

**ADVENTİF KÖK OLUŞUMU SİRASINDA  
MEYDANA BİYOKİMYASAL DEĞİŞİMLERİ  
Mücahit Taha ÖZKAYA**

**DOKTORA SEMİNERİ  
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI  
1996**

<b>Giriş</b> .....	1
<b>Çelik kaynağı ve içsel durumu</b> .....	2
Ana bitkinin yaşı .....	2
Çelik alma zamanı .....	2
Çelik tipi ve boyu .....	3
Çelikte yaprak ve tomurcukların bulunması .....	4
Su ve besin maddesi içeriği .....	4
<b>Dışsal faktörler</b> .....	5
Oksin .....	5
Diğer büyümeyi düzenleyiciler .....	6
Diğer kimyasal maddeler ve besin maddeleri .....	7
Amino acid ve oligopeptidler .....	8
Poliaminler .....	8
Fenolik bileşikler .....	8
Yaralama ve benzeri fiziksel uygulamalar .....	9
<b>Köklenme süresince çevre koşulları</b> .....	9
Su .....	10
Sıcaklık .....	10
Işık .....	11
Köklenme ortamı .....	11
<b>Adventif Kök Oluşumunun Mekanizması ve Köklenme Süresince Meydana Gelen</b>	
<b>Değişimler</b> .....	12
Köklenmenin mekanizması .....	13
Anatomik ve histolojik farklılıklar .....	14
Biyokimyasal değişimler .....	18
Bitki besin maddeleri .....	18
Bitki büyümeyi düzenleyicileri .....	23
Enzimler .....	28
Karbonhidratlar .....	29
Fenolik Bileşikler .....	32
<b>Kaynaklar</b> .....	35

## GİRİŞ

Çelikle çoğaltma yoluyla yeni, bağımsız bir bitkinin eldesinde, iki önemli nokta bulunmaktadır. Bunlardan biri, çeliğin canlı kalmasını sağlayacak uygun çevre koşulları, diğeri ise, kök ve sürgün oluşumunun uyarılmasıdır. Gaspar and Coumans (1987) çeliği, fiziksel ve fizyolojik destek sistemlerinden biri olan kökten yoksun bir bitki olarak tanımlamaktadırlar. Bu yüzden köklenme çeliğin en temel unsurudur.

Bir çelik hazırlanırken canlı olmalı ve köklenip bağımsız bir bitki olana kadar da canlı kalmalı diye belirten Garner and Chaudri (1976), çelikle çoğaltma için gerekli temel bazı kuralları da,

- Çeliğin kendisi su absorbe edene kadar gerekli suyu sağlaması,
- Yeni su absorbe etme organlarını geliştirecek ve sürgün oluşumunu hızlandıracak uyarıcıların çeliğe uygulanması,
- Çeliğin köklenme bölgesinde yeterli sıcaklık ve havalanmanın sağlanması, olarak sıralamışlardır.

Çeliklerdeki yenilenme (**regeneration**) yetenekleri yönünden bitkilerde, tür içinde, hatta çeşitler arasında bile çok büyük farklılıklar bulunmaktadır. Bu yüzden birçok araştırmacı, bitkileri kolay köklenen ve zor köklenen türler veya çeşitler diye iki gruba ayırmaktadır. Aslında bu farklılık bitki hücrelerinin iki temel özelliğinden kaynaklanmaktadır (Hartmann and Kester 1983).

Bunlardan birincisi, herbir hücrenin tam bir bitkiyi, kısımları ve fonksiyonları ile oluşturacak genetik bilgiye sahip olmasıdır (**Totipotency**). diğeri ise, önceden gelişmiş, farklılaşmış hücrelerin bölünebilme (merismatik) ve yeni büyüme noktaları geliştirebilme kapasitesine sahip olmasıdır (**Dedifferentiation**).

Bazı hücrelerin ve bitki kısımlarının bu özelliklere sahip olması, çoğaltmada köklenme için uygun koşulları sağlayacak, bazı düzenlemelerin de yapılmasını gerektirmektedir. Garner and Chaudri (1976) ile Hartmann and Kester (1983), çelikle çoğaltmada yeterli köklenmeyi sağlamak için 3 koşulun gerekli olduğunu bildirmişlerdir.

1. Çelik kaynağı ve içsel durumu,
2. Çeliğin hazırlanması ile dikimi arasındaki uygulamalar,



### 3. Köklenme dönemi içindeki çevre koşulları.

#### **Çelik kaynağı ve içsel durumu**

Çeliğin köklenmesinde, bitki hücrelerinin iki temel özelliği olan tam bir bitkiyi oluşturacak genetik bilgiye sahip olma (totipotency) ve yeniden farklılaşma (dedifferentiation), yeterli olmayıp, çeliğin içsel durumu da önemlidir. Hartmann and Kester (1983) özellikle odun çeliğinde bu faktörü detaylı olarak incelerken, Gaspar and Coumans (1987), ana bitkinin ve bundan hazırlanan çeliğin fizyolojik ve biyolojik durumunu incelemiştir. Araştırmacılar göre, çeliğin köklenmesini ana bitkinin yaşı, çelik alma zamanı, çelikt tipi ve boyu, çelikte yaprak ve tomurcukların bulunması, ana bitkinin ve çeliğin su ve besin maddesi içeriği gibi bir grup fizyolojik faktör etkilemektedir.

#### **Ana bitkinin yaşı**

Genç (Juvenile) dokular köklenmeyi uyarıcıları daha fazla miktarda içermektedirler (Westwood, 1978). Genç çeliklerde, bazı türlerde köklenmeyi engelleyici olarak bilinen, çiçek tomurcukları bulunmamaktadır. Hartmann et al'e (1990) göre genç çelikler olgun çeliklerden daha hızlı köklenme göstermektedir. Ancak genç çeliklerden elde edilen zeytin fidanlarının gençlik kısırlığı devrelerinin uzun olması nedeniyle, her zaman için olgun ağaçlardan çelik alınması önerilmektedir (Çavuşoğlu ve Çakır 1988).

Ana bitkinin gençlik kısırlığı sorunu şiddetli budama ile, köklenmesi zor olan olgun ağaçların çeliklerinin köklenme sorunu da gençleştirme ile çözülebilmektedir (Garner and Chaudri 1976, Gaspar and Coumans 1987). Gençleştirmenin uyarılması herhangi bir sitokinin, alar ve triodobenzoik asit veya giberellin karışımı gibi büyümeyi düzenleyiciler kullanılarak veya olgun bitkinin genç bitki üzerine aşılması ve olgun bitkinin genç hale dönüştürülmesi ile sağlanır (Hartmann and Kester 1983, Hartmann et al 1990).

#### **Çelik alma zamanı**

Köklenme üzerine çelik alınan dönemin önemli bir etkisi bulunmaktadır. Bu yüzden çelik tipine bağlı olarak her türde çelik alma zamanının belirlenmesi gerekmektedir. Odun çelikleri çoğunlukla yaprağını döken türlerde kullanılır, bitkinin dinlenme dönemi süresince alınır. Yumuşak odun veya yarı odun çelikleri

ise, yaprağını döken türlerde büyüme mevsimi süresince alınmaktadır. herdem yeşil bitkilerde büyümenin flaş dönemlerine bağlı olarak, değişik zamanlarda alınabilmektedir.

Hernekadar bazı türlerde, yılın herhangi bir zamanında alınan çelikler kolayca köklenebilirken, bazı tür ve çeşitlerde, yıl boyunca büyük farklılıklar görülmektedir. Örneğin, zeytin çeliklerinin alım zamanı konusunda yapılan çalışmalarda büyük farklılıklar bulunmaktadır (Shobolul ve Mendilcioğlu 1985). Genelde geç ilkbahar ve yaz ayları çelik alma için önerilirken bazı araştırmacılar en iyi çelik alma zamanının eylül, ekim veya ocak, mart ve nisan ayları olduğunu bildirmektedirler (Dikmen ve Uluskan 1974, Luma vd 1981, Dağ 1985, Çavuşoğlu ve Çakır 1988, Jacoboni 1989). Bu kadar büyük bir değişim bir çok meyve ağacında görülmemektedir. Her tür için en uygun çelik alma zamanı, çelik alınacak sürgünlerin besin maddesi ve köklenmeyi uyarıcı maddelerce zengin ve dokularının yenilenmeye (regeneration) hazır olduğu dönemdir. Çelik alma zamanı, özellikle zor köklenen bitkilerde daha fazla önem taşımaktadır.

#### **Çelik tipi ve boyu**

Çeliği bitkinin herhangi bir kısmından hazırlamak mümkündür. Yıllık sürgünün henüz pişkinleşmemiş kısmından, oldukça yaşlı odun çeliklerine kadar, çok değişik çelik tipi seçenekleri bulunmaktadır. Ancak her tür veya çeşidin, bu çelik tiplerine reaksiyonları farklıdır.

Önemli olan nokta, çeliğin yenilenme yeteneğidir ve bu durum, tür, çeşite, çelik tipi ve boyuna göre değişmektedir. Çelik et al (1993), zeytinde yarı odun dip ve uç çelikleri kullanarak yaptıkları çalışmada, dip çeliklerinin her zaman yüksek köklenme gösterdiğini gözlemişlerdir. Odun çeliklerinde boy 30-100 cm, yarı odun çeliklerinde ise 10-20 cm arasında değişmektedir (Loussert and Brousse 1978, Hartmann et al 1980, Hartmann and Kester 1983, Jacoboni 1989).

Köklenme yetenekleri yönünden büyük farklılığın bulunmadığı durumlarda, en kolay hazırlanan ve ekonomik olan çelik tipinin seçilmesinde yarar vardır. Örneğin, çok uzun boyda hazırlanan çelikler hem ana bitkiye büyük zarar vermekte, hem de birim ağaçtan elde edilen çelik sayısı az olmaktadır. Bunun yanı sıra, daha fazla çelik sağlanabilen yeşil veya yarı odun çeliklerinde ise, yapraklı olmaları



nedeniyle, cam veya plastik yastıklara veya sisleme sistemi gibi özel koşullara gerek vardır. Çelik et al (1993) ve Özkaya and Çelik (1993), zeytin yarı odun çeliklerinde, köklendirme ortamı olarak sisleme sistemi yerine, Gölgesi Plastik Tünel (GPT) sistemini kullanmışlardır.

Lionakis (1984, 1985) kivide yapraklı yarı odun çeliklerinin, yaklaşık 15 cm boyunda ve geç ilkbahardan yaz ortasına kadarki dönemde, yapraksız odun çeliklerini ise yine aynı boyda ve kış aylarında alınmasını önermektedir. Avakadonun çelikle çoğaltımında ise, olgun ağaçlardan yaklaşık 10-20 cm uzunluğunda hazırlanan 3 veya 4 yapraklı yarı odun çelikleri kullanılmaktadır. Ancak avakado ırkları arasında da köklenme yetenekleri bakımından büyük farklılıklar bulunmaktadır (Platt and Frolich 1965). Bu nedenle, her tür ve çeşit için en uygun çelik tipi ve boyunun belirlenmesi zorunlu olmaktadır.

#### **Çelikte yaprak ve tomurcukların bulunması**

En yüksek yenilenme yeteneğinin sağlanabilmesi için ana bitkinin aktif vegetatif büyüme göstermesi gerekmektedir. Hernekadar Westwood (1978), genç çeliklerin çiçek tomurcuğı taşınaması nedeniyle, köklenmelerinin kolay olduğunu belirtse de, bazı türlerde çeliklerde bir veya iki adet çiçek tomurcuğunun bulunması veya bunların köklenme öncesi koparılması arasında, köklenme oranı yönünden önemli bir fark saptamamıştır. Hartmann and Kester (1983) ise bu durumu, köklenmeyi engelleyen çiçek tomurcuğunun çelikte bulunmasının değil, çiçek tomurcuğunun olması ile bağlantılı olarak, daha önceden oluşan bazı fizyolojik ve anatomik koşullarla açıklamaktadır.

Fontanazza and Rugini (1977), köklenme süresince 10, 20, 30, 40, 50 ve 60 gün aralıklarla zeytin çeliklerindeki yaprak ve gözleri kopararak, bu durumun köklenmeye etkisini araştırmışlardır. Erken dönemde yaprak tomurcukları kopartılan (mart çelikleri için 20, ağustos çelikleri için ise 40 gün öncesi) çeliklerin köklenmesinde uygulanan IBA'nın etkisinin olmadığını, ancak yaprak ve tomurcukların kopartılmasının, köklerin gelişimini bir miktar artırdığını bildirmişlerdir. Araştıracılara göre terlemeyle su kaybına neden olan yapraklar, fotosentez yoluyla asimilat ve hormonları üreterek, köklenmeyi uyarmaktadırlar.

#### **Su ve besin maddesi içeriğı**

Çeliklerin sürgünün turgor olduğu sabahın erken saatlerinde alınması tercih edilmektedir. Su bitkiler için zorunlu olsa bile, su stresinin köklenmeyi uyarıcı olduğu da bilinmektedir. Çoğu kez adventif kök oluşumu, çeliğin bulunduğu ortam veya yapraktan kaybolan sudan kaynaklanan su stresi koşullarında meydana gelmektedir. Su stresi, köklenmeyi kısmen karbonhidrat ve hormon (ABA ve etilen) metabolizması ile etkilemektedir. Çelik hazırlanması su stresine neden olarak, belkide hücrenin optimum çözünürlük kapasitesini azaltmakta ve köklenme bölgesinde yüksek yoğunlukta çözülebilir şeker, azotlu bileşikler ve fenolik maddelerin birikimine yol açmaktadır (Gaspar and Coumans 1987).

Nahlawi et al (1976), çeliklerin hazırlanması ile IBA uygulaması arasındaki su kaybının, IBA alımında artışa neden olduğunu ve böylece köklenmenin arttığını bildirmişlerdir. Hernekadar bazı türlerde %10-20 su kaybı köklenme yüzdesini arttırsa da daha fazlası azaltmaktadır.

Besin maddesi eksikliği genellikle köklenmeyi engellemektedir (Westwood 1978). Gaspar and Coumans'e (1987) göre köklenme, karbonhidrat, nükleik asit ve protein metabolizması ile ilişkili olan azot metabolizmasının kurulmasına bağlıdır. Ana bitkinin karbonhidrat / azot oranının düşük veya orta olması durumunda, köklenme oranı düşük olmaktadır. Köklenme, genellikle ilkbaharda vegetatif büyüme döneminde, yüksek kambiyal aktivite ile alınabilir oksin ve besin maddesi arasında, uygun bir denge bulunduğu zaman meydana gelmektedir (Gaspar and Coumans 1987).

### **Dışsal faktörler**

Çelikte adventif kökün uyarılması ve farklılaşmasında, çeşitli büyümeyi düzenleyicilerin rolü konusunda halen çok az şey bilinmekle birlikte, dışsal büyümeyi düzenleyicilerin kullanımı da sürmektedir (Bartolini et al 1986).

### **Oksin**

Gaspar and Coumans (1987), adventif kök oluşumunda oksinin merkezi bir rol oynadığını kabul edildiğini bildirmektedirler. Ryugo and Breen (1974), en etkili köklenmeyi uyarıcı oksin olan IBA'nın temel rolünün, gen aktivatörü gibi işlev gören içsel IAA ile, kök primordiyumunun oluşumu için gerekli spesifik proteinlerin



sentezini uyaran aminoasitleri birleştirici görev yaptığını ifade etmişlerdir.

Çoğu bitki türlerinde, çeliklerin köklendirilmesinde, genel olarak IBA veya bazen NAA önerilmektedir. Bu bileşikler, 2.4-D, 2.4.5-T veya 2.4.5-TP ve hatta güneş ışığında yapısı bozulan ve kolay okside olabilen IAA gibi, köklenmeyi uyarıcı fenoksi bileşiklerinden daha etkilidirler (Gaspar and Coumans 1987, Hartmann and Kester 1983).

IAA çoğunlukla sürgün ucunda genç yapraklarda ve gelişen embriyolarda üretilmektedir (Westwood 1978). Epstein and Lavee (1984), asma odun ve zeytin yarı odun çeliğinde, radyoaktif IBA kullanarak, sentetik IBA'nın doğal IAA'a dönüştüğünü, ayrıca bu dönüşümün köklenmesi zor olan Kalamata zeytin çeşidinde, köklenmesi kolay olan Koroneki zeytin çeşidinden daha hızlı olduğunu bildirmektedirler. IBA bünyede IAA'e dönüştürülmekle birlikte, IBA'nın büyük bir kısmı, çeliğin tabanında kalmakta ve oksinin yukardan aşağı doğru hareketi nedeniyle yukarı taşınmamaktadır.

Oksinin çelikteki hareketi basipetal olduğu halde, Jarvis and Shadeed (1986), oksinin çeliğe girişinin transprasyon yoluyla olduğunu bildirmektedirler. Weisman and Epstein (1987), kolay ve zor köklenen zeytin çeliklerinde, IBA'nın taşınım ve metabolizmasını karşılaştırmışlar ve kolay köklenenlerde taşınımın daha hızlı olduğunu, çelik bünyesindeki IBA miktarı yönünden ise, önemli bir farklılığın olmadığını bulmuşlardır. Al Barazi and Schwabe (1984) ise, zor köklenen antepfıstığı çeliklerinde çok yüksek dozdaki oksinin kök başlangıcına neden olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar çelik bünyesinde bulunan IAA-oksidad enzimi nedeniyle, dışsal oksin uygulamalarıyla, çeliğin kullanabileceği IAA'e dönüşümün yeterli olmadığını, ancak çok yüksek dozda IBA kullanıldığında enzimin etkisiz kaldığını bildirmektedirler.

Bazı kolay köklenenler dışında, çelikle çoğaltmalarda köklenmeyi uyarmak amacıyla sıvı, toz veya ticari preparat formunda oksin kullanımı sözkonusudur. Ancak her tür ve çeşit için uygun oksin tipi (IAA, IBA veya NAA) ve dozu önceden belirlenmelidir. Örneğin, çeşitlere ve çelik tiplerine bağılı olarak değişim gösterse bile, ticari zeytin fidancılığında IBA'nın 3000-4000 ppm, NAA'nın ise 2000-3000 ppm dozunda kullanımı önerilmektedir (Hartmann et al 1980, Luma vd 1981,



Hartmann and Kester 1983, Dağ 1985, Çavuşoğlu ve Çakır 1988, Çelik et al 1993, Özkaya and Çelik 1993).

#### **Diğer büyümeyi düzenleyiciler**

Gaspar and Coumans (1987) **Sitokininlerin**, kök oluşumunu genellikle engellerken **Gibberellinlerin** bazen kök oluşumunu uyardıklarını belirtmişlerdir. Ancak Hartmann and Kester'e (1983) göre gibberellinler yüksek dozlarda kullanıldığında, adventif kök oluşumu engellenmektedir.

**Etilenin** adventif kök oluşumuna etkisi ve etilen üretimi hakkında verilen bilgiler farklılık göstermektedir (Westwood 1978, Hartmann and Kester 1983, Gaspar and Coumans 1987). Bartolini et al (1986), IBA, ACC (1-amino cyclopropane-1-carboxylic acid, etilen öncüsü) ve AOA (aminooxy acetic acid, SAM (S-adenosyl-methionine)'in ACC'ye dönüşümünü engelleyici)'nin zeytin çeliklerinin köklenmesindeki etkilerini incelemişler ve etilenin yüksek dozlarının, köklenme potansiyelini azaltmadığını, hatta bazı durumlarda artırdığını bildirmişlerdir.

Dhua et al (1983), mango çeliklerinin köklenmesinde IBA'nın kalsiyum karbayt olarak uygulanan etrelden daha etkili olduğunu, IBA ve etrel kombinasyonunun ise, kök oluşumunu daha fazla uyardığını bildirmişlerdir.

**Absizik asit**'in adventif kök oluşumundaki etkilerinin kesin olmadığı (Hartmann and Kester 1983, Gaspar and Coumans 1987), ancak köklenmeyi uyarıcı olarak kabul edilebileceği belirtilmektedir (Westwood 1978).

#### **Diğer kimyasal maddeler ve besin maddeleri**

Çeliklerde kök oluşumu, herhangi bir **besin maddesinin** azlığı veya çokluğundan olumlu veya olumsuz olarak etkilenmektedir. Fakat bir çok bitki türünde bor ve azotun noksanlığı köklenmeyi olumsuz etkilemektedir (Westwood 1978, Gaspar and Coumans 1987). Hartmann and Kester (1983), organik veya inorganik değişik formlardaki azot bileşiklerinin bazı türlerde köklenme üzerine olumlu etkide bulunduğunu bildirmişlerdir.

Eliasson'a (1978) göre içsel besin maddelerinin besipetal olarak hareket etmeleri nedeniyle, besin maddesi uygulamalarına genellikle köklenme süresince gerek olmamaktadır. Oysa kalsiyum ve borun floemde hareketlerinin çok az olması sonucu bu maddelerin uygulamaları köklenmeyi olumlu olarak etkileyebilecektir.

**Kalsiyum ve Mangan** hücrel yapılarla bağı peroksidaz aktivitelerinde IAA ve ACC metabolizmasında yer aldıklarından, köklenmenin başlangıcında etkili olmaktadır (Gaspar and Coumans 1987). Yine aynı araştırmacılara göre, borun köklenme üzerindeki olumlu etkisi, hücre zarının geçirgenliği ve şeker hareketine etkisi ile karbonhidrat, fenolik bileşikler, lignin, oksin ve nükleik asit metabolizmasında yer alan enzimleri kontrolü nedeniyle olabilecektir. Epstein and Lavee (1984), bazı zor köklenen tür ve çeşitlerin IBA uygulamalarına tepki vermemelerinin nedenini, IBA'nın yavaş taşınması ve hücre zarından geçişinin sorun olması şeklinde bildirirken, Hartmann and Kester (1983), IBA ile birlikte bor kullanımının, bazı türlerde köklenme yüzdesini artırdığını belirtmektedirler.

Gaspar and Coumans'e (1987) göre, ana bitki ve çeliğe karbonhidrat uygulamaları, köklenme üzerine olumlu etki yapabilmektedir. Ancak bazı çalışmalardan elde edilen sonuçlar, yanlış sonuçlara varılmasına neden olabilmektedir. Örneğin sakkarozun azalan şekerlere dönüşümü, osmotik basınçta ve köklenmeyi dolaylı etkileyebilecek enzim aktivitelerinde değişiklikler meydana getirmektedir. Rio et al (1988), IBA ile birlikte sakkaroz uygulamasının, zeytin çeliklerinde, ana bitkinin fenolojik safhasına ve çelik tipine bağı olarak köklenmeyi artırdığını gözlemişlerdir.

Adventif kök oluşumunu artırmak amacıyla kullanılan diğeri bazı kimyasallar şunlardır:

#### **Amino acid ve oligopeptidler**

Oligopeptidler, IAA'nın yapısında yer alan triptofan ve fenilalanin gibi maddeleri veya köklenmeyi uyarıcı olarak kabul edilen, fenilasetik asidi içermektedir. İçsel ve dışsal amino asitler köklenmeyi etkileyebilmektedir.

Epstein and Weismann (1987), IBA-alanin uygulamasının, kolay ve zok köklenen zeytin çeliklerinde, köklenme yüzdesini yalnız IBA uygulamasına göre, daha fazla artırdığını bulmuşlardır.

#### **Poliaminler**

Özkaya and Çelik (1993), putrescine'in IBA ile kombinasyonunun zeytinde köklenmeyi olumlu yönde etkilediğini saptamışlardır.

#### **Fenolik bileşikler**



Bartoloni et al'e (1988) göre birçok doğal fenolik bileşik, özellikle oksinle birlikte uygulandığında, adventif kök oluşumunu artırmaktadır.

Bunların yanında, bakteri ve fungus kullanımı da adventif kök başlangıcını uyarmaktadır. Diana (1987), zeytin çeliklerine *Agrobacterium rhizogenes*'in 8490 ve 1855 ırklarını yalnız veya IBA'nın 750 ile 4000 ppm dozlarıyla uygulamış, her iki bakteri ırkının yüksek oksin dozu ile kombinasyonunun, köklenmeyi artırdığını saptamışlardır.

#### **Yaralama ve benzeri fiziksel uygulamalar**

Westwood (1978) yaralamanın etilen sentezine neden olabileceğini ifade etmektedir. Davies and Hartmann (1988), yaralanmış çeliklerdeki hücre bölünmesi ve meristematik aktivitelerdeki artışın, doğrudan veya dolaylı olarak, adventif kök oluşumunu uyardığını bildirmişlerdir.

Yaralama yapılmış M 26 odun çeliklerinde, köklenme başlangıcı ve kambiyal bölünme arasındaki anatomik ilişkileri araştıran Mackenzie et al (1986), özellikle çelik tabanını yarmanın, köklenmeyi artırdığını belirlemişlerdir. Ancak köklenmedeki başarının, kallus oluşumunda, kambiyum hücrelerinin etkisine ve kallus dokusundan kambiyum oluşumuna bağlı olduğunu bildirmektedirler. Yaralanmış odun çeliklerinde kök primordiyumları mevcut iletim dokularından meydana gelmektedir. Bu oluşumdan önce çelikte yara ve taban kesim yerinde yoğun bir kallus oluşumu meydana gelmektedir. Mackenzie et al (1986) yaralama sonucunda köklenmedeki artışın nedenini, yaralamadan sonra oksin uygulamasının, çelik bünyesinde kimyasal ve fiziksel ortamda değişikliğe neden olması sonucu meydana gelen doku farklılaşmasına bağlamaktadırlar. Ciampi (1964) ise, zeytinde, sklerenkima halkasının köklenmeyi engelleyen bir faktör olduğunu, ancak yaralamanın köklenmeyi artırdığını belirtmiştir.

Garner and Chaudri (1976) ve Hartmann and Kester (1983), yaralamanın bazı bitki türlerinde köklenmeyi uyarıcı etkisinin olduğunu bildirdiği halde, farklı yaralama uygulamalarının (çizme, yarma, tek yönlü ve çift yönlü kesme), Tombul fındık çeşidine ait odun çeliklerinin köklenmesi üzerine etkilerini araştıran Kantarcı ve Gülşen (1987), yaralama yöntemlerinin fındık çeliklerinin köklenmelerinde etkili

olmadığını ileri sürmüşlerdir. Ciampi (1964), Nahlawi et al (1975a) ve Nahlawi et al (1975b) ise, yaralamanın zeytin yarı odun çeliklerinin köklenmesinde uyarıcı etkisinin olduğunu bildirmektedirler.

#### **Köklenme süresince çevre koşulları**

Özellikle yarı odun veya yeşil çeliklerle çoğaltma yapıldığında, çeliğin köklenme süresince canlı kalabilmesi ve maksimum yenilenme yeteneği elde etmek için (özellikle de köklenmesi zor olan tür ve çeşitlerde) su, sıcaklık, ışık ve köklenme ortamı gibi bazı koşulların optimum düzeyde sağlanması gerekmektedir.

#### **Su**

Çelikte yaprak bulunması, hernekadar kök başlangıcı için güçlü bir uyarıcı olsa da, yapraktan su kaybı, çeliğin su içeriğini düşük bir seviyeye indirebilmektedir. Su stresi, karbonhidrat ve hormon (absizik asit, etilen) metabolizması yolu ile kısmen köklenmeyi etkilemektedir (Gaspar and Coumans 1987). Köklenme süresince, çelikten su kaybını azaltacak çok değişik yöntemler bulunmaktadır (Hartmann and Kester 1983). 1. Sera içinde veya dışında kurulan, cam veya politelin örtülü köklendirme ortamları. Çelik et al (1993), zeytin çeliklerinin köklendirilmesinde GPT (Gölgeli Plastik Tünel) sisteminin başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. 2. Çeliğin yapraklarına direk su damlacıkları gönderilerek su kaybını azaltan sisleme sistemi. Yapraklı çeliklerde iyi bir köklenme için turgoritenin sağlanması ve -10 bar'ın üzerinde bir yaprak su potansiyelinin olması gerekmektedir (Hartmann and Kester 1983). 3. Yaprak alanını azaltarak su kaybını azaltmak, ancak bu durumda köklenme de azalmaktadır.

#### **Sıcaklık**

Çoğu türlerde köklenme için gündüz sıcaklığının yaklaşık 21-27°C, gece sıcaklığının ise yaklaşık 15°C olması gerekmektedir (Hartmann and Kester 1983). Gaspar and Coumans (1987), yüksek sıcaklığın (30°C) kök primordiyumunun başlangıcı, daha düşük sıcaklığın (25°C) ise kök uzaması için uygun olduğunu bildirmektedirler. Araştırmacılar yüksek sıcaklığın primordiyum başlangıcına olumlu etkisini, destekleyici faktörlerin (karbonhidratlar) taşınımı, buna bağlı olarak artış



gösteren solunumu ile düşük sıcaklıklarda, nişastada depolanmış basit şekerlerin katabolizmasını etkilemesi olarak açıklamışlardır.

Köklendirme ortamında özellikle de sisleme sisteminde, sıcaklık her zaman için dış ortamdan, daha düşüktür. Bu yüzden kök gelişiminden önce tomurcuklar patlar ve sürgün oluşur. Halbuki sürgün çeliklerinde, sürgün oluşumundan önce kök gelişimi çok önemlidir. Karakır (1985) ile Çavuşoğlu ve Çakır (1988), zeytin çelikleri için kök bölgesi sıcaklığının yaklaşık 24-26°C olmasını tavsiye ederler. Reddy and Singh (1987) ise mango odunsu çeliklerinin köklendirilmesinde, 29-31°C taban sıcaklığında köklenme yüzdesinin arttığını bildirmişlerdir. Westwood (1978) yapraklı çelikler için sisleme sisteminde 25°C'lik taban sıcaklığını önermektedir.

### **Işık**

Köklenmekte olan çeliklerde fotosentez ürünleri, kök başlangıcı ve büyümesi için önemlidir (Hartmann and Kester 1983). Ancak çoğaltma yöntemlerine göre ışığın etkisi değiştiğinden, ışığın köklenme üzerine doğrudan etkisi olup olmadığı henüz kesin değildir. Bu nedenle, özellikle köklenmesi zor olan tür ve çeşitlerde, adventif kök oluşumu için etiyolleşme kullanılmaktadır.

### **Köklenme ortamı**

Çeliği köklenme süresince sabit tutmak, çelik için gerekli nemi sağlamak ve çeliğin tabanına hava girişine izin vermek gibi önemli görevleri bulunan köklendirme ortamının, çok değişik tipleri söz konusudur. Bunlar peat yosunu, kum, vermikulit ve perlit ile bunların değişik oranlardaki karışımlarıdır. Perlit iyi bir köklendirme ortamı olup, özellikle Ülkemiz için kolay ve ucuza temin edilebilmesi nedeniyle köklendirmelerde tercih edilmektedir.

### Adventif Kök Oluşumunun Mekanizması ve Köklenme Süresince Meydana Gelen Değişimler

Hartmann ve Kester (1983), çeliklerde yenilenmenin üç safhada meydana geldiğini bildirmişlerdir.

1. Çeliğin kesim yüzeyindeki canlı hücreler zarar görerek ölürler. Ksilemin yüzeye bakan ölü hücreleri açığa çıkarak havayla temas ederler. Fakat nekrotik bir yapı oluşur ve yarayı kapatıp, ksilemi mantarimsı bir madde ile tıkarlar ve kesim yüzeyini kurumadan korurlar.

2. Bu nekrotik yapının gerisinde kalan canlı hücreler birkaç gün sonra bölünmeye başlarlar. Çoğunlukla parankimatik hücrelerden oluşan bir tabaka (kallus) meydana gelir, ancak bu yara peridermi kolay köklenen türlerde olmayabilir.

3. Vasküler kambium ve floeme yakın belli hücreler adventif kök vermeye başlarlar. Böylece sürgündeki anatomik değişiklikler bu dönemde incelenebilir (Linoakis 1984).

Nemeth (1986) ise, adventif kök oluşumunu çelik alma veya yaralamayı takiben primordiyum oluşumu ile kök çıkışı ve büyümesi olmak üzere iki gelişme safhasında incelenebileceğini bildirmektedir.

Bitki hücrelerinin adventif kök oluşumu yetenekleri bir çok farklı içsel ve dışsal faktörün etkileşmesine bağlıdır. Çelikte adventif köklerin uyarımı ve farklılaşmasının fizyolojik mekanizması konusunda yapılan çok sayıda çalışmaya rağmen, halen yeterli bilgi sağlanamamıştır (Bartolini et al 1988). Bouillenne'e (1964) göre, ortho dihidroksi fenoller (köklenme kofaktörleri) yaprak ve tomurcuklarda üretilerek ve kök bölgesine taşınmakta, oksin ve polifenol oksidazlarla birlikte, köklenmeyi uyaran kompleks bir yapı oluşturarak, primordiyum başlangıcı ve kök büyümesine yardım etmektedirler.

Özellikle zor köklenen çeliklerde, kök oluşumunu uyarmak amacıyla, şimdiye kadar çok değişik kimyasal ve biyokimyasal bileşikler denenmiştir. Adventif kök oluşumunun ilk safhasında IAA, gen aktivatörü rolünde, kök primordiyumunun erken oluşumunu uyarmaktadır (Nemeth 1986).



Hartmann and Kester (1983), bitkileri adventif kök oluşumunda yer alan maddelerle ilişkilerine göre sınıflandırmışlardır.

1. Dokuları oksin de dahil kök oluşumu için gerekli bütün doğal maddeleri içerirler. Çelikleri hazırlanıp, uygun çevre koşulları sağlandığında, çok hızlı kök oluşumu meydana gelmektedir.

2. Doğal olarak meydana gelen kofaktörleri yeterli, ancak oksin sınırlı miktardadır. Oksin uygulaması ile köklenme büyük oranda artmaktadır.

3. Doğal oksin miktarı çok az veya bulunmazken, içsel kofaktörlerden bir veya daha fazlasının aktiviteleri eksiktir. Doğal olarak oluşan ve kök oluşumu için gerekli bir veya daha fazla sayıdaki maddenin eksikliği nedeniyle, dıştan oksin uygulamasına az veya hiç tepki vermemektedir.

#### **Köklenmenin mekanizması**

Çeliklerin köklenme mekanizması ile ilgili birçok teori ortaya atılmıştır. Altman (1972), çelikte kök başlangıcının genel kuramsal şemasını çıkarmıştır. Çoğu odunsu türlerin odun çeliğindeki zayıf köklenmenin, yoğun sklerenkima ile ilişkisi bulunmaktadır. Ciampi (1964), skleridlerin sıklığı ve olgunluğa doğru artan hücre duvarı odunlaşmasının derecesi ile sürgün kabuğundaki dokuların ölmüş veya zararlanmış bir yapı kazanmasının zeytin çeşitleri arasındaki köklenme farklılığının nedeni olabileceğini bildirmektedir. Beakbane (1969), ise sklerenkima dokusunun ligninleşmiş kalın duvarlarının, köklenmesi zor olan *Fagus*, *Prunus* ve *Quercus* türlerinde adventif kök oluşumunu, fizyolojik veya mekanik olarak engellediğini bildirmektedir. Oysa Davies and Hartmann (1988), kök primordiyumunun gelişmesinin, sklerenkima tarafından engellenmesinden çok, köklenme başlangıcının kolay olup olmamasına bağlı olduğunu bildirmektedirler. Williams et al (1984), 16 odunsu bitki türündeki zayıf köklenmenin, sklerenkimanın engellemesinden çok, korteks suberizasyonu ile ilgili olduğunu gözlemişlerdir. Davies and Hartmann (1988), köklenmenin biyokimyasal, fizyolojik ve morfolojik açıdan, daha yoğun olarak incelenmesi gerektiğini bildirmektedirler.

Bitki dokularının adventif kök oluşturma yetenekleri çok farklı içsel ve dışsal faktörlerin etkileşmelerine bağlıdır. Kök oluşumunu uyarmak amacıyla yapılan dışsal uygulamalar, aslında, içsel faktörler ile interaksiyona girerek, etkisini

göstermektedir.

Büyümeyi düzenleyicilerden oksin, kök oluşumu ve gelişiminde esas etkili faktörlerden biri olduğu halde, oksinin etkinliğini azaltıcı (IAA oksidaz enzimi, düşük sıcaklık ve nem gibi) veya artırıcı (gençlik kısırlığı, yüksek nem ve sıcaklık) çok sayıda içsel ve dışsal faktörler de söz konusudur.

Köklenme mekanizmasının karmaşıklığında, araştırmacılar çok değişik bileşikler üzerinde durmuşlardır. Aslında karbonhidratlar, lipid benzeri bileşikler, terpenik laktonlar, absizik asit ve fenolik bileşikler gibi, birçok biyokimyasal bileşiğin köklenme üzerine etkilerinin tek başlarına olmadığı ifade edilmektedir (Altman 1972, Hartmann and Kester 1983 ve Gurumurti et al 1985).

Köklenme mekanizmasının tam olarak anlaşılabilmesi için, çelikte köklenme bölgesinde ve kök primordiyumum inisiyal hücrelerindeki biyokimyasal değişimlerin tanımlanması gerekmektedir. Ancak halen net olarak açıklanmış bir sonuç bulunmamaktadır. Hernekadar Gaspar and Commans (1987), adventif kök gelişimi yönünden, türler arasında anatomik benzerliklerin olduğunu belirtmiş olsalar bile, Ciampi (1964) ve Beakbame (1969), köklenmesi zor olan tür veya çeşitlerin anatomik yapılarının, kolay köklenenlere göre farklı olduğunu bildirmektedirler.

Davies and Hartmann (1988), adventif kök oluşumunun fizyolojisini daha iyi anlamak için, "Köklenmenin seyrinin biyokimyasal, sitokimyasal ve anatomik incelenmesinin" yapılması gerektiğini hedef olarak vurgulamıştır.

#### **Anatomik ve histolojik farklılıklar**

Odunsu bitki türlerinin dal çeliklerinde adventif kök oluşumunun farklı dokulardan başladığına dair bulgular bulunmaktadır. Odunsu bitkilerde, adventif kökler, genelde genç sekonder floem kaynaklıdır (Davies and Hartmann 1988). Ancak Hartman and Kester (1983) ışın hücrelerinden, kambiyumdan veya özden de meydana geldiğini bildirmektedirler. Klepper (1987) adventif kök primordiyumun oluşumunun dedifferensiyasyon kabiliyetinde olan parankimatik hücrelerin yanındaki ksilem demetlerinin varlığına bağlı ve kompleks hormonal dengeyle ilişkili olduğunu, Bhella and Roberts (1975) ise, köklenmesi zor olan türlerde adventif kökün, kallus dokusundan meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Ciampi (1964), Goodin (1965), Beakbane (1969), Edwards and Thomas



(1980) ve Williams et al (1984) bazı odunsu türlerin dal çeliklerindeki köklenme zorluğunun yoğun sklerifikasyon, ligninleşme (sklerenkimada) veya mantarlaşıma (kortekste) ile ilişkili olduğunu ileri sürmüşlerdir. White and Lovell (1984) olgun *Griselinia lucida*'da köklenmenin zayıf olmasını, fiberlerin bütün bir zincir olarak bulunmasına bağlamışlar, ancak bunun çıkış için mekanik bir engel olmadığını ifade etmişlerdir. Davies and Hartmann (1988) ise, kambiyal aktivitenin ilk fazının (kök inisiyasyonu) engellenmesinin nedenini ya ilk uyarının etkisinin olgun bitkilerde az olduğuna ya da çok az fiber içeren genç bitkilerin daha az tepki vermesine bağlamaktadırlar.

Gurumurti et al (1985), adventif kök oluşumunun mekanizması ile özellikle köklenmesi zor olan türlerde, daha yoğun bir şekilde oluşan kallusun, oluşum mekanizmasını şematik olarak açıklamışlardır. Araştırmacılar aslında her iki teorinin temelinde, çelik bünyesindeki karbonhidrat / oksin dengesinin yer aldığını belirtmişlerdir. Buna göre,

- Karbonhidrat fazla, oksin az ise sürgün, oksin fazla karbonhidrat az ise kök, oksin ve karbonhidrat oranlarındaki dengesizlikte ise, yalnızca kallus meydana gelmektedir. Oluşan kallusu takiben oksin seviyesinde yükselme meydana gelirse, çelikte kök, ancak eğer oksin yerine anti oksinler ve fenolik bileşiklerde artış meydana gelirse, o zaman sürgün oluşumu uyarılmaktadır.

- Adventif kök oluşumunun her safhasında karbonhidratlar etkili iken, oksin veya bunun oksidasyon ürünleri, genetik kopyalama (RNA'nın) seviyesinde uyarıcı rol oynamaktadır.

Hartmann and Kester (1990), adventif kök oluşum mekanizmasından söz ederlerken, çeliklerde oluşan köklerin aslında yara kökleri olduğunu ve çeliklerde kesildikten köklenene kadar geçen sürenin, üç safhaya ayrılabilceğini bildirmektedirler. Yara iyileştirme ve kök rejenerasyonu olarak tanımladığı bu safhalar yanında, adventif kök oluşumunu da anatomik yönden dört safhada incelemişlerdir.

1) Önceden gelişmiş, farklılaşmış bazı hücrelerin bölünebilme (meristematik) özelliği kazanması (dediferensiyasyon),

2) Dediferansiyasyonla meristematik özellik kazanmış vasküler demetlerin veya vasküler dokunun yakınındaki belirli hücrelerin kök inisiyallini oluşturması,

3) Bu kök inisiyallerinin kök primordiyumu şeklinde organize olması ve gelişmesi

4) Kök primordiyumunun, çeliğin vasküler dokuları ile bağlantılar kurup, çeliğin diğer dokularını geçerek dışarı çıkması ve büyümesi.

Araştırmacılar ayrıca odunsu bitki türlerine ait çeliklerde adventif kök oluşum yerlerini de aşağıda gösterildiği gibi belirtmişlerdir.

Adventif kök oluşum yerleri	Cinsi
<b>Kambiyum ve ışın</b>	
- kambiyum ve floem'in ışın hücreleri . . . . .	Acantophanac, Cupressus
- öz ışınları . . . . .	Vitis
- Kambiyum . . . . .	Acanthus
- Fasikular kambiyum . . . . .	Clematic
- Floem ışın parankimasi . . . . .	Ficus, Hedera
- ışına bağlı olarak sekonder floem . . . . .	Malus, Camellia
- kambiyuma yakın floem alanı . . . . .	Pistacia
- kambiyum ve iç floem ışınları, yaprak geçitleri . . . . .	Griselinia
<b>Göz ve yaprak geçitleri</b>	
- kambiyum dışında küçük gruplarda . . . . .	Rosa, Pinus, Larix, Malus
<b>Perisaykl</b> . . . . .	Acanthus
<b>Kallus, iç</b>	
- düzensiz parankimatik dokular . . . . .	Abies, Juniperus, Sequoia
<b>Kallus, dış</b>	
- kallus dokuları (dıştaki) . . . . .	Abies, Cedrus, Larix, Pinus, Sequoia
- kabuk ve dip kallusu . . . . .	Citrus
- çelik dibi kallusu . . . . .	Pseudotsuga
<b>Diğer</b>	
- lentisellerin hiperhidrik dışa büyümeleri . . .	Tamarix

Weaver'e (1972) göre, odunsu çok yıllık bitkilerde, bir veya daha fazla sekonder ksilem ve floem tabakası bulunmaktadır. Bu nedenle adventif kökler genç sekonder floem dokusundan oluşmakta, ancak bazen kambiyumdan, vasküler ışıklardan veya özden de meydana gelmektedir. Kök inisiyalleri küçük meristematik



hücre gruplarıdır. Bunlar bölünmeye devam ederek çok sayıda küçük hücreden ibaret grupları oluştururlar. Daha sonra bunlar gelişerek fark edilebilir, yeni kök primordiyumlarını meydana getirirler. Hücre bölünmesi devam eder ve sonuçta her hücre grubu bir kök ucu oluşturmaya başlar. Yeni kök primordiyumunda, bir iletim sistemi gelişir ve yakındaki iletim demetine bağlanır. Kök ucu dışarı doğru büyüyerek korteks ve epidermisi geçer ve sonuçta dışarı çıkar.

Yamamoto et al (1995a) yetmiş gün boyunca toprak seviyesinden 8 cm yüksekliğindeki su birikintisi içinde bırakılan *Fraxinus*'un saksı bitkilerinde, aşırı sudan dolayı hiperhidrik dokular oluşturduğunu ve bunların su içindeki sürgünlerin lentisellerinin yakınındaki dokulardan oluştuğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar adventif köklerin bu hiperhidrik dokulardan meydana geldiğini ve suda bırakma sonucu dokularda etilen üretiminin arttığını saptamışlardır. *Alnus* bitkisinde yaptığı bir çalışmada ise Yamamoto et al (1995b), aşırı su ortamında adventif köklerin hipertrofid lentisellerden büyüdüğünü gözlemişlerdir.

Baraldi et al (1995), daha yoğun kallus oluşturan, köklenmesi zor *Doyenne d'Hiver*'de, inisiyal bölünmenin indüklenme kapasitesinin daha etkili, ancak oluşan kök primordiyumu sayısının ve kök gelişiminin kolay köklenen *Conference*'e göre, oransal olarak daha düşük olduğunu gözlemişlerdir.

Köklenmenin artık indüksiyon, hücrel aktivasyon, oriyantasyon, organizasyon ve köklenme diye sınıflandırılmadığını bildiren Moncousin (1991a), adventif kök oluşumunun görünür sitolojik olayların kaybolması, sorumlu hücrelerin nusellusunun açılması, genişlemesi, kambiyumunun periklinal bölünmesi, morfogenetik olarak köke benzer yapıların ve kök meristemlerinin oluşması ile ilk kök çıkışı gibi histositolojik safhalara ayrılabilceğini ifade etmiş ve ayrıca her bir safhadaki metabolik markırlara ilişkin bilgiler vermiştir.

Diğer yandan Moncousin (1991b) en iyi köklenmeyi, hazırlandığı zaman, metabolik aktivitesi en yüksek, O-dihidroksifenol içeriği en düşük, etilen üretimi zayıf çeliklerden elde ettiğini, bununda sadece gençleştirilmiş materyallerin, optimum hormonal koşullarla kombinasyonunda sağlanabildiğini bildirmiştir.

Shawky et al (1988), armut çeliklerinde kök oluşumunun anatomisini incelemişler ve kökün kambiyum dokularından kaynaklandığını, ancak bazılarının

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



molekölünün 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 arttırarak 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 arttırmıştır. Araştırmacılar bunun nedenini belkide çinkonun triptofanın sentezinde önemli rol oynamasına bağlarken, diğere 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 büyümeyi 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-oksidaz etkinliğini artırıcı 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 yardımcı 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 (glukoz, 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 sinnomik asit türevlerinin yüksek yoğunlukta bulunduğunu belirlemişlerdir. Mung fasulyesi köklenmesinde, yeşil çelikte bulunan bazı flavonoidlerin (isoorientin, 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.** Realitonships 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, NHeiderberg, 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 Köyişleri 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 herbacess 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 babycina* 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 babycina* 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)