



POLİETİLENGLİKOL İLE OZMOTİK KOŞULLANDIRMA VE HÜMİDİFİKASYON UYGULAMALARININ BİBER TOHUMLARININ ÇİMLENME HIZI VE ORANI ÜZERİNE ETKİLERİ

Mustafa DEMİRKAYA*

Erciyes Üniversitesi Safiye Çıkrıkçıoğlu MYO 38039, KAYSERİ

ÖZET

Bu çalışma biber (*Capsicum annum*.) tohumlarında çimlenmeyi kolaylaştırmak ve hızlandırmak için yapılmıştır. Ozmotik koşullandırma uygulamaları PEG-6000 ile -1.0 MPa'da 1, 2 ve 3 gün uygulamaları yapılmıştır. Humidifikasyon uygulamaları ise 1, 2 ve 3 gün süreyle yapılmıştır. Ozmotik koşullandırma ve humidifikasyon uygulamaları çimlenme yüzdesini istatistiki düzeyde artırırken, ortalama çimlenme süresini istatistiki düzeyde kısaltmıştır. Humidifikasyon uygulamalarında en yüksek çimlenme oranı %92.5 ve en kısa ortalama çimlenme süresi 8.2 gün olurken, PEG uygulamalarında en yüksek çimlenme oranı %84 ve en kısa ortalama çimlenme süresi 8 gün olmuştur. Kontrol tohumlarının çimlenme oranı %78, ortalama çimlenme süresi 11.1 gün olmuştur. Bu çalışma ile biber tohumlarında ekim öncesi PEG ve KNO₃ vb. uygulamalarına ilaveten humidifikasyon uygulamalarının da kullanılabileceği ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: Biber, Ozmotik koşullandırma, Humidifikasyon, Çimlenme yüzdesi, Ortalama çimlenme süresi.

THE EFFECTS OF OSMOTIC CONDITIONING WITH POLYETHYLENE GLYCOL AND HUMIDIFICATION APPLICATIONS TO ENHANCE THE GERMINATION PERCENTAGE AND TO REDUCE THE MEAN GERMINATION TIME OF PEPPER SEEDS

ABSTRACT

The main purpose of this study was carried out to enhance the germination percentage of pepper seeds and to reduce the mean germination time. With the period of 1, 2 and 3 days at -1.0 MPa with PEG -6000 osmotic conditioning applications have been done. Besides, humidification applications have been done for periods of 1, 2 and 3 days. Osmotic conditioning and humidification applications strengthened germination percentage at statistically significant, it also reduced the mean germination time at statistically significant level. It was also seen that at humidification applications the highest germination percentage was 92.5 and the shortest mean germination time 8.2 days. On the other hand, at PEG applications the highest germination percentage was 84 and the shortest mean germination time was 8 days. Furthermore, it was found that the percentage of control seeds 78, and the mean germination time was 11.1 days. Consequently, this study underlined that along with pre-emergence treatments processes of pepper seeds with PEG and KNO₃ etc. it was also pinpointed that humidification applications could be used

Keywords: Pepper, Osmotic conditioning, humidification, Germination percentage, Mean germination time.

*E-posta: mustafad@erciyes.edu.tr

1. GİRİŞ

Bitkisel üretimde yetiştiriciliğin ilk aşaması, tohum ekilmesi ve bunların uygun koşullarda çimlendirilmesidir. Ancak, bu aşamada oluşan olumsuz ekolojik koşullar ve teknik hatalar (düşük toprak sıcaklığı, toprakta kaymak tabakasının oluşumu vs.) çimlenme ve fide çıkışını olumsuz yönde etkilemektedir. Uygunsuz koşullarda ekilen tohumların düzgün bir çimlenme ve çıkış sağlayabilmeleri için hasat sonrası ve ekim öncesi bazı uygulamalar yapılmaktadır. Bu uygulamalar arasında tohumların; iriliklerine göre sınıflandırılması, ekim öncesi ıslatma, büyümeyi düzenleyiciler, vitaminler, besin maddeleri veya ozmotik çözeltilerde tutulması, çimlendikten sonra jel halinde ekilmesi, kaplama ve bantlama sayılabilir Heydecker ve Coolbear [1], Hegarty [2].

1970 ve sonrasında kullanılan ekim öncesi uygulamalardan biri de tohumların ozmotik çözeltilerde tutulmasıdır. Bu uygulamalarda amaç, tohum içindeki su ile dışındaki çözeltinin ozmotik basınçları arasında fark yaratmak, böylece çimlenmeyi başlatacak kadar suyun girişini sağlamaktır. Teorik olarak çimlenmesi uyarılmış tohumlar hızlı ve yüksek oranda çıkış göstermektedir. Ozmotik çözelti olarak; KNO_3 , $KHPO_4$, K_3PO_4 , KH_2PO_4 gibi maddelerin yanında Polietilen glikol de kullanılmaktadır. Konu üzerinde yapılan araştırmalar, özellikle çimlenmesi geç olan veya ekonomik önemi fazla olan; domates, biber, kereviz ve soğan gibi türlerde yoğunlaşmıştır Yanmaz ve Özdi [3].

Humidifikasyon suya doyurulmuş bir atmosferde (%100 oransal neme sahip olan bir ortamda) su alımının ilk safhasında tohumların bünyelerine çok yavaş su girişini sağlayan bir çimlenme öncesi uygulamasıdır. Araştırmacılar farklı türlerde, Basu ve Pal [4] pirinç tohumlarında, Rao ve ark[5] marul tohumlarında, Sivritepe [6] bezelye tohumlarında ve Sivritepe ve Demirkaya [7] soğan tohumlarında humidifikasyon uygulamalarının yararlı etkilerini ortaya koymuşlardır.

Bu çalışmada farklı sürelerde PEG-6000 ile ozmotik koşullandırma uygulamalarının biber tohumlarında çimlenme oranı ve hızı üzerine etkileri incelenmiştir. Ayrıca tohum teknolojisinde kullanımı sürekli artan humidifikasyon uygulamalarının biber tohumlarında kullanılabilirliği araştırılmıştır. Farklı sürelerde yapılan humidifikasyon uygulamalarının Çetinel –150 biber çeşidinde toplam çimlenme ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri incelenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma 2005-2006 yıllarında Erciyes Üniversitesi Safiye Çıkrıkçıoğlu MYO'na ait laboratuvarda yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak Aşgen Tarım Tic. A.Ş.den temin edilen Çetinel-150 çeşidi tatlı biber tohumları kullanılmıştır. Tohumlara -1.0 MPa PEG-6000 (273 g/L) Sivritepe ve Demirkaya [7] çözeltisi ile 1, 2 ve 3 gün ozmotik koşullandırma uygulamaları yapılmıştır. Bir petri kabının altına ve üstüne filtre kağıtları yerleştirilmiştir. Petri kabına 1 g tohum 0.01 g hassasiyetle tartılarak konmuştur. Tohumları yerleştirdikten sonra her petri kabına yukarıda belirtilen dozda hazırlanmış olan 10 ml PEG-6000 çözeltisi konmuştur. Humidifikasyon uygulamaları 1, 2 ve 3 gün süre ile yapılmıştır. Humidifikasyon ve ozmotik koşullandırma uygulamaları 20 °C sabit sıcaklığa sahip olan iklim dolabında yapılmıştır.

Biber tohumlarında nem kapsamı tayini, Uluslararası Tohum Testleri Birliği (ISTA) Kuralları'na uygun olarak, Düşük Sabit Sıcaklıktaki Fırın Metodu'na göre yapılmıştır Anonim 1985 [8,9]. Tartımlar sırasında laboratuvar ortamında nem %50±5 civarında olmuştur. Tohum nem kapsamı aşağıdaki 'e göre bulunmuştur

Ozmotik koşullandırma uygulamalarından sonra tohumlar önce 4 dakika çeşme suyunda yıkanmış, sonra saf su ile durulanmıştır. İki saat kurutma işlemi (kurutma işlemi sırasında laboratuvar sıcaklığı 25 ± 5 °C arasında olmuştur) yapıldıktan sonra tartımları yapılmış ve nem kapsamı bulunmuştur. Nem kapsamı Sivritepe [10]'a göre bulunmuştur. Humidifikasyon uygulamalarından sonra tohum nem kapsamı yine aynı yöntemle bulunmuştur.

Çimlendirme testleri, ozmotik koşullandırma ve humidifikasyon uygulamalarından sonra 4 tekerrürden oluşan (her tekerrürde 50 tohum) toplam 200 tohumla yapılmıştır Anonim 1985 [8, 9]. Sayımlar tohumların ortamdaki atılması suretiyle yapılmış ve sayımlara 14. Şehirli, 1997) güne kadar devam edilmiştir. Kökçük uzunluğu 0.5 cm olan tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiş ve çimlendirme ortamının ihtiyacına göre sulama yapılmıştır. Çimlenme testleri 25 °C'ye ayarlı iklim dolabında yapılmıştır Şehirli [10]. Tohum canlılığı 14 gün sonunda yüzde çimlenme

olarak belirlenmiştir. Tohumlar altına ve üstüne filtre kağıdı yerleştirilen petri kabına konmuştur. Ortalama çimlenme süresi ise Ellis ve Roberts [12]’e göre hesaplanmıştır.

Verilerin istatistiki olarak değerlendirilmesi “SSPS 13.0 for Windows” istatistik programında yapılmış, ortalamalar arasındaki farklılıklar 0.05 önemlilik seviyesinde LSD testine göre belirlenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan istatistiki analizler sonucunda –1 MPa 1 ve 3 gün ozmotik koşullandırma uygulamaları çimlenme yüzdesini istatistiki düzeyde arttırırken 2 gün uygulaması kontrolle aynı sonucu vermiştir. En yüksek çimlenme oranını %84 ile –1 MPa 3 gün ozmotik koşullandırma uygulaması verirken en düşük çimlenme oranını %78 ile kontrol grubu tohumları vermiştir (Çizelge-1). Ozmotik koşullandırma uygulamaları, tohum gücünün bir ifadesi ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır (Çizelge-1). En yüksek ortalama çimlenme süresini 11.1 gün ile kontrol grubu tohumları verirken en küçük ortalama çimlenme süresini 8 gün ile –1 MPa 1 gün uygulaması vermiştir. –1 MPa 2 gün ozmotik koşullandırma uygulaması ortalama çimlenme süresini kısaltmış, ancak bu azalma istatistiki düzeyde olmamıştır (Çizelge 1)

Tablo 1. PEG ile ozmotik koşullandırma uygulamalarının Çetinel –150 çeşidi biber tohumlarında imlenme, ortalama çimlenme süresi ve tohum nem kapsamı üzerine etkileri.

Çeşit	Konsantrasyon (MPa)	Uygulama Süresi (gün)	Uygulama Sonrası Tohum Nem Kapsamı (%)	Normal Çimlenme (%)	Ortalama Çimlenme Süresi (gün)
Çetinel-150	Kontrol	0	7.71	78 c	11.1 a
	-1	1	38.82	82.5 ab	8 c
		2	42.78	79 bc	10.4 a
		3	43.75	84 a	9.5 b

* Harfler 0.05 düzeyinde LSD testine göre ortalamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Yapılan istatistiki analizler sonucunda 1 ve 3 gün humidifikasyon uygulamaları çimlenme yüzdesini istatistiki düzeyde arttırırken 2 gün uygulaması kontrolle aynı sonucu vermiştir. En yüksek çimlenme oranını %92.5 ile 3 gün humidifikasyon uygulaması verirken en düşük çimlenme oranını %77.5 2 gün humidifikasyon uygulaması vermiştir. Kontrol grubu tohumlarının çimlenme oranı ise %78 olmuştur (Çizelge-2). Humidifikasyon uygulamaları, tohum gücünün bir ifadesi ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır (Çizelge-2). En yüksek ortalama çimlenme süresini 11.1 gün ile kontrol grubu tohumları verirken en küçük ortalama çimlenme süresini 8.2 gün ile 1 gün humidifikasyon uygulaması vermiştir.

Burada uygulama sonrası nem kapsamı karşılaştırıldığında, ozmotik koşullandırma uygulamalarında 1 günün sonunda tohum nem kapsamı %38’nin üzerine 3 günün sonunda %43’lere çıkmıştır. Humidifikasyon uygulamalarında ise 1 gün uygulaması sonunda tohum nem kapsamı %22’e 3 günün sonunda ise en yüksek %29.55’e ulaşmıştır. Bu oranlar karşılaştırıldığında humidifikasyon uygulamalarının daha yavaş su alımına neden olduğu, ozmotik koşullandırma uygulamalarının ise daha yüksek su alımına neden olduğu tespit edilmiştir. Ancak ozmotik koşullandırma ve humidifikasyon uygulamalarında 1 ve 2 gün hızlı bir su alımı olmuş 2. günden itibaren su alımı yavaşlamıştır.

Tablo 2. Humidifikasyon uygulamalarının biber tohumlarının çimlenme, ortalama çimlenme süresi ve tohum nem kapsamı üzerine etkileri.

Çeşit	Uygulama Süresi	Uygulama Sonrası Tohum Nem Kapsamı	Normal Çimlenme	Ortalama Çimlenme Süresi
	(gün)	(%)	(%)	(gün)
Çtinel –150	0	7.71	78 b	11.1 a
	1	22.45	86.5 a	8.2 d
	2	28.01	77.5 b	10.3 b
	3	29.55	92.5 a	9.2 c

* Harfler 0.05 düzeyinde LSD testine göre ortalamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

PEG-6000 ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamalarının çıkış hızını artırması, daha önce bu konuda yapılan araştırma sonuçları ile uyum halindedir. Literatürde çimlenme oranını arttıran Aljaro ve Wyneken [13] Domates, Bradford [14] soğan, Globerson ve Feder [15] domates, havuç ve kereviz, Saxena ve Gita [16] biber, Dearman ve ark. [17] soğan, Bujalski ve ark. [18] soğan, Sivritepe ve Demirkaya [7] soğan, Başay ve ark. [19] biber, Özçoban [20]'nin isapanak tohumları, hemde olumsuz Heydecker ve ark. [21] soğan, Burgass ve Powell [22] brüksel lahanası, Liptay ve Tan [23] domates Brocklehurst ve ark. [24] kereviz ve pırasa, Alvarado ve ark. [25] domates, Wu [26] domates, Sivritepe ve Demirkaya [7] soğan, Arın ve ark. [27] soğan tohumlarında sonuçlara rastlanmıştır. PEG-6000 ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamaları tohum gücünün bir ifadesi olan ortalama çimlenme süresini de kısaltmıştır. Bu sonuçlar Rumpell ve Szudyga [28] domates, Brocklehurst ve Dearman [29] soğan, Aljaro ve Wyneken [13] domates, Liptay ve Tan [23] domates, Bradford [14] soğan, Haigh ve Barlow [30] domates, havuç ve sorgum, Alvarado ve ark. [25] domates, Alvarado ve Bradford [31] domates, ve Sivritepe ve Demirkaya [7] 'nin soğan tohumlarındaki çalışmalarından elde edilen sonuçlarla uyum halinde olmuştur.

Humidifikasyon uygulamaları çimlenme oranını artırmıştır. Bu sonuçlar Rao ve ark. [5]'in marul, Sivritepe [6]'nın bezelye ve Sivritepe ve Demirkaya [7]'nin soğan tohumlarında yapmış oldukları çalışma ile paralel olmuştur. Humidifikasyon uygulamaları ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır. Bu sonuç Sivritepe ve Demirkaya [7]'nin soğan tohumlarında yapmış olduğu çalışmaya ile uyum halinde olmuştur.

Bir tohum grubunun ortalama çimlenme süresi yani yarısının çimlenmesi için geçen süre ne kadar ise, o tohum grubunun gücü o kadar fazladır. Ortalama çimlenme süresi arttıkça o tohum grubunu vigoru(gücü) azalıyor demektir. Humidifikasyon ve ozmotik koşullandırma uygulamaları hem çimlenme oranını arttırmış hem de ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır. Biber tohumlarında ekimden önce hem zamandan kazanmak hem de çimlenme oranını arttırmak için 1 gün humidifikasyon veya 1 gün ozmotik koşullandırma uygulamaları önerilebilir. Çünkü her iki uygulamada hem çimlenme oranını arttırmış hem de ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır.

Yaşlanmaya bağlı olarak tohum canlılığı belirli bir seviyeye düştükten sonra uygulanan hidrasyon tekniklerinde (ozmotik koşullandırma ya da humidifikasyon), tohum canlılığının yeniden artırılması, ancak türe bağlı olarak değişen kritik nem kapsamının üzerine çıkıldığında mümkün olmaktadır. Kritik nem kapsamı üzerinde tohumların oldukça uzun sürelerde ve aerobik koşullarda tutulması, canlılıkta meydana gelebilecek iyileşmeyi sağlamaktadır Bewley ve Black [32] . Kritik nem kapsamı bazı türlerin tohumlarında belirlenmiştir. Buna göre; marulda %15 Ibrahim ve ark. [33], soğanda %18 Ward ve Powell [34], buğdayda %28-30 Petruzelli [35] ve bezelyede %34-38 Sivritepe ve Eriş [36] olarak tespit edilmiştir. Biber tohumlarında yapılacak kritik nem kapsamı tespiti için yapılacak olan çalışmalarda % 20'ler seviyesi dikkate alınmalıdır. Çünkü humidifikasyon uygulamaları hem çimlenmeyi arttırmış hem de ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır ve tohumun ulaştığı son nem kapsamı % 20'lerde olmuştur.

Literatürde verilen çalışmalarda Başay ve ark. [19] Kandil çeşidi biber tohumlarında PEG ve KNO₃ uygulamalarının çimlenmeyi arttırdığı ancak ortalama çimlenme süresinde bir etkisi olmadığı belirtilmektedir.

Çalışmamızda ise PEG uygulamaları hem çimlenme oranı artmış hem de ortalama çimlenme süresi kısalmıştır. Buradaki farklı etki çeşit özelliğinden veya muhtemelen farklı sürelerde PEG uygulamalarından kaynaklanmıştır. Tohumların ulaştığı son nem kapsamları dikkate alınır 2 gün uygulaması %42 lere iken 3 gün uygulaması %43 lere olmuştur. Literatürde [19] verilen çalışmada 1 hafta süre ile PEG uygulaması yapılmıştır. Tohum gücünde olumlu bir etkinin görülmemesi muhtemelen aşırı su alımından kaynaklanmış olabilir. Nitekim bir günlük PEG uygulaması sonunda tohum nem kapsamı %38 lere ulaşmıştır. Humidifikasyon uygulamalarında tohum nem kapsamları % 20 lere olmasına rağmen tohum gücü ve çimlenme oranlarını arttırmıştır.

Demir ve ark. [36] biber tohumlarında termodormansiyi kırmak üzere yaptıkları bir çalışmada KNO₃ farklı süre 7 ve 1 gün, farklı sıcaklık 20 ve 25 °C de olumlu bir etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir.

Sonuç olarak, biber tohumlarında yapılan çimlenme öncesi uygulamalara ilaveten humidifikasyon uygulamalarının da yapılabileceği ortaya konmuştur. Günümüzde kimyasal kullanmanın en aza hatta mümkünse hiç kullanılmaması önerilmekte ve organik ürünler gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Son zamanlarda, polietilenglikol (PEG), ve çeşitli potasyum tuzları gibi kimyasalların yanı sıra deniz yosunu gibi doğal maddelerle ozmotik koşullandırma yapabilme olanakları araştırılmaktadır Sivritepe [38]. Ayrıca ozmotik koşullandırma işleminde kullanılan PEG-6000 ve KNO₃'ün birer kimyasal olduğu, humidifikasyon uygulamalarının ise saf su ile yapılabildiği ve uygulamasının daha kolay olduğu gözönünde bulundurulmalıdır. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda özellikle humidifikasyon uygulamalarının yüksek sıcaklık ve tuzluluk gibi stres koşullarında çimlenme ve tohum gücü üzerindeki etkilerinin yanısıra tohumda meydana gelen biyokimyasal değişimler incelenmelidir.

KAYNAKLAR

1. Heydecker, W., Coolbear, P., Seed Treatment for Improved Performance-Survey and Attempted Prognosis. Seed Sci. & Technol. 5: 353-425, 1977.
2. Hegarty, T.W., Pregermination Treatments of Vegetable Seeds. Hort. Abst. 56: 5163, 1986.
3. Yanmaz, R. ve Özdil, A.H., Domates ve Biber Tohumlarında Ekim Öncesi PEG (Polyethylene Glycol) Uygulamalarının Çimlenme ve Çıkış Oranı İle Süresi Üzerine Etkileri. Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. 13-16 Ekim. İzmir. Cilt II. 25-27, 1992.
4. Basu, R. N. and Pal, P. Control of Rice Seed Deterioration by Hydration Dehydration Pretreatment. Seed Sci. & Technol. 8: 151-160, 1980.
5. Rao, N. K., Roberts, E. H. and Ellis, R. H. The Influence of Pre and Post Storage Hydration Treatments on Chromosomal Aberrations, Seedling Abnormalities and Viability of Lettuce Seeds. Ann. Bot. 60: 97-108, 1987.
6. Sivritepe, H. Ö. Bezelye Tohumlarında Su Zararı, Canlılık ve Kromozom Bozulmaları Üzerine Hidrasyon Uygulamalarının Etkileri. Bahçe 24 (1-2): 93-102, 1995.
7. Sivritepe, H.Ö. and Demirkaya, M., The Effects of Post-Storage Hydration Treatments on Viability of Onion Seeds. Acta Horticulturae 579, ISHS, 2002.
8. Anonim, International Rules for Seed Testing. Rules. International Seed Testing Association. Seed Sci. & Technol. 13: 299-355, 1985a.
9. Anonim, International Rules for Seed Testing. Annexes. International Seed Testing Association. Seed Sci. & Technol. 13: 356-513, 1985b.
10. Sivritepe, H.Ö. Genetic Deterioration and Repair in Pea (*Pisum sativum* L.) Seeds During Storage. PhD Thesis University of Bath, England. 227p, 1992.
11. Şehirli, S., Tohumluk ve Teknolojisi. ISBN 975-482-039-2 Fakülteler Matbaası. İstanbul, 1997.
12. Ellis, R.H., Roberts, E.H., 1981. The Quantification of Aging and Survival in Orthodox Seeds. Seed Sci. & Technol. 9: 373-409.
13. Aljaro, U. A. and Wynneken, H. L. Osmotic Conditioning of Pepper (*Capsicum annum* L.) Seeds and its Effect on Germination and Emergence. Agricultura Technica. 45 (4): 293-302, 1985.
14. Bradford, K.J., Manipulation of Seed Water Relations via Osmotic Priming to improve Germination under Stress Conditions, HortSci., 21(5): 1105-1112, 1986.
15. Globerson, D. and Feder, Z. The Effect of Seed Priming and Fluid Drilling on Germination, Emergence and Growth of Vegetables at Unfavorable Temperatures. Acta Hort. 198: 15-21, 1987.
16. Saxena, O. P. and Gita, S. Osmotic Priming Studies in Some Vegetable Seeds. Acta Hort. 215: 201-207. 1988.

17. Dearman, J., Brocklehurst, P. A. and Drew, R. L. K. Effects of Osmotic Priming and a going on Onion Seed Germination. *Ann. Appl. Biol.* 108: 639-648, 1986.
18. Bujalski, W., Nienow, A. W. and Gray, D. Establishing the Large Scale Osmotic Priming of Onion Seeds by Using Enriched Air. *Ann. Appl. Biol.* 115: 171-176, 1989.
19. Başay, S., Sürmeli, N. ve Uysal, E. Biberde Ozmotik Koşullandırmanın Depolama Süresince Tohum Canlılığı ve Biyokimyasal Değişime Etkisi. V. Sebze Tarımı Sempozyumu. 21-24 Eylül. Çanakkale. s. 91-95, 2004.
20. Özçoban, M. Bazı Tohum Uygulamalarının Yüksek Sıcaklık Koşullarında Ispanak (*Spinacia oleracea* L.) Tohumlarının Çimlenme ve Çıkış Oranları Üzerine Etkisi. V. Sebze Tarımı Sempozyumu. 21-24 Eylül. Çanakkale. s. 351-354, 2004.
21. Heydecker, W., Higgins, J. and Turner, Y. T. 1975. Invigoration of Seeds *Seed Sci. & Technol.* 3: 881-888.
22. Burgass, R.W. and Powell, A.A. Evidence for Repair Processes in the Invigoration of Seeds by Hydration. *Ann. Botany*, 53:753-757, 1984.
23. Liptay, A. and Tan, C. S. Effect of Various Levels of Available Water on Germination of Polyethylene Glycol (PEG) Pretreated and Untreated Tomato Seeds. *J.Am.Soc.Hort.Sci.* 110 (6): 748-751, 1986.
24. Brocklehurst, P.A., Dearman, J., Drew, R.L.K., Recent Developments in Osmotic Treatment of Vegetable Seeds. *Acta Hort.* 215: 193-200, 1987.
25. Alvarado, A. D., Bradford, K. J. and Hewitt, J. D. Osmotic Priming of Tomato Seeds. Effect on Germination, Field Emergence, Seedling Growth and Fruit Yield. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112 (3): 427-432, 1987.
26. Wu, M. L. The Effects of Treatments on the Germination of Tomato Seeds Under Water and Salinity Stress. *Hort. Abst.* 58: 9, 1988.
27. Arın, L., Polat, S., Deveci, M. ve Şalk, A. Soğan Tohumunun Optimum ve Düşük Sıcaklıklarda Çimlenmesi Üzerine Ozmotik Çözelti uygulamalarının Etkisi. V. Sebze Tarımı Sempozyumu. 21-24 Eylül. Çanakkale.s. 186-191, 2004.
28. Rumpell, J. and Szudyga, I. The Influence of Pre-Sowing Seed treatments on Germination and Emergence of Tomato "New Yorker" at Low Temperatures. *Sci. Hort.* 9: 119-125, 1978.
29. Brocklehurst, P. A. and Dearman, J. Interactions Between Seed Priming Treatments and Nine Seed Lots of Carrot, Celery and Onion. I. Laboratory Germination. *Ann. Appl. Biol.* 102: 577-584, 1983.
30. Haigh, A. M. and Barlow, E. W. R. Germination and Priming of Tomato, Carrot and Sorghum Seeds in a Range of Osmotica. *J.Am.Soc.Hort.Sci.* 112 (2): 210-216, 1987.
31. Alvarado, A.D. and Bradford, K.J. Priming and Storage of Tomato (*Lycopersicon lycopersicum*) seeds. I. Effects of Storage Temperature on Germination Rate and Viability. *Seed Sci. & Technol.* 16: 601- 602, 1988.
32. Bewley, J.D. and Black, M. *Seeds: Physiology of Development and Germination.* Plenum Press New York 367 p. 1985.
33. Ibrahim, A., Roberts, E.H. and Murdoch A.J. Viability of Lettuce Seeds. II. Survival and Oxygen Uptake in Osmotically Controlled Storage. *J.Exp.Bot.* 34: 631-640, 1983.
34. Ward, F.H. and Powell A.A. Evidence For Repair Processes in Onion Seeds During Storage at High Seed Moisture Contents. *J.Exp.Bot.* 34: 277-282, 1983.
35. Petruzelli, L.. Wheat Variability at High Moisture Content Under Hermetic and Aerobic Storage Conditions. *Ann.Bot.* 58: 259-265, 1986
36. Sivritepe, H.Ö. ve Eriş, A. Depolama Sonrası Priming Uygulamalarının Bezelye Tohumlarında Canlılık ve Genetik Bozulmaları Onarımı Üzerine Etkisi. Uludağ Üniversitesi Araştırma Fonu Projesi. No: 94/9.23s, 1996.
37. Demir, İ., Güçlü, Ö., Demir, K. ve Özçoban, M. Biberde Termodormansiyi Kırmak Amacıyla Tohum Uygulamalarından Yararlanma Olanakları. Türkiye 3, Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 14-17 Eylül Ankara . 515-518, 1999.
38. Sivritepe, H.Ö. Deniz Yosunu Ekstraktı (*Ascophyllum nodosum*) ile Yapılan Ozmotik Koşullandırma Uygulamalarının Biber Tohumlarında Canlılık Üzerine Etkileri. III. Sebze Tarımı Sempozyumu. 11-13 Eylül 2000, Isparta, 482-486, 2000.