

# TOHUMLA ÇOĞALTIM

## ÇİMLENME

**Çimlenme, yeni bir bitki meydana getirmek üzere embriyonun metabolik mekanizmasının aktif hale gelmesidir.**

Çimlenmenin olabilmesi için;

- Tohum canlı ve çimlenme yeteneğine sahip olmalı,
- Tohum uygun çevre koşullarına konulmalıdır (alınabilir su, uygun sıcaklık rejimi, oksijen ve bazen ışık temini),
- Tohum içsel dinlenme durumundan çıkmış olmalıdır.

Daha önceki konularda belirtildiği gibi;

Tohumun olgunlaşma safhasında (tohum gelişiminin 3. (son) safhası) çoğu tohum su kaybeder ve kurur (ortodoks tohum grubu). Bu tohumlar bitkiden ayrıldıklarında dormant (dinlenme halinde) ya da dormant değildir.

Bununla birlikte bazı tohumlar (vivipari bitkilerin tohumları), tohum gelişiminin olgunlaşma safhasına (3. safha) girmezler ve bitkiden ayrılmadan önce çimlenirler.

Diğer bazı tohumlar ise (rekalsitrant tohumlar) çok az miktarda kurumaya karşı tolerans gösterebilirler.

Vivipar ve rekalsitrant tohumlar, tohum gelişiminin olgunlaşma safhası tamamlanmadan önce çimlenebilirler.

## ÇİMLENMENİN AŞAMALARI

Bu kapsamda 3 safha bulunmaktadır.

**1. safha – Emme yoluyla suyun alınması:** Tohum gelişimini tamlandıktan sonra (özellikle ortodoks tohumlar) kuru durumdadır (nem kapsamı %15'in altındadır). Çimlenmenin bu safhasında su alımı tohumun kabuğundan suyun emilmesi yoluyla olur. Emme işlemi 2 aşamada meydana gelir. İlk olarak ilk 10-30 dakikada su alımı hızla gerçekleşir. Daha sonraki aşama suyun yavaş olarak alımıdır. Bu aşama, küçük tohumlar için 1 saat, iri tohumlar için 5-10 saattir. Emme yoluyla su alımı tohum çimlenmesinin 2. aşaması olan gecikme fazına kadar devam eder. Tohum hacmi 1. safha olan emme yoluyla suyun alımı sürecinde artış gösterir.

Suyun tohum tarafından emilmesi sürecinde diğer bir karakteristik olay, amino asitler, organik asitler, inorganik maddeler, şekerler, fenolik maddeler ve proteinler gibi bileşiklerin tohumdan dışarıya sızmasıdır. Bu durum hücre membranlarının lipitlerindeki doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu nedeniyle seçici geçirgen özelliklerini kaybetmelerinden kaynaklanmaktadır. Bu durum tohumda yaşlanmanın (bozulmanın) sonucu ortaya çıkmaktadır. Tohum gücünün belirlenmesi testlerinden birisi olan elektriksel iletkenlik testi, tohumdan sızan maddelerin elektriksel iletkenlik değerinin, elektriksel iletkenliği ölçen bir cihaz ile ölçülmesi esasına dayanmaktadır. Aslında tohumların tümünde suyun emilmesi sırasında sızma meydana gelmektedir. Ancak tohum bozuldukça (yaşlandıkça) bunun miktarı artmaktadır.

Suyun emilmesi sürecinde tohumlar fiziksel olarak zarar görebilmektedir. Bunun nedeni emilme sırasında suyun kuru tohum tarafından aşırı miktarda alınmasıdır. Bu durum, ekimden önce tohumun nem kapsamının bir miktar yükseltilmesi ile önlenmektedir.

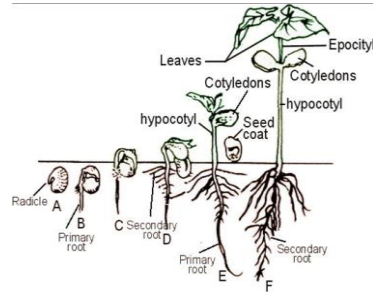
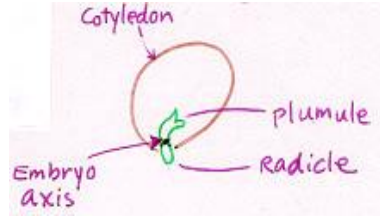
**2. safha – Lag fazı (gecikme fazı):** Bu faz su alımının olmadığı ya da azaldığı bir dönem olmakla birlikte fizyolojik olayların oldukça aktif olduğu bir safhadır. Bu safhada çimlenme için ihtiyaç duyulan yeni proteinler sentezlenmektedir. Depo maddelerinin çimlenme için dönüşümleri başlamaktadır.

**3. safha – Kökçüğün ortaya çıktığı safha:** Çimlenmenin gözle görülen ilk belirtisi kökçüğün ortaya çıkmasıdır. Bu durum hücre bölünmesinden çok, hücre büyümesinin sonucudur. Hemen ardından kökçüğün ucunda hücre bölünmesi meydana gelir ve kökçük uzamaya başlar.

## BİTKİ ÇIKIŞI (SÜRME)

Embriyo bir ya da iki adet tohum yaprağı (kotiledon) meydana getiren bir eksenden oluşmuştur. Embriyo ekseninin alt kısmındaki büyüme noktasından süren kökçük, kökün gelişme noktasıdır. Embriyo ekseninin üst noktasında kotiledonların üzerinde yer alan plumul ise sürgünün büyüme noktasıdır.

Tohumdan meydana gelen bitkinin gövdesi hipokotil ve epikotil olarak iki kısma ayrılmıştır. Hipokotil kotiledonların altındaki, epikotil üstündeki kısımdır.



## ÇİMLENMEYİ ETKİLEYEN ÇEVRESEL FAKTÖRLER

### SU

Dormansi olmadığı durumda bir çok tohum için alınabilir suyun bulunması uygun bir sıcaklıkta çimlenme için en önemli faktördür. Su stresi çimlenme oranını azaltabilmektedir. Bir çok tohum topraktaki suyun tarla kapasitesinden sürekli solma noktasına kadar olan düzeylerinde çimlenebilmektedir.

Dormansi sorunu olan bazı tohumlarda (pancar, salata, hindiba, kereviz gibi) çimlenme, nem seviyesi düştüğünde engellenmektedir. Ispanak gibi türlerde ise tohumlar aşırı suya maruz kaldığında embriyonun oksijen almasını sınırlandıran bir maddeyi yoğun bir şekilde üretmektedir.

Nem stresi, bitki çıkış oranını da önemli düzeyde azaltmaktadır. Çıkış oranındaki bu azalma suyun tarla kapasitesinden sürekli solma noktasına doğru yaklaşık yarı seviyesine düşmesi ile meydana gelmektedir.

**PRİMING (ÖN ÇİMLENME): Priming**, osmotik bir çözelti ya da su içerisinde tohumların, çimlenmenin ilk aşamasına kadar su almasına izin veren, ancak kökçüğün tohum kabuğundan çıkışına izin vermeyen ekim öncesi bir uygulama olarak tanımlanmaktadır. Çimlenme, lag (gecikme) safhasında kalmaktadır.

Bu uygulamanın (priming) yapıldığı tohumlar, kök çıkışından önceki orijinal su kapsamına kadar tekrar kurutulmaktadır.

Yoğun olarak kullanılan priming materyalleri, toksik bir etkisi olmayan ve yüksek molekül ağırlıklı bir bileşik olan PEG 6000 (polietilen glikol), PEG 8000, potasyum, sodyum, magnezyum gibi inorganik tuzlar, mannitol, gliserol ve sakkaroz gibi düşük molekül ağırlıklı organik bileşiklerdir. Ayrıca gibberellik asit (GA<sub>3</sub>) ve etilen gibi hormonlar da tek başlarına ya da birlikte kullanım alanı bulmaktadır.

### Priming'in amaçları:

- Tohum ekimi ve fide çıkışı arasındaki dönemde karşılaşılan problemleri ortadan kaldırmak,
- Ekim ile çıkış arasındaki zamanı kısaltmak,
- Fide çıkışını bir örnek olarak sağlamak,
- Ayrıca düşük ve yüksek sıcaklık, tuzluluk ve kuraklık gibi çeşitli stres koşullarına dayanımı arttırmak,
- Depolama sırasındaki yaşlanmanın seyrini yavaşlatmak ve
- Depolama süresini uzatmaktır.

## **SICAKLIK**

Çimlenme oranı ve hızı üzerine etkili bir faktördür. Düşük sıcaklıkta çimlenme hızı azalmaktadır. Tohumun zarar gördüğü yüksek sıcaklık derecelerinde de çimlenme hızı azalmaktadır.

Tohum çimlenmesinde minimum, optimum ve maksimum olmak üzere üç sıcaklık seviyesi bulunmaktadır. Bu sıcaklık seviyeleri bitki türlerine göre değişmektedir. Minimum sıcaklık derecesi çimlenmenin olabilmesi için en düşük, maksimum sıcaklık derecesi ise en yüksek sıcaklıktır. Bir çok bitkide dormant olmayan tohumlarda optimum sıcaklık derecesi 25-30°C'dir. Bazı türlerde ise bu değer 15°C'dir.

## **GAZLAR**

Çimlendirme ortamı ve embriyo arasındaki gazların değişimi, hızlı ve bir örnek çimlenme için önemlidir. Oksijen çimlenen tohumda solunum için esastır. Karbondioksit solunum sonucunda ortaya çıkar ve kötü havalanma koşullarında toprakta birikir. Aşırı sulama ve su birikimi ile toprak gözeneklerinin su ile dolması havalanma ve dolayısıyla çimlenme üzerine olumsuz etki yapmaktadır. Bununla birlikte suda yaşayan bitkilerde tohumlar bu koşullarda çimlenmektedir.

## **IŞIK**

Çimlenme üzerine etkili bir faktördür. Bazı bitkilerin tohumları sadece ışıpta, bazıları sadece karanlıkta çimlenirken, bazılarının ise çimlenme için ışığa tepkisi bulunmamaktadır. Işık, dormansinin başlaması ve sona ermesinde de rol oynamaktadır. Hem kalitesi (dalga boyu) ve hem de fotoperiyot (süresi) yönüyle etkilidir.

Işık, fide gelişimi üzerine de etkilidir. Nispeten yüksek yoğunluktaki ışık özellikle şaşırtma (bitkilerin başka bir ortama nakli) yapılacaksa pişkin ve kuvvetli bitkilerin elde edilmesi için uygundur. Düşük ışık yoğunluğu etiolleşmeye neden olur ve fotosentezi azaltır. Bu durum fide kalitesini düşürür. Bununla birlikte yüksek ışık yoğunluğu sıcaklığın yükselmesine ve genç bitkilerde yüksek sıcaklık zararına neden olur. Bu olumsuzluğa karşı gölgeleme yapılmalıdır.

## **DORMANSİ (DİNLENME)**

Bazı türlerde tohumlar sadece bitkiden ayrıldıkları zaman dinlenme halindedir ve aktif değildir. Bu tohumlarda çimlenme, uygun sıcaklık koşullarında emme yoluyla suyun alınmasıyla başlar. Ancak diğer bazı türlerin tohumlarında primer dormansi durumu bulunur. Bu dormanside, çevre koşulları (su, sıcaklık ve havalanma) uygun olsa dahi tohumlar çimlenememektedir. Sekonder dormansi ise uygun olmayan çevre koşullarının uyardığı bir durumdur. Dormansi, tohumların hemen çimlenmesini engellemekte yani çimlenmeyi zaman, koşullar ve yer olarak kontrol etmekte, tohum hazırlığı, taşınması ve saklanması işlerini kolaylaştırmaktadır.

## **DORMANSİNİN TİPLERİ**

Araştırmacılar tohumlarda ortaya çıkan dormansi durumlarını farklı şekillerde sınıflandırmışlardır.

**Primer Dormansi:** Genel olarak 3 dormansi tipini; (1) dışsal dormansi, (2) içsel dormansi ve (3) ikili dormansi) kapsamaktadır.

**1) Dışsal dormansi (fiziksel, mekanik ve kimyasal dormansi):** Tohumda embriyonun dışındaki faktörlerin (embriyoyu çevreleyen dokuların) neden olduğu dormansi tipidir. Bu faktörler tohum ve meyve dokularını (tohum kabuğu, perisperm gibi) ya da endospermin kökçük üzerine yaptığı mekanik etkiyi içermektedir.

Embriyoyu çevreleyen dokular (tohum kabuğu, endosperm, meyve dokuları) çimlenmeyi aşağıda belirtilen şekillerde etkileyebilmektedir:

- 1) Su alımını engelleme,
- 2) Embriyonun büyümesi ve kökçüğün gelişmesini mekanik olarak engelleme,
- 3) Gaz değişimini olumsuz yönde etkileme (embriyoya sınırlı oksijenin ulaşması gibi),
- 4) Embriyodan engelleyici maddelerin (inhibitörler) uzaklaşmasını engelleme ve
- 5) Embriyoya inhibitör desteği yapma.

Dışsal dormansi durumu;

- Aşındırma ,
- Tohum tabakalarını (tohum kabuğu, endokarp) ayırma (tohum kabuğunun kırılması gibi),
- Tohumu çevreleyen meyve dokularını uzaklaştırma,
- Sıcak ya da soğukta katlama yöntemleri ile kırılabilir.

**2) İçsel dormansi (morfolojik ve fizyolojik dormansi):** Embriyonun kendisinden kaynaklanan dormansidir.

Morfolojik dormansi: Bazı türlerde tohum bitkiden ayrıldığında embriyosu tam olarak gelişmemiştir. Embriyonun gelişmesi suyun alınmasından sonra, çimlenme başlamadan önce meydana gelir. Embriyo gelişmesi için (dormansinin kırılması için) belirli bir süre normal sıcaklıkta bekletme uygun olmaktadır. Bu tohumlarda çimlenme;

- (a) 15°C ya da daha düşük sıcaklıklara maruz bırakma,
- (b) Değişen sıcaklıklara maruz bırakma,
- (c) Potasyum nitrat ya da gibberellik asit gibi maddeler ile uygulama yapma yoluyla iyileştirilebilmektedir.

Fizyolojik dormansi:

a) Şiddetli olmayan fizyolojik dormansiler:

**Hasat sonrası olgunluk süresi,** dormansinin kaybolması için kuru saklama koşullarında tohumların ihtiyaç duyduğu bir süredir. Bu tip içsel dormansi kalıcı değildir ve yetiştirici tarafından tohum ekilmeden önce kuru saklama sürecinde dormansi kaybolmaktadır. Bu tip dinlenme çimlendirme testleri yapan laboratuvarlar için sorundur. Bu sorun kısa süreli soğuklatma, değişen sıcaklıklar ve potasyum nitrat, gibberellik asit uygulamaları ile giderilmektedir.

**Fotodormansi:** Çimlenme için ışık ya da karanlık koşullara gereksinim duyan tohumlar fotodormant olarak isimlendirilmektedir. Tohumlarda ışığa duyarlılığın temel mekanizması fitokrom olarak adlandırılan fotokimyasal reaktif bir pigmenttir. Kırmızı ışığa (660-760 nm) tohumların maruz kalması fitokromun, çimlenmeyi uyaran far-red fitokroma ( $P_{fr}$ ) dönüşümüne neden olmaktadır. Tohumların far-red (ekstrem kırmızı) ışığa (760-800 nm) maruz kalması ya da karanlıkta tutulması fitokromun çimlenmeyi engelleyen alternatif kırmızı forma dönüşmesine ( $P_r$ ) neden olmaktadır. Kırmızı ışığa maruz bırakma ile bu dormansi ortadan kalkmaktadır. Örneğin salata tohumları.

b) Orta şiddetli fizyolojik dormansi: Bu dormanside embriyo tohum kabuğundan ayrıldığında çimlenebilmektedir. Orta uzunlukta (8 haftaya kadar) tohumların nemli ve havadar koşullarda soğuklatılması (2-7°C'de) ile (soğukta katlama) uygulaması ile bu dormansi kırılabilir.

c) Şiddetli fizyolojik dormansi: Bu dormanside embriyo tohum kabuğundan ayrıldığında çimlenememekte ya da fizyolojik olarak bodur bir form almaktadır. Uzun süreli (8 haftadan uzun) soğukta katlama ile bu dormansi durumu giderilmektedir.

Orta ve şiddetli dormansi durumları, ılıman kuşakta yetişen ağaç, çalı ve bazı tek yıllık bitkilerin tohumlarında çok yaygındır. Katlama uygulamasının süresi bitki türlerine göre değişmektedir.

d) Epikotil dormansisi: Bu dormansi tipinde köçük dormant değildir ve uygun sıcaklıkta gelişir, ancak epikotil soğukta katlama uygulamasından sonra sıcak koşullara alınmadıkça dormant durumda kalmakta ve gelişmemektedir. Bu dormansinin kırılması için soğukta katlama uygulamasını takiben normal sıcaklık gerekmektedir.

**3) İkili dormansi:** Dışsal ve içsel dormansinin kombinasyonudur. Morfofizyolojik dormanside, gelişmemiş bir embriyo ve fizyolojik dormansi durumu vardır. Sıcak ve soğukta katlama dönüşümü bu dormansi kırılabilir.

Diğer bir ikili durumda sert tohum kabuğu ve orta düzeyde fizyolojik dormansi durumu birlikte dormansiye neden olabilmektedir. Bu durumda soğukta katlamayı takiben aşındırma uygulaması ile dormansi kırılabilir.

**Sekonder Dormansi:** Bu dormansi tipi bazı tohumlarda çevre koşulları çimlenmeye izin vermediğinde ortaya çıkmakta ve daha önce dormant durumda olmayan tohumlarda dormansiyi uyarmaktadır. Yüksek sıcaklıklar, çok düşük sıcaklıklar, uzun süreli karanlık, beyaz ışık ya da far-red ışık, su stresi ve oksijen azlığı bu dormansiye neden olabilmektedir.

Soğuklatma ya da sıcakta katlama, büyümeyi düzenleyici madde uygulamaları ya da soğukta katlama ile bu dormansi kırılabilir.

**Termodormansi:** Yüksek sıcaklıkların uyardığı dormansi tipidir (örneğin salata, kereviz, hercai menekşe gibi türlerde 25°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda dormansi ortaya çıkabilmekte ve tohumlar çimlenememektedir. Örneğin yazın ekilen salatada olduğu gibi bu sorun ön çimlendirme uygulamaları ya da fide ile yetiştiricilik tekniği ile aşılabilmektedir.