

Geliş Tarihi : 29.03.2000

Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Fidelerinin Gelişimi ve Kimi Besin Maddeleri İçeriğindeki Değişimler Üzerine Potasyumlu Gübrelemenin Etkisi

İbrahim ERDAL⁽¹⁾

Önder TÜRKMEN⁽²⁾

Mehtap YILDIZ⁽²⁾

Özet: Bu çalışmada tuz baskısı koşullarında hıyar fidelerinin gelişimini ve bazı besin maddelerinin değişik dozlarda K uygulamasına bağlı olarak değişimlerini incelemek amaçlanmıştır. Bu nedenle ortama 4 farklı düzeyde tuz (0,10, 20 ve 30 mmol NaCl) ve 4 farklı düzeyde potasyum (0, 75, 150, 300 mg K/kg) uygulanmıştır. Araştırma sonunda tuz ve K uygulamalarının bitki kuru ağırlığı üzerine olumsuz etkisi görülmüştür. Yüksek tuzlulukta bitkinin Na, Ca, Mn, Cu ve Fe içerikleri artmış, buna karşılık K ve P içerikleri azalmıştır. Potasyum uygulamaları ile bitkinin K, Zn, Mn, Cu ve Fe içerikleri artmış, buna karşılık Na, Ca, Mg ve P içerikleri azalmıştır.

Anahtar kelimeler: Tuzluluk, K uygulaması, bitki gelişimi, besin maddeleri içeriği

Effect of Potassium Fertilization on Cucumber (*Cucumis sativus* L) Seedling Growth and Changes of Some Nutrient Contents Under Salt Stress

Abstract: In this study it was aimed to investigate the seedling growth and the nutrient changes in cucumber with different K doses under salt stress. For this purpose, 4 levels of salt (0, 10, 20 and 30 mmol NaCl) and 4 levels of potassium (0, 75, 150 and 300 mg K kg⁻¹) were applied to the growing media. At the end of the study, it was seen that increasing amount of salt and K applications negatively affected seedling dry weight. High salinity caused an increasement in Na, Ca, Mn, Cu and Fe contents of plant but plant K and P contents decreased with salinity. Depending on increasing K applications plant K, Zn, Mn, Cu and Fe concentrations increased, however Na, Ca, Mg and P concentrations decreased.

Key words: Salinity, K application, plant growth, nutrient contents

Giriş

Toprak verimliliğini önemli derecede etkileyen faktörlerden birisi tuzluluktur. Tuz baskısı koşullarında yetişen bitkiler iki sorunla karşı karşıyadırlar. Bunlardan ilki, toprak çözeltisindeki yüksek tuz miktarına bağlı olarak osmotik basıncın artması ve toprak su potansiyelinin düşmesi, diğeri ise Cl ve Na gibi zararlı iyonların yüksek konsantrasyonu ve iyon konsantrasyonlarında dengesizliktir. Yukarıda belirtilen faktörlerin bir araya gelmesi ile bitkilerde Na ve/veya Cl zehirlenmesi görülebilmekte buna karşılık K ve Ca eksikliği ortaya çıkmaktadır (Greenway ve Munns, 1980). Tuz stresinde bitkilerde aşırı derecede biriken Na nedeniyle bitkilerin K alımı engellenmekte (Siegel ve ark., 1980) ve Cl ise özellikle NO₃ alımı üzerine olumsuz etki yaparak bitkilerde iyon dengesinde bozulmalara neden olabilmektedir (Kirkby ve Knight, 1977; Güneş ve ark., 1994; Lewitt, 1980).

Tuzlu koşullarda bitkilerde gözlenen büyüme gerilemesinin bir nedeni de besin maddelerinin bitkilerce alınımı, taşınması ve kullanılmasının engellenmesidir. Örneğin Mn konsantrasyonu düşük, buna karşılık tuzlu bir ortamda yetiştirilen arpa bitkisinde gözlenen büyüme

gerilemesinin büyük ölçüde tuza bağlı Mn eksikliğinden kaynaklandığı belirlenmiştir (Cramer ve Nowak, 1992). Ayrıca fosfor bakımından fakir bir toprakta yetiştirilen pamukta P alımı ve hareketi artan tuz konsantrasyonu ile azalmıştır (Roberts ve ark., 1984). Aynı zamanda domates yaprağındaki P'nin kullanılma oranının ortamda bulunan tuz miktarının 10 mmol den 50 ve 100 mmol'e çıkması ile yarı yarıya azaldığı bildirilmiştir. (Martinez ve Läuchli, 1991). Yapılan bir başka çalışmada tuz stresi koşullarında yetiştirilen ıspanağın gereksinim duyduğu K miktarının normal koşullara göre 2 kat daha fazla olduğu bildirilmiştir (Chow ve ark., 1990). Yapılan bir diğer çalışmada toprak tuzluluğunun mısır ve arpanın gövde ve yapraklarındaki Mn ve Zn kapsamını artırdığı buna karşılık Fe ve Cu kapsamını düşürdüğü saptanmıştır (Hasan ve ark., 1970a; 1970b). Yerfisiği ile yapılan benzer bir çalışmada ise tuzluluğa bağlı olarak bitkinin yaprak ve gövdesinde Ca, P, ve Fe kapsamının arttığı, Mn kapsamının ise değişmediği saptanmıştır (Chavan ve Karadge, 1980).

⁽¹⁾ Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, 65080 VAN

⁽²⁾ Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 65080 VAN

Litifi ve ark. (1992), tarafından bitkilerin tuza toleransını etkileyen faktörlerin araştırıldığı çalışmada bitkilerin tuza toleransının Na alımındaki sınırlandırma ile ilişkili olduğu ve bu sınırlandırmada K'nın önemli rol oynadığı belirlenmiştir. Yapılan araştırmada bitkideki K/Na oranının artması ile tuza toleransının arttığı görülmüştür.

Ashraf ve ark. (1994 tuza toleranslı çeşitlerin duyarlı olanlara oranla daha fazla K aldığını, kuraklık ve tuz baskısına toleransta K'nın önemli rol oynadığını belirtmişlerdir.

Tuz baskısı koşullarında doğal bir savunma mekanizması olan bitki dokularındaki turgor basıncının artırılması ve turgorun korunması ön plana çıkmaktadır. Yapılan birçok araştırmada turgorun korunmasında K'nın rolü açıkça vurgulanmıştır (Hsiao ve Läuchli, 1986; Guardia ve Benlloch, 1980; Mengel ve Arneke, 1982). Sayed ve El-Swaify, (1973)' nin şeker kamışı üzerinde yaptıkları çalışmada tuza toleranslı hatlardaki K'nın Na tarafından etkilenmesinin duyarlı olanlara göre daha az olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca Helal ve ark. (1975), bitkideki K'nın tuzlu koşullarda bitkinin büyüme metabolizmasını artırabileceğini iddia etmişlerdir.

Bu çalışma ile değişik tuz konsantrasyonlarına sahip yetiştirme ortamına uygulanan değişik K düzeylerinin hıyar bitkisi gelişimi ile bazı besin maddesi konsantrasyonları üzerine olan etkisini incelemek amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Tesadüf parselleri deneme desenine göre sera denemesi şeklinde 3 tekrarlı olarak yürütülen araştırmada bitki yetiştirme ortamı olarak 1:1:1 oranında hazırlanan 400 g toprak: dere kumu: ahır gübresi karışımı kullanılmış ve test bitkisi olarak standart Bethalpha hıyar çeşidi yetiştirilmiştir. Karışıma ilişkin bazı özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge1. Bitki yetiştirme ortamına ait kimi analiz sonuçları

Özellik	
Toplam tuz (%)	0.035
pH (1/2.5 su)	7.72
OM (%)	12.8
Toplam N (%)	2.64
Yarayışlı P (mg/kg)	17.45
Yarayışlı K (mg/kg)	237

Ortamda değişik tuz konsantrasyonları oluşturmak amacıyla tohum ekiminden önce 4 dozda (0, 10, 20, ve 30 mmol) NaCl uygulanmıştır. Tuz stresi koşullarında K uygulamasının bitki gelişimi ve bitkinin mineral madde konsantrasyonlarına etkisini görmek amacıyla 4 dozda (0, 75, 150 ve 300 mgK/kg) KNO₃ halinde K uygulanmıştır. Ayrıca her tüpe Trip-I süper fosfat formunda 100 mg/kg P ve amonyum nitrat formunda 300 mg/kg olacak şekilde N uygulanmıştır (Azot uygulamalarında KNO₃ ten gelen N miktarları dikkate alınmıştır).

Beş hafta gelişme süresi sonunda fideler hasat edilmiş, yıkanmış ve kurutularak analizlere hazır hale getirilmiştir.

Kuru yakma yöntemine göre yakılan bitki örneklerinde K, Na, Ca, Mg, Zn, Mn, Cu ve Fe Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi ile, P ise molibdovanado-fosforik asit metoduna göre Spektrofotometrede belirlenmiştir (Kitson ve Mellon, 1964).

Bulgular ve Tartışma

Bitki Kuru Ağırlığı

Uygulamalara bağlı olarak elde edilen bitki kuru ağırlığına (K.A) ait veriler Çizelge 2 de ortalamalara ilişkin istatistiksel değerlendirmeler de Çizelge 5'te sunulmuştur.

Çizelge 2. Değişik tuz ve K uygulamalarına bağlı olarak hıyar fidelerinin kuru ağırlığındaki değişimler (g/fide)

Tuz uyg. (mmol/saksı)	K Uygulaması (mg/kg)				
	0	75	150	300	Ort.
0	0.284	0.338	0.279	0.389	0.322 a*
10	0.360	0.383	0.329	0.236	0.327 a
20	0.229	0.184	0.142	0.145	0.175 b
30	0.158	0.104	0.076	0.067	0.101 c
Ort.	0.258 a	0.252 a	0.207 b	0.209 b	

*: aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir.

Anılan çizelgelerin incelenmesinden de görüleceği üzere bitki kuru ağırlığı üzerine tuz ve K uygulamalarının etkileri farklı olmuş ve bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Tuz ve K uygulamalarına bağlı olarak elde edilen değerlerin ayrı ayrı verildiği Çizelge 2'den de görüldüğü gibi artan tuz uygulamalarına bağlı olarak bitki kuru ağırlığı belirgin olarak azalmıştır. Tuz uygulamaları ile elde edilen fide kuru ağırlıklarına ait ortalama değerlere göre en yüksek kuru ağırlık tuz uygulamasının yapılmadığı durumda ve (0.322 g) 10 mmol tuz uygulamasından (0.327 g) elde edilmiş ve elde edilen değerler aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Artan tuz uygulamaları ile bitki kuru ağırlığı 20 mmol de 0.175 g'a 30 mmol de ise 0.101 g'a gerileyerek kontrol'e göre sırası ile %46 ve %69'luk bir düşüş gerçekleşmiştir. Benzer şekilde artan tuz uygulamalarında farklı dozlarda K uygulaması da bitki kuru ağırlığı üzerine olumsuz etki göstermiş ve K uygulamasının yapılmadığı durumda elde edilen ortalama bitki kuru ağırlığı (0.258 g) K'nın en yüksek dozunda 0.209 g'a gerileyerek %19 oranında bir azalmaya yol açmıştır.

Bitki K, Na, Ca, Mg ve P içerikleri

Değişik tuz stresi koşullarında yetiştirilen hıyar fidelerinin farklı konsantrasyonlardaki K uygulamalarına bağlı olarak elde edilen K, Na, Ca, Mg ve P içeriklerine ait ortalama değerler Çizelge 3'te sunulmuştur.

Çizelge 3. Değişik tuz ve K uygulamalarına bağlı olarak hıyar bitkisinin K, Na, Ca, Mg ve P içeriğindeki değişimler

Tuz uyg. (mmol/saksı)	Besin maddesi içerikleri				
	K (%)	Na (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	P (mg/kg)
0	3.83 a*	7378 c	1473 c	4532 b	3800 a
10	3.57 b	12395 b	2557 b	6935 a	3900 a
20	3.23 c	19589 a	2334 b	7009 a	2200 b
30	3.25 c	19321 a	2923 a	4726 b	2200 b
K uyg. (mg/kg)					
0	2.90 c	15970 a	2766 a	7356 a	3500 a
75	3.43 b	15055 ab	2184 b	5870 b	3200 b
150	3.52 b	13951 b	2209 b	5577 b	2900 c
300	4.00 a	13708 b	2128 b	4401 c	2500 d

*: aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir.

Tuz uygulamaları ve K uygulamalarının bitkinin K, Na, Ca, Mg ve P içeriklerine etkisi incelendiğinde hem uygulamaların bireysel etkilerinin ve hem de ortaklaşa (interaksiyon) etkilerinin farklı olduğu ve bu farklılıkların istatistiksel olarak genelde önemli bulunduğu Çizelge 5'te görülmektedir.

Uygulamalara bağlı olarak elde edilen ortalama değerlere göre hazırlanan Çizelge 3 incelenecek olursa, bitki K ve P içerikleri artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak azalmış, buna karşılık Na ve Ca içerikleri artmıştır. Bitki Mg içeriği ise 10 ve 20 mmol tuz uygulamalarında kontrole göre önemli miktarlarda artış göstermiş fakat 30 mmol tuz uygulamasında elde edilen Mg değerinin tekrar azalarak kontrol uygulamasından elde edilen değerle aynı istatistiksel grupta yer alacak değere gerilemiştir. Tuz uygulamalarına bağlı olarak kontrol uygulamasında elde edilen K içeriği (%3.83) tuzun en yüksek dozunda %3.25 mg/kg değerine gerilemiş ve böylece %15 oranında bir azalma belirlenmiştir. Tuz uygulamaları ile elde edilen bitki Na içeriğinde, kontrol uygulamasına göre 10 mmol tuz uygulamasında %68, 20 mmol tuz uygulamasında %166, 30 mmol tuz uygulamasında ise %162 oranlarında artışlar kaydedilmiştir.

Artan K dozlarına bağlı olarak bitkinin K içeriği düzenli bir artış gösterirken Na, Ca ve Mg içeriklerinin önemli oranlarda gerilediği belirlenmiştir. Çizelge 3'ün incelenmesiyle görüleceği gibi bitkinin K içeriği kontrol uygulamasında %2.90 olarak belirlenen değer 75, 150 ve 300 mg/kg K uygulamaları ile %3.43, 3.52 ve 4.00 değerleri elde edilmiş ve böylece sırası ile %18, %21 ve %38 oranlarında artışlar elde edilmiştir. Bitki K içeriğinin artan K uygulamalarıyla artmasına rağmen bitki Na içerikleri K uygulamalarından olumsuz yönde etkilenmiş ve kontrol uygulamasında elde edilen Na değeri artan K uygulamaları ile %6, %13 ve %14 düzeylerinde azalma göstermiştir.

Bitki Zn, Mn, Cu ve Fe içerikleri

Değişik tuz stresi koşullarında yetiştirilen hıyar bitkisinin farklı konsantrasyonlardaki K uygulamalarına bağlı olarak elde edilen Zn, Mn, Cu ve Fe içeriklerine ait ortalama değerler ile bu değerlere ilişkin istatistiksel veriler Çizelge 4 ve Çizelge 5'te verilmiştir. İstatistiksel değerlendirmelere ait Çizelge 5'in incelenmesinden anlaşılacağı üzere tuz ve K uygulamaları ile TuzxK interaksiyonu bitkinin Zn, Mn, Cu ve Fe içeriklerine etkisi genel olarak önemli olmuş fakat sadece tuz uygulamasının bitki Zn içeriği üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Hıyar bitkisi Zn, Mn, Cu ve Fe içeriklerine ait değerlere göre bu besin maddeleri tuz ve K uygulamalarından olumlu yönde etkilenmiş ve hem tuz hem de K uygulamalarına bağlı olarak bitki besin maddesi içerikleri artış göstermiştir (Çizelge 4). Anılan çizelgeye göre tuz uygulamalarından sadece bitki Zn içeriği etkilenmemiş, buna karşılık Mn, Cu ve Fe içerikleri en yüksek tuz konsantrasyonunda kontrol'e göre sırası ile %22, %43 ve %336 oranlarında artışlar belirlenmiştir.

Artan K dozlarında da benzer sonuçlar alınmış olup bitkinin Zn, Mn, Cu ve Fe içeriği artmıştır. Potasyum uygulamasının yapılmadığı koşulda elde edilen değerler ile en yüksek K uygulamasında bitki Zn içeriği %20, Mn içeriği %37, Cu içeriği %48 ve Fe içeriği %88 düzeyinde artış göstermiştir.

Çizelge 4. Değişik tuz ve K uygulamalarına bağlı olarak hıyar bitkisinin Zn, Mn, Cu ve Fe içeriğindeki değişimler (mg/kg)

Tuz uyg. (mmol/saksı)	Besin maddesi içerikleri			
	Zn	Mn	Cu	Fe
0	17	81c*	21 b	42 d
10	18	94 ab	23 b	54 c
20	17	87 bc	24 b	67 b
30	18	99 a	30 a	183 a
K uyg. (mg/kg)				
0	15 b	79 c	21 c	64 d
75	19 a	82 bc	19 c	72 c
150	17 a	90 b	26 b	91 b
300	18 a	108 a	31 a	120 a

*: aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir.

Hıyar fidelerinin mineral madde içerikleri arasındaki korelasyonları gösteren Çizelge 6'nın incelenmesinden görüleceği gibi bitki kuru ağırlığı ile Na arasında negatif ($r = -0.686^{***}$) K arasında ise pozitif ($r = 0.338^*$); K ile Na ($r = -0.464^{***}$), Ca ($r = -0.437^{**}$) ve Mg ($r = -0.425^{**}$) arasında negatif, Zn ($r = 0.338^*$) ve Mn ($r = 0.317^*$) arasında pozitif; Na ile Ca, Mg ve Fe arasında korelasyon katsayıları sırası ile 0.579^{***} , 0.332^* , 0.393^{**} olan pozitif, buna karşılık P ile negatif ($r = -0.647^{***}$); Ca ile Mg ($r = 0.418^{**}$) ve Fe ($r = 0.395^{**}$) pozitif, P arasında negatif ($r = -0.309^*$); Mg ile Cu ($r = -0.373^{**}$) ve Fe ($r = -0.470^{***}$) negatif; P ile Mn, Cu ve Fe arasında ($r = -0.352^*$, $r = -0.366^*$, $r = -0.603^{***}$) negatif;

Zn ile Cu arasında ($r = -0.371^{**}$) negatif; Mn ile Fe arasında ($r = 0.389^{**}$) pozitif; Cu ile Fe arasında ($r = 0.664^{***}$) pozitif ilişkiler belirlenmiştir

Tartışma

Artan tuz uygulamalarında bitkinin K içeriğindeki düşüşler değişik araştırmacıların bulguları ile uyum içerisindedir.

Tuzluluğun bitkilerin K içeriğine etkisine ilişkin yapılan çalışmalarda tuz uygulamasına bağlı olarak ortama verilen Na'nın K ile bir rekabet içerisine girdiği ve böylece bitkiler tarafından K alınımının engellendiği yada kök vakuollerindeki K'nın Na ile yer değiştirdiği ifade edilmiştir (Hecht- Buchholz ve ark., 1982). Yine tuzluluk ile bitkilerin P alımına ilişkin çalışmalarda Stragonov 1964, Ravikovitch ve Porath 1967, tuz uygulamaları ile bitki P içeriğinin azaldığını belirlemişlerdir.

Tuz uygulamasına bağlı olarak Ca içeriğinde görülen artışlar Clarkson ve Hanson (1980) ve Epstein (1981) tarafından bildirildiği gibi, aşırı Na varlığında bitkiyi

tuzluluğa karşı toleranslı kılabilmek için Na yanında Ca'nında alınması şeklinde açıklamak mümkündür.

Tuz stresi koşullarında bitkinin Mn, Cu ve Fe içeriklerindeki artışlar Chavan ve Karadge (1980), Martinez ve ark. (1987), Maas ve ark. (1972)'nin bulguları ile uyum içerisinde olmuştur.

Potasyum uygulamalarına bağlı olarak bitkinin Na içeriği gerilemiştir. Bitki Na içeriği yanında Ca, Mg ve P içeriklerinde belirlenen azalmalar K'nin bu katyonların net alımını azaltmış olması ile açıklanabilir.

Yapılan çalışmalarda yüksek K alımı ile hücredeki diğer katyonların alımının engellendiği ya da hücreden dışlandığı belirlenmiştir (Strogonov, 1964). Bu şekilde beslenme ortamındaki yüksek K miktarının diğer katyon türlerinin net alım oranını azalttığı bildirilmiştir (Grimme ve Braunschweig 1974). Ayrıca K uygulaması ile tuz uygulamalarında olduğu gibi mikro besin maddelerinde artışın olması K'nın çoğu durumda Na'ya benzer işlevler üstlenmesi ve buna bağlı olarak adı geçen besin maddelerinin Na ile olduğu gibi K ile de artmış olabileceği tahmin edilmektedir (Hawker ve ark., 1974).

Çizelge 5. K uygulamasının tuz stresi koşullarında yetiştirilen hıyar fidelerinin K.A, K, Na, Ca, Mg, Zn, Mn, Fe, Cu ve Fe içeriklerine etkisine ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Sd	F Değerleri									
		K.A	K	Na	Ca	Mg	P	Zn	Mn	Cu	Fe
K Uyg.	3	10***	44***	5**	7***	27***	23***	5.67**	17.39***	17.06***	248.34***
Tuz Uyg.	3	168***	19***	155***	31***	33***	122***	0.90 öd	6.41**	8.34***	1795.73***
KxTuz	9	8***	9***	3**	1.6 öd	1.5 öd	5***	3.83**	3.15**	10.27***	135.65***
Hata	32										

öd: önemli değil, * : 0.05 düzeyinde önemli, ** : 0.01 düzeyinde önemli, *** : 0.001 düzeyinde önemli

Çizelge 6. Araştırma sonunda elde edilen kriterler arasındaki korelasyonlar

	K.A	K	Na	Ca	Mg	P	Zn	Mn	Cu
K	0.338*								
Na	-0.686***	-0.464***							
Ca	-0.366*	-0.437**	0.579***						
Mg	0.242 öd	-0.425**	0.332*	0.418**					
P	0.710***	0.022 öd	-0.647***	-0.309*	0.159öd				
Zn	0.01 öd	0.338*	0.07 öd	0.020öd	-0.030öd	-0.090öd			
Mn	-0.321öd	0.317*	0.170 öd	0.121öd	-0.225 öd	-0.352*	0.256öd		
Cu	-0.437öd	-0.06 öd	0.06 öd	0.211öd	-0.373**	-0.366*	-0.371**	0.209öd	
Fe	-0.745***	-0.121 öd	0.393**	0.395**	-0.470***	-0.603***	-0.100öd	0.389**	0.664***

öd: önemli değil, * : 0.05 düzeyinde önemli, ** : 0.01 düzeyinde önemli, *** : 0.001 düzeyinde önemli

Sonuç

Sonuç olarak ortama uygulanan K, bitkinin Na alımını belli bir oranda geriletmış fakat bu durumun bitki gelişimi üzerine etkili olmadığı anlaşılmıştır. Her ne kadar korelasyon çizelgesinde K ile bitki kuru ağırlığı arasında pozitif bir ilişki bulunsa da, bu durumun kuru ağırlığa yansımadağı görülmüştür.

Kaynaklar

Ashraf, M., Z.U. Zafar and Z.A. Cheema, 1994. Effect of low potassium regimes on some salt and drought-tolerant lines of pearl millet. *Phyton. Horn.*, 34 (2): 219-227.

- Chavan, P.D. and B.A. Karadge, 1980. Influence of salinity on mineral nutrition of peanut (*Arachis hyogea L.*). *Plant and Soil*, 54: 5-13.
- Chow, W.S., M.C. Ball and J.M. Naderson, 1990. Growth and photosynthetic response of spinach to salinity: implications of K⁺ nutrition for salt tolerance. *Aust. J. Plant Physiol.* 46:53-56.
- Clarkson, D.T. and J.B. Hanson, 1980, The Mineral nutrition of higher plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 31: 239-2980.
- Cramer. G.R. and R.S. Nowak, 1992. Supplemental manganese improves the relative growth, net assimilation and photosynthetic rates of salt-stressed barley. *Physiol. Plant.* , 84: 600-605.
- Epstein, E., 1981, Genetic engineering of osmoregulation. impact of plant productivity for food. *Chemicals and Energy* pp 7-29 Eds. D.W. Rains, c. Valentine and H. Follander, Plenum Press, London.
- Greenway, H. and R. Munns, 1980. Mechanism of salt tolerance in nonhalophytes. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, 31: 149-190
- Grimme, H. and L.C. Braunschweig, 1974. Interaction of K concentration in the solution and soil water content on K diffusion. *Z. Pflanzenern. Bodenk.*, 137: 147-158.
- Guardia, M. D. and M. Benlloch, 1980. Effects of potassium and gibberellic acid on stem growth of whole sunflower plants. *Physiol. Plant.*, 49: 443-448.
- Güneş, A., W.H.K., Post, E.A. Kirgby and M. Aktaş, 1994. Influence of partial replacement on nitrate by amino acid nitrogen or urea in the nutrient medium on nitrate accumulation in NFT grown winter lettuce. *J. Plant Nutr.*, 17(11): 1929-1938.
- Hasan, N.A.K., J. W. Drew, D. Knudsen and R.A. Olson, 1970a. Influence of salinity on production of dry matter and uptake and distribution of nutrients in barley and Corn: 1. Barley (*Hordeum vulgare L.*) *Agron J.*, 62: 43-45.
- Hasan, N.A.K., J.W. Drew, D. Knudsen and R.A. Olson, 1970b. Influence of salinity on production of dry matter and uptake and distribution of nutrients in Barley and Corn: 2. Corn (*Zea mays L.*) *Agron J.*, 62: 46-48.
- Hawker, J.S., H. Marschner and W.J.S., Downton, 1974. Effect of sodium and potassium on starch synthesis in leaves, *Aust. J. Plant Physiol.* 1: 491-501.
- Hecht-Buchholz, C., 1982. Wirkundder mineralstoffernährung auf Die feinstruktur der pflanzenzelle. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.*, 132: 45-68.
- Helal, M., K. Koch and K. Mengel, 1975. Effect of salinity and potassium on the uptake of nitrogen and nitrogen metabolism in young barley plants. *Physiol. Plant.*, 35: 310-313.
- Hsiao, T.C. and A. Läuchli, 1986. Role of potassium in plant-water relations. 'In *Advances in Plant Nutrition*' (B. Tinker and A. Läuchli, eds.) 2: 281-312. Preager Scientific, New York.
- Kirkby. E.A. and A.H. Knight, 1977. The Influence of the level of nitrate nutrition on ion uptake and assimilation, organic acid accumulation and cation anion balance in whole tomato plants. *Plant Physiology.*, 560: 349-353.
- Kitson, R.E. and M.G. Mellon, 1964. Colorimetric determination of phosphorus as molibdovanado-phosphoric acid. *Ind. Eng. Chem. Abal. Ed.* 16: 379-383.
- Lewitt, J., 1980. Salt stresses in: responses of plants to environmental stresses Vol II. pp.365-454. *Academic Press*.
- Litifi, A., J.G. Beek and J.G. Van-de-Beek, 1992. Capsicum-Newsletter. 1992, Special Issue, 51-56, *EUCARPIA VIII th. Meeting on Genetics and Breeding on Capsicum and Egg Plan3633t*, Rome, Italy, 7-10 September, 1992. 6 ref.
- Maas, E.V., G. Ogata and M.J. Garber, 1972. Influence of salinity on Fe, Mn and Zn uptake by plants. *Agron. J.*, 64: 793-795.
- Martinez, V., A. Cerda. and G.A. Fernandes, 1987. Salt tolerance of four tomato hybrids. *Plant and Soil* 97: 233-298.
- Martinez, V. and A. Läuchli, 1991. Phosphorus translocation in salt-stressed cotton. *Physiol. Plant.*, 83, 627-932.
- Mengel, K. and W.W. Arneke, 1982. Effects of potassium on the water potential, the osmotic potential and cell elongation in leaves of phaseolus vulgaris. *Physiol. Plant.*, 54: 402-408.
- Ravikovitch, S. and A. Porath, 1967. The Effect of nutrients on the salt tolerance of crops. *Plant and Soil*, 26: 49-71.
- Roberts, J.K.M., C.S. Linker, A.G. Benoit, Jardetzky, O. and R.H. Nieman, 1984. Salt stimulation of phosphate uptake in maize root tips studied by ³¹P Nuclear Magnetic Resonance. *Plant Physiol.*, 75, 947-950.
- Sayed, M.M. and S.A. El-Swaify, 1973. Effect of saline water irrigation on N co-310 and HSO-7209 cultivars of sugar cane. II. Chemical Composition of Plants. *Tropical Agriculture, The Journ. of The Faculty of Agric.* Univ. of West Indias, p. 45-51.
- Siegel, S.M., B.Z. Siegel, J. Massey, P. Lahne, and J. Chen, 1980. Growth of corn in saline waters. *Physiol. Plant.*, 50: 71-73.
- Strogonov, B. P., 1964. Physiological basis of salt tolerance of plants as affected by various types of salinity. *Edition Jerusalem PST*.