

ETKİNLİĞİ YÖNÜNDEN DEĞİŞİK ORGANİK GÜBRELER İLE AMONYUM
NİTRATIN İSPANAK KALİTE ÖĞELERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI

Cihat KÜTÜK¹, Bülent TOPCUOĞLU²

ÖZET

Tarla denemesinde toprağa değişik miktarlarda uygulanan organik gübrelerle (koyun, sığır ve tavuk gübreleri) ticari amonyum nitrat gübresinin ıspanak bitkisinde toplam ve suda çözünebilir oksalik asit, kalsiyum, toplam azot ve organik bağlı azot içerikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Ispanak bitkisinde en yüksek toplam oksalik asit içeriği koyun ve sığır gübre uygulamaları ile en yüksek suda çözünebilir oksalik asit içeriği ise amonyum nitrat gübrelemesinde elde olunmuştur. Ispanak bitkisinde toplam azot, organik bağlı azot içerikleri ve asimile edilmiş azot oranı üzerine toprağa uygulanan organik gübrelerin kimyasal bileşimlerine bağlı olarak farklı etkileri saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler : Ispanak, azot, organik gübreler, kalite

Comparison of the Effect of Various
Organic Fertilizers and Ammonium
Nitrate on Spinach Quality Factors in
View of Efficiency

ABSTRACT

In a field experiment, the effects of organic fertilizers (sheep, cow and poultry manures) and commercial ammonium nitrate applied to soil in different amounts on total and water soluble oxalic acid, calcium, total nitrogen and organic fixed nitrogen contents in spinach plant were examined. The highest content of total oxalic acid was obtained by sheep and cow manure applications, as for the highest content of water soluble oxalic acid was obtained by ammonium nitrate application in spinach plant. Depending on the chemical composition, various effects of organic fertilizers on total nitrogen and organic fixed nitrogen contents and assimilated nitrogen rate in spinach plant were determined.

¹A.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Ankara

²Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya

Key Words : Spinach, nitrogen, organic fertilizers, quality

GİRİŞ

Yaprağı tüketilen sebzeler grubunda yer alan ıspanak dünyada ve ülkemizde önemli miktarda üretilmektedir. Yüksek düzeyde mineral madde, vitaminler ve protein içerikleri ile ıspanak insan beslenmesinde önemli bir sebzedir (31). Ancak içerdiği yüksek miktarlardaki oksalik asit ve nitrat, ıspanak bitkisinin kalitesinin belirlenmesinde negatif bir faktör olarak kabul edilmektedir (5). Oksalik asit ıspanak bitkisinin kuru maddesinde % 15'e kadar çıkabilmektedir (19).

İnsan ve hayvan beslenmesinde oksalik asitin özel bir önemi vardır. Oksalik asit içeriği yüksek bitkisel besinlerle beslenen insan ve hayvanlarda ishal, kusma, hazm zorlukları, akut zehirlenme, böbrek taşı, idrar yollarında kum oluşumu ve kalsiyum noksanlığı gibi rahatsızlıklar görülebilmektedir. Kalsiyum ile birleşerek kalsiyum oksalat kristalleri şeklinde böbrek taşı oluşturması, süt annelerinin sütündeki kalsiyumun azalmasına ve anne sütü ile beslenen çocuklarda kemik oluşumuna olumsuz

etkisi nedeniyle oksalik asit "raşitogen madde" olarak da tanımlanmaktadır (13).

Oksalik asiti fazla miktarlarda oluşturan bitkilerde oksalik asit oluşumunda gübreleme, yetiştirme mevsimi, ışıklandırma, sıcaklık, hasat zamanı vb. birçok çevresel etmenin etkili olduğu saptanmıştır. Aşırı azotlu gübrelemenin ıspanak bitkisinde oksalik asit içeriğini arttırdığı çok sayıda araştırmacı (7, 9, 20, 29, 32) tarafından belirlenmiştir. Aşırı kimyasal gübre kullanımına bağlı olarak bitkilerde görülen kalite bozulmasına karşı "organik tarım" kavramı son yıllarda değer kazanmaktadır. Toprağa uygulanan organik maddelerin ıspanakta etkilerine ilişkin bir kısım araştırmacılar ıspanakta oksalik asit içeriğinin organik gübreleme ile arttığını (25), bir kısım araştırmacılar (10) ise toprak organik maddesinin oksalik asit oluşumunda önemsiz bir etkiye sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Bu çalışmada ülkemizde sebze üretiminde çoğunlukla kullanılan koyun, sığır ve tavuk gübrelerinin ıspanak bitkisinde oksalik asit oluşumu ile azot asimilasyonu üzerine etkileri amonyum nitrat gübrelemesi ile karşılaştırılarak incelenmiştir.

MATERYAL VE METOD

Deneme Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Sebze Araştırma ve Uygulama Bahçesinde yürütülmüştür. Tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulan denemede 1.5x2.0 m boyutlarında hazırlanan parsellere ticari amonyum nitrat gübresi (%33 N) ile Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Hayvan Üretim ve Araştırma Tesislerinden elde edilen ihtimar ettirilmiş tavuk, sığır ve koyun gübrelere aşağıda belirtilen miktarlarda ilgili parsellere ekim öncesi uygulanmıştır.

Uygulamalar	kg/da		ton/da	
	Amonyum Nitrat	Tavuk Gübresi	Sığır Gübresi	Koyun Gübresi
Kontrol	0	0	0	0
1	5	0.8	2	1
2	10	1.6	4	2
3	20	3.2	8	4

Killi toprak bünyeli, pH'sı 8.1 ve % 12.3 CaCO₃ içeren deneme toprağına uygulanan organik gübreler ile amonyum nitrat toprakla karıştırılmış ve daha sonra ıspanak (Meridyen F1) tohumlarından herbir parselde 10-5 cm sıra arası ve sıra üzeri mesafede 2 kg/da ölçüsünde tohum ekimi yapılmıştır. Çimlenmeden sonra hasat dönemine kadar düzenli sulama, bakım vs. işlemleri yapılmıştır.

Çimlenmeden yaklaşık 2 ay sonra ıspanak bitkileri hasat olgunluğuna gelmiş ve tüm parsellerdeki bitkiler hasat edilmiştir. Herbir parselden usulüne uygun olarak (15) alınan bitki örnekleri yıkama, kurutma ve öğütme işlemlerinden geçirilerek analize hazırlanmıştır. Taze materyalde yapılacak analizler için her parselden alınan taze ıspanak bitkileri derin dondurucuda -40 C°de muhafaza edilmiştir.

Taze bitki örneklerinde oksalik asit dokularından ayrıştırıldıktan sonra KMnO₄ titrasyonu ile (1), kuru bitki örneklerinde toplam azot Kjeldahl yöntemiyle (6), organik bağlı azot spektrofotometrik olarak (23) belirlenmiştir. HNO₃+HClO₄ asit karışımı ile yaş yakılan bitki örneklerinde (16) toplam kalsiyum atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile belirlenmiştir.

Fizyolojik etkili oksalik asit Shupman ve Weinmann tarafından ifade edildiği şekilde (3) toplam oksalik asitin toplam kalsiyumdan fazla olan eşdeğer miktarları olarak, asimile edilmiş azot oranı toplam azot içindeki organik bağlı azotun oranı (%) olarak hesaplanmıştır. Araştırma sonuçlarında varyans analizleri ve ortalama değerlerinin karşılaştırılması yapılmıştır (8).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Hasat sonrasında amonyum nitrat ve diğer organik gübrelerin uygulandığı parsellerden (0-20 cm) alınan toprak örneklerinde ve saf koyun, sığır ve tavuk gübrelerinde yapılan analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1'in incelenmesinden, amonyum nitrat gübresinin toprağın sadece toplam azot içeriği ile buna bağlı olarak $\text{NH}_4\text{-N}$ ve $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u içeriklerini kontrolle oranla arttırdığı anlaşılmaktadır. Buna karşın uygulanan organik gübrelerin (koyun, sığır ve tavuk gübreleri) organik madde ve toplam azot başta olmak üzere toprağın $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u ve

$\text{NO}_3\text{-N}$ 'u, toplam P ve toplam K içeriğini arttırdığı görülmektedir. Bu durum, toprakta çok yönlü etkiye sahip olmaları yanında organik gübrelerin aynı zamanda pek çok bitki besinlerini bünyelerinde bulundurmalarından kaynaklanmaktadır. Benzer bulgular değişik araştırmacılar (4, 17, 18) tarafından da saptanmıştır.

Toprağa değişik miktarlarda uygulanan amonyum nitrat, koyun, sığır ve tavuk gübreleri ile uygulama dozlarının ıspanak bitkisinde toplam ve suda çözünebilir oksalik asit, toplam ve organik bağlı azot içeriği ile asimile edilmiş azot oranı üzerine etkileri istatistiki yönden farklı ($P<0.01$) olmuştur.

Çizelge 1. Değişik miktarlarda amonyum nitrat ile koyun, sığır ve tavuk gübrelerinin uygulandığı toprağın deneme sonrası organik madde, toplam azot $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, P ve K içerikleri ile saf koyun, sığır ve tavuk gübrelerinin bileşimi.

	Doz	Organik Madde, %	Toplam Azot, %	$\text{NH}_4\text{-N}$ ppm	$\text{NO}_3\text{-N}$ ppm	Toplam P, %	Toplam K, %
Amonyum Nitrat (%33 N)	1	2.51	0.29	168	98	0.19	0.44
	2	2.49	0.38	174	98	0.18	0.45
	3	2.48	0.39	176	132	0.19	0.46
Koyun Gübre	1	3.85	0.31	162	84	0.23	0.61
	2	4.26	0.40	182	90	0.30	0.56
	3	5.09	0.66	199	91	0.31	0.59
Sığır Gübre	1	2.83	0.42	143	91	0.19	0.49
	2	3.89	0.49	154	106	0.36	0.72
	3	7.27	0.75	150	129	0.34	0.70
Tavuk Gübre	1	2.53	0.28	174	59	0.18	0.53
	2	2.98	0.39	171	92	0.21	0.49
	3	3.47	0.54	185	150	0.44	0.55
Kontrol		2.51	0.22	78	92	0.19	0.44
Saf Koyun Gübre		73.21	2.00	395	412	0.66	1.24
Saf Sığır Gübre		50.34	2.36	239	2996	0.85	1.54
Saf Tavuk Gübre		50.29	2.89	682	2479	2.54	0.90

Toprağa değişik miktarlarda uygulanan amonyum nitrat ile organik gübrelerin tarla koşullarında yetiştirilen ıspanak bitkisinin toplam ve suda çözünebilir oksalik asit, toplam kalsiyum, toplam azot, organik bağ azot içerikleri

ile asimile edilmiş azot oranı üzerine ortalama etkileri Çizelge 2'de, uygulanan gübrelerin değişik miktarlarının anılan ölçütler üzerindeki genel etkileri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 2. Toprağa uygulanan amonyum nitrat ile değişik organik gübrelerin ıspanak bitkisinde toplam ve suda çözünebilir oksalik asit, toplam kalsiyum, toplam azot ve organik bağ azot içerikleri ile asimile edilmiş azot oranı üzerine etkilerinin karşılaştırılması

	Toplam Oksalik Asit, %	Suda Çözünebilir Oksalik Asit, %	Toplam Kalsiyum, %	Toplam Azot, %	Organik Bağlı Azot, %	Asimile Edilmiş Azot Oranı, %
Kontrol	0.594 b	0.401 b	0.497	4.64 c	3.01 d	65 a
Amonyum Nitrat	0.589 ² b	0.439 a	0.491	5.35 b	3.50 a	65 a
Koyun Gübresi	0.675 a	0.375 c	0.424	4.32 d	2.75 e	63 b
Siğir Gübresi	0.663 a	0.391 b	0.483	5.66 a	3.39 b	60 c
Tavuk Gübresi	0.525 c	0.395 b	0.499	5.42 b	3.20 c	60 c
LSD	0.04253 ¹	0.01312		0.1196	0.09162	1.517

¹: P < 0.05 düzeyinde LSD değeri,

²: 12 örneğin ortalamasıdır.

Toprağa uygulanan organik gübrelerle ilgili olarak toprakta organik madde içeriği artmıştır (Çizelge 1). Ispanak bitkisinde toplam ve suda çözünebilir oksalik asit içeriklerindeki değişimin, toprakta organik madde ya da organik madde analizinde ele alınan bir ölçüt olan organik karbonun miktarındaki artış ile ilgili olmadığı görülmektedir. Bu konuda bazı araştırmacılar (26) benzer bulgular saptayarak, toprak organik maddesi içeriğinin ıspanakta oksalat birikimi üzerinde ihmal edilebilir bir etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Toprak organik maddesinin ya da toprağa ilave edilen organik materyalin

toprağın birçok fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisi olduğu bilinmektedir. Ancak genetik olarak yüksek düzeyde oksalik asit oluşturan ıspanak bitkisinde organik bir metabolit olan oksalik asitin oluşumu ve birikiminde daha çok yetiştirme ortamındaki beslenme koşulları değiştirici etki yapmaktadır. Toprağa organik madde ilavesinin bu yöndeki etkisi, organik maddenin içerdiği bitki besinlerinin yanısıra topraktaki mineralizasyonunun sonucunda toprak fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine olan dolaylı etkisi ile meydana gelebilir.

Çizelge 3. Toprağa değişik miktarlarda uygulanan amonyum nitrat ile değişik organik gübrelere ispanak bitkisinde toplam ve suda çözülebilir oksalik asit, toplam kalsiyum, toplam azot ve organik bağ azot içerikleri ile asimile edilmiş azot oranı üzerine etkileri

	Toplam* Oksalik Asit, %		Suda Çözünelir* Oksalik Asit, %		Toplam Kalsiyum, %		Toplam Azot, %		Organik Bağ Azot, %		Asimile Edilmiş Azot Oranı, %		
	1 ²	2	3	LSD	a	b	a	b	a	b	a	b	
Amonyum Nitrat (%33 N)	0.481	0.572	0.714	0.0611	c	b	a	c	a	c	b	c	
	0.423	0.445	0.450	0.0137	b	a	a	c	a	b	a	a	
LSD	0.610	0.343	0.520	0.1550	0.610	0.343	0.520	4.29	6.20	5.57	2.37	3.24	4.88
Koyun Gübresi	0.649	0.629	0.747	0.0415	b	a	b	c	a	b	c	a	a
	0.387	0.383	0.356	0.0112	a	a	b	c	a	b	a	b	a
LSD	0.337	0.477	0.457	0.0702	0.337	0.477	0.457	3.92	4.69	4.35	2.25	2.88	3.11
Sığır Gübresi	0.825	0.561	0.602	0.0211	a	c	b	b	c	a	c	a	b
	0.433	0.377	0.363	0.0065	a	b	c	b	c	a	b	a	b
LSD	0.467	0.480	0.503	0.0444	0.467	0.480	0.503	5.64	5.31	6.02	3.22	3.55	3.41
Favuk Gübresi	0.551	0.539	0.486	0.0298	a	a	b	c	a	b	a	b	a
	0.415	0.433	0.337	0.0072	b	a	c	c	a	b	b	a	b
LSD	0.497	0.540	0.460	0.0674	0.497	0.540	0.460	4.25	6.44	5.58	3.01	3.57	3.02
	0.0429	0.0447	0.0447	0.0074	0.0429	0.0447	0.0447	0.0429	0.0447	0.0447	0.0429	0.0447	0.0447
	1.3150	1.3730	1.3150	0.9236	1.3150	1.3730	1.3150	1.3150	1.3730	1.3150	1.3150	1.3730	1.3150

¹ : P<0.05 düzeyinde LSD değeri

² : Gübre uygulama dozları

* : Taze materyal üzerinden değerlendirilmiştir.

Toprağa artan miktarlarda uygulanan amonyum nitrat gübresiyle ilgili olarak ıspanak bitkisinin toplam ve suda çözünebilir oksalik asit, toplam azot, organik bağı azot içeriği artmıştır (Çizelge 3). Bu konuda yapılan çalışmalarda (9, 12, 14, 21, 22, 29), artan miktarlarda uygulanan azotlu gübrelerin oksalik asit oluşumunu artırdığı, organik bağı azot içeriği ile asimile edilmiş azot oranının toprağa azotlu gübre uygulamalarında arttığı (29, 30), azotlu gübrenin Ca içeriğini azalttığı (2, 11, 32) saptanmıştır. Bitkiler tarafından alınan nitratin bünyede metabolize olması sonunda üretilen OH⁻ iyonlarından doğan artan alkaliliğin oksalik asit oluşumuyla dengelendiği bildirilmiştir (20). Toplam ve organik bağı azot ile asimile edilmiş azot oranı yönünden amonyum nitrat diğer organik gübrelerden farklı etki göstermemiştir.

Toprağa artan miktarlarda uygulanan koyun gübresi ile ilgili olarak toplam oksalik asit, toplam azot, organik bağı azot içerikleri ve asimile edilmiş azot oranı içerikleri artarken, suda çözünebilir oksalik asit miktarı azalmıştır. Toprağa uygulanan sığır gübresiyle toplam ve suda çözünebilir oksalik asit azalırken toplam azot ve organik bağı azot içeriği artmış asimile edilmiş azot

oranı 2. uygulama dozunda en yüksek olmuştur. Toprağa uygulanan tavuk gübresiyle ilgili olarak toplam oksalik asit azalırken suda çözünebilir oksalik asit, 2. uygulama dozunda artmış, 3. uygulama dozunda en düşük olmuş toplam azot, organik bağı azot içerikleri ise artmıştır. Asimile edilmiş azot oranı ise artan tavuk gübresi uygulamalarıyla artmıştır (Çizelge 3).

Tavuk gübresi uygulamalarında ıspanak bitkisinde toplam ve suda çözülebilir oksalik asit içeriğindeki azalış tavuk gübresinin diğer gübrelerden daha fazla fosfor içermesiyle ilgili olabilir. Nitekim bu konuda yapılan çalışmalarda toprağa uygulanan fosforlu gübrenin toplam ve suda çözülebilir oksalik asit içeriğinde azalışa neden olduğu saptanmıştır (11, 13, 24, 27, 28, 32).

Koyun gübresi uygulamalarında diğer gübrelerden farklı olarak ıspanak bitkisinde toplam ve organik bağı azot içeriklerindeki azalış bu gübrenin diğer gübrelerden göreceli olarak daha az toplam azot içermesi ile ilgili olabilir (Çizelge 1). Organik maddelerin toprakta mineralizasyonunda C/N oranının önemi ve azot içeriği düşük bir organik materyalin mikrobiyel mineralizasyonunda toprakta azot eksilmesine neden olduğu uzun yıllardır

bilinmektedir. Azot içeriği yüksek olan sığır ve tavuk gübrelere uygulandığı bitkilerde ise toplam azot ve organik bağı azot içerikleri artmıştır (Çizelge 3).

Toprağa uygulanan amonyum nitrat ile organik gübrelere ispanakta ele alınan ölçütler üzerine etkileri incelendiğinde (Çizelge 2) toplam oksalik asit birikiminde en fazla etkiyi koyun ve sığır gübrelere, suda çözülebilir oksalik asit üzerinde ise amonyum nitrat gübresinin sağladığı görülmektedir. Ispanak bitkisinde toplam azot ve organik bağı azot içerikleri koyun gübresi uygulamasında en düşük olmuştur. Sığır gübresi uygulaması ile ilgili olarak ispanak bitkisinde en yüksek toplam azot içeriği belirlenmiştir. Asimile edilmiş azot oranı sığır ve tavuk gübresi uygulamalarında amonyum nitrat ve koyun gübresi uygulamalarından düşük olmuştur. Bu durumun sığır ve tavuk gübrelere uygulandığında (Çizelge 1) nitrat içeriğinin yüksek oluşundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

SONUÇ

Ispanak bitkisinin toplam ve suda çözülebilir oksalik asit, toplam azot, organik bağı azot ve asimile edilmiş azot oranı üzerine toprağa artan miktarlarda

uygulanan amonyum nitrat ile koyun, sığır ve tavuk gübrelere uygulanan etkilerinin farklı olduğu saptanmıştır. Bu farklılıkların toprağa uygulanan organik gübrelere sağladığı besin maddesi katkısı ve fiziksel ve kimyasal özellikleri ile toprakta mineralizasyonu ve reaksiyonları ile ilgili karmaşık olayların etkisi altında değiştiği düşünülmektedir.

Oksalik asit gibi bitkideki miktarı, dağılımı ve konumu birçok etkenin etkisi ile değişen organik bir metabolitin bitkide sentezinde bitki besin maddelerinin önemli etkisi bulunmaktadır. Söz konusu organik gübreler toprağa birden fazla bitki besin maddesi sağlayabildikleri için oksalik asit oluşumu organik gübrenin sağladığı bitki besin maddesi bileşimine ve uygulama düzeyine göre değişmektedir.

Genel olarak artan miktarlarda uygulanan tavuk gübresinin ispanak bitkisinde toplam ve suda çözülebilir oksalik asit içeriğini azaltması yönünden, koyun ve sığır gübresinin ise suda çözülebilir oksalik asiti azaltması yönünden amonyum nitrat gübre uygulamasına göre ispanak kalitesine olumlu etki yaptığı söylenebilir. Uygulamada organik gübrelere fosfor besin maddesi ile zenginleştirilmesinin üretimde daha kaliteli ispanak elde

edilmesinde olumlu etkiler yapacağı söylenebilir.

KAYNAKLAR

- 1- ADRIAANSE, A., ROBBERS, I.E., Uber Eine Modifizierte Gessarntoxalat Bestimmung in Gemüsen. Z. Lebensm-Unters. U. Fors. 141, 158-160, 1970.
- 2- AHMAD, N., Interaction of Nitrogen Phosphorus and Zinc Application to Under Field Conditions. Pakistan Journal of Agricultural Research, 1 (e): 125-130, 1980.
- 3- ALLISON, R.M., Soluble Oxalates, Ascorbic and Other Constituents of Rhubarb Varieties. J. Sci. Fd. Agric., 17., 554-557, 1966.
- 4- AYDENİZ, A., BROHI, R., Gübreler ve Gübreleme. Cumhuriyet Üniv. Tokat Zir.Fak. Yayınları: 10, Ders Kitabı:3 Tokat, 1991.
- 5- BENGTTSSON, B.L., BOSUND, I, HİLMİ, A., Mineral Salts and Oxalate Content in Sspinach Leaves as a Function of Development Stage. Zetischrift für Pflanzenernahrung Düngung und Bodenkunde, 115, 192-199, 1966.
- 6- 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.
- 7- BRETELER, H., A Comparision 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, 1973.
- 8- DÜZGÜNEŞ, O., Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metodları. Ege Üniv. Matbaası, İzmir, 1963.
- 9- EGMOND, F. VAN., Inorganic Cations and Carboxylates in Young Sugar-Beet Plants. In: Potassium in biochemistry and physiology, P. 104-117. International Potash Institute, Berne/Switzerland, 1971.
- 10- EHEART, J.F. and MASSEY, Jr.P.H., Factors affecting the oxalate content of spinach. Agricultural and Food Chemistry, Vol. 10, No.4, 325-327, 1962.
- 11- EHRENDORFER, K., Influence of Minerals, Especially Phosphorus, on the Content of Oxalic Acid in Spinach. Phosphorsaure, 24, 180-189, 1964.

- 12- EL HADI, A.H.A., ALLAM, N., ABAIDO, Y., Some Factors Affecting the Oxalic Acid Content of Spinach. *Beitrage zur Tropischen Landwirtschaft und Veterinarmedizin*, 23 (1), 43-49, 1985.
- 13- GRUTZ, W., Die Beziehungen Zwischen Phosphorsaure Düngung und Oxalsäurebildung in Blättern von Beta-Rüben und Spinat. *Die Phosphorsaure*, 16, 181-187, 1956.
- 14- GRUTZ, W., Die Oxalsäure als Qualitätsfaktor Beim Spinat, *Spinaceae oleraceae. Z. pflanzenarung, Düng. Bodenkunde*, 62: 34-30, 1953.
- 15- KACAR, B., Plant and Soil Analysis. Uni. of Nebraska, Department of Agronomy, Lincoln, Nebraska, 1962.
- 16- KACAR, B., Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. II. Bitki Analizleri, A.Ü. Zir.Fak. Yayınları, 453, Uygulama Klavuzu: 155, A.Ü. Basımevi Ankara, 1972.
- 17- KACAR, B., Gübreler ve Gübreleme Tekniği. T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları, No:11, Hankur Matbaası, İstanbul, 1982.
- 18- KACAR, B., Bitki Besleme. Ank.Üniv.Zir.Fak.Yayınları, 889, Ders Kitabı 250, A.Ü.Basımevi, Ankara, 1984.
- 19- KITCHEN, J.W., BURNS, E.E., The Effect of Maturity on the Oxalate Content of Spinach (*Spinaceae oleraceae L.*). *Journal of Food Sci.*, 30, 589-593, 1965.
- 20- KRSTIC, B., GEBAUER, G., SARIC, M., Specific Response of Sugar-Beet Cultivars to Different Nitrogen Forms. *Z.Pflanzenernachr. Bodenk.*, 149, 561-565, 1986.
- 21- LESKOVEC, E.A., DOBERSEC-URBANC, A., 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, 1972.*
- 22- MAERCKE, D.V., Effect of Nitrogen Fertilizing on the Oxalic Acid Content of Spinach. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwatenschapgen, Rijksuniversiteit, Gent*, 38 (1) : 173-199, 1973.
- 23- MITCHELL, H.L., Microdetermination of Nitrogen in Plant Tissues. *J. Assoc. of analyt. chem., Washington*, 55, 1-3, 1972.
- 24- MUNK, H., The Influence of Phosphoric Acid on the Content of Oxalic Acid in Spinach. *Phosphorsäure*, 25, 250-262, 1965.

25- NICOLAISEN, W., KUHLEN, H., Die Gartenbauwissenschaft, 32 (14), 1967.

26- SCHMIDT, H.A., MACDONALD, H.A., BROCKMAN, F.E., Oxalate and Nitrate Contents of Four Tropical Leafy Vegetables Grown at two Soil Fertility Levels. Agronomy Journal, 63, 559-561, 1971.

27- TOPCUOĞLU, B., 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, 1993.

28- TOPCUOĞLU, B., YALÇIN, S.R., Azotlu ve Fosforlu Gübrelemenin Ispanak Bitkisinde (*spinaceae oleraceae* L.) Oksalik Asit Oluşumuna Etkisi, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı, Cilt, 44 (1-2), 151-159, 1994.

29- TOPCUOĞLU, B., ALPASLAN, M., YALÇIN, S.R., KASAP, Y., Yapraktan $CaCl_2$ Uygulamasının Değişik Formlarda

Azotla Gübrelenen Ispanak Bitkisinde Oksalik Asit, Nitrat ve Organik Bağlı Azot ile Kalsiyum İçerikleri Üzerine Etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 2 (3), 11-16, 1996.

30- TOPCUOĞLU, B., YALÇIN, S.R., Toprağa Değişik Azotlu Gübre Uygulamalarının Serada Yetiştirilen Kıvrıkcık Marul Bitkisinde Verim ve Kalite ile Bazı Bitki Besin İçerikleri Üzerine Etkisi, Akd.Üniv.Ziraat Fakültesi Dergisi (Basımda), 1997.

31- WOOSTER, H.A. Jr., Nutritional Data. 2 nd Ed. H.J. Heinz Co., Pitsburg, Pa. p. 124, 1954.

32- YALÇIN, S.R. TOPCUOĞLU, B., Azot ve Fosforun Pazı Bitkisinde (*Beta vulgaris cicla* var.) Oksalik Asit ve Nitrat Birikimi ile Bazı Bitki Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Etkileri. A.Ü. Ziraat Fak. Yıllığı, Cilt 44, Fasikül 1-2, Ankara, 1994.