



Tohum Uygulamaları (Priming)'nın Tohum Yağ Asitleri Kompozisyonuna Etkisi ve Tohum Kalitesi ile İlişkisi

Gamze KAYA

Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yenimahalle- Ankara

ÖZET

Tohum kalitesini etkileyen en önemli faktörler arasında; hasat öncesi ana bitkinin beslenme durumu, hasat dönemi ve sonrası patojenik etkiler, hasat sırasındaki mekanik zararlanmalar, hasat sonrası ise depolama koşulları (depo sıcaklığı, tohum nemi, oksijen) gelmektedir. Ayrıca tohumun kalitesi saflık, canlılık, güç, nem içeriği ve genetik özelliklerine de bağlıdır. Tohumların yağ içerikleri ve yağ asitleri dağılımına bağlı olarak, tohum kalitesinde önemli değişiklikler olmaktadır. Çimlenme ve çıkış sorunlarını minimuma indirmek için yapılan çeşitli ekim öncesi uygulamalar "Priming, tohum uygulamaları, ekim öncesi uygulamalar" gibi farklı adlarla anılmaktadır. Tohumların düşük ve yüksek sıcaklık, kuraklık gibi çeşitli stres koşullarına dayanımını artırmak amacıyla "Priming", "Ön Uygulama" ya da "Tohum uygulamaları" adı verilen çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Ayrıca tohum uygulamaları ve bu uygulamalarda kullanılan kimyasal maddeler ile uygulama sürelerine göre tohumdaki canlılık da önemli derecede etkilenmektedir. Bu çalışmada, tohum uygulamalarıyla tohumun yağ asitleri dağılımındaki değişimler ile tohum kalitesi arasındaki ilişkileri ortaya koymak amacıyla yapılan araştırmalar değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tohum uygulamaları, yağ asitleri, tohum kalitesi

Impact of Seed Applications (Priming) of Fatty Acid Composition of Seed and Seed Quality and Its Relations

ABSTRACT

The most important factors affecting seed quality are the nutritional status of main plant before harvest, harvest period and the pathogenic effects and mechanical damage during harvest, and post-harvest storage conditions (storage temperature, seed moisture, oxygen). In addition, the seed quality depends on seed purity, vitality, strength, moisture content and genetic characteristics. The seed quality is significantly changed by oil content and fatty acid distribution of seeds. Various pre-sowing seed treatments to minimize germination and emergence problems are referred with different names such as "Priming, seed treatments, pre-sowing treatments". The viability of the seeds is significantly affected with the seed treatments, and the chemicals used in seed treatment, duration of treatment. In this study, the researches on variation of seed fatty acid composition with seed treatments and seed quality have been evaluated.

Key Words: Priming, fatty acids, seed quality

GİRİŞ

Kaliteli gıda üretiminin artırılması; çeşitli çevre koşullarına adapte olabilen yüksek verimli yeni çeşitlerin geliştirilmesi yanında, yüksek verim ve kaliteye sahip tohumların kullanılmasıyla mümkündür. Tohumda en önemli kalite kriterleri ise yüksek canlılık ve tohum gücü (stres koşullarına dayanım, çimlenme hızı vs.) ile fiziksel ve genetik saflık olarak sıralanmaktadır (McDonald, 1999). Ayrıca küçük tohumlarda makine ile ekimi kolaylaştırmak için tohumun kaplanmış olması, çeşitli hastalık ve zararlılardan korumak amacıyla ilaçlanmış olması, çimlenme ve çıkışı hızlandırıcı uygulama görmüş olması gibi özellikler de tohum kalite kriterleri arasında yer almaktadır.

Tohum kalitesini etkileyen en önemli faktörler arasında; hasat öncesi ana bitkinin beslenme durumu, hasat dönemi ve sonrası patojenik etkiler, hasat sırasındaki mekanik zararlanmalar, hasat sonrası ise depolama koşulları (depo sıcaklığı, tohum nemi, oksijen) gelmektedir. Ayrıca tohumun kalitesi saflık, canlılık, güç, nem içeriği ve genetik özelliklerine de bağlıdır. Bu özellikler tohumun üretim esnasında yapılan gübreleme, sulama, ilaçlama,

uygun ekim ve hasat zamanı, hasadın yapılış şekli, tohumları kurutma şekli, sınıflandırma ve depolama gibi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Herhangi birinden kaynaklanan yetersizlik, tohumun istenen kalitede olmasını engelleyecektir. Tohumda hasat öncesi yapılan bu işlemler kadar hasat sonrasında yapılan işlemler de tohumun canlılığını korumak, çıkış ve çimlenme gücünü artırmak ve depo ömrünü uzatmak için büyük önem taşımaktadır (McDonald, 1999; Okçu, 2005).

Ekim, sulama ve gübreleme gibi çeşitli kültürel işlemler ve çevre koşullarından kaynaklanan nedenlerle, çıkışta görülen düzensizlik ve gecikmeler istenen sayıda bitki popülasyonunun elde edilmesini zorlaştırmaktadır. Aynı zamanda bu durum kalitesiz tohum kullanımından da kaynaklanabilmektedir (McDonald, 1999). Bazen kaliteli tohum üretimi sağlanmış olsa bile ekim koşullarının elverişsizliği, fungus, bakteri, böcek gibi biyotik ve kaymak tabakası, su stresi gibi abiyotik nedenler ekim sonrası optimum çimlenme ve çıkışın sağlanmasını önlemektedir. Özellikle erken ilkbaharda düşük sıcaklıklar veya kışık türlerin yaz dönemindeki fide üretiminde yüksek sıcaklıklar, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu gibi bölgelerimizde çıkışta düzensizlik ve gecikmelere, istenen bitki popülasyonunun elde edilememesine, zayıf ve cılız fide gelişimine neden olmaktadır. Hibrit tohumların yaygın kullanımı ile tohum fiyatlarının oldukça yüksek olduğu günümüzde, bu gibi olumsuzluklardan kaynaklanan tohum kayıpları hem üreticiyi (sağlıklı fide elde edememe, vejetasyon süresindeki uzama vs.) hem de tohum firmalarını ekonomik olarak olumsuz etkilemektedir.

Tüm bu olumsuz koşulların çimlenme, çıkış ve depolama üzerine etkisini azaltmak, ekim ile fide çıkışı arasındaki zamanı kısaltmak ve birörnek fide çıkışını sağlamak için çeşitli ekim öncesi tohum uygulamaları yapılmaktadır. Tohumlarda hasat sonrası canlılık, güç, düşük ve yüksek sıcaklık, kuraklık gibi çeşitli stres koşullarına dayanımını artırmak amacıyla "Priming", "Ön Uygulama" ya da "Tohum uygulamaları" adı verilen çeşitli uygulama teknikleri geliştirilmiştir.

Tohum Uygulamalarının Tanımı ve Amaçları

Doğada ekilen her tohum, çevre koşulları uygun olsa bile, çimlenmemektedir. (McDonald, 1999). Tohumlarda uzun veya kısa süreli dinlenme ihtiyacının karşılanmaması, tohum kabuğunun geçirimsizliğinden dolayı su ve oksijen yetersizliği, su alıp genişleyen embriyonun tohum kabuğunu delip dışarı çıkamaması, gelişmesini tamamlamamış embriyolar ve embriyoda ya da kabukta bulunan büyümeyi engelleyici maddelerden dolayı tohum çimlenmemektedir. Ayrıca çimlenme olsa bile sağlıklı ve iyi gelişmiş fide elde edilememektedir (Bradford, 1986). Tüm bunlara ek olarak ekim sırasında yapılan hatalar da çimlenme üzerine olumsuz etkide bulunmaktadır. İşte bütün bu olumsuzlukları azaltmak ve çimlenmenin daha erken olmasını sağlamak amacıyla tohumlara ekim öncesi fiziksel, kimyasal veya biyolojik bazı uygulamalar yapılmaktadır.

Tohum uygulaması ya da priming; tohumların, osmotik bir çözelti ya da su içerisinde çimlenmenin ilk aşamasına kadar su alımına izin veren ancak kökçüğün tohum kabuğundan çıkışına izin vermeyen, ekim öncesi bir uygulama olarak tanımlanmıştır (Heydecker, 1973). Çimlenme ve çıkış sorunlarını minimuma indirmek için yapılan çeşitli ekim öncesi uygulamalar "Priming, tohum uygulamaları, ekim öncesi uygulamalar" gibi farklı adlarla anılmaktadır. Bu bölümde bu tanımlamaların tümü aynı anlamda kullanılmıştır.

Priming, ekim öncesi suyun absorpsiyon yoluyla alınarak çimlenme, çıkış ve bitkinin daha ileriki dönemlerinde büyüme ve verimi üzerine etkili olmaktadır. Tohumlar, suyu atmosferdeki su miktarına bağlı olarak, ya nemli ortamdan emilme yoluyla ya da direk ıslatma yoluyla alırlar. Priming'in fizyolojik temeli de, tohumların osmotik bir solüsyonla veya direk su ile muamele edilerek, tohumun osmotik potansiyelinde bir denge sağlayarak biyokimyasal aktivasyonun başlamasına izin verip, ancak kökçüğün kabuktan çıkışı sınırında uygulamanın durdurulmasına dayanmaktadır (Khan, 1992). Bu uygulamalarda tohumun çimlenme öncesi kökçük çıkışı nemlendirme periyoduna bağlı olarak kontrol edilmektedir.

Uygulama yapılan tohumlar çimlenmenin ilk evresini tamamladıktan sonra yıkanarak kurutulmalıdır. Tohumlar orijinal nem içeriklerine kadar kurutulduktan sonra depolanabilir ya da geleneksel teknikler aracılığıyla ekilebilir. Priming tekniğine, türe ve hatta çeşide bağlı olmakla birlikte belirli bir süre depolandıktan sonra ekilseler bile priming yapılmamış olanlardan daha hızlı ve birörnek (uniform) çıkış gösterebilirler (McDonald, 1999).

Priming'in amaçları; tohum ekimi ve fide çıkışı arasındaki dönemde karşılaşılan problemleri ortadan kaldırmak, ekim ile çıkış arasındaki zamanı kısaltmak, fide çıkışını birörnek olarak sağlamaktır. Ayrıca düşük ve yüksek sıcaklık, tuzluluk ve kuraklık gibi çeşitli stres koşullarına dayanımı arttırmak, depolama sırasındaki yaşlanmanın seyrini yavaşlatmak ve depolama süresini uzatmaktır (Khan, 1992; Basu, 1994; Parera ve Cantliffe, 1994).

Yoğun olarak kullanılan priming materyalleri, toksik bir etkisi olmayan ve yüksek molekül ağırlıklı bir bileşik olan PEG 6000 (Polyethylene Glycol) (Bodsworth ve Bewley, 1981), PEG 8000 (Adegbuyi ve ark. 1981; Ali ve ark. 1990), potasyum, sodyum, magnezyum gibi inorganik tuzlar (Cantliffe ve ark. 1981), mannitol, gliserol ve sakkaroz gibi düşük molekül ağırlıklı organik bileşiklerdir. Ayrıca giberilik asit (GA₃) ve etilen gibi hormonlar da tek başlarına ya da kombine olarak kullanım alanı bulmaktadır (Yanmaz ve ark. 1994).

Tohum Uygulama (Priming) Mekanizması

Priming'in ana mekanizması su alımının ilk safhasında tohumda bulunan depo maddelerinin mobilize olmasını sağlayan enzimleri aktive edip, depo maddelerinin optimum şekilde kullanımını sağlamaktır (Demir ve ark. 1994; Khan ve ark. 1990).

Tohumlarda su alımı sırasında DNA, RNA, proteinler, hücre zarlarının onarımı ve enzimlerin bulunması tamir mekanizmasının en önemli kanıtıdır. Su alımı sırasında artan nem miktarı tamir mekanizmasını harekete geçirir. Solunum aktivitesi ise tamir mekanizmasının temel parçasıdır. Oksijen varlığında, yüksek nem içeriğine sahip marul ve buğday tohumlarının tamir mekanizması hızlanmıştır (Ward ve Powell, 1983). Tamir mekanizmasının su alımı sırasında harekete geçmesinin anlaşılması sonucunda tohumculuk endüstrisi tarafından pek çok türde priming pratiğe adapte edilmiştir. Genellikle lipid peroksidasyonu sonucu tohumda meydana gelen bozulmaların tamiri priming ile su alımı sırasında gerçekleşmektedir. Uygulama sonrası tohumlar kurutulduğu takdirde tamir sırasında gerçekleşen avantajlar tohum çimlenene kadar korunmaktadır (Black ve Bewley, 2000).

Primingin bu faydalı etkisinin gerçekleştiği faz (aşama) henüz tam olarak bilinmemektedir. Su alım fazının, tamir enzimlerinin üretimi ve çimlenme ile ilgili temel metabolizmanın aktivasyonuna neden olduğu düşünülmektedir. Diğer bazı çalışmalar ise

primingin maksimum faydasının kurutma fazı sırasında gerçekleştiğini ve enzimlerin kurutma sırasında ve sonrasında dengede kaldığını ifade etmektedirler. Örneğin Dell'Aquila ve Tritto (1990) yaptıkları çalışmada buğday tohumlarında osmoprimingin optimum etkisini kurutmadan 2 hafta sonra gözlemişlerdir. Dell'Aquila ve Bewley (1989) PEG ile uygulama yapıp arkasından kurutulduğunda bezelye tohumlarının embriyolarında protein sentezinin azaldığını fakat bu sentezin tekrar su alımı sırasında yeniden arttığını saptamışlardır. Buradan hareketle bundan sonra yapılacak olan çalışmalar primingin bu faydalı etkisinin su alımı sırasında mı, kurutma sırasında mı yoksa her ikisi birlikte mi gerçekleştiğinin üzerine olmalıdır.

Priming tohumda lipid peroksidasyonunun etkisini azaltan enzim aktivitesini de arttırmaktadır. Saha ve ark. (1990) yaptıkları çalışmada yaşlanmış soya fasulyesi tohumlarında matriprimingin uygulanmamış tohumlara göre amilaz ve dehidrogenaz enzim aktivitesini arttırdığını saptamışlardır. Osmopriming lipid peroksidasyonunu önleyici enzimlerin (süperoksit dismutaz, katalaz, glutatyon reduktaz) aktivitelerini arttırmaktadır (Bailly ve ark, 1997).

Priming, depolama sırasında meydana gelen lipid peroksidasyonunu da azaltmaktadır. Soğan tohumlarında hidropriming uygulaması sonucunda hücrelerde dehidrogenaz aktivitesi artarken peroksidasyon oluşumu azalmıştır (Choudhuri ve Basu, 1988). Benzer şekilde, patlıcan ve turpta hidropriming sonrası hücresel bileşenlere zarar veren serbest radikallerin miktarında azalma meydana gelmiştir (Rudrapal ve Nakamura, 1988a). Yaşlandırılmış yerfıstığı tohumlarında yapılan hidropriming uygulaması serbest radikal parçalayıcı enzimlerden olan süperoksit dismutaz, katalaz ve peroksidaz enzimleri ile, izositrat liyaz ve malat sintaz gibi gloksizom enzimlerinin aktivitesini de arttırmıştır (Jeng ve Sung, 1994). Chang ve Sung (1998) mısır tohumlarında vermikütle yaptıkları matripriming uygulaması sonunda lipid peroksit parçalayıcı enzimlerin aktivitesinde artış saptamışlardır.

Tohum Uygulamalarının Tohum Yağ Asitleri Kompozisyonuna Etkisi ve Tohum Kalitesi ile İlişkisi Üzerine Yapılan Bazı Çalışmalar

Chiu ve ark. (1995) kavun tohumlarında hızlı yaşlanma ve hidrasyonla ilgili lipid peroksidasyonu ve peroksit enzimlerini araştırdıkları çalışmalarında hidroprimingin pek çok türde tohum performansını artırmak için etkili bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışma ile yaşlandırılmış kavun tohumlarında güçle ilgili bazı fizyolojik aktiviteler ve çimlenme üzerine hidroprimingin etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Yaşlandırılmamış ve yaşlanmış tohumlar arasında düşük çimlenme yüzdesi ve hızı gibi önemli farklılıklar gözlenmiştir. Yaşlanmanın lipid peroksidasyonunu arttırdığı gibi peroksidasyonu engelleyen enzimlerin aktivitesini düşürdüğü belirlenmiştir. Yaşlanmış kavun tohumlarının çimlenme kabiliyeti hidrasyon ile kazandırılmıştır. Kotiledon ve köklerdeki peroksit engelleyici enzimler ve protein sentezinin aktivitesinin hidrasyon ile artırıldığı saptanmıştır.

Yaşlanmış ayçiçeği tohumlarının çimlenmesi üzerine osmoprimingin etkisini ve bu etkinin antioksidant savunma sisteminin tamiri ile ilişkisini belirlemek amacıyla yapılan bir araştırmada ise, hızlı yaşlanma sonucunda lipid peroksidasyonunun arttığı ve çimlenme oranında azalma gerçekleştiği bildirilmiştir. Yaşlanmanın enzim aktivitesindeki azalmayla karakterize edildiği belirtilmiştir. Yaşlanmış tohumlara yapılan primingin tohumların

çimlenme kabiliyetini iyileştirdiği ve lipid peroksidasyonunu düşürdüğü gözlenmiştir. Primingin yaşlanma sırasında oldukça etkilenen hücre bozulma mekanizması üzerine tamamen yapıcı bir etkide bulunduğu gözlenmiştir. Özellikle katalaz ve glutatyon reduktaz aktivitesi ve glutatyon içeriğindeki serbest radikalleri etkisiz hale getiren mekanizma ile tohum çimlenmesi ve çimlenme oranı arasında kesin ve açık bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlar antioksidant savunma sisteminin tohum gücü üzerine anahtar rol oynadığını göstermiştir (Bailly ve ark., 1998).

Primingin düşük sıcaklığın neden olduğu oksidatif zararlanmayı ortadan kaldırdığını ve pek çok türde tohum performansını arttırdığını bildirilmiştir. Yapılan priming neticesinde düşük sıcaklıkta çimlenme kabiliyetinin kısmen arttığı ve bu artışın, primingin serbest radikal ve peroksit engelleyici aktiviteleri üzerine olan iyileştirici etkisi ile bağlantılı olduğu belirtilmiştir (Chang ve Sung, 2001).

Priming uygulanmış ve yaşlandırılmış ayçiçeği tohumlarındaki yağların değişimini inceleyen bir çalışmada, uygulama ve yaşlanma süresince lipid moleküllerinin sitoplazma içerisinde daha dağınık ve küçük yapıda olduğu belirtilmiştir. Büyük çapta yapısal değişimlere rağmen doğal lipid bileşenlerinin biyokimyasında birkaç ölçülebilir değişiklik olduğu ve bunların da yağ içeriği, doymuş/doymamış yağ asitleri oranı ve serbest yağ asitleri miktarı olduğu belirtilmiştir. Bu parametreler uygulanmış ve kontrol tohumlarında değişmezken yaşlandırılmış tohumlarda doymamış yağ asitlerinde net bir düşüş ve serbest yağ asitlerinde artış gözlenmiştir (Walters ve ark., 2005).

Primingin su kabağı tohumlarında hızlı yaşlanmanın sebep olduğu lipid peroksidasyonuna etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, tohumlara yapılan primingin çimlenme yüzdesini ve çimlenme hızını kontrole göre arttırdığı bildirilmiştir. Uygulanmış tohumlar kontrolle karşılaştırıldığında toplam peroksit miktarında azalma, bazı serbest radikal tutucu enzimlerin aktivitesinde ise artış olduğu bildirilmiştir. Böylece primingin su alımı sırasında lipid peroksidasyonunu azaltarak ve serbest radikal tutucu enzim aktivitesini artırdığı ve çıkış performansının artmasına katkıda bulunduğu belirlenmiştir. Ayrıca, primingin tohumun su alımı sırasında lipid peroksidasyonunu azalttığı saptanmıştır (Hsu ve ark., 2003).

İşleme sanayi atıklarından elde edilen domates tohumlarının fizikokimyasal özellikleri ve yağ asitleri kompozisyonunun incelendiği çalışmada, domatesler sıcak (95°C/10dk) ve soğuk (60°C/10dk) uygulaması aşamalarından sonra doğal olarak oda sıcaklığında bir hafta fermente edilmiş ve tohumlar yıkanarak ayrılmıştır. Soğuk uygulamasına maruz bırakılan tohumların yağlarında stearik ve behenik asit dışında kısa zincirli doymuş yağ asitleri düşük seviyede bulunmuştur. Soğuk uygulamasından sonra oleik ve linoelik asit miktarı sıcak uygulamasına göre daha yüksek bulunmuştur. Toplam doymuş yağ asitleri miktarı yüksek sıcaklıkta yüksek çıkarken, toplam doymamış yağ asitleri miktarı soğuk uygulamasından sonra daha yüksek saptanmıştır. Her iki uygulamada da palmitik asit en yüksek değerde çıkmış ve bunu stearik asit takip etmiştir. Linoleik asitten sonra en yüksek doymamış yağ asidi olarak oleik asit saptanmıştır (Cantarelli ve ark., 1993).

Soya fasulyesi tohumlarında primingin depolama sırasındaki biyokimyasal değişimlere etkisini belirlemiş ve doğal koşullarda depolanan tohumlarda yağlarda ve doymamış yağ asitleri içeriğinde azalma olduğunu belirtmişlerdir. Tüm uygulamalarda depolama süresi

boyunca yağ içeriğinin azaldığını ifade etmişlerdir. Bu azalmanın depolama süresince meydana gelen bozulmadan dolayı gerçekleştiği ve tohumdaki yağ içeriğinin PEG uygulamasında diğer uygulamalara göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Priming yağların peroksidasyonunu azaltmaktadır. Tohumların bozulmasındaki en önemli sebeplerinden biri de yağların oksidasyonudur. Ayrıca, bu lipid parçalanması içindeki en önemli yağ asitleri, enzimatik reaksiyonlardan ya da enzimatik olmayan metabolitlerden çok çabuk etkilenen linoleik ve linolenik asittir. Uygulaması sonucu depolama süresi boyunca yağ içeriğinde görülen azalma hızlı su alımı sırasında meydana gelen zararlanmadan kaynaklanmaktadır. Özellikle leguminosae familyasına ait türler hızlı su alımına karşı hassas olup ayrıca su alımı sırasında yağlarda oksidasyon meydana gelmektedir. Palmitik ve stearik asit içeriğinde artış meydana gelmesi ve depolama süresince oluşan lipid peroksidasyonu sonucu linoleik asit ve linolenik asit miktarının düştüğü belirlenmiştir. Lipid peroksidasyonunun hücre zarlarında gerçekleştiği ve serbest yağ asitleri konsantrasyonundaki artışın tohumun bozulma mekanizmasının temel belirtisi olduğu belirlenmiştir. Bu oksidatif bozulmanın genellikle hücre zarında bulunan doymamış yağ asitleri ile başladığı ve oksidasyon hızının yağ asidi molekülündeki doymamışlığın derecesine bağlı olduğu ifade edilmiştir. Doymamışlık derecesi ne kadar yüksekse bozulma hızının da o kadar yüksek olduğu bildirilmiştir (Braccini ve ark., 2000).

Biber tohumlarında uygulama sonrası depolama süresince çimlenme yüzdesi, protein ve yağ içeriğindeki değişimlere bakıldığında, depolama boyunca toplam çimlenme yüzdesi uygulanmış ve kontrol grubu tohumlarında giderek düştüğü bununla birlikte bu düşüşün primingde kontrole göre daha az olduğu saptanmıştır. Ortalama çimlenme zamanının kontrole göre daha hızlı olduğu belirtilmiştir. Depolama süresi boyunca yağ miktarı azalırken uygulanmış tohumlardaki toplam yağ miktarının kontrole göre daha yüksek olduğu ifade edilmiştir. Yağ içeriğinin 6 ayın sonunda minimuma düştüğü gözlenmiştir. Bu çalışmayla biyokimyasal aktivitelerin depolama süresi boyunca tohumda yüksek çimlenmenin sağlanmasıyla yakından ilgili olduğu gösterilmiştir. Sonuç olarak uygulanmış tohumlarda depolama süresi boyunca yağlarda daha yavaş bir bozulma olduğu saptanmıştır (Basay ve ark., 2006).

Sung ve Chiu (2001) Serbest radikal üretimini arttıran 2,2'-azobis hidroklorid (AAPH) ile uygulanmış mısır tohumlarının bozulması üzerine primingin düzeltici etkisini ortaya koymak amacıyla yürüttükleri araştırmada, AAPH uygulaması sonucu lipid peroksidasyonunun arttığı ve antioksidant enzim aktivitesinin azaldığı gözlenmiştir. Priming'in antioksidantları ve enzimlerin aktivitesini arttırarak AAPH'nin yarattığı zararı kısmen tamir ettiğini ve serbest radikallerin tohum bozulmasına etki eden en önemli faktörlerden biri olduğunu bildirmişlerdir. Lipid peroksidasyonuna sebep olan serbest radikaller hem doğal yaşlanma hem de hızlı yaşlandırma sonucu ortaya çıkmaktadır. Depolama sırasındaki oksijen varlığında tohumda serbest radikallerin miktarının artmakta ve doymamış yağ asitlerinde peroksidatif değişime sebep olmaktadır. Bunlar da tohumdaki canlılık ve güç kaybının dolayısıyla kalite kaybının başlıca nedenleri arasında yer almaktadır. Katalaz, süperoksit dismutaz, peroksidaz gibi enzimler ile glutatyon ve askorbat gibi antioksidantların tohumdaki bozulmaya karşı koruyucu bir mekanizmadır ve priming ise bu enzimlerin aktivitesini teşvik etmektedir. AAPH uygulanan tohumlarda peroksit seviyesi

kontrole göre daha yüksek bulunurken, primingde bu seviye daha düşük bulunmuştur. AAPH uygulaması tohumun canlılık ve güç kaybetmesine sebep olduğu, AAPH uygulaması sonrası çimlenme ve çıkış yüzdelerinde azalma, ortalama çimlenme zamanında da artma meydana geldiği saptanmıştır. Primingin uygulanmış tohumlarda lipid peroksidasyonunun azaldığı belirtilmiştir. Bu sonuçlar AAPH'nin tohumda serbest radikalleri ve lipid peroksidasyonunu arttırdığını göstermiştir. AAPH'nin serbest radikalleri tutucu enzimlerin aktivitesini engellemesi ve antioksidant miktarını azaltması tohumda kalite kaybına sebep olduğu ve sonuç olarak da çıkış yüzdesi ve hızında bir azalmaya sebep olduğu belirtilmiştir.

Soya ve lahana tohumlarında azalan tohum gücüyle lipid peroksidasyonu arasındaki bağlantıyı belirlemek amacıyla doymamış yağ asitleri ve tohum gücü arasındaki ilişki incelenmiştir. Her iki türde de doymamış yağ asitlerindeki azalmayla çimlenme yüzdesinde azalma olduğu belirtilmiştir. Çoklu doymamış yağ asitleri miktarındaki azalmanın, yaşlanmış tohumlarda tohum gücünün azaldığının göstergesi olduğu ifade edilmiştir. Hem lahana hem de soya tohumlarında tohum gücünün düşmesiyle doymamış yağ asitleri miktarının da azaldığı saptanmıştır. Depolama sonrası her iki türde de azalan tohum gücüyle birlikte linoleik ve linolenik asit miktarı azalırken oleik asit miktarında artış olduğu belirlenmiştir (Hailstones ve Smith, 1988).

Hidrasyon ve dehidrasyon uygulamalarının patlıcan ve turp tohumlarında dehidrogenaz enzim aktivitesini artırdığı ve lipid peroksidasyonunu azalttığı bildirilmiştir. Buradan hareketle hidrasyon-dehidrasyon uygulamalarının, tohumda serbest radikallerin hücre sel bileşenlere verdiği zararı azaltarak tohumun canlılık süresini uzattığı bildirilmiştir. Yaşlanma sonrası uygulama yapılan tohumlarda kontrole göre daha düşük seviyede lipid peroksidasyonu saptanmıştır (Rudrapal ve Nakamura, 1988b).

Karpuz tohumlarında hızlı yaşlandırma sonrası hidropriming uygulamasının glutatyon üzerine etkisi belirlemek amacıyla yapılan bir araştırmada yaşlandırılmış tohumların çimlenme yüzdesinin kontrole göre daha düşük çıktığı ve daha yavaş çimlendiği belirlenmiştir. Yaşlanmanın hem glutatyon hem de bazı antioksidant enzimlerin aktivitelerini düşürdüğü ve yaşlanmış tohumların çimlenme kabiliyetinin hidrasyon uygulaması ile kısmen artırılabilirdiği ifade edilmiştir. Serbest radikaller ve peroksitlerin enzimatik reaksiyonlardan etkilenebildiği gibi enzimatik olmayan metabolitlerden (askorbat, glutatyon) de etkilendiği bildirilmiştir. Primingin; su alımı sırasında DNA ve RNA'yı onararak, protein sentezini artırarak, membranları tamir ederek, serbest radikallerin ve lipid peroksitlerinin etkisini tersine çevirerek çimlenme üzerine olumlu etkide bulunduğu belirtilmiştir (Hsu ve Sung, 1997).

Mısır tohumlarında priming ve depolama sıcaklığının, çimlenme ve antioksidatif aktivite üzerine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada uygulanmış tohumlarda çimlenme ve çıkış yüzdeleri yükselirken, lipid peroksidasyonunun azaldığı ve antioksidatif aktivitelerin arttığını belirlemiştir. Uygulanmış ve 10°C'de depolanmış tohumlarda artan antioksidatif aktivitenin canlılık ve gücün korunmasında önemli bir rol oynadığını ifade etmişlerdir (Chiu ve ark. 2002).

SONUÇ

Tohumda depo edilen yağların, kotiledon veya endospermde karbonhidrat ve şekerlere dönüştüğü birçok araştırmacı tarafından belirlenmiştir. Kotiledon veya endospermdeki yağlar, ilk aşamada lipaz enzimi ile hidrolize olmaktadır. Bu nedenle yağ asitlerinin sakaroza dönüşümü çimlenmede ilk aşamalardan birisidir (Kacar, 1989). Hintyağı bitkisinde tohumun 1 g sakaroz birikiminin 1 g yağın parçalanması sonucu gerçekleştiği Pierce ve ark. (1933) tarafından saptanmıştır. Yağlar şekerlerden daha çok enerji verdiği için uygulama sırasında karbonhidratların yağlara dönüşerek tohum çimlenmesi için daha çok enerji sağladığı ifade edilmiştir.

Kacar (1989)'ın belirttiği gibi, çimlenmenin ilk aşamasında yağların hidrolize olduğunu, uygulamada artan solunumla daha fazla yağ parçalandığını düşündürmektedir. Ancak Basay ve ark. (2006) %2'lik KNO₃ ile 4 gün 20°C'de yapılan uygulamayla biber tohumundaki yağ oranının arttığını bildirmiştir. Cantarelli ve ark. (1993) düşük ve yüksek sıcaklık uygulamasından sonra yağ asitlerinin ve yağ miktarının farklı olduğunu bildirmiştir. Kaya (2008) yağ asitleri dağılımı bakımından yaptığı araştırmada, biber tohumlarında uygulama ve kontrol tohumları arasındaki yağ asitleri dağılımı benzer sonuçlar gösterdiğini belirlemiştir. Bu sonuçlar özellikle yağ oranı yüksek olan ayçiçeği tohumlarında yağ asitlerinin osmo-priming (-2 MPa PEG 8000) uygulamasıyla değişmediğini bildiren Walters ve ark. (2005) ve Corbineau ve ark. (2002)'in sonuçlarını desteklemektedir.

Sonuç olarak, yapılan araştırmalar genel olarak değerlendirildiğinde, tohumların yağ içerikleri ve yağ asitleri dağılımına bağlı olarak, tohum kalitesinde önemli değişiklikler olmaktadır. Ayrıca tohum uygulamaları ve bu uygulamalarda kullanılan kimyasal maddeler ile uygulama sürelerine göre tohumdaki canlılık da önemli derecede etkilenmektedir.

KAYNAKLAR

- Adegbuyi, E., Cooper, S.R. and Don, R. 1981. Osmotic priming of some herbage grass seed using polyethylene glycol (PEG). *Seed Science and Technology*, 9: 867-878.
- Ali, A.V., Souza Machado and Mahill, A.S. 1990. Osmoconditioning of tomato and onion seeds. *Scientia Hort.*, 43: 213-234.
- Bailly, C., Benamar, A., Corbineau, F and Come, D. 1997. Changes in superoxide dismutase, catalase and glutathione reductase activities in sunflower seeds during accelerated aging and subsequent priming. *Basic and Applied Aspects of seed Biology*, Kluwer Academic Publishers, Boston, 665-672.
- Bailly, C., Benamar, A., Corbineau, F. and Come, D. 1998. Free radical scavenging as affected by accelerated ageing and subsequent priming in sunflower seeds. *Physiologia Plantarum*, 104(4):646-652.
- Basay, S., Sürmeli, N, Okcu, G. and Demir, İ. 2006. Changes in germination percentages, protein and lipid contents of primed pepper seeds during storage. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B- Soil and Plant Science*, 56:138-142.
- Basu, R. N. 1994. An appraisal of research on wet and dry physiological seed treatments and their applicability with special reference to tropical and subtropical countries. *Seed Science and Technology*, 22: 107-126.
- Black, M. and Bewley, J. D. 2000. *Seed Technology and its Biological Basis*. Sheffield Academic Press, England.
- Bodsworth, S. and Bewley, J.D. 1981. Osmotic priming of seed of crop species with polyethylene glycol as a mean enhancing early and synchronous germination at cool temperatures. *Can. J. Bot.*, 5: 672-676.

- Braccini, A. de L. E., Reis, M.S., Moreira, M.A., Sedyama, C.S. and Scapim, C.A. 2000. Pesq. Agropec. Bras., Brasilia, 35(2):433-447.
- Bradford, K.J. 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. Hortscience, 21: 1105-1112
- Cantarelli, P. R., Regitano-d'Arce, M..A.B. and Palma, E.R. 1993. Physicochemical characteristics and fatty acid composition of tomato seed oils from processing wastes. Scientia Agric., 50(1):117-120.
- Cantarelli, P.R., Regitano-d'Arce, M.A.B. and Palma, E.R. 1993. Physicochemical characteristics and fatty acid composition of tomato seed oils from processing wastes. Scientia Agric., 50(1), 117-120.
- Cantliffe, D.J., K.D., Shuler and A.J. Guedes. 1981. Overcoming seed therm dormancy in a heat sensitive romaine lettuce by seed priming. Hortscience, 16: 196-198.
- Chang, C. C. and Sung, J. M. 2001. Priming bitter gourd seeds with selenium solution enhances germinability and antioxidative responses under sub-optimal temperature. Physiologia Plantarum, 111(9):9-16.
- Chang, S. M. and Sung, J. M. 1998. Deteriorative changes in primed sweet corn seeds during storage. Seed Sci. & Tech., 26: 613-626.
- Chiu, K.Y., Chen, C.L. and Sung, J.M. 2002. Effect of priming temperature on storability of primed sh-2 sweet corn seed. Crop Science, 42: 1996-2003.
- Chiu, K.Y., Wang, C.S. and Sung, J.M. 1995. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes associated with accelerated aging and hydration of watermelon seeds differing in ploidy. Physiologia Plantarum. 94 (3):441-446.
- Choudhuri, N. and Basu, R. N. 1988. Maintenance of seed vigour and viability of onion (*Allium cepa* L.) Seed Sci. & Tech., 16:51-61.
- Corbineau, F., Gay-Mathieu, C., Vinel, D. and Come, D. 2002. Decrease in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed viability caused by high temperature as related to energy metabolism, membrane damage and lipid composition. Physiol. Plant., 116:489-496.
- Dell'Aquila, A. and Bewley, J. D. 1989. Protein synthesis in the axes of polyethylene glycol treated pea seed and during subsequent germination. Journal of Experimental Botany, 40: 1001-1007.
- Dell'Aquila, A. and Tritto, V. 1990. Ageing and osmotic priming in wheat seeds; effect upon certain components of seed quality. Annals of Botany, 65: 21-26.
- Demir, İ., Ş. Ellialtıoğlu, R. Tıprdamaz 1994. The effect of different priming treatments on reparability of aged eggplant seeds. Acta Horticulture, 362: 205-212.
- Hailstones, M.D. and Smith M.T. 1988. Lipid peroxidation in relation to declining vigour in seeds of soya (*Glycine max* L.) and cabbage (*Brassica oleracea* L.) Journal of Plant Physiology, 133: 452-456.
- Heydecker, W. Germination of an idea: The priming of seeds. University of Nottingham School of Agriculture. Rep. 1973/1974
- Hsu, C. C., Chen, C. L., Chen, J.J. and Sung, J. M. 2003. Accelerated aging-enhanced lipid peroxidation in bitter gourd seeds and effects of priming and hot water soaking treatments. Scientia Horticulturae, 98: 201-212.
- Hsu, J. L. ve Sung, J. M. 1997. Antioxidant role of glutathione associated with accelerated aging and hydration of triploid watermelon seeds. Physiologia Plantarum, 100: 967-974.
- Jeng, T. L. and Sung, J. M. 1994. Hydration effect on lipid peroxidation and peroxide scavenging enzyme activity of aertificially-aged peanut seed. Seed Sci. & Tech., 22: 531-539.
- Kacar, B. 1989. Bitki Fizyolojisi. A.Ü. Ziraat fakültesi yayınları. No:1153. A.Ü. Basımevi. 424s.
- Khan, A.A. 1992. Preplant physiological seed conditioning, in Horticultural reviews, 14: 131-181
- Khan, A.A., H, Miura., J, Prusinsky, S. İlyas. 1990. Matriconditioning of vegetable seeds to improve stand establishment in early field plantings. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 117:41-47
- Mc Donald, M. B. Seed deterioration: physiology, repair and assesment. Seed Sci. and Tech., 1999, 27: 177-237
- Okçu, G. 2005. Sebze Tohumlarında Çimlenmeyi Artırmak Amacıyla Yapılan Bazı Tohum Uygulamaları. Süleyman Demirel Üniversitesi Dergisi, 9(2): 64-68.
- Parera, C.A. and Cantliffe, D.J. 1994. Presowing seed priming. Horticulture Reviews, 16: 109-141.

- Pierce, H.B., Sheldon, D.E. and Murlin, J.R. 1933. The conversion of fat to carbohydrate in the germinating castor bean. III. The chemical analysis, and correlation with respiratory exchange. The Journal of General Physiology, 311-325.
- Rudrapal, D. and Nakamura, S. 1988a. Use of halogens in controlling eggplant and radish seed deterioration. Seed Sci. & Tech., 16:115-122
- Rudrapal, D. and Nakamura, S. 1988b. The effect of hydration-dehydration pretreatments on eggplant and radish seed viability and vigour. Seed Sci. & Tech., 16:123-130.
- Saha, R., Mandal, A. K. and Basu, R. N. 1990. Physiology of seed invigoration treatments in soybean (*Glycine max* L.). Seed Sci. & Tech., 18:269-276
- Sung, J.M. and Chiu, K.Y. 2001. Solid matrix priming can partially reverse the deterioration of sweet corn seeds induced by 2,2'-azobis (2-amidinopropane) hydrochloride generated free radicals. Seed Sci. & Tech., 29:287-298.
- Walters, C., Landre, P., Hill, L., Corbineau, F. and Bailly, C. 2005. Organization of lipid reserves in cotyledons of primed and aged sunflower seeds. Planta, 222, 397-407.
- Walters, C., Landre, P., Hill, L., Corbineau, F. and Bailly, C. 2005. Organization of lipid reserves in cotyledons of primed and aged sunflower seeds. Planta, 222: 397-407.
- Ward, F. H. and Powell, A. A. 1983. Evidence for repair processes in onion seeds during storage at high seed moisture contents. Journal of Experimental Botany, 34: 277-282.
- Yanmaz, R., İ. Demir, Ş. Ellialtıoğlu. 1994. Effect of PEG (Polyethylene Glycol 6000) treatment on the germination and emergence of pepper and eggplant seeds at low temperatures. ISTA/ISHS Symposium, Technological Advances in Variety and Seed Research 31 May-3 June 1994, Wageningen/Netherlands.