

Tuz Stresinin Karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) Antioksidatif Enzim (SOD, CAT, APX ve GR) Aktivitesi Üzerine Etkisi⁽¹⁾

Fikret YAŞAR⁽²⁾

Şebnem ELLİALTIOĞLU⁽³⁾

Taylan ÖZPAY⁽²⁾

Özlem UZAL⁽²⁾

Öz: Tuz stresinin karpuz (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) yapraklarındaki antioksidatif enzim aktiviteleri (Superoksit dismutaz-SOD, katalaz-CAT, askorbik peroksidaz-APX ve glutatyon reduktaz-GR) üzerine etkisini belirlemek için yürütülen bu çalışmada tuza duyarlı Golden Crown F1, Crimson Sweet ile tuza-tolerant Diyarbakır ve Midyat yerel genotipinin fideleri kontrollü iklim odasında su kültüründe test edilmişlerdir. Fidelerde 4-5 gerçek yaprak oluştuktan sonra, 10 günlük süreyle 100 mM NaCl stresine maruz bırakılmıştır. Tuz uygulanan parsellerde, tuza tolerant genotiplerin SOD, CAT, APX ve GR enzim aktivitelerinin duyarlı olanlara göre çok yüksek olduğu saptanmıştır. Midyat yerel genotipi SOD, CAT ve GR enzim aktiviteleri; Diyarbakır genotipi ise APX enzim aktivitesi bakımından diğerlerine göre daha üstün bulunmuştur. Ayrıca kontroldeki (0 mM NaCl) Midyat yerel genotipi fidelerinin yaprak SOD, APX ve GR enzim aktivitelerinin, tuzlu ortamda kültüre alınan duyarlı genotiplerden fazla olması dikkat çekmiştir. Elde edilen bulgulara göre antioksidatif enzim aktivitelerinin tuza tolerans üzerinde etkili olduğu; tuzlu koşullarda kültüre alınan karpuz genotiplerinin antioksidatif enzim sistemlerini duyarlı çeşitlere göre çok daha aktif kullandıkları belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Enzim, karpuz, tuz stresi, su kültürü

The Effect of Salt Stress on Antioxidative Enzyme (SOD, CAT, APX and GR) Activity in Watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.)

Abstract : In this study, we try to investigate salt stress on the watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) leaves within antioxidative enzyme activities (Superoxid dismutase-SOD, catalase-CAT, ascorbic peroxidase-APX and glutatyon reductase-GR) which is tested salt sensitive Golden Crown F1, Crimson Sweet with salt tolerance Diyarbakır and Midyat local genotypes seeds in the under controlling climate room. After Seeds growth out of 4 or 5 real leaves which exposed 100mM NaCl stress for 10 days. Application of salt parcels determined; genotype of salt tolerant is higher than genotypes sensitive of SOD, CAT and GR enzymes activities. Midyat local genotype within SOD, CAT and GR enzyme activities and Diyarbakır genotype within APX enzymes are more dominant from the others. Besides under control a (100mM NaCl) Midyat local genotypes seed leaves SOD, APX and GR enzymes activities paid attention more count which took a place sensitive genotype for cultural ambient with salt. According to acquired results, we determined antioxidative enzymes activities effective on the salt tolerance; and took a place in salt conditions watermelon genotypes more active useful than sensitive antioxidative enzymes systems.

Key words: Enzyme, watermelon, hydroponics culture, salt stress

Giriş

Tarımsal üretim alanlarında tuzluluk, toprakların verimliliğini olumsuz yönde etkileyen, ürün verimini sınırlandıran en önemli sorunlardan birisidir. Toprak tuzluluğu çoğunlukla yağış miktarı az, yüksek sıcaklık derecelerine sahip olan kurak ve yarı kurak bölgelerde ortaya çıkmakta ve böyle alanlarda ciddi verim kayıplarına neden olmaktadır (Munns ve Termaat, 1986). Tuzluluk stresi ile karşı karşıya kalan bitkilerde de genotipik özellikler çerçevesinde tepkiler oluşmakta, bazı bitki tür ve çeşitleri tuzluluktan az düzeyde etkilenirken, bazıları ise ölümcül biçimde zarara uğramaktadır (Levitt, 1980). Karanlık (2001) tarafından da açıklandığı gibi, stres

altındaki bitkide artan düzeylerde sentezlenen serbest radikaller hücrelere zarar vermekte, özellikle yavaşlama sürecine giren fotosentezin etkinliği daha da sınırlanmaktadır. Sentezlenen serbest oksijen radikalleri, protein membran lipitleri ve nükleik asitler ile klorofil gibi hücre komponentlerini de bozmaktadır (Fridovich, 1986; Davies, 1987). Stres altındaki canlıların genelinde olduğu gibi bitkilerde de stres karşısında serbest oksijen radikallerini zararsız bileşiklere dönüştüren antioksidant miktarları ve antioksidatif enzim aktiviteleri yüksek olduğunda, o bitkiler oksidatif zararlanmaya karşı daha dayanıklı olmaktadır. Bitkideki kloroplastlar, toksik

⁽¹⁾ Bu araştırma Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından desteklenmiştir.

⁽²⁾ **Yazışma Adresi:** Yüzüncü Yıl üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 65080-VAN, fyasar@yyu.edu.tr

⁽³⁾ Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Dışkapı-ANKARA

oksijen türevlerine karşı antioksidatif savunma sistemlerine sahip olup, bu antioksidantların başında vitamin E, vitamin C, glutatyon ve karotenoidler (beta-karoten ve zeaxanthin) gelmektedir (Karanlık, 2001). Süperoksit dismutaz (SOD), askorbat peroksidaz (APX), glutatyon redüktaz (GR), katalaz (CAT) gibi enzimler serbest oksijen radikallerinin yok edilmesinde en etkin antioksidatif enzimler olarak bilinmektedirler (Çakmak ve Marschner, 1992; Çakmak, 1994; Gossett ve ark., 1994).

Bu çalışmadaki amaç, tuz stresinin tuza-tolerant ve duyarlı karpuz genotiplerinin SOD, CAT, APX ve GR antioksidan enzim aktivitelerine etkisini belirlemek ve tuza toleranslık ile bu enzimler arasındaki ilişkiyi araştırmaktır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada, bitkisel materyal olarak daha önce Yaşar ve ark. (2007) tarafından tuza-duyarlı olarak belirlenen Golden Crown F1 (G.crwn F1), Crimson Sweet (C.Sweet.) ile tuza-tolerant olarak belirlenen Diyarbakır ve Midyat yerel karpuz genotipleri kullanılmıştır. Genotiplere ait fideler 4-5 gerçek yapraklı oldukları ve 0 ve 100 mM NaCl uygulamasına bırakıldıkları ana kadar Hoagland besin çözeltisinde, 25 °C sıcaklık, % 65 oransal nem, ve 600 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ışık yoğunluğunda 16/8 saatlik ışık/karanlık peryotlarla ışıklandırılan iklim odasında geliştirilmişlerdir. Ölçüm ve analizler için örnek alma işlemi üç tekerrürlü olacak biçimde tuz uygulamasından 10 gün sonra yapılmıştır. Her bir karpuz çeşidine ait bitkilerin en genç üç yaprağı alınarak sıvı azotta dondurulmuş ve analizler yapılınca kadar -83 °C derin dondurucuda bekletilmiştir.

Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi

Tuz, stresi altındaki bitkilerde meydana gelebilecek enzim aktivitelerindeki değişimi incelemek için yaklaşık 1 gr taze yaprak örneği sıvı azot içerisinde porselen havanlarda ezildikten sonra, içinde 0.1 mM Na-EDTA bulunan 50 mM, 10 ml.lik fosfat tampon çözeltisi (pH:7.6) ile homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekler 15 dk süresince 15000 g'de santrifüj edildikten sonra elde edilen santrifüjantlar enzim analizlerinde kullanılmıştır. Enzim aktivitelerinin belirleneceği örnekler, ölçüm yapılınca kadar +4°C sıcaklıkta tutulmuş, ölçümler Analytic Jena 40 model spektrofotometrede yapılmıştır.

SOD aktivitesi, NBT'nin (nitro blue tetrazolium kloridin) ışık altında O_2^- tarafından indirgenmesi yöntemine göre, APX aktivitesi, 290 nm'de ($E=2.8 \text{ mM cm}^{-1}$) askorbatın oksidasyonu, GR aktivitesi, 340 nm'de ($E=6.2 \text{ mM cm}^{-1}$) NADPH'nin oksidasyonu, CAT, H_2O_2 'nin 240

nm'de ($E=39.4 \text{ mM cm}^{-1}$) parçalanma oranı ölçülerek yapılmıştır (Çakmak ve Marschner,1992).

Değerlendirmelerin Yapılması

Tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulan denemelerden elde edilen sayısal değerler, varyans analizine tabi tutulmuş ve uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiksel açıdan önemlilik derecesi ortaya konulmuştur. Bunun için, SAS (1985) paket programından yararlanılarak Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış ve farklılık dereceleri, %0.5 düzeyinde harflendirme yoluyla gösterilmiştir.

Bulgular

Yapılan analizler sonucunda, tuz uygulanmış ortamda yetiştirilen bitkilerde olduğu gibi, tuz uygulanmamış kontrol ortamında yetiştirilen bitkilerde de, daha az olmakla birlikte, enzimlerin tamamı belli oranlarda aktive olmuştur. Tuza-tolerant olan genotiplerde enzim aktivitelerinin tamamı yüksek değerler vermiş, tuza duyarlılığı fazla olan genotiplerde, her dört enzimin aktivitesi de kontrol bitkilerinin değerlerine yakın bulunmuştur.

SOD Enzim Aktivitesi

Genotipleri, yapraklarında okunan SOD aktiviteleri bakımından incelendiğinde; tüm genotipler hem tuzlu hem tuzsuz ortamda farklı istatistiksel grup içinde yer almıştır. Tuza-tolerant Midyat karpuz genotipi 100 mM'lık NaCl tuz uygulamasında en yüksek enzim aktivitesine sahip olurken, onu yine tuza-tolerant olan Diyarbakır yerel genotipi izlemiştir. Tuza-duyarlı C. Sweet ve G. Crwn.F1 sırasıyla en düşük SOD aktivitesine sahip olmuşlardır. Bu ölçümlerde en ilginç sonuç, tuza-tolerant Midyat genotipinden elde edilmiştir. Tuzlu ortamda yetiştirilen dört karpuz genotipinin yapraklarındaki SOD enzim aktivitesi kontrol bitkilerine göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 1, Şekil 1.A).

CAT Enzim Aktivitesi

Araştırmada kullanılan tüm karpuz bitkileri tuz uygulamasıyla CAT enzim aktivitelerini artırmışlardır. Kontrol bitkilerinde G. Crwn. F1 hariç diğerleri aynı grup içinde yer almışlardır. SOD enzim aktivitesinde olduğu gibi yine en yüksek CAT enzim aktivitesi Midyat genotipinde bulunmuş, onu Diyarbakır genotipi izlemiştir. Tuza-duyarlı G.crwn F1 ve C.Sweet çeşitlerinin CAT enzim aktiviteleri toleranslı olanlara göre oldukça düşük bulunmuştur (Çizelge 1, Şekil 1.B).

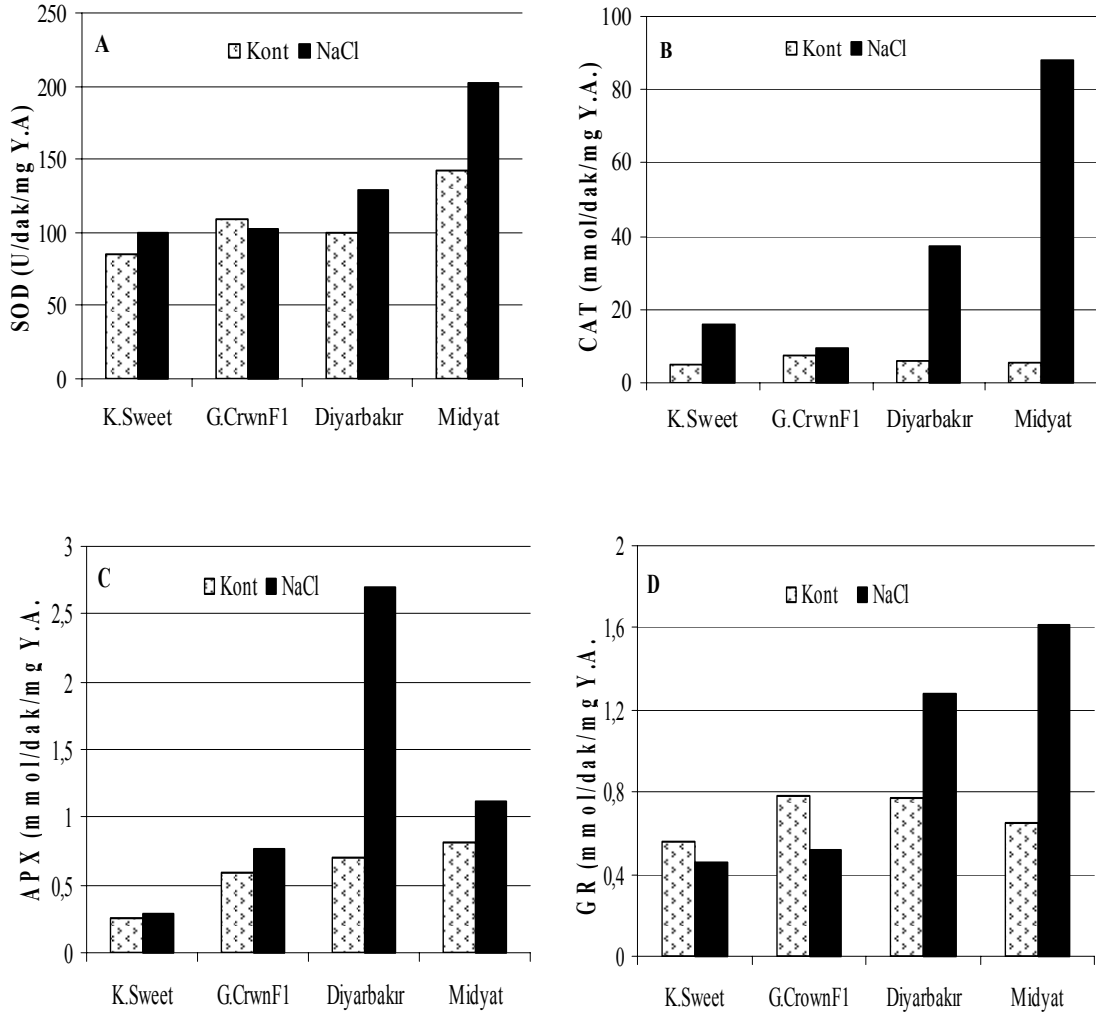
Çizelge 1. 100 mM NaCl içeren ve içermeyen besin çözeltisinde 10 gün süreyle yetiştirilen tuza-toleranslı ve duyarlı karpuz çeşitlerine ait bitkilerin SOD, CAT, APX ve GR aktiviteleri

Table 1. Activity of SOD, CAT, APX ve GR in salt-tolerance and sensitive varieties grown in nutrient solution included 100 mM NaCl or control(Cont) medium with 10 day-application

Çeşitler/ Varieties	SOD (U/dak/mg Y.A)/(U/min/mg FW)		CAT (mmol/dak/mg Y.A.) (mmol/min/mg FW)		APX (mmol/dak/mg Y.A.) (mmol/min/mg FW)		GR (mmol/dak/mg Y.A.) (mmol/min/mg FW)	
	Kont./Cont.	NaCl	Kont./Cont.	NaCl	Kont./Cont.	NaCl	Kont./Cont.	NaCl
C.	84,67	99,33	5,19	15,96	0,26	0,29	0,56	0,46
Sweet	d B	d A	b B	c A	d A	d A	c A	c B
G.	109,66	102,00	7,53	9,39	0,59	0,76	0,78	0,52
Crwn F1	b A	c B	a B	d A	c B	c A	a A	c B
Diyarbakır	99,33	129,33	5,89	37,17	0,70	2,70	0,77	1,28
	c B	b A	b B	b A	b B	a A	A B	b A
Midyat	142,00	202,67	5,54	87,93	0,82	1,11	0,65	1,61
	a B	a A	b B	a A	a B	b A	b B	a A

Uygulamalar arasındaki farklılıklar büyük harfle belirtilmiştir ($p < 0.05$). Çeşitler arasındaki farklılıklar küçük harfle belirtilmiştir ($p < 0.05$)

Significant differences between means of treatments are indicated by different capital letter ($p < 0.05$). Significant differences between means of varieties are indicated by different small letter ($p < 0.05$).



Şekil 1. 100 mM NaCl içeren ve içermeyen besin çözeltisinde 10 gün süreyle yetiştirilen tuza-toleranslı ve duyarlı karpuz çeşitlerine ait bitkilerin SOD (A), CAT (B), APX (C) ve GR (D) aktiviteleri

Figure 1. Activity of SOD (A), CAT (B), APX (C) ve GR (D) in salt-tolerance and sensitive varieties grown in nutrient solution included 100 mM NaCl or control medium with 10 day-application ($\mu\text{g/mg FW}$)

APX Enzim Aktivitesi

Tuza-toleranslı ve duyarlı karpuz genotiplerinin APX enzim aktivitelerini belirlemek için yapılan çalışmada, tuz uygulanmamış kontrol bitkilerinin enzim aktiviteleri tüm genotiplerde farklı çıkmıştır. Tuz uygulaması ile G. Crwn. F1, Midyat ve Diyarbakır genotiplerinin APX aktiviteleri artarken, C. Sweet'in APX enzim aktivitesi kontrol bitkilerine göre bir artış göstermiştir. Tuz uygulanan bitkilerde en yüksek APX aktivitesi tuza-toleranslı Diyarbakır genotipinde bulunmuş, onu Midyat genotipi izlemiştir. Tuza-duyarlı olanların APX enzim aktiviteleri ise oldukça düşük çıkmıştır (Çizelge 1, Şekil 1.C).

GR Enzim Aktivitesi

Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlara göre tuza duyarlı ve tolerant genotiplerin GR enzim aktiviteleri bakımından, her iki uygulamada da genotipler arasında farklılıkların olduğu görülmüştür. Tuza-toleranslı genotiplerin GR enzim aktiviteleri kontrol bitkilerine göre oldukça yüksek çıktığı görülürken, tuza-duyarlı olanların GR aktiviteleri kendi kontrol bitkilerine göre azaldığı görülmüştür. SOD ve CAT enzim aktivitelerinde olduğu gibi en yüksek GR enzim aktivitesi Midyat genotipinde görülmüş, onu Diyarbakır genotipi izlemiştir (Çizelge 1, Şekil 1.D).

Tartışma ve Sonuç

Pek çok araştırmacı, değişik türlerde yapmış oldukları çalışmalarla, bitkilerin tuzun zararlı etkilerinden korunmak için genetik yapılarının desteklediği ölçüde SOD, CAT, APX ve GR gibi bazı antioksidan enzim aktivitelerini yükselttiklerini rapor etmektedirler (Gossett ve ark., 1996; Harinasut ve ark 2003; Yaşar, 2003; Yaşar ve ark. 2006)

Aktif oksijen türevlerinden süperoksit radikalini ortadan kaldıran SOD enziminin aktivasyonu, 100 mM NaCl uygulanan karpuz bitkilerinde, çeşitlere göre değişmekle birlikte genel olarak bir artış göstermiştir. Ancak tuza duyarlı çeşitlerden biri olan G. Crwn F1'de SOD enzim aktivitesi kontrole göre azalma göstermiştir. Diğer duyarlı çeşit C. Sweet ise çok az bir artış sağlayabildiği halde; tuza-tolerant çeşitler çok önemli düzeylerde SOD enzim aktivitesi artışı sağlamışlardır. Enzim sistemlerini çalıştırmanın, tuza tolerans açısından önemi bariz bir biçimde karşımıza çıkmıştır. Bitkiler tuz stresi altında süperoksit radikali üretmişler, üretilen bu radikali yok etme kapasitesi yüksek olan genotipler tuza daha iyi bir dayanım sergilemişlerdir. Farklı türlerde yapılan tuz uygulamasıyla SOD aktivitesinin dayanıklı çeşitlerde daha fazla arttığını ve duyarlı olanlarda daha az arttığını hatta bazı duyarlılarda kontrole göre azalmaların olduğunu diğer araştırmacılar tarafından da kaydedilmiştir (Shalata ve Tal, 1998; Aktaş, 2002, Harinasut ve ark., 2003; Yaşar, 2003).

Süperoksit dismutaz enzimi, süperoksit radikalini ortadan kaldırmakta fakat bunun sonucunda toksik özelliği

yine çok yüksek olan bir başka madde olan hidrojen peroksit oluşmaktadır. Hidrojen peroksitin parçalanması (detoksifikasyonu) için etkili olan enzimlerden birisi katalaz, diğerleri de askorbat-glutasyon döngüsüne katılan glutasyon reduktaz ve askorbat peroksidaz'dır. Katalaz aktivitesi, karpuzda tuz uygulaması yapıldığında özellikle tuza-toleranslı çeşitlerde çok ciddi artışlar gösterirken, duyarlı çeşitlerde çok daha düşük seviyede artış görülmüştür. Bu durumda tuzluluğun etkisinden dolayı CAT enzim aktivitesini artırma konusunda tuza-toleranslı çeşitlerin daha yetenekli olduğu yönünde bir görüş oluşmuştur. Nitekim domateste çalışan Shalata ve Tal (1998) ve patlıcanda çalışan Yaşar (2003) de tuza toleransı yüksek çeşitlerde CAT aktivitesini, duyarlı çeşitlere göre daha yüksek değerlerde saptamışlardır.

Askorbat-glutasyon döngüsü sayesinde gerçekleşen hidrojen peroksit detoksifikasyonu işlemindeki diğer etkili enzim olan askorbat peroksidaz aktivitesi de tuz stresi altında artmaktadır. Shalata ve Tal (1998) domateste, Lopez ve ark. (1996) domateste, Sreenivasulu ve ark. (2000) *Setaria sp.*'de, Karanlık (2001) buğdayda, Yaşar (2003) patlıcanda, Yaşar ve ark. (2006) ise kavunda tuz uygulamasının ardından tuza dayanıklı çeşitlerde APX enzim aktivitesinin, duyarlı çeşitlerden çok daha yüksek olduğunu bildirmektedirler. Hernandez ve ark. (1995), bezelyede tuz stresinin APX enzimi aktivitesini tolerant çeşitte artırdığını, duyarlı çeşitte ise bir değişiklik yaratmadığını bildirmektedir. Karpuz da yapılan 100 mM lık tuz uygulamasının alınan yaprak örneklerinde APX enzim aktivitesinde tuza-duyarlı C. Sweet çeşidi hariç diğer üç çeşitte artış belirlenmiştir. En fazla artış tuza—toleranslı olan Diyarbakır genotipinde belirlenmiş, Diğer toleranslı genotip olan Midyat, SOD, CAT ve GR enzim aktivitelerinde en yüksek değerde olurken APX enzim aktivitesi bakımından ikinci sırada yer almıştır.

Hidrojenperoksitin detoksifikasyon sürecinde okside glutasyon'un indirgenmesinden sorumlu olan glutasyon reduktaz aktivitesinin tuz stresi altında arttığı, önceki bazı araştırmalarda kaydedilmiştir (Gossett ve ark., 1996; Lin ve Kao, 2000; Karanlık, 2001; Yaşar, 2003, Yaşar ve ark., 2006). Karpuzda yürüttüğümüz bu çalışmada, 100 mM tuz uygulaması ile tuza-toleranslı genotiplerin bitkilerinin yapraklarındaki GR aktivitesinde kontrole göre yüksek bir artış ortaya çıkarken, tuza-duyarlı olanların GR enzim aktiviteleri tuz uygulanmamış kontrol bitkilerine göre bir azalma göstermiştir. Gossett ve ark. (1994) pamukta, Hernandez ve ark. (1995) bezelyede, Karanlık (2001) buğdayda tuzlu koşullarda dayanıklı bitkilerin, duyarlı olanlara göre daha yüksek oranlarda artan GR enzim aktivitelerine sahip olduklarını bildirmişlerdir. Shalata ve Tal (1998) ise, domateste farklı bulgular hakkında bilgi vermekte, GR aktivitelerinin tuza hem toleranslı hem de duyarlı genotiplerde, tuz stresi altında azalma gösterdiğini anlatmaktadır.

Bu sonuçlardan hareketle, tuzluluğun özellikle toleranslı karpuz çeşitlerinin SOD, CAT, APX ve GR antioksidan enzim aktivitelerini artırdığını ve her dört enzimin de birbiriyle koordinasyon içerisinde ve yüksek aktivite ile çalışması tuza-toleransın olduğu sonucuna varılabilmektedir.

Kaynaklar

- Aktaş, H., 2002. *Biberde Tuza Dayanıklılığın Fizyolojik Karakterizasyonu ve Kalıtımı*. (Doktora Tezi, basılmamış), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 105 s.
- Çakmak., I., 1994. Activity of Ascorbate-Dependent H₂O₂ Scavenging Enzymes and Leaf Chlorosis are Enhanced in Magnesium and Potassium Deficient Leaves, But Not in Phosphorus Deficient Leaves. *J. Exp. Bot.*, 45:1259-1266.
- Çakmak, I., Marschner, H., 1992. Magnesium deficiency and high light intensity enhance activities of superoxide dismutase, ascorbate peroxidase and glutathione reductase in bean leaves. *Plant Physiol*, 98: 1222-1226.
- Davies., K.J.A., 1987. Protein damage and degradation by oxygen radicals. 1. General Aspects, *J. Biol. Chem.*, 262: 9895-9901.
- Fridovich, I., 1986. Biological effects of the superoxide radical. *Arch. Biochem. Biop.*, 274: 1-11.
- Gossett, D.R., Banks, S.W., Millhollon, E.P., Lucas, C., 1996. Antioxidant response to NaCl stress in a control and NaCl tolerant cotton cell line grown in the presence of paraquat, buthionine, sulfoximine, and exogenous glutathione. *Plant Physiol.*, 112: 803-809.
- Gossett, D.R., Millhollon, E.P., Lucas, M.C., 1994. Antioxidant response to NaCl stress in salt-tolerant and salt-sensitive cultivars of cotton. *Crop Sci.*, 34:706-714.
- Harinasut, P., Poonsopa, D., Roengmongkol, K., Charoensataporn, R., 2003. Salinity effects on antioxidant enzymes in mulberry cultivar, *Science Asia*, 29:109-113.
- Hernandez, J.A., Olmos, E., Corpas, F.J., Sevilla, F., Del Rio, I.A., 1995. Salt-induced oxidative stress in chloroplasts of pea plants. *Plant Sci.*, 105:151-167
- Karanlık, S., 2001. *Değişik Buğday Genotiplerinde Tuz Stresine Dayanıklılık ve Dayanıklılığın Fizyolojik Nedenlerinin Araştırılması*. (Doktora Tezi, basılmamış), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 125 s.
- Levitt, J., 1980. *Responses of Plants to Environmental Stresses*. Vol.II, 2nd ed. Academic Press, New York, pp:607.
- Lin, C.C., Kao, C.H. 2000. Effect of NaCl stress on H₂O₂ metabolism in rice leaves. *Plant Growth Regul.*, 30: 151-155.
- Lopez, M.V., Satti, S.M.E., 1996. Calcium and potassium-enhanced growth and yield of tomato under sodium chloride stress. *Plant Sci.*, 114: 19-27.
- Munns, R., Termaat, A., 1986. Whole-plant Responses to Salinity. *Aust. J. Plant Physiol.*, 13: 143-160.
- SAS., 1985. Sas/State User's Guide 6.03 ed. SAS. Ins. Cary. N.C.
- Shalata, A., Tal, M., 1998. The Effect of salt stress on lipid peroxidation and antioxidants in the leaf of the cultivated tomato and its wild salt-tolerant relative *Lycopersicon pennellii*. *Physiol. Plant.*, 104: 169-174.
- Sreenivasulu, N., Grimm, B., Wobus, U., Weschke, W., 2000. Differential response of antioxidant compounds to salinity stress in salt-tolerant and salt-sensitive seedling of fox-tail millet (*Setaria italica*). *Physiol. Plant.*, 109: 435-442.
- Yaşar, F., 2003. *Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidatif Enzim Aktivitelerinin in vitro ve in vivo Olarak İncelenmesi*. (Doktora Tezi, basılmamış), Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 138 s.
- Yaşar, F., Ellialtıoğlu, Ş., Özpınar, T., Uzal, Ö., 2007. Tuz stresi altındaki karpuzların (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) genotipik farklılıklarının belirlenmesi. *V. Bahçe Bitkileri Kongresi* 4-7 Eylül, Erzurum (basımda).
- Yaşar, F., Kusvuran, S., Ellialtıoğlu, S., 2006. Determination of anti oxidant activities in some melon (*Cucumis melo* L.) varieties and cultivars under salt stress. *J. Hort. Sci. and Biotech.*, 81(4):627-630.