



Tohum Çimlenmesi ve Bitki Büyümesi Üzerinde Etkili Olan Çevresel Faktörler ve Bazı Ön Uygulamalar

Halil Karakurt^{1*}, Rafet Aslantaş¹, Ahmet Eşitken¹

¹Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 25240, Erzurum.
e-posta: halilkarakurt@yahoo.com

Geliş Tarihi: 04.12.2009; Kabul Tarihi: 05.01.2010

Özet: Bitki yetiştiriciliğinde ilk aşama tohum ekimi ve çimlendirilmesidir. Bu işlemden sonra tohum çimlenmesinin başlaması ve devam etmesi farklı bitki tür ve çeşitlerin tohumlarının niteliği ve özel isteğine göre değişmekle birlikte önemli çevresel faktörlerin (su, sıcaklık, oksijen ve ışık) istenen seviyede ortamda bulunmasına bağlıdır. Bunun yanı sıra, tohum ekiminden sonra çeşitli teknik hatalar ve tohumun iç ve dış yapısından kaynaklanan çeşitli faktörler nedeniyle çimlenme ve fide çıkışında gecikme veya çimlenmenin oluşmaması gibi olumsuzluklar ile karşı karşıya kalınmaktadır. Bu çalışmada tür ve çeşitlere göre değişmekle birlikte tohumların çimlendirilmesi için uygun ortam oluşturmak veya kontrollü şartlarda tohum çimlenmesini ve buna bağlı olarak dolaylı şekilde bitki büyümesini olumlu yönde etkileyen çeşitli uygulamalar (osmo ve hidro priming, düşük ve yüksek sıcaklık uygulamaları, çeşitli bitki büyümesinde etkili hormon uygulamaları, su ile ıslatma ve kurutma uygulamaları, bazı kimyasal maddeler ile uygulama, sıvı ekim uygulaması, bu uygulamaların kombinasyonları ve diğer bazı özel uygulamalar gibi) ve konuda yapılmış araştırmalarda kullanılan özel teknikler ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Bunun yanı sıra çeşitli canlılar üzerinde olumsuz etkisi bilinen bazı maddelerin (sigara dumanı, fenol, naftanol gibi) tohum çimlenmesi ve bitki gelişimi üzerine etkileri de ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tohum, çevresel faktörler, çimlenme, bitki büyümesi, ön uygulamalar.

The Environmental Factors and Some Pre-treatments Affecting On Seed Germination and Plant Growth

Abstract: The first stage for plant growing is seed sowing and germination. After this process, commence and permanency of seed germination depends on existence on a desirable level of the significant environmental factors (water, temperature, oxygen and light), which change to seed characteristics and special requirement of different plant species and cultivars. Besides, the problems such as retarded germination and seedling formation or no germination occur due to various technical mistakes after seed sowing and some factors resulted from inside and outside structure of seeds.

In present review; forming suitably special environments for seed germination of each species/cultivars or various pretreatment affecting desirably to plant growth connected with seed

germination (osmopriming, hydropriming, low and high heat treatment, plant growth promoting hormones, gradually wetting and drying, chemical substance treatments, liquid sowing, the combination of all treatments above and some another special treatments etc.) and the special techniques used in related studies and the results obtained were evaluated. Furthermore, the effects on seed germination and plant development of substances with undesirable effects (cigarette smoke, phenol, naphtanol etc.) on some living creatures were also evaluated.

Key Words: Seed, environmental factors, germination, plant growth, pre-treatments.

Giriş

Bitkisel üretimde, yetiştiriciliğin ilk aşaması, tohum ekilmesi ve bunların uygun koşullarda çimlendirilmesidir. Ancak bu aşamada oluşan olumsuz ekolojik koşullar, teknik hatalar (düşük toprak sıcaklığı, toprakta kaymak tabakası oluşumu gibi) ve tohumun yapısından kaynaklanan olumsuzluklar çimlenme ve fide çıkışını olumsuz yönde etkilemektedir. Tohum dormansisi ve çimlenme arasındaki ilişkiyi belirlemek için pek çok çalışma yapılmıştır. Genel olarak birçok meyve türünün olgunlaşmış sağlam tohumları sıcaklık, nem, oksijen ve ışık gibi çevre koşullarının uygun olmasına rağmen çimlenmezler. Bu olaya dormansi denir ve kayısı, badem, erik, şeftali, kiraz gibi hemen hemen tüm ılıman iklim meyve türlerinin tohumlarında görülür (Çetinbaş ve Koyuncu, 2005; Demirkaya, 2006). Embriyonun bünyesinde ve dış kabuğun etkisiyle oluşan dormansi birbirinden farklıdır. Embriyoyu çevreleyen katmanların uzaklaştırılması dış kabuğun oluşturduğu dormansiyi kaldırmaktadır. Embriyonun gelişme potansiyelinin dış kabuğun mekanik sınırlamasından daha güçlü olan tohumlarda çimlenme başlar.

Dormant tohumlar çimlenme için gerekli şartlar yeterli olmadığından çimlenemez. Dormant olmayan tohumlar eğer çimlenme için gerekli şartlar sağlanırsa çimlenirler. Bazı bitki türlerinin tohumları için su yeterlidir. Diğer bazı türlerde ışık, toprak şartları, sıcaklık dalgalanmaları gibi ilave faktörlerde önemlidir. Eğer bu faktörler olmazsa çimlenme engellenir ve tohumlar zorunlu dinlenmeye (yalancı dinlenme) girerler. Dormansi durumu içsel Giberalik asit (GA) ve Absisik asit (ABA) ile ilişkilidir. İçsel hormon noksanlığı gösteren mutant bitkilerde GA ve ABA uygulamalarının çimlenmede önemli etkiler gösterdiği belirlenmiştir. Dormansiyi kırmak ve uygunsuz koşullarda ekilen tohumların düzgün bir çimlenme ve çıkış sağlayabilmeleri için hasat sonrası ve ekim öncesi bazı uygulamalar yapılmaktadır. Bu uygulamalar arasında tohumların; katlamaya tabi tutulması, iriliklerine göre sınıflandırılmaları, ekim öncesi ıslatma, büyümeyi düzenleyiciler, asitlerle aşındırma, vitaminler, besin maddeleri veya osmotik çözeltilerde tutma, çimlendikten sonra jel halinde ekilmesi, kaplama ve bantlama gibi priming olarak adlandırılan uygulamalar sayılabilir (Hartman ve ark., 1990; Hilhorst ve Karsen, 1992; Ercişli ve ark., 1999; Yamaguchi ve Kamiya, 2002; Demirkaya, 2006).

Tohum Çimlenmesini Etkileyen Çevresel Faktörler

1. Su: Tohum çimlenmesinin başlaması ve oluşan bitkiciklerin yaşamını devam ettirmesi en önemli ana faktörlerden biridir. Topraktaki osmotik potansiyel bulunan tuzların varlığı suya bağlıdır. Çimlenme ortamında yüksek tuz bulunması ortamda nem düşük olduğunda olumsuz etki yapabilmektedir. Bazı tohumlar bünyelerinde engelleyici madde

bulundurmaları ve müsilajlı madde ile kaplı olmaları nedeniyle yıkanmaya gerek duymaktadırlar (Hartmann ve ark., 1990).

2. Sıcaklık: Çimlenme süresini düzenleyen en önemli faktörlerden birisidir. Dormansinin kontrolünde doğrudan ilişkilidir. Düşük sıcaklıklarda çimlenme oranı genellikle düşüktür. Ilıman iklimdeki bitkilerin tohumları optimum 24-30°C'de çimlenirken 4,5-40°C arasında geniş sıcaklık aralığında çimlenebilme yeteneğine sahiptirler. Ayrıca bu kuşaktaki bitkilerin tohumlarının çimlenebilmesi için tür ve çeşide göre değişen belli sürelerde düşük sıcaklıkta (3-4°C) katlamaya tabi tutulmaları gerekmektedir (Hartmann ve ark., 1990).

3. Oksijen: çimlenme ortamı ve embriyo arasındaki gaz alışverişi hızlı ve üniform çimlenme için çok önemlidir. Oksijen çimlenen tohumların solunumu sürecinde rol oynamaktadır. Oluşan metabolik aktivite miktarı arttığında oksijen alımı da artmaktadır. Ortamda aşırı su olduğunda oksijen birikimi sınırlanmaktadır (Hartmann ve ark., 1990).

4. Işık: Yapılan araştırmalarda bazı bitkilerde dormansiyi uyarırken, bazı bitkilerde bu etkiyi kaldırdığı belirlenmiştir. Tohumlarda ışığa tepkinin temel mekanizmasının, kimyasal olarak aktif bir pigment olan fitokron ile ilişkili bir durum olduğu yapılan çalışmalar sonucu saptanmıştır. Kırmızı ve kızıl ötesi ışınların marul ve Arabidopsis tohumlarında GA biyosentezi üzerine etki gösterdiği belirlenmiştir (Georghiou ve ark., 1982; Yamaguchi ve ark., 2002). Yapılan çalışmalarda suda bir süre bekletilen tohumların kırmızı ışığa maruz bırakıldıklarında çimlenme oranlarında artış olduğu, kızıl ötesi ışığın ise engelleyici etki yaptığı belirlenmiştir. Bitkilerde tohum kabuğu ve embriyonun ışığa hassasiyet gösteren sensör özelliğinde oldukları, bunların uzaklaştırıldıklarında ışığın etkisinin kaybolduğu saptanmıştır (Hartmann ve ark., 1990).

Işık bazı türlerde tohum çimlenmesini uyarıcı bir faktördür. Işığın etkisi biyoaktif GA₃ sentezinin son adımını katalize m-RNA'daki GA₃-oksidaz enzimi üzerinde olmaktadır. Tahmin edilen GA₃ biyosentez yeri marul tohumlarında R.mikro-dalga kullanılarak belirlenen ışığa hassas bölge ile ilişkili olduğu görülmektedir. GA noksanlığı görülen çimlenmeyen mutantlar GA'nın tohum çimlenmesini nasıl uyardığını çalışmak için yararlı olmuştur (Yamaguchi ve ark., 2002).

A. Osmotik Çözeltilerde (Osmoprining) ve Suda (Hidropriming) Bekletme

Tohumların osmotik çözeltilerde tutulması, 1970 ve sonrasında kullanılan ekim öncesi uygulamalarından birisidir. Bu uygulamalarda amaç, tohum içindeki su ile dışındaki çözeltilinin osmotik basınçları arasında fark yaratmak ve böylece çimlenmeyi başlatacak kadar suyun girişini sağlamaktır. Teorik olarak çimlenmesi uyarılmış tohumlar hızlı ve yüksek oranda çıkış gösterirler. Osmotik çözelti olarak KNO₃, KHPO₄, KH₂PO₄, K₃PO₄ gibi maddelerin yanında PE-Glikol (Demirkaya, 2006). Potasyum Nitrat, Potasyum Dehidrojen Fosfat gibi bazı maddelerin belirli yoğunluktaki çözeltileri kullanılmaktadır. Son yıllarda bazı üretici firmalar kimyasal madde uygulanmış tohumları paketleyerek yetiştiriciye sunmaktadır (Duman, 2006).

Hidropriming uygulaması suya doyurulmuş bir atmosferde (%100 oransal neme sahip bir ortamda) su alınımının ilk safhasında tohumların bünyelerine çok yavaş su girişi sağlayan bir çimlenme öncesi uygulamadır. Araştırmacılar farklı türlerde Basu ve Pal pirinç tohumlarında, marul tohumlarında, Sivritepe bezelye, Sivritepe ve Demirtaş soğan ve

Çetinel 150 biber tohumlarında hidropriming uygulamalarının yararlı etkilerini ortaya koymuşlardır (Demirkaya, 2006).

Çimlenmesi geç ve zor olan küçük embriyolu bazı sebze tohumlarının olumsuz toprak koşullarında çimlenmelerini iyileştirmek ve homojen fide çıkışını sağlamak amacıyla yapılan çalışmalarda, havuç başta olmak üzere kereviz, pırasa, soğan ve maydanoz gibi sebze tohumlarının ekim öncesi bazı tohum uygulamaları (Priming) sonunda özellikle düşük ve yüksek toprak sıcaklıklarında hem çimlenme hem de çıkış oranlarının arttığı, hem de erken ve homojen fide çıkışı sağlandığı belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada 273 gr/lt, -10 bar'lık osmotik basınca sahip PEG-6000 ve 70gr/lt, -20 bar'lık osmotik basınca sahip KH_2PO_4 15 °C'de 10 gün süre ile havuç tohumlarında yapılan uygulamada çimlenme oranlarında artış belirlenmiştir (Duman, 2006).

Orkide tohumlarında PEG-6000'in -0,5; -1,0 ve -1,5MPa osmotik basınca sahip solusyonlarında priming çalışması yapılmıştır. Tohumlar, simbiyotik olarak BNR 8-3 mikorizal fungus ile birlikte 22°C'de yulaf ezmesi agar ortamında çimlendirilmiştir. Çalışmada priming uygulamasının çimlendirmeyi hızlandırdığı belirlenmiştir. Kontrol uygulamasında İlk çimlenmenin 18 günde, -1,5MPa osmotik basınçtaki priming uygulamasında 8 günde başladığı belirlenmiştir. Priming uygulamasında su potansiyeli azaldığında çimlenme oranının artış gösterdiği gözlemlendiği ve çimlenme oranlarının -0,5; -1,0 ve -1,5 MPa osmotik basınca sahip çözeltilerde sırasıyla %55; %58 ve %65 olarak belirlenmiştir (Eşitken ve ark., 2004).

Nohut bitkisinin çimlenmesi üzerine hidro ve osmopriming uygulamalarının yapıldığı çalışmada, tohumlar 4 farklı osmotik basınca (-0,5; -1,0; -1,5 ve -2,0 MPa) sahip PEG çözeltilerinde ve karanlık şartlarda 25°C'de 12 ve 24 saatte %4 mannitol ve hidropriming uygulamalarına tabi tutulmuştur. Priming uygulamalarından sonra tohumlar 6-32°C arasında 10 farklı sıcaklıkta çimlenmeye bırakılmışlardır. Priming'e tabi tutulmayan tohumlar ile karşılaştırıldığında osmopriming ve hidropriming uygulamaları tüm sıcaklıklarda daha hızlı ve üniform çimlenme sağlamış ve ayrıca çimlenmenin başlanması için gereksinim duyulan sıcaklık isteklerini önemli oranda azaltmıştır. Hidropriming uygulamalarında 12 saat süreyle su ile muamele gören tohumlar en yüksek çimlenme hızı gösterirken, osmopriming uygulamalarından 24 saat -0,5MPa PEG solusyonuna tabi tutulan tohumlar en iyi sonucu vermiştir (Elkoca ve ark., 2007).

Çimlenme oranı düşük olan Hayward çeşidine ait kivi tohumlarında, priming uygulamalarının çimlenme ve çıkış üzerine olan etkilerini ortaya koyabilmek amacıyla yapılan çalışmada PEG, KNO_3 , KH_2PO_4 ve Mannitol'un farklı dozları kullanılmıştır. Ayrıca, kivi tohumlarına sadece saf su kullanılarak yapılan Hydropriming tekniği de uygulanmıştır. Kivi tohumları bu solüsyonlar ve saf su içerisinde 3, 6 ve 9 gün süreyle 17 ve 25°C'lik sıcaklık içeren farklı iki inkübatör içerisinde bekletilmişlerdir. En yüksek tohum çimlenme oranı 17 °C'de 9 gün süresince -1 MPa PEG solüsyonunda bekletilerek çimlendirmeye tabi tutulan tohumlardan elde edilmiştir. Uygulamaların çıkış üzerine etkileri incelendiğinde, 17 °C'de 9 gün saf suda bekletilen uygulamanın (hydropriming) en yüksek çıkış oranını (%76,40) verdiği tespit edilmiştir (Özdemir, 2006).

B. Hormon Uygulanması

Bitki büyüme ve gelişmesinde rol oynayan en önemli içsel faktörlerden birisi olan bitki hormonlarının keşfi ile bitki büyümesini ve büyüme ile ilgili birçok faaliyetleri kontrol altına almak mümkün olmuştur. Bunlardan oksinler, gibberalinler, absisik asit (ABA) ve sitokininler çok çeşitli fizyolojik etkilere sahiptir (Ünyayar ve Topçuoğlu, 1998). Gibberalinler tohum ve tomurcuk dormansisinin ortadan kaldırılması, tohum çimlenmesinin kontrolü ve uyarılmasında çok önemli rol oynarlar. Gelişen tohumlarda yüksek oranda bulunurlar. Özellikle dikotiledon bitkilerin daha olgun tohumlarında miktarı daha düşüktür. Gibberalinler tohum çimlenmesi üzerinde bu süreçte rol alan enzimlerin uyarılması ve çimlenmenin sonraki aşamasında embriyodan endosperme taşınarak α -amilaz enzimini uyararak gerekli enerjiyi sağlamak için nişastanın şekere dönüşmesinde rol oynamaktadır (Hartmann ve ark., 1990; Hilhorst ve Karssen, 1992).

GA embriyonun büyüme potansiyelini uyarır ve embriyoyu çevreleyen yapıları zayıflatır. GA'ya bağlı olarak endospermde üretilen endo- β -mannanaz endosperm hücre duvarlarının bozulmasını sağlayarak çimlenmeye yardımcı olabilmektedir (Yamaguchi ve Kamiya, 2002).

Doğal olarak oluşan ABA sadece tohum çimlenmesinde değil aynı zamanda bitki büyümesinde engelleyici rol oynamaktadır. ABA çiçek ve meyvelerde absisyona neden olma, tomurcuk ve tohumlarda dormansinin teşvik edilmesi, strese adaptasyon mekanizmasının gelişmesinde etki göstermektedir (Ünyayar ve Topçuoğlu, 1998). Meyvenin olgunlaşmasıyla miktarı artar. Embriyonun zayıf gelişmesinden sorumlu olduğu belirtilmektedir (Hartmann ve ark., 1990).

Yapılan bir çalışmada tohumlardaki ABA içeriği 1.8 ± 0.2 ng.tohum⁻¹ iken çimlenme %15, kuru depolamadan 1 yıl sonra ABA içeriği 0.8 ± 0.1 ng.tohum⁻¹ iken çimlenmenin %95 olduğu saptanmıştır (Hilhorst ve Karssen, 1992). Sitokininler, hücre bölünmesi ve genişlemesinin uyarılması, yaşlanmanın geciktirilmesi, tuber oluşumunda etki göstermektedirler. Oksinler, hücre büyümesi ve hücre bölünmesi, kök oluşumu, tomurcuk inhibisyonu ve apikal dominansa neden olma gibi fizyolojik etkilere sahiptir (Ünyayar ve Topçuoğlu, 1998). Tohum gelişiminde oksin ve sitokininlerin rolü fizyolojik durum ve içsel hormon seviyesi arasındaki ilişkiyle sınırlanmıştır. Özellikle tohum çimlenmesinde sitokininlerin, ABA gibi engelleyicilerin etkisini azaltıcı veya kaldırıcı etki yaparak dolaylı şekilde olumlu etki yaptığı belirtilmektedir (Hartmann ve ark., 1990).

Uzun yıllardır yapılan çalışmalarda etilenin bazı tohumlarda çimlenmeyi uyarıcı etki yaptığı belirlenmiştir (Hartmann ve ark., 1990).

Ilıman iklim meyve türlerinin tohumlarında katlama işlemine yer vermeksizin hormon uygulaması ile tohumların çimlenme oranlarını arttırmak için çalışmalar yapılmaktadır. Bu konuda bazı zeytin tohumlarında çalışmalar yürütülmüştür. Çalışmada 3 gruba ayrılan tohumlardan 1. gruptakilerin endokarları çıkarılarak laboratuvar koşullarında GA ve İndol Asetik Asit (IAA) içeren kültür ortamlarına ekilmiştir. Bir diğer grup katlamaya tabi tutularak yarısı sıcak diğer yarısı soğuk yastıklara ekilmiş ve 3. grup tohumlara hiç muamele yapılmamıştır. Çalışmaların sonucu GA ve IAA diğer uygulamalara göre daha yüksek çimlenme oranı oluştururken aynı zamanda çimlenme süresini de kısaltmıştır (Yüce, 1979).

Gelişen tohumlarda yüksek miktarda oluşan gibberalinlerin, tohum çimlenmesinde ve dormansinin kontrolünde önemli fonksiyonları vardır. Öte yandan gibberalitik asit (GA₃) uygulamalarının çimlenme üzerindeki etkileri uzun süreden beri bilinmektedir. Uygulanan GA₃ konsantrasyonu ve süresi çimlenme üzerine önemli etkiye sahiptir (Duman, 2006; Anonim, 2008a). Nitekim bu konuda yapılmış ve yapılmakta olan pek çok çalışma bulunmaktadır.

Arpa tohumlarında tuz stresi nedeniyle çimlenmede meydana gelen olumsuz durumu hafifletmek amacıyla GA₃, kinetin ve etilen maddelerinin etkileri araştırılmıştır. Çalışılan bitki büyümesini düzenleyicilerinin tümünün tuz stresinin tohum çimlenmesi ve fide büyümesi üzerindeki olumsuz etkisini hafifletmede önemli bir etkinlik gösterdiği belirlenmiştir. Maddeler arasında tuz stresini azaltıcı en büyük etkiyi GA yapmıştır (Çavuşoğlu ve ark., 2007a).

Ceratoides lanata (Beyaz adaçayı) bitkisinin tohumları dormansi göstermeyip, tuzlu olmayan kontrollü şartlarda %90 çimlenme gösterdikleri belirlenmiştir. Ortamda tuzluluğun artışıyla (900 mmol/l NaCl) çimlenme oranının yaklaşık olarak %10 azaldığı belirlenmiştir. Çalışmada uygulanan GA'nın tuzluluğun etkisini düzeltmediği ancak kinetin ve fusicocin maddelerinin tuzluluğun etkisini önemli ölçüde hafiflettiği, etafon maddesini ise tuzluluğun olumsuz etkisini tamamen ortadan kaldırdığı saptanmıştır (Khan ve ark., 2004).

Karanfil tohumlarının in vitro ve in vivo koşullarda çimlenmeleri üzerine değişik dozlarda GA₃ uygulamalarının etkisi araştırılmıştır. Bitki tohumlarının bünyelerindeki engelleyici maddelerinin uzaklaştırılması ve çimlenmeyi teşvik amacıyla 24 saat süreyle 0, 10, 50, 100, 250 ppm GA₃ konsantrasyonlarında bekletilmiştir. Bu uygulamadan sonra in vitro şartlarda tohumlar MS ortamına, in vivo koşullarda ise torf, torf+perlit (1:1) ve perlitten oluşan 3 farklı ortama ekilmiştir. Hem in vitro hemde in vivo'da çimlenme oranı bakımından en iyi sonuç kontrol grubu tohumlarından elde edilmiş, GA₃ dozlarının çimlenme oranını azaltıcı etki yaptığı saptanmıştır (Anonim, 2008b).

C. Su ile Islatma- Kurutma Uygulamaları

Bu uygulama şekli aslında yeni bir yöntem değildir. Üreticiler bu yöntemi çok eskiden beri bilinçli ve bilinçsiz olarak uygulamaktadırlar. Su ile ıslatma-kurutma uygulaması araştırmacılarca laboratuvarlarda kontrollü şartlarda yapılmaktadır. Belli ağırlıktaki tohum kurutma kâğıdı veya bez arasında belli bir süre ıslatılır ve yine aynı süre ile kurutulur. Bu işlem 3-4 kez tekrarlanır. Örneğin 24 saat ıslatma, 24 saat kurutma işlemi 3-4 kez tekrarlanır. Bu uygulamalar genelde 15 °C sıcaklıkta yapılır. Uygulama anında sıcaklığın 15 °C'nin üzerine çıkması durumunda hemen kökçük çıkışı olur ki bu tohumun ölmesi anlamına gelir. Çünkü uygulama sonrası tohumlar kolay ekilebilir diye kurutulurlar. Uygulama anında kökçük çıkmış ise kurutma sırasında tohum canlılığını kaybeder (Duman, 2006).

D. Düşük ve Yüksek Sıcaklık Uygulaması

Çimlenme oranları düşük, küçük tohumlu bitkiler 3 ay süre ile 0 °C ve 5 °C'de nemli kâğıtlarda tutulurlar. Yüksek sıcaklık uygulaması soğuk uygulamanın ardından 45 °C'de 48

saat bekletme şeklinde yapılmaktadır. Soğuk uygulama ile birlikte ayrıca dinlenmeyi ortadan kaldırdığı bilinen GA₃'ün farklı dozları değişik sürelerde uygulanarak çimlenme oranları artırılabilir (Anonim, 2008a).

Cistus creticus creticus tohumları 80, 100, 120 ve 150°C sıcaklığa sahip su içinde 5-30 dk veya 35sn-1dk bekletildikten sonra 7 hafta ışısız ortamda 10, 15, 20 °C sıcaklıkta petri kaplarında inkübasyona bırakılmışlardır. Kaynayan suda 35sn-1dk bekletme uygulamalarının sırasıyla %96-%74 ile en yüksek çimlenme oranları ortaya koydukları saptanmıştır. 10, 15 veya 30dk H₂SO₄'de bekledikten sonra 20 °C'de inkübasyon uygulamaları sonucunda sırasıyla %25, 17 ve 26 çimlenme oranları elde edilmiştir (Pela ve ark., 2000).

Bazı Akdeniz Leguminaceae türlerinin tohum çimlenmeleri üzerine yüksek sıcaklıkların (kuru ve sıcak su) etkisi araştırılmıştır. Tohumlar 1-60 dk arası 50-150 °C arasında sıcaklıklara maruz bırakılmışlardır. Genelde kuru yüksek sıcaklık uygulaması türler arası büyük farklılık göstermesine rağmen *Scorpiurus muricatus* türü hariç son çimlenme oranını artırmıştır. 50°C ısı uygulaması çimlenmede etkili olmamış, sıcaklık 70°C'ye yükseltildiğinde çimlenme *Cytisus patens* türünde artış göstermiştir. Sıcak su *C. Patens* türü hariç diğer türlerde her durumda çimlenme oranını artırmıştır (Herranz ve ark., 1998).

E. Bazı Kimyasal Maddeler ile Uygulamalar

Çeşitli Asitlerle Aşındırma Uygulamaları

Tohumları kalın ve geçirimsiz bir kabukla çevrili olan genellikle sert çekirdekli meyve türlerinde tohumlar H₂SO₄, HCL, HNO₃ gibi asitlerle muamele edilerek bir ölçüde sert kabuğun zedelenmesiyle daha iyi çimlenme sağlanabilmektedir.

Alıç meyvesinde yapılan çalışmalarda, bazı araştırmacılar bütün alıç türlerinde embriyodan kaynaklanan çimlenme engelinin olduğunu bildirirken, bazı araştırmacılara göre sıcak iklimlerin doğal alıç türlerinde sadece kabuktan kaynaklanan çimlenme engelinin olduğunu, daha soğuk rejimlerin doğal alıç türlerinde ise tohum kabuğundan kaynaklanan çimlenme engeliyle beraber embriyodan kaynaklanan çimlenme engelinin olduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle alıç türlerinde aşındırma ve soğuk katlama işlemlerinin kombinasyonları önerilmektedir. Farklı alıç çeşitlerinde kabuk kalınlıkları değişiklik göstermektedir. İnce kabuklular asitle zedeleme işlemi yapılmaksızın kolaylıkla çimlenebilmelerine karşın, bazı türlerde kabuk kalın olduğundan diğer ön işlemlerden önce 420-480dk asitlerle zedeleme işlemi gerektirdikleri belirtilmektedir. Asitle muameleden önce tohumlar oda sıcaklığında birkaç hafta tutulmalıdır. Çünkü asidin tohum kabuklarını kabuktaki nem nedeniyle delip geçebileceği ve bu suretle embriyoya zarar verebileceği ifade edilmektedir (Yahyaoglu ve ark., 2006).

Chandler ve Tudla çilek çeşitlerinin tohumlarının H₂SO₄ (36N) uygulandıktan sonra in vitro şartlarda MS besi ortamında kısa sürede maksimum çimlenme kapasitesine ulaştığı belirlenmiştir. Çıkarılmış embriyoların kültür ortamı %3 sakaroz ile desteklendiğinde ve 1 N H₂SO₄ uygulandığında tohum kabuğunun neden olduğu dormansi sorunu ortadan kalkmış ve çimlenme süresi %50 kısalmıştır (Hamdouni ve ark., 2001).

Trikantanol Uygulaması

Bu madde ilk olarak *Medicago sativa* (kaba yonca)'dan izole edilmiş ve genelde bitkide mumsu yapıdaki kütikula da bulunmaktadır. 10µg/lt gibi düşük konsantrasyonlarda hazırlanıp hem bitki hem de tohuma uygulandığında büyüme ve gelişmeyi ve verimi artırıcı etki yapmaktadır. Arpanın çimlenmesi üzerine ön uygulama olarak trikantanol'un etkisini araştırıldığı çalışmada çimlenme yüzdesi üzerine tuz stresinin engelleyici etkisinin hafiflediği belirlenmiştir (Çavuşoğlu ve ark., 2007b).

Liposchitoooligosakkarit (LCO) Uygulaması

Bradyrhizobium japonicum 532C bakterisi ırkından izole edilen bu maddenin tohum çimlenmesi ve çıkışı üzerine olumlu yönde uyarıcı etki yaptığı belirlenmiştir. Yakın zamanda patent başvurusu yapılan bu madde genelde Poaceae, Fabaceae, Brassicaceae, Cucurbitaceae, Malvaceae, Astraceae, Chenopodiaceae, Solanaceae familyalarına mensup bitki tohumlarında önemli etkilere sahip olmuştur. *Rhizobium leguminosarum* bakterisi ırkından izole edilen bir diğer LCO, hem laboratuvar hem de tarla koşullarında büyüme ve gelişme üzerinde önemli olumlu etkiler gösterdiği saptanmıştır (Anonim, 2007).

Son yıllardaki çalışmalarda elde edilen Vinylogous 4H-Pyrones kimyasal maddesinin kullanımının özellikle dumana hassas bitkilerde bitki büyümesini ve tohum çimlenmesini uyarıcı etki yaptığı belirlenmiştir (Flematti, 2003).

F. Sıvı Ekim Uygulaması

Kontrollü koşullarda çimlendirilerek kökçükleri 2-3 mm çıkmış tohumlar taşıyıcı bir sıvı ile özel yapılmış bir ekim makinesi ile direkt tarlaya ekilmektedir. Bu metod ile tohumlar en ekonomik şekilde kullanılabilirler. Özellikle hibrit tohumlar bu teknik ile direkt tarlaya ekilebilmektedir. Ancak çimlendirme ve ekim ekipmanlarının pahalı olması ve özel bilgi gerektirmesi nedeniyle bu yöntemin pratikte yaygın kullanımına başlanamamıştır. Domates, biber, marul, havuç, soğan gibi sebzelerin tohumları bu yöntemle başarılı olarak tarlaya ekilebilmektedir (Duman, 2006).

G. Kombinasyon Uygulamaları ve Bazı Diğer Uygulamalar

Çimlendirme oranını ve hızını ve buna bağlı olarak bitki gelişimini artırmak için yapılan uygulamalar tek başına uygulanabildikleri gibi bunların farklı kombinasyonları ve diğer bazı maddeler de kullanılabilir. Bu konuda bazı bitki türlerinde tohumlarda birçok çalışmalar yapılmıştır.

Kayısların tohum çimlenmesi üzerine vitaminlerin etkisi araştırılmıştır. Laboratuvar şartlarında Şekerpare, Hasanbey ve Hacıhaliloğlu kayısı çeşitleri ile Zerdali A ve Zerdali B yabani kayısı tiplerine farklı vitaminlerin değişik dozları uygulanmıştır. Vitamin uygulamaları (Riboflavin, Thiamin, Pyridoksin, Ca-pantothenate, Nikotinik asit ve Askorbik asit) kontrol ile karşılaştırıldığında tohumlarda çimlenme oranlarını artırmıştır. Uygulamalar arasında ise Askorbik asit en yüksek (%50) ve Thiamin en düşük (%38,33) çimlenme oranları oluşturmuşlardır (Ercişli ve ark., 1999).

Yüksek besin tutma (iyon değiştirme kapasitesi yüksek) özelliğine sahip doğal zeolitler ve gübre (amonyumlu) emdirilmiş yapay zeolitler kullanılarak son yıllarda bazı bitkilerde tohumların çimlenebilme özellikleri arttırılmıştır (Kurama ve ark., 1999).

Ayrıca özel mibzerler yardımıyla tohumlarla birlikte tarlaya perlit, yosun ve kil serpilerek tohumların çimlenmesi kolaylaştırılmaktadır (Duman, 2006).

Yapılan bir çalışmada köknar bitkisi tohumlarının çimlenmesi üzerine organik kömürün etkisi araştırılmıştır. Organik kömürün tohum çimlenmesi üzerine olumlu yada olumsuz etkisinin kömürün yapısına ve ortam şartlarına bağlı olduğu belirtilmiştir. Sıcak şartlarda her iki günde, soğuk şartlarda her 4 günde bir 4 ml saf su uygulanan substratlar nemli tutulmuşlardır. Katlamaya tabi tutulmuş tohumların her iki ortam şartlarında katlama yapılmamış tohumlara göre daha hızlı çimlendiği saptanmıştır. Soğuk ortamda organik kömür ortamının mineral toprağa göre çimlenme üzerine olumsuz etki yaptığı belirlenmiştir (De Keijzer ve Hermann, 1966).

Tohum kabuğunun mekanik veya kimyasal yolla aşındırılması, soğukta katlama, kuru saklama, sabit sıcaklıkta, karanlıkta veya alternatif ortamda çimlendirme ile potasyum nitrat ve büyümeyi düzenleyici maddelerin kullanılması gibi uygulamaların tek başına veya kombinasyon şeklinde çimlenmeyi uyardığı çeşitli meyve ve sebze türlerinin tohumlarında yapılan çalışmalar ile saptanmıştır (Gerçekçiöğlü ve Çekiç, 1997).

Katlama, GA₃, hidrojen siyanamid (HCN), laktik asit ve asetik asidin Tarsus Beyazı, Cardinal ve İtalya üzüm çeşitlerinin tohumlarının çimlenmeleri üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, 5°C'de 30, 60, 90 gün katlama, 1000 ve 2000 ppm GA₃ uygulamaları, tek ve kombinasyon şeklinde uygulanmıştır. Sonuçta 21 günde 5°C katlama ile GA uygulamaları çimlenme oranı ve hızını arttırmıştır. Yalnız GA₃ uygulanan fideler daha uzun fakat zayıf olmuşlardır (Ergenoğlü ve ark., 1996).

Tohum kabuğunun ve katlama uygulamalarının kuş kirazı (*Prunus avium* L.) tohumlarında dormansi mekanizması üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütölen çalışmada tohumlar 3 farklı sürede katlamaya alındıktan sonra kabuklu ve kabuksuz olarak çimlendirilmişlerdir. Çimlenme oranları, 120 gün süre ile katlanan kabuklu ve kabuksuz tohumlarda sırasıyla %44.53 ve %56.91 olarak gerçekteşmiştir. Kabuksuz tohumlarda çimlenme daha erken başlamış ve daha hızlı olmuştur (Çetinbaş ve Koyuncu, 2005).

Papaya'da yapılan çalışmada tohumların ekimden önce belli sürelerde su, sıcak su, H₂SO₄, alkol, GA, etilen, sitokinin, KNO₃ ve vitamin içerisinde bekletilmeleri neticesinde çimlenme yüzdesinin arttığı saptanmıştır. Yapılan farklı madde ve uygulamalar neticesinde en yüksek olumlu etkiyi GA₃ uygulamasının yaptığı belirlenmiştir (Güneş ve Gübbük, 2006).

Mahlep'de yapılan çalışmada tohum kabuğunun kırılması, GA₃ uygulamaları, asitle (H₂SO₄) aşındırma, sıcak suda ve çeşme suyunda bekletme, arazide katlama, soğuk (2-4°C) ve sıcak (20-24°C) ortamlarda tutma uygulamaları yapılmıştır. En yüksek tohum çimlenmesi (%93.3), 1000ppm'lik GA₃ solüsyonunda 24 saat tutulduktan sonra 12 hafta süre ile katlamada tutulan kabuksuz tohumlarda gözlemlenmiştir. GA₃ uygulanan kabuklu tohumların ancak dormansininin 56. gününde çimlenmeye başladığı saptanmıştır (Çetinbaş ve Koyuncu, 2005).

Keçiboynuzu tohumlarında ekimden önce +4°C'de 80 ve 100 gün kumda katlama, +4°C'de 80 ve 100 gün perlitte katlama, 40°C'deki sıcak suda 2 saat bekletme, +18 °C suda

2 gün bekletme uygulamaları yapılmış ve sonuçta en yüksek çimlenme oranının % 77.8 ile +40°C suda bekletme uygulamasından, en düşük oranın %44,62 ile kontrol uygulamasından elde edildiği bildirilmiştir (Anonim, 2008c).

Physalis peruviana bitki gelişmesinin farklı dönemlerindeki (yeşil ve sarı olum) meyvelerden alınan tohumların çimlenmesi üzerine meyve olgunluğu, tuzlu suda priming ve asit uygulamalarının etkileri araştırılmıştır. Alınan tohumlar farklı uygulamalara tabi tutulmuşlardır. Uygulamalar %3 NaCl ve 9 N H₂SO₄ ile yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda asit uygulamasının bu bitki tohumlarının çimlenmesini artırdığı ifade edilmiştir (Ombwara ve ark., 2003).

Çeşitli gama ışınları dozlarının (0, 25, 50, 75 ve 100 Gy) Eresen-87 ve Filiz-99 bakla çeşitleri ile FLİP86-116FB bakla hatlarında bazı bitki özellikleri üzerine etkilerinin değerlendirilmesi için çalışma yürütülmüştür. Çalışmada, Eresen-87 ve Filiz-99 çeşitlerinde 25 ışın dozunda, FLİP86-116FB bakla hattında ise 25 ve 50 ışın dozunda çıkış oranlarının artış gösterdiği belirlenmiştir (Artık ve Pekşen, 2005).

Günümüzde yüksek bitkilerden başka, bakteri (Çakmakçı ve ark., 2006) ve funguslarında (Ünyayar ve Topçuoğlu, 1998). Bitkisel hormonları sentezlediklerine dair bilgiler mevcuttur. Bu mikro organizmaların büyümeyi teşvik edici maddelerin sentezlenmesi ile doğrudan, bazı hastalık ve zararlılara engelleyici etki yaparak dolaylı olarak bitkiler üzerine etki yaptıkları saptanmıştır. Son yıllarda bitki büyümesi ve tohum çimlenmesi üzerine bu mikroorganizmaların etkileri üzerine araştırmalar artmıştır (Çakmakçı ve ark., 2006).

Yapılan çalışmada bazı rizobakterilerin kavun bitkisinde fide ve tohum üzerine etkileri değerlendirilmiştir. INR-7, GBO3 ve IPC-11 ırklarının *Fusarium spp.* ve *Didymella bryoniae*'ye karşı etkili olduğu, SE-34 ve T-4 izolatlarının ise *Myrothecium sp.*'nin oluşturduğu belirtileri azaltarak tohum çimlenmesi ve fide gelişmesi üzerine olumlu etki sağladığı belirlenmiştir (Lokesh ve ark., 2007).

Türkiye'de Kuzey Anadolu Bölgesinde yabancı orkidelerden izole edilen bazı Rhizoctonia mikoriza ırklarının *Orchis palustris* ve *Serapias vomeracea* orkide türleri tohumlarının çimlenmesi ve gelişmeleri üzerine çalışma yapılmıştır. Tohumlar elde edilen 5 mikoriza izolatıyla inoküle edildiklerinde 21 gün içinde tohumların çimlendiği görülmüştür. Çimlenme oranı *Orchis palustris*'de %27,5; *Serapias vomeracea*'da %23 olarak belirlenmiştir. Mikorizal funguslardan BNR 8-3 ve BNR 15-2 ırkları her iki türde en yüksek çimlenme oranı sağlamıştır (Eşitken ve ark., 2005).

Sorgum bitkisinin kök salgılarından elde edilen hidrofobik bir maddenin zararlı bir yabancı ot olan *Striga asiatica* bitkisi tohumlarının çimlenmesini uyarıcı etki yaptığı saptanmıştır. Çalışmanın sonucunda tarlada yetiştirilmek istenen kültür bitkisinin henüz yetiştirilmeye başlanmadığı boş dönemde bu maddenin kullanılması ile yabancı ot tohumlarının çimlenmesi sonucu daha etkin bir mücadele yapılmasına önemli bir katkı sağlayacağı ifade edilmiştir (Netzly ve ark., 1988).

Bitkilerde tohum çimlenmesi ve gelişme üzerine olumlu ve uyarıcı etki yapan pek çok uygulamanın yanı sıra engelleyici etki gösteren bazı uygulamalarda mevcuttur. Tohum çimlenmesi doğal olarak engelleyicilerin yanında pek çok faktörle kontrol edilebilir. Bazı bitki tohum kabuklarının önemli miktarda çimlenmeyi engelleyici madde içerdiği düşünülmektedir. Çalışmalarda bu bitkilerin tohumlarının suda bekletilmesinin çimlenmeyi

artırdığı saptanmıştır. Bazı araştırmalarda doğal fenolik bileşiklerin tümünün çimlenmeyi engelleyici etki göstermediği bazılarının uyarıcı etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Ham petrol ile toprağın kirlenmesinin bitkilere toksik etki yaptığı, ancak düşük seviyelerde bitkilere yararlı olabilecekleri tespit edilmiştir. Örneğin düşük konsantrasyonda fenol ve naftanol buğday tohumlarının çimlenmesini uyarmıştır. Dışardan GA₃ uygulamasının tohum çimlenmesini arttırdığı bilinmektedir. Çimlenme sürecinde GA embriyodan çıkarak α-amilaz aktivitesini uyarır. Ancak buğday aleuronların da bu enzimin oluşumu, ABA tarafından engellenir. Hücresel düzeyde, soğan, yulaf, arpa ve bahçe çiminde bazı toksinlerin tüm mitozu durdurabileceği bulunmuştur. Ayrıca hidrokarbonlar gibi kirlenmelerin hücre bozulmaları ve kromozomal mutasyonlarına ve anormalliklere neden olduğu belirlenmiştir (El-Barghathi ve Asoyri, 2007).

Soğan tohumlarının çimlenmesi üzerine fenol, naftanol ve gibberalik asit uygulamalarının etkileri araştırılmıştır. Düşük konsantrasyonda (100 mg/l) fenol ve naftanol, soğan tohumlarının çimlenmesini önemli şekilde uyardığı saptanmıştır. Çalışmada GA₃, yüksek konsantrasyonda çimlenme üzerine olumsuz etki yapan fenol ve naftanol'ün engelleyici etkilerini hafifletmek için kullanılmıştır. Fenol ve naftanol maddelerinin tohum çimlenmesini engelleyici etkisinin, bu maddelerin konsantrasyonlarının yükselmesiyle birlikte mitoz bölünmenin metafaz ve anafaz safhalarında mutasyona sebep olmalarından kaynaklandığı belirtilmiştir (El-Barghathi ve Asoyri, 2007).

İnsanlar, hayvanlar ve mikroorganizmalar üzerine zararlı etkiler gösterdiği belirlenen tütün veya sigara dumanının bitkiler üzerindeki etkileri tam olarak çalışılmamıştır. Bu amaçla yapılan çalışmada içinde 3900'dan fazla değişik kimyasal madde bulunan sigara dumanının bitkilerde çimlenme ve ilk morfogenetik birimler üzerine etkileri araştırılmıştır. Sigara dumanı emdirilmiş su düzeneği ile bitkilere uygulama yapılmıştır. Çalışma sonunda sigara dumanının çimlenmeyi tamamen engellediği, tohumların sigara dumanı olmayan ortama alındıklarında çimlenme yeteneğini yeniden kazandıkları belirlenmiştir. Çimlenme üzerindeki bu inhibisyon çimlenme sonrasında oluşan kalıtsal yapılar üzerinde de açıkça ortaya çıkmıştır. Sigara dumanının bu olaylardaki inhibisyonu büyüme düzenleyici madde uygulamaları ile de giderilemediği belirlenmiştir (Munzuroğlu, 1996).

Sonuç olarak, bitki gelişimin ilk aşaması olan tohum çimlenmesi, tohumun kendi bünyesindeki engelleyici maddeler, tohumun sert ve geçirimsiz bir yapıda olması ve tohum ekimi sırasında yapılan çeşitli teknik hatalar ve olumsuz çevresel faktörler sonucunda azalmakta veya hiç oluşmamaktadır. Bu nedenle bitki tür ve çeşitlerine göre değişen tohum özellikleri ve çevre şartları dikkate alınarak tohum çimlenmesini optimum düzeye çıkaracak bazı ön uygulamaların yapılması doğrudan tohum çimlenmesini ve dolaylı olarak bitki gelişimini olumlu yönde etkileyebilecektir.

Kaynaklar

- Anonim 2007. Composition for accelerating seed germination and plant growth. www.patentstorm.us/patents/6979664.
- Anonim 2008a. Değişik dozlardaki GA₃ uygulamalarının in vitro ve in vivo koşullarda doğal karanfil türlerinden *Dianthus calocephalus* Boiss. tohumlarının çimlenmesi üzerine etkileri. http://ziraat.harran.edu.tr/kongre/Bildiriler/188_DenizHAZAR.pdf.

- Anonim 2008b. Tunceli sarımsağı (*Allium tuncelianum* Kollman, Özhatay, Matthew, Şiraneci) tohumlarındaki çimlenme probleminin çözülmesi üzerine araştırma. http://www.agri.ankara.edu.tr/bahce/1097_1183723932.doc.
- Anonim 2008c. Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) tohumlarına yapılan bazı ön uygulamaların tohumlarının çimlenme oranı ve süresi ile çöğür gelişimi üzerine etkileri. http://ziraat.harran.edu.tr/kongre/Bildiriler/192_DilekYASIN.pdf.
- Artık, C. ve Peşken, E. 2005. Gama ışınlamasının M1 generasyonunda bakla (*Vicia faba* L.)'nın bazı bitkisel özellikleri üzerine etkileri. J.of Fac. of Agric., Omu, 20(3): 44-53.
- Çakmakçı, R. Dönmez, F. Aydın, A. Şahin, F. 2006. Growth promotion of plants by plant growth-promoting Rhizobacteria under greenhouse and two different field soil condition. Soil Biology& Biochemistry, 38, 1482-1487.
- Çavuşoğlu, K., S., Kılıç ve K. Kabar. 2007a. Arpa tohumlarının çimlenmesi sırasında gibberalitik asit, kinetin ve etilen ile tuz stresinin hafifletilende bazı morfolojik ve anatomik gözlemler. SDÜ Fen Edebiyat Fak. Fen Dergisi (E-Dergi), 2(1), 27-40.
- Çavuşoğlu, K., S., Kılıç ve K. Kabar. 2007b. Tuzlu (NaCl) koşullar altındaki tohum çimlenmesi, fide büyümesi ve yaprak anatomisi üzerine trikontanol ön uygulamasının etkileri. SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi (E-Dergi), 2(2), 136-145.
- Çetinbaş, M. ve Koyuncu, F. 2005. Soğukta nemli katlama ve tohum kabuğunun kuş kirazı (*Prunus avium* L.) tohumlarında dormansinin kırılması üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(3), 417-423.
- De Keijzer, S., R.K. Hermann. 1966. Effect of charcoal on germination of Douglas-Fir seed. Northwest Science, Vol. 40, No. 4.
- Demirkaya, M. 2006. Polietilenglikol ile osmotik koşullandırma ve humidifikasyon uygulamalarının biber tohumlarının çimlenme hızı ve oranı üzerine etkileri. Erciyes Üniv. Fen Bil. Enst. Dergisi, 22 (1-2), 223-228.
- Duman, İ. 2006. Domates tohumlarında çimlenme ve fide çıkışının iyileştirilmesi. Ege Üniv.Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Bölümü. www.tuam.ege.edu.tr/dergi/dergi1/domates.
- El-Barghathi, M., H. Asoyri. 2007. Effect of phenol, naphthol and gibberalitic acid on seed germination of *Allium cepa* L. (Onion). Garyonis University Pres, Journal of Science and its Applications, Vol. 1, No. 1, pp 6-13.
- Elkoca, E., K. Haliloğlu, A. Eşitken, S. Ercişli. 2007. Hydro- and osmopriming improve chickpea. Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science, 57 (3): 193-200.
- Ercişli, S., A. Eşitken, M. Güleriyüz. 1999. The effect of vitamins on the seed germination of apricots. Acta Hort., 488: 437-440.
- Ergenoğlu, F., S. Tangolar, S. Gök. 1996. The effects of some pre-treatments for promoting germination of grape seeds. Acta Hort., 441.
- Eşitken, A., S. Ercişli, C. Eken, D. Tay. 2004. Seed priming effect of sybiotic germination and seedling development of *Orchis palustris* Jack. Hortscience, 39 (7): 1700-1701.

- Eşitken, A., S. Ercişli, C. Eken. 2005. Effects of Mycorrhiza on symbiotic germination of terrestrial orchids (*Orchis palustris* Jack. and *Serapias vomeracea* subsp. *vomerecea* (Burm.f.) briq.). *Symbiosis*, 38 (1): 59-68.
- Flematti, G.R. 2003. Vinylogous 4H-Pyrones and their use in promoting plant growth. invent. International Application No: PCT/AU2004/00182.
- Georghiou, K., C.A. Thanos, T.P. Tafas, K. Mitrakos. 1982. Tomato seed germination. osmotic pretreatment and far red inhibition. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 33, No. 5, pp. 1068-1075.
- Gerçekçioğlu, R. ve Ç. Çekiç, 1997. Mahlep (*Prunus mahaleb* L.) Tohumlarının çimlenmesi üzerine bazı uygulamaların etkileri. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 23, Ek Sayı 1, 145-150.
- Güneş, E. ve H. Gübbük, 2006. Değişik papaya çeşitlerinde (*Carica papaya* L.) tohumlara yapılan bazı ön işlemlerin tohum çimlenme oranı ve süresi üzerine etkileri. *Akdeniz Ünv. Ziraat Fak. Dergisi*, 19(1), 107-114.
- Hamdouni, E.M., A. Lamarti and A. Badoc. 2001. In vitro germination of the cchenes of strawberry (*Fragaria X Ananassa* Duch.) cvs. 'Chandler' and 'Tudla'. *Bull. Soc. Pharm.*, 140, 31-32.
- Hartmann, H.T., D.E. Kester and F.T. Davies. 1990. *Plant Propagation. Principles of Propagation by Seed.* 647 p.
- Herranz, M.H., P. Ferrandis and J.J. Martinez-Sanchez. 1998. Influence of heat on seed germination of seven Mediterranean leguminosae species. *Plant Ecology*, 136: 95-103.
- Hilhorst, H.W.M. and C.M. Karssen. 1992. Seed dormancy and germination: The Role of abscisic acid and gibberalins and the importance of hormone mutants. *Plant Growth Regulation*, 11: 225-238.
- Khan, M.A., B. Gul and D.J. Weber. 2004. Action of plant growth regulators and salinity on seed germination of *Ceratoides lanata*. *Can. J. Bot.*, 82: 37-42.
- Kurama, H., E. Ataşlar, İ. Potoğlu, F. Savaroğlu and S. Tokur. 1999. Zeolitin *Triticum sativum* (Buğday) ve *Cucumis sativus* (Salatalık)'un çimlenme, bitki büyüme ve gelişmesi üzerine etkileri. *Ekoloji*, Cilt 8, Sayı 32, 21-27.
- Lokesh, S., B.G. Bharath, V.B. Raghavendra, M. Govindappa. 2007. Importance of plant growth-promoting rhizobacteria in ehancing the seed germination and growth of watermelon attacked by fungal pathogens. *Acta Agronomica Hungarica*, Vol. 55, No. 2, 243-249.
- Munzuroğlu, Ö. 1996. Bitki büyüme maddeleri uygulaması ile sigara dumanının çimlenmeyi engelleyici etkileri arasındaki ilişkilerin araştırılması. *Tr. J. Of Biology*, 23, 115-126.
- Netzly, D.H., J.L. Riopel, G.Ejeta and L.G. Butler. 1988. Germination stimulants of witchweed (*Striga asiatica*) from hydrophobic root exudate of sorghum (*Sorghum bicolor*). *Weed Science*, Vol. 36, 441-446.
- Ombwara, F.K., L.S. Wamocho and E.N. Mugai. 2003. *Physalis peruviana* seed germination as affected by fruit ripeness, salt water priming, and acid scarification.

- Sustainable Horticultural Production in the Tropics, Proceedings of the Third Workshop, Maseno University.
- Özdemir, Ö. 2006. Osmotik koşullandırma (Priming) uygulamalarının kivi (*Actinidia deliciosa*) tohumlarında çimlenme ve çıkış üzerine etkileri. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Bölümü-Yüksek Lisans Tezi.
- Pela, Z., D. Gerasopoulos and E. Maloupa. 2000. The effects of heat pre-treatments and incubation temperature on germination of *Cistus creticus creticus* Seeds. Acta Hort., 541.
- Ünyayar, S. ve Ş.F. Topçuoğlu. 1998. *Phanerochaete chrysosporium* ME 446'dan elde edilen indol-3-asetik asit (IAA), gibberalilik asit (GA₃), absisik asit (ABA) ve zeatin'in biyolojik aktivitelerinin tayini. Tr. J. Of Biology, 22, 29-42.
- Yahyaoglu, Z., Z. Ölmez, A. Göktürk ve F. Temel. 2006. Soğuk katlama ve sülfürik asit ön işlemlerinin alıç (*Crataegus spp.*) tohumlarının çimlenmesi üzerine etkileri. ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Cilt:8, Sayı: 10.
- Yamaguchi, S. and Y. Kamiya. 2002. Gibberalins and light-stimulated seed germination. J. Plant Growth Regul., 20:369-376.
- Yüce, B. 1979. Zeytin tohumlarının değişik ortam ve zamanlarda çimlendirmesinin çimlenme yüzdesine etkileri. <http://www.magicfinger.net/>.