

öz parankimasının dış tabakasından oluştuğunu ileri sürmüşlerdir. Araştırmacılar kökün korteks, floem ve ışınlardan gelişmediğini ve öz parankimasının dış tabakalarından oluşan kök promordiyumlarının da yavaş yavaş gelişip, ksilemi yarıp, dışarı çıktığını gözlemişlerdir. Bunun yanı sıra, yaralanma uygulamasının, kortekste vasküler dokuların dışında bulunan sklereid hücrelerini parçaladığı için, köklenmeyi uyardığını belirtmişlerdir.

Mackenzie et al (1986), elma anaçlarından M26'nın farklı yaralama uygulanmış odun çeliklerinde, kambiyum aktivitesi ile kök insiyasyonu arasındaki anatomik farklılığı araştırmışlardır. Uygulamalardan; Kontrol %6, iki yüzeysel çizik %8, iki derin çizik %26 ve çeliğin tabanının yarılmasında %94 oranında kök oluşumu saptamışlar ve kök oluşumunun bazal kallusu veya yara kallusundan meydana geldiğini bildirmişlerdir.

#### **Biyokimyasal değişimler**

Adventif kök oluşumu sırasında meydana gelen biyokimyasal değişimler, köklenmenin mekanizmasının açıklanmasına yardımcı olabilecektir. Ancak bu değişimler birçok faktöre (özellikle dışsal uygulamalara) göre farklılık göstermektedir. Biyokimyasal değişimler gösteren bileşikler şöyle sıralayabiliriz.

- 1) Bitki besin maddeleri
- 2) Bitki büyümeyi düzenleyicileri
- 3) Enzimler
- 4) Karbonhidratlar
- 5) Fenolik bileşikler
- 6) Diğerleri

#### **Bitki besin maddeleri**

Bitki gelişimi için gerekli olan besin maddelerinin bünyede çok değişik görevleri bulunmakta ve eksikliği söz konusu olduğunda bitkiye dışardan takviye yapılması gerekmektedir. Eksikliği kadar fazlası da bitki bünyesinde olumsuz metabolik ve fizyolojik olaylara neden olmaktadır (Güzel 1982). Bitki besin maddelerinin bazılarının önemli bazı fonksiyonları şöyle sıralanabilir. (Güzel 1982)

**Azot:** Amino asit ve proteinlerin oluşumunda rol alır. Klorofil

molekülünün oluşumunda bulunur. Azlığında karbonhidrat birikimi ve böylece hücre kalınlaşması olur. Eksikliğinde protein bileşiminde bulunan azot, çözünebilir forma dönüşüp, meristamatik bölgelere iletilerek yeni protoplazmanın oluşumunda yeniden kullanılır. Eksikliğinde bodurlaşma, yaprak sararması ve ölüm.

**Fosfor :** Nükleik asit ve fosfolipitleri oluşturan elementlerden biri sayılmaktadır. Organların primordiyumlarının oluşumunda etkili; Generatif organ primordiyumlarının oluşumunda etkili; Kök gelişimini arttırmakta; Tohum oluşumu için gerekli; Meyve kalitesini etkiler; Eksikliğinde gelişme yavaşlar; Fosforilasyon reaksiyonunda etkin rol alarak bitkide termodinamik dengeyi sağlar. Adenosin difosfat (ADP)'ın adenosin trifosfat (ATP)'a dönüşümünde kullanılır. Fotosentez, karbonhidratların dönüşümü, amino-asit metabolizması, yağ metabolizması, kükürt metabolizması ve biyolojik oksidasyonlarda yer alan esas maddelerdendir.

**Potasyum :** Karbonhidrat metabolizması yada oluşumu ile parçalanması ve nişastanın yer değiştirilmesinde etkili. Azot metabolizması ve proteinlerin yapımında etkili; Bazı önemli organik asitlerin nötürleştirilmesinde; Çeşitli enzimlerin aktivasyonunda etkili; Meristamatik dokunun gelişiminin hızlandırılmasında etkili; Stoma hareketlerinin düzenlenmesi; Bitki su ilişkisini düzenler; Eksikliğinde fotosentez reaksiyonu azalır ve solunum artar. Eksikliğinde azotun proteine dönüşümü azalır.

**Kalsiyum:** Protein oluşumu sağlamakta, mitokondiranın protein kapsamını arttırmaktadır. Eksikliğinde tepe tomurcuğu ve kök büyüme ucu gelişimini yavaşlar. Hücre orta lamellerinin oluşumunda gereklidir. Karbonhidratların yer değiştirmesinde ya da üretilmesinde etkisi vardır.

**Magnezyum :** Klorofil molekülünün bileşimine giren tek besin maddesidir. Tohumun bileşiminde de bulunur. Fosfor metabolizması ve karbonhidrat metabolizması ile ilgili olarak; birçok enzim sistemlerinin aktivasyonunda da önemli etkilere sahiptir. Hücre solunumundaki sitrik asit dolaşımında rolü bulunmaktadır. Bitkilerde yağ yapımı ile ilişkisi vardır.

**Kükürt :** Kükürt içeren aminoasitler protein sentezi için gereklidir. Bazı proteolitik enzimleri aktive eder veya işlek kılar. Koenzim A glutathione gibi bir takım vitaminlerin bileşimine girer. Azot fiksasyonunda görev alan nitrogenaz enzim sisteminin bir bölümünü oluşturur.

**Bor :** Şekerlerin membrandan geçişini sağlar. Polifenolaz aktivitesi ile

oksidasyon reaksiyonunda düzenleyici etki yapar. Fosfat ester metabolizmasında etkilidir. Hücre metabolizmasında ortho-difenollerin katalitik etkilerinin düzeyini düzenler. Bu etkileri sırasında Indole asetik asit oksidasyonunu önlenmesi ve özellikle köklerde yüksek düzeyde olan gelen pyridin nükleotid-quinone reduktaz atkivitesini hızlandırması. Hücre bölünmesi ve gelişmesinde etkilidir. Pektan yapımında etkilidir. Fosforilazla birleşerek nişasta oluşumunu önler. Eksikliğinde hücre bölünmesi durmaktadır. Eksikliğinde kök ve gövde uçlarında RNA ve DNA içeriği azalmaktadır.

**Demir :** Fumarik hidrogenaz, katalaz, oksidaz ve sitokrom gibi enzim sistemlerinin aktivasyonunda etkilidir. Klorofil üreten mekanizmada etkilidir. Sitokrom-C'yi redükte eden flavin enzimi için gereklidir.

**Mangan :** Karbonhidrat metabolizması, fosforilasyon reaksiyonları, arginaz, sistin, desulfahidraz, desoksiribronuklaz ve yeast fosfataz gibi enzimlerin aktivasyonunda etkilidir.

**Bakır :** Triyosinaz, laktaz, askorbik asit oksidaz, butiril Co-A dehidrogenaz gibi enzimlerde metal bir aktivatördür.

**Çinko :** Birçok enzimde metal bir aktivatördür.

**Molibden :** Azot redüksiyonunda etkilidir.

**Klor :** Eksikliğinde kök gelişmesinde azalma olmaktadır.

Bitki besin maddelerinin, adventif kök oluşumu sırasında kullanımları ve çelik bünyesindeki düzeylerinin değişimleri konusunda yapılmış fazla çalışma bulunmamaktadır. Bu, birçok araştırmacının mineral besin maddelerinin (bor ve azot hariç) azlığı veya çokluğunun, kök oluşumunu doğrudan etkilemeyeceği yönündeki görüşlerinden kaynaklanmaktadır (Gaspar and Coumans 1987).

Bunun sonucu olarak araştırmacılar, çelik bünyesinde köklenme süresince meydana gelen değişiminden çok çelik veya ana bitkiye yapılan uygulamalar üzerinde durmuşlardır (Hartmann and Kester 1983, Gaspar and Coumans 1987).

Eliasson (1978), çeliğe bitki besin maddeleri uygulamalarının köklenme üzerine etkisinin olamayacağını, çünkü besin maddelerinin sürgünden aşağı doğru hareket ettiğini ileri sürmektedir. Buna rağmen kalsiyum ve borun floemde yavaş hareket etmeleri nedeniyle, köklenmeyi uyarmak amacıyla kullanılacaklarını

bildirmektedir.

Gaspar and Coumans'de (1987) köklenmeyi uyarmak amacıyla kalsiyum, bor ve mangan gibi bazı bitki besin maddelerinin kullanılmasının faydalı olabileceğini bildirmektedirler. Kalsiyum kök başlangıcından önce peroksidaz enziminin aktivitesini artırmak için, mangan da aynı amaçla ve ayrıca IAA ve 1-aminosiklopropan 1-karboksilik asit metabolizmasının aktivitesini artırmak amacıyla kullanılabilir. Diğer yandan, köklenmeye etkisi birçok araştırmacı tarafından savunulan bor'un, köklenme süresince hücre zarı geçirgenliği ve şeker taşınımı ile karbonhidrat, fenolik bileşikler, lignin, oksinler ve nükleik asit metabolizmalarındaki enzimleri kontrol etkisi nedeniyle kullanılması özellikle önerilmektedir.

Köklenmeyi uyarmak amacıyla, bitki besin maddelerinin kullanılabilceğini belirten birçok çalışmanın var olmasına rağmen, bazı araştırmacılar da, köklenme süresince bitki bünyesinde nasıl bir değişme meydana geldiğini ortaya çıkarmaya çalışmışlardır.

Svenson and Davis (1995) Poinsettia'nın iki çeşidine ait uç çeliğinin adventif kök oluşturma ve geliştirme süresince, içsel besin maddesi düzeyinde meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Kök primordiyumu uzamadan önce, kök oluşumunun erken safhalarında, çeliklerin dip kısımlarında Fe, Cu ve Mo birikiminin olduğu, ancak P, K, Ca, ve Mg düzeylerinde azalmanın meydana geldiği gözlenmiştir. Kök primordiyum uzaması ve kök çıkışı süresince ise, çelik tabanında Fe, Cu, Mo, Mg, B ve Zn düzeyleri artarken, P ve K'un çelik dikilmeden önceki düşük düzeyini koruduğunu bulgulamışlardır. İki çeşidin bütün köklenmiş çeliklerinde, yaprakta N, Fe ve Mo düzeyleri azalmış, ancak Cu dikim öncesine göre artmıştır.

Ana bitkinin iyi beslenmesi sonucu, çelikte köklenme daha iyi olmaktadır. Özellikle fosfor, potasyum, magnezyum ve kalsiyum eksikliği gösteren ana bitkinin çeliklerinde, köklenme daha düşüktür (Hartmann and Kester 1990). Araştırmacılar, ayrıca çünkü adventif kök oluşumunun değişik safhalarında bitki besin maddelerinin etkileri ve değişimleri konusunda çok az çalışmanın yapılmış olması nedeniyle bitki besin maddelerinin köklenmeye etkisini yorumlamanın güç olduğunu, bildirmektedirler.

Hartmann and Kester (1990), çinko gübrelemesi yapılmış asmaların

çeliklerinin daha iyi köklendiğini ve köklerin gübre uygulanmayanlara göre daha iyi kalitede oldukları saptanmıştır. Araştırmacılar, oksin metabolizmasında yer alan triptofanın üretimi için çinkonun gerekli olması nedeniyle bu sonucun normal olduğunu belirtmektedirler. Sentetik triptofan da köklenmeyi artırmaktadır

Reuveni and Raviv (1981) köklenmesi zor olan avocado çeşitlerine ait çeliklerin yapraklarında Mn'ı yüksek düzeyde, kolay köklenenlerin yapraklarında ise daha az miktarda saptamışlardır. Onbir bitki besin maddesinin incelendiği çalışmada, yalnızca mangan köklenme ile bir ilişki göstermiştir. Bu durum mangan'ın, indol asetik asit oksidaz enziminin bir aktivatörü olmasına bağlanmıştır.

Bitki besin maddelerinin köklenme süresince, çelik bünyesindeki hareketliliği bitkiden bitkiye değişmektedir. Hartmann and Kester (1990), erikte dal çeliğinin köklenmesi sırasında, azotun çelik bünyesindeki dağılımının, oksin uygulamaları ile arttığını, oysa Japon çoban püskülü dal çeliklerinde, köklenme başlangıcı sırasında hem azotun hareket etmediğini, hem de P, K, Ca ve Mg'un çelik bünyesinde dağılım göstermediklerini bildirmektedirler. Araştırmacılar, hareketsiz olarak kabul edilen Ca'nın, Japon püskülü çeliklerinde köklenme süresince taşındığının birçok araştırmacı tarafından belirtildiği, ancak Ca'nın bu hareketinin köklenme sırasında, çeliğin üst kısımlarındaki doku gelişimini desteklemek amacını taşıdığını, kök büyümesi ve gelişmesi için olmadığını ifade etmişlerdir.

Borun köklenme üzerine etkisi kök oluşumundan çok, kök büyümesini uyarmaktır. Bor tek başına hiçbir etkiye sahip değilken, IBA ile kombinasyonunda kök sayısı ve uzunluğu ile köklenme oranı ve hızı artmıştır. Borsuz besin ortamındaki çeliklerde kök oluşumu görülmezken tam, veya bazı iz elementlerin eksik olduğu ortamlardaki çeliklerde, yeterli köklenme meydana gelmiştir. Borun köklenmeyi artırıcı bu etkisindeki mekanizma henüz tam olarak bilinmemektedir. Ancak borun oksidasyon olaylarında rol almış olması nedeniyle, belki de oksijence zengin sitrik asit ve izositrik asitlerin köklenme bölgesine hareketini artırmaktadır (Hartman and Kester 1990).

Ali and Jarvis (1988), floem ışın parankiması hücrelerinin, yeniden meristematik hücreler haline dönüşmesi (dedifferentiation) sırasındaki hücre bölünmesini deskelemek için, bora gereksinim duyulduğunu ve borun köklenmeyi,

içsel oksin düzeyi ile IAA oksidaz enziminin aktivitesini artırarak da etkilediğini ifade etmişlerdir. Ayrıca, mung fasulyesi ile yaptıkları bu çalışmanın sonucunda, borun eksikliği ile, DNA sentezinden çok, hücre bölünmesinin engellendiğini ileri sürmektedirler.

Hartmann and Kester (1990), özellikle köklenmesi zor olan ve bu yüzden sisleme sisteminde daha uzun süre tutulması gereken türlerin çeliklerinde, bazı besin maddelerinin yıkanıp kaybolduğunu belirtmişlerdir. Özellikle, N, P, K, Ca ve Mg, sisleme sistemi altında bulunduğu süre içinde, çelikten yıkanıp gitmektedir. Yapraklı yarı odunsu çelikler, yeşil çelik ve yumuşak odun çeliklerine göre daha hassas durumdadır.

Rajasekar and Sharma (1989), çay çeliklekinin köklenmesin de, bazı mikrobesein maddeleri ve fenolik bileşiklerin etkinliği ve IBA ile kombinasyonlarındaki uygun dozlarının belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, IBA ve çinkonun 5000ppm dozları ve aynı dozlarda kombinasyonun, köklenmeyi ve kök büyümesini olumlu etkilediklerini gözlemişlerdir. Çinko uygulaması tek başına veya IBA ile kombinasyonlarında özellikle köklerde kuru madde birikimini artırmıştır. Araştırmacılar bunun nedenini belkide çinkonun triptofanın sentezinde önemli rol oynamasına bağlarken, diğer yandan Zn'nun karbonhidrat birikimi üzerinde de olumlu etkide bulunduğunu belirtmişlerdir.

Moncousin (1991c), borun köklenme üzerine etki mekanizması tam net olmamakla birlikte borun karbonhidrat taşınımı ile oksin ve fenol metabolizmasında rol aldığı, bunu da köklenmenin ilk safhalarında gerekli içsel oksin miktarını, ya oksidasyonu engelleyerek yada oksini doğrudan koruyarak dengelediğini bildirmektedir.

### **Bitki büyüme düzenleyicileri**

IAA (Indol-3-asetik asit) çoğu bitkide bulunan oksindir. Bitki bünyesinde oksin gibi aktivite gösteren (ör: indol asetaldehit) ve IAA'nın habercisi olan bazı bileşikler de bulunmaktadır. Bazı bitkiler ise, zayıf oksin aktivitesi gösteren (ör: fenil asetik asit) bazı maddeleri içermektedir. Birçok sentetik oksin de ticari amaçlarla kullanılmaktadır. IAA yaprak primordiyumunda, genç yapraklarda ve

gelişmekte olan tohumlarda, trifotofandan sentezlenmektedir. IAA hücreden hücreye taşınabilirken, köke taşınması belki de floem yoluyla olmaktadır. Hücre uzaması ve bölünmesi, vasküler dokularda farklılaşma, kök başlangıcı, tropik hareketlere tepkiler gibi birçok metabolik faaliyetlerde etkileri söz konusudur.

Gaspar and Coumans (1987), oksinin adventif kök oluşumunda merkezi bir rol oynadığının kabul edildiğini bildirmektedirler. Nemeth (1986) ve Hartmann and Kester (1990), adventif kök oluşumunu, kök primordiyumun oluşumu ve kök çıkışı ile kök büyümesi diye iki gruba ayırmışlardır. Birinci safhayı Nemeth (1986) IAA'nın gen aktivatörü olarak görev yaptığı, yani kök primordiyumu oluşumunu erkenden uyardığı safha olarak tanımlamıştır. Ryugo and Breen (1974) ise IBA'nın (klasik çoğaltma yöntemlerinde en etkili köklenmeyi uyarıcı oksin) esas işlevinin, kök inisiyasyonunun oluşumu için gerekli özel proteinlerin sentezlenmesini sağlayan, amino asitlerin ve içsel IAA'in arasındaki bağlantının kurulmasına yardımcı olmak olduğunu ifade etmiştir.

IBA ve NAA uygulamaları, çeliğin içsel oksin seviyesini doğrudan IAA-oksidadaz sistemini düzenleyerek veya dolaylı olarak, oksin koruyucularını taşıyarak kontrol edebilir (Davies and Hartmann 1988).

Adventif kök oluşumunda, oksin uygulamalarının çelik bünyesindeki oksin ve diğer köklenme uyarıcıları, kofaktörler ve engelleyicilerin dağılımı üzerindeki etkileri konusunda, bir çok çalışma yapılmıştır. Bunların sonuçlarındaki farklılıklar bir çok faktörün de devrede olduğunu göstermektedir.

Davies and Hartmann (1988), köklenmesi zor olan türlerde, oksinin çoğu zaman köklenmedeki en etkili faktör olmadığını ileri sürerken, bunun nedenlerini aşağıdaki maddeler halinde sıralamışlardır.

- Köklenmeyi uyarıcı oksin-fenol bağlarını oluşturan önemli enzimlerin eksikliği,
- Enzim inhibitörlerinin var olması,
- Enzim aktivatörlerinin eksikliği,
- Fenolik bileşiklerinin eksikliği,
- Enzim reaktanlarının fiziksel parçalanması, oksinin köklenmede etkisiz kalmasına neden olabilmektedir.

Hackett (1969), oksin uygulamasına çok az tepki veren **Hedera Helix** çelikleri ile yaptığı bir çalışmada, oksinin dışında, bazı içsel faktörlerin, adventif kök inisiyasyonunu kontrol ettiklerini, bunların katekol, prigalol, kafeik asit ve klorogenik asit gibi, oksinle birlikte kök inisiyasyonunu uyaran bazı fenolik bileşikler olabileceğini ileri sürmüştür.

Weisman et al (1988), radyoaktif işaretli IAA ve IBA'nın çelik bünyesindeki hareketini incelediklerinde, her iki oksinin hareket hız ve sürelerini birbirine yakın olduğunu, kök çıkış bölgesinde her ikisine de rastlandığı, ancak çeliğin üst kısımlarına doğru, IBA'nın daha çok bulunduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, ayrıca IBA'nın daha yüksek köklenmeyi uyarıcı etkisinin olduğunu ifade ederek, farklı taşınım özelliği ve/veya farklı bağlanma oranı göstermelerinden değil, IBA'nın bağlanmasının IAA'dan çok, serbest oksine iyi bir kaynak olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Moncousin (1991a), kök oluşmadan önce çelik tabanında oksin benzeri maddelerin yoğunluğunun arttığını ve köklenme süresince oluşan kök sayısı ile bu maddelerinin, köklenme bölgesindeki toplam miktarı arasında ilişkinin olduğunu bildirmektedir. Adventif kök oluşumunun eksikliğinde, içsel oksin seviyesinin düşük olduğu, ancak seviyesinin asıl sınırlayıcı faktör olmadığını da belirtmektedir. Oksin aktivitesinin Vitos'ta, köklenme süresince azaldığını ve köklenen çeliklerde köklenmeyenlere göre daha düşük olduğunu, Prunus'ta ise, köklenme oranı ile içsel oksin benzeri maddelerin zenginliği arasında açık bir ilgi olduğunu bildirmektedir. Ayrıca, Pinus çeliklerine IBA uygulanmasının, çelik tabanında IAA miktarını artırdığını, ancak oksin metabolizması ve taşınması yönünden uygulanmış ve uygulanmamış çelikler arasında fark olmadığını belirtmişler ve bunun nedeninin IBA'nın IAA'ya dönüşmesinden kaynaklandığı sonucuna varıldığını bildirmişlerdir.

Adventif kök oluşumunu histositolojik olarak farklı safhalara ayıran Moncousin (1991b), özellikle serbest formdaki IAA'nın bir çok safhada artış veya azalış göstererek etkili olduğunu belirtmektedir. Görünür sitolojik olayların içinde yer alan dört markırdan (etilen, serbest IAA, dihidroksifenoller, fenoller) serbest IAA yoğunluğu, köklenmenin (mikro çelikte) başlangıcında çelik tabanında üst kısmına göre artış belirlemiştir. Bu artış daha sonra azalma eğilimi göstermiş ve



genelde köklenme tamamlandığında, başlangıç seviyesine gelmiştir. Köklenmenin hemen her safhasında, IAA etilenle birlikte etkili olmuştur.

Diğer yandan Moncousin (1991c), bitki dokularında sıkça bulunan ve çoğu zaman serbest IAA'dan daha önemli olduğu kesin olan, bağlı oksinlerin fizyolojik işlevlerini, translokasyon, depolama, biyosentez ve oksinlerin hareketi diye belirtmiştir. Oksinlerin bağlanması, özellikle dışsal oksin uygulaması sonrası, aktif oksinin, içsel miktarının detoksifikasyonu veya ayarlanması anlamına gelmektedir. Kolay ve zor köklenen *Rhododendron* çeliklerinde, serbest IAA yönünden mevsimsel farklılık belirlenmediği halde, bağlı oksinlerde önemli farklılıklar gözlenmiş ve en yüksek artışın yaz aylarında olduğu, sonbahara geçişteki azalmanın zor köklenen çeşitlerde, daha hızlı olduğu belirtilmiştir (Moncousin 1991a).

Baraldi et al (1993) kolay ve zor köklenen armut çeşitleri ile in vitroda yaptıkları bir çalışmada, IBA'nın alımı ve metabolizmasını araştırmışlardır. Radyoaktif 3H-IBA uygulaması sonrası, 7 gün karanlık fazı takiben, 4 gün aydınlıkta, kolay köklenen Conference çeşidi sürgünleri tarafından oksinin %40'ı, zor köklenen Doyenne d'Hiver çeşidinde ise %19'u bünyeye alınmıştır. Uygulamayı takiben 12 saat sonra ekstrakte edilebilir radyoaktif IBA'nın miktarı oldukça azalmıştır. Radyoaktivitede IBA'nın az görünmesi, her iki çeşitte IBA metabolizmasının hızlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca alınan IBA'nın %50'si çelik bünyesinde IBA-aspartate olarak tanımlanmıştır. Yalnızca köklenmesi kolay olan Conference armudu, kök indüksiyon periyodunda, serbest IAA'ya dönüşüm özelliği göstermiştir. İçsel serbest IAA seviyesi Conference armudunda ilk 2 günde hızla artarken, Doyenne d'Hiver'de daha düşük kalmıştır.

Baraldi et al (1995) aynı armut çeşitleri ile yaptıkları çalışmada, içsel IAA ve poliamin seviyeleri ile, IBA'nın in-vitro da mikro çeliklerin köklenmesindeki metabolizmasını araştırmışlardır. Doyenne d'Hiver (köklenmesi zor) çeşidi, Conference (köklenmesi kolay) çeşidinden, aynı oranda köklenme oranı gösterebilmek, için 10 kat daha fazla IBA'ya gereksinim duymuştur. Yüksek yoğunlukta IBA kullanıldığında, IBA metabolizması yönünden her iki çeşit arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Araştırmacılar, IBA'nın esasen IBA- glukoz ile birleşip biriktiğini, ancak her iki çeşitte çok az bir miktarın serbest IAA'ya

dönüştüğünü ifade etmişlerdir. Yüksek dozlarda IBA, Doyenne d'Hiver'de daha çok kallus oluşumuna neden olmaktadır ki bu durum Doyenne d'Hiver'in hücrelerinin, Conference'in hücreleri ile aynı tarzda büyümeyi düzenleyicilere tepki gösterme yeteneğinde olmadığını göstermektedir.

King et al (1995), kök oluşumunun değişik safhalarında dışsal oksine karşı aşırı hassasiyetin, içsel oksin yoğunlukdaki değişimle ilişkili olduğunu iddia etmişlerdir. Daha fazla kök proliferasyonu gösteren mutantın içsel IAA düzeyi, yabanisine göre 2 ile 17 kat daha fazla bulunmuştur. Oysa, her ikisine ait dokuların dışsal IAA dozlarına tepkileri ise aynı olmuştur.

Oysa, Visser et al (1995) adventif kök oluşumunda, türler arasındaki köklenme zorluğundaki farklılığın, genetik olarak kontrol edildiğini, oksine farklı tepkileri göstermelerinden kaynaklanmadığını belirtmişlerdir.

Adventif kök oluşumu sürecinde yalnız içsel oksin düzeyinde değil, diğer birçok büyümeyi düzenleyicinin miktarıda da değişimler söz konusudur.

Şen (1976), armut çeliklerinde en yüksek köklenmenin saptandığı eylül-aralık aylarında, çelik ekstraktlarında mang fasulyesi testi sonucuna göre, oldukça önemli derecede etkili engelleyiciler belirlemiştir. Araştırmacıya göre, çeliklerin köklenmesinde, sadece uyarıcı faktörlerin değil, uyarıcı-engelleyici etkileşmesinin de önemi bulunmaktadır.

Psota and Gulasiova (1990a), adventif kök oluşumu sırasında çelikteki içsel sitokinin aktivitesini incelemişlerdir. Hiçbir köklenmeyi uyarıcı hormon veya kimyasal maddenin kullanılmadığı çalışmada, çelik tabanındaki sitokin miktarı, alındığı zaman minimum seviyede iken, adventif köklerin görüldüğü dönemde maximuma ulaşmıştır. Aynı koşullarda, gibberellin aktivitesi ise, sitokinle benzer sonuçlar vermiştir (Psota and Gulasiova 1990b).

Smalley et al (1991), absizik asitin çelik bünyesindeki miktarının, dikimin hemen ardından arttığını, ancak köklenme öncesi azaldığını belirlemişlerdir. Diğer yandan, sitokin olarak zeatin riboside ve dihidrozeatin riboside'in, çelik bünyesindeki düzeyleri ile köklenme arasında hiçbir ilişkinin olmadığını, ayrıca yaprak su içeriğinin, çelik köklenene kadar düştüğünü ve kök çıkışı ile birlikte arttığını saptamışlardır.

Moncousin (1991a), etilenin köklenmeyle ilişkisinin, ya dışardan etilen uygulaması yada içsel üretimin engellenmesi sonucunda, belirgin olarak ortaya çıktığını belirtmektedir. Etilen ile ilgili çalışmaların sonuçları bitki türü, çelik tipi, uygulama dozları, teknikleri, köklendirme süresi ve zamana bağlı olduğundan, birçok araştırmacı etilenin köklenme ile ilişkisi konusunda farklı veriler elde etmişlerdir.

Köklenme ile bünyesel etilen üretimi arasında ilişki olduğunu iddia eden Ripetti et al (1994), oksin ve bir süre karanlık uygulaması sonucu %96'lık köklenme elde ettiği cevizde, etilen üretiminin, ilk iki günde arttığını ve sonra hafif azalma ve artışlarla hemen hemen seviyesini koruduğunu belirlemişlerdir. Ancak etilen habercisi olan ACC (1-aminocyclo progane-1-karboxylic asit) kullanıldığında, başlangıçtaki artışın 4 gün sürdüğü ve yaklaşık 4 katı düzeye ulaştığı, sonra bir müddet stabil olup, takiben eski seviyesine tekrar indiğini gözlemişlerdir. Oksin ve karanlık uygulaması olmayan, bu yüzden %0 köklenme elde edilenlerde, etilen üretimi hem düşük kalmış, hemde hiç değişiklik göstermemiştir. ACC uygulaması 2. günde bir artışa neden olmuş ancak ardından hızla azalmıştır,

### Enzimler

Biyokimyasal reaksiyonlara katalizör görevi gören enzimlerin adventif kök oluşumunda uyarıcı veya engelleyici olanları bulunmaktadır.

Peroksidazların, genelde içsel oksin seviyesinin kontrolünde ve fizyolojik olaylarda rol aldığı kabul edilmektedir. Peroksidaz oksin ilişkisinin ya IAA-oksidad etkinliğini arttırıcı veya azaltıcı etkide bulunarak veya adventif kök oluşumunun belirli fazlarında bunun miktarında değişikliğe neden olarak dolaylı olduğu ileri sürülmektedir. Ayrıca peroksidazın ligninleşme mekanizması ile de ilişkisi vardır (Moncousin, 1991b).

Ripetti et al (1994), cevizde köklenme süresince meydana gelen peroksidaz enzimi değişimini incelemişlerdir. Köklenmenin ilk safhalarında bünyesel peroksidaz aktivitesi artarken daha sonra IBA kullanılmamış ve bu yüzden %0 oranda köklenme sağlanmış sürgünlerde, peroksidaz aktivitesi hemen hemen stabil kalmış ve sonra azalmıştır. Oysa IBA kullanılarak %96 oranında köklenme sağlanan

çeliklerde, ilk safhadaki hızlı artışın ardından hızlı bir düşüş, daha sonra yine bir yükselme ile bir süre yanı düzeyi koruma ve tekrar azalma tespit saptanmıştır.

Berthen et al (1993), farklı fenolik bileşik uygulamalarının, *Sequoiadendron giganteum* bitkisinin içsel spesifik peroksidaz aktivitesi üzerine etkilerini incelemişler ve spesifik peroksidaz aktivitesini azaltan fenolik bileşiklerin, köklenme oranını artırdığını belirlemişlerdir.

Peroksidaz, IAA-oksidad ve polifenol oksidad enzimlerinin, IAA katabolizmasında ve köklenmeyi uyarıcı veya engelleyici fenollerin oksidasyonunda etkili olduklarını bildiren Caboni et al (1992), M9 elma anaçların köklenmesinde farklı fenolik bileşiklerin köklenme oranı ve içsel peroksidaz aktiviteleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Köklenme süresince peroksidaz enziminin aktivitesinde kontrol ve IBA uygulaması arasında fark olmadığını ve her ikisinde birden peroksidaz aktivitesinin, köklenme süresince sürekli bir artış gösterdiğini saptamışlardır. Uygulanan fenolik bileşiklerden yalnızca floroglusinol (PGL) köklenmeyi arttırıcı bir etkide bulunurken, bu fenolik bileşik en düşük peroksidaz aktivitesine ve bunun köklenme süresince aşırı bir değişimine neden olmuştur. Ayrıca katekol, para-kumarik asit, klorogenik asit ve quersitin gibi bileşiklerin köklenme oranı ve peroksidaz aktivitesi üzerine etkilerinin hemen hemen hiç olmadığını da gözlemişlerdir.

Kök oluşumunun ilk safhalarında peroksidaz enziminin aktivitesinin artması ve sonraki safhalarda azalması gibi iniş çıkışı, IAA metabolizması yolu ile, kök inisiyasyonu üzerine etkisi olduğunu göstermektedir (Wilson and Staden 1990). Araştırmacılara göre, peroksidaz solunum, hücre duvarı sentezi, lignin oluşumu, yaşlanma ve patojenlere karşı dayanma gibi olaylara da katılabildiği gibi, etilen üretimi, tuz stresi ve hifoksi gibi olayların değerlendirilmesinde de yardımca olmaktadır.

Mato et al (1988), asmada kök oluşumu sırasındaki içsel toplam peroksidaz aktivitesinin önce hızla arttığı ancak sonradan düştüğünü, ve bu değişimin elektroforesiz sonucu belirlenen üç katodik izoperoksidazın değişimiyle paralellik gösterdiğini belirlemişlerdir. Ayrıca saptanan anodik izoperoksidaz bantlarının çok zayıf olduğu ve köklenme süresince değişim göstermediğini de bildirmekteirler.

Yüksek dozda IBA kullanarak, köklenmesi zor antepfıstığında köklenme elde eden Al-Barazi and Schwabe (1982), bünyesel IAA-0 (indol asetik asit oksidaz) ve PPO (Polifenol oksidaz) enzimlerinin yüksek dozlarda bulunmalarına rağmen, uygulanan IBA dozunun yüksekliği karşısında azaldıklarını ve köklenmeyi engelleyici rollerinin kaybolduğunu iddia etmektedirler. Bu nedenle, bu iki enzimin aktivasyonu, engelleyiciliği ve histolojik olarak bulunduğu yerleri araştırmışlardır (Al-Barazi and Schwabe 1984). Histolojik olarak IAA-oksidad enziminin kambiyal alanda ve floemde, polifenoloksidad enziminin ise özellikle sekonder ksilemde ve bazende özde lokalize olduğunu, oysa bu bölgelerin kök inisiyasyonuna yakın yerler olduğunu bildirmektedirler. Ana bitkinin yaşı ilerledikçe IAA-0 aktivitesinin artmasına rağmen, etiyolleşmenin hiç bir etkisi olmamıştır. IBA uygulamasının hemen ardından IAA-0 aktivitesinde ilk başlarda azalma meydana gelmiş, ancak hemen kök oluşumu öncesi hızlı bir artış görülmüştür. Polifenol oksidad enziminin aktivitesi ise, tersine ana bitkinin yaşı arttıkça azalmakta, IBA'nın hiç bir etkisi olmazken etiyolleşme bunu uyarmaktadır.

### **Karbonhidratlar**

Bitki sisteminde 1) Serbest indirgen şekerler (glikoz, fruktoz, sakkaroz gibi çözünebilir karbonhidratlar), 2) Depo karbonhidratları (nişasta, çözünmez karbonhidratlar) ve 3) Hücre duvarı polisakkaritleri olmak üzere 3 adet karbonhidrat kaynağı bulunmaktadır. İndirgen şekerler ve depo karbonhidratları köklenme işlemi için en önemli olanlarıdır (Davies 1988).

Weismann and Lavee (1995), kolay ve zor köklenen zeytin çeşitlerinde (Barnea, Manzanillo ve Kalamata) sakkaroz ve IBA'nın değişik dozlarına ait kombinasyonlarının adventif kök oluşumuna etkilerini incelemiştir. Sakkarozun IBA ile birlikte kullanımı, köklenme yüzdesi, adventif kök sayısı ve uzunluğunu artırmıştır. Köklenme süresince, çok düşük düzeyde gerçekleşen fotosentezin çeliğin karbonhidrat içeriğine etkisi hemen hiç bulunmamaktadır. Bu nedenle, nişasta en önemli karbonhidrat kaynağı olmaktadır. Köklenme süresince amiloplast sayısı azalırken IBA amiloplastın azalma oranını artırmaktadır. Araştırmacılar, Barnea ve Manzanillo çeşitlerinin köklenme sonrası toprağa şaşırtılan çeliklerinde 12 hafta

sonra sırayla %71 ve %74 oranında canlılık saptamışlar ve bu çeliklerin özlerinin boş olduğunu ve nişasta birikiminin olmadığını gözlemişlerdir. Elde edilen sonuçları değerlendiren araştırmacılar, karbonhidratların köklenmede önemli rollerinin olduğunu ve IBA'nın etkisini arttırdığını ileri sürmektedirler. Adventif kök oluşumu safhasında, içsel karbonhidrat birikiminin esas karbonhidrat kaynağı ve henüz köklenmiş bitkilerde ise esas kaynağın fotosentez olduğu ifade edilmektedir.

Gaspar and Coumans (1987) ise, ana bitkiye ve çeliğe karbonhidrat uygulamalarının, köklenmeye olumlu etki yapabileceğini, sakkorozun indirgen şekere dönüşmesinin osmotik basıncı ve enzim aktivitesini değiştirdiğini böylece dolaylı olarak köklenmeyi etkilediğini bildirmişlerdir. Diğer yandan birçok araştırmacı yüksek C/N oranının köklenme için tercih edilen bir durum olduğunu belirtmesine rağmen, aslında ana bitkinin C/N dengesinin, çeliğin köklenmesi ile doğrudan bir bağlantısının olmadığı son yapılan çalışmalarda ifade edilmektedir (Gaspar and Coumans 1987, Hartmann et al 1990).

Gaspar and Coumans (1987) çelik bünyesindeki toplam çözülebilir karbonhidrat ve nişastanın miktarı ile köklenme arasındaki ilişkide halen çelişkilerin olduğunu ve bu nedenle, toplam karbonhidrat içeriğinin kök inisiyasyonundan daha çok, kök çıkışı için gerekli olan selüloz, hemiselüloz, lignin, proteinler ve nükleik asitlerin yapımı ile ilişkisinin olabileceğini bildirmektedirler.

Smalley et al (1991) yaprak karbonhidrat (glikoz, sakkaroz, toplam çözülebilir şeker ve toplam karbonhidrat) düzeylerinin çelik köklenene kadar arttığını ve daha sonra azaldığını, ancak nişasta seviyesinde önemli bir değişim olmadığını belirlemişlerdir.

Zeytin çeliklerinde çiçek veya meyve olmasının köklenme süresince karbonhidrat ve kuru madde miktarında azalmaya neden olduğu ve köklenme oranının çok düşük düzeyde gerçekleştiği konusundaki bir çalışmayı dikkate alan Rallo and del Rio (1990), CO<sub>2</sub> gübrelemesinin köklenme ve karbonhidrat düzeyi üzerine etkinliğini incelemişler ve CO<sub>2</sub> artışı ile çelik tabanında karbonhidrat birikiminin arttığını saptamışlardır.

Stoltz (1968), köklenme süresince, çeliklerin bünyesel şeker ve nişasta içeriklerinin zor köklenenler de kolay köklenenlerden daha az olduğu halde,

toplam karbonhidrat miktarının köklenmeyle orantılı olarak zaman içinde artış gösterdiğini belirlemiştir.

Rio et al (1991), köklenmesi kolay Picual zeytin çeşitinde, tam çiçeklenme öncesi ve sonrası farklı dönemlerde alınan, farklı tipteki çeliklerinin (şiddetli budanmış vegetatif büyüyen ve ürünün yok yılında ki ağaçlardan), bünyesel karbonhidrat içeriklerinin, köklenme süresince değişimlerini incelemişler ve çelik alma zamanına bağlı olarak köklenme süresince karbonhidrat içerikleri yönünden farklılıklar olduğunu saptamışlardır. Çelik alma zamanlarına göre köklenme, şiddetli budanmış ağaçlardan alınan çeliklerde sırasıyla (yüksek orandan düşük orana doğru) eylül (%90), haziran, nisan, mart ve aralık (%50), ürünün yok yılındaki ağaçlardan alınan çeliklerde sırasıyla haziran (%60), eylül, mart, nisan ve aralık (%0), çiçek ile meyveleri koparılmış çeliklerde sırasıyla nisan (%60), mart, eylül, haziran ve aralık (%0) ve çiçek ile meyveleri koparılmamış çeliklerde sırasıyla mart (%40), nisan, haziran, eylül, aralık (%0), aylarında elde edilmiştir. Karbonhidrat içeriği yönünden, şiddetli budanmış ağaçlardan alınan çelikler ile ürünün yok yılındaki ağaçlardan alınan çelikler arasında bir farklılık bulunmamıştır. Toplam çözülebilir şekerler ve indirgen olmayan şekerler yönünden, çelik alma zamanlarına göre en düşük nisan ve bunu sırasıyla mart, eylül, haziran ve aralık ayı izlemiştir. İndirgen şekerler yönünden hemen hemen bütün dönemler aynı bulunmuştur. Araştırma sonuçlarına bakarak Rio et al (1991), köklenme süresince çelik tabanında karbonhidrat birikiminin olduğunu ve bunun köklenmede ki başarı ile ilgisinin bulunduğunu ileri sürmüşlerdir.

Ana bitkinin karbonhidrat içeriğinin adventif kök oluşumu ile doğrudan ilişkisi olduğu birçok araştırmacı tarafından ileri sürüldüğüne göre, çelik alma zamanının buna bağlı olarak seçilmesinde yarar bulunmaktadır. Bunu için bitkinin karbonhidrat içeriğinin mevsimsel değişimini bilmek gerekmektedir. Drossopoulos and Niavos (1988), zeytinde yaprak, kabuk ve ksilem dokularındaki nişasta, sakkaroz, glikoz ve mannitol içeriklerini, aylık olarak incelemişlerdir. Özellikle depo maddesi nişastayı diktate aldığımızda, yapraktaki değişim çok hızlı olmakla birlikte, en düşük seviyesi mayıs-haziran dönemi, en yüksek seviyesi ise şubat ayını bulmaktadır. Kabuk dokularındaki düzeyi ise en yüksek mayıs-haziran döneminde,

en düşük mart ve temmuz aylarında belirlenirken, ksilem dokularındaki nişasta bakımından en yüksek mart-temmuz aylarında bulunmuştur.

### Fenolik Bileşikler

Fenoller bitkilerdeki sekonder maddelerinin çeşit ve sayı yönünden en önemlilerinden birisi olup en az bir hidroksil kökü ve bunun fonksiyonel bileşiklerini içeren aromatik maddelerden oluşmaktadır.

Tanrısever (1982a), fenolik bileşiklerin büyüme olaylarında etkili olabildiklerini, özellikle IAA ile ilişkisi incelendiğinde, monofenollerin IAA'nın parçalanmasını uyararak büyümeyi engellediklerini, buna karşılık difenollerin bu parçalanmayı önleyerek gelişmeyi uyardıklarını bildirmektedir.

Gaspar ve Coumans (1987), köklenme ile çeliğin toplam fenol içeriği ve özellikle difenoller, arasında bir ilişkinin olduğunu bir çok çalışma ile gösterildiğini bildirmişlerdir. Bu arada bazı türlerde, çelikte köklenme ile birlikte oksin benzeri maddelerin ve bununla bağlantılı olarak özellikle IAA oksidaz enziminin faaliyetini engelleyici iki fenolik bileşiğin miktarında artışın olduğunu, ama genelde peroksidaz enziminin aktivitesine bağlı olarak, çeliğin içsel fenol içeriğindeki artışın, yalnızca kök inisiyasyonu fazında meydana geldiğini bildirmektedirler.

Nemeth (1986), fenolik bileşiklerin kök inisiyasyonunu engelleyici veya uyarıcı etkilerinin, interaksiyonları nedeniyle olduğunu ve birçok araştırmacı tarafından, özellikle kök oluşumunu artıran phlorizin (PZ) ve bunun parçalanması ile oluşan Phloroglucinal (PG) üzerinde durulduğunu bildirmektedir. Ayrıca, kök ve yapraklarla ilgili anatomi çalışmalarından da, PZ ve PG'nin ksilem ve kloroplast gelişimini arttırdığını, özellikle PG'nin kök inisiyasyonu safhasında arttığını ve IAA-oksidad ve/veya peroksidaz'a alternatif bileşik olarak, içsel IAA seviyesinin artmasına neden olduğunu da belirtmiştir. Araştırmacı, köklenme için gerekli olmadığını bildirmesine rağmen, PG ve oksinin, köklenmede oksinin etkinliğini arttırması olası diğer bazı fenolik bileşiklerden hidrokinon, katehol, prigalol'in tek başlarına etkili olmadığını, IAA ile kombinasyonlarında ise, yalnızca prigalol'un kök sayısının artışında etkili olduğunu saptamıştır. Ayrıca klorogenik ve salisilik asitin, bazı türlerde köklenme üzerine etkilerinin olmadığı, bazı türlerde ise



klorogenik asitin kök oluşununu engellediği, bazı türlerde ise ışıkla birlikte köklenmeyi arttırdığı gözlenmiştir (Nemeth 1986). Yentür (1984), dokularda yara yerinin suberinleşmesinin, klorogenik asit gibi fenolik maddelerin birikimiyle ilgili olduğunu bildirmektedir.

Moncousin (1991b) köklenmenin, oksinin tek başına faaliyeti ile değil, morfogenetik olarak kök verebilecek alanlardaki hücrelerde fenolik bileşik ve enzimlerin birikimi ile meydana geldiğini ve çeliklerdeki kolay ve zor köklenmenin fenolik bileşik içeriklerine bağlı olduğunu bildirmektedir.

Moncousin'e (1991b) göre, klorogenik asit oksini koruyucu bir etki göstermektedir. Ancak bunun asıl nedeninin, peroksidazın öncelikle klorogenik asitin yapısını bozması ve daha sonra oksini parçalamasından dolayı meydana gelen gecikme olarak belirtmektedir.

Köklenmeyi uyarıcı bitki ekstraktları tanımlandığında çoğu zaman bunların fenol benzeri maddeler olduğu görülmektedir. Bazı türlerde antosiyanin oluşumu ile adventif kök oluşumu arasında açık bir ilişki söz konusuysen, bir çok türde, kök yenilenme bölgesi toplam fenolik bileşik içeriğinde bir artış gözlenmiştir. Bu bölgede biriken çözülebilir fenollerin, ligninleşme olayında da etkinliklerinin olabileceği ileri sürülmektedir (Moncousin 1991b).

Koslowski (1971) kolay köklenen juvenil *Hedera helix*'ten elde edilen bitki ekstraktında, adventif köklenmeyi kontrol eden, içsel faktörlerden birinin de isoklorogenik asit olduğunu bildirmektedir.

Wilson and Staden (1990), farklı fenolik bileşiklerin (floretilik asit, floroghsinal, klorogenik asit ve katekol) dışardan uygulanmasının, adventif köklenmeyi arttırdığını, ayrıca bazı yaprakların petal ve genç sürgünlerin kırmızı rengini veren fenolik bileşiklerden antosiyaminlerin içsel düzeyinin, bazı bitkilerde köklenme ile bağlantıları olduğunu bildirmektedir.

Mato et al (1988), asmada köklenme sırasında, içsel peroksidaz aktivitesindeki değişimin tersine, belirli bazı içsel fenolik bileşiklerin (monoferulol, monocafeol, ve mono-p-kumarol tartarik asit- ki bazıları oksin koruyucusu olarak işleve sahip olabilirler) önce bir düşüş gösterdiği, sonra arttığını belirlemişlerdir.

*Chamaelaucium uncinatum* bitkisinde farklı köklenme yeteneği gösteren yeşil

(kolay köklenen) ve odun (zor köklenen) çeliklerinin, köklenme yetenekleri ile içsel fenolik bileşikler arasındaki ilişkiyi araştıran Curir et al (1993), yeşil çeliğin flavonoid bakımından zengin olduğunu, ancak odun çeliğinde özellikle sinamik asit türevlerinin yüksek yoğunlukta bulunduğunu belirlemişlerdir. Mung fasulyesi köklenmesinde, yeşil çelikte bulunan bazı flavonoidlerin (isorientin, orientin ve luteolin) uyarıcı, odun çeliğinde yoğun olarak bulunan sinamik asit türevlerinin ise, güçlü bir engelleyici olduğunu gözlemişlerdir.

## KAYNAKLAR

- AKILLIOĞLU, M. 1994.** Zeytin ağaçlarında doğal fenolik bileşiklerin mevsimsel değişimi üzerinde araştırmalar. (Doktora Tezi). E.Ü.Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova, İzmir.
- AL-BARAZI, Z. and SCHWABE, W.W. 1984.** The possible involvement of polyphenol-oxidase and the auxin-oxidase system in root formation and development in cuttings of *Pistacia vera*. Journal of Hort.Sci. 59(3),453-461.
- AL-BARAZI, Z. and SCHWABE, W.W. 1982.** Rooting of softwood cuttings of adult *Pistacia vera*. Journal of Hort.Sci. 57:247-252.
- ALİ, A.H.N. and JARVIS, B.C. 1988.** Effects of auxin and boron on nucleic acid metabolism and cell division during adventitious root regeneration. New Phytol. 108:383-391.
- ALTMANN, A. 1972.** The role of auxin in root initiation in cuttings. The International Plant Propagators' Society. Vol 22. 280-294
- ANONYMOUS, 1989.** A pre-advertising campaign survey, into the market consumption, buying habits and advertising awareness of olive oil in Turkey. 60th Session of The International Olive Oil Council, 12-16 June 1989, İzmir, Turkey.
- BARALDI, R., BERTAZZA, G., PREDIERI, S., BREGOLIA, M., COHEN, J.D., LAVEE, S. and GOREN, R. 1993.** Uptake and metabolism of indole-3-butyric acid during the in vitro rooting phase in pear cultivars (*Pyrus communis*). Seventh International Symposium on Plant Growth Regulators in Fruit Production, Jerusalem, Israel, 14-19 June, 1992. Acta Horticulturae. 1993, 329:289-291. (CAB Abstracts 1995-AN-950300005)
- BARALDI, R., BERTAZZA, G., BREGOLIA, M., FASOLO, F., ROTONDI, A., PREDIERI, S., SERAFINI FRACASSINI, D., SLOVIN, J.P. and COHEN, J.D. 1995.** Auxins and polyamines in relation to differential in vitro root induction on microcuttings of two pear cultivars. Journal of Plant Growth Regulation. 1995, 14:1, 49-59. (CAB Abstracts 1995-AN-950312801)
- BARTOLINI, G., TATINI, M. and FABBRIA, A. 1986.** The effects of regulators of ethylene synthesis on rooting of *Olea europaea* L. cuttings. Acta Hort., 179 (II). 841-846.
- BARTOLINI, G., FABBRIA, A. and TATTINI, M. 1988.** Phenolic acids rhizogenesis in cuttings of "Frangivento" olive. Olea 19, 73-77. 1988.

- BARUT,E. ve ERİŞ,A. 1995.** Gemlik zeytin çeşidinin bazı organlarındaki karbonhidrat değişimleri üzerine bir araştırma. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 3-6 Ekim 1995, Adana. 721-725.
- BEAKBANE,A.B. 1969.** Relationships between structure and adventitious rooting. Proc. Inter. Plant Prop. Soc. 19:192-201.
- BERTHEN,J.Y., BATTRAW,M.J., GASPAR,TH. and BOYER,N. 1993.** Early test using phenolic compounds and peroxidase activity to improve in vitro rooting *Sequoiadendron giganteum* (Lindl.) Buchholz. Saussurea 24:7-13.
- BHELLA,H.S. and ROBERTS,A.N. 1975.** Seasonal changes in origin and rate of development of root initials of Douglas-fir stem cuttings. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100:643-646.
- BOUILLENNE,R. 1964.** Aspects physiologiques de la formation des racines. In: J.P.S.Bajaj (editor), Biotechnology in Agriculture and Forestry, Vol. 1., Trees I. Springer Verlag Berlin, NHeidelberg, 1986.
- CABALLERO,J.M. 1990.** Yüksek Lisans Ders Notları. Mediterranean Agronomic Institute of Chania, Yunanistan.
- CABONI,E., BOUMIS,G. and DAMIANO,C. 1992.** Effects of phenols, gibberellic acid and carbohydrates on the rooting of the apple rootstock M9 Jork. Agronomie, 12:789-794.
- CANÖZER,Ö. 1991.** Standart Zeytin Çeşitleri Kataloğu. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı, Ankara. 334/16. 107s.
- CIAMPI,C. and GELLINI,R. 1963.** Insorgenza e sviluppo delle radici avventizie in *Olea europaea* L.: importanza della struttura anatomica alla effetti dello sviluppo delle radichette. G.Bot.Ital., 1963, 70:62-64. (Hort.Abst. 35:4422, 1965)
- CIAMPI,C. 1964.** Ontogenesi e struttura della guaina sclerenchimatca nelle talee di olivo. Atti Delle Giornate di Studio su la Propagazione delle Speci Legnose. 94-106. 26-28 Kasım 1964, İtalya.
- CIVANTOS,L. and VILLALTA,L. 1990.** State and trend of techniques and their effect on supply. Olivae. No:33. Ekim 1990. Madrid.
- CURIR,P., SULIS,S. MARIANI,F. SUMERE,C.F.van, MARCHESINIA. and DOLCI,M. 1993.** Influence of endogenous phenols on rootability of *Chamaelaucium uncinatum* Schaver stem cuttings. Scientia Hort., 55:303-314.

- ÇAVUŞOĞLU,A. ve ÇAKİR,M. 1988.** Modern Zeytincilik. Tarım, Orman ve Köyişleri Bakanlığı Yayını, Ankara, 303s.
- ÇELİK,M., ÖZKAYA,M.T. and DUMANOĞLU,H. 1993.** The research on possibilities of using Shaded Polyethylene Tunnel (SPT) on the rooting of olive (*Olea europaea* L.). Acta Horticulturae, 1993. No. 356, The 2<sup>nd</sup> International Symposium on Olive Growing. Kudüs, İsrail, 5-10 Eylül 1993.
- ÇELİK,M. ve ÖZKAYA,M.T. 1993.** Zeytin çeliklerinin köklendirilmesinde örtülü plastik tünelin kullanılma olanaklarının araştırılması. A.Ü.Araştırma Fonu Müdürlüğü, Proje No:88-25-00-31. (Basılmamış).
- DAOUD,D.A., AGHA,J.T., ABU-LEBDA,K.H. and AL-KHAİAT,M.S. 1989.** Influence of IBA on rooting of leafy olive cuttings. Olivae, Vol:6, No:27. 28-30.
- DAĞ,O. 1985.** Zeytin Üretim Metodları. Tarım, Orman ve Köyişleri Bakanlığı Yayınları, No: 33, Ankara, 18s.
- DAVIES,F.T.JR and HARTMANN,H.T. 1988.** The physiological basis of adventitious root formation. Acta Hort. 227. 113-120.
- DAVIES,F.T.JR. 1988.** Influence of nutrient and carbohydrates on rooting of cuttings. Combined Proceedings. International Plant Propagation Society, 1988, 38:432-437.
- DHUA,R.S., MITRA,S.K., SEN,S.K. and BOSE,T.K. 1983.** Changes in endogenous growth substances cofactors and metabolites in the rooting of Mango cutting. Acta Hort., 134: 147-161.
- DIANA,G. 1987.** The transmission of *Agrobacterium rhizogenes* plasmids in the propagation of olive cuttings. Ann. Ist. Sper. Oliviculture, Cosenza, 7:1-11. (Hort. Abs. 57:4, p315)
- DİKMEN,İ. ve ULUSKAN,A. 1974.** Önemli zeytin çeşitlerimizde sisleme metodu ile çeliklerin köklenmesi için en uygun köklendirme vasatının tespiti. Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Araştırma Yıllık Raporları. 5: 112-116.
- DROSSOPOULOS,J.B. and NIAVIS,C.A. 1988.** Seasonal changes of the metabolites in the leaves bark and xylem tissues of olive tree (*Olea europaea* L.). II. Carbohydrates. Annals of Botany, 62, 321-327.
- EDWARDS,R.A. and THOMAS,M.B. 1980.** Observations on physical barriers to root formation in cuttings. Plant Prop. 26:6-8.

- ELIASSON, L. 1978.** Effects of nutrients and light on growth and root formation in *Pisum sativum* cuttings. In Gaspar, Th. ve M. Coumans, 1987. Root Formation. Vol. 2., Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht.
- EPSTEIN, E. and LAVEE, S. 1984.** Conversion of Indole-3- Butyric Acid to Indole - 3-Asetic Acid by Cuttings of Grapevine (*Vitis vinifera*) and Olive (*Olea europaea*). Plant and Cell Physiol. 25 (5): 697-703. 1984.
- EPSTEIN, E. and WEISMANN 1987.** Improved vegetative propagation of olive cultivars with IBA-alanine. *Olea* 18, 35-38.
- FAO, 1994.** Production & Trade Yearbooks.
- FONTANAZZA, G. and RUGINI, E. 1977.** Effect of leaves and buds removal on rooting ability of olive tree cutting. *Olea*, 8, 9-28.
- GARNER, R.J. and CHAUDRI, S.A. 1976.** The Propagation of Tropical Fruit Trees. Hort. Rev. No. 5. Comm. Bureau of Hort. and Plant. Crops. East Malling, England: FAO and Commonwealth Agr. Bureau. 566s.
- GASPAR, T.H. and COUMANS, M. 1987.** Root Formation. In: J.M.Bonga and Don Durzan (Editors), Cell and Tissue Culture in Forestry Vol. 2., Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, 1987.
- GAUTAM, D.R. and CHAUHAN, J.S. (1992).** A physiological analysis of rooting in cuttings of juvenile walnut (*Juglans regia L.*). *Acta Horticulturae* (1990) No. 284, 33-44. (Hort.Abst. 62:1009, 1992).
- GOODIN, J.P. 1965.** Anatomical changes associated with juvenil to mature growth phase transition in *Hedera*. *Nature* 208:504-505. In: F.T.Jr.Davies and H.T.Hartmann (Editors), The physiological basis of adventitious root formation. *Acta Hort.* 227:113-120.
- GURUMURTI, K., GUPTA, B.B. AND KUMAR, A. 1985.** Hormonal reguyation of root formation. In: S.S.Purohit (Editor), Hormonal Regulation of Plant Growth and Development. Martinus Nijhoff / Dr.W.Junk Publishers, Dordrecht, 1985.
- HACKETT, W.P. 1969.** The influence of auxin, catechol and methanolic tissue extracts on root initiation in aseptically cultured shoot apices of the juvenile and adult forms of *Hedera helix*. Proceedings of the International Plant Propagators Society Annual Meeting, 1969. 57-68.
- HARTMANN, H.T., OPITSK, W. and BEUTEL, J.A. 1980.** Olive Production in California. California University Press. 64p.

- MACKENZIE, K.A.D., HOWARD, B.H. and HARRISON MURRAY, R.S. 1986.** The anatomical relationship between cambial regeneration and root initiation in wounded winter cuttings of the apple rootstock M26. *Annals of Botany*. 58:649-661.
- MATO, M.C., RUA, M.L. and FERRO, E. 1988.** Changes in levels of peroxidases and phenolics during root formation in *Vitis* cultured in vitro. *Physiologia Plantarum*. 72:84-88.
- MONCOUSIN, CH. 1991a.** Rooting of microcuttings: fundamental aspects. In: J.M.Mascherpa and Ch.Moncousin (ed), *International Symposium on Plant Biotechnology and Its Contribution to the Improvement, the Multiplication and the Development of Plants*. Geneva, Switzerland, April 19-20, 1991. *Acta Horticulturae*, 289.
- MONCOUSIN, CH. 1991b.** Rooting of microcuttings: unmanipulated factors. In: J.M.Mascherpa and Ch.Moncousin (ed), *International Symposium on Plant Biotechnology and Its Contribution to the Improvement, the Multiplication and the Development of Plants*, Geneva, Switzerland, April 19-20, 1991. *Acta Horticulturae*, 289.
- MONCOUSIN, CH. 1991c.** Rooting of microcuttings: general aspects. In: J.M.Mascherpa and Ch.Moncousin (ed), *International Symposium on Plant Biotechnology and Its Contribution to the Improvement, the Multiplication and the Development of Plants*. Geneva, Switzerland, April 19-20, 1991. *Acta Horticulturae*. 289.
- NAHLAWI, N., RALLO, L., CABALLERO, J.M. and EGUREN, J. 1975a.** Aptitude a l'enracinement de cultivars d'olivier en bouturage herbace sous nebulisation. *Olea* 6, 11-25.
- NAHLAWI, N., HUMANES, J. and PHILIPPE, J.M. 1975b.** Facteurs influencant l'enracinements des boutures herbaces de l'olivier. *Olea* 6, 26-44.
- NAHLAWI, N., HUMANES, J. and PHILIPPE, J.M. 1976.** Effet de la duree de l'immersion dans l'acid beta-indolbutyrique (AIB) et de la teneur en eau des boutures sur le bouturage herbace de l'ilic-vier sous nebulisation. *Olea* 7, 47-64.
- NEMETH, G. 1986.** Induction of rooting. In: J.P.S.Bajaj (editor), *Biotechnology in Agriculture and Forestry*, Vol. 1., *Trees I*. Springer-Verlag Berlin, Heiderberg, 1986.
- ÖZKAYA, M.T. 1990.** Problems of Propagation Methods and New Propagation Techniques in Olive and Some Other Fruit Trees. *Mediterranean Agronomic Institute of Chania, Yunanistan*, 53p.

- ÖZKAYA,M.T.** 1992. Propagation of Olive (*Olea europaea* L.) by tissue culture. (Master Thesis). Mediterranean Agronomic Institute of Chania, Yunanistan, 80p.
- ÖZKAYA,M.T. and ÇELİK,M.** 1993. The Effect of The Rooting Environment and The Combination of Auxin and Polyamine on The Rooting Ability of Turkish Olive Cultivars Gemlik and Domat. *Acta Horticulturae*, 1993, No. 356, The 2<sup>nd</sup> International Symposium on Olive Growing. Kudüs, İsrail, 5-10 Eylül 1993.
- PLATT,R.G. and FLORICH,E.F.** 1965. Propagation of Avocado. California University Press, Los Angeles, 19p.
- PSOTA,V. and GULASIOVA,T.** 1990a. Changes in endogenous cytokinin activity in stem cuttings of *Salix babylocina* L. during adventitious root formation. *Acta Universitatis Agriculturae, Facultas Agronomica*. 1990, 38:1-2, 25-30. (CAB Abstracts 1992-AN-F564925).
- PSOTA,V. and GULASIOVA,T.** 1990b. Changes in endogenous gibberellin activity in stem cuttings of *Salix babylocina* L. during adventitious root formation. *Acta Universitatis Agriculturae, Facultas Agronomica*. 1990, 38:1-2, 31-36. (CAB Abstracts 1992-AN-F564933).
- RAJASEKAR,R. and SHARMA,V.S.** 1989. Interaction between IBA, certain micronutrients and phenolic acids in relation to rooting of tea cuttings. *S.L.J.Tea Sci.* 58(1):25-39.
- RALLO,L. and RIO,C.DEL** 1990. Effect of a CO<sub>2</sub> enriched environment on rooting ability and carbohydrate level of olive cuttings. *Adv.Hort.Sci.* 4 (1990): 129-130.
- REDDY,K.M. and SINGH,R.H.** 1987. Propagation of mango by cuttings (I) effect of bottom heat propagation, duration and wounding treatment on rooting of hardwood cuttings of mango. *Journal of A.P.A.U.* 15:1, 24-30.
- REUVENI,O., and RAVIV,M.** 1981. Importance of leaf retention to rooting avocado cuttings. *Jour. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106(2):127-30.
- RIO,DEL C., CABALLERRO,J.M. and RALLO,L.** 1986. Influencia del tipo de estacilla y del AIB sobre la variación estacional del enraizamiento de los cultivares de olivo "Picual" y "Gordal Sevillana". *Olea*, 17, 23-26.



- RIO,DEL C., CABALLERRO,J.M. and RALLO,L. 1988.** Influence of washing and sacharose application on the rooting of "Gordal Sevillana" olive cuttings at different phenological stages. Eastern Region Plant Propagator. Official Newsletter of the Eastern Region, International Plant Propagators' Society. 2/2. 1988.
- RIO,C.DEL and RALLO,L. 1991.** Rooting of olive cuttings with fruit attached following killing of seed. HortScience 26(5): 605.
- RIO,C.DEL, RALLO,L. and CABALLERO,J.M. 1991.** Effects of carbohydrate content on the seasonal rooting of vegetative and reproductive cuttings of olive. Journal of Hort. Sci. 1991:66(3), 301-309.
- RIPETTI,V., KEVERS,CL. and GASPAR,TH. 1994.** Two successive media for the rooting of walnut shoots in vitro. Changes in peroxidase activity and in ethylene production. Adv. Hort. Sci., 8:29-32.
- RUGINI,E. and FEDELI,E. 1990.** Olive (*Olea europaea* L.) as an oilseed crop. In: J.P.S.Bajaj (editor), Biotechnology in Agriculture and Forestry, Vol. 10., Legumes and Oilseed Crops I. Springes-Verlag Berlin, Heiderberg, 1990.
- RYUGO, K. and BREEN,P.J. 1974.** Indolacetic acid metabolism in cuttings of Plum (*Prunus cerasifera* x *P. munsoniana* cv. Mariana 2624). In: Nemeth,G., Induction of Rooting. In: J.P.S.Bajaj (editor), Biotechnology in Agriculture and Forestry, Vol. 1., Trees I. Springes-Verlag Berlin, Heiderberg, 1986.
- SHAWKY,I., SALAMA,M.A. and MABAREM,M. 1988.** Anatomical studies on root and shoot formation in *Pyrus communis* pear cuttings. Proc.2nd Conf. Agric. Develop. Res. Ain Shams Univ. 1988.
- SHOBOLUL,A. ve MENDİLCİOĞLU,K. 1985.** Zeytinin yarı odun çeliği ve tohumla çoğaltılma olanakları üzerine bir araştırma. E.Ü.Z.F. Dergisi. 22: 1, 49-60.
- SMALLEY,T.J., DIRR,M.A., ARMITAGE,A.M., WOOD,B.W., TESKEY,R.O. and SEVERSON,R.F. 1991.** Photosynthesis and leaf water, carbohydrate and hormone status during rooting of stem cuttings of *Acer rubrum*. J.Amer.Soc.Hort.Sci. 116(6):1052-1057.
- STOLTZ,L.P. 1968.** Factors influencing root initiation in an easy and a difficult-to-root chrysanthemum. Proc. of the Amer. Journ. of Hort. 92:622-626.
- SVENSON,S.E. and DAVIS,F.T.Jr. 1995.** Change in tissue mineral elemental concentration during root initiation and development of poinsettia cuttings. HortScience. 30:3, 617-619.

- ŞEN,S.M.** 1976. Yılın değişik dönemlerinde alınan armut çeliklerindeki bünyesel hormon düzeylerindeki değişiklikler ve bunlarla çeliklerin arasındaki ilişkiler. (Doktora Tezi). A.Ü.Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Erzurum.
- TANRİSEVER,A.** 1982a. Kiraz grubu *Prunus* türlerinde flavan içeriği ile büyüme gücü arasındaki ilişkiler üzerinde araştırmalar. E.Ü.Ziraat Fakültesi Dergisi, 1982 19/2, 39-49.
- TANRİSEVER,A.** 1982b. Bitkisel fenollerin *Prunus avium* L. ve *Prunus persica* L. çiçek tomurcuklarının farklılaşmasında fizyolojik parametreler olarak kullanılma olanakları üzerinde araştırmalar (Doçentlik Tezi). E.Ü.Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova, İzmir.
- VISSER,E.J.W., HEIJINK,C.J., HOUT,K.J.G.M.VAN, VUESENK,L.A.C.J., BARENDSE,G.W.M., BOM,C.W.P.M. and HOUT,VAN K.J.G.M.** 1995. Regulatory role of auxin in adventitious root formation in two species of *Rumex*, differing in their sensitivity to waterlogging. *Physiologia Plantarum*. 1995, 93:1, 116-122. (CAB Abstracts 1995-AN-952306374).
- WEAVER,R.J.** 1972. Plant Growth Substances in Agriculture. W.H.Freeman and Company. 594p.
- WEISMAN,Z. and EPSTEIN,E.** 1987. Metabolism and transport of 5-H-indole-3-butyric acid in cuttings of olive. *Olea* 18, 29-33.
- WEISMAN,Z., RIOV,J. and EPSTEIN,E.** 1988. Comparison of movement and metabolism of indole-3-acetic acid and indole-3-butyric acid in mung bean cuttings. *Physiologia Plantarum*. 74:556-560.
- WEISMAN,Z. and LAVEE,S.** 1995. Relationship of carbohydrate sources and indole-3-butyric acid in olive cuttings. *Australian Journal of Plant Physiology*. 1995, 22:5, 811-816. (CAB Abstracts 1995-AN-950316638).
- WESTWOOD,M.** 1978. Temperate Zone Pomology. W.H.Freeman and Son Company. New york. 428s.
- WHITE,J. and LOVELL,P.H.** 1984. The anatomy of root initiation in cuttings of *Griselinia littoralis* and *Griselinia lucida*. *Annal. Bot.* 54:7-20.
- WILLIAMS,R.R., JATI,A.M. and BOLTON,J.A.** 1984. Suberization and adventitious rooting in australian Plants. *Aust. J.Bot.* 32: 363-366. In: F.T.Jr.Davies and H.T.Hartmann (Editors), The physiological basis of adventitious root formation. *Acta Hort.* 227:113-120.

- WILSON,P.J. and STADEN,J.V. 1990.** Rhizocaline, rooting co-factors, the concept of promoters and inhibitors of adventitious rooting - A review. *Annals of Botany*, 66:479-490.
- YAMAMOTO,F., SAKATA,T. and TERAZAWA,K. 1995a.** Physiological, morphological and anatomical responses of *Fraxinus mandshurica* seedlings to flooding. *Tree Physiology*. 1995, 15:11, 713-719. (CAB Abstracts 1/96-3/96-AN-960600456)
- YAMAMOTO,F., SAKATA,T. and TERAZAWA,K. 1995b.** Growth, morphology, stem anatomy and ethylene production in flooded *Alnus japonica* seedlings. *IAWA Journal*. 1995, 16:1, 47-59. (CAB Abstracts 1995-AN-950607144)