

**FARKLI MEVSİM VE TOPRAKLARDA YETİŞTİRİLEN İSPANAK BİTKİSİNDE
NİTRAT BİRİKİMİ ÜZERİNE BAZI GÜBRELERİN ETKİLERİ***

Mehmet ZENGİN**

Kemal GÜR***

ÖZET

Bu çalışma, artan miktarlarda uygulanan bazı azotlu gübreler (amonyum nitrat-AN, amonyum sülfat-AS ve Üre-Ü) ile ahır gübresinin (AG) farklı mevsim (kış, ilkbahar) ve değişik tekstüre sahip topraklarda (kıllı tın, kumlu tın) yetiştirilen ıspanak bitkisinin (*Spinacia oleracea* L.) yaprak, yaprak sapı ve köklerinin nitrat içeriği üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre, bitkide nitrat birikimi üzerine mevsim, tekstür, gübre çeşidi ve gübre dozlarının etkileri önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle, ıspanaktaki nitrat birikimi bakımından kış mevsimli, kıllı tın toprak, üre gübresi ve gübre dozu olarak da 60 kg N/da dozu kendi kontrollerine göre daha yüksek ($P<0.05$) değerler vermiştir. 20 kg N/da ve üzerindeki gübre dozları ile taze sebzeler için müsaade edilebilir sınır değeri (300 mg NO_3/kg) aşılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Ispanak, nitrat, amonyum nitrat, amonyum sülfat, üre, ahır gübresi.

ABSTRACT

**EFFECTS OF SOME FERTILIZERS ON NITRATE ACCUMULATION IN THE
SPINACH PLANT GROWN DIFFERENT SEASONS AND SOILS**

This pot experiment was conducted to determine the effects of some nitrogenous fertilizers such as ammonium nitrate-AN, ammonium sulphate-AS, urea-U and barnyard manure and their levels on the nitrate content of leaf, leaf stems and roots of the spinach plant (*Spinacia oleracea* L.) grown in various soils (clay loam, sandy loam) and under different seasonal (spring and winter) conditions.

According to results, the effects of the factors such as seasons, soil texture, rate and kind of the fertilizers used on the nitrate accumulation in the plants were found significant ($P<0.05$). In other words, the winter season, the clay loam, the urea and the fertilizer rate of 60 kg N/da gave higher values than their own controls in terms of the nitrate accumulation in the plants. Amount of the nitrate accumulated in plants which has been obtained with the fertilizer rate of 20 kg N/da was found to be above the permitted (safety) level (300 mg NO_3/kg) at the harvest.

Key Words : Spinach, nitrate, ammonium nitrate, ammonium sulphate, urea, barnyard manure.

* Dr. Mehmet ZENGİN'in Doktora Tez çalışmasının bir kısmının özetidir.

** Dr., Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, KONYA

*** Prof. Dr., Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, KONYA

GİRİŞ

Tarımda gübreleme, toprakta yeterli düzeylerde bulunmayan bitki besin elementlerini, kültür bitkilerine sağlamak amacıyla yapılmaktadır. Diğer bir ifadeyle, besin elementlerinin toprağa kazandırılması genellikle mineral ve organik gübrelerin toprağa ilavesiyle mümkün olmaktadır.

Bitkilerin kuvvetli bir vejetatif gelişme gösterebilmeleri için toprağa yeteri kadar azotun sağlanması gerekir. Bu durum, vejetatif devresi oldukça kısa olan ve yeşil aksamı tüketilen ıspanak vb. sebzelerde daha da bir önem kazanmaktadır. Bitkisel verime artırmak ve yaprakta koyu yeşil rengi sağlamak amacıyla azotlu gübrelerin yüksek düzeylerde kullanılması genellikle sebzelerde nitrat birikmesine yol açmaktadır.

Dünyada ve ülkemizde yapıldığı tüketilen sebzeler grubunda yer alan ıspanak bitkisi 170 000 tonluk üretim miktarıyla önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde, ıspanak sonbahar, kış ve ilkbahar olmak üzere üç farklı dönemde yetiştirilebilmektedir. Yazlık sebze türlerinden önce veya sonra ikinci ürün olarak ıspanak yaklaşık iki ay gibi kısa bir sürede hasat olgunluğuna gelebilmektedir. Bu nedenle yetiştiriciliği sırasında bol miktarda bitki besin maddelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu besin maddelerinin başında da azot gelmektedir. Kısa sürede hasat nedeniyle uygulanan azot, bitki bünyesinde yeteri kadar değişikliğe uğrayamamaktadır. Bu nedenle bütün bitkilerin büyüme ve gelişmeleri için gerekli bitki besin elementlerinden biri olan azot bitkilerde nitrat depolanması üzerine etki eden yegane faktördür. Aslında, sebzelerde yüksek düzeylerde nitrat bulunması istenmeyen bir durumdur. Çünkü, nitrat insan bünyesi için toksik etkili olmasına karşılık sindirim sonucunda nitratların indirgenmesiyle oluşan nitrit, zehirlenmelere, kansere, A vitamini noksanlığına, methemoglobinemia vb. hastalıklara yol açabilmektedir (Demir ve ark., 1996).

Nitrat anyonu ile methemoglobinemi hastalığı arasındaki ilişki 1950'de Rosenfield ve Huston'un Amerikan'ın Minnesota Eyaletinde, fazla nitrat içeren kuyu sularını içen çocuklarda zehirlenme olduğunu görmeleri ile anlaşılmıştır (Gökçalp, 1985 ve Gür, 1987).

Yukarıda açıklanan sebeplerden dolayı yaprakları yeşil olarak tüketilen bitkilerde yüksek nitrat kapsamı arzu edilmemektedir. Gıda maddelerinde nitrat birikimi konusunda yapılan araştırmalar, nitrat alımının fazla olması nedeniyle sebzeler üzerinde yoğunlaşmıştır. Ispanak, marul, maydanoz vb. sebzelerde nitrat fazlaca birikebilmektedir. Hasat sonrası pazar ve mutfak ortamlarında kapalı ambalajlarda oluşan anaerobik şartlarda nitratlar kanserojenik özellik gösteren nitrit ve nitrozaminlere dönüşebilmekte, bu maddeler de özellikle C vitaminince yoksun beslenen toplumların çocuklarında methemoglobinemia (kansızlık) hastalığına sebep olmaktadır. Bilindiği gibi methemoglobin kandaki oksijen alma ve taşıma

özelliğinde değildir. Yetişkin insanlar methemoglobini hemoglobine indiregeyebilecek durumda olduklarından bu gibi tehlikelere daha az maruz kalmaktadırlar.

Bu çalışmada, artan miktarlarda uygulanan amonyum nitrat, amonyum sülfat, üre ve ahır gübresinin sera koşullarında, iki ayrı yetiştirme devresi ve iki farklı tekstürdeki toprakta yetiştirilen ıspanak bitkisinin yaprak, yaprak sapı ve köklerinin nitrat kapsamı üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOD

Araştırma konusu denemeler, 1996 yılı kış ve ilkbahar mevsimi olmak üzere iki yetiştirme döneminde, S.Ü. Ziraat Fakültesi seralarında yürütülmüştür.

Araştırmada her bir saksı için fırın kuru ağırlık esasına göre ikişer kg toprak kullanılmıştır. Bu topraklar killi tın ve kumlu tın olmak üzere iki farklı tekstürdeki topraklardır.

Killi tın bünyeye sahip toprakta pH 8.00, $EC \times 10^6$ 93.00 μ mhos/cm, organik madde % 0.80, kireç % 20.64, KDK 28.50 me/100 g, total azot 266.64 ppm, fosfor 11.12 ppm ve potasyum ise 267.29 ppm'dir. Diğer taraftan kumlu tın toprak örneğinde pH 7.30, $EC \times 10^6$ 297.00 μ mhos/cm, organik madde % 1.36, kireç % 37.10, KDK 24 me/100 g, total azot 249.97 ppm, fosfor 8.40 ppm ve potasyum da 129.44 ppm'dir.

May Tohumculuk Firmasının ürettiği ilaçlı ve kaliteli tohumların kullanıldığı araştırmada Matador türü ıspanak yetiştirilmiştir. Bu ıspanak çeşidi yaprakları ırı, koyu yeşil, oval, kabarcıklı, yaprak sapları kısa, verimi yüksek ve memleketimizde yaygın yetiştirilen bir çeşittir (Günay, 1983).

Denemelerde kullanılan mineral gübreler % 33'lük amonyum nitrat, % 21'lik amonyum sülfat, % 46'lık üre ve % 43'lük triplesüperfosfat gübreleridir. Söz konusu gübreler 0, 10, 20, 40 ve 60 kg N/da seviyelerinde uygulanmışlardır. Organik gübre ise yanmış sığır gübresidir. İnşaat eleğinden elenerek 0, 1000, 2000, 4000 ve 6000 kg/da düzeylerinde kullanılan koyu renkli bu gübrenin % 11 nem, % 0.99 azot, % 0.52 fosfor ve % 1.20 potasyum içerdiği tespit edilmiştir.

Tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine göre 2 x 2 x 4x5 (mevsim x toprak tekstürü x gübre çeşidi x gübre dozu) düzeninde üç tekerrürlü olarak yürütülen bu deneme kışlık ıspanak için 12 Ocak 1996, yazlık ıspanak için ise 4 Nisan 1996 tarihinde başlatılmıştır. Bitkilere belirli aralıklarla sulama suyu olarak ölçülü bir şekilde (kışlık ıspanaklara 2600 ml/saksı, yazlık ıspanaklara 4600 ml/saksı) saf su verilmiştir. Orta büyüklüğe erişen bitkiler seyreltilerek her bir saksıda üçer adet bırakılmıştır.

Kışlık ıspanakların yetiştirildiği vejetasyon periyodu süresince ortam havasının ortalama nemli % 52, ortalama sıcaklığı 13.84°C ve ortalama gün uzunluğu

Farklı Mevsim ve Topraklarda Yetiştirilen İspanak Bitkisinde Nitrat Birikimi Üzerine Bazı Gübrelerin Etkileri

12.42 saat olarak tespit edilmiştir. Yazlık ispanakların yetiştirildiği vejetasyon süresi boyunca ise ortam havasının ortalama nemli % 37, ortalama sıcaklığı 26.33°C ve ortalama gün uzunluğu 14.21 saat olarak belirlenmiştir.

Her iki yetiştirme dönemi için de hasat olgunluğuna ulaşan bitkiler hasat edilerek laboratuvara getirilmiş ve yaprak, sap ve köklerin taze ağırlıkları ayrı ayrı tespit edilmiştir. Daha sonra fırında kurutulup öğütülen bitki örnekleri $H_2SO_4 + H_2O_2$ ile yaş yakılarak analizler için ekstraktlar elde edilmiş ve bu ekstraktlardaki NO_3-N 'u Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Bayraklı 1987). Bitki organlarının kuru maddelerindeki NO_3-N 'u içerikleri, organların kapsadıkları su dikkate alınarak yaş haldeki nitrat içeriği (mg NO_3/kg -taze ürün) şekline dönüştürülmüştür.

İstatistiksel analizler ise Düzgüneş ve ark. (1987) ve Harvey'e (1987) göre yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

İspanak bitkisinin yapraklarında nitrat birikimine ait varyans analizlerine göre, mevsim ve gübre çeşitlerinin etkileri $P < 0.05$, toprak tekstürleri ve gübre dozlarının etkileri ise $P < 0.01$ seviyelerinde önemli bulunmuştur. Aynı faktörlerin ikili interaksyonları da önemsiz çıkmıştır (Tablo 1). Grup ortalamalarının Duncan Testi ile karşılaştırılmaları sonucunda mevsimlerden kış, tekstürlerden killi tın, gübrelerden üre ve dozlardan da 60 kg N/da düzeyinin yaprağın nitrat içeriği üzerine etkileri daha yüksek (0.05) olmuştur.

Tablo 1. Yaprakta Nitrat Birikimine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Kaynaklar	S.D.	K.T.	K.O.	F
Toplam	234	26168578.23	--	--
Muameleler	37	18535946.25	500971.52	12.934
Mu-Ym	1	53854.33	53854.33	1.390
Mevsim (M)	1	153785.16	153785.16	3.970*
Tekstür (T)	1	626454.41	626454.41	16.173**
Gübre (G)	3	355539.65	118513.21	3.060*
Doz (D)	4	16911984.78	4227996.19	109.154**
MxT	1	18416.11	18416.11	0.475
MxG	3	92685.72	30895.24	0.798
MxD	4	35509.58	8377.39	0.216
TxG	3	52245.33	17415.11	0.450
TxD	4	466383.53	116595.88	3.010
GxD	12	646842.50	53903.54	1.392
Hata	197	7630631.98	38734.17	--

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$

Gübre çeşit ve dozlarının ıspanağın nitrat içeriğine etkileri Tablo 2'de verilmiştir. Söz konusu tablonun incelenmesinden de anlaşıldığı gibi, nitrat birikimi üzerine mevsimlerin etkileri farklı olmuş ve kışlık ıspanaklarda nitrat birikim ortalaması (511.11 mg/kg) yazlık ıspanaklarınkine (470.32 mg/kg) göre daha yüksek elde edilmiştir. Bunun sebebi ışık şiddeti ve gün uzunluğunun kış mevsiminde daha az olmasıyla açıklanabilir. Nitekim, Cantliffe (1972) ve Zandstra (1989)'da buldukları benzer sonuçları bu şekilde açıklamışlardır.

Tablo 2. Gübre Çeşit ve Dozlarının Ispanağın Nitrat İçeriğine (mg/kg-taze ürün) Etkileri*

Bitki Kısmı	Gübre Çeşitleri						
	Doz kg N/da	AN	AS	Ü	Doz kg/da	AG	Ort.
Yaprak	0	135.52	135.52	135.52	0	135.52	135.52 e
	10	235.57	201.26	203.47	1000	239.84	220.03 d
	20	559.98	613.86	606.64	2000	484.37	566.21 c
	40	566.10	840.34	766.86	4000	591.99	691.32 b
	60	809.84	835.36	978.46	6000	751.56	843.80 a
	Ort.	461.40 AB	525.27 AB	538.19 A	Ort.	440.65 B	491.37
Sap	0	186.42	186.42	186.42	0	186.42	186.42 d
	10	248.74	207.01	232.42	1000	247.48	233.91 d
	20	411.83	388.19	521.77	2000	463.11	446.22 c
	40	534.19	493.10	793.98	4000	517.19	585.36 b
	60	767.94	511.61	1025.05	6000	650.65	738.81 a
	Ort.	430.42 B	357.26 B	551.93 A	Ort.	412.97 B	438.14
Kök	0	244.57	244.57	244.57	0	244.57	244.57 d
	10	380.00	369.01	348.57	1000	254.87	338.11 d
	20	799.68	1227.46	932.09	2000	768.66	931.97 c
	40	1129.17	1321.19	1269.67	4000	1322.01	1260.51 b
	60	1296.49	1734.34	1980.71	6000	1416.84	1607.09 a
	Ort.	769.98 B	979.31 A	955.12 A	Ort.	801.39 B	876.45

* Değerler üç tekerrürün ortalamasıdır. a, b, c, d, e : Aynı sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir. A, B, C, D : Aynı satırda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir.

Yine aynı tablodan görülebileceği gibi, killi tın toprakta yetiştirilen ıspanakların yapraklarında nitrat birikim ortalamasının (541.38 mg/kg) kumlu tın toprakta yetiştirilenlerinkine (440.04 mg/kg) göre daha yüksek olması, hafif tekstürlü topraklarda nitrat anyonlarının yıkanarak kök bölgesini daha erken terk etmesi ve bitkilerce alınacak azot miktarının azalmasıyla açıklanabilir (Ergene, 1961; Karakaplan, 1972).

Farklı Mevsim ve Topraklarda Yetiştirilen Ispanak Bitkisinde Nitrat Birikimi Üzerine Bazı Gübrelerin Etkileri

Gübre çeşitleri içerisinde, ürenin yaprakta nitrat birikimine ortalama (538.19 mg/kg) etkisi diğer gübreleinkinden daha yüksek ($P<0.05$) bulunmuştur. Çil ve Katak (1995)'da aynı konuda yaptıkları bir araştırmada benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Yaprakta nitrat birikimi üzerine en etkili gübre Ü olmuş, bunu sırasıyla AS, AN ve AG izlemiştir. Üre ile ahır gübresi arasındaki fark önemli ($P<0.05$), diğer gübreler arasındaki fark ise önemsiz bulunmuştur.

Diğer taraftan, uygulanan gübre dozlarının artmasıyla bitkinin nitrat içeriği de devamlı artış göstermiştir. En düşük nitrat içerikleri (ortalama 135.52 mg/kg) 0 kg/da (kontrol) dozuyla, en yüksek nitrat içerikleri (ortalama 843.80 mg/kg) ise 60 kg N/da dozuyla elde edilmiştir. Nitrat birikimi üzerine bütün dozların etkileri 0.05 seviyesinde farklı bulunmuştur. Düşük dozlarda bitkide biriken nitrat miktarı ortalamaları birbirlerine daha yakınken doz arttıkça yüksek dozlarda nitrat birikimi ortalamaları hızla artış göstermiştir. Değişik araştırmacılar tarafından da, azotlu gübrelerin artan dozlarda uygulanmasıyla bitkilerin nitrat kapsamının arttığı vurgulanmıştır (Öndeş ve Zabunoğlu, 1991; Gök ve ark., 1991; Hakerlerler ve ark., 1992; Fidan ve ark., 1993; Yalçın ve Topçuoğlu, 1994 ve Demir ve ark., 1996). En yüksek doz uygulaması olan 60 kg N/da seviyesi ile yaprağın nitrat içeriği kontrole göre % 622.64 oranında artırılmıştır. Yaprağın ortalama nitrat kapsamı da 419.37 mg/kg olarak elde edilmiştir.

Ispanak bitkisinin yaprak saplarında nitrat birikimine ait varyans analiz sonuçlarına göre, mevsim ve toprak tekstürünün etkileri önemsiz bulunurken gübre çeşidi, dozu ve gübre çeşidi ile doz interaksyonu $P<0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 3). Diğer bir ifadeyle, sapın nitrat içeriğine gübre çeşitleri ve gübre

Tablo 3. Sapta Nitrat Birikimine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Kaynaklar	S.D.	K.T.	K.O.	F
Toplam	234	18989129.63	--	--
Muameleler	37	11476072.47	310164.12	8.133
Mu-Ym	1	48589.31	48589.31	1.274
Mevsim (M)	1	111420.08	111420.08	2.922
Tekstür (T)	1	18207.64	18207.64	0.477
Gübre (G)	3	1102717.70	367572.56	9.638**
Doz (D)	4	9564506.20	2391126.55	62.698**
MxT	1	16820.31	16820.31	0.441
MxG	3	36966.63	12322.21	0.323
MxD	4	175360.49	43840.12	1.15
TxG	3	32954.58	10984.86	0.288
TxD	4	33983.90	8495.97	0.223
GxD	12	1115569.40	92964.11	2.438**
Hata	197	7513057.16	38137.34	--

** $P<0.01$

dozları kendi aralarında birbirlerinden farklı etkide bulunmuşlar ve bu farklar istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Tablo 2'den de izlenebileceği gibi, uygulanan gübreler arasında sapın nitrat içeriği üzerine AS en düşük (357.26 mg/kg) etkide bulunurken Ü ise en yüksek (551.93 mg/kg) etkide bulunmuştur. Üre ortalaması ile AN, AS ve AG arasında bir farklılık ($P<0.05$) gözlenirken, AN, AS ve AG ortalamaları arasında bir farklılık belirlenmemiştir.

Sapta en düşük nitrat birikimi (186.42 mg/kg) kontrolde, en yüksek nitrat birikimi (738.81 mg/kg) ise 60 kg N/da gübre dozu ile elde edilmiştir ($P<0.05$). Bu doz ile sapın nitrat kapsamı kontrole göre % 396.31 oranında artmıştır. Saptaki genel ortalama nitrat içeriği de 438.14 mg/kg olarak belirlenmiştir. Artan azot dozlarına paralel olarak sapın nitrat içeriğinde de bir artış görülmüştür (Tablo 2).

Kontrol gruplarıyla sapta en düşük nitrat birikimi (186.43 mg/kg) elde edilirken, Ü gübresinin 60 kg N/da dozu ile en yüksek nitrat birikimi (1025.05 mg/kg) elde edilmiştir.

İspanak bitkisinin köklerinde nitrat birikimine ait varyans analiz sonuçlarına göre, mevsim, toprak tekstürü, gübre çeşidi ve dozu ile "mevsim x doz" ve "gübre x doz" interaksyonları istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) etkide bulunmuştur (Tablo 4). Diğer bir ifadeyle, kök örneklerindeki nitrat miktarlarına ait grup ortalamalarının karşılaştırılması sonucunda, kökte biriken nitrat miktarı üzerine mevsimlerin etkilerinin farklı olduğu anlaşılmıştır. Şöyle ki, kışlık ispanakların köklerinde biriken nitrat miktarı ortalaması (1037.00 mg/kg) yazlık ispanaklarınkinden (715.75 mg/kg) daha yüksek ($P<0.05$) çıkmıştır.

Tablo 4. Kökte Nitrat Birikimine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Kaynaklar	S.D.	K.T.	K.O.	F
Toplam	234	101437498.59	--	--
Muameleler	37	77441498.06	2093013.46	17.183
Mu-Ym	1	286268.84	286268.84	2.35
Mevsim (M)	1	6761448.07	6761448.07	55.509**
Tekstür (T)	1	1215946.24	1215946.24	9.983**
Gübre (G)	3	2222234.62	740744.87	6.081**
Doz (D)	4	63161857.18	15790464.29	129.635**
MxT	1	45043.55	45043.55	0.370
MxG	3	316592.53	105530.84	0.866
MxD	4	4512625.24	1128156.31	2.262**
TxG	3	223596.67	74532.22	0.612
TxD	4	1151560.72	287890.18	2.363
GxD	12	3566957.82	297246.48	2.440**
Hata	197	23996000.52	121807.11	--

* $P<0.05$; ** $P<0.01$

Farklı Mevsim ve Topraklarda Yetiştirilen İspanak Bitkisinde Nitrat Birikimi Üzerine Bazı Gübrelerin Etkileri

Kökün nitrat içeriği üzerine toprak tekstürlerinin etkileri de farklı bulunmuştur. Killi toprakta yetiştirilen ispanağın köklerinde biriken ortalama nitrat miktarı 941.03 mg/kg iken, kumlu toprakta yetiştirilenlerde 811.72 mg/kg olmuş ve aralarındaki fark önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur.

Tablo 2'den de görülebileceği gibi, kökün nitrat kapsamı üzerine en etkili gübre AS olmuş, bunu sırasıyla Ü, AG ve AN izlemiştir. AS ve Ü ortalamaları ile AG ve AN ortalamaları arasında önemli ($P < 0.05$) farklar belirlenmiştir.

Artan azot dozları ile kökün nitrat içeriği de artmış ve en düşük nitrat birikimi ortalaması (244.57 mg/kg) kontrol, en yüksek nitrat birikim ortalaması (1607.09 mg/kg) ise 60 kg N/da dozlarından ileri gelmiştir ($P < 0.05$). En yüksek gübre dozu ile kökün nitrat içeriği kontrole göre % 657.11 oranında artırılmıştır. Kökte biriken nitrat ortalaması da 876.45 mg/kg olarak belirlenmiştir (Tablo 2). Yüksek dozlar arasındaki fark önemli iken düşük dozlar arasındaki fark önemsiz çıkmıştır ($P < 0.05$).

Bitki kökünde nitrat birikimi üzerine "mevsim x doz" interaksyonu önemli ($P < 0.05$) çıkmıştır. Kökte en düşük nitrat birikim ortalaması (245.66 mg/kg) yazlık ispanakların kontrol gübre dozlarında, en yüksek nitrat ortalaması (1857.83 mg/kg) ise kışlık ispanakların 60 kg N/da gübre dozunda elde edilmiştir.

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda "mevsim x doz" interaksyonunun kökün nitrat kapsamı üzerine önemli olduğu tespit edilmiştir. Kökte en düşük nitrat birikimi (244.57 mg/kg) kontrol gruplarında, en yüksek nitrat birikimi (1980.71 mg/kg) ise Ü gübresinin 60 kg N/da seviyesinde belirlenmiştir ($P < 0.05$).

Araştırma bitkisi kısımları kendi aralarında karşılaştırıldığında, ortalama nitrat birikimi en düşük (438.14 mg/kg) sapta, en yüksek (876.45 mg/kg) ise kökte belirlenmiştir (sap < yaprak < kök). Doğan ve Ok (1989)'da benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Bitki kısımlarında nitrat birikimi üzerine yapay gübrelerin (AN, AS ve Ü) etkileri AG'nin etkisinden daha yüksek ($P < 0.05$) bulunmuştur. Goh ve Vityakon (1986), Fidan ve ark. (1993) ve Demir ve ark. (1996)'da benzer sonuçlar bulmuşlar ve bunun nedenini çiftlik gübresinin mikrobiyal parçalanması sonucunda oluşan nitrat miktarının amonyum miktarından daha az olmasına bağlamışlardır.

Taze sebzeler için müsaade edilen nitrat miktarı sınırları değişik araştırmacılar (Temiz ve Acar, 1984; Kara, 1993; Karlowski, 1990; Maynard ve Barker, 1974; Alan ve ark., 1995; Gianquinto ve ark., 1992) tarafından farklı olarak belirtilmiş olup, 300, 500, 700, 900 ve 2000 mg/kg olarak bildirilmiştir. İzin verilen limit 300 mg NO_3/kg -taze ürün olarak kabul edilirse, araştırmada bulunan "yaprak + sap" (kök yenilmediği için değerlendirme dışı tutulmuştur) nitrat içeriği ortalamalarına göre, sera koşullarında 10-15 kg N/da'dan fazla gübre dozları önerilmeyebilir. Zira, kışlık ispanak için "yaprak + sap" nitrat içeriği ortalaması 10 kg N/da gübre dozun-

da 246.45 mg/kg, 20 kg N/da gübre dozunda 547.98 mg/kg, yazlık ıspanak için ise 10 kg N/da gübre dozunda 207.48 mg/kg, 20 kg N/da gübre dozunda da 464.20 mg/kg olarak belirlenmiştir. Uygulanan bir üst azot dozu ile (40 kg N/da) "yaprak + sap" taze verim ortalaması en yüksek düzeye (kışlık ıspanak için 14.23 g/saksı, yazlık ıspanak için 19.60 g/saksı) ulaşmış, ancak nitrat içeriğinin daha da artması nedeniyle bu gübre dozu da uygun görülmemiştir. Günay (1983) da Göbelez (1981)'e atfen ıspanak bitkisine 9-12 kg/da azotun verilmesi gerektiğini bildirmiştir.

SONUÇ

Araştırmadan elde edilen sonuçlar ve ilgili değerlendirmeler ile gerekli öneriler aşağıda özetlenmiştir.

Deneme bitkisinde nitrat birikimi üzerine mevsim, tekstür ve gübre dozlarının etkileri önemli çıkmıştır. Nitrat birikimi kışlık ıspanaklarda yazlık ıspanaklara göre daha yüksek bulunmuştur. Nitrat depolanması üzerine killi tın toprağın etkisi kumlu tın toprağın etkisinden daha yüksek bulunmuştur. En düşük nitrat ortalamaları kontrol, en yüksek nitrat ortalamaları ise 60 kg N/da dozlarında bulunmuştur. Doz artışı ile bitki kısımlarının nitrat içerikleri de devamlı artış göstermiştir. Nitrat için izin verilen değer 300 mg/kg-taze ürün olarak kabul edilirse, serada yürütülen bu araştırmada bulunan nitrat içeriği ortalamalarına göre en uygun gübre dozunun 10-15 kg N/da olduğu tespit edilmiştir.

Bitki kısımlarında nitrat birikimi üzerine yapay gübrelerin (AN, AS ve Ü) etkileri ahır gübresinin etkisinden daha yüksek ($P < 0.05$) bulunmuştur.

Bitki kısımları kendi aralarında karşılaştırıldığında, ortalama nitrat birikimi en düşük sapta, en yüksek ise kökte belirlenmiştir (sap < yaprak < kök).

KAYNAKLAR

- Alan, R., Padem, H. ve Zülkadir, A., 1995. Farklı Azot Kaynaklarının Marul (*Lactuca sativa* L.)'da Bazı Biyolojik Özelliklere ve Nitrat Birikimine Etkisi. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri. II : Sebze-Bağ-Süs Bitkileri, 3-6 Ekim 1995, Adana.
- Bayraklı, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri. Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak., Yayın No : 17, Samsun.
- Cantliffe, D.J., 1972. Nitrate Accumulation in Spinach Grown Under Different Light Intensities. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 97 (2) : 152-154.
- Çil, N. ve Katkat, A.V., 1995. Azotlu Gübre Çeşitleri ve Aşırı Miktarlarının Ispanak Bitkisinin Verim, Nitrat ve Kimi Mineral Madde Kapsamı Üzerine Etkileri. İlhan Akalan Toprak ve Çevre Semp., A.Ü. Ziraat Fak., Toprak İlimi Dern., Ankara.

Farklı Mevsim ve Topraklarda Yetiştirilen İspanak Bitkisinde Nitrat Birikimi Üzerine Bazı Gübrelerin Etkileri

- Demir, K., Yanmaz, R., Özçoban, M. ve Kütük, A.C., 1998. İspanakta Farklı Organik Gübrelerin Verimlilik ve Nitrat Birikimi Üzerine Etkileri. İlhan Akalan Toprak ve Çevre Semp., Şanlıurfa.
- Doğan, O. ve OK, T., 1989. Isparta Yöresinde Yetiştirilen İspanak Taze Fasulye Lahana ve Maruldaki Nitrat Birikimi Üzerine Araştırmalar. II Kontrol Lab. Müdürlüğü Proje Raporu, Isparta.
- Düzgüneş, O., Gürbüz, F. ve Kavuncu, O., 1987. Araştırma Deneme Metodları. A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları, Ankara.
- Ergene, A., 1961. Toprakta Nitrojen Muvazenesi. Atatürk Üniv. 1961 Yılı, 125-136.
- Fıdan, F., Sürmeli, N. ve Genç, Ç., 1993. İspanaklarda Nitrat Birikimi Üzerine Çeşit. Azot Dozu ve Ekim Zamanının Etkisinin Araştırılması (Sonuç Raporu). Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova.
- Gianquinto, G.P., Borin, M. ve Scafe, A., 1992. Nitrate Content in Vegetable Crops as Affected by Soil Characteristics, Rate and Type of Fertilization. Proceedings, Second Congress of the European Soc. For Agronomy, Warwick Univ. 23-28 August 1992, 256-257.
- Goh, K.M. ve Vityakon, P., 1986. Effects of Fertilizers on Vegetable Crop Production. II : Effects of Nitrogen Fertilizer. New Zealand Journal of Agric. Res., 29, (3) : 485-494.
- Gök, M., Özbek, H. ve Çolak, A.K., 1991. İçel Bölgesi Sera Koşullarında Yapılan Aşırı Nitrat Gübrelemesinin Hıyarda Nitrat Birikimi Üzerine Etkisi. Ç.Ü. Ziraat Fak. Derg., 6, (3) : 47-58.
- Gökcalp, H.Y., 1985. Et Ürünlerine Katılan Nitrat, Nitrit Miktarlarının Azaltılması, N-Nitrosamin Oluşum Reaksiyonlarının Engellenmesi ve Gıdalarda N-Nitrosaminin Saptanması. Gıda Derg., (3), 161-167.
- Günay, A., 1983. Sebzeçilik. A.Ü. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl., II, 243, Ankara.
- Gür, K., 1987. Çevre Kirliliği (Ders Notları). S.Ü. Ziraat Fak. Toprak Böl., Konya.
- Hakerlerler, H., Yoltaş, T. ve Ünsal, N., 1992. Azotlu Gübre Form ve Seviyelerinin İspanak Bitkisinin Verim ve Kalitesine Etkileri. Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kong. Bildirileri, E.Ü. Ziraat Fak., İzmir.
- Harvey, W.R., 1987. User's guide for LSMLMW PC-I Version Mixed Model, Least-Squares and Maximum Likelihood Computer Program. Ohio State Univ., Columbus, Mimeo.
- Kara, E.E., 1993. Sebzelelerde Nitrat Akümülyasyonu. Ekoloji Derg., 7, 10-13.
- Karakaplan, S., 1972. Rize Ziraat Topraklarında Yıkanma İle Vuku Bulan Nitrojen Kaybı Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 3 (2) : 37-46.

- Karłowski, K., 1990. Nitrates in Vegetables : Proposals for Their Limitation in Poland. *Roczniki Panstwowego Zakłada Higieny*, 41, 1-2, 1-9.
- Maynard, D. ve Barker, A.V., 1974. Nitrate Accumulation in Spinach as Influenced by Leaf Type. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 99, (22), 135-138.
- Öndeş, A.D. ve Zabunoğlu, S., 1991. Çeşitli Azotlu Gübrelerin Sebzelerde Nitrat Birikimine Etkisi. *TÜBİTAK Doğa Türk Tarım ve Ormanlık Derg.*, 15 : 445-460.
- Temiz, A. ve Acar, İ., 1984. Bitkisel Gıdalardaki Doğal Toksik Bileşikler. *Gıda Derg.*, 1, 340-347.
- Yalçın, S.R. ve Topçuoğlu, B., 1994. Azot ve Fosforun Pazı Bitkisinde (*Beta vulgaris Ctcla* Var.) Oksalik Asit ve Nitrat Birikimi İle Bazı Bitki Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Etkileri. *A.Ü. Ziraat Fak. Yıllığı*, 44, (1-2) : 217-228.
- Zandstra, M.B., 1989. Nitrate Accumulation in Vegetables and its Relationship to Quality. *Ann. Appl. Biol.*, 115, 553-561, printed in Great Britain.