



TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ 2006, 12 (2) 188-194
ANKARA ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ
DOI: 10.1501/Tarimbil_0000000472

Potasyum Uygulamasının Tuz Stresindeki Arpanın Fotosentetik Pigment İçeriği, Ozmotik Potansiyel, K^+/Na^+ Oranı ile Bitki Büyümesindeki Etkileri

Mehmet YAĞMUR¹

Diğdem KAYDAN¹

Neşe OKUT¹

Geliş Tarihi: 30.03.2006

Öz: Bu saksı çalışmasında, Tokak 157/37 arpa çeşidinde (*Hordeum vulgare* L.) potasyum uygulamasının (K_2SO_4) tuzlu ve tuzsuz koşullarda etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Saksılarda 4 farklı (0, 200, 400, ve 600 mg K kg⁻¹ saksı) potasyum dozu, tuzlu ve tuzsuz ortamlarda uygulanmıştır. Denemede tuzluluk düzeyi 8 mmhos cm⁻¹ olarak belirlenmiştir. Tuz stresi şartlarında Tokak 157/37 arpa çeşidinin toprak altı ve toprak üstü kuru ağırlıkları, ozmotik potansiyeli, fotosentetik pigment içerikleri ve K^+/Na^+ oranında tuzsuz şartlara göre kıyaslandığında azalma belirlenmiştir. Toprağa uygulanan potasyumun Tokak 157/37 çeşidinin toprak altı ve üstü kuru ağırlıklarını, ozmotik potansiyeli, fotosentetik pigment içeriklerini ve K^+/Na^+ oranlarını arttırmıştır. Potasyum uygulaması bitki gelişimini önemli derecede etkileyerek tuzun negatif etkisini azaltmıştır.

Anahtar Kelimeler: potasyum, tuza dayanıklılık, arpa, ozmotik potansiyel

Effects of Potassium Application on Photosynthetic Pigments, Osmotic Potential, K^+/Na^+ Ratio and Plant Growth of Barley under Salinity

Abstract: A greenhouse pot experiment was conducted to study the influence of potassium rates on cultivar of barley (*Hordeum vulgare*, L. Cv Tokak 157/37) under salt stress and normal conditions. Potassium (K_2SO_4) were added to soil at four levels (0, 200, 400, 600 mg K kg⁻¹) under nonsaline and saline conditions. Soil salinity used in the experiment with salinity concentrations at 8 mmhos cm⁻¹. NaCl affected adversely barley seedlings and significantly decreased dry shoot and root weights, leaf potassium to sodium ratio and osmotic potential, and photosynthetic pigments, compared to nonsalinity condition. Potassium applications significantly affected on dry shoot and dry root weights, osmotic potential, leaf potassium to sodium ratio, and photosynthetic pigment contents in Tokak 157/37 variety. In the present study potassium application had positive effects on salinity and alleviated negative effects of salinity on barley seedling.

Key Words: potassium, salt tolerance, barley, osmotic potential

Giriş

Kurak ve yarı kurak iklimlerde yaygın olan tuzlu topraklar genellikle nehirlerle çıkışı olmayan kapalı havzalarda uygun olmayan toprak yapısı, sert toprak tabakaları, uygun olmayan sulama şekli, yetersiz drenaj sistemi ve aşırı buharlaşma neticesinde ortaya çıkmaktadır (Ashraf 1994). Dünyada ve ülkemizde tuzlu toprakların miktarı her geçen gün artmakta, verim azalmakta ve bazı alanlar aşırı tuzlanma nedeniyle tamamen üretim dışı kalmaktadır. Türkiye de tarım yapılan 2-2.5 milyon hektar alanda tuzluluk problemi vardır (Munsuz ve ark. 2001).

Bitkilerde tuzun en basit etkisi, topraktaki sudan bitkinin yararlanamaması yanında bitki besinlerinin alınımının azalmasıdır (Crawley 1997). Tuzlu topraklarda artan ozmotik potansiyelden dolayı bitkilerin suyu yeteri kadar kullanamaması ya da ortamda aşırı

miktarlarda bulunan Na^+ ve Cl^- un neden olduğu toksik etkiden dolayı azalma olmaktadır (Greenway 1973, Flowers ve Yeo 1981). Tuz stresinde bitkilerde aşırı miktarlarda biriken Na, potasyumun alınımını (Siegel ve ark. 1980), Cl^- ise özellikle NO_3^- alınımını engelleyerek (Kirkby ve Knight 1987, Güneş ve ark. 1994, İnal ve ark. 1995) bitkilerin iyon dengesinde bozulmalara neden olabilmektedir.

Tuzlu koşullarda yetiştirilen bitkilerin iyon dengesinin bozulmasına paralel olarak mineral madde konsantrasyonlarında da önemli sayılabilecek oranlarda değişimler olmaktadır. Tuz stresinden etkilenmeyen ya da göreceli olarak daha az etkilenen bitkilerin dokularında Na ve Cl iyonları daha az, prolin miktarı ise daha fazladır (Flowers ve ark. 1977). Bitki tarafından alınan aşırı miktardaki tuzun hücre

¹Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Bölümü-Van

fonksiyonlarını bozması, hücre ve organel zarlarında meydana gelen tahribatlar nedeniyle fotosentez, solunum vb. işlevlerin sekteye uğraması tuz zararının başka bir sonucudur (Leopold ve Willing 1984).

Tuzlu şartlarda yetiştirilen buğdayda tuza dayanıklılık kriteri olarak bitkinin Na^+ ve K^+ içeriği kullanılmaktadır (Ahsan ve Khalid 1999). Potasyumun fotosentez, enzimatik aktivite, turgor potansiyeli, hücre uzaması, topraküstü ve toprak altı organlarının büyümesi, stoma hareketliliği, transpirasyon ve protein sentezinde önemli etkileri vardır (Tisdale ve ark. 1993; Marschner 1995). Potasyum konsantrasyonunun bitki bünyesinde artması, bitkinin tuza dayanıklılığını arttırmaktadır (Hsiao and Lauchli 1986). Ayrıca bitkinin sahip olduğu yüksek K^+/Na^+ oranının tuza dayanıklılıkla doğru orantılı olduğu bilinmektedir (Gorham 1990, Ashraf ve ark. 1997, Sherif ve ark. 1998).

Çimlenme devresinden sonraki gelişme devrelerinde tuza dayanıklı olan bitkiler çimlenme esnasında toprak tuzluluğuna karşı oldukça duyarlıdır (Tekinel ve Çevik 1983). Tuzlu alanlara uygun çeşit ve tür seçiminde bu özellik dikkate alınmalıdır.

Din ve ark. (2001) K^+/Na^+ oranının tuzluluğa bağlı olarak düştüğünü, tuza maruz bırakılan bitkilere yapraktan ve topraktan uygulanan potasyumun ise K^+/Na^+ oranını yükselttiğini bildirmektedirler. Helal ve ark. (1975) ile Shaaban ve ark. (2004)'da benzer sonuçları bildirmişlerdir. Tuzlu alanlarda toprağa uygulanan potasyum, arpada tuzun negatif etkisini azot alınımını artırarak azaltmaktadır (Helal ve ark. 1975).

Bu çalışma ile tuz stresi koşullarında potasyum uygulamasının arpa bitkisinde fotosentetik pigment içeriği, ozmotik potansiyel, K^+/Na^+ oranı ile bitki büyümesine olan etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi seralarında yürütülmüştür. Denemede bölgede yaygın olarak yetiştirilen Tokak 157/37 iki sıralı arpa çeşidi bitki materyali olarak kullanılmıştır. Tokak 157/37 arpa çeşidi tuza duyarlı bir çeşittir (Bağcı ve ark. 2003).

Toprak özellikleri: Toprak örnekleri, kimyasal analizlerden önce kurutulularak 2 mm'lik elek ile elenmiştir. Örneklerin kimyasal analizlerinde, Kacar (1995)'ın belirttiği metodlardan yararlanılmıştır.

Denemede kullanılan toprağın tekstürü kumlu killi tın özellikte olup (Ergene 1987) toplam organik madde içeriği % 2.1, toprak pH'ı 7.50, toplam azot % 0.8, yarıyıllı fosfor 15.8 mg P kg⁻¹ kuru toprak, değişebilir potasyum ise 150.5 mg K kg⁻¹ kuru toprak olarak ölçülmüştür.

Tuzluluk düzeyi: Deneme toprağında EC:8 mmhos cm⁻¹ lik tuz stresi ortaya koyabilmek için toprağa gerekli saf NaCl uygulanmıştır. Toprak tuzluluğu düzeyi Rhoades et al. (1992)' un bildirdiği gibi hazırlanmıştır. NaCl uygulanmayan şartlardaki toprak tuzluluk düzeyi, 0 mmhos cm⁻¹ olarak ele alınmıştır.

Potasyum uygulaması: Bu çalışmada, potasyum kaynağı olarak potasyum sülfat kullanılmıştır. Denemede 4 farklı potasyum (saf K) dozu kullanılmıştır.

- Kontrol (0)
- 35 kg ha⁻¹ (200 mg kg⁻¹ saksı)
- 70 kg ha⁻¹ (400 mg kg⁻¹ saksı)
- 105 kg ha⁻¹ (600 mg kg⁻¹ saksı)

Deneme tam şansa bağlı deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Saksı denemesinde saksılara mutlak kuru toprak ilkesine göre 2000 g toprak konulmuştur. Saksılardan drenajı engellemek amacıyla altları kapatılmıştır. Ayrıca tüm saksılara ekimden önce temel gübre olarak 100 mg kg⁻¹ düzeyinde saf azot (Amonyum Sülfat) ve saf fosfor (Triple süper fosfat) çözelti şeklinde verilmiştir.

Tohumlar ekimden, önce sodyum hipoklorid ile muamele edilerek yüzey siterilizasyonu yapılmıştır. Bu işlemden sonra tohumlar 5-6 defa saf su ile yıkanarak hipokloritten arındırılmıştır. Her bir saksıya 10 adet tohum ekilmiştir. Deneme süresince toprak neminin %15 'in altına düşmemesi için, saksılar her 48 saatte bir sulanmıştır. Deneme süresince saksıların yerleri 3 defa değiştirilerek ortamdaki kaynaklanan hata oranı azaltılmaya çalışılmıştır. Çimlenme tamamlandıktan sonraki 21 günlük gelişme döneminde bitkilerin toprak üstü ve toprak altı aksamının tamamı hasat edilmiştir.

Denemede İncelenen Özellikler

Ozmotik potansiyel: Yaprak ozmotik potansiyeli ekstraksiyonunda Jones and Turner's (1978) kullandığı metottan yararlanılmıştır. Potansiyel (-MPa), Vapour-pressure osmometer (Vapro Osmometer) yardımıyla ölçülmüştür. Ölçülen değerler negatif değerlerdir.

Klorofil pigment ekstraksiyonu: Klorofil miktarı tayini için için 0.1 g yaprak, 10 ml % 80 aseton içerisinde ezilerek ekstre edilmiştir (Arnon 1949).

Klorofil miktar tayini: Belirtilen yöntem uygun olarak hazırlanan her grup bitki örneklerine ait ekstraktların, spektrofotometrede 645 nm ve 663 nm dalga boylarındaki klorofil pigmentinin maksimum absorpsiyon (Jenway 6105 UV/VIS, Spectrophotometer) değerleri ölçülmüştür.

Klorofil ekstraktının iki farklı dalga boyunda yapılan optik yoğunluk (D) ölçümlerinden elde edilen değerlerin aşağıda verilen eşitliklerde yerlerine konmasıyla, bitki yaprak dokusunun 0.1 g'ında bulunan klorofil a ve klorofil b mg olarak hesaplanmıştır.

- mg klorofil a / g doku = [12,7 (D663) – 2,69 (D645)] (V / 1000 W)
- mg klorofil b / g doku = [22,9 (D645) – 4,68 (D663)] (V / 1000 W)

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 (0.1 g) göstermektedir (Witham ve ark. 1971).

Toprak altı ve toprak üstü kuru ağırlık: Hasattan sonra bitkilerin kök ve sapları kök boğazından kesilerek ayrılmıştır. Ayrılan bitki kısımları saf su ile yıkanarak temizlenmiştir. Örnekler etüvde 70 °C' de 48 saat kurutulmuştur. Hassas terazide (0.001 g) tartılarak toprak altı ve toprak üstü kuru ağırlıklar tespit edilmiştir (Bray 1963).

Potasyum sodyum oranı: Yeşil aksamda K⁺ ve Na⁺ Fleymfotometrik (SOLAAR AA Series, Thermo Electron Corporation) yöntemle ölçülmüştür (Kacar 1972). Belirlenen değerler oranlanmıştır.

Deneme sonuçlarının değerlendirilmesi: Araştırmadan elde edilen veriler, "tam şansa bağlı

deneme desenine" göre varyans analizine tabi tutulmuş, önemlilik kontrolleri F'e göre, farklılık gruplandırmaları ise LSD (AÖF) testine göre yapılmıştır. Deneme sonuçlarının değerlendirilmesinde SAS paket programından (SAS 1989) yararlanılmıştır

Bulgular ve Tartışma

Potasyum gübrelemesinin tuzlu ve tuzsuz şartlarda Tokak 157/37 arpa çeşidinin klorofil a-b, ozmotik potansiyeli, K⁺/Na⁺ oranı ile toprak altı ve toprak üstü kuru ağırlıkları üzerine etkileri araştırılmıştır.

Varyans analizi sonuçlarına göre tuzun ve potasyumun tüm özellikler üzerine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 1)

Bitkisel Özellikler

Toprak altı ve toprak üstü kuru ağırlıklar: Araştırma sonuçlarına göre, tuz stresi şartlarında Tokak 157/37 arpa çeşidinde toprak altı kuru ağırlıkları, tuzsuz şartlara göre azalmıştır (Çizelge 2). Toprak altı kuru ağırlık, tuz stresi altında 15.14 mg olarak elde edilirken, tuzsuz ortamda 19.65 mg olarak tespit edilmiştir. Tokak 157/37 arpa çeşidine uygulanan potasyum gübresinin kök gelişmesine istatistiksel olarak önemli etkide bulunduğu saptanmıştır. Potasyumun uygulanmadığı kontrol dozunda, toprak altı kuru ağırlık 14.51 mg olarak belirlenmiştir. Potasyumun en yüksek dozunda ise en yüksek toprak altı kuru ağırlık (19.01 mg) tespit edilmiştir.

Deneme sonuçları toprak üstü kuru ağırlık bakımından incelendiğinde, tuz stresi şartlarında Tokak 157/37 arpa çeşidinde toprak üstü kuru ağırlıklar, tuzsuz şartlara göre istatistiki önemde daha düşük olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 2). Tuz stresi şartlarında toprak üstü kuru ağırlık 31.84 mg olarak elde edilmiştir. Tuzsuz ortamda ise 41.72 mg olarak saptanmıştır. Potasyum uygulaması toprak üstü kuru

Çizelge 1. Varyans analiz sonuçları özeti

	SD	Kareler Ortalaması					
		Toprak Altı Kuru Ağırlık	Toprak Üstü Kuru Ağırlık	Ozmotik Potansiyel	Klorofil a	Klorofil b	K ⁺ /Na ⁺ Oranı
Potasyum	3	25.03**	40.52**	0.367**	22.423**	9.730**	2.519**
Tuz Potasyum	1	107.95**	586.08**	1.671**	40.119**	10.192**	9.053**
XTuz	3	3.43	2.76	0.221**	0.395	0.525*	0.034
Hata	16	1.97	2.68	0.014	0.326	0.124	0.043
Genel	23						

** P<0.01, *P<0.05

Çizelge 2 Tuz stresindeki arpaya uygulanan potasyumun toprak altı ve toprak üstü kuru ağırlık ile ozmotik potansiyel üzerine etkilerine ilişkin ortalama değerleri ve LSD sonuçları*

Potasyum	Toprak altı kuru ağırlık (mg bitki ⁻¹)			Toprak üstü kuru ağırlık (mg bitki ⁻¹)			Ozmotik potansiyel (-MPa)		
	NaCl(-)	NaCl(+)	Ortalama	NaCl(-)	NaCl(+)	Ortalama	NaCl(-)	NaCl(+)	Ortalama
K0	17.26	11.76	14.51	39.10	28.10	33.60	1.62	2.69	2.15
K1	21.00	15.43	18.21	40.70	30.80	35.75	1.52	2.03	1.78
K2	20.03	16.76	18.40	43.99	33.26	38.60	1.56	1.83	1.70
K3	20.33	17.70	19.01	43.16	35.20	39.18	1.47	1.70	1.58
Ortalama	19.65	15.41		41.72	31.84		1.54	2.06	

*Tuz (LSD:0.05)

1.214

1.417

0.103

Potasyum (LSD:0.05)

1.717

2.000

0.147

TuzXPotasyum (LSD:0.05)

Önemli değil

Önemli değil

0.204

ağırlığı önemli derecede arttırmıştır. Potasyumun uygulanmadığı kontrol şartlarında en düşük toprak üstü kuru ağırlık elde edilirken, en yüksek toprak üstü kuru ağırlık ise potasyumun en yüksek dozundan elde edilmiştir (Çizelge 2). Potasyum uygulaması Tokak 157/37 arpa çeşidinin toprak üstü kuru ağırlığını arttırmıştır.

Tuz stresinde, buğday ve çeltikte bitki gelişimlerinin gerilediğini Alpaslan ve ark. (1998) ile Sherif ve ark. (1998); arpanın bitki büyümesindeki gerilemenin hem ozmotik ve hemde iyonik stresten kaynaklandığını Ueda ve ark (2004) bildirmektedirler. Bu durumun, toprak altı ve toprak üstü organlardaki büyüme gerilemesinin potasyum gübrelemesi ile azaltılabileceği ve potasyumca fakir topraklarda yüksek dozlarda toprağa uygulanan potasyum gübresinin bitkiyi tuzun olumsuz etkilerinden koruyacağını Shirazi ve ark. (2005) ile Sherif ve ark. (1998) bildirilmişlerdir. Benzer bulguları bildiren Helal ve ark. (1975), potasyum gübrelemesinin tuzun arpa üzerindeki olumsuz etkisini azaltarak, bitkinin tuza dayanıklılığını arttırdığını da rapor etmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar araştırmacıların bulguları ile uyum göstermektedir.

Fizyolojik Özellikler

Ozmotik potansiyel: Bu çalışmada, arpanın tuzlu ve tuzsuz ortamlarda yetiştirilmesi sonucu bitkinin ozmotik potansiyeli ölçülmüş ve arpanın tuz stresi ortamında ozmotik potansiyelinin tuzsuz ortama göre istatistikî bakımdan önemli düzeyde azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Tuz stresi bitkinin osmotik potansiyelini önemli derecede azaltarak, ozmotik potansiyel 2.06 –MPa olarak gerçekleşmiştir. Tuzsuz şartlarda ise yaprağın

ozmotik potansiyeli 1.54 –MPa olarak saptanmıştır. Potasyum uygulaması ise yaprağın ozmotik potansiyelini önemli derecede (P< 0.01) arttırmıştır. En düşük ozmotik potansiyel potasyumun uygulanmadığı kontrol dozunda elde edilirken, en yüksek ozmotik potansiyel ise 1.48 –MPa ile potasyumun K3 dozunda elde edilmiştir. Bu çalışmada TuzXPotasyum intreksiyonu % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek ozmotik potansiyel tuzsuz şartlarda potasyumun en yüksek dozunda elde edilmiştir. En düşük ozmotik potansiyel ise tuz stresi şartlarında potasyumun uygulanmadığı kontrol şartlarında saptanmıştır (Çizelge 2).

Tuz stresi şartlarında potasyumun arpanın ozmotik potansiyeline olan etkisinin farklı olduğu ve en yüksek ozmotik potansiyelin potasyumun en yüksek dozunda olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında en düşük değer ise potasyumun uygulanmadığı kontrol dozundan elde edilmiştir. Bu durum potasyumun, sodyumun negatif etkisini azaltarak, iletim demetlerinde suyun akışkanlığını desteklemiş olabileceği şeklinde açıklanabilir. Yani potasyum arpanın su ile olan ilişkisinde önemli rol almıştır. Rascio ve ark. (1994)'da tuzlu şartlarda, dokularda potasyum birikmesinin bitkinin su içeriğini arttırdığını bildirmektedirler. Bu çalışmada da yüksek potasyum dozlarında bitkinin su içeriği artmıştır.

Fotosentetik pigment içeriği (Klorofil a ve b):

Tokak 157/37 arpa çeşidinde klorofil a ve b içeriği tuzlu şartlarda tuzsuz şartlara göre istatistikî bakımdan önemli derecede azalmıştır (Çizelge 1). Tuzlu şartlarda klorofil a içeriği 8.76 mg g⁻¹ bitki olarak saptanmıştır. Oysa tuzsuz şartlarda ise bu oran 11.35 mg g⁻¹ bitki olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 3). Potasyum uygulanması bitkinin klorofil a içeriğini önemli derecede arttırmıştır (Çizelge 1). Potasyum uygulamasında en

Çizelge 3. Tuz stresindeki arpaya uygulanan potasyumun fotosentetik pigment içeriği (Klorofil a ve b) ile K^+/Na^+ oranına olan etkilerine ilişkin ortalama değerleri ve LSD sonuçları*

Potasyum	Klorofil a ($mg\ g^{-1}$ bitki)			Klorofil b ($mg\ g^{-1}$ bitki)			K^+/Na^+ Oranı		
	NaCl(-)	NaCl(+)	Ortalama	NaCl(-)	NaCl(+)	Ortalama	NaCl(-)	NaCl(+)	Ortalama
K0	9.10	6.01	7.55	4.62	2.55*	3.58	1.46	0.33	0.89
K1	10.98	8.07	9.52	5.22	4.10	4.66	2.05	0.78	1.41
K2	12.43	10.47	11.45	6.28	5.63	5.95	2.29	1.19	1.74
K3	12.90	10.51	11.70	7.07	5.70	6.38	3.15	1.73	2.44
Ortalama	11.35	8.76		5.79	4.49		2.24	1.01	

*Tuz (LSD:0.05)	0.494	0.305	0.181
Potasyum (LSD:0.05)	0.699	0.432	0.256
TuzXPotasyum (LSD:0.05)	Önemli Değil	0.609	Önemli Değil

düşük klorofil a içeriği kontrol dozunda elde edilirken, en yüksek klorofil a içeriği potasyumun K3 dozundan elde edilmiştir. K3 ve K2 dozları birbirine yakın değerler vermiştir (Çizelge 3).

Klorofil b için elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, tuz stresi bitkinin klorofil b içeriğini önemli derecede azaltmıştır. Tokak 157/37 arpa çeşidine uygulanan potasyum, bitkinin klorofil b içeriğini önemli düzeyde arttırmıştır. Potasyum uygulamasında en düşük klorofil b içeriği kontrol dozunda elde edilirken, en yüksek klorofil b içeriği ise potasyumun K3 dozunda $6.38\ mg\ g^{-1}$ bitki olarak belirlenmiştir. Klorofil b içeriğinde TuzXPotasyum intreaksiyonu % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek klorofil b içeriği tuzsuz şartlarda potasyumun en yüksek dozunda elde edilmiştir. En düşük klorofil b içeriği ise tuz stresi şartlarında potasyumun uygulanmadığı kontrol dozunda saptanmıştır (Çizelge 3).

Tuzlu şartlarda klorofil a ve b içeriklerinin tuzsuz şartlara göre azalmasına rağmen, uygulanan potasyum bu azalışı belli bir oranda telafi etmiştir. Tuz stresinin bitkilerin pigment içeriğini azalttığını Ashrafuzzaman ve ark. (2000) bildirmişlerdir. Tuzlu şartlarda potasyum uygulamasının ise genç bitki yapraklarında klorofil pigmentini arttırdığı, bu artışın ise pigment sentezinin artmasından veya potasyumun klorofil içeriğindeki azalmayı yavaşlatmasından kaynaklanabileceğini Yeo ve Flowers (1983) bildirmişlerdir.

Bitki Minarel İçeriği

K^+/Na^+ oranı: Tuz stresi altındaki Tokak 157/37 arpa çeşidinin K^+/Na^+ oranının, tuzsuz ortamdaki

Tokak 157/37 arpa çeşidinin K^+/Na^+ oranından daha düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Tuz stresi Tokak 157/37 arpa çeşidinin K^+/Na^+ oranını istatistiki bakımdan önemli düzeyde azaltmıştır. Tuz stresi şartlarında K^+/Na^+ içeriği 1.01 olarak tespit edilmiştir. Normal şartlarda ise bu oran 2.24 olarak saptanmıştır. Bu durum arpa fidesi dokularında sodyum birikmesinden kaynaklanmaktadır. Tuz stresi bitkide sodyum birikmesine neden olurken, potasyum miktarında da azalmaya neden olmuştur.

Tokak 157/37 arpa çeşidine uygulanan potasyumun K^+/Na^+ oranını önemli düzeyde arttırdığı görülmüştür. Bu durum dokularda potasyum birikmesinden kaynaklanmaktadır. En yüksek K^+/Na^+ oranı ise potasyumun K3 dozunda tespit edilmiştir. En düşük K^+/Na^+ oranı ise potasyumun uygulanmadığı kontrol dozundan elde edilmiştir.

Din ve ark. (2001) tuzlu şartlarda K^+/Na^+ oranında azalmaların meydana geldiğini bildirmişlerdir. Bu durumun iyileştirilmesinde ise potasyumun yapraktan ya da toprağa uygulanmasının kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Tuz stresi şartlarında potasyum uygulanması K^+/Na^+ oranında artışa neden olmuştur. En yüksek oran potasyumun en yüksek dozundan elde edilirken, en düşük oran potasyumun uygulanmadığı kontrol dozundan elde edilmiştir. K^+/Na^+ oranındaki artış Tokak 157/37 arpa çeşidi dokularında potasyum birikmesinden kaynaklanmıştır. Aynı zamanda potasyum uygulaması ile bitki dokularındaki sodyum içeriğinde azalmalar ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlara benzer sonuçlar Poonia (1972) tarafından bildirilmektedir. Epstein (1966) ise potasyum ve sodyumun bitkiler tarafından alınımı arasında antagonistik bir ilişkinin olduğunu, bu durumun ise

potasyum ile sodyum arasındaki rekabetten kaynaklandığını bildirmiştir. Tuz şartlarında bitki hücreleri tarafından alınan potasyumun turgoru sağlayarak, ozmotik şoktan bitkinin korunmasını metabolize etmektedir (Blum 1988, Greenway and Munns 1980). Sherif ve ark. (1998) ise toprağa potasyum uygulamasının bitki potasyum, magnezyum ve kalsiyum içeriğinin artmasını teşvik ettiğini bildirmişlerdir.

Shaaban ve ark. (2004) ise makrobesinlerin yapraktan uygulanmasının sodyum ve klorürün olumsuz etkisini azalttığını bildirmişlerdir. Shirazi ve ark. (2005)'da potasyum uygulamasının K^+/Na^+ oranı ile birlikte bitki gelişimini de arttırdığını bildirmişlerdir. Sonuçta bitki dokularında potasyum birikmesi tuz stresine olumlu etki yapmaktadır (Van deer Paauw 1958, Hsiao and Lauchli 1986). Aynı zamanda yüksek K^+/Na^+ oranının tuz stresi ile olumlu ilişkisinin olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmektedir. (Gorham 1990, Ashraf ve ark. 1997, Sherif ve ark. 1998).

Sonuç

Araştırma sonucunda, tuz stresine maruz bırakılan Tokak 157/37 arpa çeşidinde fide döneminde bitki büyümesinin oldukça azaldığı tespit edilmiştir. Stres şartlarında toprağa uygulanan potasyumun tuzun olumsuz etkisini azaltarak bitki gelişimini stimule ettiği belirlenmiştir. Sonuç olarak tuzlu topraklarda potasyum gübrelemesi ile verim kayıplarının azaltılabileceğini söylemek mümkündür.

Kaynaklar

Ahsan, M. and M. Khalid. 1999. Effects of selecting for K/Na and grain yield on salinity tolerance in spring wheat. Pakistan Journal of Biological Sciences. 2: 679-681.

Alpaslan, M., A. Güneş, S. Taban, İ. Erdal, ve C. Tarakcıoğlu. 1998. Tuz stresinde çeltik ve buğday çeşitlerinin kalsiyum, fosfor, demir, bakır, çinko, ve mangan içeriklerindeki değişimler. Tr. J. of Agriculture and Forestry 22: 227-233.

Arnon, D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta vulgaris. Plant Physiology 24: 1-10.

Ashraf, M. 1994. Breeding for salinity tolerance in plant. Crit. Rev. Plant Sci. 13: 17-42.

Ashraf, M., K. Aasiya and A. Khanum. 1997. Relationship between ion accumulation and growth in two spring wheat lines differing in salt tolerance at different growth stages. Journal of Agronomy and Crop Science 178: 39-51.

Ashrafuzzaman, M., M. A. H. Khan, S. M. Shohidullah and M. S. Rahman. 2000. Effects of salinity the chlorophyll content, yield and yield components of QPM CV. Nutrica. Pakistan Journal of Biological Sciences 3: 43-46.

Bağcı, S.A. H. Ekiz and A. Yılmaz, 2003. Determination of the salt tolerance of some barley genotypes and the characteristics affecting tolerance. Tr. J. Agric. For. 27: 253-260

Blum, A. 1988. Plant Breeding for Stres Environments. CRC Press. Boca Raton. FL., pp: 223.

Bray, J. R. 1963. Root production and the estimation of net productivity. Canadian Journal of Botany 41:65-72.

Crawley, M. J. 1997. Life History and Environment. In: Plant Ecology. 2nd ed. (Ed. M.J. Crawley). Blackwell, U.K. pp: 73-131.

Din, C., S. M. Mehdi, M. Sarfraz, Hassan Ghulam and M. Sadiq, 2001. Comparative efficiency of foliar and soil application of K on salt tolerance in rice. Pakistan Journal of Biological Sciences 4: 815-817

Epstein, E. 1966. Dual pattern of ion absorption by plant cells and by plants. Nature 212: 1324-1327.

Ergene, A. 1987. Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üniv. Yayınları. No:635, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 289, Ders Kitabı Serisi No:47. Erzurum.

Flowers, T. J., P. F. Troke and R. Yeo. 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes. Ann. Rev. Plant Physiol. 28: 89- 121.

Flowers, T. J. and A. R. Yeo. 1981. Variability in the resistance of sodium chloride salinity within rice (*Oryza sativa* L.) varieties. New Phytol., 88, 363-373,.

Gorham, J. 1990. Salt tolerance in the Triticeae: Ion discrimination in rye and triticale. Journal of Experimental Botany 41: 609-614

Greenway, H. and R. Munns. 1980 Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. Annu. Rev. Plant Physiol 31: 149-190

Greenway, H. 1973. Salinity, plant growth, and meta-bolism. J. Aust. Inst. Agric. Sci. 39, 24D34.

Güneş, A., W. H. K. Post, E. A. Kirkby and M. Aktaş. 1994. Influence of partial replacement on nitrate by amino acid nitrogen or urea in the nutrient medium on nitrate accumulation in NFT grown winter lettuce. Journal of Plant Nutrition 17, 1929-1938, 1994.

Helal, M., K. Koch and K. Mengel. 1975. Effect of salinity and potassium on the uptake of nitrogen and nitrogen metabolism in young barley plants. Physiol Plant 35: 310-313.

- Hsiao, T. C. and A. Läuchli. 1986 Role of Potassium in Plant-Water Relations. In: Advances in Plant Nutrition, Tinker, B. and Läuchli, A. (eds.), Vol. 2. Praeger Scientific, New York, pp. 281-312.
- İnal, A., A. Güneş ve M. Aktaş. 1995. Effects of chloride and partial substitution of reduced forms of nitrogen for nitrate in nutrient solution of the nitrate, total nitrogen and chlorine contents of onion. Journal of Plant Nutrition, 18, 2219- 2227.
- Jones, M. M. N. and C. Turner. 1978 Osmotic adjustment in leaves of Sorghum in response to water deficits. Plant Physiol. 61: 122-126.
- Kacar, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II. Bitki Analizleri. Ankara Üniv. Ziraat. Fak., Yayın No: 453. Ankara.
- Kacar, B. 1995. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III. Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No: 3, ss 705, Ankara.
- Kirkby, E. A. and A. H. Knight. 1987. The influence of the level of nitrate nutrition on ion uptake and assimilation, organic acid accumulation and cation anion balance in whole tomato plants. Plant Physiology 60: 349-353,
- Leopold, A. C. and R. P. Willing. 1984. Evidence of Toxicity Effects of Salt on Membranes. In: Salinity Tolerance in Plants, (eds. R.C. Staples and G.H. Toenniessen), pp. 67-76. John Wiley and Sons, New York.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrient of Higher Plant. 2.nd ed. London Acedemic, 889p.
- Munsuz, N., G. Çaycı ve S. Sözüdoğru Ok. 2001. Toprak Islahı ve Düzenleyiciler (Tuzlu ve Alkali Toprakların Islahı). Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No:1518, Ankara.
- Poonia, S. R., S. M. Virmani and D. R. Bhumla. 1972. Effect of ESP (exchangeable sodium percentage) of soil on the yield, chemical composition and uptake of applied calcium. by wheat, Journal of Indian Soc. Soil Sci. 20:183- 185.
- Rascio, A., C. Platani, G. Scalfati, A. Tonti and N. D. Fonzo. 1994. The accumulation of solutes and water binding strength in durum wheat. Physiol. Plant. 90: 715-721.
- Rhoades, J. D., A. Kandiah and A. M. Mashali. 1992. The use of saline waters for crop production. FAO Irrigation and Drainage Paper No.48, 133pp, Rome.
- SAS, 1989. SAS/STAT User's Guide, Version 6, Fourth Edition, Volume 2. SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina, USA.
- Shaaban, M. M., M. M. El-Fouly, El-Zanaty, A. A. Abou El-Nour, A. Abdel-Wahab and M. Abdel. 2004. Halophytes and foliar fertilization as a useful technique for growing processing tomatoes in the saline affected soils. Pakistan Journal of Biological Sciences 7: 503-507.
- Sherif M.A., T. R. El-Beshbeshy and C. Richter. 1998. Response of some Egyptian varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.) to salt stress through potassium application. Bulletin of Faculty of Agriculture, University of Cairo 49: 129-151.
- Shirazi M.U., M. Y. Ashraf, M. A. Khan and M. H. Naqvi. 2005. Potassium induced salinity tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.). Int. J. Environ. Sci. Tech. 2: 233-236
- Siegel, S. M., B. Z. Siegel, J. Massey, P. Lahne and J. Chen. 1980. Growth of Corn in Saline Waters. Physiol. Plant 50: 71-73,
- Tekinel, O. ve B. Çevik. 1983. Kültürteknik (Sulama ve Drenaj). Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Ders Notları. Yayın No: 166
- Tisdale S. I., W. L. Nelson and J. D. Beaton. 1993. Soil Fertility and Fertilizers. Macmillan Pub. Co. New York, pp: 249-291.
- Ueda A., A. Kathiresan, M. Inada, T. Y. Narita, T. Nakamura, W. Shi, T. Takabe and J. Bennett. 2004. Osmotic stress in barley regulates expression of a different set of genes than salt stress does. Journal of Experimental Botany 55: 2213-2218,
- Van Deer Paauw F. 1958. Relations between the potash requirements of crops and metereological conditions. Plant Soil 9: 254-258.
- Witham, F. H., D. R. Blaydes and R. M. Devlin. 1971. Experiments in Plant Physiology. Van Nostrand Reinhold, New York.1-11.
- Yeo, R. A. and J. T. Flowers. 1983. Vertical differences in toxicity of sodium ions in rice leaves. Plant Physiol. 59: 189-195.

İletişim adresi:

Mehmet YAĞMUR

Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Bölümü-Van

E-posta: myagmur@yyu.edu.tr