

BİTKİ BÜYÜME DÜZENLEYİCİLERİNİN KULLANIMI VE İÇSEL HORMONLARIN BİYOSENTEZİNİ ARTTIRICI UYGULAMALAR

Burak Erdem ALGÜL¹, Faik Ekmel TEKİNTAŞ¹, Gonca GÜNVER DALKILIÇ¹

Özet

Bitkilerin büyüme ve gelişmesinde büyüme düzenleyicilerinin kullanımı oldukça önemlidir. Sentetik büyüme düzenleyicilerinin kullanımı ile bitkide sentezlenen içsel hormonların etkilerine benzer sonuçlar elde edilebilmektedir. Bu amaçla oksin, sitokinin, gibberellinler, absisik asit ve etilenin yanında brassinosteroidler, salisilik asit, jasmonatlar ve poliaminler gibi çeşitli büyüme düzenleyicilerinin de kullanımı giderek artmaktadır. Büyüme düzenleyicilerinin bilinçsiz bir şekilde kullanılmaları sonucu toprakta ve yer altı sularında birikim meydana gelerek canlılarda toksik etkiler görülebilmektedir. Sentetik büyüme düzenleyicilerinin canlılara olumsuz etkilerinin olması ve kullanımının pahalı olması, çevreye zarar vermeyecek doğal alternatif yöntemleri aklı getirmektedir. Mikroorganizma kullanımı, yaralama işlemi, alternatif hormon kullanımı, eğme-bükme, etiolasyon ve gama ışını gibi uygulamalarla içsel hormonların biyosentezini ve konsantrasyonlarını arttırmak mümkündür. Bu sayede kullanılan büyüme düzenleyicilerinin etkinliği artabilmekte ya da kullanım düzeyleri düşmektedir. Bu çalışmada doğal ve sentetik bitkisel büyüme düzenleyicilerin bitkilerdeki etkileri üzerinde durulmuş ve büyüme düzenleyicilerinin çevresel etkilerinden yola çıkarak içsel hormonların biyosentezini artırıcı uygulamalar konu edinilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Büyüme düzenleyicileri, içsel hormonlar, alternatif yöntemler, hormon biyosentezi

The Usage of Plant Growth Regulators and Hormone Biosynthesis Booster Applications

Abstract

The use of plant growth regulators has an important role for the plant growth and development. The usage of synthetic plant growth regulators can also show similar effects on the plants endogenous synthesized hormones. Therefore the usage some plant growth regulators like auxin, cytokinins, gibberellins, abscisic acid, ethylene and brassinosteroids, salicylic acid, jasmonate polyamines are increasing. Unconscious usage of plant growth regulators could cause some unwanted toxic effects on living mechanisms, in case they are accumulated the ground and underground water. Considering these negative effects on the living mechanisms as well as the expensive usage, we need to think about natural alternative methods which will not hurt the nature. The usage of microorganisms, wounding process, alternative hormone usage, bending, etiolation, gama ray applications could be some examples to the alternative techniques to increase biosynthesis and concentrations of endogenous hormones for the plant growth. These applications allow increased efficiency of growth regulators, therefore the usage drops proportionally.

Keywords: Plant growth regulators, endogenous hormones, alternative techniques, hormone biosynthesis

GİRİŞ

Bitkilerin devamlı olarak büyümeleri ve gelişmeleri için topraktan su ve besin maddeleri ile, havadan CO₂ ve O₂ gibi gazları düzenli olarak almaları zorunludur. Vegetasyon ilerledikçe bitki büyür, gelişir ve bir kısım hücre, doku ve organlar oluşarak kendine has şekil alır. Normal büyüme ve gelişmenin meydana gelebilmesi için bir takım iç ve dış faktörler birlikte rol almaktadır (Kumlay ve Eryiğit, 2011). Bitkiler, büyüyüp gelişebilmek için hücreler arası kimyasal iletişime ihtiyaç duyarlar. Bitki büyüme düzenleyicileri (BBD) bitkilerde hücreden hücreye iletişimi sağlayan temel yapılardır. Bitkiler büyüme ve gelişmelerini devam ettirebilmek için ihtiyaçları olan bu temel maddeleri kendileri üretirler. Genel anlamda doğal olarak bitkilerde sentezlenen, büyüme ve buna bağlı diğer fizyolojik olayları kontrol eden, meydana geldiği yerden bitkilerin diğer kısımlarına taşınarak taşındığı bölgelerde de etkin olabilen, çok az

konsantrasyonlarda bile etkisini gösterebilen organik moleküllere hormon (fitohormon-bitki büyüme düzenleyicileri) adı verilmektedir (Öktüren ve Sönmez, 2005). Bu maddeler yüksek bitkilerin çeşitli organlarından ve bir kısım mantarlardan elde edilmektedirler (Morsünbül ve ark., 2010). Bitkilerde gerçekleşen fizyolojik olayların büyük çoğunluğu Bitki büyüme düzenleyicileri tarafından kontrol edilmektedir.

Bitki büyüme düzenleyicileri doğal ve sentetik olmak üzere iki şekildedir. Doğal hormonlar bitki tarafından sentezlenirken, sentetik hormonlar kimya endüstrisi tarafından geliştirilen değişik yapıdaki maddelerdir. Sentetik hormonlar doğal hormonlarla benzer etki göstermekte, bazı durumlarda da daha fazla etkilere sahip olabilmektedir (Çetin, 2002).

Bitki büyüme düzenleyicilerinin varlığına ilişkin ilk bilgiler 20. yüzyılın başlarına dayanmaktadır. Bu dönemden sonra yürütülen çalışmalarla büyüme düzenleyicilerin bitki büyüme ve

¹Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 09100 AYDIN

gelişmesindeki rolleri ortaya konmuştur ve meyve/sebzeler için önemli doğal ve sentetik maddeler keşfedilmiştir (Halloran ve Kasım, 2002).

Hormonlar Türkiye'de ilk defa 1960'lı yıllarda Giberellik asit (GA_3) çekirdeksiz üzümde; çekirdeksizliği teşvik etmek, meyve ve salkım büyüklüğünü arttırmak amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. İlerleyen senelerde büyüme düzenleyicilerinin çok farklı alanlarda etkili olduğu anlaşılmış ve kullanımı giderek artmıştır. Türkiye'de sentetik büyüme düzenleyicileri özellikle kış aylarında tüketilen ve büyük çoğunluğu Akdeniz Bölgesi'nde üretilen sera ürünlerinde uygulanmaktadır. Türkiye'de BBD kullanımının değerlendirilmesine yönelik yapılan bir çalışmada sebze üreticilerinin % 96'sının hormon kullandığı belirtilmiştir (Babaoğlu, 2002).

Pratikte bitki büyüme düzenleyicilerinin kullanımını şu şekilde özetlenebilir; olgunlaşmayı hızlandırmak, çelikle çoğaltmayı sağlamak, tohumların çimlenme gücünü arttırmak, çiçeklenmeyi teşvik etmek veya geciktirmek, soğuğa dayanıklılığı arttırmak, meyvelerde tohum oluşumunu arttırmak, meyve iriliğini arttırmak, meyve muhafaza süresini uzatmak, bitkilerin hastalık ve zararlılara dayanıklılığını arttırmak, yabancı ot kontrolünü sağlamak, hasat öncesi meyve dökülmesine engel olmak, makinalı hasadı kolaylaştırmak, dormansiyi kırmak, doku kültürü çalışmalarında kök-sürgün ve yumru oluşumunu teşvik etmek (Kumlay ve Eryiğit, 2011; Kaynak ve Ersoy, 1997; Budak ve ark., 1994).

Bitki büyüme düzenleyicileri farklı gruplar altında toplanmıştır. Oksin, giberellinler ve sitokininler büyüme teşvik ediciler, absisik asit (dorminler) engelleyici, etilen ise olgunlaştırıcı olarak gruplandırılmıştır. Büyüme ve gelişme ancak büyüme teşvik edicilerle ABA'nın uygun oranlarda bulunmaları ile belli boyutlara ulaşabilir (Seçer, 1989; Akgül, 2008). Büyüme ve gelişme döneminde büyüme teşvik eden maddeler bitkide hakimken, olgunlaşma veya büyümenin sonuna doğru ABA hakim duruma geçmekte ve büyüme kontrol altına alınmaktadır (Çimen, 1988; Akgül, 2008).

Oksinler

Oksinler büyüme düzenleyiciler içinde ilk keşfedilen olup, tarım tarihinde uzunca süredir kullanılmaktadırlar. Bu hormonlar hücrelerin uzamasını ve bölünmesini arttırarak büyüme teşvik etmektedir. Oksinler yapraklar, tepe tomurukları ve çiçekler gibi meristematik dokularda sentezlenmekte ve taşınması yukarıdan aşağıya doğru olmaktadır.

Indol-3-asetik asit (IAA) bitkilerde doğal olarak sentezlenebilen tek hormondur. Ancak birçok sentetik maddenin IAA'ya benzer etki gösterdiği belirlenmiştir (Kumlay ve Eryiğit, 2011).

Oksinler 4 grup altında incelenmektedir ve önemli olan büyüme düzenleyicileri şu şekildedir.

a) Indol grubu

Indol asetik asit (IAA)
Indol proionik asit- (IPA)
Indol butirik asit (IBA)

b) Naftelen grubu

Naftelen Asetik Asit (NAA)
P- Naftoksi asetik asit (NOA)

c) Fenoksi grubu

Fenoksi asetik asit (FOAA)
Fenilasetik asit (FAA)
4 -Klorofenoksiasetik asit
2,4 -Diklorofenoksi asit (2,4-D)
2,4,-5-Triklorofenoksi asetik asit (2,4,5-T)

d) Benzol grubu

2.4.6- Trikloro benzoik asit
2.3.6- Trikloro benzoik asit
4- Amino-3,5,6 -Trikloropikolinik asit

Bu maddelerin bitkilerde oluşturduğu etkiler şu şekildedir: Çeliklerin kök oluşumunu teşvik etmek, partenokarpik meyve tutumunu sağlamak, adventif kök oluşumunu sağlamak, meyve ve yaprak dökümünü engellemek, meyve tutumunu arttırmak, tomurcukların daha erken çiçek açmasını sağlamak ve yabancı ot gelişimini engellemek (Çetin, 2002; Greene, 2006; Baktır, 2010).

Giberellinler

Giberellinlerde oksinler gibi düşük dozlarda büyüme ve gelişmeyi teşvik edici hormonlardır. Giberellinler 1926 yılında Japon araştırmacılar tarafından pirinç bitkisinde çok fazla boylanmaya neden olan Gibberella fujikuroi adlı mantarda keşfedilmiş ve adını oradan almıştır. Daha sonra bu madde izole edilmiş ve giberellik asit (GA_3) olarak adlandırılmıştır (Vardar, 1970; Kılıç, 2007; Morsünbül, 2010). Giberellinler içerisinde en yaygın kullanılan GA_3 'tür. Günümüzde en az 126 çeşit giberellin olduğu bilinmektedir. Giberellinler bitkilerde tomurcularda, embriyolarda, köklerde, genç yapraklarda, çiçeklerde, meyvelerde ve kambiyumlarda fazla miktarda bulunur. Giberellinler içerisinde yalnızca GA_3 ticari açıdan öneme sahiptir (Baktır, 2010).

Giberellinlerin en belirgin etkisi hücrelerin uzamasını arttırmaktır. Ayrıca; tohum ve tomurcuk dormansisinin kırılmasında, bodurluğun ortadan kaldırılmasında, soğuklama ihtiyaçlarının giderilmesinde, partenokarpik meyve tutumunda ve çimlenmeyi teşvik etmede oldukça etkilidirler (Tyler ve ark., 2004; Olszewski ve ark., 2002). GA_3 pratikte en çok sofralık ve kurutmalık üzümde salkımı seyrekletirmek ve tane iriliğini arttırmak amacıyla kullanılmaktadır.

Sitokininler

Hücre bölünmesini başlatan hormonlardır. Aktif hücre bölünmesine sahip tüm dokular yüksek miktarda sitokinin içermektedir. Sitokininler adından anlaşılacağı (cytokinesis = hücre bölünmesi) gibi

hücre bölünmesinde etkili olarak doku ve organ farklılaşmasında görev yaparlar (Çetin, 2002). Genelde genç dokularda bulunurlar. Özellikle kök meristemlerinde sentezlenir ve daha sonra ksilem aracılığıyla bitkinin yeşil aksamına taşınır. Oksinlerin kök oluşumunu teşvik etmelerine karşın, sitokininler sürgün oluşumunu teşvik ederler. Doku kültürü ortamlarında organ oluşumu ve gelişimine katkıda bulunurlar (Kumlay ve Eryiğit, 2011; Güleriyüz, 1982).

İlk bitkisel kökenli sitokinin mısır tohumlarından izole edilen zeatindir. Zeatin, dihidrozeatin, izopentenil adenin (ZİP) ve dimetilaliladenin doğal olarak sentezlenen sitokininler olup, bunların yanında kinetin (N6 furfurilamino purin), benziladenin (BA) ve tetrahidropiranilbenzil adenin (PBA) sentetik sitokininlerdir (Ünsal, 1993). Ugulamalarda yapay olarak en çok kullanılan sitokinin benzyladenin'dir. Son yıllarda keşfedilen thidiazuron da (TDZ) oldukça etkili bir sitokininidir (Baktır, 2010). Günümüzde otuzdan fazla sitokinin izole edilmiştir.

Absisik Asit (ABA)

Bitkilerde gelişimi teşvik edici doğal maddelerin yanı sıra ters yönde hareket eden engelleyici doğal maddeler de bulunmaktadır. Bu maddelerden en önemlisi absisik asittir (ABA) (Morsünbül ve ark., 2010). ABA teşvik edici hormonlar olarak bilinen oksin, giberellinler ve sitokininlerin doğal antagonistidir (Kumlay ve Eryiğit, 2011). ABA bitkilerin her organında bulunmaktadır. Ancak en fazla yaprak mezofil hücrelerinin stoplazmalarında sentezlenerek yeşil yapraklarda bulunur (Baktır, 2010). Köklerde kloroplast bulunmadığından ABA köklerde sentezlenmemektedir. Dormansi haldeki tomurcuk ve tohumlarda yüksek miktarlarda bulunarak dormansinin sürmesine neden olduğu düşünülmektedir (Kumlay ve Eryiğit, 2011). Bitkilerdeki ABA konsantrasyonu çevre koşullarına bağlı olarak değişerek fizyolojik olaylardaki etkisi de değişmektedir. Stres koşulları altında sentezlenen ABA miktarı artar ve hızlıca taşınarak yaprak sapı ve gövde dokuları ile bitkinin diğer bölgelerine taşınır (Özen ve Öney, 1999). ABA'nın bitkilerde su stresi anında miktarı artarak stomaların kapanmasına neden olmakta ve protein sentezini yavaşlatmaktadır. Ayrıca tohum, tomurcuk ve yumru gibi depo organlarının dormansilerinde engelleyici madde olarak ABA görev alır ve tohumlarda protein sentezinin depolanmasını sağlar (Çetin, 2002; Seçer, 1989) ABA'nın sentetik üretimi pahalı olduğu için ve UV ışığı altında stabil kalamadığı için pratikte çok yaygın bir kullanım alanı yoktur (Davies, 1995).

Etilen

Etilen (C₂H₄) oda sıcaklığında gaz halinde olan, diğer hormonların aksine basit yapıda bir organik

moleküldür. Olgunlaştırma hormonu olarak bilinmektedir ve çok düşük konsantrasyonlarda dahi bitkide fizyolojik etki yapar. Etilen bahçe bitkileri ürünlerinin tad, renk doku ve yapısında oldukça etkili olan önemli bir hormondur. Etilen bitkinin gelişme durumuna bağlı olarak tüm organlardan sentezlenebilmektedir. Ancak daha çok stres altındaki olgun ve yaşlanan dokulardan sentezlenir. Yapraklar ve çiçekler solma ve dökülme öncesi dönemde en yüksek miktarda etilen sentezlerler. En az etilen bitkinin kökleri tarafından sentezlenir (Baktır, 2010; Çetin, 2002; Öktüren ve Sönmez 2005). Muz, narenciye, armut, domates, kavun, ananas gibi meyve türlerinin olgunlaştırılması ve sarartılmasında etilen gazı kullanılmaktadır. Etilenin meyveyi olgunlaştırma şeklinde uyarması ile; klorofilin yapısının bozulması ve diğer pigmentlerin sentezlenmesi, hücre duvarının parçalanması ile meyve yumuşaması, meyve kokusunu oluşturan uçucu bileşiklerin sentezlenmesi, solunumun hızlanması ve nişastanın şekere dönüşmesi gibi metabolik olaylar meydana gelmektedir (Öktüren ve Sönmez, 2005; Özen ve Öney, 1999).

Ayrıca etilen bitkilerde gösterdiği etkiler şu şekildedir; Dormansiyi kırmak, yaprak ve meyvelerde döküm, bazı bitkilerde çiçeklenmeyi teşvik, adventif kök oluşumunu uyarmak, monoik bitkilerde dişi çiçek oluşumunu teşvik etmek ve absisyonu teşvik ederek mekanik hasatı kolaylaştırmak (Davies, 1995; Raven ve ark., 1992).

Ülkemizde Gıda Tarım Bakanlığı'na ruhsatlandırılmış ethephon (Ethrel) ve ethephon-cyclanilid karışımı etken maddeli ürünler ticari olarak kullanılmaktadır (Anonim, 2001).

Diğer Hormonlar

Büyüme ve gelişme üzerine etki eden başlıca 5 hormon grubuna ilave olarak çeşitli büyüme düzenleyicileri vardır. Bunlar brassinostreoidler, josmonatlar, salisilik asit ve poliaminlerdir.

Brassinostreoidler

Brassinostreoidler (BR) saf olarak ilk defa 1979 yılında Grove ve ark. tarafından kolza (*Brassica napus*) bitkisinin polenlerinden izole edilmiştir. Streoid yapısında bulunan brassinostreoidler adını Lahanagiller (*Cruciferae*) familyasının Brassica cinsinden almıştır. BR'lerin sentezi günümüzde tam olarak açıklanamamasına karşın başlangıç maddesi mevalonik asittir. BR'ler bitki gövde uzamasında oldukça etkili olan hormonlardır. Streoid üretemeyen bazı bodur mutant bitkilere dışsal olarak uygulanan BR gövde uzamasını önemli derecede arttırmaktadır. Aynı şekilde bodur fasulyelere BR uygulaması yapıldığında hücre bölünmesi ve hücre uzaması artışı sonucu boy uzaması görülmektedir (Baktır, 2010; Clouse, 2009). BR'ler ayrıca tuz stresine, soğuğa ve hastalık-zararlılara tolerans sağlamak, meyve dökümünü engellemek, verimi arttırmak, çimlenmeyi

teşvik etmek ve kök büyümesini teşvik etmek gibi birçok amaçla kullanılmaktadır (Rao ve ark., 2002).

Jasmonatlar

İlk olarak yasemin (*Jasminum grandiflorum*) bitkisinden elde edilen jasmonatlar, jasmonik asit (JA) ve metil jasmonate (MeJA) esterlerini içine almaktadır (Fan ve ark., 1998). Jasmonatlar çiçek, yaprak, kök ve henüz olgunlaşmamış meyveler tarafından sentezlenmektedir (Baktır, 2010).

Jasmonatlar özellikle bitkilerin dayanıklılık mekanizmalarında etkili olarak hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığı arttırmaktadır. Jasmonatların dışarıdan uygulaması yapıldığında; fotosentezi, polen çimlenmesini, boyuna gelişmeyi, köklerde büyümeyi, çiçek tomurcuğu oluşumunu, embriyogenesi dinlenmede olmayan tohumların çimlenmesini engellediği belirlenmiştir. Jasmonatların engelleyici özelliklerinin yanında teşvik edici yönleride vardır; Adventif kök oluşumunu, absisyonu, stomaların kapanmasını, protein sentezini, dinlenme ihtiyacının giderilmesini, dinlenmedeki tohumların çimlenmesini ve etilen sentezini dolayısıyla meyve olgunlaşmasını teşvik etmektedir (Yıldız ve Yılmaz, 2001; Fan ve ark., 1997)

Salisilik asit

Salisilik asit (SA) adını yüzyıllardır yaprak ve kabuklarının ağrı ve ateşe iyi geldiği bilinmekte olan söğüt (*Salix*) ağacından almıştır. 1828 yılında Almanya'da Johann Buchner isimli araştırmacı söğüt ağacı kabuklarından salisin izole etmiştir. Salisilik asit adı ilk olarak 1838 yılında Rafeale Piria adlı araştırmacı tarafından kullanılmıştır. Salisilik asidin ticari olarak üretimi 'Aspirin' ismiyle Almanya'da gerçekleşmiştir. Son yıllarda salisilik asidin bitkiler üzerindeki etkisine yönelik yapılan çalışmalarda, bitki büyümesinin düzenlenmesinde ve gelişiminde oldukça etkili olduğu ortaya konmuştur. Salisilik asit bitkinin tüm organlarında bulunmaktadır ve dışarıdan uygulandığı yerden floem yoluyla farklı organlara taşınmaktadır (Baktır, 2010). Suda çözünebilir aspirin tabletininin kesme çiçeklerde vazo ömrünü uzatmasının bulunmasıyla salisilik asidin çiçeklenme üzerine etkisi belirlenmiştir (Özeker, 2005). SA'nın elmalarda etilen sentezini bloke ettiği, fasulyede dane verimini arttırdığı, köklenmeyi arttırdığı, fotosentezi hızlandırdığına dair pek çok çalışma mevcuttur (Hayat ve ark. 2007; Ramanujam ve ark., 1998; Romani ve ark., 1989). SA'nın en etkin kullanım alanlarından bazıları da kuraklık, tuzluluk, yüksek ve düşük sıcaklık, ağır metal ve don stresi gibi olumsuz koşullara dayanıklılık kazandırmaktır (Baktır, 2010).

Poliaminler

Poliaminler içerisinde yer alan; Diamine, putresin, triamine, spermidin ve tetramine spermin bitki hücrelerinde her yerde bulunurlar (Smith, 1970; Bagni ve Pistocchi, 1992). Poliaminlerin en önemli

formları; putresin, spermidin ve spermin'dir. Bitkilerde poliaminler hücre bölünmesinde, kök oluşumunda, adventif sürgün oluşumunda, çiçek oluşumunda, meyve olgunlaşmasında ve doku kültüründe embriyo oluşumu gibi büyüme ve gelişme olaylarında etkilidirler. Poliaminlerin seviyelerindeki artış özellikle su eksikliği, tuz stresi, asit stresi, oksijensizlik, yaşlanma ve çevresel streslere karşı yanıt olarak ortaya çıkar (Eti, 2006; Flores, ve ark., 1989; Galston ve Kaur-Shawhney, 1995).

Büyüme Düzenleyicilerinin Çevreye Etkileri

Dünyada ve ülkemizde kullanılan büyüme düzenleyicilerinin yanlış ve bilinçsizce kullanımı çevreye ve insanlara bir takım zararlar verebilmektedir. Bu maddeler tarımsal uygulamalarla toprağa ve sızma yolu ile yer altı sularına ulaşarak besin zinciri yolu ile canlı bünyelerinde biyolojik birikime neden olabilmekte ve toksik etki yapabilmektedir.

Büyüme düzenleyicilerinin çevreye olan etkisi pestisit kullanımı sonucu oluşan çevresel etki ile benzerlik göstermesinden dolayı her ikisi de aynı sınıfta incelenmektedir. (Morsünbül ve ark. 2010). Ancak kullanım oranı ve sıklığı pestisitlere göre oldukça düşük düzeyde olan büyüme düzenleyicilerinin çevreye olan etkileri çok daha azdır. Büyüme düzenleyicileri çok düşük dozlarda bile etkili olduklarından düşük dozlarda kullanılmalıdır. Ayrıca insana çevreye zarar gelmeyecek şekilde hasattan belirli bir süre önce kullanılmalıdır. Her bir büyüme düzenleyicisinin kabul edilebilir en yüksek kalıntı değerleri birbirinden farklıdır ve bu değerler üzerinde çevreye etkileri birbirinden farklıdır. Aşırı miktarlarda büyüme düzenleyicisi kullanımı sonucu meyvelerde şekil bozuklukları ve kofluk meydana gelmekte ve vücutta toksik etki yapmaktadır.

Aşırı dozda IAA bulaşımının canlılar üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; farelerin içme suyuna karıştırılan 75-100 ppm IAA ve IBA'nın bağırsık sistemi, böbrek ve karaciğer enzimleri üzerine olumsuz etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (Çelik ve ark., 2006; Çelik ve ark., 2002). IAA, NAA, 2,4-D ve GA₃'nin deniz canlıları üzerindeki toksik etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada ise, IAA'nın bu dört büyüme düzenleyicisi içinde toksisitesinin en yüksek olduğu, bunu sırasıyla NAA, 2-4, D ve GA₃'ün takip ettiği belirlenmiştir (Morshed ve ark., 2005).

Bitki büyüme düzenleyicilerinden sitokininlerin çevreye olan zehirliliklerine dair bir bilgi bulunmamaktadır. Düşük dozlarda kullanıldığından gıdalarla alımı yoktur. Sağlık açısından risk teşkil etmemektedir ve III kategoride yer almaktadırlar. (Kategori I: Çok toksik, Kategori II: Orta düzeyde toksik, Kategori III: Hafif düzeyde toksik, Kategori IV: Toksik değil)

Giberellinler doğal olarak oluşmaları nedeniyle ve toksik etkilerde bulunmamaları nedeniyle biyokimyasal pestisitler olarak adlandırılırlar.

Uygulamadan sonra tüketime kadar çok düşük düzeyde kalıntı bırakırlar. Kategori III' de yer alan gibberellinlerin toksik etki yapmamasına karşın hayvanlar üzerinde bazı olumsuz etkileri olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda fareler ve kurbağaların karaciğerinde deformasyonlara yol açtığı ve eşey farklılaşmasını etkilediği belirlenmiştir (Farrow ve ark., 1976; Özmen ve ark., 1995).

Yapılan çalışmalarda limit aşımı olmadan ethephon kullanımının çevre sağlığına olumsuz derecede bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Ancak, etilen parçalanması sonucu oluşan monokloro asetik asit oluşumu sonucu gıdalarda birikim meydana gelebilmekte ve toksik etki oluşabilmektedir. Uygulama sonrası 7- 21 gün tüketim için beklenmelidir (Halloran ve Kasım, 2002).

Gelişme engelleyici ve hücre bölünmesini bloke edici özellikle bir büyüme düzenleyicisi olan maleik hidrazidin EPA (Environmental Protection Agency) tarafından konulan sınır değeri 15 ppm'dir ve hasattan en erken 7 gün önce kullanılmalıdır. Bu sınırın altında sağlık açısından hiçbir risk yoktur. Kategori III'de yer alan maleik hidrazit limit aşımında hayvanlar üzerinde tümör oluşumuna ve vücut ağırlığı kaybına sebep olabilmektedir (Halloran ve Kasım, 2002).

Yakın zamana kadar örtüaltı tarımda sıklıkla kullanılan 2,4-D ve 4-CPA'nın kullanımı, akut toksik ve kanserojen etkileri nedeniyle kullanımları engellenmiştir. Göz için oldukça zehirli olan ve zehirlilik açısından kategori I'de yer alan 4-CPA'nın farelerde vücut ağırlığını azalttığı ve iskelet yapısını bozduğu yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Halloran ve Kasım, 2002; Tomlin, 1997).

İçsel Hormon Biyosentezini ve Konsantrasyonlarını Arttırıcı Uygulamalar

Bitkilerin gelişmesinde ve köklendirilmesinde kullanılan sentetik hormonların çevreye olumsuz etkilerinin olması ve kullanımının nispeten pahalı olması, doğaya zarar vermeyecek ve doğal alternatif yöntemleri akla getirmektedir. Bu yöntemlerle içsel hormon konsantrasyonları artırılabilir. Bu sayede kullanılan büyüme düzenleyicilerinin etkinliği artırmak ya da kullanım düzeyleri düşmektedir. İçsel hormonları arttırıcı alternatif uygulamalara örnekler şu şekildedir:

1) Mikroorganizmaların Kullanımı

Son yıllarda yapılan çalışmalarda bitkilerde kullanılan bazı biyolojik mücadele etmenlerinin içsel hormon konsantrasyonunu arttırarak bitki gelişimi teşvik ettikleri ortaya konmuştur (Iospenko ve Ignatov, 1995; Patten ve Glick, 1996).

Azospirillum spp. indol asetik asit, gibberellin ve sitokinin gibi fitohormonları üretmektedir. Ayrıca bu mikroorganizmalar bitkinin topraktaki mineral maddeleri alınmasına yardımcı olurlar ve bazı sinyal moleküller salgılayarak bitki gelişimine katkıda bulunurlar (Ögüt ve ark., 2005; Bashan, 1990).

Rhizobium bakterileri fitohormon üreterek bitki gelişimini olumlu bir şekilde etkilemektedir. *Rhizobium leguminosarum*'un bir izolatının IAA ürettiği laboratuvar koşullarında belirlenmiştir. Bu izolat marul ve kanolanın erken çimlenmesini sağlamıştır (Noel ve ark., 1996). Marul ve kolzada *Rhizobium leguminosarum* tarafından sitokinin üretildiği ortaya konulmuştur. En çok araştırılan biyokontrol mikroorganizmalarından olan *Trichoderma* türlerinin izolatları tarafından üretilen sekonder metabolitlerin oksin benzeri bileşikler olarak görev yaparak, bitki boyu, yaprak sayısı ve meyve sayısını büyük oranda arttırdıkları saptanmıştır. Ayrıca toprakta ve rizosferde yaygın olarak bulunan *Pseudomonas* bakteri izolatlarının tarla koşullarında nohut, patlıcan, soya fasulyesi ve domatesin tohum çimlenmesini, kök ve yeşil aksam ağırlıklarını teşvik ettiği belirlenmiştir. Ercişli ve ark. (2004) iki farklı gül genotipinde IBA (0, 2000, 4000 ppm) ve *Agrobacterium rubi* suşlarını (A1, A16 ve A18) tekli ve kombineli kullanarak köklenmeye etkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda en yüksek oranda köklenme 4000 ppm IBA + *A. rubi* A16 kombinasyonundan elde edilmiştir.

2) Besin Maddelerinin Etkisi:

Bitki bünyesinde bulunan hormonların konsantrasyonu bitki besin maddelerinin miktarına ve formuna bağlı olarak değişebilmektedir. Bilinçli ve dengeli bitki besleme ile dolaylı ya da direkt olarak bitkisel hormonlar etkilenecek büyüme ve gelişme kontrol altına alınmaktadır. Bitkide bulunan besin maddelerinin düzeyleri oksin ve sitokinin gibi bitki hormonlarının sentezini ve hareketliliğini kontrol ederek içsel hormonların miktarını etkileyebilmektedir (Mercier ve ark., 1997).

Bitki bünyesinde proteinler, amino asitler, nükleik asitler, enzimler, klorofil, ATP ve ADP gibi bir çok organik bileşiğin yapısında yer alan azot noksanlığında bitkilerin vegetasyon süreleri kısalarak bitkiler erken yaşlanmaktadır. Bu erken yaşlanmaya azotun sitokinin sentezi ve taşınmasına olan etkisi sebep olmaktadır (Aktaş, 1995). Sitokinin ve Oksin grubu hormonların kimyasal bileşimlerinde azot elementi bulunması nedeniyle bitki bünyesindeki azot konsantrasyonunun artması ya da azalması durumunda bu hormonların sentezlenen miktarı artmakta veya azalmaktadır.

P elementi sitokinin, IAA ve GA₃ gibi hormonların aktivitesini artırır ve stomaların açılıp kapanmasını düzenler. Ca hücre içindeki IAA düzeyini ve taşınmasını etkiler. Zn noksanlığında ise triptofan amino asidi sentezlenmesine bağlı olarak IAA sentezi gerilemektedir (Öktüren ve Sönmez, 2005).

3) Yaprak ve Tomurcuk Varlığı

Hormon üretim noktalarından olan yaprak ve tomurcukların çelik üzerindeki varlığı, hormon

konsantrasyonlarını arttırarak köklenmeye olumlu etkide bulunabilmektedir. Gordal zeytin çeşidinin çeliklerinin köklenebilme durumları üzerine yaprak ve tomurcukların etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, yaprak varlığının önemli derecede kallus ve kök oluşumunu arttırdığı, yaprak yokluğunun köklenmeyi inhibe ettiği belirlenmiştir. (Suarez ve ark., 1999). Aynı şekilde Metzidakis (2004) köklenmesi zor olan 'Kalamon' zeytin çeşidinin yapraklı çeliklerinde kallus üretiminin %70'ten yüksek olduğunu, yapraksız çeliklerde kalluslanmanın %18-22 olduğunu belirtmiştir

4) Yaralama İşlemi

Çeliklerde yaralama işlemi ile dışsal olarak uygulanan büyüme düzenleyicilerinin etkinlikleri arttırılabilmektedir. Yaralama işlemi sonucu bitkide hücre bölünmesi artarak köklenme hormonlarının sentezi artmaktadır. (Hartmann ve ark., 2002, De Klerk ve ark., 1999). Beş farklı yaralama uygulamasının 'Domat' zeytin çeliklerinin köklenmesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada Şubat ortasında alınan yapraklı yarı odun çeliklerine, yaralamayı takiben 5 g.l⁻¹ indol butirik asit (IBA) uygulanmıştır. Yüzeysel çizme uygulaması çeliklerin köklenmesini önemli düzeyde arttırmıştır. En yüksek köklenme oranı (% 68) ve kök sayısı (4.5) yüzeysel çizme uygulanan çeliklerde gözlenirken, hiç yaralama yapılmayanlarda % 21 köklenme ve 1.0 adet kök saptanmıştır (İsfendiyaroğlu ve Özeker, 2012). Aynı şekilde elma M26 klon anaçlarında dikine yaralama işlemi ile kök oluşumu önemli derecede artmaktadır (Howard ve ark., 1984).

5) Eğme-Bükme Uygulaması

Son yıllarda kesme çiçek elde etmek için üretilen güllerde eğme-bükme budaması standart hale gelmiştir. Bükme işleminde sürgünler alta bir gerçek yaprak kalacak şekilde 45 derecelik bir açıyla bükülür. Bu işlem sayesinde köklerden gelen sitokinin ve giberellinler bükme noktasının üstüne çıkamayarak konsantrasyonları artmakta ve alta kalan sürgünler daha kuvvetli bir şekilde gelişebilmektedir. Zayıf gelişen dallar da bükülerek uzun ve kaliteli kesme çiçekler alınabilmektedir (Hazar ve Baktır, 2013; Baktır, 2010).

Bitkilerin gelişiminde ve meyve veriminde dal açıları önemli bir unsurdur. Daha dik gelişen dalların daha kuvvetli geliştikleri, daha geniş açılı gelişen dallarda ise gelişimin daha zayıf olduğu ve daha erken yıllarda çiçek açtığı bilinmektedir. Dalların açıları genişletildikçe apikal dominansı hafifler ve bazı inaktif tomurcuklar sürmeye başlamaktadır. Ayrıca daha dik gelişen dallarda daha düşük karbonhidrat seviyesi ve yüksek N seviyesi bulunur (Atay ve Koyuncu, 2013; Wareing ve Nasr, 1961). Ito ve ark. (1999) dal açmanın sürgünlerde sitokinin seviyesini arttırdığını belirtmişlerdir. Savini ve ark. (2007) bazı elma, armut ve kiraz çeşitlerine ait 1 yaşlı

fidanları dik ve toprakla 50-60 derece olacak şekilde dikmişlerdir. Çalışma sonucunda eğik şekilde dikilen bitkilerin, azda olsa tomurcuk patlama oranının arttığını tespit edilmiştir.

6) Etiolasyon Uygulaması

Bitkilerde büyüme uçlarından sentezlenen IAA bitkilerin güneş görmeyen kısımlarından aşağıya doğru taşınmaktadır. Gelişmekte olan sürgünleri karanlıkta bırakıp IAA konsantrasyonunu arttırmayı amaçlayan etiolasyon işlemi ile bu sürgünlerden alınan çeliklerin köklenebilme yetenekleri arttırılabilmektedir. Delargy ve Wright (1979) elma 'Bramley' çöğürlerinde sadece köklendirme hormonu kullanarak önemli bir köklenme oranı elde edemezken, sürgünlere etiolasyon uygulaması sonrası köklendirme hormonu kullanımının köklenmeyi önemli ölçüde arttırdığını belirtmişlerdir.

7) Gama Işını Uygulaması

Çok düşük dozlarda gama ışınları bitkiler üzerinde hücre bölünmesine etkide bulunarak bitkilerin hormon içeriklerini arttırabilmektedir. Kişniş bitkisi tohumlarında yürütülen bir çalışmada düşük gama ışınları uygulamaları ile fitohormonların arttırılması hedeflenmiştir (Latif ve ark. 2011). Kişniş tohumları 0, 20, 40, 60, 80 ve 100 Gy olmak üzere farklı düşük doz gama ışınlarına tabi tutulmuştur. Çalışma sonucunda IAA, GA₃, ve ABA miktarlarının artan ışıma dozu karşılığında doğrusal bir artış gösterdiği belirlenmiş ve düşük gama ışını dozları kullanımının hücre bölünmesi ve gelişmesini teşvik ederek gıdaların besleyici değerinin arttırılmasında güvenilir bir metod olduğu bildirilmiştir.

8) Alternatif Hormonların Kullanımı

Alternatif hormonlar bitkilerin gelişiminde ve çeliklerin köklendirilmesinde oksin, sitokinin, giberellinler yerine kullanılabilecek doğal materyallerdir. Alternatif hormonların etkinliği üzerine araştırmalar yapılmış (Dunsin ve ark., 2016; Culver ve ark., 2012) ve bilhassa geçmiş yıllardan beri hobi amaçlı çiçek yetiştiricileri tarafından kullanılarak etkinlikleri gözlemlenmiştir. Alternatif hormonlara örnek olarak söğüt ağacı suyu, hindistan cevizi suyu, aspirin, moringa ekstraktı ve bal verilebilmektedir (Shield P., 2012. Carusetta S., 2014). Bu maddeler büyüme düzenleyicileri açısından oldukça zengindirler ve uygulama sonrası sentetik büyüme düzenleyicilerine benzer etkiler gösterebilmektedirler. *Parkia biglobosa* bitkisinin çeliklerinin köklendirilmesinde saf bal, hindistan cevizi suyu ve moringa yaprak ekstraktının kullanıldığı bir çalışmada, moringa yaprak ekstraktı ve hindistan cevizi suyunun diğer uygulamalara göre önemli derecede köklenmeyi arttırdığı belirlenmiştir. Ayrıca bal uygulamasının da kontrol grubuna göre köklenme oranı, kök uzunluğu gibi parametrelere olumlu etki yaptığı görülmüştür (Dunsin ve ark.,

2016).

Hindistan cevizi suyu içerdiği fitohormonlar, vitaminler, mineraller ve şeker nedeniyle doku kültürü uygulamalarında gelişme destekleyici olarak kullanılmaktadır. Yong ve ark. (2013)'ün bildirdiğine göre, hindistan cevizi suyu içerdiği sitokinin miktarı ile köklenmeyi ve gelişmeyi teşvik edici özelliğe sahiptir.

SONUÇ

Bitkisel üretimde bitki büyüme düzenleyicilerinin önemi oldukça büyüktür. Büyüme düzenleyicilerinin kullanımıyla bitki gelişimi istenilen şekilde yönlendirilebilmekte ve başarılı sonuçlar alınabilmektedir. Kaliteli bir üretim için büyüme düzenleyicileri bilinçli bir şekilde kullanılmalı ve sağlık için risk teşkil edecek sonuçlar ortaya çıkmamalıdır. Çok düşük dozlarda dahi etkili olabilen büyüme düzenleyicileri pestisitlerle aynı grupta incelenmektedir. Bitki büyüme düzenleyicilerinin çevreye olan etkileri pestisitlerle karşılaştırılmayacak kadar düşük olmasına rağmen, yanlış kullanım sonucu canlılarda olumsuz etkiler meydana gelebildiği çalışmalarla ortaya konmuştur. Bitkilerin sentezlediği hormonların özelliklerini ve taşınma yollarını bilmek, büyüme düzenleyicilerinin ne şekilde kullanılacağı hakkında bilgi vermektedir. Aynı şekilde fitohormonlar hakkındaki bilgilerden yola çıkarak, sentetik büyüme düzenleyicileri kullanmadan dal açısı genişletme, yaralama, bükme, mikroorganizma kullanımı, etiolasyon ve düşük gama ışınları gibi uygulamalarla içsel hormon konsantrasyonları belirli noktalarda ya da tüm bitkide arttırılabilmektedir. Ayrıca bu tip uygulamalarla bitki büyüme düzenleyicilerinin etkinlikleri arttırılabilmekte ya da daha düşük düzeylerde kullanımına gerek duyulabilmektedir. Dolayısıyla içsel hormon biyosentezini arttırıcı uygulamaların bilinmesi ve bu uygulamaların pratikte kullanıma geçmesi daha başarılı bir üretim için katkıda bulunabilecektir.

KAYNAKLAR

- Akgül H (2008) Büyüme ve Gelişim Düzenleyiciler. Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Yayını. Yayın no:12.
- Aktaş M (1995) Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Yayın no:142, Ders Kitabı: 43, 345 s.
- Anonim (2001) T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Bitki Gelişimini Düzenleyiciler (BGD) Hormonlar, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü Ziraat İlaç Yayın Serisi. Yayın No:1.
- Atay A, Koyuncu F (2013) Elmalarda Dallenmanın Fizyolojik Temelleri: Apikal Dominansi ve Apikal Kontrol. Edergi sdu. Cilt:8 sayı:1.
- Babaoğlu M (2002) Bitki Büyüme Düzenleyicileri Türkiye'deki Durum ve Sağlık Açısından Değerlendirmeler. Ders Notları, Selçuk Üniversitesi

- Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Bölümü, Konya, (www.biyoteknoloji.gen.tr).
- Bagni N, Pistocchi R (1992) Polyamine Metabolism and Compartmentation in Plant Cells. In: "Nitrogen Metabolism of Plants" (K Mengel, DJ Pilbeam eds), Clarendon Press, Oxford, 229-248.
- Baktır İ (2010) Bitki Büyüme Düzenleyicileri Özellikleri ve Tarımda Kullanımları. Hasad Yayıncılık.
- Bashan Y (1990) Short exposure to *Azospirillum brasilense* Cd inoculation enhanced proton efflux in intact wheat roots. Can J. Microbiol., 3, 419-425.
- Budak N, Çalışkan CF, Çaylak Ö (1994) Bitki büyüme regülörleri ve tarımsal üretimde kullanımı. Ege Üniv. Zir. Fak.Dergisi, 31, 289-296.
- Carusetta S (2014) Homemade Rooting Compound for Plants. Retrieved from: <http://homeguides.sfgate.com/homemade-rooting-compound-plants-38260.html>.
- Clouse SD (2009) Quick Guide: Brassinostereoidis. Current Biology, Vol. 11, No. 22.
- Culver M, Tagwira F, Albert Z (2012) Effect of Moringa Extract on Growth and Yield of Tomato. Greener Journal of Agricultural Sciences ISSN: 2276-7770 Vol. 2 (5), 207-211.
- Çelik İ, Tuluçe Y, Turker M (2006) Antioxidant and immune potential marker enzymes assessment in the various tissues of rats exposed to indoleacetic acid and kinetin: A drinking water study. Pesticide Biochemistry and Physiology 86: 180-185.
- Çelik İ, Tuluçe Y, Özok N (2002) Effects of Indoleacetic Acid and Kinetin on Lipid Peroxidation Levels in Various Rat Tissues. Turk J. Biol 26: 193-196 TÜBİTAK.
- Çetin V (2002) Meyve ve Sebzelerde Kullanılan Bitki Gelişmeyi Düzenleyiciler. Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi (2) 40-50.
- Çimen İ (1988) Meyvecilikte Büyüme Düzenleyicilerin Kullanımı. Derim, 5(3), 134-142, Antalya.
- Davies PJ (1995) Plant hormones. Physiology, Biochemistry and Molecular Biology. 2 nd Edition. Springer Science and Business Media.
- De Klerk GJ, Van Der Krieken VM, De Jong JC (1999) Review-The formation of adventitious roots: new concepts, new possibilities. In vitro Cellular & Development Biolo, 35: 189-199.
- Delargy JA, Wright CE (1979) Root Formation in cuttings of Apple in Relation to Auxin Application and to Etiolation. New Phytol. 82, 341-347.
- Dunsin O, Ajiboye G, Adeyemo T (2016) Effect of alternative hormones on the rootability of parkia biglobosa. Scientia Agriculturae. 13 (2), 2016: 113-118
- Ercişli S, Eşitken A, Şahin F (2004) Exogeneous IBA and Inoculation with Agrobacterium rubi Stimulate Adventitious Root Formation on Hardwood Stem Cuttings of Two Rose Genotypes. Hortscience 39(3):533-534.
- Eti A (2006) Bazı Çilek Çeşitlerinde Farklı Olgunlaşma Dönemlerindeki Poliamin Miktarlarının Saptanması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Adana.
- Fan X, Matheis JB, Fellman JK (1998) A Role for Jasmonates in Climacteric Fruit Ripening. Planta abstract, volume 204, 444-449.
- Fan X, Matthesi JP, Fellman JKC, Patterson ME (1997) Changes in jasmonic acid concentration during early development of apple fruit. Physiol. Plant, 101, 328-

- 332.
- Farrow MG, Blaydes DF, Van Dyke , (1976) The Effect of Plant Growth Substances and Natural Products on RNA and DNA Synthesis in Leucocytes. *Experientia* 32, 29-30.
- Flores HE, Protacio CM, Signs MW (1989) Primary and Secondary Metabolism of Polyamines in Plants. In : *Recent Advances in Phytochemistry*, 23: 329-393.
- Galston AW, Shawney-Kaur R (1995) Polyamines as Endogenous Growth Regulators. In: *Plant Hormones (DAVIES PJ Editör)* 1-12., 158-173.
- Greene DW (2006) An update on preharvest drop control of apples with aminoethoxyvinylglycine (Retain). *Acta Hort.* 727, 311-320.
- Güleryüz M (1982) Bahçe ziraatında büyütücü ve engelleyici maddelerin kullanılması ve önemi, Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 279.
- Halloran N, Kasım MU (2002) Meyve ve Sebzelede Büyüme Düzenleyici Madde Kullanımı ve Kalıntı Düzeyleri. *GIDA* 27 (5):351-359.
- Hartmann HT, Kester DE, Davies FT, Geneve RL Jr (2002) *Plant Propagation, Principles and Practices*. 7th Edition, Prentice Hall, New Jersey, 880.
- Hayat S, Ali B, Ahmad A (2007) Salicylic Acid: Biosynthesis, metabolism and physiological role in plants. Springer, Netherland.
- Hazar D, Baktır İ (2013) Topraksız Tarımda Kesme Gül Yetiştiriciliği. *Suleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Science*. 17 (2) 21-28.
- Howard BH, Harrison-Murray RS, Mackenzie KAD (1984) Rooting responses to wounding winter cuttings of M.26 apple rootstock. *Journal of Horticultural Science* 59(2): 131-139.
- Iospenko A, Ignatov V (1995) Physiological aspects of phytohormone production by *Azospirillum brasilense* Sp7. *NATO ASIScr. G*. 37, 307-312.
- Ito A, Yaegaki H, Hayama H, Kusaba NS, Yamaguchi I, Yoshioka H (1999) Bending shoots stimulates flowering and influences hormone levels in lateral buds of Japanese pear. *HortScience*, 34 (7), 1224-1228.
- İsfendiyaroğlu M, Özeker E (2012) Root Regeneration of 'Domat' Olive (*Olea europaea* L.) Cuttings: Wounding Effects. *Ege Univ. Ziraat Fak. Derg.*, 2012-49- (2): 159-165.
- Kaynak L, Ersoy N (1997) Bitki Büyüme Düzenleyicilerinin Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10, 223-236.
- Kılıç Y (2007) Fitohormonların Saplı Meşe (*Quercus Robur* L.) 1+0 Yaşlı Fidan Morfolojik Karakterleri Üzerine Etkisi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Y. Lisans Tezi*, 74 Ankara.
- Kumlay AM, Eryiğit T (2011) Bitkilerde Büyüme ve Gelişmeyi Düzenleyici Maddeler: Bitki Hormonları. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 1(2): 47-56.
- Latif HH, Abdalla MA, Farag SA (2011) Radio-stimulation of phytohormones and bioactive components of coriander seedlings. *Türk Biyokimya Dergisi [Turkish Journal of Biochemistry-Turk J Biochem]* 2011; 36 (3) ; 230-236.
- Mercier H, Kerbauy GB, Sotta B, Miginiac E (1997) Effects of NO - NH and Urea 3, 4 nutrition on endogenous levels of IAA and four cytokinins in two epiphytic bromeliads. *Plant Cell and Environment* 20, 387-392.
- Metzidakis I (2004) Influence of Cutting Type and Propagation Method on Rooting Capability of the Olive Cultivar 'Kalamon'. V. International Symposium on Olive Growing. Abstract Book. İzmir 236.
- Morshed MH, Hossain MS, Islam MA U, Ali MU, Ibrahim M, Islam M S, Islam MA (2005) Toxicity of four synthetic plant hormones IAA, NAA, 2,4-D and GA against *Artemia salina* (Leach). *International Journal of Agriculture and Biology*, 7(2), 240-242.
- Morsünbül T, Solmaz SKA, Üstün GE, Yonar T (2010) Bitki Gelişim Düzenleyici (BGD)'lerin Çevresel Etkileri ve Çözüm Önerileri. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 15, Sayı 1.
- Noel TC, Sheng C, Yost CK, Pharis R P, Hynes MF (1996) *Rhizobium leguminosarum* as a plant growth promoting rhizobacterium: direct growth promoting of canola and lettuce. *Can. J. Microbiol.* 42, 279-283.
- Olszewski N, Sun T, Gubler F (2002) Gibberellin signaling: biosynthesis, catabolism, and response pathways. *Plant Cell* 14, 61-80.
- Öğüt M, Akdağ C, Düzdemir O, Sakin MA (2005) Single and double inoculation with *Azospirillum/Trichoderma* the effects on dry bean and wheat. *Biol. Fertil. Soils*. 41, 262-272.
- Öktüren F, Sönmez S (2005) Bitki Besin Maddeleri ve Bazı Bitki Büyüme Düzenleyicileri (Hormonlar) Arasındaki İlişkiler. *Derim. Batı Akdeniz tarımsal Araştırma Enstitüsü*. 22 (2) 20:32.
- Özeker E (2005) Salisilik Asit ve Bitkiler Üzerindeki Etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 42 (1):213-223.
- Özen HÇ, Onay A (1999) Bitki Büyüme ve Gelişme Fizyolojisi. Diyarbakır
- Özmen M, Topçuoğlu ŞF, Bozcuk S, Bozcuk AN (1995) Effects of Abscisic Acid and Gibberellic Acid on Sexual Differentiation and Some Physiological Parameters of Laboratory Mice. *Tr. J. of Biology* 19, 357-364.
- Patten CL, Glick BR (1996) Bacterial bio-synthesis of indole-3-acetic acid. *Can J. Microbiol.* 42, 207-220.
- Rao RSS, Vardhini BV, Sujatha E, Anuradha S (2002) Brassinosteroids-A new class of phytohormones. *Current Science*. 82(10): 1239-1245.
- Raven PH, Evert RF, Eichhorn SE (1992) *Regulating growth and development: The plant hormones*. (in: *Biology of Plants*) pp 545-571, Worth Publishers, New York, USA.
- Romani RJ, Hess BM, Leslie CA (1989) Salicylic acid inhibition of ethylene production by apple disks other plant tissues. *J. Plant Growth Regul.* 8:63-69.
- Romanujam MP, Jaleel VA, Kumaravelu G (1998) Effect of salicylic acid on nodulation, nitrogenous compounds and related enzymes of *Vigna mungo*. *Biologia Plantarum*. 41: 307-371.
- Savini G, Neri D, Zucchini F, Mancini G (2007) Lateral Shoot Growth of Apple, Pear and Cherry With Selective Disbudding on Newly Planted Trees. *Acta Horticulturae*, 732, 587-592.
- Seçer M (1989) Doğal Büyüme Düzenleyicilerin (Bitkisel Hormonların) Bitkilerdeki Fizyolojik Etkileri ve Bu Alanda Yapılan Araştırmalar. *Derim*, 6(3), 109-124, Antalya
- Shield P (2012) Three Organic Alternatives to Hormone Rooting Powder. Retrieved from <http://montrouch-organic.over-blog.com/article-three-organic-alternatives-to-hormone-rooting-powder->

101172112.html

- Smith TA (1970) Putrescine, Spermidine and Spermine in Higher Plants. *Phytochemistry*, 9 (7):1479-1486.
- Suarez MP, Lopez-Rivares EP, Lavee S, Troncosa A (1999) Rooting Capability of Olive Cuttings cv. Gordal: Influence of the Presence of Leaves and Buds. *Acta Horticulturae* 474, 39-42.
- Tomlin CDS (1997) *The Pesticide Manual: A World Compendium*. 11th Ed. The British Crop Protection Council.
- Tyler L, Thomas SG, Hu J, Dill A, Alonso JM, Ecker JR, Sun T (2004) DELLA Proteins and Gibberellin-Regulated Seed Germination and Floral Development in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 135, 1008–1019.
- Ünsal PN (1993) *Bitki Büyüme Maddeleri*. İstanbul Üniversitesi, Enstitü yayını no:4 İstanbul.
- Yıldız K, Yılmaz H (2001) Jasmonatlar (jasmonic acid ve methyl jasmonate) Yeni Bir hormon Grubu Olabilir mi? *Derim. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü*. (18) 2 89-95.
- Yong WH, Liya G, Yan Fei ND, Swee NT (2013) The Composition of Plant Growth Regulators in Coconut Water. Parsons Laboratory, Department of Civil & Environmental Engineering, MIT, Cambridge, MA 02139, USA 3Natural Sciences & Science Education, Nanyang Technological University, Nanyang Walk, Singapore 637616.
- Vardar Y (1970) *Bitki Fizyolojisine Giriş*. Ege Univ. Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, İzmir.
- Wareing PF, Nasr TAA (1961) Gravimorphism in trees 1. Effects of Gravity on Growth and Apical Dominance in Fruit Trees. *Annals of Botany*, 25, 321–340.

Sorumlu Yazar

Burak Erdem ALGÜL
burakerdem@adu.edu.tr

Adnan Menderes Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi,
Bahçe Bitkileri Bölümü, 09100 AYDIN

Geliş Tarihi : 1.5.2016
Kabul Tarihi : 14.6.2016