

POTASYUMLA GÜBRELENEREN İSPANAK BİTKİSİNDE FİZYOLOJİK
ETKİLİ OKSALİK ASİT OLUŞUMUNUN YAPRAKTAN
KALSİYUM KLORÜR UYGULAMASI İLE KONTROLÜ

Bülent TOPCUOĞLU¹, Cihat KÜTÜK², Köksal DEMİR³

Özet : Tarla koşullarında yapılan denemede, toprağa uygulanan potasyumlu gübre ıspanak bitkisinde ürün miktarı ile toplam oksalik asit, NO₃ ve K içeriklerini ve sitokiyometrik olarak fizyolojik etkili oksalik asit miktarını arttırırken, ortalama bitki ve sap ağırlığını azaltmıştır. Yapraktan CaCl₂ uygulamalarıyla ilgili olarak ürün miktarı ve ortalama bitki ağırlığı ile Ca ve K içerikleri artarken toplam oksalik asit ve P içerikleri ile sitokiyometrik olarak fizyolojik etkili oksalik asit miktarı azalmıştır. Sonuçlar potasyumlu gübreleme ile teşvik edilmiş oksalik asit oluşumu ve nitrat birikimi üzerinde yapraktan CaCl₂ uygulamalarının etkileyici bir rolü olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Ispanak, oksalik asit, nitrat, potasyum, CaCl₂

Control of Physiologically Active
Oxalic Acid Formation by the Foliar
Application of Calcium Chloride in
Potassium Fertilized Spinach Plant

Abstract: In a field experiment, potassic fertilizer applied to soil have increased yield, total oxalic acid, NO₃ and K contents and stoichiometric physiologically active oxalic acid amount, but decreased average plant and petiole weights in spinach plant. Yield, average plant weight, K and Ca contents were increased while total oxalic acid and P contents, and stoichiometric physiologically active oxalic acid amount were decreased by foliar CaCl₂ applications. Results have showed that CaCl₂ applications have had an effective role on nitrate accumulation and oxalic acid formation stimulated by potassic fertilization.

Key Words: Spinach, oxalic acid, nitrate, potassium, CaCl₂

¹: Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya

²: A.Ü.Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Ankara

³: A.Ü.Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara

Giriş

Ispanak bitkisi içerdiği yüksek düzeyde mineral madde, vitaminler ve protein nedeniyle insan beslenmesinde önemli bir sebzedir (31). Ispanak bitkisinin besleyici değeri vitamin C ve mineral maddeler gibi pozitif, oksalik asit ve nitrat gibi negatif faktörlerle belirlenmektedir (3).

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 rahatsızlıkların görülebilmesi konunun beslenme sağlığı yönünden önemini göstermektedir. Kalsiyum ile birleşerek kalsiyum oksalat kristalleri şeklinde böbrek taşı oluşturması, süt annelerinin sütündeki kalsiyumun azalmasına ve buna bağlı olarak anne sütü ile beslenen çocuklarda kemik oluşumuna olumsuz etkisi nedeniyle oksalik asit "raşitogen madde" olarak da tanımlanmaktadır (10). Diğer taraftan ıspanak, marul gibi bitkiler kuru maddelerinin % 10'undan fazla nitrat içeriğine sahip olabilmektedirler (18). Özellikle sebzelerle aşırı miktarlarda alınan nitratın bünyede nitrite indirgenmesi sonunda

methemoglobinemia'ya (32), kansere yol açan nitroz aminlerin oluşumuna (6) neden olmaktadır. Dünya sağlık örgütü prensip olarak gıdalarla günlük alınabilir en fazla nitrat miktarını kg başına 3.65 mg olarak belirlemiştir (22). Ispanak bitkisinde potasyum içeriğinin diğer bitkilere göre genelde daha fazla olması nedeniyle çocuklarda ishale yol açtığı ve yüksek potasyum içeriğinin ıspanak bitkisinin besleyici değeri için olumsuz bir faktör olduğu (25) bildirilmiştir.

Bitkilerde normal karboksilat ya da organik anyon (C-A) içeriği bitki türleri arasında geniş ölçüde değişiklik göstermekte ve en yüksek değerler kazayağgiller familyasına ait olan ıspanak, pancar ve karabuğdayda yer almaktadır. Bu bitkilerde iyonik dengeyi sağlamada önemli bir görev alan oksalik asit (23), ıspanak bitkisinin kuru maddesinde % 15 kadar bulunabilmektedir (16). Oksalik asiti fazla miktarlarda oluşturan bitkilerde gübreleme, yetiştirme mevsimi, ışıklandırma, sıcaklık hasat zamanı vb. birçok çevresel etmenin oksalik asit oluşumunda etkili olduğu saptanmıştır. Fizyolojik etkili oksalik asit, oksalik asitin iki değerli katyonlar tarafından son derece güç çözünen tuzları şeklinde bağlanmamış kısmını ifade etmektedir. Öte yandan

potasyumlu gübrelemenin toplam ve fizyolojik etkili oksalik asiti arttırdığı saptanmıştır (8).

Son yıllarda gıdalarda nitrat birikimi üzerinde yapılan çalışmalarda, besin çözeltilisinde artırılmış klor konsantrasyonunun, klorun vakuollerde nitratın üstlendiği osmotik basıncı sağlayabildiği ve böylece birikmiş nitratın bir kısmının asimile olarak konsantrasyonunun azaldığı (30), sera koşullarında saksıda yetiştirilen ıspanak bitkisine yapraktan uygulanan CaCl_2 çözeltisinin oksalik asit ve nitrat içeriklerinde önemli azalışlar sağladığı (27) bildirilmiştir.

Bu çalışmada, tarla koşullarında potasyumla gübrelenen ıspanak bitkisine yapraktan uygulanan kalsiyum klorür'ün güz ekimi ıspanak bitkisinin bazı fiziksel gelişme unsurları ile oksalik asit, nitrat ve mineral madde içerikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

Materyal ve Metot

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

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

ÖZELLİKLER		YÖNTEMLER (14)
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	Grewelling ve Peech, 1960
Toplam N, %	0.053	Bremner, 1965
Yarayışlı P, mg/kg	7.78	Olsen vd., 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

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 2 x 1 m ölçülerinde hazırlanmış parsellerde 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Denemede toprağa potasyumlu gübre (K_2SO_4 , % 50 K_2O) ve ıspanak yapraklarına 0.03 M CaCl_2 çözeltisi aşağıdaki miktar ve düzeylerde uygulanmıştır.

Potasyum Uygulamaları	K, kg/da
K_0	0
K_1	10
K_2	20
K_3	40

CaCl_2 Uygulamaları	Uygulama Sayısı
Kontrol (Ca_0)	Uygulama yapılmadı
1. Uygulama (Ca_1)	Çimlenmeden sonra 30 gün (1 kez)
2. Uygulama (Ca_2)	Çimlenmeden sonra 30 ve 50. gün (2 kez)

İŞLEMLER			
K_0Ca_0	K_1Ca_0	K_2Ca_0	K_3Ca_0
K_0Ca_1	K_1Ca_1	K_2Ca_1	K_3Ca_1
K_0Ca_2	K_1Ca_2	K_2Ca_2	K_3Ca_2

Ayrıca temel gübreleme olarak toprağa 5 kg/da P (TSP, % 42-44 P_2O_5) ve 12 kg/da N (NH_4NO_3 , % 33 N) uygulanmıştır. Potasyumlu gübre ile temel gübreler usulüne uygun şekilde ilgili parsellere ekimden önce uygulanmıştır. Ispanak tohumları (Matador) 1 Eylül 1996 tarihinde her parselde açılan çizilere 2 kg/da ölçüsünde uygulamış ve çapayla tohumların üzeri açık kalmayacak şekilde toprakla örtülerek ekimi yapılmıştır.

Çimlenmeden sonra ıspanak bitkilerinin sulama, çapalama ot ayıklama vb. bakım işleri ve fenolojik gözlemler düzenli olarak yapılmış ve 11 Kasım 1996 tarihinde her parseldeki bitkilerin tamamı hasat edilmiştir. Hasattan hemen sonra ıspanak bitkilerinin taze ağırlıkları tartılarak ürün miktarı belirlenmiş, bunun yanısıra parsellerdeki bitki sayısı belirlenerek ortalama bitki ağırlığıda hesaplanmıştır. Parselerden rastgele seçilen 10 adet ıspanak bitkisinde sap ve yaprak dokuları ayrıldıktan sonra sap ağırlığı ve yaprak uzunluğu ölçümleri yapılmıştır. Herbir parselden analizler için alınan yeteri kadar yaş örnek yıkama, kurutma ve öğütme

işlemlerinden geçirelerek (12) analize hazırlanmıştır.

Kurutulmuş bitki örneklerinde toplam oksalik asit $KMnO_4$ titrasyonu ile (1) toplam azot Kjeldahl yöntemiyle (4), nitrat potansiyometrik olarak (24), $HNO_3 + HClO_4$ asit karışımı ile yaş yakılan bitki örneklerde toplam Ca ve K fleymfotometrik, toplam fosfor ise spektrofotometrik olarak (13) belirlenmiştir. Fizyolojik etkili oksalik asit miktarı (2) Shupmann ve Weinman tarafından bildirildiği şekilde toplam oksalik asitin toplam kalsiyumdan fazla olan eşdeğer miktarları (me/kg) olarak hesaplanmıştır. Araştırma sonuçlarında varyans analizleri ve ortalamalar arasındaki farklılıkların karşılaştırılması (7) yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Toprağa değişik miktarlarda uygulanan potasyumlu gübre ile yapraklara değişik düzeylerde uygulanan $CaCl_2$ çözeltisi, ve potasyumlu gübre ile $CaCl_2$ uygulamaları arasındaki interaksiyonun ıspanak bitkisinde ürün miktarı ile toplam oksalik asit, nitrat, azot, fosfor, potasyum ve kalsiyum içerikleri ve fizyolojik etkili oksalik asit miktarı üzerine olan etkileri istatistiki yönden önemli ($P<0.01$) bulunmuştur.

Toprağa uygulanan potasyumlu gübre ispanak bitkisinde ortalama bitki ağırlığı ile ortalama sap ağırlığı üzerine önemli derecede farklı etki ($P<0.01$) yaparken yaprak uzunluğu üzerindeki etkisi önemli olmamıştır. Ispanak yapraklarına uygulanan CaCl_2 çözeltisi ortalama bitki ağırlığı üzerine farklı etki yaparken ($P<0.01$), ortalama sap ağırlığı ile yaprak uzunluğu üzerine farklı etki yapmamıştır. Potasyumlu gübre ve CaCl_2 uygulamaları arasındaki interaksiyon yaprak uzunluğu için önemli ($P<0.01$) olduğu halde,

ortalama bitki ağırlığı ve sap ağırlığı ölçütleri için önemli olmamıştır.

Tarla koşullarında yetiştirilen ispanak bitkisinde ürün miktarı ile fiziksel ve kimyasal bazı kalite özellikleri üzerine toprağa değişik düzeylerde uygulanan potasyumlu gübre ile yapraktan uygulanan CaCl_2 çözeltisinin faktöriyel işlemlerinin etkileri Çizelge 2'de, potasyumlu gübre uygulamalarında ölçütlerin ortalama değerleri Çizelge 3'de ve yapraktan CaCl_2 çözeltisi uygulamalarında ölçütlerin ortalama değerleri ise Çizelge 4'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Değişik miktarlarda toprağa uygulanan K ile değişik uygulama düzeylerinde yapraktan uygulanan CaCl_2 'ün ispanak bitkisinde bazı gelişme ve kalite özellikleri ile mineral madde içerikleri üzerine etkileri

	Ürün kg/par.	Bitki Ağır.gr	Sap Ağır.gr	Yaprak Uz.cm	TOA*, %	FEOA*, me/kg	NO_3 , %	N, %	P, %	K, %	Ca, %
K_0Ca_1	4.90 e ¹	19.56 bc	7.34 cd	18.0 a	4.54 cd	958 e	0.686 f	3.37 d	0.885 a	6.79 f	0.227 def
K_0Ca_2	4.97 e	16.13 cd	8.50 bc	16.1abc	4.33de	908 f	0.680 f	3.72 ab	0.892 a	7.34 e	0.237cde
K_0Ca_3	5.33 de	20.50 bc	8.61 bc	18.2 a	4.02 fg	836 gh	0.672 f	3.75 a	0.770 c	7.36 e	0.250 cd
K_1Ca_0	5.17 e	24.15 ab	11.56ab	18.3 a	5.37 a	1153 a	0.887 e	3.62abc	0.765 c	6.92 f	0.177 fg
K_1Ca_1	6.03 cd	14.96 cd	7.25 cd	14.1 cd	3.81 g	792 h	1.064 d	3.65 abc	0.788 c	8.67b	0.247 cd
K_1Ca_2	6.87 ab	26.43 a	11.91 a	16.9 ab	4.19 ef	867 fg	0.871 e	3.57 c	0.683 d	8.95 a	0.289 c
K_2Ca_0	5.00 e	19.63 bc	8.79 bc	16.7 ab	4.73bc	1013 d	1.367 b	3.75 a	0.847 b	6.92 f	0.165 g
K_2Ca_1	5.40 de	15.65 cd	6.47 cd	15.3bcd	4.78 b	1020 cd	1.208 c	3.57 c	0.880 a	8.67b	0.183efg
K_2Ca_2	6.47 bc	16.20 cd	6.63 cd	13.4 d	5.38 a	1152 a	0.724 f	3.66 abc	0.869 a	8.95 a	0.186efg
K_3Ca_0	4.90 e	15.22 cd	5.10 d	13.6 cd	5.28 a	1124 a	1.157cd	3.60 bc	0.833 b	7.85d	0.215defg
K_3Ca_1	7.40 a	10.35 d	5.53 cd	16.8 ab	5.20 a	1065 bc	1.481 a	3.32 d	0.677 d	8.22 c	0.405 a
K_3Ca_2	7.10 ab	19.50 bc	7.10 cd	17.7 ab	5.19 a	1074 b	1.184 c	3.60 bc	0.765 c	8.34 c	0.356 b
LSD	0.6999	5.276	2.862	2.337	0.2142	47.96	0.1078	0.1242	0.02197	0.1272	0.04899

¹: $P<0.05$ düzeyinde LSD karşılaştırması, *: TOA: Toplam oksalik asit, FEOA: Fizyolojik etkili oksalik asit.

Çizelge 3. Toprağa değişik miktarlarda uygulanan potasyumun ıspanak bitkisinde bazı gelişme ve kalite özellikleri ile mineral madde içerikleri üzerine etkisi

	Ürün kg/par.	Bitki Ağır.gr.	Sap Ağır.gr.	Yaprak Uz.cm	TOA* %	FEOA me/kg	NO ₃ %	N, %	P, %	K, %	Ca, %
K ₀	5.07 c ¹	18.73 b	8.15 b	17.44	4.29 d	901 c	0.680d	3.61 a	0.849b	7.33 b	0.238 b
K ₁	6.02 b	21.85 a	10.24 a	16.42	4.46 c	937 b	0.940 c	3.61 a	0.745d	8.18 a	0.238 b
K ₂	5.62 b	17.16 bc	7.30 bc	15.13	4.96 b	1062 a	1.100b	3.66 a	0.865a	8.18 a	0.178 c
K ₃	6.47 a	15.02 c	5.91 c	16.04	5.22 a	1088a	1.274 a	3.51 b	0.758c	8.14 a	0.325 a
LSD	0.4041	3.046	1.652		0.1236	27.69	0.062	0.07169	0.0127	0.07345	28.29

¹ : P<0.05 düzeyinde LSD karşılaştırması, * : TOA: Toplam oksalik asit, FEOA: Fizyolojik etkili oksalik asit.

Çizelge 4. Toprağa değişik miktarlarda uygulanan kalsiyum klorürün ıspanak bitkisinde bazı gelişme ve kalite özellikleri ile mineral madde içerikleri üzerine etkisi

	Ürün kg/par.	Bitki Ağır.gr.	Sap Ağır.gr.	Yaprak Uz.cm	TOA* %	FEOA me/kg	NO ₃ %	N, %	P, %	K, %	Ca, %
Ca ₀	4.99 c ¹	19.64 a	8.20	16.7	4.98 a	1062 a	1.024 b	3.59 ab	0.832 a	7.12 b	0.196 b
Ca ₁	5.95 b	14.27 b	6.94	15.6	4.53 c	946 c	1.108 a	3.57 b	0.809b	8.35 a	0.268 a
Ca ₂	6.44 a	20.66 a	8.56	16.5	4.70 b	982 b	0.863 c	3.65 a	0.772c	8.40 a	0.270 a
LSD	0.350	2.638			0.1071	23.98	0.0539	0.0622	0.0110	0.06361	0.2450

¹ : P<0.05 düzeyinde LSD karşılaştırması, * : TOA: Toplam oksalik asit, FEOA: Fizyolojik etkili oksalik asit.

Toprağa uygulanan potasyumlu gübre ve yapraktan uygulanan CaCl₂ çözeltisi ile ilgili olarak ıspanak bitkisinin ürün miktarı artmıştır. Ortalama bitki ağırlığı potasyumlu gübre uygulamaların 1. düzeyinde artarken 2. ve 3. düzeylerinde azalmıştır. Yapraktan CaCl₂ uygulamalarının 1. düzeyinde ortalama bitki ağırlığı azalmıştır (Çizelge 3). Ortalama sap ağırlığı K1 düzeyi hariç potasyumlu gübre uygulamalarıyla ilgili olarak azalmıştır. Yaprak uzunluğu üzerinde toprağa uygulanan potasyumlu

gübre ile yapraktan CaCl₂ uygulamaları arasındaki interaksiyonun etkisiyle değişiklikler olmuştur (Çizelge 2). Bu konuda (28) ıspanak yapraklarına uygulanan CaCl₂ çözeltisinin ürün miktarı ile ortalama bitki ağırlığı, sap ağırlığı ve yaprak uzunluğu üzerine etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir.

ıspanak bitkisinde toprağa uygulanan potasyumlu gübre ile ilgili olarak toplam oksalik asit ve fizyolojik etkili oksalik asit artarken ıspanak yapraklarına uygulanan CaCl₂ çözeltisi

talama yaşama gücü değerleri Gerze dişilerinde %91.90, Denizli dişilerinde %87.03, Gerze horozlarında %90.84, Denizli horozlarında % 90.00 olarak saptanmıştır. Gerze ve Denizlilerin civciv, piliç ve yumurtlama dönemlerine ait yaşama gücü değerleri bakımından aralarındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunamamıştır ($P>0.05$). Yaşama gücü değerleri daha önce yapılan araştırmaların sonuçları ile karşılaştırıldığında, yerli ve yabancı kökenli ticari hibritlerden farksız olduğu görülmektedir (8.17.18).

%5 verim yaşına Gerzeler 163 ± 1.73 gün, Denizliler 155 ± 3.06 günde ulaşmışlardır. Buna göre, Denizliler, Gerze'lerden ortalama 8 gün daha erken verime ulaşmaktadır.

%5 verim yaşı ağırlığı Gerze'lerde 1412 ± 15.24 g, Denizlilerde 1373 ± 12.4 g olarak tespit edilmiştir. % 5 verim yaşında Denizliler Gerzelerden daha hafif olmakla beraber, iki ırk arasındaki fark önemli bulunamamıştır ($P>0.05$).

%50 verim yaşına Gerzeler 186, Denizliler 178 günde ulaşmış olup aradaki 7 gündür.

%50 verimdeki canlı ağırlıklar, Gerze'lerde 1436 ± 13.19 , Denizlilerde 1500 ± 13.08 gr. olarak tespit edilmiştir. Buna göre % 50 verim yaşında Denizliler, Gerzelerden 64 g daha ağır gelmiş olmasına karşın, bu fark önemsiz çıkmıştır ($P>0.05$).

%50 verim yaşına ilişkin veriler önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında, bu özellikleri bakımından kahverengi yumurtacı ticari hibritlere yakın olduğu söylenebilir (4).

52. hafta sonu itibariyle toplam yumurta verimleri tavuk-gün esasına göre Gerzelerde ortalama 97.89, Denizlilerde 113.66 adet, tavuk-kümes esasına göre Gerzeler için 93.95, Denizliler için 105.55 adet olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi yumurta veriminde bakımından Denizli Gerze'den üstündür.

Yumurta verimi düşük olan Gerzeler'

Çizelge 1: Gerze ve Denizli Tavuklarını Tanımlayıcı Değerler

	Gerze		Denizli	
	Dişi	Erkek	Dişi	Erkek
1-Yaşama Gücü(%)				
Civciv dönemi(0-8 hafta)	93.55	100.00	92.47	100.00
Piliç dönemi (9-22 hafta)	98.85	100.00	98.84	96.77
Yumurtlama dönemi (23-52 hafta)	91.90	90.82	87.03	90.00
2-Cinsel Olgunluk Yaşı(gün)				
% 5 Verim yaşı (gün)	163 ± 1.73 ^x		155 ± 3.06 ^x	
% 50 Verim yaşı (gün)	186 ± 1.33		178 ± 2.77	
% 5 Verim ağırlığı(gr)	1412 ± 115.24		1373 ± 12.46	
% 50 Verim ağırlığı(gr)	1435 ± 1113.19		1500 ± 13.08	
3- Yumurta Verimi (adeti)				
Tavuk-gün	97.89 ^{xx}		113.66 ^{xx}	
Tavuk-kümes	93.95		105.55	
4- Yumurta Ağırlığı (gr)	47.6 ± 0.48 ^{xx}		44.0 ± 0.43 ^{xx}	
5- 52.Hafta Sonu Canlı Ağırlığı (gr)	1706.32±28.03		1914.57± 22.26 ^x	2420.37
	2317.86±47.16		±41.11	
6- Yem Tüketimi (gr/hay)				
2-22 hafta	7700	9375	7688	9762
23-52 hafta	22706 ^x	227335	23998	226918 ^x
7- Kuluçka Özellikleri(%)				
Döllülük oranı	95.93 ^{xx}		76.30 ^{xx}	
Çıkış gücü	93.04 ^x		87.62 ^x	
Kuluçka randımanı	89.92 ^{xx}		67.04 ^{xx}	
8-Yumurta Kalite Özellikleri				
8.1.Dış Kalite özellikleri				
Şekil indeksi (%)	75.05± 0.222 ^x		75.98 ± 0.21 ^x	
Özgül ağırlık (g/cm ³)	1.089± 0.00004		1.091± 0.0005	
Kabuk kalınlığı(mm)	0.330±0.0020		0.336±0.0023	
Kırılma mukavemeti (kg/cm ²)	1.40 ±0.067		1.29± 0.065	
8.2.İç Kalite Özellikleri				
Sarı indeksi (%)	44.86 ±0.2138		44.63 ±0.1912	
Ak indeksi	11.01 ±0.2124 ^{xx}		7.27± 0.1516 ^{xx}	
Sarı rengi	8.11± 0.18845 ^x		9.18 ±0.1716 ^x	
Haugh brimi	90.27± 0.6139 ^{xx}		77.48± 0.7269 ^{xx}	

(x): Ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (p<0.05)

(xx):Ortalamalar arasındaki farklılık çok önemlidir (p<0.01)

de, yumurta ağırlığı Denizlilerden yüksektir (P<0.01). Bununla beraber, istatistiksel olarak önemli derecede daha toplam yumurta verimi, adet yerine ağır-

bitkinin toplam oksalik asit içeriği ile fizyolojik etkili oksalik asit miktarını azaltmıştır. En yüksek toplam oksalik asit içeriği ve fizyolojik etkili oksalik asit miktarı K₃ uygulamalarında elde olunmuştur (Çizelge 2). Bu konuda yapılan çalışmalarda (8, 11, 17, 21) toprağa uygulanan potasyumlu gübre ile ilgili olarak bitkide oksalik asit içeriğinin arttığı belirlenmiştir. Potasyumun ıspanak bitkisinde temel katyon olduğu ve oksalik asit oluşumunda en fazla etkiyi gösterdiği (3), ıspanak bitkisinde potasyum içeriği ile toplam oksalik asit içeriği ve fizyolojik etkili oksalik asit miktarı arasında doğrusal pozitif bir ilişki bulunduğu (20) bildirilmiştir.

Bir katyon olarak potasyumun oksalik asit oluşumundaki etkisinin bitki dokularında toplam katyonlar (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺, K⁺) ile toplam anyonlar (NO₃⁻, SO₄⁻, Cl⁻ + organik anyonlar) arasında bir dengeye dayandığı düşünülmektedir. Katyonların inorganik anyonlardan fazla olan eşdeğer miktarının organik anyonların senteziyle dengelendiği (5, 15, 19) ve oksalik asit içeriğinin bitkinin katyon alımıyla arttığı (9, 26) bildirilmiştir.

Bitkilerde normal karboksilat içeriği ya da organik anyon içeriği (C-A) bitki türleri arasında geniş ölçüde

değişiklik göstermekte ve en yüksek değerler kazayağgiller familyasına ait olan ıspanak, pancar ve karabuğday'da görülmektedir. Oksalik asit ve oksalat anyonu bu bitkilerde metabolizmada iyonik dengeyi sağlamada önemli bir organik metabolit olarak görev almaktadır. İnorganik anyon içeriğine göre yaprakların katyon içeriklerini arttıran gübre uygulamalarının genetik olarak oksalik asitin yüksek olduğu bu türlerde daha fazla oksalik asit oluşumuna neden olduğu (23) bildirilmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgularda potasyumlu gübre uygulamalarıyla ıspanak bitkisinde toplam oksalik asit ve fizyolojik etkili oksalik asitin sürekli arttığı görülmekte (Çizelge 3) ve bu durum diğer araştırmacıların buldukları sonuçlarla uyum göstermektedir. Fizyolojik etkili oksalik asit (2) Shupman ve Weinman tarafından toplam oksalik asitin toplam kalsiyumdan fazla olan eşdeğer miktarları olarak tanımlamakta ve oksalik asitin iki değerli katyonlar tarafından son derece güç çözümlenir oksalatları şeklinde bağlanmamış kısmını ifade etmektedir. Bir görüşe göre (8) yetiştirme ortamında yüksek düzeylerde bulunan potasyum kök absorpsiyon yüzeylerinde kalsiyum ile rekabete girerek kalsiyum alımı

azalmakta ve böylece çözünemez oksalat formu azalarak fizyolojik etkili oksalik asit miktarı artmaktadır.

Ispanak bitkisinin yapraklarına uygulanan CaCl_2 çözeltisi ile ilgili olarak toplam oksalik asit içeriği ile fizyolojik etkili oksalik asit miktarında görülen azalış daha önceki bulgularla da (27) benzerlik göstermektedir. Yapraktan uygulanan CaCl_2 çözeltisi ıspanak bitkisinde Ca içeriğinin arttırmaktadır (Çizelge 4). Artan Ca içeriğinin fizyolojik etkili oksalik asiti azaltması yanında, CaCl_2 uygulamalarıyla yapraklardaki yüksek Cl içeriğinin vakuollerde inorganik anyon yükünü arttırması da tahmin edilebilir. Nitekim bu konuda (27) ıspanak yapraklarına CaCl_2 çözeltisinin uygulamasıyla ilgili olarak yapraklarda Cl içeriğinin arttığı saptanmıştır. Bitki dokularında artan inorganik anyon konsantrasyonunun oksalik asit oluşumunu azaltması nedeniyle (5, 15, 23) CaCl_2 uygulamalarında oksalik asit içeriğinde görülen azalışın, dokularda Cl birikiminin etkisine bağlı olduğu düşünülebilir.

Ispanak bitkisinde toprağa uygulanan potasyumlu gübre ile ilgili olarak nitrat içeriği artmıştır. Toplam azot içeriği K_3 uygulamasında en düşük olmuştur (Çizelge 3). Bu konuda (21)

potasyumlu gübre uygulamalarının bitkide nitrat içeriğini arttırdığı bildirilmiştir. Yapraklara CaCl_2 uygulamalarıyla ilgili olarak nitrat içeriğindeki azalış, klorun vakuollerde osmotik basınç sağlamada nitratın görevini yapabilmesi ile açıklanmaktadır (29, 30). Buna dayanarak yapraklara uygulanan CaCl_2 'ün dokularda Cl içeriğini arttırarak nitratın üstlendiği osmotik etkiyi yapabilmesi nedeniyle topraktan alınan azotün asimilasyonu artarak nitrat içeriği azalabilir. Bu konuda önceki çalışmalarda (27) benzer bulgular saptanmıştır.

Toprağa uygulanan potasyumlu gübre ile ilgili olarak ıspanak bitkisinde K içeriği artarken Ca ve P içeriklerinde potasyumlu gübrenin uygulama düzeylerine bağlı olarak azalış ve artışlar olmuştur (Çizelge 3). Diğer taraftan yapraktan CaCl_2 uygulamalarına bağlı olarak ıspanak bitkisinin Ca ve K içeriği artarken P içeriği azalmıştır (Çizelge 4). Bu artış ve azalışların potasyumlu gübreleme ile ürün miktarı ve K'un yanısıra Ca içeriklerinde ayrımlı olabilen yaprak ve sap dokularının farklı şekilde etkilenmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu konuda (28) yapraktan CaCl_2 uygulamalarında P, K ve Ca içeriklerinin arttığı belirlenmiştir.

Sonuç

Ispanak bitkisinin ürün miktarı ile kalitesinin belirlenmesinde önemli olumsuz faktörler olan toplam oksalik asit, nitrat ve K içerikleri ile fizyolojik etkili oksalik asit miktarı potasyumlu gübre uygulamalarının özellikle yüksek düzeylerinde artmıştır. Ispanak bitkisinde fazla miktarda bulunan katyonlardan biri olan potasyumun (3) oksalik asit oluşumunu teşvik ettiği ve sitokiyometrik olarak fizyolojik etkili oksalik asit miktarını arttırdığı saptanmıştır. Ayrıca toprağa uygulanan potasyumun yüksek düzeyleri ortalama bitki ağırlığını azaltarak pazarlamada önemli bir etken olan fiziki görünüm değerini düşürmüştür. Yapraftan $CaCl_2$ uygulamalarında ise ürün miktarı ve ortalama bitki ağırlığı ile Ca ve K içerikleri toplam oksalik asit içeriği ve sitokiyometrik olarak fizyolojik etkili oksalik asit miktarı azalmıştır.

Mevcut bulgular ele alınan kalite ölçütlerine etkisi yönünden ıspanak üretiminde aşırı potasyumlu gübrelerden kaçınılması gerektiğini göstermektedir. Genetik olarak yüksek düzeyde oksalik asit oluşturan ıspanak bitkisine yapraftan $CaCl_2$ uygulamalarının oksalik asit ve nitrat gibi ölçütler üzerinde etkileyici olduğu görülmektedir. Ancak bu

uygulamanın üretimde iş gücü ve maliyet kapsamını genişleteceğinden uygulamanın etkinliğinin ekonomik uygulama sıklığı ve etkili konsantrasyonun değişik yetiştirme mevsiminde değişik iklime sahip bölgelerde yapılacak denemelerle saptanması gerekli görülmektedir.

Kaynaklar

1. ADRIAANSE, A., ROBBERS, I.E. *Über eine modifizierte gessamtohalat bestimmung in gemüsen. Z. Lebensm-Unters. U. Fors.* 141, 158-160, 1970.
2. ALLISON, R.M. Soluble oxalates, ascorbic and other constituents of rhubarb varieties. *J. Sci. Fd. Agric.*, 17., 554-557, 1966.
3. BENGTSSON, B.L., BOSUND, I., HILMI, A. Mineral salts and oxalate content in spinach leaves as a function of development stage. *Zetischrift für Pflanzenernahrung Düngung und Bodenkunde*, 115, 192-199, 1966.
4. 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.
5. BRETELER, H. 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, 1973.
6. CRADDOCK, W.M.,
Nitrosamines and Human cancer. *Proff
of an Association, Nation (London)*,
306: 638, 1983.
7. DUZGÜNEŞ, O. Bilimsel
araştırmalarda istatistik prensipleri ve
metodları. *Ege Üniv. Matbaası, İzmir*,
1963.
8. EHRENDORFER, K. Influence
of minerals, especially phosphorus, on
the content of oxalic acid in spinach.
Phosphorsaure, 24, 180-189, 1964.
9. EHRENDORFER, K. The
influence of different K:Na and NO₃:Cl
ratios on the yield, nutrient uptake and
oxalic acid production in spinach.
*Zeitschrift für Pflanzernahrung und
Bodenkunde*, 135 (1): 44-58, 1973.
10. GRUTZ, W. Die beziehungen
zwischen phosphorsaure düngung
und oxalosaurebildung in blättern von
Beta-Ruben und Spinat. *Die
Phosphorsaure*, 16, 181-187, 1956.
11. JONES, R.J., FORD, C.W.
Some factors affecting the oxalate
content of the tropical grass setaria
sphacelata. *Australian Journal of
Experimental Agriculture and Animal
Husbandry*, 12 (57), 400-406, 1972.
12. KACAR, B. Plant and Soil
analysis. *Uni. of Nebraska, Department
of Agronomy, Lincoln, Nebraska*, 1962.
13. KACAR, B. Bitki ve toprağın
kimyasal analizleri. II. Bitki Analizleri,
A.Ü. Zir.Fak. Yayınları, 453, Uygulama
Klavuzu: 155, A.Ü. Basımevi Ankara,
1972.
14. KACAR, B. 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*, 1994.
15. KIRKBY, E.A., MENGEL, K.
Ionic balance in different tissues of the
tomato plant in relation to nitrate, urea,

- or ammonium nutrition. *Plant Physiology*, 42, 6-14, 1967.
16. KITCHEN, J.W., BURNS, E.E., PERRY, B.A. Calcium oxalate content of spinach (*Spinaceae oleracea* L.). *American Soc. for Horticultural Sci.* Vol. 84, 441-445, 1964.
 17. LAMBETH, V.N., FIELDS, M.L., BROWN, J.R., REGAN, W.S., BLEVINS, D.G. Detinning by canned spinach as related to oxalic acid, nitrates and mineral composition. *Food Technology*, 23, 840-842, 1969.
 18. MARGERATHA, B-Z. Nitrate accumulation in vegetables and its relationship to quality. *Ann. App. Biol.*, 115, 553-561, 1989.
 19. MERKEL, V.D. Der einflub des $\text{NO}_3:\text{NH}_4$ -verhältnisses in der nahrLösung auf ertrag und gehalte an organischen und anorganischen Ionen von tomatenpflanzen. *Zetischrift für Pflanzenernahrung und Bodenkunde*, 134, 236-246, 1973.
 20. MUNK, H. The influence of phosphoric acid on the content of oxalic acid in spinach. *Phosphorsaeure*, 25, 250-262, 1965.
 21. REGAN, W.S., LAMBETH, V.N., BROWN, J.R., BLEVINS, D.G. Fertilization interrelationships on yield, nitrate and oxalic acid content of spinach. *Proceedings of the Soc. for Horticultural Sci.*, 93, 485-492, 1968.
 22. REININK, K. Improving quality of lettuce by breeding for low nitrate content. *Acta Horticulture* 122, 121-128, 1988.
 23. 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.
 24. SCHOUWENBURG, J. VAN, WALINGA, I., *Methods of Analysis for plant Material*. Agric Univ. Wageningen, The Netherlands, 1975.
 25. SHUPMAN, W. *Nutritional values in crops and plants*. Faber, Faber London. (In Bengtsson vd. 1966), 1965.

26. SING, P.P., SAXENA, S.N. Effect of maturity on the oxalate and cation contents of six leafy vegetables. *Indian Journal of Nutrition and Dietetics*, 9 (5): 269-276, 1972.
27. TOPCUOĞLU, B., ALPASLAN, M., YALÇIN, S.R., KASAP, Y., Yapraktan CaCl_2 uygulamasının değişik formlarda azotla gübrelenen ıspanak bitksinde oksalik asit, nitrat ve organik bağlı azot ile kalsiyum içerikleri üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 2 (3), 11-16, 1996.
28. TOPCUOĞLU, B., KÜTÜK, A.C., DEMİR, K., ÖZÇOBAN, M. Değişik formlarda azotla gübrelenen ıspanak bitkisine (*Spinaceae oleraceae* L.) yapraktan kalsiyum klorür uygulamasının verim ile fiziksel ve kimyasal bazı kalite faktörleri üzerine etkisi, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 1997 (Baskıda).
29. VAN DER BOON, J., STEENHUIZEN, J.W., STEINGRÖVER, E. Effect of EC, and CL and NH_4 Concentration of nutrient solutions on nitrate accumulation in lettuce. *Acta Horticulture*, 222, 35-42, 1988.
30. VAN DER BOON, J., STEENHUIZEN, J.W., STEINGRÖVER, E. Growth and nitrate concentration of lettuce as affected by total nitrogen and chloride concentration, NH_4/NO_3 ratio and temperature of recirculating nutrient solution. *Journal of Horticultural Sci.*, 65 (3), 309-321, 1990.
31. WOOSTER, H.A. Jr. Nutritional data. 2'nd Ed. H.J. Heinz Co., Pitsburg, Pa. p. 124, 1954.
32. WRIGHT, M.G., DAVIDSON, K.L. Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning of animals. *Adv. in Agronomy*, 16, 197-247, 1964.