

Yapay Koruma (*Ex situ*)

- **Yapay korumanın temel amaçları:**
 - Uzun dönemde genetik kaynakların korunması
 - Genetik materyalin izlenmesi ve yenilenmesi
 - Özel materyalin karakterizasyonu ve değerlendirilmesi
 - Ulusal düzeyde gen kaynaklarının toplama çalışmaları
 - Ulusal ve uluslararası düzeyde bilgi akışının sağlanması
 - Eğitim programlarının yapılması
- Türkiye'de 1964 yılında Ege Tarımsal Arş. Ens. 1972 Tohum Gen Bankasında tohum depolanmış
- 2010 yılında 250.000 örnek kapasiteli dünyanın sayılı gen bankalarından birisi olan Türkiye Tohum Gen Bankası hizmete girmiştir.
-



DEPOLAMA

- I. Tohum
- II. Vejetatif
- III. Çiçektozu
- IV. *In vitro* Depolama
- V. *DNA* Depolama

I. Tohum Depolama

Tohum depolanması bitkisel gen kaynakları için etkili yoldur.

Depolamanın Prensipleri

1. Depolanacak tohumun miktarı popülasyonu temsil edecek düzeyde olmalıdır.
2. Depolanan tohumların generasyonu ilerletilmemelidir.



Tohum Depolama Yönünden Bitki Türleri

- **1. Orthodox Tohumlar:** Kuru ve serin depolama koşullarında uzun süre depolama yönünden hiç sorun oluşturmazlar (tahıllar ve baklagiller)
- **2. İnatçı (recalcitrant) Tohumlar:** Kurutma sırasında nem kaybına toleranslı değiller, besin ortamında koruma ve meristem kültürü çözüm olabilir.
- **3. Bilinmeyen Tohumlar:** Depolama koşullarındaki canlılık sürelerine ilişkin bilgilerin olmadığı ya da az olduğu tohumlardır. Bir çok yabancı tür bu gruba girer.

Tohum Koleksiyonları

- **1. Temel Koleksiyonlar:** Uygun Koşullar altında genetik materyalin uzun süreli (50-100 yıl) saklanmasıdır.
 - - Buradan, genetik kaynakların dağıtımı vs. gibi rutin işlemler yapılmaz.
 - - Kaybolma riskine karşı korunmasıdır.
 - -Ancak, sık olmayan aralıklarla, materyalin canlılığını kontrol etmek için alınır.
- **2. Aktif Koleksiyonlar:** Genetik materyalin orta süreli (5-20 yıl) saklanmasıdır
 - - Genetik kaynakların dağıtımı, yenilenmesi, değerlendirilmesi ve bitki karakterlerinin belirlenmesi işlemleri bu materyal üzerinde yapılır.
 - -Saklama koşulları temel koleksiyona göre daha esnektir.

Toplama ve saklama için gerekli tohum miktarı (sayı)

Saklama için

Populasyon tipi	Toplama için	Temel koleksiyon	tekrarlama	Aktif koleksiyon	toplam
Heterojen	5 000 (100 bitkiden 50'şer tohum)	12 000	3 000	5 000	20 000
Homojen	2 500 (50 bitkiden 50'şer tohum)	4 000	1 000	3 000	8 000

Optimum Koşullarda Uzun Süre Depolanan Kolleksiyonların **FAO** Kategorileri

- 1. Geniş ölçüde tür içeren büyük koleksiyonlar
- 2. Sınırlı ölçüde tür içeren büyük koleksiyonlar
- 3. Önemli ve orijinal özel amaçlı koleksiyonlar
- 4. Bunların herhangi birinin tekrarlanması
(kopyası)

Depolamada Tohum Canlılığı

- **Tohumlarda Canlılık Grupları**
- Dünyadaki türler arasında birkaç yüz tanesinin tohumları hakkında bilgi var. Diğer türlere ilişkin bilgiler çok azdır.
- Canlılık Sürelerine Göre Tohumlar (EWART 1908)
 - Mikrobiyotik tohumlar (canlılık süresi < 3 yıl örnek: meşe (*Quercus*), narenciye (*Citrus*))
 - Mezobiyotik tohumlar (canlılık süresi = 3 -15 yıl)
 - Makrobiyotik tohumlar (canlılık süresi > 15 yıl örnek: baklagiller)
- *: Soğan (*Allium*) tohumları açık depolamada >3 yıl
%5 nem ve 5° C'de 20 yıl
-190° C'de yüzlerce yıl canlı kalabilirler

Değişik Bitki Türlerinin Canlılık Süreleri

- 1. Çok kısa ömürlü ve canlılık kaybı olmadan
- kurutulmayan tohumlar (0° C'de, 1 yıldan az, tropik türler)
- 2. Uzun süre toprakta canlı kalabilen tohumlar (20 yıl)
- 3. Herbaryumlardan alınan ve çimlenme
- gösterebilen türler (50 yıl sonra, sert tohumlar)
- 4. Yaşam süreleri çok az bilinen türlerin
- tohumları

Depolamada Tohum Canlılığını Etkileyen Faktörler

1. Genotip

- Canlılık yüzdesi ile bozuk hücre arasındaki ilişki
- Resesif mutasyonlar tohumun uzun süre canlılık süresini azaltan genetik zarar
- Yanlış depolamanın bazı hallerde mutasyona neden olduğu
- Kv (canlılık) sabitesi bakımından türler arasında farklılıklar vardır.
- Ör. Yulafta elde edilen canlılık süresi arpa ve buğdaydan iki kat daha fazladır.

2. Nem

-Depo havasının oransal nem miktarı

-Havanın oransal nemi çoğunlukla taneadaki dengeli nem oranını kontrol eder.

Sabit sıcaklıkta, 1 m³ havada;

Nem miktarı (bağıl nem) / doymuş hale getiren nem miktarı X 100

Sıcaklık → nem tutma kapasitesi → r = -; Oransal nem → tohum nemi → r = +

Tohum nemi → Canlılık → r = -

• Örnek Tohumlardaki Nem Miktarı (25° C'de)

Tür	Hava oransal nemi (%)			
	30	60	90	100
Arpa	8.4	12.1	19.5	26.5
Mısır	8.4	12.7	18.8	23.0
Çeltik	7.9	11.8	17.6	23.6
Buğday	8.5	12.1	19.8	26.3
Soya	6.5	9.3	18.8	-
Yer Fıstığı	4.2	7.2	13.0	-

Tane nem içeriği %14'ün altında olduğunda her %1 nem düşmesi canlılığı iki kat artırır. Bu kural %4'e kadar geçerlidir. Canlılık, %4 nem içeriğinde %14'e göre 1000 kez daha fazladır.

- -Tanedeki nem %40 dolaylarında olduğunda tane çimlenir.
- - Tanedeki nem oranı %20-40 arasında olması halinde kızışma başlar (mikroorganizmaların solunumunu artırması sonucunda, anaerobik solunum ve sıcaklık hızla yükselerek tohum bozulur)
- - Tane nemi %14-20 arasında ise mikroorganizmalar embriyoya saldırarak tane bozulması olur.
- - % 14 nemli soğan tohumları 35 °C 'de depolanınca 1 hafta sonra öldükleri halde %4 nem içerikli tanelerin canlılık süresi 20 yılı aşar.
- - Bazı türlerin nem kapsamı %4'ün altında olduğunda oluşan bozulma %4-7 arasında olmasından daha fazladır.
- - Tanelerin nem kapsamı türlerin biyo kimyasal yapısı ile ilişkili olup burada en kritik bileşik lipidlerdir. Ör. Tahıllar %4, turpgiller %36 lipid içerirler, böylece tahıl tohumlardaki %6 nem kapsamı turpgillerde %4 nem kapsamı ile eşdeğerdir.

3. Sıcaklık

Sıcaklık → Canlılık → r = -

0 – 5° C → optimum depolama sıcaklığıdır.

50° C ve 0° C sıcaklıklarda; her 5° C'lik azalma canlılık süresini iki kat artırır (özellikle orthdox tohumlarda).

Böylece, 0° C'de depolamada tohumun canlılık süresi 50° C'de saklanandan 1000 kez daha fazladır.

Bu durumda, oransal nem ve sıcaklık bağımsız etkiye sahip olduğundan, %4 neme sahip tohum 0° C'de depolandığında canlılık süresi %14 nem ve 50° C'de depolanan tohumların canlılığından

1 000 000 kez (1000 x 1000) daha uzundur

-50° C ve daha yukarı sıcaklıklarda hava çok kuru ve nemli ise tohum çok zarar görür.

Bu koşullar proteinlerin denature olmasına neden olur, enzimleri etkisiz kılar böylece tohumların ölmesine neden olur.

- Birçok türün tohumları 80-100° C sıcaklıklarda ancak birkaç saat dayanabilir.
- 0° C'nin altındaki düşük sıcaklıklar, tanenin nem kapsamı yüksek ise tohumların donarak ölmesine neden olur. Fakat kurutulmuş tohumlar bu sıcaklıklarda zarar görmez.
- Tohumlarda canlılık süresine nem ve sıcaklığın ayrı ayrı etkilerinin yanında birlikte etkileri de vardır.

4. Oksijen

Uzun süreli tohum depolamalarında yüksek O_2 miktarı zararlı, yüksek CO_2 ise yararlıdır

O_2 basıncı

25° C'de 11 haftada (canlılık % 50'ye düşecek süre)

O_2 ; %21 → %1.4

CO_2 ; %0.03 → %12

O_2 basıncı → canlılık → $r = -$

Anaerobik çevre koşullarının oluşması tohumda canlılık kaybına yol açar.

- Depo nemi, sıcaklığı, O_2 basıncı → tohum canlılığı; → $r = -$



5. Işıık ve Radyasyon

- -ışığın dalga boyu
- - Işıık yoğunluğu
- - Işııklanma süresi
- -Cam kaplarda saklamalarda ışığın sera tkisi
- Örnek: Marul tohumlarında kırmızı ve infra-kırmızı ışığın dormansının kırdığı belirlenmiştir.
- -Depolamada aydınlatma
- - Isıtma
- -Havalandırma
- Enerji kullanımında kaynaklanan yüksek enerji radyasyonları (DNA bozulmalar)

6. Tohum olgunluđu

Maksimum kuru ağırlık = olgun tohum

Olgunlaşma Aşamaları

Döllenme – Hasat

Hasat – Tohum çıkarma

Tohum çıkarma – Depolama

Olgunluk → Canlılık → $r = +$;

Olgunluk → Nem → $r = -$

- -Optimum olgunluğu aşan gecikmiş hasat, tohumlarda akıntılara ve buna bağlı olarak hızla bozulmalara neden
- Olgunlaşmamış tohumlar da canlılık kaybı fazla olur
- Döllenme ve tohum olgunlaşma süresinde çevresel koşullar tohumların ömür uzunluklarına etki eder

7. Aşırı Depolama Koşulları

- Temel canlılık eşitliklerinin kullanılmasını sınırlayan sıcaklık ve nem kapsamı koşulları:
- 1. Yüksek nem kapsamlı tohumlar (tahıllar %30) uygun sıcaklık bulunduğunda çimlenir
- 2. Sıcaklık çok düşükse tohumlar çok nemli olduğunda canlılık kaybı donma şeklinde olur
- 3. Tohumlar çok kurutulmuş ise (ör. %2'den az), canlılık süresi, bazı türlerde zarar görür.

8. Uyku (Dormansi)

- Çimlenme için koşullar uygun ve yeterli olduğu halde tohumların çimlenme yeteneği göstermediği fizyolojik dönemdir.
- **1. Tohum kabuğundan kaynaklanan**
- Elma ve domates, kabuk çıkarıldığında dormansi kaybolur
- **2. Embriyodan kaynaklanan**
- Dormasinin %95'i fizyolojik ve biyokimyasal nedenlerden, %5'i ise su geçirmeyen tohum kabuğundan kaynaklanır.
- Dormansi, yılın, sıcaklığın, pH'nın, ışığın, besinlerin vd. çevre koşullarının uygun olduğu zamanda çimlenmeyi sağlar. Hastalık ve kuraklık gibi olumsuz faktörlerin tohumların bir kuşağının yok olmasına karşı sigortadır.

9. Tohumun Fiziksel Koşulları

- kırıklar
- büzülmeler
- anormal şekil
- sapcık ve kökcük yarılması
- doku enfeksiyonu

Tohum nemi \rightarrow mekanik zarar \rightarrow r = -

Örnek mısırdada;

Tohum nemi % 14 \rightarrow mekanik zarar % 14

Tohum nemi % 8 \rightarrow mekanik zarar % 80

10. Organizma Aktivitesi

- bakteriler
 - mantarlar
 - böcekler
 - kurtlar
 - kemirgenler
- Nem, sıcaklık $\rightarrow r = +$

- Bu organizmaların tümünün çalışması tohumlarda canlılık kaybına yol açar
- Havanın oransal nemi %62'nin altında olduğunda tüm mantarlar inaktif %75'in altında az aktif, %75'in üzerinde ise ve artan nemle birlikte hızla artış gösterir.
- Bakteriler ise oransal nemin %90 olduğu durumlarda gelişim gösterirler.
- Sıcaklığın etkisi incelendiğinde ise bazı organizmaların -8°C bazılarının ise 80°C de geliştiği görülmektedir.
- Kurtlar %60'ın altında canlı kalamazlar, %75 üzerinde ise hızla çoğalırlar
- Depolanan tohumlarda nem kapsamı %8'in altında ve sıcaklıkta $18-20^{\circ}\text{C}$ olduğunda böcek aktivitesi görülmemektedir.

CANLILIK KAYBI

Solunum

Solunum → tohum nemi, tohum sıcaklığı → $r = +$

Solunum → canlılık → $r = -$

Solunum → hava nemi, hava sıcaklığı → $r = +$

Kimyasal Değişmeler

- Karbonhidrat değişmeleri

- protein değişmeleri

Nem, sıcaklık → $r = +$

- yağ değişmeleri

Sonuç: Tohum depolamada canlılığı doğrudan etkileyen faktörler **nem** ve **sıcaklıktır**. Bu nedenle tohumlar türleri için en uygun olan nem sıcaklıkta depolanmalıdır.

Bu durumda, temel koleksiyonlarda %3-7 nem içerikli tohumların 0°C 'nin altındaki (tercihen -18°C ve daha düşük); aktif koleksiyonlarda ise, %7 veya daha düşük nem ve 15°C 'nin altındaki sıcaklıklarda depolama yapılmalıdır.