

Pamukta (*G. hirsutum* L.) Farklı Tuz Konsantrasyonlarının *In Vitro* Koşullarda Fotosentetik Pigmentler Üzerine Etkisi

Bahri İzci

18 Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Çanakkale
email: bizci@comu.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 10.11.2009

Özet: Ege Bölgesi'nde üretimi yapılan üç farklı pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) kültür çeşidine (Nazilli-84, NM-503 ve Carmen) ait tohumlar, çimlendirilmiş ve elde edilen bitkiciklerin sap ve yaprak parçaları, kallus oluşturmak üzere; 5 mg/l IBA ve NaCl'nin farklı konsantrasyonlarını (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM) içeren Murashige ve Skoog (MS) (1962) ortamlarına aktarılmıştır. Aktarımdan sonra aydınlık koşullarda tutulan kültürler, dört haftada alt kültürlemeye alınmışlardır. Araştırmada, farklı tuz konsantrasyonlarının elde edilen kallusların fotosentetik pigment miktarları incelenmiş ve çeşitlerin tuza tolerans durumları ele alınmıştır.

Elde ettiğimiz sonuçlara göre, uygulanan tuz konsantrasyonu artışına paralel olarak, incelenen pamuk çeşitlerinde NaCl'ün olumsuz etkilerine en güçlü reaksiyonu Nazilli-84 vermiştir. Dolayısıyla Nazilli-84, diğer çeşitlere göre tuza tolerans seviyesi en yüksek olan çeşit olarak belirlenmiştir. Fotosentetik pigmentlerde tuz konsantrasyonu arttıkça oluşan Klorofil a, Klorofil b ve Total klorofil miktarlarında azalmalar gözlenmiş ve 150 mM seviyesinden sonra en düşük seviyelere ulaşılmıştır. Fotosentetik pigmentlerin etkilenmesinde sıralama ise Nazilli-84, Carmen ve NM-503 olarak gerçekleşmiştir. Pigmentler açısından yaprak eksplantlarının gösterdiği tepki sap eksplantlarından yüksek olmuştur.

Sonuç olarak, tuza en toleranslı çeşidin Nazilli-84 olduğunu, bunu Carmen çeşidinin izlediğini ve içlerinde en hassas olan çeşidin de NM-503 olduğunu söyleyebiliriz. Çeşitler, 150 mM NaCl seviyesine kadar NaCl'ü tolere etmişlerdir. Bu çalışma ile pamuk genotiplerinin tuz stresine verdikleri reaksiyonların doku kültürü çalışmalarıyla daha kısa sürede ve daha kontrollü koşullarda belirlenebileceği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Pamuk, in vitro, Tuz konsantrasyonu

In Vitro Effect of Different Salt Concentration on Photosynthetic Pigments From Cotton (*G. hirsutum* L.)

Abstract: Seeds of three different cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars (Nazilli-84, NM-503 and Carmen) germinated and leaf and stalk pieces obtained were transplanted in Murashige-Skoog (MS) (1962) medium containing 5 mg/l IBA and NaCl (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM). Cultures kept under light after transfer were subcultured in four weeks. In the research photosynthetic pigment contents of the calli from different salt concentrations were investigated and tolerance of the cultivars were determined.

According to the results obtained, the strongest reaction to the negative effects of NaCl was received from Nazilli-84 with the increasing salt concentrations. This cultivar was determined as the one having highest salt tolerance. With increasing salt concentration, photosynthetic pigments, chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll, showed decreases and reached the lowest levels after 150 mM. The order in photosynthetic pigments influenced was Nazilli-84, Carmen and NM-503. Leaf explants had more reactions than stalk explants in terms of pigments.

Consequently, the most tolerant cultivar to salt was Nazilli-84 followed by Carmen and NM-503, respectively. Cultivars were tolerant of NaCl up to 150 mM. This research showed that reactions of cotton cultivars to salt stress could be determined in a shorter time and more controlled conditions with tissue culture studies.

Keywords: Cotton, in vitro, Salt concentration

1.GİRİŞ

Pamuk, hem ekonomik hem de sosyal açıdan büyük önem taşımaktadır. Öncelikle lifi için üretilmekte olup lifi, sağlık açısından suni elyaflara, üretim ve kullanım kolaylığı açısından da diğer doğal elyaflara nazaran daha fazla tercih edilmektedir. Lifinden başka, çekirdeği bitkisel yağ kaynağı ve çığit unu olarak kullanılmakta, ayrıca çığit küspesi de hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir. Çekirdeğin üstünde kalan ve linter olarak adlandırılan kısa elyaflar da ekonomik olarak önem arz etmektedir. Yüksek oranda selüloz içeren linter, kâğıt para, barut, mobilya yapımı gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Pamuk, üretiminin yapıldığı ve sanayide hammadde olarak kullanıldığı birçok ülke ekonomisi için stratejik bir ürün konumundadır. Bugün dünyada 100 milyondan fazla tarım işletmesi pamuk üretimi ile uğraşmaktadır. Pamuk, bugün birçok az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkenin kırsal kesimleri için bir yaşam kaynağıdır.

Bitki doku kültürleri, tuz stresi çalışmalarında tarama ve seçim amaçlı olarak kullanılmaktadır. Aynı tür içerisinde bile farklı düzeylerde görülen farklı tolerans düzeylerinin belirlenmesi, yetiştiricilik yapılacak topraktaki veya kullanılacak sulama suyundaki tuzluluk miktarına uygun bitkisel materyalin seçimi için önem taşımaktadır. Klasik yöntemlerle bitki yetiştirilerek özellikle fide döneminde yapılan tuz uygulamaları sonucunda en yüksek toleransı gösteren genotiplerin belirlenmesi mümkünse de bu yöntem zaman alıcı olduğu gibi, fazla miktarda bitkisel materyale gereksinim göstermekte, açık veya sera alanına ihtiyaç duyulmaktadır. Doku kültürü yöntemleri kullanıldığında ise bu olumsuzluklar ortadan kalkmaktadır ve her türlü çevresel faktörden ve beslenmeden doğabilecek farklılıkların elemine edildiği tam kontrollü bir ortamda çalışmak mümkün olmaktadır (Ellialtıoğlu ve Tıprıdamaz, 1998).

Doku kültürü çalışmaları tuza toleransın fizyolojik ve biyokimyasal temellerinin ortaya konulması için yapılan temel araştırmalarda kullanılmaktadır. *In vitro* koşullarda yapılan denemeler, fizyolojik çalışmalarda tamamen kontrollü ve homojen materyal kullanıldığında pek çok avantaj sağlanmaktadır. Ortaya çıkan farklılığın sadece uygulamalar nedeniyle olduğundan emin olunmakta, ayrıca kısa sürede sonuç alınması mümkün olmaktadır (Ellialtıoğlu ve Tıprıdamaz, 1998).

Tarımsal üretim alanlarında tuzluluk, toprakların verimliliğini olumsuz yönde etkileyen, bitkisel verimi sınırlandıran en önemli problemlerden birini oluşturmaktadır (Abrol ve ark., 1988; Gouia ve ark., 1994).

Yapılan çalışmalarda, bir bitki genotipinin tuz stresine karşı toleransını gösteren yaklaşık 200 kadar morfolojik ve fizyolojik parametre olduğu ileri sürülmektedir. Kuşkusuz, bu parametrelerin tümünü belirleyebilecek uygun tek bir yöntem bulunamadığından, bitkilerin tuz stresine toleransı farklı kriterlerle ölçülebilmektedir (Weimberg, 1988).

Stomaların açılıp kapanmasını sağlayan bekçi hücrelerindeki etkinliğiyle, kimi bitkilerde fotosentezi dolaylı yoldan da etkilemektedir. Stomaların açılıp kapanmaları klor ve malat anyonları eşliğinde potasyumun bekçi hücrelerine giriş durumuna göre ayarlanır. Hücre membranlarında yer alan anyon ve katyonların membranlardan geçişlerini sağlayan ATPaz etkinliğinde klor önemli görev yapmaktadır. Hücrede ozmotik basınç (Ψ_p) üzerine etkili olmakla, bitkinin su düzeninin sağlanmasına da yardım etmektedir. Ayrıca, kök ve yapraklarda hücre bölünmesi üzerine etkili olduğu kadar, karbohidrat metabolizması üzerinde de etkilidir (Terry, 1977; Flowers, 1988; Akman ve Darıcı, 1998; Kacar ve ark., 2002). Bununla birlikte, bitkilerde Cl konsantrasyonunun yüksek olması, depo organlarına fotosentez ürünlerinin taşınmasını engellemektedir (Bergmann, 1992).

Yüksek bitkilerde fotosentez sistemlerinin yüksek sıcaklık, su ve tuz uygulamalarına büyük ölçüde duyarlı olduğu bildirilmektedir (Falk ve ark., 1996). Tuz stresine maruz kaldığında, pek çok bitki türünün fotosentez yeteneklerinde bir azalma meydana geldiği açıkça ortaya konmuştur (Munns and Termaat, 1986; Brugnoti and Björkman, 1992). Nitekim, bitkilere uygulanan tuz stresinin, değişik parametreler üzerine etkili olmakla, fotosentez üzerinde olumsuz etkiler yaptığı da birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Schwarz and Gale, 1981; Walker ve ark., 1981). Tuz stresinin stomaların geçirgenliğinde ve fotosentez pigmentlerinin içeriğinde azalma meydana getirdiği, yaprak mezofil doku hücrelerinde CO₂ basıncı oluşturduğu gösterilmiştir (Banuls and Primo-Millo, 1992; Güneş ve ark., 1995;

Khan ve ark., 1997). Ayrıca, tuz stresinin aşırı enerji artışına sebep olduğu ve bu artışın, fotosentezde düşüşe neden olduğu da saptanmıştır (Demming-Addams and Addams, 1992).

Querghi ve ark. (2000) göre, tuz stresi altında net CO₂ fiksasyonu azalmasına yol açan etmenler: su eksikliği, stomaların kapanması, apoplastta tuz birikimi ile mezofil hücrelerinin turgorlarını yitirmeleri ve tuz iyonlarının doğrudan toksisitesi olmaktadır.

Downton ve ark. (1985), 200 mM NaCl içeren ortamda yetiştirilen ıspanak bitkisi yapraklarının birim alanında belirlenen klorofil miktarının, kontrol bitkilerinkinin ancak % 73'ü düzeyinde olduğu bildirilmiştir. Ayrıca toplam klorofil miktarı içerisinde, klorofil a'nın tuz stresinden daha fazla etkilendiği ve parçalandığı saptanmıştır. Tuzlu koşullarda bitkilerde klorofil miktarının azalması, klorofili parçalayan klorofilaz enziminin aktivite artışına bağlı olarak açıklanmıştır (Rao and Rao, 1981). Diğer yandan, tuz stresine uğrayan bitkilerin kloroplast iç yapılarında değişiklikler olduğu, fotokimyasal ve karboksilasyon tepkimelerinin azaldığı ve dokulardaki çözünebilir şeker miktarının arttığı da rapor edilmiştir (Chaillou ve Guerrier 1992; Sharma ve Hall, 1992; Salama ve ark., 1994). Bunlara ilave tuz stresine uğrayan bitkilerin yapraklarında absisik asit birikimi meydana gelmektedir. Bu birikim sonucunda, stomaların kapanmasına ve fotosentezin azalmasına neden olduğu da tespit edilmiştir (Downton ve ark., 1988).

2. MATERYAL ve METOT

Araştırma materyali, Nazilli-84, NM-503 ve Carmen çeşitleridir. Temel ortam olarak Murashige ve Skoog'un ortamı (1962) kullanılmıştır. Kallus gelişimi için besin ortamı içerisine bitki büyüme düzenleyicilerinden 5 mg/l IBA ilave edilmiştir. Hazırlanan besin ortamı içerisine 30 g sukroz ilave edilmiş ve ortam pH'si 5.8'e ayarlanmıştır. Besin ortamlarının katılaştırılmasında agar kullanılmıştır. Ortamlara kontrol (0) hariç, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM konsantrasyonlarda NaCl ilave edilmiştir. Kalluslarda fotosentetik pigment miktarlarının belirlenmesinde Arnon, (1949) tarafından verilen prosedür uygulanmıştır. Her gruptaki kalluslar 1'er g olacak şekilde tartılmış ve parçalanarak üzerine 2 ml % 80'lik aseton konarak havanda ezilmiştir. Daha sonra filtre kâğıdından süzülerek elde edilen ekstrakt % 80'lik aseton ile 10 ml'ye tamamlanmıştır. Elde edilen ekstraktların klorofil pigment absorpsiyon değerleri (645 nm ve 663 nm), (Unicam-Helios model UV-VIS) spektrofotometrede ölçülmüştür. Bitki yaprak ve sap eksplantlarından elde edilen kallusların 1 gramında bulunan klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarları hesaplanmıştır. Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak planlanmıştır. Ssonuçlar TOTEMSTAT bilgisayar paket programı ile istatistiksel olarak değerlendirilmiştir (Açıkgöz, 2004).

3. BULGULAR

Fotosentetik pigmentler klorofil a, klorofil b ve total klorofil olarak incelenmiştir.

Klorofil a (kl a); elde ettiğimiz sonuçlara göre, çeşitler arasındaki fark 0,01 ($F_{\text{hesap}}: 8.582$) seviyesinde önemli olmuştur. Nazilli-84 ve Carmen çeşitleri bir grupta yer alırken NM-503 çeşidi klorofil a miktarında azalma göstererek diğer grubu oluşturmuştur. NaCl konsantrasyonlarındaki değişim ise 0,01'de ($F_{\text{hesap}}: 290.651$) önemli olup, Kontrol (2,722 mg.g taze ağırlık⁻¹), 50 mM NaCl konsantrasyonu (2,615 mg.g taze ağırlık⁻¹) ve 100 mM NaCl konsantrasyonların (2,571 mg.g taze ağırlık⁻¹) aynı grupta yer alarak ilk grubu ve 150 mM NaCl konsantrasyonu (2,330 mg.g taze ağırlık⁻¹), ikinci grubu oluşturmuştur. Bunları 200 mM konsantrasyonu (2,134 mg.g taze ağırlık⁻¹) ve 250 mM konsantrasyonu (1,549 mg.g taze ağırlık⁻¹) etmiştir. Kontrol grubu ile 250 mM konsantrasyonu arasında yaklaşık % 30'luk bir azalma gözlenmiştir. Ortalamalardaki değişimde 100 mM konsantrasyonuna kadar azalma % 5 civarında gerçekleşmiş, 150 mM konsantrasyonuyla birlikte azalma % 15'e ulaşmıştır. İlk üç uygulama arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığından 50 ve 100 mM konsantrasyonları tuzluluk açısından tolerans sınırları içinde olarak kabul edilebilir. 150 mM konsantrasyon klorofil a içeriğinde azalmanın başladığı nokta olarak değerlendirilebilir.

Çizelge 1. Pamuk kültür çeşitlerine ait sap ve yaprak eksplantlarından elde edilen klorofil a miktarı (mg.g taze ağırlık⁻¹). ile ilgili üçlü interaksiyon tablosu

Klorofil a Miktarları (mg.g taze ağırlık ⁻¹)								
Çeşit	Eksplant Tipi	NaCl Konsantrasyonu (mM)						
		0	50	100	150	200	250	Ort.
Nazilli-84	Sap	2,732	2,680	2,634	2,353	2,131	1,950	2,413
	Yaprak	2,701	2,637	2,591	2,341	2,117	2,035	2,404
	Ort.	2,717	2,659	2,613	2,347	2,124	1,993	2,409a
NM-503	Sap	2,734	2,563	2,537	2,282	2,117	1,787	2,337
	Yaprak	2,725	2,553	2,527	2,303	2,136	1,869	2,352
	Ort.	2,730	2,558	2,532	2,293	2,127	1,828	2,345b
Carmen	Sap	2,708	2,634	2,556	2,390	2,176	1,998	2,410
	Yaprak	2,732	2,625	2,579	2,311	2,129	2,016	2,399
	Ort.	2,720	2,630	2,568	2,351	2,153	2,007	2,405a
Genel Ortalama		2,722a	2,615a	2,571 a	2,330b	2,134c	1,943d	2,386

LSD_{çesit}:0,041, LSD_{ortam}:0,033, LSD_{NaCl}:0,058 (Küçük harfler 0,01, büyük harfler 0,05 ifade eder)

Klorofil b (kl b); açısından elde edilen bulgular incelendiğinde, sap eksplantlarında çeşitler arasındaki fark 0,05 (F_{hesap}: 4,048) olarak bulunmuş, Nazilli-84 ve Carmen’de yüksek iken NM-503 azalış göstererek, diğer grupta yer almıştır. Kontrolü (1,038 mg.g taze ağırlık⁻¹), 50 mM konsantrasyonu (1,006 mg.g taze ağırlık⁻¹) ve 100 mM konsantrasyonlar (1,005 mg.g taze ağırlık⁻¹) izlemiştir ve ilk grubu oluşturmuşlardır. 150 mM konsantrasyonu (0,905 mg.g taze ağırlık⁻¹) ikinci grubu, 200 mM konsantrasyonu (0,856 mg.g taze ağırlık⁻¹) üçüncü grubu ve 250 mM konsantrasyonu (0,722 mg.g taze ağırlık⁻¹) son grubu oluşturmaktadır. Kontrol grubu ile 250 mM konsantrasyonu arasında yaklaşık % 30’luk bir azalma gözlenmiştir. Ortalamalardaki azalma 100 mM konsantrasyonuna kadar % 4 civarında gerçekleşmiş, 150 mM konsantrasyonu ile birlikte azalma hız kazanarak % 14’e ulaşmıştır.

Çizelge 2. Pamuk kültür çeşitlerine ait sap ve yaprak eksplantlarından elde edilen klorofil b miktarı (mg.g taze ağırlık⁻¹) ile ilgili üçlü interaksiyon tablosu

Klorofil b Miktarları (mg.g taze ağırlık ⁻¹)								
Çeşit	Eksplant Tipi	NaCl Konsantrasyonu (mM)						
		0	50	100	150	200	250	Ort.
Nazilli-84	Sap	1,056	1,011	0,996	0,900	0,831	0,742	0,923
	Yaprak	1,021	1,121	1,138	0,941	0,905	0,749	0,979
	Ort.	1,039	1,066	1,067	0,921	0,868	0,746	0,951a
NM-503	Sap	1,013	0,991	0,974	0,868	0,838	0,697	0,897
	Yaprak	1,056	1,033	0,983	0,842	0,845	0,703	0,911
	Ort.	1,035	1,012	0,979	0,855	0,842	0,700	0,904b
Carmen	Sap	1,035	0,953	0,998	0,885	0,805	0,718	0,899
	Yaprak	1,044	0,928	0,94	0,994	0,912	0,724	0,924
	Ort.	1,040	0,941	0,969	0,940	0,859	0,721	0,912
Genel Ortalama		1,038a	1,006a	1,005a	0,905b	0,856c	0,722d	0,922ab

LSD_{çesit}:0,011, LSD_{ortam}:0,012, LSD_{NaCl}:0,021 (Küçük harfler 0,01, büyük harfler 0,05 ifade eder)

Total Klorofil; eksplanlardan elde edilen kalluslarında total klorofil miktarı çeşitler arasında 0,05 ($F_{\text{hesap}}: 4,555$) önemlilik mevcuttur. Nazilli-84 ve Carmen aynı grupta, NM-503 diğer grupta yer almaktadır. NaCl konsantrasyonlarında ise kontrole göre azalmayla beraber Çizelge 3’de de görüleceği kontrol (3,760 mg.g taze ağırlık⁻¹) ve 50 mM (3,622 mg.g taze ağırlık⁻¹) ve 100 mM (3,576 mg.g taze ağırlık⁻¹) konsantrasyonu ilk grubu oluşturmuştur.

Çizelge 3. Pamuk kültür çeşitlerine ait sap ve yaprak eksplantlarından elde edilen total klorofil miktarı (mg.g taze ağırlık⁻¹) ile ilgili üçlü interaksiyon tablosu.

Total Klorofil Miktarları (mg.g taze ağırlık ⁻¹)								
Çeşit	Eksplant Tipi	NaCl Konsantrasyonu (mM)						Ort.
		0	50	100	150	200	250	
Nazilli-84	Sap	3,788	3,691	3,629	3,253	2,963	2,693	3,336
	Yaprak	3,723	3,758	3,729	3,282	3,023	2,784	3,383
	Ort.	3,756	3,725	3,679	3,268	2,993	2,739	3,360a
NM-503	Sap	3,747	3,554	3,512	3,15	2,954	2,484	3,234
	Yaprak	3,781	3,586	3,51	3,145	2,981	2,573	3,263
	Ort.	3,764	3,570	3,511	3,148	2,968	2,529	3,249b
Carmen	Sap	3,742	3,587	3,554	3,275	2,981	2,716	3,309
	Yaprak	3,776	3,553	3,519	3,305	3,041	2,74	3,322
	Ort.	3,759	3,570	3,537	3,290	3,011	2,728	3,316a
Genel Ortalama		3,760a	3,622a	3,576a	3,235b	2,991c	2,665d	3,308

LSD_{çeşit}:0,048, LSD_{ortam}:0,039, LSD_{NaCl}:0,068 (Küçük harfler 0,01, büyük harfler 0,05 ifade eder)

Bu grubu, 150 mM (3,235 mg.g taze ağırlık⁻¹) ikinci grubu, 200 mM (2,991 mg.g taze ağırlık⁻¹) üçüncü grubu ve 250 mM (2,665 mg.g taze ağırlık⁻¹) konsantrasyonu son grubu oluşturmuştur. Klorofil a ve klorofil b’de olduğu gibi kontrol grubu ile 250 mM konsantrasyonu arasında yaklaşık % 30’luk bir azalma gözlenmiştir.

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Tuzluluk, yağışın yıkamaya yeterli olmadığı, kurak ve yarı kurak bölge topraklarında veya sulama ve gübrelemenin hatalı yapıldığı tarım alanlarında üretimi sınırlandıran önemli bir toprak sorunudur. Bu tür topraklarda Na⁺ ve Cl⁻ genellikle baskın iyonlardır. Tüm yüksek bitkiler için bir mikrobesein maddesi olarak klor ve birçok bitki için mineral besin olarak sodyumun gerekliliğine rağmen, her iki iyon konsantrasyonu da tuzlu topraklarda gerekinden fazla olup, özellikle tuza toleranslı olmayan bitkilerde, abiyotik bir stres etmeni olarak, toksisiteye neden olmaktadır. Söz konusu sorun, son yıllarda Ege Bölgesi’nde ve ülkemizin birçok pamuk üretim alanında yaygın olarak görülmektedir. Farklı pamuk kültür çeşitlerinin tuz stresine toleransının araştırılması ve kültür çeşitleri arasında bu toleransların biyokimyasal mekanizmalarının ortaya konması ve ıslah çalışmalarında yön verici olması amacıyla bu tez çalışması planlanarak yürütülmüştür.

Araştırmamızda, sap eksplantlarında kallus oluşumu 8–20 günler arasında, yaprak eksplantlarında ise 9-22 günler arasında gerçekleşmiştir. Hayta (2003), yaptığı çalışmada benzer sonuçları bulmuştur.

Yapılan istatistiksel değerlendirmede yaprak ve sap eksplantları ele alındığında, kallus oluşturma açısından sap eksplantlarının daha iyi sonuçlar verdiği de görülmüştür. Sonuçlar Hayta (2003)’nın pamukta ile yaptığı çalışma ile paralellik göstermiştir.

Tuzluluk, yüksek bitkilerde net fotosentez ve büyümede azalmaya neden olmakta ve bitkilerin tuzluluğa tolerans derecesine göre çeşitli fotosentez mekanizmalarının işlerlik gösterebildiği bilinmektedir (Long ve Baker, 1986).

Klorofil a miktarı bakımından, kontrolden başlayarak 250 mM konsantrasyonuna doğru değerler azalmıştır. Bu kapsamda hem sap, hem de yaprak kalluslarına bakıldığında genel

olarak bir paralellik olmakla birlikte, sap kalluslarında klorofil a miktarı yaprak kalluslarından daha düşük değerler vermiştir. Eksplant tipi ve çeşitler açısından klorofil a miktarı yüksek çıkmıştır. Bu yönde, Fabaceae familyasından tuza toleranslı *Sesbania rostrata* ve toleranslı olmayan *Phaseolus vulgaris* L. ile yapılan fotosentez verimine ilişkin çalışmada, *S. rostrata*'da fotosentez verimini gösteren Fv/Fm oranının, artan tuz konsantrasyonlarıyla değişmediği, fasulye bitkisinde ise bu oranın azaldığı; fotosentetik pigmentlerden klorofil a içeriğinin de, yine fasulyede önemli ölçüde düştüğü gösterilmiştir (Jungklang ve ark., 2003). Hem klorofil a hemde klorofil b açısından değerlendirildiğinde 150 mM konsantrasyona kadar tek grup oluşturmuş ve istatistiksel olarak kontrolle aralarında fark olmadığı ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla kullanılan çeşitler açısından tuza tolerans sınırı olarak 150 mM konsantrasyon seviyesi olduğu söylenebilir.

Aynı şekilde, Makela ve ark. (1999)'nın çalışmalarında tuzluluğa toleranslı domates türlerinde klorofil miktarının göze çarpar bir şekilde arttığı; Khavari-Nejad ve Mostofi (1998)'nin çalışmalarında tuzluluğa duyarlı dört domates kültür çeşidinde klorofil (chl a, chl a+b) ve β- karoten miktarlarının, kontrole göre, azaldığı saptanmıştır.

Yapılan araştırmalarda, tuz stresine bağlı olarak gelişebilen oksidatif stres sonucu ortaya çıkan süperoksit radikallerini yok eden sistemler etkili bir şekilde çalışmadığında, öncelikle plastidlerin bütünlüğünün zarar gördüğü ve fotosentez hızının azaldığı gösterilmiştir (Osswald ve ark., 1992). Ayrıca, Reddy ve Vora (1986), tuz uygulanan bitkilerin klorofil içeriğinde görülen azalmanın, klorofil parçalayan klorofilaz enziminin aktivitesindeki artışa bağlı olduğu görüşünü ileri sürmüştür.

Bu duruma göre, fotosentez verimi ve fotosentetik pigment içeriği analiz bulgularımıza göre Nazilli-84 pamuk çeşidinin tuza reaksiyonu en fazla olmuştur, Dolayısıyla çeşitler arasında NaCl stresine en toleranslı olan çeşittir diyebiliriz. Fotosentetik pigment içeriği açısından incelendiğinde diğerlerine göre NM-503 çeşiti daha hassas olarak görünmektedir.

KAYNAKLAR

- Abrol, I.P., Yadev, J.S.P. and Massoud, F.I., 1988, Salt effected soils and their management. Food and agriculture organization of the United Nations Soils Bulletin No:39.
- Açıkgöz, N., İlker, E. ve Gökçöl, A. 2004. Biyolojik araştırmaların bilgisayarda değerlendirilmeleri. Ege Üniversitesi Tohum Teknoloji ve Uygulama ve Araştırma Merkezi Yay., 2, İzmir, s, 236.
- Akman, Y. ve Darıcı, C., 1998, Bitki Fizyolojisi (Beslenme ve Gelişme Fizyolojisi). Kariyer Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara, 550 s.
- Amon D. I., 1949, Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*, Plant Physiol., 24: 1-10.
- Banuls, J. and Primo-Millo, E., 1992, Effects of chloride and sodium on gas exchange parameters and water relations of citrus plants. Physiol. Plant., 78: 238-246 pp.
- Bergmann, W., 1992, Nutritional Disorders of Plants – Development, Visual and Analytical Diagnosis, Fischer Velag, Jena.
- Brugnoli, E., and Björkman, O., 1992, Growth of cotton under continuous salinity stress: influence on allocation pattern, stomatal and non-stomatal components of photosynthesis and dissipation of excess light energy. Planta, 187: 335–347 pp.
- Chaillou, F.B. and Guerrier, G., 1992, Salt-Responses in *Lycopersicon esculentum* calli and whole plant. J. Plant Physiol., 140: 494- 497 pp.
- Demming-Adams, B. and Adams, W.W. III., 1992, Photoprotection and other responses of plants to high light stress. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 43: 599-626 pp.
- Downton, W.J.S., Grant, W.J.R. and Robinson, S.P., 1985, Photosynthesis and stomatal responses of spinach leaves to salt. Plant Physiol., 78: 85-88 pp.
- Downton, W.J.S., Loveys, B.R. and Grant, W.J.R., 1988, Stomatal closure fully accounts for the inhibition of photosynthesis by abscisic acid. New Phytol., 108: 263-266 pp.
- Elliältioğlu, Ş. ve Tıpırdamaz, R., 1998, Doku kültürünün tuz stresine dayanıklılıkta kullanımı. Bitkilerde Stres Fizyolojisinin Moleküler Temelleri Sempozyumu, 22-26 Haziran, E.Ü. Ziraat Fakültesi, E.Ü. Bilim–Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, Bornova – İzmir, 234 s.

- Falk, S., Maxwell, D.P., Laudenbach, D.E. and Huner, N.P.A., 1996, Photosynthetic adjustment to temperature (Chapter 15).
- Flowers, T. J., 1988, Chloride as a nutrient and as an osmoticum “advances in plant nutrition”, (B. Tinker and A. Läuchli, Eds.), Praeger, New York, 3: 55-78 pp.
- Gouia, H., Ghorbal, M.H. and Touraine, B., 1994, Effects of NaCl on flows of N and mineral ions and on NO₃-reduction rate within whole plants of salt-sensitive bean and salt-tolerant cotton. *Plant Physiology*, 105 (4): 1049-1417 pp.
- Güneş, A., İnal, A., Alpaslan, M. and Aktaş, M., 1995, Effect of salinity stress on stomatal resistance, proline, chlorophyll and mineral composition of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Soil Hayta*, Ş, 2003, Bazı Doğal Renkli Pamuk Hatlarında (*Gossypium Hirsutum* L.) In Vitro Rejenerasyon.E.Ü Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi. İzmir.
- Jungklang, J., Usui, K. and Matsumoto, H., 2003, Differences in physiological responses to NaCl between salt-tolerant *Sesbania rostrata* Brem & Oberm. and non-tolerant *Phaseolus vulgaris* L. *Weed Biology and Management*, 3(1): 21.
- Kacar, B., Katkat, A.V. ve Öztürk, Ş., 2002, Bitki Fizyolojisi, VİPAŞ A.Ş. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Bursa, 562 s.
- Khan, S.A., Mulvaney, R.L. and Mulvaney, C.S., 1997, Accelerated diffusion methods for inorganic-nitrogen analysis of soil extracts and water. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 61: 936-942 pp.
- Khavari-Nejad, R.A. and Mostofi, Y., 1998, Effects of NaCl on photosynthetic pigments, saccharides, and chloroplast ultrastructure in leaves of tomato cultivars. *Photosynthetica*, 35(1): 151-154 pp.
- Long, S.P. and Baker, N.R., 1986, Saline terrestrial environments. In *photosynthesis in contrasting Environments* (N.R. Baker and S.P. Long eds.). Elsevier, Amsterdam, ISBN 0444807721, 63-102 pp.
- Makela, P., Kontturi, M., Pehu, E. and Somersalo, S., 1999, Photosynthetic response of drought and salt-stressed tomato and turnip rape plants to foliar-applied glycinebetaine. *Physiologia Plantarum*, 105: 45-50 pp.
- Munns, R. and Termaat, A., 1986, Whole-plant responses to salinity. *Aust. J. Plant Physiol.*, 13: 143-160 pp.
- Murashige, T. and Skoog F., 1962, A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.*, 15: 473-497.
- Osswald, W., Kraus, R., Hippeli, S., Benz, B., Volpert, R. and Elstner, E., 1992, Comparison of enzymatic activities of dehydroascorbic acid reductase, glutathione reductase, catalase, peroxidase and superoxide dismutase of healthy and damaged spruce needles (*Picea abies* L.). *J. Plant Physiol.*, 139: 742- 748 pp.
- Querghi, Z., Cornic, G., Roudani, M. and Ayadi, A., 2000, *J. Plant Physiol.*, 156: 335-340 pp.
- Rao, G.G. and Rao, G.R., 1981, Pigment composition and chlorophyllase activity in Pigeon pea (*Cajanus indicus*)
- Reddy, M.P. and Vora, A.B., 1986, Changes in pigment composition, Hill reaction activity and saccharides metabolism in bajra (*Pennisetum typhoides* S&H) leaves under NaCl salinity. *Photosynthetica*, 20: 50-55 pp.
- Salama, S., Trivedi, S., Busheva, M., Arafà, A.A., Garab, G. and Erdei, L., 1994, *J. Plant Physiol.*, 144: 241-244 pp.
- Schwarz, M. and Gale, J., 1981. Maintenance respiration and carbon balance of plants at low levels of sodium chloride salinity. *J. Exp. Bot.*, 32: 933-941 pp.
- Sharma, P.K. and Hall, D.O., 1992, Changes in carotenoid composition and photosynthesis in sorghum under high light and salt stresses. *J. Plant Physiol.*, 140: 661-665 pp.
- Terry, N., 1977, Photosynthesis, growth and the role of chloride, *Plant Physiol.*, 60: 69-75 pp.
- Walker, R.P., Trokfaluy, E., Scott, N.S. and Kriedeman, E.P., 1981, Analysis of photosynthetic response to salt treatment in *Vitis vinifera*. *Aus. J. Plant Physiol.*, 8: 359-374 pp.
- Weimberg, R., 1988, Modification of foliar solute concentrations by calcium in two species of wheat stressed with sodium chloride and/or potassium chloride. *Physiologia Plantarum*, 73: 418- 425 pp.