



Alınış tarihi (Received): 24.03.2017
Kabul tarihi (Accepted): 12.09.2017

Baş editor/Editors-in-Chief: **Ebubekir ALTUNTAŞ**
Alan editörü/Area Editor: **Köksal PABUÇCU**

De-Etiyole Fasulye Fidelerinin Kök ve Yapraklarında Yağ Asidi Kompozisyonu ve Peroksidasyonu

Hayati DEMİR^a, Lokman ÖZTÜRK^{b,*}, Dursun KISA^b, Mahfuz ELMASTAŞ^c

^a Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat-TÜRKİYE. e-mail: demirhay52@hotmail.com

^b Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Tokat-TÜRKİYE. e-mail: dursun.kisa@gop.edu.tr, e-mail: lokman.ozturk@gop.edu.tr

^c Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Tokat-TÜRKİYE e-mail: mahfuz.elmastas@gop.edu.tr

*Sorumlu Yazar: e-mail: lokman.ozturk@gop.edu.tr

ÖZET: Bu çalışmada, karanlık ortamda çimlendirilerek büyütülen fasulye fidelerine yedi gün ışık verilerek hasat edilmiştir. De-etiyole fasulye fidelerinin yaprak ve köklerinde yağ asidi içeriği, hidrojen peroksit miktarı ve lipid peroksidasyonu araştırılmıştır. Fasulye fidelerinin yaprak ve köklerinin yağ asidi, hidrojen peroksit ve lipid peroksidasyon miktarları farklılık göstermiştir. Karanlık-ışık geçişlerinde fasulye fidelerinin yaprak ve köklerinde çoklu doymuş yağ asidi miktarında azalma görülmüştür. Yaprakların hidrojen peroksit içeriği ve lipid peroksidasyonu köklerden daha fazladır. Işığın etkisiyle yapraklarda hidrojen peroksit ve lipid peroksidasyonu azalmıştır. Karanlık-ışık geçişlerinde yapraklarda lipid peroksidasyonunun azalması çoklu doymamış yağ asit miktarındaki azalma ve antioksidan enzim ve bileşiklerin sentezlerindeki artıştan kaynaklanabilir.

Anahtar kelimeler: Fasulye, de-etiyole, hidrojen peroksit, lipid peroksidasyonu, yağ asiti

Fatty Acid Composition and Peroxidation in Roots and Leaves of De-Etiolated Bean Seedlings

ABSTRACT: In this study, beans seedlings germinated and grown in the dark were harvested by giving light for seven days. The amounts of fatty acid, hydrogen peroxide and lipid peroxidation in the leaves and roots of de-etiolated seedlings were investigated. It has been founded that these parameters in leaves and roots of bean seedlings have varied. It was observed that the percentage of polyunsaturated fatty acids in leaves and roots of bean seedlings decreased in dark-light transition. Hydrogen peroxide content and lipid peroxidation of the leaves is higher than roots. Hydrogen peroxide amounts and lipid peroxidation in leaves decreased due to light. Reduction in lipid peroxidation in the dark-light transition may result from a decrease in the amount of polyunsaturated fatty acids and an increase in the synthesis of antioxidant enzymes and compounds.

Keywords: Bean, de-etiole, fatty acid, hydrogen peroxide, lipid peroxidation

1. Giriş

Işık bitkilerin büyüme ve gelişmesi üzerine etkili olan önemli çevresel faktördür. Bitkiler fotosentezin yanı sıra büyüme ve gelişme, çimlenme, çiçeklenme gibi fizyolojik olaylarda ışığa ihtiyaç duymaktadır. Kırmızı ve kırmızı ötesi ışınlar fitokromlar tarafından algılanırken mavi ve ultraviyole ışınlar kriptokrom ve fototropin pigmentleri tarafından algılanır. Kriptokromlar karanlıkta fotosentez ile ilgili genleri inhibe ederken mavi ışığın algılanmasıyla birlikte baskılanmayı ortadan kaldırırlar ve fideler de yeni yapraklar ve klorofil üretmeye

başlarlar. Fitokromlar tohum ve spor çimlenmesini, çiçeklenmeyi ve dormansiyi kontrol ederler (Chen ve Chory, 2011).

Fotoperiyodizmin gerçekleşmesinde ışık önemli rol oynamaktadır. Işık stresi, gün boyunca bitkinin ihtiyacı olan ışığın yeterli düzeyde olmaması veya bitkinin ihtiyacı olan ışık enerjisini yeterli ve zamanında alamaması olarak ifade edebilir. Işık miktarının eksikliği veya fazlalığı bitkide çeşitli fizyolojik etkilere sebep olmaktadır. Bunlar metabolik işlevlerde, fotosentezde, çimlenmede, çiçeklenmede kendini göstermektedir. Işık enerjisinin miktarı, bitkilerin boyunu, çapını, yapraklarının yoğunluğunu, yapraklarının şeklini ve rengini etkiler (Taiz ve Zeiger, 2008).

Karanlık-ışık geçişleri bitki gelişmesinin ilk safhasında organların yapısını ve gelişme hızını derinden etkiler (Cona ve ark, 2003). Toprak yüzeyinin altındaki genç fideler ışığa ulaşmak için toprak altındaki organlarında hızlı büyüme meydana gelir. Etiyole bitkilerden normal görünümlü bitkilere dönüşüm çok kısa süreli ışık uygulamasıyla mümkündür. Bundan dolayı ışık, etiyolleşmenin geri dönüşümünde, doğrudan enerji kaynağı olmaktan ziyade büyüme tetikleyicisi olarak görev yapar. Işık, fidelerin toprak altından çok, toprak üstündeki organların gelişimini başlatan sinyaller verir. Fidler karanlıkta büyüme için gerekli enerjiyi tohumdaki besin depolarından sağlar (Symons ve Reid, 2003). Karanlık periyot bitki için bir stres kaynağıdır ve bitki metabolizmasında önemli değişikliklere sebep olur. Özellikle hücre membranlarının lipid bileşimi stres sonucu oluşan serbest radikallerden kolayca etkilenir ve membran bütünlüğü bozulabilir. Oksidatif hasarın derecesi membran lipid bileşimiyle doğrudan alakalıdır ve doymamış yağ asiti miktarı arttıkça hasarda artmaktadır. Hücresel faaliyetlerin sürdürülmesinde membran geçirgenliği çok önemlidir. Membran geçirgenliği membranın lipid içeriğiyle doğrudan ilgilidir. Karanlıkta büyütülen bezelye fidelerinin de-etiyolasyon sürecinde kotiledon, gövde ve genç yapraklarının lipid kompozisyonunda değişiklikler meydana geldiği belirtilmiştir (Trémolières ve Lepage, 1971). Yoshida ve Uemura (1986) etiyole *Vigna radiata* L. fidelerinden izole edilen plazma ve vakuol membranlarının başlıca lipid içeriğinin fosfolipid, sterol ve seramid monoheksositten meydana geldiğini rapor etmişlerdir. Bu çalışmada; çimlenme sonrası karanlık, karanlık-ışık ve ışıklı ortamlarda büyütülen fasulye fidelerinin kök ve yapraklarının lipid içeriği ve lipid peroksidasyon miktarı araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bitkilerin Yetiştirilmesi

Fasulye fideleri % 50 torf, %50 bahçe toprağı içeren 2 kg'lık saksılarda büyütülmüştür. Fasulye tohumları %5' lik sodyum hipoklorit ile 15- 20 dakika yüzeysel sterilize edilerek saf su ile durulandıktan sonra her bir saksıya 6 tohum ekilerek karanlıkta çimlenmeye bırakılmıştır. Çimlenme sonrası fasulye fideleri; ışık (15 saat ışık, 9 saat karanlık; yeşil), karanlık-ışık (7 gün karanlık + 7 gün ışık; de-etiyole) ve karanlık (14 gün karanlık; etiyole) olmak üzere üç farklı ortamda büyümeleri sağlanmıştır. Her bir grup için üç tekerrür yapılmıştır. Bitkilerin çimlenmeden 14 gün sonra kökleri ve yaprakları hasat edilerek analiz yapılmaya kadar – 80 C'de muhafaza edilmiştir.

Malondialdehit Tayini

Farklı ışık uygulaması yapılan ortamlarda büyütülen fasulye fidelerinin yaprak ve kök dokularından 0,5 g alınarak 5 ml % 0,1 (w/v) TCA ile homojenize edilmiştir. Daha sonra

homojenat 10000g'de 20 dakika santrifüj edildi. 0,5 ml süpernatant üzerine 1 ml % 0,5 TBA içeren TCA ilave edilerek 95°C'de 30 dakika inkübe edildikten sonra buz banyosunda soğutulmak suretiyle reaksiyon durduruldu. Karışım 10 dakika 10000g'de tekrar santrifüj edildi. Spektrofotometre'de 532 nm' de ölçüm yapılarak absorbanslar kaydedildi. Non-spesifik absorpsiyonlar için her bir numunenin 600 nm'deki absorbansıda ölçülerek absorbanstan düşüldü. Numunelerdeki malondialdehit konsantrasyonu $155 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ekstinksiyon katsayısı kullanılarak hesaplandı (Heat ve Packer, 1968).

Hidrojen Peroksit Miktarının Belirlenmesi

Her bir uygulama grubundan 0,3 g yaprak ve kök dokusu 3 ml %1' lik (w/v) TCA'da homojenize edilerek 12000g' de santrifüj edildi. 0,5 ml süpernatant üzerine 1 ml, 10 mM (pH=7) fosfat tamponu ve 1 ml, 1 M potasyum iyodür ilave edildi. Elde edilen karışımın absorbansı 390 nm' de ölçüldü. Daha sonra hidrojen peroksitten hazırlanan standart grafikten yararlanılarak bitki örneklerindeki hidrojen peroksit miktarı belirlendi (Velikova ve ark. 2000).

Yağ Asidi Tayini

Yeşil, de-etiyole ve etiyole fasulye fidelerinin kök ve yapraklarından alınan 1,30 g taze doku etüvde kurutuldu. Kuru numuneler havanda öğütülerek deney tüplerine alındı. 2 ml metanol-kloroform (1:2) karışımı ilave edildi ve karışım süzgeç kağıdıyla süzülerek tüplere alınan örneklerin üzerine tekrar 2 ml metanol-kloroform (1:2) karışımı eklenerek 4500g'de 10 dk santrifüj edildi. Tüplere 3 ml metanol-kloroform (1:2) karışımı ve % 1'lik 1 ml potasyum klorür ilave edilerek vortekslendi. Numuneler 4500g' de 7 dk santrifüj edilerek bir faz oluştu. Süpernatant kısmı alınıp üzerine 2 ml kloroform ve % 1'lik 1,5 ml potasyum klorür çözeltisi konularak örnekler tekrar vortekslendi. Tekrar 4500g' de 7 dk santrifüj edilen numunelerin süpernatantından 1,5 ml alınarak üzerine %2'lik 5 ml sülfürik asit çözeltisi eklenip parafinle kapatıldı. Tüpler 12–15 saat süresince 50°C'de etüvde inkübasyona bırakıldı. İnkübasyondan sonra oda sıcaklığında soğuması sağlanan örneklerin üzerine 5 ml %5'lik NaCl ilave edilip vortekslendi ve tüplere 5 ml hekzan ilave edilerek yeni bir faz oluştu. Hekzanlı faz yeni tüplere alınarak üzerine 5ml %2'lik potasyum bikarbonat ilave edildi. Oda sıcaklığında 4 saat bekletilerek üst faz kısmı tekrar tüplere alınarak evaporatörde 42°C' de tamamen uçuruldu. Tüplere 1 ml hekzan konulup örnekler viallere alındı. Daha sonra numuneler gaz kromatografisi cihazına verilerek yağ asidi kompozisyonu ve % miktarları belirlendi (Christie, 1993).

Yağ Asitlerinin Tanımlanması ve Hesaplanması

Gaz kromatografisinde bitki örneklerinden elde edilen kromotogramlardaki pikler, standart yağ asitlerinin aynı şartlarda elde edilen kromotogram piklerinin alıkonma sürelerine karşılık gelen standart pik alanlarıyla karşılaştırılarak yağ asitlerinin tanımlanması ve yüzde hesaplanması yapıldı.

Gaz Kromatografisi ve Çalışma Şartları

Cihaz: Perkin Elmer Clarus 500 model

Kolon: Restek RTX-2330 (30 mx0.25 mm, 0.25µm film kalınlığı)

Enjeksiyon hacmi: 1µl

Enjeksiyon port sıcaklığı: 250 °C

Taşıyıcı gaz: Helyum (1 ml/dak)

Split oranı: 50/1

Fırın programı

Başlangıç sıcaklığı: 120°C, 2°C/dk ısıtma hızı ile 180°C'ye daha sonra 4°C/dk ile 200°C'ye, 7°C/dk ile 230 °C'ye çıkılıyor ve 1 dk bekliyor. Toplam çalışma süresi 45 dk.

FID şartları:

Dedektör sıcaklığı: 250 °C

Kuru hava: 450 ml/dk

Hidrojen: 45 ml/dk

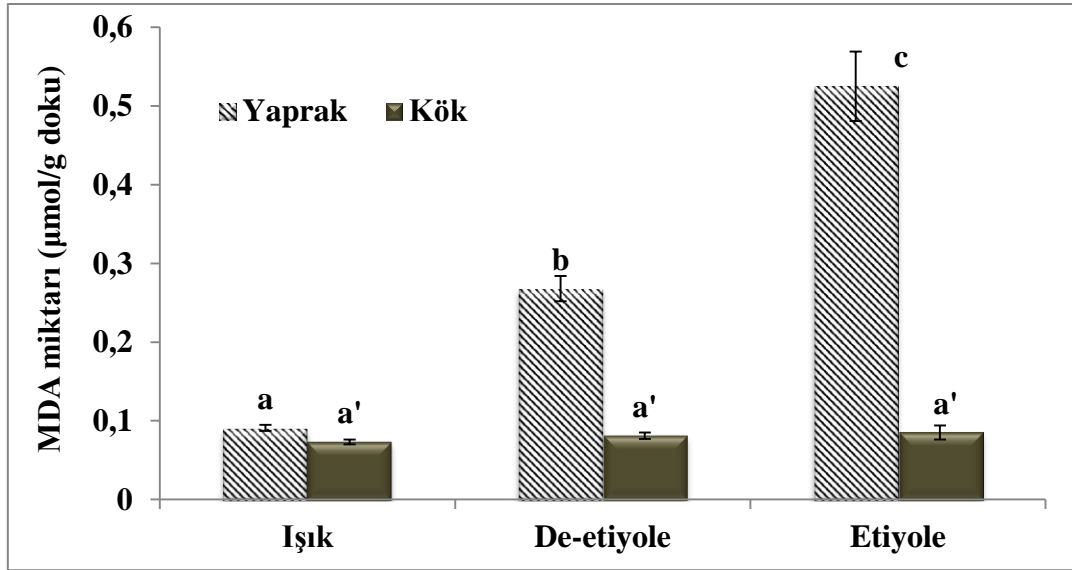
İstatistik Analiz

Gruplar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu aralık testine göre $p < 0,05$ önemlilik değerine göre belirlenmiştir. Çalışmada her grup için 3 tekrür yapılmıştır. İstatistikî analizler SPSS for Windows 15.0 Standart version paket programı kullanılarak gruplar arasındaki farklılıklar tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) ile hesaplanmıştır (Duncan, 1955).

3. Bulgular ve Tartışma

Işığın bitki büyümesi üzerinde en belirgin etkisi de-etiolasyon sürecinde görülmektedir. Apikal kancanın açılması, gövde uzamasının durması ve gövdenin kalınlaşması, yaprak büyümesi ve kloroplast oluşumu karanlık-ışık geçişlerinde gözlenen değişikliklerdir (Cano ve ark, 2006). Bitkiler tarafından ışığın algılanmasında fitokrom, mavi ışık reseptörleri ve UV-B reseptörleri rol oynar (Cona ve ark. 2003; Chen ve Chory, 2011). Bitkilerin ilk gelişim safhasında karanlık-ışık dönüşümleri organların yapısını ve büyümesini derinden etkiler. Toprak altındaki genç fidelerde güneş ışığına ulaşmak için hızlı büyüme meydana gelir. Mısır ve buğdaygillerde bu olay çok belirgindir ve koleoptil toprak yüzeyine çıktığında büyüme ışık tarafından inhibe edilir. Farklı fotoreseptörler vasıtasıyla gerçekleşen bu fotomorfogenik olay koleoptilden mesokotile sağlanan indol- 3-asetik asidin azalmasıyla ilgili olduğu varsayılır (Cona ve ark. 2003).

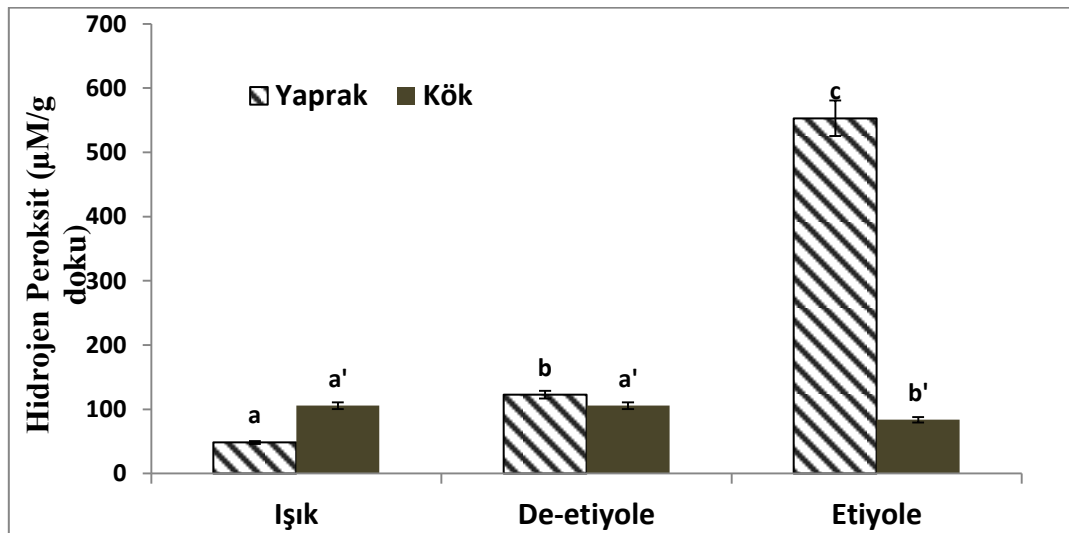
Kontrol ve uygulama gruplarında lipit peroksidasyonu malondialdehit miktarı ölçülerek belirlenmiştir. Yeşil, de-etiyole ve etiyole fasulye fidelerinin kök ve yapraklarında lipit peroksidasyonu sonuçları Şekil 1'de gösterilmiştir. Karanlık ortamda büyüyen fasulye fidelerinin yapraklarında lipit peroksidasyonu diğer gruplardan önemli oranda yüksek olduğu görülmüştür. De-etiyole fasulye yapraklarında lipit peroksidasyonu yeşil ve etiyole grup arasında bir değere sahiptir. Etiyole *Vigna radiata* L. ve *Pisum sativum* L. Bitkilerinin fidelerinin embriyonik ekseninde lipit peroksidasyonunun arttığı rapor edilmiştir (Munro ve ark. 2004). Fasulye fidelerinin köklerinde ışık-karanlık uygulaması lipit peroksidasyonunda istatistiksel açıdan önemli bir değişim meydana getirmemiştir ($p < 0,05$).



Şekil 1. De-etiolasyon sırasında fasulye kök ve yapraklarında malondialdehit miktarları (Değerler± standart hata, n=3, p≤0.05).

Figure 1. Amounts of malondialdehyde in the roots and leaves of bean seedlings during the de-etiolation (Means± SE, n=3, p≤0.05).

Yeşil, de-etiyole ve etiyole fasulye fidelerinin yaprak ve köklerinde hidrojen peroksit miktarları Şekil 2’de gösterilmiştir. Karanlık ortamda büyütülen etiyole fasulye fidelerinin yapraklarında hidrojen peroksit miktarı yeşil ve de-etiyole gruplarına göre önemli oranda yüksek olduğu gözlenmiştir. Karanlık-ışık geçişinde de-etiyole fasulye yapraklarında hidrojen peroksit miktarı önemli oranda azalırken köklerde artış görülmüştür (p<0,05). Etiyole bitkilerde hızlı büyüme gerçekleşmesinde aktif oksijen türlerinin de katkılarının olduğu özellikle hidroksil radikali (OH[•]) hücre çeperi yumuşamasında rol oynadığı ifade edilmektedir (Cona ve ark. 2003).



Şekil 2. De-etiolasyon sırasında fasulye kök ve yapraklarında hidrojen peroksit miktarları (Değerler± standart hata, n=3, p≤0.05).

Figure 2. Amounts of hydrogen peroxide in the roots and leaves of bean seedlings during the de-etiolation (Means± SE, n=3, p≤0.05).

Karanlık-ışık geçişlerinde fasulye yapraklarında MDA ve H₂O₂ miktarlarında önemli oranda azalma meydana gelmiştir. Köklerde ise lipit peroksidasyonunda önemli değişim gözlenmemiştir. Işık yokluğu bitkiler için stres kaynağıdır ve uzun süre karanlık ortamda büyüyen bitkilerde senesens görülmeye başlar (Karataş ve ark 2010). Senesens bitki dokularının bütünlüğünün bozulduğu ve pek çok yıkım olaylarının meydana geldiği metabolik bir süreçtir. Karanlıkta büyüyen fasulye yapraklarında görülen yüksek lipit peroksidasyonu senesens süreciyle ilişkili olabilir. Karanlık-ışık geçişlerinde bitki yapraklarının yeşillenmesine bağlı olarak fotosentez aktivitesiyle birlikte antioksidan özelliklere sahip sekonder metabolitlerin sentezinde artış meydana gelmektedir ve aktif oksijen türlerinin neden olduğu oksidatif hasar sınırlandırılmaktadır (Akgül, 2010). Bu çalışmada; karanlık-ışık geçişlerinde fasulye yapraklarında çoklu doymamış yağ asit miktarındaki azalma ve fotosentez sayesinde antioksidan enzim ve bileşiklerin sentezindeki artış lipit peroksidasyonunu azalmasında rol oynadığı değerlendirilmektedir.

Fasulye bitkisinin kök ve yapraklarında meydana gelen total yağ asidi içeriğindeki değişimler % olarak Çizelge 1'de gösterilmiştir. Fasulye fidelerinin kök ve yapraklarında doymuş yağ asitlerinden sırasıyla en fazla palmitik (16:0) ve stearik asit (18:0) doymamış yağ asitlerinden linoleik (18:2) ve linolenik asit (18:3) bulunmaktadır. Karanlık-ışık geçişlerinde fasulye yapraklarında tekli doymamış yağ asiti (MUFA) yüzdesi artarken çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) yüzdesi azalmıştır. Fakat fasulye köklerinde MUFA yüzdesi azalırken PUFA yüzdesi kısmi olarak artmıştır. Karanlık-ışık geçişlerinde fasulye yapraklarında palmitik ve stearik asit yüzdeleri artarken köklerde palmitik ve lignoserik (24:0) asit yüzdelerinde artış gözlenmiştir.

Lipitler biyolojik membranların en önemli bileşenleridir. Biyolojik membranlar hücre zarı ve organel zarlarından meydana gelmektedir. Lipitler genelde membranların geçirgenlik ve akıcılığında sorumludur. Hücre membranı; transport, hücre çeperi biyosentezi, hormon ve fitokrom cevapları ve çeşitli stres faktörlerinin hücreye nüfuzunu engelleme gibi pek çok olayda rol oynar. Hücre organel membranları işlevlerine uygun lipit kompozisyonuna sahiptirler. Çevre şartlarında meydana gelen değişimler özellikle hücre zar yapısının lipit kompozisyonu değiştirir (Walti ve ark. 2002). Lipit bileşimindeki değişiklikler hücre zarının elastikiyet sınırları içerisinde membranın geçirgenlik ve akıcılığının korunmasına yöneliktir. Doymuş ve doymamış yağ asidi miktarlarının birbirlerine oranı çevre şartlarına bağlı olarak zar bütünlüğünün korunması amacıyla genotipik kapasiteye bağlı artıp-azalabilmektedir (Parida ve Das, 2005; Saidi ve ark. 2010). Hücre çeperi ve zar yapısındaki sıkı paketlenme stres faktörlerinin hücreye girişini önlemekte veya azaltmaktadır. Biyolojik zarların lipit kompozisyonunu değiştirme potansiyeli bitkilerin çevreyle adaptasyonunda önemli bir özelliktir (Arbaoui ve Link, 2008). Bu çalışmada; karanlık-ışık geçişlerinde fasulye fidelerinin yapraklarında doymamış yağ asitleri (USFA) azalırken doymuş yağ asitleri (SFA) artmıştır. Etiyole ve de-etiyole fasulye kök ve yapraklarında çoklu doymamış yağ asitlerinin yüzdesi (PUFA) tekli doymamış yağ asitlerinden (MUFA) daha fazladır. Tekli doymamış yağ asitlerinden en fazla oleik asit, çoklu doymamış yağ asitlerinden linoleik, linolenik ve Cis-11,14,17 eikosatrienoik bulunmaktadır. Bezeleye fidelerinin de-etiolasyon sürecinde yaprakların lipid içeriğinde en fazla değişim linoleik ve linolenik asit miktarında görülmüştür (Trémolières ve Lepage, 1971). Yaprak ve kök arasındaki doymamış yağ asitleri miktarındaki değişim metabolik aktivitedeki farklılıktan kaynaklanabilir.

Çizelge 1. De-etiolasyon sırasında fasulye fidelerinin yaprak ve köklerinde yağ asidi içeriği ve yüzdeleri (Değerler± standart hata, n=3, p≤0.05).

Table 1. Fatty acid content and percentage in leaves and roots of bean seedlings during de-etiolation (Means± SE, n=3, p≤0.05).

Yağ asidi	YAPRAK			KÖK		
	Kontrol	De-etiyole	Etiyole	Kontrol	De-etiyole	Etiyole
Kaprik asit (C10:0)	n.d	0.54	n.d	0.22 ^a	0.37 ^b	0.02 ^a
Undekanoik asit (C11:0)	0.01 ^a	0.57 ^c	0.15 ^b	n.d	0.11	0.14
Laurik asit (C12:0)	0.15 ^a	1.33 ^c	0.26 ^b	0.41 ^a	0.78 ^a	3.50 ^b
Miristik asit (C14:0)	0.31 ^a	0.56 ^c	0.47 ^b	1.25 ^b	0.35 ^a	0.24 ^a
Pentadekanoik asit (C15:0)	0.10 ^a	0.20 ^b	0.34 ^c	0.47	0.08	n.d
Pentadekenoik asit (C15:1)	n.d	0.04 ^a	n.d	0.13 ^a	0.09 ^a	0.05 ^a
Palmitik asit (C16:0)	6.70 ^c	5.17 ^b	2.03 ^a	3.05 ^a	8.90 ^b	6.33 ^{ab}
Palmitoleik asit (C16:1)	0.93 ^b	0.56 ^a	0.59 ^a	1.27 ^a	0.97 ^a	0.68 ^a
Heptadekanoik asit (C17:0)	0.10 ^a	0.26 ^b	0.21 ^{ab}	0.39 ^b	0.24 ^a	0.10 ^a
Stearik asit (C18:0)	2.48 ^b	2.28 ^b	1.44 ^a	2.23 ^a	3.15 ^a	3.45 ^a
Oleik asit (C18:1n9c)	8.87	n.d	0.06	0.79	9.29	n.d
Elaidik asit (C18:1n9t)	0.09 ^a	3.89 ^c	0.89 ^b	n.d	2.33	15.71
Linoelaidik asit (C18:2n6t)	2.68 ^b	0.42 ^a	2.41 ^b	0.33 ^a	2.09 ^a	0.21 ^a
Linoleik asit (C18:2n6c)	52.08 ^a	79 ^b	73.13 ^b	82.73 ^b	52.45 ^a	66.42 ^{ab}
Linolenik asit (C18:3n3)	9.83 ^b	1.76 ^a	3.02 ^a	0.41 ^a	7.08 ^a	1.93 ^{ab}
γ-linolenic asit (C18:3n6)	0.04 ^a	0.74 ^b	0.11 ^c	0.08 ^a	0.08 ^a	0.22 ^b
Araşidik asit (C20:0)	0.04 ^a	0.25 ^a	0.22 ^a	0.27 ^b	0.04 ^a	0.05 ^a
Cis-11-eikosenoik asit (C20:1)	0.04 ^a	0.74 ^a	0.05 ^a	0.07 ^a	0.43 ^a	0.07 ^a
Cis-11.14-eikosadienoik asit (C20:2)	0.30 ^a	0.20 ^a	0.19 ^a	1.08 ^b	0.16 ^a	0.08 ^a
Cis-11.14.17-eikosatrienoik asit (C20:3n3)	0.15 ^a	0.38 ^a	0.58 ^a	0.30 ^a	0.17 ^a	0.04 ^a
Eikosatrienoik asit (C20:3n6)	12.9 ^b	0.32 ^a	9.59 ^b	0.48 ^b	9.16 ^c	0.20 ^a
Araşidonik asit (C20:4n6)	0.02 ^a	0.09 ^a	0.22 ^b	0.36 ^a	0.23 ^a	0.08 ^a
Heneikosanoik asit (C21:0)	0.01 ^a	0.07 ^a	0.71 ^a	2.07 ^b	0.22 ^a	0.05 ^a
Erusik asit (C22:1n9)	0.47 ^a	0.35 ^a	0.51 ^a	0.18 ^a	0.34 ^a	0.10 ^a
Trikosanoik asit (C23:0)	0.09 ^a	0.09 ^a	0.29 ^a	0.21 ^b	0.03 ^a	0.06 ^{ab}
Lignoserik asit (C24:0)	1.61 ^a	0.16 ^a	2.46 ^a	0.38 ^a	1.13 ^a	0.20 ^a
Tekli doymamış yağ asitleri (MUFA)	10.40 ^c	5.58 ^b	2.10 ^a	2.52 ^a	13.45 ^b	16.61 ^c
Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA)	78 ^a	82.91 ^b	89.22 ^c	86.51 ^c	70.89 ^a	69.18 ^a
Doymamış yağ asitleri (USFA)	88.40 ^a	88.49 ^a	91.32 ^b	89.03 ^b	84.81 ^a	85.79 ^a
Doymuş yağ asitleri (SFA)	11.60 ^b	11.51 ^b	8.58 ^a	10.97 ^a	15.19 ^b	14.21 ^b

4. Sonuç

Etiyole fasulye fidelerinin kök ve yapraklarında yağ asidi kompozisyonu farklılık göstermektedir. Köklerde doymuş yağ asitleri yapraklardan daha fazla bulunmaktadır. Karanlık–ışık geçişlerinde de-etiyolet fasulye köklerinde tekli doymamış yağ asitleri yüzdesi azalırken yapraklarda artmıştır. De-etiyolet fasulye fidelerinde ışık etkisiyle fotosentetik mekanizmanın aktive olması lipit metabolizmasını da etkilemektedir.

Kaynaklar

- Akgül B, 2010. Etiyole fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) fidelerinde antioksidan enzim aktivitelerinin ve total fenolik bileşiklerin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, 38.
- Arbaoui, M and Link, W., 2008. Effect of hardening on frost tolerance and fatty acid composition of leaves and stems of a set of faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes. *Euphytica*. 162, 211-219.
- Cano, A., Hernández-Ruiz, J., Arnao, MB., 2006. Changes in hydrophilic antioxidant activity in *Avena sativa* and *Triticum aestivum* leaves of different age during de-etilation and high-light treatment. *J Plant Res*. 119, 321-327.
- Chen, M., Chory, J., 2011. Phytochrome signaling mechanisms and the control of plant development. *Trends in Cell Biology*. 21(11), 664-671.
- Christie, WW., 1993. Preparation of lipid extracts from tissues, *Advances in Lipid Methodology-II*. The Oily Press, Dundee, Scotland 195–213.
- Cona, A., Cenci, F., Cervelli, M., Federico, R., Mariottini, P., Moreno, S., Angelini, R., 2003. Polyamine oxidase, a hydrogen peroxide-producing enzyme, is up-regulated by light and down-regulated by auxin in the outer tissues of the maize mesocotyl. *Plant Physiology*. 131, 803-813.
- Duncan, DB., 1955. Multiple range and multiple F-tests. *Biometrics*. 11(1), 1- 42.
- Heath, RL., Packer, L, 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Arch Biochem Biophys*. 125, 189-198.
- Munro, KD., Hodges, DM., DeLong, JM., Forney, CF, and Kristie, DN., 2004. Low temperature effects on ubiquinone content, respiration rates and lipid peroxidation levels of etiolated seedlings of two differentially chilling-sensitive species. *Physiologia Plantarum*. 121, 488-497.
- Karataş, İ., Öztürk, L., Erşahin, Y and Okatan, Y.,2010. Effects of Auxin on Photosynthetic Pigments and Some Enzyme Activities during Dark-Induced Senescence of *Tropaeolum* Leaves. *Pak. J. Bot.* 42(3), 1881-1888.
- Parida, A., ve Das, AB, 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 60, 324–349.
- Saidi, Y., Peter, M., Finka, A., Cicekli, C., Vigh, L., and Goloubinoff, P., 2010. Membrane lipid composition affects plant heat sensing and modulates Ca²⁺-dependent heat shock response. *Plant Signaling & Behavior*. 5(12), 1530-1533.
- Symons, GM and Reid, JB., 2003. Interactions between light and plant hormones during de-etiolation. *J. Plant Growth Regulation*. 22: 3-14.
- Taiz, L., Zeiger., E., 2008. *Bitki Fizyolojisi*, Üçüncü baskıdan çeviri. Editor: Prof. Dr. İsmail Türkan. Palme Yayıncılık, Ankara 591-602.
- Trémolières, A and Lepage, M., 1971. Changes in lipid composition during greening of etiolated pea seedlings. *Plant Physiology*. 47, 329-334.
- Velikova, V., Yordanov, I., Edrava, A., 2000. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants. Protective role of exogenous polyamines. *Plant Science*. 151, 59-66.
- Welti, R., Li, W., Li, M., Sang, Y., Biesiada, H., Zhou, H.E., Rajashekar, C.B., Williams, T.D., and Wang, X., 2002. Profiling Membrane Lipids in Plant Stress Responses.
- Yoshida, S and Uemura, M., 1986. Lipid composition of plasma membranes and tonoplasts isolated from etiolated seedlings of mung bean (*Vigna radiata* L.). *Plant Physiology*. 82, 807-812.