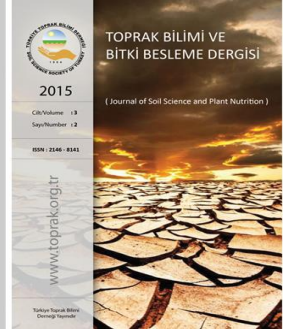




TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



Katı ortam kültüründe hümik asitin artan NaCl stres şartlarında domates bitkisi yaprağında makro ve mikro element kapsamlarına etkisi

Ahmet Korkmaz *, Arife Karagöl, Ayhan Horuz, Güney Akınoğlu

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun

Özet

Çalışmanın amacı artan NaCl stres şartlarında besin çözeltisine ilave edilen hümik asitin (HA) domates bitkisi yaprağında bazı element kapsamlarına etkilerini belirlemektir. NaCl'ün 0, 44,4 ve 70,4 mM dozlarında 0, 320, 640 ve 1280 ppm HA ilave edilerek 12 farklı besin çözeltisi hazırlanmıştır. Her besin çözeltisi 3 tekerrürlü uygulanmıştır. Denemede 1:1 torf: perlit karışımından her saksı için 770 gram alınıp 3 litrelik saksılara konulmuştur. Her saksıya bir domates (Tybiff Aq Tohum çeşidi) fidesi dikilmiştir. Denemede makro ve mikro element içerikli besin çözeltisi hergün dikimden çiçeklenme dönemine kadar 100 ml; çiçeklenmeden hasata kadar ise 200 ml uygulanmıştır. Hasatta alınan yaprak örneklerinde N, P, Mg, S, Fe, Mn, Zn ve Cu, B analizleri yapılmıştır. Hümik asit yaprakta N ve Cu kapsamını önemli derecede azaltmış, P ve S kapsamını değiştirmemiş, Fe ve B kapsamını önemli derecede arttırmıştır. NaCl yaprakta N, P ve Zn kapsamını arttırmış; S, Cu ve B kapsamı önemli derecede azaltmıştır. HA x NaCl interaksyonunun yaprakta N, P, S, Cu ve B kapsamlarına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Fakat besin çözeltisine artan dozlarda ilave edilen HA'nın domates yaprağında Mg, Fe, Mn ve Zn kapsamına etkisi besin çözeltisinde bulunan NaCl seviyelerine bağlı bulunmuştur. NaCl:0 iken HA yaprakta Mg kapsamını azaltmıştır. Fakat NaCl: 70,4 mM iken HA dozu arttıkça yaprakta Mg kapsamı önemli derecede artış göstermiştir. NaCl'nin yüksek seviyelerinde HA yüksek dozları yaprakta Fe kapsamını arttırarak, olumlu etki sağladığı görülmüştür. NaCl:0 iken HA dozu arttıkça yaprakta Mn kapsamı azalma göstermiştir. NaCl: 44,4 mM iken HA dozu arttıkça yaprakta Mn kapsamı artış göstermiş; fakat bu artış önemli bulunmamıştır. NaCl:0 iken 640 ppm HA uygulaması yaprakta çinko kapsamını önemli derecede azalttığı halde, 44,4 mM NaCl seviyesinde HA dozu arttıkça yaprakta çinko kapsamı artış göstermiş ve bu artış 640 ppm HA dozunda önemli bulunmuştur. Fakat NaCl 70,4 mM iken HA'nın yaprakta çinko kapsamına etkisi önemli bulunmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Domates, katı ortam kültürü, NaCl, hümik asit, besin kapsamı

Effect of humic acid on macro and micro nutrients in tomato plant leaf in solid media culture under increasing NaCl stress conditions

Abstract

The objective of this study was to determine the effect of humic acid (HA) added into nutrient solution on macro and micro nutrients in tomato plant leaf under increasing NaCl stress conditions. Twelve different nutrient solutions were prepared adding 0, 320, 640 and 1280 ppm HA at 0, 44.4 and 70.4 mM doses of NaCl. Each nutrient solution was applied with three replicates. In the experiment, 770 g of 1:1 ratio of peat : perlite mixture was packed into 3 L pots. A tomato (Tybiff Aq Seed variety) seedling was planted in each pot. During the experiment, macro and micro nutrient solutions was applied every day as 100 ml from sowing to flowering time and 200 ml from flowering period to harvesting time. In leaf samples taken in harvesting time, N, P, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu and B analyses were done. Humic acid significantly decreased N and Cu content in leaves, did not change P and S contents, and significantly increased Fe and B contents in leaves. NaCl increased N, P and Zn contents in leaves, significantly decreased S, Cu and B contents. The effects of HA x NaCl interaction on N, P, S, Cu and B contents were not significant statistically. But, the effects of HA added into nutrient solution with increasing doses on Mg, Fe, Mn and Zn contents of tomato leaves were depend on the NaCl levels in nutrient solutions. Humic acid decreased Mg content in leaf at NaCl:0 level. But, increasing HA doses at NaCl:70.4 mM significantly increased Mg content in leaf. Higher doses of HA at higher NaCl levels had positive effects with increasing Fe content in leaf. Increasing Ha doses at NaCl:0 decreased Mn content in leaf. Increasing Ha doses at NaCl:44.4 mM increased Mn content in leaf, but it was not significant. While 640 ppm HA application at NaCl:0 significantly decreased Zn content in leaf, 640 ppm HA application at NaCl:44.4 mM level significantly increased Zn content in leaf. But, effect of HA on leaf Zn content at NaCl:70.4mM was not significant.

Keywords: Tomato, solid media culture, NaCl, humic acid, nutrient content.

© 2015 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

* Sorumlu yazar:

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü 55139 Samsun

Tel.: 0(362) 312 19 19

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: akorkmaz@omu.edu.tr

Giriş

Olumsuz etkileri bulunmakla birlikte yüksek EC'li besin çözeltileri uygulamasından özellikle domates yetiştiriciliğinde dikim sonrasında vejetatif ve generatif gelişmeyi dengeleyerek meyve tutumunu teşvik etmek, ayrıca meyve kalitesini artırmak amacıyla faydalanılmaktadır. Tuz stresinin domates meyvelerinde şeker, organik asit, kuru madde ve antioksidan içeriğini artırdığı, meyvelerin homojen bir şekilde kızarmasını sağladığı bilinmektedir. Bu nedenle topraksız tarım tekniği ile domates yetiştiriciliğinde meyve kalitesini artırmak için besin çözeltilerinin EC'sini artırma yoluna gidilmektedir. Bu işlem (1) besin çözeltilerine ilave edilen gübre miktarını artırma veya (2) besin çözeltilerine tuz (NaCl) ilave etme şeklinde gerçekleştirilmektedir. İkinci yol, daha ucuz olduğundan daha fazla tercih edilmektedir (Gül, 2012). Topraksız yetiştiricilikte domatesin besin çözeltilerinde tavsiye edilen tuzluluk düzeyi iki zıt etkinin arasında kalarak karar verilmelidir. Domates için uygun tuzluluk düzeyi normal besin çözeltilerinde 2,6 dS/m olan elektriksel iletkenlik değerini 3,5-3,7 dS/m değerlerine yükseltecek şekilde besin çözeltilerine tuz ilavesiyle ayarlanması gerektiği belirtilmiştir (Sonneveld ve Straver, 1994). Bitkilere uygulanan besin çözeltilerinin EC'sinin yüksek olması durumunda ise bitkiler tuz stresine maruz kalırlar. Tuz stresi; değişik tuzların gelişme ortamında bitkinin büyümesini engelleyebilecek konsantrasyonlarda bulunması olarak tanımlanmıştır. Bitkiler tuz stresinden iki şekilde etkilenmektedir.

1. Osmotik etki: Ortamda tuz miktarının artması sonucu osmotik basıncın artması ve ortamda su potansiyelinin düşmesi ve köklerin su alımının engellenerek bir çeşit kuraklık stresine sebep olmasıdır.
2. Toksik etki: Tuz iyonlarının yüksek konsantrasyonlarda olması halinde bitkide toksik etkiler görülür. Özellikle Na iyonu bitkilerde fazla alındığında mitoz bölünmesi ve bazı enzimlerin aktiviteleri engellenerek bitki gelişimi ve büyümesi önemli derecede sınırlanır (Kocaçalışkan, 2003; Kuşvuran, 2010).

Cerda ve ark. (1995), bitki gelişmesi üzerinde tuzun zararlı etkisinin iyonik dengesizlikten özellikle Ca^{+2} ve K^{+} dengesizliğine sebep olduğundan ileri geldiğini bildirmişlerdir. Bazı orman ağaç türlerinde Cl^{-} iyonunun Na^{+} 'dan daha toksik olduğu bildirilmiştir (Shannon ve ark., 1994). Tuzlu besin çözeltilerinde Na^{+}/Ca^{+2} ve Na^{+}/K^{+} oranlarının yüksek olması halinde membran geçirgenliğinin arttığı, köklerde ve gövde + yaprakta Na^{+} ve Cl^{-} 'ün biriktiği belirtilmiştir (Lutts ve ark., 1996). Tuzluluk, bitkiler üzerindeki doğrudan etkisini osmotik ve iyon stresi oluşturarak gösterirken, dolaylı etkisini (sekonder etki) bu stres faktörleri sonucu bitkide meydana gelen yapısal bozulmalar ve toksik bileşiklerin sentezlenmesi ile gösterir. NaCl'ün sebep olduğu başlıca sekonder etkileri; DNA, protein, klorofil ve zar fonksiyonuna zarar veren aktif oksijen türlerinin (AOT) sentezi; fotosentezin inhibisyonu; metabolik toksite; K alımının engellenmesi ve hücre ölümü olarak sayılabilir (Botella ve ark. 2005; Hong ve ark., 2009). Tuz stresinin bitkiler üzerindeki etkileri; bitkinin çeşidine, uygulanan tuz çeşidi ile miktarına ve maruz kalma süresine bağlı olarak değişmektedir. Tuzlu ortamlarda bitkiler genotipik farklılıklara bağlı olarak çok farklı cevap verirler (Dajic, 2006). Tuzluluğa karşı verilen bu farklı büyüme cevapları sadece farklı iki bitki türü için değil aynı türün farklı çeşitleri için de geçerlidir (Munns, 2002a).

Esmaili ve diğ. (2008), sorgumda tuz seviyesi arttıkça % N, Ca, Mg, Na ve Cl kapsamının arttığını, % N, K, Ca alımının azaldığını, belirtmişlerdir. Chavan ve Karadge (1980), tuzluluğa bağlı olarak yerfıstığı bitkisinin yaprak ve gövdesinde Ca, P ve Fe kapsamının arttığını, Mn kapsamının değişmediğini bildirmişlerdir. Bloom-Zandstra ve Lampe (1983), Cl^{-} x SO_4^{-2} arasında önemli interaksiyon bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu olgu söz konusu anyonların iç yöreye aynı taşıyıcılar tarafından taşınmasına dayanılarak açıklanmıştır. Ayrıca klor miktarının gelişme ortamında fazlalığı osmotik basıncın artmasına ve dolayısıyla bitkiler tarafından yeterli düzeyde suyun alınmamasına neden olur (Kacar ve Katkat, 2010). NaCl, su potansiyelinin azaltılmasının yanı sıra, hücredeki iyon dengesini bozarak da bitki gelişimini etkilemektedir. Yüksek miktarda NaCl alımı hücrede Na^{+} ve Cl^{-} düzeyinin artmasına, Ca^{+2} , K^{+} ve Mg^{+2} konsantrasyonlarının ise azalmasına sebep olur (Parida ve Das, 2005). Hücreye giren Na^{+} , zar potansiyelini bozar ve anyon kanalları vasıtasıyla hücre dışındaki Cl^{-} 'ün pasif olarak hücreye girişini kolaylaştırır (Niu ve ark., 1995; Tuteja, 2007).

Saneoka ve ark. (2001), tuzun kök ve sapta K^{+} ve Ca^{+2} akümülyasyonunu engellediğini, K^{+} , Ca^{+2} ve Mg^{+2} 'un yapraklara taşınımı üzerine NaCl'ün olumsuz etkisi olduğunu ve bu elementlerin noksanlığına sebep olduğunu da bildirmişlerdir. Hasan ve ark. (1970), toprak tuzluluğunun mısır ve arpa bitkilerinin sap ve yapraklarında Mn ve Zn kapsamını artırdığını mısır bitkisinde Fe ve Cu kapsamını azalttığını bildirmişlerdir. Bazı çalışmalarda ise tuzluluğun domates sürgünlerinde Zn, Fe ve Cu konsantrasyonunu artırdığı belirtilmiştir (Grattan ve Grieve, 1999; Knight ve ark. 1992; Maas ve ark. 1972; Niazi ve Ahmed, 1984). Değişik buğday ve çeltik çeşitleri üzerinde araştırmalar yapan Alpaslan ve ark. (1998), tuz stresinde bitkilerin başta Cu olmak üzere Zn ve Cu alımlarının arttığını saptamışlardır. Kacar ve Katkat (2010), borun alınması

ve iletim borularında taşınımının bitkinin su alımı ile yakından ilgili olduğunu bildirmişlerdir. Çeşitli çözünebilir tuzların çok yüksek konsantrasyonlarını içeren ortamlarda bitkilerin büyüme ve hayat döngülerini tamamlayabilme yeteneklerine tuz toleransı denir (Parida ve Das, 2005). Tuz toleransı, tuz stresine dayanıklılığın bir göstergesidir ve bitki türüne, yaşadığı ortam ve çevre şartlarına bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir (Gürel ve Avcıoğlu, 2001).

Tuzluluğun negatif etkisini ortadan kaldırmak için gelişme ortamına iyileştirici madde olarak Walker ve Bernal (2004, 2008), organik madde uygulamalarını, Frechilla ve ark. (2001), azot gübrelemesini, Tuna ve ark. (2007), Ca uygulamasını, Türkmen ve ark., (2000), K uygulamasını önermişlerdir. Hümik maddelerin en önemli fonksiyonel gruplarının karboksil, fenol, hidroksil, alkol, alkolik hidroksil, keton ve kinoid olduğu belirtilmiştir (Russo ve Berlyn, 1990). Hümik maddelerin bitki çimlenmesini ve gelişmesini stümüle ettiği bildirilmiştir (Dell'Amico ve ark. 1994; Garcia ve ark. 1992). Rauthan ve Schnitzer (1981), Hoagland besin çözeltisine 20-2000 mg/L arasında fülvik asit ilave etmiş, optimal gelişmenin 100-300 mg/L dozlarında olduğunu, 500 mg/L ve üstü dozlarında ise olmadığını bildirmişlerdir. Atiyeh ve ark. (2002), 50-500 mg/kg dozlarında hümik asit uygulamasının domates ve hıyarda bitki gelişiminde artış eğilimi sağladığını, fakat 500-1000 mg/kg'ın üstündeki hümik asit dozlarında bitki gelişiminin azalma eğilimi gösterdiğini bildirmişlerdir.

Yapılan birçok çalışmalar hümatların bitkilerin fizyolojik işlevlerine direk etki ederek ve substrat ortamında bazı indirekt etkileri sebebiyle bitki gelişimine faydalı etkiler sağladığını göstermiştir. Bu çalışmalarda hümik asidin çimlenmeyi hızlandırdığı, bitkinin kök ve toprak üstü organlarının gelişmesini hızlandırdığı, N alımını ve N'dan yararlanma etkinliğini artırdığı, K, Ca, Mg, P ve Fe alımını artırdığı, zar geçirgenliğini artırdığı, solunumu hızlandırdığı ve kolaylaştırdığı, N ve K asimilasyonunu artırdığı, substrat ortamında jel oluşumuna yardımcı olduğu, ağır metallerin tutulmasını sağladığı, mikroorganizma üretimini sağlayarak pestisitlerin parçalanmasına yardımcı olduğu ve mikrobiyal üretimi artırdığı bildirilmiştir (Chen ve Aviad, 1990; Clapp ve ark. 2001; Senn ve Kingman, 1973; Nardi ve ark. 2002; Averett ve ark. 1995; Stevenson, 1994; Malcolm ve Vaughan, 1979). Liu ve ark. (1998), Hoagland besin çözeltisine 0-400 mg/L arasında hümik asit uygulayarak çim bitkisi yetiştirmiş, 400 mg/L hümik asit dozunda net fotosentezin arttığını kök gelişiminin önemli şekilde arttığını, hümik asidin bitkide Mg ve S kapsamını arttırdığını, Ca, Cu ve N kapsamını azalttığını fakat P, K, Fe, Mo ve Zn kapsamını etkilemediğini bildirmişlerdir. Hümik asit uygulamaları özellikle N, P, K, Mg, Ca, Zn, Fe ve Cu alımını artırarak bitki beslemede faydalı etkilere sahip olduğu görülmüştür (Fagbenro ve Agboola, 1993; Nikbakht ve ark. 2008). Turan ve ark. (2012), yapraktan uygulanan hümik asidin tuzlu koşullarda bitki kuru madde miktarını bitkinin topraktan kaldırdığı N, P, K, Mg, Cu ve Zn miktarlarını artırdığını bildirmişlerdir. Hümik asit uygulamaları özellikle N, P, K, Mg, Ca, Zn, Fe ve Cu alımını artırarak bitki beslemede faydalı etkilere sahip olduğu görülmüştür (Fagbenro ve Agboola, 1993; Nikbakht ve ark. 2008). Akıncı ve ark. (2009), hümik asit uygulanan ortamlarda baklada Cu ve Mn kapsamının azaldığını belirtmişlerdir. Turan ve ark. (2012), yapraktan uygulanan hümik asidin tuzlu koşullarda bitki kuru madde miktarını bitkinin topraktan kaldırdığı N, P, K, Mg, Cu ve Zn miktarlarını artırdığını bildirmişlerdir. Schnitzer ve Skinner (1966; 1967), pH 3,5'da iki değerli metallerle fülvik asitin oluşturduğu komplekslerin stabilite katsayılarının azalan sıraya göre Cu>Fe>Co>Zn>Mn şeklinde, pH 5'de ise Cu>Fe>Mn>Co>Zn şeklinde olduğunu belirtmişlerdir. Courpron (1967), hümik asitle Cu'ın oluşturduğu kompleksin stabilite katsayısı Cu'ın fülvik asitle oluşturduğu kompleksin stabilite katsayısından daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Ayrıca hümik asitle metallerin kompleksleşme gücünün azalan sıraya göre Cu>Zn>Mn şeklinde olduğu, Cu komplekslerinin daha stabil ve Cu'ın hümik asite Zn ve Mn'a göre daha kuvvetli fikse olduğu da belirtilmiştir (De Mumbrun ve Jackson, 1956; Heintze ve Mann, 1949; Courpron, 1967; Loué, 1986).

Cu'ın toprak organik maddesi tarafından çok kuvvetli fikse edildiği, COOH, OH ve C=O gibi oksijen içeren fonksiyonel gruplarca zengin oluşundan dolayı, organik maddenin hümik asidin ve fülvik asitin Cu ile çok stabil kompleksler oluşturduğu ve bu komplekslerin Zn ve Mn'la oluşturulan komplekslere göre daha kararlı oldukları ve Cu'ın hümik asitle yaptığı komplekslerin suda çözünürlüklerinin düşük olduğu da belirtilmiştir (Schnitzer ve Hanson, 1970). Gelişme ortamına organik maddece zengin kompost ilavesi sonucu bitkilerde bor kapsamının artış gösterdiği bildirilmiştir (Gupta, 1979). Olfati ve ark. (2010), topraksız tarımda hıyarda yaptıkları bir çalışmada hümik asidin yaprak, kök ve meyve kuru madde miktarını etkilemediği hümik asidin hıyarda besin element alımını önemli derecede etkilediği, hümik asit ilave edilmesi halinde hümik asidin pozitif etkisinden dolayı besin çözeltisinin element konsantrasyonunun azaltılabileceği bildirilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, katı ortam kültüründe artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında N, P, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu ve B kapsamlarına hümik asitin etkilerini belirlemektir.

Materyal ve Yöntem

NaCl'nin 0, 44.4 ve 70.4 mM dozlarında 0, 320, 640 ve 1280 ppm hümk asit ilave edilerek 12 farklı besin çözeltisi hazırlanmıştır. Deneme 3X4 faktöriyel deseninde planlanmış ve konular üç tekerrürlü uygulanmıştır. 1:1 torf: perlit karışımı 3 litrelik saksılara 770 gram konulmuştur. Her saksıya bir domates (Tybiff Aq Tohum çeşidi) fidesi dikilmiştir. Denemede makro ve mikro element içerikli besin çözeltisi hergün dikimden çiçeklenme dönemine kadar 100 ml; çiçeklenmeden hasata kadar ise 200 ml uygulanmıştır. Kullanılan besin çözeltisinin makro ve mikro element içerikleri aşağıda verilmiştir:

11,1 mM NO₃⁻; 0,87 mM H₂PO₄⁻; 6,37 mM K⁺; 2,8 mM Ca⁺²; 1,71 mM Mg⁺²; 1,71 mM SO₄⁻²; 2,5 mg/L Fe; 0,5 mg/L Mn; 0,5 mg/L B; 0,02 mg/L Cu; 0,05 mg/L Zn; 0,01 mg/L Mo'dır. Bu besin çözeltisini hazırlamak için Ca(NO₃)₂.4H₂O, KH₂PO₄, KNO₃, MgSO₄.7H₂O, MnCl₂.2H₂O, H₃BO₃, ZnSO₄.7H₂O, CuSO₄.5H₂O, (NH₄)₆Mo₇O₂₇.4H₂O, Fe-EDDHA kullanılmıştır (Gül, 2012).

Hasat döneminde domates bitkisinden yaprak örnekleri alınmış, 65°C 'de kurutularak, öğütülmüştür. Yaprakta N, P, Mg, S, Fe, Mn, Zn ve Cu analizleri [Kacar ve İnal \(2008\)](#)'a göre; B analizi [Bayraklı \(1987\)](#)'ya göre yapılmıştır.

Elde edilen verilere SPSS 17.0 paket programında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Muamelelere ait ortalamalar LSD (en küçük önem farkı) testi ile 0,05 önem seviyesinde karşılaştırılarak Yurtsever (1982)'e göre değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında N kapsamına hümk asitin etkisi

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında N kapsamına hümk asitin etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 1 'de verilmiştir.

Çizelge 1. Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında N ve P kapsamına hümk asitin etkisi

Hümk asit dozları (ppm)	N,%				P,%			
	NaCl dozları(mM)				NaCl dozları(mM)			
	0	44,4	70,4	Ort.	0	44,4	70,4	Ort.
0	2,31	2,36	3,69	2,79a	0,21	0,20	0,26	0,22
320	1,72	2,33	3,18	2,41ab	0,17	0,22	0,26	0,21
640	2,04	1,96	2,36	2,12b	0,19	0,24	0,30	0,24
1280	1,66	2,02	1,82	1,83b	0,19	0,24	0,23	0,22
Ort.	1,93b*	2,17b	2,76a		0,19c	0,22b	0,26a	

LSD_{0,05} HA: 0,60; LSD_{0,05} NaCl:0,52

LSD_{0,05} NaCl:0,026

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında 0,05 seviyesinde fark yoktur

Besin çözeltisine hümk asit ilavesi sonucu yaprakta azot kapsamı önemli derecede azalma göstermiş, kontrolde (HA=0) yaprakta azot kapsamı %2,79 iken hümk asit uygulaması ile 320 ppm HA dozunda %2,41; 640ppm HA dozunda %2,12'ye; 1280 ppm HA dozunda %1,83'e düşmüştür. Hümk asit dozları yaprak azot kapsamına etkileri bakımından önemli bulunmamıştır. [Liu ve ark. \(1998\)](#), Hoagland besin çözeltisine 0-400 mg/L arasında hümk asit uygulayarak çim bitkisi yetiştirmiş, 400 mg/L hümk asit dozunda net fotosentezin arttığını kök gelişiminin önemli şekilde arttığını, hümk asidin bitkide Mg ve S kapsamını arttırdığını, Ca, Cu ve N kapsamını azalttığını fakat P, K, Fe, Mo ve Zn kapsamını etkilemediğini bildirmişlerdir.

Besin çözeltisine NaCl ilavesi sonucu yaprakta azot kapsamı artış göstermiş ve bu artış 70,4 mM NaCl dozunda önemli bulunmuştur. [Esmaili ve ark. \(2008\)](#), sorgumda tuz seviyesi arttıkça % N, Ca, Mg, Na ve Cl kapsamının arttığını, % N, K, Ca alımının azaldığını, belirtmişlerdir. Değişik NaCl dozlarında hümk asitin azot kapsamına etkisi aynı bulunmuştur. Yapılan çalışmada besin çözeltisinde NaCl:0 iken uygulanan 320 ve 1280 ppm hümk asit dozlarında, NaCl:44,4 mM iken uygulanan 640 ppm hümk asit dozlarında, NaCl:70,4 mM iken uygulanan 1280 ppm hümk asit dozunda yetiştirilen domates bitkilerinin azotça noksan (<%2,0 N) oldukları görülmüştür ([Hochmuth ve ark., 2004](#)).

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında P kapsamına hümk asitin etkisi

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında P kapsamına hümk asitin etkisine ilişkin sonuçlar çizelge 1 'de verilmiştir. Besin çözeltisine hümk asit ilavesi sonucu yaprakta fosfor kapsamı önemli derecede değişmemiştir. Fakat besin çözeltisine ilave edilen NaCl dozu arttıkça domates yaprağında fosfor kapsamı

önemli derecede artmış, kontrolde (NaCl=0) yaprakta fosfor kapsamı %0,19 iken NaCl uygulaması ile 44,4 mM dozda %0,22'ye; 70,4 mM dozda %0,26'ya yükselmiştir. [Chavan ve Karadge \(1980\)](#), tuzluluğa bağlı olarak yerfistiği bitkisinin yaprak ve gövdesinde Ca, P ve Fe kapsamının arttığını, Mn kapsamının değişmediğini bildirmişlerdir. Değişik NaCl dozlarında humik asitin fosfor kapsamına etkisi aynı bulunmuştur. Yapılan çalışmada besin çözeltisinde NaCl:0 iken 320, 640 ve 1280 ppm humik asit dozlarında yetiştirilen domates bitkisi fosforca noksan (<%0,20 P) bulunmuştur ([Hochmuth ve ark., 2004](#)).

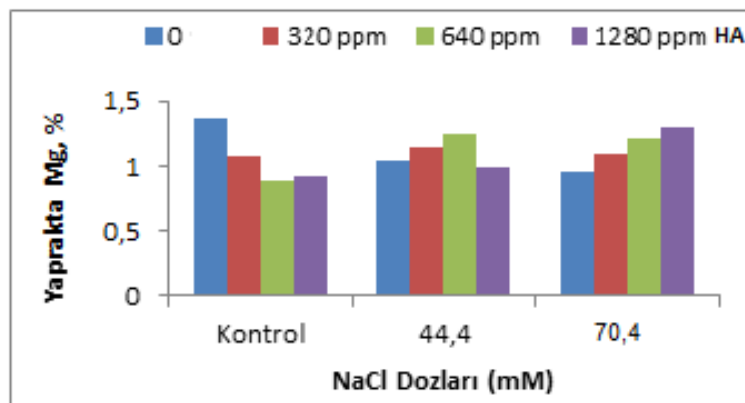
Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında Mg kapsamına humik asitin etkisi

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında Mg kapsamına humik asitin etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Besin çözeltisine artan dozlarda ilave edilen humik asitin domates yaprağında magnezyum kapsamına etkisi besin çözeltisinde bulunan NaCl seviyelerine bağlı bulunmuştur. NaCl:0 iken uygulanan humik asit yaprakta magnezyum kapsamını azaltmış, kontrolde (HA:0) yaprakta magnezyum kapsamı %1,37 iken, humik asitin etkisi ile artan doz sırasına göre %1,08, %0,89 ve %0,92 değerlerine düşmüştür. NaCl: 44,4 mM iken uygulanan humik asitin 640 ppm dozunda yaprakta magnezyum kapsamı artış göstermiş, 1280 ppm dozunda azalma göstermiş; fakat bu artış ve azalışlar kontrole göre (HA:0) önemli bulunmamıştır. Ancak NaCl: 70,4 mM iken besin çözeltisine ilave edilen humik asit dozu arttıkça yaprakta magnezyum kapsamı önemli derecede artış göstermiş, kontrolde (HA:0) yaprakta magnezyum kapsamı %0,95 iken, 320 ppm HA dozunda %1,10; 640 ppm HA dozunda %1,21; 1280 ppm HA dozunda %1,30 bulunmuştur (Şekil 1). Humik asit uygulamaları özellikle N, P, K, Mg, Ca, Zn, Fe ve Cu alınımını artırarak bitki beslemede faydalı etkilere sahip olduğu görülmüştür ([Fagbenro ve Agboola, 1993](#); [Nikbakht ve ark., 2008](#)). [Turan ve ark. \(2012\)](#), yaprakta uygulanan humik asidin tuzlu koşullarda bitki kuru madde miktarını bitkinin topraktan kaldırdığı N, P, K, Mg, Cu ve Zn miktarlarını artırdığını bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada yetiştirilen domates bitkisi yapraklarında magnezyum kapsamı %0,89 - %1,37 arasında bulunmuş ve bitkilerin Mg bakımından yeterli (%0,25 - 0,50 Mg) oldukları görülmüştür ([Hochmuth ve ark., 2004](#)).

Çizelge 2. Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında Mg ve S kapsamına humik asitin etkisi

Humik asit dozları (ppm)	Mg,%				S,%			
	NaCl dozları(mM)				NaCl dozları(mM)			
	0	44,4	70,4	Ort.	0	44,4	70,4	Ort.
0	1,37a*	1,04cde	0,95de	1,12	1,58	1,23	1,12	1,31
320	1,08cde	1,14bcd	1,10bcde	1,11	1,62	1,36	1,21	1,40
640	0,89e	1,25abc	1,21abc	1,12	1,42	1,21	1,40	1,34
1280	0,92e	0,99de	1,30ab	1,07	1,42	1,18	1,41	1,34
Ort.	1,07	1,11	1,52		1,51a	1,25b	1,29b	
LSD _{0,05} HAx NaCl: 0,22					LSD _{0,05} NaCl:0,12			

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında 0,05 seviyesinde fark yoktur



Şekil 1. Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında Mg kapsamına humik asitin etkisi

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında S kapsamına humik asitin etkisi

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında S kapsamına humik asitin etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Besin çözeltisine ilave edilen NaCl dozu arttıkça domates yaprağında kükürt kapsamı önemli derecede azalma göstermiştir. Bu azalmanın sebebi klorla sülfat arasındaki antagonistik ilişki olduğu sanılmaktadır. [Bloom-Zandstra ve Lampe \(1983\)](#), Cl⁻¹ x SO₄⁻² arasında önemli interaksyon

bulduğunu bildirmişlerdir. Bu olgu söz konusu anyonların iç yöreye aynı taşıyıcılar tarafından taşınmasına dayanılarak açıklanmıştır. Ayrıca klor miktarının gelişme ortamında fazlalığı osmotik basıncın artmasına ve dolayısıyla bitkiler tarafından yeterli düzeyde suyun alınamamasına neden olur (Kacar ve Katkat, 2010). Yaprakta kükürt kapsamına etkileri bakımından NaCl dozları arasında önemli derecede fark olmadığı görülmüştür. Yaprakta kükürt kapsamı üzerine humik asitin etkisi önemli bulunmamış ve bütün NaCl seviyelerinde benzer etki görülmüştür. Yaprakta kükürt kapsamı %1,12 – 1,62 arasında olup, domates bitkilerinin kükürtçe yüksek (>%0,6 S) oldukları tespit edilmiştir (Hochmuth ve ark., 2004).

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında Fe kapsamına humik asitin etkisi

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında Fe kapsamına humik asitin etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 3’de verilmiştir. Besin çözeltisine ilave edilen humik asit dozu arttıkça genelde yaprakta demir kapsamı önemli derecede artış göstermiştir. Humik asit uygulamaları özellikle N, P, K, Mg, Ca, Zn, Fe ve Cu alınımını artırarak bitki beslemede faydalı etkilere sahip olduğu görülmüştür (Fagbenro ve Agboola, 1993; Nikbakht ve ark., 2008). NaCl’ün yaprakta demir kapsamına etkisi önemli bulunmamıştır. Yaprakta demir kapsamına humik asitin etkisi NaCl dozlarına bağlı olarak farklı olduğu görülmüştür. NaCl:0 iken humik asitin yaprakta demir kapsamına etkisi 320 ppm dozda önemli bulunmuştur. NaCl:44,4 mM iken humik asitin yaprakta demir kapsamına etkisi 320 ve 640 ppm dozlarında önemli bulunmuştur. NaCl:70,4 mM iken humik asitin yaprakta demir kapsamına etkisi 640 ve 1280 ppm dozlarında önemli bulunmuştur. NaCl’nin yüksek seviyelerinde humik asitin yüksek dozları yaprakta demir kapsamını arttırarak, olumlu etki sağladığı görülmüştür (Şekil 2). Çalışmada yetiştirilen domates bitkisinde yaprakta demir kapsamı 331,9–561,6 ppm arasında olup, bitkiler demirce yeterli (40-100 ppm Fe) bulunmuştur (Hochmuth ve ark., 2004).

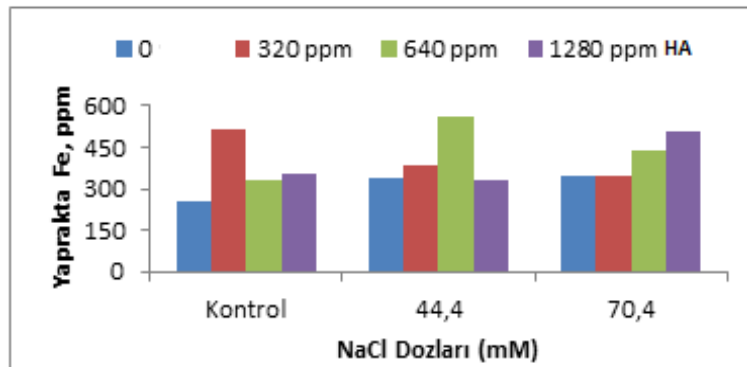
Çizelge 3. Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında Fe ve Mn kapsamına humik asitin etkisi

Humik asit dozları (ppm)	Fe,ppm				Mn,ppm			
	NaCl dozları(mM)				NaCl dozları(mM)			
	0	44,4	70,4	Ort.	0	44,4	70,4	Ort.
0	352,9c*	340,3c	348,7c	347,3c	254,1ab	163,1c	153,5c	190,2
320	516,8a	386,6b	345,9c	416,6ab	265,9a	174,5c	151,2c	197,2
640	331,9c	561,6a	435,6b	443,0a	218,7b	200,0bc	152,8c	190,5
1280	357,2c	329,1c	508,4a	398,2b	216,9bc	200,0bc	149,7c	185,5
Ort.	389,71	404,4	409,7		239,9a	184,4b	151,8c	

LSD_{0,05} HAX NaCl: 55,61; LSD_{0,05} HA: 32,10

LSD_{0,05} NaCl:20,75 ; LSD_{0,05} HAX NaCl: 41,49

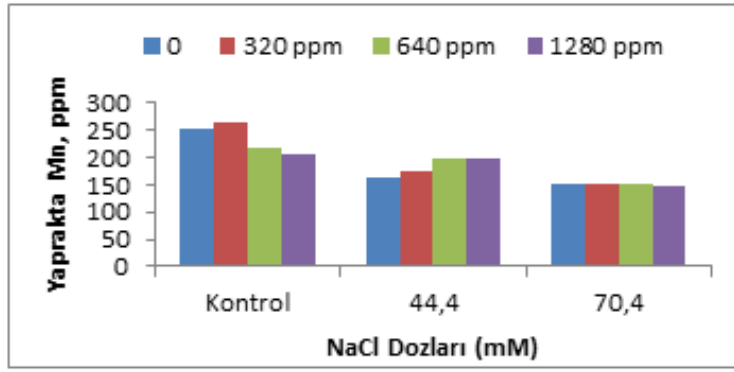
*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında 0,05 seviyesinde fark yoktur



Şekil 2. Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında Fe kapsamına humik asitin etkisi

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında Mn kapsamına humik asitin etkisi

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında Mn kapsamına humik asitin etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 3’de verilmiştir. Besin çözeltisine ilave edilen NaCl dozu arttıkça yaprakta mangan kapsamı önemli derecede azalma göstermiştir. Fakat humik asitin yaprakta mangan kapsamına etkisi NaCl dozlarına bağlı olarak farklı olduğu görülmüştür. NaCl:0 iken humik asit dozu arttıkça yaprakta mangan kapsamı azalma göstermiştir. Akıncı ve ark. (2009), humik asit uygulanan ortamlarda baklada Cu ve Mn kapsamının azaldığını belirtmişlerdir. NaCl: 44,4 mM iken humik asit dozu arttıkça yaprakta mangan kapsamı artış göstermiş; fakat bu artış önemli bulunmamıştır. NaCl:70,4 mM iken yaprakta mangan kapsamı üzerine humik asitin etkisi önemsiz bulunmuştur. Yapılan çalışmada yaprakta mangan kapsamı 149,72 – 265,91 ppm arasında olup, bitkilerin manganca yeterli oldukları görülmüştür (Şekil 3).



Şekil 3. Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında Mn kapsamına humik asitin etkisi

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında Zn kapsamına humik asitin etkisi

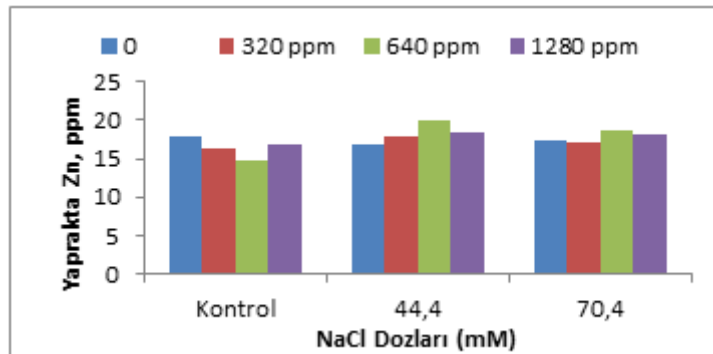
Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında Zn kapsamına humik asitin etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 4’de verilmiştir. Besin çözeltilisine uygulanan NaCl yaprakta çinko kapsamını önemli derecede arttırmıştır. [Hasan ve ark. \(1970\)](#), toprak tuzluluğunun mısır ve arpa bitkilerinin sap ve yapraklarında Mn ve Zn kapsamını artırdığını mısır bitkisinde Fe ve Cu kapsamını azalttığını bildirmişlerdir. Bazı çalışmalarda ise tuzluluğun domates sürgünlerinde Zn, Fe ve Cu konsantrasyonunu artırdığı belirtilmiştir ([Grattan ve Grieve, 1999](#); [Knight ve ark., 1992](#); [Maas ve ark., 1972](#); [Niazi ve Ahmed, 1984](#)). Değişik buğday ve çeltik çeşiti üzerinde araştırmalar yapan [Alpaslan ve ark.\(1998\)](#), tuz stresinde bitkilerin başta Cu olmak üzere Zn ve Cu alımlarının arttığını saptamışlardır. Yaprakta çinko kapsamı üzerine humik asitin etkisi NaCl dozlarına bağlı olarak farklı bulunmuştur. NaCl:0 iken 640 ppm HA uygulaması yaprakta çinko kapsamını önemli derecede azalttığı halde 320 ve 1280 ppm dozlarında humik asit uygulaması yaprakta çinko kapsamını önemli derecede etkilememiştir. 44,4 mM NaCl seviyesinde HA dozu arttıkça yaprakta çinko kapsamı artış göstermiş ve bu artış 640 ppm humik asit dozunda önemli bulunmuştur. [Turan ve ark. \(2012\)](#), yapraktan uygulanan humik asidin tuzlu koşullarda bitki kuru madde miktarını bitkinin topraktan kaldırdığı N, P, K, Mg, Cu ve Zn miktarlarını artırdığını bildirmişlerdir. Fakat NaCl:70,4 mM iken humik asit uygulamasının yaprakta çinko kapsamına etkisi önemli bulunmamıştır. Yaprakta çinko kapsamı 14,78–20,02 ppm arasında olup, bitkilerin çoğunlukla çinko yönünden yetersiz (<20 ppm Zn) beslendikleri görülmüştür ([Hochmuth ve ark., 2004](#)).

Çizelge 4. Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında Zn ve Cu kapsamına humik asitin etkisi

Humik asit dozları (ppm)	Zn,ppm				Cu,ppm			
	NaCl dozları(mM)				NaCl dozları(mM)			
	0	44,4	70,4	Ort.	0	44,4	70,4	Ort.
0	17,86ab	16,78bc	17,32b	17,32	10,45	7,75	8,65	8,95a
320	16,24bc	17,79ab	17,14b	17,05	11,35	10,45	7,75	9,85a
640	14,78c	20,02a	18,76ab	18,85	10,00	8,65	9,55	9,40a
1280	16,78bc	18,40ab	18,22ab	18,22	7,30	7,75	7,30	7,45b
Ort.	16,42b	18,25a	17,86a		9,78a*	8,65b	8,31b	

LSD_{0,05} HAx NaCl: 2,28 ; LSD_{0,05} NaCl: 1,14LSD_{0,05} NaCl:1,09; LSD_{0,05} HA: 1,26

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında 0,05 seviyesinde fark yoktur



Şekil 4. Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında Zn kapsamına humik asitin etkisi

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında Cu kapsamına humik asitin etkisi

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında Cu kapsamına humik asitin etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 4 'de verilmiştir. Besin çözeltisine ilave edilen NaCl dozu arttıkça yaprakta bakır kapsamı önemli derecede azalmıştır. NaCl dozlarının yaprakta bakır kapsamına etkisi benzer bulunmuştur. Yaprakta Cu kapsamı kontrolde 8,95 ppm iken; humik asitin 320 ve 640 ppm dozlarında sırası ile 9,85 ve 9,40 ppm 'e artış göstermiş; fakat bu artış önemsiz bulunmuştur. 1280 ppm humik asit ilavesi yaprakta bakır kapsamını önemli derecede azaltmıştır. [Akıncı ve ark. \(2009\)](#), humik asit uygulanan ortamlarda baklada Cu ve Mn kapsamının azaldığını belirtmişlerdir. [Schnitzer ve Skinner \(1966; 1967\)](#), pH 3,5'da iki değerli metallerle fülvik asitin oluşturduğu komplekslerin stabilite katsayılarının azalan sıraya göre Cu>Fe>Co>Zn>Mn şeklinde, pH 5 de ise Cu>Fe>Mn>Co>Zn şeklinde olduğunu belirtmişlerdir. [Courpron \(1967\)](#), humik asitle Cu'n oluşturduğu kompleksin stabilite katsayısı Cu'n fülvik asitle oluşturduğu kompleksin stabilite katsayısından daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Ayrıca humik asitle metallerin kompleksleşme gücünün azalan sıraya göre Cu>Zn>Mn şeklinde olduğu, Cu komplekslerinin daha stabil ve Cu'n humik asite Zn ve Mn'a göre daha kuvvetli fiks olduğu da belirtilmiştir ([De Mumbrun ve Jackson, 1956; Heintze ve Mann, 1949; Courpron, 1967; Loué, 1986](#)). Cu'n toprak organik maddesi tarafından çok kuvvetli fikse edildiği, COOH, OH ve C=O gibi oksijen içeren fonksiyonel gruplarca zengin oluşundan dolayı, organik maddenin humik asidin ve fülvik asitin Cu ile çok stabil kompleksler oluşturduğu ve bu komplekslerin Zn ve Mn'la oluşturulan komplekslere göre daha kararlı oldukları ve Cu'n humik asitle yaptığı komplekslerin suda çözünürlüklerinin düşük olduğu da belirtilmiştir ([Schnitzer ve Hanson, 1970](#)). Humik asitin yaprakta bakır kapsamına etkisi değişik NaCl seviyelerinde aynı olmuştur. Yaprakta bakır kapsamı 7,30 – 11,35 ppm arası olup, bitkilerin bakır bakımından yeterli (5 – 10 ppm arası Cu) beslendikleri görülmüştür ([Hochmuth ve ark., 2004](#)).

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında B kapsamına humik asitin etkisi

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında B kapsamına humik asitin etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 5'de verilmiştir. Besin çözeltisine ilave edilen NaCl dozu arttıkça yaprakta bor kapsamı önemli derecede azalma göstermiştir. [Kacar ve Katkat \(2010\)](#), borun alınması ve iletim borularında taşınımının bitkinin su alımı ile yakından ilgili olduğunu bildirmişlerdir. Ortamda NaCl dozu arttıkça bitkinin su alımı azalacağından, dolayısı ile bitkinin bor alımının da azalma eğilimi göstereceği düşünülmüştür. Besin çözeltisine ilave edilen humik asit dozu arttıkça yaprakta bor kapsamı önemli derecede artmıştır. Gelişme ortamına organik maddece zengin kompost ilavesi sonucu bitkilerde bor kapsamının artış gösterdiği bildirilmiştir ([Gupta, 1979](#)). Yaprakta bor kapsamına humik asitin etkisi değişik NaCl dozlarında benzer bulunmuştur. Domates bitkisinde bor kapsamı 48,81 – 92,84 ppm arasında olup, bitkilerin bor bakımından yüksek (>40 ppm B) oldukları görülmüştür ([Hochmuth ve ark., 2004](#)).

Çizelge 5. Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında B kapsamına humik asitin etkisi

Humik asit dozları (ppm)	B,ppm			
	NaCl dozları(mM)			
	0	44,4	70,4	Ort.
0	68,98	52,64	48,81	56,81d
320	83,25	68,26	59,57	70,36c
640	91,80	73,08	65,94	76,84b
1280	92,84	88,35	78,46	86,55a
Ort.	84,22a	70,58b	63,20c	

LSD_{0,05} NaCl: 3,58 ; LSD_{0,05} HA: 4,13

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında 0,05 seviyesinde fark yoktur

Sonuç

Artan NaCl stres şartları ve humik asit domates bitkisi yapraklarında bazı besin element kapsamını etkilemiştir. Humik asit yaprakta azot ve bakır kapsamını önemli derecede azaltmış, fosfor ve kükürt kapsamını değiştirmemiş, demir ve bor kapsamını önemli derecede arttırmıştır. NaCl yaprakta azot, fosfor ve çinko kapsamını arttırmıştır. Besin çözeltisine artan dozlarda ilave edilen humik asitin domates yaprağında magnezyum, demir, mangan ve çinko kapsamına etkisi besin çözeltisinde bulunan NaCl seviyelerine bağlı bulunmuştur. NaCl:0 iken humik asit yaprakta magnezyum kapsamını azaltmıştır. Fakat NaCl: 70,4 mM iken humik asit dozu arttıkça yaprakta magnezyum kapsamı önemli derecede artış göstermiştir. NaCl'nin yüksek seviyelerinde humik asitin yüksek dozları yaprakta demir kapsamını arttırarak, olumlu etki sağladığı görülmüştür. NaCl:0 iken humik asit dozu arttıkça yaprakta mangan kapsamı azalma göstermiştir. NaCl:

44,4 mM iken hümik asit dozu arttıkça yaprakta mangan kapsamı artış göstermiş; fakat bu artış önemli bulunmamıştır. NaCl:0 iken 640 ppm HA uygulaması yaprakta çinko kapsamını önemli derecede azalttığı halde, 44,4 mM NaCl seviyesinde HA dozu arttıkça yaprakta çinko kapsamı artış göstermiş ve bu artış 640 ppm hümik asit dozunda önemli bulunmuştur. Fakat NaCl:70,4 mM iken hümik asitin yaprakta çinko kapsamına etkisi önemli bulunmamıştır. NaCl yaprakta azot, fosfor ve çinko kapsamını arttırmıştır. NaCl dozu arttıkça domates yaprağında kükürt, bakır ve bor kapsamı önemli derecede azalma göstermiştir.

Kaynaklar

- Akinci Ş, Büyükeskin T, Eroğlu A, Erdoğan BE. 2009. The effect of humic acid on nutrient composition in Broad Bean (*Vicia faba* L.) Roots, *Notulae Scientia Biologicae* 1(1):81-87.
- Alpaslan M, Güneş A., Taban, S., Erdal, İ. ve Tarakcioğlu, C., 1998. Tuz stresinde çeltik ve buğday çeşitlerinin kalsiyum, fosfor, demir, bakır, çinko, ve mangan içeriklerindeki değişimler. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 22: 227-233.
- Atiyeh RM, Lee S, Edwards CA, Arancon NQ, Metzger JD, 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth, *Bioresource Technology* 84: 7-14.
- Averett RC, Leenheer JA, Mcknight DM, Thorn KA. 1995. Humic substances in the suwanee river, Georgia : Interaction , properties and proposed structures, USGS Water supply paper 2373, 224 pp.
- Bayraklı F.1987. Toprak ve bitki analizleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayın No:17, Samsun.
- Bloom-Zandstra, G. Ve J.E.M. Lampe (1983). The effect of chloride and sulphate salts on the nitrate content in lettuce plants *Lettuce sativa* L. *Journal of Plant Nutrition* 6:611-628.
- Botella MA, Rosado A, Bressan RA, Hasegawa PM, 2005. Plant Adaptive Responses to Salinity Stress. *Plant Abiotic Stress*, Blackwell Publishing Ltd., 270p.
- Cerda A, Pardines J, Botella MA, Martinez V. 1995. Osmotic sensitivity in relation to salt sensitivity in germination of barleyseeds. *Plant, Cell and Environment* 9: 721-725
- Chavan PD, Karadge BA. 1980. Influence of salinity on mineral nutrition of peanut (*Arachis hyogea* L.). *Plant and Soil*, 54: 5-13.
- Chen Y, Aviad T. 1990. Effects of humic substances on plant growth. In: *Humic substances in soil and crop science: selected readings*. P MacCarthy et al. (eds.). SSSA and ASA, Madison, Wisconsin, USA. pp. 161-186.
- Clapp CE, Chen Y, Hayes MHB, Cheng HH. 2001. Plant growth promoting activity of humic substances, In: *Understanding and Managing Organic Matter in Soils, Sediments, and Waters*. RS Swift, KM Sparks (eds.), International Humic Science Society, Madison, pp. 243-255.
- Courpron C. 1967. Determination des contenus de stabilite des complexes organo-metalliques des sols. *Annals of Agronomy* 18(6):623-638.
- Dajic Z. 2006. Salt stress. In: *Physiology and molecular biology of stress tolerance in plants*. Dordrecht, The Netherlands, 345p.
- De Mumbrun LE, Jackson ML. 1956. Infrared absorption evidence on exchange reaction mechanism of copper and zinc with layer clays and peat. *Soil Science* 81, 334.
- Dell'Amico C, Masciandaro G, Ganni A, Ceccanti, B, Garcia C, Hernandez T, Costa F. 1994. Effects of specific humic fractions on plant growth. In: *Humic substances in the global environment and implications on human health*. N Senesi, TM Milano (eds.). Elsevier Science; Amsterdam, The Netherlands, pp. 563-566.
- Esmaili EE, Kapourchal SA, Malakouti MJ, Homae M. 2008. Interactive effect of salinity and two nitrogen fertilizers on growth and composition of sorghum. *Plant Soil and Environment* 54 (12): 537-546.
- Fagbenro JA, Agboola AA. 1993. Effect of different levels of humic acid on the growth and nutrient uptake of teak seedlings. *Journal of Plant Nutrition* 16: 1465-1483.
- Frechilla S, Lasa B, Ibarretxe L, Lamsfus C, Aparicio-Tejo P. 2001. Pea responses to saline stress is affected by the source of nitrogen nutrition (ammonium or nitrate). *Plant Growth Regulation* 35:171-179.
- Garcia C, Hernandez T, Costa F, Ceccanti B, Dell'Amico C. 1992. Characterization of the organic fractions of an uncomposted and composted sewage sludge by isoelectric focusing and gel-filtration. *Biology and Fertility of Soils* 13:112-118.
- Grattan SV, Grieve CM. 1999. Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. In: *Handbook of plant and crop stress*. M Pessaraki (ed.). Marcel Dekker, New York, USA. pp.203-229.
- Gupta UC. 1979. Boron Nutrition of Crops. *Advances in Agronomy* 31: 273-307.
- Gül, A., 2012. Topraksız Tarım. Hasad Yayıncılık 2. Baskı.
- Gürel A, Avcioglu R. 2001. Bitkilerde strese dayanıklılık fizyolojisi. In: *Bitki Biyoteknolojisi II, Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları*. S Özcan, E Gürel, M Babaoğlu (eds.). Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları. s.308-313
- Hasan NAK, Drew JW, Knudsen D, Olson RA. 1970. Influence of soil salinity on production of dry matter and uptake and distribution of nutrients in barley and corn: II. Corn (*Zea mays* L.), *Agronomy Journal* 62: 46-48.
- Heintze SG, Mann PJG. 1949. Studies on soil manganese.Part I.Pyrophosphate as extractant of soil manganese. *Journal of Agricultural Science* 39: 80-85.
- Hochmuth G, Maynard D, Vavrina C, Hanlon E, Simonne E. 2004. Plant tissue analysis and interpretation for vegetables crops in Florid. University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences. Available at:
- Hong CY, Chao YY, Yang MY, Cho SC, Kao CH. 2009. Na⁺ But Not Cl⁻ or Osmotic Stress is involved in NaCl Induced Expression of Glutathione Reductase in Roots of Rice Seedlings, *Journal of Plant Physiology* 166: 1598-1606.
<http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/ep/ep08100.pdf>
- Kacar B, İnal A. 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayıncılık, No:1241, Fen Bilimleri: 63, Ankara.
- Kacar B, Katkat VA. 2010. Bitki Besleme. Nobel Yayıncılık, No:849, Fen Bilimleri: 30, Ankara.

- Knight H, Trewavas AJ, Knight MR. 1997. Calcium signalling in Arabidopsis thaliana responding to drought and salinity. *Plant Journal* 12: 1067-1078.
- Kocaçalışkan İ. 2003. Bitki Fizyolojisi. DPÜ Fen-Edebiyat Fakültesi Yayını, 420.
- Kuşvuran Ş, Ellialtıoğlu Ş, Yaşar F, Abak K. 2007. Effects of salt stress on ion accumulations and some of the antioxidant enzymes activities in melon (*Cucumis melo* L.). *International Journal of Food, Agriculture and Environment* 2(5): 351-354.
- Liu CH, Cooper RJ, Brown DC. 1998. Humic acid application effects photosynthesis, root development and nutrient content of creeping bentgrass. *Hortscience* 33(6): 1023-1025.
- Loué A. 1986. Les oligo-elements en agriculture, Agri-Nathan international, 43 rue du Chemin-Vert, 75011 Paris.
- Lutts S, Kinet JM, Bouharmont J. 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of Botany* 78: 389-398.
- Maas EV, Ogata G, Garber MJ. 1972. Influence of salinity on Fe, Mn and Zn uptake by plants, *Agronomy Journal* 64: 793-795.
- Malcolm RE, Vaughan D. 1979. Comparative effects of soil organic matter fractions on microbial activity. *Plant and Soil* 51: 65-72.
- Munns R, 2002. Salinity, Growth and Phytohormones Salinity. In: *Environment-Plants-Molecules*, Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands, 522p
- Nardi S., Pizzeghello D, Muscolo A, Vianello A. 2002. Physiological effects of humic substances in higher plants. *Soil Biology and Biochemistry* 34, 1527-1537.
- Niazi BH, Ahmed T. 1984. Effect of sodium chloride and zinc on the growth of tomato. II.Uptake of ions. *Geobios* 11: 155-160.
- Nikbakht A, Kafi M, Babalar M, Xia YP, Luo A, Etemadi N. 2008. Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake, and postharvest life of gerbera. *Journal of Plant Nutrition* 31: 2155-2167.
- Niu X, Bressan RA, Hasegawa PM, Pardo JM. 1995. Ion Homeostasis in NaCl Stress Environments, *Plant Physiology* 109: 735-742.
- Olfati JA, Peyvast GH, Qamgosar R, Sheikhtaher Z, Salimi M. 2010. Synthetic humic acid increased nutrient uptake in cucumber soilless culture. *Acta Horticulture* 871:425-428.
- Parida AK, Das AB. 2005. Salt tolerance and salinity effect on plant: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 60: 324-349.
- Rauthan BS, Schnitzer M. 1981. Effect of soil humic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*cucumis sativus*) plants, *Plant and Soil* 63: 491-495.
- Russo RO, Berlyn GP. 1990. The use of organic biostimulants to help low input sustainable agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture* 1: 19-42.
- Saneoka H, Ishiguro S, Moghaieb E. 2001. Effect of salinity and abscisic acid on accumulation of glycinebetaine and betaine aldehyde dehydrogenase mRNA in Sorghum leaves (*Sorghum bicolor*). *Journal of Plant Physiology* 158(7): 853-859.
- Schnitzer M, Hansen EH. 1970. Organo-metallic interactions in soils: 8. An evaluation of methods for the determination of stability constants of metal-fulvic acid complexes, *Soil Sci.*, 109, 333-340.
- Schnitzer M, Skinner SIM. 1966. Organo-metallic interactions in soils. 5. Stability constants of Cu²⁺, Fe²⁺ and Zn²⁺-fulvic acid. *Soil Science* 102: 361-365.
- Schnitzer M, Skinner SIM. 1967. Organo-metallic interactions in soils. 7. Subility constants of Pb²⁺, Ni²⁺, Mn²⁺, Co²⁺, Ca²⁺ and Mg²⁺ fulvic acid complexes. *Soil Science* 103: 237-252.
- Senn TL, Alta Kingman R. 1973. A review of humus and humic acids, Research Series. No: 145 S.C.
- Shannon MC, Grieve CM, Francois LC. 1994. Whole-plant response to salinity, In: *Plant Environment Interaction*. RE Wilkinson (ed.). Marcel Dekker Inc. New York, USA. pp. 199-244
- Sonneveld C, Straver N. 1994. Nutrient solutions for vegetables and flowers grown in water or substrates. (10th Edition) Serie, Voedingsoplossingen Glasstuintbouw, No:8, PBG Naaldwijk-PBG Aalsmeer, The Netherlands, 45 pp.
- Stevenson F. J. 1994. Humus Chemistry. John Wiley Publications. NY.;Sposito, G. CRC Crit. Rev. Environ. Con. 16, 193-229.
- Tuna AL, Kaya C, Ashraf M, Altunlu H, Yokas I, Yağmur B. 2007. The effects of calcium sulphate on growth, membrane stability and nutrient uptake of tomato plants grown under salt stress, *Environmental and Experimental Botany* 59: 173-178.
- Turan MA, Aşık BB, Çelik H, Katkat AV. 2012. Tuzlu koşullarda yapraktan uygulanan hümik asidin mısır bitkisinin gelişimi ve kimi besin elementi alımı üzerine etkisi. *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi* 14 (1): 529-539.
- Tuteja N, 2007. Mechanisms of High Salinity Tolerance in Plants: *Methods in Enzymology* 428: 419-438.
- Türkmen Ö, Şensoy S, Erdal İ. 2000. Effect of potassium on emergence and seedling growth of cucumber grown in salty conditions. *Yuzuncu Yil University, Journal of Agricultural Sciences* 10: 113-117
- Walker DJ, Bernal MP. 2004. Plant mineral nutrition and growth in a saline Mediterranean soil amended with organic wastes. *Communication in Soil Science and Plant Analysis* 35: 2495-2514.
- Walker DJ, Bernal MP. 2008. The effects of olive mill waste compost and poultry manure on the availability and plant uptake of nutrients in a highly saline soil. *Bioresource Technology* 99: 396-403.
- Yurtsever N. 1982. Tarla Deneme Tekniği. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 91, Ankara.