

ADVENTİF KÖK OLUŞUMU ÜZERİNE ETİLENİN ETKİSİ

Dr. Kenan YILDIZ⁽¹⁾

Dr.Hüda YILMAZ⁽¹⁾

1.GİRİŞ

Bir olgunlaştırma hormonu olarak bilinen etilen, $CH_2=CH_2$ molekül yapısında, havadan biraz hafif, suda az yağda iyi çözünen bir gazdır. Bu gaz - 103 °C'de kaynar ve hava içinde %2.75-28.6 dozları arasında patlayıcı olar. Bu basit hidrokarbon, hoş kokulu bir gaz olarak birçok meyve ve çiçek tarafından özellikle olgunlaşma döneminde salgılanır. Havada 0.005 ppm olarak fizyolojik etki sınırının altında bulunur. Basit yapısı ve gaz halinde oluşu ile diğer hormonlardan farklıdır (Karaçalı, 1990).

Bütün yüksek bitkilerde üretilen etilen, birçok gelişme olayında etkilidir. Etilenin bir bitki hormonu olarak kabul edilmesi çok eski değildir. Ancak yüz yılı aşkın bir süredir bu gazın büyüme ve gelişme olayları üzerinde ilginç etkileri olduğu bilinmektedir. Daha 1901 yılında etiole bezelye fidelerinde gövdenin uzamasını engellediği, enine büyümesini teşvik ettiği bildirilmiştir. 1917-1937 yılları arasında bazı araştırmacılar etilenin meyve olgunlaşmasını teşvik ettiğini tesbit etmişlerdir. 1935 yılında Cracker, Hitchcock ve Zimmerman etilenin içsel bir büyüme düzenleyicisi olabileceğini ve bu maddeye bir olgunlaştırma hormonu gözüyle bakılabileceğini vurgulamışlardır. Bundan sonra etilene fazla ilginin gösterilmediği 25 yıllık bir dönem geçmiştir. Bu durum bitki bünyesinde çok düşük düzeyde bulunan bu gazın analizini sağlayacak tekniklerin bilinmemesinden ileri gelmekteydi. 1959'da Burg ve Pratt tarafından etilen analizinde alev iyonizasyonlu gaz kromatografisinin teknik olarak kullanılmaya başlanılmasından sonra bu hormonun biyokimya ve fizyolojisine duyulan ilgi giderek artmıştır (Güven,1986).

Bu güne kadar bu konuda yapılan çalışmalar sonucunda, etilenin çimlenme, çiçeklenme, yaprak absisyonu, meyve olgunlaşması ve yaşlanma gibi önemli fizyolojik olayların yanında, yaralanma, düşük ve yüksek sıcaklık, kuraklık, fazla su ve belirli kimyasallar gibi stres olaylarına karşı tepkide rol oynadığı tespit edilmiştir (Karaçalı,1990; Güven 1986).

Bu etkilerinin yanında bazı araştırmacılar bu gazın adventif kök oluşumunda da etkili olduğunu kaydetmişlerdir (Kaşka, ve Yılmaz, 1974; Riov ve Yang, 1989; Bollmark ve Eliasson, 1990). Ancak bu konuda yapılan çalışmalarda çok çelişkili sonuçlar alındığı için, etilenin kök oluşumu üzerine etkisinin ne şekilde olduğu henüz tam olarak anlaşılamamıştır. Bu konuda son zamanlarda yapılan çalışmaların bazılarında ilginç sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bu makalede,kısaca biyosentezi ve etki mekanizmasına

¹Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, VAN.

değindikten sonra bu gazın kök oluşumundaki rolü üzerine durulmuştur.

2. ETİKEN BİYOSENTEZİ

Etilenin bir bitkinin hayat devresinin başından sonuna kadar çok değişik büyüme ve gelişme olayında etkili olduğu tespit edilmiş durumundadır. Bir hücrenin gelişmesi esnasında etilen sentez kapasitesinin, değişebilmesine rağmen bu gazın üretimi muhtelemen bitki hücresinin devamlı bir özelliğidir. Hücrede sentezlenen etilenin ön maddesi olarak birçok bileşik ortaya atılmıştır. Fakat bunlardan yalnızca **metionin** kolayca bitki dokuları tarafından etilene çevrilebildiği bildirilmiştir. Açığa çıkan CH_3S gurubunun bitki dokuları tarafından tutulup tekrar kullanılmak üzere metionine dönüştürüldüğü tesbit edilmiştir. Bu dönüşüm mekanizması bitki hücreleri için çok önemlidir. Hücrenin içsel metionin seviyesi düştüğü zaman bile etilen üretiminin sabit bir oranda kalmasını sağlar. Bu döngü bir ara madde olan S-adenosylmethionine (SAM)'nin üretilmesiyle gerçekleşir. SAM fermente olarak MTA (methylthioadenosize) şekline dönüşür. MTA hızla hidrolize olarak MTR (methylthioriboz)'e dönüşür ve buradan da metionin oluşur. SAM'ın CH_3S gurubundan MTA oluşurken geri kalan kısım etilenin ön maddesi olarak bilinen ACC (l-aminocyclopropane carboxylic asid)'e dönüşür. ACC'nin bir kısmı O_2 'li ortamda etilene dönüşürken, bir kısmı da l-malonyl-ACC(MACC)'ye dönüşür. ACC'nin MACC'ye dönüşmesi işleminin rolünün ne olduğu tam olarak bilinmemektedir. Ancak MACC tekrar ACC'ye dönüştüğü için bu döngü sürekli etilen üretiminde potansiyel bir rol oynar. Etilen sentezindeki ara bileşiklerin yapısı iyi şekilde tespit edilmiş olmasına rağmen bu mekanizmadaki enzimler hakkında bilgi azdır. Bununla beraber son zamanlarda yapılan çalışmalarla SAM'ın ACC'ye dönüşmesinde etkili olan ACC synthase enzimi, domates pericarp dokularından ayrıştırılmıştır. AVG (minoetoksivinilglisin) AOA (aminooksiasetik asit) gibi inhibitörlerin bu enzimin aktivitesini azaltmak suretiyle etilen üretimini engellediği bildirilmiştir (Karaçalı, 1990, Obserne, 1989).

3. ETKİ MEKANİZMASI

Etilenin hücresele düzeyde etki mekanizması henüz tam olarak anlaşılamamıştır. Bu konuda farklı tezler ortaya atılmıştır. Etilenin hücresele zarlardaki lipitlere bağlanarak doğrudan zar geçirgenliğini arttırdığına ilişkin görüşler vardır. Böylece de enzimatik olaylar hızlanabilir. Ancak bunun kanıtları yeterli değildir. Çünkü etilenin lipit yapılı zarlar içinde erimesi aktif rol oynayacak derecede değildir. Etilenin RNA ve protein sentezi üzerinden enzim aktivitesini arttırdığına dair kanıtlar vardır. Bu kanıtlarda etilenin bazı durumlarda hemen ortaya çıkan etkilerini açıklamaya yetmemektedir. Bu konudaki bir başka görüş ise etilenin, hücresele zarlarda veya sitoplazmada bulunan enzimlerin yapısında küçük

değişiklikler yaparak, bunların aktif hale getirdiği şeklindedir. Nitekim etilen, bağlı durumda bulunan enzimleri serbest ve suda erir duruma getirir. Örneğin, selülaz. Bu değişiklikler enzimlerin zarlardan geçişini de kolaylaştırabilir. Son olarak etilen metabolizmada efektör olarak da çalışır (Karaçalı, 1990).

Bu tezler etilenin çeşitli etki yollarının olabileceğini göstermektedir.

4. ADVENTİF KÖK OLUŞUMUNDAKİ ROLÜ

Adventif kök oluşumunun düzenlenmesinde iki bitkisel hormonun etkisinin çok önemli olduğu, bugün artık tespit edilmiş durumdadır. Bunlardan birincisi, dışardan uygulandığı zaman çoğu kez köklenmeyi artıran oksinler, diğeri de kök oluşumunu engelleyen yada geciktiren sitokininlerdir (Güven, 1986; Kaşka ve Yılmaz, 1974; Bollmark ve Eliasson L. 1990).

Bunların dışında üçüncü bir hormon olan etileninde adventif kök oluşumunun düzenlenmesinde etkili olduğu sanılmaktadır. Ancak etilenin bu konuda rolünün ne yönde olduğuna dair farklı görüşler vardır. Bir kısım araştırmacılar etilenin köklenmeyi teşvik ettiğini, bir kısım araştırmacılar da hiç bir etkisi olmadığını kaydetmişlerdir. Geneve ve Heuser, mung fasülyesi (*Vigna radiata*) çeliklerinde, Nordstrom ve Eliason ise, bezelye çeliklerinde yaptıkları çalışmalar sonucunda, etilenin köklenmeyi engellediğini bildirmişlerdir. Bu araştırmacılar IAA'nın kök teşekkülü üzerinde IBA'dan daha az etkili olmasının, IAA uygulanmış çeliklerde etilen üretiminin daha fazla olmasında kaynaklandığı fikrini ortaya atmışlardır. Geneve ve Heuser, ise mung fasülyesi hipokotil çeliklerinde yaptıkları çalışmalar sonucunda, oksin tarafından teşvik edilen etilenle kök oluşumu arasında bir korelasyon bulunmadığını kaydetmişlerdir. Riov ve Yan'da yine mung fasülyesi çelikleriyle yaptıkları çalışmalarda IAA-ve IBA tarafında teşvik edilen etilen miktarlarını karşılaştırıp bunların köklenmeyle ilişkisini incelemişler ve köklenme periyodunun ilk 4 saatlik kısmında IAA'nın daha fazla, bundan sonraki 48 saat boyunca ise IBA'nın daha fazla etilen ürettiğini bildirmişlerdir. Bu araştırmacılar yukarıdaki görüşlerin tersine IBA'nın köklenme periyodunun tamamı itibariyle daha fazla etilen ürettiğini ve bu hormonun IAA'dan daha etkili olmasının etilen üretimini teşvik etmesiyle alakalı olabileceğini kaydetmişlerdir (Riov ve Yang, 1989; Bollmark ve Eliasson, 1990).

Etilenin adventif kök oluşumunu engellediğine dair başka görüşte içsel IAA seviyesini azaltmasıyla alakalıdır. Yapılan bazı çalışmalarda etilenin, oksinin polar taşınımını engelleyip aynı zamanda metabolizmasını hızlandırmak suretiyle içsel oksin seviyesinin düşmesine sebep olduğu bildirmiştir. Bazı araştırmacılar etilenin kök oluşumunu engellediğine dair görüşlerin, içsel IAA seviyesindeki azalmaya sebep

açıklanabileceğini bildirmişlerdir (Bollmark ve Elinasson, 1990).

Etilenin kök oluşumunu engellediğine dair görüşler yanında, teşvik ettiğini öne süren görüşlerde vardır. Bunlardan bir tanesi etilenin, adventif kök oluşumunu engelleyen sitokinlerin etkisini bloke etmek suretiyle köklenmeyi teşvik ettiği şeklindedir. Bu görüşe göre etilen bu işlevini sitokinlerin direk bozulması şeklinde değil de, bunların indirgenerek üst kısımlara taşınmasını teşvik etmek suretiyle yerine getirmektedir (Bollmark ve Eliasson, 1990).

Bollmark ve Eliasson (1990), düşük ışık yoğunluğunda yetiştirilen Norveç Ladininden alınan çeliklerin, neden yüksek ışık yoğunluğunda yetiştirilenlerden alınanlara göre daha iyi köklendiğini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmalarda etilen-sitokinin ilişkisini araştırmışlardır. Bu amaçla düşük ışık ve yüksek ışık yoğunluğu altında yetiştirdikleri bitkilerden çelikler alarak, bunları içinde, bir etilen ön maddesi ve bitkisel dokularda etilen sentezini artıran ACC veya etilen sentezini engelleyen CoCl₂ bulunan ortamlarda köklenme denemelerine almışlardır. Ayrıca köklenme periyodunu başından itibaren ilk bir haftalık dönemde çeliklerde içsel sitokin miktarı ve etilen üretimini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, yüksek ışık yoğunluğunda yetiştirilen ana bitkilerden alınan çeliklerde köklenme yüzdesinin çok düşük, içsel sitokin miktarı ve etilen üretiminin yüksek olduğunu, artama ACC ilavesinin etilen miktarını ve köklenmeye oldukça açık bir şekilde artırdığını; düşük ışık yoğunluğunda yetiştirilen ana bitkilerden alınan çeliklerde ise köklenme yüzdesinin çok iyi, sitokin ve etilen miktarının düşük olduğunu ve ortama ACC ilavesinin köklenme yüzdesi üzerine etkili olmadığını, ortama CoCl₂ 'ekleme işleminin de her iki ışık uygulamasında da köklenmeyi engellediğini kaydetmişlerdir. Bu sonuçları araştırmacılar şu şekilde yorumlamışlardır. 1-Düşük ışık yoğunluğunda etilen miktarının az olmasına rağmen köklenmenin iyi olması, burada sitokin miktarında çok düşük olduğu için bunun etkisini bloke etmek için düşük etilen miktarı yeterli gelmektedir. Bu nedenle dışarıdan uygulanan ACC köklenme üzerinde ilave bir etki yapmamıştır. 2- Yüksek ışık yoğunluğunda ise etilen miktarının fazla olmasına rağmen köklenmenin az olması, buradaki fazla miktarda bulunan sitokin etkisini bloke etmek için daha fazla etilene ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Bu nedenle dışarıdan uygulanan ACC köklenmeyi artırmıştır. Bu sonuçlara ek olarak CoCl₂'nin engelleyici etkisinin ACC ile tekrar tersine çevrilebildiğini kaydeden araştırmacılar, bunlara dayanarak Norveç Ladini çeliklerinde etilenin köklenmeyi oldukça açık bir şekilde teşvik ettiğinin söylenebileceğini bildirmişlerdir.

Etilenin bu konudaki teşvik edici özelliğine dair bir başka görüşte, bu hormonun kök oluşumu üzerine, köklenme periyodunun değişik dönemlerinde farklı şekillerde

etki ettiği şeklindedir. Bu görüşe göre etilen kök tsalaklarının oluşumunu teşvik etmekte, ancak köklerin çıkışı ve uzamasını engellemektedir. Daha 1930'larda, karbon monoksit, asetilen ve etilen gibi doymamış gazların, adventif kök tsalaklarının meydana gelmesini teşvik ettiği birçok otsu bitki çeliklerinin bu gazlara karşı tepkisi köklenmeyi artırıcı yönde ve olumlu bulunmuştur. Bu gazların muhtemel etkilerinin, direk olmaktan ziyade, çeliklerde daha önceden doğal olarak meydana gelen hormonlar üzerinden olabileceği bildirilmiştir (Kaşka ve Yılmaz, 1974).

Riov ve Yang (1989) mung fasülyesi hipokotil çelikleriyle yaptıkları çalışmalarda, 0.1 mM ACC uygulamasının, çelik başına kök sayısını şahide göre önemli derecede artırdığını ancak köklerin çıkışı için gerekli zamanı uzattığını ve kök uzamasını engellediğini, ACC'nin daha yüksek konsantrasyonlarının, çelik başına kök sayısını azalttığını bildirmişlerdir. Bu sonuçlara göre araştırmacılar, etilenin düşük konsantrasyonlarda kök oluşumunu teşvik ettiğini, ancak yüksek konsantrasyonlarda engellediğini, bu engellemenin de muhtemelen kök primordiyumlarının oluşumunu engellemek şeklinde değil de, köklerin çıkışını ve uzamasını engellemek şeklinde olabileceğini kaydetmişlerdir. Yine bu araştırmacılar, bugüne kadar yapılan çalışmalarda, etilenin köklenmeyi engellediğine dair bulguların, belki de etilenin kök primordiyumlarının oluşumunu değil de, kök çıkışını ve büyümesini engelleyecek kadar yüksek olmasından kaynaklanabileceğini öne sürmüşlerdir. Jusaitis'de etilen sentezini engelliyecilerle yaptığı çalışmalara dayanarak, köklenme için düşük etilen konsantrasyonunun gerekli olduğunu ancak yüksek etilen konsantrasyonunun köklenmeyi engellediğini bildirmektedir. Yine bu konuda yapılan bir başka çalışma da Scalabrelli (1986) yaralanmış ve IBA uygulanmış seftali o da çeliklerine bir etileninhibitörü olan Co iyonları uygulamasının köklenme yüzdesini etkilemediğini ancak köklerin çıkışını kolaylaştırarak çelik başına kök sayısını artırdığını tespit etmiştir.

Etilenin in vitro şartları altındaki etkisiyle ilgili de birçok çalışma yapılmıştır. Bertell ve Eliasson (1992), besin solusyonunda yetiştirdiği bezelyelerde kök gelişiminin, hormonların tek başına etkileriyle değil de, sitokin, oksin ve etilen arasındaki interaksyonlarla açıklanabileceğini bildirmiştir. Biddington (1992)'ise in vitro şartlarda içsel ve dışardan verilen etilenin etkisini araştırdığı çalışmalarına dayanarak, bazı durumlarda etilenin etkisinin önemsiz gibi görünmesine rağmen, doku kültürlerinin birçok şekilde gelişme olayları üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu, fakat bu etkinin tam olarak belirlenmediğini ve doku kültürlerinde etilenin spesifik rolünün veya rollerinin ne şekilde olduğunun genel olarak türleri seviyesinde tanımlanamayacağını bildirmiştir. Gonzales ve ark. (1992)'da fındığın doku kültürüyle çoğaltılmasında adventif kök oluşumu üzerine oksin ve sitokin yanında etilenin etkili olduğunu bildirmişlerdir. Bu araştırmacılar köklenme ortamına ethaphon ilave edilmesinin etilen sentezini ve

köklenmeyi artırdığını, bir etilen inhibitörü olan AVG'nin ise hem etilen sentezini hem de köklenmeyi engellediğini tespit etmişlerdir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLEN

Bahçe bitkilerinin vejetatif olarak çoğaltılmasında, gerek in vivo (çelikle çoğaltma) gerekse in vitro şartları altında adventif kök oluşturmak çoğu zaman en önemli sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Adventif kök oluşumundaki zorluklardan dolayı, günümüzden 40-50 yıl öncesine kadar çelikle çoğaltılması ekonomik olan meyve türlerinin sayısı yok denecek kadar azdı. Fakat daha sonraki yıllarda adventif kök teşekkülünü teşvik eden büyümeyi düzenleyici maddelerin pratiğe intikal etmesiyle çelikle köklenmez olarak kabul edilen birçok meyve türünü çelikle çoğaltmak pratik olarak mümkün olmuştur. Bu maddelerin başında oksinler gelmektedir. Çok defa dışarıdan oksin uygulamasıyla birçok bitkide köklenmeyi iyileştirmek mümkün olmaktadır. Ancak sadece oksin uygulamak her bitki türüne ve her zaman istenilen sonuçların alınmasında yeterli olmamaktadır. Çünkü birçok gelişme olayında olduğu gibi, adventif kök oluşumunda da bir faktörden ziyade birçok faktörün etkisi olmaktadır. Ayrıca bu faktörlerin tek başına etkilerinden ziyade karşılıklı antogonistik ve sinergistik etkileri daha önemlidir. Bugüne kadar yapılan çalışmalar sonucunda kök oluşumu için oksinin gerekli olduğu ancak adventif kök oluşumunun tek başına oksinle açıklanamıyacağı ortaya konulmuştur.

Bu olayda en önemli faktör olan oksinin, bitki dokularında etilenle olan yakın ilişkisi etilenin de kök oluşumunda etkili olabileceği kanısını uyandırmaktadır. Bu nedenle, son zamanlarda bu konu üzerinde yoğun çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Şimdiye kadar yapılan çalışmalar sonucunda, adventif kök oluşumundaki etki şekli konusunda farklı görüşler olmasına rağmen, etilenin de bu olayda bir rolü olduğu konusunda önemli deliller elde edilmiştir. Etilenin bu olaydaki etkisinin ne yönde olduğunu tespit etmek için daha çok çalışma yapılması gerekmektedir. Bu konuyla ilgili yapılan çalışmalarda şimdiye kadar materyal olarak genellikle otsu bitkiler kullanılmış ve meyve ağaçlarının çelikle yada in vitro çoğaltılmasında etilenin etkisi konusu henüz pek araştırılmamıştır. Bugün gerek çelikle çoğaltmada gerekse in vitro çoğaltmada yeterince adventif kök oluşturulmadığı için çoğaltılması pratik olarak mümkün olmayan birçok meyve ağacının olduğu göz önüne alınırsa bu konunun önemi kendiliğinden ortaya çıkacaktır. Hem çelikle çoğaltma hem de in vitro çoğaltmayla ilgili olarak yapılacak çalışmalarda etilenin direk etkisi yanında bunun etkili olan oksin ve sitokin gibi hormonlarla olan ilişkisinin de araştırılması yararlı olacaktır.

ÖZET

Bu makalede, birçok gelişme olayında etkili olduğu bildirilen etilenin adventif kök oluşumundaki rolü üzerinde durulmuştur.

Bu konuda, bu güne kadar yapılan çalışmalar sonucunda, bazı araştırmacılar bu gazın adventif kök oluşumunu olumsuz yönde etkilediğini, bazı araştırmacılar hiçbir etkisi olmadığını bildirirken, bazı araştırmacılar da olumlu yönde etkilediğini kaydetmişlerdir.

KAYNAKLAR

- KARAÇALI, İ., 1990.** Bahçe ürünlerinin muhafazası ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi Basımevi Bornova / İzmir.
- GÜVEN, A., 1986.** Bitki Büyüme maddeleri. Ders Notları.
- KAŞKA, N. VE YILMAZ, M., 1974.** Bahçe Bitkileri Yetiştirme Tekniği. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 79, Ders Kitabı 2. (Hartman ve Kester'den Tercüme)
- RİOV, J. VE YANG, S.F., 1984.** Ethylene and Auxin-Ethylene Interaction in Adventitious Root Formation in Mung Bean Cuttings. Biochemical and Physiological Aspects of Ethylene Production in Lower and Higher Plants (eds: H. Clijsters et al) p:151-156. Kluwer Academic Publishers
- BOLLMARK, M. VE ELIASSON, L., 1990.** Ethylene accelerates the breakdown of cytokinins and thereby stimulates rooting in Norway spruce hypocotyl cuttings. *Physiol. Plant.* 80: 534-540.
- OBSENE, J.D., 1989.** The control role of ethylene in plant growth and development. *Biochemical and Physiological Aspects of Ethylene Production in Lower and Higher Plants* (eds: H. Clijsters et al) p:1-11. Kluwer Academic Publishers.
- SCALABRELLI, G., COUVILLON, G.A., 1986.** Ethylene release from peach hardwood cuttings after treatment for increasing rooting. *Acta-Horticulturae.* no. 179(vol.II) 863-867.
- BERTELL, G., ELIASSON, L., 1992.** Cytokinin effect on root growth and possible interactions with ethylene and indole-3-acetic acid. *Physiol. Plant.* 84: 2,255-261
- BIDDINGTON, N.L., 1992.** The influence of ethylene in plant tissue culture. *Horticult.* Abst. 062-07947.
- GONZALES, A., SANCHEZ, T.R., RODRIGUEZ, R., 1992.** Ethylene in relation to protein, peroxidase and polyphenolase activities during rooting in hazelnut cotyledons. *Horticult.* Abst. 062-07171.