

Kimyasal ve elle meyve seyreltme uygulamalarının bazı elma çeşitlerinde polifenol oksidaz aktivitesi üzerine etkisi

The effect on polphenol oxidase activity of chemical and hand fruit thinning applications in some apple cultivars

Ersin GÜLSOY^{1*}, Ayşe TÜRKHAN², Elif Duygu KAYA³

¹İğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, İğdır

²İğdır Üniversitesi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi, İğdır

³İğdır Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İğdır

To cite this article:

Gülsoy, E., Türkhan, A. & Kaya, E. (2019). Kimyasal ve elle meyve seyreltme uygulamalarının bazı elma çeşitlerinde polifenol oksidaz aktivitesi üzerine etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23(2): 211-217. DOI: 10.29050/harranziraat.474985

Address for Correspondence:

Ersin GÜLSOY

e-mail:

ersin.gulsoy@igdir.edu.tr

Received Date:

26.10.2018

Accepted Date:

14.03.2019

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

Öz

Bu çalışmada, MM 106 klon anacına aşılı Golden Delicious, Granny Smith ve Red Chief elma çeşitlerinde Naftalen Asetik Asit (NAA) (5,10 ppm) ve Benzyladenine (BA) (100, 150 ppm) ile kimyasal seyreltme ve elle seyreltme uygulamaları yapılmıştır. Hasat döneminde toplanan elma çeşitlerinde uygulamalara göre polifenol oksidaz aktivitesi belirlenmiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre çeşit, uygulama ve çeşit x uygulama interaksiyonun polifenol oksidaz aktivitesi üzerine etkisi önemli bulunmuştur (P<0.01). Elde edilen sonuçlara göre Red Chief çeşidinin polifenol oksidaz aktivitesi diğer çeşitlere göre bütün uygulamalarda daha yüksek kaydedilmiştir. NAA dozları arttıkça Golden Delicious ve Red Chief çeşidinde polifenol oksidaz enzim aktivitesi artmış, Granny Smith çeşidinde azalmıştır. Buna karşın BA'nin dozundaki artışla birlikte Golden Delicious ve Red Chief çeşidinde polifenol oksidaz enzim aktivitesi azalmış, Granny Smith çeşidinde ise artmıştır.

Anahtar Kelimeler: Elma, Naftalen Asetik Asit, Benziladenin, Polifenol Oksidaz, Seyreltme,

ABSTRACT

In this study, MM 106 clone rootstock grafted on to Golden Delicious, Granny Smith and Red Chief apple cultivars were applied Naphthalene Acetic Acid (NAA) (5, 10 ppm) and Benzyladenine (BA) (100, 150 ppm) with hand and chemical thinning. Apple cultivars collected during harvest according to applications was determined polyphenol oxidase activity. According to the results of statistical analysis, the effect of application and variety x application interaction on polyphenol oxidase activity was found to be important (P<0.01). According to the results, polyphenol oxidase activity of Red Chief variety was higher in all applications compared to other varieties. As the NAA doses increased, while the activity of the polyphenol oxidase enzyme in the Golden Delicious and Red Chiefs increased, polyphenol oxidase activity decreased in Granny Smith variety. On the other hand, with the increase in the dose of BA, polyphenol oxidase activity was decreased in Golden Delicious and Red Chief, polyphenol oxidase activity increased in Granny Smith variety.

Key Words: Apple, Naphthalene Acetic Acid, Benzyladenin, Polyphenol Oxidase, Thinning,

Giriş

Elma (*Malus domestica* Borkh.), dünyada ve ülkemizde ekonomik anlamda yetiştiriciliği ve ticareti en fazla yapılan meyve türlerinden biridir

(Güleryüz ve Ercişli, 1995). İçeriğinde bulunan doğal oksidantlar, C vitamini (askorbik asit), çeşitli makro ve mikro elementlerle oldukça zengin potansiyele sahip bir meyvedir (Podsędek ve ark., 2000; Lee ve ark., 2003).

Dünyada elmanın meyve kalitesine verilen önem diğer meyvelere verilen önemden daha fazladır. Özellikle tüketiciler, oldukça fazla sayıda bulunan çeşitler arasında, meyve iç ve dış görünüşüne göre tercihlerini yaparak yüksek kalitedeki ürünleri satın almaktadırlar bu durum üreticilerin sadece kaliteli meyveden yeterli kazanç sağlayabilmelerine neden olmaktadır. Böylece dünyada büyük rekabet yaşanan elma endüstrisinde, yüksek verimden çok kaliteli ürün yetiştirmek zorunlu hale gelmiştir. Elma kalitesi birçok genetik ve çevresel faktörden etkilenir. Kimyasal ve elle seyreltme uygulamaları yüksek kaliteli, meyve büyüklüğü ve rengi ile gösterişli ve zararlılara karşı dayanıklı ürün elde etmek amacıyla sıklıkla uygulanan metotlardır (Yıldırım ve Koyuncu, 2014).

Polifenol oksidaz (PFO) (E.C.1.10.3.1.) meyve ve sebzelerde enzimatik esmerleşmeden sorumlu aktif merkezinde bakır bulunduran oksidoredüktaz sınıfı bir metaloenzimdir. Polifenol oksidaz bitkilerden mantarlara kadar birçok canlı türünde bulunur. Enzim; moleküler oksijen varlığında bitkilerde doğal olarak bulunan fenolik bileşiklerin oksidasyonu reaksiyonlarını katalizler. Reaksiyon sonucunda son derece reaktif o-kinon bileşikleri oluşur ve enzimatik olmayan polimerizasyon reaksiyonları ile esmerleşmeye sebep olan kahverengi-siyah renkteki melanin pigmentlerine dönüşürler. Kinonlar ayrıca hücreler için toksik özelliğe sahip olup reaktif oksijen türlerinin oluşumuna da neden olmaktadır (Shkolnik ve ark., 1981; Walker ve Ferrar, 1998). Özellikle hasat sonrası taze meyvelerin depolanması sırasında görülen polifenol oksidaz kaynaklı esmerleşme reaksiyonları gıdanın renk, lezzet, görünüş gibi organoleptik özellikleri ve besin değerini dolayısı ile kalitesini ve ekonomik değerini düşürür (Yoruk ve Marshall, 2003; Kolcuoğlu 2012; Türkan ve ark., 2018). Normal şartlarda enzimle fenolik bileşikler bir araya gelmez. Enzim hücre içerisinde kloroplastlarda tilakoid membrana bağlı ya da stoplazmada bulurken, substratı olan fenolik bileşikler kofullarda yoğunlaşmıştır. Meyve veya sebze kesildiğinde, yaralandığında ya da meyvenin

olgunlaşması sonucu hücre yapısının değişmesiyle; enzim hücre dışına çıkarak moleküler oksijen varlığında, fenolik bileşiklerle reaksiyona girer ve esmerleşme reaksiyonlarına neden olur (Mathewson, 2000; Chang ve ark., 2000; Muchuweti ve ark., 2006).

Bitki Gelişim Düzenleyicileri (BGD), fitohormon olarak tanımlanır ve bitkilerde gerçekleşen fizyolojik olayların çoğunluğu bitki gelişim düzenleyiciler tarafından kontrol edilir. Oksinler, gibberellinler ve sitokininler gibi bazı bitki gelişim düzenleyiciler bitki gelişimini teşvik ederken; absisik asit ve etilen ise bitkide tohum ve tomurcukların uyku döneminin uzamasına, stomaların kapatılmasına, yaprakların dökülmesine ve meyvelerin olgunlaşmasına neden olarak bitki gelişimini engellemektedir. İlk keşfedilen büyüme düzenleyici hormon grubu olan oksinler bitkilerde partenokarpik meyve tutumunu sağlamak, meyve ve yaprak dökümünü engellemek, meyve tutumunu arttırmak, tomurcukların daha erken çiçek açmasını sağlamak için kullanılmaktadır (Salisbury, 1991; Öktüren ve Sönmez, 2005).

Oksin grubu sentetik bir hormon olan Naftalen Asetik Asit (NAA) elmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Drake ve ark., 2005). Bu hormon yapraktan absorbe edilmekte ve etilen oluşumunu teşvik ederek ayırım tabakasının oluşmasını sağlamakta, böylece dökümleri meydana getirmektedirler (Tromp, 2000). Ancak hasat zamanını yaklaşık olarak 10–14 gün kadar geciktirdiği, olgunlaşmayı ve yumuşamayı hızlandırdığı ve meyvenin hasat sonrası ömrünün kısalmasına neden olduğu da birçok çalışmada bildirilmiştir (Marini ve ark., 1993; Westwood, 1993; Byers, 1997; Schupp ve Greene, 2004; Curry, 2006; Öztürk ve ark., 2012).

Sitokininler doku kültüründe sürgün ve kök farklılaşması, lateral tomurcukların büyümesi, yaprak gelişmesi, etioplastların kloroplastlara dönüşmesini teşvik ederek klorofil sentezini sağlarlar ve yaşlanma üzerinde etkilidirler (Özen ve Onay, 1999).

Polifenol oksidaz enziminin herhangi bir bitki gelişim düzenleyicisi uygulanmaksızın meyvenin

gelişimi sırasında aktivitesinin arttığı bilinmektedir. Benziladenin ve Naftalen Asetik Asit uygulanarak hasat dönemi geciktirilmiş, olgunlaşma derecesi arttırılmış meyvelerde hasat sonrası depolama sırasında kaliteyi belirleyici başlıca unsur olan polifenol oksidaz enziminin aktivitesindeki değişiklik ekonomik olarak önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, Iğdır yöresinde yetiştirilmekte olan Golden Delicious, Granny Smith ve Red Chief elma çeşitlerinde elle, Naftalen Asetik Asit (NAA)'in 5 ve 10 ppm'lik dozları ile Benziladenin (BA) 100 ve 150 ppm'lik dozları kullanılarak seyreltme uygulamaları yapılmıştır. Çalışmada NAA ve BA uygulamalarının, elmanın yapısında doğal olarak bulunan, özellikle hasat sonrası dönemde meyve kalitesine ve önemli miktarda zarar veren ve polifenol oksidaz enzim aktivitesi üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Bu çalışma, 2015 yılı vejetasyon döneminde Iğdır iline bağlı Melekli Beldesi'nin Küllük Köyünde yer alan 5-6 yaşlı kapama elma bahçesinde yürütülmüştür. Çalışma materyalini MM 106 klon anacı üzerine aşılı yarı bodur Golden Delicious, Granny Smith, ve Red Chief elma ağaçları oluşturmuştur.

Elma çeşitlerinde elle seyreltme ile naftalen asetik asit ve benziladenin uygulaması

Çalışmada elle ve kimyasal seyreltme olmak üzere iki farklı seyreltme yöntemi uygulanmıştır. Kimyasal seyreltici olarak üzerine Naftalen Asetik Asit (NAA)'in 5 ve 10 ppm'lik dozları ve Benziladenin'in (BA) 100 ve 150 ppm'lik dozları kullanılmış ve uygulamalar tam çiçeklenmeden 20 gün sonra yapılmıştır. Deneme parsellerindeki etiketli elma çeşitlerinde elle seyreltme uygulaması haziran dökümünden sonra ve meyve çapı 10-12 mm'ye ulaştığı dönemde her hüzmeye ortada bir meyve kalacak şekilde yapılmıştır. Deneme parsellerinde kimyasal ve elle seyreltme yapılmayan ağaçlar kontrol olarak değerlendirilmiş

ve herhangi bir uygulama yapılmamıştır.

Deneme tesadüf bloklar deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrüde altı ağaç yer almıştır.

Ham enzim özütünün hazırlanması

Hasat döneminde toplanan Golden Delicious, Granny Smith ve Red Chief elma çeşitleri analiz yapılıncaya kadar -20°C'de derin dondurucuda bekletilmiştir. Analiz için dondurucudan çıkartılan elma örneklerinin ilk olarak kabukları soyulmuş ve çekirdekleri meyveden ayrılmıştır. Sonra her bir meyveden 15 gram tartılan örnekler bir havanda iyice ezilerek parçalanmıştır. Ardından % 1 PEG içeren 50 mM pH 5.0 asetat tamponundan 30 mL oranında ilave edilerek karıştırılmıştır. Dört katlı tülbentten süzülen ham enzim özütü, 4°C'de 10.000 rpm'de 30 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj edildikten sonra ayrılan ve üstte kalan sıvı kısım (süpernatant) ham enzim özütü olarak kullanılmıştır (Aydemir, 2004).

Polifenol oksidaz enziminin aktivite tayini

Çalışmada polifenol oksidaz aktivitesi okumaları her bir örnekte 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. PFO aktivitesi, spektrofotometrik olarak katekol substratı varlığında 500 nm'de, absorbanstaki artışın ölçülmesiyle belirlenmiştir (Espin ve ark., 1995). Enzim aktivitesine bakılırken, 100 µL enzim + 100 µL substrat (100 mM katekol) + 100 µL MBTH (10 mM) + 20 µL DMF + 680 µL tampon (50 mM pH 5.0 asetat tamponu) çözeltisi ilave edilerek reaksiyon karışımının son hacmi 1000 µL 'ye tamamlanmıştır. Enzim çözeltisinin konulmadığı reaksiyon karışımı da kör olarak değerlendirilmiştir. Bir ünite PFO aktivitesi; 1 mL reaksiyon karışımında bir dakikadaki 0.001 absorbans artışına neden olan enzim miktarı olarak belirlenmiştir (Kolcuoğlu, 2012).

İstatistiksel analiz

Çalışmada elde edilen veriler, "JUMP" istatistik programında varyans analizine tabi tutulmuş, "F" testi yapılmak suretiyle farklılıkları tespit edilen işlemlerin ortalama değerleri "LSD" önem testine göre gruplandırılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Çalışmada; elle seyreltme, Naftalen Asetik Asit ve Benziladenin uygulanan Golden Delicious, Granny Smith ve Red Chief elma çeşitlerinden izole edilen polifenol oksidaz enziminin kontrol grubuna karşı aktivitesinin değişimi incelenmiş ve

Çizelge 1’de gösterilmiştir. Kontrol grubunda yer alan meyvelerin polifenol oksidaz aktivitesine bakıldığında en yüksek aktivite Red Chief (4949.0 U(mL.dak)⁻¹) çeşidinde en düşük aktivite ise Golden Delicious (1739.50 (mL.dak)⁻¹) çeşidinde görülmüştür (Çizelge 1).

Çizelge 1. İncelenen elma çeşitlerinde seyreltme uygulamaları sonucunda elde edilen polifenol oksidaz aktivitesi (U(mL.dak)⁻¹) ortalama değerleri ve önem seviyeleri

Table 1. Cultivars of apples examined for a result of thinning applications of polyphenol oxidase activity (U(mL.dak)⁻¹) mean values and significance levels

Çeşitler	Kontrol	Elle Seyreltme	NAA 5 ppm	NAA 10 ppm	BA 100 ppm	BA 150 ppm	Ortalama
Cultivars	Control	Hand thinning	NAA 5 ppm	NAA 10 ppm	BA 100 ppm	BA 150 ppm	Average (U /mL.dak) ⁻¹
Golden Delicious	1527.33ij ^y	1854.00gh ^ı	1662.33h ^ı	1579.67j	1768.33gh ^ı	2445.33def	1739.50c ^{**}
Granny Smith	1454.00ij	2565.00de	2374.00def	2764.33d	2125.00efg	2099.33fgh	2230.30b
Red Chief	4860.33b	4484.67b	3782.33c	5344.00a	5634.33a	5588.33a	4949.0a
Ortalama Average (U /mL.dak) ⁻¹	2613.8c ^{**}	2967.8b	2606.2c	3096b	3175.8ab	3377.6a	
LSD Çeşit= 181.22		LSD Uygulama= 256.19		LSD Çeşit x Uygulama= 443.88			

^y:Çeşit x uygulama interaksiyonları %1 düzeyinde önemli bulunmuştur

^{**} Aynı satır ve sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır

Analiz sonuçları, polifenol oksidaz enzimi üzerine çeşit, uygulama ve çeşit x uygulama interaksiyonunun etkisinin önemli olduğunu göstermiştir.

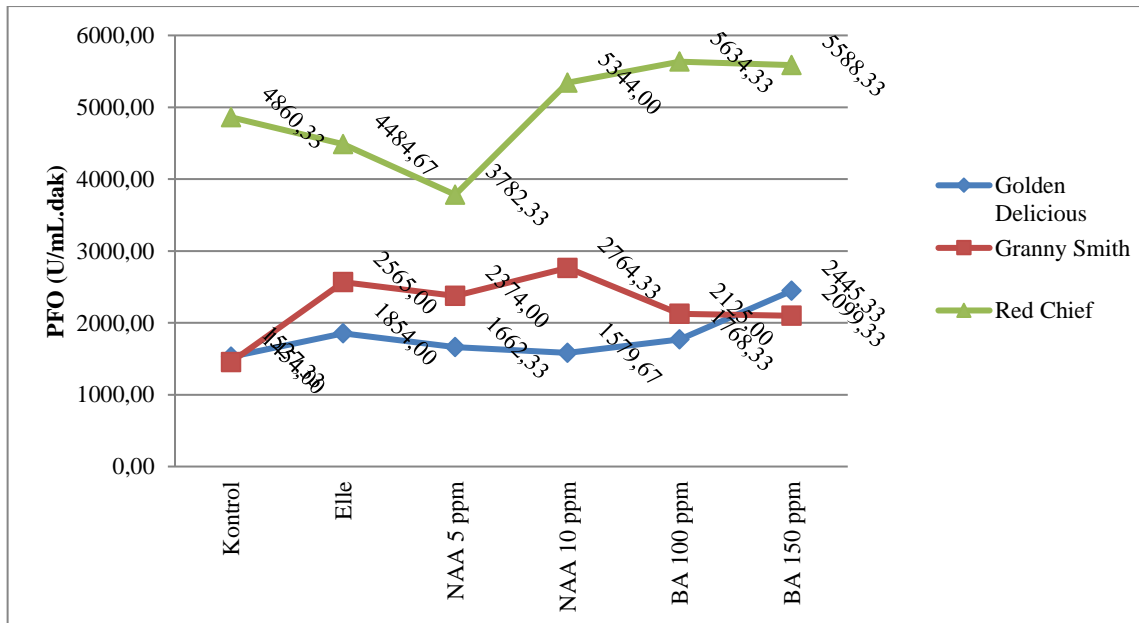
Elma çeşitlerinde 5 ve 10 ppm’lik Naftalen Asetik Asit uygulamalarında Golden Delicious çeşidinde polifenol oksidaz enzim aktivitesi sırası ile 1662.33 U(mL.dak)⁻¹ ve 1579.67 U(mL.dak)⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Enzim aktivitesinde kontrol değerine göre çok önemli bir artış olmazken, Granny Smith çeşidinde 5 ppm ve 10 ppm NAA uygulamalarında polifenol oksidaz aktivitesi sırasıyla 2374.00 U(mL.dak)⁻¹ ve 2764.33 U(mL.dak)⁻¹ olarak belirlenmiştir. Enzim aktivitesinde kontrol grubuna göre önemli bir artış gözlenmiştir. Red Chief çeşidinde ise 5 ppm’lik NAA uygulamasında enzim aktivitesi kontrol grubuna göre azalırken (3782.33 U(mL.dak)⁻¹) 10 ppm’lik NAA uygulamasında ise belirgin bir artış göstermiştir (5344.00 U(mL.dak)⁻¹). Ayrıca polifenol oksidaz aktivitesi, elle seyreltme uygulamasında kontrol grubuna göre daha yüksek

kaydedilmiştir. Literatürlerde, seyreltmede kullanılan Naftalen Asetik Asit ve Benziladenin polifenol oksidaz enzim aktivitesi üzerine etkisini araştıran az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bununla beraber farklı bitki büyüme düzenleyicilerinin polifenol oksidaz üzerine etkisini araştıran çalışmalar bulunmaktadır. Vernon ve Straus (1972) tütünde IAA (indolasetik asit) uygulamasıyla, Reda ve ark., (2005) kekikte 30 mg L⁻¹ ve 60 mg L⁻¹ IBA (indole-3-butyric acid), uygulamasıyla polifenol oksidaz aktivitesinin önemli düzeyde arttığını bildirmişlerdir. Bu sonuçlar çalışmada bulunan sonuçlarla uyumludur. Ayrıca oksinlerin yaşa ve türe bağlı olarak genellikle düşük konsantrasyonlarda etilen sentezini arttırarak bitki gelişimini düzenlediği belirtilmiştir (Öktüren ve Sönmez, 2005; Salisbury ve Ross, 1991). Etilen ise bitkisel dokularda latent (inaktif) formda sentezlenen polifenol oksidazı aktif hale getirmektedir (Yemenicioğlu ve ark., 1997). Bu durum esmerleşme reaksiyonlarının artmasına neden olabilir. Bazı çalışmalarda etilen

gazının polifenol oksidaz aktivitesini arttırdığı da bildirilmektedir (Underhill ve Critchley, 1993). Bu çalışmada bir oksin grubundan yer alan NAA uygulamaları sonucu gözlenen aktivite artışının sebebi bu durum olabilir.

Özellikle yüksek dozlarda bitki gelişim düzenleyicilerin uygulandığı bazı çalışmalarda polifenol oksidaz aktivitesinde azalmanın gözlemlendiği de bildirilmiştir. Masia ve ark., (1998) olgunlaşma dönemindeki Golden Delicious elma çeşidine 25 ppm'lik dozda NAA uygulayarak polifenol oksidaz, peroksidaz ve indol asetik asit oksidaz enzim aktivitelerinde oluşan değişimleri incelemişlerdir. Naftalen Asetik Asitin tüm enzimler üzerine inhibisyon etkisi gösterdiğini tespit etmişlerdir. İnal ve Kaya (2015), fasülye bitkisinin (*Phaseolus vulgaris L.*) yapraklarında Bor (B), İndol Asetik Asit (İAA) ve BxİAA interaksyonu uygulamalarının bitki gelişimi ve polifenol oksidaz (PFO), süperoksit dismutaz (SOD) ve askorbat peroksidaz (AP) enzim aktiviteleri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında; PFO enziminin 100 mg L⁻¹ İAA uygulanan bitkilerde kontrole göre daha yüksek aktivite gösterdiğini ancak artan (200 mg L⁻¹ ve 300 mg L⁻¹) İAA dozlarında aktivitenin düzenli bir şekilde azaldığını bildirmişlerdir.

Çalışmada 100 ve 150 ppm'lik Benziladenin uygulamalarında her üç elma çeşidinde de polifenol oksidaz enzim aktivitesinin kontrol grubuna göre arttığı görülmüştür. Polifenol oksidaz aktivitesi 100 ve 150 ppm'lik BA dozlarında Golden Delicious için sırasıyla 1768.33 U(mL.dak)⁻¹ ve 2445.33 U(mL.dak)⁻¹, Granny Smith çeşidi için 2125.00 U(mL.dak)⁻¹ ve 2099.33 U(mL.dak)⁻¹ ve en yüksek aktivitenin görüldüğü Red Chief çeşidi için 5634.33 U(mL.dak)⁻¹ ve 5588.33 U(mL.dak)⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Benzer çalışmalarda Reda ve ark. (2005) kekik bitkisi üzerine 60 mg L⁻¹ Benziladenin uyguladıklarında polifenol oksidaz enzim aktivitesinin önemli derecede arttığını belirtmişlerdir. Sitokinlerin bitki hücrelerinde doku bölünmesini uyarma yeteneklerinin olduğu, enzim ve protein sentezini arttırdıkları ayrıca kloroplast oluşumunu arttırdıkları bildirilmiştir (Özen ve Onay, 1999; Öktüren ve Sönmez, 2005). Polifenol oksidaz enzimlerinin büyük bir kısmı hücrenin kloroplastlarında membrana bağlı olarak bulunmaktadır. Bu nedenle artan Benziladenin dozları polifenol oksidaz aktivitesini arttırmış olabilir.



Şekil 1. Polifenol oksidaz enzim aktivitesi bakımından çeşit x uygulama interaksyonu

Figure 1. Polyphenol oxidase enzyme activity with regard to cultivar x application interaction

Bitki büyüme düzenleyicilerinin farklı enzim aktivitesi üzerine etkisini araştıran çalışmalarda;

Avakadolarda, Absizik Asitin artan konsantrasyonlarının, polifenol oksidaz aktivitesini

arttırdığı belirlenmiştir (Bower ve Cutting, 1988). Başka bir çalışmada, farklı su streslerinde yetiştirilen buğday bitkisinin (*Triticum aestivum* L.) soğuga dayanımını artırmak amacıyla uygulanan salisik asit (SA) ve absizik asit (ABA) uygulamalarının katalaz (CAT), peroksidaz (POD) ve süperoksid dismutaz (SOD) aktiviteleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Bitkilerin donma stresine karşı enzim düzeyinde oluşturduğu savunma mekanizması bakımından ABA uygulaması, CAT ve POD enzim aktivitesinde en yüksek etkiye sahip olurken, SA uygulaması SOD enzim aktivitesinde daha etkin rol almıştır (Kocaman, 2010). Ayçiçeği bitkisinin fideleri üzerine indol asetik asit (IAA) ve benziladeninin (BA) uygulandığı bir çalışmada peroksidaz aktivitesine bakılmıştır. Çalışmada IAA'nın 0.01 ve 10 µM, BA'nın 0.01 ve 10 µM ve bu iki uygulamanın farklı karışımları bitkilere uygulanmış ve enzimin farklı oranlarda peroksidaz aktivitesi gösterdiği belirlenmiştir (Gören ve Çağ, 2007)

Sonuçlar

Ticari elma yetiştiriciliğinde seyreltme uygulaması kârlılığa etki edebilen önemli bir faktördür. Bu sebeple günümüzde elle ya da sentetik bitki gelişim düzenleyiciler kullanılarak çiçek ve meyve seyreltmeleri yapılmakta böylece yüksek kalitede ürün elde edilmektedir. Elle ve sentetik bitki gelişim düzenleyiciler kullanılarak yapılan seyreltme çalışmalarının meyvenin doğal yapısında bulunan enzimler üzerine etkisinin araştırıldığı çalışma sayısı çok azdır. bu çalışmada, Naftalen Asetik Asit ve Benziladenin'in farklı dozları ile elle seyreltme uygulamalarının Golden Delicious, Granny Smith ve Red Chief elma çeşitlerinin yapısında doğal olarak bulunan ve enzimatik esmerleşmeye neden olan polifenol oksidaz enzim aktivitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Enzimatik esmerleşme reaksiyonları meyvelerin hasat, depolama ve işlenmeleri sırasında her yıl ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır ve polifenol oksidaz enziminin meyvenin hasat dönemindeki seviyesi ve depolama sırasındaki değişimi meyvenin

esmerleşmeye yatkınlığının bir göstergesidir. Çalışma sonucunda elle seyreltilmiş ya da NAA ve BA uygulanmış elma çeşitlerinde hasat dönemindeki polifenol oksidaz aktivitesinin kontrol grubuna göre artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum bu uygulamaların elmanın esmerleşmeye yatkınlığını arttıracığı ve depolama süresinin kısalabileceği şeklinde yorumlanabilir. Çalışma sonuçları, daha kaliteli bir elma yetiştiriciliği hedefleyen üretici için kullanılan seyreltici kimyasallarının depolama esnasında polifenol oksidaz enzim aktivitesi üzerine etkisini nasıl değiştirdiği hakkında bir ön bilgi edinmeleri açısından oldukça önemlidir.

Kaynaklar

- Aydemir, T. (2004). Partial purification and characterization of polyphenol oxidase from artichoke (*Cynara scolymus* L.) heads. *Food Chemistry*, 87, 59–67.
- Bower, J. P. ve Cutting, J. G. M. (1988). Influence of abscisic acid on polyphenol oxidase browning potential in avocado. *South African Journal of Plant and Soil*, 5(1), 42-43.
- Byers, R. E. (1997). Effects of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest fruit drop and maturity of 'Delicious' apples. *Journal of Tree Fruit Production*, 2, 53–75.
- Chang, S., Tan, C., Frankel, E. N. ve Barrett, D. M. (2000). Low-density lipoprotein antioxidant activity of phenolic compounds and polyphenol oxidase activity in selected clingstone peach cultivars, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(2), 147-151.
- Curry, E. A. (2006). Changes in ripening physiology of Delicious and Fuji apples treated preharvest with NAA. Proc. Xth IS on Plant Bioregulators in Fruit. *Acta Horticulture*, 727, 481–488.
- Çelik, İ., Tülüce, Y. ve Özok, N. (2002). Effects of indoleacetic acid and kinetin on lipid peroxidation levels in various rat tissues. *Turkish Journal of Biology*, 26(4), 193-196.
- Çetin, V. (2002) Meyve ve sebzelerde kullanılan bitki gelişmeyi düzenleyiciler. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi* 2, 40-50.
- Drake, S. R., Eisele, T. A., Elfving, D. C., Drake, M. A., Drake, S. L. ve Visser, D. B. (2005). Effects of the bioregulators aminoethoxyvinylglycine and etephon on SSC, carbohydrate, acid, and mineral concentrations in 'Scarletspur Delicious' apple juice. *Hort Science*, 40(5), 1421–1424.
- Espín, J. C., Morales, M., Varón, R., Tudela, J. ve Garcíacanas, F. (1995). A continuous spectrophotometric method for determining the monophenolase and diphenolase activities of apple polyphenol oxidase. *Analytical Biochemistry*, 231(1), 237-246.
- Gören, N. ve Çağ, S. (2007). The effect of indole-3-acetic acid and benzyladenine on sequential leaf senescence

- on helianthus annuus l. seedlings, *Biotechnology ve Biotechnological Equipment*, 21(3), 322-327.
- Güleryüz, M. ve Ercişli, S. (1995). Kağızman ilçesinde yetiştirilen mahalli elma çeşitleri üzerinde biyolojik ve pomolojik araştırmalar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(2), 183-193.
- İnal, A. ve Kaya, E. C. 2015.Yapraktan bor ve indol asetik asit (İAA) uygulamalarının fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkisinin gelişimi ve kimi fizyolojik özelliklerine etkisi. 14L0447001 Nolu Bilimsel Araştırma Projesi Sonuç Raporu, Ankara.
- Kocaman, A. (2010). *Farklı su streslerinde yetiştirilen buğday bitkisinin (Triticum aestivum L.) soğuga dayanımını artırmak amacıyla uygulanan humik asit, salisik asit ve absisik asit uygulamalarının antioksidan enzimler ve verim unsurları üzerine etkisi* (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Kolcuoğlu, Y. (2012). Purification and comparative characterization of monophenolase and diphenolase activities from a wild edible mushroom (*Macrolepiota gracilentata*). *Process Biochemistry*, 47, 2449–2454.
- Lee, K. W., Kim, Y. J., Kim, D. O., Lee, H. J. ve Lee, C. Y. (2003). Major phenolics in apple and their contribution to the total antioxidant capacity. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 51(22), 6516-6520.
- Marini, R. P., Byers, R. E. ve Sowers, D. L. (1993). Repeated applications of NAA control preharvest drop of 'Delicious' apples. *Journal of Horticultural Science*, 68, 247–253.
- Masia, A., Ventura, M., Gemma, H. ve Sansavini, S. (1998) Effect of some plant growth regulator treatments on apple fruit ripening *Plant Growth Regulation*, 25, 127–134.
- Mathewson, P. R. (2000). *Enzymes*, Eagen Pres, Handbook Series, 37 pp.
- Muchuweti, M., Nyamukonda, L., Chagonda, L. S., Ndhala, A. R., Mupure, C., ve Benhura, M. (2006). Total phenolic content and antioxidant activity in selected medicinal plants of Zimbabwe. *International Journal of Food Science ve Technology*, 41, 33-38.
- Öktüren, F. ve Sönmez, S. (2005). Bitki besin maddeleri ve bazı bitki büyüme düzenleyicileri (hormonlar) arasındaki ilişkiler. *Derim*, 22(2), 20-32.
- Özen, H. Ç. ve Onay, A. (1999). Bitki büyüme ve gelişme fizyolojisi. *Dicle Üniversitesi Basımevi*, 167s.
- Öztürk, B., Özkan, Y., Yıldız, K., Çekiç, Ç. ve Kılıç, K. (2012). Red Chief elma çeşidinde aminoethoxyvinylglycine (ACG ve naftalen asetik asit (NAA) hasat önü döküm ve meyve kalitesi üzerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(3), 120-126.
- Podsędek, A., Wilska-Jeszka, J., Anders, B. ve Markowski, J. (2000). Compositional characterisation of some apple varieties. *European Food Research and Technology*, 210(4), 268-272.
- Reda, F., Abdel-Rahim, E. A., El-Baroty, G. S. A. ve Ayad, H. S. (2005). Response of essential oils, phenolic components and polyphenol oxidase activity of thyme (*Thymus vulgaris* L.) to some bioregulators and vitamins *International Journal of Agriculture ve Biology* 7, 735-739.
- Salisbury, F. B. ve Ross, W. C. (1991). *Plant physiology*. Wadsworth Publishing Company Belmont, California. A Division of Wadsworth, Inc.
- Schupp, J. R. ve Greene, D. W. (2004). Effect of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest drop, fruit quality, and maturation of 'McIntosh' apples. I. Concentration and timing of dilute applications of AVG. *HortScience*, 39(5), 1030–1035.
- Shkolnik, M. Y., Krupnikova, T. A., Timefeeva, S. S. ve Stom, D. I. (1981). Intensification of quinine formation from exogenous polyphenols by homogenates of the leaves of sunflower plant reared under conditioned of boron deficiency. *Soviet Plant Physiology*, 28, 384-388.
- Tromp, J. (2000). Flower-bud formation in pome fruits as affected by fruit thinning. *Plant Growth Regulation*, 31: 27-34.
- Türkan, A., Kaya, E.D. ve Yılmaz, İ. (2018). Alıç (*Crataegus monogyna*) meyvesinden polifenol oksidaz enziminin kısmi saflaştırılması ve karakterizasyonu. *Sakarya Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(3), 1048-1054.
- Underhill, S.J.R., ve Critchley, C. (1993).Physiological, biochemical and anatomical changes in lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp during storage. *Journal of Horticultural Science*, 68(3), 327-335.
- Yemenicioğlu, A., Özkan M. ve Cemeröglü B. (1997). Heat inactivation kinetics of apple polyphenoloxidase and activation its latent form. *Journal of Food Science*, 62(3), 508–510.
- Yıldırım, F.A. ve Koyuncu, F. (2004). Elmalarda kimyasal seyreletmedeki gelişmeler. *Derim*, 21(1), 44-53.
- Yoruk R, Marshall M.R. (2003) Physicochemical properties and function of plant polyphenol oxidase: a review. *Journal of Food Biochemistry*, 27. 361–422.
- Vernon, S.L., ve Straus, J. (1972). Effects of IAA and 2,4-D on polyphenol oxidase in tobacco tissue cultures. *Phytochemistry*, 11(9), 2723-2727.
- Walker, R.L. ve Ferrar, P.H. (1998). Diphenol oxidase, enzyme-catalysed browning and plant disease resistance. *Biotechnology and Genetic Engineering Reviews*, 15(1), 457-498.
- Westwood, M.N. (1993). Hormones and growth regulators, *Temperate Zone Pomology: Physiology and Culture*, Third Edition. Timber Press, Portland, Oregon, 523 p.