

Kuraklık ve Tuzluluk Streslerine Tolerans Bakımından Fasulye Genotiplerinin Taranması

Emine Kaya¹, Hayriye Yıldız Daşgan¹, Yelderem Akhoundnejad¹, Şebnem Kuşvuran²,

Gökçe Aydoğan Çoban³, Mehmet Akyol¹

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana

²Çankırı Karatekin Üniversitesi, Kızılırmak Meslek Yüksekokulu, Çankırı

³Bozok Üniversitesi, Akdağmadeni Meslek Yüksekokulu, Yozgat

e-posta: y_akhondnejad@yahoo.com.tr

Özet

Bu çalışmada, 81 adet farklı fasulye genotipinin kurak ve tuzluluğa tolerans seviyelerinin erken bitki gelişme aşamasında araştırılması amaçlanmıştır. Tuz ve kuraklığa yüksek tolerans gösteren fasulye genotipleri üreticilere önerilebileceği gibi ilerde ıslah çalışmalarında gen kaynağı olarak da kullanılabilir. Bitkiler, “substrat kültürü” tekniği ile vermikulit ortamında yetiştirilmiştir. Fasulye genotiplerinin tuz stresine tepkilerini ortaya çıkarmak için 200mM NaCl kullanılırken, kuraklık stresi kademeli su kesilerek oluşturulmuştur. Denemede 28 günlük erken gelişme aşamasındaki fasulye bitkileri ile çalışılmış, verime kadar gidilmemiştir. Farklı fasulye genotiplerinin tuz ve kuraklığa tolerant olanlarını belirlemek amacıyla bir seri morfolojik ve fizyolojik ölçümler ve analizler yapılmıştır. Bunlar; 0-5 skalasına göre genotiplerde semptomatik zararlanmanın puanlandırılması, yeşil aksam taze ve kuru ağırlıkları, kök taze ve kuru ağırlıkları, yaprak sayısı, bitki boyu, yaprak alanı, membran zararlanma indeksi, SPAD-klorofil metre okumaları, yaprak oransal su içeriği, yaprak su potansiyeli, yaprak osmotik potansiyel, stoma geçirgenliği, yaprak sıcaklığı, yeşil aksam ve kökte Na, K, Ca ve Cl analizleridir. İncelenen tüm parametreler bakımından tuz ve kuraklık stresindeki bitkilerde kontrol bitkilerine göre oluşan % değişimler hesaplanmıştır. Ayrıca parametrelerin birbirleriyle olan ilişkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, incelenen fasulye genotiplerinin tuz ve kuraklık streslerine tepkileri bakımından geniş bir varyasyonun olduğu belirlenmiştir. Seksen bir farklı fasulye genotipi tuz ve kuraklığa toleran, orta düzeyde toleran ve hassas olarak sınıflandırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Kuraklık stresi, NaCl stresi, tolerans, tarama

Screening of the Bean Genotypes for Their Tolerans to Salinity and Drought Stresses at the Early Plant Growth Phase

Abstract

In this study, salinity and drought responses of the 81 bean genotypes have been investigated under the early plant growth phase. The goal of the work was the determination of tolerance levels of the bean genotypes. The bean genotypes with high tolerance level can be suggest to the growers and also can be used as genetic material in breeding programs in the future. The plants have been grown in vermiculite by “substrate culture” technique. The bean genotypes have been grown with 200mM NaCl for salinity stress and irrigation was stopped gradually for drought stress. Control plants without stress have also been grown. Young plant stage (28 days old plant) was used for screening studies and plants were not been grown until fruit stage. In order to identified tolerance and susceptible bean genotypes some morphological and physiological measurements and analysis have been realized. All these parameters’ differences in salinity and drought stresses via control have been calculated. Also the relationships among the parameters have been investigated. At the end of the study, large variations have been determined in bean genotypes for their salinity and drought responses. Eighty-one bean genotypes have been classified; tolerant, mild tolerant and susceptible. In general okra plants sometimes have been shown similar responses in saline and drought conditions, however, salinity stress more severe than drought stress.

Keywords: Bean, NaCl stress, drought stress, tolerance, screening

Giriş

Biyotik ve abiyotik stres etmenlerinin etkisi altında bitkilerde ortaya çıkan değişimler stres olarak ifade edilmektedir (Taiz ve Zieger, 2002). Kuraklık ve tuzluluk dünyada tarımsal

üretimi sınırlandıran en önemli abiyotik stres sorunları olarak karşımıza çıkmaktadır (Boyer, 1982).

Tuzluluk; özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yılanarak yeraltı suyuna karışan çözünabilir tuzların yüksek taban

suyuyla birlikte kapillarite yoluyla toprak yüzeyine çıkması ve buharlaşma sonucu suyun topraktan ayrılarak tuzun toprak yüzeyinde ve yüzeye yakın bölümünde birikmesi olayıdır (Ergene, 1982; Kwiatowsky, 1998, Kara, 2002). Tuzluluk bitkinin morfolojisi ve anatomisini de kapsayan tüm metabolizmasını etkileyen bir faktördür (Levitt, 1980). Tuz toleransı, bitkilerde farklı biçimlerde kendini gösterebilmektedir. Levitt (1980)'in açıkladığı iki farklı mekanizma, daha sonraki yıllarda Marschner (1995) tarafından da geliştirilerek anlatılmıştır. Buna göre, eğer bir bitkide tuzdan sakınım (*exclusion*) ve tuzu kabullenme (*inclusion*) mekanizmalarından birisi iyi gelişmiş ise, bu bitki genotipinin tuzla toleransı yüksek olmaktadır (Kuşvuran ve ark., 2008).

Kuraklık, genel anlamda meteorolojik bir olgu olup toprağın su içeriği ile bitki gelişiminde gözle görülür azalmaya neden olacak kadar uzun süren yağışsız dönemdir. Kuraklık genel olarak su noksanlığı ve kuruma olarak iki tipe ayrılabilir; su noksanlığı, orta düzeydeki su kaybı olarak tanımlanırken, kuruma ise aşırı miktardaki su kaybı olarak tanımlanabilir (Smirnov, 1993). Kurak şartlar altında yapraklarda meydana gelen morfolojik değişimler, genelde transpirasyonla kaybedilen su miktarını azaltmaya; köklerde oluşan morfolojik değişimler ise topraktaki suyu daha yüksek bir kuvvetle absorbe etmeye yöneliktir (Çırak ve Esenal, 2006). Değişen yağış rejimlerinin de etkisi ile topraklarda oluşan kuraklık ve beraberinde getirdiği tuzluluk, bitkisel üretimi önemli ölçüde sınırlandırmaktadır. Burada sunulan çalışmada, fasulye türüne ait çoğunluğu ülkemizin farklı bölgelerinden toplanan bir koleksiyonun içinden seçilen fasulye genotiplerinin kurak ve tuzluluğa tolerans seviyelerinin erken bitki gelişme aşamasında araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Seksen bir yerel fasulye genotipinin yer aldığı çalışmada materyaller, Çukurova Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait gen havuzundan temin edilmiş olup, deneme gündüz ve gece sıcaklığı ortalama olarak 28-30°C ve 20-24°C, nisbi nemin ortalama olarak %60-70 olduğu cam serada gerçekleştirilmiştir.

Tohumlar doğrudan 2 L hacminde ve içinde vermikulit içeren plastik saksılara ekilmiş, bitkiler 3 gerçek yapraklı aşamaya ulaşmaya

kadar N: 130 mg/l, P: 35 mg/l, K: 220 mg/l, Mg: 45 mg/l, Ca: 150 mg/l, S: 70 mg/l, Fe: 1.50 mg/l, Mn: 0.80 mg/l, B: 0.50 mg/l, Zn: 0.15 mg/l, Cu: 0.10 mg/l ve Mo: 0.10 mg/l içeriğine sahip besin solüsyonu ile sulanmış, drenaj seviyesi %20 oranında tutulmuştur.. Bu aşamadan itibaren stress uygulamalarına başlanmıştır. Tuz stresi için 50 mM NaCl uygulamasından başlanarak kademeli olarak artış sağlanmış ve 4 gün sonunda 200 mM'a ulaşılmıştır. Kuraklık stresi için ise sulama kademeli olarak kesilmiş ve 4. Gün sonunda sulama tamamen sonlandırılmıştır. Denemede 28 günlük erken gelişme aşamasındaki fasulye bitkileri ile çalışılmış, verime kadar gidilmemiştir. Farklı fasulye genotiplerinin tuz ve kuraklığa tolerant olanlarını belirlemek amacıyla bir seri morfolojik ve fizyolojik ölçümler ve analizler yapılmıştır. Bunlar; 0-5 skalasına göre genotiplerde semptomatik zararlanmanın puanlandırılması, yeşil aksam taze ve kuru ağırlıkları, kök taze ve kuru ağırlıkları, yaprak sayısı, bitki boyu, yaprak alanı, membran zararlanma indeksi, SPAD-klorofil metre okumaları, yaprak oransal su içeriği, yaprak su potansiyeli, yaprak osmotik potansiyel, stoma geçirgenliği, yaprak sıcaklığı, yeşil aksam ve kökte Na, K, Ca ve Cl analizleridir.

Tartışma ve Sonuç

Seksen bir farklı fasulye genotipinin tuz ve kuraklığa olan tepkilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen çalışmada, genotipler arasında geniş bir varyasyon olduğu tespit edilmiştir. Tuz stresinde tüm genotiplerin ortalamasının skala değerinin 2.76, kuraklık stresinde ise tüm genotiplerin ortalamasının skala değerinin 3.12 olduğu saptanmıştır. Domateste (Daşgan ve ark., 2002), biberde (Aktaş ve ark., 2006), fasulyede (Daşgan ve Koç, 2009) yapılan tuz stresine karşı tarama çalışmalarında skala değerleri bakımından genotipler arasında önemli varyasyonların görüldüğü ve diğer morfolojik ve fizyolojik parametreler yanında skala değerlendirmesinin de önemli olduğu bildirilmektedir.

Tuz ve kuraklık stresi bitkilerde bitki boyu, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıkları, yaprak sayısı ve yaprak alanı bakımından kontrol bitkilerine oranla değişen oranlarda azalmaya yol açmıştır (Çizelge 1). Tuzluluk stresi genotiplerde genel olarak bitki boyunda %69.46, yaprak sayısında %63.72, yaprak alanında

%60.73 oranında bir azalmaya neden olurken, kuraklık stresinde bu oran kontrol bitkilerine göre %67.16, %54.01 ve %72.59 düzeyinde gerçekleşmiştir. Kuşvuran (2010), kavunda tuz ve kuraklık stresinin bitki boyu bakımından ortaya çıkardığı tepkiler karşılaştırıldığında, tuz stresinin bitki boyunda meydana getirdiği azalmanın kuraklık stresine göre daha fazla olduğunu, yaprak alanının tuz ve kuraklık stres koşullarında azalma eğilimi gösterdiğini belirlemiştir. Tuz ve kuraklık stresi çalışmada yer alan fasulye genotiplerinde yeşil aksam ve köklerinin, yaş ve kuru ağırlık değerlerinin azalmasına neden olmuştur. Tuz ve kuraklık stresinin fasulye genotipleri üzerindeki etkileri karşılaştırıldığında kuraklık stresinin ortaya koyduğu etkinin daha yüksek olduğu ve bu nedenle yeşil aksam yaş (Y.A.Y.A.) ve kuru ağırlık (Y.A.K.A.) bakımından kontrol bitkilerine oranla daha büyük kayıpların meydana geldiği belirlenmiştir (Çizelge 1). Tuz ve kuraklık çalışmaları sonucu elde edilen değerler bakımından yaprak oransal su içeriğinin (RWC) genel olarak kuraklık stresinden daha fazla etkilendiği görülmüştür. Tuz stresi koşullarında ortalama değişim %8.01 oranında artış gösterirken, kuraklık stresinde bu oran ortalama %1.62 oranında azalma şeklinde görülmüştür. Yakıt ve Tuna (2006), mısırdaki yaptıkları çalışmada 100 mM NaCl uygulamasında nispi su içeriğinin stres koşullarında düştüğünü ve kontrol bitkilerinde ise en yüksek değerlere ulaştığını ifade etmişlerdir. Tuz ve kurak koşullarda yetiştirilen 81 adet fasulye genotipinde yaprak hücre membranlarında (MII) meydana gelen zararlanma bakımından ortaya çıkan değişimler, her iki stres koşulunda farklı sonuçlar ortaya çıkarmıştır.

Çalışmada stres koşullarında K, Ca ve Na iyonları bakımından meydana gelen değişimler de incelenmiştir. Buna göre, stres uygulanan bitkilerde yeşil aksam K konsantrasyonu tuz stresi altındaki bitkilerde artarken, kuraklık stresinde azalma göstermiştir. Kök K konsantrasyonu ise her iki stresten de olumsuz etkilenecek azalma göstermiştir. Tuz ve kuraklık stresi sonucu yeşil aksam Ca konsantrasyonu kontrol bitkilerine göre ortalama % değişimleri azalma göstermiştir. Kök Ca konsantrasyonu ise tuz stresi altındaki bitkilerde artma gösterirken, kuraklık stresi altındaki bitkilerde kontrol

bitkilerine göre ortalama % değişimleri düşük oranda azalma göstermiştir.

Tuz uygulanan fasulye bitkilerinin ve uygulanmayan kontrol bitkilerine göre % değişim ortalamalarına bakıldığında, yeşil aksam K/Na oranları bakımından önemli bir azalmanın olduğu görülmüştür. Buna göre tuzlulukta kontrole göre değişim ortalamasının %67.65 olduğu tespit edilmiştir. Kök K/Na oranı % değişim ortalaması bakımından Çizelge 1.'de de görüldüğü gibi tuz stresi, fasulye genotiplerinde kontrole göre %93.15 oranında önemli bir azalma meydana getirmiştir. 200 mM NaCl uygulanan fasulye genotiplerinin yeşil aksam Ca/Na oranları bakımından kontrol bitkilerine göre % değişimi genel olarak ortalama %78.48 oranında azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Tuz koşullarında yetiştirilen fasulye genotiplerinin kök Ca/Na oranlarının % değişim ortalaması ise kontrol bitkilerine göre %88.20 oranında azalma göstermiştir. Bitkilerin tuzlu koşullarda Na⁺ iyonu yerine K⁺ veya Ca²⁺ iyonlarını almayı tercih etmelerini sağlayan seçicilik özelliğinin gelişmiş olması ve buna bağlı olarak ölçülen yüksek K/Na ve Ca/Na oranları, tuza tolerant genotip seçimlerinde kullanılabilecek güvenilir bir parametre olarak literatürde karşımıza çıkmaktadır (Daşgan ve Koç, 2009; Kuşvuran, 2010).

Tuz ve kuraklık stresi sonucu bitkilerin yaprak su potansiyellerinin (Yaprak Su Pot.) kontrole göre ortalama % değişimlerinde artış meydana geldiği belirlenmiştir. Tuz ve kuraklık stresi fasulye genotiplerinde yaprak sıcaklığı bakımından farklı tepkiler göstermiştir.

Yapılan çalışma sonucunda tuz stresi altındaki bitkilerin stoma geçirgenliği (Stoma Geçirg.) kontrol bitkilerine oranla %20.12 oranında azalma oluştururken, kuraklık stresi sonucu bu azalmanın kontrol bitkilerine göre %14.13 oranında olduğu belirlenmiştir. Romero-Aranda ve ark. (2001) *L. esculentum* kültürleriyle yaptıkları çalışmada, 2 ay süre ile 35 ve 70 mM NaCl stresi uygulanan domates bitkilerinin stoma geçirgenliğinde önemli bir azalma bulmuşlardır. Tuz ve kuraklık stresi altındaki genotiplerin yaprak ozmotik potansiyellerinin (Yap. Ozmo. Pot.) ortalama % değişimi kontrol bitkilerine göre değerlendirildiğinde, tuz stresi %292.30 oranında artış göstermiştir. Kuraklık stresi ise yaprak ozmotik potansiyeli bakımından tuz

stresinden daha az düzeyde genel olarak ortalama %31.74 oranında artış göstermiştir (Çizelge 1). Kuşvuran (2012) kavunda yaptığı çalışmada stres koşulları altında bitki kuru ağırlık, osmotik potansiyel, yaprak su potansiyeli ve stoma iletkenliği hassas genotiplerde tolerant genotiplere oranla daha düşük olduğunu belirlemiştir. Yaprak sıcaklığı stres koşulları ile birlikte artış göstermiştir. Çalışma sonucunda, dayanıklı kavun genotiplerinin tuz ve kuraklık koşullarında yaşamalarını devam ettirebilmek için çok daha etkili bir korunma mekanizmasına sahip oldukları görülmüştür.

Sonuç

Seksen bir farklı fasulye genotipi ile gerçekleştirilen kuraklık ve 200 mM NaCl uygulanması ile oluşturulan tuz stresi karşısında genotiplerin farklı dayanıklılık ve duyarlılık seviyeleri gösterdikleri belirlenmiştir. Tuz ve kurak koşullar altında yetiştirilen bitkilerin incelenen parametreler bakımından genel olarak stres ile birlikte azalma gösterdiği, bununla birlikte membran zararlanma düzeyinde artış meydana geldiği belirlenmiştir. Bununla birlikte tuz stresi koşullarında bitki bünyesindeki Na oranında artış görülürken, bu artışın genotipler arasında önemli bir varyasyon oluşturduğu tespit edilmiştir. Yaprak ve köklerde K/Na oranı ve Ca/Na oranları genotiplerin stres koşullarında tercihini belirleyen en önemli parametreler arasında bulunduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda incelenen genotipler Seksen bir farklı fasulye genotipi tuz ve kuraklığa tolerant, orta düzeyde tolerant ve hassas olarak sınıflandırılmıştır

Kaynaklar

Aktas, H., Abak, K., Cakmak, I., 2006. Genotypic variation in the response of pepper to salinity. *Scientia Hort.* 110: 260-266.

Boyer, J.S., 1982. Plant productivity and environment potential for increasing crop plant productivity. *Genotypic Selection. Science*, 218:443-448.

Çırak, C., Esendal, E., 2006. Soyada kuraklık stresi OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 21(2):231-237.

Daşgan, H.Y., Koç, S., 2009 Evaluation of salt tolerance in common bean genotypes by ion regulation and searching for screening

parameters. *J. of Food, Agriculture & Environment*, 7(2): 363-372.

Erdal, İ., Türkmen, Ö., Yıldız, M., 2000. Tuz stresi altında yetiştirilen hıyar (*Cucumis sativus* L.) fidelerinin gelişimi ve kimi besin maddeleri içeriğindeki değişimler üzerine potasyumlu gübrelemenin etkisi. *YYÜ, Zir. Fak. Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(1): 25-29.

Ergene, A., 1982. Toprak Bilgisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:267, Ders Kitapları Serisi No:42, Erzurum.

Kara, T., 2002. Irrigation scheduling to prevent soil salinization from a shallow water table. *Acta Horticulture*, 573:139-151.

Kuşvuran, Ş., Yaşar, F., Abak, K., Ellialtıoğlu, Ş., 2008. Tuz stresi altında yetiştirilen tuza tolerant ve duyarlı *cucumis* sp.'nin bazı genotiplerinde lipid peroksidasyonu, klorofil ve iyon miktarlarında meydana gelen değişimler. *YYÜ, Zir. Fak. Tarım Bilimleri Dergisi*, 18(1): 13-20.

Kuşvuran, Ş., 2010. Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar. Doktora Tezi. Ç.Ü. Fen Bilimler Enstitüsü, 356. Adana.

Kwiatowsky, J., 1998. Salinity classification, mapping and management in Alberta. <http://www.agric.gov.ab.ca/sustain/soil/salinity>

Levitt, J., 1980. Responses of plants to environmental stresses. Vol. II, 2nd Ed. Academic Press, New York, 607s.

Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, 657-680.

Romero-Aranda, R., Soria, T., Cuartero, J., 2001. Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. *Plant Sci.*, 160:265-272.

Rush, D.V., Epstein, E. 1981. Comparative studies on the sodium, potassium and chloride relations of a wild hallophytic and domestic salt-sensitive tomato species. *Plant Physiol.*, 68: 1308-1313.

Smirnoff, N., 1993. The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation. *New Phytol.*, 125:27-58.

Taiz, L., Zeiger, E., 2002. Plant Physiology. 3. Edition, Sinuoe Press.

Yakıt, S., Tuna, A.L., 2006. Tuz stresi altındaki misir bitkisinde (*Zea mays* L.) stres parametreleri üzerine Ca, Mg ve K'nın etkileri. Akdeniz Üniv. Zir. Fak. Dergisi, 19(1): 59-67.

Çizelge1. Tuzluluk ve kuraklık stresleri altında incelenen parametreler bakımından bitkilerin ortalama değerleri

Parametreler	Kontrol	Tuz	Kurak	Kontrolle göre % değişim	
				Tuz	Kurak
Skala	-	2.76	3.12	-	-
Bitki Boyu	127.71	38.87	40.60	-69.46	-67.16
Yaprak Sayısı	7.31	3.28	2.55	-54.01	-63.72
Y.A.Y.A.	27.43	8.72	6.47	-67.75	-75.52
Y.A.K.A.	3.04	1.08	0.97	-63.12	-66.56
Kök Yaş Ağırlık	18.46	13.77	8.67	-21.90	-49.61
Kök Kuru Ağırlık	0.78	0.57	0.64	-24.18	-14.39
Klorofil	36.59	38.40	49.95	6.05	37.88
Yaprak Alanı	836.45	301.01	211.94	-60.73	-72.59
RWC	54.08	56.48	51.64	8.01	-1.62
MII	-	38.44	6.88	-	-
Yeşil Aksam Cl	1.07	7.85	-	677.87	-
Kök Cl	0.90	3.38	-	296.00	-
Yeşil Aksam Na	0.82	3.30	-	349.82	-
Kök Na	0.42	4.42	-	1023.24	-
Yeşil Aksam K	4.06	5.26	3.45	32.05	-11.26
Kök K	0.88	0.81	0.59	-18.78	-43.47
Yeşil Aksam Ca	2.11	1.70	0.90	-11.65	-54.22
Kök Ca	0.49	0.78	0.66	19.24	-3.40
Yeşil Aks. K/Na	5.80	1.79	-	-67.65	-
Kök K/Na	3.33	0.19	-	-93.15	-
Yeşil Aks. Ca/Na	3.03	0.58	-	-78.48	-
Kök Ca/Na	2.24	0.22	-	-88.20	-
Yaprak Su Pot.	13.88	15.75	14.99	68.25	24.90
Yaprak Sıcaklığı	31.84	25.10	36.16	-20.57	13.95
Stoma Geçirg.	28.28	10.95	17.10	-20.12	-14.13
Yap. Ozmo. Pot.	611.00	1966.00	690.00	292.30	31.74