

ÇELİKLE ÇOĞALTIM

Yeni bir bitki elde etmek amacıyla, bitkilerin gövde, dal, kök ve yapraklarından kesilerek hazırlanan parçalara **ÇELİK** adı verilir. Böyle beden parçalarıyla yapılan eşeysiz (vejetatif) çoğaltmaya da **ÇELİKLE ÇOĞALTMA** denir.

Bazı meyve tür ve çeşitleri (incir, nar, ayva, çay, fındık, zeytin, dut, üzüm, meyvelerin çoğu), asma ve süs bitkilerinin önemli bir bölümü çelikle çoğaltılabilmektedir.

Çelikle çoğaltımda adventif kök oluşumu ön koşuldur. Çelikler üzerinde adventif kökler, 1) önceden oluşmuş kök başlangıçları ve taslaklarından ve 2) yaralama ile uyarıldıktan sonra gelişmektedir.

Gövde ya da dal üzerinde önceden oluşmuş kök başlangıçları ve taslakları onlar henüz ana bitkiden ayrılmadan önce doğal olarak oluşmuştur. Bu taslaklar, çelik hazırlamak için dal ana bitkiden ayrıldıktan sonra ya da daha ayrılmadan önce gelişebilir ve kök sürebilir. Genel olarak çelikler hazırlanana ve uygun koşullara dikilene kadar bu kökler dinlenme halindedir.

Önceden oluşmuş kök başlangıçları ve taslakları söğüt (*Salix*), kavak (*Populus*), yasemin (*Jasminum*), bekaşi üzümü (*Ribes*) gibi çelikleri kolay köklenen birçok bitki cinsinde meydana gelmektedir.

Ancak kolay köklenen tüm tür ve çeşitlerin çeliklerinde önceden oluşmuş kök başlangıçları ve taslakları bulunmayabilmektedir (örneğin asma çelikleri).

Yaralama ile uyarılmış kökler ise çeliğin hazırlanması sırasında yapılan kesim ve sonuç olarak gerçekleşen yaralanmaya tepki olarak gelişmektedir. Bu kökler çelik hazırlandıktan sonra oluşmaktadır. Bunun aşamaları:

- 1) Kesim sırasında dıştaki hücreler ölmekte, nekrotik bir plaka oluşmakta, yara süberin (mantar özü) ile kaplanmakta ve ksilem reçine ile tıkanmaktadır. Bu plaka, kesim yüzeylerini patojenlere ve kurumaya karşı korumaktadır.
- 2) Bu plakanın gerisindeki canlı hücreler birkaç gün içerisinde bölünmeye başlamakta ve yara yüzeyinde bir parankima hücre katmanı (kallus) oluşmaktadır.
- 3) Vasküler kambiyum ve floeme yakın belirli hücreler bölünmeye başlamakta ve yeni adventif kökler oluşmaya başlamaktadır.

Adventif Köklerin Orijini

Adventif köklerin orijini bitki türlerine göre farklılık göstermektedir. Domates ve kabakta adventif kökler floem parankimasında, *Crassula*'da epidermisten doğmaktadır.

Kolay köklenen odunsu bitkilerin çoğunda kökler floem ışın parankima hücrelerinden gelişmektedir. Bununla birlikte kökler kambiyum, floem, kallus ya da lentisellerden de orijini alabilmektedir. Örneğin, Antep fıstığında kambiyuma yakın floem alanından, elma anaçlarında bir ışın ile bağlantılı olarak sekonder floemden, turunçgillerde kabuk ve bazal kallustan, ladinde düzensiz parankima dokularından (içsel kallustan) doğmaktadır.

Çeliklerden Bitki Oluşumunu Etkileyen Faktörler

Çeliklerin köklenmesi ve bitkiye dönüşümü üzerine;

- 1) Çelik materyalinin alındığı bitki kaynağı,
- 2) Çeliğe yapılacak uygulamaların,
- 3) Çeliğin dikildiği çevre koşulları etkilidir.

1) Çelik materyalinin alındığı bitki kaynağı:

a) Çelik materyalinin alındığı bitkinin (kaynağın) seçimi ve korunması: Çeliklerin kolay köklenmesi için fizyolojik olarak genç olan bitki kaynağı seçilmeli ve genç kalması sağlanmalıdır. Bitki kaynağının genç fazdan olgun faza geçmesiyle çeliklerin köklenmesi azalmaktadır. Odunsu bahçe bitkilerinde derin budamalar ile çelik alınacak kaynak bitkinin gençleştirilmesi yani devamlı olarak yeni sürgün oluşturması sağlanmalı ve kolay köklenme için çelikler bu sürgünlerden alınmalıdır.

b) Çelik materyalinin alındığı bitkinin (kaynağın) fizyolojik durumu ve çevre koşullarının düzenlenmesi:

- Su stresinden kaçınmak için çeliklerin ana bitkinin turgor halinde olduğu sabahın erken saatlerinde alınması önerilmektedir. Örneğin, su stresi altındaki kakao bitkilerinden alınan çeliklerin köklenme yeteneğinde düşüş görülmektedir.

- Ana bitkinin çok yoğun ışık altında kalması oksinlerin yıkımına ve ayrıca ana bitkinin su dengesinin bozulmasına neden olur. Fotoperiyot ana bitkide fotosentezi ve karbonhidrat birikimini artırmaktadır. Bu bitkilerden alınan çeliklerin köklenme yeteneği yüksektir. Fotoperiyodizm kapsamında örneğin kısa gün koşullarında çiçeklenen krizantem çeşitlerinde uzun günlerde vejetatif gelişme ve köklenme düzeyi artmaktadır.

Ana bitkinin ışıklanma düzeyinin azaltılması (etiolasyon) çelikleri zor köklenen bitkilerde köklenmeyi artırmaktadır. Etiolasyon, henüz odunlaşmamış sürgünlerin dip kısmının ışığı geçirmeyen siyah bir bant ile sarılması, gölgeleme gibi uygulamalar çeliklerde köklenmeyi artırmaktadır. Bunun nedeni ışığın engellenmesi ile sürgünün oksine olan duyarlılığının artması, karbonhidrat birikiminin yükselmesi, lignin üretiminin azalarak fenolik maddelerin köklenme için kanalize edilmesidir.

- Çeliklerin alınmasından bir süre önce (örneğin birkaç hafta) sürgünlerin dip kısımlarını tel ile boğma gövdeden aşağıya karbonhidratların, hormonların ve köklenmeyi uyaran diğer maddelerin taşınımını engellemektedir. Bu uygulama, kök oluşumunu artırmaktadır.

- Ana bitkide C/N oranını yüksek olması köklenme oranı üzerine olumlu etkiye sahiptir. Çeliklerde köklenme oranını artırmak için ana bitkiye aşırı azotlu gübreler uygulanmamalıdır. Ancak azot noksanlığına da neden olunmamalıdır. Çünkü nükleik asit ve protein sentezi için yeterli düzeyde azot gereklidir.

c) Ana bitkiden alınacak çeliğin tipi:

Gelişmenin aktif olduğu yeşil çeliklerden, dinlenme halindeki odun çeliklerine kadar farklı çelik tipleri ana bitkiden alınabilir.

- Zor köklenen bitkiler için yapraklı yeşil çelikler en uygun çelik tipidir. Bunlar yüksek oksin ve düşük içsel karbonhidrata sahiptir. Bu çelikler mist, fog gibi nemlendirilmiş özel koşullara gereksinim duyar. Bu çeliklerde fotosentez köklenmeyi artırmaktadır. Bu nedenle ışık bulunmalıdır.
- Odun çelikleri ise düşük oksin, yüksek karbonhidrata sahiptir. Bunlar köklenme için fotosentez yapmaya ve dolayısıyla ışığa gereksinim duymaz, mist, fog gibi sistemler de gerekli değildir.
- Çeliklerin köklenmesi üzerine terminal (tepe) ve lateral (yan) sürgünlerin etkisi bulunmaktadır. Yeşil çelikler terminal sürgünlerden, yarı odun çelikler lateral sürgünlerden alındıklarında daha iyi köklenir.
- Bir sürgünün alt kısımlarından hazırlanan odun çeliklerinin köklenme yeteneği sürgünün ucundan hazırlananlara göre daha yüksektir.
- Üzerinde çiçek tomurcuğu bulunan çeliklerin köklenme yetenekleri özellikle zor köklenen genotiplerde düşüktür. Bu nedenle çiçek tomurcukları uzaklaştırılmalıdır.

d) Ana bitkiden çeliğin alınacağı dönem:

- Kolay köklenen türlerde iklim izin verdiği sürece yıl boyunca çelik alınabilir. Yaprığını döken türlerde odun çelikleri dinlenme dönemi (sonbaharda yaprak dökümünden, ilkbaharda tomurcuklar sürene kadar) süresince alınabilir. Henüz odunlaşmamış yumuşak taze çelik tipi olan yapraklı yeşil çelikler ve odunlaşmanın başladığı kısmen olgunlaşmış çelik tipi olan yarı odun çelikleri gelişme dönemi içerisinde alınır. Dar ve geniş yapraklı herdem yeşil (yaprığını dökmeyen) türlerde çelikler yıl boyunca ortaya çıkan 1 ya da daha fazla sayıdaki sürgün gelişme periyotları ile bağlantılı olarak yıl boyunca alınabilir.

- Köklenme durumuna göre bitki türlerinde çeliklerin ana bitkiden alınma dönemleri farklılık gösterir. Belirli türlerde örneğin Oleaceae familyasına giren 2 tür; 1) kolay köklenen adi kurtbağrı (*ligustrum*) türünde (*Ligustrum vulgare*) çelikler yılın herhangi bir zamanında alınabilirken, 2) zeytinde (*Olea europea*) ilkbaharın sonu ve yaz boyunca alınan çeliklerde mist altında bol kök oluşmakta, oysa kış ortasında alınan çeliklerde köklenme meydana gelmemektedir.

- Ana bitkide sürgün RNA'sı, tomurcuk aktivitesi ve sonrasında mevsimsel köklenme farklılıklarında bir gösterge olarak bulunmuştur. Zor ve kolay köklenen formların her ikisinde de köklenmenin en yoğun olduğu periyotta ana bitkide sürgün RNA seviyesi en üst düzeye ulaşır ve vasküler (iletim demetleri) kambiyum aktivitesinde artış meydana gelir.

- Yaprığını döken türlerin bir çoğunda (örneğin kiraz, leylak gibi) genellikle ilkbahar ya da yazın alınan çelikler, kışın alınan odun çeliklerine göre köklenmeye daha isteklidir. Köklenme zorluğu ile ünlü *Chionanthus retusus* türünde çelikler sadece ilkbaharın ortasında kısa bir periyotta alınırlarsa yüksek köklenme seviyesi elde edilebilmektedir.

- Bitki türlerinde çeliğin ana bitkiden en uygun alınma zamanı, takvime göre değil, bitkinin içinde bulunduğu fizyolojik koşullar ile ilişkili olarak yapılacak küçük denemeler ile belirlenmelidir.

- Fizyolojik olarak en uygun dönem belirlendikten sonra bu dönemde ana bitkinin morfolojik durumu, soğuklanma süresi, ışıklanma süresi, tomurcukların uyanmasından sonra geçen gün sayısı ya da takvime göre gün olarak en uygun çelik alma tarihi ortaya konulabilir. Örneğin, zor köklenen olgun çin fıstığında (*Chinese pistache*) köklenme başarısı için sıcaklık toplamına dayanan bir sistem yararlı olmuştur. Bu türde çelikler, tomurcuklar dinlenmeden çıktıktan sonra 7.2°C'lik eşik sıcaklığının üzerinde 380 gün-derecelik etkili sıcaklık toplamına ulaştığı zaman ana bitkiden alındığında köklenme en üst düzeye çıkmıştır.

- Çoğu kez ana bitkiden çeliğin alınma döneminin etkisi, yılın farklı zamanlarındaki çevre koşullarına karşı çeliklerin vereceği tepkinin bir yansımasıdır. Yaprığını döken türlerde, tomurcukların dinlenme periyodunun kış soğuklaması ile kırılmasından sonra odun çeliklerinin ana bitkiden erken ilkbaharda alınması ve fidanlığa dikilmesi, ilkbaharda hava sıcaklığının artması ile birlikte henüz köklenme başlamadan çelik üzerindeki tomurcukların sürmesine neden olmakta ve gelişen yapraklardan terleme yolu ile ortaya çıkan su kaybı ise çeliği kurutmaktadır. Ayrıca çelik üzerinde yeni gelişen yaprak ve sürgünler, metabolitler ve hormonlar için köklenme aleyhine rekabet ortamı yaratmaktadır. Örneğin, mist sistemi bulunduğu için su stresi olmayan koşullara erken ilkbaharda dikilen *Rosa multiflora* (bir gül türü) çeliklerinde bu durum gösterilmiştir. Bu nedenle çelikler, üzerindeki tomurcukları henüz dinlenme halindeyken sonbaharda dikilirse, ilkbaharda tomurcuklar sürene kadar köklerini oluşturacak ve böylece çoğaltma başarısı yüksek olacaktır.

- Geniş yapraklı herdem yeşil türlerde çelikler ana bitkide bir sürgün gelişme dönemi tamamlandıktan ve sürgünler kısmen odunlaştıktan sonra, türlere bağlı olarak ilkbahardan sonbaharın sonuna kadar alınırsa köklenme başarısı yüksek olmaktadır. Dar yapraklı herdem yeşil türlerde ise yüksek köklenme başarısı için çelikler sonbaharın sonundan kışın sonuna kadar alınmalıdır. Ardıç ve porsuk ağacından çelikler aktif gelişme periyodunda alındığında köklenme oranı en düşük, dinlenme döneminde alındığında ise en yüksektir.

2) Çeliğe yapılacak uygulamalar:

a) Çelik materyalinin muhafazası: Çelikler alındıktan hemen sonra dikilmeyecekse, terlemeyi ve dolayısıyla su kaybını yavaşlatmak için 4-8°C'deki buzdolabına konulmalı ve ertesi gün hemen dikilmelidir.

- Çeliklerin köklenme ve sürme yeteneğini kaybetmeden uzun süreli muhafazası, türlere, çeliğin durumuna ve muhafaza koşullarına bağlıdır. Muhafaza sırasında çeliklerde kuru madde kayıpları ve patojenler en az düzeye indirilmelidir. Sıcaklık türün dayanabileceği düşük derecelere indirilmeli ve nem ise %100'e yakın olmalıdır. Kontrollü atmosferli depo koşulları (düşük oksijen ve etilen seviyesi, yüksek CO₂) çeliklerde köklenme kapasitesinin korunmasına yardımcı olur. Çeliğin karbonhidrat birikimine, dona dayanıklılık durumuna, odunlaşma derecesine bağlı olarak depolama süresi birkaç günden birkaç aya kadar değişir.

- Köksüz sardunya (*Pelargonium x hortorum*) çeliklerinin muhafaza süresi 4°C'de polietilen torbalarda yüksek nem ve düşük ışıklandırma koşullarında artmaktadır. Depolama öncesinde terlemeyi önleyici maddeler ile (antitranspirant) çeliklerin muamele edilmesi zarar vermektedir. Ancak, depolama öncesinde çeliklerin dip kısmını %2-5 konsantrasyonundaki şeker solusyonuna 24 saat süreyle batırma uygulaması köklenmeyi artırmaktadır. Gümüş nitrat gibi etilen inhibitörü (engelleyici) maddeler ya da absizik asit (ABA) uygulamaları da depo süresi açısından etkili olmaktadır. Ancak köklenme oranı azalabilmektedir.
- Yaprığını döken ılıman iklim bitki türlerinden *Rhododendron catawbiense* çelikleri nemlendirilmiş kenevir torbalar içerisinde 2 ya da 21°C'de 21 gün süreyle muhafaza edilmiştir.

b) Oksin uygulamaları: İndolasetik asit (IAA) gibi doğal, indolbütirik asit (IBA) ve naftalenasetik asit (NAA) gibi sentetik oksinlerin keşfedilmesi ile birlikte dal ve yaprak çeliklerinde adventif kök oluşumu uyarılmış ve bu olay çelikle çoğaltımın tarihinde bir dönüm noktası olmuştur. Bununla birlikte bu maddelerin etkisi türlere göre farklılık göstermektedir. Çelikleri zor köklenen bazı türlerde oksin uygulanırsa dahi köklenme meydana gelmeyebilmektedir.

- Köklenmeyi uyarıcı bu maddelerin tek başına kullanımı yerine karışım halinde çeliklere uygulanması ile köklenmede artış sağlanabilmektedir. Çeliklerin karışıma dahil edilecek maddelere ve oranlarına tepkisi tür ve çeşitlere göre farklılık göstermektedir. Örneğin, duglas köknarı çeliklerinde köklenme üzerine NAA, IBA'dan daha etkilidir.
- Sentetik oksinlerin dal çeliklerine yüksek dozlarda uygulanması tomurcuk gelişimini engelleyebilmektedir. Yeterli kök gelişimi sağlandığı halde sürgün gelişimi meydana gelmemektedir. Örneğin tek boğumlu gül çeliklerinin dip kısmına IBA uygulaması köklenmeyi artırmış ancak tomurcukların sürmesini engellemiştir. IBA çeliğin üst kısmına taşınmış, orada tomurcukların sürmesini engellemiş ve çelikte etilen sentezini artırmıştır.
- Yeni köklenmiş çeliklerde erkenden tomurcuklarda patlama ve sürgün gelişimi *Acer* (akçaağaç), *Cornus* (kızılcık), *Magnolia* (manolya), *Prunus* (sert çekirdekli meyve türleri), *Rhododendron* (ormangülü) gibi bitkilerin kış boyunca canlı kalmasında önemlidir. Bu bitkilerin çelikleri köklenmeden sonra kış dinlenmesinden önce sürgün gelişimine ihtiyaç duyar. Böylece kışın canlı kalmayı sağlamak üzere üretilen karbonhidratları kök sisteminde depolar.

c) Mineral maddeler: Çelikte kök oluşumu ve gelişimi üzerine azotun etkisi karbonhidrat varlığı, C/N oranı ve hormonal etkileşim ile ilişkilidir. Birçok türde azotlu maddelerin köklenme ortamına ilavesi ile kök oluşumu ve gelişimi artmıştır.

- Çinko oksin için öncül olan triptofan'ın ve triptofandan oksin (IAA) oluşumunu uyarabilmektedir. Zn ile birlikte Mn ve B da içsel oksin seviyelerinin (IAA) düzenlenmesinde rol oynar.

d) Yaralama: Çeliklerin dip kısmında yapılan yaralama sonucunda yaralanmış dokularda hücre bölünmesi uyarılmakta ve kök primordiumları (taslakları) oluşmaktadır. Bu durum yaralanmış alanda karbonhidrat ve oksinlerin doğal olarak birikmesi ve solunum oranındaki artıştan dolayıdır. Ayrıca yaralamadan dolayı zararlanmış dokular etilen üretmektedir ve dolaylı olarak bu madde adventif kök oluşumunu uyarmaktadır.

- İlave olarak çeliklerin dip kısmına açılan yaralardan köklenmeyi uyarmak için uygulanan büyüme düzenleyici maddeler daha iyi alınabilmektedir.
- Derin olmayan yaralama bazı türlerde kök gelişimini engelleyen kabuk dokusunu kestiği için köklerin sürmesini kolaylaştırabilmektedir.

3) Çeliğin dikildiği çevre koşulları

a) Nem kontrolü: Yapraklardan suyun kaybolması çeliğin su kapsamını azaltabilir ve çok düştüğünde çelik yaşayamaz. Bu soruna karşı çeliğin dikildiği ortamda aşağıda belirtilenler yapılır:

- Buharlaşma gereksiniminin düşük olduğu bir atmosfer oluşturmak ve böylece terleme ile çeliklerden su kaybını en az düzeye indirmek (çünkü, köksüz çelikler su kaybını yerine koyacak organdan yoksundur ve köklenmenin başlaması ve kök gelişimi için hücrelerin turgor halinin korunması gerekmektedir)
- Yapraklarda sıcaklık stresinden kaçınılırken, çeliğin dip kısmında köklenme için uygun sıcaklık koşullarını oluşturmak ve
- Su stresi ortaya çıkmadan köklenmenin hemen başlaması için fotosentez ve karbonhidrat üretimi amacıyla uygun ışıklandırma koşullarını sağlamak.
- Yapraklardan su kaybını kontrol etmek için yöntemler:
 - 1) Kapalı sistemler-Dışarıda alçak tüneller veya soğuk yastıklarda ya da bir serada mist sistemi olmayan kapatılmış yerlerde (gölgeleme, polietilen sistemler, ıslak çadırlar) çoğaltım
 - 2) Aralıklı sisleme (mist)-Açık ya da kapalı mist sistemleri
 - 3) Fog (buhar) sistemleri

b) Sıcaklık: Çeliğin dikildiği ortamın (örneğin perlit) optimum sıcaklığı ılıman iklim türleri için 18-25°C arasındadır. Sıcak iklim bitkileri için ortamın optimum sıcaklık bu değerlerden 7°C daha fazladır.

- Hava sıcaklığı ise ılıman iklim türleri için gündüz 21-27°C ve gece ise yaklaşık 15°C'dir.
- c) Işık:** Bazı odunsu bitkilerde çelikler düşük ışık yoğunluğunda daha iyi köklenmektedir. Buna karşılık krizantem, sardunya, Atatürk çiçeği gibi otsu bitkilerde kış aylarında 116 W/m² yoğunluktaki ışık köklenme için daha uygundur. Çok yüksek aydınlatma ise (174 W/m²) çelik üzerindeki yapraklarda zararlanmaya neden olmakta, köklenme gecikmekte ve kök gelişimi azalmaktadır.
- Fotoperiyot bakımından bazı türlerde uzun gün koşulları ya da sürekli ışık köklenme üzerine kısa gün koşullarından daha etkilidir. Diğer bazı türlerde ise fotoperiyodun köklenme üzerine etkisi bulunmamaktadır.
- Bir çok sera bitkisinde çeliklerin köklenmesi ışık spektrumunun turuncu -kırmızı kısmında, mavi kısma göre daha yüksektir.

d) Köklendirme ortamı: İdeal bir köklendirme ortamı su tutma ve havalanma kapasitesi yüksek, patojenler ile bulaşık olmayan ortamdır. Çeliklerin köklendirilmesinde ortam olarak tınlı-kumlu topraklar, kum, torf, sfagnum yosunu, vermikülit, perlit gibi materyaller kullanılabilir. Ancak bu ortamlar bitki türlerine bağlı olarak genel olarak ikili, üçlü karışımlar şeklinde kullanılmaktadır. Örneğin 2 kısım torf 1 kısım perlit gibi.