

ÇEŞİTLİ AZOTLU GÜBRELERİN DEĞİŞİK ZAMANLARDA HASAT EDİLEN İSPANAK BİTKİSİNDE (Spinaceae oleraceae L.) OKSALİK ASİT OLUŞUMU ve AZOT ASİMİLASYONU ÜZERİNE ETKİSİ

Bülent TOPCUOĞLU
Akd. Ü. Teknik Bil. M.Y.O., Antalya

A.Cihat KÜTÜK
A.Ü. Ziraat Fak. Toprak Böl., Ankara

Özet

Ankara koşullarında yürütülen tarla denemesinde toprağa uygulanan değişik azotlu gübrelerden amonyum nitrat ve üre I. hasat zamanında ıspanak bitkisinin toplam ve fizyolojik etkili oksalik asit içeriği üzerinde amonyum sülfat gübresinden daha fazla artış sağlamıştır. II. hasatta azotlu gübrelerin toplam ve fizyolojik etkili oksalik asit üzerinde etkilerindeki farklılıklar görülmemiştir. Azotlu gübrelerin toprağa artan miktarlarda uygulamaları ile ilgili olarak ıspanak bitkisinde toplam ve fizyolojik etkili oksalik asit, toplam ve organik bağlı azot ve K içerikleri ile asimile edilmiş azot oranı artmış, Ca içeriği ise azalmıştır. İkinci hasatta ıspanak bitkilerinin toplam ve fizyolojik etkili oksalik asit, toplam azot ve fosfor içeriklerinin ilk hasat edilen ıspanak bitkilerinininkinden daha az olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ispanak, Oksalik Asit, Azot, Hasat Zamanı, Mineral İçeriği.

Effects of Different Nitrogenous Fertilizers on the Oxalic Acid Formation and Nitrogen Assimilation in Spinach Plant (Spinaceae oleraceae L.) Harvested in Different Times

Abstract

In a field experiment carried out in Ankara conditions which ammonium nitrate and urea among the nitrogenous fertilizers applied to soil resulted higher contents of total and physiologically active oxalic acids in spinach plant than that of ammonium sulphate fertilizer in the first harvest time. In the second harvest, no differences of nitrogenous fertilizers on the total oxalic acid and physiologically active oxalic acid contents of spinach plant were obtained. In spinach plant, total and physiologically active oxalic acids, total and organic fixed nitrogen and K contents and assimilated nitrogen rate were increased while Ca was decreased by the applications of increasing rate of nitrogenous fertilizers. In the second harvest, total and physiologically active oxalic acids, total nitrogen and phosphorus contents of spinach plant were determined lesser than those of the first harvested spinach plant.

Key Words: Spinach, Oxalic Acid, Nitrogen, Harvest Time, Mineral Content.

1.Giriş

Dünyada ve ülkemizde yaprağı tüketilen sebzeler grubunda yer alan ıspanak, 170.000 ton'luk üretim miktarı ile ayrı bir öneme sahip sebze türüdür (Anonim, 1995). Diğer yandan ıspanak bitkisi yüksek düzeyde mineral madde, vitaminler ve protein içerikleri ile insan beslenmesinde de önemli bir sebzedir (Wooster, 1954). Bengtsson ve ark. (1966)'nin bildirdiğine göre ıspanak

bitkisinin besleyici değeri vitamin C ve mineral maddeler gibi pozitif, oksalik ve nitrat gibi negatif faktörlerle belirlenmektedir.

İnsan ve hayvan beslenmesinde oksalik asitin özel bir önemi vardır. Oksalik asit içeriği yüksek bitkisel besinlerle beslenen insan ve hayvanlarda ishal, kusma, hazım zorlukları, akut zehirlenme, böbrek taşı, idrar yollarında

kum oluşumu ve kalsiyum noksanlığı gibi rahatsızlıklar görülebilmektedir. Kalsiyum ile birleşerek kalsiyum oksalat kristalleri şeklinde böbrek taşı oluşumu ile süt annelerinin sütündeki kalsiyum azalmasına ve anne sütü ile beslenen çocuklarda kemik oluşumuna olumsuz etkisi nedeniyle oksalik asit "raşitogen madde" olarak da tanımlanmaktadır (Grutz, 1956).

Bitkilerde normal karboksilat yada organik anyon (C-A) içeriği bitki türleri arasında geniş ölçüde değişiklik göstermekte ve en yüksek değerler Kazayağıgiller familyasına ait olan ıspanak, pancar ve karabuğdayda yer almaktadır. Bu bitkilerde iyonik dengenin sağlanmasında önemli bir görev alan oksalik asit (Schmith ve ark. 1971), ıspanak bitkisinin kuru maddesinde % 15 kadar bulunabilmektedir (Kitchen ve ark. 1964). Oksalik asiti fazla miktarlarda oluşturan bitkilerde gübreleme, yetiştirme mevsimi, ışıklanma, sıcaklık, hasat zamanı vb. birçok etmenin bitkide oksalik asit oluşumu ve birikiminde etkili olduğu saptanmıştır.

Ülkemizde ıspanak bitkisi, sonbahar, kış ve ilkbahar olmak üzere üç farklı dönemde yetiştirilmektedir. Yazlık sebze türlerinden önce veya sonra ikinci bir ürün olarak yetiştirilen ıspanak, 35-40 gün gibi kısa bir sürede hasat olgunluğuna gelebilmektedir. Bu nedenle yetiştirme dönemi sırasında ıspanak bol miktarda bitki besinine gereksinim duymaktadır. Bu bitki besinlerinin başında da azot gelmektedir.

Azotlu gübrelerin bitkisel üretimde verim artışı üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle tüketimleri giderek aşırı düzeylere ulaşmaktadır. Aşırı dozlarda azotlu gübre tüketimi sebze bitkilerinin azotlu gübrelerle karşı çok iyi tepki göstermeleri nedeniyle ürün miktarını

hızla arttırmakta ancak bunun yanında ürün kalitesinde bozulma, çevre kirliliği ve bu besinlerle beslenen insan ve hayvanlarda çeşitli sağlık sorunlarını da ortaya çıkarmaktadır. Toprakta azot, bitkiler tarafından temel olarak NH_4 ve NO_3 formunda alınmaktadır. Azot formunun ve miktarının oksalik asit oluşumunda önemli etki yaptığı bildirilmiştir (Krstic ve ark. 1986, Raven ve Smith, 1976, Schmith ve ark. 1971, Kirkby ve Mengel 1967, Merkel 1973, Topcuoğlu ve Yalçın 1994, Yalçın ve Topcuoğlu 1994).

Bu çalışmada ülkemizde önemli miktarda üretilen ve tüketimi yapılan ıspanak bitkisinde oksalik asit oluşumu ile azot, kalsiyum, potasyum ve fosfor içerikleri, fizyolojik etkili oksalik asit miktarı ve azot asimilasyonu üzerine; tarla koşullarında toprağa değişik miktarlarda uygulanan amonyum sülfat, amonyum nitrat ve üre gübrelere etkileri ile hasat zamanının etkisi araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metod

Deneme Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Sebze Araştırma ve Uygulama bahçesinde gerçekleştirilmiştir. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1' de verilmiştir.

Çizelge 1. Toprak Örneğinin (0-20 cm) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

ÖZELLİKLER		YÖNTEMLER
Tekstür	Tın	Bouyoucos (1951)
Kum, %	33.04	
Silt, %	40.62	
Kil, %	26.34	
CaCO ₃ , %	13.70	Çağlar (1949)*
Organik madde, %	1.08	Jackson (1962)*
PH	7.76	G. ve Peech (1960)*
Toplam N, %	0.053	Bremner (1965)*
Yarayıklı P, mg/kg	7.78	Olsen ve ark. (1954)*
Değ.K, me/100 g	0.16	Pratt (1965)*
Değ.Na, me/100 g	1.41	Pratt (1965)*
Değ.Ca, me/100 g	6.77	Pratt (1965)*
Değ. Mg, me/100 g	8.11	Pratt (1965)*

* Kacar (1995)'de yer almaktadır.

Tesadüf blokları deneme desenine göre üç faktörlü ve üç tekerrürlü olarak planlanan denemede (1.50 m x 2.00 m) 3.00 m² ölçüsünde parseller hazırlanmıştır. Parselasyon yapıldıktan sonra temel gübre olarak tüm parsellere 5 kg/da P₂O₅ (TSP, % 42-44 P₂O₅) ölçüsünde fosforlu gübre uygulanmıştır. Azotlu gübreler aşağıdaki uygulama düzeylerinde toprak yüzeyine serpilerek uygulanmıştır.

Uygulama Düzeyleri	Azotlu Gübreler
N ₀	0
N ₁	5
N ₂	10
N ₃	15
N ₄	20
N ₅	25

Azotlu gübre uygulamalarından sonra her parselde açılan çizilere ıspanak (Matador var.) tohumları 2 kg/da ölçüsünde uygulanmış ve tohumların üzeri açık kalmayacak şekilde örtülmüştür. Ekim işlemi 4 Ağustos 1996'da yapılmıştır. Çimlenmeden sonra ıspanak bitkilerinin seyreltme (sıra üzerinde 5'er cm aralıklarla), sulama, ot ayıklama vb. bakım işleri ile fenolojik gözlemler düzenli olarak yapılmıştır. Deneme planına göre iki ayrı hasat zamanı için hazırlanmış parsellerde I. hasat, ıspanak bitkilerinin 15-20 cm büyüklüğe ulaştıkları 20.10.1996 tarihinde, II. hasat ise bu tarihten 20 gün sonra 11.11.1996 tarihinde toprak yüzeyinden kesilmek suretiyle yapılmıştır.

Hasat edilen parsellerden toplanan ıspanak bitkilerinden rastgele örnekleme yapılarak tüm bitki aksamı (yaprak + yaprak sapı) analiz edilmiştir. Analizler için alınan bitki örnekleri Kacar (1962) tarafından bildirildiği şekilde yıkama, kurutma ve öğütme işlemleriyle

analizlere hazırlanmıştır. Kurutulan bitki örneklerinde toplam oksalik asit Adriaanse ve Robbers (1970), toplam azot Bremner (1965) organik bağlı azot Mitchell (1972) tarafından bildirildiği şekilde belirlenmiştir. Kacar (1972) tarafından bildirildiği şekilde HNO₃ + HClO₄ asit karışımı ile yaş yakılan bitki örneklerinde toplam fosfor, potasyum ve kalsiyum sırasıyla spektrofotometrik, fleymfotometrik ve atomik absorpsiyon spektrofotometrik olarak belirlenmiştir: Fizyolojik etkili oksalik asit Shupman ve Weinmann (Allison, 1966) tarafından ifade edildiği şekilde toplam oksalik asitin toplam kalsiyumdan fazla eşdeğer miktarları olarak, asimile edilmiş azot oranı ise toplam azot içindeki organik bağlı azotun oranı (%) olarak hesaplanmıştır. Araştırma bulgularının istatistiki analizleri Düzgüneş (1963)'e göre yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Toprağa artan miktarlarda uygulanan değişik azotlu gübrelerin ve farklı hasat zamanının tarla koşullarında yetiştirilen ıspanak bitkisinde toplam oksalik asit (TOA), toplam azot (N), organik bağlı azot (OBA), toplam kalsiyum (Ca), potasyum (K) ve fosfor (P), içerikleri ile fizyolojik etkili oksalik asit (FEOA) miktarı ve asimile edilmiş azot oranı (AEAO) üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi Çizelge 2'de verilmiştir.

Toprağa uygulanan değişik azotlu gübrelerin ıspanak bitkisinin toplam N, organik bağlı azot, toplam Ca, K, P içerikleri ve asimile edilmiş azot oranı üzerine; gübre düzeyinin ıspanak bitkisinde incelenen ölçütlerden P içeriği üzerine ve hasat zamanının ise Ca, K içerikleri ve asimile edilmiş azot oranı üzerine etkisi istatistiki yönden önemli bulunmamış; anılan varyasyon

Çizelge 2. Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Değişik Azotlu Gübreler ile Hasat Zamanının Ispanak Bitkisinde Toplam Oksalik Asit, Toplam N, Organik Bağlı Azot, Toplam Ca, K, P İçerikleri ile Fizyolojik Etkili Oksalik Asit Miktarı ve Asimile Edilmiş Azot Oranı Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Kareler Ortalaması							
	TOA	N	OBA	Ca	K	P	FEOA	AEO
Hasat Zamanı	436**	3.67**	2.24**	1.40	0.009	0.007*	23311006**	4.2
Azotlu Gübre	6.86**	0.001	0.014	0.030	0.173	0.002	445372**	26.3
Gübre Düzeyi	104**	5.24**	5.27**	2.092**	2.932**	0.003	8769761**	560.9*
Hasat Zamanı x Azot.Gübre	4.40*	0.006	0.019	0.232	0.046	0.006	168159	11.4
Hasat Zamanı x Güb.Düzeyi	8.89**	0.122	0.285	0.309	0.254	0.002	508774**	374.1
Azot.Güb.xGüb.Düzeyi	0.73	0.005	0.006	0.091	0.255	0.003	33739	20.5
Hasat Z.A.GübrexGübre Düzeyi	0.68	0.086	0.009	0.112	0.515	0.002	106359	13.6

**P<0.01 *P<0.05

Çizelge 3. Toprağa Değişik Düzeylerde Uygulanan Farklı Azotlu Gübrelerin İki Ayrı Zamanda Hasat Edilen Ispanak Bitkisinin Toplam Oksalik Asit, Toplam N, Organik Bağlı Azot, Toplam Ca, K ve P İçerikleri ile Fizyolojik Etkili Oksalik Asit Miktarı ve Asimile Edilmiş Azot Oranı Üzerine Toplu Etkileri.

Hasat Zamanı	Gübre Çeşidi	Doz	TOA, %	N, %	OBA, %	Ca, %	K, %	P, %	FEOA, me/kg	AEO, %
I	AS	N ₀	9.41 ¹	2.05	1.63	2.17	2.34	0.410	1005	79.5
		N ₁	9.42	2.32	1.55	1.68	2.70	0.354	1253	67.5
		N ₂	11.48	2.68	2.11	1.76	3.32	0.339	1674	79.9
		N ₃	11.81	2.83	2.27	1.37	2.83	0.331	1937	79.8
		N ₄	12.52	3.12	2.74	1.55	2.92	0.331	2007	87.7
	AN	N ₀	10.28	1.99	1.61	2.00	2.51	0.424	2418	83.1
		N ₁	10.13	2.25	1.80	1.74	2.68	0.373	1380	79.7
		N ₂	13.58	2.70	2.07	1.73	2.91	0.369	2155	78.7
		N ₃	14.07	2.82	2.23	1.10	3.48	0.306	2577	86.2
		N ₄	15.11	3.15	2.72	1.27	2.96	0.347	2720	84.2
	ÜRE	N ₀	14.63	3.29	2.78	1.19	3.32	0.392	2654	79.8
		N ₁	9.33	2.03	1.62	2.13	2.41	0.370	1008	79.8
		N ₂	10.63	2.28	1.81	1.93	2.47	0.315	1398	79.6
		N ₃	13.26	2.72	2.15	1.97	3.66	0.333	1963	80.4
		N ₄	12.85	2.86	2.19	1.31	2.86	0.315	2202	76.6
II	AS	N ₀	14.23	3.09	2.75	1.51	2.75	0.346	2409	89.2
		N ₁	14.86	3.30	2.77	1.50	3.32	0.225	2551	83.4
		N ₂	3.16	1.42	0.95	2.87	1.84	0.225	-732	65.7
		N ₃	6.65	2.00	1.69	1.89	2.74	0.335	531	84.8
		N ₄	7.36	2.27	1.77	1.70	3.59	0.336	784	77.3
	AN	N ₀	10.59	2.40	1.91	1.49	2.85	0.319	1607	79.6
		N ₁	9.58	3.05	2.79	1.18	3.09	0.368	1538	91.7
		N ₂	12.10	2.94	2.33	1.56	4.01	0.324	1911	80.7
		N ₃	3.67	1.49	0.96	2.40	2.37	0.339	-383	63.1
		N ₄	7.80	1.86	1.61	1.63	2.41	0.340	917	87.4
	ÜRE	N ₀	8.30	2.28	1.75	1.41	3.68	0.370	1139	76.1
		N ₁	10.27	2.33	1.92	1.91	2.95	0.316	1330	82.6
		N ₂	9.52	3.05	2.75	1.59	2.91	0.339	1322	90.2
		N ₃	11.21	2.90	2.30	1.31	3.42	0.325	1836	80.7
		N ₄	3.21	1.44	0.94	2.04	2.45	0.374	-308	63.4
ÜRE	N ₀	6.73	1.95	1.65	1.79	2.70	0.341	600	85.3	
	N ₁	8.20	2.29	1.83	1.61	2.28	0.321	1019	79.3	
	N ₂	10.16	2.29	1.93	1.38	2.82	0.323	1570	84.5	
	N ₃	9.59	3.02	2.75	1.37	3.53	0.333	1445	91.4	
	N ₄	11.32	2.93	2.36	1.48	3.10	0.340	1776	82.3	

¹: 3 değin ortalamasıdır.

kaynaklarının incelenen diğer ölçütler üzerine etkisi önemli bulunmuştur.. Toprağa uygulanan azotlu gübrelerin ıspanak bitkisinde toplam oksalik asit içeriği ve fizyolojik etkili oksalik asit miktarı üzerine etkisi önemli olurken, hasat zamanı-azotlu gübre interaksyonu ve hasat zamanı-gübre düzeyi interaksyonunun incelenen ölçütlerden toplam oksalik asit ile fizyolojik etkili oksalik asit üzerine önemli etki yaptığı saptanmıştır (Çizelge 2).

Ispanak bitkisinde toplam oksalik asit, toplam N, organik bağlı azot, toplam Ca, K ve P içerikleri, fizyolojik etkili oksalik asit miktarı ve asimile edilmiş azot oranı üzerine toprağa değişik miktarlarda uygulanan farklı azotlu gübreler ile hasat zamanının etkileri toplu olarak Çizelge 3'de verilmiştir. Ispanak bitkisinin toplam oksalik asit içeriği ile fizyolojik etkili oksalik asit miktarı üzerine hasat zamanı-azotlu gübre interaksyonunun etkisi Çizelge 4'de ve hasat zamanı-gübre düzeyi interaksyonunun etkisi Çizelge 6'da verilmiştir. Ispanak bitkisinin toplam N, organik bağlı azot, toplam Ca, K, P içerikleri ve asimile edilmiş azot oranı üzerine toprağa uygulanan azotlu gübre düzeylerinin bireysel etkisi Çizelge 5'de, hasat zamanının bireysel etkisi Çizelge 7'de verilmiştir.

Toprağa uygulanan değişik azotlu gübrelerin ıspanak bitkisinde toplam oksalik asit içeriği ile fizyolojik etkili oksalik asit miktarı üzerine etkileri I. hasat zamanında farklı olmuştur. I. hasat zamanında amonyum nitrat ve üre uygulamalarında toplam oksalik asit içeriği ile fizyolojik etkili oksalik asit miktarında amonyum sülfat uygulamalarından daha fazla artış sağlanmıştır. II. hasat zamanında bu farklılık saptanmamıştır (Çizelge 4). Bu

konuda yapılan çalışmalarında El Hadi ve ark (1985) ıspanak bitkisinde toplam oksalik asit içeriğini kalsiyum nitrat uygulamalarının arttırdığını, üre ve amonyum sülfat uygulamalarının azalttığını, Ehrendorfer (1964), Yalçın ve Topcuoğlu (1994), Leskovec ve Dobersec-Urbanc (1972), Maercke (1973), Merkel (1973), Egmond (1971), Topcuoğlu ve ark. (1996), Grutz (1953) amonyum sülfat ve kalsiyum nitrat uygulamalarının ıspanak bitkisinde toplam oksalik asit içeriğini arttırdığını ve nitrat azotlu gübrelerin oksalik asit içeriğinde amonyum azotlu gübrelerden daha fazla artış sağladığını belirlemişlerdir. Topcuoğlu (1993) toprağa kireç uygulanmasında fizyolojik etkili oksalik asit içeriğinin azaldığını, Topcuoğlu ve ark. (1996) ise amonyum sülfat ve kalsiyum nitrat uygulamalarının ıspanak bitkisinde fizyolojik etkili oksalik asit oluşumunu arttırdığını saptamışlardır.

Azot formunun oksalik asit oluşumu üzerindeki etkisine ilişkin Krstic ve ark. (1986)'e göre NO_3 azotu ile beslenen bitkilerde NH_4 azotu ile beslenen bitkilerden daha fazla oksalik asit birikmesi, NO_3 'ün bitki bünyesinde metabolize olması sonunda üretilen OH^- iyonlarından doğan alkaliliğin oksalik asit oluşumuyla dengelenmesinden kaynaklanmaktadır. Kritzman ve Henis (1977) amonyum iyonlarının glioksilat döngüsünde oksalat sentezini sağlayan enzim aktivitesini engelleyerek amonyum azotu ile beslenme koşullarında oksalik asit içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir. Kirkby ve Mengel (1967) beslenmenin şekli ne olursa olsun bitkilerin yaprak, yaprak sapı, gövde ve kök dokularında anyon-kasyon dengesi olduğunu, amonyumla beslenen bitkilerin nitratla beslenenlere göre inorganik katyonlar ile organik asitleri daha düşük, inorganik

Çizelge 4. Ispanak Bitkisinin Toplam Oksalik Asit İçeriği ve Fizyolojik Etkili Oksalik Asit Miktarı Üzerine Hasat Zamanı-Azotlu Gübre İnteraksiyonunun Etkisi

Hasat Zamanı	Azotlu Gübre	TOA, %	FEOA, me/kg
I	AS ¹	11.42 b	1716 c
	AN	12.97 a	2128 a
	Üre	12.53 a	1922 b
II	AS	8.24 c	940 d
	AN	8.46 c	1027 d
	Üre	8.20 c	1017 d
LSD, %5		0.482	122

¹: 18 değerlerin ortalamasıdır.

Çizelge 5. Ispanak Bitkisinin Toplam N, Organik Bağlı Azot, Toplam Ca, K ve P İçerikleri ve Asimile Edilmiş Azot Oranı Üzerine Toprağa Uygulanan Azotlu Gübre Düzeylerinin Bireysel Etkileri

Gübre Düzeyi	N, %	OBA, %	Ca, %	K, %	P, %	AEAO, %
N ₀	1.74 ¹ d	1.29 d	2.27 a	2.31 d	0.357	72.08 c
N ₁	2.11 c	1.69 c	1.78 b	2.62 cd	0.343	80.72 abc
N ₂	2.47 b	1.95 b	1.72 b	3.25 ab	0.341	79.25 bc
N ₃	2.57 b	2.07 b	1.39 c	3.02 bc	0.321	80.30 abc
N ₄	3.08 a	2.75 a	1.41 c	3.03 b	0.339	89.406 a
N ₅	3.11 a	2.55 a	1.42 c	3.40 a	0.336	82.25 ab
LSD, %5		0.1993	0.2183	0.3765		79.737

¹: 18 değerlerin ortalamasıdır.

Çizelge 6. Ispanak Bitkisinin Toplam Oksalik Asit İçeriği ve Fizyolojik Etkili Oksalik Asit Miktarı Üzerine Hasat Zamanı-Gübre Düzeyi İnteraksiyonunun Etkisi

Hasat Zamanı	Gübre Düzeyi	TOA, %	FEOA, me/kg
I	N ₀	9.67 ¹ d	1099 f
	N ₁	10.06 d	1344 e
	N ₂	12.77 b	1930 c
	N ₃	12.91 b	2239 b
	N ₄	13.95 a	2379 ab
	N ₅	14.45 a	2541 a
II	N ₀	3.35 f	-474 h
	N ₁	7.06 e	683 g
	N ₂	7.95 e	981 f
	N ₃	10.34 d	1502 de
	N ₄	9.56 d	1435 e
	N ₅	11.54 c	1691 cd
LSD, %5		0.963	244

¹: 9 değerlerin ortalamasıdır.

Çizelge 7. Ispanak Bitkisinin Toplam N, Organik Bağlı Azot, Toplam Ca, K ve P İçerikleri ve Asimile Edilmiş Azot Oranı Üzerine Hasat Zamanının Bireysel Etkisi

Hasat Zamanı	N, %	OBA, %	Ca, %	K, %	P, %	AEAO, %
I	2.69 ¹ a	2.18 a	1.62	2.94	0.350 a	80.74
II	2.33 b	1.90 a	1.70	2.93	0.332 b	80.35

¹: 54 değerlerin ortalamasıdır.

anyonları ise daha yüksek oranda içerdiğini bildirmişlerdir. Breteler (1973)'e göre bitki metabolizmasında iyonik dengeyi sağlamada inorganik anyonların inorganik katyonlardan eksik olan eşdeğer miktarları karboksilat anyonlarıyla (oksalat, malonat, sitrat, fumarat, suksinat) dengelenmekte, nitrat ile beslenen bitkiler amonyum ile beslenenlerden daha fazla karboksilat değerine sahip olmaktadır. Raven ve Smith (1976) ise NH_4 ve NO_3 ile meydana gelen H^+ ve OH^- konsantrasyonlarındaki değişimin fazla H^+ iyonlarının kökten salgılanmasıyla, fazla OH^- iyonlarının ise metabolizmada organik asitlerin (oksalat, malat, sitrat vd.) sentezi, HCO_3^- iyonlarının dekarboksilasyonu ve/veya köklerden salgılanması ile dengelendiğini bildirmişlerdir. Nitrat indirgenmesi sırasında ($\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{OH}^-$) üretilen OH^- iyonlarından doğan bitki hücrelerinde artan alkalitenin oksalik asit oluşumuyla dengelenmesi bitki hücrelerinde oksalik asitin iki OH^- 'i bağlaması ve enerjik olarak yararlı ve sentezi en kolay organik asit olması nedeniyle hücrelerde alkalilik sorununa karşı üretilen en kolay çözüm olduğu sanılmaktadır (Krstic ve ark., 1986). Azot formunun oksalat oluşumuna etkisine ilişkin yukarıdaki literatürde nedenleri açıklandığı şekilde I. hasat zamanında amonyum sülfat uygulamasıyla sağlanan daha düşük oksalat içeriklerinin II. hasatta sağlanamamasının, topraklarda cereyan eden hızlı nitrifikasyon olaylarının etkisinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Uygulanan farklı azotlu gübrelerin değişik uygulama düzeylerinin ıspanak bitkisinde toplam ve fizyolojik etkili oksalik asit, toplam N, organik bağlı azot, toplam K, Ca içerikleri ve asimile

edilmiş azot oranı üzerine etkileri farklı olmuştur (Çizelge 2 ve Çizelge 5). Toprağa artan miktarlarda verilen azotlu gübrelerle ilgili olarak toplam oksalik asit içeriği, fizyolojik etkili oksalik asit miktarı, toplam N, organik bağlı azot, K içerikleri ve asimile edilmiş azot oranı artarken Ca içeriği azalmıştır (Çizelge 5, Çizelge 6). Ispanak bitkisinde toplam oksalik asit içeriği ve fizyolojik etkili oksalik asit miktarı her iki hasat zamanında azotlu gübre düzeylerinin artan uygulamalarıyla ilgili olarak artarken, II. hasat zamanında belirlenen değerler I. hasat zamanından daha düşük saptanmıştır (Çizelge 6). Egmond (1971) fazla azotlu gübrelemenin ıspanakta oksalik asit içeriğini arttırdığını, El Hadi ve ark.(1985), Yalçın ve Topcuoğlu (1994), Topcuoğlu ve ark.(1996), Maercke (1973), azotlu gübrelemenin artan miktarlarda uygulanması ile ilgili olarak oksalik asit içeriğinin arttığını belirlemişlerdir. Artan azot uygulamalarında bitkinin toplam Ca içeriğindeki azalış Ehrendorfer (1964), Haddock ve ark. (1957), Ahmad (1980), Yalçın ve Topcuoğlu (1994), Topcuoğlu ve ark. (1996) bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Shupman ve Weinmann tarafından ifade edildiği şekilde toplam oksalik asitin toplam kalsiyumdan fazla olan eşdeğer miktarları olarak kabul edilen fizyolojik etkili oksalik asit miktarı (Allison 1966), azotlu gübrelerin uygulanması ile ilgili olarak gerek Ca içeriğinin azalması ve gerekse oksalik asitin artması sonucunda artış göstermiştir. Bu konuda Topcuoğlu ve ark. (1996) tarafından azotlu gübrenin ıspanak bitkisinin Ca içeriği ve fizyolojik etkili oksalik asit miktarı üzerine etkilerine ilişkin benzer bulgular saptanmıştır.

Ispanak bitkisinin K içeriği azotlu

gübrelerin artan miktarları ile ilgili olarak genelde artmış, ancak K içeriği üzerine etkide bazı uygulama düzeyleri arasında farklılık olmamıştır (Çizelge 5). Bu durum Yalçın ve Topcuoğlu (1994)'nin önceki bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

İspanak bitkisinin toplam N içeriğindeki artışa paralel olarak organik bağlı azot içeriğide azotlu gübrelerin artan düzeyleri ile ilgili olarak artmıştır (Çizelge 5). Asimile edilmiş azot oranı azot uygulamalarının N₄ düzeyinde (20 kg N/da) en yüksek olmuştur. Benzer bulgular Topcuoğlu ve ark. (1996)'nin yaptığı çalışmada da belirlenmiştir.

Değişik miktarlardaki amonyum sülfat, amonyum nitrat ve üre gübrelerinin uygulandığı parsellerde tarla koşullarında yetiştirilen ıspanak bitkisinin toplam oksalik asit içeriği, fizyolojik etkili oksalik asit miktarı, toplam N, organik bağlı azot ve P içerikleri bitkilerin hasat zamanına göre farklılık göstermiştir (Çizelge 6 ve Çizelge7). İkinci hasatta bitkinin toplam oksalik asit, toplam N ve P içerikleri ile fizyolojik etkili oksalik asit miktarı azalmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalarda Eheart ve Massey (1962), Kitchen ve Burns (1965), Mathems ve Sutherland (Kitchen ve Burns 1965), Shupman (Bengston ve ark. 1966) genç yaprakların daha fazla oksalik asit içerdiğini, mevsim ilerlerken oksalat içeriğinin azaldığını ve geç yapılan hasatta ıspanak bitkilerinin daha az oksalik asit içerdiklerini belirlemişlerdir. Sengbusch ve ark. (Bengston ve ark., 1966) geç yapılan hasatta oksalik asitin az saptanmasını hasat tarihinin gecikmesine bağlı olarak ıspanak bitkisinde gövde ve sap gibi düşük oksalat içeren dokuların gelişme süresinin sonuna doğru göreceli olarak artmasından kaynaklandığı şeklinde

açıklamıştır. Değişik ıspanak çeşitlerinde dokuların oksalik asit içeriklerinin çim yapraklarında % 23.6-26.7, yaşlı yapraklarda % 15.3-16.5, genç yapraklarda % 6.1-7.9, yaprak sapında % 4.9-5.7 ve kökte % 6.0-6.6 olduğu belirlenmiştir (Grutz, 1953). Literatür bildirişleri dikkate alındığında araştırma bulgularının literatürle uyum gösterdiği görülmektedir. Ancak bu konuda Maximov, De Vilmarin, Grutz, Zaremski ve Hodkingson (Kitchen ve Burns 1965) tarafından oksalik asitin yaprak yaşlılığı ile arttığı ve yapraklarda biriktiği, yetiştirme mevsiminin sonuna doğru yapraklarda daha fazla oksalik asit görüldüğü şeklinde karşıt görüşler de sunulmuştur. Söz konusu bu literatürlerde bildirilen karşıt görüşler Kitchen ve Burns (1965)'e göre yapılan denemelerin ıspanak bitkisinin olgunlaşma aşamalarının farklı karşılaştırılması ve yetiştirme mevsimindeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Yaprak ayası gibi fotosentetik dokuların oksalik asiti yaprak sapından daha fazla içermesi nedeniyle belli bir çeşidin oksalik asit içeriği onun genel morfolojik yapısı ile gelişim aşamalarında oluşturduğu fiziki yapının bir fonksiyonu olarak karşımıza çıkmaktadır. Toplam ve organik bağlı azot ile toplam P içeriğinin II. hasatta daha az belirlenmesi geç yapılan hasatla uzatılan vegetatif gelişmede bitki dokusunda fotosentez ürünlerinin birikmesi sonucu sağlanan kuru madde artışının elementler üzerindeki seyreltme etkisi ile açıklanabilir.

4. Sonuç

Tarla koşullarında yetiştirilen ıspanak bitkisinde, uygulanan değişik azotlu gübrelerden amonyum sülfatın, amonyum nitrat ve üre gübrelerine göre daha az toplam oksalik asit içeriği ve fizyolojik etkili oksalik asit miktarı

oluşturduğu sağlanmıştı. Ancak hasat döneminin uzamasıyla bu yöndeki farklılıklar ortadan kalkmıştır. Her üç azotlu gübrenin artan miktarlarıyla ilgili olarak toplam oksalik asit içeriği ve fizyolojik etkili oksalik asit miktarı artmakta ve bu durum pratik olarak fazla azotlu gübre uygulamasından kaçınılması gereğini göstermektedir. Diğer yandan azot formunun oksalik asit oluşumundaki etkisiyle ilgili olarak, topraklarda genelde hızlı gerçekleşen nitrifikasyon olayları nedeniyle, bitkiye azotlu gübre uygulamalarında nitrifikasyon inhibitörü uygulanmasının olumlu sonuçlar vereceği düşünülmektedir.

Ispanak bitkisinde asimile edilmiş azot oranının, azotlu gübre uygulamalarının N_4 (20 kgN/da) düzeyinde en yüksek olmasına karşın bu düzeyde azotlu gübrelemede en yüksek toplam ve fizyolojik etkili oksalik asit değerleri saptanmıştır. Bitkide azot asimilasyonunun yüksek oluşu aranan bir niteliklidir. Ancak araştırma bulgularında saptandığı şekilde, azotlu gübrenin artan miktarda uygulamalarında asimile edilmiş azot oranı artarken oksalik asit oluşumundaki artış, kalite yönünden ıspanak bitkisine denemenin yapıldığı bölge koşullarında önerilebilecek azot dozu üzerinde çelişki yaratmaktadır.

Geç yapılan hasatta ıspanak bitkisinin önemli bir kalite ögesi olan toplam ve fizyolojik etkili oksalik asitin azaldığının belirlenmesi, hasat zamanını, ıspanak bitkisinin kalitesini etkileyen önemli bir tarımsal pratik olarak ortaya çıkarmaktadır.

5. Kaynaklar

Adriaanse, A. und Robbers, I.E., 1970. Über eine modifizierte gessamtoalat bestimmung in gemüsen. Z. Lebensm.-Unters. U. Fors. 141, 158-160.

- Ahmad, N., 1980. Interaction of nitrogen phosphorus and zinc application to under field conditions. Pakistan Journal of Agricultural Research, 1 (e): 125-130.
- Allison, R.M., 1966. Soluble oxalates, ascorbic and other constituents of rhubarb varieties. J. Sci. Fd. Agric., 17: 554-557.
- Anonim, 1995. T.C. Başbakanlık D.İ.E. Tarım İstatistikleri Özeti, Yayın No: 1728, Ankara.
- Bengtsson, B.L., Bosund, I. and Hilmi, A., 1966. Mineral salts and oxalate content in spinach leaves as a function of development stage. Zetischrift für Pflanzenernahrung Düngung und Bodenkunde, 115: 192-199.
- Bouyoucos, G.D., 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soil. Agron. J. 43: 434-438.
- Bremner, J.M., 1965. 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.
- Breteler, H., 1973. A comparison between ammonium and nitrate nutrition of young sugar-beet grown in nutrient solutions at constant acidity. 1. Production of dry matter, ionic balance and chemical composition. Neth. J. Agric. Sc., 21: 227-244.
- Düzgüneş, O., 1963. Bilimsel araştırmalarda istatistik prensipleri ve metodları. Ege Üniv. Matbaası, İzmir.
- Egmond, F. van., 1971. Inorganic cations and carboxylates in young sugar-beet plants. In: Potassium in biochemistry and physiology, P. 104-117. International Potash Institute, Berne/Switzerland.
- Eheart, J.F. and Massey, Jr.P.H., 1962. Factors affecting the oxalate content of spinach. Agricultural and Food Chemistry, 10 (4): 325-327.
- Ehrendorfer, K., 1964. Influence of minerals, especially phosphorus, on the content of oxalic acid in spinach. Phosphorsaure, 24: 180-189.
- El Hadi, A.H.A., Allam, N. and Abaido, Y., 1985. Some factors affecting the oxalic acid content of spinach. Beitrage zur Tropischen Landwirtschaft und Veterinarmedizin, 23(1): 43-49.
- Grutz, W., 1953. Die oxalsäure als qualitätsfaktor beim spinat, Spinaceae deraceae. Z. pflanzenarung, Düng. Bodenkunde, 62:34-30.
- Grutz, W., 1956. Die beziehungen zwischen phosphorsäure düngung und oxal-

- aurebildung in blättern von Beta-Rüben und Spinat. Die Phosphorsaure, 16: 181-187.
- Haddock, J.K., Hausen, B.R.L. and Stanberry, C.D., 1957. Studies with radioactive phosphorus in soil of the western states. 1950-1953, United States Dept. of Agri. Production Research Report No: 12, pp 32.
- Kacar, B., 1962. Plant and Soil analysis. Uni. of Nebraska, Department of Agronomy, Lincoln, Nebraska.
- Kacar, B., 1972. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri. II. Bitki Analizleri, A.Ü. Zir.Fak. Yayınları, 453, Uygulama Klavuzu: 155, A.Ü. Basımevi Ankara.
- Kacar, B., 1995. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri, III. Toprak Analizleri. A.Ü. Z.F. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No.3, s. 1-705, Bizim Büro Basımevi, Ankara.
- Kirkby, E.A. and Mengel, K., 1967. Ionic balance in different tissues of the tomato plant in relation to nitrate, urea, or ammonium nutrition. Plant Physiology, 42: 6-14.
- Kitchen, J.W. and Burns, E.E., 1965. The effect of maturity on the oxalate content of spinach (Spinaceae oleraceae L.). Journal of Food Sci., 30: 589-593.
- Kitchen, J.W., Burns, E.E. and Perry, B.A., 1964. Calcium oxalate content of spinach (Spinaceae oleraceae L.). Am. Soc. Hort. Sci., 84: 441-445.
- Kritzman, G.C.I. and Henis, V., 1977. The role of oxalic acid in the pathogenic behaviour of sclerotium rolfsii. Exp. Mycol. 280-285.
- Krstic, B., Gebauer, G. and Saric, M. 1986. forms Specific response of sugar-beet cultivars to different nitrogen. Ž.Pflanzenernaehr. Bodenk., 149: 561-565
- Leskovec, E.A. and Dobersec-Urbanc, A., 1972. The influence of different form and rates of nitrogen on the yield and nitrate and oxalic acid contents of spinach. Zbornik Biotehniske Fakultete Univerze. Ljubliani, Kemitijstvo (No: 19) 101-109, Yugoslavia.
- Maercke, D.V., 1973. Effect of nitrogen fertilizing on the oxalic acid content of spinach. Mededelingen van de Faculteit Landbouwwatenschapgen, Rijksuniversiteit, Gent, 38 (1) : 173-199.
- Merkel, V.D., 1973. Der einflub des NO₃: NH₄-verhältnisses in der nahlösung auf ertrag und gehalte an organischen und anorganischen Ionen von tomatenpflanzen. Zetischrift für Pflanzenernahrung und Bodenkunde, 134: 236-246.
- Mitchell, H.L., 1972. Microdetermination of nitrogen in plant tissues. J. Assoc. of Analyt. Chem., Washington, 55: 1-3.
- Raven, J.A. and Smith, F.A., 1976. Nitrogen assimilation and transport in vascular land plants in relation to intracellular pH regulation. New Phytol., 76: 415-431.
- Schmidt, H.A., Macdonald, H.A. and Brockman, F.E., 1971. Oxalate and nitrate contents of four tropical leafy vegetables grown at two soil fertility levels. Agronomy Journal, 63: 559-561.
- Topcuoğlu, B., 1993. Kireç ve fosforun şeker pancarı ve domateste oksalik asit oluşumu ile kimi bitki besin kapsamları üzerine etkileri. Doktora Tezi, A.Ü. Fen Bil. Enstitüsü, Ankara.
- Topcuoğlu, B. ve Yalçın, S.R., 1994. Azotlu ve fosforlu gübrelemenin ıspanak bitkisinde (spinaceae oleraceae L.) oksalik asit oluşumuna etkisi, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı, Cilt, 44 (1-2): 151-159.
- Topcuoğlu, B., Alpaslan, M., Yalçın, S.R. ve Kasap, Y., 1996. Yapraktan CaCl₂ uygulamasının değişik formlarda azotla gübrelenen ıspanak bitkisinde oksalik asit, nitrat ve organik bağlı azot ile kalsiyum içerikleri üzerine etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 2(3): 11-16.
- Wooster, H.A. Jr., 1954. Nutritional data. 2 nd Ed. H.J. Heinz Co., Pitsburg, Pa. p. 124.
- Yalçın, S.R. ve Topcuoğlu, B., 1994. 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. Yıllığı, Cilt 44(1-2): 217-228.