



Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Bazı Turunçgil Anaçlarının Fotosentetik Performansları Üzerine Etkileri

Berken ÇİMEN^{1*} Turgut YEŞİLOĞLU Bilge YILMAZ Meral İNCESU

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 01330, Adana - Türkiye

*Sorumlu Yazar
e-posta: bcimen@cu.edu.tr

Geliş Tarihi: 25 Kasım 2013
Kabul Tarihi: 19 Aralık 2013

Özet

Bütün dünyada olduğu gibi Ülkemizde de tuzluluk problemleri günden güne artmakta, turunçgillerde verim ve meyve kalitesini doğrudan olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle mevcut turunçgil anaçlarına alternatif olabilecek tuza tolerans gösteren anaçların belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Deneme materyali olarak; Sarawak bintangor, Shekwasha, Fuzhu ve Kleopatra mandarinini, anaçlarının kullanıldığı bu çalışmada; farklı tuz dozları uygulanarak yetiştirilen turunçgil anaçlarının tuz stresine toleransları, fotosentetik parametrelerin incelenmesi ile ortaya konulmuştur. Deneme sonunda anaçların fotosentetik kapasiteleri; klorofil ışımaya verimliliği (F_v/F_m'), net fotosentez miktarı [$\mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$], terleme oranı ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), stomatal iletkenliği ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) ve stomalar arası CO_2 miktarı [$\mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{mol}^{-1}$ (hava)] saptanarak belirlenmiştir. Anaçlar üzerinde tuz stresini yaratmak amacıyla deneme süresince turunçgiller için modifiye edilmiş Hoagland besin çözeltisi ile birlikte 0, 50, 75 ve 100 mM konsantrasyonlarında NaCl uygulanmıştır. Deneme sonunda tuz uygulamalarının anaçların fotosentetik parametrelerine istatistiksel olarak önemli etkisi olduğu ortaya konmuştur. Artan tuz dozları ile anaçların fotosentez hızları azalış göstermiştir. 100 mM tuz konsantrasyonu ile yetiştirilen Shekwasha anaçında en yüksek klorofil ışımaya verimliliği saptanırken aynı uygulamada en düşük ışımamanın Sarawak bintangor anaçında olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: turunçgil, anaç, tuzluluk, fotosentez, klorofil ışımaya verimliliği

Effects of Different Salinity Levels on Photosynthetic Performances of Some Citrus Rootstocks

Abstract

Salinity continues to be a major environmental factor in the world and our country affecting fruit yield and quality of many fruit crops as in citrus. Thus determining new rootstocks alternatives to current citrus rootstocks which are tolerant to salinity has a great importance in terms of citriculture. In this study, salt stress tolerances of Sarawak bintangor, Shekwasha, Fuzhu and Cleopatra mandarin were determined by investigating photosynthetic parameters. Photosynthetic performances of those rootstocks were determined by assaying chlorophyll fluorescence (F_v/F_m'), photosynthetic rate [$\mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$], transpiration rate ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), stomatal conductance ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) and intercellular CO_2 concentration [$\mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{mol}^{-1}$ (air)]. In order to generate salinity stress on plants 0, 50, 75 and 100 mM NaCl was added to a Hoagland nutrient solution modified for citrus. At the end of the experiment, significant salinity effect was determined on the photosynthetic performances of rootstocks. Photosynthetic rate of rootstocks was reduced by the increasing salinity levels. Leaves of Shekwasha yielded the highest chlorophyll fluorescence in 100 mM NaCl treatment whereas the lowest was obtained from leaves of Sarawak bintangor.

Keywords: citrus, rootstock, salinity, photosynthesis, chlorophyll fluorescence

GİRİŞ

Turunçgil meyveleri dünyada elliden fazla ülkede yetiştirilmektedir. Yetiştiriciliğin yapıldığı ülkelerde yağış miktarı veya dağılımı genellikle yetersiz olduğundan, sulama yapılması zorunludur. Sulama sistemlerinde yapılacak hatalar bu alanlarda tuzluluk probleminin görülmesine neden olabilmektedir.

Turunçgiller tuzluluk stresine, özellikle Cl iyonuna karşı hassasiyet gösterirler (Yeşiloğlu ve ark., 2011).

Yüksek tuz konsantrasyonlarında iyon birikimi ve stomaların açılıp kapanmasındaki düzensizlikler nedeniyle toplam klorofil miktarında azalmalar meydana gelmekte, bunun sonucunda da fotosentez etkinliği azalarak bitki

gelişiminde olumsuzluklar ortaya çıkmaktadır (Topaloğlu, 2010).

Fotosentetik dokularda tuzluluğun artışı, grana membranlarında yığılmaya, tilakoidlerin büzülmesine ve klorofillerin parçalanmasına sebep olmaktadır. Yüksek tuzluluk klorofillerin moleküler yapısını bozmaktadır. Tuzluluk, bitkilerde net fotosentez oranını, transpirasyon oranını ve stoma iletkenliğini azaltmakta, stoma direncini ise arttırmaktadır. Yüksek yapılı bitkilerde tuzluluk, net fotosentezi, fotosentetik parametreleri, pigment kompozisyonunu değiştirmektedir. Tuzluluğa maruz kalmış bitkilerde fotosentezin azalması, stoma kapanmasına bağlı olarak CO₂ fiksasyonundaki azalmaya bağlıdır (Yılmaz ve ark., 2011).

Tuz stresinin bitkilerde fotosentez aktivitesini azalttığı bilinmektedir. Ölçülebilir bir değişken olan yaprak klorofil ışımaya verimliliği fotosentezin ikinci evresindeki (PSII) etkinliğini göstermekte ve çevresel etkilere karşı çabuk tepki veren fotosentetik bir değişken olduğu bildirilmektedir. Ayrıca klorofil ışımaya verimliliği PSII'de abiyotik stres dolayısıyla meydana gelen foton zararlarını fotosentezin hem karanlık evresinde hem de aydınlık evresinde hassas bir şekilde ölçmede kullanılabilir bir metot olduğu bildirilmektedir. PSII aktivitesinin tuz stresinden etkilendiği bildirilmektedir (Everard ve ark., 1994, Akram ve Ashraf 2011, Saleem ve ark. 2011).

Tuz stresinin stomal iletkenlik ve fotosentez üzerine olan etkisi hem anaç hem de kullanılan çeşide göre değişkenlik göstermektedir (Yassin, 2005). Llyod ve ark. (1990) karbondioksit asimilasyonunun tuz stresine tolerant olarak bilinen Kleopatra anacı üzerinde üç yapraklı anaçlarına göre çok daha fazla azalma gösterdiğini bildirmişlerdir. Ancak sürgün/kök oranı Kleopatra anacı üzerine aşılı Marsh altıntopu ve Valencia portakalında üç yapraklı üzerine aşılı olanlardan daha yüksek bulunmuştur. Ancak turunçgillerde yapılan birçok çalışmada tuz stresıyla birlikte fotosentetik aktivitenin azalma gösterdiği tespit edilmiştir (Walker ve ark., 1982; Kartens ve ark., 1983). Bu çalışmada daha önceden 'Avrupa birliği CIBEWU' projesi (Citrus Breeding for Efficient Water and Nutrient Use) kapsamında yürütülen tek doz (50 mM NaCl) ile yapılan tarama çalışmasında tuza toleranslılık bakımından öne çıkmış olan Sarawak bintangor, Shekwasha mandarin, Fuzhu mandarini ile Kleopatra mandarinini turunçgil anaçlarının

farklı tuz konsantrasyonlarında gösterdikleri fotosentetik aktiviteler incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çalışmada kullanılan genotipler Tablo 1'de sunulmaktadır. Bitkisel materyal hazırlığı için tohumlar Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Turunçgil Gen Kaynakları parsellerinden ve Fransa turunçgil araştırma istasyonundan (SRA) temin edilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan genotipler ve Latince isimleri

Genotip	Latince adı	Kaynak
Fuzhu mandarini	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	TGK1131
Kleopatra mandarini	<i>Citrus reshni</i> Tan.	TGK0947
Shekwasha mandarini	<i>Citrus depressa</i> Hay.	TGK0955
Sarawak bintangor	<i>Citrus reticulata</i> Blanco x <i>Citrus aurantium</i> L.	SRA

TGK, Turunçgil genetik kaynakları genotip kodu. SRA, Fransa turunçgil araştırma istasyonu

Tohumlar 1:1 torf:toprak ortamına ekilmiş, ekimden yaklaşık 6 ay sonra 1:1 torf: toprak ortamına şaşırtılmıştır. Şaşırtmadan sonra bitkiler turunçgil bitkileri için modifiye edilmiş Hoagland besin çözeltisi ile (1.25mM K₂SO₄, 0.625mM KH₂PO₄, 2mM MgSO₄, 2mM Ca(NO₃)₂, 25 µM H₃BO₃, 2µM MnSO₄, 2µM ZnSO₄, 0.5 2µM CuSO₄, 0.065 µM ve 50 µM Fe EDDHA) sulanmışlardır. Besin çözeltisinin pH'sı nitrik asitle 6.0-6.5'a ayarlanmıştır. Bitkilerin farklı tuz konsantrasyonlarında gerçek fotosentetik performanslarını gösterebilmeleri için üç yaşlı bitkiler kullanılmıştır. Bitkiler deneme başlangıcında 1:1 torf:kum ortamına transfer edilmiş ve 1 ay boyunca tüm uygulamalar modifiye edilmiş Hoagland besin çözeltisi ile yetiştirilmeye devam edilmiştir. Her genotipin kontrol uygulaması (T0) oluşturan bitkiler deneme süresince belirtilen besin solüsyonu ile sulanmıştır. Farklı tuz seviyeleri uygulaması ise birinci ayın sonunda başlatılmıştır. Bitkilerin ozmotik şoktan etkilenmelerini önlemek amacıyla tuz uygulamaları kademeli olarak 3 hafta içerisinde arttırılmıştır. İlk hafta 25mM NaCl, ikinci hafta 35mM NaCl ve üçüncü hafta 50mM NaCl tuz uygulamasından sonra; 50mM NaCl (T1), 75mM NaCl (T2) ve 100mM NaCl (T3) uygulaması yapılmıştır. Modifiye edilmiş Hoagland besin çözeltisine tuz uygulamaları

yapılarak deneme 5 ay boyunca devam ettirilmiştir.

Deneme sonunda bitkilerin uygulanan farklı tuz seviyelerinde göstermiş olduğu fotosentetik performansı incelemek amacıyla yaprak terleme oranı= E ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), stomal iletkenlik= g_s ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), net fotosentez oranı= P_N [$\mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$] ve stomalar arası CO_2 konsantrasyonu= C_i [$\mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{mol}^{-1}$ (hava)] portatif fotosentez gaz değişim ölçer ile (model LCA-4, ADC Bioscientific Ltd., Hoddesdon, UK) belirlenmiştir. Yaprak gaz değişim ölçümleri her tekerrürde gelişmesini tamamlamış en genç yapraklarda (sürgün ucundan 4-5. yaprak) üç okuma yapılarak kaydedilmiştir. Ölçümler sırasında yaprak sıcaklık değerleri 26-28 °C, hava oransal nemi %65-70 ve fotosentetik aktif radyasyon değerleri 923-1138 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında değişim göstermiştir.

Yaprak klorofil ışımaya verimliliğini (F_v'/F_m') ise gaz değişim ölçümleri yapılan aynı yapraklarda her tekerrürde üç okuma olacak şekilde portatif fluorimetre (FluorPen FP100, Photon System Instruments Ltd, Drasov, Çek Cumhuriyeti) kullanılarak ölçülmüştür.

Deneme 4 x 4 x 5, dört anaç, dört uygulama, beş tekerrür düzeninde tesadüf blokları faktöriyel deneme desenine göre kurulmuştur. Elde edilen veriler SAS istatistiksel paket programı ile (v9.00, SAS Institute Inc., NC 27513-2414, USA) iki yönlü varyans analizine tabi tutulmuş ve bulgular ortalama \pm standart sapma SigmaPlot® (version 11.00, Systat Software, San Jose, CA, USA) programıyla hesaplanarak grafik şeklinde sunulmuştur.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yaprak gaz değişim kapasitesi

Deneme sonunda iki yönlü varyans analiz sonuçları incelendiğinde fotosentez hızı (P_N) üzerine genotip ($p<0.05$), tuz uygulaması ($p<0.01$) ve genotip x tuz uygulaması interaksyonunun ($p<0.05$) istatistiksel olarak önemli etkisi saptanmıştır (Tablo 2). Denemede yer alan tüm genotiplerde en yüksek (P_N) T0 uygulamasında saptanmış ve bu uygulamada genotiplerin (P_N) değerleri 6,90 ile 7,21 [$\mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$] arasında değişim göstermiştir. Tüm genotiplerde T0 uygulamasına göre T1, T2 ve T3 uygulamalarında (P_N) değerinde azalış belirlenmiştir. T3 uygulamasında (P_N) bakımından en az etkilenen genotip Kleopatra mandarinini (5,21 $\mu\text{molCO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) olup, en düşük fotosentez hızı ise Sarawak

bintangorda 3,79 ($\mu\text{molCO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) saptanmıştır (Şekil 1A). Karbondioksit asimilasyonunun yapraktaki Cl, Na veya her iki elementin konsantrasyon düzeylerinin artışı ile birlikte azalma gösterdiği bildirilmiştir (Garcia-Sanchez ve Syvertsen, 2006). Yeşiloğlu ve ark. (2011) Sarawak bintangor, Fuzhu mandarinini, Kleopatra mandarinini ve Shekwasha mandarininde artan tuz dozlarıyla birlikte yaprak Cl ve Na iyonları konsantrasyonlarının artış gösterdiğini saptamışlardır. Bununla birlikte Hussain ve ark. (2012) 12 turunçgil genotipinde 75 mM NaCl uygulayarak genotiplerin tuz stresine karşı gösterdikleri fizyolojik tepkileri inceledikleri çalışmalarında tuz stresinin Kleopatra mandarinini de dahil olmak üzere tüm genotiplerin fotosentez hızında azalmaya sebep olduğunu bildirmişlerdir.

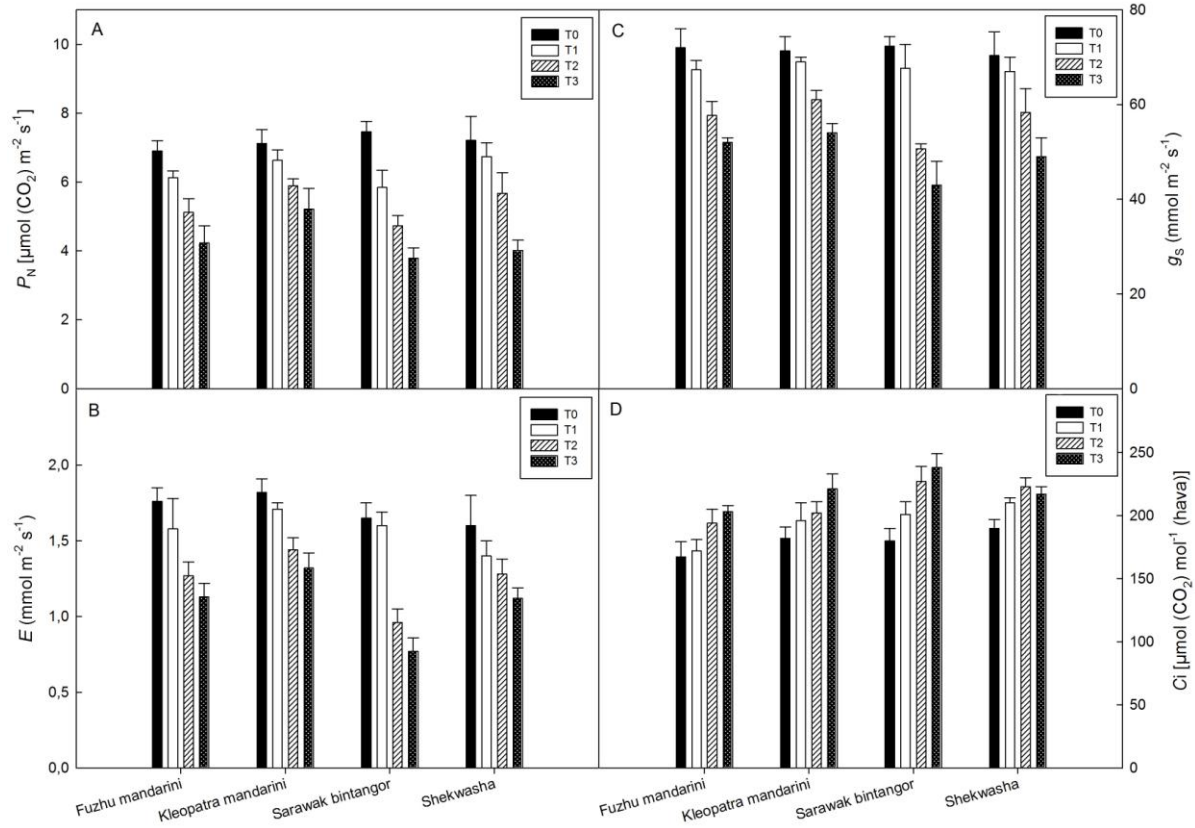
Tablo 2. Çalışmada incelenen değişkenlere ait iki yönlü varyans analiz sonuçları

Bağımlı Değişkenler	Bağımsız Değişkenler		G x T
	Genotip (G)	Tuz uygulaması (T)	
Fotosentez hızı	4.62*	54.20**	2.85*
Terleme oranı	3.69*	76.85**	2.94*
Stomal iletkenlik	2.80 ^{öd}	158.63**	1.08 ^{öd}
Stomalar arası CO_2 miktarı	16.29**	109.93**	2.22*
Klorofil ışımaya verimliliği	2.12 ^{öd}	4.89*	1.72 ^{öd}

Belirtilen değerler %5 önem düzeyindeki F değerleridir. * $p<0.05$, ** $p<0.01$, öd önemli değil

Deneme sonunda iki yönlü varyans analizi incelendiğinde (P_N) değişkenine benzer şekilde genotip ($p<0.05$), tuz uygulaması ($p<0.01$) ve genotip x tuz uygulaması interaksyonunun ($p<0.05$) yaprak terleme oranı (E) üzerine istatistiksel olarak önemli etkileri belirlenmiştir (Tablo 2). T0 uygulamasında (E) değerleri 1,60-1,82 ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) arasında değişim göstermiştir. T3 uygulamasında en yüksek (E) Kleopatra mandarininde (1,32 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), en düşük ise Sarawak bintangor (0,77 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) genotipinde saptanmıştır (Şekil 1B).

Çalışmada farklı tuz seviyelerinin stomal iletkenlik (g_s) üzerine etkisi %95 güvenle istatistiksel olarak önemli olarak saptanmış ancak genotip ve genotip x uygulama interaksyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur (Tablo 2). Genotipler arasında (g_s) bakımından önemli farklılıklar bulunmamakla birlikte, (g_s) değerleri T0 uygulamasında 70,33-72,00 mmol



Şekil 1. Denemede incelenen genotiplerin farklı tuz konsantrasyonlarında fotosentez hızı (A), terleme oranı (B), stomal iletkenliği (C) ve stomalar arası CO₂ miktarı (D). Şekildeki veriler ortalama ± standart sapma değerleridir.

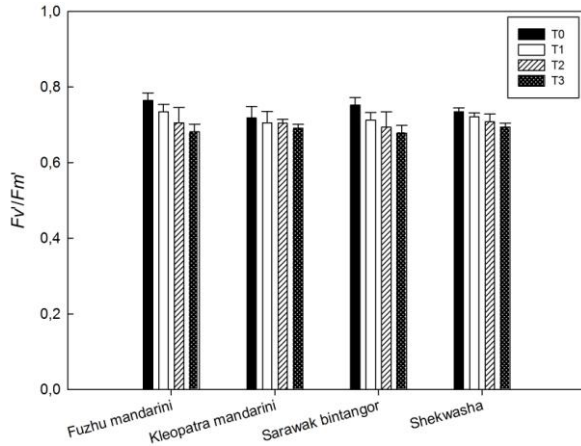
m⁻²s⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Artan tuz seviyeleri ile birlikte tüm genotiplerde g_s azalma göstermiştir. T3 uygulamasında en düşük g_s Sarawak bintangor (43 mmol m⁻²s⁻¹) en yüksek g_s ise Kleopatra mandarininde (54 mmol m⁻²s⁻¹) saptanmıştır (Şekil 1C). NaCl uygulamasının bitkilerde stomaların kapanmasını tetiklediği bilinmektedir (Çulha ve Çakırlar, 2011). Hussain ve ark. (2012), turuncgillerde tuz stresinde stomal iletkenliğin azaldığını ve bunu takiben CO₂ difüzyonunun azaldığını ve dolayısıyla net fotosentezin düştüğünü bildirmişlerdir. Bu çalışmada da artan tuz dozlarıyla birlikte stomal iletkenliğinin azaldığı tespit edilmiştir.

Deneme sonunda stomalar arası CO₂ miktarına (C_i) ait varyans analizi incelendiğinde genotip ($p < 0.01$), tuz uygulaması ($p < 0.01$) ve genotip x tuz uygulaması interaksyonunun ($p < 0.05$) istatistiksel olarak önemli etkileri olduğu saptanmıştır (Tablo 2). Genotiplerin (C_i) bakımından önemli farklılık gösterdiği ve (C_i) değerlerinin T0 uygulamasında 167,33-191,04 [µmol (CO₂) mol⁻¹ (hava)] arasında olduğu belirlenmiştir. T3 uygulamasında ise en yüksek ve en düşük (C_i) sırasıyla Sarawak bintangor ve Fuzhu mandarininde olduğu saptanmıştır.

Klorofil ışına verimliliği (Fv'/Fm')

Deneme sonunda yapılan varyans analizine göre aydınlık safhada ölçülen bitkilerin klorofil ışına verimlilik değerlerine farklı tuz seviyelerinin istatistiksel olarak önemli etkisi ($p < 0.05$) saptanmıştır. Klorofil ışına verimliliği üzerine genotip ve genotip x tuz uygulaması interaksyon etkisi önemli bulunmamıştır (Tablo 1). En yüksek PSII aktivitesi tüm genotiplerde T0 uygulamasında saptanmıştır. Denemede yer alan tüm genotiplerin artan dozda tuz uygulamalarıyla birlikte Fv'/Fm' değerinde azalmalar tespit edilmiştir. T3 uygulamasında en yüksek Fv'/Fm' Shekwasha en düşük ise Sarawak bintangor'da görülmüştür (Şekil 2). Yapılan çalışmalar, artan Na⁺'un oksijen oluşturan kompleksin yapısında değişimler meydana getirmesi ve PSII'nin reaksiyon merkezinde yer alan D1 proteininin degradasyonuna neden olması sebebiyle, NaCl'ün tilakoid zarında asıl hedefinin PSII olduğunu göstermektedir (Çulha ve Çakırlar, 2011). Benzer şekilde Bleda ve ark. (2011) *Citrus macrophylla* ve Kleopatra mandarin anaçlarında yaptıkları çalışmalarında artan tuz

dozlarıyla birlikte PSII aktivitesinin azalma gösterdiğini bildirmişlerdir.



Şekil 2. Denemede incelenen genotiplerin farklı tuz konsantrasyonlarında klorofil ışım verimlilikleri. Şekildeki veriler ortalama \pm standart sapma değerleridir.

SONUÇ

Bu çalışmada turunçgil yetiştiriciliğinde anaç olarak kullanılabilme potansiyeline sahip olan bazı turunçgil genotiplerinin uygulanan farklı tuz seviyelerinde gösterdikleri fotosentetik performanslar ortaya konulmuştur. Çalışmada kullanılan dört genotipin fotosentez hızları, terleme oranı ve stomalar arası CO₂ miktarı bakımından farklı oldukları saptanmıştır. Bununla birlikte artan tuz seviyeleri ile birlikte tüm genotiplerin fotosentez performansları negatif yönde etkilenmiş olup, bu azalmaların genotipler arasında farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Tuza tolerant olduğu yapılan birçok çalışmayla bildirilen Kleopatra mandarinini bu çalışmada fotosentetik performans açısından en yüksek tuz seviyesi olan 100 mM NaCl uygulanmasından en az etilenen anaç olarak belirlenmiştir. Fotosentetik performans bakımından Fuzhu ve Shekwasha mandarinleri, Kleopatra mandarininden daha fazla etkilenmiştir. Sarawak bintangor genotipinin fotosentetik performansının ise en yüksek tuz seviyesinde diğer genotiplerden daha fazla azalma gösterdiği saptanmıştır. Son yıllarda abiyotik stres çalışmalarında sıklıkla kullanılan fizyolojik parametreler arasında klorofil ışım verimliliği ve yaprak gaz değişim parametreleri etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Fotosentetik parametreler tuz stresi tarama çalışmalarında anaçların stres altında gösterdikleri büyüme performansları ile birlikte kullanılmalıdır.

Araştırmada ele alınan genotiplerin farklı tuz seviyelerindeki fotosentetik performansları belirlenmiş olup incelenen parametrelerin genotipler arasındaki farklılığı ortaya koyulabileceğini göstermiştir.

KAYNAKLAR

Akram MS, Ashraf M. (2011). Exogenous application of potassium dihydrogen phosphate can alleviate the adverse effects of salt stress on sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Plant Nutrition* 34: 1041-1057.

Ashraf M, Harris PJC (2013). Photosynthesis under stressful environments: An overview. *Photosynthetica* 51 (2): 163-190.

Topaloğlu K (2010). Tuz stresinin chili biberlerinin pigment ve kapsaisinoid değişimi ile peroksidaz aktivitesi arasındaki ilişki. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Adana.

Yeşiloğlu T, İncesu M, Yılmaz B, Çimen B, Gürsoy S (2011). Bazı turunçgil anaçlarının tuza tolerans düzeylerinin belirlenmesi. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Şanlıurfa.

Yılmaz E, Levent A, Bürün B (2011). Bitkilerin tuz stresi etkilerine karşı geliştirdikleri tolerans stratejileri. *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi* 7(1): 47-66.

Walker RR, Torokfalvy E, Downton WJS (1982). Photosynthetic responses of the citrus varieties rangpur lime and etrog citron to salt treatment. *Australian Journal of Plant Physiology* 9(6) 783-790.

Kartens GS, Ebert G, Ludders P. (1993). Long-term and short-term effects of salinity on root respiration, photosynthesis and transpiration of citrus rootstocks. *Angew. Bot.* 67:3-8.

Hussain S, Luro F, Costantino G, Ollitrault P, Morillon R (2012). Physiological analysis of salt stress behaviour of citrus species and genera: Low chloride accumulation as an indicator of salt tolerance. *South African Journal of Botany* 81:103-112.

Javier Bleda F, Madrid R, Garcia-Torres AL, Garcia-Lidon A, Porras I (2011). Chlorophyll fluorescence and mineral nutrition in citrus leaves under salinity stress. *Journal of Plant Nutrition*, 34:1579-1592.

Çulha Ş, Çakırlar H (2011). Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları. *AKÜ FEBİD.* 11: 11-34.

Garcia-Sanchez F, Syvertsen JP (2006). Salinity tolerance of Cleopatra mandarin and

Carrizo citrange citrus rootstock seedling is affected by CO₂ enrichment during growth. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 131(1):24-31.

Everard JD, Gucci R, Kann SC, Flore JA, Loescher WH (1994). Gas exchange and carbon partitioning in the leaves of celery (*Apium graveolens* L.) at various levels of root zone salinity. *Plant Physiol.* 106: 281-292.

Saleem A, Ashraf M, Akram NA (2011). Salt (NaCl)-induced modulation in some key physio-biochemical attributes in okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *J. Agron. Crop Sci.* 197: 202-213.

Al-Taweel K, Iwaki T, Yabuta Y, Shigeoka S, Murata N, Wadano A (2007). A bacterial transgene for catalase protects translation of D1 protein during exposure of salt-stressed tobacco leaves to strong light. – *Plant Physiol.* 145: 258-265, 2007.

Abdeshahian M, Nabipour M, Meskarbashee M (2010). Chlorophyll fluorescence as criterion for the diagnosis salt stress in wheat (*Triticum aestivum*) plants. *Int. J. Chem. Biol. Eng.* 4:184-186, 2010.

Lloyd J, Kriedemann P, Aspinall D (1990). Contrasts between Citrus species in response to salinization: An analysis of photosynthesis and water relations for different rootstock–scion combinations. *Physiol. Plant.* 78:236–246.

Yassin I (2005). Effect of salinity on citrus. *Int. J. Agri. Biol.* 7:1-4.