

Farklı Sıcaklık Dereceleri, Tuz ve Salisilik Asit Uygulamalarının Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Tohumlarında Çimlenme Üzerine Etkisi

Esin DADAŞOĞLU¹ Melek EKİNCİ²

¹: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü 25240-ERZURUM (esinsahin@atauni.edu.tr)

²: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü 25240-ERZURUM

Geliş Tarihi : 19.11.2013

Kabul Tarihi : 18.02.2014

ÖZET : Yapılan bu çalışmada, fasulye tohumlarının (*Phaseolus vulgaris* L.) çimlenmesi üzerine sıcaklık, tuz ve salisilik asit uygulamalarının etkileri araştırılmıştır. Laboratuvar şartlarında yapılan bu çalışmada, dört farklı sıcaklık derecesi (10, 15, 20 ve 25°C), altı farklı salisilik asit (SA) dozu (0.0 (kontrol), 0.1, 0.25, 0.50, 0.75 ve 1.00mM) ve beş farklı tuz (NaCl) (0.0, 50, 100, 150 ve 200mM) konsantrasyonu kullanılmıştır. Ayrıca 20°C'de SA uygulanmış tohumlara sulama suyu olarak NaCl uygulaması yapılarak uygulamaların tohum çimlenmesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda düşük sıcaklık, yüksek tuz konsantrasyonu ve yüksek dozdaki SA uygulamalarının fasulye tohumlarının çimlenmesini azalttığı belirlenmiştir. En iyi çimlenme 20°C'de gerçekleşirken, 0,25mM dozundaki düşük SA uygulamasında da çimlenme oranında artış meydana gelmiştir. SA uygulamaları, düşük ve yüksek sıcaklık derecelerinde ve tuz içeren ortamlarda tohumların çimlenme oranında artış sağlamıştır. Bu durum, salisilik asitin sistemik kazanılmış dayanıklılıktaki etkinliğinden kaynaklanabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fasulye, sıcaklık, tuz, salisilik asit, çimlenme

Effects of Different Degrees of Temperature, Salt and Salicylic Acid Applications on Seed Germination of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

ABSTRACT : This study was conducted to determine the effects of different degrees of temperature, salt and salicylic acid applications on seed germination of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Study conducted under laboratory conditions. Four different temperatures (10, 15, 20 and 25°C), six different doses of salicylic acid (SA) (0.0 (control), 0.1, 0.25, 0.50, 0.75 and 1.00mM) and five different concentration of salt (NaCl) (0.0, 50, 100 150 and 200mM) were used in this study. Also, in this study were investigated effects of SA on seed germination of bean under salt stress. As a result of research, it was determinate that of seeds germination percentage decreased with low temperature, high salt and high SA concentrations. The best germination was determined at 20°C and low doses SA application (0,25mM) has increased the rate of germination. SA application was increased in the rate of germination of seed under low and high temperatures and salt conditions. This situation may due to the effectiveness of salicylic acid from the systemic acquired resistance.

Key Words: Bean, temperature, salt, salicylic acid, germination

GİRİŞ

Tohum çimlenmesi bitki büyüme ve verimliliğini derinden etkileyen önemli bir tarımsal özelliktir. Bazı abiyotik ve biyotik faktörler (tohumun yapısı, çevresel faktörler vb.) tohumların çimlenme ve gelişimini önemli ölçüde etkilemektedir.

Tohum çimlenmesi, fide gelişimi ve dolayısıyla bitki gelişimi üzerinde tuzluluğun etkisi oldukça önemlidir (Al-Karaki, 2001; Ghoulam ve Fores 2001, Çavuşoğlu ve Kabar 2008). Tuzluluk özellikle gelişmekte olan ülkelerde tarımsal üretimi sınırlayan önemli bir stres faktörüdür (El-Tayeb, 2005). Bitkiler üzerinde tuzluluğun olumsuz etkisi, bitki metabolizmasında meydana getirdiği bozukluklardan kaynaklanmaktadır. Bunun sonucunda bitki büyümesinde gerileme ve verimde azalmalar meydana gelmektedir (Greenway ve Munns 1980; Sharma ve Hall 1991; Dölerslan ve Gül 2012). Tohum çimlenmesinde ve bitki gelişiminde etkili olan diğer bir faktör de sıcaklıktır. Düşük ve yüksek sıcaklıklar tohum çimlenmesini olumsuz yönde etkilemekle birlikte üretimde de çeşitli aksaklıklara neden olabilmektedir (Duman, 2005).

Birçok araştırmada, biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı yapılan çeşitli uygulamalardan bahsedilmektedir. Bunlardan biri de salisilik asit uygulamasıdır. Tohum çimlenmesinde salisilik asitin rolü ile ilgili bulgular genotip ve deneysel koşullara bağlı olarak biraz değişkenlik göstermektedir. Ayrıca salisilik asitin çimlenmeyi düzenlemesi ile ilgili moleküler mekanizması hala açık değildir (Borsani vd., 2001; Rajjou vd., 2006; Alonso-Ramirez vd., 2009, Lee vd., 2010). Salisilik asit bitkilerde çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal fonksiyonları etkileyen önemli sinyal molekülü gibi görev yapan ve biyotik strese toleransta çeşitli etkilere sahip, doğal olarak oluşan bir hormondur (Horvath vd., 2007). Salisilik asit aynı zamanda, tuzluluk, yüksek ve düşük sıcaklık, su, ağır metal, don ve kuraklık stresi gibi abiyotik stres şartlarında bitkilerin toleransını artırmaktadır. Salisilatların gelişimi artırıcı özelliğinin yanı sıra, bitki savunma mekanizmasında, patojenlere dayanıklılıkta, çiçeklenmede, çiçek ömrü üzerinde, doku ısınmasında, sistemik dayanıklılık mekanizmasında ve sistemik kazanılmış dayanıklılıkta aktif rol oynadığı belirtilmektedir (Aslantaş, 2013). Yapılan çalışmalarda, buğdayda tuz

(Shakirova ve Bezrukova 1997), yoncada tuz (Palma vd., 2013), buğdayda kuraklık (Singh ve Usha 2003), arpada ağır metal (Metwally vd., 2003), çeltikte ağır metal (Mishra ve Choudhuri 1999; Pal vd., 2002), fasulyede kuraklık ve don (Senaratna vd., 2000) stresine salisilik asit uygulamalarının bitkilerde toleransı arttırdığı bildirilmiştir. Salisilik asitin (arabidopsiste) fizyolojik konsantrasyonlarının modüle antioksidan aktivitesi ile yüksek tuz konsantrasyonlarında çimlenmeyi arttırdığı vurgulanmıştır. Salisilik asitin normal şartlarda çimlenme için gerekli olmadığı ancak yüksek tuzluluk seviyesinde oksidatif hasarı azaltarak çimlenmeyi teşvik ettiği belirtilmektedir (Lee vd., 2010). Ayrıca, salisilik asit uygulamalarının yüksek ve düşük sıcaklıklarda tohum çimlenmesi üzerine olumlu etkilerinin olduğu belirtilmektedir (Korkmaz, 2005; Özden ve Kutbay, 2008; Ekinci vd., 2011).

Bu araştırma, fasulyede (*Phaseolus vulgaris*) farklı sıcaklık derecelerinde değişik konsantrasyonlardaki salisilik asit ve tuz uygulamalarının birbirinden bağımsız olarak tohum çimlenmesi üzerine etkilerinin belirlenmesi ve optimum sıcaklıkta salisilik asit uygulamalarının tuz stresindeki fasulye tohumlarının çimlenmesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Araştırma, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü ve Tarla Bitkileri Bölümüne ait laboratuvarlarda yapılmıştır. Çalışma, sıcaklık kontrollü çimlendirme kabininde yürütülmüştür. Çalışmada 0.0 (kontrol), 0.1, 0.25, 0.50, 0.75 ve 1.00mM salisilik asit (SA) dozları ve 0.0 (kontrol), 50, 100 150 ve 200mM tuz (NaCl) konsantrasyonları kullanılmıştır. Sıcaklık olarak ise uygulama yapılmış tohumlar 10, 15, 20 ve 25 °C'de çimlenmeye bırakılmıştır. Çalışma ISTA kurallarına göre her bir uygulama için 4 tekerrür ve her bir tekerrürde 50 tohum olacak şekilde düzenlenmiştir. Salisilik asit uygulaması için, fasulye tohumları farklı dozlardaki SA çözeltilerinde 24 saat bekletildikten sonra petri kapları içerisindeki kurutma kağıtları üzerine konularak çimlenmeye bırakılmıştır. Tuz uygulamasında ise petri kapları içerisinde kurutma kağıtları üzerine yerleştirilen herhangi bir uygulama yapılmamış tohumlara sulama suyu olarak farklı konsantrasyonlardaki tuz solüsyonları uygulanmıştır. Üçüncü bir uygulama olarak ise fasulye için optimum çimlenme sıcaklığı olan 20°C'de daha öncesinde farklı dozlardaki SA çözeltilerinde 24 saat süreyle bekletilen tohumlara sulama suyu olarak farklı konsantrasyonlardaki NaCl çözeltileri uygulanmıştır. Bütün denemelerde çimlenen tohumların sayımı günlük olarak yapılmış ve çimlenen tohumlar yüzde olarak belirlenmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre oluşturulmuş, elde edilen

veriler (çimlenme oranları arc sin değerlerine dönüştürülerek) SPSS programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, ortalamalara ait karşılaştırmalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir

BULGULAR ve TARTIŞMA

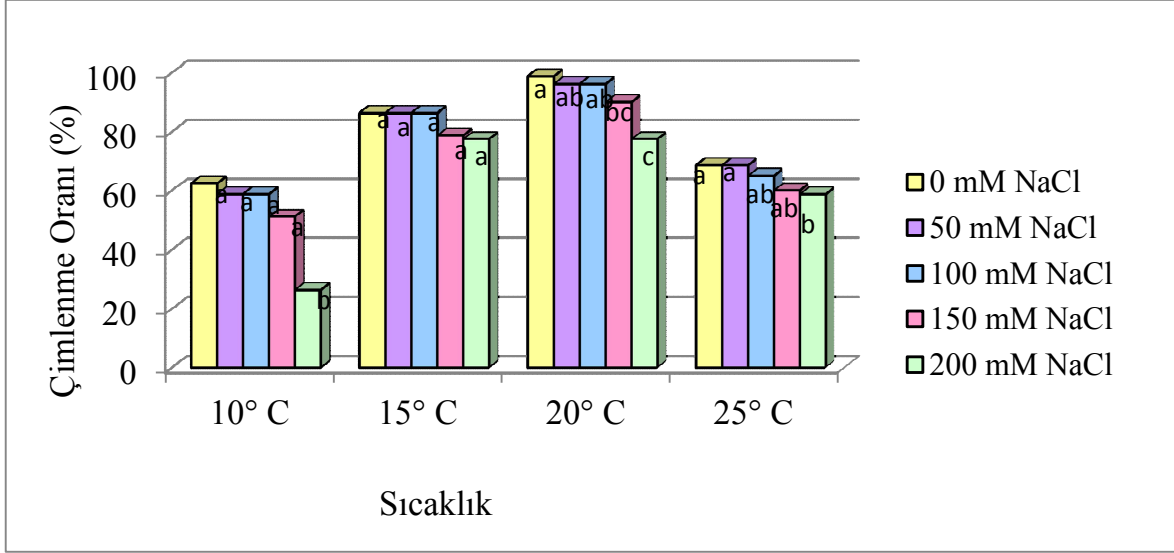
Araştırmada 4 farklı sıcaklık derecesinde farklı dozlardaki tuz ve salisilik asit uygulamalarının fasulye tohumlarında çimlenme üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir (Şekil 1, 2 ve 3).

Genel itibariyle tuz konsantrasyonu arttıkça tohumların çimlenme oranlarında bir düşüş meydana gelmiştir (Şekil 1). Optimum sıcaklıkta (20°C) tuz stresinin etkisi diğer sıcaklıklara oranla daha az olmuştur. 10°C'de tuz konsantrasyonu arttıkça %26,25'e kadar düşen çimlenme oranı 20°C'de %77.50 oranında seyretmiştir. 10 ve 15°C'de 100mM'lık NaCl uygulamalarına kadar çok önemli bir fark görülmezken doz arttıkça (150 ve 200mM) çimlenme oranındaki düşüş fazla olmuştur. 20°C'de ise 0, 50, 100 ve 150mM'lık NaCl uygulamalarında %90'lar civarında seyreden çimlenme oranı 200mM'lık NaCl uygulamasında %77.50'ye düşmüştür. 25°C'de de 0, 50, 100 ve 150mM'lık NaCl uygulamaları arasında çok önemli bir fark görülmezken (sırasıyla %68,75, 68,75, 65,00 ve 60,00) 200mM'lık NaCl uygulamasında çimlenme oranı (%58,75) düşmüştür. Ortalama olarak en iyi çimlenme %91,75 ile 20°C'de gerçekleşirken, en düşük çimlenme ortalaması %51,50 ile 10°C'de meydana gelmiştir. Bitki gelişiminde ortam sıcaklığının önemi çok iyi bilinmektedir. Bitkiler için optimum gelişme sıcaklığı tohum çimlenmesinden hasada kadar geçerliliğini korumaktadır. Fasulye tohumları minimum 10°C'de çimlenirken optimum olarak 20-25°C'de en iyi çimlenme performansını gösterirler (Günay, 2005). Nitekim yaptığımız bu çalışmada da ortam sıcaklıkları karşılaştırıldığında en düşük çimlenme 10°C'de, en yüksek çimlenme oranları ise 20°C'de gerçekleşmiştir (Şekil 1 ve 2).

Tuzluluk tohum çimlenmesini, fide ve bitki gelişimini önemli derecede etkilemektedir. Bitki metabolizmasında meydana getirdiği hasarlarla üretimde aksaklıklara neden olmaktadır. Bitkilerin tuza hassasiyetlik dereceleri farklılık göstermekle birlikte fasulye tuza hassas bitkiler içerisinde yer almaktadır (Yaşar vd., 2008). Bu çalışmada, genel itibariyle tuz konsantrasyonu arttıkça tohumların çimlenme oranlarında bir düşüş meydana geldiği belirlenmiştir. Benzer bir çalışmada fasulye tohumlarında çimlenme ve fide gelişmesi tuzluluk arttıkça azalmıştır (Elkoca vd., 2003). Tuzluluk, ortamda bitkinin suyu kolaylıkla almasını engelleyerek, bitkinin su alabilmek için fazla enerji harcamasına, tuzluluk arttıkça su alımının azalmasına

ve dolayısıyla bitki gelişiminin yavaşlamasına ve durmasına neden olmaktadır (Ekmekçi vd., 2005). Düşük sıcaklıkta tuz konsantrasyonunun artması (200mM NaCl) fasulyede çimlenmeyi önemli ölçüde azaltmıştır. İki stres faktörünün farklı dozlarının kümülatif etkilerinin bir sonucu olarak çimlenme

oranında düşüşün fazla olması bu durumu açıklayabilmektedir. Nitekim Khan ve Ungar (1984) yaptıkları çalışmada tohum çimlenmesinde tuzluluğun olumsuz etkisinin düşük ve yüksek sıcaklıklarda daha fazla olduğunu bildirmektedir.

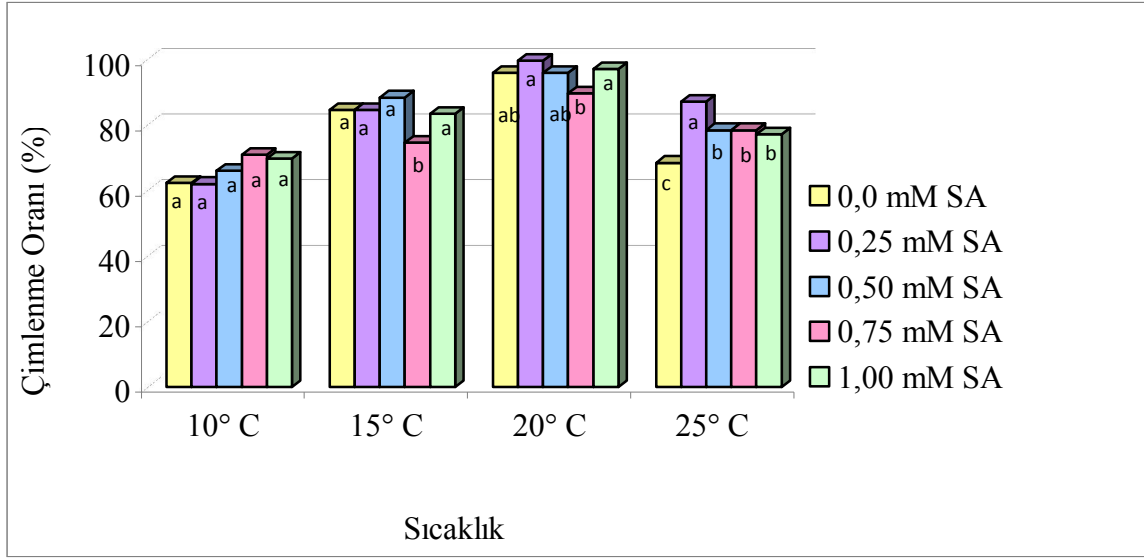


Şekil 1. Farklı sıcaklık derecelerinde farklı dozlardaki NaCl uygulamalarının fasulye tohumlarında çimlenme oranı üzerine etkisi (%). (Gruplar halindeki sütunlar üzerinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar $p < 0.05$ seviyesinde istatistiksel olarak önemlidir).

Salisilik asit uygulamalarında fasulye tohumlarındaki ortalama çimlenme oranı kontrol uygulamasına göre artış göstermiş, en iyi çimlenme 0,25mM (%83,69) dozundaki düşük salisilik asit uygulamasından elde edilmiştir. Salisilik asit uygulamaları düşük ve yüksek sıcaklıklarda tohumların çimlenme oranında artış sağlamıştır. Fasulye tohumlarının en iyi çimlenme (ortalama %96,00) gösterdiği sıcaklık 20°C'iken, 10°C'de ortalama çimlenme oranı %66,45'e kadar düşmüştür. 20 ve 25°C'de SA uygulamalarından 0,25mM en yüksek çimlenme (sırasıyla %100,00 ve %87,50) gösteren uygulama olmuştur. 10°C'de 0,75mM (%71,75) ve 15°C'de 0,50mM SA (%85,75) dozları çimlenmeyi artırıcı etki göstermiştir. Düşük sıcaklık stresinde yüksek dozdaki SA uygulamaları çimlenmeyi artırıcı etki gösterirken, sıcaklık arttıkça düşük dozlu SA uygulamalarının etkisi daha fazla olmuştur (Şekil 2).

Salisilik asit uygulamaları fasulye tohumlarının çimlenmesinde düşük ve yüksek sıcaklıkların olumsuz etkisini azaltarak çimlenmeyi artırıcı bir özellik göstermiştir. En iyi çimlenme 0,25mM

dozundaki düşük salisilik asit uygulamasından elde edilmiştir. Düşük sıcaklık stresinde yüksek dozdaki SA uygulamaları çimlenmeyi artırıcı etki gösterirken, sıcaklık arttıkça düşük dozlu SA uygulamalarının etkisi daha fazla olmuştur (Şekil 2). Nitekim salisilik asitin antioksidan enzimleri oluşturarak sıcaklık stresine karşı dayanıklılığı arttırdığı belirtilmektedir (Aslantaş, 2013). Korkmaz (2005), Özdener ve Kutbay (2008) tarafından yapılan çalışmalarda da salisilik asit uygulamalarının yüksek ve düşük sıcaklıklarda çimlenmeyi artırdığı belirtilmiştir. Ortalama olarak diğer uygulamalara kıyasla 0.25mM SA dozu fasulye tohumlarının çimlenmesinde daha etkili olmuştur (Şekil 2). Benzer olarak, K'Opondo vd. (2002) tarafından yapılan çalışmada düşük konsantrasyondaki (0.1mM) SA uygulamalarının yüksek konsantrasyona (3.0 ve 10.0mM) göre lahana, hıyar ve domateste daha iyi çimlenme sağladığı tespit edilmiştir. Çanakçı (2010) salisilik asitin arpa tohum çimlenmesi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, 0.1mM SA'in tohum çimlenmesini arttırdığını, 100 ve 200 mM SA'in ise engellediğini tespit etmiştir.

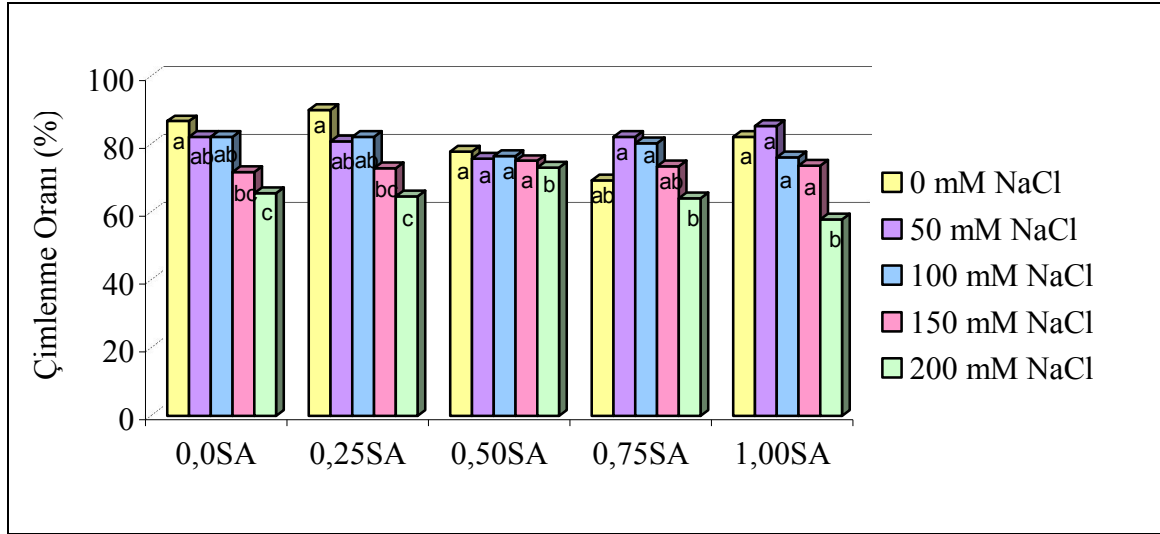


Şekil 2. Farklı sıcaklık derecelerinde farklı dozlardaki salisilik asit uygulamalarının fasulye tohumlarında çimlenme oranı üzerine etkisi (%). (Gruplar halindeki sütunlar üzerinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar $p < 0.05$ seviyesinde istatistiksel olarak önemlidir).

Yukarıda ayrı ayrı yapılan çalışmalar neticesinde de belirlediğimiz gibi en iyi çimlenmenin gerçekleştiği ortam sıcaklığı 20°C'dir. Optimum sıcaklıktaki (20°C) ortamda tuz stresi altındaki tohumların çimlenmesinde SA uygulamalarının etkisine bakıldığında ise sonuçlar Şekil 3'teki gibi olmuştur. 0,50mM dozundaki SA uygulaması tuzun olumsuz etkisini bertaraf etmiştir. Tuz konsantrasyonundaki artışa rağmen 0,50mM SA uygulamasında çimlenme oranları %73,05-77,84 arasında değişen oranlarda birbirine yakın değerde seyretmiştir. 0,75 ve 1,00mM SA uygulamalarının 50mM NaCl ortamında çimlenme oranını diğer uygulamalara kıyasla arttırdığı (sırasıyla %82,15 ve %85,39) belirlenmiştir. Ortalama olarak tuzlu ortamda en iyi çimlenme 0,25mM SA uygulamasında (%78,10) meydana gelmiştir.

Yapılan bir çalışmada, tuzlu şartlarda buğday tohumunda çimlenmenin azaldığı fakat salisilik asit uygulaması ile stres şartlarında tohumların çimlenmesinde bir artış olduğu belirlenmiştir

(Dolatabadian vd., 2009). Salisilik asit uygulamaları ile bitkilerin çeşitli stres faktörlerine karşı performanslarını artırmak mümkün olmaktadır. Bu amaçla yapılan çalışmalarda da, biberde sıcaklık (Korkmaz, 2005), maydanoz, marul, lahana ve havuçta sıcaklık (Ekinci vd., 2011), buğdayda tuz (Shakirova ve Bezrukova 1997; Kaydan vd., 2007), yoncada tuz (Palma vd., 2013), mısırdaki tuz (Tuna vd., 2007), buğdayda kuraklık (Singh ve Usha 2003), arpada ağır metal (Metwally vd., 2003), çeltikte ağır metal (Mishra ve Choudhuri 1999, Pal vd., 2002), fasulyede kuraklık ve don (Senaratna vd., 2000) stresine salisilik asit uygulamalarının bitkilerde toleransı arttırdığı bildirilmiştir. Salisilik asit yüksek tuz stresinde oksidatif zararlanmayı azaltarak tohumların çimlenmesini artırmaktadır (Lee vd., 2010). Benzer olarak bu çalışmada da fasulye tohumlarında tuz stresinin olumsuz etkisinin salisilik asit uygulamaları ile önenebileceği belirlenmiştir. Özellikle 0,50mM dozundaki SA uygulamasının tuzun olumsuz etkisini azalttığı tespit edilmiştir.



Şekil 3. Optimum sıcaklıkta farklı dozlardaki tuz stresine karşı salisilik asit uygulamalarının fasulye tohumlarında çimlenme oranı üzerine etkisi (%). (Gruplar halindeki sütunlar üzerinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar $p < 0.05$ seviyesinde istatistiksel olarak önemlidir).

SONUÇ

Bitkisel ürün üretiminde karşılaşılabileceğimiz problemlerden sıcaklık ve tuz stresi günümüzde en çok üzerinde durulan konulardandır. Düşük ve yüksek sıcaklıklar, tuzlu ortamlar bitkilerin tohum çimlenmesi aşamasından hasada kadar bütün gelişim evrelerini etkileyebilmektedir. Yaptığımız bu çalışmada fasulye tohumlarında çimlenmenin düşük sıcaklık ve yüksek tuz konsantrasyonlarında azaldığı belirlenmiştir. Bu durum fasulye yetiştiriciliği için önemli aksaklıklara neden olabilmektedir. Bitkilerin verim ve kalitelerini etkileyen bu olumsuz faktörlere karşı çeşitli önlemler alınmalı, bu alanda araştırmalar yapılmalıdır. Salisilik asitin bitkileri çeşitli abiyotik ve biyotik stres şartlarına karşı koruyabilme özelliği olduğu daha öncesinde farklı araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. Yaptığımız bu çalışmada da, fasulye tohumlarının çimlenmesinde salisilik asit uygulamalarının sıcaklık ve tuz stresinin etkilerini azaltabileceği belirlenmiştir. Benzer olarak bu çalışmada da fasulye tohumlarında tuz stresinin olumsuz etkisinin salisilik asit uygulamaları ile önenebileceği tespit edilmiştir. Özellikle 0,50mM dozundaki SA uygulamasının tuzun olumsuz etkisini azalttığı görülmüştür. Dolayısıyla düşük konsantrasyondaki salisilik asit uygulamaları ile stres şartlarında fasulye tohumlarının çimlenmesi gerçekleştirilecek daha sonra ki aşamada sağlıklı bir bitki gelişimi sağlanarak verim ve kalite artışı elde edilebilecektir. Laboratuvar şartlarında yapılan bu çalışmaya istinaden benzer sonuçlar yetiştiricilik aşamasında da elde edilebilir. Salisilik asitin pratikte kullanılan bir preparatı bulunmamasıyla birlikte,

neticesinde bitki bünyesinde iz halinde dahi olsa bulunması ve bir hormon özelliğinde olması yetiştiricilikte kullanılan çeşitli preparatlar içerisinde katılarak veya tek olarak hazırlanmış bir preparat şeklinde uygulanarak belirtilen faydalı özellikleri yetiştiriciliğe de yansıtılabilecektir. Salisilik asitin bu konudaki çeşitli araştırma geliştirme çalışmalarında, kitlesel üretimlerde önemli ve alternatif bir girdi olabileceği kanaatindeyiz.

KAYNAKLAR

- Al-Karaki, G.N., 2001. Germination, Sodium, and Potassium Concentrations of Barley Seeds as Influenced by Salinity. *Journal of Plant Nutrition*, 24:511-512.
- Alonso-Ramírez, A., Rodríguez, D., Reyes, D., Jiménez, J.A., Nicolás, G., López-Climent, M., Gómez-Cadenas, A., Nicolás, C., 2009. Evidence for a Role of gibberellins in Salicylic Acid-Modulated Early Plant Responses to Abiotic Stress in *Arabidopsis* Seeds. *Plant Physiol.*, 150:1335-1344.
- Aslantaş, R., 2013. Büyüme Düzenleyici Maddelerin Bahçe Bitkilerinde Kullanımı. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Bölümü, Ders Notu. Erzurum.
- Borsani, O., Valpuesta, V., Botella, M.A., 2001. Evidence for a Role of Salicylic Acid in the Oxidative Damage Generated by NaCl and Osmotic Stress in *Arabidopsis* Seedlings. *Plant Physiol.*, 126:1024-1030.
- Çanakçı, S., 2010. Arpa (*Hordeum vulgare* L.cv.) Tohumlarının Çimlenmesi, Çeşitli Büyüme Parametreleri ve Pigment Miktarları Üzerine Salisilik Asit ve Ferulik Asit'in Etkileri. *Fırat Üniv. Fen Bilimleri Dergisi*, 22 (1):37-45.
- Çavuşoğlu, K., Kabar, K., 2008. Bazı Bitki Büyüme Düzenleyicilerinin Tuzlu Kosullar Altındaki Arpa Tohumlarının Çimlenmesi Üzerindeki Etkilerinin Karşılaştırılması. *Science and Eng. J of Fırat Univ.* 20(1):43-55.
- Dölarlan, M., Gül, E., 2012. Toprak Bitki İlişkileri Açısından Tuzluluk. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 5(2): 56-59.

- Dolatabian, A., Sanavy, S.A.M.M., Sharifi, M., 2009. Effect of Salicylic Acid and Salt on Wheat Seed Germination. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil and Plant Science*, 59 (5):456-464.
- Duman, İ., 2005. Olumsuz Çevre Koşullarında Tohumların Çimlenme ve Çıkış Performansı Nasıl Artırılabilir. *Hasad Dergisi*, 21, 246:72-78.
- Ekinci, M., Yıldırım, E., Dursun, A., 2011. Farklı Salisilik Asit ve Sıcaklık Uygulamalarının Bazı Serin İklim Sebze Türlerinde Tohum Çimlenmesi Üzerine Etkileri. *Türkiye IV. Tohumculuk Kongresi*, s:154-160, 14-17 Haziran Samsun.
- Ekmeççi, E., Apan, M., Kara, T., 2005. Tuzluluğun Bitki Gelişimine Etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Zir. Fak. Derg.*, 20 (3):118-125.
- Elkoca, E., Kantar, F., Güvenç, İ., 2003. Değişik NaCl Konsantrasyonlarının Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Çimlenme ve Fide Gelişmesine Etkileri. *Atatürk Üniv. Zir. Fak. Derg.* 34 (1):1-8.
- El-Tayeb, M.A., 2005. Response of Barley Grains to the Interactive Effect of Salinity and Salicylic Acid. *Plant Growth Reg.* 45:215-224.
- Ghoulam, C., Fores, K. 2001. Effect of Salinity on Seed Germination and Early Seedling growth of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.). *Seed Science and Technology*, 29:357-364.
- Greenway, H., Munns, R., 1980. Mechanism of Salt Tolerance in Non-Halophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 31:149-190.
- Günay, A., 2005. Sebze Yetiştiriciliği, Cilt II, 531s, İzmir.
- Horvath, E., Szalai, G., Janda T., 2007. Induction of Abiotic Stress Tolerance by Salicylic Acid Signaling. *Journal of Plant Growth Reg.* 26:290-300.
- K'Opondo, F.B.O., Auma, E.O., Mathenge, P.W., Groot, S.P.C., 2002. Effects of Duration of Soaking and Concentration Level of Salicylic Acid on Seed Germination of Cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.), Cucumber (*Cucumis sativus* L.) and Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). (Editors: Wesonga *et al.*) *Proceedings of the Horticulture Seminar on Sustainable Horticultural Production in the Tropics*, 3rd to 6th October 2001, Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology (JKUAT), Juja, Kenya, p: 39-44.
- Kaydan, D., Yağmur, M., Okut, N., 2007. Effects of Salicylic Acid on the Growth and Some Physiological Characters in Salt Stressed Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(2):114-114.
- Khan, M.A., Ungar, I.A., 1984. The Effect of Salinity and Temperature on the Germination of Polymorphic Seeds and Growth of *Atriplex triangularis* Willd. *Amer. J. Bot.* 71(4):481-489.
- Korkmaz, A., 2005. Inclusion of Acetyl Salicylic Acid and Methyl Jasmonate into the Priming Solution Improves Low-Temperature Germination and Emergence of Sweet Pepper. *Hortscience*, 40(1):197-200.
- Lee, S., Kim, S.G., Park, C.M., 2010. Salicylic Acid Promotes Seed Germination Under High Salinity by Modulating Antioxidant Activity in *Arabidopsis*. *New Phytologist*, 188: 626-637.
- Metwally A., Finkemeier, I., Georgi, M. and Dietz, K.J., 2003. Salicylic Acid Alleviates the Cadmium Toxicity in Barley Seedlings. *Plant Physiol.*, 132: 272-281.
- Mishra, A., Choudhuri, M.A., 1999. Effect of Salicylic Acid on Heavy Metal-Induced Membrane Deterioration Mediated by Lipoxygenase in Rice. *Biol. Plant.*, 42:409-415.
- Özdener, Y., Kutbay, H.G., 2008. Effect of Salinity and Temperature on Germination of *Spergularia marina* Seeds and Ameliorating Effect of Ascorbic and Salicylic Acids. *Journal of Environmental Biology*, 29 (6):959-964.
- Pál, M., Szalai, G., Horváth, E., Janda, T., Páldi, E., 2002. Effect of Salicylic Acid During Heavy Metal Stress. *Acta Biol Szeg.*, 46:119-120.
- Palma, F., López-Gómez, M. Tejera, N.A., Lluch, C., 2013. Salicylic Acid Improves the Salinity Tolerance of *Medicago sativa* in Symbiosis with *Sinorhizobium meliloti* by Preventing Nitrogen Fixation Inhibition. *Plant Science*, 208:75-82
- Rajjou, L., Belghazi, M., Hugué, R., Robin C., Moreau, A., Job, C., Job, D., 2006. Proteomic Investigation of the Effect of Salicylic Acid on *Arabidopsis* Seed Germination and Establishment of Early Defense Mechanisms. *Plant Physiology*, 141:910-923.
- Senaratna, T., Touchell, D., Bunn, E., Dixon, R., 2000. Acetyl Salicylic Acid (aspirin) and Salicylic Acid Induce Multiple Stress Tolerance in Bean and Tomato Plants. *Plant Growth Regulation*, 30:157-161.
- Shakirova, F.M., Bezrukova, M.V., 1997. Induction of Wheat Resistance Against Environmental Salinization by Salicylic Acid. *Biol. Bull. (Izv. Russ. Acad. Sci.)*, 24:109-112.
- Sharma, P.K., Hall, D.O., 1991. Interaction of Salt Stress and Photoinhibition on Photosynthesis in Barley and Sorghum. *J. Plant Physiol.*, 138:614-619.
- Singh, B., Usha, K., 2003. Salicylic Acid Induced Physiological and Biochemical Changes in Wheat Seedlings Under Water Stress. *Plant Growth Regul.*, 39:137-141.
- Tuna, A.L., Kaya, C., Dikilitaş, M., Yokas, İ., Bürün, B., Altunlu, H., 2007. Comparative Effects of Various Salicylic Acid Derivatives on Key Growth Parameters and Some Enzyme Activities in Salinity Stressed Maize (*Zea mays* L.) Plants. *Pak. J. Bot.*, 39 (3): 787-798.
- Yasar, F., Ellialtıoğlu, Ş., Yıldız, K., 2008. Effect of Salt Stress on Antioxidant Defense Systems, Lipid Peroxidation, and Chlorophyll Content in Green Bean. *Russian Journal of Plant Physiology*, 55 (6):782-786.