



## Su Stresinin Mahlep (*Prunus mahaleb* L.) Anaçlarında Biyokimyasal Değişimler Üzerine Etkileri

İ. Kürşat ÖZYURT\*<sup>1</sup> Yaşar AKÇA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tokat-Türkiye

<sup>2</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat-Türkiye

\*e-mail: kursatozyurt@hotmail.com

Alındığı tarih (Received): 19.02.2017

Kabul tarihi (Accepted): 31.08.2017

Online Baskı tarihi (Printed Online): 03.10.2017

Yazılı baskı tarihi (Printed): 29.12.2017

**Öz:** Bu araştırma, su stresinin mahlep anaçlarında, biyokimyasal içerikler üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada üç yeni mahlep anacı ile SL64 anacı kullanılmıştır. Bitkiler içinde 1:2:1:0,5 oranında kum:tnnlı toprak:torf:çiftlik gübresi karışımı olan 40 litrelik saksılara dikilmiştir. Araştırmada; su kısıtı denemelerinde dört farklı sulama konusu uygulanmıştır (S<sub>1</sub>= Eksik nemin tarla kapasitesine getirilmesi, S<sub>2</sub>= S<sub>1</sub> konusuna verilen suyun %70 oranında uygulanması, S<sub>3</sub>=S<sub>1</sub> konusuna verilen suyun %40 oranında uygulanması, S<sub>4</sub>=S<sub>1</sub> konusuna verilen suyun %10 oranında uygulanması). Su stresinin yapraklarda klorofil (klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil), pH, Absisik asit (ABA), toplam şeker ve toplam nişasta içeriği üzerine etkileri incelenmiştir. Su kısıtına bağlı olarak, yaprakta klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil, toplam nişasta ve pH miktarında azalma, ABA ve toplam şeker miktarlarında ise artış belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Absisik asit, klorofil, mahlep, su stresi, toplam şeker

### Effects of Water Stress on Biochemical Changes of Mahaleb (*Prunus mahaleb* L.) Rootstocks

**Abstract:** The goal of this study was to determine the effect of water stress on biochemical changes of mahaleb (*Prunus mahaleb* L.) rootstocks. For this purpose, three new seedling mahaleb rootstocks and SL64 were used in this study. The rootstocks plants were planted into 40 liter pots with 1:2:1:0.5 ratio including sand:loam soil:peat:manure. During the experiment, four different stress levels of irrigation were applied to all rootstocks (S<sub>1</sub>: the soil was fully irrigated to reach field capacity in each irrigation, the irrigation levels of S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> and S<sub>4</sub> treatments; were % 75, % 50 and % 25 of irrigation water applied to S<sub>1</sub> treatment). Chlorophyll content (chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll), pH, abscisic acid (ABA), total sugar and total starch were investigated as biochemical changes. Water stresses decreased pH, chlorophyll and total starch content and increased abscisic acid and total sugar content.

**Keywords:** Abscisic acid, chlorophyll, *Prunus mahaleb* L., total sugar, water stres

#### 1. Giriş

Mahlep, *Rosaceae* familyası, *Prunoidea* alt familyasının bir üyesidir. Mahlep, kiraz ve vişne yetiştiriciliğinde anaç olarak kullanılmaktadır. Mahlep anaçları, kuş kirazına göre daha küçük ağaç oluşturur. Ağır bünyeli, taban suyu yüksek olan topraklar için uygun bir anaç değildir. Sulama imkanı az olan, kuraklık ve tuzluluk problemi olan arazilerde ise mahlep anaçları yetiştiricilik açısından daha uygundur.

Dünya üzerindeki kullanılabilir alanlar, stres faktörlerine göre sınıflandırıldığında doğal kuraklık stresi %26'lık payla en büyük dilimi

içermektedir. Bunu %20 ile mineral stresi ve %15 ile soğuk ve don stresi takip etmektedir. Kalan diğer tüm stresler %29'luk bir pay alırken, yalnızca %10'luk bir alan herhangi bir stres faktörüne maruz kalmamaktadır. Kuraklık stresi büyümeyi ve verimi etkileyen en yaygın çevresel streslerden olup; bitkilerde birçok fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri etkilemektedir (Blum, 1986).

Türkiye gibi büyük bir bölümü kurak ve yarı kurak iklim koşulları altında bulunan yerlerde, özellikle bitkilerin büyüme ve gelişme dönemlerinde su tüketimlerinin artması büyük

sorun oluşturmaktadır. Su kaynaklarının kıt olduğu alanlarda kültürü yapılan bitkilerin, yetiştirme koşulları da dikkate alınarak kurağa dayanımları konusunda gerekli araştırmaların yapılması ve kuraklık stresinin bitkiler üzerindeki temel esaslarının anlaşılması zorunludur (Kaynaş ve Eriş 1998).

Kuraklık stresi altında bitkilerde hormonal dengelerde bir takım değişiklikler meydana gelir. Absisik asit, stomaların kapanmasını sağlayan bir hormon olup, RNA ve DNA'nın çeşitli aşamalarda sentezlenmesini önler. Kuraklık stresinde önemli rol oynayan ABA, gelişmeyi önlediği gibi, yaprakların yaşlanmasına da sebep olur (Çırak ve Esendal 2006).

Bitkilerde, büyümeyi ve verimi etkileyen en yaygın çevresel streslerden biri olan kuraklık stresi, metabolik, mekanik ve oksidatif birçok değişikliğe neden olur. Kuraklık; stresin şiddetine, süresine, diğer stres türleri ile etkileşimlerine, strese maruz kalan bitkinin genotipine ve gelişim basamağına bağlı olarak, bitkilerde sınırlı çevresel koşullara adapte olmayı sağlayacak fizyolojik ve biyokimyasal olayları etkiler (Kalefetoğlu ve Ekmekçi 2005). Kuraklığa tolerans çalışmalarında, bitki-toprak-su ilişkilerini gösteren en önemli belirtiler; yaprak rengi, yaprak kuruması ve yaprakta gözlenen değişimler olarak sayılabilir (Wenkert 1980). Su stresi oluşan ortamlarda, yapraklarda klorofil sentez hızındaki azalmaya bağlı olarak önemli oranda klorofil parçalanması ve yaprak renklerinde açılma gözlenmektedir (Vardar 1972; Kramer ve Kozłowski 1979).

Kuraklık stresi bitki yapraklarındaki heksoz/sukroz oranında değişikliklere yol açmaktadır. Bu değişikliğe yaprak dokularındaki nişasta miktarında görülen azalma neden olur ve bitki hücresel osmoregülasyonun (ozmotik düzenleme) bu şekilde sağlar (Pelleschi ve ark. 1997). Yapılan bazı çalışmalarda da, kuraklığın yapraklardaki invertaz enziminin aktivitesini artırarak fruktoz ve glukoz gibi basit şekerlerin birikimine neden olduğu rapor edilmiştir (Trouverie ve ark. 2003).

Bu araştırma, su stresinin mahlep anaçlarında biyokimyasal içerikler üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Deneme Alanı ve Bitkisel Materyal

Araştırma, Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde (Tokat), üstü kapalı yanları açık serada yürütülmüştür. Denemede, köklenme oranı yüksek yeni üç *Prunus mahaleb* L. anacı (60TM06, 60TM30, 60TM31) ile klon SL64 anacı kullanılmıştır.

#### 2.1.2. Denemede Kullanılan Saksı Harcı ve Sulama Suyu Özellikleri

Denemede altları delik, 40 litre hacimli saksılara 1:2:1:0,5 oranında kum:tinli toprak:torf:çiftlik gübresi harcı karışımından 31.1'ar kg konulmuştur. Denemede kullanılan sulama suyunun tuzluluk içeriği 0.572 dS m<sup>-1</sup>, pH değeri 7.45 tuzluluk sınıfı ise T<sub>2</sub>A<sub>1</sub> olarak belirlenmiştir. Denemede, gelişim kuvvetleri birbirine yakın, bir yaşlı anaçlar Nisan ayı başında saksılara dikilmiştir.

### 2.2. Metot

#### 2.2.1. Sulama Miktarı ve Sulama Zamanının Belirlenmesi

Araştırmada, bitkilere verilecek sulama suyu miktarının ve zamanının belirlenmesi amacıyla kontrol konusu olan saksılar tartılmış ve saksı toprağından örnekler alınmıştır. Örneklerin tarla kapasitesi (%), solma noktası (%) ve nem (%) değerleri laboratuvar şartlarında belirlenmiştir. Saksı tarla kapasitesi ağırlığı (W<sub>TK</sub>), saksı solma noktası ağırlığı (W<sub>SN</sub>) ve faydalı nem ağırlığı belirlenerek (W<sub>FN</sub>), faydalı nem takip edilip sulamalar yapılmıştır (Düzdemir 2009; Küçükyumuk 2014).

Denemenin yürütüldüğü saksı toprağının tarla kapasitesi (%) 25.6, solma noktası (%) 13.9 ve faydalı nem içeriği %21 olarak belirlenmiştir.

Ağırlık yüzdesi şeklinde belirlenen faydalı neme karşılık, saksıya konan karışımın ağırlık olarak faydalı nem miktarı 3 kg hesaplanmıştır. Denemede, toplam faydalı nemin %60'ı tüketildiğinde sulama yapılmıştır. Buna göre toplam faydalı nemin %60'ı tüketildiğinde saksı ağırlığı 30.5 kg'a düşmüş, %100, %70, %40 ve %10 oranlarına göre S1 konusuna 1.8 kg saksı<sup>-1</sup>, S2 konusuna 1.26 kg saksı<sup>-1</sup>, S3 konusuna 0.72 kg saksı<sup>-1</sup>, S4 konusuna 0.18 kg saksı<sup>-1</sup> su verilmiştir.

Sulama zamanı, kontrol konusunda faydalı nemin %60'ı tüketildiği an kabul edilmiştir. Kuraklık testi başlayıncaya kadar bitkiler faydalı nem düzeyinde sulanmıştır. Konulu sulamalar 1 Temmuz-1 Eylül tarihleri arasında yapılmış ve bu dönem içerisinde bitkilere eksilen faydalı nemin %100, 70, 40 ve 10'u düzeylerinde su verilmiştir.

### 2.2.2. Deneme Planı

Araştırmada, tesadüf blokları deneme deseni göre, üç tekerrür ve her tekerrürde üç saksı kullanılmıştır. Elde edilen veriler SPSS istatistik paket programında analiz edilmiştir.

### 2.2.3. Biyokimyasal Analizler

Denemede, konulu sulamaların başlangıç ve sonunda, anaçların yapraklarında klorofil a, klorofil b, toplam klorofil, pH, ABA, toplam şeker ve toplam nişasta içeriğindeki değişimler incelenmiştir.

#### 2.2.3.1. Klorofil içerikleri

Taze yaprak örneğinden 0.5 g alınmış, porselen havan içinde %80'lik aseton ile ekstraktı çıkarılmıştır. Sonra 50 ml'ye tamamlan süzükte, 645-663 nm dalga boyunda spektrofotometrede okumalar yapılmıştır. Klorofil a, b ve toplam klorofil içeriği aşağıdaki formüllerle hesaplanmıştır. Eşitliklerde D, korofil ekstraktının belirtilen dalga boylarındaki optik yoğunluğunu (absorbans değerini); V, %80'lik aseton son hacmini (10 ml); W, ekstre edilen dokunun g olarak yaş ağırlığını göstermektedir (Withan et al. 1971).

mg Klorofil a / gr doku:  $[12.7(D_{663}) - 2.69(D_{645})V] / (1000W)$

mg Klorofil b/ gr doku:  $[22.9(D_{645}) - 4.68(D_{663})V] / (1000W)$

mg Toplam Klorofil / gr doku:  $[20.2(D_{645}) + 8.02(D_{663})V] / (1000W)$

#### 2.2.3.2. pH içerikleri

Yapraklardan 1 gram örnek alınıp, içinde 0,025M EDTA çözeltisi bulunan santrifüj tüplerine konularak 1 saat santrifüj edilmiş ve pH değerleri ölçülmüştür (Dwivedi et al. 1988).

#### 2.2.3.3. ABA (Absisik Asit) içerikleri (mg kg<sup>-1</sup>)

Yapraklardaki ABA içeriği, sıvı kromatografisi (HPLC) ile saptanmıştır (Koshimizo and Iwamura 1986).

#### 2.2.3.4. Toplam şeker içerikleri (mg kg<sup>-1</sup>)

Toplam şeker içeriği, kurutulmuş yapraklarda spektrofotometre ile belirlenmiştir (Hansen and Moller 1975; Marshall 1986).

#### 2.2.3.5. Toplam nişasta içerikleri (mg kg<sup>-1</sup>)

Toplam nişasta içeriği kurutulmuş yapraklarda spektrofotometre ile belirlenmiştir (Hansen and Moller 1975; Marshall 1986).

## 3. Bulgular ve Tartışma

Konulu sulamaların başladığı 1 Temmuz ve bittiği 1 Eylül tarihlerinde alınan örneklerden elde edilen veriler ve % değişim oranları Çizelge 1. ve Çizelge 2.'de verilmiştir. Su kısıtının biyokimyasal içerikteki etkisini belirlemek, anaçları ve sulama konularını kıyaslayabilmek amacıyla konulu sulamaların başlangıcıyla bitişi arasındaki değerler üzerinden yüzde (%) değişimler hesaplanmış ve istatistiksel hesaplamalar buna göre yapılmıştır. Anaç ve Konu ortalama değişim oranları Çizelge 3. ve Çizelge 4.'de verilmiştir. Çizelgelerde yer alan % değişimlerdeki negatif (-) değerler düşüşü, pozitif (+) değerler artışı göstermektedir.

### 3.1. Klorofil İçerikleri

#### 3.1.1. Klorofil a İçerikleri

Anaçxkonu içeriğindeki değişim oranları, tiplerde negatif yönde %65.18 (60TM31-S3) ile pozitif yönde %2.82 (60TM30-S1) arasında belirlenmiştir. SL64 anacının klorofil a içeriğindeki değişim oranları ise, negatif yönde %71.15 (S4) ile pozitif yönde %236.23 (S1)

arasında tespit edilmiştir. Konuların tamamında su stresi arttıkça klorofil a içeriğinde azalma gözlenmiştir. Ancak SL64 anacındaki klorofil a içeriğindeki değişim su stresine bağlı olarak, S4 sulama konusu hariç pozitif azalan seyirde belirlenmiştir. Klorofil a içeriğinde anaçxkonu interaksyonu istatistiki anlamda önemli (P<0.01) bulunmuştur (Çizelge 1.).

**Çizelge 1.** Farklı sulama konularına göre genotiplerden elde edilen bazı biyokimyasal veriler

*Table 1. Some biochemical data obtained from genotypes according to different irrigation schemes*

Genotip x Konu	Klorofil a (mg g <sup>-1</sup> )			Klorofil b (mg g <sup>-1</sup> )			Toplam Klorofil (mg g <sup>-1</sup> )			pH		
	Temmuz	Eylül	Değişim (%)	Temmuz	Eylül	Değişim (%)	Temmuz	Eylül	Değişim (%)	Temmuz	Eylül	Değişim (%)
60TM06S1	2.73	1.60	-41.39 G	0.83	0.87	4.82 CD	3.57	2.47	-30.81 F	3.57	2.47	-30.81 F
60TM06S2	2.92	1.26	-56.85 H	0.70	0.71	1.43 CDE	3.63	1.97	-45.73 GH	3.63	1.97	-45.73 GH
60TM06S3	2.75	1.11	-59.64 H	0.83	0.48	-42.17 EFG	3.58	1.60	-55.31 HI	3.58	1.60	-55.31 HI
60TM06S4	3.65	0.80	-78.08 J	0.86	0.27	-68.60 G	4.51	1.07	-76.27 J	4.51	1.07	-76.27 J
60TM30S1	2.84	2.92	2.82 D	0.75	0.99	32 C	3.60	3.91	8.61 C	3.60	3.91	8.61 C
60TM30S2	2.46	1.81	-26.42 E	0.46	0.52	13.04 C	2.92	2.33	-20.21E	2.92	2.33	-20.21 E
60TM30S3	2.20	1.36	-38.18 EFG	0.49	0.44	-10.20 CDEF	2.69	1.81	-32.71 F	2.69	1.81	-32.71 F
60TM30S4	1.61	0.99	-38.51 FG	0.67	0.46	-31.34 DEFG	2.29	1.46	-36.24 FG	2.29	1.46	-36.24 FG
60TM31S1	2.74	1.90	-30.66 EF	0.70	1.30	85.71 B	3.45	3.21	-6.96 D	3.45	3.21	-6.96 D
60TM31S2	1.93	0.80	-58.55 H	0.58	0.33	-43.10 FG	2.52	1.13	-55.16 HI	2.52	1.13	-55.16 HI
60TM31S3	2.47	0.86	-65.18 HI	0.62	0.32	-48.39 FG	3.10	1.19	-61.61 I	3.10	1.19	-61.61 I
60TM31S4	2.09	0.73	-65.07 HI	0.76	0.36	-52.63 G	2.85	1.10	-61.40 I	2.85	1.10	-61.40 I
SL64S1	0.69	2.32	236.23 A	0.33	1.18	257.58 A	1.02	3.50	243.14 A	1.02	3.50	243.14 A
SL64S2	1.58	2.96	87.34 B	0.51	0.63	23.53 C	2.10	3.60	71.43 B	2.10	3.60	71.43 B
SL64S3	1.72	2.10	22.09 C	0.97	0.93	-4.12 CD	2.69	3.04	13.01 C	2.69	3.04	13.01 C
SL64S4	3.05	0.88	-71.15 IJ	0.56	0.45	-19.64 CDEF	3.61	1.34	-62.88 I	3.61	1.34	-62.88 I

**Çizelge 2.** Farklı sulama konularına göre genotiplerden elde edilen bazı biyokimyasal veriler

*Table 2. Some biochemical data obtained from genotypes according to different irrigation schemes*

Genotip x Konu	ABA (mg kg <sup>-1</sup> )			Toplam Şeker (mg kg <sup>-1</sup> )			Toplam Nişasta (mg kg <sup>-1</sup> )		
	Temmuz	Eylül	Değişim (%)	Temmuz	Eylül	Değişim (%)	Temmuz	Eylül	Değişim (%)
60TM06S1	516.03	586.90	13.73	32.89	32.17	-2.19	127.45	126.42	-0.81
60TM06S2	523.07	605.27	15.71	30.42	34.68	14	123.32	109.9	-10.88
60TM06S3	567.60	697.30	22.85	38.66	42.03	8.72	127.3	117.42	-7.76
60TM06S4	498.57	672.50	34.89	30.59	36.45	19.16	111.16	106.8	-3.92
60TM30S1	503.47	586.17	16.43	22.21	46.18	107.92	159.90	115.65	-27.67
60TM30S2	505.93	616.90	21.93	26.46	34.38	29.93	116.98	97.95	-16.27
60TM30S3	553.93	704.07	27.1	25.96	47.36	82.43	126.27	98.39	-22.08
60TM30S4	496.43	659.50	32.85	22.51	34.53	53.4	136	130.1	-4.34
60TM31S1	487.90	551.17	12.97	41.31	41.61	0.73	107.68	111.81	3.84
60TM31S2	540.67	637.60	17.93	34.09	50.37	47.76	135.71	86.59	-36.19
60TM31S3	463.63	560.60	20.92	30.94	33.64	8.73	125.38	118.75	-5.29
60TM31S4	547.07	651.63	19.11	37.79	44.56	17.91	114.47	110.04	-3.87
SL64S1	545.17	586.93	7.66	31.14	34.66	11.3	122.65	114.38	-6.74
SL64S2	467.43	598.30	28	21.77	38.66	77.58	121.99	115.94	-4.96
SL64S3	429.87	597.90	39.09	23.91	31.88	33.33	123.47	97.06	-21.39
SL64S4	477.27	706.70	48.07	30.28	36.81	21.57	138.07	120.66	-12.61

Anaçlara göre ortalama klorofil a içeriği değişimi %25.07 (60TM30) ile %58.99 (60TM06) arasında negatif yönde; SL 64 anacında ise %68.63 oranında pozitif yönde olmuştur. Anaçlar

arasında klorofil a içeriğindeki değişim istatistiki anlamda önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur (Çizelge 3.).

**Çizelge 3.** Anaçlara göre biyokimyasal içeriklerdeki değişim (%)

*Table 3. Change in biochemical content by rootstocks (%)*

Anaç	Klorofil a	Klorofil b	Toplam klorofil	pH	ABA	Toplam şeker	Toplam nişasta
60TM06	-58.99 c	-26.13 c	-52.03 d	-4.47 b	21.80	9.92	-5.84
60TM30	-25.07 b	0.87 b	-20.14 b	-3.08 a	24.58	68.42	-17.59
60TM31	-54.87 c	-14.60 bc	-46.28 c	-6.36 d	17.73	18.78	-10.38
SL64	68.63 a	64.33 a	66.17 a	-5.84 c	30.70	35.95	-11.43

Konulara göre ortalama klorofil a içeriğindeki değişimler incelendiğinde; S4 konusunda %63.20 oranında azalma, S1 konusunda yani tam sulama konusunda %41.75 oranında artma görülmüştür.

Klorofil a içeriğindeki değişim yönünden sulama konuları arasındaki fark istatistiki anlamda önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur (Çizelge 4.).

**Çizelge 4.** Konulara göre biokimyasal içeriklerdeki değişim (%)

*Table 4. Change in biochemical content by subject (%)*

Konu	Klorofil a	Klorofil b	Toplam klorofil	pH	ABA	Toplam şeker	Toplam nişasta
S <sub>1</sub>	41.75 a	95.03 a	53.49 a	-4.23	12.70	29.44	-7.85
S <sub>2</sub>	-13.62 b	-1.63 b	-12.42 b	-4.43	20.89	42.32	-17.08
S <sub>3</sub>	-35.23 c	-26.22 c	-34.16 c	-5.10	27.49	33.30	-14.13
S <sub>4</sub>	-63.20 d	-43.06 c	-59.20 d	-5.98	33.73	28.01	-6.19

**3.1.2. Klorofil b İçerikleri**

Anaç×konu içeriğindeki değişim oranları tiplerde negatif yönde %68.60 (60TM06-S4) ile pozitif yönde % 85.71 (60TM31-S1) arasında belirlenmiştir. SL64 anacının toplam klorofil içeriğindeki değişim oranları ise, negatif yönde %19.64 (S4) ile pozitif yönde %257.58 (S1) arasında tespit edilmiştir. Konuların tamamında su stresi arttıkça klorofil b içeriğinde azalma gözlenmiştir. Klorofil b içeriğinde anaç×konu interaksyonu istatistiki anlamda önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur (Çizelge 1.).

Anaçlara göre ortalama klorofil b içeriğindeki değişim oranı negatif yönde %26.13 (60TM06) ile pozitif yönde %0.87 (60TM30) arasında belirlenmiştir. SL64 anacında ise değişim pozitif yönde %64.33 oranında tespit edilmiştir. Klorofil b içeriğindeki değişim yönünden anaçlar arasındaki farkın istatistiki anlamda önemli ( $P<0,01$ ) olduğu saptanmıştır (Çizelge 3.).

Konulara göre ortalama klorofil b içeriğindeki değişim oranları negatif yönde %43.06 (S<sub>4</sub>) ile pozitif yönde %95.03 (S<sub>1</sub>) arasında belirlenmiştir. Klorofil b içeriğindeki değişim yönünden sulama konuları arasındaki fark, istatistiki anlamda önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur (Çizelge 4.).

**3.1.3. Toplam Klorofil İçerikleri**

Anaç×konu içeriğindeki değişim oranları tiplerde negatif yönde %61.61 (60TM31-S3) ile pozitif yönde %8.61 (60TM30-S1) arasında belirlenmiştir. SL64 anacının toplam klorofil içeriğindeki değişim oranları ise, pozitif yönde %243.14 (S1) ile negatif yönde %62.88 (S4) arasında tespit edilmiştir. Sulama konularının tamamında su stresi arttıkça toplam klorofil içeriğinde azalma gözlenmiştir. Toplam klorofil içeriğinde anaç×konu interaksyonu istatistiki anlamda önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur (Çizelge 1.).

Anaçlara göre ortalama toplam klorofil içeriğindeki değişim oranı, negatif yönde %20.14 (60TM30) ile %52.03 (60TM06) arasında belirlenmiştir. Toplam klorofil içeriğindeki değişim yönünden anaçlar arasındaki fark istatistikî anlamda önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur (Çizelge 3.). Toplam klorofil miktarındaki değişim, çöğür anaçlarında negatif yönde olurken, SL64 anacında %66.17 oranında pozitif yönde tespit edilmiştir.

Konulara göre ortalama toplam klorofil içeriğindeki değişim, negatif yönde %59.20 ( $S_4$ ) ile pozitif yönde %53.49 ( $S_1$ ) arasında hesaplanmıştır. Toplam klorofil içeriğindeki değişim yönünden konular arasındaki fark istatistikî anlamda önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur (Çizelge 4.).

Su stresi oluşan ortamlarda, yapraklarda klorofil sentez hızındaki azalmaya bağlı olarak önemli oranda klorofil parçalanması ve yaprak renklerinde açılma gözlenmektedir. Su kısıtı uygulanarak strese sokulan ayçiçeği bitkilerinin yapraklarında, klorofil a ve klorofil b miktarının azaldığı saptanmış, strese girmiş bitkilerin tekrar sulanmasıyla stres öncesi Yaprak Su Potansiyeli (YSP) değerine ulaştıkları halde, yaprak klorofil içeriğinde herhangi bir düzelmeye olmadığı belirlenmiştir (Boyer 1976).

Çalışmada elde edilen değerler incelendiğinde, su kısıtıyla doğru orantılı olarak klorofil değerlerinde azalmalar olduğu görülmektedir. En az klorofil değerleri okunan  $S_4$  konularındaki mahlep bitkilerinin ise öldüğü veya geri dönüşümü olmayacak derecede strese girdiği belirlenmiştir.

Kaynaş (1994), farklı anaçlar üzerine aşılı bazı seftali ve nektarin çeşitlerinde su kısıtının yaprak klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil içeriğinde düşüslere neden olduğunu ve su kısıtı uygulanmayan bitkilerde klorofil içeriğinin yüksek olduğunu belirtmiştir.

Kaya (1999), Tokat İli Merkez İlçe ve yöresinde çöğürden yetişmiş bazı mahlep tiplerinin kuraklığa toleransını araştırmış, toplam klorofil içeriklerinin %2.23 ile %38.53 oranları arasında düştüğünü tespit etmiştir.

Araştırma sonuçlarımız, su kısıtının, yaprak klorofil içeriğine etkisini belirlemek amacıyla yürütülen araştırmalardan elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermiştir (Vardar 1972; Boyer 1976; Kramer ve Kozłowski 1979, Kaynaş 1994, Demirtaş ve Kırnak 2009; Pouyafard ve ark. 2016).

### 3.2. pH İçerikleri

Anaç×konu içeriğindeki pH değişim oranları tiplerde negatif yönde %2.55 (60TM30- $S_1$ ) ile %9.34 (60TM31- $S_4$ ) arasında belirlenmiştir. SL64 anacının pH içeriğindeki değişim oranları ise, tiplere paralel olarak negatif yönde ve artan seyirde, %5.58 ( $S_1$ ) ile %6.19 ( $S_4$ ) arasında tespit edilmiştir. Konuların tamamında su stresi arttıkça pH içeriğinde azalma gözlenmiştir. Anaç×konu interaksyonu istatistikî anlamda önemli ( $P(0,01)$ ) bulunmuştur (Çizelge 1.).

Anaçlara göre ortalama pH değişim oranı negatif yönde %3.08 (60TM30) ile %6.36 (60TM31) arasında belirlenmiştir. pH değişimi yönünden anaçlar arasındaki fark istatistikî anlamda önemli ( $P(<0.01)$ ) bulunmuştur (Çizelge 3.). SL64 anacındaki pH değeri değişimi negatif yönde %5.84 olmuştur.

Konulara göre ortalama pH değişimleri negatif yönde %4.23 ( $S_1$ ) ile %5.98 ( $S_4$ ) arasında belirlenmiştir. pH değişimi yönünden konular arasındaki fark ve anaç×konu interaksyonu istatistikî anlamda önemli ( $P(<0.01)$ ) bulunmuştur (Çizelge 4.).

Su eksikliğinde protoplazma pH' sında görülen azalma stomaların kapanmasına yol açar. Bu koşullarda uygun ışık ve sıcaklık olsa bile su noksanlığı nedeniyle gözenekler kapalı kalmaktadır (Kalefetoğlu 2006).

Kaya (1999)'nın bildirildiğine göre; elma anaçlarında yapılan bir çalışmada, su eksikliğine bağlı olarak pH düşüşü % .66 ile %5.76 arasında belirlenmiştir. Bitki yaprak dokusundaki % pH düşüşü yüksek olan bitkilerin kuraklığa daha toleranslı olduğu saptanmıştır (Anju et al. 1994). Araştırmamızda; farklı su kısıtı oranlarına bağlı olarak pH değerlerinde gözlenen değişim sonuçları bu konuda yapılan farklı araştırma

sonuçları ile benzerdir (Kaya 1999; Anju et al. 1994; Davies ve ark. 2000; Altunbey 2005).

### 3.3. ABA (Absisik Asit) İçerikleri

Anaç×konu içeriğindeki ABA değişim oranları %12.97 (60TM31-S1) ile %34.89 (60TM06-S4) arasında belirlenmiştir. SL64 anacındaki ABA içeriğindeki değişim oranı ise, %7.66 (S1) ile %48.07 (S4) arasında tespit edilmiştir. Genel anlamda su stresi arttıkça ABA içeriğinde artış gözlenmiştir. ABA içeriğindeki değişim yönünden anaç×konu interaksyonunda istatistiksel anlamda önemli fark bulunmamıştır (Çizelge 2.).

Anaçlara göre ortalama ABA içeriği değişim oranları %17.73 (60TM31) ile %24.58 (60TM30) arasında belirlenmiştir. SL64 anacında ise %30.70 oranında değişim tespit edilmiştir. Yaprak ABA içeriğindeki değişim oranları yönünden tipler arasındaki fark istatistikî olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 3.).

Konulara göre ortalama ABA içeriğindeki değişim oranları %12.70 (S<sub>1</sub>) ile %33.73 (S<sub>4</sub>) arasında belirlenmiştir. Yaprak ABA içeriğindeki değişim oranları yönünden konular arasındaki fark istatistikî olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4, Şekil 4). ABA içeriğindeki değişim yönünden anaç×konu interaksyonunda istatistiksel anlamda önemli fark bulunmamıştır (Çizelge 4.).

Araştırmamızda, bitkilere verilen su miktarı ile yaprak ABA içeriği arasında ters bir ilişki saptanmış, verilen su miktarı azaldıkça yaprak ABA miktarının arttığı tespit edilmiştir. Ancak bu artış oranı kısıtlanan su miktarıyla orantılı olmamış, en fazla artış %10 düzeyde sulanan bitkilerde SL64 anacında gerçekleşmiştir.

Absisik asit (ABA) önemli bir fitohormondur ve çeşitli stres sinyallerine cevapta kritik bir rol oynar. Kuraklığa maruz kalan bitkilerin hücrelerinde ABA miktarının arttığı bilinmektedir. Yapılan araştırmalar, kök ksilemi içinde ABA taşınımının, ksilem pH değeri ve gün süresi gibi faktörlerle ayarlandığı göstermiştir (Wilkinson ve Davies 2002). pH düşüşüyle birlikte ABA miktarının artması ve stomaların kapanması bu şekilde ilişkilendirilebilir. Kurak

koşullarda bitkilerin ABA içeriklerinde saptanan değişim, bitkinin ABA sentezini artırarak stomaları kapatma yoluyla su kaybını azaltması ve yaprak direncini artırması şeklinde açıklanabilir (Souter ve ark., 2002, Lewitt, 1980; Aharoni ve ark. 1977; Milborrow 1981).

Elde ettiğimiz ABA artış oranı Robinson ve Barrit (1990) 'ın elmada ve Kaynaş (1994) ve Xiyolannis ve ark. (1980)'in şeftalide saptanmış oldukları sonuçlarla uyumlu bulunmuştur.

### 3.4. Toplam Şeker İçerikleri

Anaç×konu içeriğindeki Toplam şeker değişim oranları tiplerde negatif yönde %2.19 (60TM06-S1) ile pozitif yönde %107.92 (60TM30-S1) arasında belirlenmiştir. SL64 anacındaki toplam şeker içeriğindeki değişim oranları ise, %11.30 (S1) ile %77.58 (S2) arasında tespit edilmiştir. Genel anlamda Temmuz ayına göre, Eylül ayında elde edilen toplam şeker içeriğinin, tipler ve SL64 anacında artış gösterdiği ancak bu artışların su kısıdı ile paralellik göstermediği saptanmıştır. Toplam şeker içeriğindeki anaç×konu interaksyonunda istatistiksel anlamda önemli fark bulunmamıştır (Çizelge 2.).

Anaçlara göre ortalama toplam şeker içeriğindeki değişim oranları %9.92 (60TM06) ile %68.42 (60TM30) arasında belirlenmiştir. SL64 anacında ise %35.95 oranında değişim tespit edilmiştir. Toplam şeker içeriğindeki değişim oranları yönünden anaçlar arasındaki fark istatistikî olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 3.).

Konularına göre ortalama toplam şeker içeriğindeki değişim oranları %28.01 (S<sub>4</sub>) ile %42.32 (S<sub>2</sub>) arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.). Toplam şeker içeriğindeki değişim oranları yönünden konular arasındaki fark istatistikî olarak önemli bulunmamıştır.

Stres koşullarında bitki yapraklarında karbonhidrat miktarında gözlenen değişimlerin bitkilerin su noksanlıklarına karşı tepkilerinde, turgor potansiyeline yardım ederek, kurak ortama uyum gösterebilme çabasından ileri gelmiş olabileceği bildirilmektedir (Morgan 1984; Tyree 1976; Kaynaş 1994). Kuraklık stresi etkisiyle

bitki hücrelerinde değişik çözünür karbonhidratlar ve prolin gibi metabolitlerin birikim göstermektedir. Su stres koşullarının bazı bitki türlerinin yapraklarında sakkaroz, glukoz ve fruktoz miktarının artar (Steward 1971; Turner ve ark. 1978; Jones ve ark. 1980; Foyer 1988; Wang ve ark. 1991; Zinselmeier ve ark. 1995; Ecem 2010). Barlow ve ark. (1976), kuraklık stresine maruz kalmış mısır bitkisinin yapraklarındaki karbonhidrat miktarında, kontrol bitkilerine göre yaklaşık %42'lik bir artış gözlemlendiğini bildirmiştir.

Araştırmamızda, genel olarak su kısıdına bağlı olarak toplam şeker miktarlarında artışlar görülmüş, ancak artış düzensiz seyretmiş, su kısıdı oranının arttığı bazı konularda toplam şeker artmamıştır. Elde edilen sonuçlar daha önce bu konuda yapılan, Munns ve ark. (1979)'un buğdayda, Meyer ve Boyer (1981)'in soyada, Ranney ve ark. (1991)'in kirazda, Fuhr ve Lenz (1989)'un elmada, Kaynaş ve Eriş (1998)'in nektarinde yaptıkları çalışmalar ile uyumlu bulunmuştur.

### 3.5. Toplam Nişasta İçerikleri

Toplam nişasta içeriğindeki değişim oranları tiplerde negatif yönde %0.81 (60TM06-S1) ile %36.19 (60TM31-S2) arasında belirlenmiştir. SL64 anacının toplam nişasta içeriğindeki değişim oranları ise, tiplere paralel olarak yine negatif yönde %4.96 (S2) ile %21.39 (S3) arasında tespit edilmiştir. Konuların tamamında su stresi arttıkça toplam nişasta içeriğinde azalma gözlenmiştir. Anaç×konu interaksyonu istatistiki anlamda önemli bulunmamıştır (Çizelge 2.).

Anaçlara göre ortalama toplam nişasta değişim oranı negatif yönde %5.84 (60TM06) ile %17.59 (60TM30) arasında belirlenmiştir. SL64 anacında değişim yine negatif yönde %11.43 olmuştur. Toplam nişasta içeriğindeki değişim yönünden tipler arasındaki fark istatistiki anlamda önemli bulunmamıştır (Çizelge 3.).

Konulara göre ortalama toplam nişasta içeriğinde, negatif yönde %6.19 (S<sub>4</sub>) ile %17.08 (S<sub>2</sub>) arasında değişimler belirlenmiştir. Toplam nişasta içeriğindeki değişim yönünden konular arasındaki fark istatistiki anlamda önemli bulunmamıştır (Çizelge 4, Şekil 4). Anaç x konu

interaksyonu istatistiki anlamda önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.).

Bitkilere kısıtlı su verilerek stres oluşturulduğunda, karbonhidrat formları arasındaki dönüşümlü değişim nedeniyle, yapraktaki nişasta miktarında, şekerdekinin tersi bir eğilim vardır (Turner, ve ark. 1978; Munns ve Weir 1981; Fuhr ve Lenz 1989; Chaves 1991).

Kaynaş ve Eriş (1994), nektarin çeşitlerinin farklı su kısıtı koşullarındaki biyokimyasal değişimleri incelenmiş, bitkilere verilen su miktarı azaldıkça genel olarak yapraktaki toplam nişasta miktarında azalmalar belirlemiştir. Ancak bu değişimin su kısıt oranıyla aynı düzeyde gerçekleşmediği bildirilmiştir.

Araştırmamızda, su kısıdına bağlı olarak toplam nişasta miktarlarında düşüşler görülmüş, ancak bu düşüşlerin düzensiz seyrettiği, su kısıdı oranının arttığı bazı konularda toplam nişastanın düşmediği tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar, Kaynaş ve Eriş (1994),'in nektarinlerde, Munns ve ark. (1979)'un buğdayda, Meyer ve Boyer (1981)'in soyada, Ranney ve ark. (1991)'in kirazda, Fuhr ve Lenz (1989)'un elmada, yaptıkları çalışmalar ile benzer sonuçlar içermektedir.

### 4. Sonuç

Yapılan çalışmalar göstermiştir ki, mahlep anaçları ve SL64 mahlep klon anacı her ne kadar kurak koşullar için önerilse de, sulu şartlarda kendisini çok daha iyi geliştirebilmekte, aşırı su kısıtı uygulandığında ise tamamen kuruyabilmektedir. Ancak , mahlep anaçlarından klonal olarak üretilen 60TM30 no'lu tip aşırı su kısıtı uygulandığında canlılığını koruyabilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda gerek kolay çelikle çoğaltılabilmesi, gerekse su kısıtı şartlarında canlılığını koruyabilmesi özellikleri açısından 60TM30 no'lu tip “ ümitvar kuraklığa dayanıklı mahlep klon anacı” olarak seçilmiştir.

### Kaynaklar

Aharoni N, Blumenfeld A and Richmond AE (1977). Hormonal Activity in Detached Lettuce Leaves as Affected by Leaf Water Content. Plant Physiol. 59: 1169-1173.



- Altunbey H (2005). Fasulyenin Tam ve Yarı İslatmalı Toprakaltı Damla Sulamaya Tepkisi. Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. 43 s. Kahramanmaraş.
- Anju S, Thakur PS and Dwived MP (1994). Rapid Evaluation off Apple Varieties for Drought Tolerance. Dep. Bas. Sci., Hort.- Fore. Univ., 51: 16-21, Hindistan.
- Barlow, Ewr, Boersmal and Young JL (1976). Root temprature and soil water potential on growth and soluble carbohydrate concentration of corn seedlings. Crop Science, 16: 59-62.
- Blum A (1986). Breeding crop varieties for stress environments. Crit. Rev. Plant Sci., 2:199-23.
- Boyer JS (1976). Water Deficits and Plant Growth. Vol.IV. (Ed.T.T. Kozlowski) Academic Press. New York, 153-190.
- Chaves MM (1991). Effects of Water Deficits on Carbon Assimilation, J.Exp.Bot. 42:1-16.
- Çırak C ve Esendal E (2006). Soyada Kuraklık Stresi. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 21(2): 231-237.
- Davies WJ, Bacon MA, Thompson DS, Sobeih W, and González Rodríguez L (2000). Regulation of Leaf and Fruit Growth in Plants Growing in Drying Soil: Exploitation of the Plants' Chemical Signalling Sytem and Hydraulic Architecture to Increase the Efficiency of Water Use in Agriculture. J. of Exp. Bot., 350: 1617-1626.
- Demirtaş MN ve Kırmak H (2009). Kayısıda farklı sulama yöntemleri ve aralıklarının fizyolojik parametrelere etkisi. YYÜ Tarım Bilim Dergisi. 19: 79-83.
- Düzdemir O, Ünlükara A ve Kurunç A (2009). Response of cowpea to salinity and irrigation regims. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, Vol. 37:271-280.
- Dwivedi RS, Sirvastava KK, Solomon S and Singh K (1988). Rapid Test For Drought Resistance in Sugarcanes Spring Suppl., 31-32.
- Ecem N (2010). Farklı Mısır (Zea mays L.) Çeşit Vve Hatlarında Kuraklık Stresi Etkilerinin Fizyolojik Olarak İncelenmesi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Sakarya.
- Foyer CH (1988). Feedback inhibition of photosynthesis through source- sink regulation. Plant Physiology and Biochemistry.
- Fuhr B and Lenz F (1989). Phytosynthese von Apfelblättern bei Unterschiedlicher Wasserversorgung. Mitt Klosterneuburg, 39: 191- 195.
- Hansen J and Moller IB (1975). Anal Biochem 68: 87-94.
- Jones MMG, Osmond CD and Turner NC, (1980). Accumulation of solutes in leaves of sorghum and sunflower in response to water deficits . Australian Journal of Plant Physiology, 7: 193-205.
- Kalefetoğlu T (2006). Çeşit Ve Hatlarının Kuraklık Stresine Karşı Dayanıklılığının Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara.
- Kalefetoğlu T ve Ekmekçi Y (2005). Bitkilerde Kuraklık Stresinin Etkileri Ve Dayanıklılık Mekanizmaları. G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi. 18(4): 723-740.
- Kaya E (1999). Mahlep Çöğür Anaç Seleksiyonu Üzerinde Araştırmalar. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- Kaynaş N (1994). Bazı şeftali ve nektarin çeşitlerinde kurağa mukavemetin fizyolojisi üzerinde araştırmalar. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova.
- Kaynaş N ve Eriş A (1998). Bazı Nektarin Çeşitlerinde Toprak Su Noksanlığının Biyokimyasal Değişimler Üzerine Etkileri Tr. J. of Agriculture and Forestry 22: 35-41, Tübitak, Ankara.
- Koshimizo K and Iwamura H (1986). Chemistry of Plant Hormones. CRC Press Inc., 154-199, Florida.
- Kramer PS and Kozlowski TT (1979). Physiology of Woody Plants. Academic Press, 811, New York.
- Küçükyumuk C, Yıldız H ve Ünlükara A (2014). Tuz Stresinin Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Kirazın Vejetatif Gelişimine Etkilerinin Belirlenmesi, Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 1: 154-161
- Lewitt J (1980). Responses of Plants to Environmental Strees. Water,Radition. Salt and Other Stress. Vol.II, Academic Press. 607, New York.
- Marshall (1986). Plant and Soil 52-54.
- Meyer RF and Boyer JB (1981). Osmoregulation Solute Distrubution and Growth in Soybean seedlings Having Low Water Potantial. Planta 151: 482-489.
- Milborrow BV (1981). The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants (Ed. L.G.Paleg and D.Aspinall) Academic Press, 348-386, New York.
- Morgan JM (1984) Osmoregulation and Water Stress in Higher Plants. Ann.Rev.Plant Physiol. 35:299-319.
- Munns R and Weir R (1981). Contribution of Sugars to Osmotic Adjustment in Elongation and Explanded Zones of Wheat Leaves During Moderate Water Deficits at Two Light Levels. Aust. J.Plant Physiol. 8: 93-105.
- Pelleschi S, Rocher JP and Prioul JL (1997). Effect of water restriction on carbohydrate metabolism and photosynthesis in mature maize leaves, Plant Cell and Environment, 20(4), 493-503
- Pouyafard, N., Akkuzu E. ve Kaya, Ü. (2016). Kıyı Ege Koşullarında Yetiştirilen Ayvalık Zeytin Fidanlarında Su Stresine Bağlı Bazı Fizyolojik ve Morfolojik Değişimlerin belirlenmesi Journal of Tekirdag Agricultural Faculty. 13 (01): 88-98.
- Ranney TG, Bassuk NL and Whitlow TM (1991). Osmotic adjustment and solute constituents in leaves and roots of water-stressed cherry (Prunus) trees. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 116: 684-688.
- Robinson TL and Barrit, BH (1990). Endogenous Abscisic Acid Concentrations. Vegetative Growth Relations of Apple Seedlings Following PEG. Induced Water Stress. J.Amer. Soc.Hort.Sci. 115: 991-999.
- Souter A, Dietz KJ and Hartung W (2002). A possiblsle stress physiological role of abscisic acid conjugates in root-to-shoot signalling, Plant, Cell and Environment, 25: 223-228.
- Stewart CR (1971). Effect of wilting on carbohydrates during incubation of excised bean leaves in the dark, Plant Physiology, 48 (6), 792-794
- Trouverie J, Venot C, Rocher JP, Sotta B and Prioul JL (2003).The role of abscisic acid in the response of a specific vacuolar invertase to water stress in the adult maize leaf, J. Exp. Bot. 54, 2177- 2186.

- Turner NC, Begg JE and Tonnet ML (1978). Osmotic adjustment of sorghum and sunflower crops in response to water potential at which stomata close, *Australian Journal of Plant Physiology*, 5(5): 597-608.
- Tyree MT (1976). *Tree Physiology and Yield Improvement* (Ed. M.G.R.Cannel and F.T.Last). Academic Press, 329-348, New York.
- Vardar Y (1972). *Bitki Fizyolojisi Dersleri I. Bitkilerin Metabolik Olayları*. Ege Üniv.Zir.Fak.Ders Kitabı, 37: 332, İzmir.
- Wang Z, Qubedaux B and Stutte GW (1991). Osmotic adjustment: effect on sucrose-phosphite synthase activity in *Phaseolus vulgaris*, *Physiologia Plantarum*, 81: 37-44.
- Wenkert (1980). *Measurement of Tissue Osmotic Pressure* United States Department of Agriculture, 2073 Neil Avenue, Columbus, Ohio 43210.
- Wilkinson S and Davies WJ (2002). ABA-based chemical signalling: the coordination of responses to stress in plants, *Plant Cell Environ.* 25: 195–210.
- Withan FH, Blaydes DF and Devlin RM (1971). *Experiments in Plant Physiology*, Van Nostrand Reinhold Co., pp. 55-58, New York.
- Xiloyannis C, Urie K and Martin G.C (1980). Seasonal and Diurnal Variations in Abscisic Acid, Water Potential, and Diffusive Resistance in Leaves from Irrigated and Non-irrigated Peach Trees. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.* 105, 412-415.
- Zinselmeyer C, Westgate ME, Schussler JR and Jones, RJ (1995). Low water potential disrupts carbohydrate metabolism in maize (*Zea Mays L.*), *Plant Physiology*, 107,385-391.