



Farklı Su Baskını Sürelerinin Ekmeklik Buğday Fidelerinde Yaprak Alanı, Kuru Madde ve Klorofil İçeriğine Etkisi

^aMurat TIRYAKIOĞLU*, ^bSema KARANLIK, ^bDerviş ASLANYÜREK

^aMustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Hatay

^bMustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak ve Bitki Besleme Bölümü, Hatay

*Sorumlu yazar:mtiryaki27@gmail.com

Geliş Tarihi: 04.03.2014

Düzeltilme Geliş Tarihi: 03.04.2014

Kabul Tarihi: 05.04.2014

Özet

Farklı süreler su baskınına maruz kalan buğday (Dağdaş-94, *Triticum aestivum* L.) fidelerinde su baskınının yaprak alanı, kuru madde üretimi ve yaprak klorofil içeriğine etkisi kontrollü koşullar altında su kültürü ortamında araştırılmıştır. Çalışma sonucunda; oksijensizlik uygulamasında yaprak alanı ve sürgün kuru madde miktarında kontrole göre önemli azalma meydana geldiği, oksijensizlik süresi uzadıkça azalmanın daha belirgin olduğu saptanmıştır. Oksijensizlik uygulamasının ardından tekrar oksijen uygulamasının yaprak alanı ve kuru madde miktarında iyileşme sağladığı tespit edilmiştir. Diğer iki özelliğin aksine klorofil içeriği su baskını uygulamasının ilk döneminde çok etkilenmemiş, ilerleyen dönemlerde ise önemli derecede azalmıştır. Dolayısıyla klorofil içeriğinin su baskınından yaprak alanı ve sürgün kuru madde içeriğindeki gibi hemen olumsuz etkilenmediği bulgularına ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Buğday, su baskını, kuru madde, yaprak alanı, klorofil içeriği

The Effect of Different Waterlogging Period on Chlorophyll Content, Dry Matter and Leaf Area at Bread Wheat Seedling

Abstract

Effects of different periods of flooding on plant green area, dry matter production and leaf chlorophyll content were studied in wheat (Dağdaş cv, *Triticum aestivum* L.) in hydroponic under the controlled conditions. Results showed that leaf area and shoot dry matter were reduced with flooding when compared to control, and this effect was being more remarkable with increasing in duration of flooding. Subsequent to the application of flooding, application of oxygen provided an improvement in leaf area and shoot dry matter. Unlike the other two features, chlorophyll content was not affected in early period of flooding application, but significantly reduced in later period of stress. Results showed that unlike leaf area and shoot dry matter, chlorophyll content was not affected in the early stages of flooding stress.

Keywords: Wheat, waterlogging, dry matter, leaf area, chlorophyll content

Giriş

Kök bölgesinin havasız (oksijensiz) kalmasının en önemli nedenlerinden birisi de su baskınıdır. Su baskınında birçok bitki gibi buğday bitkisi de kök bölgesindeki oksijensizliğe karşı duyarlı olup, bu durumdan olumsuz etkilenmektedir. Gerek ülkemizde ve gerekse dünya üzerinde aşırı yağış alan bölgelerde; dere, ırmak ve nehir deltalarında bulunan veya çanak şeklinde yapıya sahip kapalı havza şeklindeki düz ve taban arazilerde zaman

zaman su baskınları meydana gelmekte, bunun neticesinde de bitki kökleri belirli süre oksijensiz kalmaktadır. Bunun yanısıra, sulama sırasında suyun aşırı ve/veya yanlış kullanımına bağlı su baskını da yaşanmaktadır (İrfan ve ark., 2009).

Su baskınına maruz kalan bitkilerde kök bölgesinde meydana gelen oksijen azalmasına karşı bitkiler kısa sürede protein sentezini arttırarak oksijensizliğe tepki vermektedirler. Bitki hücreleri oksijensiz solunum yoluna giderek az da olsa enerji

teminine etme yoluna girmektedir (Sairam ve ark., 2008; Irfan ve ark., 2010).

Su baskını fazla yağış alan alanlarda yetiştirilen bitkilerde verimi sınırlandıran önemli bir problemdir (Sairam ve ark., 2008). Su baskını stresinden dolayı vejetatif aksamındaki oksijen eksikliği (hypoxia) ve kökteki oksijen yokluğu (annoxia) sürgün ve kök gelişimini engellemekte, kuru madde üretimi ve dane sayısını azaltmakta, böylece verim kayıplarına neden olmaktadır (Erayman ve ark., 2007).

Bu çalışmanın amacı; farklı sürelerde su baskınının ekmeclik buğdayda bitki yeşil alanı, kuru madde üretimi ve yaprak klorofil içeriğindeki değişimi araştırmaktır.

Materyal ve Metot

Materyal

Çalışma Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarları'nda (Antakya-Hatay) 2010 yılında yürütülmüştür. Çalışmada yer alan çeşitlerin kontrollü koşullarda yetiştirilmesi ve oksijensizlik uygulaması mevcut ışık, sıcaklık ve nemin kontrol edilebildiği koşullarda su kültürü ortamında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, Dağdaş-94 ekmeclik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidi kullanılmıştır.

Metot

Çalışma, Tesadüf Parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Çalışmada öngörülen her türlü ölçüm ve gözlemlerin yapılacağı sayıda bitkinin elde edileceği miktarda tohum doymun CaSO_4 solüsyonu ile sulanmış perlit ortamında çimlendirilmiştir. Çimlenmenin sağlanmasından beş gün sonra çimlenmiş bitkiler içerisinden güçlü çim oluşturmuş ve gelişmeleri birbirine benzer bitkiler sürekli havalandırılan ve besin çözeltisi içeren 3 litrelik 15 adet saksıya, her saksıda beş demet ve her demette beş bitki- toplam her saksıda yirmi beş bitki, yer alacak şekilde transfer edilmiştir. Bitkilerin transfer edildiği saksılar daha sonra 20/15°C gündüz/gece sıcaklık ve 12 saatlik ışıklandırmanın sağlandığı bitki büyütme odasına alınmış ve 3 yapraklı dönem sonuna (Zadoks Gelişim Skalası: ZGS 13 (Zadoks ve ark., 1974)) kadar bu ortamda tutulmuştur. Bu süre içerisinde saksılara alınmış fide köklerinin oksijensiz kalmamaları için her saksıya sürekli olarak akvaryum pompası aracılığı ile temiz hava girişi sağlanmıştır.

Aynı zamanda yine her saksıya azalan besin çözeltilerinin telafisini sağlayacak miktarda üç günde bir eşit miktarda besin çözeltisi ilave edilmiştir.

Besin çözeltisinin hazırlanmasında saf su kullanılmıştır. Denemede kullanılan standart besin çözeltisinin içeriği şöyle oluşturulmuştur:

2 mM $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 1 mM MgSO_4 , 0.9 mM K_2SO_4 , 0.2 mM KH_2PO_4 , 10^{-6} M H_3BO_3 , 2×10^{-7} M MnSO_4 , 2×10^{-6} M ZnSO_4 , 2×10^{-7} M CuSO_4 , 2×10^{-8} M $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$, 10^{-4} M $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{FeN}_2\text{NaO}_8$ (FeEDTA).

Denemedeki bütün bitkilerin ortalaması göz önüne alınarak, bitkilerde birinci kardeşin gelişmeye başladığı dönemde (ZGS 13 veya 20, bu dönem, denemenin yürütüldüğü kontrollü koşullardaki sıcaklık uygulamasına bağlı olarak çıkıştan yaklaşık 18-21 gün sonrasına tekabül etmektedir), diğer bir ifade ile ana sapta dördüncü yaprağın gelişmeye başladığı dönemde, mevcut saksılar beş gruba ayrılmıştır. Birinci gruptaki saksılara hava (oksijen) uygulamasına devam edilirken (kontrol uygulaması), diğer gruptakilere yüksek saflıkta (%99.9 N_2) azot gazı verilmiştir (Biemelt ve ark., 1998). Böylece saksılardaki çözelti içerisinde çözünmüş halde bulunan oksijenin yerini azot gazının alması sağlanmıştır. Bu şekilde bitki kökleri oksijensiz kalarak ve normal koşullarda tarla şartlarında meydana gelen su baskını sonunda oluşan köklerin havasız (O_2) kalma durumu yaratılmıştır. Oksijensizlik uygulaması ve bitkilerden örnek alım zamanı Çizelge 1'de belirtildiği şekilde uygulanmıştır. Her örneklemede 3 adet bitki alınarak, alınan bu bitkilerde yaprak alanı (YA) Li-COR 3100 yaprak alan ölçer ile ölçülmüştür (bu dönemde bitkide yaprak dışında her hangi bir organ bulunmadığından yaprak alanı "bitki yeşil alanı" yerine kullanılmıştır). Yaprak alanı ölçülmüş bitkiler 70 °C'de 48 saat bekletildikten sonra kuru ağırlıkları tartılarak elde edilen sayılar bitki başına bölünerek tek bitki kuru madde miktarı (KM) saptanmıştır.

Bitki yaprak alanı ölçümü için alınmış üç adet bitkiden rasgele iki bitkiye ait gelişimini en son tamamlamış iki adet yaprak 50'şer mm uzunluğunda kesitler alınmış, bu kesitlerin enleri de ölçülerek alanları tespit edilmiştir. Sonra bu yaprak örnekleri saf asetonun çözücülüğünde porselen havan içerisinde ezilmiş, elde edilen çözelti filtre edildikten sonra süzüt 10 ml'ye tamamlanana kadar süzüte saf aseton ilave edilmiştir. 10 ml'ye tamamlanan süzütün, çalkalayıcıda çalkalandıktan sonra, spektrofotometrede 645 ve 663 nm'lik dalga boylarında absorbans değerleri (A) ölçülmüştür. Bu değerler kullanılarak Aron (1949)'a göre klorofil değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen değerler Porra (2002)'ye göre düzeltilmiştir.

Çizelge 1. Oksijensizlik uygulama süreleri ve örnekleme zamanları

Uygulamalar	**0	Zaman (h)												
		24	48	72	96	120	148	172	196	216	240			
1 O+ (sürekli O ₂)														
2 O-2 (iki gün O ₂ 'siz, sonrası O ₂ 'li)	*													
3 O-4 (dört gün O ₂ 'siz sonrası O ₂ 'li)														
4 O-6 (altı gün O ₂ 'siz' sonrası O ₂ 'li)														
5 O- (sürekli O ₂ 'siz)														

*) Koyu renkli zaman dilimlerinde oksijensizlik uygulaması gerçekleştirilmiş,

***) 0, 48, 96, 148, 196 ve 240. saatlerde örnekleme yapılmıştır

Tüm denemelerde yapılan gözlem, tartım ve ölçümlerden elde edilen değerler SPSS-16 (SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA) istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, var olan farklar ise LSD karşılaştırma testine göre gruplandırılmıştır.

Sonuçlar

Yaprak alanı

Gelişimin erken döneminde (Zadoks Gelişim Skalası: ZGS 20) farklı sürelerle kök bölgesi oksijensizliğine (anoxia) maruz kalan buğday fidelerinde yaprak alanı (YA), oksijensizlik uygulamasından hemen önce yapılan ölçümlerde (sıfırıncı saat: Bundan sonra "0.h" şeklinde gösterilecektir), O-3 uygulaması dışında, birbirine yakın değerlerde tespit edilmiş, uygulamalar arasındaki fark istatistik bakımdan önemli olmamıştır (Çizelge 2).

Oksijensizlik uygulamasını takip eden 48.h'te YA tüm uygulamalarda oksijensizlik uygulamasının başlangıcına (0.h) göre artış göstermiştir. Ancak artış tüm uygulamalarda benzer oranda gerçekleşmemiş olup, oksijensizlik uygulamalarında kontrole göre daha düşük kalmıştır. Oksijensizlik uygulamaları kendi aralarında karşılaştırıldığında arasındaki farklılık istatistik bakımdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2).

Oksijensizlik uygulamasının dördüncü gününde (96.h) uygulamalardan elde edilen değerlere bakıldığında en yüksek değer kontrol koşullarında olduğu, onu iki gün oksijensizlik sonrası tekrar oksijen verilen uygulamanın (O-2) izlediği, oksijensizlik uygulamasının devam ettiği diğer uygulamalarda ise en düşük değerlerin meydana geldiği tespit edilmiştir. Dolayısıyla iki günlük oksijensizlik uygulamasından sonra tekrar oksijenin verildiği uygulamadan (O-2) elde edilen sonuç bu uygulamada iki gün oksijensizlikten sonra tekrar oksijen uygulamasını takip eden iki günün sonunda bitkilerde bir miktar toparlanmanın olduğu, ancak oksijensizliğin meydana getirdiği olumsuzluğun tamamen ortadan kalkmadığını ortaya koymuştur. 144, 192 ve 240. saatlerdeki YA değerlerine bakıldığında; en yüksek değer kontrol koşullarından elde edildiği, en düşük değer ise

sürekli oksijensiz kalan uygulamada ölçüldüğü görülmüştür (Şekil 2). 2 gün (O-2), 4 gün (O-4) ve 6 gün (O-6) süreyle oksijensizlik uygulamasının ardından kök bölgesine tekrar oksijen verilen uygulamalarda oksijen uygulamasının hemen ardından bitkinin kendini bir miktar toparladığı, ancak oksijensizlik uygulama süresinin uzamasıyla doğru orantılı şekilde kontrole göre YA büyüklüğündeki azalmanın arttığı görülmüştür.

Kuru madde miktarı

Kuru madde (KM) miktarı oksijensizlik uygulamasının başladığı anda uygulamalar arasında bir miktar farklı olmuşsa da fark istatistik bakımdan önemli olmamıştır (Çizelge 3). Oksijensizlik uygulamasını takip eden 48. saatte oksijen uygulanan bitkiler (kontrol) ile oksijensizlik uygulamaları arasında belirgin fark meydana gelmiş ve fark istatistik bakımdan önemli olmuştur.

Oksijensizlik uygulamasını takip eden 96. saatte yine uygulamalar arasında KM miktarı bakımından farkın olduğu ve uygulamaların KM değeri yönünden istatistik açıdan üç gruba ayrıldığı görülmüştür (Çizelge 3). En yüksek KM değerinin kontrol koşulundan elde edilmesine karşılık, en düşük değer oksijensizliğin devam ettiği uygulamalarda (O-4, O-6 ve O-) saptanmıştır. 2 gün oksijensizliğin ardından tekrar oksijen verilmiş uygulamada (O-2) ise bitkilerin kendilerini bir miktar toparladığı, ancak oksijensizliğin olumsuz etkisinin ortadan kalkmadığı görülmüştür. Artan oksijensizlik süresi 144. saatte kontrole göre O-2 uygulamasında %10.0, O-4'de %15.2, O-6'da %16.9 ve O-'de %16.4 azalmaya neden olmuştur. 192 ve 240. saatlerdeki KM değerlerine bakıldığında; O-2 uygulamasında sırasıyla % 9.4 ve % 9.3, O-4 uygulamasında %12.3 ve %10.7, O-6 uygulamasında %16.0 ve %11.3 ve sürekli oksijensiz koşulda ise (O-) %16.3 ve %16.4'lük azalmalar tespit edilmiştir. Dolayısıyla, oksijensizlik süresi uzadıkça bitkide KM üretiminde kaybın arttığı, oksijensizlik uygulamasından sonra bitkiye tekrar oksijen verilmesiyle bu kaybın büyümesinin durduğu ve hatta bitkinin yeniden toparlanma sürecine girerek kontrole arasındaki farkı belirli oranda kapatabildiği belirlenmiştir.

Çizelge 2. Farklı sürelerle oksijensizlik uygulamasının YA (cm² bitki⁻¹) üzerine etkisi

Uygulama	Oksijensizlik uygulama süresi (saat)					
	0	48. h	96. h	144. h	192. h	240. h
O+	41.9	54.8 a	62.8 a	71.5 a	86.8 a	114.6 a
O-2	43.0	44.5 b	56.7 b	64.1 b	76.0 b	103.4 b
O-4	41.3	45.7 b	51.5 c	55.2 c	70.6 c	93.8 c
O-6	41.2	45.1 b	49.7 c	54.8 c	68.1 c	92.6 c
O-	41.6	45.8 b	50.1 c	56.6 c	67.1 c	83.5 d
Lsd	-- öd	3.33 **	4.71 **	3.18 **	4.06 **	3.57 **
DK (%)	6.86	3.88	4.84	2.90	3.03	2.01

*) p<0.05; **) p<0.01 seviyesinde önemli, öd: önemli değil

Çizelge 3. Farklı sürelerle oksijensizlik uygulamasının yeşil aksam KM (mg bitki⁻¹) miktarına etkisi

Uygulama	Oksijensizlik uygulama süresi (saat)					
	0	48. h	96. h	144. h	192. h	240. h
O+	113.2	140.6 a	169.9 a	205.3 a	250.7 a	310.3 a
O-2	114.8	123.6 b	149.3 b	184.8 b	227.0 b	281.5 b
O-4	114.3	124.5 b	145.0 c	174.1 c	219.8 b	277.2 bc
O-6	113.8	124.1 b	146.2 c	170.6 c	210.6 c	275.3 c
O-	114.5	124.7 b	144.8 c	171.7 c	209.7 c	259.5 d
Lsd	-- öd	3.47 **	7.75 **	5.90	7.88	4.42
DK (%)	2.82	1.49	2.82	1.79	1.94	0.87

*) p<0.05; **) p<0.01 seviyesinde önemli, öd: önemli değil

Çizelge 4. Oksijensizlik uygulama süresinin Kl a (mg m⁻²) üzerine etkisi

Uygulama	Oksijensizlik uygulama süresi (saat)					
	0	48. h	96. h	144. h	192. h	240. h
O+	248.4	446.1	450.0	464.4 a	469.0 a	520.9 a
O-2	247.3	438.7	452.3	456.0 ab	469.7 a	507.1 ab
O-4	246.9	443.3	443.7	449.3 b	460.3 a	490.7 bc
O-6	246.3	443.7	444.7	447.0 b	446.3 b	476.0 c
O-	247.3	439.6	443.2	449.3 b	431.0 c	475.6 c
Lsd	-- öd	-- öd	-- öd	10.13 *	13.26 **	17.31 **
DK (%)	2.08	1.15	0.88	1.28	1.61	1.93

*) p<0.05; **) p<0.01 seviyesinde önemli, öd: önemli değil

Klorofil içeriği

Oksijensizlik uygulamasının hemen öncesinde gelişimini en son tamamlamış genç yaprakta ölçülen klorofil değerleri (Kl a, Kl b ve Kl a+b) Çizelge 4-5-6'da yer almıştır. Yaprak klorofil içerikleri oksijensizlik uygulamasının hemen öncesinde tüm uygulamalarda birbirine yakın kaydedilmiştir. Oksijensizlik uygulamasını takip eden günler içerisinde kontrol ve oksijensizlik uygulaması arasında klorofil değerleri bakımından (hem Kl a, hem Kl b ve hem Kl a+b) gittikçe belirginleşen farklılık meydana gelmiş olmasına karşın, fark Kl a'da 144. saatte, Kl b'de 192. saatte,

Kl a+b'de ise 240. saatte istatistiki bakımdan önemli bulunmuştur.

Belirli süreler oksijensizlik uygulamasının ardından tekrar oksijen uygulaması (O-4'te 4 günlük oksijensizliğin ardından altı gün oksijen uygulaması, O-6'da altı günlük oksijensizliğin ardından dört günlük oksijen uygulaması), bitkilerde oksijensizliğin meydana getirdiği olumsuz etkiyi bir miktar toparlama imkanı vermiş olmakla birlikte, oksijensizlik süresinin uzamasına bağlı meydana gelen klorofil kayıplarının telafisi oksijensizliği takip eden oksijen uygulamaları ile tam anlamıyla mümkün olmamıştır (Çizelge 4, 5, 6).

Çizelge 5. Oksijensizlik uygulama süresinin Kl b (mg m⁻²) üzerine etkisi

Uygulama	Oksijensizlik uygulama süresi (saat)					
	0	48. h	96. h	144. h	192. h	240. h
O+	66.0	118.1	119.0	124.1	131.8 a	140.7 a
O-2	64.7	114.3	117.3	122.3	125.7 b	137.3 ab
O-4	63.6	114.7	114.3	121.1	124.7 b	133.9 b
O-6	69.2	114.3	115.0	118.0	121.0 c	126.0 c
O-	66.4	114.0	115.6	119.1	119.8 c	121.0 d
Lsd	-- öd	-- öd	-- öd	-- öd	3.55 **	4.81 **
DK (%)	6.37	2.06	1.68	2.96	1.56	2.01

*) p<0.05; **) p<0.01 seviyesinde önemli, öd: önemli değil

Çizelge 6. Oksijensizlik uygulama süresinin Kl a+b (mg m⁻²) üzerine etkisi

Uygulama	Oksijensizlik uygulama süresi (saat)					
	0	48. h	96. h	144. h	192. h	240. h
O+	274.5	483.5	482.0	515.2	564.7	586.4 a
O-2	274.7	478.3	483.7	513.2	541.7	544.1 b
O-4	277.2	477.7	481.0	509.6	538.1	538.7 bc
O-6	271.1	475.3	484.3	520.0	523.5	539.3 bc
O-	274.2	476.3	480.2	518.0	526.8	532.3 c
Lsd	-- öd	-- öd	-- öd	-- öd	-- öd	9.89 **
DK (%)	6.01	1.93	2.28	3.10	2.81	0.99

*) p<0.05; **) p<0.01 seviyesinde önemli, öd: önemli değil

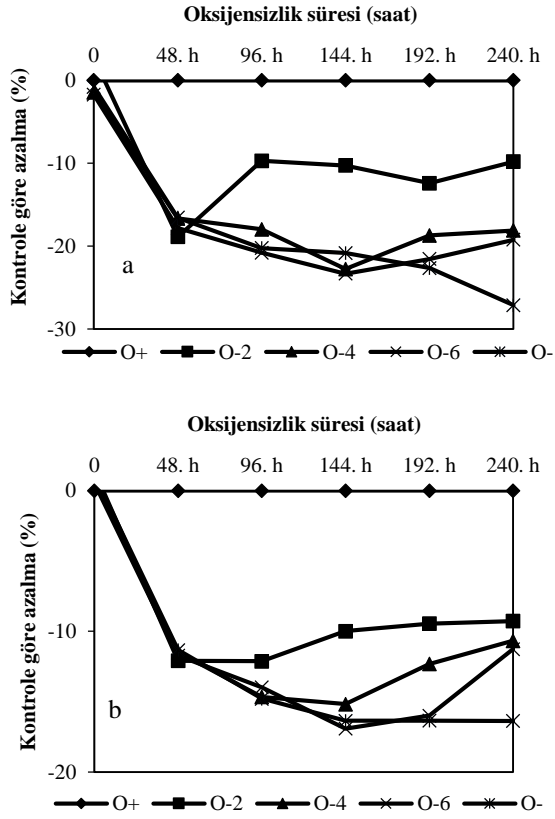
Tartışma

Su baskını buğday bitkisinde stres yaratan önemli çevresel faktörlerden biridir ve bitki kök sistemini oksijensiz bırakarak kök solunumunu olumsuz etkilemekte ve bitkinin kökleri ile su ve mineral madde alımını ve yine kökleriyle bazı metabolitleri kök dışına vermesini olumsuz etkileyerek bitki gelişimini durdurabilmekte, hatta onun ölümüne kadar gidecek süreci başlatabilmektedir.

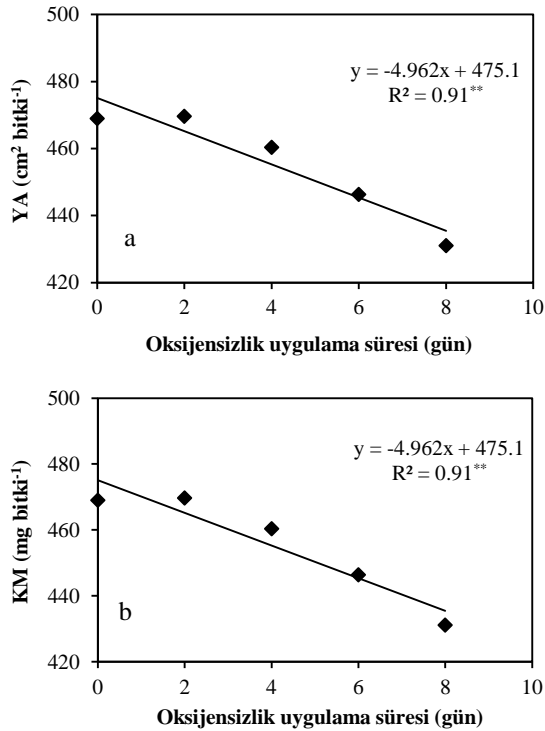
Meydana gelen su baskının süresi ortaya çıkabilecek olumsuzluğun boyutunu belirlemede önemli unsurlardan biridir. Yapılan bu çalışmada farklı sürelerle su baskını uygulaması yapılarak, buğday fidelerinde YA gelişimi, sürgün KM miktarı ve yaprak klorofil içeriğindeki değişim incelenmiştir. Ayrıca uygulanan su baskının ardından bitkinin, meydana gelen kaybı telafi edebilme durumu tespit edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara bakıldığında; oksijensizlik uygulamasını takip eden iki günün (48. h) sonunda bitki yeşil alanının

kontrole göre yaklaşık %17.0 daha az olduğu, kök bölgesinin oksijensiz kalma süresi uzadıkça oksijensizliğin YA üzerine olumsuz etkisinin arttığı (240. saate kontrole göre %27.1'lik azalma) görülmüştür (Şekil 1a). Benzer durum KM üretiminde de tespit edilmiş olup, 2 günlük oksijensizlik KM üretimini kontrole göre yaklaşık %11.5 azaltmış, süre uzadıkça fark daha da artmıştır (Şekil 1b). Gerçekten de oksijensizlik süresi ile YA ve KM üretimi arasında önemli olumsuz ilişkinin olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2a-b). Collaku ve Harison (2002)'da yaptıkları çalışmada su baskını süresi ile kuru madde üretimi arasında benzer ilişkinin olduğunu rapor etmişlerdir.

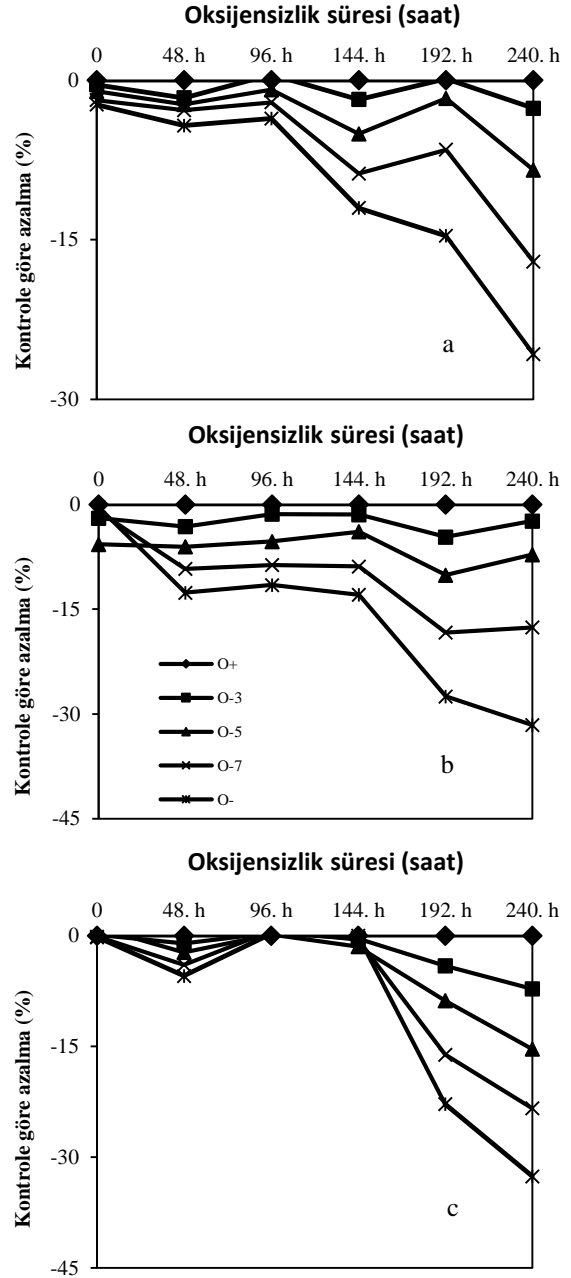
Oksijensizlik uygulamasından sonra kök bölgesine tekrar oksijen verilmesi bitkide iyileşmeye yol açmış olup, iyileşme oksijen uygulama süresi ile doğru orantılı artmış olmakla birlikte, su baskının yarattığı olumsuz etki tamamen ortadan kalkmamıştır (Şekil 1a-b).



Şekil 1. Farklı sürelerle uygulanan oksijensizliğin buğday fidelerinde YA (a) ve KM (b) üretimine olumsuz etkisi



Şekil 2. Oksijensizlik süresi ile YA (a) ve KM (b) düzeyleri arasındaki ilişki



Şekil 3. Farklı sürelerle uygulanan oksijensizliğin buğday fidelerinde Kl a (a), Kl b (b) ve Kl a+b (c) üretimine olumsuz etkisi

Uygulanan su baskını süresi uzadıkça ardından gelen oksijen uygulamasına bağlı gerek YA ve gerekse KM üretiminde meydana gelen artış daha düşük düzeylerde kalmış, dolayısıyla su baskının yarattığı olumsuzluğun telafisi daha da güçleşmiştir. Collaku ve Harison (2002)' un yürüttükleri çalışmada farklı sürelerle (0, 10, 20 ve 30 gün) su baskını uygulamasının bitkilerde KM üretimini azattığını, sürenin uzamasına bağlı kayıpların da artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Yine Mcfarlane ve ark. (2003)'nın çim bitkisinde yürüttükleri çalışmada su baskının süresi uzadıkça kök ve sürgün kuru ağırlığında kontrol göre önemli

azalma meydana geldiğini, 28. günde özellikle duyarlı çeşitlerde %70.0 dolaylarında azalma tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Trought ve Drew (1980); Huang ve ark. (1994); Malik ve ark. (2001) ve Yavaş ve ark. (2012) da benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Adı geçen çalışmalardan elde edilen bulgular ile bu çalışma sonuçları uyum içindedir.

Su baskını yaprak klorofil içeriği üzerine de olumsuz etkide bulunmuştur. Ancak klorofil üzerindeki olumsuz etki YA ve KM üretimindeki gibi ilk zamanlarda bariz düzeyde gerçekleşmemiş olup, su baskınının ileriki dönemlerinde (Kl a'da 144. saat, Kl b'de 192. saat ve Kl a+b'de 240. saatten itibaren) belirgin olmuştur. Farklı araştırmacılar tarafından buğday ile yapılan çalışmalarda da yaprak klorofil içeriğinde su baskını uygulamasının hemen ardından önemli değişiklik yaşamadığı, stresi takip eden süreçte farkın önemli düzeye geldiği rapor edilmiştir (Olgun ve ark., 2008; Zheng ve ark., 2009 ve Li ve ark., 2011). Parelle ve ark. (2006) ise meşe bitkisinde su baskını uygulamasının klorofil üzerine olumsuz etkisinin bir haftadan sonra görülmeye başladığını ve süre uzadıkça olumsuzluğun daha da arttığını bildirmişlerdir. Ahmed ve ark. (2002)'nin manş fasülyesi ile yürüttükleri çalışmada; su baskını uygulamasına fotosentez hızının (Pn) anında tepki verdiğini, klorofil içeriğinde meydana gelen değişikliğin ise uygulamadan 2 gün sonra kontrole göre önemli azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Ahmed ve ark. (2006)'nın başka bir araştırmasında da benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Su baskını Kl a, Kl b ve Kl a+b üzerine olumsuz etkide bulunmuş olmakla birlikte en bariz etkisini Kl a üzerinde göstermiştir (Şekil 3 a-b-c). Oysa Olgun ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada, su baskını uygulamasının Kl a'dan daha çok Kl b üzerinde olumsuz etkiye neden olduğunu bildirmişlerdir.

Sonuç olarak buğdayda erken fide döneminde su baskını uygulamasının bitkide yeşil alan gelişimi ve kuru madde artışı üzerine önemli ve olumsuz etki gösterdiği, su baskı süresinin bu olumsuzluğu daha da arttırdığı, su baskını uygulamasından sonra koşulların normalleşmesi durumunda bitkinin toparlanmasının zaman aldığı ve toparlanma süresinin su baskını süresinin uzamasına bağlı uzadığı görülmüştür. Yaprak klorofil içeriğinin de su baskını stresinden olumsuz etkilendiği ancak, etkilenmenin yeşil alan ve kuru madde üretiminde olduğu gibi strese maruz kalınması ile birlikte gerçekleşmediği, yaprak klorofilindeki olumsuzluğun stresin başlarında daha ılımlı bir azalma şeklinde olduğu görülmüştür. Dolayısıyla bitkide yeşil alan ve kuru madde miktarındaki azalmanın stresin başlarında (ilk 2-3 gün) doğrudan klorofil sentesindeki azalmadan ziyade PSII'nin zararlanmasına bağlı fotosentezin olumsuz etkilenmesi üzerinden gerçekleştiği

(Ahmed ve ark., 2002; Ahmed ve ark. 2006) sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- Ahmed, S., Nawata, E., Hosokawa, M., Domae, Y. ve Sakuratani, T., 2002. Alterations in photosynthesis and some antioxidant enzymatic activities of mungbean subjected to waterlogging. *Plant Science*, 163: 117-123.
- Ahmed, S., Nawata, E. ve Sakuratani, T., 2006. Changes of endogenous ABA and ACC, and their correlations to photosynthesis and water relations in mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczak cv. KPS1) during waterlogging. *Environmental and Experimental Botany*, 57: 278–284
- Arnon, D.I., 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta Vulgaris. *Plant Physiology*, 24: 1-15.
- Biemelt, S., Keetman U. ve Albrecht G., 1998. Re-aeration following hypoxia or anoxia leads to activation of the antioxidative defence system in roots of wheat seedlings. *Plant Physiology*, 116, 651-658.
- Collaku, A. ve Harrison, S., 2002. Losses in Wheat Due to Waterlogging. *Crop Science* 42:444–450.
- Huang, B., Johnson, J.W., Nesmith, S. ve Bridges, D.C., 1994. Growth, physiological and anatomical responses of two wheat genotypes to waterlogging and nutrient supply. *Journal of Experimental Botany* 45: 193-202.
- Irfan, M., Hayat, S., Hayat, Q., Afroz, S. ve Ahmed, A., 2010. Physiological and biochemical changes in plant under waterlogging. *Protoplasma* DOI 10.1007/s00709-009-0098-8.
- Li, C., Jianga, D., Wollenweber, B., Li, Y., Daia, T. ve Cao, W., 2011. Waterlogging pretreatment during vegetative growth improves tolerance to waterlogging after anthesis in wheat. *Plant Science* 180: 672–678
- Malik, A.I., Colmer, T.D., Lambers, H. ve Schortemeyer, M., 2001. Changes in physiological and morphological traits of roots and shoots of wheat in response to different depths of waterlogging. *Australian Journal of Plant Physiology* 28(11): 1121–1131.
- Mcfarlane, N.M., Ciavarella, T.A. ve Smith, K.F., 2003. The effect of waterlogging on growth, photosynthesis and biomass allocation in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) genotypes with contrasting root

- development. *Journal of Agricultural Science* 141: 241-248.
- Olgun, M., Kumlay, A.M., Adiguzel, M.C. ve Caglar, A., 2008. The effect of waterlogging in wheat (*T. aestivum* L.). *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science* 58: 193-198
- Parelle, J., Oliver, B., Catherine, B., Daniel, B., Pierre, D., Yves, J. ve Erwin, D., 2006. Differences in morphological and physiological responses to water-logging between two sympatric oak species (*Quercus petraea* [Matt.] Liebl., *Quercus robur* L.) *Ann. For. Sci.* 63: 849–859.
- Porra, R.J., 2002. The chequered history of the development and use of simultaneous equations for the accurate determination of the chlorophylls a and b. *Photosynthesis Reserch*, 73:149-156.
- Sairam, R.K., Kumutha, D., Ezhilmathi, K., Deshmukh, P.S. ve Srivastava, G.C., 2008. Physiology and biochemistry of waterlogging tolerance in plants. *Biologia Plantarum*, 52(3): 401-412.
- Trought, M.C.T. ve Drew, M.C., 1980. The Development of Waterlogging Damage in Young Wheat Plants in Anaerobic Solution Cultures. *Journal of Experimental Botany* 31(6):1573-1585.
- Yavaş, İ., Ünay, A. ve Aydın, M., 2012. The waterlogging tolerance of wheat varieties in the western of turkey. *The ScientificWorld Journal* Volume 2012, Article ID 529128, 7 pages doi:10.1100/2012/529128.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T., ve Konzak, C.F., 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weeds Research* 14: 415–412.
- Zheng, C., Jiang, D., Liu, F., Dai, T., Jing, Q. ve Cao, W., 2009. Effects of salt and waterlogging stresses and their combination on leaf photosynthesis, chloroplast ATP synthesis, and antioxidant capacity in wheat. *Plant Science* 176: 575–582