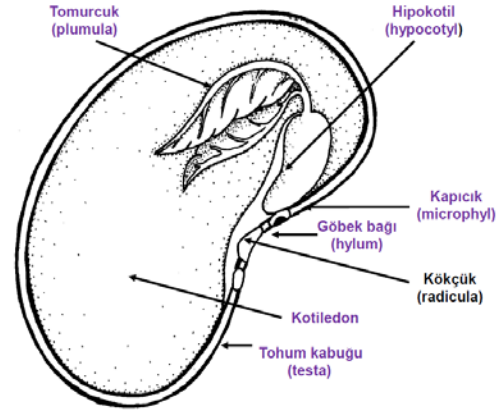
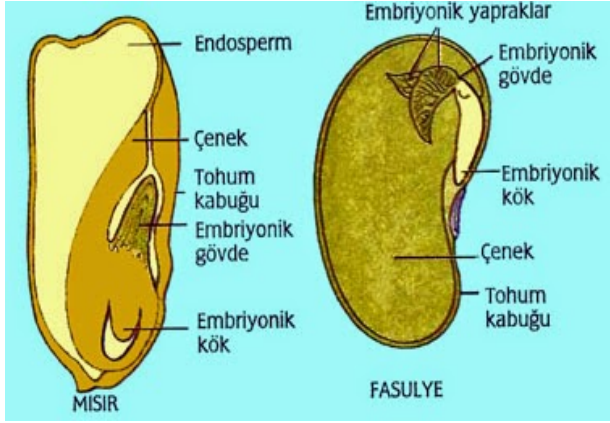


1. TOHUMUN YAPISI

- Tohum; döllenmiş tohum taslağının gelişmesi ile meydana gelir.
- Tohum; bitkilerde erkek ve dişi eşey hücrelerinin birleşmesi sonucu oluşan üreme organıdır.
- Tohum kabuğu (testa), besi doku (endosperm), çenekler ve embriyodan oluşur.
 - **Endosperm:** Çimlenme öncesi ve çimlenme esnasında bitki embriyosunun ihtiyacı olan besin maddesini bulundurur. Türe göre karbohidrat, yağ ve protein depolar. Çimleninceye kadar bitki embriyosunun madde ihtiyacını karşılar. Çimlenince endospermin görevini yapraklar üstlenir.
 - **Tohum Kabuğu:** Tohum taslağından gelişir. Kabuğu oluşturan hücrelerin çeperleri mantarlaşmış ve odunlaşmıştır. Tohumu su kaybindan, mekanik etkilerden, kimyasal ve biyolojik etkilerden korur.
 - **Embriyo:** Embriyo kesesindeki yumurta hücresinin döllenmesiyle oluşan yapıya zigot denir. Zigotun gelişerek oluşturduğu yapıya ise embriyo denir. Tohumun canlı olan kısmıdır. Embriyo; kotiledonların bağlı bulunduğu sapçık (hypocotyl), kökçük (radicula) ve ilk gerçek yaprakları taşıyan plumuladan oluşur.
 - **Çenekler (Kotiledonlar):** Embriyodaki ilk yaprakçıklara kotiledon yani çenek denir. Embriyoya bağlı olarak gelişir. Endospermden besin alarak bitki çimleninceye kadar onu besler. Çimlenmeden sonra bir süre fotosentez de yapar.

Yüksek yapılu bitkilerde çenekler (kotiledon) tohum içindeyken endospermden besin depo eder. Çenekler bitki yaprakları fotosentez yapıncaya kadar tohum taslağını besler. Bitki embriyosu, yapısında bulunan çenek sayısına göre iki çeşittir:

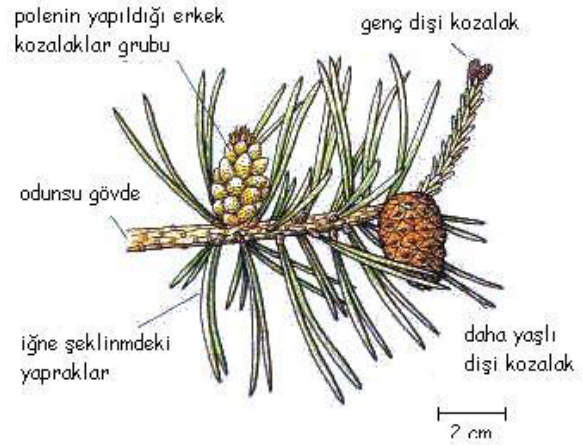
 - a. Monokotiledon (Tek çenekli bitki): Monokotiledon bitkilerin embriyolarında tek çenek bulunur. Örneğin, mısır, orkide, buğday vb. bitkiler monokotiledon yapı gösterir. Bu bitkiler genellikle otsu yapıdadır. Yaprak damarları paraleldir. Gövdede iletim demetleri dağınık olup kambiyum bulunmaz.
 - b. Dikotiledon (Çift çenekli bitki): Örneğin, fasulye, bezelye, badem vb. bitkiler dikotiledon yapı gösterir. Yaprak damarları genellikle ağsı yapıdadır. Gövdede iletim demetleri merkezi bir silindirin etrafında içte odun boruları, dışta soymuk boruları olmak üzere düzenli bir dizilim gösterir. Odun boruları ile soymuk boruları arasında kambiyum bulunur.
- Tohumla çoğaltmanın bir özelliği, yeni bireyler arasında görülen değişkenliktir. Bu özelliği sayesinde, farklı çevre koşullarına uyum yeteneğine sahip bitkilerin ortaya çıkması mümkün olmaktadır. Bitki ıslahının temelinde bu özellikten (melezleme) yararlanılır. Ekilen tohumlardan çıkacak genç bitkilerin kalitesi, tohumun kalitesi ile doğru orantılıdır. Otsu bitkilerde (sebze ve bahçe çiçekleri) fide; odunsu bitkilerde (çalı, ağaç ve ağaççık) ise çöğür olarak adlandırdığımız bu genç bitkilerin nitelikleri ve bunlara uygulanacak kültürel tedbirler türlere göre farklılık gösterir.



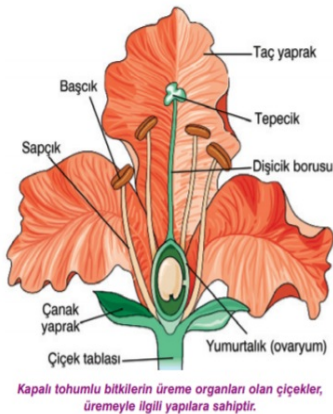
2. TOHUM ÇEŞİTLERİ

2.1. Açık Tohumlular: Açık tohumlular; çoğunlukla ağaç ya da ağaççık, seyrek de olsa çalı biçiminde olan bitkilerdir. Bütünüyle odunsu olan bu bitkiler, genellikle yapraklarının tamamını birden dökmediği için dört mevsim yeşil kalabilirler. Bu gruptaki bitkilere açık tohumlular denilmesinin nedeni, tohumun bir yapıyla kapanmamış olarak açıkta bulunmasıdır.

Tozlaşmaları genelde rüzgârla olur. Doğrudan doğruya dişicik üzerine gelen polenler, polen odacığında çimlenir ve polen tüpü oluşur. Embriyonun etrafında tohum kabuğu (testa) bulunur. Döllenmeden sonra tohum taslağı örtüsü genellikle odunsu bir yapı kazanır. Ancak bazı gruplarda meyveyi andıran bir yapı da ortaya çıkabilir. Tohumların olgunlaşma süreleri 1-3 yıl arasındadır.



2.2. Kapalı Tohumlular: Kapalı tohumlular, bitkiler aleminin çoğunluğunu kapsar. Yeryüzünün en gelişmiş ve baskın bitkileridir. Morfolojik olarak ot, çalı gibi değişik formları bulunur. Kapalı tohumluların en belirgin özelliği farklılaşmış çiçekleri ve meyveleridir. Tohum taslakları kapalı bir odacık içinde geliştiği için bu gruba "kapalı tohumlular" denilmiştir.



Kapalı tohumlu bitkilerin üreme organları olan çiçekler, üremeye ilgili yapılara sahiptir.



Kapalı tohumlu bitki örnekleri

3. TOHURLARDA ARANAN ÖZELLİKLER

3.1. Tohumluğun Fiziksel Değeri

Generatif üretimin ana materyali tohumdur. İyi bir tohum sağlam, besin maddelerince zengin, embriyosu tam gelişmiş, yüksek çimlenme yeteneğinde ve hastaliksız olmalıdır. Tohumda çimlenme gücünün yüksek olmasına veya tohumda çimlenme oranının düşük olmasına etki eden çeşitli iç ve dış faktörler vardır. Bunların en önemlisi tohum kabuğudur. Tohum kabuğunun su alımını engellemesi, embriyonun şişmesine mani olması veya tohum kabuğunda olduğu gibi tohumda çeşitli engelleyici maddelerin bulunması çimlenmenin gecikmesine veya düşük oranda olmasına neden olmaktadır.

a. Tohumluğun safiyeti: Tohumluğun fiziksel değeri dendiğinde saflık derecesi (saf tohum miktarı) yani dane ağırlığı ile tohumluğun içinde bulunan canlı ve cansız yabancı madde miktarının birbirlerine oranları anlaşılır. İyi bir tohumluğun % 97'sinin saf tohum, en çok % 3'ünün yabancı madde olması istenir. Gerek tarımda gerekse ticarete, fiziksel özellikleri üstün olan bir tohumluk daima değerli ve pahalıdır.

b. Tohumluğun ağırlık ve iriliği: Tohumluk; ağırlık ve irilik bakımından birbirinden farklı çok sayıda tohumdan oluşmaktadır. Bu durum, bir bitkide meydana gelen tohumların meyve üzerindeki yerlerine göre birbirlerinden farklı olarak olgunlaşmalarından kaynaklanmaktadır. Ağırlık tohumun kalitesini belirlemesi bakımından önemlidir. Tohumlar iri daneli ve homojen büyüklükte olduğunda çimlenme ve gelişme hızlı bir şekilde olmaktadır. Bu da ekilen tohumların toprak tabakasını kolayca delmesine olanak sağlamaktadır.

Bin dane ağırlığı aynı zamanda kalıtsal bir çeşit özelliğidir. Her bitki türünde iri daneli ve küçük daneli çeşitler bulunduğundan tohumların iriliği ve ağırlığı paralel gitmektedir. İri daneli çeşitler en yüksek 1000 dane ağırlığına sahiptirler. 1000 dane ağırlığı sadece çeşide bağlı olmayıp iklim ve çevre şartlarından çok fazla etkilenebilir. Özellikle fazla nemli bir ortam altında yapılan bir depolama, hasattan önce uzun bir kuraklık periyodunun neden olduğu eksik olgunluk, gelişme bozuklukları, kötü dane oluşumu düşük 1000 dane ağırlığına neden olmaktadır. 1000 dane ağırlığı şu şekilde hesaplanmaktadır:

⊙ Saf tohumluktan rastgele 2 adet 1000'er dane ayrılıp her bir grup tartıldıktan sonra 2 grubun ortalaması alınır.

⊙ Saf tohumluktan 4 kez alınan 100'er danelik gruplar teker teker tartıldıktan sonra 4'ünün ortalaması alınır ve sonucu 10 ile çarpılır.

⊙ Saf tohumluktan bir miktar alınarak tartılıp sayılır ve daha sonra oranlama yapılarak 1000 dane ağırlığı bulunur.

Ağır daneler, güçlü bir embriyo ve özellikle fazla miktarda yedek besin maddesi içermektedir. Bu duruma bağlı olarak böyle danelerden meydana gelen bitkilerin ilk gelişme dönemlerindeki büyümeleri, hafif danelerden meydana gelen bitkilere oranla daha hızlı olmaktadır. Ayrıca don ve kuraklığa da daha fazla dayanmaktadır.

c. Hektolitre Ağırlığı: Bu fiziksel özellik, 100 l'lik hacimdeki tohumluğun ağırlığını ifade etmektedir. Hektolitre ağırlığının tespiti; 1 litrelik hacme sahip bir kap içerisine tohumların homojen doldurulmalarını sağlayan özel bir alet ile yapılmaktadır. Hektolitre değerinin yüksekliği, tohumların özgül ağırlığına, iriliğine ve su içeriklerine bağlı bulunmaktadır.

d. Renk, Koku ve Parlaklık:

Renk: Dane renkleri değişik olabilir ve çeşitlere göre değişir. Renk maddesi danenin değişik bölgelerinde olabilir. Renk karakteri; tohumluğun son derece önemli bir kalite değeridir. Her tür veya çeşidin kendine özgü bir rengi vardır. Bu belirli renk, normal koşullarda özelliğini korumaktadır. Ancak kötü hava şartları rengi değiştirmektedir. Eskiyen tohumlarda renk koyulaşır. Uygun olmayan depolama koşulları da rengin bozulmasına neden olmaktadır. Bunun yanında çeşitli hastalıklar, özellikle mantarlar ve bakteriler rengin değişmesine neden olmaktadır.

Parlaklık: Tohumlar, hasat zamanındaki kötü hava şartlarıyla veya eskimeleri nedeniyle doğal renklerini kaybederken aynı zamanda doğal parlaklıklarını da yitirmektedirler. Birçok üçgül ve gazal boynuzu türünde tohumlar son derece ilginç bir parlaklığa sahiptir. Ancak tohumluk eskidiğinde parlaklık kaybolmakta, mat bir görünüm almaktadır.

Koku: Önemli bir fiziksel özelliktir. Pek çok tohumluk türe özgü özel bir kokuya sahip bulunmaktadır. Özellikle bu koku havuç, soğan ve kimyon gibi bitkilerde çok keskindir. Bu kokunun kaybolması tohumun eskimiş olduğunu gösterir.

e. Su içeriği: Tohumun en önemli fiziksel özelliklerinden biridir. Tohumun dayanıklılığı su içeriğine bağlıdır. Yüksek oranda su içeren tohum; bakteri ve mantarların kolayca hücumuna uğramaktadır. Tohumluk yeterince kuru değilse yığın hâlinde ve çuvallanmış durumlarda kolayca kızışma olur. Tohumlukta su oranı türlere göre farklılık göstermektedir. Örneğin, tahıllarda % 10-15, yağlı tohumlarda % 8-10 arasında olmalıdır. Tahıl tohumlarında su kapsamı % 15-20 arasında olduğunda tohumluk, nemli hissini vermektedir. Su oranı % 20'den fazla olduğu durumlarda ise tohumların şiştiği çimlenmeye ve bozulmaya başladığı görülmektedir.

2. Tohumluğun Biyolojik Değeri

Tohumluğun biyolojik özellikleri denildiğinde tohumluğu oluşturan tohumların çimlenmesi ve sürmesi anlaşılmaktadır. Bu değer en uygun koşullarda tohumun normal bitki meydana getirme yeteneğini gösterir.

a. Çimlenme yeteneği: Tohumluk kalitesinin belirlenmesinde en güvenilir özellik tohumluğun çimlenme yeteneğidir. Bu nedenle çimlenme kontrolleri; bir tohumluk kontrol laboratuvarının en önemli işidir. Tohum çimlenmesinde başlıca koşullar: suyun emilmesi,

enzim aktivitesi, embriyonun büyümeye başlaması, tohum kabuğunun parçalanması, fidenin çıkışı ve fidenin yerleşmesidir.

b. Tohumluğun çimlenme hızı ve gücü: Tohumluğun çimlenme hızı ve gücünün saptanması için 4 tekrar hâlinde 100'er tohum toprağa ekilerek;

⊙ 3–4 gün sonra çimlenenler sayılır. 4 tekrarlamanın ortalaması % olarak çimlenme hızını verir.

⊙ 7–8 gün sonra yapılan sayımların ortalaması ise % olarak çimlenme gücünü verir.

c. Tohumluğun sürme gücü ve hızı: Sürme hızı ve gücünün belirlenmesinde 4 tekrar hâlinde 100'er tohum toprağa ekilerek;

⊙ 7–8 gün sonra yapılan sayımda toprak yüzüne çıkanlar belirlenir.

⊙ 4 tekrarlamanın ortalaması % olarak sürme hızını verir.

⊙ 12–14 gün sonra yapılan sayımların ortalaması ise % olarak sürme gücünü verir.

d. Tohumun tohumluk değeri: Tohumun tohumluk değeri, tohumluğun fiziksel ve biyolojik değerlerinin çarpımıdır.

3. Tohumluğun Genetik Değeri

Tohum seçimi yapılırken amaca uygun ekim yapılacak olan bölgenin ürün desenine, iklim yapısına, bölgenin ekolojik şartlarına ve pazar durumuna mutlaka dikkat edilmeli ve önem verilmelidir. Tohumluğun gözle bakıldığı zaman görülmeyen ancak tohumluğu ektikten sonra yetişen üründe kendini gösteren özelliklere tohumluğun genetik değeri denir. Uygun bir çeşidin iyi bir tohumluğu ile üründe % 20–25 verim artışı sağlanabilir. Ekonomik açıdan en önemli genetik değerini dört grupta toplayabiliriz. Bunlar;

⊙ Yüksek verim,

⊙ Erkencilik,

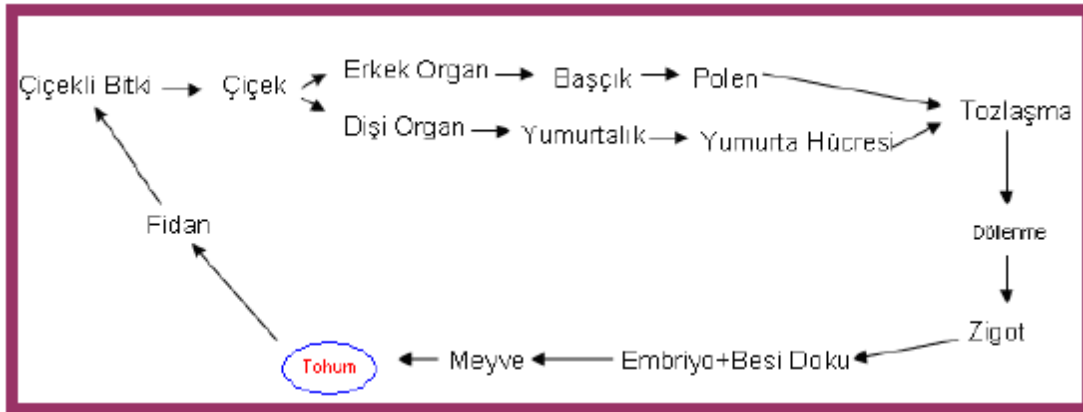
⊙ Kısa ve kurağa dayanıklılık,

⊙ Hastalık ve zararlılara dayanıklılıktır.

4. TOHUMLARIN ELDE EDİLMESİ

Tozlaşma: Erkek organlarda oluşan polenlerin su, hava ve diğer taşıyıcılar aracılığı ile stigmaya (dişicik tepesi) ulaşip çimlenmesine tozlaşma denir.

Döllenme: Döllenme dişi ve erkek hücrelerinin her ikisi de tamamen olgunlaştığı zaman meydana gelir. Stigma üzerine konan çiçek tozu, çim borusu oluşturarak aşağı doğru büyür ve embriyo kesesine ulaşır. Çim borusunun büyümesini sağlayan vegetatif çekirdek görevi bitince bozulup kaybolur. Embriyo kesesine giren iki sperm hücresinden biri diploid (2n) polar çekirdek ile birleşerek triploid (3n) endosperm çekirdeğini, diğeri de yumurta hücresi ile birleşerek diploid (2n) döllenmiş bir yumurtayı veya zigotu oluşturur. Tohum taslağında bulunan embriyo kesesi döllenmeden sonra tohum hâline dönüşür.



4.1. Tohumların Toplanması ve Hazırlanması

Tohumların çoğaltmada kullanılmasını etkileyen faktörlerden en önemlileri, tohumun toplanması ve hazırlanmasıdır. Tohumların toplanması için en uygun zaman, genelde akşam saatleri ve yağışlı olmayan günlerdir.

Tohum elle veya çeşitli aletlerle toplanır. Burada önemli olan toplanma zamanının doğru olarak saptanmasıdır. Bunun için de bitkinin özelliklerinin iyi bilinmesi gerekir.

Bazı zorunlu durumlarda tohum olgunlaşmadan kısa bir süre önce toplanıp olgunlaşmaya bırakılır. Çünkü bazı bitkilerde tohum olgunlaşmasından kısa bir süre önce tohum kapsülleri hemen açılır ve tohumlar dökülür.

Tohumlar, toplandıktan sonra tohumun durumuna göre çeşitli yöntemler uygulanarak özel makineler veya el yardımı ile temizlenir. Kapsüllerden ayrılır, büyüklük, ağırlık ve formlarına göre sınıflandırılır. Tohumların depolanması önemlidir. Tohumlar suya ve neme karşı hassas olduğundan depolanmadan önce kurutulması ve uygun depolara konması gerekir. Tohumlar ne kadar yaş ise kurutmada kullanılan sıcaklık o derecede düşük olmalıdır. Başlangıçta 25–30°C olan sıcaklık tohum içindeki su miktarı azaldıkça 40–45°C'ye yükseltilebilir. Bu uygulamaya küçük daneli tohumlarda çok özen gösterilmelidir.

4.2. Tohumların Sınıflandırılması

Tohum Kalitesi

Tohumlarda kalite, dış kalite ve iç kalite olmak üzere ikiye ayrılır.

- ⊙ Tohumun dış kalitesini; temizlik, bin dane ağırlığı, danelerin doluluğu, sınıflama, renk, parlaklık, koku gibi hemen görünebilen özellikler oluşturur.
- ⊙ Tohumların iç kalitesini; daha çok büyüme ve gelişme hareketleri, bitkinin yapısı, çiçek ve meyve oluşumu, çimlenme yeteneği, çimlenme hızı ve çimlenme gücü, sürme hızı ve gücü, verim, hastalıklara duyarlılık gibi tür ve cins özellikleri oluşturur.

Sertifikalı tohumluklar

Sertifikalı tohumluklar kendi içerisinde 4 sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar:

- ⊙ **Elit tohumluk:** Yeni ıslah edilmiş veya öteden beri ıslah edilmiş olmakla birlikte usulüne göre safiyeti muhafaza ve devam ettirilen doğrudan doğruya ıslahçı tarafından kontrol edilen, orijinal tohumluğun başlangıcı ve diğer sınıf sertifikalı tohumlukların kaynağını teşkil eden tohumluktur.
- ⊙ **Orijinal tohumluk:** Elit tohumluktan veya kendisinden elde edilen, çeşidin safiyetini devam ettiren ve araştırma, ıslah ve deneme müesseselerinde veya bu müesseselerin kontrolü altında yetiştirilen, tohumluk kontrol ve sertifikasyon teşkilatı tarafından kontrol edilen tohumluktur.
- ⊙ **Anaç tohumluk:** Orijinal tohumluk veya kendisinden elde edilen çeşit safiyetini devam ettiren, tohumluk kontrol ve sertifikasyon teşkilatı tarafından kontrol edilen tohumluktur.
- ⊙ **Sertifikalı tohumluk:** Tescilli (bir çeşide ait kaynağı belli olan), tarla ve laboratuvar kontrolleri sonucu belli sınırların ötesinde karışım olmadığı belirlenen genetik, fiziksel ve biyolojik vasıfları yüksek çoğalma unsurları için kullanılan bir tohumluktur.

4.3. Tohumların Temizlenmesi, Ambalajlanması ve Muhafazası

Tohumluğun safiyet derecesinin % 100'e yakın olması istenen bir durumdur. Bunun için de ürün, mekanik temizleme ve sınıflandırma işlemlerine tabi tutulur. En son olarak tohumluğa ayrılan birinci sınıf daneler hastalıklara karşı ilaçlanır. Tohumluk olarak kullanılan materyalin sertifikalı tohumlar hariç mekanik olarak temizlenmesi ve temizleme esnasında özellikle hastalıklara karşı ilaçlanması gerekir. Selektör; tohumluk içerisindeki yabancı tohumları ve yabancı maddeleri, daneleri boyut özelliklerine göre temizleyen, sınıflandıran ve ilaçlayan bir tohum temizleme makinesidir. Kaliteli tohumluğun her türlü canlı ve cansız yabancı maddelerden temizlenmiş olması ve ekilecek olan tür ve çeşidin sağlam ve dolgun danelerden oluşması gerekir.

Tohumun tam olgunluk zamanında çimlenme yeteneği ve canlılığı en yüksek seviyededir. Tohumda tam olgunluk zamanı aşıldığında tohum; yaşam yeteneğini bazı türlerde yavaş yavaş, bazılarında ise çok çabuk kaybeder. Sert kabuklu tohumlar, su ve gazı geçirmediikleri için doğal olarak yaşam süreleri daha uzundur. Buna karşın doğal çevre koşullarında bırakıldıkları zaman tohumların pek çoğunun ömürleri kısalmır. Genelde

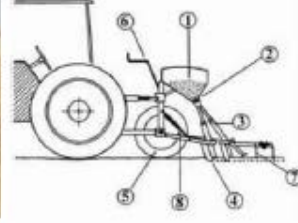
tohumlarda su miktarı ne kadar az, solunum kuvveti ne kadar düşük ise yaşam süreleri o kadar uzun olur. Buna göre çimlenme yeteneğini uzatabilmek için birinci planda tohumların kurutulmasına ve kuru tutulmasına özen gösterilir. Tohumların yaşam süreleri; olgunluk ve sağlık durumlarına, hasat edilen bitkinin niteliklerine, hasat tekniğine ve saklama koşul ve metotlarına bağlıdır. Tamamen olgunlaşmamış tohumlar zorla olgunlaştırılmış tohumlara göre birçok hâllerde daha uzun yaşar. Tohumun saklama şartları yaşama süresini büyük ölçüde etkiler. Saklamada esas, tohumun çimlenme kabiliyetini kaybetmemesidir.

Saklama süresi; bitki türlerine, tohumun olgunlaşma derecesine, yapılan ön işleme, tohumun çimlenme değeri ve rutubet içeriğine, saklama ortamının sıcaklık, rutubet ve ışık başta olmak üzere ortam koşullarına, böcek ve mantar zararları ve depolama tarzına göre değişir. Genellikle nişastaca zengin tohumlar, yağ ve reçinece zengin tohumlardan daha çabuk çimlenme kabiliyetlerini kaybeder.

Son yıllarda depolama ve pazarlama amacı ile tohumları, nem geçirmeyecek şekilde paketleme veya havasız koşullarda depolayarak koruma imkânı sağlanmıştır. Amaç, nem dengesinin tohum aleyhine bozulmasını engellemek ve tohumun canlılığını korumasını sağlamaktır. Metal kutular, tohum bünyesindeki % 5 nemi korumada tam olarak etkilidir. Nemden etkilenmeyen ve hava geçirmeyen bu tip ambalaj materyali, tohum canlılığını 10 yıl veya daha uzun süre koruyabilmektedir. Ayrıca ambalajlama ile tohumlar daha kolay depolanabilmekte ve muhafaza edilmekte olup tohumun taşınması, küçük ambalajlar hâlinde kullanıma sunulması, çiftçinin ihtiyacı kadarı olanı alması ve kolay nakil gibi imkânları da kullanıcıya sunmaktadır.

5. TOHUM EKİMİ

Ekim; tohumun toprağa belli devrede, istenilen derinliğe, uygun metotlarla istenilen miktarda gömülmesidir.



Buğday (tohum) ekimi

5.1. Tohum Ekim Yöntemleri: Tohumlu bitkilerde genellikle iki tip ekim metodu uygulanır.

a. Elle Ekim (Serpme Ekim): Tohumun elle veya gübre serpme makineleri ile toprağa gelişigüzel saçılmasına denir. Bu metot sık ekilen yem bitkilerinin ekiminde veya makinelerin çalışmadığı dik yamaçlarda kullanılır. Serpme ekimde tohumlar, elle serpilerek veya sıralar hâlinde elle dökülerek tohum yatağına bırakılır. Daha çok küçük boyutlu tohumların ekiminde kullanılır. Serpme ekimde tohumlar toprağa saçılır, daha sonra üzeri tırmık çekilerek kapatılır. Eski ve ilkel bir yöntem olan serpme ekimde, tohumlar tarla yüzeyine homojen dağılmaz. Ayrıca birçok tohum farklı derinliklere gömülürken tohumların büyük bir bölümü tarla yüzeyinde kalır ve serpme ekimde tohum kaybı fazla olur.

Serpme ekimin tercih edilmesinin nedenleri:

- ⊗ Ekimin kolay ve çabuk yapılması
- ⊗ Ekim işleminin ucuz olması
- ⊗ Tohum ekilecek parsellerin küçük olması
- ⊗ Ekim yapılacak arazinin engebeli olması

Serpme ekimin günümüzdeki kullanım yerleri:

- ⊗ Sık ekilmesi gereken yem bitkileri
- ⊗ Yeşil gübre bitkileri
- ⊗ Sıraya ekim makinesinin çalışamayacağı eğimli ve nemli araziler
- ⊗ Çim tohumu ekimi
- ⊗ Serpme ekimde helikopter veya uçak kullanılması (havadan ekim)

Serpme ekimin sakıncaları:

- ⊗ Tohumlar tarla yüzeyine eşit düşmez.
- ⊗ Tohumlar aynı derinliğe ekilemez.
- ⊗ Tohumlarda aynı oranda çimlenme sağlanamaz.
- ⊗ Tohumun gömülmesi için ikinci bir işlem gerekir.
- ⊗ % 50'ye varan tohum israfı olur.

- ⊗ Tohumların yaşama alanı büyüklükleri farklı olur.
- ⊗ Tohumların çıkışları farklı zamanda olur.
- ⊗ Olgunlaşma zamanları farklıdır.
- ⊗ Birim alana atılan tohum miktarı değişir.
- ⊗ Verim düşük olur.

b. Makine ile Ekim (Sıraya Ekim):

Tohumlar düzgün sıralara ekilir. Sıra üzeri ve sıra arası dağılımları düzgündür. Bitkinin yetişme döneminde yapılacak bakım işleri (ilaçlama, gübreleme ve çapalama vb.) daha kolaydır. Diğer yandan hasatta ürün kaybının en aza indirilmesi bakımından makineli ekim genelde sıraya yapılır.

Sıraya ekimin faydaları:

- ⊗ Tohumların çıkışları aynı zamanda olur.
- ⊗ En uygun yaşama alanı sağlanır.
- ⊗ Sıraya ekildiği için çapa ve mücadele işleri makine ile kolayca yapılabilir.
- ⊗ Tohumlar aynı derinliğe ekilir.
- ⊗ Olgunlaşma zamanı aynı olur.
- ⊗ Fideler düzgün şekilde çıkış yapar.
- ⊗ Hastalıklarla ve zararlılarla mücadele kolay olur.
- ⊗ Tohumlar birbirine paralel sıralar hâlinde ekilir.
- ⊗ Ekimde % 50'ye varan tohum tasarrufu sağlanır.
- ⊗ Tohumlar sıra hâlinde; kesintisiz, küme veya tek tek gibi farklı şekillerde ekilir.
- ⊗ Tohumlar, eşit miktarda besin maddesi ve sudan faydalanacağı için gelişme aynı olur.
- ⊗ Ürün miktarında artış olur.
- ⊗ Hasat işlemleri kolay ve rahat olur.



Klasik düz mibzer



Pnömatik (havalı) mibzer

5.2. Tohum Ekim Zamanı: Birim alanda elde edilen ürünün az veya çok olmasında ve kalitesi üzerinde ekim zamanının etkisi büyüktür. Tohum ekim zamanı tayin edilirken;

- ⊗ Ekilecek olan tohum veya meyvenin olgunlaşma zamanına,
- ⊗ Bitkinin yetiştirme süresi ve periyoduna,
- ⊗ Bölgenin yağış miktarı ve rejimine,
- ⊗ Ekolojik şartlara,
- ⊗ Ekilecek olan bitkinin çimlenme sıcaklığına,
- ⊗ Bitkinin gelişme dönemindeki sıcaklık isteklerine,
- ⊗ Hasat zamanına,
- ⊗ Ekilecek olan bitkinin biyolojisine,
- ⊗ Çim yatağındaki toprak sıcaklığı ve toprak nemine mutlaka dikkat edilmelidir.

Ülkemizde buğday ve arpa genellikle güzlük ve kışlık olarak ekilmektedir. Özellikle güney bölgelerimizde yıllık yağışın 500–600 mm'nin altında olan yerlerde kışlık ekim yazlıktan en az bir kat fazla verim sağlar. Sebze ve çapa bitkileri, yetiştirme zamanı ve periyodu da dikkate alındığında tohum ekim zamanları genellikle ilkbahar aylarıdır. Ayrıca yetiştirilmek istenen zamanlarda ekolojik şartlar (sera vb.) sağlanarak da istenilen mevsimde sebze tohumu ekilebilir.

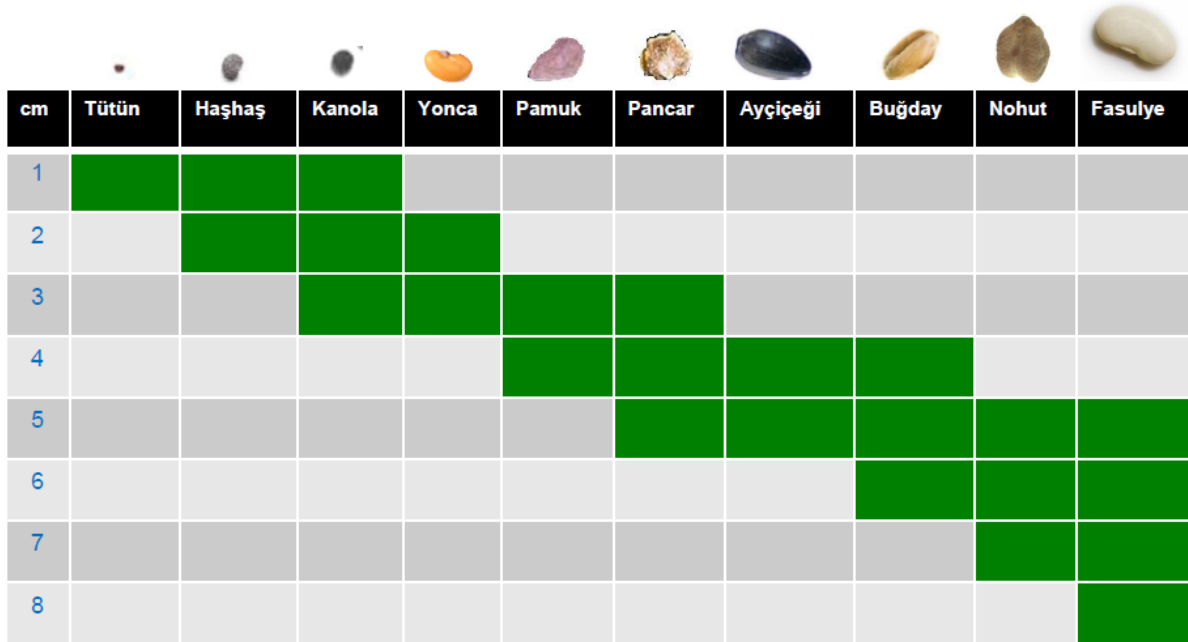
YETİŞTİRME SEZONU TAKVİMİ (EKİM-HASAT)

	Ey	Ek	Ka	Ar	Oc	Şu	Ma	Ni	Ma	Ha	Te	Ağ	Ey	Ek
Kışlık Tahıllar		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Yazlık Tahıllar								■	■	■	■	■		
Mercimek ve Nohut							■	■	■	■	■			
Fasulye ve Börülce							■	■	■	■	■	■		
Kolza/Kanola ve Haşhaş	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Ayçiçeği ve Aspir							■	■	■	■	■	■		
Ana ürün (Soya,Susam,Yerfıstığı,Mısır)								■	■	■	■	■	■	
İkinci ürün (Soya,Susam,Yerfıstığı,Mısır)									■	■	■	■	■	■
Pamuk ve Şekerpancarı								■	■	■	■	■	■	■
Patates (Normal sezonluk)									■	■	■	■	■	■
Patates (Turfanda üretim)			■	■	■	■	■	■						
Tütün, anason, kimyon, vb.								■	■	■	■	■		
Yem Bitkileri (tek yıllık olanlar)								■	■	■	■	■		

5.3. Tohum Ekim Derinliği: Ekim derinliği üzerine tür ve çeşit, tohum iriliği, toprak yapısı ve tekstürü, ekim metodu gibi faktörler etki eder. Tohum irileştikçe ekim derinliği artar, küçüldükçe azalır. Örneğin bakla gibi çok iri taneli tohumlar 10 cm gibi derin, haşhaş gibi çok küçük taneli tohumlar 1-2 cm gibi yüzlek ekilirler. Tohumların iri olması, hem çimlenme oranı ve sürme gücünü artırır, hem de biraz daha derine ekime izin verdiği için toprak neminden daha iyi yararlanır.

Ekim zamanında olduğu gibi her bitki için ideal bir ekim derinliği vardır. Daha yüzlek veya daha derine yapılan ekimler önemli çıkış sorunlarına neden olur. Gereğinden daha derine düşen tohumların çim kınları toprak yüzeyine ulaşmadan kuruyabilmekte (sarı kıvrım), gereğinden daha yüzlek ekimlerde ise kurak, soğuk zararı ile alatava yakalanma riski artmaktadır. Alatav, kuruya düşen tohumun üzerine ancak çimlenecek kadar yağmur düşmesi ve sonra uzun süre yağışların kesilmesiyle çimlenen tohumun kuruması olayıdır.

Genel olarak hafif bünyeli kumlu topraklarda biraz daha derine, ağır yapılı killi topraklarda biraz daha yüzeye ekim yapılır. Yine nemli topraklarda kuru topraklara göre biraz daha derine ekim yapılır. Genel olarak tahıllar 4-6 cm, baklagiller 3-8 cm, şekerpancarı, ayçiçeği, soya ve aspir 3-5 cm, kolza, susam, kimyon ve anason 2-3 cm, haşhaş 1-2 cm, pamuk 2.5-4 cm, yerfıstığı 4-8 cm, yonca 2-2.5 cm, fiğ ve korunga 3-4 cm ekim derinliği verilerek ekilir. Patates yumruları için dikim derinliği ortalama 8-12 cm'dir. Ancak sırta dikim yapılacak ise yumruların üzerinde 10-15 cm yüksekliğinde toprak yığılır.



cm	Tütün	Haşhaş	Kanola	Yonca	Pamuk	Pancar	Ayçiçeği	Buğday	Nohut	Fasulye
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										

5.4. Ekim Sıklığı: Kültür bitkileri optimal düzeyde büyüme ve gelişme gösterebileceği (maksimum fotosentez yapabileceği) bir toprak alanı ister. Bu şekilde ışıktan, havadan ve topraktan en iyi şekilde yararlanmaya çalışır. Ekim sıklığı üzerine;

- (1) bitki tür ve çeşidi,
- (2) büyüme ve gelişme habitusu,
- (3) iklim ve toprak koşulları ve
- (4) ekim zamanı ve yöntemi gibi birçok faktör etki eder.

Bir kural olmamakla birlikte;

- (1) yatık büyüyenler dik büyüyenlere göre daha seyrek,
- (2) dar habitus oluşturanlar geniş habitus oluşturanlara göre daha sık,
- (3) sulu ve nemli koşullarda yetişenler kuru tarım koşullarda yetişenlere göre daha seyrek,

(4) geç ekilenler erken ekilenlere göre daha sık ekilir.

Sıcak iklim tahılları ve endüstri bitkilerinde olduğu gibi çoğunlukla çapalanan ve sulanan bitkiler daha seyrek, serin iklim tahılları ve serin mevsim yemeklik baklagillerde olduğu gibi çoğunlukla sulanmadan yetiştirilen bitkiler daha sık ekilirler. Otu ve silajı için yetiştirilen yem bitkileri de tohumu için yetiştirilen yem bitkilerine göre daha sık ekilirler. Özellikle sulama, gübreleme ve ilaçlama gibi uygulamaların yoğun olarak yapıldığı tarla bitkilerinde (örneğin endüstri bitkilerinde) sıraya ekim yapılır ve sıra arası mesafe tarım alet ve makinelerinin rahat ve etkin bir şekilde çalışmasını sağlayacak şekilde ayarlanır. Örneğin bitkilerin çiğnenerek zarar görmemesi için sıra arası mesafe traktör arka lastik genişliğinden daha geniş tutulur. Bu nedenle serin iklim tahılları 18 cm sıra arası verilerek ekilirken, mısır, ayçiçeği, soya, yerbıstığı, susam gibi bitkiler ise 70 cm sıra arası verilerek ekilirler.



Buğday (16-20 cm x 1-5 cm)



Şekerpancarı (40-45 cm x 20-25 cm)



Mısır (70-75 cm x 20-25 cm)

Tohumluk Miktarı

Bitki çiçeklerinin dişi organının tozlanma ve döllenmesinden sonra meydana gelen, embriyosu ve yedek besin deposu bulunan generatif üreme organına tohum, bitkilerin çoğaltılmasında kullanılan tohum dediğimiz generatif organları ile, çelik, yumru, soğan, rizom, stolon gibi vejetatif organların tümüne birden tohumluk denir.

Tohumluk miktarı, 1 dekar alana ekilen veya dikilen tohumluk miktarıdır ve kg/da olarak ifade edilir. Tohumluk miktarını ekim sıklığı, tohum ağırlığı, tohumluk safiyeti ve biyolojik değeri belirler.

$$\text{Tohumluk miktarı (kg/da)} = \frac{\text{Tohum sayısı (adet/m}^2\text{)} \times 1000 \text{ tane ağırlığı (g)} \times 10}{\text{Safiyet değeri (\%)} \times \text{Biyolojik değeri (\%)}}$$

Soru: 1000 tane ağırlığı 40 gram, safiyeti %90 ve biyolojik değeri %95 olan bir buğday tohumluğu m²'ye 500 adet tohum düşecek şekilde mibzerle ekilecektir. Bu durumda 1 da alana kaç kg tohumluk atılması gerekir?

Çözüm: Tohumluk miktarı = 500 x 40 x 10 / 90 x 95 = 23.4 kg/da

Sıraya ekimde birim alanda olması gereken optimum bitki sayısı ekim sıra arası ve sıra üzeri mesafe üzerinden kolaylıkla hesaplanabilir. Örneğin 70 cm sıra arası ve 30 cm sıra üzeri verilerek yapılan bir ekimde:

1 bitkinin kapladığı alan = 0.7 x 0.3 = 0.21 m²

1 dekada bulunan bitki sayısı = 1000 m² / 0.21 m² = 4762' dir.

6. TOHUM ÇİMLENMESİ

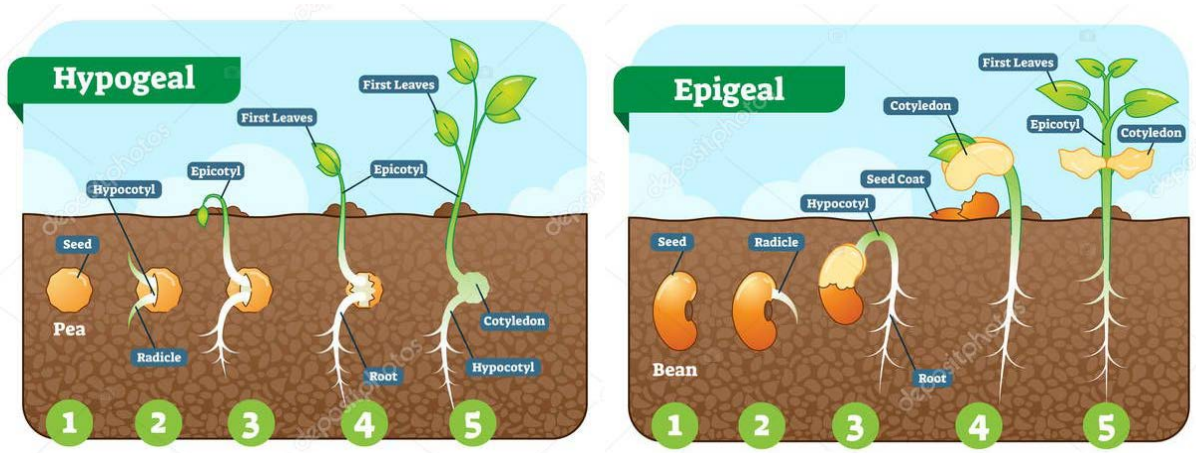
Tohum çimlenmesi; tohum kabuğunun parçalanması sonucu embriyonun aktif büyümeye başlayarak genç bitkinin meydana gelmesidir. Bu tanım dinlenme halindeki tohumun gelişmesini ifade eder. Uyku devresindeki tohum nisbeten inaktif durumdadır ve metabolizma olayları en düşük düzeydedir. Tohum, büyümeye başlaması için uygun zaman ve yer buluncaya kadar bu durumda kalır. Bazı tohumlar döllenenmeden hemen sonra, hasat zamanından önce çimlenme yeteneğindedir. Oysa diğerleri çimlenmeden önce bir dinlenme periyoduna veya ileriki bir gelişmeye ihtiyaç gösterirler. Türlerle bağlı olarak bu dönem birkaç gün veya birkaç yıl olabilir. Genel olarak **tohumun çimlenmesinde başlıca koşullar;**

- 1. Suyun Emilmesi:** Su, tohum kabuğundaki doğal açıklıklardan emilir ve tohum dokuları vasıtası ile yayılır. Tohumun hacmi artar ve tohum kabuğu O₂ ve CO₂ geçirgen bir hale gelir. Şişme ile tohum kabuğu parçalanarak su ve gazın girişi kolaylaşır ve büyüme noktası belirginleşir.
- 2. Enzim Aktivitesi:** Su, çeşitli enzim sistemlerini faaliyete geçirir. Böylece;
 - a. Depo dokularının yıkılması,
 - b. Kotiledonlardaki ve endospermdeki besin maddelerinin büyüme noktalarına taşınmasına yardımcı olunması,
 - c. Yeni materyallerin sentezinde yıkılmış ürünleri kullanarak reaksiyonların başlatım işlemini yapar.
- 3. Embriyonun Büyümeye Başlaması:** Enzim faaliyetlerini takiben yeni madde sentezi başlar. Kök büyüklüğünde artışlar meydana gelir. Türlerle bağlı olarak büyümenin başlaması, hücre bölünmesi veya uzaması ile gerçekleşir. Kök sürgününün büyümesi depo dokularının harcanması ile olur. Besin rezervleri kademeli olarak tükenir. Genç fide kendi besin ihtiyacını karşılama yeteneğindedir.
- 4. Tohum kabuğunun parçalanması ve fidenin çıkışı:** Suyun emilme döneminde, tohumun şişmesi ile kabuk kısmı çatlar. Bu çatlama genellikle kök sürgünü ekseninin uzamasından ileri gelen iç basıncın artışı ile olur. Bu basınç dikotiledonlarda da oluşur. Çoğunlukla ilk çıkan kök, fideye rutubetli toprak ile bağlantı kurma şansını verir.
- 5. Fidenin Yerleşmesi:** Fidenin su almasıyla fotosenteze başladığı an, kendini yerleştirmeye başladığı andır. Başlangıçta kendi ihtiyaçlarının bir kısmını üretmeye başlar. Ancak depo maddelerinin yıkılmasından meydana gelen gıda maddelerine de ihtiyaç duyduğu bir geçiş devresidir. Toprağa sıkıca tutunarak kendi gıda maddelerinin büyük bir kısmını üreterek depo dokularından bağımsız hale geçer ve daha sonra çimlenme işlemi tamamlanmış olur.

7. ÇİMLENME TİPLERİ

Çimlenme tiplerinin tohum yapısıyla ilgisi yoktur. Örneğin fasülye ve bezelye tohumları aynı yapıda olmalarına rağmen, çimlenme yapıları çok farklıdır.

- 1. Epigeal Çimlenme:** Fasülye ve çam tohumlarına özel bir durumdur. Çimlenme esnasında büyüme noktalarına besin desteği sağlayan kotiledonlar toprak üstüne yükselir. Hipokotilin desteği ile kotiledonlar ve plumula toprağın üstüne çıkar. Bundan sonra kotiledonlar açılır, plumula büyümeye devam eder, içi boşalan kotiledonlar kuruyarak yere düşer.
- 2. Hypogeal Çimlenme:** Buğdaygiller, bezelye ve diğer birçok türde görülen çimlenme şeklidir. Çimlenme esnasında kotiledonlar ve depo organları toprak altında kalır. Oysa plumula yukarı itilir ve toprağın yüzüne çıkar.



8. ÇİMLENMEDE ETKİLİ FAKTÖRLER

1. Tohum Olgunluğu: Birçok türün tohumları gelişmelerini tamamlamadan çok önce çimlenme yeteneğindedirler. Bununla beraber bazı türlerin tohumları dormant halindedir ve etrafa dağılmalarından sonra bile çimlenmezler. Kılçıksız brom tohumları döllenmeden birkaç gün sonra çimlenme yeteneğine ulaşmaktadır.

2. Çevre Faktörleri:

a. Su: Tohum çimlenmesi için temel faktör olup, enzim aktivitesi için esastır. Depo maddelerinin parçalanması, taşınması ve kullanılmasında büyük rol oynar. Dinlenme döneminde tohumlar düşük neme sahiptirler. Tarla kapasitesinde su bulunan topraklarda çimlenme optimumdur. Bununla beraber, çimlenme sürekli solma noktasında meydana gelir. Az nemlilik çimlenmeyi durdurabilir. Örneğin şeker pancarı tohumlarında aşırı nem çimlenmeyi geciktirir.

b. Hava: Oksijen birçok türün çimlenmesi için gereklidir. %0.03' ten daha yüksek karbondioksit konsantrasyonu çimlenmeyi geriletir. Oksijen konsantrasyonu % 20'nin yani havadaki konsantrasyonun altına düşerse çimlenme geriler. Çeltik ve suda yaşayan bitkiler O₂'nin düşük konsantrasyonlarda bulunduğu su altında çimlenebilir. Havuç, ayçiçeği ve bazı tahıllar havanın oksijeninden daha yüksek konsantrasyonlarda daha iyi çimlenir.

c. Sıcaklık: Tohum çimlenmesi, her biri sıcaklık tarafından etkilenen birçok ayrı reaksiyon ve devreleri içeren kompleks bir olaydır. Çimlenmenin meydana geldiği başlıca sıcaklıklar minimum, optimum ve maksimum terimleri ile ifade edilir. Optimum sıcaklık; kısa bir dönem içerisinde en yüksek çimlenme yüzdesini veren sıcaklıktır. Genellikle yabani türler kültür bitkilerine göre daha düşük sıcaklık isterler. Birçok tohum için optimum çimlenme sıcaklığı 15-20°C, maksimum ise 30-40°C'dir.

d. Tohum katlaması-Stratifikasyon-Ön soğutma: Serin ve nemli şartlarda bekletmenin çimlenmeyi teşvik ettiği bilinmekte olup buna Stratifikasyon adı verilir. Tohumlar ekim öncesi nemli kum veya saman arasındaki katlarda belli süre tutulurlar.

e. Işık: Tohumların çimlenmeleri için rutubet, oksijen ve uygun sıcaklık dereceleri esas olmakla beraber, bazı türlerin tohumları ayrıca ışığa da ihtiyaç duymaktadır. Işık kalitesi (renk, dalga boyu) çimlenmeye etkilidir. En fazla çimlenme 660-670-700 nm arasındaki ışıktadır. 290 nm'nin altındaki dalga boyu çiçeklenmeyi durdurur.

f. Gün Uzunluğu: Bazı türlerin tohumları fotoperiyodik olarak kontrol edilen çimlenme gösterir. Örneğin Begonia ve Betula türleri uzun günlerden, bazı Amaranthus ve Atriplex türleride kısa günde çimlenirler.

Çimlenmeyi Etkileyen Diğer Faktörler

- a. Osmotik basınç
- b. Hidrojen iyon konsantrasyonu
- c. Ön ıslatma

- d. Düşük sıcaklık etkisi
- e. Radyasyon
- f. Mekanik zararlanma
- g. Genotipin etkisi
- h. Suyun emilmesi
- i. Tohum kabuğunun etkisi
- j. Tohum kimyasal yapısının etkisi

Tohumun Çimlenmesini Arttıran Kimyasal Maddeler

1. **Potasyum nitrat (KNO₃):** % 0.1-1.0 (genellikle %0.2 oranında) rutin çimlenme testlerinde kullanılır. Işığa hassasiyeti artırır (Marul tohumlarının çimlenmesini durdurur).
2. **Hidrojen peroksit (H₂O₂):** Uyarıcı etkiye sahip olup, canlı ve sağlıklı fide meydana getirir. Depo maddelerinin parçalanmasını hızlandıran bir solunum uyarıcısıdır. Çimlenme ortamında, tohumların küflenmesini önlemek için dezenfektan olarakta kullanılır.
3. **Thioürea:** Rutin olarak kullanılmamakla beraber çimlenmede ışık ve sıcaklık isteklerinin yerini tutar.
4. **Gibberellinler:** Çimlenmede ışık ve sıcaklığın yerini tutmaktadır. En fazla GA₃ kullanılır.
5. **Auksinler:** Yüksek konsantrasyonlarda çimlenmeyi durdurmasına karşın, düşük konsantrasyonlarda artırır. IAA marul çimlenmesini arttırmaktadır.
6. **Sitokininler:** Çimlenmeyi arttırmadaki etkisi hücre büyümesi yanında, hücre bölünmesine uyarıcı etkisiyle ilgili sanılmaktadır. Kinetin uzun dalga boylu ışıkla beraber çimlenmeyi artırır.
7. **Etilen:** Olgunlaşmamış veya eski tohumların çimlenmesinde etkilidir.

9. TOHUM DORMANSİSİ (ÇİMLENME DURGUNLUĞU)

Bitkilerde tohumların zaman ve yer uygun oluncaya kadar çimlenmelerini geciktirme yetenekleri önemli bir canlılık mekanizmasıdır. Tohum araştırmacıları tarafından kompleks ve şaşırtıcı bir olay olarak görülen tohum dormansisi, bitkilerin canlı kalabilme ve çevreye kendilerini adapte edebilmelerinin bir yoludur.

Genellikle kültüre alınmaları eskilere dayanan bitkiler, yabani ve son zamanlarda kültüre alınanlara göre daha az tohum dormansisi gösterirler. Kültürü yapılan türlerde görülen dormansi, tohumcular, alıcılar ve tohum analizcileri için problem teşkil eder. Bununla beraber bazı kültür bitkilerinde tohum dormansisi arzu edilir. Ör; dormansi, kışlık tahıllarda hasattan önce çimlenmeyi önler. Diğer taraftan dormansi birçok türün tohumunun toprakta uzun yıllar çimlenmeden kalmasına neden olur. Bu durum düzenli olarak işlenen ve bitki yetiştirilen tarlalarda istenmeyen bazı kültür bitkilerinin veya zararlı türlerin bulunmasını açıklamaktadır.

Tohum dormansisi; normal çimlenmeye uygun çevre şartlarında tohum çimlenmesinin içsel nedenlerle önlenmesidir. Çevre koşullarının etkisi altında bir bitki organının gelişmesindeki gecikme ise "Dinlenme Hali" olarak ifade edilir. **Tohum dormansisinin birçok fiziksel ve fizyolojik mekanizması vardır. Bunlar;**

1. *Tohum kabuğunun Suyu ve Gazı Geçirmemesi*
2. *Embriyonun Gelişmesini Tohum Kabuğunun Mekanik Olarak Önlemesi*
3. *Gelişmemiş Embriyo Dormansisi*
4. *Embriyo Dormansisi*
5. *Çimlenmeyi Engelleyen Kimyasal Maddelerden Dolayı Meydana Gelen Dormansi*

1. Tohum kabuğunun Suyu ve Gazı Geçirmemesi

Suyu ve gazları geçirmeyen tohum kabuğu kültürü yapılan türlerde belki de en iyi bilinen dormansi mekanizmasını meydana getirir. Suyu geçirgen olmama durumu; birçok türde (özellikle yonca, üçgül ve diğer baklagillerde) görülmektedir. Bazı baklagil tohumları da geçirgenliği önleyici mumlu bir tabaka ile kaplanmıştır. Bu bitkilerde tohum kabuğu genellikle ekimden hemen sonra parçalanır ve geçirgen hale gelir. Bazı tohumlarda ise bu olay çok daha yavaş meydana gelir (kademeli çimlenme).

Dormansi, hastalık, böcek zararlıları, kuraklık ve erken ilkbahar donlarından tüm bitki örtüsünü koruduğu gibi çimlenmenin devamını da sağladığı için özellikle yem bitkilerinde büyük bir avantaj sağlar. Buğdaygillerin tohumlarında sert tohum kabuğu dormansisi görüldüğü için sert tohum olarak nitelendirilirler. Sert tohum kabuğunun parçalanması, ıslanma, kuruma, donma, çözünme, orman yangınları, hayvanların sindirim yolundan geçme, toprak asitliği ve mikroorganizmalar gibi faktörlerin etkisiyle olur. Çoğu tohumlarda olumdan sonra kurumaya doğru geçen sürede, tohum kabuğunun su geçirgenliği giderek artar. Bu artış nem ve sıcaklığın sürekli değişiklik gösterdiği doğa koşullarında daha hızlı olur.

Bunun gibi bakteri ve mantarlar da tohum kabuğunun su geçirgenliği üzerine olumlu etki yaparlar.

Tohumlarda gazlara geçirgen olmama durumu kahve, yabani yulaf ve salatalık dahil bir çok türün tohumlarında görülmekle beraber daha azdır. Ayrıca bazı ağaç türleri tohumlarında da (bazı çamlar, huş ağacı, dişbudak türleri, kanada baldıranı) görülmektedir. Normal nem ve sıcaklık koşullarında tohum kabuğu oksijeni hiç geçirmediği için embriyonun ihtiyaç duyduğu oksijeni bulamamasından çimlenme olmaz. Ancak yüksek oksijen konsantrasyonunun da çimlenme olabilmektedir. Yüksek sıcaklıklarda tohumun oksijen ihtiyacı azalmaktadır. Bitki tohumlarının kuru olarak depo edilmeleri ya da doğal koşullar altında bulundurulmalarında tohum kabuğunun O₂ geçirgenliği artmakta ve embriyonun O₂ ihtiyacı azalmakta ve çimlenmede durgunluk süresi kısalmaktadır.

Baklagillerde olduğu gibi bitkilerin çoğunda su ve gazların geçişinden sorumlu olan doku tohum kabuğudur. Testa, perikarp veya nucellar zarlarında çeşitli su ve gaz geçirmez maddelerin birikmesi sonucu geçirgenlik önlenir. Baklagil tohum kabuklarında fazla miktarda suberin, lignin veya kutin birikmesi görülür. Tohumların suyu almalarında ilk zamanlarda ve kısa dönemlerde mikrofilin, uzun periyotlarda ise tohum kabuğunun suyun girişinin esas yeri olduğu saptanmıştır.

Sert tohumlarda su alımının ilginç bir mekanizması vardır. Bazı türlerde tohum kabuğunun mikrofil bölgesinde bir açıklık bulunur. Normal durumda kapalı olan bu açıklık, sıkıştırma, sülfirik asit muamelesi, sıcaklık değişimleri, ıslanma, kuruma, toprak asitliği, mikroorganizmaların etkisi ve hayvanların sindirim yolundan geçme gibi doğal nedenlerle açılır ve bu arada su alımı gerçekleşir.

Sert tohumun meydana gelmesinde kültürel ve çevresel faktörlerin her ikisinde etkilidir. Olgunlaşmanın son devresinde hava ve toprak şartları, tohum gelişmesi ve olgunlaşması sırasında da çevresel faktörler sert tohum oluşumuna yardımcı olurlar. Yonca tohumları üzerinde yapılan araştırmaya göre rakım ve biçim zamanının sert tohum üzerine etkili olduğu saptanmıştır. Düşük rakımdan elde edilen yonca tohumları yüksek rakımdan elde edilenlere göre daha az, ikinci veya son biçimden alınan tohumlar, ilk biçimden elde edilenlere göre daha fazla sert tohuma sahip oldukları görülmüştür. Yetiştirme süresi boyunca yüksek ısı ve düşük nisbi nem tohumun geçirgen olmama durumunu artırmaktadır. Tohumun hasat sonrasında muhafaza edildiği şartlar da tohum dormansisini etkilemektedir.

2. Embriyonun Gelişmesini Tohum Kabuğunun Mekanik Olarak Önlemesi

Tohum kabuğunun O₂ ve suyu kolaylıkla geçirmesine karşın tohumda yine de çimlenme durgunluğu görülmektedir. Ör; kazayağı (*Amaranthus retroflexus*) bitkisinin tohumunda O₂ ve suyu kolaylıkla geçirmesine karşın tohum kabuğu embriyonun gelişmesine engel olmaktadır. Bu tohumlarda çimlenme durgunluğu 30 yıl ya da daha uzun olabilmektedir. Bu arada hardal, tere, çobançantası gibi bitki tohumlarında embriyonun gelişmesi tohum kabuğunca önlendiğinden durgunluk süresi oldukça uzundur.

Çeşitli mekanik (çatlama, kesme, kırılma) ve kimyasal yollarla (güçlü asit çözeltileri-sülfürik asit, hidroklorik asit, sodyum hidroksit, organik çözücülere batırılması, kaynar suya batırma) tohum kabuğu etkilenerek çimlenme durgunluğu ortadan kaldırılabilir. Ancak kimyasal işlemlerden sonra tohumlar iyice yıkanmalı ve kurutulmalıdır. Kimyasal aşındırma pamuk tohumları dışında ticari olarak yaygın değildir. Ayrıca radyoaktif ve ultraviyole ışınları uygulayarak da dormansinin kırılması ve çimlenme hızının artırılması mümkündür.

3. Gelişmemiş Embriyo Dormansisi

Bazı türlerin tohumları, morfolojik olarak olgunlaşmasından önce dökülür. Olgunlaşmamış embriyo çimlenme yeteneğine sahip olmadığı için bu durum dormansi ile sonuçlanır. Gelişmemiş embriyo dormansisi; düğün çiçeği (*Ranunculus*), sinir otu (*Plantago*), diş budak (*Fraxinus*), kartopu (*Viburnum*), çobanpüskülü (*Ilex*) ve çam (*Pinus*) da meydana gelir. Embriyo tohum saçılmasından sonra olgunlaşmaya başlar. Olgunlaşma süresi birkaç gün ile birkaç ay arasında değişir. Dikenli defne tohum saçıldığı zaman embriyo henüz farklılaşmamış hücre kitlesi halindeyken, olgunlaşma sırasında hücreler belirgin yapılar halini alırlar. Dormant tohum da saçıldıktan sonra meydana gelen değişimler hasat sonrası olgunlaşma olarak bilinir.

4. Embriyo Dormansisi

Çoğu zaman tohumlar morfolojik olarak olgunlaşsalar bile, embriyo fizyolojik olarak olgunlaşmadığı için çimlenme olmaz. Tohum kabukları çıkarılsa bile olum döneminin başında embriyo büyümmez ve çimlenmez. Bu durumda embriyo dormansisi söz konusudur ve en fazla görülen dormansi nedenidir. Embriyo dormansisi tüm kök sürgününü veya sadece epikotil ve radikulayı kapsar. Buğdaygil türleri ve odunsu tohumlarda yaygındır (zambak, kartopu, elma, şeftali, alıç, ıhlamur, dişbudak, lale, kızılçık, ağrı otu ve çam). Böyle bitki tohumlarında çimlenme, olgunluktan sonra geçecek belli bir süre sonunda gerçekleşebilir.

Sonbaharda tohumun toprağa düşmesinden ilkbahara kadar geçirilen süre, tohumun olgunluktan sonra çimlenmeye kadar geçirilen süre olarak kabul edilmektedir. Bu süre içinde tohum, bitki yaprakları veya karla örtülü olarak bulunur. Böyle tohumlarda olgunluktan sonra çimlenmeye değin geçen sürede tohum embriyosunda bir dizi fizyolojik değişiklikler olur. Bu değişiklikler sonucu embriyo giderek durgunluk döneminden kurtulur ve çimlenir. Olgunluktan sonra çimlenmeye kadar geçen değişikliklerin süresi çevre koşullarına bağlı olarak değişmektedir.

Embriyo dormansisi gösteren tohumlar stratifikasyon işlemine tabi tutulur. Stratifikasyon; tohumların çimlenmeden önce belirli sürelerde düşük sıcaklıklara maruz bırakılması olarak bilinir. Bu işlemle nemlendirilen tohumlar genellikle 3-10°C arasında sıcaklıklarda belirli sürelerle tutulurlar. Sıcaklık derecesi ve süre türlere göre değişmektedir. Bu işlem birçok çim ve odunsu türlerin tohumlarında, çimlendirmeden önce uygulanır. Stratifikasyon işlemi düşük sıcaklıklarla olduğu kadar, yüksek sıcaklıklarla da yapılabilir. Topalak (*Cyperus rotundus*) tohumlarında dormansinin kırılması, rutubetli ortamda, 3 ile 6

hafta 40°C sıcaklığa tabi tutmakla mümkün olmuş, diğer taraftan stratifikasyon uygulanmadığı takdirde, dormansi 8-9 yıl devam etmektedir.

Bazı türler için düşük sıcaklık stratifikasyonu, çimlenme için kesinlikle gerekli olmasına rağmen bazı türlerde sadece çimlendirmeyi ve büyümeyi hızlandırmaktadır. Stratifikasyon süresi türlere göre değişmekte, yabani gül tohumlarında iki aylık bir süre yeterli olurken, su kabağında 8,5 aylık bir süre gerekmektedir. Ayrıca stratifikasyon; tohumların çimlenme sırasında dış şartlara karşı duyarlılığını azaltabilmektedir.

Embriyo Dormansisini Etkileyen Hasat Öncesi Faktörler: Tohumun gelişme ve olgunlaşma devresindeki çevre şartları, embriyo dormansisinin süresini etkileyebilir. Yeterince sulanan ve azot takviye edilen ortamda yetişen bitkilerin tohumları daha az dormansiye sahip olurlar. Ayrıca hasat zamanındaki tohum rutubeti dormansi derecesi ile ilgili olup, yüksek nem oranının daha fazla dormansiye neden olduğu tespit edilmiştir.

5. Çimlenmeyi Engelleyen Kimyasal Maddelerden Dolayı Meydana Gelen Dormansi

Tohum çimlenmesi, müdahale olmaksızın devam etmesi gereken kompleks metabolik olaylar zincirinin son halkasıdır. Metabolik olayların devamına engel olan herhangi bir madde çimlenmeyi tamamen durdurabilir. Tohum bünyesinde bulunan (endogen) çimlenmeyi engelleyici kimyasal maddeler birçok türde izole edilebilir. Şeker pancarı tohumlarında yaklaşık on tane çimlenmeyi engelleyici özelliğe sahip madde izole edilmiştir.

İzole edilen engelleyicilerin etkili olduğu alanlar birbirinden çok farklıdır. Bu nedenle, tohum içindeki engelleyicilerin gerçek yerini belirlemek zordur. Avrupa dışbudağı tohumlarındaki dormansi, embriyo ve endospermde bulunan büyümeyi durdurucu bir madde tarafından meydana getirilir ve stratifikasyon sırasında oluşan büyümeyi teşvik edici maddeler tarafından ortadan kaldırılır. Süsen (Iris) tohumlarında inhibitörler endospermde bulunur. Olgun iris tohumlarında endospermden ayrılan embriyonun büyümesi hızlanır. Fakat embriyo üzerinde endospermin küçük bir parçası dahi kalsa, büyüme engellenir. Yabani yulaf tohumlarında çimlenme embriyoda bulunan giberelline hassas inhibitörler tarafından engellenir. Kırmızı ve beyaz buğdaylarda, tohum kabuğu ve perikarpta çimlenmeyi durdurma yeteneğine sahip bir pigment tespit edilmiştir.

Doğal olarak bulunan çimlenmeyi engelleyen maddelerin çoğu, düşük molekül ağırlığına sahip, basit organik moleküllerdir. Tohumlarda bulunan doğal engelleyiciler siyanid ve amonyak bileşikleri, hardal yağları, alkaloitler (kafein, kokain), çeşitli organik asitler (absisik asit), doymamış laktonlar (kumarin, parasorbik asit), esansiyel yağlar ve fenolik bileşiklerden oluşur.

Giberellin, auxin, kinin ve bazı herbisitleri içeren büyümeyi düzenleyen maddelerin çoğu çimlenmeyi teşvik edici oldukları kadar, özellikle yüksek konsantrasyonlarda çimlenmeyi durdurucu etki gösterebilirler. Çimlenmeyi durdurucu etki gösteren maddelerin en son bulunan grubu sentetik maddelerdir. Bunlar; CCC, AM-01618, Fosfan D ve Fleoren-9, carboksilik asit gibi büyümeyi geciktiren bazı maddelerdir.

Engelleyici Mekanizma

Bir tohumun çimlenebilmesi için bünyesinde depo edilen besin maddelerinin büyüme noktalarında kullanılabilir formda dönüşmesi ve solunum yapması şarttır. Bu engelleyici tek başına, direkt olarak solunumu engelleyemez. Ancak solunum için gerekli olan maddelerin meydana gelmesini önleyerek indirekt olarak çimlenmeyi önler.

Genellikle tohumlarda en fazla bulunan depo ürünü nişastadır. Çimlenme sırasında nişastanın parçalanması amilaz enziminin katalizörlüğü ile gerçekleşir. Amilaz enziminin aktivitesinin durdurulması çimlenmenin durmasına neden olur. Şeker pancarında meyve duvarı ve perikarpta bulunan bazı maddeler (kafein, ferulik asit, vanilik ve gallik asit) amilaz enziminin aktivitesini önleyerek çimlenmeyi geciktirirler.

Tohumlarda depo edilen proteinlerin parçalanması, proteaz enziminin katalizörlüğünde gerçekleşir ve çözünebilir aminoasit ve amid formları meydana gelir. Bu olay kumarin tarafından engellendiğinde çözünebilir azot kaynakları meydana gelmez ve çimlenme engellenir.

Yağlı tohumlarda çimlenme, yağların lipaz enziminin etkisiyle gliserol ve yağ asitlerine ayrışmasına ihtiyaç duyar. Kumarin ve thiourea lipaz enziminin aktivitesini durdurarak çimlenmeyi durdurabilir.

Kumarin tüm bitkilerde bulunduğu ve düşük konsantrasyonlarda diğer büyüme işlevleri yanında hücre büyümesini de teşvik ettiği için, bir büyüme hormonu olarak kabul edilebilir. Giberellin çimlenmede kumarinin durdurucu etkisini ters çevirebilir.

İkinci Dormansi

Bazı durumlarda dormant olmayan tohumlar uygun olmayan şartlardan sonra dormant duruma geçerler. Bu şekilde olgun tohumun sonradan dormansi göstermesi ikinci (sekonder) dormansi olarak bilinir. Yapılan bir araştırmada, yazlık buğday ve kışlık arpada ikinci dormansinin aşağıda belirtilen yollarla meydana gelebileceği saptanmıştır.

- o Kuru arpa tohumunun 50-90°C arasındaki sıcaklığa maruz bırakılması.
- o Kışlık arpanın 20°C'de yüksek rutubette yedi gün depolanması.
- o Yazlık buğdayın 50°C'de hava sıkıştırılmış kaplarda yüksek nemde 7 gün depolanması.
- o Tohumun 1-3 gün 20°C'de karanlıkta ve suda tutulması.
- o Kuru tohumların 50°C'de 4 gün, 70°C'de 4 saat ve 90°C'de 1 saat tutmak yeterlidir.

İkinci dormansinin meydana gelmesi tohumun fizyolojik olgunluğa erişmesinden bir veya bir buçuk ay sonra mümkün olur.

İkinci dormansi; sıcaklık, ışık ve karanlığın etkisiyle ortaya çıkar. Bu üç faktöre suyun fazlalığı ve azlığı, kimyasal maddeler ve gazlar gibi diğer nedenlerde yardımcı olur. İkinci dormansiyi açıklamada iki yol ileri sürülmektedir.

- o Çimlenmeyi sağlayan metabolik işlevlerin sonuncusunun engellenmesi,
- o Büyümeyi teşvik edici maddelerle büyümeyi engelleyici maddeler arasındaki dengesizlik.

10. TOHURLARDA ÇİMLENME DURGUNLUĞUNU GİDERME YÖNTEMLERİ

Tohumlarda çimlenme durgunluğu ekonomik önemi olan sorunların ortaya çıkmasına neden olur. Hasadın bazı bitkilerde yağışlı dönemlere geldiği kuzey ülkelerinde, tohumların henüz başakta iken çimlenmesi ya da ekimden önce depoda çimlenmeleri gibi istenilmeyen durumlar ortaya çıkabilir. Bu gibi koşullarda, belirli bir süre çimlenme durgunluğu istenen bir özelliktir. Bununla beraber çoğu üreticiler, hasat edilir edilmez tohumlarında yüksek çimlenme gücünün bulunmasını isterler. Ancak bir bitkide başarıyla uygulanan bir yöntemin başka bir bitki için olumsuz yönde etki yapabileceği de göz önüne alınmalıdır.

10.1. Tohum Kabuğunun Etkilenmesi: Tohum kabuğunun yapısal bir özelliği nedeniyle ortaya çıkan durgunluk, tohum kabuğunun etkilenmesiyle giderilebilir. Bu mekanik veya başka bir yolla olabilir. Tohumların çatlatılıp kırılmaları ya da tohumların mineral asitlerle işleme tabi tutulmaları tohum kabuğunu etkileyerek çimlenmenin normal olmasına yol açmaktadır. Burada etkileme işleminde embriyonun zarar görmemesi gerekmektedir. Doğada, peş peşe donma ve çözülme ya da tohum kabuğunun yavaş yavaş çürümesi ile anılan etkilenme gerçekleşerek durgunluk ortadan kalkabilmektedir.

Asitle muamele: Bu yöntem sert tohum kabuğunun inceltilmesinde etkili bir şekilde kullanılan bir yöntemdir. Özellikle Akasya, Yalancı Akasya, Erguvan, Albizzia, Gladiçya ve Ihlamurlarda uygulanmaktadır. Yaygın olarak kullanılan %95 saflıktaki H₂SO₄ (Sülfürik Asit)'dir. Bir çok türde kabuktan kaynaklanan çimlenme engelini gidermek için tohumlar 5-60 saniye süreyle, bazı türlerde ise daha uzun (6 saat veya daha uzun) aside daldırılmaktadır. Dikkat gerektiren bir uygulamadır. Tohum kabuğunun sertliğine göre uygulanması gereken süre türlere göre değişmektedir.



Mekanik Zedeleme: Yüzeyi yarmanın veya kuru tohum kabuğunun kalınlığını azaltmanın amacı tohumun su ve hava geçirgenliğini arttırmaktır. İri tohumların küçük bir miktarı için tohum kabuğunu küçük el aletleriyle çizmek, çatlatmak başarılıdır. Yalancı Akasya, Gladiçya, bazı Ardiç ve Alıç türlerinde başarı ile uygulanmaktadır. Bu konuda törpüleme, zımparalama ve özel mekanik aşındırma (çam kırıklarıyla çizdirme) yöntemleri kullanılabilir. Ancak burada tohum kabuğunun kalınlığı konusunda dikkatli davranılması gerekir. Aşırı inceltme tohum hayatıyetine dolayısıyla çimlenmeye zarar verebilir.



10.2. Sıcaklık

Sıcak ve Soğuk Katlama: Çoğu bitki tohumlarında bir süre düşük sıcaklıkta nemli torba içinde bırakıldıktan sonra yüksek sıcaklıkta depo edilmeleri durumunda, çimlenme için olum sonrası bekleme süresi kısaltılabilir. Çam tohumları için 5-10°C'de 2-3 aylık süre çimlenme oranının önemli ölçüde artması için yeterli bulunmuştur. Çoğu bitki tohumlarında düşük sıcaklığın durgunluğu kırması, solunum hızı ile karbondioksit ve oksijenin açığa çıkarılmasıyla yakından ilgili bulunmuştur. Bu arada tohum kabuğunun geçirgenliğindeki değişiklikler de durgunluğun kırılmasında önemli bir etkidir.

Tohum önceden nemlendirilen katlama ortamı içinde karıştırılır. Ama tutulduğu ısı 21-24°C civarına yükseltilir. Uygulamada ısı 18-29°C arasında değişir. Tohumlar 4-12 hafta

arasında türlere bağlı olarak sıcak ortamda nemli bir şekilde katlamada tutulur. Doğada tohum bu sıcak periyodu döllenmeyi izleyen yılın yazında elde eder, soğuk periyodu izleyen kış ihtiyaçlarını temin eder. Buda tohumun gelecek bahar başarıyla çimleneceği anlamına gelir.

Sıcak nemli katlamayı aslında soğuk nemli katlama izler. Çünkü çoğu tohum sıcak ısı periyodu gerektirdiği gibi soğuk ısılar da gerektirir. Bu tarz gereksinim duyan tür tohumları “çift dormansi gösteren tohumlar” olarak kabul edilir. Ihlamur sp. (ihlamur) türlerinde tohumlar yeşilden kahverengi sarı renge dönüşmeye başladığında hemen toplanır toplanmaz 2-3 kez kaynar suya atılarak soğuması beklenir ve hemen ekilir. Aksi durumda nemli olarak 4-20 hafta sıcak katlama, 20-24 hafta da soğuk katlamadan sonra ekilmelidir. Ağzı kapalı kaplar içerisinde 2-3 yıl kadar saklanabilir.



Sıcaklıktaki Değişmeler: Bazı bitki tohumlarının peş peşe düşük ve yüksek sıcaklıklarda bulundurulmaları durgunluğun giderilmesinde etkili olmaktadır. Ör: çayır salkım otu tohumunun artarda 20°C’de 16-18 saat ve 30°C’de 18-22 saat ve 45°C’de 2-8 saat tutulması çimlenmeyi önemli ölçüde artırmıştır. Bazı bitki tohumlarında donma ve çözülme ile de durgunluğun giderildiği bilinmektedir. Ancak bu işlem bazı bitkilerde olumlu bazılarında ise olumsuz etki yaptığı saptanmıştır. Genellikle sıcaklıktaki değişmeler durgunluğun embriyodan kaynaklandığı bitki tohumlarında etkili olmaktadır.

Sıcak Suda Şişirme: Özellikle Yalancı Akasya, Gülibrişim, Gladiçya gibi Legüminöz familyasının türlerinde kullanılabilir. Öte yandan İbrelili ve diğer bazı yapraklı türlerde de kullanılmakta ve çimlenmeyi de uyatarak çimlenme yüzdesini artırmaktadır. Nitekim Doğu Ladininde yapılan çalışmada 40°C de 1 saat bekletilen tohumlarda çimlenme yüzdesi %90 bulunmuş iken, herhangi bir işlem görmeyen aynı tohumlarda çimlenmenin %45 olduğu tespit edilmiştir. Sıcak su yönteminde tohumlar farklı sıcaklık derecelerine ve sürelerine tabi tutulmaktadır. Tohumun zarar görmemesi için önerilen genel sıcaklık 65-70°C civarındadır. Burada dikkate alınması gereken konu tohum kabuğunun kalınlığıdır. Süre olabildiğince kısa tutulmalıdır. Hava kurusu haldeki tohumun miktarının 4-6 katı kadar sıcak su bir konteynır (tohum hacminin büyüklüğüne göre bir kap) içerisine hazırlanarak tohumlar bunun içine daldırılır. Sıcak su işlemine tabi tutulan tohumlar mantar ve bakteri enfeksiyonu söz konusu

olabileceği için birkaç gün içinde ekilmelidir. Aksi halde kurumalarına meydan vermeyecek şekilde rutubetli olarak turba yada toprak içerisine konmaları gerekir.



Soğuk Suda Şişirme: Bu işlem de birçok türlerde çimlenmeyi hızlandırmaktadır. Özellikle bazı Ladin, Çam ve Gökmar türlerinde 2-7 gün hatta iki haftaya varan şişirme işlemleri iyi sonuçlar vermektedir. Okaliptuslar için de bu işlem önerilmektedir. Ancak suda bir veya birkaç günü geçen bekletmelerde, suyun değiştirilmesi gerekir.



10.3. Işık: Bazı bitki tohumlarının çimlenmelerinde temel etkenlerden biridir. Bu durumdaki bitkilerde ışığın, durgunluğu giderici etki yaptığı söylenebilir. Ör. Veronika (*Veronica longifolia*) tohumunda ışık, düşük sıcaklıkta çimlenmeyi artırırken, tohumlar tam karanlık koşullarda ve yüksek sıcaklıkta eşit düzeyde çimlenme gösterebilirler. Buna karşılık, çayır

salkım otu tohumlarında, değişen ve değişmeyen sıcaklıklarda ışığın etkisi olumlu yönde görülmektedir.

Embriyo dormansisine sahip tohumların çimlenmesini etkileyen faktörler ışık intensitesi, dalga boyu ve fotoperiyot (ışıklandırma süresi)'dur. Sürekli ışıklarda, farklı bir dormansi tipi oluştururlar. Soğan ve pırasa tohumlarında sürekli ışık çimlenmeyi engeller. Yalancı köknarda çimlenmeyi teşvik eden ışık, ışıklandırma süresi uzadıkça büyümeyi durdurucu etki yapmaktadır.

10.4. Basınç: Taş yoncası ve yonca bitkilerinin tohumları 10°C'de 2000 atm basınç altında bulunduruldukları zaman daha iyi çimlenmişlerdir. Basınç süresi 5-20 dakika olduğu zaman tohumlarda çimlenme oranının % 50-200 oranında arttığı görülmüştür. Basıncın etkisi tohumların kurutulması ve depo edilmesinden sonra da sürmekte ve büyük bir olasılıkla tohum kabuğunun su geçirgenliği de olumlu yönde değişmektedir.

10.5. Büyüme Düzenleyicileri: Bu maddeler fidanların köklendirilmesinde ve kök gelişmesinde yaygın biçimde kullanılabildiği gibi, tohumda durgunluğun giderilmesi ile çimlenmenin iyileştirilmesinde de başarıyla kullanılabilmektedir. Tohumlarda çimlenmeyi artırmak için kullanılan çeşitli maddelerin arasında; potasyum nitrat (KNO_3), thioüre (NH_2-C-NH_2), etilen (C_2H_4), giberellin ve kinetin yaygın biçimde kullanılır. Özellikle çimlenme için ışığa gereksinme gösteren tohumlarda ışığın yerini thioüre, giberellin ve kinetin başarıyla alabilmektedir. Aynı zamanda belirtilen maddelerin, çimlenme için ışık isteyen tohumların karanlıkta da iyi çimlenmelerine neden oldukları saptanmıştır.

