

DEĞİŞİK AZOTLU GÜBRE UYGULAMALARININ SERADA YETİŞTİRİLEN
KIVIRCIK MARUL BİTKİSİNDE VERİM VE KALİTE İLE BAZI BİTKİ
BESİN MADDESİ İÇERİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Bülent TOPCUOĞLU¹

S.Rıfat YALÇIN²

Özet: Sera toprağına uygulanan değişik azotlu gübreler kıvrıcık marul bitkisinin ürün miktarı ile nitrat, organik bağli azot, P, K, Ca ve Mg içerikleri üzerine farklı etkiler yapmış, en yüksek ürün miktarı üre gübrelemesiyle elde olunmuştur.

Kıvrıcık marul bitkisinin dokularında göreceli olarak düşük nitrat içeriğı amonyum sülfat ve amino asit azotlu sıvı gübre uygulamalarında, daha fazla nitrat içeriğı ise kalsiyum nitrat, amonyum klorür ve üre uygulamalarında elde olunmuştur.

Kıvrıcık marul bitkisinin yeşil yaprak ve orta damar dokularında nitrat, organik bağli azot, P, K, Ca ve Mg içeriklerinin farklı olduğu belirlenmiştir. Genel olarak orta damar dokusunda nitrat, K ve Ca içerikleri yüksek iken, yeşil yaprak dokusunda organik bağli azot, P ve Mg içeriklerinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kıvrıcık marul, azot gübreleri, nitrat, organik bağli azot, mineral içerikleri.

Effects of Different Nitrogenous
Fertilizer Applications on the Yield
and Quality of Greenhouse Grown
Curly Lettuce

Abstract: Application of different nitrogenous fertilizers into greenhouse soil has resulted different effects on yield, and nitrate, organic fixed nitrogen, P, K, Ca and Mg contents in curly lettuce. The highest yield was obtained by urea application.

In tissues of curly lettuce, relatively lower nitrate content was obtained by ammonium sulphate and amino acid nitrogen mixed liquid fertilizer applications, and higher nitrate content was obtained by calcium nitrate, ammonium chloride and urea applications.

Nitrate, organic fixed nitrogen, P, K, Ca and Mg contents of green leaf and midrib tissues in curly lettuce plant were different. Generally, midrib tissue has higher contents of nitrate, K and Ca

¹: Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya
²: A.Ü.Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Ankara

while green leaf tissue has higher contents of organic fixed nitrogen, P and Mg.

Key Words: Curly lettuce, nitrogen fertilizers, nitrate, organic fixed nitrogen, mineral contents.

Giriş

Bitkiler metabolik gereksinimlerinin üzerinde azotla gübrelendiğinde kök ve tepe organlarında nitrat azotunu biriktirebilmekte, ıspanak, marul gibi bitkiler kuru maddelerinin %10'undan fazla nitrat içeriğine sahip olabilmektedirler (19). Nitrat birikiminin bitki dokularında genellikle toksik etkisi bulunmamakta, ancak nitrat içeriği yüksek bitkisel gıdalarla beslenen insan ve hayvanlarda ciddi sağlık sorunları oluşabilmektedir.

Sebzeler aşırı miktarlarda alınan nitratın bünyede nitrit'e indirgenmesi sonunda methemoglobinemi'ya (35), kansere yol açan nitrozaminlerin oluşumuna (9), vitamin A noksanlığına (24) ve nitrat içeriği yüksek yemlerle beslenen sığırlarda yavru atma hastalığına (35) neden olmaktadır. Dünya sağlık örgütü prensip olarak günlük alınabilir en fazla nitrat miktarını kg başına 3.65 mg olarak belirlemiştir (26).

Günümüzde pekçok ülkede sebzelerin pazarda satışa sunulabilmesi yada ithali için nitrat içeriğine ilişkin maksimum kabul edilebilir sınırlamalar getirilmiştir. Hollanda'da getirilen sınırlamalarda kışlık marul bitkisinin 4500, yazlık marul bitkisinin ise 3500 mg NO₃/kg taze ağırlık'tan fazla nitrat içermesine izin verilmemektedir (1,2). Almanya'da ise taze ve konserve sebzelerde nitrat için izin verilen maksimum limit 4 yaşa kadar olan çocuklar için sırasıyla 900 ve 450 mg NO₃/kg, daha büyükleri için ise sırasıyla 1200-900 mg NO₃/kg olarak belirlenmiştir (28).

Ülkemizde tüketicilerimizin büyük çoğunluğu tarafından yüksek nitrat içerikli sebzelerin sağlık yönünden yaratacağı sakıncalar bilinmediği gibi, bu konuda getirilmiş bir sınırlama ya da denetim mekanizması bulunmamaktadır.

Bitkilerde nitrat birikimi, azot uygulamasının miktar ve formu, ışık intensitesi, sıcaklık, toprak nemi ve fotoperiyot, sera üreticiliğinde ortamın CO₂ konsantrasyonu, bitkinin çeşidi ve yaşı vb. gibi pekçok çevresel ve genetik etmene bağlıdır (19). Bu faktörlerden en önemlisi bitkiye uygulanan azot miktarı ve formudur. Bitkide yüksek nitrat içeriğinin yetersiz nitrat asimilasyonu ile

ilişkili olduğu ileri sürülmektedir (18). Topraklara azot uygulaması çoğunlukla amonyumlu gübrelere yapılmaktadır. Ancak NH_4 'un hızlı mikrobiyel oksidasyonu nedeniyle NO_3 toprakta asal azot formu olarak bulunmaktadır. Aşırı miktarda azotlu gübreleme ile nitrat absorpsiyonu, nitratın bitkide indirgenmesi ve asimilasyonunu aşabilmektedir (5).

Son yıllarda topraksız kültür yetiştiriciliğinde, bitkide nitrat birikimi ile ilgili olarak çözültide NH_4 konsantrasyonundaki artışın nitrat içeriğini azalttığı (14, 34), klorun ortamda NH_4 varlığında vakuolde osmotik yönden nitratın görevini yapabildiğine (33) ilişkin bilgiler sağlanmıştır.

Bu çalışmada ülkemizdeki seralarda yılın değişik dönemlerinde kimi zaman ara ürün, kimi zamanda esas ürün olarak yetiştirilen ve önemli bir ihracat payına sahip kıvrıkcık marul bitkisine uygulanan değişik formda azot içeren gübrelere bitkide verim ve kalite ile bazı bitki besin maddesi ve nitrat içeriği üzerine etkisi araştırılmıştır.

Materyal ve Metot

Deneme Antalya Merkez ilçesi Topçular mevkiinde gönüllü bir üreticiye

ait yılın belirli dönemlerinde kıvrıkcık marul yetiştirilen cam serada gerçekleştirilmiştir. Her yıl değişik miktarlarda ahır gübresinin ilave edildiği sera toprağının fiziksel ve kimyasal bazı özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Sera toprağının (0-20 cm) fiziksel ve kimyasal bazı özellikleri

ÖZELLİKLER		YÖNTEMLER
Tekstür	Sitli Tın	Bouyoucos (1951)
Kum, %	61.68	
Kil, %	12.32	
Silt, %	26.00	
$CaCO_3$, %	56.00	Çağlar (1949)
Organik madde, %	14.18	Jackson (1962)
pH	7.65	Grewelling ve Peech (1960)
Toplam N, %	0.84	Bremner (1965)
Yarayışlı P, mg/kg	4.15	Olsen vd. (1954)
Değ.K, me/100 g	1.22	Pratt (1965)
Değ.Na, me/100 g	1.04	Pratt (1965)
Değ.Ca, me/100 g	21.00	Pratt (1965)
Değ. Mg, me/100 g	2.50	Pratt (1965)

Sera toprağı motorlu bahçe frezesi ile işlendikten sonra hastalık ve zararlılara karşı fumigasyonla sterilize edilmiştir.

15 Şubat 1996 tarihinde elenmiş ahır gübresi + bahçe toprağı (hacimce 1:1) karışımına ekilen kıvrıkcık marul tohumları çimlenmelerinden sonra 28 şubat 1996 da özel fide viyollerine alınmışlar ve 12 gün sonra toprağa şaşırtılmışlardır.

Tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü denemede 2 x 0.6 m boyutlarında parseller hazırlanmış

ve 50 cm parsel arası mesafe bırakılmıştır. Denemede azotlu gübrelerden toprağa 100 ppm N olacak şekilde aşağıda verilen deneme planında uygulanmıştır.

Deneme Planı

Uygulamalar	Azotlu Gübreler
1.	Üre (% 46 N)
2.	Amonyum Klorür (%26 N)
3.	Amonyum Sülfat (% 21 N)
4.	Kalsiyum Nitrat (%15.5 N)
5.	Amino Asit Azotlu Sıvı Gübre (Star Multimineral)
6.	Kontrol (Azotlu gübre uygulaması yapılmadı)

Denemede kullanılan Star Multimineral ticari adındaki amino asit azotlu sıvı gübre bileşiminde % 11.5 N, % 0.8 CaO, % 0.80 MgO, % 1.95 S, ve amino asit şelat formunda % 1.04 Fe, % 0.8 Zn, % 0.4 Mn, % 0.28 Cu ve % 0.08 B içermekte ve yaprağa ve toprağa uygulanabilmektedir. Ülkemizde tüketime sunulan bu gibi amino asit azot içerikli sıvı ve yaprak gübrelerinde çoğunlukla bu gibi katkı maddeleri bulunmaktadır.

Azotlu gübreler ilgili parsellere uygulandıktan sonra her parselde 2 adet 20 cm aralıkta 2 x 0.20 m boyutlarında sıralar oluşturulmuş ve her sıraya 8 adet eşit büyüklükte kıvrıcık marul fidesi şaşırtılmıştır.

Kıvrıcık marul bitkilerinin sulaması alttan yapılmış çapalama ilaçlama vb. işlemler tüm parsellere uygulanmıştır. 9 Mayıs 1996'da tüm parsellerdeki bitkiler topraktan sökülerek suretiyle hasat edilmiş ve taze ağırlıkları belirlenmiştir. Her parselden örneklenen kıvrıcık marul bitkileri vakit geçirilmeden laboratuvara getirilmiş ve saf suyla temizlenmiştir.

Kıvrıcık marul bitkilerinin yapraklarında orta damar ve yeşil yaprak dokularının analizi için, yaprak ayasındaki orta damar kısmı ile bu dokunun yeşil yaprak aksamındaki uzantıları iç ve dış yapraklardan kesilerek yeteri kadar alınmıştır. Yeşil yaprak, orta damar ve yaprak ayası Kacar tarafından (16) bildirildiği şekilde ayrı ayrı kurutulup, öğütülerek analize hazırlanmıştır.

Kurutulmuş yaprak ayası, yeşil yaprak ve orta damar örneklerinde toplam azot Kjeldahl yöntemiyle (7), nitrat, nitrat seçici elektrot ile potansiyometrik olarak (27), organik bağlı azot spektrofotometrik olarak (20), belirlenmiştir. HNO₃ + HClO₄ asit karışımı ile yaş yakılan bitki örneklerinde (17) toplam fosfor spektrofotometrik, potasyum fleymfotometrik, kalsiyum ve magnezyum ise atomik absorpsiyon

spektrofotometrik olarak belirlenmiştir.

Araştırma sonuçlarında varyans analizleri MİNİTAB programında, ortalamalar arasındaki farklılıklar MSTAT programında LSD testi yapılarak belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Çizelge 2'de değişik azotlu gübrelerin kıvrıkcık marul bitkisinin verim, ortalama bitki ağırlığı, yeşil yaprak, orta damar ve yaprak ayası dokularında nitrat, organik bağlı azot, fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum içerikleri ile organik bağlı azotun nitrat azotuna oranı üzerine etkilerine ilişkin ortalama değerler ile ortalamaların LSD testine göre karşılaştırılmış sonuçları toplu olarak verilmiştir.

Toprağa uygulanan değişik azotlu gübrelerin kıvrıkcık marul bitkisinin verimi, ortalama bitki ağırlığı, yeşil yaprak, orta damar ve yaprak ayası dokularında nitrat, fosfor, potasyum ve kalsiyum içerikleri üzerine etkisi farklı ($P<0.01$) olmuştur. Değişik azotlu gübrelerin kıvrıkcık marul bitkisinde organik bağlı azot ile organik bağlı azotun nitrata oranı üzerine etkisi yeşil yaprak ve orta damar dokularında farklı

olurken ($P<0.01$) yaprak ayası dokusunda önemli etki yapmamıştır.

Sera toprağına uygulanan değişik azotlu gübreler kontrol uygulamasına göre önemli ürün artışı sağlamış ve en yüksek ürün üre gübrelemesiyle elde olunmuş, bunu amino asit azotlu sıvı gübre izlemiştir. Yapraklı sebzeler uygulanan azotlu gübrelere çok iyi cevap vermekte ve hızla vejetatif gelişmelerini arttırmaktadırlar. Bu konuda yapılan çalışmalarda Van Der Boon ve Steenhuizen benzer bulgular saptamışken (32), Selwyn serada yetiştirilen marul bitkisinde en düşük verim artışının üre gübrelemesiyle sağlandığını bildirmiştir (29).

Kıvrıkcık marul bitkisinin yaprak ayası, yeşil yaprak ve orta damar dokularında nitrat içeriği toprağa uygulanan kalsiyum nitrat, üre, amonyum klorür ve amonyum sülfat gübreleri ile ilgili olarak artarken, amino asit azotlu sıvı gübre uygulaması ile ilgili olarak azalmış, genel olarak bitkide en yüksek nitrat içeriği kalsiyum nitrat uygulamasında elde olunmuştur. Bitkide nitrat birikiminde, uygulanan gübredeki azot taşıyıcısı önemli bir faktör olmaktadır (23). Mevcut literatürlerde de (3, 4, 5, 11, 30, 37) azotlu gübre uygulamalarının bitkide nitrat

Çizelge 2. Toprağa değişik azotlu gübre uygulamalarının kıvrıkcık marul bitkisinin verim, ortalama bitki ağırlığı, yeşil yaprak, orta damar ve yaprak ayası dokularında nitrat, organik bağı azot, P, K, Ca ve Mg içerikleri ile organik bağı azotun nitrat azotuna oranı üzerine etkileri

AZOTLU GÜBRE UYGULAMALARI									
	Kontrol	Üre	Amonyum Klorür	Amonyum Sülfat	Kalsiyum Nitrat	Amino Asitli Sıvı Gübre	LSD Değeri		
Verim, g/parsel	3296 e ³	3808 a	3648 d	3680 c	3744 b	3760 b	21.32		
Ort.Bitki Ağırlığı, g	206 e	238 a	228 d	230 c	234 b	235 b	1.922		
NO ₃ ppm	YY ¹	7829 a	6983 b	6877 c	6982 b	4972 d	95.00		
	OD ²	42107 b	38617 c	31423 d	54804 a	28037 f	848.8		
	YA ³	19927 b	18035 c	15527 d	23120 a	13545 f	260.7		
OBN ² , %	YY	5,340 d	5,520 b	5,437 c	5,890 a	5,430 c	0.07209		
	OD	3,400 d	3,860 b	3,770 c	4,050 a	3,220 e	0.07103		
	YA	4,800	4,840	4,730	5,720	5,260	4,643		
P, %	YY	0,635 a	0,570 b	0,557 b	0,583 b	0,624 b	0.02766		
	OD	0,494 a	0,494 a	0,440 b	0,224 c	0,471 a	0.02801		
	YA	0,590 a	0,546 b	0,514 c	0,447 d	0,535 bc	0.03124		
K, %	YY	6,820 d	5,500 e	7,040 b	6,930 c	7,250 a	0.03149		
	OD	8,690 c	11,44 a	10,89 b	7,810 e	6,160 f	0.03182		
	YA	7,460 c	7,580 b	8,410 a	7,200 d	6,820 e	0.04621		
Ca, %	YY	0,263 d	0,370 b	0,389 a	0,301 c	0,361 b	0.00904		
	OD	0,332 d	0,374 c	0,486 a	0,155 e	0,432 b	0.03675		
	YA	0,290 cd	0,372 b	0,425 a	0,247 d	0,389 ab	0.03904		
Mg, %	YY	0,246 b	0,180 c	0,250 b	0,255 b	0,251 b	0.00990		
	OD	0,149 b	0,088 c	0,177 a	0,048 d	0,183 a	0.01160		
	YA	0,212 b	0,146 d	0,221 ab	0,179 c	0,227 a	0.01233		
OBANO ₃ Oranı	YY	7,650 d	6,820 e	7,910 c	7,910 c	8,430 b	0.00544		
	OD	1,130 b	0,920 c	0,840 d	1,200 a	0,740 e	0.02154		
	YA	3,200	2,430	2,620	3,680	2,280	3,430		

¹ : YY = Yeşil yaprak, OD = Orta damar, YA = Yaprak ayası

² : OBA = Organik bağı azot

³ : P<0.05 düzeyinde LSD karşılaştırması

kapsamında önemli artışlar sağladığı ve bu artışın azotu nitrat formunda içeren gübreler ile daha fazla olduğu saptanmıştır.

Kıvrıcık marul bitkisinin dokularında nitrat birikimi ayrımlı olmuştur. Orta damar dokusu yeşil yapraklardan daha fazla nitrat içermiştir. Yeşil yaprak ile orta damar dokularını kapsayan yaprak ayasında ise analiz edilen tüm parametrelerin içerikleri bitkinin morfolojik yapısının bir fonksiyonu olarak bu iki dokunun içeriği arasında bir değer göstermiştir. Orta damar dokusunda nitrat içeriğinin yüksek oluşu, azot asimilasyonunun daha çok yeşil yaprak dokusunda yapıldığı, Van Der Boon ve ark. tarafından belirtildiği şekilde (33, 34) nitratın orta damar doku hücrelerinde vakuollerde daha çok osmotik konsantrasyon sağlamada işlev yaptığı anlaşılmaktadır. Mevcut bulgular Gardner ve Pew'in (12) çalışmalarıyla uygunluk göstermektedir.

Amino asit azotlu sıvı gübre uygulamasında nitrat içeriğinin azalması, bitki metabolizmasında nitrat asimilasyonunun son ürününün amino asitler olması ve yeterince amino asitlerine sahip bitki hücrelerinin nitrat alımı için gerekli fizyolojik mekanizmayı uyarımasından kaynaklanmaktadır.

İndirgenmiş azot kaynaklarını almada oldukça gelişmiş bitkilerin ortamda indirgenmiş azot kaynağı kritik sınırın altına düşmediği sürece enerji gerektiren nitrat asimilasyonunu çalıştırmaktan kaçındıkları ileri sürülmektedir (22). Mevcut bulgular Van Der Boon ve ark.'nın (34) çalışmaları ile uygunluk göstermektedir.

Besin çözeltisiyle yapılan çalışmalarda (33, 34), çözeltilerde klor içeriğindeki artışın bitkide nitrat içeriğinin azalmasına neden olduğu ve bunda klorun nitratla osmotik yönden aynı görevi paylaşmasından kaynaklandığı ileri sürülmüştür. Ancak serada toprağa uygulanan NH_4Cl gübresiyle aynı zamanda klor uygulanmış olmasına rağmen kıvrıcık marul bitkisinin nitrat içeriğinde beklenen yönde bir azalış olmamıştır. Bu durum toprak ortamının çok karmaşık biyolojik ve kimyasal yapısı nedeniyle uygulanan gübrelerin bitki üzerinde yaratacağı etkilerin besin çözeltisi kültüründe yetiştirilen bitkilerdeki etkilerinden farklı olduğunu göstermektedir.

Organik bağlı azot içeriğinin toprağa uygulanan azotlu gübreler ile ilgili olarak incelenen tüm dokularda farklı olduğu görülmüştür. Organik bağlı azot içeriği nitrat içeriğine oranlandığında

(Çizelge 2), en yüksek oranların amino asit azotlu sıvı gübre ve $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ uygulamalarında olduğu görülmektedir. Bir anlamda amino asit azotlu sıvı gübre ve $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ uygulamalarında kıvrıcık marul bitkisinin dokularında göreceli olarak daha fazla asimile edilmiş azot yer almakta ve göreceli olarak daha az nitrat içeriği bulunmaktadır. Diğer gübre uygulamalarında ise bu oran genel olarak kontrol uygulamasının altında kalmış ve bitkiler göreceli olarak daha fazla nitrat içermiştir. Topcuoğlu ve ark. da (30) benzer bulgular saptamışlardır. Öte yandan orta damar dokusunda organik bağlı azot içeriğinin göreceli olarak daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum yukarıda da ifade edildiği gibi bu dokuda azot asimilasyonunun daha az olduğunu göstermektedir.

Toprağa uygulanan azotlu gübreler kıvrıcık marul bitkisinin fosfor içeriğini azaltmıştır. Potasyum içeriği, üre ve NH_4Cl gübrelemesinde artarken diğer gübre uygulamalarında azalmış, kalsiyum içeriği $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ gübresi dışında diğer gübre uygulamalarında artmış, magnezyum içeriği ise üre ve $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ gübrelemesinde azalmıştır.

Orta damar dokusunda yeşil yaprak dokusuna göre P ve Mg içeriğinin az, K ve Ca içeriğinin genellikle yüksek

olduğu görülmektedir. Bu durum P ve Mg'mun organik bileşiklerin yapısında daha fazla yer alması nedeniyle klorofil içeren yeşil yaprak doku hücrelerinde daha fazla bulunmasını açıklamaktadır.

Uygulanan azotlu gübrelerin P, K, Ca ve Mg içerikleri üzerindeki farklı etkilerinin, gübrenin bitkide sağladığı gelişmeden kaynaklanan seyreltme etkisi, gübrenin toprağa uygulandıktan sonra mikrobiyel ve kimyasal etkileşimlerle bitkiye sağladığı yarayışlı azot ile azot formlarının konsantrasyonuna bitkinin fizyolojik tepkisi, besin maddesi absorpsiyonunda azot formunun anyon ve kationlarla rekabeti vb. etmenler altında değiştiği düşünülmektedir. Değişik azotlu gübrelerin mineral bitki besin maddesi absorpsiyonu üzerine etkilerine ilişkin mevcut literatürlerde benzer bulgular saptanmıştır (10,31,36).

Sonuç

Mevcut bulguların ışığında toprağa uygulanan değişik azotlu gübrelerden amonyum sülfat ile amino asit azotlu sıvı gübrenin kıvrıcık marul bitkisinde diğer azotlu gübrelere göre nitrat birikimi yönünden daha güvenilir olduğu saptanmıştır. Amino asitlerini içeren sıvı gübrelerin henüz ülkemiz genelinde yaygınlığının olmaması ve

birim fiyatının diğer gübrelere göre daha yüksek oluşu nedeniyle bu gübrenin kullanımında yetiştiricilerin ürün kalite ve maliyeti kapsamında tercihleri etkin olacaktır.

Nitrat birikiminin bitkinin orta damar dokusunda daha yüksek olması nedeniyle, yetiştiricilikte çeşit seçiminin ve ıslah çalışmalarında ise yaprak morfolojisinde daha çok yeşil aksam bulunan çeşitlerin geliştirilmesi önem taşımaktadır. Bitkide nitrat birikiminde önemli bir faktör olan ışıklandırmanın ülkemiz koşullarında Avrupa kıtasından daha fazla olması bizi sebze yetiştiriciliğinde potansiyel olarak avantajlı kılmaktadır. Ülkemizde yetiştiricilerin bu yönde bilinçlendirilmesi, pazara sunulacak ürünlerde kontrol mekanizmasının sağlanması, bitkisel ürünlerde karşılaştığımız kalite sorunlarının çözümünde yakın gelecekte etkin olacaktır.

Kaynaklar

1- ANONYMOUS, Vaststelling Maximaal Toelaatbaar Gehalte Nitrate in Bladgronten. Nederlandse Staatscourant, 15 Sept., 1982.

2- ANONYMOUS, Wijziging Nitraat-Gehalten in Bladgronten.

Nederlandse Staatscourant, 15 Oct., 1985.

3- BAKER, J.M., SLANGEN, J.H.G., GLAS, W., Comparative investigation in the effect of fertigation and of broadcast fertilization on the yield and nitrate content of lettuce (*Lactuca sativa* Z.) Netherlands Journal of Agricultural Science, 32, 330-333, 1984.

4- BALTUTAR, N., Değişik azotlu gübrelere marul bitkisinde nitrat ve nitrit birimine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, A.Ü.Fen Bilim. Enstitüsü, Ankara, 1992.

5- BARKER, A.V., PECK, N.H., MAC DONALD, G.E., Nitrate accumulation in vegetables. I. Spinach Grown in Upland Soils. Agronomy J., Vol. 63, 126-129, 1971.

6- BOUYOUCOS, G.D., A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soil. Agronomy Journal, 43, 434-438, 1951.

7- BREMNER, J.M., Methods of soil analysis, Part 2, Chemical and microbiological properties. In Ed. C.A. Black, American Society of Agronomy, Inc. Pub. Agron Series, No. 9., Madison, Wisconsin, U.S.A., 1965.

- 8- ÇAĞLAR, K.Ö., Toprak Bilgisi. A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları, No. 10, Ankara, 1949.
- 9- CRADDOCK, W.M., Nitrosamines and Human cancer. Proff of an Assosciation, Nation (London), 306: 638, 1983.
- 10- EHRENDORFER, K., Influence of minerals, especially phosphorus, on the content of oxalic acid in spinach. Phosphorsaure, 24, 180-189, 1964.
- 11- EYSINGA, J.P., VAN, MELIJS, N.L.R., VANDER, M.Q., Effect of nitrogen nutrition on global radiation on yield and nitrate content of lettuce grown under glass. Communication in Soil Sci. and Plant Analysis, 16 (2): 1293-1300, 1985.
- 12- GARDNER, B.R., PEW, W.D., Comparision of various nitrogen sources for the fertilization of winter-grown head lettuce. J.Amer. Soc. Hort. Sci. 104 (4) 534-536, 1979.
- 13- GREWELLING, T. and PEECH, M., Chemical soil tests. Cornell University, Agr. Expt. Station Bull., 960, 1960.
- 14- IKEDA, H., OSAWA, T., Lettuce growth as influenced by N source and temperature of the nutrient solution. Proc. of the 6 th Int. Con. of Soilless Culture, 273-284, 1984.
- 15- JACKSON, M.L., Soil chemical analysis. Prentice-Hall, Inc. Eng. Cliffs, U.S.A., 1962.
- 16- KACAR, B., Plant and Soil Analysis. Uni. of Nebraska, Department of Agronomy, Lincoln, Nebraska, 1962.
- 17- KACAR, B., Bitki ve toprağın kimyasal analizleri, II. Bitki analizleri. A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları: 453, Uygulama Klavuzu:155, A.Ü. Basımevi, Ankara, 1972.
- 18- MARGERATHA, B-Z., Nitrate accumulation in vegetables and its relationship to quality. Ann. App. Biol., 115, 553-561, 1989.
- 19- MAYNARD, D.N., BARKER, A.V., MINOTTI, P.L., PECK N.H., Nitrat accumulation in vegetables. Advances in Agronomy, 28, 71-118, 1976.
- 20- MITCHELL, H.L., Microdetermination of nitrogen in plant tissue. J. Assoc. of Analyt. Chem. Washington, 55, 1-3, 1972.
- 21- OLSEN, S.R., COLE, C.V., WATANABE, F.S. and DEAN, H.C., Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Department of Agr. Cir. No. 939, Washington D.C., 1954.

22- PADGETT, P.E., LEONARD, R.T., Regulation of nitrate uptake by amino acids in maize cell suspension culture and intact roots. *Plant and Soil*, 155-156: 159-161., 1993.

23- PECK, N.H., BARKER, A.V., MAC DONALD, G.E., SHALLENBERGER, R.S., Nitrate accumulation in vegetables. II. Table beets grown in upland soils. *Agronomy Journal*, Vol. 63, 130-132, 1971.

24- PHILLIPS, W.E.K., *Can J., Biochem*, 44, 1-7. 1966 in MAYNARD, D.N., BARKER, A.V., MINOTTI, P.L., PECK N.H., Nitrat accumulation in vegetables. *Advances in Agronomy*, 28, 71-118, 1976.

25- PRATT, P.F., *Methods of soil analysis, Part 2, Chemical and microbiological properties*. In Ed. C.A. Black, American society of Agronomy, Inc. Pub. Agron. Series, No. 9., Madison, Wisconsin, U.S.A., 1965.

26- REININK, K., Improving quality of lettuce by breeding for low nitrate content. *Acta Horticulture* 122, 121-128, 1988.

27- SCHOUWENBURG, J. VAN, WALINGA, I., *Methods of Analysis for plant Material*. Agric Univ. Wageningen, The Netherlands, 1975.

28- SCHÜTT, I., Nitratuntersuchungen in Rohspinat und Industrieller Sauglings Fertignahrung. *Die Nahrung*, 21, 61-67, 1977.

29- SELWYN, J.R., Enrichment of temperature carbon dioxide enrichment, nitrogen form and rate of nitogen fertilizer on the yield and nitrate content of two warieties of glasshouse lettuce. *J. Sci. Food. Agric.*, 59, 345-349, 1992.

30- TOPCUOĞLU, B., ALPASLAN, M., YALÇIN, S.R., KASAP, Y., Yapraktan CaCl₂ uygulamasının değişik formlarda azotla gübrelenen ıspanak bitkisinde oksalik asit, nitrat ve organik bağlı azot ile kalsiyum içerikleri üzerine etkileri. *A.Ü. Tarım Bilimleri Dergisi (Baskıda)*, 1997.

31- TOPCUOĞLU, B., YALÇIN S.R., Azotlu ve fosforlu gübrelemenin ıspanak bitkisinin (*Spinaceae oleraceae L.*) bazı makro ve mikro bitki besin maddesi içerikleri üzerine etkisi. *A.Ü. Tarım Bilimleri Dergisi, (Baskıda)*, 1997.

32- VAN DER BOON, J., STEENHUIZEN, J.W., Nitrate in lettuce on recirculanutrient solution. *Acta Horticulturae*, (No: 178), 62-72., 1986.

33- VAN DER BOON, J., STEENHUIZEN, J.W., STEINGRÖVER

E., Effect of EC, and CL and NH_4 Concentration of nutrient solutions on *nitrate accumulation in lettuce*. *Acta Horticulture*, 222, 35-42, 1988.

34- VAN DER BOON, J., STEENHUIZEN, J.W., STEINGRÖVER E., Growth and nitrate concentration of lettuce as affected by total nitrogen and chloride concentration, NH_4/NO_3 ratio and temperature of recirculating nutrient solution. *Journal of Horticultural Sci.*, 65 (3), 309-321, 1990.

35- WRIGHT, M.G., DAVIDSON, K.L., Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning of animals. *Adv. in Agronomy*, 16, 197-247, 1964.

36- YALÇIN, S.R., TOPCUOĞLU, B. Azot ve fosforun pazı bitkisinde (*Beta Vulgaris*, *cicla* var.) oksalik asit ve nitrat birikimi ile bazı bitki besin maddesi içerikleri üzerine etkileri. *A.Ü. Ziraat Fak. Yılığ*, Cilt: 44, Fasikül 1-2, Ankara, 1994.

37- ZABUNOĞLU, S., KARACAL, İ., Azotlu gübrelemenin marul ve ıspanakta nitrat ve nitrit birikimine etkisi. *TUBİTAK VII. Bilim Kongresi*, Adana, 1982.