



Tarım Bilimleri Dergisi

Tar. Bil. Der.

Dergi web sayfası:
www.agri.ankara.edu.tr/dergi

Journal of Agricultural Sciences

Journal homepage:
www.agri.ankara.edu.tr/journal

Yaşlanma Esnasında Soğan Tohumlarında Meydana Gelen Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimler

Mustafa DEMİRKAYA^a, H. Özkan SİVRİTEPE^b

^a Erciyes Üniversitesi, Safiye Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksekokulu, Bahçe Ziraatı Programı, Kayseri, TÜRKİYE

^b Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Görükle Kampüsü, Bursa, TÜRKİYE

ESER BİLGİSİ

Araştırma Makalesi — Bitkisel Üretim

DOI: 10.1501/Tarimbil_0000001162

Sorumlu Yazar: H. Özkan SİVRİTEPE, e-posta: ozkan@uludag.edu.tr, Tel: +90(224) 294 14 74

Geliş tarihi: 24 Ağustos 2009, Düzeltmelerin gelişi: 16 Temmuz 2011, Kabul: 19 Temmuz 2011

ÖZET

Bu çalışmada canlılığını kısa sürede kaybeden soğan tohumlarında, farklı canlılık seviyelerinde ortaya çıkan bazı fizyolojik ve biyokimyasal değişimler incelenmiştir. Bu amaçla Akgün-12, Valencia ve TEG-502 çeşidi soğan tohumlarında %95, 80, 60, 40 ve 20 canlılık seviyeleri kontrollü bozulma uygulamaları ile elde edilmiştir. Daha sonra bu canlılık seviyelerinde ortalama çimlenme süresi, elektriksel iletkenlik, toplam yağ, toplam protein, çözülebilir protein, malondialdehit (MDA) ve katalaz aktivitesi ölçümleri yapılmıştır. Contes çeşidinde başlangıç canlılığı %80 olması nedeniyle, aynı ölçümler %80, 60, 40 ve 20 canlılık seviyelerinde yapılmıştır. Yaşlanmayla birlikte, ortalama çimlenme süresi, elektriksel iletkenlik ve MDA içeriği artarken, toplam yağ, toplam protein, çözülebilir protein içeriği ve katalaz aktivitesinin azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca, ortalama çimlenme süresi, MDA içeriği ve elektriksel iletkenliğin artması ve katalaz aktivitesinin azalması, tohum canlılığının bir eşik değer olarak belirlenen %60 seviyesine ya da bunun altına düştüğünde daha belirgin olmuştur.

Anahtar sözcükler: *Allium cepa* L.; Tohum; Kontrollü bozulma; Canlılık; Güç

Physiological and Biochemical Changes Occur in Onion Seeds during Ageing

ARTICLE INFO

Research Article — Crop Production

Corresponding author: H. Özkan SİVRİTEPE, e-mail: ozkan@uludag.edu.tr, Tel: +90(224) 294 14 74

Received: 24 August 2009, Received in revised form: 16 July 2011, Accepted: 19 July 2011

ABSTRACT

In this study, physiological and biochemical changes at different viability levels were investigated in onion seeds, which lose their viability in a short period of time. For this purpose 95, 80, 60, 40 and 20% viability levels were obtained by controlled deterioration treatments in seeds of onion cvs. Akgün-12, Valencia and TEG-502. Subsequently, mean germination time, electrical conductivity, total lipid, total protein, soluble protein, malondialdehyde (MDA) and catalase activity measurements were conducted at these viability levels. Regarding

the seeds of cv. Contes, same measurements were conducted at 80, 60, 40 and 20% viability levels since the initial seed viability was 80%. Depending on seed ageing, as mean germination time, electrical conductivity and MDA content increased, total lipid, total protein, soluble protein contents and catalase activity decreased. Moreover, the increase in mean germination time, MDA content and electrical conductivity and also decrease in catalase activity were more evident when seed viability of each onion cultivar decreased 60% or below this level, which was determined as a threshold.

Keywords: *Allium cepa* L.; Seed; Controlled deterioration; Viability; Vigour

© Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

1. Giriş

Tohumlarda yaşlanma ile birlikte canlılık ve gücün azalmasına neden olan en önemli faktörlerden ikisi tohum nem kapsamı ve sıcaklıktır (Basu 1995; McDonald 2004). Bu canlılık ve güç kayıpları tohum tür ve çeşitlerine göre değişmektedir. Tohum yaşlanmasının temel nedenleri olarak bugüne kadar çok sayıda hipotez ileri sürülmüştür. Bunlar; lipid peroksidasyonu, hücre membranlarının bozulması, enzimlerin yapılarındaki temel değişiklikler sonucu enzim azalması ve inaktivasyonu, proteinlerin azalması, genetik bozulma, toksik bileşiklerin birikimi, vb. olarak sayılabilir. Ancak, tohumlarda meydana gelen yaşlanmanın bu sebeplerden birkaçının birlikte oluşturduğu bir sonuç olduğu da açıktır (Coolbear 1995; Copeland & McDonald 2001; McDonald 2004).

Tohumlarda yaşlanmanın nedeni olarak ileri sürülen hipotezlerden en çok kabul görenlerden biri, özellikle yağ içeriği yüksek olan tohumlarda meydana gelen lipid peroksidasyonudur (Perl et al 1987; Bailly et al 1996; Copeland & McDonald 2001; Goel et al 2002; Goel & Sheoran 2003). Serbest yağ kökleri, metabolik süreçler ve iyonize radyasyon gibi nedenlerle meydana gelen lipid peroksidasyonu, yüksek sıcaklık ve oksijen konsantrasyonu ile artmaktadır (Copeland & McDonald 2001). Çoklu doymamış yağ asitlerinin enzimatik bozulmasında ikincil bir ürün olarak bilinen malondialdehit (MDA), lipid peroksidasyonunun güvenilir bir ölçütü olarak kabul edilir (Li et al 2007).

Tohum yaşlanmasının temeli olarak bilinen en önemli hipotezlerden biri de, enzimlerin yapılarındaki temel değişiklikler sonucu enzim azalması ve inaktivasyonudur (Salama & Pearce

1993; Basra & Malik 1994; Copeland & McDonald 2001; Goel et al 2002; Murthy et al 2003). Yaşlanmış tohumlarda katalaz, dehidrogenaz ve glutamik asit dekarboksilaz gibi enzimlerin aktivitesinde azalma meydana gelmektedir. Enzim aktivitesinin azalması, solunum potansiyelini ve ATP oluşumunu, dolayısıyla çimlenmede tohuma sağlanan besin miktarını düşürmektedir (Copeland & McDonald 2001).

Hücre membranlarının bozulması, tohumlarda yaşlanmayı açıklayan diğer önemli bir hipotezdir ve yaşlanma esnasında tohumdan sızan maddelerin elektriksel iletkenliğinde meydana gelen artışlar olarak ölçülebilir (Coolbear 1995). Bu çalışmada ilk olarak, farklı soğan çeşitlerinin benzer nem kapsamlarındaki tohumlarının kontrollü bozulma uygulamalarına tabi tutularak, her çeşidin canlılık eğrisinin oluşturulması ve böylece yaşlanmaya olan eğiliminin belirlenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca, soğan tohumlarında elde edilen farklı canlılık seviyelerinde yaşlanma esnasında meydana gelen çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada bitkisel materyal olarak, Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen, Akgün-12 ile MayAgro Tohumculuk San. Tic. Ltd. Şti.'den temin edilen Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerine ait tohumlar kullanılmıştır. Uygulamalar öncesinde, farklı çeşitlere ait soğan tohumlarının başlangıç nem kapsamlarının birbirine mümkün olduğunca yakın olması amaçlanmıştır. Böylece değişik parametreler açısından, çeşitler arasında meydana gelecek olan

farklılıkların nem kapsamından kaynaklanma olasılığı ortadan kaldırılmıştır. Tohumlarda nem düzeylerinin sabitlenebilmesi için her çeşit ayrı bir tepsiyeye konularak iyice yayılmış, 20°C’de ve %50±5 oransal nemde 14 gün boyunca iklim dolabında bekletildikten sonra tohumların nem kapsamları yaklaşık olarak %8.4-8.5 arasında dengelenmiştir.

Nem kapsamı ve canlılığı bilinen tohumlar, cam kavanozlar içine konulmuş, kapakların ağzı sıkıca kapatılmış ve kavanozlar etiketlenmiştir. Kontrollü bozulma (yaşlandırma) uygulamaları 60±1°C’ye ayarlanmış iklim dolabında yapılmıştır (Sivritepe & Demirkaya 2002). Bu uygulamalardan sonra; Akgün-12, Valencia ve TEG-502 çeşidi soğan tohumlarında yaklaşık %95, 80, 60, 40 ve 20 olmak üzere 5 farklı canlılık seviyesi tespit edilmiştir. Contes çeşidi soğan tohumlarında ise, başlangıç canlılığının %80 olması nedeniyle, yaklaşık %80, 60, 40 ve 20 olmak üzere 4 farklı canlılık seviyesi tespit edilmiştir. Yukarıda verilen canlılık seviyeleri en çok %4’lük bir sapma ile elde edilmiştir.

Soğan tohumlarında nem kapsamı tayini, Uluslararası Tohum Deneme Birliği (International Seed Testing Association - ISTA) Kuralları’na uygun olarak, Düşük Sabit Sıcaklıktaki Fırın Yöntemi’ne göre yapılmıştır (ISTA 2005). Çimlendirme testi, 4 tekrardan oluşan (her tekrarda 50 tohum) toplam 200 tohumla, 20±1°C’de ve ISTA Kuralları’na bağlı kalınarak yapılmıştır (ISTA 2005). Tohum canlılığı, sayım sonunda yüzde çimlenme (normal çimlenen tohumların yüzdesi) olarak belirlenmiştir. Çimlendirme testleri, temin edilen tohumların başlangıçtaki canlılığını belirlemek ve yaşlandırma uygulamalarından sonra elde edilen canlılığı bulmak için yapılmıştır. Soğan tohumlarında yapılan çimlendirme testlerinde 21 gün boyunca çimlenen tohumlar günlük olarak sayılmış ve elde edilen sonuçlardan Ellis & Roberts (1981)’a göre ortalama çimlenme süresi hesaplanmıştır.

Tohumdan sızan maddelerin elektriksel iletkenliğinin ölçümü, 4 tekrarlolu olarak ve her bir tekrarda 200 adet soğan tohumu tartıldıktan

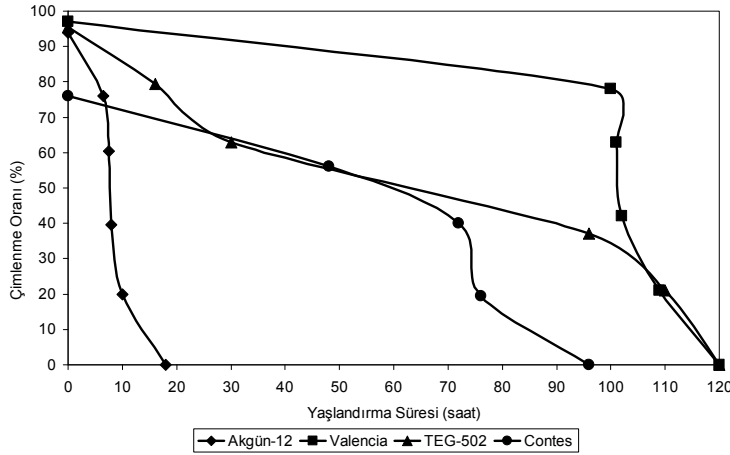
sonra 30°C’de 80 ml saf suda 24 saat bekletilerek yapılmıştır (İlbi & Eser 2004). Yağ tayini sokselat yöntemiyle yapılmıştır (Hart & Fischer 1971). Tohumların protein içeriklerinde meydana gelen değişimleri belirlemek amacıyla, Kjeldal Yöntemi (Steubing 1965) kullanılmıştır. Malondialdehit (MDA) tayini Peever & Higgins (1989)’e göre yapılmıştır. Çözülebilir protein içeriği Bradford (1976)’a göre tayin edilmiş, daha sonra enzim ekstraktının 1 ml’inde 100 µg çözülebilir protein olacak şekilde enzim ölçümü için süpernatant alınmış, katalaz aktivitesi Chance & Maehly (1995)’e göre belirlenmiştir. Toplam yağ, toplam protein, MDA, çözülebilir protein ve katalaz analizleri her canlılık seviyesi için üç tekrarlolu olarak yapılmıştır.

Tesadüf parselleri deneme desenine uygun olarak elde edilen verilerin varyans analizleri “SSPS 13.0 for Windows” istatistik programında yapılmış, ortalamalar arasındaki farklılıklar 0.05 önemlilik seviyesinde LSD testine göre belirlenmiştir. Ayrıca yüzde olarak ifade edilen parametrelerde (toplam yağ ve toplam protein) verilerin istatistiksel analizi yapılmadan önce arcsin transformasyonu uygulanarak açı değerleri elde edilmiştir. Çizelgelerde her bir parametre için elde edilen ortalama değerlerin yanında ± olarak standart hata değerleri de verilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Kontrollü bozulma uygulamalarından sonra yapılan çimlendirme testlerinden elde edilen veriler, her bir çeşit için belirli yaşlandırma sürelerine karşılık gelen normal çimlenme oranları olarak ayrı seriler halinde bir grafik üzerine yerleştirilmiştir. Böylece her soğan çeşidine ait tohum gruplarından elde edilen canlılık eğrileri karşılaştırılmıştır (Şekil 1). Kontrollü bozulma uygulamaları, zamandaki artışa bağlı olarak her bir soğan çeşidinde tohum canlılığının azalmasına neden olmuştur. Tohum canlılığındaki en hızlı kayıplar Akgün-12 çeşidinde meydana gelmiştir. Bunu sırasıyla Contes, TEG-502 ve Valencia çeşitleri izlemiştir.

Ortalama çimlenme süreleri incelendiğinde; Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan



Şekil 1-Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında yaşlandırma süresi ile canlılık kaybı arasındaki ilişki

Figure 1-Relationship between ageing period and loss of viability in seeds of onion cultivars Akgün-12, Valencia, TEG-502 and Contes

tohumlarında canlılık kaybı ile ortalama çimlenme sürelerinde meydana gelen artış tüm çeşitlerde önemli ($P<0.001$) bulunmuştur. Diğer bir deyişle, tohumların canlılığı ile birlikte gücü (vigoru) de azalmıştır (Çizelge 1). Daha önce bu ilişki Dell'Aquila (1987) tarafından detaylandırılmış ve ortalama çimlenme süresinin tohum yaşlanmasının incelenmesinde önemli bir kriter olduğu belirtilmiştir.

Farklı canlılık seviyelerinin, Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında elektriksel iletkenlik değerlerindeki artışlar, yapılan istatistiksel analizler sonucu önemli ($P<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 2). Ancak yaşlanma ile birlikte, sızan madde miktarının artışına paralel olarak, elektriksel iletkenlik değerlerindeki en yüksek artış Valencia çeşidinde görülmüştür. Bu sonuçlar Doijode (1990), Basra & Malik (1994) ile İlbi & Eser (2004)'in soğan tohumlarında canlılık ve güç kaybı ile tohumdan madde sızıntısındaki artış arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu belirttikleri çalışmalarını teyit etmiştir. Bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar göstermektedir ki; soğan tohumlarında yaşlanma esnasında canlılıkta meydana gelen azalma ile ters orantılı olarak hücre membranlarının bozulma oranı artmaktadır. Böylece hücre membranları

seçici geçirgenlik özelliğini kaybederek zamanla daha çok zarar görmekte ve böylece sitoplazmadan dışarı sızan maddelerin (şekerler, amino asitler, iyonlar, vs.) miktarlarında da artışlar meydana gelmektedir.

Akgün-12 ve Valencia soğan tohumlarında canlılık kaybı ile toplam yağ oranları azalmış, ancak bu düşüş istatistiksel olarak önemli olmamıştır ($P>0.05$). Bu bulgular Perl et al (1987)'nin soğan tohumlarında yapmış olduğu çalışma ile paralellik göstermiştir. Öte yandan, TEG-502 ve Contes çeşitlerinde ise canlılık kaybı ile toplam yağ oranlarının azalması önemli ($P<0.001$) bulunmuştur (Çizelge 3). Bu sonuçlar ise, Hannan (1991)'in soğan tohumlarında yaptığı çalışmalar ile uyum göstermiştir. Tohumların yaşlanmasına bağlı olarak toplam yağ oranlarında meydana gelen azalma genel bir eğilim olmakla birlikte, bu çalışmada genotipe ve yaşlanmanın karakterine bağlı olarak farklılıkların olabileceği de gösterilmiştir.

Soğan tohumlarında yaşlanma ile birlikte toplam protein oranı, Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes çeşitlerinde azalmış; ancak Contes çeşidindeki azalma istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 1-Dört soğan çeşidinin tohumlarında yaşlanma ile ortalama çimlenme süresinde meydana gelen değişimler*Table 1-Changes occur in mean germination time due to ageing in seeds of four onion cultivars*

Canlılık, %	Ortalama Çimlenme Süresi, Gün			
	Akgün-12	Valencia	TEG-502	Contes
95	4.8 ± 0.099 c*	5.5 ± 0.043 d	5.3 ± 0.050 d	
80	8.6 ± 0.040 b	6.2 ± 0.208 c	5.7 ± 0.209 d	6.5 ± 0.187 b
60	9.3 ± 0.473 b	7.7 ± 0.121 b	9.5 ± 0.123 c	6.6 ± 0.215 b
40	9.7 ± 0.182 b	10.0 ± 0.231 a	10.3 ± 0.324 b	9.7 ± 0.125 a
20	11.6 ± 0.818 a	10.0 ± 0.196 a	13.6 ± 0.375 a	10.1 ± 0.091 a
<i>P</i>	0.001	0.001	0.001	0.001

* Farklı harfler uygulama grupları arasındaki farklılıkları göstermektedir ($P < 0.05$)**Çizelge 2- Dört soğan çeşidinin tohumlarında yaşlanma ile elektriksel iletkenlikte meydana gelen değişimler***Table 2-Changes occur in electrical conductivity due to ageing in seeds of four onion cultivars*

Canlılık, %	Elektriksel İletkenlik, $\mu S cm^{-1} g^{-1}$			
	Akgün-12	Valencia	TEG-502	Contes
95	145.2 ± 1.657 c*	107.6 ± 1.172 d	218.7 ± 1.418 b	
80	149.2 ± 1.299 c	122.0 ± 0.452 c	223.9 ± 3.142 b	192.5 ± 2.681 c
60	160.3 ± 1.480 b	123.1 ± 2.178 c	240.3 ± 4.460 a	199.9 ± 2.187 c
40	165.0 ± 2.747 ab	135.3 ± 2.067 b	240.2 ± 7.363 a	216.0 ± 2.123 b
20	167.7 ± 0.102 a	160.5 ± 5.172 a	249.1 ± 2.873 a	228.4 ± 2.433 a
<i>P</i>	0.001	0.001	0.003	0.001

* Farklı harfler uygulama grupları arasındaki farklılıkları göstermektedir ($P < 0.05$)**Çizelge 3- Dört soğan çeşidinin tohumlarında yaşlanma ile toplam yağ oranında meydana gelen değişimler***Table 3-Changes occur in total lipid rate due to ageing in seeds of four onion cultivars*

Canlılık, %	Toplam Yağ Oranı, %			
	Akgün-12	Valencia	TEG-502	Contes
95	24.5 ± 0.321	23.8 ± 0.152	24.6 ± 0.102 a*	
80	24.3 ± 0.412	23.6 ± 0.302	24.5 ± 0.120 a	23.7 ± 0.169 a
60	24.3 ± 0.384	23.6 ± 0.194	24.3 ± 0.170 a	23.2 ± 0.126 b
40	24.1 ± 0.267	23.5 ± 0.115	23.4 ± 0.047 b	23.1 ± 0.084 b
20	23.8 ± 0.210	23.3 ± 0.142	23.3 ± 0.069 b	22.6 ± 0.024 c
<i>P</i>	0.649	0.604	0.001	0.001

* Farklı harfler uygulama grupları arasındaki farklılıkları göstermektedir ($P < 0.05$)**Çizelge 4- Dört soğan çeşidinin tohumlarında yaşlanma ile toplam protein oranında meydana gelen değişimler***Table 4-Changes occur in total protein rate due to ageing in seeds of four onion cultivars*

Canlılık, %	Toplam Protein Oranı, %			
	Akgün-12	Valencia	TEG-502	Contes
95	20.8 ± 0.015 a*	22.1 ± 0.023 a	21.7 ± 0.129 a	
80	20.7 ± 0.024 ab	22.1 ± 0.046 a	21.6 ± 0.041 a	23.9 ± 0.257
60	20.6 ± 0.033 b	21.8 ± 0.053 b	21.5 ± 0.042 a	23.8 ± 0.254
40	20.3 ± 0.045 c	21.5 ± 0.119 c	21.2 ± 0.064 b	23.6 ± 0.262
20	20.0 ± 0.060 d	21.2 ± 0.092 d	21.1 ± 0.033 b	23.3 ± 0.194
<i>P</i>	0.001	0.001	0.002	0.373

* Farklı harfler uygulama grupları arasındaki farklılıkları göstermektedir ($P < 0.05$)

Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar, Coolbear (1995) ve McDonald (2004) ile paralellik göstermiştir. Araştırmacılar, yaşlanmayla tohumlarda meydana gelen canlılık kaybının proteinlerdeki azalmayla ilgili olabileceğini belirtmişlerdir.

Soğan tohumlarında farklı canlılık seviyelerindeki çözülebilir protein içerikleri incelendiğinde, her bir çeşitte canlılık düştükçe çözülebilir protein içeriği istatistiksel olarak önemli düzeyde ($P<0.05$) azalmıştır (Çizelge 5). Bu bulgular, Halder & Gupta (1980)'nin ayçiçeği tohumlarında yapmış oldukları çalışmaları teyit etmiştir. Ayrıca Blackman & Leopold (1993), tohum yaşlanmasının çözülebilir protein içeriğinde azalmaya neden olduğunu belirtmiştir. Canlılık seviyeleri düştükçe MDA içeriği artmıştır. MDA içeriğindeki artış özellikle canlılık %60 ya da bu seviyenin altına düştüğünde daha hızlı olmuştur. Bu artışlar bütün çeşitlerde istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 6). Birçok araştırmacıya göre (Perl et al

1987; Thompson et al 1987; Smith & Berjak 1995; Bailly et al 1996; Goel et al 2002); özellikle yağlı tohumlarda yaşlanmanın en önemli nedeni lipid peroksidasyonu ve buna bağlı olarak gelişen reaksiyonlardır. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar, özellikle Salama & Pearce (1993) ile Basra & Malik (1994)'in soğan tohumlarında yaptığı çalışmalarla paralellik göstermiştir.

Genel bir eğilim olarak, tohum canlılığı azaldıkça katalaz aktivitesi de azalmıştır. Katalaz aktivitesindeki azalmalar özellikle canlılık %60 ya da altına düştüğünde daha hızlı olmuştur. Bu azalma tüm çeşitlerde istatistiksel olarak önemli ($P<0.001$) bulunmuştur. Katalaz aktivitesindeki en hızlı azalma, canlılığını ve gücünü en çabuk kaybeden Akgün-12 çeşidinde gerçekleşmiştir (Çizelge 7). Bu sonuçlar, Basra & Malik (1994)'in soğan tohumlarında, Bailly et al (1996)'nin ayçiçeği tohumlarında, Goel et al (2002)'nin pamuk tohumlarında ve Zeng et al (2004)'ün hıyar tohumlarında yaptıkları çalışmalarla uyum halindedir.

Çizelge 5- Dört soğan çeşidinin tohumlarında yaşlanma ile çözülebilir protein içeriğinde meydana gelen değişimler

Table 5-Changes occur in soluble protein content due to ageing in seeds of four onion cultivars

Canlılık, %	Çözülebilir Protein, mg g ⁻¹ taze ağırlık			
	Akgün-12	Valencia	TEG-502	Contes
95	15.3 ± 0.205 a*	15.2 ± 0.203 a	15.4 ± 0.152 a	
80	14.3 ± 0.365 a	15.3 ± 0.266 a	15.0 ± 0.112 ab	12.3 ± 0.199 a
60	10.7 ± 0.191 c	11.0 ± 0.465 b	13.7 ± 0.203 c	11.5 ± 0.469 a
40	12.5 ± 0.591 b	11.5 ± 0.269 b	14.9 ± 0.145 b	12.1 ± 0.179 a
20	11.3 ± 0.430 bc	11.2 ± 0.306 b	14.6 ± 0.156 b	10.2 ± 0.112 b
P	0.001	0.001	0.001	0.003

* Farklı harfler uygulama grupları arasındaki farklılıkları göstermektedir ($P<0.05$)

Çizelge 6- Dört soğan çeşidinin tohumlarında yaşlanma ile MDA içeriğinde meydana gelen değişimler

Table 6-Changes occur in MDA content due to ageing in seeds of four onion cultivars

Canlılık, %	MDA, µmol g ⁻¹ taze ağırlık			
	Akgün-12	Valencia	TEG-502	Contes
95	24.6 ± 0.244 c*	20.3 ± 0.475 c	23.8 ± 0.362 c	
80	24.5 ± 0.165 c	21.3 ± 0.896 bc	24.1 ± 1.777 c	24.1 ± 0.150 c
60	29.0 ± 0.219 b	22.4 ± 0.428 abc	28.5 ± 1.177 b	27.1 ± 0.101 b
40	28.7 ± 0.587 b	23.2 ± 0.839 ab	28.8 ± 0.792 b	27.9 ± 0.404 ab
20	30.4 ± 0.188 a	24.0 ± 0.637 a	33.7 ± 1.892 a	29.0 ± 0.671 a
P	0.001	0.021	0.003	0.001

* Farklı harfler uygulama grupları arasındaki farklılıkları göstermektedir ($P<0.05$)

Çizelge 7- Dört soğan çeşidinin tohumlarında yaşlanma ile katalaz aktivitesinde meydana gelen değişimler*Table 7-Changes occur in catalase activity due to ageing in seeds of four onion cultivars*

Canlılık, %	Katalaz, nmol H ₂ O ₂ dak ⁻¹ mg ⁻¹ protein			
	Akgün-12	Valencia	TEG-502	Contes
95	70.2 ± 0.693 a*	48.4 ± 0.318 a	46.6 ± 0.384 a	
80	69.3 ± 0.441 a	48.0 ± 0.348 a	45.3 ± 0.371 ab	61.4 ± 0.833 a
60	63.4 ± 0.664 b	47.4 ± 0.498 a	44.3 ± 0.265 b	50.6 ± 0.689 b
40	51.5 ± 0.751 c	43.2 ± 0.285 b	41.5 ± 0.882 c	50.4 ± 0.503 b
20	50.7 ± 0.786 c	40.6 ± 0.611 c	39.3 ± 0.437 d	49.4 ± 0.252 b
P	0.001	0.001	0.001	0.001

* Farklı harfler uygulama grupları arasındaki farklılıkları göstermektedir (P<0.05)

4. Sonuçlar

Bu çalışmada yaşlanma ile birlikte dört farklı soğan çeşidinde, ortalama çimlenme süresi, elektriksel iletkenlik ve lipid peroksidasyonu (MDA) artmış, toplam yağ ve protein oranları, çözülebilir protein içeriği ve katalaz enzim aktivitesi azalmıştır. Ayrıca, ortalama çimlenme süresi, MDA içeriği ve elektriksel iletkenliğin artması ve katalaz aktivitesinin azalması, tohum canlılığının bir eşik değeri olarak belirlenen %60 seviyesine ya da bunun altına düştüğünde daha belirgin olmuştur. Diğer bir deyişle, çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal parametreler açısından %60 canlılık seviyesi, yaşanan soğan tohumlarında kritik bir eşik noktasını işaret etmektedir. Tohum canlılığı ve gücü bu seviyeden itibaren daha belirgin olarak azalmakta ve bozulma hızlanmaktadır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar, Blackman & Leopold (1993)'un geliştirmiş oldukları soğan tohumlarında yaşlanma modeli ile de paralellik göstermiştir. Burada soğan tohumlarında yaşlanma ile birlikte proteinlerin bozulacağı veya parçalanacağı, enzimlerin inaktif hale geleceği, fosfolipid ve depo lipidlerinin parçalanacağı, membran geçirgenliğinin artacağı ve lipid peroksidasyonunun artacağı belirtilmektedir. Çalışma sonuçlarımız bu tespitleri teyit etmiştir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, antioksidan enzimlerden katalaz aktivitesinin yanısıra süperoksit dismutaz ve glutatyon redüktaz ile serbest radikal üretiminde rol oynayan lipoksigenaz gibi enzimlerde meydana gelen değişimlerin incelenmesi yerinde olacaktır.

Ayrıca, bu değişimlerin tohum canlılığı ve gücü ile etkileşimleri de araştırılmalıdır.

Kaynaklar

- Bailly C, Benamar A, Corbinea F & Côme D (1996). Changes in malondialdehyde content and in superoxide dismutase, catalase and glutathione reductase activities in sunflower seeds as related to deterioration during accelerated ageing. *Physiologia Plantarum* **97**: 104-110
- Basra B S & Malik C P (1994). Amelioration of the effects of ageing in onion seeds. *Biologia Plantarum* **36**(3): 365-371
- Basu R N (1995). Seed viability. In: A S Basra (Ed.), *Seed quality: Basic mechanisms and agricultural implications*, Food Products Press, New York, pp. 1-44
- Blackman S & Leopold A C (1993). Chemical and Physical Factors in Seed Deterioration, Basic and Applied Aspects of Seed Biology In: *Proceedings of the IVth International Workshop on Seeds*, Vol. 3: 731-737, 20-24 July 1992, France
- Bradford M M (1976). A rapid and sensitive method for the quantification of micrograms quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry* **72**:248-254
- Chance B & Maehly A C (1995). Assay of Catalases and Peroxidases. *Methods in Enzymology*. Vol. 2, pp. 764-817
- Coolbear P (1995). Mechanisms of seed deterioration. In: A S Basra (Ed.) *Seed quality: Basic mechanisms and agricultural implications*, Food Products Press, New York, pp. 223-277
- Copeland L O & McDonald M B (2001). *Principles of Seed Science and Technology*. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, USA
- Dell'Aquila A (1987). Mean germination time as a

- monitor of the seed ageing. *Plant Physiology and Biochemistry* **25**(6): 761-768
- Doijode S D (1990). Solute leakage in relation to loss of seed viability on accelerated ageing in different onion cultivars. *Indian Journal of Plant Physiology* **33**: 54-57
- Ellis R H & Roberts E H (1981). The quantification of aging and survival in orthodox seeds. *Seed Science & Technology* **9**: 373-409
- Goel A, & Sheoran I S (2003). Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes in cotton seeds under natural ageing. *Biologia Plantarum* **46**:429-434
- Goel A, Goel A K & Sheoran I S (2002). Changes in oxidative stress enzymes during artificial ageing in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seeds. *Journal of Plant Physiology* **160**: 1093-1100
- Halder S & Gupta K (1980). Effect of storage of sunflower seeds in high and low relative humidity on solute leaching and internal biochemical changes. *Seed Science & Technology* **8**: 317-321
- Hannan R M (1991). Analysis of lipids in ageing seed using capillary supercritical fluid chromatography. *Journal of Chromatography* **54**: 393-401
- Hart F L & Fischer H J (1971). Modern Analysis, Ger. Verlag, s.17
- ISTA (2005). International Rules for Seed Testing. Edition 2005. International Seed Testing Association. Bassersdorf, Switzerland
- İlbi H & Eser B (2004). Soğan tohumlarında yaşlanma ve fosfolipidlerdeki değişimler. V. Sebze Tarımı Sempozyumu. Bildiriler: 51-57. 21-24 Eylül 2004, Çanakkale
- Li J, Zhang Y, Yu Z, Wang Y, Yang Y, Liu Z, Jiang J, Song M & Wu Y (2007). Superior storage stability in low lipoxygenase maize varieties. *Journal of Stored Products Research* **43**: 530-534
- McDonald M B (2004). Orthodox seed deterioration and its repair. In: R L Benech-Arnold and R A Sanchez (Eds.), *Handbook of seed physiology: Applications to agriculture*, Food Products Press, New York, pp. 273-304
- Murthy U M N, Kumar P P & Sun W Q (2003). Mechanisms of seed ageing under different storage conditions for *Vigna radiata* (L.) Wilczek: Lipid peroxidation, sugar hydrolysis, Maillard reactions and their relationship to glass state transition. *Journal of Experimental Botany* **54**: 1057-1067
- Peever T L & Higgins V J (1989). Electrolyte leakage, lipoxygenase and lipid peroxidation induced in tomato leaf tissue by specific and non-specific elicitors from *Cladosporium fulvum*. *Plant Physiology* **90**: 867-875
- Perl M, Yaniv Z & Feder Z (1987). The effect of natural and accelerated ageing on the lipid content and the fatty acid composition of seeds. *Acta Horticulturae* **215**: 51-66
- Salama A M & Pearce R G (1993). Ageing of cucumber and onion seeds: Phospholipase d, lipoxygenase activity and changes in phospholipid content. *Journal of Experimental Botany* **44**: 1253-1265
- Sivritepe H Ö & Demirkaya M (2002). The effects of post-storage hydration treatments on viability of onion seeds. *Acta Horticulturae* **579**: 215-219
- Smith M T & Berjak P (1995). Deteriorative changes associated with the loss of viability of stored desiccation tolerant and desiccation sensitive seeds. In: J Kigel & G Galili (Eds.), *Seed development and germination*, New York, pp. 701-746
- Steubing L (1965). Pflanzenökologisches Praktikum. Berlin-Hamburg: Parey
- Thompson J E, Legge R L & Barber R F (1987). The role of free radicals in senescence and wounding. *New Phytologist* **105**: 317-344
- Zeng X Y, Chen R Z, Fu J R & Zhang X W (2004). The effects of water content during storage on physiological activity of cucumber. *Plant Cell Preview* (Published online May 21, 2004)