

MEYVE VE SEBZELERDE BÜYÜME DÜZENLEYİCİ MADDE KULLANIMI VE KALINTI DÜZEYLERİ

USE AND RESIDUES OF PLANT GROWTH REGULATORS IN FRUIT AND VEGETABLE PRODUCTION

Nilgün HALLORAN¹, M. Ufuk KASIM²

¹Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara

²Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara

ÖZET: Meyve ve sebze üretiminde ürün elde etmek, ürün kalitesini iyileştirmek ya da ürünlerin hasat sonrası dayanım sürelerini artırmak amacı ile büyüme düzenleyici maddeler kullanılmaktadır. Bu maddelerden optimum düzeyde etki elde edebilmek, ticari olarak üretilmiş maddelerin üzerinde yer alan etiket bilgilerine bire bir uyulması ve uygulama yapılan bahçelerde yıllık bakım işlemlerinin düzenli olarak yapılması durumunda mümkündür. Etkileri açık olan büyüme düzenleyici maddelerin ülkemizde kullanımı oldukça sınırlıdır. Bunun en önemli nedeni üreticilerin bu maddeleri ve etkileri konusunda bilinçli olmayışıdır. Daha da önemlisi büyüme düzenleyici maddelerin sağlığa zararlı olduğu konusundaki insanların yanlış inancı ve yönlendirilmeleri bu maddelerin kullanımını sınırlamaktadır. Bu maddeler çok düşük dozlarda kullanılmaktadır ve uygulama dozuna ve şekline uyulması durumunda insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri söz konusu değildir.

ABSTRACT: Growth regulators are used in fruit and vegetable production in order to grow the crop, improve its quality, or prolong its shelf life. In addition to adhering to the best cultivation practices, it is essential that manufacturer's instructions that come with commercial growth regulatory products be applied step by step to realize full advantage of the application. Currently use of such products in Turkey is not widespread despite the established benefits are not widely known, or that their effects are misunderstood or presumed to be detrimental. Growth regulators however applied at their proper dosages and using prescribed methods show no demonstrable, harmful effects on human health yet realize the expectations of its users.

GİRİŞ

Yunanca kökenli bir kelime olan hormon "heyecanlandırmak" anlamına gelmektedir. Bitki hormonları; doğal olarak bitkide oluşan sentezlendiği yerden bitkinin diğer kısımlarına taşınabilen ve taşındığı yerlerde de etkili olabilen, çok düşük konsantrasyonlarda etki gösterebilen organik bileşiklerdir. Doğal bitki hormonları ile birlikte bunların sentetik olanlarına Büyüme Düzenleyici Maddeler adı verilmektedir. Sentetik hormonlar, bitkide bulunmayan ancak bitkiye uygulandığında hormonlar gibi büyümeyi düzenleyen bileşiklerdir.

Bitki büyüme düzenleyicileri bitki bünyesinde meydana gelen fizyolojik olayları teşvik etmekte, engellemekte veya değiştirmektedir. Bu maddelerin önemi ilk kez 1930'lu yıllarda anlaşılmış ve yapılan yoğun çalışmalarla meyve ve sebzeler için önemli doğal ve sentetik maddeler keşfedilmiştir. Bunlar kimyasal haberleşme araçları olarak bitkinin büyüme, gelişme, olgunlaşma ve yaşlanma gibi fizyolojik devrelerinde görev yapan, verim ve kalite ile hasattan sonra ürünün hasat sonrası dayanma süresini etkileyen çok önemli bileşiklerdir.

Günümüze kadar bitkilerde tanımlanmış beş hormon grubu mevcuttur. Bunlar oksinler, gibberellinler, sitokininler, absizik asit ve etilendir. Bunların dışında henüz tam olarak tanımlanmadıklarından kuramsal hormonlar olarak adlandırılan, brassinosteroidler, florigen ve antezinlerin de büyüme düzenleyici olarak etkin olduğunu gösteren kanıtlar mevcuttur (DÖNMEZ ve HIŞİL 1995). Bunlar içerisinde ilk tanımlanan hormon grubu oksinlerdir. Keşfi 1880 yılında Charles Darwin ve oğlu Francis'in fototropizm konusundaki çalışmaları ile başlamış ve Went'in 1928 yılında buna yol açan maddeyi oksin olarak adlandırması ile tamamlanmıştır (GOODWIN ve MERCER 1983; PALAVAN 1993.). Gibberellinlerin varlığına ait kanıtlar 1920 yılında Japon bilim

adamlarının pirinç fidelerini etkileyen "bakanae" hastalığına bir fungusun neden olduğunu belirlemelerine kadar uzanmaktadır. Bu fungusun *Gibberalle fujikuroi* olduğunun ve giberellin ürettiğinin belirlenmesinin ardından ilk kez 1954 yılında saf bileşik olarak giberellik asit (GA_3) izole edilmiştir. Giberellinlerin keşfi halen devam etmektedir ve günümüze kadar 187 adet giberellin izole edilmiştir. Sitokinlerin keşfi, 1945-1955 yılları arasında Skoog tarafından yapılan doku kültürü çalışmalarında hücre bölünmesini teşvik eden bir maddenin belirlenmesine dayanmaktadır. Bitki dokularından ilk izole edilen sitokinin zeatindir ve tanımlanması 1963 yılında olmuştur. Günümüzde 30'un üzerinde sitokin izole edilmiş ve tanımlanmıştır. Absizik asit (ABA) ilk kez iki farklı araştırmacı grubu tarafından 1963 yılında belirlenmiş ve aynı madde olduğu anlaşılan bu iki farklı isimdeki madde, 1967 yılında izolasyon ve teşhisinin tamamlanmasının ardından tek bir isim verilerek absizik asit olarak adlandırılmıştır. Etilenin büyüme düzenleyici olarak keşfi 1901 yılına kadar uzanmaktadır. İlk kez 1901 yılında Rus fizyolog Neljubow, kömür gazında bitkileri etkileyen bileşiğin etilen olduğunu belirtmiş, 1924 yılında ise Denny bunun etilen olduğunu kanıtlamıştır. 1934 yılında Gane bu bileşiğin bitkiler tarafından da üretildiğini ortaya koymuştur. Etilenin biyosentez mekanizması da ilk kez 1977 yılında Adams ve Yang tarafından açıklanmıştır. Etilen bitkide bulunan gaz halindeki tek hormondur (BURG ve BURG 1965, GOODWIN ve MERCER 1983, SALISBURY ve ROSS 1992, MOHR ve SCHOPFER 1995).

BÜYÜME DÜZENLEYİCİ MADDELERİN MEYVE ve SEBZELERDE KULLANIMI

Hormonların bitkiler üzerindeki etkileri çok eski tarihlerden beri bilinmektedir. Örneğin; mango ve ananas bitkilerinde senkronize çiçeklenme elde etmek amacı ile bitkilerin bulunduğu yerde ateş yakılması, gerçekte yanma sonucu açığa çıkan etilen gazının çiçeklenmeyi teşvik etmesi esasına dayanmaktadır. Hormonların etkisinin bilimsel olarak anlaşılmasının ardından bu maddelere benzer hatta doğal olanlarından daha etkin çok sayıda madde sentetik olarak üretilmiş ve üretilmektedir (THOMAS 1981, WEICHMANN 1987). Çok etkili olduklarından genellikle küçük miktarlarda kullanılmaktadırlar. Bu maddeler sıvı formda püskürtme veya daldırma ya da gaz halde bitkilere uygulanmaktadır. Yaprakları pürüzsüz bitkilere sıvı formda yapılan uygulamalarda büyüme düzenleyici maddenin içine yapıştırıcı madde ilavesi yapılabilmektedir (PALAVAN 1993). Meyve ve sebzelerde büyümeyi düzenlemek amacı ile kullanılan maddeler ile ilgili bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

Oksinler

Oksinler tarımda uzun süreden beri kullanılmakta olan büyüme düzenleyici maddeler grubunu oluşturmaktadırlar. Bu grupta yer alan maddeler, etki şekilleri ve kullanıldığı türler Çizelge 1'de verilmiştir.

Naftalen asetik asit (NAA), özellikle elma, armut ve zeytinde seyreltme amacı ile çiçeklerin %70-80'inin açtığı dönemde uygulandığında başarılı sonuç vermektedir. Uygulamaların ilkbahar geç donu tehlikesi geçtikten sonra yapılması ürünün garanti altına alınması açısından gereklidir. Aynı madde elma ve armutta hasat önu dökümlerini önlemek amacı ile hasattan 7-14 gün önce uygulanmaktadır. NAA uygulamadan 2-3 gün sonra etkisini göstermektedir ve etkisi 2 hafta sürmektedir. NAA ayrıca sert çekirdekli meyvelerde hasat önu dökümleri önlemek ve meyve seyreltmek, zeytin çeliklerinde köklenmeyi teşvik etmek amaçları ile kullanılmaktadır.

Çizelge 1. Büyüme Düzenleyici Madde Olarak Kullanılan Oksinler

OKSİNLER	KULLANIM AMAÇLARI	KULLANILDIĞI TÜRLER
α -Naphthaleneacetic acid (NAA)	Seyreltme, hasatönü dökümünü önlemek, çeliklerde köklenmeyi teşvik etmek	Elma, armut, sert çekirdekli, zeytin
2,4-Dichlorophenoxy acetic acid (2,4-D)	Turunçgillerde kapsül rengini korumak hasat önu meyve dökümünü önlemek	Portakal, altıntop, limon
4-Chlorophenoxyacetic acid (4-CPA)	Meyve tutumunu teşvik etmek	Domates, patıcan, bazı üzümü meyveler, elma
β -Naphthoxyacetic acid (BNOA)	Meyve tutumunu teşvik etmek	Domates, patıcan, çilek
Indole butyric acid (IBA)	Çeliklerde kök başlangıcını teşvik etmek	Çelikle çoğatılan türler

2,4-D yakın zamana kadar özellikle örtüaltı tarımında çok yaygın kullanım alanı bulmuş oksin etkisine sahip maddelerden biridir. Aslında bir herbisit olup 1940'lı yıllardan beri kullanılmaktadır (ÖZBEK 1947). Büyüme düzenleyici olarak ise ülkemizde örtüaltı tarımında domates ve patlıcanda uzun yıllar kullanılmıştır. Oksin etkisine sahip bu madde çok düşük dozlarda domates ve patlıcanda partenokarpiyi uyarmaktadır (YANMAZ ve DEMİR 1990). Örtüaltı tarımında üretim maliyetinin %20 gibi önemli bir bölümünü ısıtma giderleri oluşturmaktadır. Üreticiler bu masraftan kaçınmak amacı ile meyve tutumunu sağlamada büyüme düzenleyici madde kullanımı yoluna gitmektedirler. Bu amaçla kullanılan 2,4-D'nin akut toksik, kronik toksik, teratogenik ve kanserojen etkileri nedeni ile meyve tutumunda kullanımı yasaklanmıştır (ESER 1989, DEMİR ve ark. 1991). Bunun yerine 4-CPA (15-25 ppm) ve BNOA (50 ppm) kullanılmaya başlanmıştır. Uygulama zamanı domateslerde salkımdaki çiçeklerin %50'sinin açtığı, patlıcanda ise çiçeklerin açmaya yakın veya hafif açtığı dönemlerdir (ABAK ve DEMİR 1987). Ayrıca 4-CPA elmalarda ve BNOA çilekte meyve tutumunu artırmak amacı ile erken ilkbaharda uygulanmaktadır. Oksin grubunda yer alan bir diğer büyüme düzenleyici madde olan IBA'nın çelikle çoğaltım sırasında köklenmeyi kolaylaştırmak için yaygın kullanımı sözkonusudur.

Giberellinler

Giberellinler içerisinde en yaygın kullanılan madde giberellik asit (GA₃)'dir. Sofralık ve kurutmalık amaçla kullanılacak üzümde taneleri irileştirmek amacı ile ilki çiçek kapsüllerinin %70'inin doküldüğü, ikincisi ise bundan 10-12 gün sonra taneler yaklaşık 3 mm çapa ulaştığında uygulanmaktadır (FİDAN ve ark. 1982). Turunçgillerde döllemeyi teşvik etmek, meyve dökümünü önlemek ve hasatı geciktirmek amaçları ile uygulanırken kiraz ve vişnede iri ve dayanıklı meyve elde etmede GA₃ kullanılmaktadır. GA₃ armut, şeftali ve biberde verimi artırmak ve don zararını önlemekte, marulda baş bağlamayı ve tohum verimini artırmakta, tohumluk patateslerde çimlenmeyi teşvik etmekte ve enginarla turfanda yetiştiricilik sağlamaktadır. Ayrıca hasattan önce uygulandığında limonların depoda yeniden yeşil renge dönüşümünü geciktirmektedir. GA₄₊₇, benzil adenin ile birlikte uygulandığında genç elma ağaçlarında yan dallanmayı teşvik ederken, çiçeklenme döneminde uygulanması meyve şeklini iyileştirmekte, meyve iriliğini artırmaktadır. GA₄₊₇ özellikle Golden Delicious elma çeşidinde gelişme döneminde yüksek nem ve düşük sıcaklığın yol açtığı kırmızı benek adlı fizyolojik hastalığın önlenmesinde kullanılmaktadır (ANONYMOUS 1976). Bazı tohum firmaları salata grubu sebzelerde çiçek sapı oluşturmayı teşvik etmek amacı ile de GA₃ ve GA₄₊₇ kullanırken, GA₄₊₇ aynı zamanda Cucurbitaceae familyasına giren türlerde erkek çiçek oluşumunu hızlandırmaktadır (Çizelge 2).

Sitokinler

Meyve ve sebzelerde büyümeyi düzenlemek amacı ile en yaygın kullanılan sitokin benzil adenin (BA)'dir. BA yan dallanmayı teşvik etmekte, meyve iriliğini artırmaktadır. Bu maddenin seyreltmede de etkili olduğu belirlenmiştir. Daha çok giberellinlerle birlikte etkin bir şekilde kullanılmaktadır (ANONYMOUS 1976).

Etilen

Etèphon (2-(chloroethyl) phosphonic acid), ethrel veya fiorel olarak

Çizelge 2. Meyve ve Sebzelerde Kullanılan Giberellinler

GİBERELLİNLER	KULLANIM AMAÇLARI	KULLANILDIĞI TÜRLER
Giberellic acid (GA ₃)	Tane iriliğini artırmak, döllemeyi teşvik etmek, meyve dökümünü önlemek, hasatı geciktirmek, meyve iriliğini, dayanımını ve verimi artırmak, don zararını önlemek, baş bağlamayı, tohum verimini, turfanda üretimi ve çimlenmeyi teşvik etmek, depoda yeniden yeşillenmeyi önlemek	Sofralık ve kurutmalık üzüm türleri, turunçgiller, kiraz, vişne, armut, şeftali, biber, marul, enginar, tohumluk patates, limon
Giberellin (GA ₄₊₇)	Hıyarda erkek çiçek oluşumunu teşvik etmek, bazı elma çeşitlerinde partenokarpik meyve tutumunu teşvik etmek, kırmızı benek fizyolojik hastalığını engellemek, çiçek sapı oluşumunu teşvik etmek, meyve şeklini iyileştirmek	Hıyar, elma, salata grubu sebzeler
Giberellin (GA ₄₊₇ +BA)	Genç bitkilerde yan dallanmayı teşvik etmek, meyve iriliğini artırmak, meyve şeklini iyileştirmek	Elma, sert çekirdekli türler

kullanılan etilen, mekanik olarak hasat edilen konserveye işlenecek domateslerde 1970'li yıllarda uygulanmaya başlanmıştır. Meyvelerin %20'den fazla bir düzeyde pembeleştiği dönemde tarla uygulamaları yapılmaktadır. Sıcaklığın düşük olması durumunda bu oran %30'a ulaşana kadar beklenmektedir.

Ağaç olumundaki meyvelerde olgunlaşmayı sağlamak amacı ile yaygın olarak kullanılmaktadır. Uzun mesafelere taşınacak olan domatesler yeşil olumda hasat edilmekte ve satılacağı zaman etilen uygulanarak olgunlaştırılmaktadır. Aynı işlem honeydew kavunlarında da yapılmaktadır (IWAHORI ve LYONS 1969, SIMS ve CASMIRE 1972).

Hıyar ve kabaklarda dişi çiçek oluşumu içsel etilen düzeyinin kontrolü altındadır. İkinci gerçek yaprakların genişlediği dönemde turşuluk hıyarlara yapılacak etephon uygulaması dişi çiçek oluşumunun başlangıcını teşvik etmektedir (SIMS ve GLADHILL 1969, MILLER ve ark. 1970, IWAHORI ve ark. 1970). Bu uygulama sonucu, yaklaşık ilk 5 ile 15 boğum arasındaki çiçekler dişi, sonrakiler yeterince tozlanma sağlamak üzere erkek olmaktadır. Normalde hıyarda ilk oluşan çiçekler daima erkektir. Ananasta, bitkinin yaşı, çevre koşulları, çeşidi ve kültürel uygulamalara bağlı olarak etephon uygulaması çiçeklenmeyi artırmakta, olgunlaşmayı teşvik etmektedir.

Mekanik hasatın yaygınlaşması, meyvelerde ayırım tabakasının oluşumunu sağlayacak ya da kolaylaştıracak maddelerin bulunması konusundaki çalışmaları hızlandırmıştır. Özellikle pasta sanayiine yönelik olarak kullanılacak kiraz ve vişneler istenen olgunluk düzeyine geldiğinde yapraklara püskürtme şeklinde etephon uygulanması meyvelerin kopmalarını kolaylaştırmaktadır. Yapılan uygulama yapraklarda da kopmaya yol açacağından uygulanacak çözeltinin hazırlanmasında dikkatli olunmalıdır.

Etephon'un kullanıldığı bir diğer tür elmadır. Bu madde elmalarda tomurcuk gelişimin artırmakta ve hasat için ayırım tabakası oluşturmaktadır. Hasattan 21 ve 10 gün önce yapılan uygulama meyvelerin olgunlaşmasını hızlandırmakta ve rengini iyileştirmektedir. Daha geç yapılan uygulamalar, meyvelerin olgunluğu ilerlemiş olduğundan depoda dayanım sürelerini azalmaktadır. Etephon ayrıca fidanlıklarda havaların soğumaya başladığı dönemde gömme işlemi yapabilmek için yaprakları dökmek amacı ile de kullanılmaktadır.

Etephon uygulaması cevizde mekanik hasatı ve yeşil kabuğun tohumdan ayrılmasını kolaylaştırmaktadır (ÇELİK ve ark. 1998).

Fındıkta etephon uygulaması ile zuruflar erken olgunlaşmakta ve böylece mekanik hasat mümkün olabilmektedir. Kestane de aynı amaçla kullanılabilceği belirlenmiştir. Zeytinde ise etkisi tam olarak ortaya konulamamış olmakla birlikte uzun süredir İsrail'de kullanılmaktadır.

Etephonun üzümü meyvelerde hasatı kolaylaştırmak, biberde homojen olgunlaşma sağlamak, sofralık üzümlerde olgunlaştırmayı hızlandırmak, kurutmalık üzümlerde ise hem olgunlaşmayı hızlandırmak hem de asit kapsamını azaltıp şeker düzeyini artırmak amaçları ile etephon kullanımı sözkonusudur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Etephonun Meyve ve Sebzelerde Kullanıldığı Türler ve Kullanım Amaçları

ETEPHON	KULLANIM AMAÇLARI	KULLANILDIĞI TÜRLER
Etephon (2-(chloroethyl) phosphonic acid)	<p>Olgunlaşmayı hızlandırmak birörnek olgunluk sağlamak</p> <p>Dişi çiçek oluşumunu artırıp erkek çiçek oluşumunu azaltmak</p> <p>Çiçeklenmeyi teşvik etmek, olgunlaşmayı hızlandırmak</p> <p>Olgunlaşmayı hızlandırmak, ayırım tabakası oluşturmak</p> <p>Tomurcuk gelişimini artırmak, hasat için ayırım tabakası oluşturmak, birörnek olgunlaşma sağlamak, fidanlarda yaprak dökümünü sağlamak</p> <p>Meyvenin asit kapsamını azaltmak, şeker kapsamını artırmak</p>	<p>Domates, biber, sofralık ve kurutmalık üzümler</p> <p>Sakız kabağı, kışlık kabak, hıyar</p> <p>Ananas</p> <p>Kiraz, vişne, üzümü meyveler</p> <p>Elma, ceviz, kestane, fındık, zeytin</p> <p>Kurutmalık üzümler</p>

Büyüme Engelleyiciler

En eski bilinen ve kullanılmakta olan büyüme engelleyici maleik hidrazit (MH)'dir. Bilinen etkisi soğan ve patatesta depolama sırasında filizlenmeyi engellemek sureti ile muhafaza süresini uzatmaktadır (Çizelge 4). Amerika Birleşik Devletleri'nde ise büyük ölçüde tütünlerin sarartılmasında kullanılmaktadır. Boyun bükme döneminde yani yumruların tam olgunlaştığı dönemde soğanlara arazide yapılan uygulamalar etkili sonuç vermektedir. Patateslerde de hasattan 4-6 hafta önce yumrular yaklaşık 2.5 cm çapa ulaştığındna MH uygulanması depolama sırasında filizlenmeyi önleyerek muhafaza süresini uzatmaktadır (KIM ve ark. 1972, ABDELRAHMAN ve ISENBURG 1974, CHASE 1998). Tarafımızdan yapılan çalışmalar MH'in havuçlarda depolama sırasında köklenme ve filizlenmeyi azaltabildiği belirlenmiştir (HALLORAN ve ark. 1997).

Isopropyl N-(3-chlorophenyl) carbamate (CIPC) gerçekte bir herbisit olup aynı zamanda depolama sırasında patateslerde filizlenmeyi engellemektedir (KIM ve ark. 1972). Depoda gaz olarak kullanılabildiği gibi toz halde yumruya serpmeye şeklinde de uygulanabilmektedir. En belirgin dezavantajı filizlenmenin yumru içine doğru olmasına yol açabilmesidir. Özellikle soğutucusuz depolarda depolama sonuna doğru hava sıcaklıklarının yükselmesine bağlı olarak ortaya çıkmakta ve içe doğru bir büyüme sözkonusu olduğundan üretici tarafından da farkedilememektedir (ANONYMOUS 1976).

Succinic acid (2,2-dimethyl) hydrazide (SADH) pek çok bitkide sap uzamasını inhibe ederken, uygulama zamanına bağlı olarak elma, nektarin, şeftali ve kirazda çiçeklenmeyi etkilemektedir. Olgunlaşma hızlanırken renk oluşumu da iyileştirmektedir. Ayrıca SADH uygulanan meyveler daha sert dokulu ve dayanıklı olmaktadır. Ancak uygulama zamanı çok önemlidir ve uygun zamanda uygulanmaması durumunda meyve boyu küçülebilmektedir. SADH elma için çok önemli depo hastalıkları olan scald ve sulu çürüklüğü de azaltabilmektedir.

Büyüme engelliyici maddelerden bir diğeri olan 2-(chloroethyl) trimeth-ammonium chloride (CCC) sap uzamasını azaltmada çok etkili bir bileşiktir. Kullanımı sadece süs bitkileri için onaylanmıştır.

Çizelge 4. Meyve Sebzelerde Kullanılan Büyüme Engelleyiciler

BÜYÜME ENGELLEYİCİLER	KULLANIM AMAÇLARI	KULLANILDIĞI TÜRLER
Maleic Hydrazide (MH)	Depolama sırasında filizlenme ve köklenmeyi engellemek	Soğan, patates
Isopropyl N-(3-chlorophenyl) carbamate (CIPC)	Depolama sırasında filizlenme ve köklenmeyi engellemek	Patates
Succinic acid (2,2-dimethyl) Hidrazide (SADH)	Sap uzamasını azaltmak, çiçeklenmeyi ve olgunlaşmayı hızlandırmak, meyve rengini artırmak, meyve eti sertliğini artırmak, scald ve sulu çürüklüğü engellemek	Elma, nektarin, şeftali, kiraz
2-(chloroethyl) trimethyl-ammonium chloride (CCC)	Sap uzamasını azaltmak	Süs bitkileri

MEYVE VE SEBZELERDE KULLANILAN BÜYÜME DÜZENLEYİCİ MADDELERİN ZARARLI ETKİLERİ VE TOKSİK DÜZEYLERİ

Hormonların bitki büyüme ve gelişmesindeki etkilerinin anlaşılmasının ardından bunların sentetik olarak üretimi ve ticari olarak kullanımı hızlanmıştır. Sentetik büyüme düzenleyicilerin tüketilen bitki kısımlarında kalıntı etkisi yapması, bu maddelerin kullanımında sınırlamalar getirmiştir. Başbakanlık Mevzuat Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğüne Resmi Gazetede, 16 Kasım 1997 tarih ve 23272 sayılı Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği yayınlanmış ve kullanılan bu tip maddelerde uyulması zorunlu kalıntı sınırları ve cezai uygulamalar belirtilmiştir (ANONİM 1997). Dünyada ve ülkemizde, ruhsatlanıp kullanıma verildikten sonra direnç, fitotoksite, etkisizlik, çevrede birikim ve insan sağlığına olumsuz etkileri saptanan ilaçlar zamanla yasaklanmaktadır. Çizelge 5'de ülkemiz ve diğer bazı ülkelerde kullanılan büyüme düzenleyici maddelere ait izin verilen kalıntı limitleri sunulmuştur.

Çizelge 5. Bazı Büyüme Düzenleyici Maddeler İçin Belirlenen Maksimum Kalıntı Değerleri

ÜLKE ADI	BÜYÜME DÜZENLEYİCİ MADDENİN ADI	ÜRÜNÜN ADI	KABUL EDİLEBİLİR EN YÜKSEK KALINTI DEĞERİ (ppm) mg/kg	
TÜRKİYE	2,4-D ester ve aminleri	Hububat	0.2	
		Çeltik, mısır	0.05	
	Etephon	Kiraz	5.0	
		Elma, domates	2.0	
		Hıyar, soğan	0.5	
		Üzüm, turuncgiller	0.1	
	GA3	sert çekirdekli meyveler		
		Yumuşak çekirdekli meyveler, çilek	1.0	
	MH	Patates	30	
		Soğan	10	
ABD	MH	Patates, tütün	<15	
		GA3	0.15	
	Etephon	Enginar, yaprak, sebzeler, Yumuşak çekirdekli, üzüm ve üzüksü meyveler		
		Elma	0.5	
		Elma, incir	5.0	
		Kantalop, üzüm, limon, domates, ananas	2.0	
		Ceviz, tangerinler	0.5	
		Hıyar, kabak	0.1	
		Böğürtlen	30	
		Yaban mersini	20	
		Kiraz, vişne	10	
		Biber	30	
		Kuru üzüm	12	
		4-CPA	Mung fasulyesi	20
			Domates	0.05
KANADA	2,4-D	Kuşkonmaz	5.0	
		Turuncgiller	2.0	
		Böğürtlen	20	
		Yaban mersini	10	
		Kiraz	8.0	
		Kuru üzüm	5.0	
		Elma	3.0	
		Domates	2.0	
		Turuncgil, üzüm	1.0	
		MH	Soğan	15
Havuç	30			
Patates	50			
ALMANYA	CCC	Üzüm	1.0	
	2,4-D	Turuncgiller	2.0	
		Limon	0.1	
	MH	Patates	50	
		Soğan	10	
		Diğerleri	1.0	

Kaynak: ANONİM (1994), DÖNMEZ ve HIŞİL (1995) ve ANONİM (1997)'den yararlanılarak düzenlenmiştir.

Dünya sağlık örgütü (WHO) ve Çevre Koruma Ajansı (EPA) kullanımı sunulacak her büyüme düzenleyici için ayrıntılı rapor talep etmekte, bu raporla başvuran firmalar maddeleri için satış onayı alabilmektedir. Çizelge 5'de görüldüğü gibi kullanılmakta olan büyüme düzenleyici maddelerden sadece birkaçı için kalıntı limiti sözkonusudur. Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalar çoğunun oldukça düşük toksik etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

En önemli konulardan biri bu maddelerin insana, çevreye ve bitkiye zarar vermeyecek düzeyde ve hasattan belirli bir süre önce kullanılmasıdır. Gerekli tüm bilgiler üretici firmalar tarafından maddeyi taşıyan ambalajlardaki etiket üzerinde yazılıdır ve bu bilgilere ve uyarılara mutlaka uyulmalıdır. Büyüme düzenleyici maddeler genelde çok düşük dozlarda etkili olduklarından çok düşük dozlarda kullanılmaktadır. Ancak "daha yüksek doz daha fazla etki" anlayışı ticari uygulamalarda hem bitkinin hem onu çevreleyen bitkilerin, toprağın ve insan hayatının tehlikeye girmesine yol açmaktadır. Maddelerin uygulaması üzere hazırlanması sırasında yapılan decimal hatalar dahi olumsuz sonuçlara neden olmaktadır.

Çizelge 5'de yer alan maddelerden bazılarının ait özellikler ve zararlı etkilerine ait bilgiler aşağıda sunulmuştur.

Etephon (2-chloroethylphosphonic acid): Suda oldukça çözünür. Yanıcı değildir. Uygulama sonrası oluşan etilen gazı nedeni ile büyüme düzenleyici olarak etki gösterir. İşlenmiş

gıdalar üzerinde yapılan çalışmalar etephon kalıntısını elma suyu, kurutulmuş elma, üzüm suyu, kurum üzüm, ananas pulpu ile kurutulmuş domateslerde konsantre olduğunu göstermiştir. Buna karşın salçada birikmediği belirlenmiştir. Kurutulmuş ananas ve pulpda birikirken ananas suyu, şurubu ve konservesinde birikmemektedir. Yapılan çalışma ve incelemeler bu maddenin mutasyon potansiyelinin ve akut toksik riskinin olmadığını ortaya koymuştur. Ancak etephon uygulanan ürünlerde etilenin parçalanması sonucu monochloro asetic asit oluşarak üründe birikebilmektedir. Aşırı düzeyde toksik olan bu maddenin gıdalarda bulunması yasaktır. Dermal ve nefes yolu ile zararlı etkide bulunabilmektedir. Uçucu olduğundan ürünlerde zararlı etki yapacak düzeyde kalamaz. Etephonun su ile karıştırılmasının ardından hemen kullanılması gerekmektedir. Solüsyon firma tarafından pH: 2 olacak şekilde ayarlanmaktadır. Uygulama öncesi çözelti su ile karıştırıldığından pH: 4 civarına ulaşır. Bu durumda buharlaşma nedeni ile içindeki etkin madde olan etilende kayıp ortaya çıkmaktadır. Bu madde için her ülkeye göre değişebilen tolerans sınırları mevcuttur. Uygulama yapıldıktan sonraki 24 saat içinde uygulama alanına girilmemeli, ürünler türlere göre değişmekle birlikte 7-21 günden önce tüketilmemelidir. Kanserojen değildir ancak balık ve kuşlara toksik olduğunu gösteren bazı çalışmalar mevcuttur. İşlenmiş gıdalarda uygulanan kalıntı limitleri bulunmamaktadır ve EPA bu konuda çalışmalarını sürdürmektedir. Şu anki veriler kullanımında, limitlere de uyulmak koşulu ile insan, hayvan ve çevre sağlığı açısından kullanımını yasaklayacak düzeyde bir sakıncasının olmadığını göstermektedir.

Olgunlaştırma amacı ile kullanılan etilen gazının ise herhangi bir kalıntı riski ve uygulanan limit değeri yoktur. Sadece gaz halde kullanılması nedeni ile ciğerleri etkileyebileceği düşünülmektedir. Uzun yıllardan beri anesteziye zarar vermeden kullanımı söz konusudur.

Maleik Hidrazid (1,2-dihidro-3, 6-pyridazinedione): MH bitkiye uygulandığında bitki tarafından absorbe edilmekte, bitkinin iç kısmına doğru hareket ederek hücre bölünmesini bloke etmektedir. Doza ve bitkinin gelişme devresine bağlı olarak bitkinin reaksiyonu değişmektedir. Uygulanan MH'in yumru ya da kökün iç kısmına doğru ulaşabilmesi için uygulamanın yapraklar oluşmuşken ve bitki henüz yeşilken yapılması gerekir. ABD'nde en çok tütün ardından patateste oldukça yaygın kullanılan bir büyüme engelleyici maddedir. Hasattan en erken 7 gün önce kullanılmalıdır. İlk kez büyüme düzenleyici madde olarak 1952 yılında onaylanmıştır. Oral, dermal ve solunum yolu ile zararı yönünden Kategori IV'de yer alırken gözde hafif iritasyona neden olduğundan III. Kategori'de değerlendirilir. Kanserojen olmamakla birlikte tümör oluşumuna neden olduğunu gösteren hayvanlar üzerinde yapılmış çalışmalar mevcuttur. Vücut ağırlığını azaltıcı etkisi de vardır. Mutagenik potansiyeli yoktur. Kullanım için tolerans sınırları konulmuştur. EPA tarafından konulan sınır değer <15 ppm'dir. Bu sınıra uyulması durumunda uygulayan için de ürünü tüketen için de sağlık açısından hiçbir riski yoktur. Çevre açısından olumsuz etkisi olmamakla birlikte uygulama sırasında hedef olmayan bitkilere ulaşması durumunda zararlı etki yapabilmektedir. Yeraltı suyuna karışmaz ancak yüzey suyuna bulaşabileceğinden etiket üzerinde bu konuda gerekli uyarılar yer almalıdır. (Kategori I: Çok toksik, Kategori II: orta düzeyde toksik, Kategori III: hafif düzeyde toksik, Kategori IV: toksik değil).

Giberellinler: Hem doğal olarak oluşmaları hem de toksik olmamaları nedeni ile biyokimyasal pestisitler olarak da adlandırılmaktadırlar. Doğal olarak oluştuğundan insanlar doğal gıdalar ile de günlük olarak almaktadır. Çok düşük dozda kullanılmakta ve uygulama sonrası, ürün tüketilene kadar çok az düzeyde kalıntı bırakmaktadır. Büyüme düzenleyici olarak ilk kez Provide adı altında onay almıştır. Akut toksik yönden düşük düzeydedir. Akut dermal koksitesitesi ($LD_{50} > 2$ g/kg), akut solunum (LC_{50} 2.98 mg/L ve $LC_{50} < 5.9$ mg/L de negatif) ve göze zararı (7 günde etkisi kaybolmaktadır) yönünden Kategori III'de yer almaktadır. Dermal iritasyon ve duyarlılık açısından ise Kategori IV'dedir. Mutagenik potansiyeli yoktur. Uygulamanın ardından 4 saat sonra işçilerin alana girmelerine izin verilmektedir. Çevre açısından olumsuz, toksik herhangi bir etkisi bulunmamaktadır.

Sitokininler: İlk kez 1978 yılında Cytex adı altında bazı turunçgiller ile diğer meyve sebzelere uygulanmak üzere onaylanmıştır. Akut toksik etkisi oldukça düşüktür. Akut dermal toksitesitesi $LD_{50} > 2$ g/kg'dır. Göze ve deriye zararı yönünden III. Kategoride yer alır. Oral yönden kesinlikle toksik değildir. Algler tarafından da üretilmektedir. Doğal olması ve düşük dozda kullanılması nedenleri ile gıdalar tüketildiğinde vücuda

fazla alınmamakta, dolayısı ile sağlık açısından bir risk taşımamaktadır. Çevreye ve çalışanlara zararı olmamakla birlikte uygulamanın ardından 4 saat sonra işçilerin araziye girmesine izin verilmektedir.

4. Chlorophenoxyacetic acid (4-CPA): İlk kez 1969 yılında ABD'nde mung fasulyesi için kullanımı onaylanmıştır. Daha sonra da domateste meyve tutumu için onaylanmış olmakla birlikte 1994 yılında EPA'nın toksik etki konusunda beklediği çalışmalara yanıt alamaması nedeni ile domates için kullanım onayı kaldırılmıştır. Göz için çok toksik olduğundan Kategori I'de yer almaktadır. Oral ve dermal yolla çok az toksik iken nefes yolu ile toksik değildir. Mutagenik potansiyeli yoktur. Ancak fareler üzerinde yapılan çalışmalar vücut ağırlığını azaltıp iskelet yapısını bozduğunu ortaya koymuştur. Domates için konulan 0.05 ppm'lik limit değerinin de kaldırılması planlanmaktadır. Sadece kapalı ortamlarda kullanıldığından çevreye zararlı etkisi yoktur. Uygulama yapılan kişilere toksik etkisi bulunmamaktadır.

2,4-Dichlorophenoxy acetic acid (2,4-D): Günümüze kadar üzerinde 40.000'den fazla deneysel çalışma yapılmış olan bu madde canlılar üzerinde akut toksik, kronik toksik ve kanserojen etkiye sahiptir. 2,4-D'nin doğum anormallikleri ve tümör oluşumunu artırdığını gösteren çalışmalar mevcuttur. Değişik ülkelerin konuya duyarlılıkları arasında da farklar vardır. Örneğin İsveç bu maddenin kullanımını yasaklarken, Almanya turunçgil ve kuşkonmazda kullanımına izin vermektedir. Ülkemizde ise sadece yabancı ot ilacı olarak hububat, çeltik ve mısırdaki kullanımına izin verilmekte ve bunlar için de sırası ile 0.5, 0.05 ve 0.05 ppm'lik sınır değerler uygulanmaktadır (ANONİM 1997).

Büyüme düzenleyici maddelerin kalıntı düzeylerinin belirlenmesine yönelik çok sayıda yöntem kullanılmaktadır. Teknolojideki gelişmelere paralel olarak kullanılan yöntemler de değişmekte ve daha duyarlı yöntemler geliştirilmektedir. Spektrofotometrik ve kromatografik (HPLC, GC-MS, GLC) yöntemler ülkemizde de özellikle Ege, Hacettepe ve Ankara Üniversitelerinde doğal ve sentetik hormon düzeylerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü'nün çeşitli tarım kuruluşları ile ortak yürüttüğü çalışma ile de bu tip yöntemler kullanılarak çok çeşitli ürün gruplarında kalıntı analizleri yapılmış ve yapılmaktadır (ANONİM 1996).

KAYNAKLAR

- ABAK, K., K. DEMİR 1987. Sera Domates Üretiminde Meyve Tutum Sorunları. Büyüme Düzenleyici Maddelerin Uygulama Zamanı. Serada Üretim, Ocak/1987, s: 10-12.
- ABDEL-RAHMAN, M., F.M.R. ISENBERG 1974. The Role of Exogenous Plant Regulators in The Dormancy of Onion Bulbs. J. Agric. Sci. Camb., 82: 113.
- ANONYMOUS 1976. Plant Growth Regulators, Study Guide For Agricultural Pest Control Advisors. P: 1-9.
- ANONYMOUS 1994. Pesticide Residues in Food Evaluations Part I- Residues, Vol. 1, FAO Plant Production and Protection Paper, 131/1.
- ANONİM 1996. Gıdalarda Katkı-Kalıntı ve Bulaşanların İzlenmesi. T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Bursa Gıda Teknolojisi Araştırma Enstitüsü, ISBN 975-7657-97-2, Uludağ Üniversitesi Basımevi, 196s.
- ANONİM 1997. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, 16 Kasım 1997 Tarih, 23172 Mükerrer Sayılı T.C. Resmi Gazete.
- BURG, W.G., A.E. BURG 1965. Ethylene Action and The Ripening of Fruits. Science, 148: 1190.
- CHASE, D. 1998. Sprout Inhibitors-MH. Crop and Soil Sciences. Michigan State Univ. Extension Vegetable CAT Alerts, 1993-97-7299306.
- ÇELİK, M., M.T. ÖZKAYA, A.İ. KÖKSAL 1998. Ethrel Uygulamalarının Ceviz (*J. regia*)'de Hasat Kolaylığı ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. Ankara Üniv. Araştırma Fonu Sonuç Raporu, 22s.
- DEMİR, K., F. DÖNMEZ, K. ABAK 1991. Sera Domates Yetiştiriciliğinde 2,4-D, 4-CPA ve NOXA'nın Verim ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Derim 8 (4): 153-161.
- DÖNMEZ, M., Y. HIŞIL 1995. Bazı Meyve ve Sebzelere Hormon Kalıntılarının Tayin Yöntemleri Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniv. Fen Bilim. Enst. Gıda Müh. Anabilim Dalı, Yüksek Lisans tezi.
- ESER, B. 1989. Bitkisel Hormonlar ve İnsan Sağlığı Çevre-Tarım, Tarım ve Mühendislik, s: 18-20.
- FİDAN, Y., S. TAMER, S. ÇELİK 1982. Ethrel ve Gibereellik Asit Uygulamalarının Sofralık Üzümlerde Tane Eti Sertliği, Tanelerin Ayrılma Kuvveti ve Kopma Kuvveti Üzerine Etkileri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 842, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 503.

- GOODWIN, T.W., E.I. MERCER 1983. Introduction to Plant Biochemistry. Pergamon Press, ISBN 0-08-024922-1, 677p.
- HALLORAN, N., R. YANMAZ, M.U. KASIM, R. ÇAĞIRAN 1997. Havuçta Hasat Öncesi Maleik Hidrazid Uygulamalarının Köklenme ve Filizlenme Üzerine Etkisi. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu. 21-24 Ekim 1997, Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova.
- IWAHORI, S., J.M. LYONS 1969. Accelerating Tomato Fruit Maturity With Ethrel. Calif. Agric. 23 (6): 17-18.
- IWAHORI, S., J.M. LYONS, O.E. SMITH 1970. Sex Expression in Cucumber Plants As Affected By 2-Chloroethyl Phosphonic Acid, Ethylene And Growth Regulators. Plant Physiology, 46: 412-415.
- KIM, M.S.L., E.E. EWING, J.B. SIECZKA 1972. Effects of C1CP on Sprouting of Individual Eyes on Plant Emergence. Americ. Potato J., 49: 420-431.
- MILLER, C.H., R.L. LOWER, H.P. FLEMING 1970. Evaluation of Pickles From Cucumber Plants Treated With 2-Chloroethyl Phosphonic Acid. HortScience, 5: 434-435.
- MOHR, H., P. SCHOPFER 1995. Plant Physiology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, Traslated by Gudrun W. and David Lawlor, ISBN 3-540-58016-6, p: 383-408.
- ÖZBEK, S.A. 1947. Hormonlar ve Baę Bahçe Zriaati. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 418, Ders Kitabı: 145, 316s.
- PALAVAN, N. 1993. Bitki Büyüme Maddeleri İ.Ü. Basımevi ve Film Merkezi, Yayın No: 3677, Enstitü Yayın No: 4, ISBN: 975-404-254-3.
- SALISBURY, F.B., C.W. ROSS 1992. Plant Physiology. Fourth Edition, Wadsworth Publishing Company, Belmont-California, ISBN 0-534-15162-0, p: 357-407.
- SIMS, W.L., B.L. GLEDHILL 1969. Ethrel Effects on Sex Expression And Growth, Development in Pickling Cucumbers. Calif. Agric. 23 (2): 2-3.
- SIMS, W.L., R.F. Casmire, 1972. Etephon Pre And Postharvest Studies Show Favorable Response On Fresh Market Tomatoes California Agric. 26 (5): 3-4.
- THOMAS, T.H. 1981. Hormonal Changes During Senescence, Ripening And Regrowth of Stored Vegetables. Quality in Stored and Processed Vegetables and Fruit. Academic Press, London, pp. 253-265.
- WEICHMANN, J. 1987. Postharvest Physiology of Vegetables Marcel Dekker, Inc., Newyort, ISBN: 0-8247-7601-1, 597p.
- YANMAZ, R., K. DEMİR 1990. Örtü Altı Sebze Yetiştiriciliğinde Meyve Tutumu Sorunları ve Çözüm Yolları. Bahçe ve Sera, Sayı: 1, s: 46-50.