilen pH aralığında (6.30-7.50) olduğu, asidik özellikteki toprakların, yonca köklerinde nodülasyonu etkin kılmak amacıyla, pH derecesine göre tavsiye edilecek miktarda kireç uygulanmasının yerinde olacağı sonucuna varılmıştır. Araştırmada analizi yapılan toprak örneklerinin % 58.97'sinin % 1'den

az kireç içerdiği belirlenmiş olup, toprakta yeterli kireç isteği bulunan yoncanın, kireç uygulamalarında toprak reaksiyonu dikkate alınmalıdır.

Yonca tarımı yapılan toprakların organik madde kapsamının incelenen örneklerin %66.67'sinde iyi ve yüksek, toplam azot ise örneklerin % 96.15'inde yeterli-fazla-çok fazla düzeydedir. Araştırma topraklarının % 71.79'unda alınabilir fosfor çok az-az-orta düzeyde, ekstrakte edilebilir potasyum ise analizi yapılan örneklerin % 48.72'sinde çok düşük-düşük-orta seviyede olduğu tespit edilmiştir. Topraklarında yetersiz seviyede P ve K bulunan yonca yetiştirilen alanlarda, yüksek verim ve kaliteli ot üretimi için adı geçen besin maddeleri yönünden toprak analiz sonuçlarına göre gübrelemeye önem verilmelidir.

İncelenen toprak örneklerinin Ca içeriği büyük çoğunluğu orta ve iyi, Na düzeyi ise yarıya yakın kısmında orta düzeydedir. Yonca tarımı yapılan toprakların ekstrakte edilebilir Ca ve Na miktarları ile ilgili bir olumsuzluk bulunmadığı söylenebilir.

Artvin ilinde yonca yetiştiriciliği yapılan tarım topraklarının ekstrakte edilebilir Mg, Fe, Cu ve Zn içeriklerinin iyi/yeterli düzeyde oldukları belirlenmiştir. Adı geçen bitki besin maddeleri yönünden bitki besleme açısından yörede yoncanın beslenme probleminin olmadığı söylenebilir.

Yonca yetiştiriciliğinde önemli bitki besin elementlerinden sayılan bor, incelenen toprakların % 46.16'sında çok az ve az düzeyde olduğu görülmüştür. Yoncalığın ömrü açısından, özellikle tohum elde edileceği yıllarda, bor noksanlığı görülen yerlerde yapraktan bor uygulaması tavsiye edilir. Araştırma topraklarının büyük çoğunluğunda toprakların ekstrakte edilebilir Mn içerikleri yeterli olmakla beraber, yer yer görülebilecek mangan

noksanlığı da göz ardı edilmemeli, toprak analizi ve bitkideki belirtiler dikkate alınarak Mn gübrelemesine önem verilmelidir.

Sonuç olarak; yonca tarımında toprak verimliliği ve gübreleme, verim ve kaliteli ot üretimini önemli oranda etkilemektedir. Bu nedenle, uzun ömürlü bir baklagil yem bitkisi olan yoncada, en uygun gübreleme için mutlaka toprak analizi yapılmalıdır. Ayrıca yetiştirme periyodu boyunca bitki aksamı gözlemlenmeli, belirtilere göre yaprak analizi de yapılarak bitkilerin beslenme durumu belirlenmeli ve gübreleme programı düzenlenmelidir.

KAYNAKLAR

- Abdel-Rahman EM, Abu-Suwar AO (2012) Effect of seeding rate on growth and yield of two alfalfa (*Medicago sativa L.*) cultivars. International Journal of Sudan Research Vol. 2, No. 2
- Açıkgöz E (2001) Yem bitkileri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182, 41-66
- Adams F, Pearson RW (1984) Crop responses to lime in the southern united states. In: Adams, F., Eds. Soil Acidity and Liming. Madison, American Society of Agronomy, P.212-265
- Anonim (2012) Tarım istatistikleri özeti 2011. TÜİK, Yayın No: 3878, Ankara
- Anonim (2013) T.C. Artvin Valiliği İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü faaliyet raporu 2012. (http://www.artvintarim.gov.tr/brifing_faaliyet_raporlari/) (Erişim Tarihi: 13 Mayıs 2013)
- Anonymous (1951) Soli survey staff, 1951. Soil Survey Manuel, Agricultural Research Administration U.S. Dept.of Agriculture Handbook. No.18, Gount Point Office Washington. 340-377 p
- Anonymous (1982) Methods of soil analysis-part II. Chemical and Microbiological Properties, Agronomy Monograph No:9: 323-336, ASA-SSSA, Madison, Wisconsin, USA
- Anonymous (1986) Methods of soil analysis-part I. Physical and Mineralogical Properties, 2nd ed. ASA-SSSA, Agronomy Nomograph No:9, Madison, WI
- Anonymous (1990) Micronutrient, assessment at the country level: An International Study. FAO, Soils Bulletin by Mikko Sillanpaa, Rome
- Berg WK, Cunningham SM, Brouder SM, Joern BC, Johnson KD, Santini JB, Volence JJ (2007)

- The long term impact of phosphorus and potassium fertilization on alfalfa yield and yield components. *Crop Sci.*, 47:2198-2209
- Bernardi ACC, Rassini JB, Mendonça FC, Ferreira RP (2013) Alfalfa dry matter yield, nutritional status and economic analysis of potassium fertilizer doses and frequency. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, Vol., 4 (3), 389-398
- Bernstein L (1961) Osmotic adjustment of plants to saline media. I. Steady State. *Amer. J. Bot.* 48:909-918
- Brauer D, Ritchey D, Belesky D (2002) Effect of lime and calcium on root development and nodulation of clovers. *Crop Sci.*, 42: 1640-1646
- Chen L, Dick WA, Nelson S (2001) Flue gas desulfurization by-products additions to acid soil: Productivity and environmental quality. *Environ. Pollut.*, 114: 161-168
- Chew BP (1993) Effects of supplemental beta-carotene and vitamin a on reproduction in swine. *J. Anim. Sci.*, 71: 247-252
- Dineshkumar SP (2007) Effect of fertilizer levels and seed rates on growth, forage yield and quality of lucerne (*Medicago sativa L.*) under irrigation. Master of Science (Agriculture). Department of Agronomy College of Agriculture, Dharwad University of Agricultural Sciences, Dharwad
- Donahue RL, Shickluna JC, Robertson LS (1971) Soils-an introduction to soil and plant growth. Third Edition. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., USA
- Dordas C (2006) Foliar boron application improves seed set, seed yield, and seed quality of alfalfa. *Agron. J.* 98: 907-913
- Du WH, Tian XH, Zhi ZC, Humphries A (2009) Effects of micronutrients on seed yield and yield components of alfalfa. *Journal of Plant Nutrition*, 32: 809-820
- Dugalić G, Gajić B, Bokan N, Jelić M, Tomić Z, Dragović R (2012) Liming increases alfalfa yield and crude protein content in an acidic silty loam soil. *African Journal of Biotechnology* Vol. 11(53), Pp. 11552-11558
- Edmeades DC, Ridley AM (2003) Using lime to ameliorate topsoil and subsoil acidity. In: Rengel Z., Ed. *Handbook of Soil Acidity*. New York, Marcel Dekker, P.297-336
- Fageria NK (2009) The use of nutrients in crop plants. Boca Raton, CRC Press, 430 p
- Fageria NK, Baligar VC (2003) Fertility management of tropical acid soil for sustainable crop production. In: Rengel, Z., Ed. *Handbook of Soil Acidity*. New York, Marcel Dekker, P.359-385
- Fageria NK, Baligar VC (2008) Ameliorating soil acidity of tropical oxisols by liming for sustainable crop production. *Adv. Agron.*, 99:345-431
- Frame J (2005) *Medicago sativa L.*. Grassland Index. A Searchable Catalogue of Grass and Forage Legumes
- Gençkan MS (1992) Yembitkileri tarımı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 467, Bornova-İzmir, 519 s
- Grewal HS, Williams R (2003a) Liming and cultivars affect root growth, nodulation, leaf to stem ratio, herbage yield, and elemental composition of alfalfa on an acid soil. *J. Plant Nutr.* 26: 1683-1696
- Grewal HS, Williams R (2003b) Potassium fertilizer improves the growth and performance of dryland lucerne. Update of Research in Progress at the Tamworth Agricultural Institute, Pp. 95-96
- Gupta UC, Jame YW, Campbell CA, Leyshon AJ, Nicholaichuls W (1985) Boron toxicity and deficiency: A Review. *Can. J. Soil Sci.* 65:381-409
- Hasler A, Maurizio A (1987) Die wirkung von bor auf samenansatz und nektarsekretion bei raps (*Brassica napus L.*). *Phytopathol. Z* 15:193-207.(Cited From Gupta, 2007)
- Hauptvogel R (2003) Strategy of lucerne breeding and in abiotic stress. *Czech. J. Genet. Plant Breed.*, 39: 163-167
- Heckman J (2009) Soil fertility recommendations for alfalfa. Bulletin E321, Rutgers, The State University of New Jersey, U.S. Department of Agriculture, and County Boards of Chosen Freeholders
- Hughes HD, Metcalfe DS (1972) Crop production. Macmillan Publishing Co., 627 p, New York
- Jackson ML (1958) Soil chemical analysis, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J
- Kacar B (2009) Toprak analizleri (Genişletilmiş 2. Baskı). Nobel Yayınları No: 1387, ISBN: 978-605-395-184-1, Ankara
- Kandaswamy P, Muthuswamy P, Krishnamoorthy KK (1977) Influence of potash and phosphorus on dry matter yield and uptake of nutrients by lucerne. *Madras Agricultural Journal*, 64(7): 454-456
- Khot AB, Yaragattikar AT, Patil BN (1997) Effect of irrigation scheduling and phosphorus levels on green forage yield of lucerne (*Medicago sativa L.*). *Indian Journal of Agronomy*, 42(3): 544-546
- Koenig RT, Barnhill JV (2006) Potassium management in alfalfa: A summary of eight years of research in an arid environment. 36th Western Alfalfa & Forage Symposium. <http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/proceedings/2006/06-163.pdf>
- Lancaster DL, Orloff SB (1997) Site selection. Pp. 3-8. In: S.B. Orloff and H.L. Carlson, eds.,

- Intermountain Alfalfa Management. University of California Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland. Publication 3366
- Lanyon LE, Griffith WK (1988) Nutrition and fertilizer Use. In: AA, Barnes DK, Hill Junior RR. Alfalfa and Alfalfa Improvement. In: Hanson American Society of Agronomy, Madison, P.333-372
- Lathwell DJ, Reid WS (1984) Crop response to lime in the Northeastern United States. In: Adams, F., Ed. Soil Acidity and Liming. Madison, American Society of Agronomy, p.305-332
- Lindsay WL, Norvell WA (1969) Development of a DTPA micronutrient soil test. Soil Sci. Am. Proc., 35:600-602
- Lindsay WL, Norvell WA (1978) Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J., 42(3):421-428
- Loue AT (1968) Diagnostic petiolaire des prospectian etudes sur la nutrition at la fertilization potassiques de la vigne. Societe Commerciale Des Potasses d'Alsace. Services Agronomiques, 31-41
- Lutz JrJA (1973) Alfalfa response to P and K fertilization. Journal of Indian Society of Soil Science, 21(1): 63-69
- Manga İ, Acar Z, Ayan İ (1995) Baklagil yem bitkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fak., Ders Notu No: 7, Samsun
- Marino L, Berardo K (2005) Alfalfa forage production under different phosphorus supply strategies. Better Crops With Plant Food, 89(4): 22-25
- Mauriès M (2003) Luzerne: Culture, Récolte, Conservation, Utilisation. France Agricole Editions
- Moreira A, Carvalho JG, Evangelista AR (1999) Influence of calcium: Magnesium ratio in limestone on nodulation, dry matter yield and mineral composition of alfalfa. Pesq. Agropec. Bras., 34:249-255
- Moreira A, Fageria NK (2010) Liming influence on soil chemical properties, nutritional status and yield of alfalfa grown in acid soil. R. Bras. Ci. Solo, 34:1231-1239
- Murphy WM, Johnson MJ (1977) Principles of alfalfa production in Central Oregon. Agricultural Experiment Station Oregon State University, Corvallis, Special Report 483
- Orloff SB (2007) Choosing appropriate sites for alfalfa production. In C.G. Summers and D.H. Putnam, eds., Irrigated Alfalfa Management for Mediterranean and Desert Zones. Chapter 2. Oakland: University of California Agriculture and Natural Resources Publication 8288. See: <http://alfalfa.ucdavis.edu/IrrigatedAlfalfa>
- Patel DB, Patel CL, Kaswala RR, Parmar HC (2004) Effect of irrigation scheduling and phosphorus on green fodder yield of lucerne. Forage Research, 29(4): 192-194
- Peters JB, Kelling KA, Speth PE, Offer SM (2005) Alfalfa yield and nutrient uptake as affected by pH and applied K. Comm. Soil Sci. Plant Anal., 36: 583-596
- Pizer NH (1967) Some advisory aspect. Soil Potassium and Magnesium. Tech. Bull. No.14:184
- Radovic J, Sokolovic D, Markovic J (2009) Alfalfa-most important perennial forage legume in animal husbandry. Biotechnology in Animal Husbandry, 25, 465-475
- Rando EM, Silveira RI (1995) Desenvolvimento da alfafa em diferentes níveis de acidez, potássio e enxofre no solo. R Bras Ci Solo 19: 235-242
- Rassini JB, Freitas AR (1998) Desenvolvimento da alfalfa (*Medicago sativa*) sob diferentes doses de adubação potássica. R Bras Zootec 27: 487-490
- Rhykerd CL, Overdahl CJ (1972) Nutrition and fertilizer use. In C. H. Hanson (Ed.) Alfalfa Science and Technology. Agronomy 15:437-465. Am. Soc. Agron., Madison, Wis
- Richards LA (1954) Diagnosis and improvement saline and alkaline soils. U.S. Dep. Agr. Handbook 60
- Shah MH, Singh KN, Kachroo D, Khanday BA (1991) Performance lucerne and sainfoin under different cuttings and levels of phosphorus. Indian Journal of Agronomy, 36: 61-66
- Singh V, Singh VP, Kwatra J, Singh BB (1998) Effect of phosphorus and cutting interval on yield and quality of lucerne under rainfed lower hill of U.P. Forage Research, 23(3&4): 215-216
- Smith D (1975) Effect of potassium topdressing a low fertility silt loam soil on alfalfa herbage yields and composition and on soil K. Agron J., 67: 60-64
- Suttie JM (2000) Hay crops-legumes and pulses. In: Hay and Straw Conservation-For Small-Scale Farming and Pastoral Conditions. FAO Plant Production and Protection Series No. 29, FAO, Rome
- Terzić D (2010) Uticaj vremena kosidbe, đubrenja, mikroelementima i regulatorima rasta na prinos i kvalitet semena lucerke (*Medicago sativa L.*). Doktorska Disertacija, Poljoprivredni Fakultet Zemun
- Ülgen N, Yurtsever N (1995) Türkiye gübre ve gübreleme rehberi (4. Baskı). T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, S.230, Ankara
- Vučković S (1994) Uticaj načina setve i đubrenja borom i cinkom na prinos i kvalitet semena. Doktorska Disertacija. Poljoprivredni Fakultet Beograd

- Wasserman VD, Van Den Berg M (1990) Comparative response of lucerne (*Medicago sativa L.*) and sanifoin (*Onobrychis viciifolia Scop.*) to application of P, K and lime. South African Journal of Plant and Soil, 7: 76-80
- Widyati Slamet S, Anwar S, Widjajanto DW (2012) Growth with of alfalfa mutant in different nitrogen fertilizer and defoliation intensity. Internat. J. of Sci. And Eng., Vol. 3(2):9-11
- Wolf B (1971) The determination of boron soil extracts, plant materials, composts, manures, water and nutrient solutions. Soil Sci. and Plant Anal. 2 (5): 363-374
- Zhang T, Wang X, Han J, Wang Y, Mao P, Majerus M (2008) Effects of between-row and within-row spacing on alfalfa seed yields. Crop Sci., 48:794-803