



Biber Tohumlarının Fizyolojik Olarak İyileştirilmesi İçin Su ve Tuz Çözeltileri ile Yapılan Priming ve Kurutma Uygulamalarının Karşılaştırılması

H. Özkan Sivritepe^{1*}, Bülent Şentürk¹

*1Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 16059 Bursa
e-posta: ozkan@uludag.edu.tr; Tel: 0 224 294 14 74; Faks: 0 224 294 14 02

Geliş Tarihi: 17.03.2010, Kabul Tarihi: 31.05.2010

Özet: Bu çalışmada, tohumların fizyolojik olarak iyileştirilmesinde kullanılan hidrasyon uygulamalarından su ve tuz çözeltileri ile priming ve sonrasında yapılan kurutma uygulamalarının biber (*Capsicum annuum*) tohumlarında canlılık ve güç üzerine etkileri incelenmiştir. Yalova Çarliston çeşidi biber tohumları sürekli olarak havalandırılan saf su ve farklı tuz çözeltilerinde [100 ve 200 mM KNO₃ ile 50 ve 100 mM Ca(NO₃)₂] 20°C'de 24 saat tutulmuşlardır. Farklı priming uygulamalarını takiben tohumlar iki gruba ayrılmış; birinci grup hemen, ikinci grup ise 25°C'de yaklaşık 24 saat orijinal nem kapsamına kadar kurutulduktan sonra çimlendirme testlerine alınmışlardır. Biber tohumlarının priming ve kurutma uygulamalarına olan tepkileri, normal çimlenme oranı ve çimlenme indisi parametreleri bazında incelenmiştir. Su ve çeşitli tuz çözeltileri ile yapılan tüm priming uygulamalarının yanı sıra, hem kurutmasız hem de kurutmalı koşullarda tutulan biber tohumlarının normal çimlenme yüzdesi ve çimlenme indisi kontrol tohumlarına kıyasla artış göstermiştir. KNO₃ ile yapılan priming uygulamalarında çözeltilerin konsantrasyonu arttıkça kurutma uygulamasının tohum canlılığı ve gücünde azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. Ancak, Ca(NO₃)₂ ile yapılan priming uygulamalarında ise kurutma uygulamaları sonrasında canlılık ve güçte artış meydana gelmiştir. Canlılık ve güç parametreleri bakımından en iyi sonuçlar; 100 mM KNO₃ ile priming ve priming+kurutma uygulamalarının yanı sıra 100 mM Ca(NO₃)₂ ile priming+kurutma uygulamalarından elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Capsicum annuum*, priming, potasyum nitrat, kalsiyum nitrat, kurutma, canlılık, güç.

A Comparison of Hydro and Halopriming with Dehydration Treatments for Physiological Enhancement of Pepper Seeds

Abstract: The effects of hydro and halopriming, which are hydration treatments and are used for physiological enhancement of seeds, and also subsequent dehydration treatments on viability and vigour of pepper (*Capsicum annuum*) seeds cv. Yalova Çarliston were investigated. Pepper seeds

were primed for 24 hours at 20°C in aerated distilled water and different salt solutions [100 and 200 mM KNO₃; 50 and 100 mM Ca(NO₃)₂]. Following each priming treatment, seeds were divided into two groups. First group was taken to germination test immediately while the second group was dehydrated for 24 hours at 25°C to the original seed moisture content before the germination test was set up. The response of pepper seeds to priming with or without subsequent dehydration was observed on the bases of normal germination rate and germination index parameters. Beside hydro and halopriming treatments, both with and without dehydration conditions caused increases in normal germination percentage and germination index of pepper seeds compared with the control. The results suggested that in the KNO₃ primed seeds, the increase in salt concentration caused a decrease in seed viability as well as in vigour, in the case of subsequent dehydration treatment. However, in the Ca(NO₃)₂ primed seeds, viability and vigour increased following a dehydration treatment. In terms of viability and vigour parameters, the best results were obtained from both with and without dehydration treatments following priming with 100 mM KNO₃ and also from dehydration treatment following priming with 100 mM Ca(NO₃)₂.

Key Words: *Capsicum annuum*, priming, potassium nitrate, calcium nitrate, dehydration, viability, vigour.

Giriş

Biber, ülkemizde hem açık tarla koşullarında, hem de örtü altında yetiştirilmektedir. Üretilen biberler taze olarak tüketilmelerinin yanı sıra sanayide yaygın bir şekilde üretimi yapılan turşu, salça, kurutulmuş ve közlenmiş ürünlerin ham maddesi olarak da kullanılmaktadır.

Bitkisel üretimde birim alandan alınan verimin artırılması ve kaliteli ürün elde edilmesini sağlayan en önemli faktörlerden biri tohumdur. Kültür sebzeleri yetiştiriciliğinde tohumların sağlıklı olmalarının yanı sıra performanslarının da iyi olması gerekmektedir. Çünkü yetiştiriciliğin ilk aşaması olan tohum ekimi ve ekilen tohumların çimlendirilmesi sürecinde çimlenme ve fide çıkışı teknik ve ekolojik şartlardan dolayı olumsuz etkilenebilmektedir. Doğrudan tohum ekimi yapılarak üretimi gerçekleştirilen biber, soğan, havuç ve maydanoz gibi küçük embriyolu ve heterojen çimlenen tohumların, düşük ve yüksek sıcaklık ortamları ile kaymak tabakası bağlayan toprak gibi olumsuz koşullarda hızlı ve homojen bir çıkışın sağlanması oldukça önemlidir.

Özellikle maliyet ve zaman kaybını ortadan kaldırması açısından, tohumların daha hızlı ve homojen bir şekilde çimlenebilmeleri ya da fide çıkışı sağlayabilmeleri için ekim öncesi bazı uygulamalar yapılmaktadır. Ekim öncesi yapılan en iyi uygulamalardan biri de tohumların ozmotik çözeltilerde tutulmasıdır. Priming olarak adlandırılan bu tekniğin esası; tohumların ozmotik potansiyeli ayarlanmış çözeltilerde (inorganik tuzlar, şekerler, büyümeyi düzenleyici maddeler, polietilen glikol vb.) yüksek nem kapsamına çıkarılarak, uzun bir süre çimlenmeden tutulabilmesine dayanmaktadır (Sivritepe, 1999).

Priming uygulamaları farklı bezelye (Sivritepe, 1992; Sivritepe ve Dourado, 1995; Sivritepe ve Eriş, 2000), marul (Rao ve ark., 1987), soğan (Sivritepe ve Demirkaya, 2002), domates (Alvarado ve Bradford, 1988; Cuartero ve Fernandez-Munoz, 1999), biber (Thanos ve ark., 1989; Lanteri ve ark., 1996; Çay, 2005; Demirkaya, 2006; Sivritepe ve Sivritepe, 2008), kavun (Sivritepe ve ark., 1999; Nascimento ve West, 2000) ve karpuz (Demir ve Mavi, 2004) çeşitlerinin tohumlarında normal çimlenme oranını arttırırken ortalama çimlenme süresini azaltmıştır.

Priming uygulamaları sayesinde başta tuzluluk (Pill ve ark., 1991; Passam ve Kakouriotis, 1994; Bonilla ve ark., 1995; Cayuela ve ark., 2001; Sivritepe ve ark., 2003; Ashraf ve Foolad, 2005) olmak üzere, birçok olumsuz çevre ve toprak koşullarında (Demir ve Öztokat, 2003; Korkmaz, 2006) çimlenmenin arttığı ve hızlandığı rapor edilmiştir.

Priming uygulamaları ihtiyaca ya da amaca yönelik olarak farklı ozmotik ajanlar ile gerçekleştirilebilmektedir. Ancak tohumların canlılığı ve gücünü arttırmak amacıyla yapılan priming uygulamalarında; bitki fizyolojisi açısından kritik öneme sahip K^{+2} ve Ca^{+2} minerallerini içeren çeşitli çözeltilerin de kullanılması önemlidir (Rubio ve ark. 2003).

Genel olarak Ca^{+2} , bitki bünyesinde hücre oluşumu ve lipid yapısının oluşumunda etkilidir. Özellikle normal mitoz sürecinin gerçekleşebilmesi için az miktarda da olsa Ca^{+2} gereklidir. K^{+2} ise bitki bünyesinde gerçekleşen solunum, fotosentez, klorofil oluşumu, yapraklardaki su kapsamı ve daha pek çok fizyolojik süreçte önemli görevlere sahiptir. Fakat K^{+2} ile ilgili en önemli özellik, peptid bağı oluşumunda görev alan enzimlerin aktivatörü olmasıdır (Devlin, 1975).

Farklı türlere ait tohumlar kullanılarak yapılan çeşitli çalışmalarda, özellikle mineral çözeltiler ile yapılan priming uygulamalarının, tohum performansını ve fide gelişimini olumlu yönde etkiledikleri belirtilmektedir. Kattimani ve ark. (1999), nitrat çözeltileri ile yapılan priming uygulamaları sonucunda kontrole kıyasla daha güçlü fidelerin geliştiğini, daha yüksek kuru madde akümülyasyonunun gerçekleştiğini ve kök uzunluğunun arttığını bildirmişlerdir. Karpuz (*Citrullus lanatus*) tohumlarında nitrat çözeltileri ile yapılan priming uygulamalarının, düşük sıcaklıklarda ve ozmotik stres altında çimlenme üzerine olumlu etkilerinin olduğu (Demir ve Van De Venter 1999) ve özellikle fide ağırlığı ve hipokotil uzunluğu bakımından priming uygulamasının tohum performansı üzerine etkili olduğu (Demir ve Mavi, 2004) belirtilmiştir.

Son zamanlarda yapılan pek çok çalışmada; KCl, KNO_3 , $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ ya da $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ gibi çeşitli tuzlar ile yapılan priming uygulamalarının bitki performansında artış sağladığı ve bitkiler için kritik öneme sahip tüm yaşamsal faaliyetlerin düzenlenebilmesi için de bu yöntemin kullanılabilceği belirlenmiştir (Singh ve Rao 1993; Colmer ve ark., 1996; Olouch ve Welbaum, 1996; Caines ve Shennan, 1999; Ashraf ve Iram, 2002; Chang-Zheng ve ark., 2002; Sivritepe ve ark., 2003, 2005; Parida ve Das, 2005; Guzman ve Olave 2006; Duman ve ark. 2007; Sivritepe ve Sivritepe, 2008).

Ayrıca, biber tohumları ve/veya fidelerine yapılan farklı priming uygulamalarının güç ve performans artışı sağlamak amacıyla kullanılabilceği de ortaya konmuştur. Pandita ve ark. (2007)'nin yaptığı çalışmada Chilli cv. Pusa Jwala çeşidi biber tohumlarına 30 mM KNO_3 çözeltisi ile 24 saat süreyle yapılan priming uygulaması sonucunda tohumların çimlenme hızlarının arttığı tespit edilmiştir. Amjad ve ark. (2007)'nin farklı priming ajanları (saf su, NaCl, salisilik asit, asetilsalisilik asit (aspirin), askorbik asit, PEG-8000 ve KNO_3) ile yapılan priming uygulamalarının Hot Queen çeşidi biber tohumlarının tohum gücüne etkilerinin incelenmesi için yaptıkları çalışmada, KNO_3 ile yapılan uygulamaların diğer bütün uygulamalardan üstün olduğu tespit edilmiştir. KNO_3 ; çimlenme süresini %50 kısaltmış, kök ve gövde uzunluğunu arttırmış, fide ağırlığı ve gücü üzerinde diğer ajanlara kıyasla daha etkili olmuştur.

Genel olarak tohum performansını iyileştirmek amacıyla yapılan priming uygulamaları sonucunda, nem kapsamı yükselmiş olan tohumlar hemen çimlendirme ya da çıkış testlerine alınarak değerlendirilmektedir. Oysa tohum endüstrisi açısından asıl önemli olan,

priming uygulamasından sonra tohumların tekrar depolanabilecekleri uygun nem kapsamına kadar geri kurutulduktan sonra, kazanılmış olan yeteneklerin ne kadarının sürdürülebilir olduğunun araştırılmasıdır. Bu konuda farklı türlerde yapılan az sayıdaki çalışmada önemli bulgular elde edilmiştir. Penaloza ve Eira (1993), üç farklı domates çeşidinin (Nemadoro, Rio Grande ve Rio Fuego) tohumlarını kullanarak gerçekleştirdikleri hidrasyon-dehidrasyon uygulamaları sonucunda, bu uygulamaların düşük güç seviyelerindeki tohumlarda daha yüksek performans artışı sağladıklarını, bununla birlikte yüksek güce sahip tohumlar açısından yararlı etkilerinin bulunmadığını tespit etmişlerdir. Parera ve Cantliffe (1994), tatlı mısır tohumlarında görülen düşük çimlenme ve zayıf fide gelişiminin üstesinden gelebilmek amacıyla yaptıkları denemede, priming sonrası yapılan kurutma uygulamaları ile bu sorunun çözümü açısından önemli ipuçları elde etmişlerdir. Yapılan denemelerde yüksek sıcaklıklarda çok çabuk sürede gerçekleştirilen kurutma uygulamasının yararlı etkisinin daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca düşük kurutma sıcaklıklarında karşılaşılan patojen gelişimi sorununun da tohum performansını önemli şekilde etkilediğini belirlemişlerdir. Nascimento ve West (2000), kurutma koşullarının KNO_3 ile priming yapılmış olan kavun tohumlarının kalitesi üzerine olan etkilerini belirleyebilmek amacıyla yaptıkları denemede, priming uygulamalarının yararlı etkisinin kurutma uygulamasından hemen sonra ortaya çıktığını ve 12 aylık depolama sürecinde tohumların canlılığı ve gücünde azalmaların olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca kurutma sıcaklığının çimlenme oranı üzerine bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir. Demir ve ark.(2005), biber tohumlarında priming sonrası yapılan farklı geriye kurutma uygulamalarının tohum kalitesi üzerine olan etkilerini belirleyebilmek amacıyla gerçekleştirdikleri denemeler sonucunda, biber tohumları kullanılarak priming uygulamalarından sonra yapılan geriye kurutma uygulamaları için en uygun rejimin $35^{\circ}C$ 'de %75 oransal nemde yapılan kurutma uygulaması olduğunu belirlemişlerdir.

Bu çalışmada, tohumların fizyolojik olarak iyileştirilmesinde kullanılan hidrasyon uygulamalarından su ve farklı konsantrasyonlardaki KNO_3 ve $Ca(NO_3)_2$ çözeltileri ile priming ve sonrasında yapılan kurutma uygulamalarının biber tohumlarında canlılık ve güç üzerine etkileri incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırma 2007 yılında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Fizyoloji Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, "Yalova Charlston" biber çeşidi (*Capsicum annuum*) tohumları kullanılmıştır. Bursa'daki bir tohum firmasından temin edilen biber tohumları, uygulamalarda kullanılmaya kadar hermetik olarak kapatılmış cam kavanozlarda ve buzdolabında $3\pm 1^{\circ}C$ 'de muhafaza edilmiştir.

Denemenin başlangıcında Uluslararası Tohum Deneme Birliği (ISTA) Kuralları'na uygun olacak şekilde yapılan nem kapsamı ve canlılık testleri sonucunda, biber tohumlarının nem kapsamının %8.5 olduğu tespit edilmiştir (ISTA, 2007).

Priming uygulamaları, sürekli havalandırılan kolon tekniğine uygun olarak, KNO_3 'ün iki konsantrasyonu (100 ve 200 mM), $Ca(NO_3)_2$ 'ün iki konsantrasyonu (50 ve 100 mM) ve distile su (H_2O) kullanılarak, $20\pm 1^{\circ}C$ 'de 24 saat süre ile yapılmıştır. Hiçbir uygulama görmeyen tohumlar ise kontrol olarak değerlendirilmiştir.

Uygulama sonunda, iklim dolabından aynı anda çıkarılan tohumlar tel süzgeç yardımıyla 3 dakika süreyle su altında yıkanıp daha sonra bir kez de saf sudan geçirilip kâğıt havlular arasında yüzey kuru hale gelene kadar (~ 2 saat) bekletilip son nem kapsamlarının (%38.8 ile %42.0 arasında) belirlenebilmesi için tekrar tartılmışlardır. Bu aşamada iki gruba ayrılan tohumların bir kısmı hemen çimlendirme testine alınmış; diğer kısmı ise stabil hava sirkülasyonu sağlayan fanlı ve sıcaklığı ayarlanabilir bir kurutma kabiniinde $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de orijinal nem kapsamlarına (%8.5) gelinceye kadar (~ 24 saat) kurutulmaya bırakılmıştır (Şekil 1). Daha sonra, uygulama grupları ve kontrol tohumları çimlendirme testlerine alınmışlardır.

Çimlendirme testleri ISTA Kuralları'na uygun olacak şekilde 14 günde tamamlanmıştır (ISTA, 2007). Her bir uygulama grubuna ait 200 tohum, her biri 50 tohum içeren dört tekerrüre ayrılarak, içinde filtre kâğıdı bulunan petri kaplarına yerleştirilmiştir. Çimlendirme testleri $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de stabil çalışan iklim dolabında yapılmıştır. İklim dolabının her rafı bir tekerrür olarak değerlendirilmiş ve dört tekerrür oluşturulmuştur. Denemeler süresince patojenik enfeksiyonların engellenebilmesi amacıyla %0.2'lik Thiram içeren solüsyonlar ile sulama yapılmıştır.

Bu çalışmada tohumların normal çimlenme oranları değerlendirilmiştir. Hesaplamalarda her tekerrüre ait normal çimlenmiş tohum sayısı dikkate alınarak oransal olarak istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır.

Denemeye alınan biber tohumlarında çeşitli uygulamalara bağlı olarak meydana gelen performans değişimlerinin karşılaştırılması aşağıda verilen "Çimlenme İndisi" formülü kullanılarak yapılmıştır (Alvarado ve ark., 1987).

$$GI = \Sigma (G_t / T_t)$$

GI: Çimlenme indisi

G_t : Ekimden sonraki t gününde çimlenen tohum sayısı

T_t : Ekimden sonraki gün sayısı

Normal çimlenen fidelerin yüzdeleri arcsin çevrimi yapıldıktan sonra ve ayrıca çimlenme indisi olarak elde edilen verilerin varyans analizleri BARNES bilgisayar programı kullanılarak tesadüf parsellerinde iki faktörlü faktöriyel deneme desenine uygun olacak şekilde yapılmıştır. Ortalamalar arası farklılıklar ise MSTAT-C bilgisayar programında, 0.05 önemlilik seviyesinde LSD Testi ile değerlendirilmiştir.

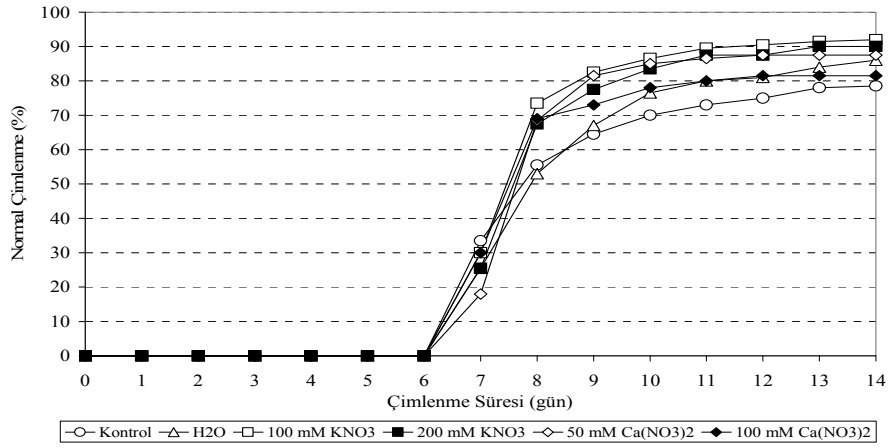
Araştırma Sonuçları ve Tartışma

"Yalova Charliston" biber çeşidi tohumlarında yapılan priming ve kurutma uygulamalarının, canlılık ve güç üzerine etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla normal çimlenme oranı ve çimlenme indisleri belirlenmiştir.

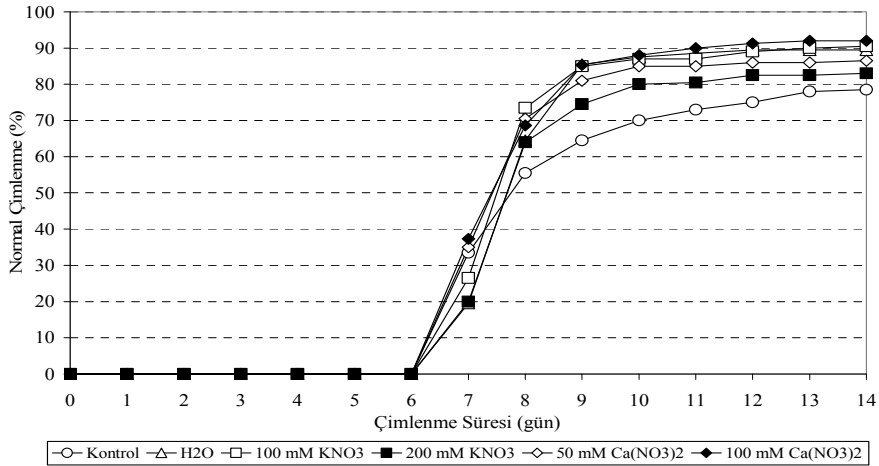
Sadece priming uygulamasına tabi tutulan tohum gruplarında, 7. günde en yüksek çimlenme oranının %33.5 ile kontrol grubunda olduğu, onu takiben %30.0'luk çimlenme oranları ile 100 mM KNO_3 ve 100 mM $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 'in geldiği ve diğer uygulama gruplarının oldukça geride kaldıkları tespit edilmiştir. Ancak 14. güne gelindiğinde kontrol grubuna kıyasla tüm gruplarda önemli iyileşmelerin meydana geldiği tespit edilmiştir. 14. gün sonunda kontrol grubu tohumlarda normal çimlenme oranı %78.5'te kalırken, özellikle

KNO₃ uygulamalarının etkisiyle 100 mM'da %92.0 ve 200 mM'da ise %90.0 oranında çimlenmelerin meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 1).

Priming sonrası yapılan kurutma uygulamalarından elde edilen sonuçlara göre ise 7. günde en yüksek çimlenme oranının %37.3 ile 100 mM Ca(NO₃)₂ grubunda olduğu, onu takiben 50 mM Ca(NO₃)₂ ve kontrol gruplarındaki çimlenme değerlerinin (sırasıyla %35.0 ve %33.5) yüksek olduğu tespit edilmiştir. 14. günde kontrol grubuna kıyasla tüm gruplarda önemli iyileşmelerin meydana geldiği ve yine en yüksek çimlenme oranının %92.0 ile 100 mM Ca(NO₃)₂ grubunda olduğu tespit edilmiştir. Ancak 14. günde özellikle 100 mM KNO₃ (%90.5) ve H₂O (%89.5) önemli iyileşmeler sağlayarak ikinci ve üçüncü sıraya yükselmişlerdir (Şekil 2).



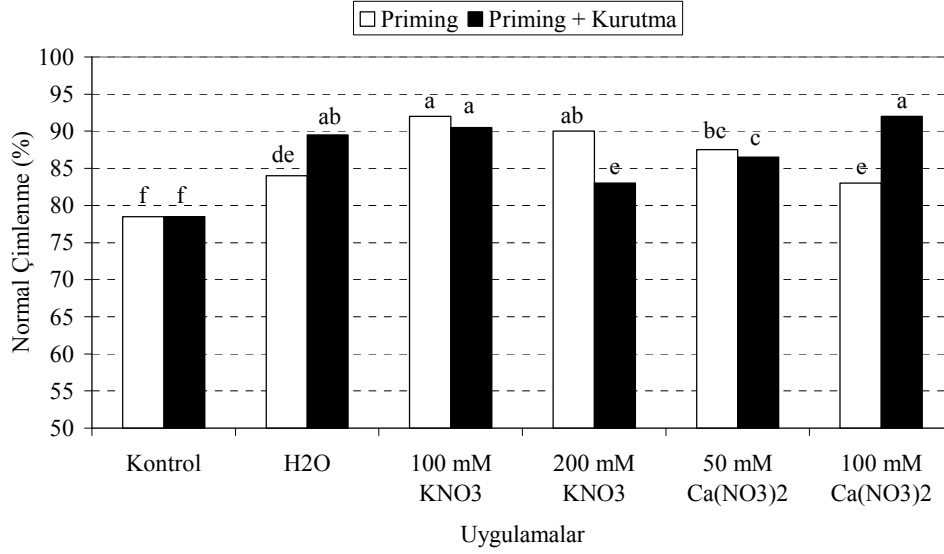
Şekil 1. Priming uygulamaları sonucunda biber tohumlarının normal çimlenme oranlarında meydana gelen değişimler.



Şekil 2. Priming ve takiben yapılan kurutma uygulamaları sonucunda biber tohumlarının normal çimlenme oranlarında meydana gelen değişimler.

Denemeler sonucunda, normal çimlenme oranı açısından uygulama görmüş olan tüm gruplarda kontrole kıyasla istatistiksel açıdan önemli farklılıkların oluştuğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Kontrol grubu tohumlarda %78.5 olan normal çimlenme oranı; H₂O, 100 mM KNO₃, 200 mM KNO₃, 50 mM Ca(NO₃)₂ ve 100 mM Ca(NO₃)₂ çözeltileri ile yapılan priming uygulamaları sonucunda sırasıyla %84.0, %92.0, %90.0, %87.5 ve %83, priming sonrası yapılan kurutma uygulamaları sonucunda ise yine sırasıyla %89.5, %90.5, %83.0, %86.5 ve %92.0 olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte, en iyi sonuçların kurutma yapılmayan gruplarda 100 mM KNO₃ ve kurutma yapılan gruplarda ise 100 mM Ca(NO₃)₂ uygulamalarından elde edildiği belirlenmiştir. Bu uygulamalar sonucunda tohumların ulaştıkları canlılık seviyeleri her iki grupta da %92.0 olarak belirlenmiştir. Genelde ulaşılan bu değerlerin Rejenerasyon Standardı (Gen bankalarında kabul edilebilir en düşük canlılık seviyesi; genellikle %85.0 olarak değerlendirilir)'nin oldukça üzerinde olması yapılan uygulamaların yararlı etkisini ortaya koymuştur.

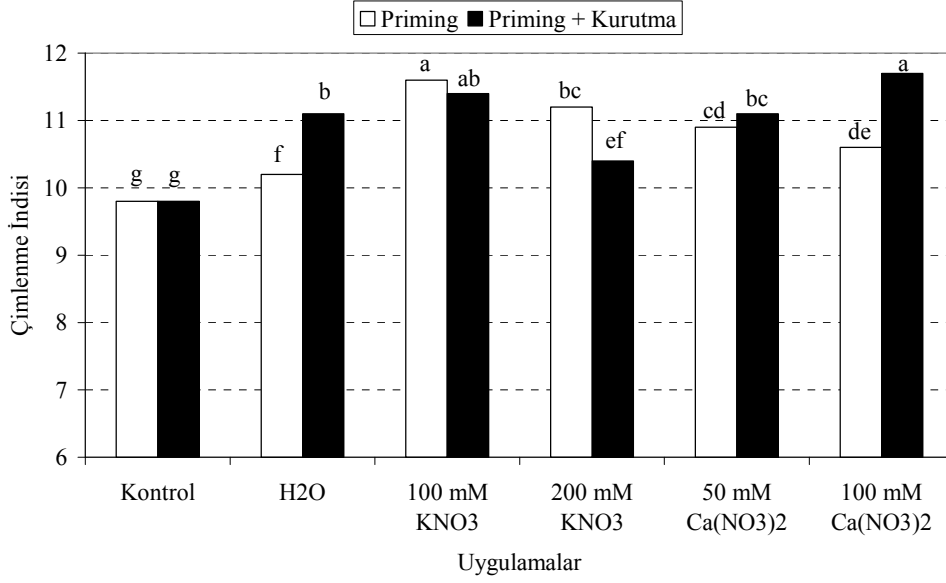
Priming uygulaması yapılan gruplardan yalnızca ikisinde [H₂O ve 100 mM Ca(NO₃)₂] ve priming + kurutma uygulaması yapılan gruplardan ise sadece 200 mM KNO₃ grubunda tohumlar Rejenerasyon Standardı'nın üzerine çıkarılamamıştır. Ancak uygulama gruplarının tamamında normal çimlenme oranı bakımından kontrole kıyasla istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) farklılıklar bulunmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. Priming ve takiben yapılan kurutma uygulamaları sonucunda biber tohumlarının normal çimlenme oranlarında meydana gelen değişimler.

Priming uygulamaları sonucunda, tohumların gücünde meydana gelen değişimleri tespit edebilmek amacıyla yapılan çimlenme indisi hesaplamalarında, kontrol grubu tohumlarda 9.8 olarak bulunan değer; H₂O, 100 mM KNO₃, 200 mM KNO₃, 50 mM Ca(NO₃)₂ ve 100 mM Ca(NO₃)₂ çözeltileri ile yapılan priming uygulamaları sonucunda

sırasıyla 10.2, 11.6, 11.2, 10.9 ve 10.6, priming sonrası yapılan kurutma uygulamaları sonucunda ise yine sırasıyla 11.1, 11.4, 10.4, 11.1 ve 11.7 olarak tespit edilmiştir. Uygulama görmüş olan tüm gruplarda kontrole kıyasla istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) farklılıklar bulunmuştur. Özellikle priming uygulamasına tabi tutulan tohumlarda 100 mM KNO_3 , priming ve kurutma işlemi uygulanan tohumlarda ise 100 mM $Ca(NO_3)_2$ uygulamalarının, çimlenme indisi değerleri açısından sırasıyla 11.6 ve 11.7'lik değerler ile oldukça yüksek performans artışı sağladıkları tespit edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Priming ve takiben yapılan kurutma uygulamaları sonucunda biber tohumlarının gücünde meydana gelen değişimler.

Araştırma bulguları, H_2O ve farklı ozmotik ajanlar [KNO_3 ve $Ca(NO_3)_2$] ile yapılan priming uygulamalarının, biber tohumlarında canlılık ve güç açısından belirgin farklılıkların ortaya çıkmasını sağladığını göstermiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar; farklı bezelye (Sivritepe, 1992; Sivritepe ve Dourado, 1995; Sivritepe ve Eriş, 2000), marul (Rao ve ark., 1987), soğan (Sivritepe ve Demirkaya, 2002), domates (Cuartero ve Fernandez-Munoz, 1999), biber (Thanos ve ark., 1989; Lanteri ve ark., 1996; Çay, 2005; Demirkaya, 2006; Sivritepe ve Sivritepe, 2008), kavun (Sivritepe ve ark., 1999; Nascimento ve West, 2000) ve karpuz (Demir ve Mavi, 2004) çeşitlerinin tohumlarında yapılan çalışmalarla paralellik göstermiştir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, KNO_3 ve $Ca(NO_3)_2$ 'ın farklı dozları ile yapılan priming ve daha sonra yapılan kurutma uygulamalarının, "Yalova Çarliston" çeşidi biber tohumları üzerine olan etkilerinin farklı olduğunu ortaya koyabilmek açısından önemlidir.

KNO_3 ile yapılan priming uygulamalarında çözeltinin konsantrasyonu arttıkça kurutma uygulamasının tohum canlılığı ve gücünde azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. Ancak, $Ca(NO_3)_2$ ile yapılan priming uygulamalarında ise kurutma uygulamalarının etkisiyle

canlılık ve güç artışı meydana geldiği tespit edilmiştir. Canlılık ve güç parametreleri bakımından en iyi sonuçlar, 100 mM KNO₃ ile priming ve priming + kurutma uygulamalarından ve 100 mM Ca(NO₃)₂ ile priming + kurutma uygulamasından elde edilmiştir.

Tohum endüstrisinde uygulama görmüş olan tohumların pazarlanabilir olmaları açısından, depolama işlemine uygun olmaları ya da üreticinin isteklerine cevap verebilecek performans artırıcı uygun protokollerin hazır bulundurulması gereklidir. Bu çalışmada, biber tohumlarının priming uygulamaları ile fizyolojik olarak iyileştirilebileceği ve uygun çözeltiler kullanılması halinde, bu kazanımların kurutma işlemi yapıldıktan sonra da bir süre daha korunabileceği ortaya konulmuştur. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda özellikle priming uygulamalarının çimlenme ve tohum gücü üzerindeki etkilerinin yanı sıra, tohumda meydana gelen iyileşmenin depolama esnasında ne kadar daha sürdürülebilir olduğu incelenmelidir.

Kaynaklar

- Alvarado, A.D., K.J. Bradford and J.D. Hewitt. 1987. Osmotic priming of tomato seeds. effects on germination, field emergence, seedling growth and fruit yield. J. Am. Soc. Hort. Sci. 112: 427-232.
- Amjad, M., Z. Khurram, I. Qumer, A. Iftikhar, M. A. Riaz and Z. A. Saqib. 2007. Effect of seed priming on seed vigour and salt tolerance in hot pepper. Pak. J. Agric. Sci. 44(3): 408-414.
- Ashraf, M. and M.R. Foolad. 2005. Pre sowing seed treatment - a shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non saline conditions. Adv. Agron. 88: 223-271.
- Ashraf, M. and A. Iram. 2002. Optimization and influence of seed priming with salts of potassium or calcium in two spring wheat cultivars differing in salt tolerance at the initial growth stages. Agrochimica. 46: 47-55.
- Bonilla, P., T. Hirai, H. Naito and M. Tsuchiya. 1995. Physiological-response to salinity in rice plant & induced salt-tolerance by low NaCl pretreatment. Jpn. J. Crop Sci. 64: 266-272.
- Caines, A.M. and C. Shennan. 1999. Interactive effects of Ca⁺² and NaCl salinity on the growth of two tomato genotypes differing in Ca⁺² use efficiency. Plant Physiol. Biochem. 37(7-8): 569-576.
- Cayuela, E., M.T. Estañ, M. Parra, M. Caro and M. C. Bolarin. 2001. NaCl pre-treatment at the seedling stage enhances fruit yield of tomato plants irrigated with salt water. Plant Soil. 230: 231-238.
- Chang Zheng, H., H.Jin, Z. Zhi Yu, R. Song Lin and S. Wen Jian. 2002. Effect of seed priming with mixed salt solution on germination and physiological characteristics of seedling in rice (*Oryza sativa* L.) under stress conditions. J. Zhejiang Univ. (Agric. Life Sci.) 28: 175-178.
- Colmer, T.D., T.W.M. Fan, R.M. Higashi and A. Lauchli. 1996. Interactive effects of Ca⁺² and NaCl salinity on the ionic relations and proline accumulation in the primary root tip of *Sorghum bicolor*. Physiol. Plant. 97(3): 421-424.

- Cuartero, J. and R. Fernandez-Munoz. 1999. Tomato and salinity. *Sci. Hortic.* 78: 83-125.
- Çay, S. 2005. Biberlerde (*Capsicum annuum* L.) NaCl ile Yapılan Ozmotik Koşullandırma Uygulamalarının Tuza Tolerans Üzerine Etkileri. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), Bursa. 70 s.
- Demir, İ. and K. Mavi. 2004. The effect of priming on seedling emergence of differentially matured watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum and Nakai) Seeds. *Sci. Hortic.* 102: 467-473.
- Demir, İ. and C. Öztokat. 2003. Effect of salt priming on germination and seedling growth at low temperatures in watermelon seeds during development. *Seed Sci. Technol.* 31: 765-770.
- Demir, İ. and H. A. Van De Venter. 1999. The effect of priming treatments on the performance of watermelon (*Citrullus lanatus*) seeds under temperature and osmotic stress. *Seed Sci. Technol.* 27: 871-875.
- Demir, İ., S. Ermiş and G. Okçu. 2005. Effect of dehydration temperature and relative humidity after priming on quality of pepper seeds. *Seed Sci. Technol.* 33(3): 563-569.
- Demirkaya, M. 2006. Polietilenglikol ile Ozmotik Koşullandırma ve Hümidifikasyon Uygulamalarının Biber Tohumlarının Çimlenme Hızı ve Oranı Üzerine Etkileri. *Erciyes Üniv. Fen Bil. Enst. Der.* 22(1-2): 223-228.
- Devlin, R. M. 1975. *Plant Physiology*. Litton Educational Publishing, Inc. London. p.355-359.
- Duman, İ., B. Eser ve M. Tozan. 2007. Soğan tohumlarında ozmotik koşullandırma amacı ile kullanılan havalandırılmış kolon tekniğinin ticari boyutlarda geliştirilmesi. *Ege Üniv. Zir. Fak. Der.* 44 (1): 1-14.
- Guzman, M. and J. Olave. 2006. Response of growth and biomass production of primed melon seed (*Cucumis melo* L.) to germination salinity level and N-forms in nursery. *J. Food Agric. Environ.* 4:163-165.
- ISTA, 2007. *International Rules for Seed Testing*. Edition 2007. International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
- Kattimani, K. N., Y. N. Reddy and B. R. Rao. 1999. Effect of pre-sowing seed treatment on germination, seedling emergence, seedling vigour and root yield of Ashwagandha (*Withania somnifera* Daunal.). *Seed Sci. Technol.* 27: 483-488.
- Korkmaz, A. 2006. Ameliorative effects of ethylene precursor and polyamines on the high temperature inhibition of germination in lettuce (*Lactuca sativa* L.) before and after seed storage. *Seed Sci. Technol.* 34: 465-474.
- Lanteri, S., E. Nada, P. Belletti, L. Quagliotti and R.J. Bino. 1996. Effects of controlled deterioration and osmoconditioning on germination and nuclear replication in seeds of pepper (*Capsicum annuum* L). *Ann. Bot.* 77(6): 591-597.
- Nascimento, W.M. and S. H. West. 2000. Drying during muskmelon seed priming and its effects on seed germination and deterioration. *Seed Sci. Technol.* 28: 211-215.
- Olouch, M. O. and G. E. Welbaum. 1996. Effect of postharvest washing and post-storage priming on viability and vigour of 6-year old muskmelon seeds from eight stages of development. *Seed Sci. Technol.* 24:195-209.

- Pandita, V. K., A. Anand and S. Nagarajan. 2007. Enhancement of seed germination in hot pepper following presowing treatments. *Seed Sci. Technol.* 35(2): 282-290.
- Parera, C.A. and D.J. Cantliffe. 1994. Dehydration rate after solid - matrix priming alters seed performance of shrunken-2 corn. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 119(3): 629-635.
- Parida, A.K. and A.B. Das. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 60(3): 324-349.
- Passam, H.C. and D. Kakouriotis. 1994. The effects of osmoconditioning on the germination, emergence and early plant growth of cucumber under saline conditions. *Sci. Hortic.* 57: 233-240.
- Penaloza, A.P.S. and M.T.S. Eira. 1993. Hydration - dehydration treatments on tomato seeds (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Seed Sci. Technol.* 21(2): 309-316.
- Pill, W.G., J.J. Frett and D.C. Morneau. 1991. Germination and seedling emergence of primed tomato and asparagus seeds under adverse conditions. *HortScience.* 26: 1160-1162.
- Rao, N. K., E. H. Roberts and R. H. Ellis. 1987. The influence of pre and post storage hydration treatments on chromosomal aberrations, seedling abnormalities and viability of lettuce seeds. *Ann. Bot.* 60: 97-108.
- Rubio, F., P. Flores, J. M. Navarro and V. Martinez. 2003. Effects of Ca²⁺, K⁺ and cGMP on Na⁺ uptake in pepper plants. *Plant Sci.* 165: 1043-1049.
- Singh, B.G. and G. Rao. 1993. Effect of chemical soaking of sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed on vigour index. *Ind. J. Agric. Sci.* 63:232-233.
- Sivritepe, H.Ö. 1992. Genetic Deterioration and Repair in Pea Seeds During Storage. Ph. D. Thesis, University of Bath, England, 227 p.
- Sivritepe, H.Ö. 1999. Sebze tohumlarında kalite ve performansın artırılması üzerine ozmotik koşullandırmanın etkileri. Türkiye 3. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 14-17 Eylül 1999, Ankara, s. 525-529.
- Sivritepe, H.Ö. and M. Demirkaya. 2002. The effect of post-storage hydration treatments on viability of onion seeds. *Acta Hort.* 579: 215-219.
- Sivritepe, H.Ö. and A.M. Dourado. 1995. The effect of priming treatments on the viability and accumulation of chromosomal damage in aged pea seeds. *Ann. Bot.* 75 (2): 165-171.
- Sivritepe, H.Ö. and A. Eriş. 2000. The effect of post-storage hydration treatments on viability and repair of genetic damage in pea seeds. *Acta Hort.* 517: 143-149.
- Sivritepe, H.Ö., N. Sivritepe and A. Eriş. 1999. The effect of NaCl priming on salt tolerance in melon seedlings. *Acta Hort.* 492: 77-84.
- Sivritepe, H.Ö., N. Sivritepe, A. Eriş, E. Turhan. 2005. The effects of NaCl pre-treatments on salt tolerance of melons grown under long-term salinity. *Sci. Hortic.* 106: 568-581.
- Sivritepe, N. and H.Ö. Sivritepe. 2008. Organic priming with seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*) affects viability of pepper seeds. *Asian J. Chem.* 20(7): 5689-5694.

- Sivritepe, N., H.Ö. Sivritepe and A. Eris. 2003. The effect of NaCl priming on salt tolerance in melon seedlings grown under saline conditions. *Sci. Hortic.* 97: 229-237.
- Thanos, C.A., K. Georghiou and H.C. Passam. 1989. Osmoconditioning and ageing of pepper seeds during storage. *Ann. Bot.* 63: 65-69.