

Farklı IBA uygulama şekillerinin karadut odun çeliklerinin köklenmesi üzerine etkisi

Serdar Okan Öz , Çetin Çekiç, Kenan Yıldız*

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü

(Geliş Tarihi/Received Date:04.05.2021; Kabul Tarihi/Accepted Date:24.05.2021)

Öz

Çalışmada, farklı uygulama şekilleri ile IBA'nın çelikle çoğaltmada köklenme üzerine olan etkinliğinin artırılıp artırılamayacağı incelenmiştir. Bu amaçla karadut odun çelikleri kullanılmıştır. IBA çeliğin farklı kısımlarına, farklı formlarda ve farklı sürelerde uygulanmıştır. Çalışma sonunda alt kısımları uzun süre (24 saat) düşük konsantrasyonlu (60 ppm) hormon çözeltisinde bekletilen çeliklerde büyük oranda çürüme olduğu gözlenmiştir. En yüksek köklenme oranları alt kısımları 6000 ppm çözelti (%66.7) veya toz IBA preparatına batırılan çeliklerden (%51.2) elde edilmiştir. Çelik başına en yüksek kök sayısı (6.7) alt kısmı 6000 ppm IBA batırıldıktan sonra perlit ortamına dikilen çeliklerde tespit edilmiştir. Yapılan ortogonal karşılaştırmalar sonucunda, her ne kadar üstten yapılan uygulamaya kıyasla daha fazla çürüme gözlenirse de köklenme oranının alt kısmına hormon uygulanan çeliklerde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. IBA'nın toz formuna kıyasla sıvı çözeltisinin köklenmede daha etkili olduğu görülmüştür. IBA'nın düşük dozda uzun süre uygulamasına kıyasla yüksek dozda kısa süre uygulanmasının daha etkili olduğu belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca köklenme ortamı olarak kum ve perlit karşılaştırılmış ve genel olarak perlit ortamında daha yüksek köklenme başarısı elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Adventif kök, *Morus nigra*, oksin, çoğaltma

The effect of different IBA application methods on the rooting of black mulberry hard wood cuttings

Abstract

In the study, it has been investigated whether the effectiveness of IBA on adventive root formation in propagation by cutting can be increased by different application methods. For this purpose, black mulberry hard-wood cuttings were used. IBA has been applied to different parts of the cuttings in different forms and for different durations. As a result of the study, high decay rates were observed on the cuttings whose proximal ends are submerged in into low concentration hormone solution (60 ppm) for a long time (24 hours). The highest rooting rates were obtained from cuttings whose proximal ends were immersed in 6000 ppm IBA solution (66.7%) or powder IBA (51.2%). The highest root number per cutting (6.7) was determined in the cutting inserted into perlite medium after their bottom part was dipped with 6000 ppm IBA. As a result of the orthogonal comparisons, it was determined that although more decay was observed in the cuttings treated with IBA from proximal ends, the rooting rate was higher in these cuttings in relative to the cutting whose upper part is dipped in hormone. It has been observed that the liquid solution of IBA is more effective in rooting compared to the powder form. It has been determined that the application of IBA for a short time at high concentration is more effective compared to low concentration application for

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: kenan.yildiz@gop.edu.tr  <https://orcid.org/0000-0003-3455-5146> Serdar Okan Öz:  <https://orcid.org/0000-0003-3755-1482> Çetin ÇEKİÇ:  <https://orcid.org/0000-0003-1691-8361>

a long time. In the study, in addition, sand and perlite were compared as rooting medium and generally higher rooting success was obtained in perlite medium.

Key words: Adventive root, *Morus nigra*, auxin, propagation

1. Giriş

Oksin 1930'lerde keşfedildikten hemen sonra bu gelişme düzenleyicinin çeliklerde adventif kök oluşumunu teşvik ettiği anlaşılmıştır. Daha sonraki yıllarda pratik ve etkin bir uygulama yöntemi geliştirme konusunda çok sayıda çalışma yapılmıştır. Günümüzde kullanılan en yaygın yöntem çeliklerin hazırlandıktan hemen sonra dip kısımlarının hormon çözeltisine batırılması şeklindedir. Diğer taraftan farklı bitkilerle yapılan çalışmalarda diğer bazı uygulama yöntemlerinden daha iyi sonuçların alındığı bildirilmiştir. Yapılan bir çalışmada, oksinin yüksek konsantrasyonlarının, çelik hazırlandıktan sonraki ilk 24 saat içinde uygulandığında, düşük konsantrasyonlarının ise ikinci 24 saat içinde uygulandığında daha etkili olduğu bulunmuştur (Shibaoka 1971). Bir okaliptüs türünde (*Eucalyptus nitens*) yapılan çelikle çoğaltma çalışmasında ise oksin uygulamasının, çelikler köklendirme ortamında 4-5 hafta bekletildikten sonra yapıldığında daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Luckman & Menary. 2002).

Yaygın olarak kullanılan çeliğin dip kısmının oksin çözeltisine batırılması yanında, uç kısmının (distal) oksin çözeltisine batırılması, tamamının batırılması gibi farklı uygulamalar da denemelerde konu edilmiştir. Krisantini ve ark (2003) iki gravilya çeşidi ile yaptıkları denemelerde oksini çeliklerin üst ve alt kısımlarına uygulamışlar ve üst kısmı IBA çözeltisine batırılan çeliklerden daha iyi köklenme elde ettiklerini bildirmişlerdir. McGuire & Sorensen (1966) 12 farklı süs bitkisi ile yaptıkları çalışmalarda çeliklerin dip veya üst kısımlarına oksin uygulamışlar ve çeşitlere bağlı olarak farklı sonuçlar elde ettiklerini vurgulamışlardır.

Oksin çeliklere toz halinde de uygulanabilmektedir. Bu uygulama, çeliklerin dip veya üst kısımlarının, talk pudrası-oksine karışımına batırılması şeklinde yapılmaktadır. Toz preparata batırmadan önce çeliğin ıslatılması oksinin alınma etkinliğini artırmaktadır. Toz preparatların bazı dezavantajları yanında kolay uygulanması ve kolay saklanması gibi avantajları da bulunmaktadır. Ticknor (1981) 10 farklı süs ağaç ve çalısı ile yaptığı çalışmada toz ve sıvı oksin uygulamalarını karşılaştırmış ve çeşitlere bağlı olarak farklı sonuçlar aldığı kaydetmiştir.

Oksin uygulama metodlarından bir diğeri nispeten konsantrasyonu düşük (yaklaşık 20 ile 250 ppm aralığında) çözeltiler içinde çelikleri daha uzun süre (yaklaşık 2 ile 48 saat arasında) bekletmek şeklindedir. Bazı çalışmalarda, bu şekildeki uygulamada, çeliğin oksin alımının daha iyi olduğu ve zor köklenen çeşitlerde daha iyi sonuç alındığı bildirilmiştir (Macdonald 1987; Blazich 1988; Blythe ve ark 2007).

Karadut daldırma yanında çelikle çoğaltmanın yaygın olarak kullanıldığı bir meyve türüdür. Bu türde çelikle çoğaltma pratikte kullanılmasına rağmen her zaman istenen başarı elde edilememektedir. Karadutta oksin uygulaması ile köklenme başarısını artırmaya yönelik pek çok çalışma yapılmış ve birbirinden oldukça farklı sonuçlar rapor edilmiştir. Bugüne kadar yapılan çalışmaların tamamında oksin uygulaması çeliklerin dip kısımlarının dikimden hemen önce oksin solüsyonuna kısa süreli batırılması şeklinde yapılmıştır. Her ne kadar sonuçlar kaydedilmese de kara dutta odun çelikleri ile çoğaltılması konusunda yaptığımız çalışmalarda oksin uygulanmış bazı çeliklerin dip kısımdan çürümeye başladığı görülmüştür. Köklenmenin erken safhasında gözlenen bu şekildeki çürümeler köklenme ortamındaki aşırı nem ve yetersiz havalanma ile ilgili olabileceği gibi, kara dutta köklenmeyi

teşvik etmek amacıyla kullanılan yüksek dozdaki hormon uygulama şekliyle de ilgili olabilir. Bu durum göz önüne alınarak bu çalışmada köklenme üzerine farklı köklenme ortamı (kum, perlit) ve oksin uygulama şekillerinin etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Yaptığımız literatür araştırmasında karadutta oksin uygulama şeklinin köklenme üzerine etkisi konusunda bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmadan elde edilecek sonuçlar hem karadut hem de diğer bitkilerin çelikle çoğaltılmasına pratik anlamda katkı sunabilecek niteliktedir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü araştırma ve uygulama seralarında kurulmuş olan çelikle çoğaltma ünitesinde yürütülmüştür. Araştırmada materyal olarak tek bir karadut genotipinden alınan sürgünlerin orta kısmındaki 15-20 cm uzunluğundaki odunlaşmış odun çelikleri kullanılmıştır. Dikimden önce hazırlanan çelikler %0,3'lük fungusite (Benlate) batırıldıktan sonra, yaklaşık 10 dakika kurumaya bırakılmış ve bu sürenin sonunda aşağıdaki uygulamalar yapıp alttan ısıtmalı köklendirme sistemindeki kum ve perlit ortamlarına dikilmiştir. Uygulamalar, Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Karadut odun çeliklerine yapılan farklı IBA uygulamaları

Uygulama	Ortam	Hazırlanış şekli	Konsatrasyon (ppm)	Uygulandığı kısım	Uygulama süresi
U1	Kum	----	0 (kontrol)	----	----
U2	Kum	Sıvı	60	Alt uç	24 Saat
U3	Kum	Sıvı	60	Üst uç	24 Saat
U4	Kum	Sıvı	6000	Alt uç	5 saniye
U5	Kum	Sıvı	6000	Üst uç	5 saniye
U6	Kum	Toz	6000	Alt uç	1 saniye
U7	Kum	Toz	6000	Üst Uç	1 saniye
U8	Perlit	----	0 (kontrol)	----	----
U9	Perlit	Sıvı	60	Alt uç	24 Saat
U10	Perlit	Sıvı	60	Üst uç	24 Saat
U11	Perlit	Sıvı	6000	Alt uç	5 saniye
U12	Perlit	Sıvı	6000	Üst uç	5 saniye
U13	Perlit	Toz	6000	Alt uç	1 saniye
U14	Perlit	Toz	6000	Üst Uç	1 saniye

Altan ısıtma sistemine sahip olan köklendirme ortamlarında kök bölgesi sıcaklığı 22 ± 2 °C' de tutulmuştur. Köklendirme ortamında yaklaşık 90 gün bekletilen çelikler bu sürenin sonunda sökülüp, kallüslenme, köklenme ve çürüme oranları belirlenerek, köklenen çeliklerde kök sayısı ile köklerin uzunluk ve kalınlıkları ölçülmüştür.

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü her tekerrürde 20 adet çelik olacak şekilde kurulmuştur. Elde edilen verilerin varyans analizi yapıldıktan sonra uygulama ortalamaları arasındaki farkların önemli olup olmadığı Duncan çoklu karşılaştırma testi ile test edilmiştir. Ayrıca uygulama grupları (kum ile perlit; sıvı ile toz preparat; alt ile üstten uygulama; kısa süre yüksek doz ile uzun süre düşük doz) ortogonal olarak karşılaştırılmıştır. Köklenme oranı ve kallüs oranı normal dağılım göstermediği için açılı transformasyonu yapıldıktan sonra analizler yapılmıştır. SAS paket programı kullanılarak yapılan bütün analizler 0.05 hata payı dikkate alınmıştır.

3. Bulgular

Araştırmada bazı uygulamalarda yüksek oranda çürümeler gözlenmiştir. Bunlardan birisi U2 olup, bu uygulamada çeliklerin tamamı hiç kallüs oluşturmadan çürümüştür. Benzer şekilde U9 uygulamasında da yüksek oranda çürüme (% 95.7) gözlenmekle birlikte, U2 uygulamasından farklı olarak U9 uygulamasında çeliklerin önemli bir kısmı (%88.7) kallüs oluşturmaya rağmen çürümeye maruz kalmıştır. U6 (%33.2), U3 (%19.9) ve U10 (%4.3) uygulamalarında da bir miktar çürüme gözlenmiştir. Uygulamaların büyük çoğunluğunda çeliklerin tamamı ya da tamamına yakını kallüs oluştururken, hiçbir çeliğin kallüs oluşturmadığı U2 ile çeliklerin %82'sinin kallüs oluşturduğu U3 uygulaması diğer uygulamalardan farklı bulunmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2. Farklı IBA uygulama şekilleri ve köklendirme ortamlarının çeliklerin köklenme parametreleri üzerine etkisi

Uygulama	Çürüme oranı	Kallüs oranı	Kök oranı	Kök sayısı	Kök uzunluğu	Kök çapı
U1	0 c	100 a	6.7 ef	1.5 bc	18.4 bc	1.3 ab
U2	100 a	0 c	0 f	-	-	-
U3	19.9 bc	82 b	25.7 cde	2.6 bc	23.9 abc	0.8 b
U4	0 c	100 a	66.7 a	4.0 abc	42.1 ab	1.2 ab
U5	0 c	100 a	13.3 def	2.0 bc	18.1 bc	1.0 ab
U6	33.2 b	100 a	51.2 ab	4.1 abc	52.6 a	1.0 ab
U7	0 c	100 a	6.7 ef	1.3 c	10.3 c	0.9 ab
U8	0 c	100 a	26.3 cde	3.4 abc	27.0 abc	1.0 ab
U9	95.7 a	88.7 ab	4.3 ef	4.5 ab	30.5 abc	0.8 b
U10	4.3 c	95.7 a	35.7 bcd	2.4 bc	33.7 abc	1.4 a
U11	0 c	100 a	66.7 a	6.3 a	36.4 abc	1.3 ab
U12	0 c	100 a	29.0 bcde	2.9 bc	46.0 ab	1.2 ab
U13	0 c	100 a	42.3 bc	2.5 bc	53.0 a	1.1 ab
U14	0 c	100 a	9.0 ef	3.7 abc	36.7 abc	1.0 ab

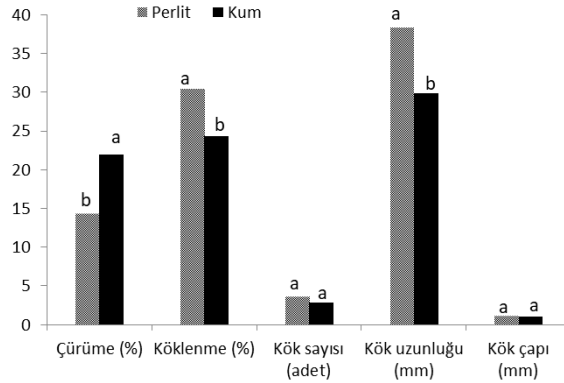
Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir ($p < 0.05$)

En fazla köklenme elde edilen ve aralarında istatistiksel olarak fark bulunmayan U4, U11 ve U6 uygulamalarından sırasıyla %66.7, %66.7 ve %51.2 oranında köklenme elde edilmiştir. Çeliklerin tamamının çürüdüğü U2 yanında, U9 (%4.3), U1 (%6.7), U7 (%6.7) ve U5 (%13.3) uygulamalarında da çok düşük köklenme oranları belirlenmiştir. Çelik başına ortalama kök sayısı U11 uygulamasında 6.3'e ulaşırken, bunu 4.5 ile U9, 4.1 ile U6, 4.0 ile U4, 3.7 ile U14, 3.4 ile U8 uygulamaları takip etmiştir. Diğer uygulamalarda ise çelik başına daha az sayıda kök oluşmuştur. Yapılan uygulamalar kök uzunluğunda da önemli farklılıklara neden olmuştur. Ortalama kök uzunluğu 53.0 cm (U13) ile 10.3 cm (U7) arasında değişim göstermiştir. Kök çapı açısından sadece U10 ile U3 ve U9 arasında önemli bir farklılık tespit edilmiştir. Diğer uygulamalar arasında kök çapı açısından önemli bir farklılık ortaya çıkmamıştır (Çizelge 2).

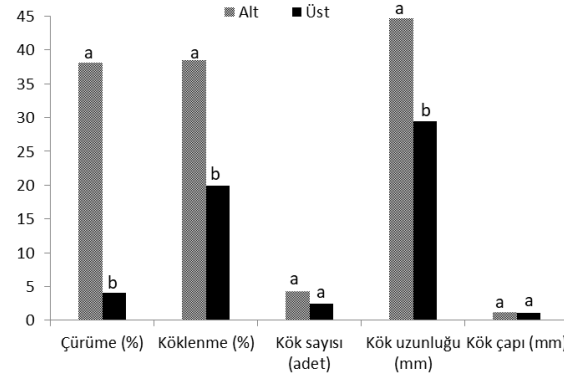
Uygulama grupları ortogonal olarak karşılaştırılmıştır. Şekil 1'de de görüldüğü gibi perlit ortamına göre kum ortamında daha fazla çeliğin çürüdüğü belirlenmiştir. Köklenme yüzdesi ve köklenen çeliklerde oluşan kök uzunluğu açısından kuma kıyasla perlitin daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. Köklenme ortamının değişmesi çelik başına kök sayısı ve kök çapında önemli bir değişime neden olmamıştır

Hormon uygulamasının, çeliğin alt veya üst ucundan yapıldığı uygulamalar karşılaştırıldığında, alt uçtan yapılan IBA uygulamasının çürüme oranını artırdığı

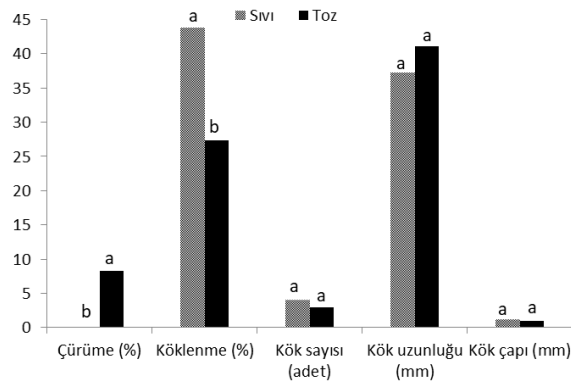
saptanmıştır. Yüksek çürüme oranına rağmen, köklenme oranı üstten yapılan uygulamalara kıyasla alt kısmı hormona batırılan çeliklerde daha yüksek bulunmuştur. Alt uçtan yapılan IBA uygulaması kök uzunluğu açısından da daha iyi sonuç vermiştir. Kök sayısı ve kök çapı değerleri açısından iki uygulama arasında anlamlı bir farklılık ortaya çıkmamıştır (Şekil 2). IBA'nın çözelti ya da toz preparat halinde uygulanması da çürüme oranı ve köklenme oranında önemli değişikliklere neden olmuştur. Çürüme oranı IBA'nın toz halinde verildiği çeliklerde çözelti uygulamalarına kıyasla daha yüksek çıkmıştır. Çözelti uygulamaları toz hormon uygulamalarından daha yüksek köklenme oranına sahip olmuştur. Kök sayısı, kök uzunluğu ve kök çapı açısından, toz ve çözelti uygulamaları arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır (Şekil 3).



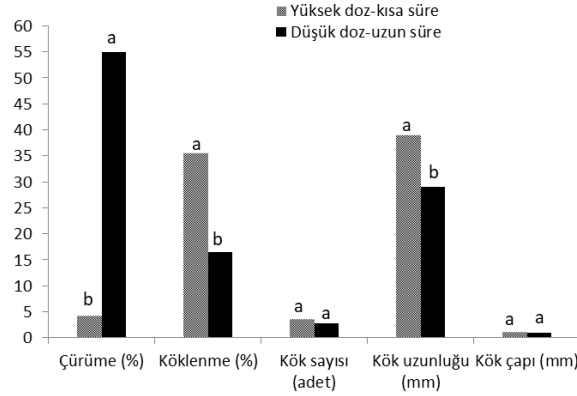
Şekil 1. Köklenme başarısı açısından perlit ve kum uygulamalarının karşılaştırılması



Şekil 2. Köklenme başarısı açısından çeliğin alt ve üst ucundan yapılan hormon uygulamalarının karşılaştırılması.



Şekil 3. Köklenme başarısı açısından sıvı veya toz halinde yapılan IBA uygulamalarının karşılaştırılması



Şekil 4. Köklenme başarısı açısından kısa süreli yüksek doz veya uzun süreli düşük doz IBA uygulamalarının karşılaştırılması

Çalışmada düşük dozda uzun süre bekletmenin (24 saat) yüksek oranda çürümeye neden olduğu gözlenmiştir. Yüksek çürüme oranının doğal sonucu olarak köklenme oranı uzun süre bekletilen uygulamalarda düşük bulunmuştur. Benzer şekilde kök uzunluğu da, uzun süre hormon çözeltilisinde bekletilen çeliklerde daha kısa çıkmıştır. Hormon uygulama süresi çelik başına kök sayısı ve kök çapında önemli bir farklılığa neden olmamıştır (Şekil 4).

4. Tartışma

Çelikte çoğaltmada, kesim yüzeyinde kallüs oluşumunun yaralamaya tepki olarak oluşan doğal bir olay olduğu bildirilmektedir (Hartmann ve ark 1990). Bu çalışmada da, çeliklerin alt kısmının 24 saat IBA çözeltilisinde bekletildiği U2 uygulaması hariç, kontrol uygulaması dâhil bütün uygulamalarda çeliklerin tamamına yakınının kallüs oluşturduğu gözlenmiştir. IBA uygulamasının çelikte çoğaltmada köklenme oranını artırdığı eskiden beri bilinmektedir. Bu çalışmada da uygulama şekli ve köklenme ortamından bağımsız olarak IBA'nın köklenme oranını artırdığı bir kez daha görülmüştür. Karadutun çelikte çoğaltılması konusunda şimdiye kadar yapılan çalışmalarda kullanılan çelik materyaline veya uygulanan yöntemlere bağlı olarak çok farklı sonuçlar bildirilmiştir. Yıldız & Koyuncu (2000) farklı uygulamaların etkisini inceledikleri çalışmalarında köklenme oranının % 0.0 ile % 89 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Koyuncu ve ark (2003) genelde düşük köklenme oranları elde ettiklerini, en iyi köklenmenin 5000 ppm IBA uygulaması ile % 33 olduğunu belirtmişlerdir. Karadeniz & Şişman (2003) tarafından bildirilen en yüksek köklenme oranını ise %23.4'tür. Bu çalışmada ise uygulamalara bağlı olarak köklenme oranı % 0.0 ile % 66.7 arasında değişmiştir.

Hem düşük çürüme oranı hem de köklenme başarısı açısından ortam olarak perlitin kumdan daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. Köklendirme ortamının etkisini inceleyen önceki çalışmalarda, bizim bulgularımızın aksine kumda daha yüksek köklenme yüzdesi elde edildiğini bildiren araştırma sonuçları bulunmakla birlikte (Türkmen 2019), yapılan çalışmaların çoğunda en iyi köklenmenin perlit ortamında olduğu vurgulanmıştır (Turna & ark 2013; İzgi 2020). Perlitin bu özelliği yüksek su tutuma kapasitesi ile ilgili olabilir.

Köklenme sürecinde, çeliklerin dip kısmının çürümesi, çelikte çoğaltma çalışmalarında gözlenen bir olaydır. Bu durum daha çok havalanması düşük nem içeriği yüksek olan köklenme ortamlarında ortaya çıkmaktadır (Keskin 2016). Bu çalışmada kullanılan kum ve perlitin her ikisi de havalanması oldukça iyi olan köklenme ortamı olarak bilinmektedir. Çalışmada çürüme daha çok hormon uygulamalarının alttan yapıldığı çeliklerde gözlenmiştir. Bu durum uygulama dozu veya süresinin uzun olmasından kaynaklanabilir. Yüksek doz veya uygulama süresinin uzunluğu çeliğin dip kısmındaki hücrelere

toksik etki yapmış olabilir. Inocente ve ark (2018) farklı zeytin çeliklerinin çelikle çoğaltılması üzerine yaptıkları çalışmada, dikimden önce çelikleri düşük doz IBA çözeltisinde bekletmişler ve bir saatten fazla bekletmenin çeliklerde canlılık oranını azalttığını bildirmişlerdir.

Bazı araştırmacılar köklenme için basipetal (yukardan aşağıya) oksin taşınmasının gerekli olduğunu vurgulamıştır (Marks 1996; Ford ve ark 2002). Bu bilgiye dayanarak iki gravilla (*Grevillea* R. Br. ex Knight) çeşidi ile yapılan bir çalışmada üst ucu hormona batırılan çeliklerin alt ucu hormona batırılanlara göre daha iyi köklendikleri bildirilmiştir (Krisantini ve ark 2003). Bu çalışmada ise alt kısmı hormona batırılan çeliklerin köklenme oranı daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuç üstten yapılan uygulamada uygun konsantrasyonun belirlenememesi ile de ilgili olabilir. Çelikle çoğaltmada farklı hormon uygulama şekilleri konusunda yapılan bir derlemede, Blythe ve ark. (2007) inceledikleri literatür sonuçlarına dayanarak, çeşide özgü uygun doz belirlenerek üstten hormon uygulamasının alternatif bir yöntem olarak kullanılabilirliğini bildirmişlerdir.

Bugün en çok kullanılan oksin uygulama metodu çeliklerin hazırlanan hormon solüsyonuna kısa süre batırılması şeklindedir. Bu uygulamanın hızlı ve kolay olması gibi avantajları yanında, çözelti hazırlamanın uzmanlık ve ekipman gerektirmesi, uzun süreli kullanımda buharlaşmadan dolayı konsantrasyon değişikliğinin oluşması gibi dezavantajları bulunmaktadır. Hormon uygulaması çeliklerin toz halindeki oksin talk pudrası karışımına batırılması şeklinde de yapılabilmektedir. Uygulanmasının kolay olması ve ticari formülasyonlarının herhangi bir hazırlık gerektirmeden uygulanabilmesi bu uygulamanın avantajlarını oluşturmaktadır (Blythe ve ark 2007). Farklı bitkilerde toz IBA uygulaması ile başarılı sonuçların alındığını bildiren araştırma sonuçları bulunmaktadır (Song ve ark 2019; Singh ve ark 2021). Bu çalışmada ise çözelti uygulamasından daha düşük olmakla birlikte toz preparat şeklinde yapılan IBA uygulamalarının birinden % 50 civarında köklenme başarıları elde edilebilmiştir. Bu sonuç karadut çeliklerinde toz hormon uygulamasının alternatif bir uygulama olarak kullanılabilirliğini göstermektedir.

Zor köklenen *Eucalyptus nitens* çelikleri ile yapılan bir çalışmada, klasik yöntem olan kısa süreli hormona batırma uygulamasına kıyasla 48 saat 20 ppm IBA çözeltisinde bekletmenin daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir (Luckman & Menary, 2002). Bu çalışmada ise düşük dozda uzun süre bekletme uygulamaları yüksek oranda çürümelere, buna bağlı olarak da düşük köklenme oranlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu durum uygulanan dozun yüksek veya sürenin uzun olmasından kaynaklanmış olabilir.

5.Sonuç

Çelikle çoğaltmada oksin uygulaması ile her zaman arzulanan başarı düzeyi elde edilemese de bugün için en etkili uygulamadır. Adventif kök oluşumunda etkili olabilecek muhtemel faktörler keşfedilinceye kadar, oksin uygulaması en faydalı yöntem olarak gözükmektedir. Farklı uygulama şekilleri ile oksinin etkinliğinin artırılması bitki çoğaltmada çok önemli bir yere sahip olan çelikle çoğaltma alanına önemli katkılar sağlayacaktır. Bu amaçla yapılan bu çalışmada, karadut çeliklerinde çözelti yanında toz preparatların da alternatif olarak kullanılabilirliği ortaya konmuştur. Yine uygun dozlar belirlenerek hormon uygulamasının, çeliklerin dip kısımları yerine üst uçlarına yapılabileceği görülmüştür. Dip kısımdan yapılan uygulamaya kıyasla üst kısımlarına hormon uygulanan çeliklerde çürümenin daha az olması, özellikle yüksek doz hormon uygulamalarında üstten uygulamanın avantajlı olabileceği fikrini akla getirmektedir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, farklı doz, uygulama süreleri dikkate alınarak yapılacak daha ayrıntılı çalışmalar sonunda daha etkili uygulama şekillerinin belirlenebileceğini göstermektedir.

Kaynaklar

1. Blazich F A (1988). Chemicals and formulations used to promote adventitious rooting,. In: T.E. Davis, B.E. Haissig, and N. Sankhla (eds.). *Adventitious Root Formation in Cuttings*. Dioscorides Press, Portland, OR. pp. 132–149
2. Blythe E K, Sibley J L, Tilt K M & Ruter J M (2007). Methods of Auxin Application in Cutting Propagation: A Review of 70 Years of Scientific Discovery and Commercial Practice. *Journal of Environmental Horticulture* 25(3):166-185.
3. Ford Y Y, Bonham E C, Cameron R W F, Blake P S, Judd H L & Harrison-Murray R S (2002). Adventitious rooting: examining the role of auxin in an easy- and a difficult-to-root plant. *Plant Growth Regulation* 36:149-159
4. Hartmann H T, Kester D & Davies F T (1990). *Plant Propagation. -Principles and Practices*. Prentice Hall Inc., USA. Fifth Edition
5. Inocente V H H, Nienow A A & Tre L (2018). Time of treatment with IBA in olive cultivars rooting. *Revista Brasileira de Fruticultura* 40: 1-6.
6. İzgi M N (2020). Farklı IBA (İndol-3-Bütirik Asit) Dozları ve Köklendirme Ortamlarının Bazı Tıbbi Bitkilerin Köklenmesi Üzerine Etkileri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi - Turkish Journal of Agricultural Research* 7(1): 9-16.
7. Karadeniz T & Şişman T (2003). Beyaz Dut ve Karadutun Meyve Özellikleri ve Çelikle Çoğaltılması. *Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu Kitabı* 23-25 Ekim Ordu s: 428-432.
8. Keskin K (2016). Çeşitli uygulamaların bazı meyve türlerinde adventif kök oluşumu ve köklenme üzerine etkilerinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
9. Koyuncu F, Vural E & Çelik M (2003). Karadut (*Morus nigra* L.) çeliklerinin köklendirilmesi üzerine araştırmalar. *Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu Kitabı*, 23-25 Ekim Ordu s: 424-427.
10. Krisantini S, Johnston M, Williams R R & Beveridge C (2003). Propagation of *Grevillea*. *Comb. Proc. International Plant Propagation Society* 53:154158.
11. Luckman G A & Menary R C (2002). Increased root initiation in cuttings of *Eucalyptus nitens* by delayed auxin application. *Plant Growth Regulat.* 38:31-35.
12. Macdonald B (1987). *Practical Woody Plant Propagation for Nursery Growers*. Timber Press, Portland, OR.
13. Marks T R (1996). The role of the shoot apex in controlling rhizogenesis in vitro. *Plant Growth Regul* 20: 57-60.
14. McGuire J J & Sorensen D C (1966). Effect of terminal applications of IBA on rooting of woody ornamental plants. *Comb. Proc. International Plant Propagation Society* 16:257–260.
15. Shibaoka H (1971). Effects of indoleacetic, pchlorophenoxyisobutyric and 2,4,6-richlorophenoxyacetic acids on three phases of rooting in *Azukia* cuttings. *Plant Cell Physiology* 12:193-200.
16. Singh B, Rawat J S, Gusain Y S, Khanduri V P, Riyal M K & Kumar P (2021). Shoot position, cutting types and auxin treatments influence rooting response on *Tecoma stans*. *Ornamental Horticulture* 27:213-220.

17. Song S J, Ko C H, Shin U S, Oh H J, Kim S Y & Lee S Y (2019). Successful stem cutting propagation of *Patrinia rupestris* for horticulture. *Rhizosphere* 9:90-92.
18. Ticknor R L (1981). A comparison of several hormone formulations for rooting cuttings. *Comb. Proc. International Plant Propagation Society* 31:109-112.
19. Turna İ, Kulaç Ş, Güney D, & Seyis E (2013). Boylu maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.)'in çelikle üretilmesinde hormon ve ortamın etkisi. *Ormanlık Dergisi* 9(2): 93-104
20. Türkmen O S (2019). Endemik Sarıkız Çayı *Sideritis trojana* Bornm bitkisinin çelikle çoğaltım şartlarının belirlenmesi. *ÇOMÜ Ziraat. Fakültesi Dergisi. (COMU J. Agric. Fac.)* 7 (1): 175-179
21. Yıldız K & Koyuncu F (2000). Karadutun (*M. nigra* L) odun çelikleri ile çoğaltılması üzerine bir araştırma. *Derim* 17(3): 130-135.