



Farklı Dozlardaki Melatonin Kullanılan Priming (Önçimlendirme) uygulamalarının NaCl Stresindeki Karpuz (*Citrullus lanatus* var. ‘Crimson sweet’) Tohumlarının Bazı Canlılık Parametreleri Üzerine Etkileri

Tolga Sarıyer*

Fatih Cem Kuzucu

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 17100, Çanakkale
*Sorumlu yazar: tolgasariyer@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 15.03.2019

Kabul Tarihi: 23.10.2019

Öz

Olumsuz çevre koşulları tohumların çimlenme güçlerinin düşmesine ve çimlenme sürelerinin uzamasına neden olmaktadır. Çimlenme esnasında karşılaşılan sorunlar fide gelişiminin azalmasına yol açarken sağlıklı tohumlardan elde edilen fideler daha iyi gelişim göstermektedir. Bu nedenle tohumlarda çimlenmeyi artırıcı ön uygulamalar önem arz etmektedir. Tohumlarda çimlenmeyi artırıcı priming uygulamalarından biri de tohumları belli bir süre suda bekletme işlemidir. Karpuz tohumlarında priming ve NaCl stresi uygulamalarının bazı tohum kalite ve canlılık parametrelerinin etkilerinin belirlenmesi amacı ile yapılan çalışmada Çanakkale bölgesindeki karpuz (*Citrullus Lanatus* cv. ‘Crimson Sweet’) üreticilerinden elde edilen karpuz tohumları, kontrol (priming ve NaCl uygulanmayan), farklı priming (0, 50, 100 µM melatonin) ve tuz stresi (0, 50 mM, 100 mM NaCl) uygulamalarına tabi tutulmuştur. Denemede çimlenme oranı, hızı, hipokotil, radikula uzunluğu parametreleri üzerine yapılan ölçümler sonucunda priming uygulamaları ile iyileşme gösteren kalite parametrelerinin, NaCl stresi ile azaldığı görülmüştür. NaCl stresinin etkisini azaltmada 50 µM ve 0 µM melatonin dozlarının her ikisinde etkili olurken 50 µM melatonin uygulaması en olumlu etkiyi 0 µM melatonin uygulaması ise en az etkiyi göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: *Citrullus lanatus* L., melatonin, tuz stresi, tohum, kalite

Effects of Priming Applications on Seed Quality Parameters of Watermelon (*Citrullus lanatus* var. ‘Crimson sweet’) Seeds under NaCl Stress

Abstract

Seed vigor and germination time are negatively affected by environmental stress. Good quality seedlings are obtained from healthy seeds however seedling growth can be reduced by unfavorable conditions during germination. Therefore seed pretreatments to enhance seed germination have been important. One of the seed pretreatment is priming by immersing of seeds in water. Watermelon (*Citrullus Lanatus* cv. ‘Crimson Sweet’) seeds obtained from watermelon producers from Çanakkale province treated with control (without priming and NaCl), different priming (0, 50, 100 µM melatonin) and NaCl stress (0, 50, 100 mM NaCl) applications for determining the effects of priming and NaCl stress applications on some seed vigor parameters of watermelon seeds. Seed germination rate and time, length of hypocotyl and radicle parameters determined in study. Quality parameters which decreased by NaCl stress were enhanced by melatonin applications. Observations showed that priming with 50 µM and 0 µM melatonin applications were both effective on decreasing the negative effects of NaCl stress, 50 µM melatonin application were most and 0 µM melatonin application were least effective on alleviate the negative effects of NaCl stress.

Keywords: *Citrullus lanatus* L., melatonin, NaCl stress, seed, quality

Giriş

Sağlıklı bitki eldesi için sağlıklı tohuma ihtiyaç duyulmakta ve tohum çimlenmesi sırasında meydana gelen olumsuzluklar verim kaybı, geç hasat gibi problemler oluşturmaktadır. Sodyum klorür ve sodyum sülfat, tuzlu topraklarda en çok bulunan tuzlardır (Taiz and Zeiger, 2008a). Düşük su potansiyelinin yanında, hücrede özellikle Na⁺, Cl⁻ ya da SO₄²⁻ gibi iyonlar zararlı konsantrasyonlarda birikince spesifik iyon toksisitesi sorunu ortaya çıkar. Na⁺’un K⁺’a oranının anormal ölçüde yüksek olması enzimleri etkisizleştirir ve protein sentezini engeller (Taiz and Zeiger, 2008b). Farklı karpuz genotiplerinde 75 ve 150 mM NaCl uygulamaları sonucunda Na un K a oranının önemli derecede arttığı belirlenmiştir (Dölek ve Eker, 2010). Su stresi ve tuzluluk, özellikle yüksek ışık yoğunluğunda



diğer stresler ile birlikte fotosentez verimliliğini düşürmekte ve fotorespirasyonu artırmakta, hücre homeostazisini değiştirmekte ve reaktif oksijen türlerinin artan miktarda üretimine neden olmaktadır (Miller ve ark., 2010). Reaktif oksijen türleri normal hücrel fonksiyonlar sırasında üretilmektedir. Reaktif oksijen türleri hidroksil radikali, süperoksit anyonu, hidrojen peroksit ve nitrik oksiti içermektedir. Yüksek kimyasal reaktiviteye sahip olmalarından dolayı oldukça geçici türler olup, lipid peroksidasyonu, DNA ve protein oksidasyonuna neden olabilirler. Reaktif oksijen türlerinin üretimi hücrel antioksidantların üstesinden gelebileceğinden fazla olduğunda durum oksidatif stresle sonuçlanmaktadır (Mates, 2000).

Terzi ve ark. (2017), halofit bir tür olan *Salsola crassa* 'da 9 tuz konsantrasyonu (0, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700 ve 800 mM NaCl), 6 sabit sıcaklık (10, 15, 20, 25, 30 ve 35°C) ve fotoperiyodun (12 sa ışık-12 sa karanlık ve sürekli karanlık) çimlenme üzerine etkilerini incelemişler, çalışmada çimlenme oranının NaCl stresi ile düşük (10, 15°C) ve yüksek (35°C) sıcaklık uygulamaları ile düştüğü gözlenmiştir. Priming tohumları belli sürelerde suda veya çimlenmeye etki eden çeşitli hormonlar, kimyasal maddelerin sulu çözeltilerinde bekletme şeklinde yapılan bir uygulamadır. Tohumlarda priming uygulaması ile kökçük çıkışına izin verilmeden çeşitli metabolik olayların gerçekleşmesine yol açıldığı bilinmektedir.

Çimlenme ve fide büyüme dönemleri tuzluluğa en hassas dönemler olup, tuzluluk suyun kullanılabilirliğini azaltma, depo maddelerinin hareketliliğinde farklılığa sebep olma, proteinlerin yapısal organizasyonunu etkileme gibi çeşitli nedenlerle çimlenmeyi ertelemekte veya önlemektedir. Tuzlu koşullarda çimlenmeyi artırıcı teknikler içerisinde en çok kullanılanlardan birisi primingdir. Priming tohumu kökçük çıkışı için hazır hale getiren bir uygulamadır. Antioksidant sisteminin aktivitesini artırıp membranları tamir etmektedir (İbrahim, 2016). Bütün tohumların priming uygulamasına gösterdikleri tepkilerin benzer olmadığı için priming uygulamalarının deneysel olarak geliştirilmesi gerekmektedir (Welbaum, 1998). Kaya ve ark. (2010), üç farklı çeşide ait (Çorbacı, Sera Demre 8 ve Yalova Yağlık) biber tohumlarında stres sıcaklıklarında (15°C ve 35°C) priming uygulamaları yaptıkları çalışmalarında, priming uygulamasının çimlenmeye olumlu etki ettiğini ayrıca, tohumdaki enzim aktivitesini artırdığını belirlemişlerdir.

Armin ve ark. (2010), priming uygulamalarının (HCL 0.1N, NaCl 1.5N, PEG 6000 3%, KNO₃ 3% ve priming uygulanmayan) üç karpuz (*Citrullus Lanatus*) çeşidinde (Niagara, Charleston Gray, Crimson Sweet) fidelerin çimlenme ve fide büyümesine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, plumula kuru ağırlığı ve radikula uzunluğu parametrelerine priming uygulamalarının etkisinin olmadığını, çimlenme oranı, ortalama çimlenme zamanı, plumula uzunluğu parametrelerine PEG ve NaCl uygulamalarının olumsuz, HCL, KNO₃ uygulamalarının ise olumlu etkisinin olduğunu belirlemişlerdir. Demir ve Mavi (2004), yaptıkları çalışmada Hatay ve Çanakkale bölgelerinde yetiştirilen ve tam çiçeklenmeden 20, 30, 40 gün sonra hasat edilen karpuz 'Crimson sweet' tohumlarına (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai) priming (KNO₃, 3%, 6 gün, 20 °C) uygulaması yapmışlardır. Her iki bölgede tam çiçeklenmeden 20 gün sonra hasat edilen karpuzların tohumlarında ve Hatay bölgesinde tam çiçeklenmeden 30 ve 40 gün sonra hasat edilen karpuzların tohumlarında priming uygulaması ile çimlenme yüzdesi artmış, ortalama çimlenme zamanı azalmış, diğer konularda priming uygulaması ile farklılık olmadığı görülmüştür.

Bitkilerde melatoninin birinci fonksiyonu içsel ve çevresel oksidatif stresten korunma amaçlıdır. Melatonin antioksidant olarak bitkilerin sıcak, soğuk, kimyasal kirleticiler ve diğer çevresel etmenlere toleransını artırmakta, çevresel stres koşullarında tohumların çimlenme oranını artırmakta, oksidatif strese karşı klorofilleri korumakta ve fotosentez oranını artırmakta, kök sisteminin gelişimini teşvik etmekte ve kök yenilenmesini desteklemektedir (Tan ve ark., 2012). Melatonin reaktif hidroksil radikalının etkisini gidermekte ve diğer toksik tekli oksijen, hidrojen peroksit, nitrik oksit, peroksinitrit anyon türlerini etkisizleştirmektedir (Reiter, 2000). Melatonin serbest radikal temizleyici ve antioksidant olarak görev yapmakta, hidroksil (OH), hidrojen peroksit, nitrik oksit, peroksinitrit anyon, peroksinitröz asit ve hipokloröz asitin detoksifiyesini sağlamaktadır (Reiter ve ark., 2001). Bitkiler abiyotik (yüksek sıcaklık, toksin, artan toprak tuzluluğu, kuraklık vb.) ve biyotik (mantar enfeksiyonu) streslere maruz kaldığında melatoninin sentezi uyarılmaktadır. Melatonin bitkilere kök büyümesi, yaprak morfolojisi, klorofillerin korunması ve meyve oluşumu konularında destek olmaktadır. Dışarıdan uygulanan melatoninin tohum çimlenmesini, bitki büyümesini, verimi ve bitkisel ürünlerde



hasat sonrası uygulanmasının ise meyve olgunlaşmasını artırarak kaliteyi artırması söz konusudur (Reiter, 2015).

Posmyk ve ark. (2008), kırmızı lahana fidelerine ait tohumlarda ekim öncesi priming (0, 1, 10, 100 µM melatonin) ve toksik bakır iyonu konsantrasyonları (0, 0,5, 1 mM CuSO₄) uygulamışlardır. Çalışmada, toksik bakır iyonu uygulanmayan ve uygulanan konularda çimlenme oranını (%) artırmada 1 ve 10 µM melatonin uygulamalarının benzer oranda ve 0 µM melatonin uygulamasından daha etkili oldukları, 100 µM melatonin uygulamasının ise etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Manchester ve ark. (2000), tarafından yapılan çalışmada tohumlarda melatoninin bulunma nedeninin bitkilerin üreme dokularını ultraviyole ışık, kuraklık, yüksek sıcaklık, zararlı kimyasalların neden olduğu oksidatif hasardan korumak olabileceğinden bahsedilmiştir. Zhang ve ark. (2014), hıyarda yüksek tuzlulukta melatoninin tohum çimlenmesini antioksidant sistemler aracılığı ile düzenlediği konulu çalışmalarında, tuz stresi uygulaması ile çimlenme oranının azaldığını belirlemişlerdir. Çalışmada 150 mM NaCl uygulaması ile azalan çimlenme oranının 1µM melatonin uygulaması ile arttığı belirlenmiştir. 150 mM NaCl uygulanan konuda çimlenmenin 14. saatinde maksimum melatonin, MDA, H₂O₂ değerleri belirlenmiş, 1 µM melatonin uygulaması ile melatonin miktarında artış, MDA, H₂O₂ değerlerinde azalış olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada, farklı dozlarda melatonin içeren priming uygulamalarının farklı seviyelerdeki NaCl stresinden etkilenen karpuz tohumlarında tohum kalite özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada Çanakkale bölgesindeki karpuz üretimi yapan üreticilerden temin edilen karpuz (*Citrullus lanatus* cv. ‘Crimson Sweet’) tohumları kullanılmıştır. Tam çiçeklenmeden 50 gün sonra hasat edilen meyvelerden ayrılan tohumlar, tohum yüzeyi temizliği amacı ile saf su ile 2 dakika süreyle yıkanmış ardından %3 lük sodyum hipoklorit solüsyonuna 10 saniye kadar daldırma şeklinde sterilize edilmiştir. Tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulan her tekrürde 30 tohum olacak şekilde 3 tekrürden oluşan denemede tohumlar farklı dozlarda melatonin (0 µM, 50 µM, 100 µM) ve NaCl (0 mM, 50 mM, 100 mM) uygulamalarına tabi tutulmuştur. Kontrol grubu tohumlar ise melatonin ve NaCl uygulamaları yapılmadan aynı koşullarda çimlendirilmiştir. Tohumlara, farklı dozlardaki melatoninin (Lekam Sp Z O O company) (0 µM, 50 µM, 100 µM) ekstraksiyonu işlemi sonucunda elde edilen solusyon kullanılarak 12 saat boyunca priming uygulaması yapılmıştır. Solusyon hazırlanırken melatoninin molekül ağırlığı göz önüne alınarak uygun doz (50 veya 100 µM) için gereken miktar mg olarak hesaplanmış, gereken miktardaki melatonin etken maddesi etil alkol kullanılarak ekstrakte edilmiştir. Priming uygulaması öncesi tohumlar tartılmış, priming uygulaması sonrası tohumlar priming uygulaması öncesindeki ağırlığa ulaşıncaya dek gölge ve hava alan ortamda kurutulmuştur (Özkaynak ve ark., 2015). Kurutma işlemi sonrasında 40×40 cm ebatında filtre kağıtları arasına dizilen tohumlar 0 mM, 50 mM, 100 mM dozlarında NaCl içeren saf su ile ilk gün ve 7. gün olmak üzere eşit miktarda sulanmış ve 14 gün boyunca karanlıkta 25°C’de plastik torbalar içerisinde çimlendirmeye tabi tutulmuşlardır (Kaya ve ark., 2010).

Çalışmada aşağıdaki araştırma konuları yer almıştır:

Kontrol (Priming ve NaCl uygulanmayan), 0 µM Melatonin (Saf Su kullanılarak priming uygulanan), 50 µM Melatonin Priming, 100 µM Melatonin Priming, 50 mM NaCl, 50 mM NaCl + 0 µM Melatonin (Saf Su) Priming, 50 mM NaCl + 50 µM Melatonin Priming, 50 mM NaCl + 100 µM Melatonin Priming, 100 mM NaCl, 100 mM NaCl + 0 µM Melatonin (Saf Su) Priming, 100 mM NaCl + 50 µM Melatonin Priming, 100 mM NaCl + 100 µM Melatonin Priming.

Tohum kalite testleri: Çimlenme Oranı (%): Tohumlarda, hergün aynı saatte sayım yapılmış, kökçük (radikula) kısmı 2 mm boya ulaşan tohumlar çimlenmiş olarak belirlenmiştir (Ellis ve Roberts, 1980; Başak, 2006).

Ortalama Çimlenme Zamanı (saat): Araştırmada tohumların ortalama çimlenme zamanı,

$$\text{Ortalama çimlenme zamanı (saat)} = \frac{\sum n \cdot D}{\sum n}$$

formülü kullanılarak belirlenmiştir (Ellis ve Roberts, 1980; Lokoğlu, 2010).

n: D günde/saatte çimlenen tohum sayısı

D: Çimlenmenin başlamasından itibaren geçen gün sayısı

$\sum n$: Toplam çimlenen tohum sayısı



Hipokotil Uzunluğu (cm): Kök boğazından kotiledon yapraklara kadar olan uzunluğun ölçülmesi ile belirlenmiştir.

Radikula Uzunluğu (cm): Kök boğazından kök ucuna kadar olan uzunluğun ölçülmesi ile belirlenmiştir. Araştırmada elde edilen bulgular SAS.9.1.3. Portable bilgisayar paket programı ile varyans analizine tabi tutulmuş, ortalamalar arasındaki farklılıkların karşılaştırılmasında LSD ($P<0,05$) testi kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çimlenme sırasında uygulanan NaCl'nin artan dozlarıyla yükselen stresin tohumların çimlenme oranlarında düşüşler meydana getirdiği görülmüştür (Tablo 1). Tuz stresi ile ilgili benzer çalışmalar incelendiğinde kavunda tuz (NaCl) stresi sonucunda çimlenme gücünde azalma olduğu belirlenmiş (Sivritepe ve ark., 2003), tuzluluğun hücrede reaktif oksijen türlerinin artan miktarda üretimine neden olduğu ileri sürülmüştür (Miller ve ark., 2010). Reaktif oksijen türlerinin fazla miktarda bulunması hücrede oksidatif strese neden olmaktadır (Mates, 2000). Çalışmada artan NaCl seviyesi karpuz (*Citrullus lanatus* cv. 'Crimson Sweet') tohumlarında benzer etkiyi göstermiş olabilir. Ayrıca Taiz and Zeiger (2008b), Na^+ un K^+ a oranının yüksek olmasının enzimlere ve protein sentezine zararlarından bahsetmiştir. Çalışmada NaCl stresi sonucunda karpuz (*Citrullus lanatus* cv. 'Crimson Sweet') tohumlarında aynı zarar söz konusu olabilir. 0 mM NaCl uygulama dozuna karşılık melatoninin artan dozları çimlenme oranı ortalamalarında dalgalanmalara sebep olmuş, en yüksek çimlenme oranı ortalaması beklenin aksine 50 μ M melatonin uygulamasından elde edilmiştir. Melatonin dozlarının NaCl artan dozları altındaki etkisi de buna benzer şekilde sonuç vermiş olup 100 mM ve 50 mM NaCl stresi altındaki tohumlarda en yüksek çimlenme oranı 50 μ M melatonin uygulanmış tohumlardan elde edilmiştir. İstatistiki değerlendirme sonucunda oluşan gruplarda bu durumu desteklemektedir (Tablo 1). Yapılan bir çalışmada (Li ve ark., 2019) melatoninin tuz stresinde reaktif oksijen türlerinin temizlenmesini sağlama yoluyla bitkilerin tuz stresine direncini arttırdığı bildirilmiştir. Priming uygulamalarının NaCl'nin farklı dozlarda yarattığı strese karşın çimlenme oranında meydana gelen yükselmeler priming için uygulanan melatonin'nin değişen dozlarında farklı sonuçlar vermiştir. Zhang ve ark. (2014) hiyarda NaCl stresi ile azalan çimlenme oranının melatonin uygulaması ile arttığını tespit etmişler, çalışmalarında yüksek tuzluluğun kısıtlayıcı etkilerini azaltmada düşük konsantrasyonlarda uyguladıkları melatonin yüksek konsantrasyonlardaki melatonininden daha etkili olmuştur.

Çalışmada ortalama çimlenme zamanının 50 mM NaCl uygulamasından olumsuz etkilenmediği görülmüştür. Bunun yanında NaCl uygulanmayan ve 50 mM NaCl uygulanan konularda priming uygulamalarının ortalama çimlenme zamanına etkisi olmamıştır. 100 mM NaCl uygulaması ile ortalama çimlenme zamanının uzadığı belirlenmiştir. 100 mM NaCl uygulamasında 50 μ M melatonin uygulaması daha etkili olmakla birlikte 50 ve 100 μ M melatonin uygulamaları ile ortalama çimlenme zamanının 0 μ M melatonin uygulanan konulara göre azaldığı görülmüştür (Tablo 2). Kaya ve ark. (2010), biberde priming uygulamasının stres sıcaklıklarında çimlenme oranı ve süresine olumlu etki ettiğini belirlemişlerdir. Diğer bir çalışmada (jiang ve ark., 2016) mısır tohumlarında çimlenme oranı ve çimlenme zamanı parametrelerinin 150 mM NaCl uygulaması sonucunda olumsuz etkilendiği, melatonin uygulamaları ile (0.4, 0.8, 1.6 mM melatonin) bu parametrelerde NaCl stresinin olumsuz etkileri azalırken, en olumlu etkiyi 0.8 mM melatonin dozunun gösterdiği belirlenmiştir.

Çalışmada 50 mM NaCl uygulaması yapılan konularda hipokotil uzunluğu NaCl uygulanmayan konulara göre azalırken, 100 mM NaCl uygulaması yapılan konularda hipokotil çıkışı olmamıştır. NaCl uygulanmayan ve 50 mM NaCl uygulanan konularda en fazla hipokotil uzunluğu 50 μ M melatonin uygulaması ile elde edilmiştir. 0 μ M ve 100 μ M melatonin uygulaması yapılan konularda hipokotil uzunluğunun benzer ve kontrol uygulamasından yüksek değerler aldığı görülmüştür (Tablo 3). Armin ve ark. (2010), karpuzda potasyum nitrat kullanılarak uyguladıkları priming uygulamasının plumula uzunluğuna olumlu etki ettiğinden bahsetmişlerdir.

Radikula uzunluğunun uygulanan NaCl stresi arttıkça azalma gösterdiği görülmektedir. Çalışmada tüm NaCl stresi uygulanan konularda priming uygulamaları arasında radikula uzunluğu bakımından en olumlu sonuç 50 μ M melatonin uygulanan konudan elde edilmiştir. Radikula uzunluğu değerleri incelendiğinde NaCl stresi uygulanmayan ve 100 mM NaCl stresi uygulanan konularda, 0 ve 100 μ M melatonin uygulanan konuların benzer değerler aldığı görülmüştür (Tablo 3).



Çalışmada 50 µM melatonin uygulaması daha etkili olmak üzere, tüm melatonin uygulaması yapılan konularda 0 µM melatonin uygulaması yapılan konulara göre daha olumlu değerler elde edilmiş olması melatoninin; hidroksil radikali, süperoksit anyonu, hidrojen peroksit, nitrik oksit (Mates, 2000) gibi tuzluluk stresi sonucu ortaya çıkan reaktif oksijen türlerini (Miller ve ark., 2010), temizlemesi (Reiter ve ark., 2001) ile ilgili olabilir.

Çizelge 1. Farklı Dozlardaki Melatonin ve NaCl Uygulamalarının Çimlenme Oranına Etkileri (%)

	Kontrol	0 µM Melatonin	50 µM Melatonin	100 µM Melatonin	NaCl Ortalama
Kontrol	89,16 bc	90,83 ab	93,33 a	92,49 ab	91,45 A
50 mM NaCl	73,33 f	81,66 e	86,67 cd	84,16 de	81,45 B
100 mM NaCl	14,16 j	20,83 ı	52,5 g	26,66 h	28,54 C
Mel Ortalama	58,88 D	64,44 C	77,5 A	67,77 B	
LSD P<0,05=	NaCl×Mel<0,05 LSD=3,3412; NaCl<0,05 LSD=1,7988; Mel<0,05 LSD=1,9879				

Çizelge 2. Farklı Dozlardaki Melatonin ve NaCl Uygulamalarının Ortalama Çimlenme Zamanına Etkileri (saat)

	Kontrol	0 µM Melatonin	50 µM Melatonin	100 µM Melatonin	NaCl Ortalama
Kontrol	4,22 d	3,96 d	3,91 d	3,98 d	4,02 B
50 mM NaCl	4,31 d	4,26 d	4,01 d	3,95 d	4,13 B
100 mM NaCl	9,93 a	9,89 a	7,71 c	8,96 b	9,12 A
Mel Ortalama	6,15 A	6,04 A	5,21 C	5,63 B	
LSD P<0,05=	NaCl×Mel<0,05 LSD=0,4779; NaCl<0,05 LSD=0,304; Mel<0,05 LSD=0,2745				

Çizelge 3. Farklı Dozlardaki Melatonin ve NaCl Uygulamalarının Radikula Uzunluğuna Etkileri (mm)

	Kontrol	0 µM Melatonin	50 µM Melatonin	100 µM Melatonin	NaCl Ortalama
Kontrol	8,32 c	8,75 b	9,35 a	8,9 b	8,83 A
50 mM NaCl	5,86 e	5,96 e	8,19 c	6,65 d	6,67 B
100 mM NaCl	0,4 h	2,11 g	3,65 f	2,43 g	2,15 C
Mel Ortalama	4,86 D	5,6 C	7,07 A	5,99 B	
LSD P<0,05=	NaCl×Mel<0,05 LSD=0,3825; NaCl<0,05 LSD=0,2; Mel<0,05 LSD=0,2332				

Çizelge 4. Farklı Dozlardaki Melatonin ve NaCl Uygulamalarının Hipokotil Uzunluğuna Etkileri (mm)

	Kontrol	0 µM Melatonin	50 µM Melatonin	100 µM Melatonin	NaCl Ortalama
Kontrol	8,82 c	9,63 b	11,4 a	9,73 b	9,89 A
50 mM NaCl	6,74 f	7,28 e	8,22 d	7,27 e	7,37 B
100 mM NaCl	0 g	0 g	0 g	0 g	0 C
Mel Ortalama	5,19 C	5,64 B	6,54 A	5,66 B	
LSD P<0,05=	NaCl×Mel<0,05 LSD=0,325; NaCl<0,05 LSD=0,151; Mel<0,05 LSD=2,008				

Sonuç

50 µM melatonin uygulamasında 0 µM melatonin uygulanan konulara göre çimlenme oranındaki artış miktarı 100 mM NaCl stresi uygulamasında, 50 mM NaCl stresi uygulamasına göre daha fazla olmuş, benzer durum radikula uzunluğunda görülmüştür. Ayrıca ortalama çimlenme zamanı değerlerine bakıldığında melatoninin etkisi ortalama çimlenme zamanının sadece olumsuz etkilendiğinde ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte aynı durum hipokotil uzunluğunda görülmemiştir. Bu durum çalışmada melatoninin NaCl stresi arttığında genel olarak daha etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca NaCl stresinin etkisini azaltmada 50 µM melatonin uygulamasının çalışmada yer alan 0 ve 100 µM melatonin uygulamalarından daha olumlu etki gösterdiği gözlenmiştir.



NaCl stresi uygulanmayan ve uygulanan konularda 0 µM melatonin uygulanan priming uygulamasının tohum ve fide kalite parametrelerini artırmasının yanında, özellikle uygun dozda uygulanan (50 µM) melatoninin tohum ve fide kalite parametrelerini artırmada daha etkili olması, tuzlu koşullarda hidroksil radikali, süperoksit anyonu, hidrojen peroksit, nitrik oksit (Mates, 2000) gibi tuzluluk stresi sonucu ortaya çıkan reaktif oksijen türlerini (Miller ve ark., 2010) temizlemesi (Reiter ve ark., 2001) ile açıklanabilir.

Çalışma sonucunda karpuzda melatonin ile priming uygulamalarının bazı tohum kalite özelliklerini artırdığı ayrıca melatoninin yüksek dozda değil uygun dozda (50 µM) kullanıldığında etkisinin daha olumlu olduğu belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Armin, M., Asgharipour, M., Razavi-Omrani, M., 2010. The Effect of Seed Priming on Germination and Seedling Growth of Watermelon (*Citrullus Lanatus*). *Advances in Environmental Biology*. 4(3): 501-505.
- Demir, İ., Mavi, K., 2004. The effect of priming on seedling emergence of differentially matured watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum and Nakai) Seeds. *Scientia Horticulturae* 102 (2004) 467–473.
- Dölek, M. N., Eker, S., 2010. Değişik Karpuz Genotiplerinin Tuz Stresine Tolerans Düzeylerinin Belirlenmesi. *Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yıl: 2010 Cilt:22-3*.
- Ibrahim, 2016. Seed Priming To Alleviate Salinity Stress In Germinating Seeds. *Journal of Plant Physiology*. 192 (2016) 38–46.
- Jiang, X., Li, H., Song, X., 2016. Seed Priming With Melatonin Effects On Seed Germination And Seedling Growth In Maize Under Salinity Stress. *Pak. J. Bot.*, 48(4): 1345-1352, 2016.
- Kaya, G., Demir, İ., Tekin, A., Yaşar, F., Demir, K., 2010. Priming Uygulamasının Biber Tohumlarının Stres Sıcaklıklarında Çimlenme, Yağ Asitleri, Seker Kapsamı ve Enzim Aktivitesi Üzerine Etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*. 16. 9-16.
- Li, J., Liu, J., Zhu, T., Zhao, C., Li, L., Chen, M., 2019. The Role of Melatonin in Salt Stress Responses. *Int. J. Mol. Sci.* 2019, 20, 1735.
- Manchester, L.C., Tan, D.X., Reiter, R.J., Park, W., Monis, K., Qi, W., 2000. High Levels Of Melatonin In The Seeds Of Edible Plants Possible Function In Germ Tissue Protection. *Life Sciences* 67: 3023–3029.
- Mates, J. M., 2000. Effects of antioxidant enzymes in the molecular control of reactive oxygen species toxicology. *Toxicology* 153 (2000) 83–104.
- Miller, G., Suzuki, N., Çiftçi Yılmaz, S., Mittler, R., 2010. Reactive oxygen species homeostasis and signalling during drought and salinity stresses. *Plant, Cell & Environment*. Volume 33, Issue 4, 453-467.
- Özkaynak, E., Yüksel, P., Yüksel, H., Orhan, Y., 2015. Karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) Organik Priming Uygulamaları. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 30(2):149-155
- Reiter, R. J., Tan, D. X., Zhou, Z., Coelho Cruz, M. H., Fuentes-Broto, L., Galano, A., 2015. Phytomelatonin: Assisting Plants to Survive and Thrive. *Molecules*. 20, 7396-7437.
- Reiter, R., 2000. Melatonin: Lowering the High Prize of Free Radicals. *News Physiol. Sci.* Volume 15, 246-250.
- Reiter, R.J., Tan, D.X., Burkhardt, S., Manchester, L.C., 2001. Melatonin in Plants. *Nutrition Review*. V, ol. 59, No. 9, 286-290.
- Sivritepe, N., Sivritepe, H. O., Eris, A., 2003. The Effects of NaCl Priming on Salt Tolerance in Melon Seedlings Grown Under Saline Conditions. *Scientia Horticulturae*. 97, 229-237.
- Taiz L., Zeiger E., 2008a. *Bitki Fizyolojisi (3. Baskıdan Çeviri)*. Palme Yayıncılık, Ankara. 79.
- Taiz L., Zeiger E., 2008b. *Bitki Fizyolojisi (3. Baskıdan Çeviri)*. Palme Yayıncılık, Ankara. 612-613.
- Tan, D.X., Hardeland, R., Manchester, L.C., Korkmaz, A., Ma, S., Rosales Corral, S., Reiter, R.J., 2012. Functional Roles Of Melatonin In Plants, And Perspectives In Nutritional And Agricultural Science. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 63, No. 2, pp. 577–597.
- Terzi, H., Yıldız, M., Altuğ, Ü., 2017. Halofit *Salsola crassa*'nın Tohum Çimlenmesi Üzerine Tuzluluk, Sıcaklık ve Işığın Etkileri. *A.K.Ü. FE.MÜ.Bİ.D.* 17 (2017) 011001 (1-9).
- Welbaum, G. E., Shen, Z., Oluoch, M. O., Jett, L. W., 1998. The Evolution and Effects of Priming Vegetable Seeds. *Seed Technology*, Vol. 20, No. 2, pp. 209-235.
- Zhang, H.J., Zhang, N., Yang, R.C., Wang, L., Sun, Q.Q., Li, D.B., Cao, Y.Y., Weeda, S., Zhao, B., Shuxin, R., Guo, Y.D., 2014. Melatonin promotes seed germination under high salinity by regulating antioxidant systems, ABA and GA₄ interaction in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *J. Pineal Res.* 2014; 57: 269–279.