

ENZİMATİK YÖNTEMLE BAZI SEBZE ve MEYVELERDE NİTRAT DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ

DETERMINATION OF NITRATE LEVEL OF SOME FRUITS AND VEGETABLES BY USING ENZYMATIC METHOD

Nevzat ARTIK*, Ender Sinan POYRAZOĞLU*, Atilla ŞİMŞEK*, Çetin KADAKAL*, Mustafa KARKACIER**

*Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

**Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fak. Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya

ÖZET: Bu çalışmada Ankara ve çevresinde 2000 yılı içerisinde yetiştirilen bazı taze sebze ve meyve örnekleri materyal olarak kullanıldı. Bu örneklerle ait nitrat miktarları enzimatik Boehringer Mannheim GmbH metodu ile belirlendi. Nitrat içeriğinin taze sebzelerde 0.00-3019.41 mg/kg, taze meyvelerde ise 0.00-126.19 mg/kg arasında değiştiği saptandı.

Nitrat miktarı, kereviz (3667.40 mg/kg), roka (3019,41 mg/kg) ve pazı (2621.79 mg/kg) örneklerinde yüksek bulunurken, kavun (0.00-47.93 mg/kg), karpuz (47.21-126.19 mg/kg) gibi meyveler ile havuç (0.00-47.71 mg/kg), domates (0.00-71.10 mg/kg) gibi meyve benzeri sebzelerde düşük düzeyde bulundu.

ABSTRACT: In this study, contents (mg/kg wet wt.) of nitrate were determined by enzymatic reduction (Boehringer Mannheim GmbH.) method in samples of fresh vegetables and fruits grown in Ankara in 2000. NO₃ contents of fresh vegetables ranged from 0.00 to 3019.41 mg/kg and contents of fresh fruits ranged from 0.00 to 126.19 mg/kg.

The highest nitrate levels were observed in celery (3667.40 mg/kg), rocket (3019,41 mg/kg) and chard (2621.79 mg/kg) samples. Low nitrate levels were found in melon (0.00-47.93 mg/kg), watermelon (47.21-126.19 mg/kg) and some fruit-vegetables like as carrots (0.00-47.71 mg/kg) and tomatoes (0.00-71.10 mg/kg).

GİRİŞ

Azotlu gübreler, sebzelerin verimini artırmak ve daha kaliteli üretim için bitkilerin gelişme döneminde uygulanmaktadır. Bu uygulama özellikle günlük tüketimi yüksek olan yeşil yapraklı sebzelerde nitrat birikimine neden olmaktadır. Gübrelemenin yanısıra nitrat birikimi üzerine tür, çeşit, bitki kısımları, vejetasyon periyodu, hasat zamanı, toprak özellikleri ve mevsim koşulları gibi faktörler etkili olmaktadır (PONOMAREV ve KOVAL1991; AKTAŞ ve ark. 1993a; FİDAN ve ark. 1993; MIEDZOBRODZKA ve ark. 1993; FERRERA 1995; ŞAHİN ve ark.1995).

Nitrat ve nitritin sodyum ve potasyum tuzları renk düzenleyici ve koruyucu madde olarak et ve balık ürünlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Nitratın parçalanması ile oluşan nitrit, askorbik asitle hızlı reaksiyona girmesi yanında, karotenoidleri, provitaminleri, thiamin ve folik asiti parçalama özelliğine sahiptir. Nitrit aynı zamanda prooksidan olarak davranıp, aminler ve amidlerle birleşerek toksik ve kanserojen bileşiklere dönüşebilmektedir (FENNEMA, 1985).

Düşük konsantrasyonlardaki nitrat; pH değeri düşük, tepe boşluğu fazla olan kalaylı teneke kutularda levha korozyonuna dolayısıyla konserve gıda maddelerinde kalay miktarının artışına, sitrat-kalay kompleksi ile de zehirlenmelere neden olmaktadır. Ayrıca nitratın indirgenmiş formu nitrit, özellikle çocuklarda methemoglobinemia hastalığına neden olmaktadır (TEKELİ ve GÜRSES,1972, EKŞİ 1975, CEMEROĞLU ve ACAR 1986, BLOM, 1989).

Çeşitli meyve ve sebzelerin nitrat içerikleri incelenip, bir sınıflamaya tutulduğunda en yüksek nitrat miktarının yapraklı sebzeler grubunda olduğu, bunu köksü sebzelerin izlediği ve en düşük nitrat içeriğinin ise meyvelerde bulunduğu belirlenmiştir (YANG, 1992) (Çizelge 2).

Sebzeler nitrat içeriklerine göre dört grup altında toplanmaktadır. Bu grupe göre, kıvırcık, marul, şalgam, turp, Çin lahanası ve pancar nitrat miktarı yüksek sebzeler grubuna yani birinci gruba, domates, soğan, barbunya, kırmızı biber ve patates gibi sebzeler ise nitrat miktarı en düşük sebzeler grubuna yani 4. gruba dahil edilmektedir (Çizelge 1).

İnsan vücuduna alınan nitratin kaynağını, yumru olmayan sebzeler (%34.3), baharatlar (%32.1), tahıllar

(%22.3), kök ve yumru sebzeler (%4.2), sert kabuklu meyveler ve yağlı tohumlar (%3.5), baklagiller (%2.21) ile diğer grup sebzeler (%1.39) oluşturmaktadır (GUNDIMEDA ve ark. 1993). Yapılan bir diğer çalışmada yeşil sebzeler (%29), patates (%27) ve diğer grup sebzelerin (%20) yüksek nitrat kaynağı, gazlı içeceklerin yüksek nitrit kaynağı (ANONYMOUS, 1997), içme suyunun ise en düşük nitrat kaynağı (%4) olduğu belirlenmiştir (LOON ve KLAVEREN, 1991).

Pişirilmiş ve çiğ sebze, bazı et ürünleri, balık, süt ürünleri, tahıl ve tahıl ürünleri ile sudan oluşan bir diyetle alınan günlük nitrat miktarının 54 mg, nitritin ise 2.4-4.2 mg olduğu ayrıca diyetteki nitratin dörtte üçünün vücuda sebzelerden alındığı saptanmıştır (MEAH ve ark. 1994).

Günlük alınan toplam 219 mg nitratin insan sağlığı açısından bir risk oluşturmadığı belirtilmektedir (Anonymous,1998). Vücut ağırlığının her kilogramı başına günlük alınımına izin verilen nitrat miktarı 3,7 mg, nitrit miktarı ise 0.06 mg' dir (ANONYMOUS,1997).

Sebzelerin ambalaj içerisinde ve modifiye atmosferde depolamasının, NO₃ miktarını düşürüp, NO₂'e dönüşümü büyük ölçüde engellediği ve depolama ömrünü uzattığı saptanmıştır (YANG, 1992). Nitekim konuyla ilgili yapılan bir çalışmada, tahta kasalar içerisinde 5 ay depolanan patateslerde nitrat miktarının %80-90 oranında düştüğü ve 6 ay sonunda nitrat miktarının en düşük değere ulaştığı belirlenmiştir (RYBITSKAYA ve ark. 1993). Hasattan sonra 5 °C'de 240 saat depolanan kıvırcıkta nitrat miktarının %13.8 oranında düştüğü izlenmiştir (JERMINI ve ark. 1993). Diğer bir çalışmada oda sıcaklığında 24 saat depolanan havuç suyunda nitratin parçalanmasına bağlı olarak nitrit miktarının 0.14 mg/kg dan 82.89 mg/kg 'a kadar yükseldiği, bu nedenle taze havuç suyunun hazırlandıktan sonra kısa sürede tüketilmesi gerektiği vurgulanmıştır (NABRZYSKI ve GAJEWSKA, 1994).

İspanakta uygulanan teknolojik işlemler NO₃ miktarı üzerine etkili olmaktadır. 850C' de 5 dak. buhar uygulaması nitrat içeriğini %13.8 oranında düşürürken aynı sıcaklık derecesinde sıcak suda haşlama ise nitrat içeriğini %25 oranında düşürmektedir (PONOMAREV ve KOVAL'CHUK, 1991). Bir diğer çalışmada artan pişirme sıcaklığı ve süresinin (60-90 0C ve 30-150s) ıspanaklarda nitrat miktarını düşürmede etkili olduğu saptanmıştır (GAISER ve ark. 1997, FENNEMA, 1985).

Patateste nitrat kayıpları üzerine pişirme metodlarının etkilerinin incelendiği bir çalışmada, nitrat kayıplarının, suda pişirilmiş ve 5 ay depolanmış örneklerde %35, kabuk soyma ile %40, haşlama ile %20, doğrudan ısı uygulama ile %2 olduğu belirlenmiştir (GOLOSZEWSKA ve ark. 1995). Aynı şekilde maydanoz örneklerinin haşlanması halinde nitrat miktarının %50, nitrit miktarının ise %31-71 arasında azaldığı, haşlanmış ve haşlanmamış havuç örneklerinde ise nitrat ve nitrit miktarının önemli ölçüde değişmediği saptanmıştır (MARKOWSKA ve ark. 1995b). Kıvırcık, havuç, karnabahar, soğan, domates ve patatesten oluşan toplam 283 sebze örneğinde pişirme işleminin nitrat miktarını %75, soğanda kurutma işleminin ise nitrat miktarını %100 oranında azalttığı saptanmıştır. Ayrıca kurutma işleminin patates ve domatesin nitrat içeriği üzerine etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir (ANONYMOUS 1998).

Çizelge1. Bazı Sebzelerin Nitrat miktarlarına Göre Gruplandırılması
KARLOWSKI, 1990; GAJDA KARLOWSKI, 1993;
RUTKOWSKA, 1997

Grup	Nitrat Düzeyi (mg KNO ₃ / kg)	SEBZE
1.grup	>1000	Kıvırcık, Turp, Pancar, Şalgam, Marul, Çin Lahanası
2.grup	<500	Maydanoz, Lahana, İspanak, Yeşil Soğan, Sarmısak, Patlıcan
3.grup	<250	Havuç, Biber, Karnabahar, Hıyar, Pırasa, Kereviz, Yeşil Fasulye
4.grup	<150	Domates, Soğan, Barbunya, Kırmızı Biber, Patates

Çizelge 2. Bazı Meyve ve Sebzelerin Nitrat Miktarlarına Ait Kaynak Verileri

Sebze-Meyve	Nitrat (NO ₃) (mg/kg)			Kaynak
	Min.	Max.	Ortalama	
Patates	-	-	142.85	Symczak ve Prescha (1999)
	118	273	-	Leszczynska (1996)
	0	2584.7	-	Gajda ve Karlowski (1993)
	-	-	294	Cieslik (1994)
	61.5	180	-	Rybetskaya ve ark. (1993)
	40	241	-	Korchemnaya (1992)
	57	842	229	Sikora (1997)
	30	360	174	Golaszewska ve ark. (1995)
Havuç	-	-	2687.23	Symczak ve Prescha (1999)
	4.81	151.20	-	Zengin ve Gülderen (1997)
	157	700	-	Wawrzyniak ve ark. (1993)
	158	320	-	Rutkowska (1993)
	285.9	723.3	-	Miedzobrodzka ve ark. (1992)
	45	214	-	Korchemnaya (1992)
	119.1	1412.0	647.9	Şahin ve ark. (1995)
	236	454	360	Dominquez (1994)
Kıvrıkcık	-	-	2687	Symczak ve Prescha (1999)
	212.4	4124.8	1389.0	Markowska ve ark. (1995a)
	578	1948	1055	Dominquez (1994)
	6225	9900	-	Wawrzyniak ve ark. (1993)
Şalgam	-	-	1310.91	Rutkowska (1997)
	99.8	1398.0	585.8	Şahin ve ark. (1995)
Çin Lahanası	-	-	598.48	Rutkowska (1997)
Lahana	-	-	1487.07	Rutkowska (1997)
	-	-	2881	Rath ve ark. (1994)
	-	-	5188.2	Herod ve Miedzobrodzka (1992)
Yeşil biber	-	-	267.96	Rutkowska (1997)
Kırmızı biber	-	-	12.80	Rutkowska (1997)
Pancar	-	-	6327.35	Rutkowska (1997)
	1243	2807	-	Wawrzyniak ve ark. (1993)
	-	-	335.1	Herod ve Miedzobrodzka (1992)
	769	1473	-	Korchemnaya (1992)
	639	1165	-	Leszczynska (1996)
Ispanak	-	-	1574	Leuzzi ve ark. (1996)
	-	-	1631	Anonymous (1998)
	376	3418	1906	Dominquez (1994)
Taze Fasulye	180	372	-	Rutkowska (1993)
Brokoli	48	97	-	Huarte ve ark. (1997)
Maydanoz	-	-	918.4	Markowska ve ark. (1995b)
	1038	4787	-	Wawrzyniak ve ark. (1993)
Domates	7.3	197.8	41.2	Markowska ve ark. (1995a)
	16	56	-	Korchemnaya (1992)
Pırasa	-	3506	-	Nabrzyski ve Gajewska (1994)
	13	909	-	Wawrzyniak ve ark. (1993)
Soğan	0	344	-	Wawrzyniak ve ark. (1993)
Karnabahar	289	441	-	Rutkowska (1993)
	100.0	548.7	279.7	Şahin ve ark. (1995)
Bakla	39	114	-	Gundimeda ve ark. (1993)
Kırmızı lahana	-	-	3417.5	Herod ve Miedzobrodzka (1992)
Kereviz	160.1	3164.0	1091.9	Şahin ve ark. (1995)
Kırmızı turp	198.8	2841.0	726.5	Şahin ve ark. (1995)
Elma	0.00	398.4	-	Zengin ve Gülderen (1997)
Üzüm	10.67	294.30	-	Zengin ve Gülderen (1997)
Kavun	23.40	142.80	-	Zengin ve Gülderen (1997)
Karpuz	7.09	168.00	-	Zengin ve Gülderen (1997)
Çilek	-	-	322.3	Nabrzyski ve Gajewska (1994)

Sebze ve meyvelerin nitrat içeriklerinin üzerine soğukta depolama ve dondurularak muhafaza metotlarının etkileri farklı olmaktadır. Bu amaçla yıkanıp, soyulup, küp şeklinde bölünmüş, 95°C'de 10 dak. süreyle haşlanmış 6 havuç örneği, film poşetlerde -200 C' de 2-14 hafta depolanmıştır. Bu süre içerisinde yapılan analizlerde NO₃ miktarının %3.5-48.0 arasında azaldığı, NO₂ miktarının ise %7.6-48.6 oranında artış gösterdiği, ayrıca haşlama işleminin NO₃ miktarını düşürmede (%2.4-17.6), NO₂ miktarını artırmada (%26.9-85.2) etkili olduğu belirlenmiştir (MIEDZOBRODZKA ve ark. 1992). Nitrat düzeyinin dondurularak muhafaza edilen taze fasulyede %19.2, karnabaharda %20.3 ve havuçta %25.7 oranında düştüğü saptanmıştır (RUTKOWSKA, 1993). Ayrıca pırasa örneklerinde nitrat miktarının düşürülmesinde soğuk muhafazanın dondurularak muhafazadan daha etkili olduğu görülmüştür (WIECZOREK ve TRACZYK, 1995).

Yapılan bir diğer araştırmada ön haşlama sonrası -35 °C'de şoklanıp -20 °C'de 6 ay depolanan ıspanak ve havuç örneklerindeki nitrat miktarı, temizleme, ayıklama, kesme ve haşlama işlemleri ile havuçta %26, ıspanakta %45-50 oranında düşme göstermiştir. Buzdolabı koşullarında çözündürülmüş ıspanakta nitrit bulunmazken, oda şartlarında ve mikrodalga ile çözündürmede nitrite rastlanmıştır. Havuç örnekleri dondurucudan çıkarıldığında nitrit içermezken, çıkarıldıktan sonra 20 °C'de 3 gün bekletilen örneklerde nitrit saptanmıştır. Nitritin havuç dokusundan çok çözündürme suyunda yoğunlaştığı belirlenmiştir (MICHALIK ve BAKOWSKI, 1997).

İşlenmiş sebzelerde yüksek miktarda bulunan NO₃ ve NO₂ fermentasyonla önemli oranda düşürülebilmektedir. Bu düşüşün ilk iki ay içerisinde en yüksek değere ulaştığı bu süreden sonra pek değişmediği görülmüştür. Lahana turşularında fermentasyon süresince NO₃ ilk 2 ay içerisinde 5188 mg/kg dan 2403 mg/kg'a kadar düşmüş, bu süreden sonra değişim pek önemli çıkmamıştır (HEROLD ve MIEDZOBRODZKA, 1992). Aynı şekilde fermentasyona bırakılmış (2-5 °C' de 8 ay) havuçlarda tuz konsantrasyonunun yüksekliğine bağlı olarak nitratın %20-55 oranında azaldığı saptanmıştır (RYBITSKAYA, 1991).

2. MATERYAL ve METOT

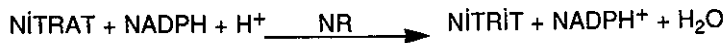
2.1. Materyal

Sebze ve meyvelerde nitrat miktarını saptamak amacıyla örnekler doğrudan yetiştirildiği tarla ve satışa sunulduğu pazar yerlerinden temin edilmiştir. Örnekler ayıklanıp yıkandıktan sonra kurularak dilimlenerek Ultra Turax'la (Typ.18-10, 20.000 UpM) parçalanarak homojenize edilmiştir.

2.2. Metot

Homojenize edilmiş sebze ve meyve örneklerinden yaklaşık 5g tartılarak 70°C' de 60 ml çift destile su ile seyreltilmiş ve 70°C'de su banyosunda 15 dakika ekstraksiyona bırakılmıştır. Yüksek renk yoğunluğu ve nişasta miktarına sahip sebze ve meyve örnekleri Carrez çözeltileri ile durultulmuştur. Daha sonra filtre edilen örneklerin nitrat içeriği enzimatik Boehringer yöntemi ile belirlenmiştir. Bu yöntem Türkçe kaynaklarda ilk defa yer alacağı için detaylı olarak verilmiştir.

Analizde, Cat No: 905658 kodlu enzim kiti kullanılmıştır. Bu yöntemde nitrat, nitrat redüktaz (NR) varlığında nikotinamid adenin dinükleotid fosfat (NADPH) ile nitrite indirgenmektedir.



Reaksiyon süresince oksidasyon sonucu oluşan NADPH miktarı nitrat miktarıyla stokiyometrik olarak ilişki halindedir. NADPH miktarında azalma spektrofotometrede 334, 340 veya 365 nm' de yapılan absorbans ölçümü ile saptanmaktadır (ANONYMOUS, 1992).

2.2.1. Nitrat analizinde kullanılan çözeltiler:

1. Yaklaşık 40 mL çözelti içeren 1 numaralı şişe, imidazol buffer içermektedir (pH=7.8).
2. Yaklaşık 40 tablet içeren 2 numaralı şişede her bir tablet 0.5 mg NADPH ve stabilizör içermektedir.
3. 3 numaralı şişe: Dondurularak kurutulmuş her liyofilizat 4U nitrat redüktaz (NR) içermektedir.

2.2.2. Çözeltilerin hazırlanması:

1. 1 numaralı şişe seyreltilmeden kullanıldı.
2. 2 numaralı şişedeki her bir tablete karşılık 1 numaralı şişeden 1 mL çözelti kullanıldı (Deney sırasında şahit ve örnek sayısı dikkate alınmalıdır).
3. 3 numaralı şişe içeriği 0.8 mL çift destile su ile çözdürüldü.

2.2.3. Çözeltilerin stabilitesi:

Çözelti 1 : +4°C' de 1 yıl dayanıklıdır. Kullanımdan önce çözelti 20-25°C'ye getirilmektedir.

Çözelti 2 : Karışım her deneyden önce taze olarak hazırlanmalıdır. Kullanımdan önce 2 numaralı karışım 20-25°C'ye getirilmelidir.

Çözelti 3 : +4°C' de 2 hafta dayanıklıdır.

2.2.4. İşlem:

Dalga boyu : 340nm

Cam küvet : 1 cm ışık yolu

Sıcaklık : 20-25°C

Son hacim : 3.05 mL

Okuma : Havaya karşı (Işık yolunda küvet bulunmaksızın), suya karşı veya şahite karşı yapıldı.

Örnek : Her bir küvette 3-30µg nitrat olacak şekilde hazırlandı (0.1mL-2mL örnek).

Pipetlenecek miktar	Şahit	Örnek
2 numaralı karışım*	1.00 mL	1.00 mL
Örnek çözelti**	-	0.90 mL
Çift destile su	2.00 mL	1.90 mL
Yukarıdaki karışım hazırlandıktan 3 dakika sonra çözeltilerin absorbsansları okundu (A ₁)		
3 numaralı çözeltilerden yandaki miktarlar kadar ilave edilerek reaksiyon başlatıldı.	0.05 mL	0.05 mL
Örnekler karıştırılarak tam 40 dakika sonra çözelti absorbsansları okundu (A ₂), 20 dakika sonra aynı absorbsanslar tekrar okundu (A ₃).		

* Deney sırasında kolaylık olması açısından 2 numaralı şişeden alınan tabletler ve 1 numaralı çözeltilerden alınan kısımlar direkt olarak küvete konulabilir. Hacimdeki %1 'lik fark hesaplama sırasında sonuçların 1.01 ile çarpılması ile düzeltilmiştir.

** Deney sırasında kullanılan pipetler veya mikropipet uçları deneyden önce kullanılan çözelti ile yıkanmalıdır. Örnekler, küvetin ağız parafilm kapatılarak karıştırılabilir.

Deney sırasında şahit ve örneklerin absorbsans farkları tesbit edildi. Örnekler için bulunan absorbsans farkı şahit için bulunan absorbsans farkından çıkarıldı.

$$\text{Şahitin absorbsans farkı} : \Delta\text{Ş} = (A_1 - A_2) - 2x (A_2 - A_3)$$

$$\text{Örneklerin absorbsans farkı} : \Delta\text{Ö} = (A_1 - A_2) - 2x (A_2 - A_3)$$

$$\Delta A \text{ nitrat} = \Delta\text{Ö} - \Delta\text{Ş}$$

Sonuçların güvenilirliği açısından ΔA absorbans farkları en az 0.100 absorbans birimi hassasiyetinde ölçülmelidir. Eğer örneklerin absorbans farkı ($\Delta\bar{O}$) 1.000 birimden fazla ise (340 nm veya Hg 334 nm'de ölçülen) veya Hg 365 nm'de yapılan ölçüm 0.560 nm'den farklı ise örnekteki nitrat konsantrasyonu çok fazla demektir. Bu durumda örnekler uygun seyreltme oranında seyreltilmelidir.

2.2.5. Hesaplama:

Hesaplama için kullanılan genel eşitlik:

$$\text{Nitrat (g/L)} = \frac{V \times MW}{\Delta \times d \times v \times 1000} \times \Delta A$$

Bu formülde;

V = Son hacim (mL)

v = Örnek hami (mL)

MW = Deney sırasında kullanılan örneğin molekül ağırlığı (g/mol)

d = Işık yolu (cm)

ϵ = 340 nm = 6.3 (Lx mmol⁻¹) x cm⁻¹ (NADPH absorpsiyon katsayısı)

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Bugüne kadar nitrat ile ilgili yayınlarda analiz edilen örnekler için nitrat içeriklerinin çok farklı oluşu nedeniyle enzimatik yöntem tercih edilmiştir. Bu yöntemde analiz sonucunun duyarlılığı ve tekrarlanabilirlik düzeyi çok yüksektir. Nitekim KNO₃ ile yaptığımız ön deneme çalışmalarında, enzimatik nitrat analizinin % 95,52 gibi yüksek hassasiyete sahip olduğu belirlenmiştir.

Sebze ve meyve çeşidine göre alınan örnek sayısı ve nitrat içerikleri Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3 incelendiğinde görüleceği gibi sebze ve meyve örneklerinin nitrat miktarı yaş ağırlık üzerinden olmak üzere 0.00-3019.41 mg/kg arasında değişkenlik göstermektedir. Yapılan analiz sonucunda bezelye, yeşil biber, domates, havuç, kornişon, acur, asma yaprağı, karnabahar, kuru soğan, patates, pırasa, yer elması, şeker pancarı, karpuz ve kavun örneklerinde nitrat miktarının 250 mg/kg dan düşük olduğu, dolayısıyla bu sebze ve meyvelerin nitrat miktarlarının sağlık açısından endişe verici boyutta olmadığı görülmektedir.

Bu konuda yabancı kaynaklarda rastlanılan en yüksek nitrat değerleri, yeşil biberde 267,96 mg/kg (RUTKOWSKA, 1997), domateste 197.8 mg/kg (MARKOWSKA ve ark.1995a), havuçta 2923 mg/kg (RYBITSKAYA,1991), karnabaharda 441 mg/kg (RUTKOWSKA,1993), soğanda 344 mg/kg (WAWRZYNAK ve ark. 1993), patateste 2584,7 mg/kg (GAJDA ve KARLOWSKI, 1993), pırasada 3506 mg/kg (Nabrzyski ve Gajewska, 1994)'dir. Bu değerler dışında ZENGİN ve GÜLDEREN (1997) nitrat miktarlarını, havuçta 151.2 mg/kg, kavunda 142.8 mg/kg, karpuzda 168.0 mg/kg, ŞAHİN ve ark. (1995) ise havuçta 1412.0 mg/kg ve karnabaharda 548.7 mg/kg olarak bulmuştur. Bezelye, kornişon, acur, asma yaprağı, yer elması, şeker pancarı için yurt dışı veya yurt içinde yapılmış herhangi bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Bu değerlere göre yeşil biber, domates, havuç, karnabahar, kuru soğan, patates, pırasa, kavun, karpuz örneklerimize ait nitrat bulgularının düşük olduğu veya değişim sınırları içerisinde yer aldığı görülmektedir (Çizelge 2).

Nitrat miktarı, analize alınan sebze ve meyve örnekleri içerisinde, kereviz (1904-3667 mg/kg), pazı (2622 mg/kg), semizotu (1677 mg/kg), kabak (935 mg/kg), ıspanak (486-726 mg/kg) gibi pişirilerek tüketilen sebzelerde yüksek olarak saptanmıştır. Nitrat miktarını, ŞAHİN ve ark. (1995) 6 kereviz örneğinde 160.1-3164.0 mg/kg arasında, DOMINQUEZ (1994) ıspanakta 376-3418 mg/kg arasında bulmuştur. Bir diğer araştırmada ise nitrat miktarı ıspanak örneklerinde ortalama 1631 mg/kg olarak saptanmıştır (ANONYMOUS, 1998). TEKELİ ve GÜRSES (1972) yapraklı sebzelerinden ıspanak üzerine yaptıkları farklı bir araştırmalarda ise nitrat miktarını ıspanak yapraklarından (207-2865 mg/kg) çok, yaprak saplarında (442-7516 mg/kg) saptamışlardır. Gerek kereviz gerekse ıspanak sebzelerine ait bulgularımızın kaynak verilerine ait değişim sınırları içerisinde yer aldığı görülmektedir.

Çizelge 3. Bazı Sebze ve Meyvelerin Nitrat İçeriklerine Ait Analiz Sonuçları

Sebze- Meyve	n	Nitrat miktarı (mg/kg)					
		1	2	3	4	Min.	Max.
Acur	1	77.69				77.69	-
Asma yaprağı	1	223.65				223.65	-
Bezelye	1	92.16				92.16	-
Sivri biber	4	59.04	63.13	133.93	169.05	59.04	169.05
Dolmalık biber	2	136.07	170.53			136.07	170.53
Dereotu	2	424.44	459.89			424.44	459.89
Domates	3	41.92	53.57	71.10		41.92	71.10
Domates(Ham)	2	0.00	29.93			0.00	29.93
Havuç	3	0.00	11.75	47.71		0.00	47.71
Hıyar	2	183.02	424.15			183.02	424.15
İspanak	2	486.17	726.37			486.17	726.37
Kabak	1	934.68				934.68	-
Karnabahar	2	132.76	199.23			132.76	199.23
Kereviz	2	1903.95	3667.40			1903.95	3667.40
Kırmızı lahanaya	2	161.03	405.76			161.03	405.76
Kırmızı turp	2	328.64	2257.88			328.64	2257.88
Kornişon	1	64.94				64.94	-
Kuru soğan	1	59.64				59.64	-
Mantar	1	554.04				554.04	-
Marul	3	317.36	978.48	1117.77		317.36	1117.77
Maydanoz	3	304.27	682.41	1227.51		304.27	1227.51
Nane	1	1064.25				1064.25	-
Patates	3	47.71	76.35	93.55		47.71	93.55
Patlıcan	2	95.64	344.93			95.64	344.93
Pazı	1	2621.79				2621.79	-
Pırasa	1	122.76				122.76	-
Roka	2	1325.15	3019.41			1325.15	3019.41
Semizotu	1	1677.51				1677.51	-
Şeker pancarı	2	82.97	124.77			82.97	124.77
Taze fasulye	2	119.32	423.67			119.32	423.67
Taze soğan	3	501.96	708.12	1718.06		501.96	1718.06
Yerelması	1	86.63				86.63	-
Karpuz	3	47.21	83.71	126.19		47.21	126.19
Kavun	3	0.00	23.53	47.93		0.00	47.93

Nitrat miktarının salata ve çiğ olarak doğrudan tüketilen roka (1325-3019 mg/kg), taze soğan (502-1718 mg/kg) marul (317-1118 mg/kg) ve maydanoz (304-1228 mg/kg) gibi yeşil yapraklı sebzeler ile kırmızı turpta (329-2258 mg/kg) yüksek oluşu dikkat çekmektedir. Nitratı farklı araştırmacılar maydanozda 1038-4787 mg/kg (WAWRZYŃIAK ve ark. 1993), 918.4 mg/kg (MARKOWSKA ve ark. 1995) 8 kırmızı turp örneğinde ise 198.8-2841.0 mg/kg (ŞAHİN ve ark 1995) bulmuşlardır.

Çiğ olarak tüketilen bazı sebzelerin nitrat miktarını, ÜSTÜN ve TOSUN (1998) kurumadede ortalama olarak, kırmızı lahanada 129.77 mg/kg, hıyarda 229.65 mg/kg, domateste 334.80 mg/kg, havuçta 438.47 mg/kg, biberde 757.42 mg/kg, marulda 3169.26 mg/kg, beyaz turpta 5342.01 mg/kg, maydanozda 6581.97 mg/kg, rokada 7426.40 mg/kg, terede ise 8738.37 mg/kg olarak bulmuşlardır. Bu sebzelerin nem içeriği göz

önüne alındığında kırmızı lahana, hıyar, domates, havuç ve bibere ait araştırma bulguları ile araştırma konusu aynı sebzelere ait bulguların birbirlerine yakın değerler aldığı görülmektedir.

Yaygın olarak tüketimi olan nane bitkisinde nitrat miktarının yüksek olduğu (1064 mg/kg), kurutulduğunda nitrat içeriğinin oransal olarak daha da artacağı düşünülürse nane bitkisinin önemli bir nitrat kaynağı olabileceği ortaya çıkmaktadır. Nitekim GUNDIMEDA ve ark. (1993) baharat kullanımı ile alınan nitratın çok yüksek (%32.1) olduğunu belirtmişlerdir.

Analiz sonuçlarından sebze çeşitlerinin yanısıra aynı çeşide ait sebze örneklerinde de nitrat içeriği bakımından büyük farklılıklar olduğu görülmektedir. Bunun uygulanan azotlu gübre dozu, toprak özellikleri ve hasat zamanı ile ilgili olduğu sanılmaktadır (PONOMAREV ve KOVAL'CHUK, 1991; AKTAŞ ve ark. 1993a; FIDAN ve ark. 1993; MIEDZOBRODZKA ve ark. 1993; FERRERA, 1995; ŞAHİN ve ark.1995).

Nitrat içerikleri açısından sebze ve meyvelerin bir değerlendirmeye tutulduğunda en yüksek nitrat miktarının yapraklı sebzeler grubunda olduğu, bunu köksü sebzelerin izlediği ve en düşük nitrat içeriğinin ise meyvelerde olduğu görülmektedir. Nitekim bu konuda yapılan diğer araştırmalarda da bu sonuç vurgulanmıştır (YANG, 1992 ve Çizelge 2).

Hiçbir ön işlem uygulamadan doğrudan taze olarak tüketilen sebzelerin nitrat içeriklerinin pek değişime uğramadığı ve nitratın günlük alınabilecek dozu dikkate alınırsa, beslenme açısından nitratın 70 kg'ın altındaki insanlarda veya küçük çocuklarda önemli sorunlara neden olabileceği ortaya çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

- ANONYMOUS, 1992. Determination of Nitrite and Nitrate in Fruits and Vegetables by Enzymatic Reduction. Boehringer Mannheim GmbH, Mannheim, Germany.
- ANONYMOUS, 1997.1994 Total Diet Study- Nitrate and Nitrite. Food Surveillance Information Sheet. Ministry of Agriculture- Fisheries and Food No: 137, 10pp.
- ANONYMOUS, 1998. Nitrate in Vegetables. Food Surveillance Information Sheet. Ministry of Agriculture- Fisheries and Food No: 158, 23pp.
- AKTAŞ, M., GÜNEŞ, A., BALTUTAR, N., 1993a. Amino Asit ve Diğer Formlarda Uygulanan Azotun Arpa Bitkisinde Nitrat ve Nitrit Akümüasyonu ile Okzalik Asit Kapsamına Etkisi. Doğa Tr. J. of Agriculture and Forestry, 17 (1993), 1113-1119.
- BLOM, Z.M. 1989. Nitrate Accumulation in Vegetables and Its Relationship to Quality. Annals of Applied Biology, 115 (3) 553-561.
- CEMEROĞLU, B., ACAR, J. 1986. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:6, 512 sayfa, Ankara.
- CIESLIK, E., 1994. The Effect of Naturally Occurring Vitamin C in Potato Tubers on The Levels of Nitrates and Nitrites. Food Chemistry, 49 (3) 233-235.
- DOMINQUEZ, G.P. 1994. Nitrate and Nitrite in Vegetables Grown in Valencia Province. Alimentaria No: 249, 49-51.
- EKŞİ, A., 1975. Doğal ve Ticari Turunçgil Meyve Sularında Nitrat Miktarı ve Kalite Kontrolü Açısından Anlamı. A. Ü. Ziraat Fak.Yıllığı, A. Ü. Basımevi, s, 497-510, Ankara.
- FERRERA, J. 1995. Dutch Lettuce under Threat From Germany. Fresh Produce Journal, Nov.10,1,3.
- FENNEMA, O.R. 1985. Food Chemistry (Second Edition), Marcel Dekker Inc. 270 Madison Avenue, New York ,991p.
- FIDAN, F., SÜRMELE, N., GENÇ, Ç., 1993. Ispanaklarda Nitrat Birikimi Üzerine Çeşit, Azot Dozu ve Ekim Zamanının Etkisinin Araştırılması. Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler, Yayın No:2 39 s., Yalova.
- GAJDA, J., KARLOWSKI, K., 1993. The Content of Nitrates in Vegetables and Potatoes in 1987-1991. Roczniki Panstwowege Zakladu Higieny, 44 (4) 301-307.
- GAISER, M., RATHJEN, A., SPIESS, W. 1997. Nitrate Extraction During Blanching of Spinach. Lebensmittel- Wissenschaft und Technologie, 30(4) 349-355.
- GOLASZEWSKA, B., TARGASZEWSKA, B., ZALEWSKI, S. 1995. Effect of Storage and Culinary Process on Nitrate and Nitrite Contamination of Boiled Potatoes. Hygiene and Nutrition in Foodservice and Catering, 1(2) 101-109.
- GUNDIMEDA, U., NAIDU, A.N., KRISHNASWAMY, K., 1993. Dietary Intake of Nitrate in India. Journal of Food Composition and Analysis, 6(3) 242-249.
- HEROD- LESZCYNKA, T., MIEDZOBRODZKA, A., 1992. Effect of Fermentation Process on Levels of Nitrates and Nitrites in Selected Vegetables. Roczniki Panstwowege Zakladu Higieny 43 (3/4) 253-258.

- HUARTE-MENDICOA, J.C., Astiasaran, I., Bello, J., 1997. Nitrate and Nitrite Levels in Fresh and Frozen Broccoli. Effect of Freezing and Cooking. *Food Chemistry*, 58 (1-2) 39-42.
- JERMINI, M., MARTINONI, A., JELMINI, G. 1993. Evolution of Nitrate Content in Lettuce During Cold Store Conservation. *Mitteilungen Aus-dem Gebiete Der- Lebensmittel untersuchung Und Hygiene*, 84 (6) 677-686.
- KARLOWSKI, K., 1990. Nitrates in Vegetables Proposals for Their Limitation in Poland. *Roczniki Panstwowege Zakladu Higieny* 41 (1/2) 1-9.
- KORCHEMMAYA, N.A., 1992. Possible Means of Lowering Nitrate Contents in Vegetables. *Agrokhimiya* No: 5, 69-77.
- LESZCZYNSKA, T., 1996. Nitrates and Nitrites in Vegetables From Conventional and Ecological Plantations. *Bromatologia-I-Chemia-Toksykologiczna*, 29 (3) 289-293.
- LEUZZI, U., CIMINO, G., DUGO, G. 1996. Application of Ionic Chromatography to The Determination of The Anionic Composition in Vegetables Produced with Biological Method. *Rivista-di Scienzo del Alimentazione*, 25 (4) 349-355.
- LOON, A.J.M, KLAVEREN, J.N. 1991. Nitrate Intake of The Netherlands Population. *Woeding*, 52(4) 96-100.
- MARKOWSKA, A., KOTKOWSKA, A., FURMANEK, W., GACKOWSKA, L., SIWEK, B., KACPRZAK-STRZALKOWSKA, E., BLONSKA, A., 1995a. Estimation of Contents of Nitrates and Nitrites in Vegetables From The Province of Lodz. *Roczniki Panstwowege Zakladu Higieny* 46 (4) 341-348.
- MARKOWSKA, A., KOTKOWSKA, A., FURMANEK, W., GACKOWSKA, L., SIWEK, B., KACPRZAK-STRZALKOWSKA, E., BLONSKA, A., 1995b. Studies on The Contents of Nitrates and Nitrites in Selected Fresh and Thermally Processed Vegetables. *Roczniki Panstwowege Zakladu Higieny* 46 (4) 349-355.
- MEAH, M.N., HARRISON, N., DAVIES, A. 1994. Nitrate and Nitrite in Foods and Diet. *Food Additives and Contaminants*, 11 (4) 519-532.
- MICHALIK, H., BAKOWSKI, J., 1997. Changes in The Contents of Nitrites and Nitrates in Carrots and Spinach During Storage and Cooking. *Przemysl Fermentacyjny-I Owacowo Warzywny*, 41 (7) 32-34.
- MIEDZOBRODZKA, A., LESZCZYNSKA, T., KROWONKA, J., 1992. Changes in Nitrate and Nitrite contents of Carrots During Frozen Storage. *Bromatologia-I-Chemia- Toksykologiczna*, 25 (4) 337-341.
- MIEDZOBRODZKA, A., SIKORA, E., CIESLIK, E., LESZCZYNSKA, T. 1993. Nitrate and Nitrite Levels in Carrot, Roots. *Nahrung*, 37 (1) 41-45.
- NABRZYSKI, M., GAJEWSKA, R., 1994 The Content of Nitrate and Nitrite in Fruits and some other Foodstuffs. *Roczniki Panstwowege Zakladu Higieny* 45 (3) 167-180.
- PONOMAREV, P.F., KOWAL'CHUK, M.P., 1991. Possibilities for Decreasing Nitrates Contents in Spinach and Sorrel. *Tovarovedenie*, 24, 12-15.
- PSOTA, A., 1992. Nitrate in Vegetables Grown in Vienna. *Ernaehrung*, 16 (3) 159-162.
- RATH, S., XIMENES, M.I.N., REYES, F.R.G., 1994. Nitrate and Nitrite in Vegetable Cultivated at Distrito Federal: Preliminary Study. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 54 (2) 126-130.
- RUTKOWSKA, G., 1993. Contents of Nitrates and Nitrites in Vegetables. *Chlodnictwo*, 28 (2) 29-31.
- RUTKOWSKA, G., 1997. Contents of Nitrates in Spring Vegetables. *Chlodnictwo*, 32 (8) 33-35.
- RYBITSKAYA, A.S., 1991. Nitrate Contents in Fresh and Salted Carrots. *Tovarovedenie*, 24, 34-36.
- RYBITSKAYA, A.S., NAZARENKO, L.A., ESHCHENKO, V.F., 1993. Nitrate Contents in Potatoes Grown in The Paltova Region of Ukraine. *Tovarovedenie*, 26, 24-27.
- SIKORA, E., 1997. Nitrite, Nitrate Lead and Cadmium Content of Some Potato Varieties. *Bromatologia-I-Chemia-Toksykologiczna*, 30 (1) 55-61.
- SYMCAZAK, J., PRESCHA, A., 1999. Content of Nitrates and Nitrites in Market Vegetables in Wroclaw in The Year 1996-1997. *Roczniki Panstwowege Zakladu Higieny* 50 (1) 17-23.
- ŞAHİN, İ., ÇOPUR, U., KORUKOĞLU, M., GÖÇMEN, D., ERSÖZ, N., 1995. Havuç, Turp, Kereviz, Şalgam ve Karnabaharın Nitrat ve Nitrit Miktarı Üzerine Araştırma. *U.Ü. Ziraat Fak. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler*, No: 1, 27 s., Bursa.
- TEKELİ, S.T., GÜRSES, Ö.L. 1972. Türkiye'de Yetiştirilen Ispanakların Nitrat Miktarları Üzerine Araştırmalar. *Zir. Fak. Yıllığı*, 22 (3-4) 340-347.
- ÜSTÜN, Ş., TOSUN, İ., 1998. Çiğ Olarak Tüketilebilen Sebzelelerin Nitrat İçerikleri Üzerine Bir Araştırma. *OMÜZF Dergisi* 13 (2): 13-19, Samsun.
- WAWRZYŃIAK, A., GRONOWSKA-SENGER, A., MAJCHRZAK, D., 1993. Nitrates and Nitrites in Certain Vegetables Given to Hospitalised Children. *Roczniki Panstwowege Zakladu Higieny* 44 (4) 317-323.
- WIECZOREK, C., TRACZYK, I., 1995. Changes of Nitrate, Nitrite and Vitamin C. Contents in Leek. *Przemysl Spozywczy*, 49 (11) 437-439.
- ZENGİN, M., GÜLDEREN, M.S., 1997. Nitrate and Nitrite Contents of The Some Fruits Sold in Bazaars in Konya City. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 21 (5), 463-468.
- YANG, Y.J., 1992. Effect of Storage Treatment on NO₃ and NO₂ Contents in Vegetables. *Korean Society for Horticultural Sciences*, 33 (2) 125-130.