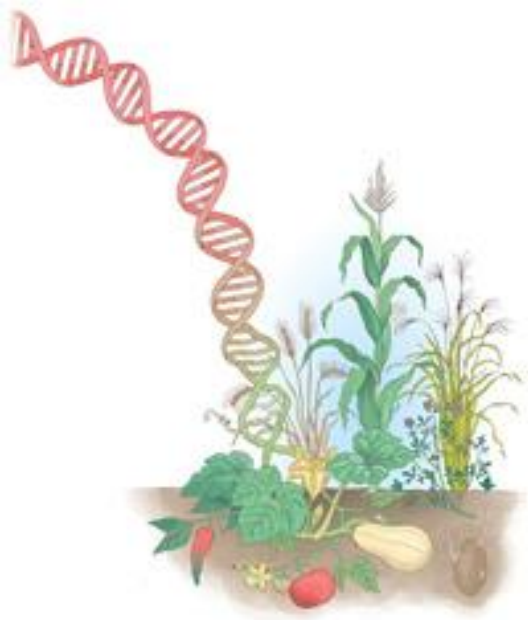


Mo17

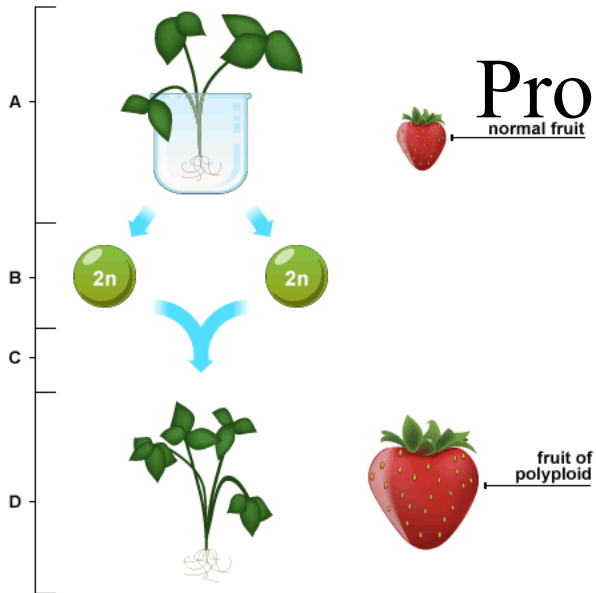
F₁

B73



Bahçe Bitkileri Islahı

Prof. Dr. Halit YETİŞİR



Islah Nedir?

Yetiştiricilik, genetik, biyoteknoloji, bitki koruma, gıda, istatistik ve diğer ilgili alanlardaki çalışma ve uygulamaları kullanarak bitkilerin genetik olarak geliştirilmesi **bilimi veya sanatına ıslah** denir.

Genetik esaslardan yararlanarak kültür bitkilerine yeni ve farklı özellikler kazandırma **bilim ve sanatıdır**.

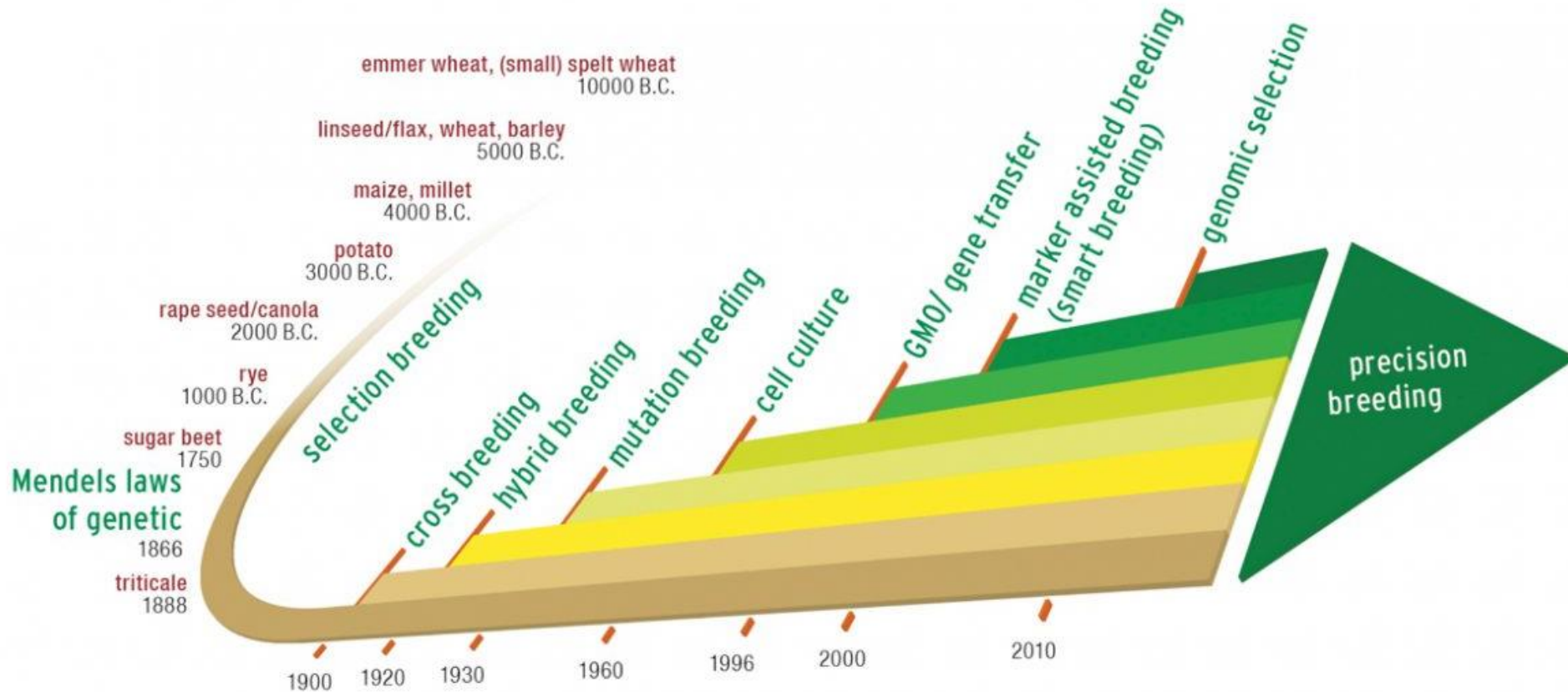
Islahın Amaçları

- ✊ Verim artışı (Fizyolojik, Toplam)
- ✊ Biyotik Stress koşullarına dayanıklılık/tolerans
- ✊ Abiyotik stress koşullarına tolerans/dayanıklılık
- ✊ Besin içeriğini ve kaliteyi iyileştirme
- ✊ Bitki habitüsünü düzenleme (kök ve toprak üstü)
- ✊ Kalite özelliklerini iyileştirme
- ✊ Bitki besin elementlerini kullanma etkinliği
- ✊ Su kullanma etkinliği
- ✊ Bitki yapısını iyileştirme
- ✊ Herbisitlere dayanıklılık
- ✊ Erkencilik/geçcilik
- ✊ Gençlik kısırlığını kısaltmak
- ✊ Bir örneklik
- ✊ Yola dayanım ve raf ömrü



Tarihi süreç

- Mendel öncesi 1900 öncesi
- Mendel dönemi 1900-1920
- Mendel sonrası dönem 1920-1950
- Modern bitki ıslahı dönemi 1950 sonrası



Mendel Öncesi

- Mezopotamya'da bitkilerin kültüre alınması (MÖ 9000-10000).
- Birçok önemli bitki türünün eski dünyada kültüre alınması (MÖ 3000).
- Birçok önemli bitki türünün yeni dünyada kültüre alınması (MÖ 1000).
- Babil'iler ve Asurların hurmada tozlama yapması (MÖ 700).
- Hücrenin varlığının duyurulması (Robert Hooke, 1665).
- Bitkilerde cinsiyetin ve melezleme ile yeni bireylerin üretilebileceğinin tespiti (Camerarius 1694).
- Thomas Fairchild'ın ilk sentetik melezi üretmesi (1719).
- Fransa'da ilk ıslah firmasının kurulması (1727).
- Linnaeus tarafından «Species Planetarium» un yayımlanması, taksonominin başlaması (1753).
- Birçok bitkide fertil melezlerin oluşturulması (Koelreuter, 1733-1806).
- Meyvelerde ilk melezlerin oluşturulması (Knight, 1800-1835).
- Buğday ve yulafta saf hat yöntemi ile ilk çeşitlerin geliştirilmesi (Shirref, 1819).
- Bezelyede dominans, resesif ve açılımın tespiti (Knight, 1823).
- Döl kontrolü yönteminin buğday, yulaf ve şeker pancarında iyileştirilmesi (De Vilmorin 1840-56).
- «Origin of species» basılması, kendileme, kısırlık ve resiprokal melezin ortaya konması (1859-89).
- Kalıtımın kurallarının ortaya konulması (her karakter bir faktör tarafından kontrol edilir). bezelye deneyleri (Mendel, 1865).
- Buğdayla çavdarın melezlenmesi ile Tritikalenin üretilmesi (Rimpf, 1890).

Mendel Dönemi

- Mendel kurallarının De Vries (Hollanda), Correns (Almanya) ve Tschermak (Avusturya) yeniden keşfedilmesi (1900).
- Teksel bitki seleksiyonunun iyileştirilerek geliştirilmesi (Nilson, 1900).
- Saf hat teorisinin ortaya konması; genotip, fenotip, saf hat kavramlarının oluşması (Johannsen, 1903).
- Populasyon denge kanununun tespit edilmesi (Hardy ve Weinberg 1908-1909).
- İlk dominant heterosis hipotezinin ortaya konulması (Devenport ve Shull , 1908-1909).
- Dominans hipotezinin geliştirilmesi (Bruce vd, 1910).
- Heterosis (melez gücü) kavramının ilk kez kullanılması (Shull, 1914).
- İlk ticari melez mısır çeşidinin sertifikasyonu (Jones, 1917).
- Tekrarlamalı seleksiyon ve sentetik çeşit kavramının oluşması (Hays vd. 1919).

Mendel Sonrası Dönem

- Kantitatif ve kalitatif karakterler arasında bağlantının ortaya konulması (Sax, 1923).
- *Nicotiana sanderae*'da ilk kendine kısırlığın rapor edilmesi (East ve Mangelsdorf, 1926).
- Pioneer Hi-bred Corn şirketinin kurulması (1926).
- Vavilov'un 8 birinci ve 3 ikincil gen merkezinin rapor edilmesi (1926).
- Meyve sineğinde X-ışını kullanılarak mutasyon oluşturulması (Muller, 1927).
- Turp ve Lahana arasında ilk türler arası melezin geliştirilmesi (Karpencheko, 1927).
- Arpada X-ışını ile mutasyon oluşturulması (Stadler, 1928).
- Mısırdaki ilk sitoplazmik erkek kısırlığının rapor edilmesi (Rhoades, 1933).
- Kolhisinin (güz çiğdeminden izole) keşfedilmesi (Dustin, 1934).
- Kendine döllen türlerde Tek Tohum Dölü (SSD) yönteminin geliştirilmesi (1939).
- Tekrarlamalı seleksiyon yönteminin tanımlanması (Jenkins, 1940).
- Kalıtsal materyallerin DNA olduğunun tespiti (Avey, MacLeod, McCarty, 1944).
- *Ac-Ds* transfer edilebilir elementlerin (transposable elements) keşfi (MacClintock, 1950).

Modern Islah dönemi

- Yulaf (Jensen, 1952) ve buğday (Borlaug, 1953) islahında çok hatlı (Multi-lines) sistemin ortaya konulması.
- Çift sarmal (Double Helical Structure) DNA yapısının tespiti (Watson ve Crick, 1953).
- Konukçu-Parazit arasında gene karşı gen (*gene to gene*) teorisinin rapor edilmesi (Flor, 1956).
- Verimli, yarı bodur buğday çeşitlerinin geliştirilmesi (green revolution) (Borlaug, 1964).
- Hindistan'da ilk melez pamuk çeşidinin geliştirilmesi (Patel, 1970).
- Yeşil Devrim'den dolayı Borlaug'a Nobel Ödülü verilmesi (1970).
- İlk rekombinant DNA teknolojisinin ortaya konması (Berg, Cohen, Boyer, 1970).
- CMS kullanılarak ilk melez pirinç çeşidinin geliştirilmesi (Ping vd. 1976).
- DNA markerlarının kullanılmaya başlaması (Botstein vd.1980)
- ABD ilk transgenik tütün bitkisinin geliştirilmesi (Fraley, 1983).
- ABD ilk transgenik pamuk çeşidinin geliştirilmesi (Monsanto, 1987).
- Hindistan'da GMS (genetik erkek kısırlık) kullanılarak ilk güvercin bezelyesinde ticari melez çeşidinin geliştirilmesi (ICRISAT, 1991).
- FlavrSavr transgenik domatesin geliştirilmesi (uzun raf ömrü) (1994).
- Bt-mısırların geliştirilmesi (1995).
- Glyphosate dayanıklı soya fasulyesinin geliştirilmesi (1996).
- Terminatör gen teknolojisinin duyurulması (Monsanto, 1997).
- Glyphosate dayanıklı buğdayın geliştirilmesi (Monsanto, 2004).
- Hindistan'da Bt-pamukların yetiştirilmesine izin verilmesi (2005).
- Genom düzenleme teknolojisinin (Crispr/Cas9) kullanılmaya başlaması (Church vd. 2012).

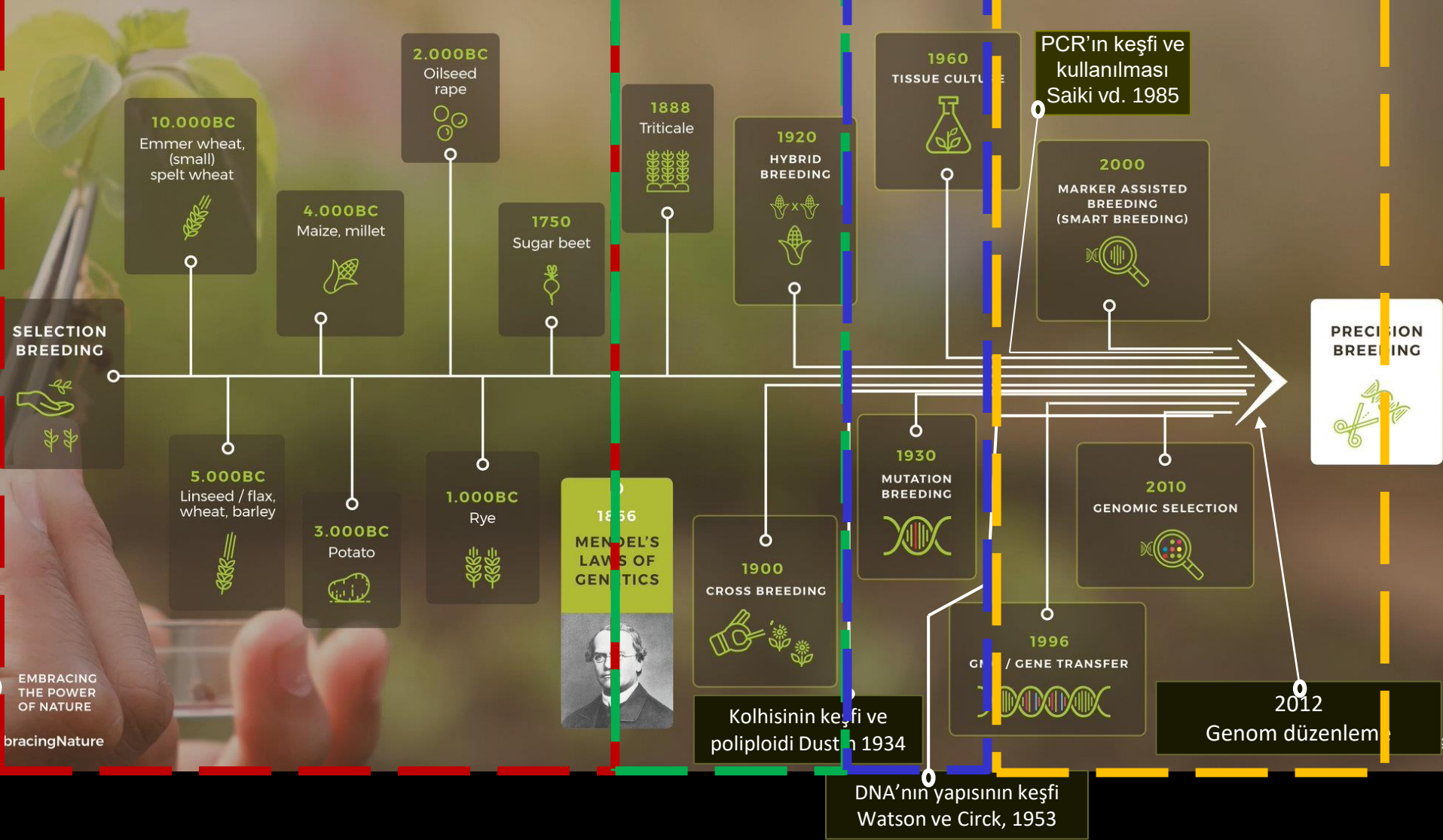
Mendel Öncesi

Mendel
Dönemi

Mendel
Sonrası

Modern İslah
Dönemi

Milestones in Plant Breeding



Islah Stratejisi

- Çalışacak ekip yetkin olmalı,
- Çalışılacak karakterler iyi tespit edilmeli,
- Karakterlerin genetiği iyi bilinmeli (dikey veya yatay),
- Çalışılacak türle ilgili piyasa dinamiği tespit edilmeli,
- Çalışılacak olan türün üreme yöntemi bilinmeli,
- Çalışılacak özellik açısından dünyada yapılan çalışmalar iyi bilinmeli,
- Uygun yöntemler belirlenmeli,
- Seçimlere mevcut popülasyonlardan ([yerel/güncel çeşitler vs.](#)) başlanmalı,
- Popülasyonlar yeterli büyüklükte olmalı,
- Denemeler multilokasyonlarda yapılmalı, tekerrürlü olmalı,
- Denemeler polikültür yapılan alanlarda yapılmalı,
- Çalışmalarda amaç dışı olan materyaller hemen uzaklaştırılmalı,
- Çalışılan karakterin dışındaki özelliklerde göz önünde tutulmalı,
- Alternatif planlamalar yapılmalı, alternatif yöntemler düşünülmeli,
- Rakiplerin çalışmaları dikkate alınmalı,



VaRyAsyoN (Çeşitlilik)

Farklılık (varyasyon): Doğal kaynaklı veya sentetik olabilir.

Varyasyonun sebepleri

1. Melezlemeler (rekombinasyonlar)

Kültür buğdaylarının gelişmesi (AA, BB, DD)

Fragaria virginiana x F. Chiloensis= F. ananassa

Küçük elmaların melezlenmesi ile büyük elmalar

Kırmızı lahana, lahana türlerinin kendi aralarında melezlenmesi ile

Verimli mısır çeşitleri farklı mısırların melezlenmesi ile ortaya çıkmıştır.

Turunçgiller ; citrus, fortunella, poncirus ve microcitrus cinslerine ait türlerin kendi aralarında melezlenmesi ile ortaya çıkmıştır.

Introgression: Bir türden az miktarda genin diğer türe aktarılmasına denir. Melez birey defalarca ana ebeveynle melezlenerek , baba ebeveyninden bazı özellikleri taşıyan daha çok anaya benzeyen bireyler elde edilir.

2. Mutasyonları (gen /kromozom) (arpa, lahana, fasulye, lale, krizantem, elma...)

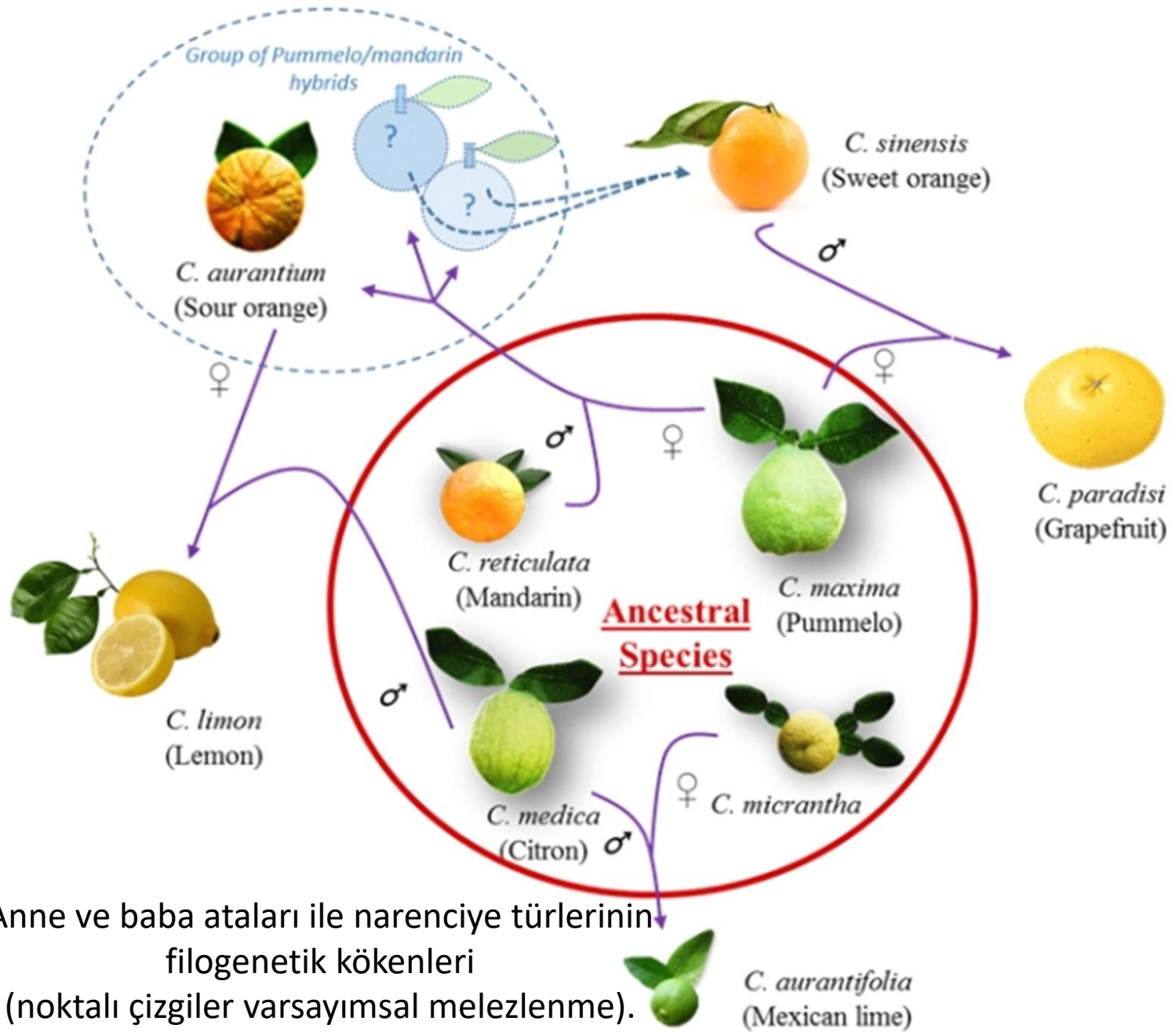
3. Trasformasyonlar (Transgenik bitkiler)

4. Poliploidi ($2n + 2n = 4n$)

5. Somatik melezlemeler (protoplast füzyonu)

6. Doğal ve yapay seleksiyon (İntroduksiyon)

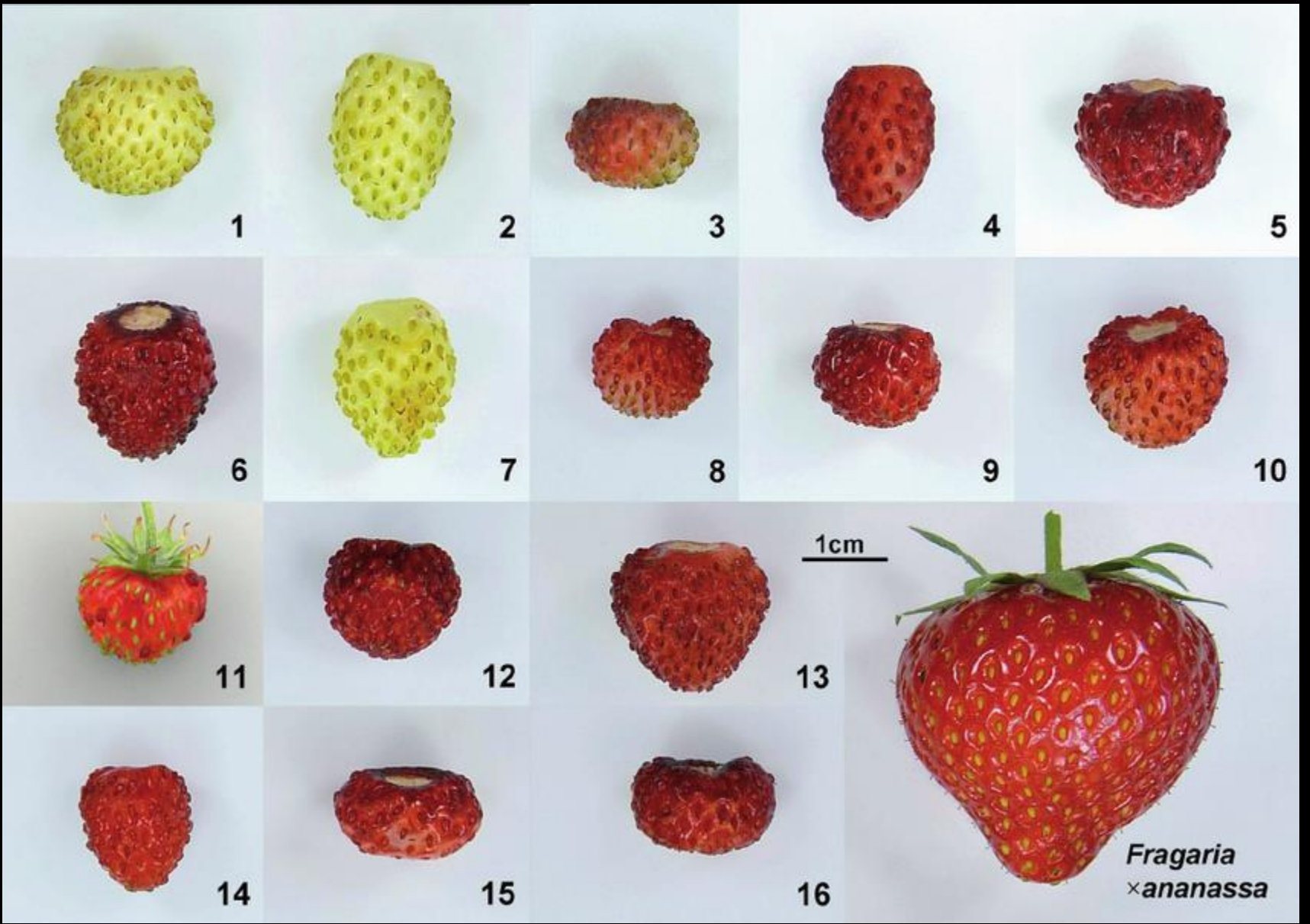
İslahçı üzerinde çalıştığı konu iyi bilmeli ve türü çok iyi tanımalıdır!!!



Anne ve baba ataları ile narenciye türlerinin
filogenetik kökenleri
(noktalı çizgiler varsayımsal melezlenme).







F. vesca (orman çileği) genotipleri (1-16) ve *F. x ananassa* (kültür çileği) çeşidi.



Verimde farklılık
Tane büyüklüğünde farklılık
Tane renginde farklılık
Tane şeklinde farklılık
Renk dağılımında farklılık
Besin içeriğinde farklılık
Kabuk kalınlığında farklılık
Stres koşullarına tepki.....

Poliploidi

1. Autoploidi: Bir türün genom sayısının katlanmasına Autoploidi veya Autopoliploidi denir.

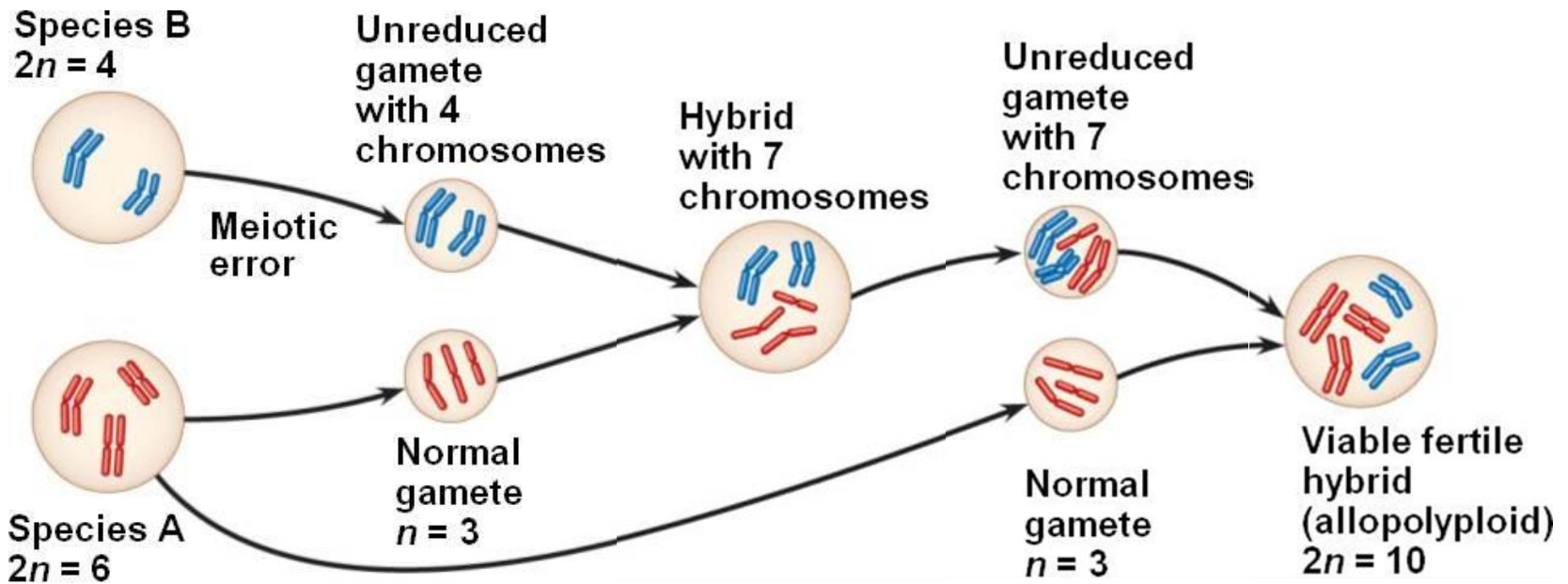
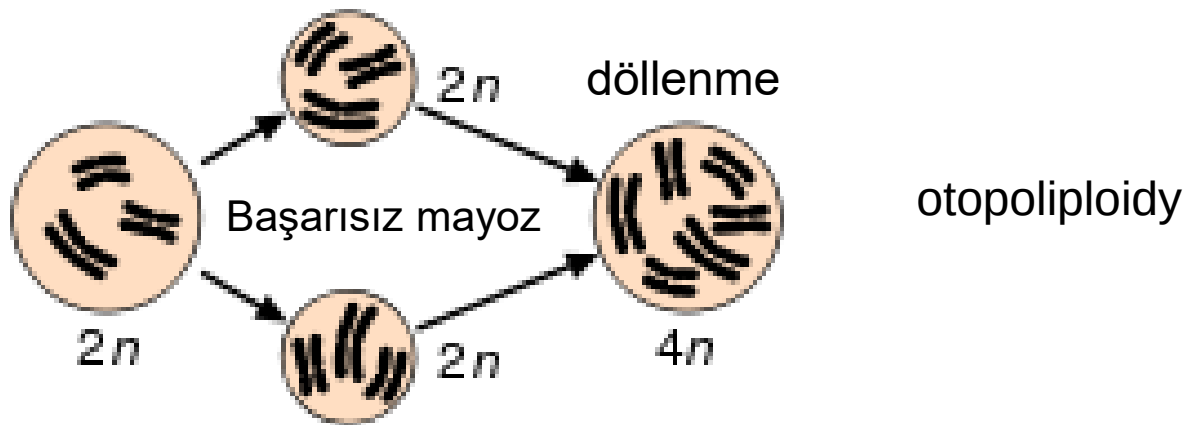
Autoploid bitkilerde 3 veya daha fazla genom bulunur. Bunların hücreleri daha büyük olur. Organların irileşmesi bazen kalite ve görünüşü olumlu etkileyebilir.

(Patates, çilek, ananas, vişne, üzüm, çay, yıldız çiçeği...)

Autoploidlerde fertilite azalır. Tohumları için üretilen autoploid bitki sayısı azdır. Bazı meyve ve süs bitkilerinde tohum oluşturmama istenebilir. Muz, bazı armutlar, bazı mandarin ve portakallar.

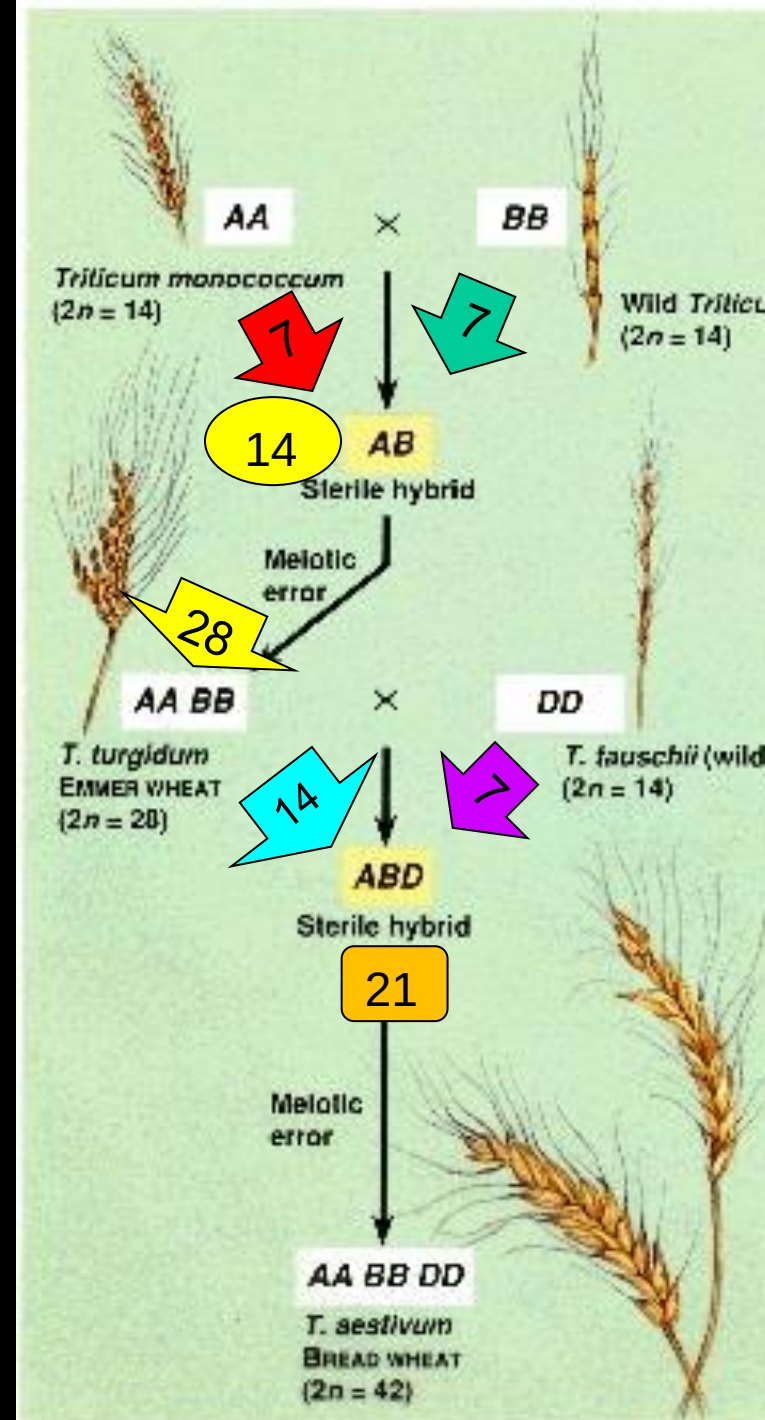
2. Allopoloidi: Farklı genom taşıyan iki türün aralarında melezlenmesi sonucunda kromozom sayılarının iki katına çıkması ile allopoloidler oluşur. Genellikle kısırdırlar. Ancak kromozom sayısının iki katına çıkması ile diploidleşme tekrar oluşturulmuş olur.

Kültürü yapılan bitkilerin %50'si allopoliploidtir. (Buğday, pamuk, tütün)



Allopolidy

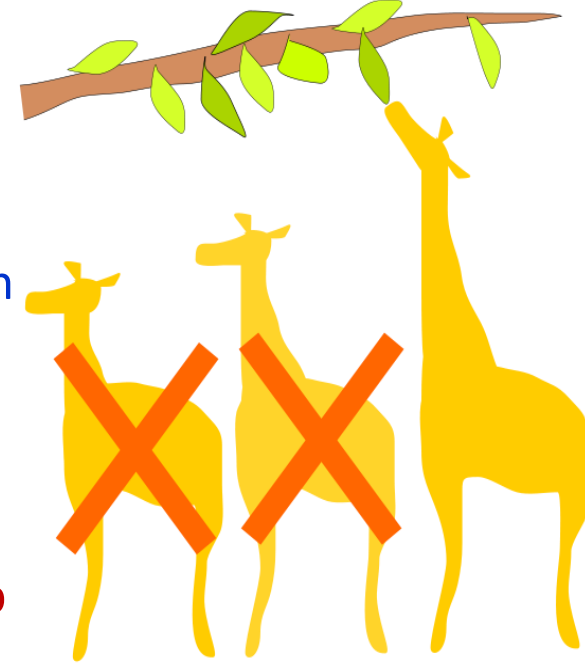
Allopolyploidy is important in the development of wheat.



Tür	Haploid kromozom sayısı	Kromozom sayısı	Ploidi seviyesi
Kültür Yulafı	7	42	6n
Yer Fıstığı	10	40	4n
Şeker Kamışı	10	80	8n
Muz	11	22, 33	2n, 3n
Patates	12	48	4n
Tütün	12	48	4n
Pamuk	13	52	4n
Bazı çilekler	7	70	10n
Elma	17	34, 51	2n, 3n

Doğada Varyasyon

- Doğada sürekli bir değişim vardır. Doğal şartlara adaptasyon sağlayan genotipler hayatlarına devam etmekte, uyum sağlayamayanlar ise kaybolmaktadır (doğal seleksiyon).
- Bir tür doğada ne kadar uzun kalırsa genotipler arasında farklılık o kadar artmaktadır. (Eğreltiler en yaşlı, varyasyon yüksek).
- Değişim hızı ve üreme yöntemi önemlidir. (Turunçgiller genç bir grup ancak mutasyon ve yabancı döllenme dolayısı ile farklılık çok, Fındık heterozigot bir yapıya sahip ancak vegetatif çoğaltıldığı için varyasyon az)
- Farklılıkların en yoğun olduğu bölgeler gen merkezleri (anavatan) dir.



Kültür Bitkileri ve Yabani Formları Arasındaki Farklar

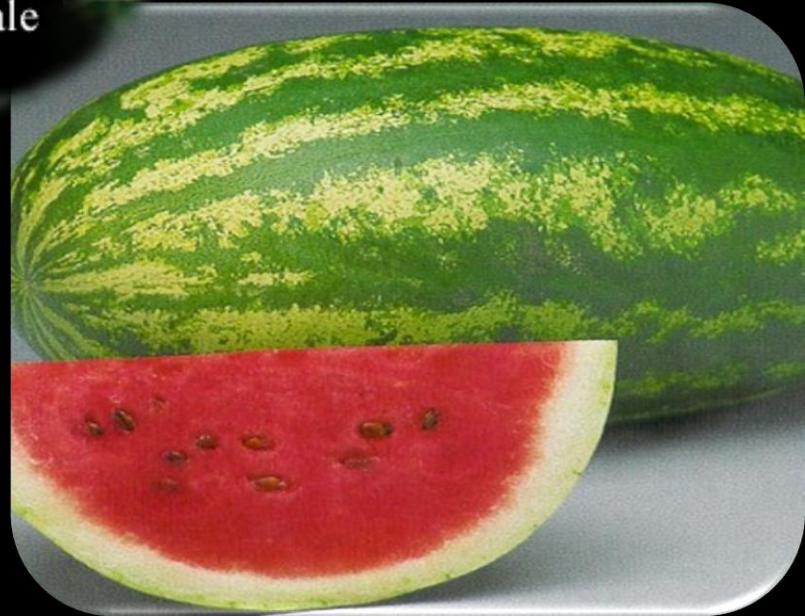
- 🌱 Yabani formların adaptasyon yetenekleri daha yüksektir
- 🌱 Yabani formların olumsuz şartlardan korunma yolları vardır (kütikula kalınlığı, dikenlilik/tüylülük, farklı kimyasalların üretimi)
- 🌱 Yabanilerde verimlilik düşüktür.
- 🌱 Tohum sayısı fazladır
- 🌱 Dormansi fazla, çimlenme düşük ve homojenlik yoktur.
- 🌱 Ürün kalitesi farklı, yabanilerde acılık (istenmeyen tat ve kokular)
- 🌱 Sekonder metabolit miktarı ve çeşitliliği daha fazladır.
- 🌱 Yabanilerde tohum çok çabuk dökülür
- 🌱 Yaşam süresi daha uzundur
- 🌱 Bitki organları daha küçüktür







Watermelon - female
flower



GEN MERKEZİ

- **Birincil gen merkezi (Primary center):** Bir türün ortaya çıktığı ve maksimum çeşitliliğe sahip olduğu coğrafi bölge.
- **İkincil gen merkezi (Secondary center):** Bir türün başka bir yere göç etmesi ve orada zaman içerisinde oluşan varyasyonlar (melezlenme ve mutasyonlar) ile çeşitliliğin olduğu bölge.
- **Endemik tür:** Sınırlı bir alanda ortaya çıkan ve kayda değer şekilde yayılmayan türler. Ters lale-Türkiye Güneydoğu Anadolu; Anadolu Galyölü- Türkiye Akdeniz ve Ege bölgeleri; *Gine darısı (Bracharia deflexa)*- Yeni Gine.
- **Yarı endemik türler:** Tanımlanmış bir bölgeden kaynaklanan ve sınırlı bir dağılıma alanına sahip olan tür. *Africa pirinci (Oryza glaberrima)*- Orta Nijer.
- **Monosentrik (tek merkezli) tür:** Tanımlanmış bir alandan kaynaklanan, geniş bir yayılma alanına sahip ikincil gen merkezi bulunmayan tür. *Kakao, yağ palmiyesi.*
- **Oligosentrik (çok merkezli) tür:** Tanımlanmış bir alandan kaynaklanan, geniş bir yayılma alanına sahip ikincil gen merkezi bulunan tür. *Arpa, Bezelye, nohut...*
- **Non-sentrik (merkezsiz) tür:** Geniş alanlarda kültüre alınması sonucu genetik orijini belli olmayan tür. *Fasulye, sorgum...*

Gen merkezleri (Vavilov)

- Çin (Zengin)
- Hindistan (Zengin)
- İndo-Malayan
- Orta Asya gen merkezi (çok zengin)
- Ortadoğu/Persian (Zengin)
- Akdeniz (Zengin)
- Abysinian (Etiyopya vs)/Afrika(zengin)
- Güney Amerika (Şili, Brezilya, Paraguay)
- Orta Amerika (Zengin)
- Avrupa gen merkezi (zayıf)
- Kuzey Amerika



Genetik kaynakların toplanması, korunması, karakterizasyonu ve değerlendirilmesi çok önemlidir!!!

Yerel çeşitlerin korunması önemlidir.

Örn:

Malus cinsi yoğun olarak Orta Asya gen mrkz.

Pistacia cinsi Türkmenistan, Afganistan, Hindistan arasında yayılmıştır.

Domates, patates, fasulye, pepino gibi sebzelerin ana vatanı Orta Amerika'dır.

Kavun, karpuz ve su kabağının gen merkezi Orta Afrika'dır

Türkiye'deki Mikro Gen Merkezi

- 🍅 **Trakya-Ege Bölgesi:** Ekmeklik ve makarnalık buğday, kavun, kolza, mercimek, nohut, kuşkonmaz, havuç, lüpen, üçgüler...
- 🍅 **Güney Doğu Anadolu Bölgesi:** Buğday, asma, sakız kabağı, kavun, karpuz, hıyar, fasulye, mercimek, nohut, bakla...
- 🍅 **Samsun-Amasya-Tokat:** Bazı meyveler, fasulye, baklagiller, yem bitkileri
- 🍅 **Kayseri ve civarı:** Elma, badem, armut, asma, mercimek, nohut, yonca, korunga...
- 🍅 **Ağrı ve civarı:** Elma, kayısı, vişne, kiraz, kavun, baklagil yem bitkiler

Türkiye genetik zenginlik	
Familya sayısı	154
Takson sayısı	11466
Tür sayısı	9753
Endemik tür sayısı	3035
Endemizm oranı	31,8

Gen Erozyonu

Genetik kaynakların farklı şekillerde ortadan kaybolmasına “gen erozyonu” denir.

➡ Sebepleri

-  Eski çeşitlerin yeni ıslah edilmiş çeşitlerle yer değiştirmesi ve eski çeşitlerin kaybolması
-  Islah programlarında belli özellikler üzerine yoğunlaşılması
-  Yeni alanların tarıma açılması sonucunda buradaki yerli türlerin kaybolması
-  Endüstrileşme ile tarım alanlarının daralması
-  Yabancı ot savaşı ile birçok otsu bitkinin öldürülmesi
-  Büyük orman yangınları gibi doğal afetler
-  Büyük barajlar gibi yapılarla bazı türlerin yetiştirme alanlarının ortadan kalkması
-  Meralarda aşırı ve bilinçsiz otlatma
-  İklim değişiklikleri

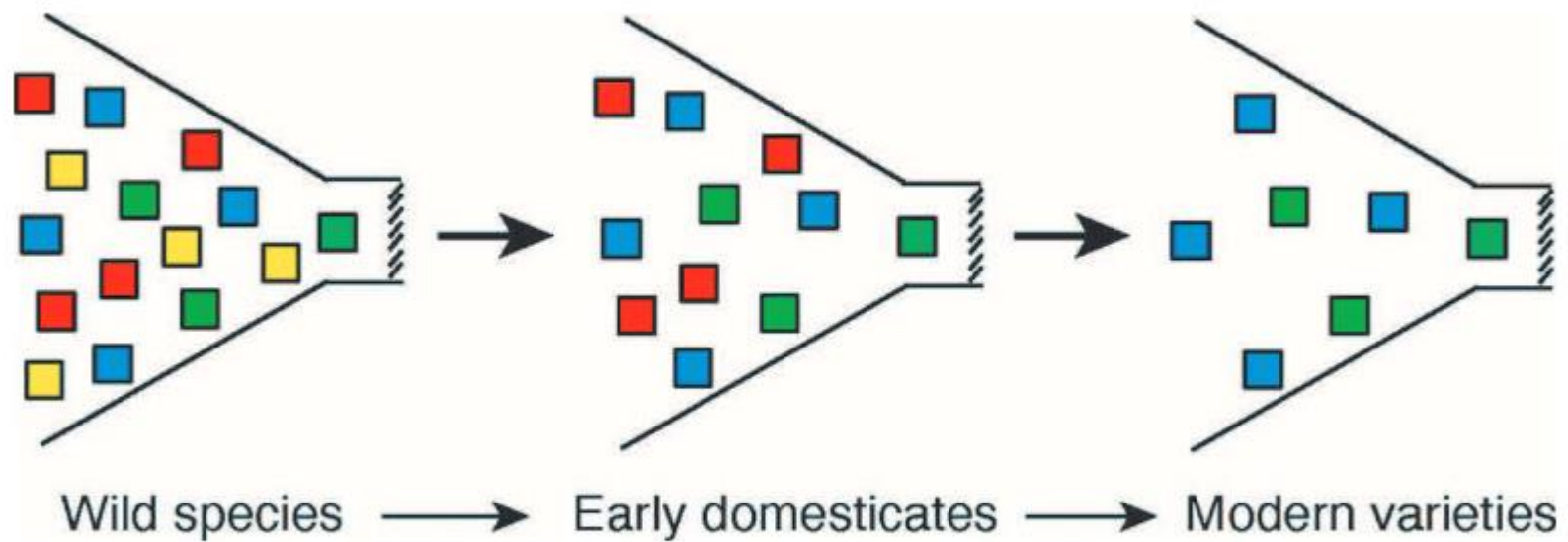
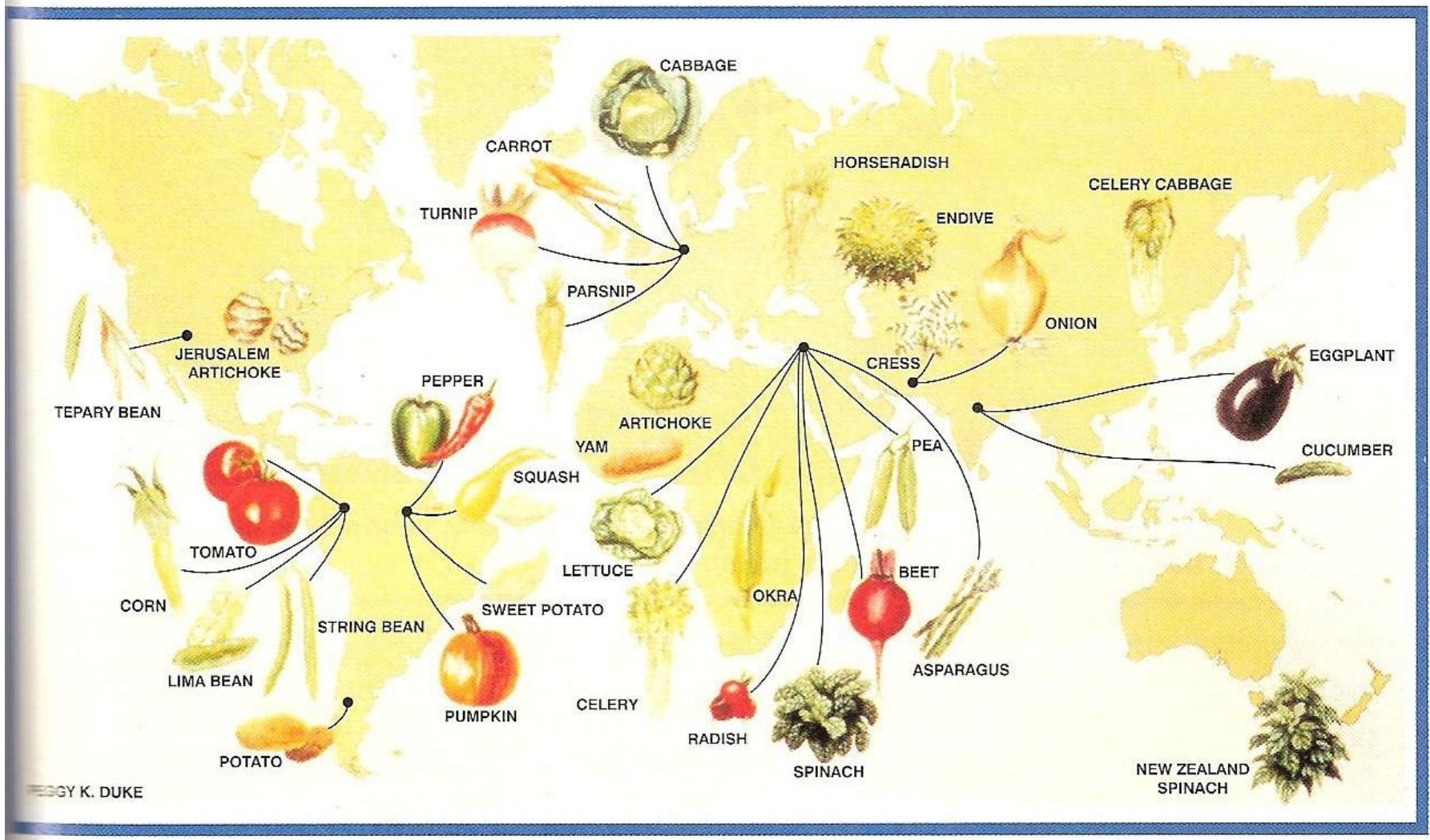


Figure 1: Loss of genetic diversity during crop domestication (from [4])

Consequences of domestication

Bazı Sebzelerin Gen Merkezleri

Schroeder et al., 2004



Genetik Kaynakların Korunması

IN SITU

Doğal alanlarında dinamik koruma

Biosfer rezervleri
(Yabani akrabalar)

Doğal Parklar
(Yabani akrabalar)

Gene sancturaies
(Genetik sit alanları)
(Yabani akrabalar ve Köy çeşitleri)

Çiftlikler
(Geleneksel çeşitler)
(*inter situ*)

EX SITU

Doğal alanlarının dışında statik koruma

Tarla/ Bahçe gen bankaları

Bitki (ağaç)
koleksiyonları

Arberatımlar
(Ağaç parkı)

Botanik
bahçeleri

Otsu bahçeler

Kapalı ortamlardaki
gen bankaları

Tohum gen bankaları

Doku kültürü gen bankaları

Derin dondurma -20 °C
Cryo-Bankalar (-196 °C)

Vegetatif organlar (6 ay - 5 yıl)
Kalem, çelik, yumru, soğan vs.
düşük sıcaklık (0-5 C) yüksek nem)

DNA bankaları

Gen Kaynaklarının Muhafazası



1. Canlı bitki olarak saklama

(Zor, pahalı ve risklidir. Birden fazla yerde saklanmalıdır)

Saklama yeri gen merkezi içerisinde ise **in stu**, dışında ise **ex stu** denir. İki lokasyonda yapılması tavsiye edilir.



Soğukta muhafaza



Kalem

(Uzun süreli saklanamaz, Elma-1 yıl, Armut-5 yıl, Turunçgiller 4-5 ay. Soğukta saklama anında ölümler veya mutasyonlar olabilir)



Tohum (özellikle tek yıllık bitkilerde en yaygın saklama yöntemi)

(Kısa, orta ve uzun dönemli saklanabilir. 4 °C kısa (2-6 yıl), 0, -5 °C orta (5-10 yıl) ve -20 °C uzun (100 yıl) dönemli saklama. Sıcaklık ve nem düşük olmalıdır.



Doku kültürü halinde saklama

Az yer kaplar, örnek değişimi kolay, doğa şartlarından fazla etkilenmez

Mutasyonlar olabilir, elektrik kesintisinde örnekler kaybedilebilir, enfeksiyon olabilir, teknik bilgi gerektirir maliyeti yüksektir.



Derin dondurularak saklama



Çiçek tozu şeklinde saklama

Çiçek tozları sıvı azot içinde saklanır, ihtiyaç duyulduğunda çözülür ve kullanılır. Çiçek tozları 0°C ve düşük nemde saklanabilir.

(Turunçgiller 3 yıl, elma 2-9 yıl, armut 2-6 yıl)



Kryopreservation: Sıvı azot içinde çok düşük sıcaklıkta muhafaza. (Kallus, çiçek tozu ve küçük tohumlar gibi organlarda yapılmaktadır).

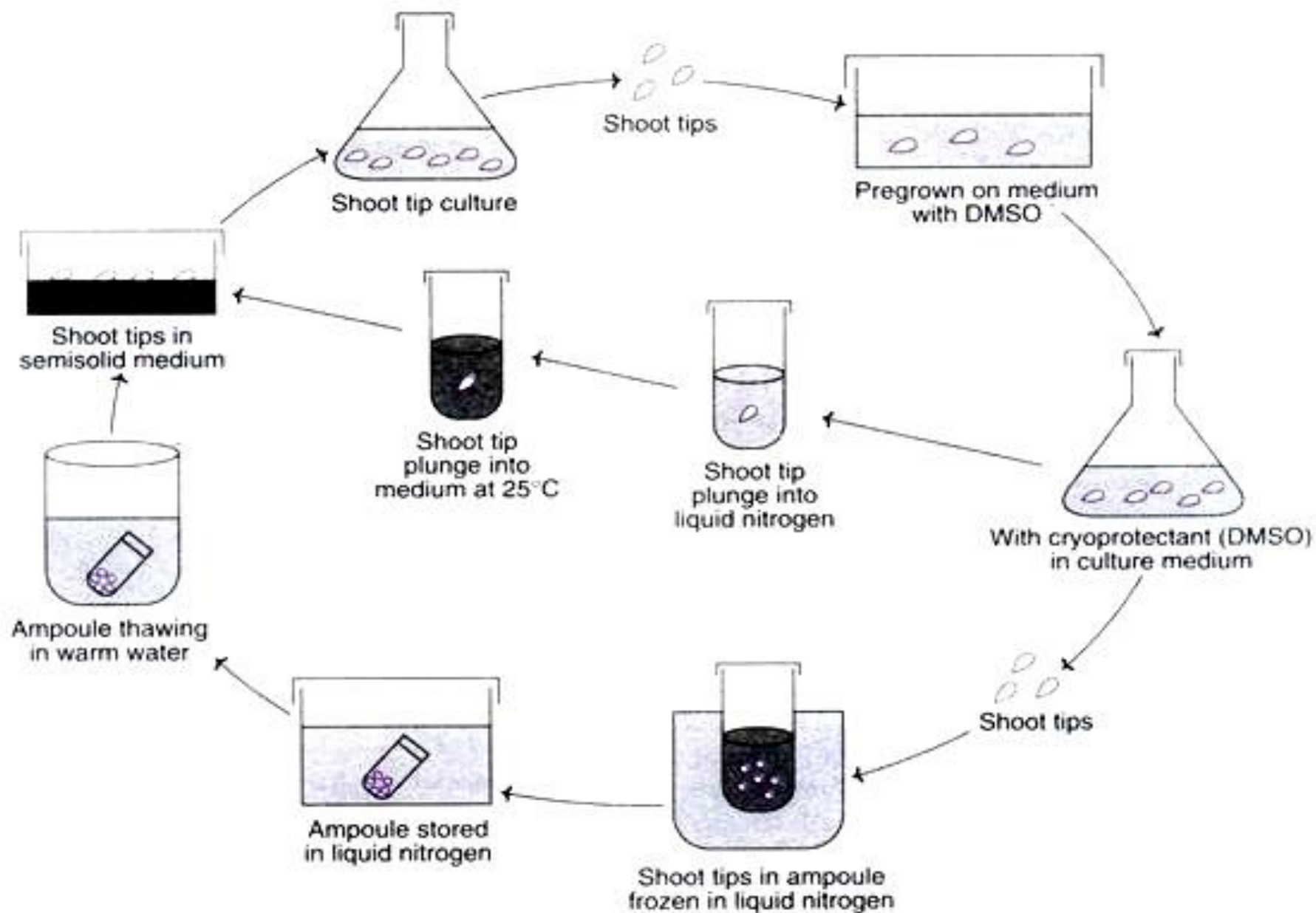


Fig. 48.1 : An outline of the protocol for cryopreservation of shoot tip (DMSO–Dimethyl sulfoxide).

Gen Bankaları

- **Ortodoks (orthodox) grup**
 - Tohum canlılığı süresi, düşen tohum nemi ile birlikte artar. Çok düşük (%5) neme kadar kurutulabilenler. *Birçok tahıllar, baklagiller, birçok sebze bu grup içindedir.*
- **Rekalsitrant (recalcitrant) grup**
 - Kurutulamayan genotipler, düşük nemi tolere edemeyenler. *Turunçgiller, avokado, kahve, kakao. Tohumları ve vegetatif bitki parçaları, çelik, kalem, soğan yumru vs*

Saklama Süresine Göre Genetik kaynakların Sınıflaması

- ✓ **Temel koleksiyonlar (base collection)**
 - ✓ Uzun dönem (20 yıl>) düşük nem ve eksi derecelerde (-18,-20) saklama. Bu koleksiyon ıslahçılara dağıtılmak amacı ile tutulmaz. Burası aktif koleksiyonların dublikasyonudur. Kryopreservasyonda burada yapılır.
- ✓ **Aktif koleksiyonlar (active collection)**
 - ✓ Orta vadeli (10-15 yıl) 0°C ve yaklaşık %8 nemde saklama. Yenileme, çoğaltma, değerlendirme ve dağıtım yapılır.
- ✓ **Çalışma koleksiyonları (working collection)**
 - ✓ Islahçı koleksiyonu. Detaylı karakterizasyon, testlemeler ve melezlemeler burada yapılır. 3-5 yıl 5-10 °C 'de %8-10 nemde saklanır.

Genetik Materyalin Islahta Kullanımı

1. Primer Gen Havuzu:

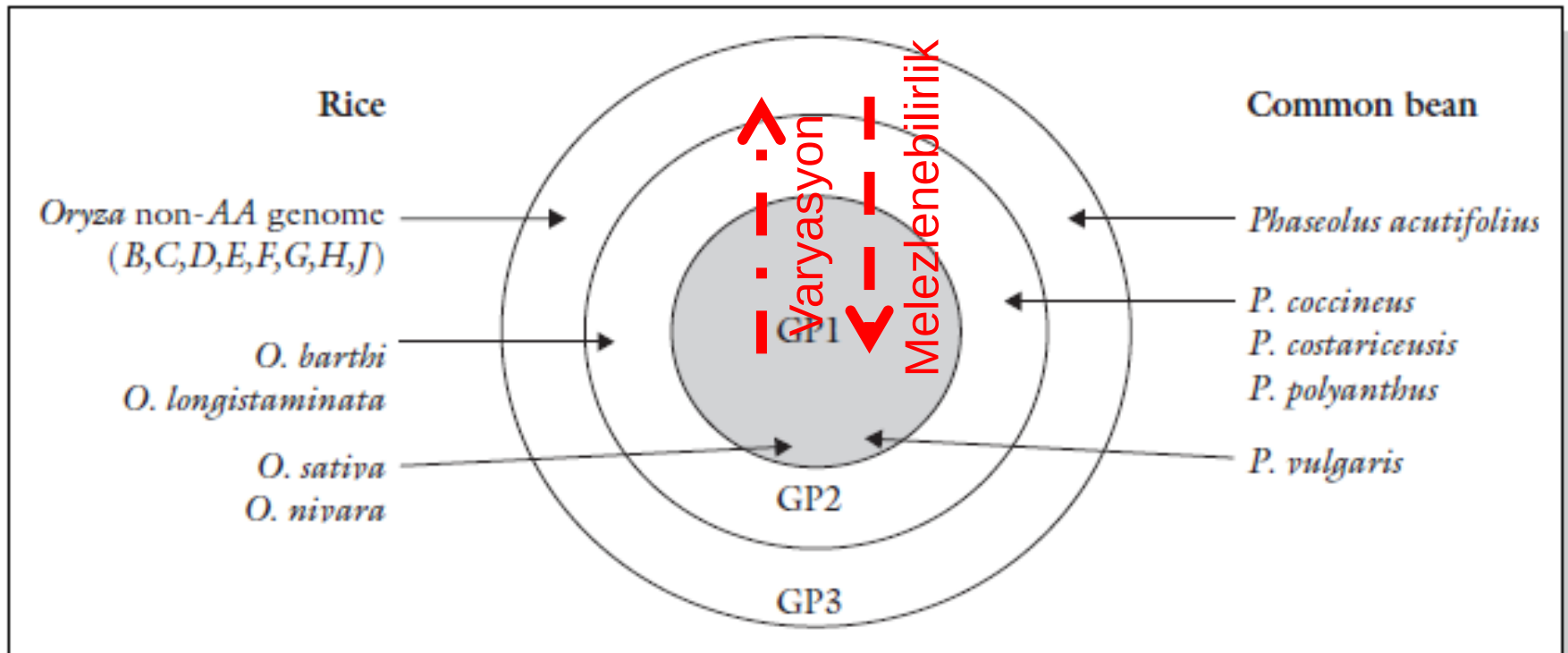
Bu grupta bulunan genotipler ticari çeşitler ile kolayca melezlenirler ve verimlidirler (fertil). Kültür bitkilerine karakter aktarmada sorun yaşanmaz. Genitör ve kültür bitkisi aynı türdendir.

2. Sekonder Gen Havuzu:

Genitör ile kültür bitkisi farklı türdendir. Melezleme sonucunda çok az tohum alınabilir. F_1 zayıftır ve kısırlık sorunu ortaya çıkabilir. Zorunlu hallerde kullanılır.

3. Tersiyer Gen Havuzu:

Bu gruptaki genotipler ile ticari çeşitler arasındaki normal yolla yapılan melezleme başarı olmaz. **Embriyo kültürü, doku kültürü** gibi teknikler ile başarılı olunabilir. Uzak melezler denir. Bu tip genetik materyaller seyrek kullanılır.



Crop gene pools.

Harlan proposed the crop gene pools to guide the germplasm use by plant breeders.

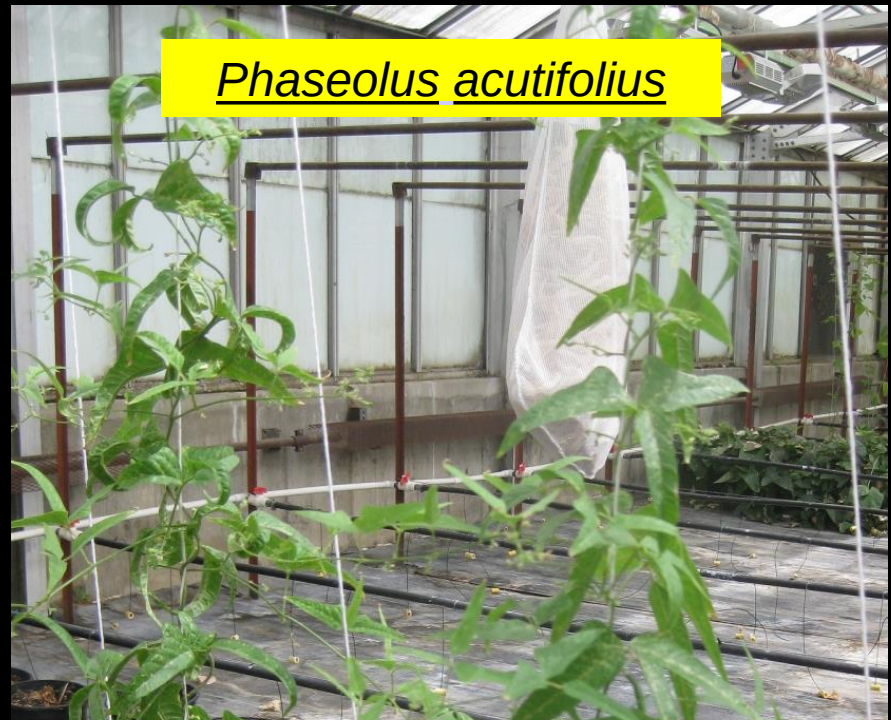
The number of species in each of the pools that plant breeders use varies among crops.

Harlan suggested that breeders first utilize the germplasm in GP1 and proceed outwards.

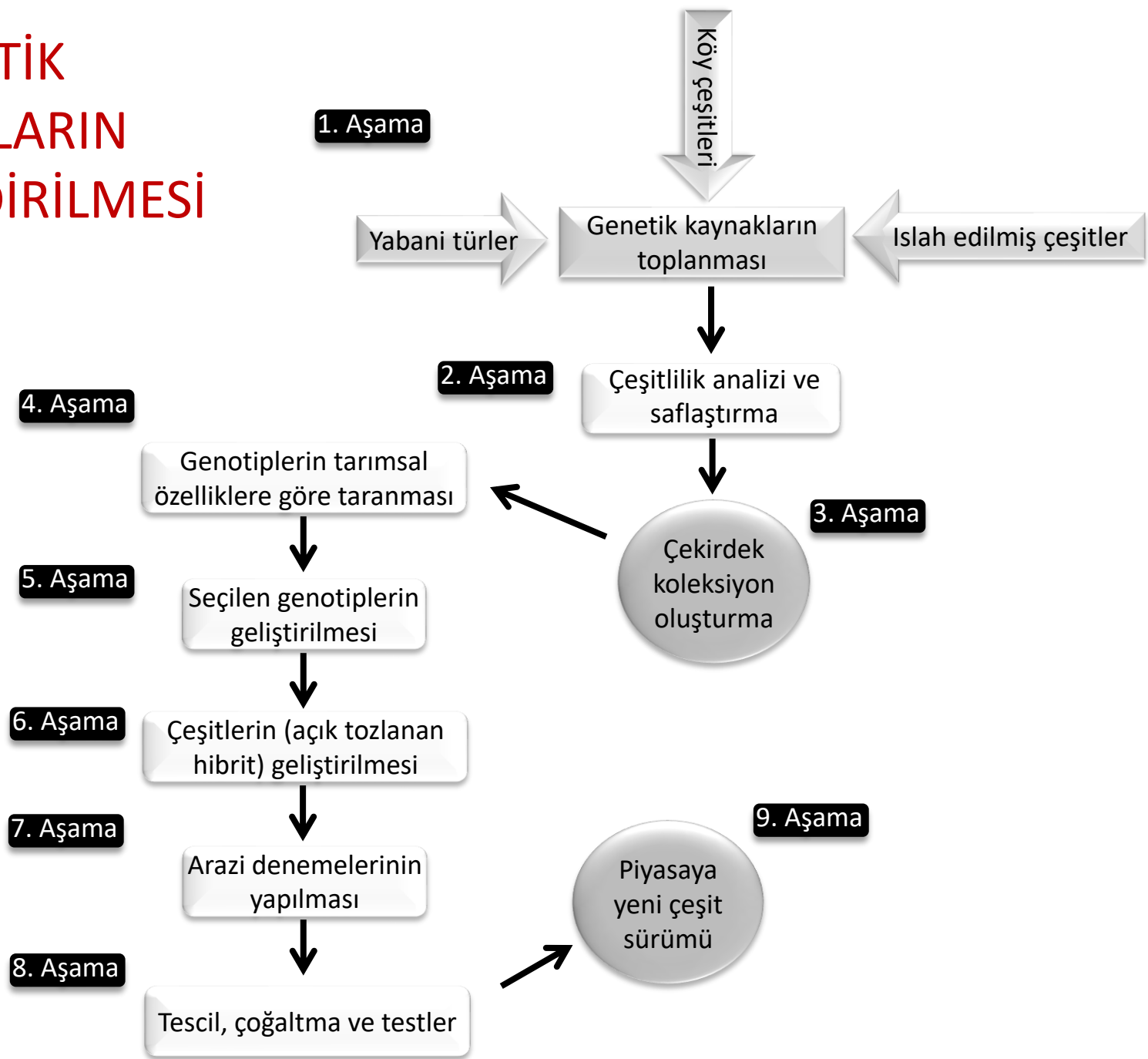
Phaseolus vulgaris



Phaseolus acutifolius



GENETİK KAYNAKLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ



Temel Genetik Kavramları (1)



Genotip: Bir bireyin genetik yapısıdır (*AA, Aa, aa*)



Fenotip: Bir bireyin dış görüntüsüdür (*beyaz, yeşil, uzun, kısa, buruşuk, düz vs.*)



DNA



Birinci derecede kalıtsal (genetik) bilgilerin taşıyıcısı



Binlerce genden oluşmaktadır



Gen



Gerçek kalıtsal bilgiyi taşır



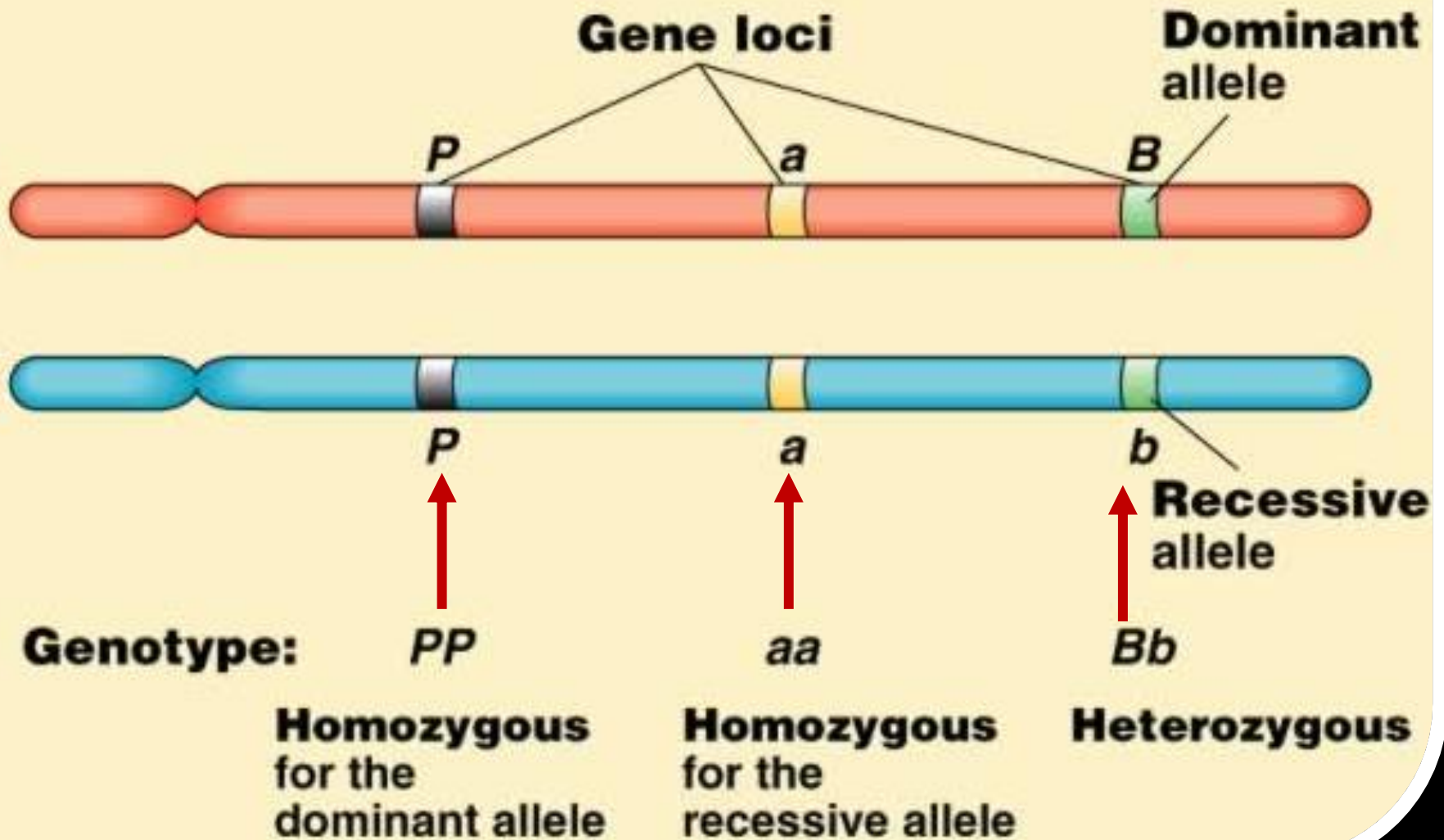
Allel olarak isimlendirilen birçok versiyonu vardır.



Lokus: Her homolog kromozomda her karakter için genin işgal ettiği yere denir.



Genitör (donör): Verici genotip



Temel Genetik Kavramları (2)

Dominance (Baskınlık): Bir alleldeki gen kopyaları farklı ve bireyin fenotipi sadece genin birisi tarafından belirleniyorsa bu gene baskın gen denir

Resesif (Çekiniklik): Bireyin fenotipine etki etmeyen diğer gene resesif gen denir.

Homozigot: Bir lokustaki allellerin ikisinin de aynı olma durumu (AA , aa)

Heterozigot: Bir lokustaki allellerin farklı olma durumu (aA , Aa)

Kalıtsallık (heritability): Bir organizmanın genlerinin fenotip üzerindeki etkisine denir. Çevreden etkilenebilir.

Penetrans: Bir genin fenotipe kendini yansıtırma oranıdır (8 °C'de albino, 19 °C'de yeşil bitki)

Ekspresivite: Bir genin fenotipe yansıma derecesidir (klorofilin düşük veya yüksek olması)

Saf hat: Kendine döllen (kendilenen) bitkilerde homozigot olan tek bir bitkinin döllerine denir.

Kendileme depresyonu (Inbreeding effect): Kendilemeler sonucunda bireylerin performans (verim kalite vs) kaybı.

Modifikasyon: Aynı saf hat içindeki farklılığa denir.

Sitoplazmik etki (maternal effect): Anne genomu tarafından yavrular üzerinde oluşturulan fenotipik etkiler.

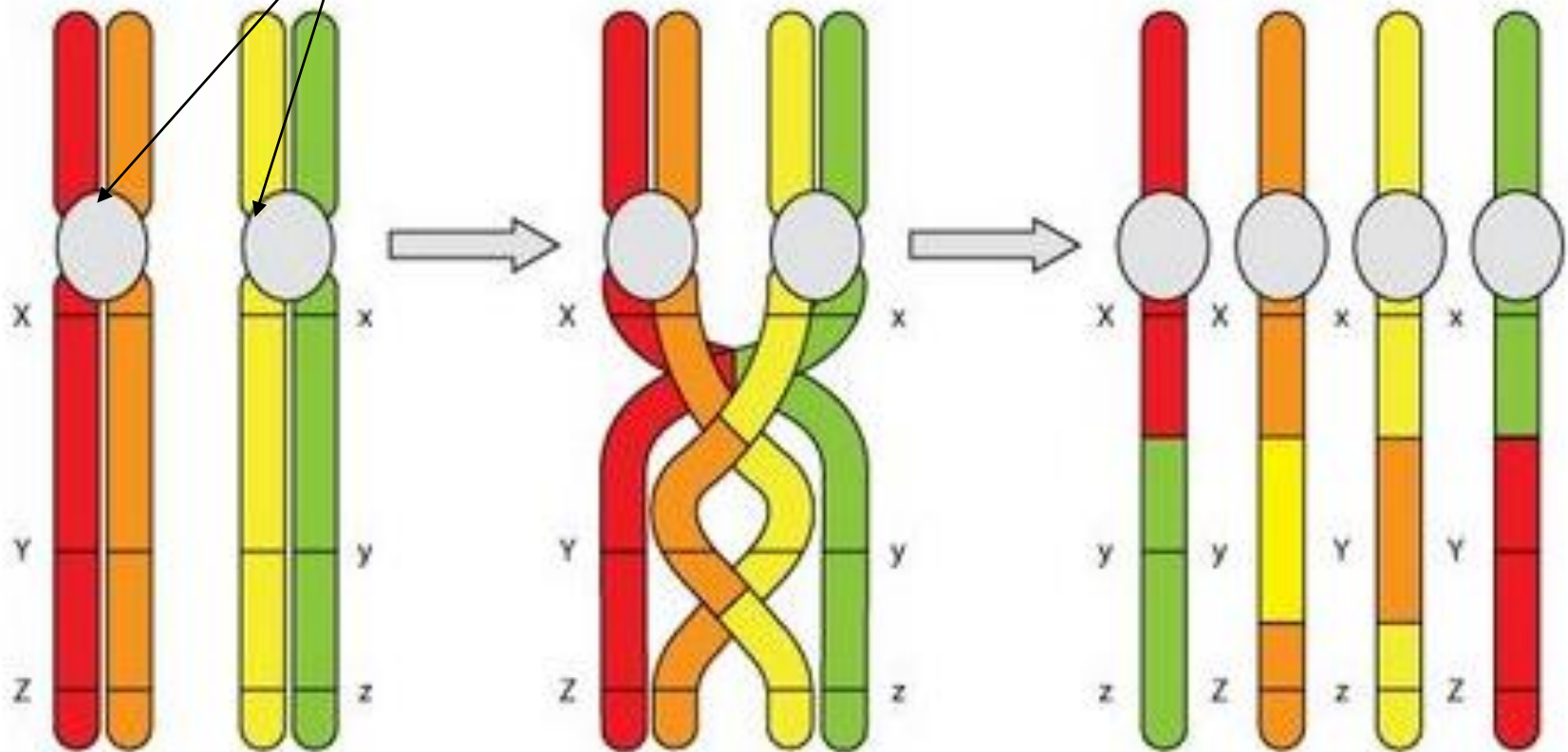
Döllerde fenotipik etki oluşturan faktörler yumurta sitoplazması yoluyla transfer edilir.

		pollen ♂	
		B	b
pistil ♀	B	BB	Bb
	b	Bb	bb

Temel Genetik Kavramları (3)

- **Kendine döllenme (self fertilization, otogam):** Bir bitkinin veya genotipin kendi polenleri ile tozlanıp döllenmesine denir (**AxA**).
- **Yabancı döllenme (cross-fertilization, allogam):** Bir genotipin başka bir genotipin polenleri ile tozlanıp döllenmesine denir (**AxB**).
- **Karma üreme sistemi:** Her iki döllenmenin görüldüğü türler.
- **Kleistogami:** Tozlanma ve döllenmenin, çiçek tomurcukları açılmadan meydana gelmesidir (fasulye, bezleye buğday..).
 - Tam (hepsi kapalı çiçekler)
 - Dimorfik (kapalı ve açık çiçekler beraber)
 - Uyarımlı (iklim koşullarından etkilenerek açık veya kapalı çiçek oluşumu)
- **Kasmogami:** Çiçeklerin tozlanma zamanında açık olmasıdır (kabak, karpuz...).
- **Linkage (bağlı) genler:** Aynı kromozom üzerinde olan genler arasında bağlantı vardır.
- **Krossing-over:** Mayoz bölünmenin **Profaz-I** evresinde homolog kromozomlar arasında gerçekleşen genetik parça değişimine verilen addır. Birbirine yakın genler arasında **krossig-over** oranı düşüktür. Bu değişim değişikliğe sebep olduğu için gamet sayısını ve dolayısı ile genotip sayısını arttırır.

Centromer



Temel Genetik Kavramları (3)

Çeşit tipleri:

Sentetik çeşitler: Genel kombinasyon yeteneği yüksek olan hatların karışımı ile meydana gelen çeşittir. 2-3 yıl yetiştirildikten sonra yenisi ile değiştirilir. Sentetik çeşitler, çok sayıda tek bitki, kendilenmiş hat, klon ya da yabancı tozlanan diğer populasyon tohumlarının karıştırılmasıyla elde edilen bir popülasyondur.

Açık tozlanan çeşitler: Doğal olarak yabancı tozlanma sonucu oluşan çeşitler.

1. Kendine tozlanan ve döllen (domates, fasulye, marul)
2. Yabancı tozlanıp döllen (Lahana, kavun ...)

Klon çeşitler: Vegetatif yolla çoğaltılan çeşitler (enginar, sarımsak, aşı ve çelikle çoğaltılan diğer türler)

Hibrit (Melez) çeşitler: Özel kombinasyon yeteneği iyi olan iki, üç veya dört saf hattın melezlenmesi ile elde edilen çeşitler

Tekli melez ($A \times B \Rightarrow F_1$)

Üçlü melez ($A \times B \Rightarrow F_1, F_1 \times C \Rightarrow F_1$)

Çift melez ($A \times B \Rightarrow F_1, C \times D \Rightarrow F_1; F_1 \times F_1 \Rightarrow F_1$)

Temel Genetik Kavramlar (5) (Bitkilerde Üreme)

■ Eşeyli üreme

- Dişi (yumurta hücresi) (n) ve erkek (polen) (n) gametin döllenme yolu ile zigotu (2n) ve dolayısı ile tohumu oluşturmaktadır.

– Gamet sayısı : 2^n

– Genotip sayısı: 3^n

(n = genotipte bulunan heterozigot allel sayısı)

Ör: İki allel çifti bulunan bir bitkide (Aa ve Bb)

Gamet sayısı: $2^2 = 4$

Genotip sayısı: $3^2 = 9$

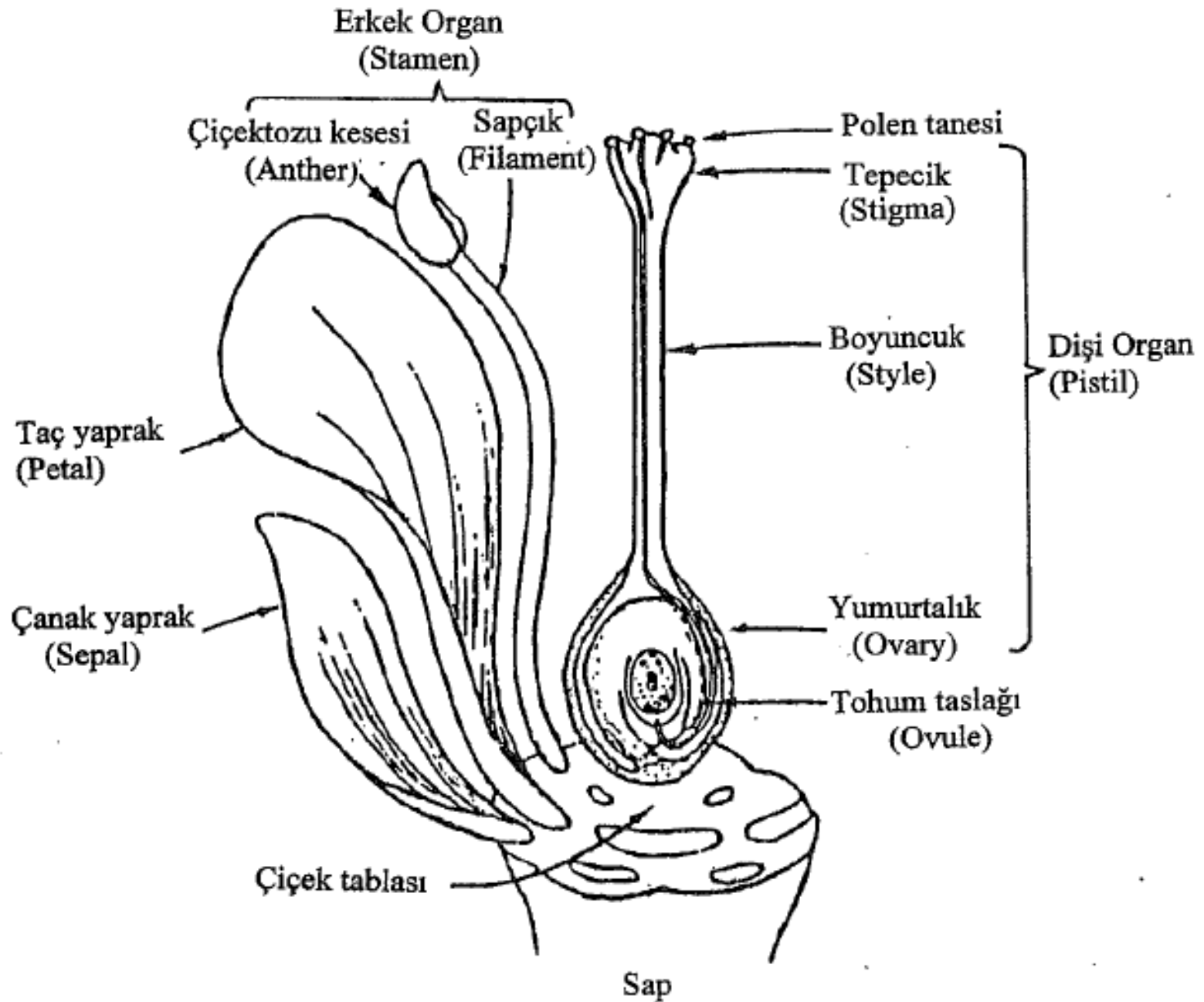
♂ \ ♀	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB*	AABb*	aABB*	aAbB*
Ab	AABb	AAbb*	aABb	aAbb
aB	AaBB	Aabb*	aaBB*	aabB*
ab	AaBb	Aabb*	aaBb	aabb*

(Punnet Karesi)

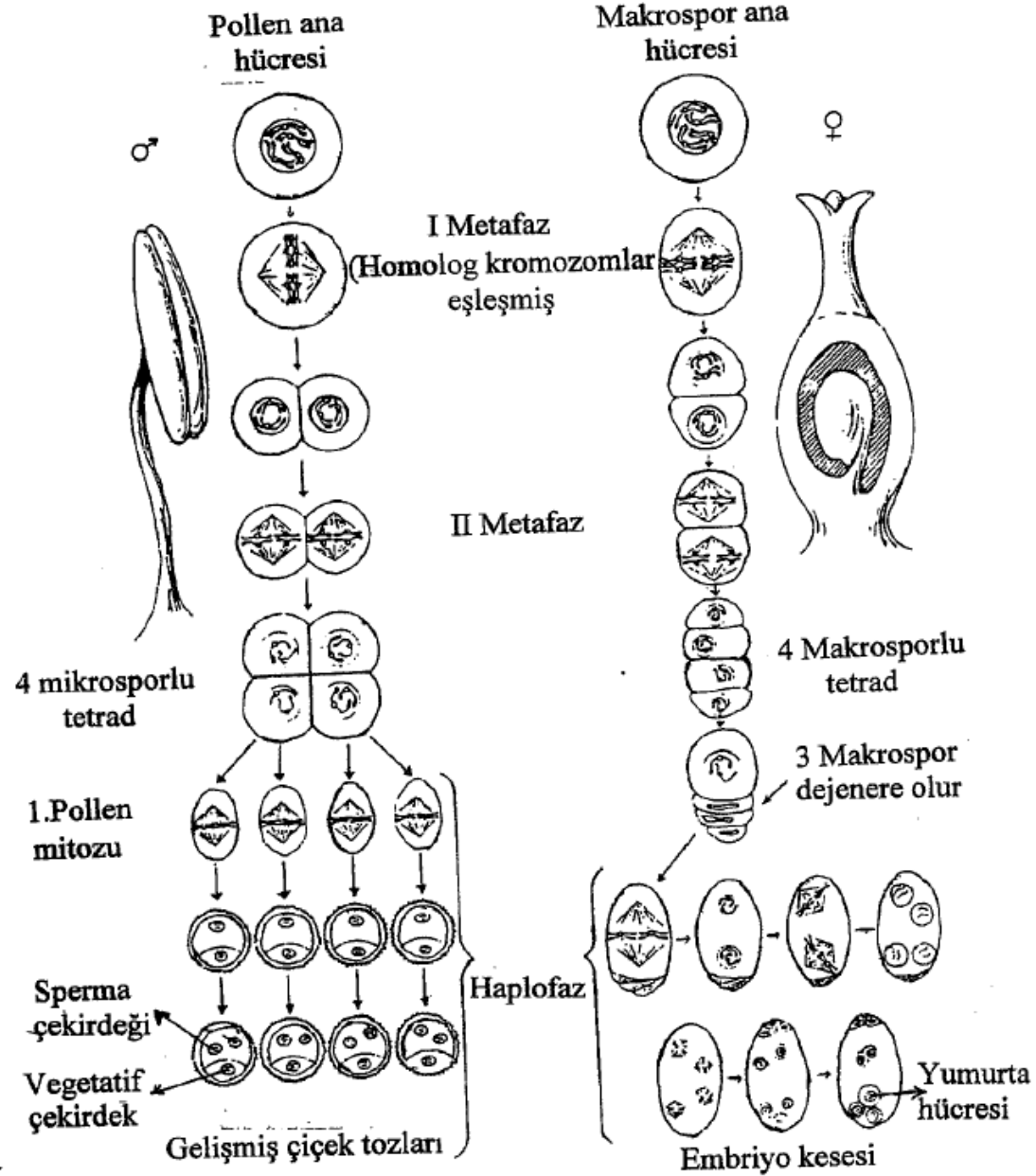
■ Eşeysiz üreme

1. Somatik dokular ile üreme (çelik, yumru, soğan dip sürgünü, aşı gözü, meristem ve sürgün ucu kültürü)

2. Apomiksis: Döllenme olmadan tohum oluşumu



Mikrospor ana hücresi Megaspor ana hücresi



Bitkilerde Polen ve Embriyo Kesesi Oluşumu

Temel Genetik Kavramlar (6)

- **Genetik kaynak:** İslahçıların ihtiyaç duyduğu genlerin sağlandığı popülasyon, yabani türler, bunların geçiş formları, yerel çeşitler ve ticari çeşitlerin bulunduğu kaynaktır.
- **Gen Bankası:** Genetik kaynakların korunması amacı ile oluşturulan yerlere denir.
- **Elit tohumluk:** Yeni veya geçmişte ıslah edilmiş, usulüne uygun olarak safiyetini muhafaza ve devam ettirilen, doğrudan ıslahçı tarafından kontrol edilen, orijinal tohumluğun başlangıcı ve diğer sınıftaki tohumlukların kaynağını oluşturan tohumluktur.
- **Orijinal tohumluk:** Elit tohumluktan veya kendinden üretilen, çeşit saflığını ve sağlığını devam ettiren, araştırma, ıslah ve deneme kuruluşlarında veya kuruluşların denetiminde yetiştirilen tohumluktur.
- **Sertifikalı tohumluk:** Orijinal tohumluktan veya kendisinden elde edilen, çeşit safiyetini ve sağlığını devam ettiren tohumluktur. Tarımsal üretimde kullanılacak veya üreticiye dağıtılacak/satılacak tohumluk , sertifikalı kademede olmak zorundadır.
- **Çeşit:** Bir ıslah yöntemi ile geliştirilen, kendine özgü özellikleri ile diğerlerinden ayrılan ve tescil edilerek üretime alınan bir genotiptir.

Yabancı Döllenmeyi Yönlendiren Mekanizmalar

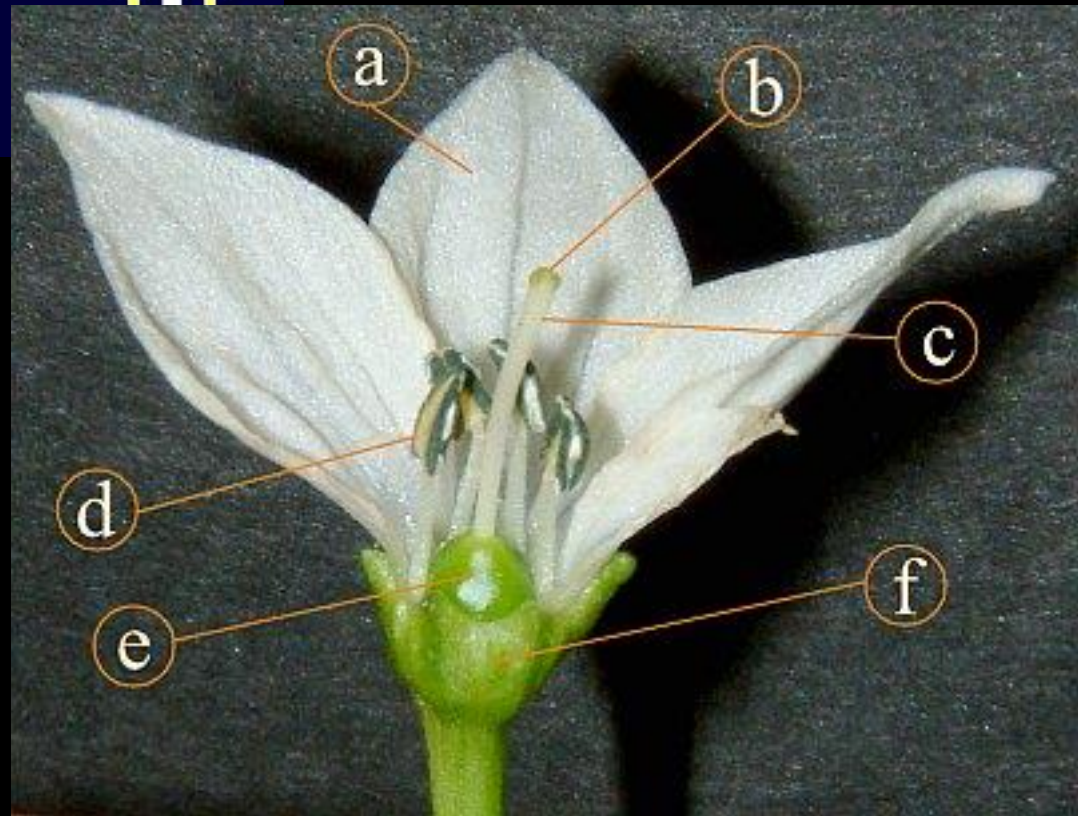
• Morfolojik mekanizmalar

- İki evciklilik (*Diocie*): Erkek ve dişi bireylerin farklı olma durumu (Antep fıstığı, incir, kuşkonmaz, ıspanak, hurma, kenevir)
- Tek evciklilik (*Monocie*): Erkek ve dişi çiçekler aynı bitki üzerinde farklı yerlerde olma durumu (Mısır, kavun, karpuz, ceviz, fındık...)
- Heteromorfi: Erkek ve dişi organların aynı çiçekte olmasına rağmen uzunluk farkından dolayı veya dişicik borusunun dar olmasından dolayı kendini dölleyememe durumu

• Fizyolojik mekanizmalar

- Dişi veya erkek organların olgunlaşma zamanlarının farklı olmasından dolayı yabancı döllenme durumu.
- Dichogamy
 - İntrafloral dikogami: Aynı çiçekte farklı zamanda olgunlaşma (erdişi çiçek)
 - İnterfloral dikogami: Farklı çiçeklerde farklı zamanda olgunlaşma (Monoik, dioik vs.)
- Protoandry: Erkek önce ♂ ♀
- Protogynie: Dişi önce ♀ ♂

Pepper:





MONOECIOUS
MATING SYSTEM



Monoecious





DIOECIOUS MATING SYSTEM



Female
wip1
acs11

×



Male
WIP1/wip1
acs11

Yabancı Döllenmeyi Yönlendiren Mekanizmalar

- Genetik mekanizmalar

- Kendine uyumsuzluk (Kendine uyumsuzluk bir dizi S allel dizini tarafından belirlenir)

- **Gametofitik:** Aynı alleli taşıyan polen o genotipi dölleyemez. ($S_1S_2 \times S_1S_2$ kısır). Polen tüpünün gelişmesi dişiçik borusu içinde engellenir.
 - **Sporofitik:** Aynı alleller var ise polen hiç çimlenemez.

- Erkek kısırlığı (polen kısırlığı): Polen üretilmemesi durumudur.

- Polen oluşumu yoktur
 - Çiçekte stamenler bulunmaz
 - Polenler normal fakat anterler patlamaz.
 - Polende porlar bulunmadığı için çimlenemez
 - Çim tüplerinin oluşmaması....

- Polen kısırlığına doğada rastlanma şekilleri

- Genetik erkek kısırlığı
 - Genetik –Sitoplazmik erkek kısırlığı
 - Sitoplazmik erkek kısırlığı

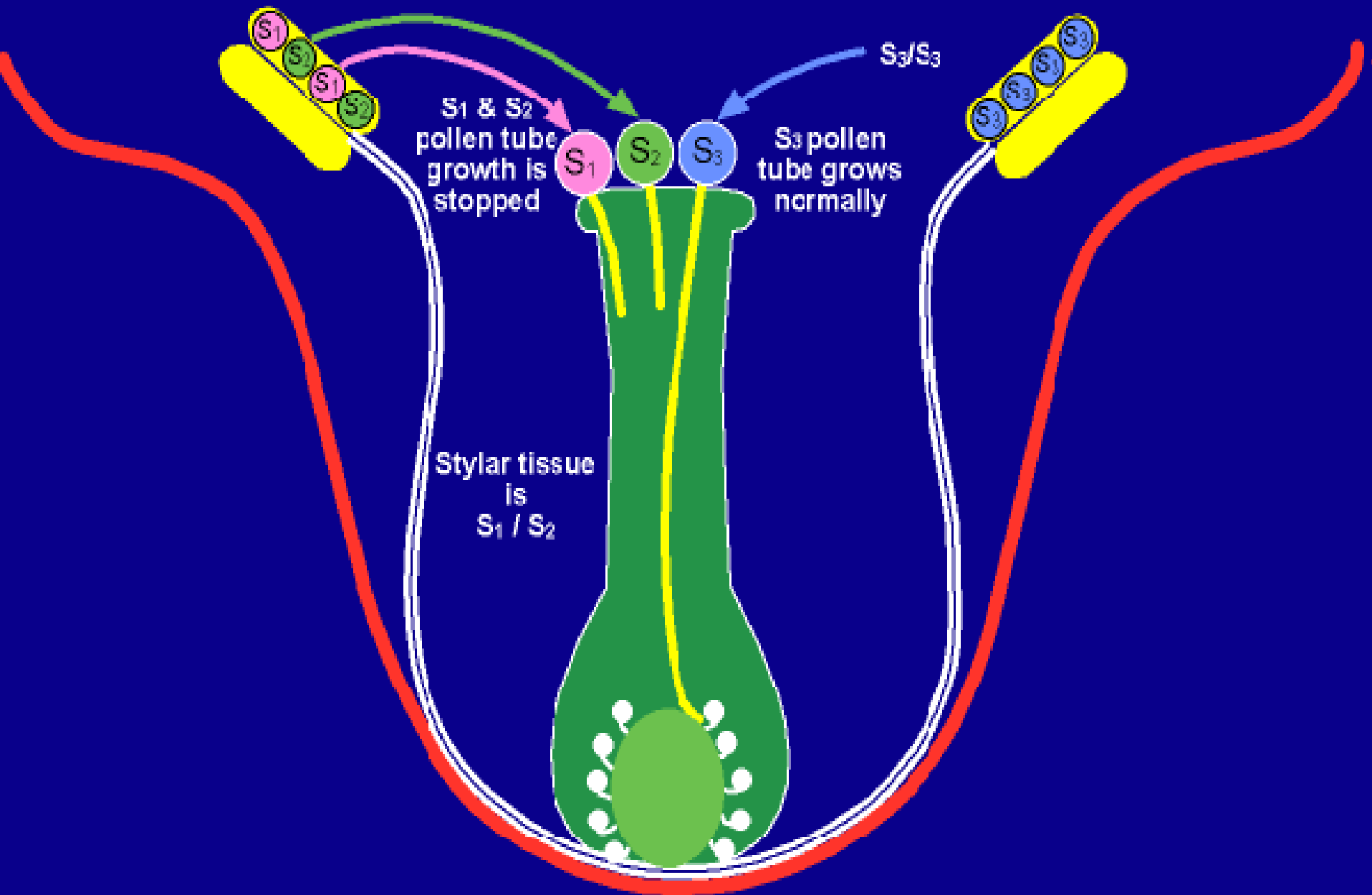
Uyumsuzluğun Ortadan Kaldırılması

1. X ışınları, P^{32} , Kimyasal mutajenler
2. Stigma yüzeyini kesip atma k
3. Engelleyici maddeler oluşmadan tozlaşma yapmak
4. Sıcaklığı manipüle etmek

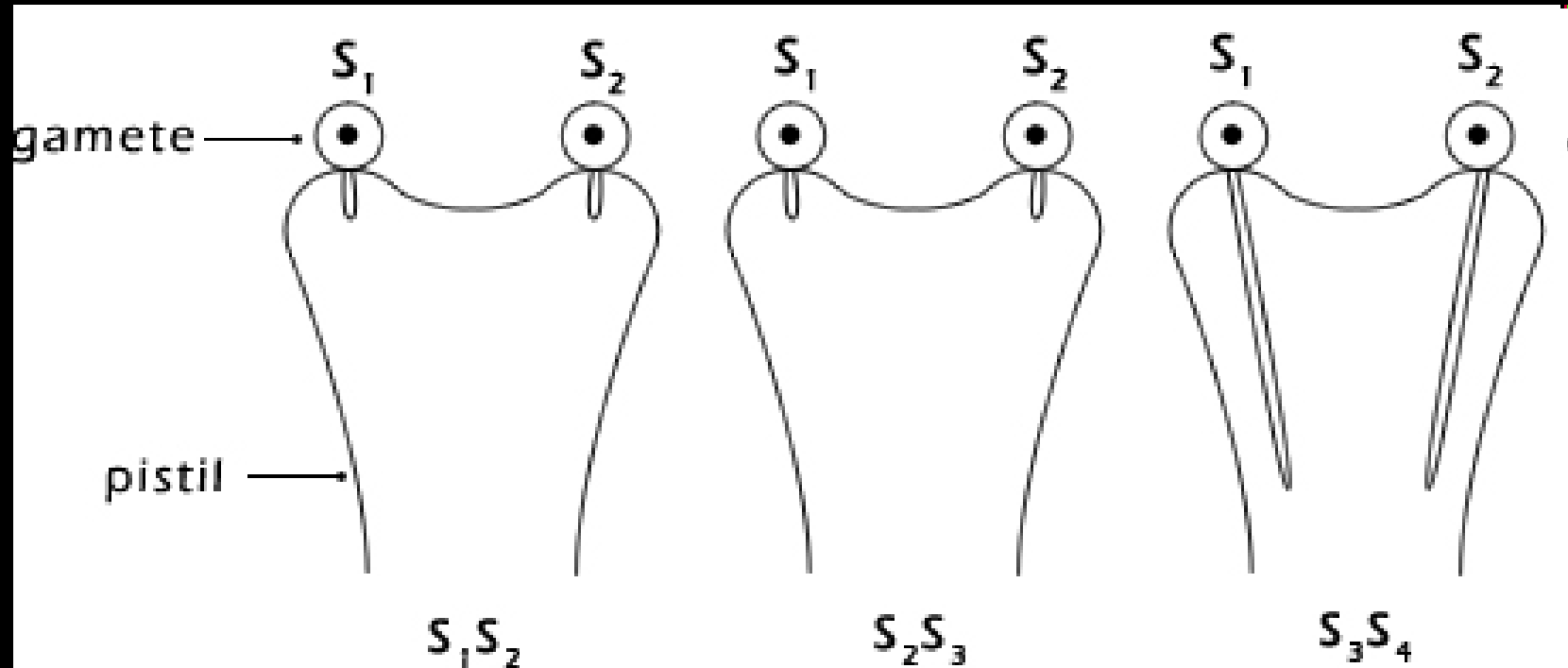
Çevreye Duyarlı Genik Erkek Kısırlığın Rapor Edildiği Bazı Türler

Tür	Sıcaklık	Fotoperiyot	Sıcaklık + Fotoperiyot
Biber	+	-	-
Lahana	+	-	-
Mısır	+	-	-
Domates	+	+	+
Buğday	+	+	-
Arpa	+	+	-
Bakla	+	+	-
Cucurbita türleri	+	-	-
Çeltik	+	-	+
Susam	-	-	+
Sorgum	-	+	-
Kolza	+	-	-
Buğday	Toprakta Cu, B, ve Mo eksikliğine duyarlılık		
Mısır, Arpa, Yulaf ve Ayçiçeği	Toprakta Cu eksikliğine duyarlılık		

GAMETOPHYTIC SELF-INCOMPATIBILITY



$S_2 > S_1$

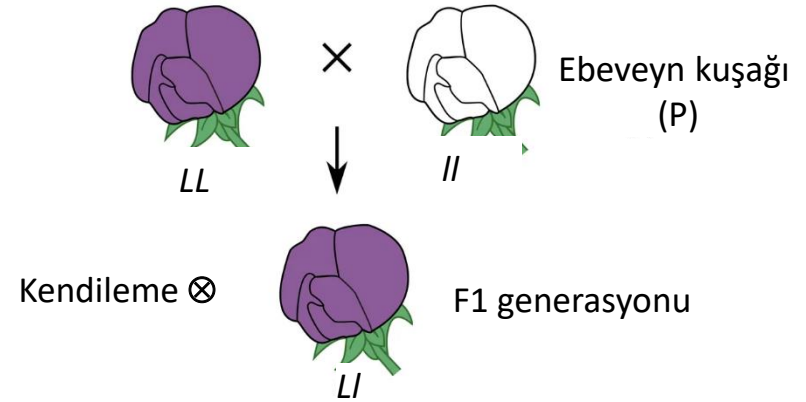


Sporophytic Self Incompatibility

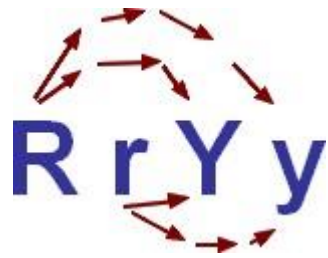
Mendel Kanunları (1822-1884)

- Mendel 1856-1863 yılları arasında bezelyelerde yaptığı çalışmaları 1865 yılında *Society of Natural Science* dergisinde yayınladı.
- 1900'lü yıllara kadar çok dikkat çekmedi.
- Hugo de Vries, Carl Correns ve Eric Von Tschermak tarafından Mendel'in sonuçlarını doğrulayan sonuçlar alınmıştır.
- Mendel'in bezelyede yaptığı melezleme çalışmalarının sonuçları **Mendel Kanunları** olarak açıklanmıştır.
- **Dominantlık kanunu:** Allelin birisinin diğeri tarafından maskelenmesi durumudur.
 - Ör: Lila çiçek rengi (AA veya Aa) beyaz çiçek rengine dominanttır. Heterozigot genotipte dominant allelin fenotipi gözlenir.
- **Eşit ayrılma (dağılım) kanunu:** Bir karakterin özelliğinden sorumlu olan alleller (Aa $\Rightarrow$ A ve a) gamet hücrelerinde eşit olarak ayrılırlar.
- **Bağımsızlık kanunu:** Bir karakterden sorumlu olan gen, başka bir karakteri kontrol eden genden bağımsız olarak kalıtılır.
 - Ör: Tohum renginden sorumlu olan Y/y ve tohum şeklinden sorumlu olan R/r genlerinin dağılımı birbirinden bağımsızdır.

Monohibrit Melezleme



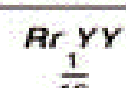
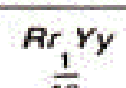
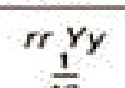
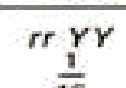
		Polen		
		L	l	
Yumurta hücresi	L	 LL	 Ll	F2 generasyonu
	l	 Ll	 ll	



Heterozigot yapıdaki yuvarlak sarı bezelye kendilenirse RrYy x RrYy (Dihibrit Melezleme)

Oluşacak Gametler

RY
Ry
rY
ry

		♂ gametes			
		$\begin{matrix} RY \\ \frac{1}{4} \end{matrix}$	$\begin{matrix} Ry \\ \frac{1}{4} \end{matrix}$	$\begin{matrix} ry \\ \frac{1}{4} \end{matrix}$	$\begin{matrix} rY \\ \frac{1}{4} \end{matrix}$
♀ gametes	$\begin{matrix} RY \\ \frac{1}{4} \end{matrix}$	$\begin{matrix} RRYY \\ \frac{1}{16} \end{matrix}$ 	$\begin{matrix} RR Yy \\ \frac{1}{16} \end{matrix}$ 	$\begin{matrix} Rr Yy \\ \frac{1}{16} \end{matrix}$ 	$\begin{matrix} Rr YY \\ \frac{1}{16} \end{matrix}$ 
	$\begin{matrix} Ry \\ \frac{1}{4} \end{matrix}$	$\begin{matrix} RR Yy \\ \frac{1}{16} \end{matrix}$ 	$\begin{matrix} RR yy \\ \frac{1}{16} \end{matrix}$ 	$\begin{matrix} Rr yy \\ \frac{1}{16} \end{matrix}$ 	$\begin{matrix} Rr Yy \\ \frac{1}{16} \end{matrix}$ 
	$\begin{matrix} ry \\ \frac{1}{4} \end{matrix}$	$\begin{matrix} Rr Yy \\ \frac{1}{16} \end{matrix}$ 	$\begin{matrix} Rr yy \\ \frac{1}{16} \end{matrix}$ 	$\begin{matrix} rr yy \\ \frac{1}{16} \end{matrix}$ 	$\begin{matrix} rr Yy \\ \frac{1}{16} \end{matrix}$ 
	$\begin{matrix} rY \\ \frac{1}{4} \end{matrix}$	$\begin{matrix} Rr YY \\ \frac{1}{16} \end{matrix}$ 	$\begin{matrix} Rr Yy \\ \frac{1}{16} \end{matrix}$ 	$\begin{matrix} rr Yy \\ \frac{1}{16} \end{matrix}$ 	$\begin{matrix} rr YY \\ \frac{1}{16} \end{matrix}$ 

9  : 3  : 3  : 1 

Melezleme ile Alınabilecek Olası Gen Kombinasyonları

1. Heterozigot lokus sayısına
2. Her lokustaki allel sayısına
3. Farklı lokuslardaki genler arasındaki bağlantı durumuna bağlıdır.

Lokus sayısı			
Heterozigot lokus sayısı	F ₁ 'deki farklı gamet sayısı	F ₂ 'deki Genotip sayısı	F ₂ de toplam birey sayısı
1	2 (Aa)	3 (AA; Aa; aa)	4 (1:2:1)
2	4	9	16
3	8	27	64
4	16	81	256
10	1 024	59 049	1 048 576
n	2ⁿ	3ⁿ	4ⁿ

Lokustaki allel sayısı		
Heterozigot lokus sayısı	Lokustaki allel sayısı	F ₂ deki toplam genotip sayısı
1	2	3
2	2	3 ²
3	2	3 ³
1	3	6
1	4	10
1	10	55
1	k	$[k(k+1)/2]^1$
2	k	$[k(k+1)/2]^2$
3	k	$[k(k+1)/2]^3$
n	k	$[k(k+1)/2]^n$

FENOTİP VE GENOTİP ÇEŞİTLİLİĞİ

- Bağımsız genler çeşitliliği artırırken, bağlı genler çeşitliliği azaltır.
 - Ör: *AaBb* genler bağımsız ise *AB, Ab, aB, ab* gametleri oluşurken, her iki gen çifti de aynı kromozom üzerinde bulunur ve bağımlı ise *AB* ve *ab* gametleri oluşur.
- Homozigot genotipler tek bir gamet oluştururken, heterozigot genotipler heterozigot allel sayısına bağlı olarak gamet çeşitliliği artar.

Heterozigot allel sayısına bağlı gamet, genotip ve fenotip hesaplamaları		2 allel çifti için
n	Heterozigot allel çifti sayısı	2
2^n	Farklı gamet sayısı	$2^2 = 4$
2^n	Farklı fenotip sayısı	$2^2 = 4$
2^n	Homozigot birey sayısı	$2^2 = 4$
3^n	Farklı genotip sayısı	$3^2 = 9$
4^n	Toplam kombinasyon sayısı	$4^2 = 16$
$4^n - 2^n$	Heterozigot birey sayısı	$16 - 4 = 10$

FENOTİP VE GENOTİP ÇEŞİTLİLİĞİ

- Örnek:
- **Soru:** Polen ana hücresi genotipi $AaBBCc$ olan bir bitkiden kaç farklı gamet oluşur ve aBc gamet oluşma olasılığı nedir?
- **Çözüm:** $AaBBCc$ genotipinde heterozigot allel sayısı 2 (Aa ve Cc) dir.
 - Gamet sayısı : $2^n = 2^2 = 4$
 - Aa 'nın olası gamet çeşitliliği: $1/2A + 1/2a$
 - BB 'nin olası gamet çeşitliliği : $1B$
 - Cc 'nin olası gamet çeşitliliği : $1/2C + 1/2c$
 - aBc gametinin oluşma olasılığı hepsinin çarpımıdır $\Rightarrow (1/2a) \times (1B) \times (1/2c) = 1/4 aBc$
- Örnek:
- **Soru:** $AaBb \times aabb$ melezlemesinde kaç farklı genotip ve fenotip oluşur?
- **Çözüm:**
 - $AaBb$ genotipi 4 farklı ($1/4AB$, $1/4Ab$, $1/4aB$ ve $1/4ab$) ve $aabb$ genotipi bir tip eşey hücresi (ab) oluşturur.
 - 4 farklı genotip : $1/4AaBb$, $1/4Aabb$, $1/4aaBb$ ve $1/4aabb$ oluşur
 - 4 farklı fenotip: $A-B-$, $A-bb$, $aaB-$ ve $aabb$ oluşur.

Örnek:

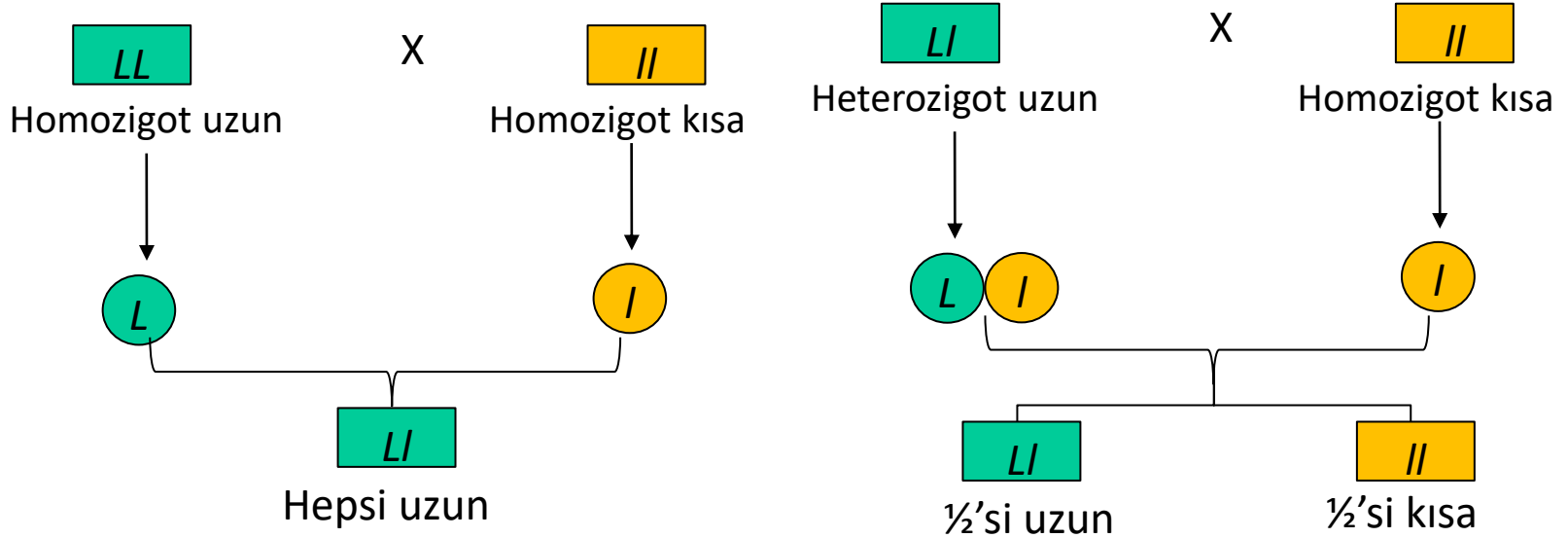
- Soru:** $AAbb \times aaBB$ melezlemesinde üretilen F_1 ve F_2 generasyonlarında kaç farklı genotip ve fenotip oluşur. $AaBb$ genotipinde döllerin oluşma olasılığı nedir?
- Çözüm:**
 - $P_1 (AAbb)$ gamet çeşitliliği: 1 (Ab)
 - $P_2 (aaBB)$ gamet çeşitliliği: 1 (aB)
 - $P_1 (AAbb) \times P_2 (aaBB) \Rightarrow F_1$ de $AaBb$ genotipi ve $A-B-$ fenotipi oluşur.
 - $F_1 (AaBb)$ 'de gamet çeşitliliği: $2^2 \Rightarrow 1/4AB, 1/4Ab, 1/4aB$ ve $1/4ab$ oluşur.
 - $F_1 (AaBb) \times F_1 (AaBb)$
 - Genotip sayısı: $3^2 = 9$
 - Fenotip sayısı: $2^2 = 4$ ($A-B-, A-bb, aaBb, aabb$)
 - F_2 'de $AaBb$ oluşma olasılığı = $4/16 \Rightarrow 1/4$
 - Formül : $(\frac{1}{2})^n (G-1) \times [2^{G-2} - (1/2)]^{n-h} \Rightarrow (1/2)^{2(2-1)} \times [2^{2-2} - (1/2)]^{2-2} \Rightarrow 1/4 \times 1 = 1/4$
 - n : Allel sayısı
 - G : Generasyon seviyesi
 - h : Heterozigot allel sayısı

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AAbB	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

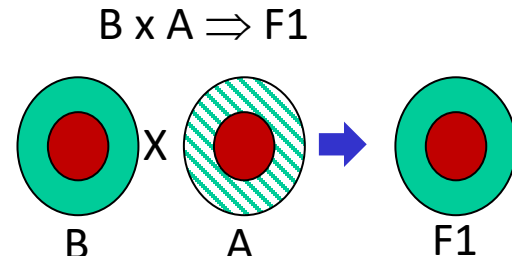
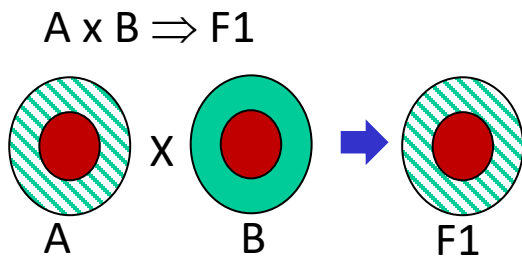
Döl Testi ve Test melezlemesi

Kedileme: Genotipi bilinmeyen bireylerin homozigot mu yoksa heterozigot mu olduğunu anlamak için kendileme yapılır ve döllerde fenotip gözlenir.

Test Cross (test melezleme): Bir veya daha fazla lokustaki genotipi bilinmeyen bir birey ile söz konusu genler için homozigot resesif olan bir birey (**Tester = test ebeveyni**) arasındaki melezlemedir.



Resiprokal (karşılıklı) melezleme: Bir çift melezlemede ebeveynlerin hem ana hem de baba ebeveyn olarak kullanıldığı melezlemedir.



Örnek:

Soru:

Bezelyede yuvarlak tohumluluk buruşuk tohumluluğa dominanttır. Genotipi bilinmeyen yuvarlak bir bezelyenin genotipi nasıl belirlenir?

Cevap: Test melezlemesi veya kendileme yapılarak belirlenebilir.

1. Test melezlemesinde genotipi bilinmeyen yuvarlak tohumlu bezelye buruşuk tohumlu olan homozigot resesif (aa) ile (**tester**) ile melezlenir ve dölleri kontrol edilir.

- Eğer döllerin hepsi yuvarlak tohumlu olur ise genotip homozigot dominant (AA)'dır.
- $P_1 \times P_2 (aa) \Rightarrow \%100$ yuvarlak (Aa) $\Rightarrow P_1 = AA$.
- Eğer %50 yuvarlak %50 buruşuk olursa genotip heterozigot dominant (Aa)'dır.
- $P_1 \times P_2 (aa) \Rightarrow \%50$ yuvarlak (Aa) ve %50 buruşuk (aa) ise $\Rightarrow P_1 = Aa$.

2. Kendilemede 3:1 açılımı olur ise heterozigot dominant (Aa), açılım olmaz ise homozigot (AA) dominanttır.

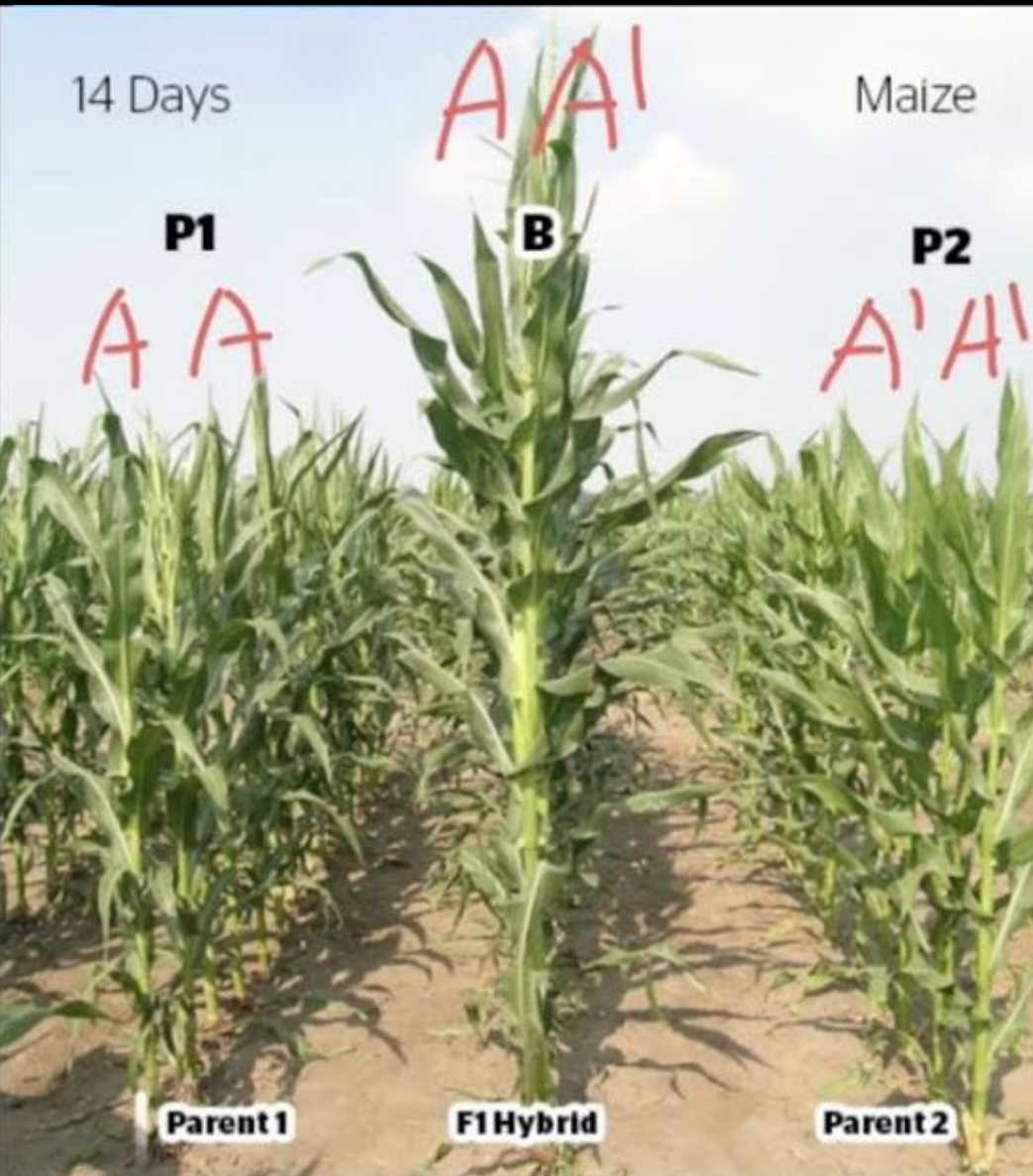
1. $P_1 \times P_1 \Rightarrow \%100$ yuvarlak $\Rightarrow P_1 = AA$.
2. $P_1 \times P_1 \Rightarrow \%75$ yuvarlak ve %25 $\Rightarrow P_1 = Aa$.

Mendel Kalıtımından Sapmalar

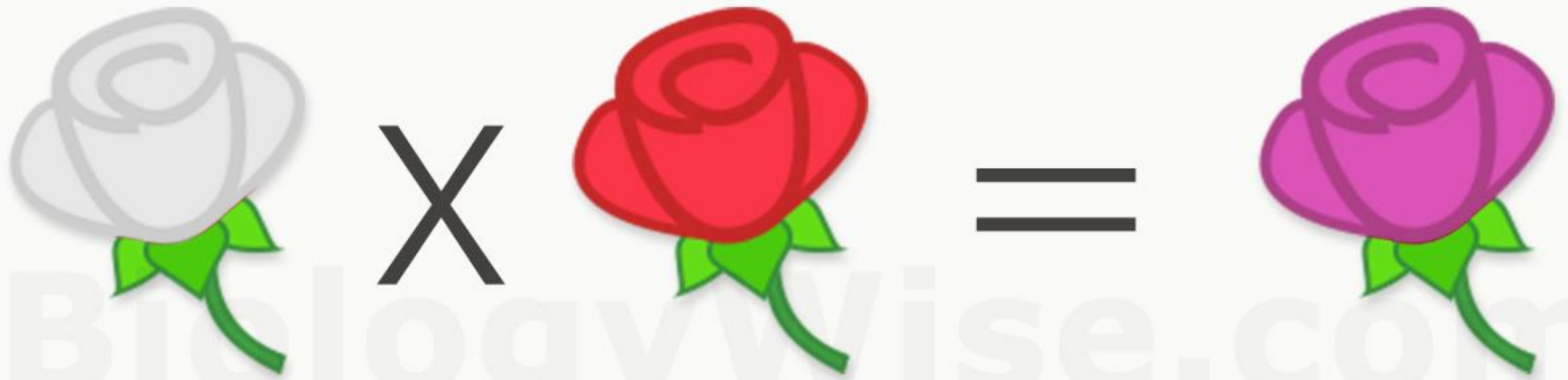
Üstün, Eksik ve Eş-baskınlık

- Alleller arasında tam baskınlık ve çekiniklik yok ise üstün baskınlık (*overdominancy*), eksik baskınlık (*incomplete dominancy*) ve eş-baskınlık (*codominance*) gibi durumlar ortaya çıkabilir.
- Bu durumlarda Mendel açılımları görülmez.
- **Üstün baskınlık:** Heterozigot bireylerin homozigot bireylere (AA veya aa) göre üstün performans göstermesidir.
- **Eksik baskınlık:** Dominant allelin resesif alleli tam baskılayamamasıdır.
- **Eş-baskınlık:** Her iki allelin de kendini fenotipte göstermesidir.

Üstün Baskınlık



Example of Incomplete Dominance



Crossing between a red rose and a white rose producing a pink phenotype.

Codominance

Red x White = Red & White



- Co: Beraber
 - Beraber bulunma
 - Beraber çalışma
- Eş-baskınlıkta iki özellik te eşit olarak ortaya çıkar

$F^B F^B$



F^B

F^B



F^W

$F^W F^W$

F^W



$F^B F^W$



$F^B F^W$



$F^B F^W$



$F^B F^W$

Mendel Kalıtımından Sapmalar (2)

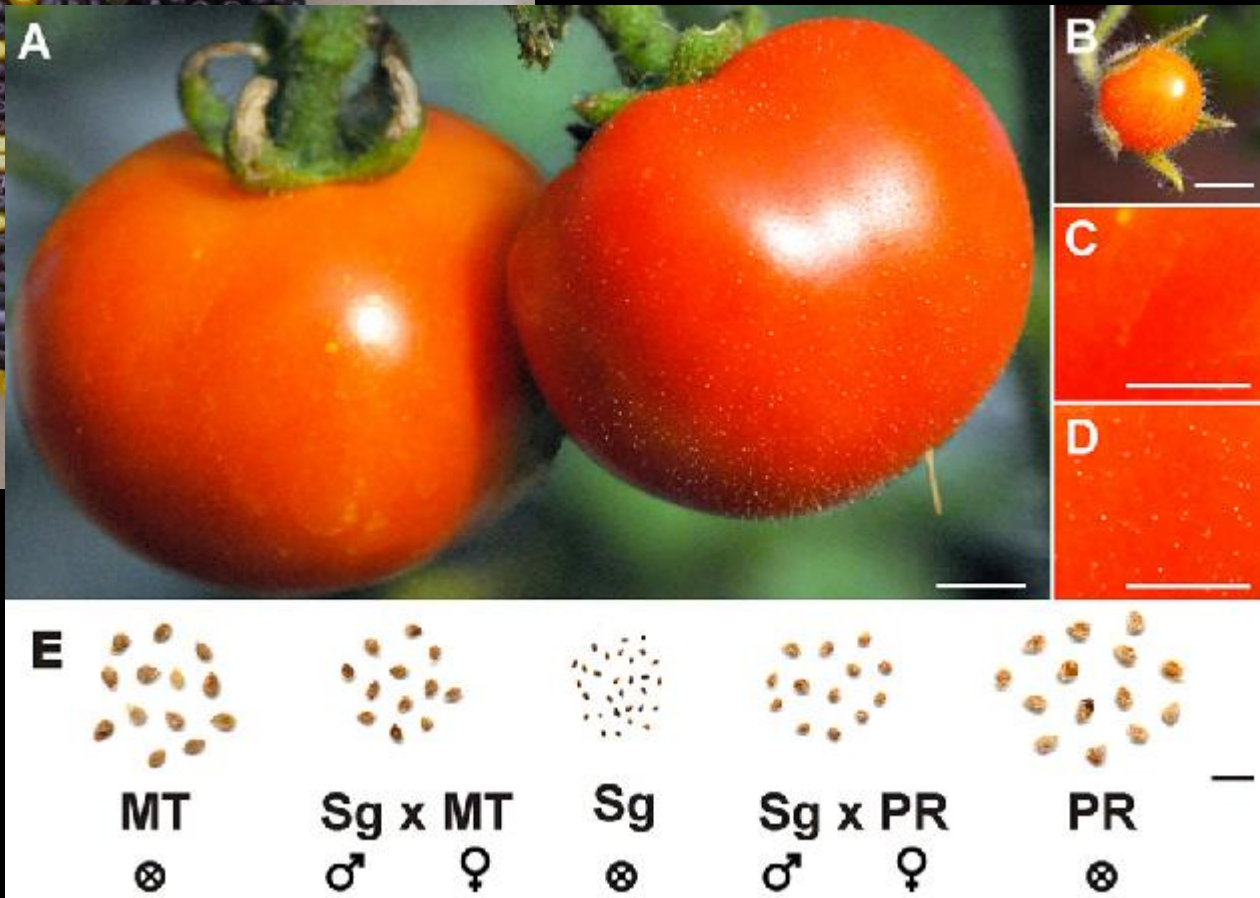
- **Pleiotrpizm:** Bazı genlerin birden fazla karakterin kalıtımından sorumlu olma durumudur.
- **Letalite:** Bazı genler, erken veya geç embriyo gelişim dönemlerinde organizmanın ölümüne sebep olabilirler. Bu etkiye **letalite**, neden olan gene de **letal** gen denir (ör: Albino bitkilerin oluşması dağılım oranlarını değiştirir).
- **Çok allellik:** İkiden fazla allele sahip olma durumuna çok allellik denir.
Ör: meyvelerde uyuşmazlık alelleri ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$); Kekikte uçucu yağ bileşenleri sentezinde yer alan 5 allel gen bulunmaktadır. Kekiklerde 15 farklı kemotip vardır.
- **Kseni:** Polenin genotipine bağlı olarak tohum veya meyvede ilk generasyonda ortaya çıkan fenotipe kseini (**xenia**) denir. Tohumda oluşan **kseni** meyvede oluşan ise **metakseni** olarak adlandırılır. (Mısırdaki tohumların endosperminin renginin değişmesi).
- **Epistasi:** Farklı lokuslarda yer alan allel genler arasındaki etkileşime denir. Bir genin başka bir genin ürününü etkileme durumudur. Farklı şekilleri vardır.



Kseni



Kseni ve Metakseni



Epistatik Etki

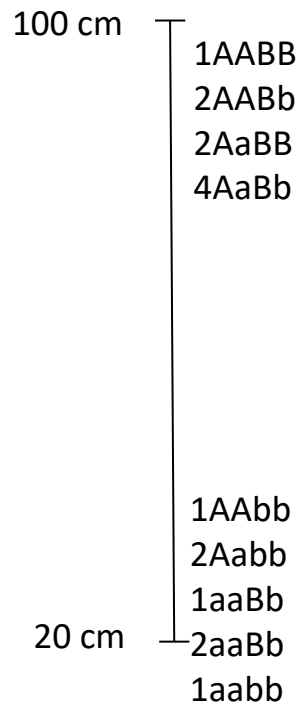
Kalitatif karakterlerde bir lokusta bulunan gen, diğer lokusta bulunan genin etkisini örter; buna **Epistatik** etki denir.

Örtücü gene **Epistatik Gen**, örtülen gene ise **Hipostatik Gen** denir.

Kantitatif özelliklerde ise iki veya daha fazla lokustaki genler arasında bir interaksiyon bulunursa buna **Epistasi** denir.

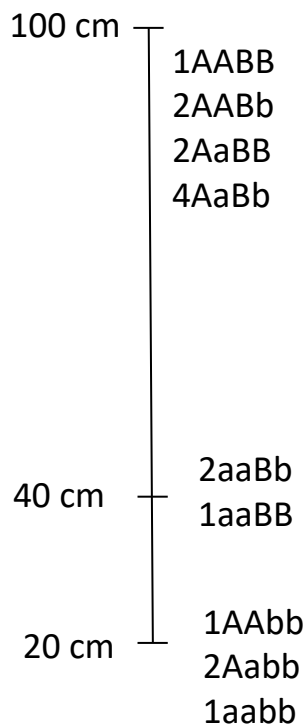
Epistasi türü (dihibritlerde)	Açılım
Çift resesif epistasi	9:7
Resesif epistasi	9:3:4
Dominant epistasi	12:3:1
Duplike epistasi	15:1

Epistatik Etki



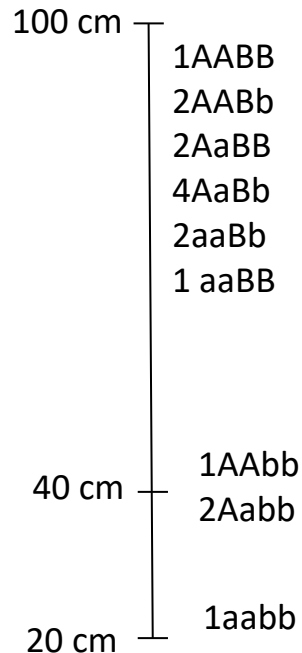
Çift resesif
epistasi

9:7



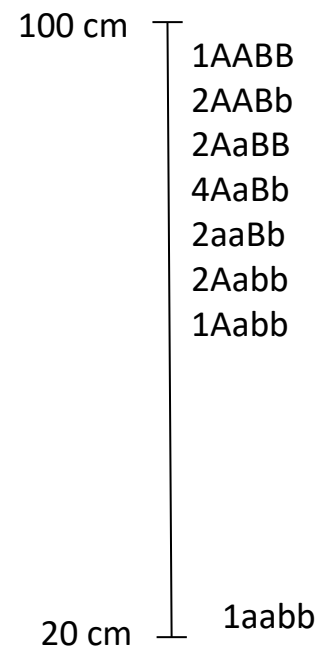
Resesif
epistasi

9:3:4



Dominant
epistasi

12:3:1



Duplike
faktör

15:1

Çift Resesif Epistasi (9:7)

- Papatyalarda pembe ve sarı merkez rengi.
- P ve R genlerinin ikisinin dominant olarak beraber bulunduğu bitkilerde orta kısmın rengi pembe, bulunmadığı bitkilerde ise sarı olmaktadır.



Pembe orta (*P-R-*)



Sarı (*P-rr, ppR-, ppr*)

PpRr x PpRr

kendilendiğinde

F₂ açılımı

9 pembe (*P-R-*)

7 sarı (*P-rr, ppR-* ve *pprr*)

olmaktadır.

$\begin{array}{c} \sigma \\ \hline \phi \end{array}$	<i>PR</i>	<i>Pr</i>	<i>pR</i>	<i>pr</i>
<i>PR</i>	<i>PPRR</i> (Pembe)	<i>PPRr</i> (Pembe)	<i>PpRR</i> (Pembe)	<i>PpRr</i> (Pembe)
<i>Pr</i>	<i>PPRr</i> (Pembe)	<i>PPrr</i> (Sarı)	<i>PpRr</i> (Pembe)	<i>Pprr</i> (Sarı)
<i>pR</i>	<i>PpRR</i> (Pembe)	<i>PpRr</i> (Pembe)	<i>ppRR</i> (Sarı)	<i>ppRr</i> (Sarı)
<i>pr</i>	<i>PpRr</i> (Pembe)	<i>Pprr</i> (Sarı)	<i>ppRr</i> (Sarı)	<i>pprr</i> (Sarı)

Dominant Epistasi (12:3:1)

- Yazlık kabaklarda dominant W ikinci lokustaki genotipten bağımsız olarak beyaz meyve şekline sebep olur.
- W 'nin resesif olduğu durumlarda yeşil ($wwgg$) ve sarı ($wwG-$) meyveler oluşur.
- Beyaz meyveli heterozigot ($WwGg$) bir birey kendilenirse,

$\begin{matrix} \sigma \\ \diagdown \\ \varphi \end{matrix}$	WG	Wg	wG	wg
WG	$WWGG$ (beyaz)	$WWGg$ (beyaz)	$WwGG$ (beyaz)	$WwGg$ (beyaz)
Wg	$WWGg$ (beyaz)	$WWgg$ (beyaz)	$WwGg$ (beyaz)	$Wwgg$ (beyaz)
wG	$WwGG$ (beyaz)	$WwGg$ (beyaz)	$wwGG$ (sarı)	$wwGg$ (sarı)
wg	$WwGg$ (beyaz)	$Wwgg$ (beyaz)	$wwGg$ (sarı)	$wwgg$ (yeşil)

12 adet $W-/-$



3 adet $ww/G-$



1 adet ww/gg



Karşılıklı epistasi (9:6:1)

Kabaklarda (*C. pepo*) meyve şekli [disk (*A-B-*), yuvarlak (*aaB-* ve *A-bb*), uzun (*aabb*)]



Disk (*A-B-*)



Yuvarlak (*A-bb* ve *aaB-*)



UZUN (*aabb*)

AABB (disk) x *aabb* (uzun) = *AaBb* (disk) kendilenirse?

$\begin{array}{c} \text{♂} \\ \diagdown \\ \text{♀} \end{array}$	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>
<i>AB</i>	<i>AABB</i> (disk)	<i>AABb</i> (disk)	<i>AaBB</i> (disk)	<i>AaBb</i> (disk)
<i>Ab</i>	<i>AABb</i> (disk)	<i>AAbb</i> (yuvarlak)	<i>AaBb</i> (disk)	<i>Aabb</i> (yuvarlak)
<i>aB</i>	<i>AaBB</i> (disk)	<i>AaBb</i> (disk)	<i>aaBB</i> (Yuvarlak)	<i>aaBb</i> (yuvarlak)
<i>ab</i>	<i>AaBb</i> (disk)	<i>Aabb</i> (yuvarlak)	<i>aaBb</i> (yuvarlak)	<i>aabb</i> (uzun)

Digenik (Dihibrit) Epistatik Oranlar

Oran	Açıklama	Adı
9:3:3:1	Normal Mendel (dominant ve resesif) dağılımı	Normal dağılım
9:3:4	Her iki gen çiftinin homozigot veya heterozigot olduğu 9 birey ($A-B-$) iki geninde özelliğini gösterirken, allellerden birisi homozigot resesif olduğunda ($A-bb$ veya $aaB-$) diğer allelin fenotipini gizler (örtülür).	Resesif Epistasi
9:7	Her iki gen çiftinin homozigot veya heterozigot dominant ($A-B-$) olduğu bireyler 9 adet dominant fenotipleri kalan 7'si ($A-bb$, $aaB-$ ve $aabb$) resesif fenotipleri gösterir.	Çift Resesif Epistasi
12:3:1	Her iki gen çiftinin de homozigot veya heterozigot dominant ($A-B-$) 9 genotip ve B allelinin dominant ($aaB-$) olduğu 3 genotip bir fenotip gösterirken, A'nın dominant olduğu 3 genotip ($A-aa$) bir fenotip ve her iki allelin homozigot resesif olduğu 1 genotip ($aabb$) 1 fenotip gösterir.	Dominant Epistasi
15:1	En az bir dominant alleli (A veya B) bulunduran genotiplerin fenotipi (15 birey) ve iki allelin de homozigot resesif olduğu 1 birey ($aabb$).	Çift dominant Epistasi
13:3	Birinci allelin dominant (A-) ve diğer allelin homozigot resesif olduğu durumda (bb) gözlenir	Dominant ve resesif Epistasi
9:6:1	Her iki genin homozigot ya da heterozigot olarak bulunduğu 9 genotip bir fenotipi, her iki genin birisinin homozigot yada heterozigot olduğu ($A-bb$ ve $aaB-$) 6 genotipi bir fenotipi ve dominant allel bulunmaması da 1 fenotipi oluşturur.	Karşılıklı Epistasi
7:6:3	Bir gen çiftinde tam baskınlık ve diğerinde kısmi baskınlık; homozigot resesif olduğunda, birinci gen ikinci gene epistatiktir.	İsmlendirilmemiş
3:6:3:4	Bir gen çiftinde tam baskınlık ve diğerinde kısmi baskınlık; homozigot resesif olduğunda, her iki gen de diğer genin etkilerini gizler; her iki gen de homozigot resesif olduğunda, ikinci gen birincinin etkilerini gizler.	İsmlendirilmemiş
11:5	Her iki gen çifti için tam baskınlık, ancak her iki türden baskın alel mevcutsa; aksi takdirde, resesif fenotip oluşur	İsmlendirilmemiş

Poligenik (Kantitatif) Kalıtım

Poligenler: Tek tek dikkate alındıklarında belirli bir fenotipin oluşumunda çok küçük etkilere sahip olan, fakat bir araya geldiklerinde eklemeli olarak fenotipi şekillendiren genlere **poligenler** denir.

Poligenik karakter: Birden çok gen tarafından kontrol edilen karakterlerdir. Poligenik karakterlerde F_1 'ler ebeveynlerin ortasında bir değer verirken, F_2 'de iki ebeveyn arasında sürekli bir varyasyon göstermektedir.

Poligen kuramının varsayımları:

- ✓ Her allel genin eklemeli etkisi bir diğerine eşittir.
- ✓ Eklemeli genler kümülatif olarak etki eder.
- ✓ Allel genler arasında dominantlık ilişkisi yoktur.
- ✓ Farklı gen allelleri arasında epistasi yoktur.
- ✓ Genler arası bağlantı durumu yoktur.
- ✓ Çevre, her eklemeli gen üzerine eşit etkilidir.

Poli-genler

Poligenik karakterlerin özellikleri;

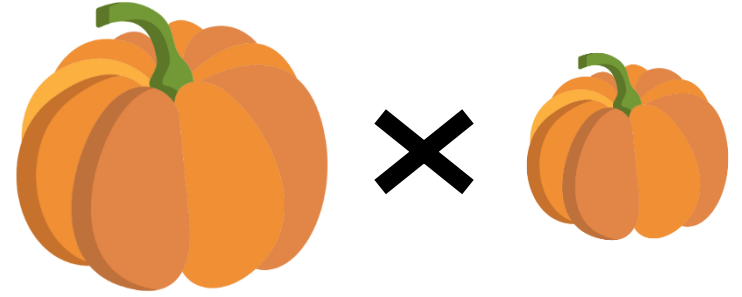
1. Açılımlar, özellik üzerine etki eden çok sayıda gen tarafından idare edilir.
2. Tüm varyasyon içinde tek bir lokusun meydana getirdiği etki çok küçüktür, çevresel koşulların varyansının sınırları içinde kalır.
3. Farklı lokuslarda bulunan genler, birbirinin yerini alabilir. Bu nedenle aynı fenotipler farklı genotiplerden oluşabilir.
4. Poligenik karakterler üzerinde dış koşulların etkisi büyüktür.
5. Poligenik yolla geçen karakterlerde geniş bir genetik varyans vardır. Popülasyon bu genler bakımından heterojendir.

Poligenlerde pleiotropik, modifiye edici ve diğer gen interaksiyonlarına rastlanır.

Modifiye edici genler: Çok sayıda küçük gen, büyük genlerin etkisini kuvvetlendirir veya zayıflatır.

Pleiotropi: Bir genin birçok fenotip üzerindeki etkisine denir. Bir genin şifrelediği bir ürünün çeşitli hücrelerde kullanılması ya da farklı hedeflere sinyal işlevine sahip olmasından kaynaklanır.

Örnek



Soru:

Meyve ağırlığı 2 kg ve 10 kg olan balkabakları melezlenmiş, F_1 'lerin meyve ağırlığı 6 kg olurken F_2 'de $1/256$ oranında 2'şer ve $1/256$ oranında 10'ar kg meyve ağırlığında döllere gözlenmiştir. Bu sonuçlara göre balkabaklarında meyve ağırlığından sorumlu olan eklemeli gen çifti sayısı ve her bir genin meyve ağırlığına etkisi nedir?

Çözüm:

F_1 meyveleri iki ebeveynin ortalaması kadar $[(2+10)/2 = 6 \text{ kg}]$ meyve ağırlığına sahiptir.

F_2 'de $1/256$ hafif (2 kg) ve $1/256$ (10 kg) oranında ağır meyve veren döllere vardır.

$254/256$ oranında her iki ebeveyn arasında meyve ağırlığına sahip olan döllere vardır.

Gen çifti sayısı 4 olduğunda F_2 'de ebeveynlere benzeyen döl oranı $1/256$ olduğundan etkili gen çifti sayısı 4 ve eklemeli allel sayısı ise 8'dir.

En ağır meyve $AABBCCDD$ genotipinde, en hafif meyve $aabbccdd$ 'dir.

En ağır meyve ile en hafif meyve arasındaki fark $=10-2=8 \text{ kg}$ 'dır.

Eklemeli her dominant allelin katkı payı 1 kg'dır.

Örnek:

$P1 \ aabbccdd = 2 \text{ kg}$; $P2 \ AABBCCDD = 10 \text{ kg}$; $AaBbCcDd = 6 \text{ kg}$; $AABbCcDd = 7 \text{ kg}$

Apomiksis

Apomiksis: Döllenme olmadan tohum oluşmasıdır. **Gametofitik** (gamet hücrelerinden) veya **sporofitik** (somatik hücrelerden) olabilir.

➤ Gametofitik apomiksis

- **Apospori:** Megasporun dışında bir hücreden (**apospori ilk hücresi**) kaynağını alan apomiksis.
- **Diplospori:** Kaynağını megaspor ana hücrelerinden alan apomiksis. Embriyonun megaspor ana hücrelerinden bölünme olmaksızın gelişmesidir.
 - **Partenogenesis:** Tohumun, döllenme olmadan yumurta hücrelerinden oluşmasına “partenogenesis” denilmektedir.
 - **Apogamy:** Tohum antipod veya sinergidlerden oluşma durumu.

➤ Sporofitik apomiksis

- Sporofitik apomiksiste embriyolar embriyo kesesini çevreleyen nusellus veya integümentlerden oluşur. Bu yolla oluşan embriyolara “adventitious” embriyo=Nuseller embriyo denir.

(Trunçgiller ve ahududunda yaygın olarak görülür)

Bu şekildeki embriyolar ana bitkinin tüm özelliklerini gösterdiklerinden tohumla klonal çoğaltım olanağı verirler. Bu nedenle bahçe bitkilerinde ayrı bir öneme sahiptir.

Populasyon Genetiği

- **Populasyon:** Aynı ekosistem içerisinde yaşayan bir cins veya türe ait tüm bireylerin oluşturduğu topluluktur.
- **Hardy-Weinberg Kanunu:** Baskın ya da çekinik genlerin frekansına etki eden kuvvetler olmadığı veya koşulların dengeli popülasyon için uygun olduğunu müddetçe, populasyondaki her bir allelin ya da genotipin frekansı değişmeyerek generasyonlar boyunca sabit kalır.
- Hardy-Weinberg kanununa göre;
 - ✓ *Bir popülasyon dışarıdan göç almıyorsa,*
 - ✓ *Mutasyon geçirmiyorsa,*
 - ✓ *Şansa bağlı tozlanma ve döllenme gerçekleşiyorsa,*
 - ✓ *Herhangi bir genin (karakterin) lehine veya aleyhine seleksiyon yapılmıyorsa,*
 - ✓ *Populasyon yeterince büyük ise*
gen havuzundaki genlerin frekansı generasyonlar boyunca değişmeden sabit kalır
- **Dengeli (kararlı) populasyon:** Gen havuzundaki genlerin frekansı değişmeden uzun süre sabit kalan populasyonlara dengeli populasyon denir.
- **Dengesiz Popülasyon:** Seleksiyon veya farklı çevresel faktörler tarafından doğal dengesi bozulmuş populasyonlar.

Populasyon Genetiği

- **Gen havuzu:** Bir popülasyondaki bireylerin tüm genleri o populasyonun gen havuzu olarak kabul edilir (Polen ve yumurta hücrelerinin bulunduğu iki alt havuzdan oluşur).
- **Gen kaynağı:** Gen havuzuna gen verebilen bireylere gen kaynağı denir.
- **Gen frekansı:** Gen havuzundaki herhangi bir genin toplam genler içerisindeki yüzde oranlarına gen frekansı denir.
- **Populasyondaki Varyansın Bileşenleri**
 - $V_F = V_G + V_E + V_{GE}$
 - $V_G = V_A + V_D + V_I + V_E + V_{GE}$
 - V_F = Fenotipik varyans (ıslahçının gördüğü varyans)
 - V_A = Aditif (eklemeli) gen etkisinden doğan varyans
 - V_D = Dominansi etkisinden doğan varyans
 - V_I = Epistatik etkiden (gen interaksiyonu) doğan varyans
 - V_E = Çevre şartlarından (ekoloji) doğan varyans
 - V_{GE} = Genotip x çevre interaksiyonundan doğan varyans

Populasyon Genetiği

- **Gen frekanslarının saptanması**
- Öncelikle popülasyondaki homozigot resesiflerin (aa) oranının belirlemek gerekir.
- **Ör:** Fasulye popülasyonunda kılçıklılık alleli (A) ve kılçıksızlık alleli (a)'nin frekanslarının toplamı 1'dir. A 'nın frekansı p ve a 'nın frekansı q ise **$p+q=1$** .
- Bir gül populasyonunda kırmızıların sayısı 540; sarıların sayısı 460 tır. Kırmızı ve sarıların frekansı nedir?
 - *Kırmızılarının frekansı $p = 540/1000 = 0.54$*
 - *Sarıların frekansı $q = 460/1000 = 0.46$ ve $p + q = 0.54 + 0.46 = 1$*
- Bir genin, bir allelinin diğer alleli ile birleşme olasılığı bu allellerin frekansına bağlıdır.
- Bir gen çifti bakımından heterozigot (Aa) olan bir birey kendilendiğinde **$1AA$ $2Aa$ ve $1aa$** olmak üzere üç farklı genotip oluşur.

♂	pA	qa
♀	pA	AA (p ²)
	qa	Aa (pq)
		aa (q ²)

$1AA = p^2$ (AA bireylerin frekansı)

$2Aa = 2pq$ (Aa bireylerin frekansı)

$1aa = q^2$ (aa bireylerin frekansı)

Bir karakterden sorumlu alell genlerin (**A ve a**) oluşturacağı kombinasyonların toplam frekansı 1'e eşittir

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

$$AA p^2 + 2Aa pq + aa q^2$$

Eğer, **$2pq/\sqrt{p^2q^2} = 2$** ise popülasyon dengededir.

Örnek sorular

Soru: H-W kanununun geçerli olduğu koşullarda generasyonlar boyunca gen ve genotip frekansının değişmediğini **6 AA** ve **4 Aa** genotipli bitkiden oluşan bir populasyonda iki generasyon ilerleyerek gösteriniz.

Çözüm:

1. Generasyon gamet havuzu: **6 AA** $\Rightarrow$ **12 A** ve **4 Aa** $\Rightarrow$ **4 A** ve **4 a**

Toplam: **16 A** ve **4 a** $\Rightarrow$ **4 A + 1 a**

$\begin{matrix} \diagdown \\ \text{♀} \end{matrix}$ $\begin{matrix} \diagup \\ \text{♂} \end{matrix}$	4A	1a
4A	16 AA	4Aa
1a	4Aa	1aa

1. Generasyon dölleri:
16AA + 8Aa + 1aa

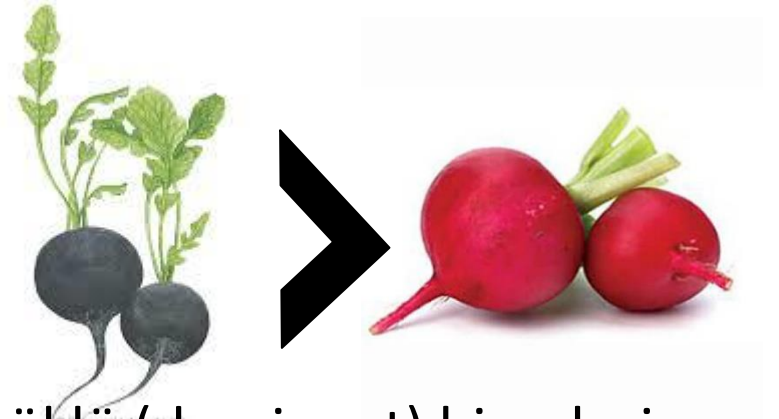
2. Generasyon gamet havuzu: **16 AA** $\Rightarrow$ **32 A** ve **8 Aa** $\Rightarrow$ **8 A** ve **8 a**, **1 aa** $\Rightarrow$ **2 a**

Toplam: **40 A** ve **10 a** $\Rightarrow$ **4 A + 1 a**

$\begin{matrix} \diagdown \\ \text{♀} \end{matrix}$ $\begin{matrix} \diagup \\ \text{♂} \end{matrix}$	4A	1a
4A	16 AA	4Aa
1a	4Aa	1aa

2. Generasyon dölleri:
16AA + 8Aa + 1aa

Örnek sorular



Soru: Bir turp popülasyonunda siyah köklü (dominant) bireylerin sayısı 588'dir. Geri kalan bireyler popülasyonun %16'sını oluşturmaktadır. Buna göre heterozigot bireylerin sayısını hesaplayınız.

Çözüm: Populasyonun %16'sı resesif (kırmızı) özelliği taşıyan bireylerden oluştuğuna göre;

Populasyon büyüklüğü: $(1 \times 588) / 0.84 = 700$

$q^2 = 0.16 \Rightarrow q = \sqrt{0.16} = 0.4$ buradan $p = 1 - q \Rightarrow p = 0.6$ 'dır.

Melez bireyler $= 2pq \Rightarrow 2(0.6 \times 0.4) = 0.48$ 'dir

Melez bireylerin sayısı $= (0.48 \times 588) / 0.84 = \mathbf{336}$

Örnek sorular

Soru: Bir akşamsefası popülasyonundan rastgele seçilen 344 bitkiden 70'i kırmızı, 184'ü pembe ve 100'si beyaz çiçeklidir. Popülasyonun dengede olup olmadığını kontrol ediniz (**dominant allel eksik baskındır**).

Çözüm:

$AA p^2 + Aa 2pq + aa q^2 = 1$ olduğuna göre

$p^2=70$ kırmızı (AA); $2pq=184$ (Aa); $q^2=100$ beyaz (aa)

Populasyon denge formülü = $2pq/\sqrt{p^2q^2} = 2 \Rightarrow 184/\sqrt{70 \times 100} = 2.2$

70AA + 184Aa + 100aa

A allel sayısı = $p^2 + \frac{1}{2} 2pq = 70 + 184/2 = 162 \Rightarrow A'nın frekansı = 162/354 = 0.46$

a allel sayısı = $q^2 + \frac{1}{2} 2pq = 100 + 184/2 = 192 \Rightarrow a'nın frekansı = 192/354 = 0.54$

$p^2 AA + 2pq Aa + q^2 aa \Rightarrow (0.46)^2 AA + 2 (0.46 \times 0.54) Aa + (0.54)^2 aa$

0.2115 AA + 0.4968 Aa + 0.2916 aa

Teorik olarak beklenen değerler:

0.2115 x 354 = 74.8 AA

0.4968 x 354 = 175.9 Aa

0.2116 x 354 = 103.2 aa

χ^2 tablosu				
Sınıflar	AA	Aa	aa	Σ
Gözlenen (G)	70	184	100	354
Beklenen (B)	74.8	176	103.2	354
Fark (G-B) (F)	-4.8	8	-3.2	0
F ² /B	0.30	0.36	0.09	$\chi^2=0.75$

Hesaplan χ^2 değeri (0.75) χ^2 cetvel değerinden (S.D.: 3-1=2 ve $P_{0.05}$ için 5.99) küçük olduğu için popülasyon dengededir (0.2'lik sapma önemli değildir).

Gen Frekansını Etkileyen Faktörler

1. Doğal veya yapay mutasyonlar
2. Doğal veya yapay seleksiyonlar
3. Doğal veya yapay izolasyonlar
4. Doğal veya yapay göçler
5. Çok allellilik
6. Genetik sürüklenme
7. Rastgele veya bilinçli eşleşmeler

Kendilenen Populasyonlarda Gen Frekansı Değişimi

- Kendi çiçek tozları ile tozlanmış olan bitkiler kendilenmiş olur ($\otimes$).
- Kendilenen veya kendi içinde çoğalan bitkilerin oluşturduğu bitkilerin oluşturduğu popülasyonlarda **homozigot bireylerin (AA ve aa)** sayısı artar.
- Oluşabilecek mutasyonlar homojenliği bozabilir.
 - aa mutasyon $\rightarrow Aa$ çoğalma AA ; Aa ; aa şeklinde bireyler oluşur.
- **Homozigotlaşma oranı = $AA + aa / Aa$**
- Kendileme koşullarında homozigot bireyler kendine benzer bireyler oluştururken ($AA \rightarrow AA$ ve $aa \rightarrow aa$), heterozigot bireyler farklı bireyler ($Aa \rightarrow AA$, Aa ve aa) oluştururlar.
- Her kendileme generasyonunda **%50 oranında** homozigot bireyler artarken, heterozigoti oranı aynı oranda azalmaktadır.
- Heterozigot allel çifti arttıkça kendileme generasyonu boyunca homozigotlaşma yavaşlar.
 - Ör: Tek allel çifti, F5 (S4) generasyonunda saflaşma = %93.7
 - İki allel çifti, F5 (S4) generasyonunda saflaşma = %87.5
 - Üç allel çifti, F5 (S4) generasyonunda saflaşma = %82
- Poliploidlerde allel sayısı fazla olduğu için saflaşma diploidlere göre yavaştır.
- Saflaştırmada, **kendileme, geriye melezleme, full-sib ve half-sib** eşleştirme yöntemleri vardır.

Kendileme Koşullarında Populasyon Yapısı

- Populasyondaki değişim üstün bireylerin çoğalması şeklindedir.
 - Adaptasyon yeteneği yüksek ve çok döl veren bireyler
- **Islahta ise bilinçli seçim vardır.**
- Populasyon dinamiğinde **kendine döllen** ve **akrabalı üretilen** yabancı döllen bitkiler benzer özellikleri gösterirler.
- Kendileme generasyonu F generasyonundan bir nesil geriden gelir. $F_3 \rightarrow S_2$ gibi.
- Herhangi bir kendileme generasyonundaki saflaşma oranı $(\frac{1}{2})^m$ dir. Bu durumda populasyondaki homozigotların oranı $1 - (1/2)^m$ dir. ***m = kendileme generasyon sayısıdır.***
- Homozigotların oranı (AA, aa) $[1 - (1/2^m)]/2$ (seleksiyon olmadığı durum)
- F_4 generasyonundaki R dayanıklı ve r duyarlıların oranı

Duyarlılar (resesif) = $[1 - (1/2^3)]/2 = [1 - 1/8]/2 = (7/8)/2 = 7/16$ (rr)

Dominantların oranı = $1 - (7/16) = 9/16$ (RR + Rr)

İki lokus dikkate alınırsa her iki lokus için bulunan oranın çarpımıdır.

$[1 - (1/2^m)] * [1 - (1/2^m)] = [1 - (1/2^m)]^2 \rightarrow \rightarrow [1 - (1/2^m)]^n$

n = heterozigot lokus sayısı

• **Homozigotlaşma (saflaşma) oranı =** $[(2^{F-1} - 1)/2^{F-1}]^n$

Örnek

Soru: $AAbbCC \times aaBBcc$ melezlemesinde 3. kendileme (S) kuşağında (F_4) homozigotlaşma ve heterozigotlaşma oranlarını hesaplayınız.

Çözüm:

$$H_o = [(2^{F-1} - 1) / 2^{F-1}]^n$$

$$H_o = [(2^{4-1} - 1) / 2^{4-1}]^3$$

$$H_o = (7/8)^3 = 0.67 \text{ (\%67)}$$

$$H_e = 1 - 0.67 = 0.33 \text{ (\%33)}$$

Kendine Döllenen Bitki Populasyonlarında, Tek Lokus Bakımından, Popülasyon Bileşenlerinin Generasyonlara Göre Dağılımı

Generasyon		Populasyon bileşimi							Heterozigoti oranı
P1, P2		AA X aa							0
F1	S0	Aa							1/1
F2	S1	1AA			2Aa		1aa		½
F3	S2	4AA	2AA		4Aa		2aa	4aa	1/4
F4	S3	16AA	8AA	4AA	8Aa	4aa	8aa	16aa	1/8
“	“								“
“	“								“
FG	Sm								1/2 ^m
F _∞	S _∞	½ AA ½ aa							0

$$H_o = [(2^{F-1}-1)/2^{F-1}]^n$$

$$H_e = 1-H_o$$

Heterozigot Lokus Sayısı ve Generasyon Sayısının Homozigotlaşma Üzerindeki Etkisi

Kendileme generasyonu (m)	Heterozigot gen (alal) çifti sayısı				
	$n=1$	$n=5$	$n=10$	$n=20$	$n=40$
1	0.50	0.031	0.001	0.000001	10-33
2	0.75	0.237	0.056	0.003	0.000001
3	0.875	0.513	0.263	0.069	0.005
4	0.938	0.724	0.524	0.275	0.076
5	0.969	0.853	0.728	0.530	0.281
6	0.984	0.924	0.854	0.730	0.533
7	0.992	0.962	0.925	0.855	0.731
8	0.996	0.981	0.962	0.925	0.855
9	0.998	0.990	0.981	0.962	0.925
10	0.999	0.995	0.990	0.981	0.962
11	0.9995	0.998	0.995	0.990	0.981
12	0.9998	0.9988	0.9976	0.995	0.9903

İlk generasyonlarda heterozigoti fazladır. Generasyon ilerledikçe saflık yükselir.

F_{12-13} 'te büyük ölçüde homozigotluk sağlanır. Saf bireyler için seçim geç generasyonlarda yapılır.

Oluşacak homozigot genotip sayısı $=2^n$

F₂ Generasyonundan Sonra Melez Populasyonların Genotipik Bileşimi

- F₂'den sonra heterozigot genotiplerin sayısı hızla düşer, homozigotlar ise yükselir.
- Doğada genotiplerin kalma şansı farklıdır. Heterozigotların adaptasyon yeteneği yüksek olabilir.
- Popülasyon baştan itibaren yeterince büyük tutulmalıdır.
- Homozigotlaşma üzerine etki eden iki önemli faktör; **heterozigot lokus↓ sayısı ve kendileme sayısı↑**.
- Seçimler 5-6 kendilemeden sonra yapılır.
- Belli bir genotipin oranı hesaplanabilir.

$$\text{Belli bir genotipin oranı} = \left(\frac{1}{2}\right)^n (G-1) \times [2^{G-2} - (1/2)]^{n-h}$$

n= Lokus sayısı

G= Generasyon sayısı

h= İstenilen genotipteki heterozigot lokus sayısı

Örnek:

Sarı baklalı (g), kırmızı çiçekli (R), yaprak kenarı düz (z) ve açık yeşil yapraklı (ch)

bir bezelye (ggRRzzchch) ile

Yeşil bakalı (G), beyaz çiçekli (r), yaprak kenarları dişli (Z) ve koyu yeşil (Ch)

(GGrrZZChCh) bir bezelyenin melezlendiğini varsayalım.

$$ggRRzzchch \times GGrrZZChCh$$

Bu melezlemede F_4 generasyonunda; yeşil baklalı, kırmızı çiçekli, yaprakları düz kenarlı ve koyu yeşil olan bitkilerin, bakla rengi, çiçek rengi ve yaprak kenarı bakımından homozigot, yaprak rengi bakımından heterozigot olanların frekansını hesaplayalım.

Genotip= GGRRzzChch'dir

$$= \left(\frac{1}{2}\right)^n (G-1) * [2^{G-2} - (1/2)]^{n-h}$$

$$= \left(\frac{1}{2}\right)^{4(4-1)} \times [2^{4-2} - (1/2)]^{4-1}$$

$$= \frac{1}{2}^{12} \times (2^2 - 1/2)^3$$

$$= 1/4096 \times (3.5)^3 = 0.0105 \text{ yaklaşık \%1}$$

Islah Yöntemleri

- **Introdüksüyon**

- Bitki ıslahı amacı ile bitkisel materyalin temin edilmesidir. (Kişisel toplamalar, ulusal ve uluslar arası gen kaynaklarından temin edilmesi)

- **Seleksiyon ıslahı**

- Toplu seleksiyon
- Teksel seleksiyon
- Klon seleksiyonu
- Tekrarlamalı seleksiyon

- **Melezleme ıslahı**

- **Kombinasyon ıslahı**
- **Geriye melezleme ıslahı**
- **Türler arası melezleme ıslahı**
- **Heterosis ıslahı**

- **Mutasyon ıslahı**

- **Ploidi ıslahı**



İntrodüksiyon

- İntrodüksiyon, gerçekte bir ıslah yöntemi olmaktan ziyade daha önce geliştirilen bir çeşidin başka bir ülkeye veya bölgeye girişini ve üretimini kapsayan yöntemin adıdır.
- Bir ülkeye veya bölgeye bir genotipin hızlı bir şekilde kazandırılma yoludur.
- İntrodüksiyon materyaller ıslah başlangıç materyali veya yarı-yol materyali olarak kullanılabilir.
- Beklenen performansı alabilmek için adaptasyon çalışmaları yapılmalıdır.
- Hasatlık ve zararlılar açısından karantina kurallarına özen gösterilmelidir.
- Bir introdüksiyon materyalin tohumluk üretiminin ve ticaretinin yapılabilmesi için üretim izni ve/veya tescil işleminin yapılarak kayıt altına alınması gerekir.
- Ülkemizden toplanan birçok buğday genotipi Rusya'ya introdüksiyon yolu ile götülmüştür.
- Hachiya Trabzon hurması (Japonya), Granny Smith elma çeşidi (Avustralya), Ferragnes badem çeşidi (Fransa), Angelino erik çeşidi (ABD), Chandler ceviz çeşidi (ABD), Napolyon kiraz çeşidi (Fransa), Crisp Pink (Pink Lady) elma çeşidi ve Alphonse üzüm çeşidi (Fransa) önemli intodüksiyon çeşitlerdir.



Seleksiyon Islahı

Doğadaki populasyonlardan yararlanarak amaca uygun genotiplerin seçilmesi ve populasyonun genetiğinin değiştirilmesidir.

Doğal olarak meydana gelmiş çeşitliliğe sahip populasyonlardan ıslah amaçlarına uygun bireyleri seçip bunlara daha fazla döl verme şansı tanınmasıdır.

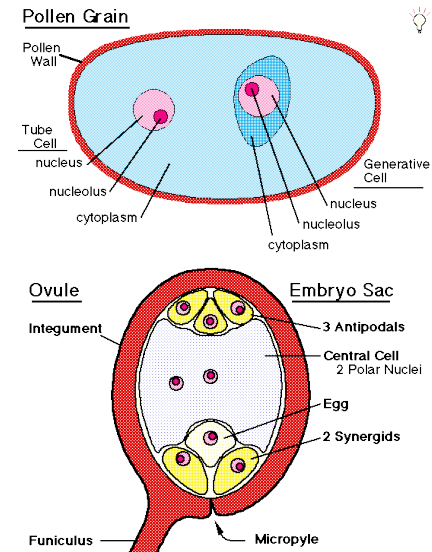
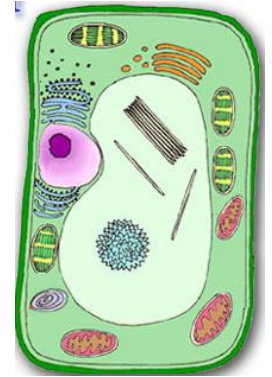
Seleksiyon ıslahında bitkilerin kalıtsal yapısı değiştirilmez, değiştirilen bitki topluluğunun kompozisyonudur

- **Toplu seleksiyon** (generatif çoğalan, daha çok yabancı döllenlen)
- **Teksel seleksiyon** (generatif çoğalan, daha çok kendine döllenlen)
- **Tekrarlamalı seleksiyon** (generatif çoğalan, yabancı döllenlen)
- **Klon seleksiyonu** (vegetatif çoğaltılabilen)

Seleksiyon



- Bütün ıslah yöntemleri bir seleksiyon aşamasına sahiptir.
- İslahçı bu yöntemde genetik varyasyon yaratmaz, mevcut varyasyondan yararlanır.
- Popülasyon içerisindeki gen frekansı istenen yöne kaydırılır.
- Seleksiyondaki başarı, popülasyondaki genetik çeşitliliğe, çeşitliliğin kaynağına ve seleksiyon tekniğine bağlıdır.
- Çevresel etkiyi minimize etmek için seleksiyon yetiştiricilik bölgesinde yapılmalıdır.
- Bir popülasyondaki varyasyonun bir bölümü çevre şartlarından (modifikasyon), diğer bir bölümü kalıtsal yapıdan (idiovaryabilite) kaynaklanır.
- **Idiovaryabilite:** Hücre çekirdeğindeki kalıtsal yapıdan (genotip), sitoplazmadaki kalıtsal faktörlerden (plazmotip) (**plastidler ve mitokondriler**) oluşur.
- Genotip: Yumurta hücresi ve çiçek tozundan kökenini alır.
- Plazmotip: Yumurta hücresinden kökenini alır.

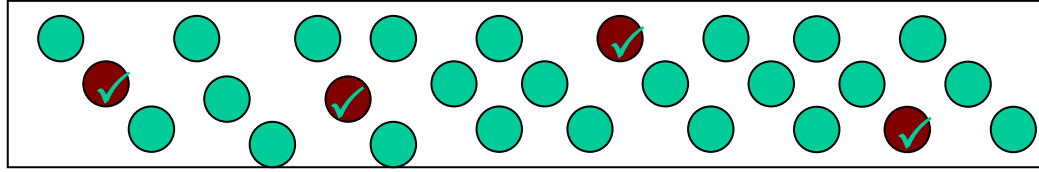


Islahta Önemli Olay?

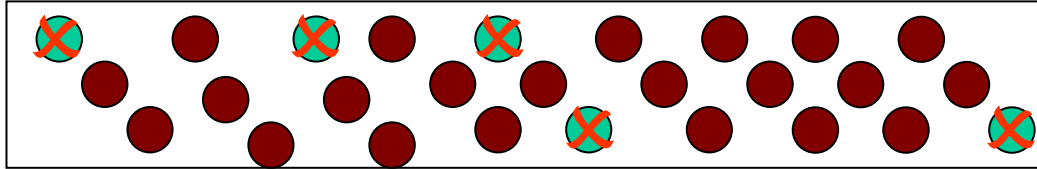
Seleksiyon

Diğer genotiplerden farklı olanların ayrılması. Seleksiyonlar toplumların istekleri ve ihtiyaçlar doğrultusunda şekillenmektedir.

Pozitif seleksiyon: Popülasyon içinden amaca uygun bireyin seçilerek alınması.



Negatif seleksiyon: Popülasyon içinden amaca uygun olmayanların uzaklaştırılması.



Seleksiyon yapılacak popülasyonların farklı bireylerden oluşturulması hedeflenir. Seleksiyonda önemli olan farklılıktır (varyasyon). Popülasyon farklılıklar açısından ne kadar geniş ise seleksiyon o kadar başarılı olur. Seleksiyon yapılabilmesi için çeşitlilik şarttır.

Varyasyon ve Seleksiyon Hunisi



Yeni tür ve çeşitler

Adaptasyon

- **Fitness:** Genotiplerin dış koşullara uyum yeteneği
- **Fitness:** Bireyin oransal üreme yeteneği
- Aynı koşullarda fazla döl veren bireyin fitness değeri daha yüksektir.
- **100/100 döl veren birey** = Fitness değeri (A) = 1.0
- **100/90 döl veren birey** = Fitness değeri (a) = 0.9
- Fitness değeri W ile gösterilir ve 0.0- 1.0 değişir.
- Fitnessi gerileyen güçlere **seleksiyon katsayısı** denir.
- **A** genotipi için seleksiyon katsayısı **s** = 0.0
- **a** genotipi için seleksiyon katsayısı **s** = 0.1 (1-0.9 = 0.1)
- **W (Uyum değeri)** = 1-s

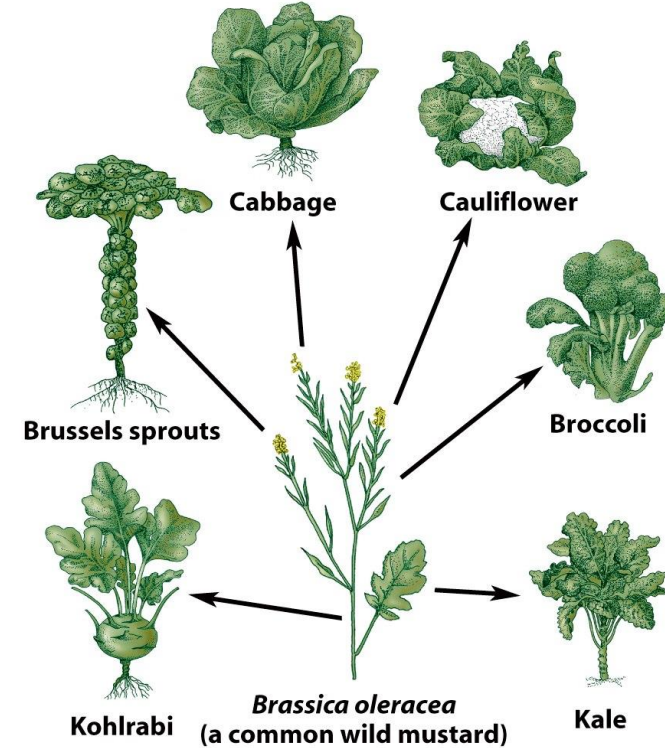


Figure 16-9 Discover Biology 3/e
© 2006 W. W. Norton & Company, Inc.

Fitness Değerleri Bilinen Bireylerden Oluşan Popülasyonun Bir Generasyon Sonrası Bileşeni Hesaplanabilir.

Fitness değerleri: W_p ve W_q

$$P_{n+1} = (W_p * P_n) / T$$

$$Q_{n+1} = (W_q * Q_n) / T$$

T= düzeltici faktördür ve yeni katsayıların toplamından oluşur.

$$T = (W_p * P_n) + (W_q * Q_n)$$

$$P_0 = Q_0 = 0.5; W_p = 1, W_q = 0.9; T = (1 * 0.5) + (0.9 * 0.5) = 0.95$$

$$P_1 = 1 * 0.5 / T = 0.5 / (0.5 + 0.45) = 0.526 = \%52.6$$

$$Q_1 = 0.9 * 0.5 / T = 0.45 / (0.5 + 0.45) = 0.474 = \%47.4$$

Bu popülasyonda P_2 , P_3 ve P_4 değerleri sırası ile %55.25; 57.84 ve 60.39 olur.

$W_p = 1$ ve $W_q = 0.5$ olursa;

Fitness gücü yüksek olanın frekansı (P_0, P_1, P_2, P_3, P_4 ve P_5) = %50, 67, 80, 89 ve 94 olur.

$$P_{n+m} = (W_p)^m * P_n / [(W_p)^m * P_n] + [(W_q)^m * Q_n]$$

m= çoğalma generasyon sayısı

Kalıtım Derecesi (Heritability)

- Ebeveynlerin sahip olduğu özellikleri döllerine aktarabilme ölçüsüdür. Genetik varyansın, genel varyans içindeki payıdır. Kalıtım derecesi yüksek özelliklerin ıslahında, seleksiyonla sağlanan genetik ilerleme hızlı olur. Kalıtım derecesi düştükçe seleksiyon zorlaşır. Kalıtım derecesi 0 ile 1 arasında değişir ve % ile ifade edilir ($h^2 = 0-1$).
- Kalıtım derecesinden; *(1) etkili bir ıslah ve seleksiyon yöntemlerinin belirlenmesinde, (2) ilgili karakterin ıslah ve seleksiyon değerinin tahmin edilmesinde, (3) seleksiyon indeksinin belirlenmesinde ve (4) genetik ilerlemenin hesaplanmasında* yararlanır.
- Kalıtım derecesi, *(1) ebeveyn-döl ilişkisinden, (2) akrabalık ilişkilerinden, (3) yapay seleksiyonlardan, (4) arazi denemelerinden, (5) varyans bileşenlerinden ve (6) eşleştirmelerden (diallel ve line-tester gibi)* gidilerek tahmin edilebilir.
- Geniş anlamada (h^2b) ve dar anlamada (h^2n) kalıtım değecesi olmak üzere iki kalıtım değecesi vardır.
- Geniş anlamada kalıtım derecesi **genotipik varyansın fenotipik varyansa** oranıdır
$$h^2b = V_G / (V_G + V_Ç + V_{G \times Ç})$$
- Dar anlamalı kalıtım derecesi eklemeli gen varyansının fenotipik varyansa oranıdır.
$$h^2n = V_A / (V_A + V_D + V_E + V_Ç)$$
- V_A = Eklemeli gen varyansı; V_D = dominant gen varyansı, V_E = Epistatik (interaktif) gen varyansı, $V_Ç$ = Çevre varyansı
- Kalıtım derecesi düştükçe (**gen sayısı arttıkça**) istenilen bitkilerin seçimi zorlaşırken, kalıtım derecesi yükseldikçe (**gen sayısı azaldıkça**) seleksiyon kolaylaşır.

Geniş ve Dar Anlamda Kalıtım Derecesi

- Genotipleri aynı olan [saf hat (AA) veya F_1 (Aa)] bireyler arasındaki varyasyon çevre kaynaklıdır.
- F_1 bitkilerinin kendilenmesi ile oluşan F_2 (AA; Aa; aa) kuşağında varyasyon ebeveyn ve F_1 bitkilerinden daha fazladır.
- F_2 'deki varyasyon hem genotipten hem de çevreden kaynaklanmaktadır.
- Aynı koşullarda yetiştirilen F_1 ve F_2 'de, F_2 popülasyonunun varyasyonu ile F_1 bitkilerinin varyasyonu arasındaki fark genotipik varyasyondur (V_G).

$$V_{F1} = V_{\text{Ç}}$$

$$V_{F2} = V_G + V_{\text{Ç}}$$

$$V_G = V_{F2} - V_{F1}$$

- h^2b 'yi hesaplamak için V_G (genotip varyansı) V_{F2} 'nin varyansına bölünür.

$$h^2b = V_G / V_{F2}$$

- Bir özelliğe ait ebeveynler (P_1 ve P_2), F_1 ve BC_1 , BC_2 ve F_2 varyansları biliniyor ise o özelliğin dar (h^2n) anlamda kalıtım derecesi hesaplanabilir.

$$V_{F2} = V_G + V_{\text{Ç}}$$

$$V_{\text{Ç}} = (V_{P1} + V_{P2} + V_{F1})/3$$

$$V_{F2} = A + D + V_{\text{Ç}}$$

$$A = 2V_{F2} - (V_{BC1} + V_{BC2})$$

$$D = (V_{BC1} + V_{BC2}) - (V_{F2} - V_{\text{Ç}})$$

$$V_{BC1} + V_{BC2} = A + 2D + 2V_{\text{Ç}}$$

$$h^2n = A + D / V_{F2}$$

A: Aditif gen varyansı

D: Dominant gen varyansı

$V_{\text{Ç}}$: Çevre varyansı

V_{P1} : 1. ebeveyn varyansı

V_{P2} : 2. ebeveyn varyansı

V_{F1} : F1 varyansı

V_{BC1} : 1. geriye melez varyansı ($F_1 \times P_1$)

V_{BC2} : 2. geriye melez varyansı ($F_1 \times P_2$)

D/A : Dominantlık derecesi

Geniş Anlamda Kalıtım Derecesi

Örnek1:

Mısırdaki koçan uzunluğu (cm) (Rivero ve ark., 2003)				
	Değişim (min-max)	n	Ortalama	Varyans
Ebeveyn 1 (P ₁)	5-8	57	6,63	0,666
Ebeveyn 2 (P ₂)	13-21	101	16,80	3,561
F ₁	9-15	69	12,12	2,307
F ₂	7-19	401	12,89	5,072

$$V_G = V_{F_2} - V_{F_1} \Rightarrow V_G = 5,072 - 2,307 = 2,765$$

$$h^2b = 2,765 / 5,072 = 0,545 \text{ ya da } \%54,5$$

Mısırdaki koçan uzunluğu üzerindeki genotipik etki %54,5, çevrenin etkisi ise %45,5 dir

Genotipik varyasyonun aditif gen etkisinden kaynaklanıp kaynaklamadığı ebeveyn, F₁ ve F₂ ortalamalarının karşılaştırılması ile anlaşılabilir.

$$\text{Ebeveyn ort} = (6,63 + 16,80) / 2 = 11,72$$

F₁ ort: 12,12 ve F₂ Ort.= 12,89 Ortalamalar hata sınırları içinde olduğu için aditif gen etkisi hakimdir. Aksi durumda dominant genlerin etkin olduğu söylenir.

Kantitatif özelliğin en az kaç gen tarafından idare edildiği çizelgedeki gibi ebeveyn ve kuşak popülasyonlarının değerlerinden hesaplanabilir.

$$n = D^2 / 8V_G \quad D = (\text{Ebeveyn}_2 \text{ Ort.} + \text{Ebeveyn}_1 \text{ Ort.})$$

$$n = D (\text{Ebeveyn}_2 \text{ Ort.} + \text{Ebeveyn}_1 \text{ Ort.})^2 / 8V_G \Rightarrow (16,80 + 6,63)^2 / 8 \times 2,765 = 548,96 / 22,12 = 24,8$$

Mısırdaki koçan uzunluğunu en az 24-25 gen çifti tarafından kontrol edilmektedir (Wright, 1968)

Örnek:

Populasyonlarda canlı ergin sayısı ortalamaları, standart sapma ve varyans değerleri

	Ortalama	Standart Sapma	Varyans (σ^2)
P_1	1,97	1,51	2,28
P_2	14,70	3,07	9,44
F_1	2,94	2,89	8,34
F_2	5,34	4,73	22,36
BC_1	5,40	4,45	19,81
BC_2	5,46	4,52	20,41

$$V_{\text{Ç}} = (P_1 + P_2 + F_1)/3 \Rightarrow (2,28+9,44+8,34) / 3 = 6,69$$

$$VF_2 = V_G + V_{\text{Ç}} \Rightarrow V_G = 22,36 - 6,69 = 15,67$$

$$\text{Eklemeli gen (Additive) varyansı: } V_A = 2 (22,36) - (19,81+20,41) = 4,50$$

$$\text{Dominans gen varyansı: } V_D = (19,81+20,41) - (22,36+6,69) = 11,17$$

$$\text{Geniş anlamda kalıtım derecesi: } h^2b = V_A + V_D / VF_2 = 4,50 + 11,17 / 22,36 = 0,70$$

$$\text{Dar anlamda kalıtım derecesi: } h^2n = V_A / V_{F_2} = 4,50 / 22,36 = 0,20$$

Dayanıklılığı kontrol eden minimum gen sayısı (k) Wright (1968)'a göre tahmin edilebilir.

$$k = (P_1 + P_2)^2 / 8(\sigma^2 F_2 - V_{\text{Ç}})$$

$$k = (1,97 + 14,70)^2 / 8(22,36 - 6,69) = 2,22$$

Akrabalık İlişkilerinden Kalıtım Derecesinin Hesaplanması

- Kalıtım derecesi akrabalar arasındaki regresyon analizleri ile de hesaplanabilir.
- Ebeveynler bağımsız (x) ve döller ise bağımlı (y) değişken olarak kabul edilir.
- Her iki ebeveynin ortalaması üzerine döllerin regresyonu üzerinden $h^2 = b_{yx}$
- Sadece bir ebeveyn üzerine döllerin regresyonu üzerinden $h^2 = 2b_{yx}$
- h^2 dar anlamda kalıtım derecesi; b regresyon katsayısını; x ebeveynler ortalamasını ve y döller ortalamasını ifade eder.

$$b_{yx} = \text{KOV}(yx)/Vx$$

$$b_{yx} = [\sum xy - (\sum x \sum y / n)] / [\sum x^2 - (\sum x)^2 / n]$$

Örnek: Soyada ebeveynlerin ve melez döllerinin ortalama bakla sayıları tabloda verilmiştir. Akrabalık ilişkisinden giderek kalıtım derecesinin (h^2) hesaplanması

Tablodaki değerlere göre

$$h^2 = b_{xy} = [\sum xy - (\sum x \sum y / n)] / [\sum x^2 - (\sum x)^2 / n]$$

$$\sum xy = 30904$$

$$\sum x \sum y / n = 29860,5$$

$$\sum x^2 = 31836$$

$$(\sum x)^2 / n = 30691,6$$

$$h^2 = (30904 - 29860,5) / (31836 - 30691,6)$$

$$h^2 = 0,91$$

Ebeveyn eşleşmeleri $P_1 * P_2$	Ebeveynler ortalaması $[x = (P_1 + P_2) / 2]$	Döller ortalaması $y = F_1$
1*2	57	49
3*4	45	55
5*6	68	71
7*8	72	63
9*10	48	59
11*12	55	48
13*14	65	72
15*16	48	40
17*18	60	52
19*20	36	30

Varyans Analizinden Giderek Kalıtım Derecesinin Hesaplanması

Oluşturulan varyans analiz tablosunda kareler ortalamasından giderek varyans bileşenleri, varyans bileşenlerinden gidilerek te geniş anlamda kalıtım derecesi hesaplanabilir.

Varyans Analiz Tablosu			
VB	SD	KO	BKO
Blok	r-1	BKO	
Genotip	g-1	GKO	$\sigma^2 + r\sigma^2_G$
Hata	(r-1) * (g-1)	HKO	σ^2
Genel	gr-1		

Kısaltmalar	
VB	: Varyasyon Bileşeni
SD	: Serbestlik Derecesi
KO	: Kareler Ortalaması
BKO	: Beklenen Kareler Ortalaması
r	: Blok Sayısı
g	: Genotip sayısı
σ^2	: Hata varyansı
σ^2_G	: Genotip varyansı

Hesaplamalar	
F değeri	GKO/HKO
σ^2	HKO
σ^2_G	(GKO- HKO)/r
Fenotipik varyans (σ^2_F)	$\sigma^2_G + \sigma^2$
Kalıtım derecesi (H)	$\sigma^2_G / \sigma^2_F \Rightarrow H = \sigma^2_G / (\sigma^2_G + \sigma^2)$

Varyans Analizinden Giderek Kalıtım Derecesinin Hesaplanması (örnek)

Altı fasulye genotipinin tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak belirlenen % protein içeriği tabloda verilmiştir.

Protein içeriği (%) için varyans analiz tablosu hazırlayarak kalıtım derecesini hesaplayınız.

Genotip	1. Tek	2. Tek	3. Tek	Σ
1	28,9	27,9	26,6	83,4
2	28,7	28,3	28,4	85,4
3	28	26,1	25,5	79,6
4	27,1	27,9	26	81
5	28,2	27,7	25,9	81,8
6	27,9	28,7	28,1	84,7
Σ	168,8	166,6	160,5	495,9

Varyans analiz tablosu				
VB	SD	KT	KO	F
Tek (T)	2	6,3	3,2	6,4**
Genotip (g)	5	8,6	1,7	3,4*
Hata (H)	10	5,1	0,5	
Genel	17	20		

Hesaplamalar

Hata varyansı (σ^2)

$$HKO = 0,5$$

Genotipik varyans (σ^2_G)

$$\sigma^2_G = (GKO - HKO) / r = (1,7 - 0,5) / 3 = 0,4$$

Fenotipik varyans: (σ^2_F)

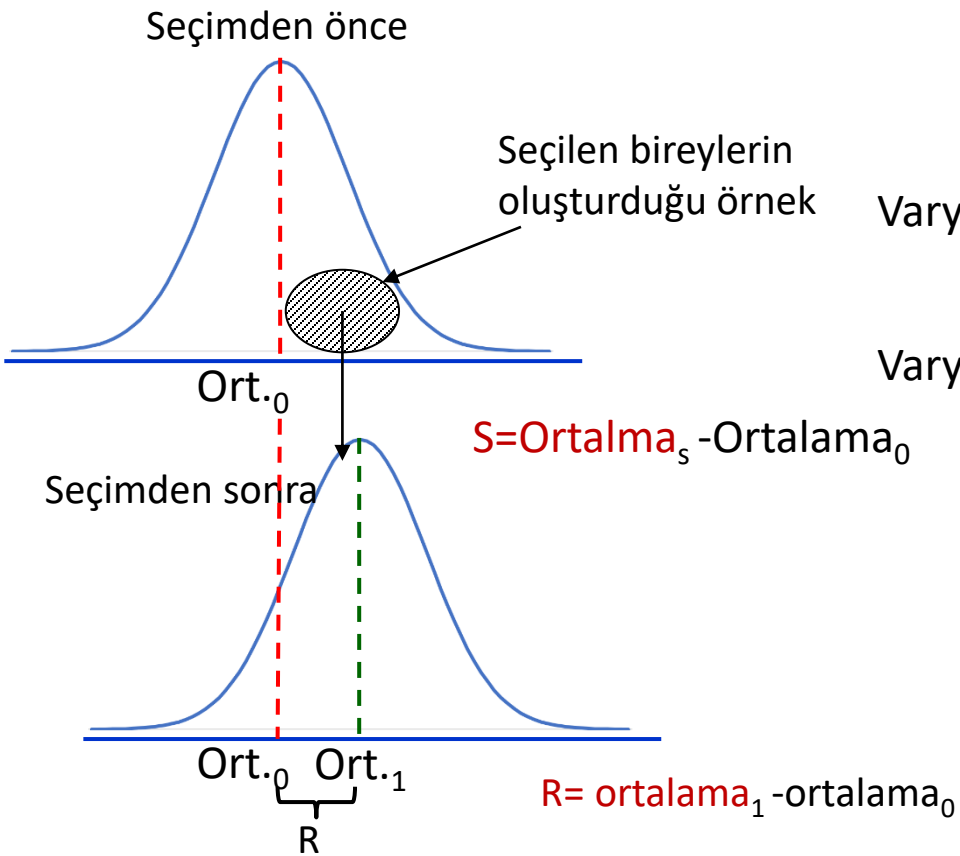
$$\sigma^2_G + \sigma^2 \Rightarrow 0,4 + 0,5 = 0,9$$

Kalıtım derecesi (H):

$$\sigma^2_G / \sigma^2_F \Rightarrow 0,4 / 0,9 = 0,44 \text{ (%44)}$$

Yapay Seleksiyonlardan Giderek Kalıtım (Dar Anlamda H^2n) Derecesi Hesaplama

- Kantitatif karakterin h^2n 'si değişik yöntemler ile hesaplanabilir. Bir popülasyon (ör: F_2) içinden seçilen bireylerin bir sonraki kuşakta (F_3) gösterecekleri performansa göre h^2n hesaplanabilir.
 $h^2n = 0-1$ değişir ve $h^2n=R/S$ formülü ile hesaplanır.
- R = Seleksiyonda elde edilen genetik kazanç.
- S = Seleksiyon farkı (diferansiyeli)
- **Genetik kazanç (R)**: Seleksiyon yapılan bir popülasyonun başlangıç ortalaması ile, bu popülasyondan seçilen bitkilerin döllerinin ortalaması arasındaki farktır.
- **Seleksiyon diferansiyeli (S)**: Başlangıç popülasyon değeri ile seçilen bireylerin değeri arasındaki farktır.
- **Seleksiyon diferansiyeli (farkı) = $S_{ort.} - Pop_{ort.}$**
- **Genetik ilerleme (Gi) = $h^2 \times Sp \times i$ [Sp : fenotipik standart sapma; i : seleksiyon indeksi (%1 için 2,66, %5 için 2,06; %10 için 1,75 ve %20 için 1,38)]**
- **Seleksiyon şiddeti**: Seçim yapılan popülasyon içindeki seçilen bireylerin tüm bireylere oranıdır (Seleksiyon şiddeti %80 ise şiddetli, %20 ise zayıf yapılmıştır).
- **Kalitatif karakterlerin** kalıtım derecesi yüksektir, seleksiyonda ilerleme ve başarı fazladır (monogenik veya çok az gen ile kontrol edilir, hastalıklara dayanıklılık, dane rengi, sıırık/bodur vs).
- **Kantitatif karakterlerde** genetik ilerleme daha zayıftır (çoklu gen tarafından kontrol edilir, verim, kalite, bitki boyu, dane ağırlığı vb).
- Kantitatif özelliklerde fenotip, genotipi göstermez. Fenotipik varyans hem genetik hem de çevresel varyanstan etkilenir.
- Kalitatif özelliklerde seleksiyon şiddetli yapılabilir. Kantitatif özellikler ise çoğunlukla poligenik olmalarından dolayı mikrojenleri atmamak için seleksiyon şiddeti düşük olur.



Varyasyon sadece genetik ise $h_n^2 = 1$ 'dir ve $R = S$

Varyasyon sadece çevresel ise $h_n^2 = 0$ 'dır ve $R = 0$

$$R = h_n^2 * S$$

R = seleksiyon kazancı (popülasyon ortalaması ile seçilen bireylerin dölleri arasındaki fark)

S = Seleksiyon diferansiyeli (seçilen bireylerin ortalaması ile popülasyon ortalaması arasındaki fark)

h^2 = Kalıtım derecesi

Seleksiyon F_2 'de yapılır ve F_3 dölleri ile karşılaştırılırsa genetik ilerleme ve kalıtım derecesi ;

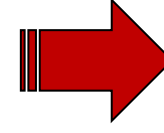
$$S = SF_2 - F_2$$

$$R = SF_3 - F_2$$

$$h_n^2 = R/S \Rightarrow (SF_3 - F_2)/(SF_2 - F_2)$$

Örnek:

Soru:



1000 adet bitkiden oluşan bir başlangıç barbunya popülasyonunun protein içeriği %18 ve fenotipik standart sapması 5'tir. Bu popülasyondan seçilen 200 bitkinin ortalama protein içeriği %22 olmuştur. Bu seçilen bitkilerin döllerinin ortalama protein içeriği %20 olarak belirlenmiştir. Bu seleksiyonda, seleksiyon şiddetini, seleksiyon farkını, genetik kazancı ve genetik ilerlemeyi hesaplayınız.

Çözüm:

$$\text{Seleksiyon şiddeti } (S_s) = 100 - (n_s/n \times 100) \Rightarrow S_s = 100 - (200/1000) \times 100 \Rightarrow 100 - 20 = \%80$$

$$\text{Seleksiyon farkı } (S_d) = \bar{X}_s - \bar{X}_0 \Rightarrow 0,22 - 0,18 = 0,04$$

$$\text{Genetik kazanç } (R) = \bar{X}_1 - \bar{X}_0 \Rightarrow 0,20 - 0,18 = 0,02$$

$$\text{Kalıtım derecesi } (h^2) = R/S_d \Rightarrow 0,02/0,04 = 0,50 (\%50)$$

$$\text{Genetik ilerleme } (Gi) = h^2 \times Sp \times i \Rightarrow 0,5 \times 5 \times 1,38 = \%3,45$$

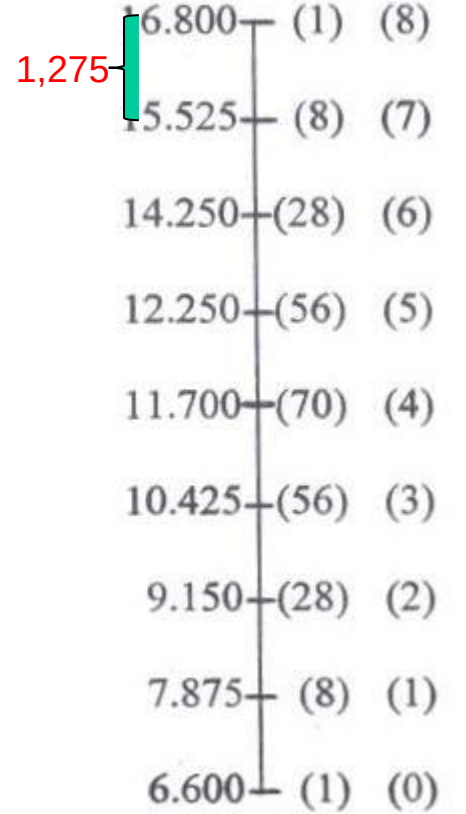
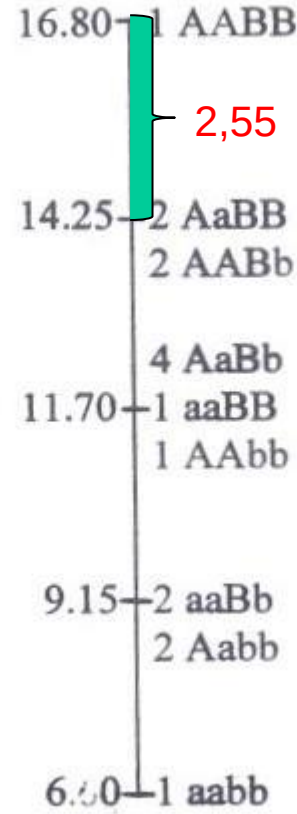
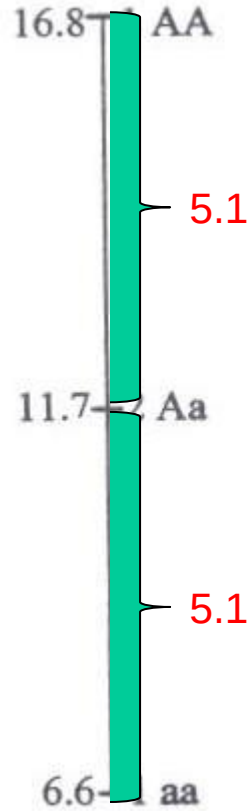
Genlerin Etki Biçimleri

Aditif (eklemeli) gen etkisi:

Burada ilgili genler özellikler üzerine eklemeli etki yapar.

Mısırda koçan uzunluğuna, 1, 2 ve 4 lokuslu modellerde bir eklemeli dominant genin koçan uzunluğuna etkisi sırasıyla 5.1, 2.55 ve 1.275 cm olmuştur.

Aynı özellik üzerine etki yapan gen sayısı arttıkça tek eklemeli genin etkisi azalır.



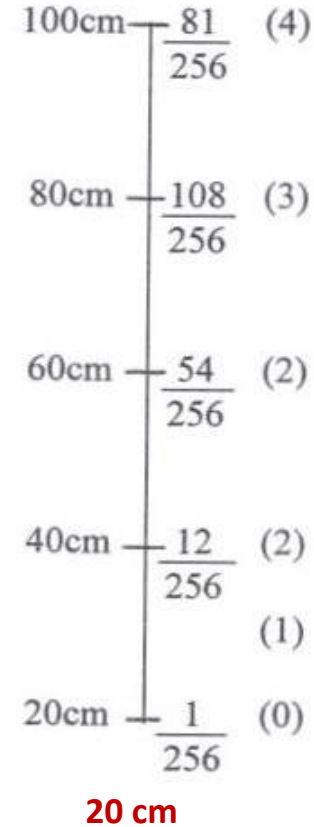
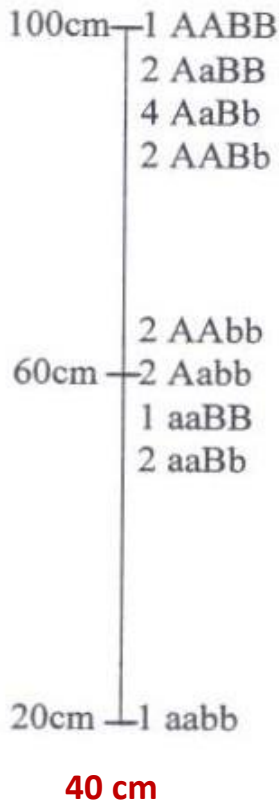
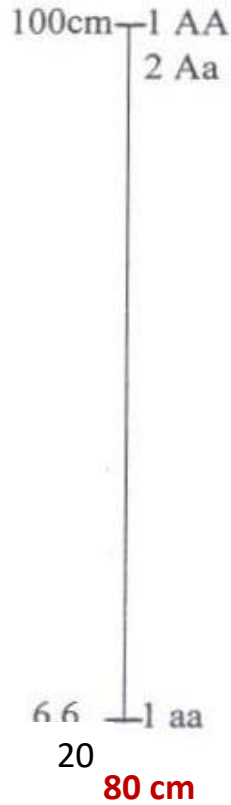
1, 2 ve 4 eklemeli gen çifti bakımından heterozigot bir melezin aditif gen etkisinde F_2 açılımı

Genotipin frekansı
Dominant gen taşıyan
lokus sayısı

Genlerin Etki Biçimleri

Dominant gen etkisi:

Tam dominanside AA ve Aa'nın fenotipi aynıdır.



1, 2 ve 4 eklemeli gen çifti bakımından farklı ebeveyn arasında yapılan melezlemenin F_2 generasyonunda tam dominantlık durumuna göre açılımları (4 lokuslu açılımda parantez içindekiler, dominant gen taşıyan lokus sayısını ifade eder).

Genlerin Etki Biçimleri

Süper dominantlık

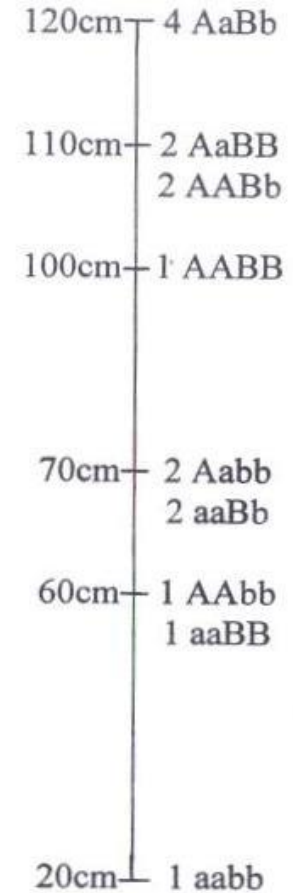
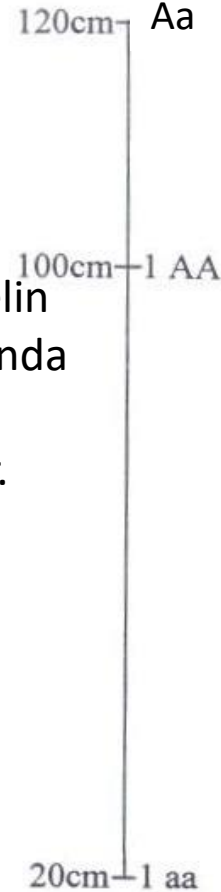
Süper dominansi, bir gen lokusundaki her allelin fenotip üzerinde ayrı etki göstermesi durumunda ortaya çıkar.

Bazı durumlarda **allel içi interaksiyon** görülür.

A ve a genleri yan yana gelirse AA genotiplerinden daha uzun olur.

(AA=100, aa=20 cm $\Rightarrow$ Aa=120 cm)

Superdominantlık



Bir ve iki gen çifti bakımından **heterozigot bitkilerin** süper dominantlık halinde açılma sayıları (A ve B genleri aynı karakter üzerine eşit etkiye sahiptir).

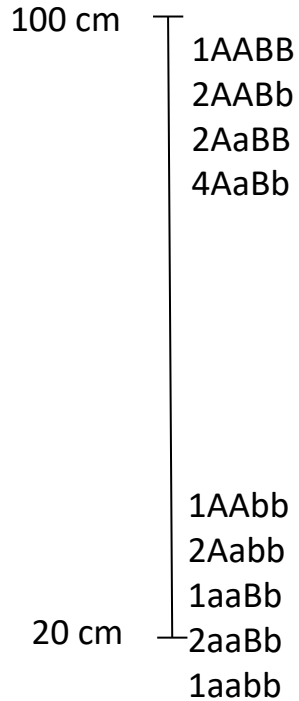
Transgresif varyanslar:

Bazı melezlemelerden elde edilen F_2 popülasyonlarında bazı bireylerin ebeveynlerden daha düşük veya yüksek özellik göstermesidir.

- Büyük ebeveyn: AABBCcdd
- Küçük ebeveyn: aabbccDD
- F_1 AaBbCcDd
- F_2 'de bazı bireylerin genotipleri

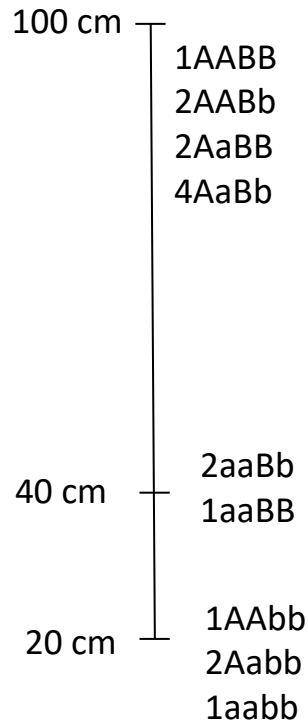
AABBCcDD (büyük ebeveyninden daha iri) ve
aabbccdd (küçük ebeveyninden daha küçük) olacaktır.

Epistatik etki: Kalitatif karakterlerde bir lokusta bulunan gen, diğer lokusta bulunan genin etkisini örter; buna Epistatik etki denir. Örtücü gene **Epistatik Gen**, örtülen gene ise **Hipostatik Gen** denir. Kantitatif özelliklerde ise iki veya daha fazla lokustaki genler arasında bir interaksiyon bulunursa buna epistasi denir.



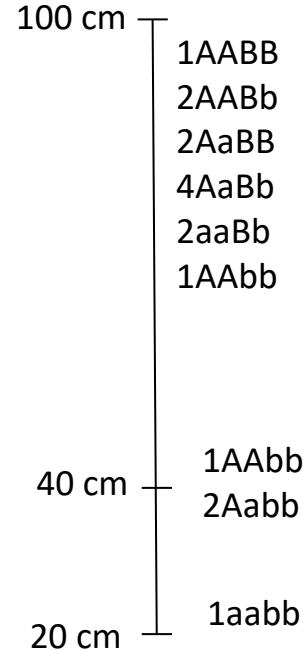
Çift resesif
epistasi

9:7



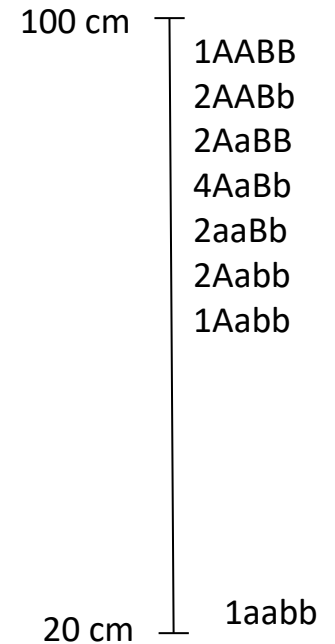
Resesif
epistasi

9:3:4



Dominant
epistasi

12:3:1



Duplike
faktör

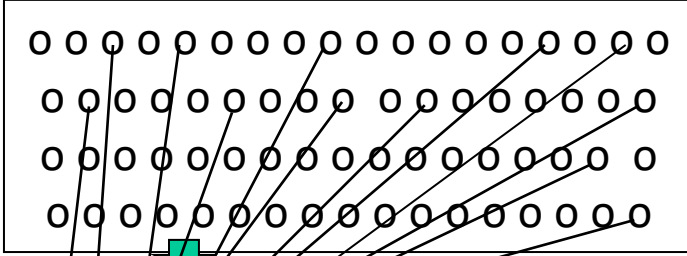
15:1

Toplu seleksiyon

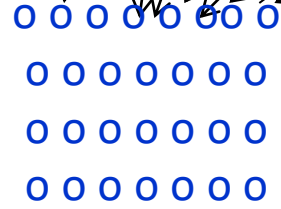
- Toplu seleksiyonda bitkiler fenotiplerine göre toplu olarak seçilir, beraber hasat ve harman edilir ve tek bitki dölllerinde herhangi bir döl kontrolü yapılmaz (2000-3000 bitki ile başlanmalı).
- Negatif ve pozitif seleksiyon şeklinde yapılabilir.
- Fenotipin genotipi gösterdiği kabul edilir.
- Kalitatif (renk, kılçıklılık ...) özelliklerde kullanılır.
- Köy çeşitlerinden yeni çeşitler elde edilmesinde kullanılır.
- Mevcut çeşitlerin saflaştırılmasında kullanılır.
- Mevcut çeşitlerin korunmasında kullanılır.
- Seleksiyonda populasyonun geniş olması başarıyı etkiler.
- Toplu seleksiyon hızlı bir yöntemdir.
- Homozigot dominant (AA) ve resesif (aa) genotiplere sahip bireylerin toplu seleksiyonu, heterozigot dominant (Aa) genotiplere göre daha kolay ve hızlıdır.
- Dominant özelliklere yönelik toplu seleksiyonda heterozigot (Aa) bireyler de seçilir. Gelecek genrasyonlarda istenmeyen bireyler çıkabilir (Kılçıksız > kılçıklı Kk; renkli tohum> beyaz Bb).
- Kalıtım derecesi yüksek özelliklerde çalışıldığında etkili bir yöntemdir.
- Başlangıç populasyonun genel karakterini kaybetmemek için %40'tan fazla bitki atılmamalıdır. Yabancı döllenenlerde %50 olabilir.
- Toplu seleksiyon hem kendine döllenen hem de yabancı döllenen bitkilerde kullanılır. Ancak, yabancı döllenenlerde daha çok kullanılır

Basit toplu seleksiyon

1. yıl

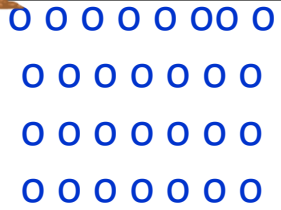


2. yıl



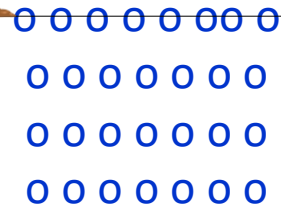
Standart
çeşit

3. yıl



Standart
çeşit

4. yıl



Standart
çeşit

5. yıl

ÜRETİM

6. yıl

Kendine döllenen türlerde

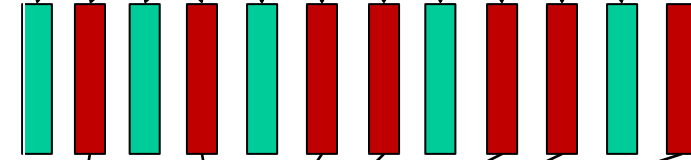
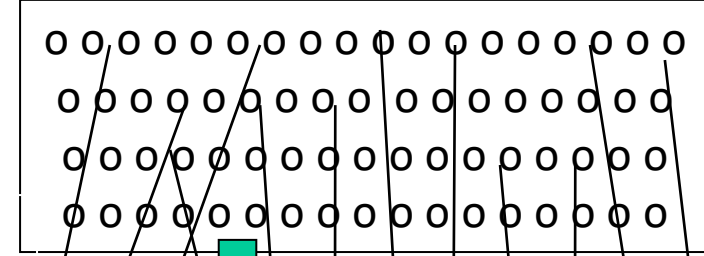
Aynı fenotipte
binlerce bitki seçilir
ve beraber hasat
edilir (2000-3000)

Toplu
seleksiyondan
daha iyi sonuç
almak için seçilen
bitkiler ayrı ayrı
yetiştirilir ve
amaca uygun
olanlar 3. yıl
karıştırılır ve
devam edilir

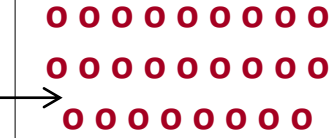
Standart çeşit ile
birlikte denemeye
alınır. Tohum alınır

Standart çeşit ile
birlikte denemeye
devam edilir

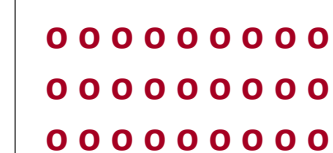
Döl kontrollü toplu seleksiyon



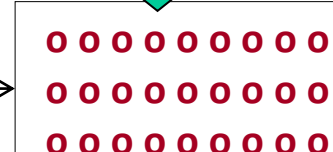
Standart
çeşit



Standart
çeşit

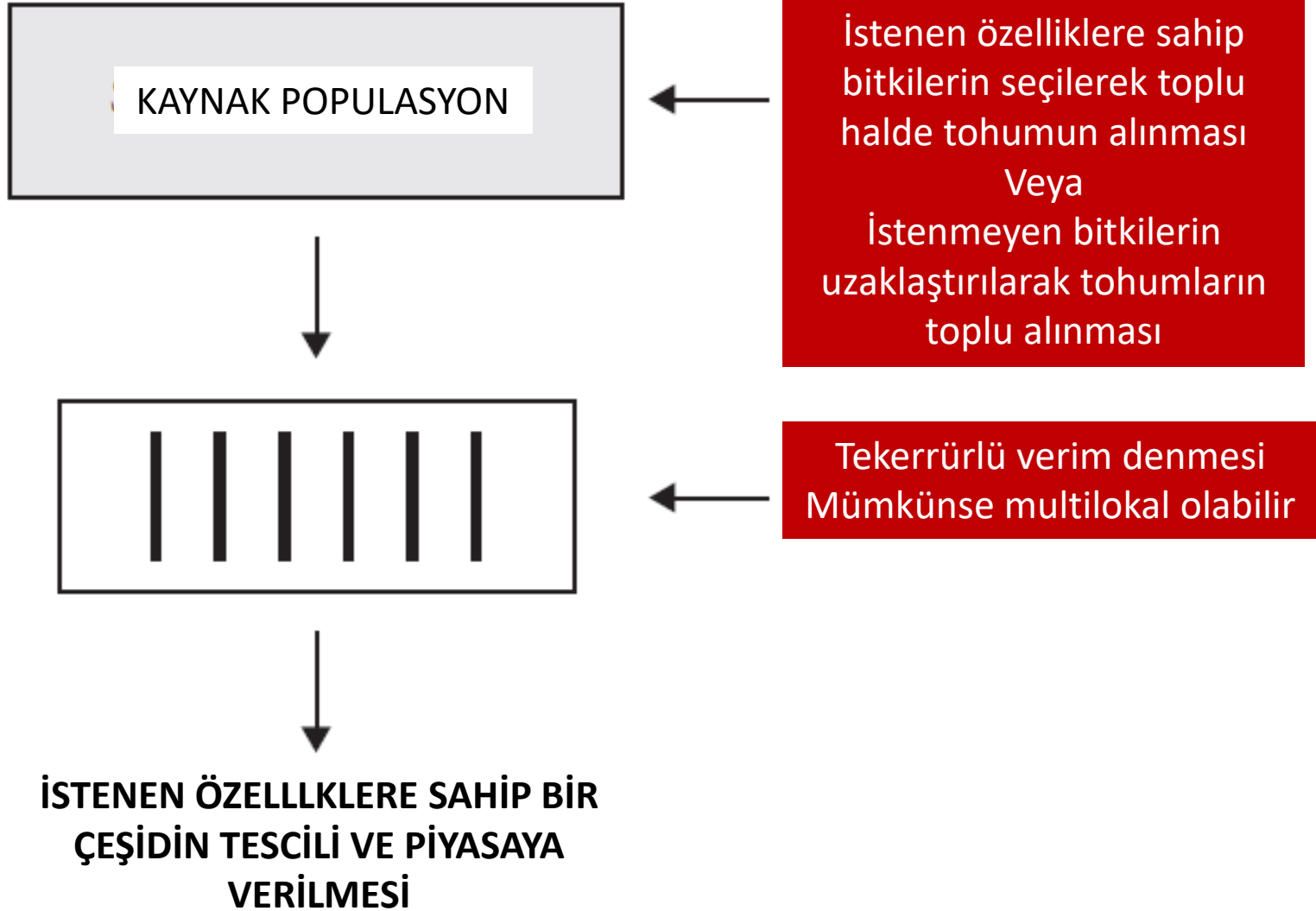


Standart
çeşit



ÜRETİM

Kendine Döllenen Türlerde Çeşit Geliştirme



Kendine Döllenen Türlerde Döl Kontrollü Toplu Seleksiyon Yöntemi ile Mevcut Çeşitlerin Saflaştırılması

Year 1



Mevcut bir çeşitten istenen özellikleri taşıdığı düşünülen 500-2000 bitkinin ekilmesi, 200-300 bitkiden tohumların ayrı ayrı alınması

Year 2



200-300 adet bitkinin döllerinin sıralar veya ocaklar halinde yetiştirilmesi ve istenmeyen özellikte olan ve açılım gösterenlerin ayıklanması

Year 3



İstenen özellikleri taşıyan sıraların beraber hasat edilmesi ve saflaştırılmış çeşidin elde edilmesi

Yabancı Döllenen Bitkilerde Toplu Seleksiyon

- Yabancı döllenен türlerde popölasyonlarda yüksek oranda heterozigoti vardır. Toplu seleksiyonla heterozigoti oranı düşürölür ve istenen genlerin frekansı arttırılır.
- Seleksiyon etkinliği düşüktür. Çünkü seçim ana bireyin fenotipine bakılarak yapılır. Baba bireyin hangi bitki olduğu bilinmez.**
Homozigotlaştırma zaman alır.
- Dominant karakterler (AA ve Aa) ile çalışılıyorsa saflaştırma uzun süre alır.
- Resesif özelliklerde seçim daha kolaydır.
- Döl kontrolü ve izolasyon seleksiyon etkinliğini artırır.

Yabancı Döllenen Bitkilerde Toplu Seleksiyon

Mevcut Populasyon



Fenotipe göre seçim (*negatif veya pozitif*)



Seçilen bitkilerin karışık yetiştirilmesi
Dışarıdan polen bulaşmamasına özen gösterilmelidir.



Gözlem /kontrol



Üretim ve kontrol



Üretim

Yabancı Döllenen Bitkilerde Toplu Seleksiyon

*Dominant özellik için döllenmeden önce toplu seçim
(resesif genotiplerin eliminasyonu)*

F₂ 'de 1 AA 2Aa aa genotiplerinden aa elenirse geriye kalan 1 AA ve 2Aa genotipleri
2 A ve 1 a gametlerini oluştururlar.

	2A	1a
2A	4AA	2Aa
1a	2Aa	1aa
	4AA + 4Aa	1aa

1/9 aa

	3A	1a
3A	9AA	3Aa
1a	3Aa	1aa
	9AA + 6Aa	1aa

1/16 aa

Dominant Özellik İçin Döllenmeden Önce Seçilmesinde Generasyolardaki Resesif Genotip Oranı

Generasyon	Popülasyon bileşimi			Gamet bileşimi		Resesiflerin oranı
F ₂	1AA	2Aa	1aa	2A	1a	1/4
F ₃	4AA	4Aa	1aa	3A	1a	1/9
F ₄	9AA	6Aa	1aa	4A	1a	1/16
F ₅	16AA	8Aa	1aa	5A	1a	1/25
:						
:						
F _G	((G-1)A+1a) ²			GA	1a	1/G ²

Dominant Özellik için Döllenmeden Sonra Toplu Seçim

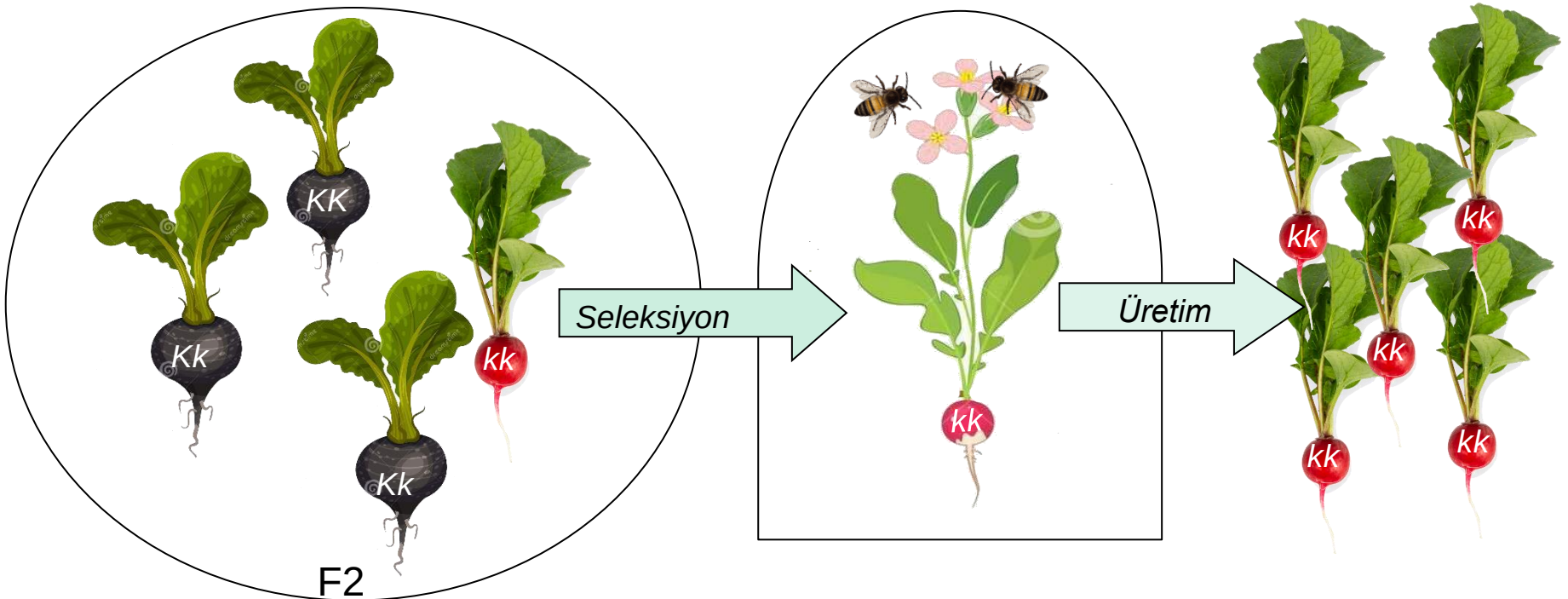
Bu durumda resesif genotiplerin popülasyondan uzaklaştırılması daha zordur. Erkek gametler hesaplanırken **bütün genotipler**, dişi gametler hesaplanırken **sadece dominant fenotipli genotipler** hesaba katılır.

Gen	Populasyonun Bileşeni			Dişi gametler		Erkek Gametler		Res Oranı
F ₂	1AA	2Aa	1aa*	2A	1a	1A	1a	1/4
F ₃	2AA	3Aa	1aa*	7A	3a	7A	5a	1/6
F ₄	49AA	56Aa	15aa*	11A	4a	77A	43a	1/8
F ₅	847AA	781Aa	172aa*					43/450

* Döllenmeden sonra popülasyondan uzaklaştırılır.

Resesif Özellik için Döllenmeden Önce Toplu Seleksiyon

- Seleksiyona konu olan özellik **döllenmeden önce ortaya çıkıyor** ve **resesif** ise sonuç ilk seçimde alınır.
- Turplarda **siyah** renk **kırmızıya** dominanttır. Kırmızı turplar seçilir ve kendi aralarında kontrollü koşullarda serbest tozlanmaya bırakılarak sonraki popülasyonun tamamen kırmızı olması sağlanır.



Resesif Özellik İçin Döllenmeden Sonra Toplu Seleksiyon

- Islah edilecek resesif özellik döllenmeden sonra ortaya çıkıyor ise baskın özelliği popülasyondan uzaklaştırmak kolay değildir.
- Erkek gametler hesaplanırken popülasyondaki bütün bireyler dikkate alınır.
- Kabakta yeşil meyve kabuk rengi sarı kabuk rengine resesiftir.

Gen	Döllerin genotipik bileşimi			Erkek Gametler	Dominantların oranı
F ₁	Aa 			1A + 1a	1/1
F ₂	1AA 	2Aa 	1aa 	1A + 1a	3/4
F ₃	1Aa		1aa	1A + 3a	1/2
F ₄	1Aa		3aa	1A + 7a	1/4
F ₅	1Aa		7aa	1A + 15a	1/8
:					
:					
F _G					1/2 ^{G-2}

F₂'den başlayarak resesif bitkiler F₁₀'a kadar seçilirse $1/2^8 = 1/256$

9. Generasyonda 1000 bitkiden 4 tanesi dominant bitkidir.

Teksel Seleksiyon

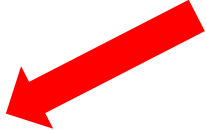
- ✓ Teksel seleksiyonda (**genotiplerin seleksiyonu**) seçilen bitkiler **ayrı ayrı değerlendirilir**. Her bitkinin tohumları **ayrılarak alınır** ve bir sonraki nesil **ayrı sıralar** halinde yetiştirilir. Böylece **döl kontrolü** yapılır.
- ✓ **Döl kontrollü teksel seleksiyon** veya **saf hat** seleksiyonu olarak ta adlandırılır.
- ✓ Teksel seleksiyon yeni çeşit elde etmede daha etkili bir yöntemdir.
- ✓ Kendine döllen bitkilerde teksel seleksiyonda;
 - ✓ Bitki popülasyonunun farklı genotipleri içine alan homozigot bireylerden oluştuğu,
 - ✓ Popülasyondan saf hatların elde edildiği ve seçilen bireyler popülasyondan sapma gösterdiği,
 - ✓ Saf hat içinde yapılan seleksiyonda başarı sağlanmadığı kabul edilir.
 - ✓ Saf hat içindeki varyasyon «modifikasyon» olarak adlandırılır
- ✓ Dominant karakterlerde (**AA ve Aa**) döl kontrollü teksel seleksiyon uygun bir yöntemdir.
- ✓ Teksel seleksiyon kendine döllen türlerde. Toplu seleksiyon ise yabancı döllen türlerde daha başarılıdır.
- ✓ Teksel seleksiyonda başarı, popülasyonda aranan bireylerin varlığına ve bunları bulup çıkarmaya bağlıdır.



Karışık tohum
kaynağı



Tohum büyüklüğüne
göre tesadüfen
seçim



Saf hat 19 0.351 g



Saf hat 1 0.625 g



0.358 g

0.348 g



0.631 g

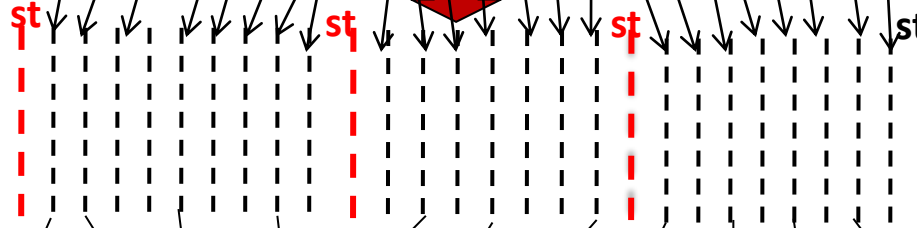
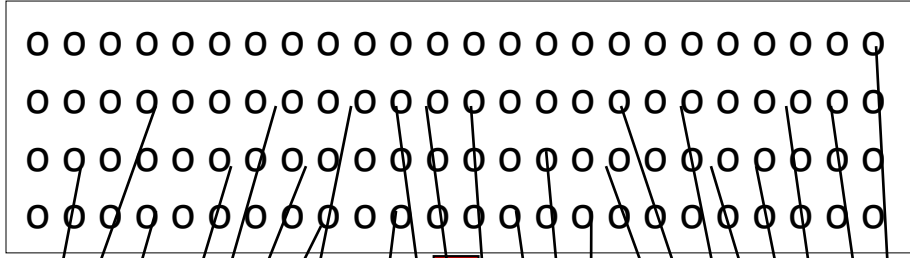


0.649 g

SAF HAT TEORİSİ

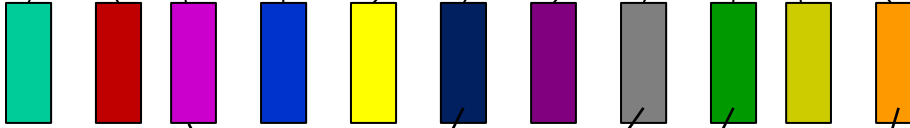
Johanssen, 1903

1. Yıl yerli pop.
yetiştirilmesi,
seçim ve teksele
tohum alımı



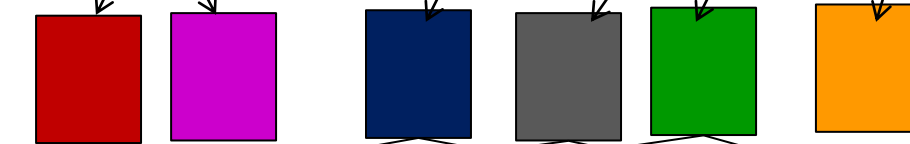
*Elit bitki dölleri
(200-1000 bitki - % 10-20)*

2. Yıl A dölleri hat
halinde
yetiştiriliyor



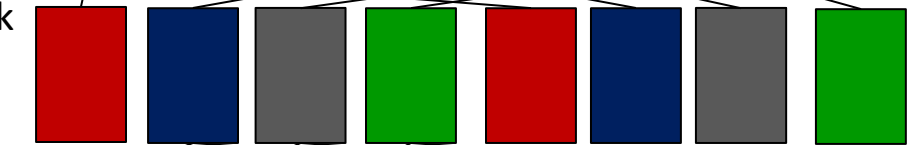
*Tekerrürlü mikro verim
denemeleri ve seçim*

3. Yıl B dölleri



*Tekerrürlü verim
denemeleri ve seçim*

4. Yıl C dölleri



Ara üretim ve seçim

5. Yıl D dölleri küçük
verim denemesi



*Üretim ve seçim
Çeşit oluşumunda bir hat
seçilir veya benzeyen birkaç
hat birleştirilebilir.*

6. Yıl büyük verim
denemesi



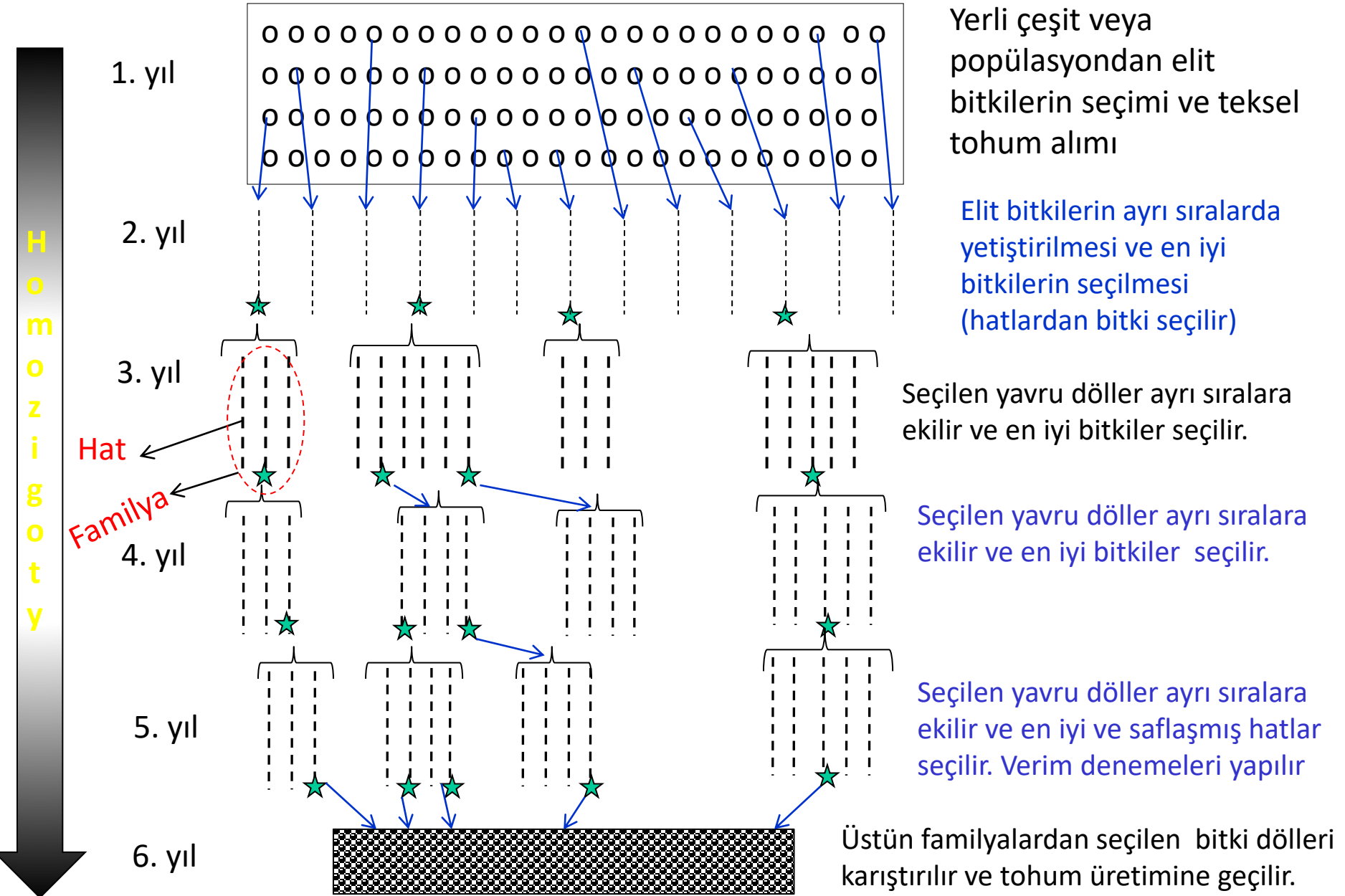
7. Yıl en üstün hat/hatlar yetiştirilir

Kendine Döllenen Bitkilerde Döl Kontrollü Teksel Seleksiyon Yöntemi

Yabancı Döllenen Bitkilerde Teksel Seleksiyon

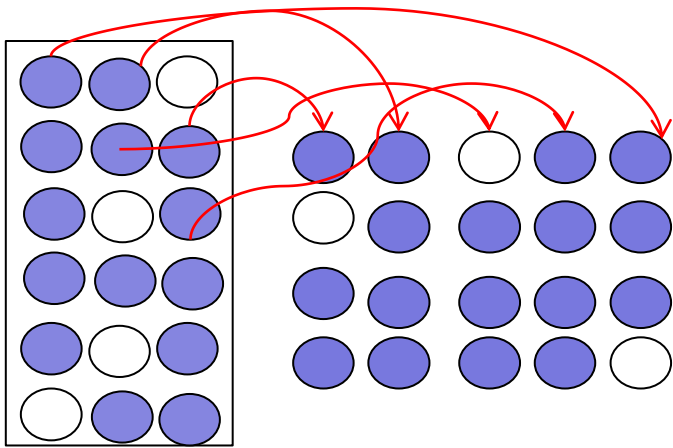
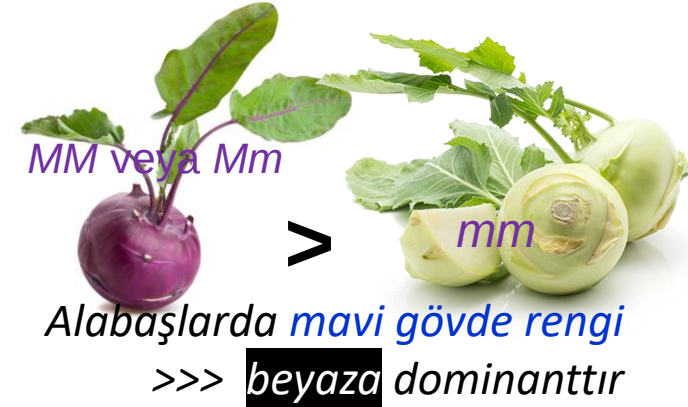
- ✱ Kendine döllenelerin tersine, yabancı döllen bitkilerin dölleri birbirine benzemez.
- ✱ Heterozigoti (Aa) oranı yüksektir.
- ✱ Her generasyonda en üstün familyalar işaretlenir, bu familyaları oluşturan hatlardan en üstün bireyler belirlenerek seçilir.
- ✱ Yani familya ve birey seleksiyonu yapılır.
- ✱ 5-6 generasyon seçim tekrarlanır.
- ✱ Sonra üstün familyalardan seçilen benzer bitki dölleri karıştırılır ve tohum üretimine geçilir.

Yabancı Döllenen Türlerde Döl Kontrollü Teksel Seleksiyon



Dominant Özellik İçin Döllenmeden Önce Teksel Seleksiyon (Resesiflerin Uzaklaştırılması)

- 🌱 F₂'de resesif bitkiler popülasyondan uzaklaştırılır
- 🌱 Her bitkiden ayrı ayrı tohum alınır.
- 🌱 Alınan tohumlar sıralar halinde yetiştirilir.
- 🌱 Açılım gösteren sıralar komple uzaklaştırılır.
- 🌱 Döllenmeden sonra ayrı ayrı tohum alınır.
- 🌱 Gelecek generasyon sıralar halinde yetiştirilir ve açılım gösteren sıralar uzaklaştırılır ve resesif özellik uzaklaştırılmaya çalışılır.



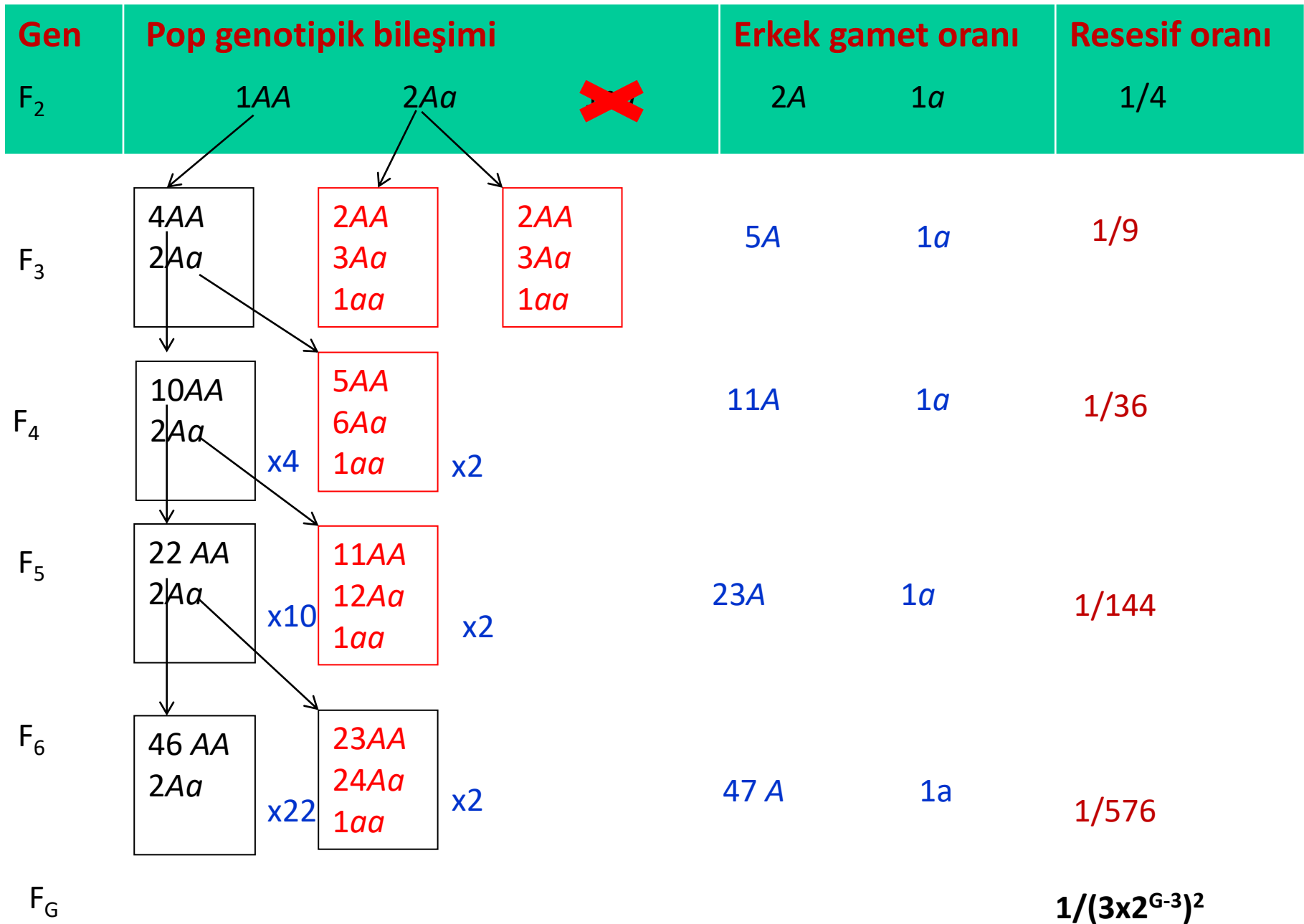
F₂

F₃

İşleme devam edilir



Dominant Özellik İçin Döllenenmeden Önce Teksel Seleksiyon



Döllenmeden Sonra Dominant Özellik İçin Teksel Seleksiyon

Gen	Pop genotipik bileşimi			Erkek gamet oranı		Resesif oranı
F2	1 AA	2Aa	1aa	1A	1a	1/4
F3	2AA 2Aa	1AA 2Aa 1aa	1AA 2Aa 1aa	7A	5a	1/6
F4	14AA 10Aa	7AA 12Aa 5aa	2x	2A	1a	5/48
F5	4 AA 2Aa	2AA 3Aa 1aa	10 x	35A	13a	5/72
F6	70 AA 26Aa	35AA 48Aa 13aa	2x	225A	63a	13/288

Fenotipik olarak açılım gösteren sıralar döllenmeden sonra uzaklaştırılır (**kırmızılar**)

Yabancı Döllenen Türlerde Seleksiyon Etkinliğini Artırma Yöntemleri



Vegetatif olarak çoğaltılabilen bitkilerde seçilen bitkiler çoğaltılır elit bitki klonları üzerinde döl kontrolü yapılır, seçilen klonlar kendi aralarında tozlanmaya bırakılır. Lahanagillerde uygulanabilir.



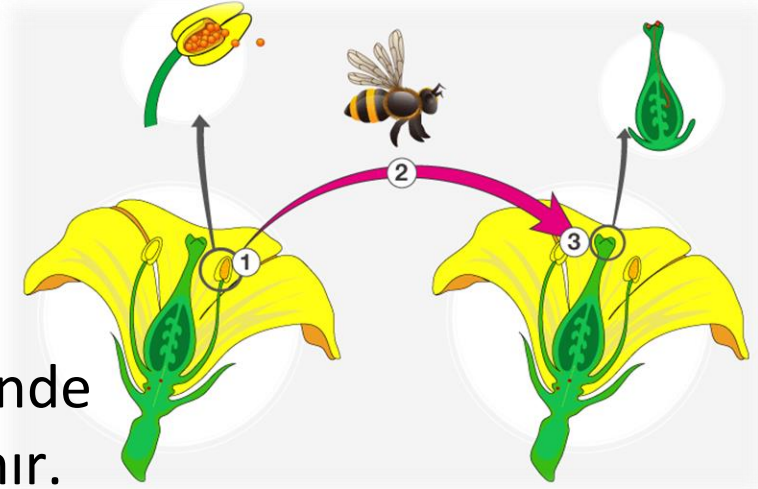
Çiçeklenmeden önce ortaya çıkan özellikler ıslah amacı olarak belirlendiğinde bitkiler seçilir ve kendi aralarında tozlanır.



Seçimden önce bütün bitkilerde kendileme yapılabilir.

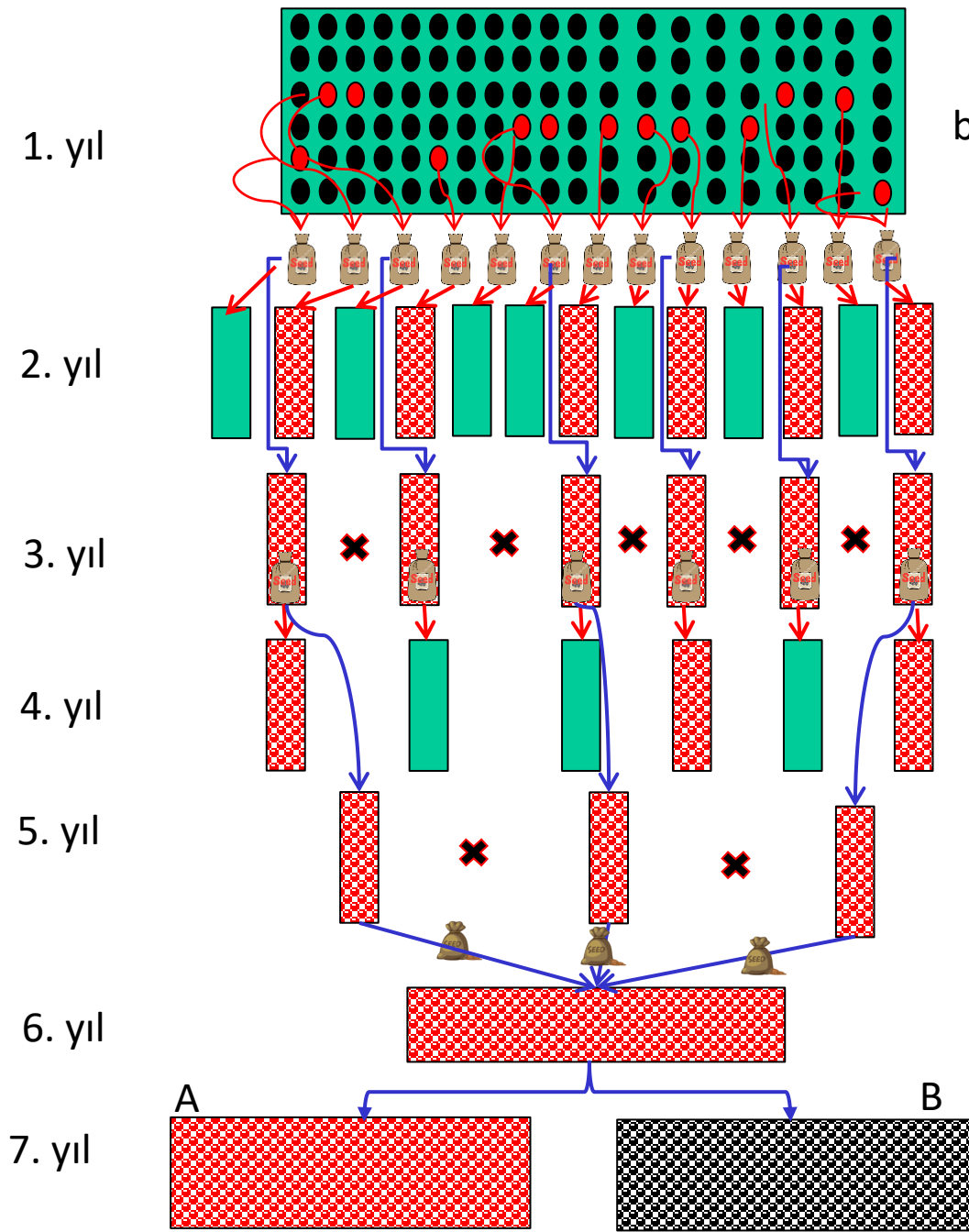


Yedek (Rezerv) Tohum Yöntemi (Ohio Yöntemi) kullanılabilir.



Yedek Tohum (Rezerv/Ohio) Yöntemi

-  Yabancı döllenen türlerde tekselele seleksiyon yöntemi yapılırken (döllenenmeden sonra) bu yöntem kullanılır.
-  Bu yöntemde seleksiyon etkinliğini yükseltmek için bitkilerden alınan tohumların yarısı ekilir, yarısı saklanır. Birinci yıl hatlar arasında seçim yapılır ve döl kontrolünde istenmeyen hatlar elimine edilir. İkinci yıl yedek tohumlar (bir önceki yıl alınan) kullanılarak ıslaha devam edilir.
-  Kabakgillerde kullanılan bir yöntemdir. Bir yıl gözlem, bir yıl döl elde etme ilkesine dayanır.
-  İki yılda bir generasyon ilerlendiğinden uzun süren bir yöntemdir (süre çalışılan karaktere de bağlıdır).



Yerli çeşit veya popülasyonda üstün bireylerin seleksiyonu bireysel tohum alımı

Tohumların yarısını ekerek A_1 döllerinde ön kontrol (seçim) seleksiyon kriterlerini gösteren hatların belirlenmesi.

A_2 döleri ana kontrolü (1. yıl alınan tohumların diğer yarısı), en iyi döller aralarında tozlaşır ve tohum alınır

B_1 döleri ön kontrolü multilokal olabilir (tohumun yarısı saklanır)

B_2 döleri ana kontrolü (3. yıl alınan tohumların diğer yarısı), en iyi döller aralarında tozlaşır ve tohum alınır.

Ön verim denemeleri ve en iyi döllerin beraberce üretilmesi

A: Ticari tohumluk üretimi

B: Yeni ıslah çemberinin başlatılması

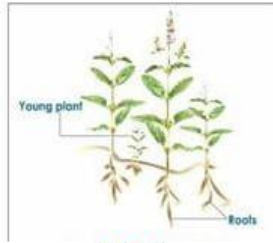
Yabancı Döllen Bitkilerde Yedek Tohumluk (Ohio) Yöntemi

Klon Seleksiyonu

- Tek bir bitkinin vegetatif yolla çoğaltılmasından klon meydana gelir (somatik doku parçaları, apomiksis...).
- Başarılı bir seleksiyon varyasyonun yüksek olduğu bir populasyonda yapılabilir.
- Farklı bölgelerden toplanmış olan bireylerle de varyasyon oluşturulabilir.
- Klonlar; melezlenerek , kendilenerek veya geriye melezlenerek çeşitlilik arttırılabilir (tohum üretenlerde).
- Bir klonda yapay veya doğal mutasyonlarla varyasyon oluşabilir.
- Seçilen bireyler sonraki generasyonlarda vegetatif çoğaltılacağı genetik olarak için değişmez.



Dahlia



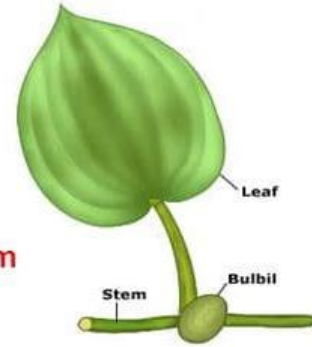
Mint



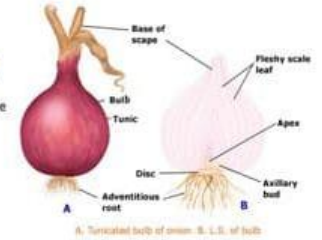
Bryophyllum



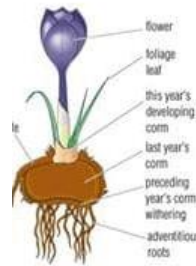
Ginger



Agave



Onion



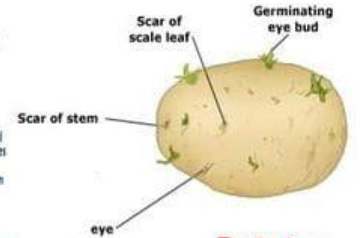
Gladiolus



Strawberry



Colocacia



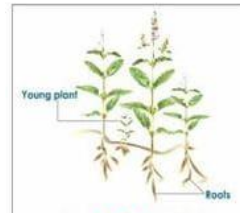
Potato

Categories of asexually propagated species

- Species with normal flowering and seed set
- Species with normal flowers and poor seed set.
- Species producing seed by apomixis
- Non-flowering species
- Partenocarpic species



Dahlia



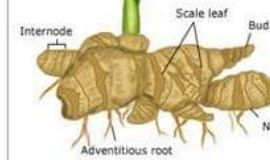
Mint



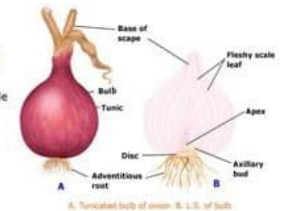
Bryophyllum



Agave



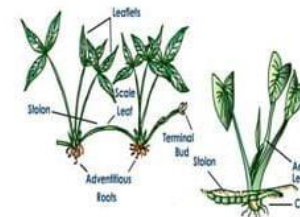
Ginger



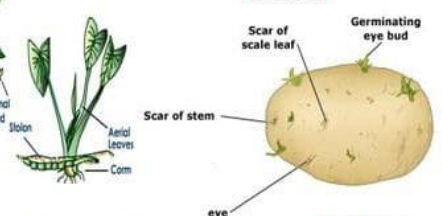
Onion



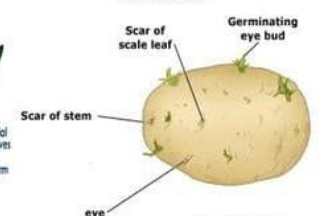
Gladiolus



Strawberry



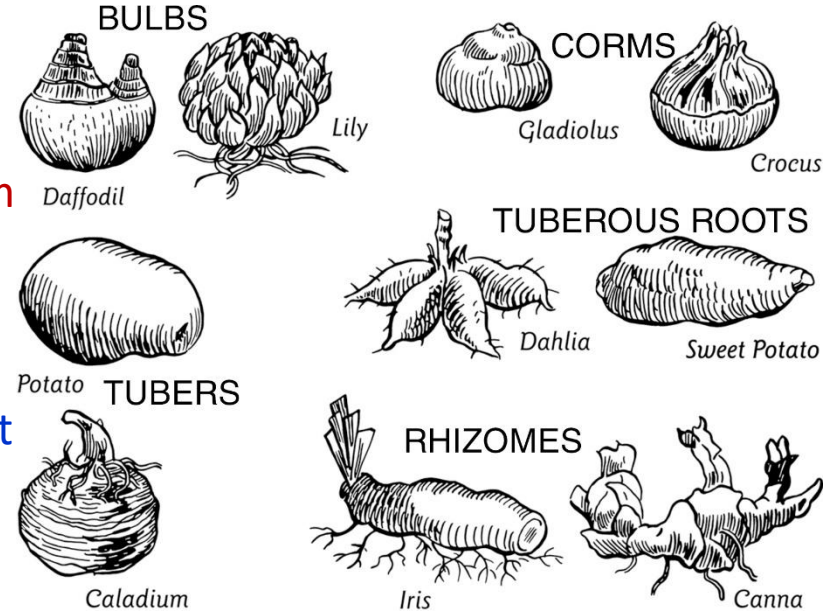
Colocacia

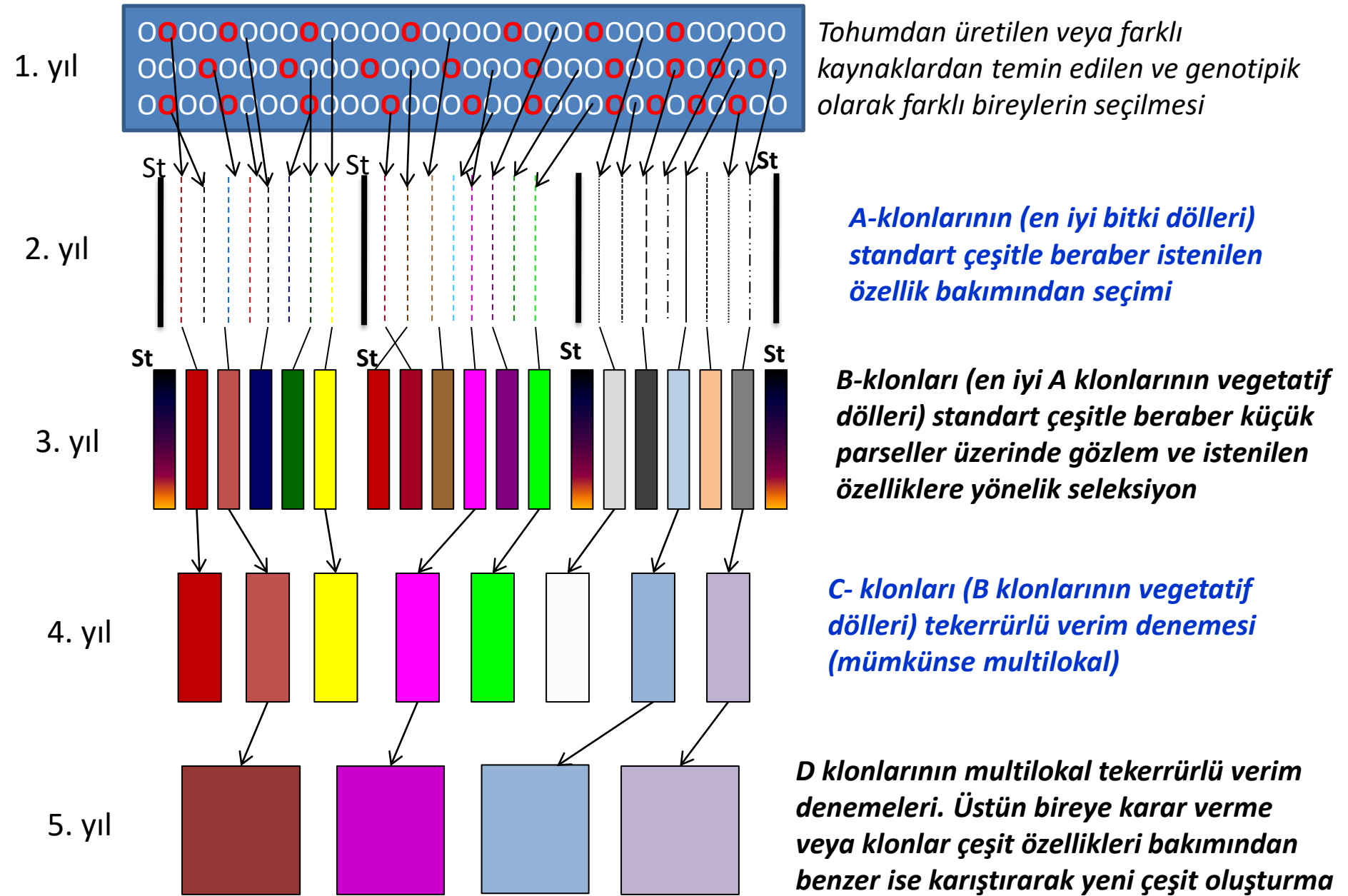


Potato

Klon Seleksiyonu

- Tohumdan üretilen bitkilerde ön seleksiyonla her tohumdan bir klon oluşturulur (A-klon).
- A-klonları kontrol bitkileri ile birlikte teste alınır.
- A ve B klonlarında birey sayısı verim testi için yeterli değil ise sadece gözlem ve çoğaltım yapılır.
- C ve D klonlarında ıslah değeri tespit edilerek (gözlem ve ölçümler) üstün olan klonların üretimine geçilir.
- Multilokal verim denemeleri yapılır.
- Ve üstün özellikteki D döllerini bir araya getirilerek çeşit yeniden oluşturulur.
- Ancak, bir araya karıştırılacak klonlar çeşit özellikleri bakımından birbirine yakın olmalıdır.
- Klon seleksiyonu tohumla üretilen aynı zamanda da vegetatif olarak ta çoğalabilen türlerde önemlidir. Önce klonlar seçilir, sonra tohum alınır ve eşeyli üremedeki ıslah programları gibi devam edilebilir.



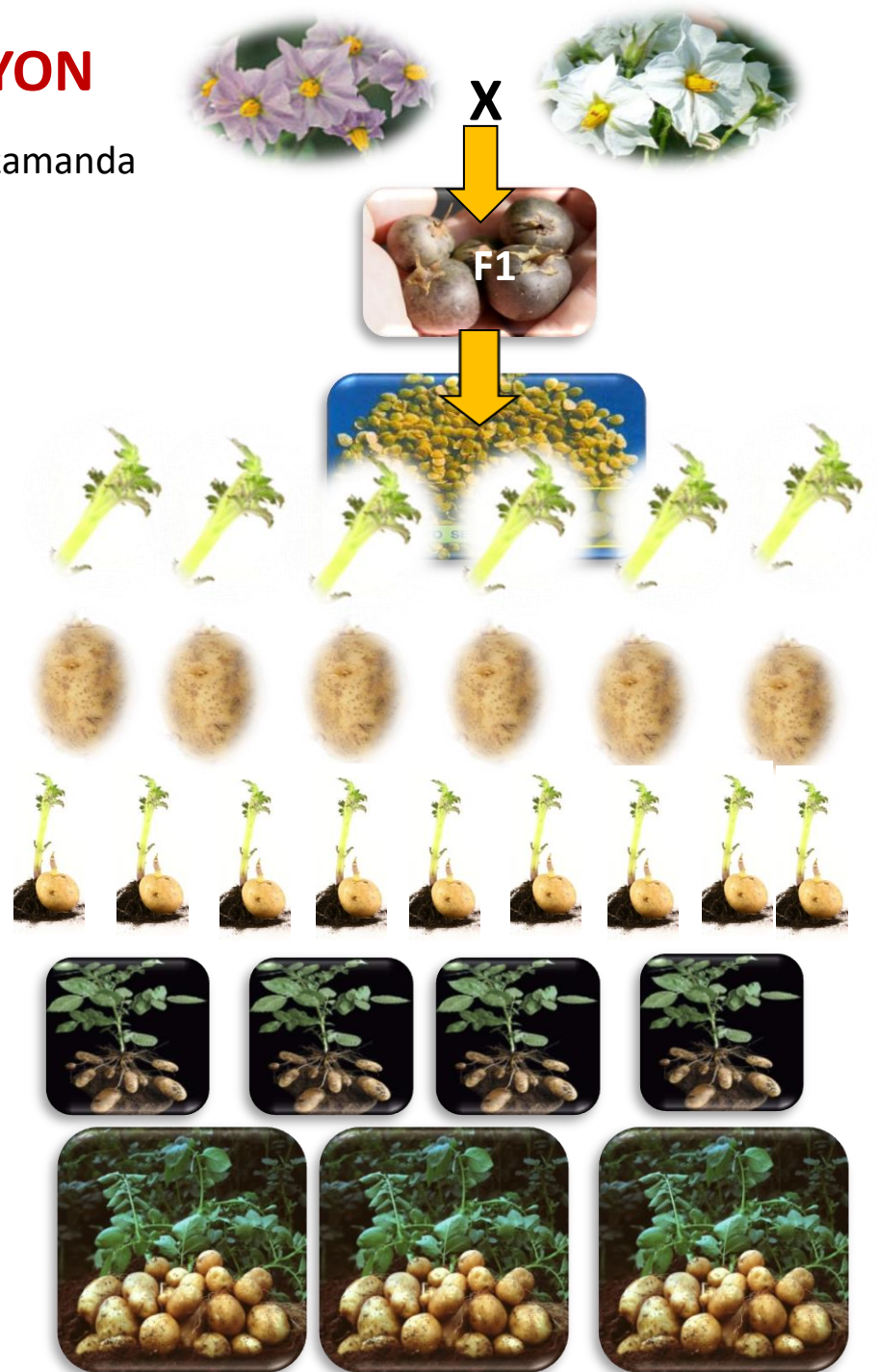
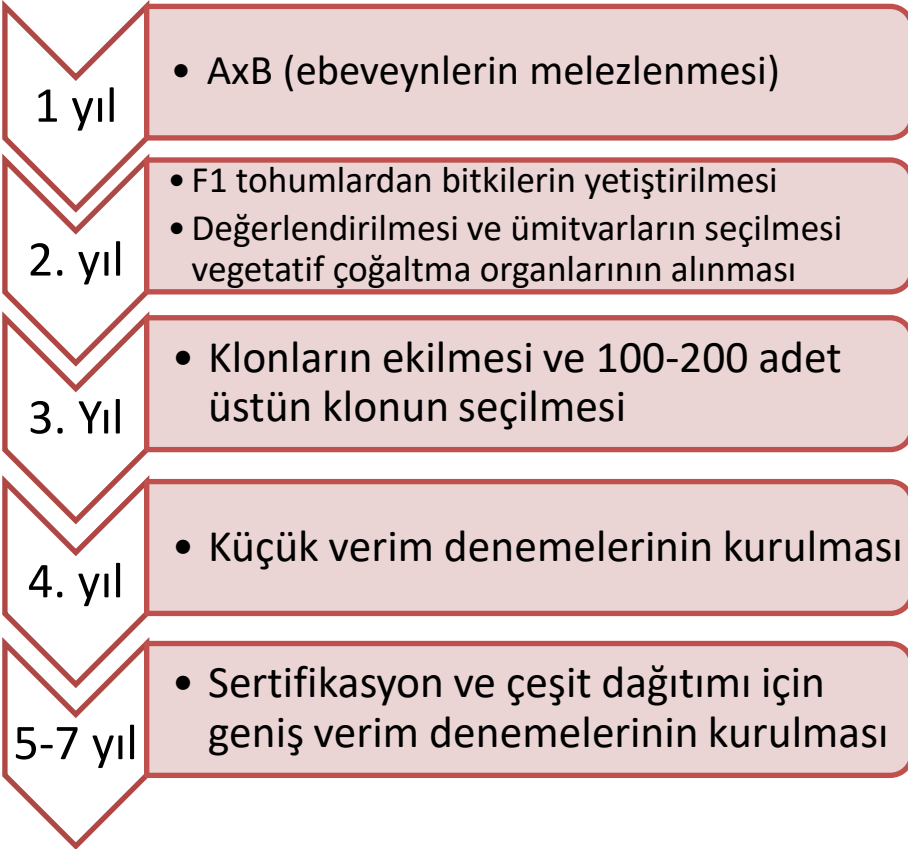


Vegetatif Üreyen Bitkilerde Klon Seleksiyonu

MELEZLEME İLE KLONAL SELEKSİYON

Bu yöntem yeterince fertil tohum üretebilen ve aynı zamanda vegetatif yola da çoğaltılabilen türlerde uygulanabilir.

Heterosis klonal üretimle stabil hale getirilir.

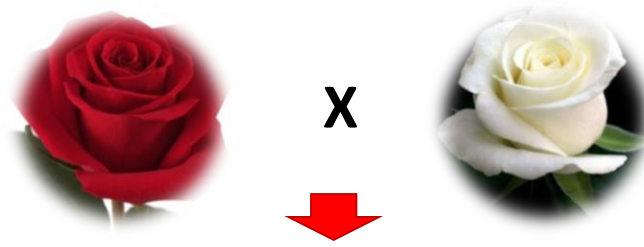




04/03/2015



MELEZLEME



ELDE EDİLEN F1 TOHUMLARIN
ÇİMLENDİRİLMESİ



MELEZ GENOTİPLERİN YETİŞTİRİLMESİ VE ÖN
SELEKSİYON VE A KLONLARININ BELİRLENEREK
ÇELİKLE ÇOĞALTILMASI



Seçilenlerin daha fazla bitki ile
karşılaştırmalarının yapılması
öne çıkanların
değerlendirilmesi.....



"Grafted
before
planting"



"Field
grafting"



Vegetatif Çoğaltılan Çok Yıllık Bitkilerde Seleksiyon

1 Aşama

- Mevcut popülasyonlardan amaca uygun olan bireylerin seçilmesi

2. Aşama

- 1. aşamada seçilmiş olan bireylerden oluşan bahçenin kurulması (vegetatif çoğaltma yöntemi)
- Islah amacına yönelik değerlendirmelerin ve seçimin yapılması
- Öne çıkan bireylerin fidanlarının çoğaltılması

3. Aşama

- Çok bitki ile tekerrürlü değerlendirme denemelerinin kurulması,
- Mümkünse multilokal denemelerin kurulması
- Çeşit aday/adaylarının tespit edilerek tescil edilmesi

Örnekler

- Amasya elmasında 05AE32 gerçek Amasya Elamsı olarak tescil edilmiştir.
- Manisa'da çekirdeksiz üzümde klonal seleksiyonla yuvarlak çekirdeksiz üzüm ıslah edilmiştir.
- Fındıkta, Giresun ilimizde Çakıldak, Tombul, Sivri ve Palaz fındık popülasyonlarından çeşitler ıslah edilmiştir.
- Gemlik, Ayvalık, Memecik, Tavşan Yüreği, Kilis ve Nizip zeytin popülasyonlarından seleksiyonlar yapılmıştır.
- Atatürk Çay ve Bahçe Bitkileri araştırma Enstitüsü tarafından Çaykur, Zihni Derin ve Ali Rıza Erten adları ile çay çeşitleri geliştirilmiştir.
- Kaman, Şebin, Yalova, Bilecik, Maraş-18 ve Sütyemez-1 gibi ceviz çeşitleri ülkemiz popülasyonlarından geliştirilmiştir.

Klonal oğaltmanın Avantaj ve Dezavantajları

Avantajları

- ☑ Somatik çoğaltım yapıldığı için kısırlık/uyuşmazlık problemi yoktur.
- ☑ Klonal bitkiler homojen olduğu için ticari ürün bir örnektir.
- ☑ Kitle üretiminde doku kültürü kolaylıkla uygulanabilir.
- ☑ Heterozigoti ve heterosis klonal çoğaltım ile korunmaktadır.

Dezavantajları

- ☒ Hacimsel anlamda çok yer kapladığı için sevk ve idaresi zordur (e.g., gövde, soğan, yumru).
- ☒ Hastalık ve zararlıların yayılımı kolay ve hızlı olur.
- ☒ Biyotik ya da abiyotik stres faktörlerine bütün bitkiler aynı tepkiyi verir
- ☒ Etli ve sulu doku ya da organlar oldukları için depolama süresi kısa ve özel koşullar istemektedirler .
- ☒ Islahçı hakkını korumak güçtür.
- ☒ Gençlik kısırlığı olabilir

Tekrarlamalı (Recurrent) Seleksiyon

- Hem yabancı döllenem hem de kendine döllenem türlerde yaygın olarak popölasyon geliştirmek için başvurulan bir yöntemdir.
- Karışık bir popölasyondan üzerinde durulan özellik bakımından üstünlük gösteren bitkilerin seçilmesi ve yeni kombinasyonların ortaya çıkması sağlanır. Hızlı bir homozigotlaşma ile olumlu genlerin kaybolmasını önlenir.
- Tekrarlamalı seleksiyonda heterozigot melezler, serbest tozlaşan çeşitler, sentetik çeşitler, tek veya çift melezler başlangıç materyali olarak kullanılabilir.
- Tekrarlamalı seleksiyon durulmuş hatların oluşturulmasında, seleksiyon ıslahı için başlangıç popölasyonu oluşturulmasında ve sentetik çeşitlerin oluşturulmasında kullanılır.
- Bu seleksiyon yönteminin esasını, üstün özelliklere sahip döller arasında yapılan tozlaşmaları izleyen tekrarlamalı seleksiyonlar oluşturur.
- Tekrarlamalı seleksiyon eklemeli (aditif) genler tarafından kontrol edilen özelliklerin geliştirilmesinde iyi çalışmaktadır.

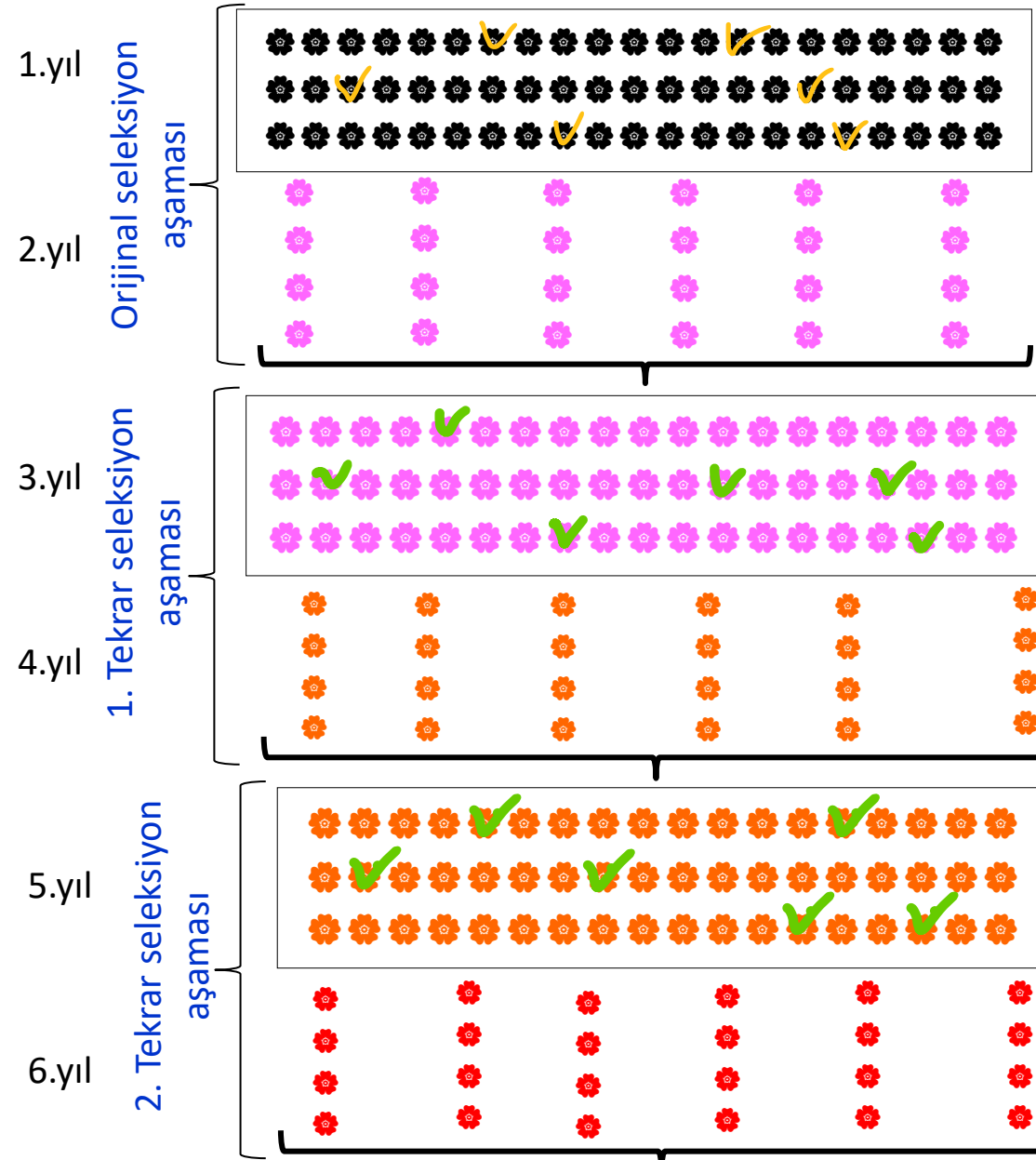
Tekrarlamalı seleksiyon 4 biçimde uygulanır

1. Fenotipik (basit) tekrarlamalı seleksiyon (*Kalıtım derecesi yüksek karakterler için*)
2. Genel kombinasyon (GCA) (GKY) gücü için tekrarlamalı seleksiyon (*Aditif/eklemeli genler için*)
3. Özel kombinasyon (SCA) (ÖKY) gücü için tekrarlamalı seleksiyon (*Editif/eklemeli olamayan genler için*)
4. Çift yönlü tekrarlamalı seleksiyon (hem GKY ve hem de ÖKY yeteneği saptanır)

Fenotipik (basit) Tekrarlamalı Seleksiyon

- ✓ Seçilen bitkiler kendilenir ve kendilemeden elde edilen tohumlar, her bir bitkinin tohumları bir sıra olacak şekilde ekilir.
- ✓ Bu sıradaki bitkiler serbest tozlanmaya bırakılır (yabancı tozlanan)/diallel (kendine tozlanan) melezlenir.
- ✓ Açık tozlamadan elde edilen bitkiler karışık ekilir ve kendilemeler yapılır ve üzerinde durulan özellik bakımından tekrar seleksiyon yapılır.
- ✓ Her bir bitkiden alınan tohumlar yine sıralara ekilir ve serbest tozlanmaya bırakılır.
- ✓ Alınan tohumlar karışık ekilir ve seleksiyon yapılır.
- ✓ Çalışılan karakter bakımından üstün özellikte bir çeşit ya da hat elde edilinceye kadar bu işlem devam eder
- ✓ Seleksiyon yapılan özellik **çiçeklenmeden önce** (yabancı döllen) ortaya çıkıyor ise istenmeyen genotiplerin uzaklaştırılması ile daha hızlı ilerlenir.

Basit Tekrarlamalı (Recurrent) seleksiyon



Başlangıç popülasyonunun yetiştirilmesi analiz ve üstün bireylerin seçilmesi, kendilemeler ve tohum alınması

Kendilenen bitkilerden alınan tohumların (S1) sıralar halinde yetiştirilmesi ve serbest tozlanmaya (diallel melezleme) bırakılarak karışık tohum alınması

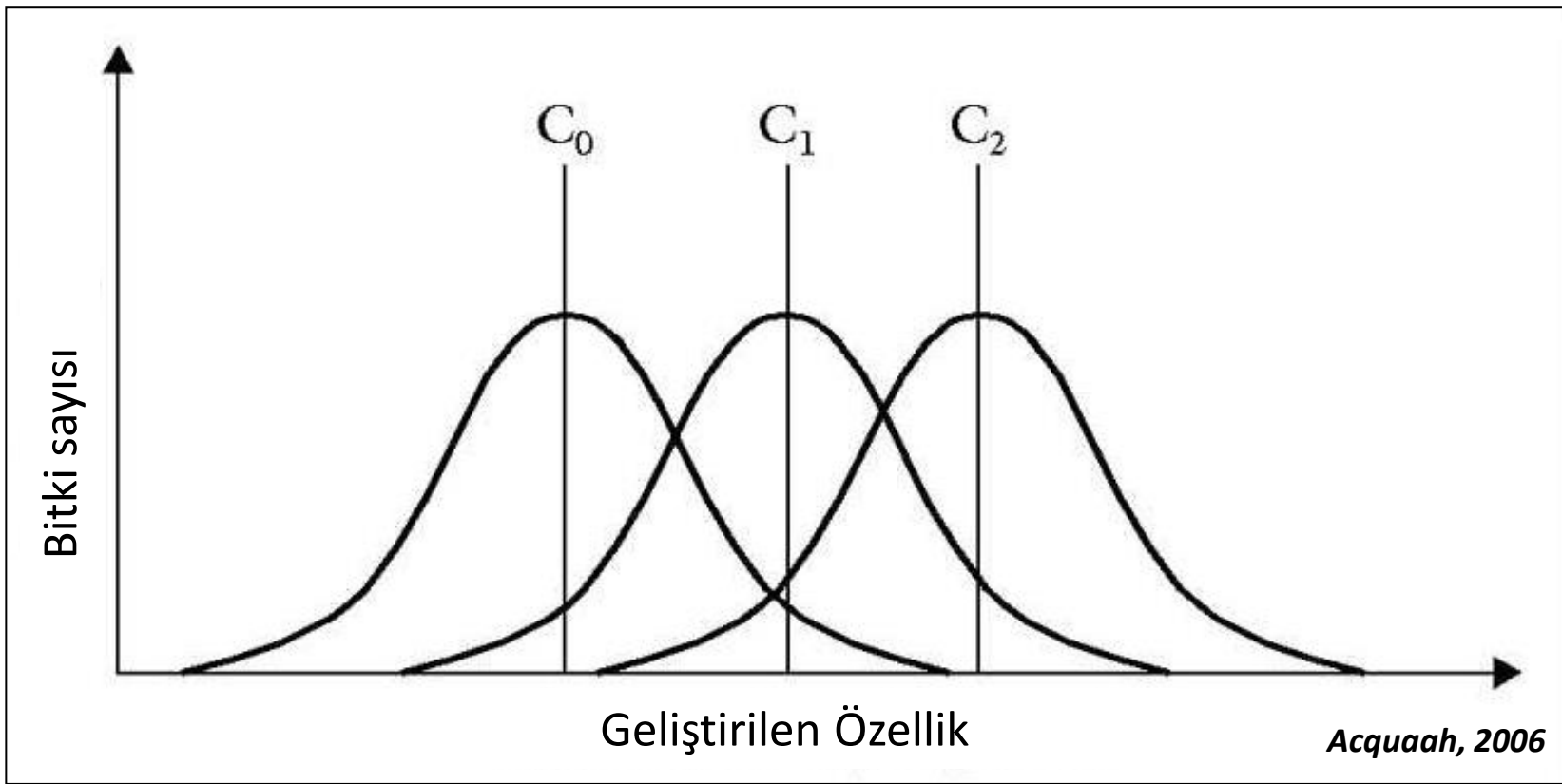
Melez bireylerin beraber yetiştirilmesi (her bireyden aynı oranda), üstün bireylerin seçilmesi, kendilemeler ve tohum alımı

Kendilenen bitkilerin sıralar halinde yetiştirilmesi ve serbest tozlanmaya (diallel melezleme) bırakılarak tohum alınması

Melez bireylerin beraber yetiştirilmesi (her bireyden aynı oranda), üstün bireylerin seçilmesi, kendilemeler ve tohum alımı

Kendilenen bitkilerin sıralar halinde yetiştirilmesi ve serbest tozlanmaya bırakılarak tohum alınması

Çalışılan karakter bakımından melez popülasyonda istenen özellikler elde edilinceye kadar bu işlem devam eder



Tekrarlamalı (Recurrent) seleksiyon konsepti.

Tekrarlamalı seleksiyonda beklenen genetik ilerleme aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanabilir.

ΔG : Beklenen genetik ilerleme

C_i : Ebeveyn kontrolün ölçüsü (seçim bir ebeveyne dayanıyorsa $C = 0.5$, iki ebeveyne dayanıyor ise 1'dir).

$$\Delta G = (C_i A) / y \sigma_p$$

V_A : Eklemeli gen varyansı

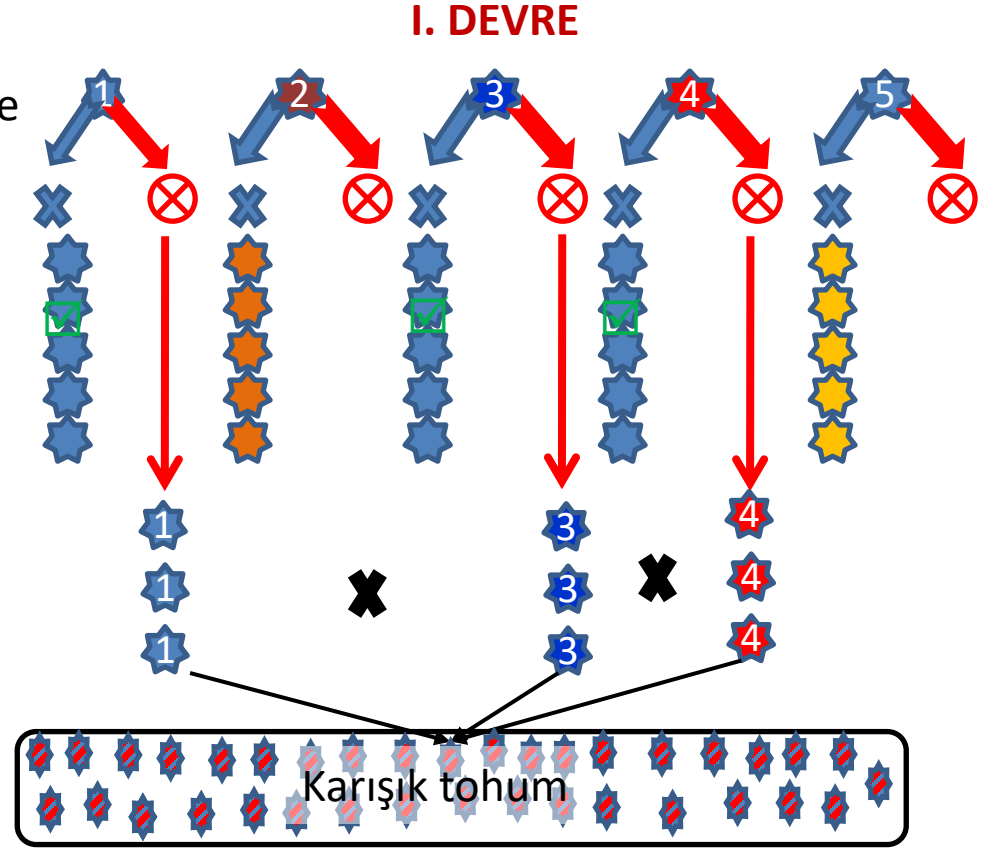
y : Her döngüde yıl sayısı

σ_p : Seleksiyon döngüleri arasındaki fenotipik varyans

Genel Kombinasyon Uyuşması için Tekrarlamalı Seleksiyon

Genel kombinasyon uyuşması için tekrarlamalı seleksiyonda her devre 3 yılda tamamlanır.

- 1. Yıl:** Seçilen bitkilerin (100 bitki) kendilenmesi ve **heterozigot** bir genotiple test melezlerinin yapılması.
- 2. Yıl:** Test melezlerin verim denemesine alınması. Üstün bireylerin seçilmesi. Test melezi sonucuna göre 10 birey seçilir.
- 3. Yıl:** Seçilen üstün bireyler diallel melezlenir veya kendi aralarında açık tozlanmaya bırakılır. Elde edilen tohumlar eşit oranda karıştırılır ve tekrarlamalı seleksiyona devam edilir



II. DEVRE

- 3. Yılın karışımı yetiştirilir. Seçilen bitkilerde kendilemeler (100 bitki) ve test melezleri yapılır
- Melezlerin karşılaştırılması, üstün olan bireylerin seçimi
- Seçilmiş olan bireylerin diallel melezlenmesi veya kendi aralarında tozlanmaya bırakılması

Özel Kombinasyon Uyuşması için Tekrarlamalı Seleksiyon

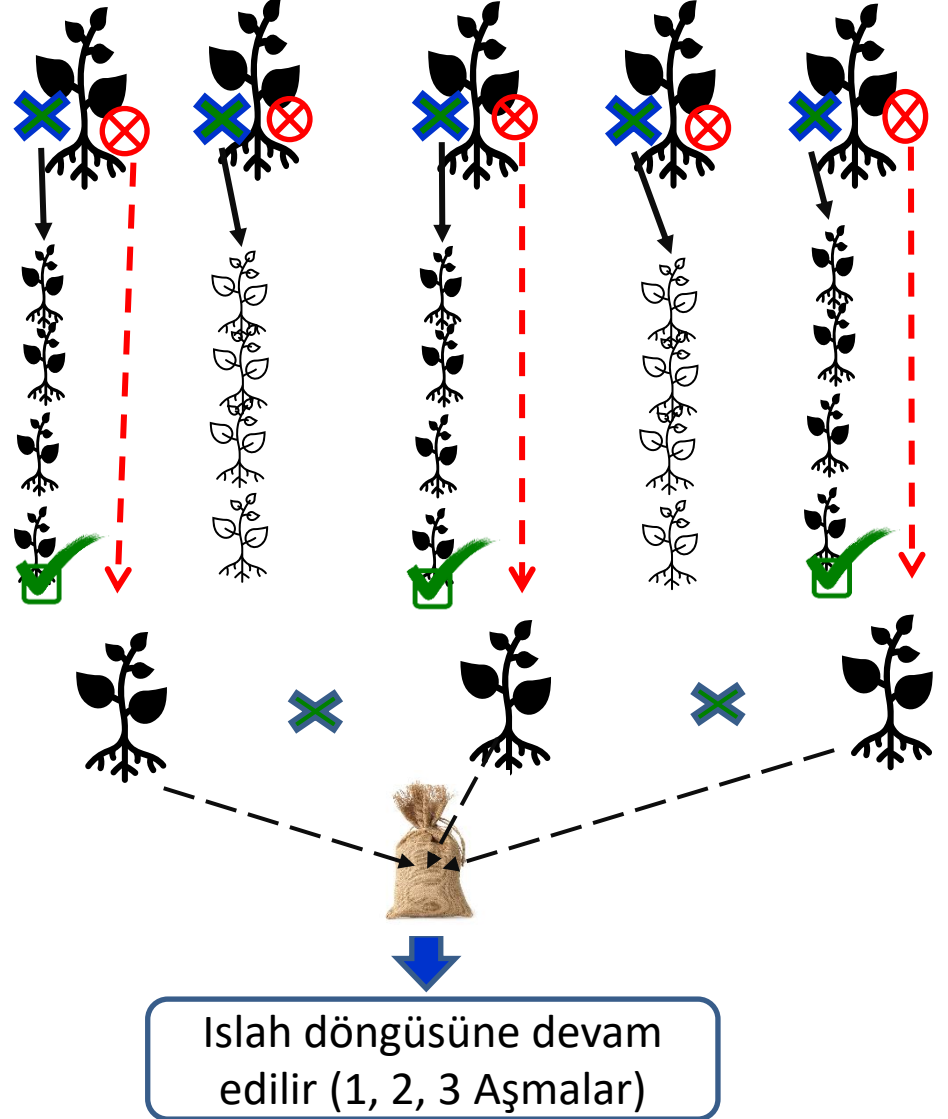
- Genel kombinasyon (GK) uyuşmasını belli bir düzeyden sonra yükseltmek zorlaşır.
- GK uyuşması iyi olan birkaç hat arasında özel kombinasyon uyuşması testi yapılır.

1. Yıl : Bir çeşitten 100 adet bitki kendilenir. Ayrıca kendilenen bitkiler homozigot bir test ebeveyni ile melezlenir.

2. Yıl : 100 adet test melezi verim denemesine alınır. Üstün bireyler belirlenir.

3. Yıl: Özel kombinasyon yeteneği yüksek olan **10** bitki seçilir.

- Bunların **S1** dölleri ekilir.
- Bunlar kendi aralarında **diallel melezlenir/karışık yetiştirilir** ve tohumları karıştırılır.
- Bu karışık tohumla ıslah döngüsüne (1, 2 ve 3. yıllar) devam edilir. (özellik iyileştikçe devam edilebilir)

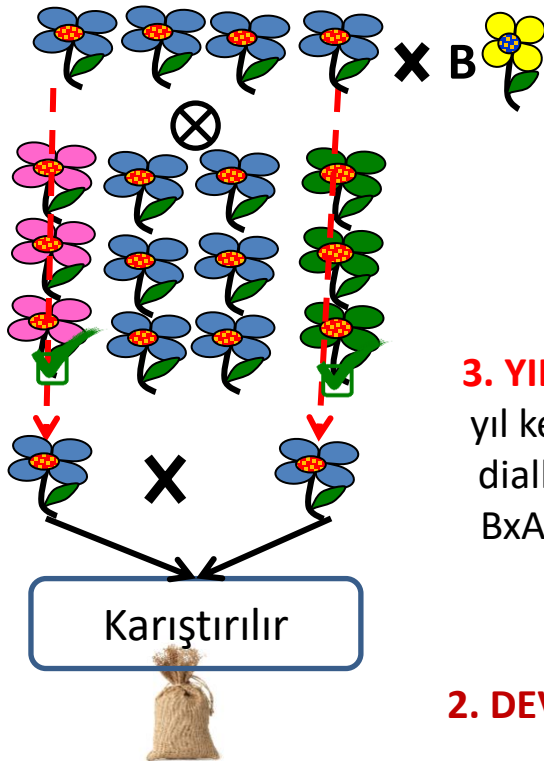


Çift Yönlü Tekrarlamalı Seleksiyon

- Bu yöntemde hem özel hem de genel kombinasyon uyuşmasında kullanılmaktadır.
 - Kendi aralarında uyuşması iyi olan A ve B çeşitlerinden 100 bitki seçilir.
 - A ve B bitkileri kendilenir ve aynı zamanda A çeşitleri B, B çeşitleri da A ile melezlenir.
 - Melezler verim denemesine alınır. 10 üstün bireyin kendilenmiş tohumları yetiştirilir ve diallel melezleme yapılır. Her çeşit (A ve B) için tohumlar karışık olarak alınır.
 - İslah döngüsüne devam edilir.
- I. DEVRE**

I. DEVRE

A popülasyonu 100 bitki



1. YIL: Her iki populasyonda bitkiler kendilenir ve **kendilenen** A bitkileri B bitkileri ile B bitkileri de A bitkileri ile **test melezleri** yapılır.

2. YIL: Test melezlerinin verim güçlerinin tespit edilmesi $\cong 10'$ ar birey

3. YIL: 2. yıl yüksek verimli bulunan melezlerin 1. yıl kendilenen tohumları (S_1) alınır ve aralarında diallel melezlenir ve her popülasyonun ($A \times B$ ve $B \times A$) tohumları ayrı ayrı alınır. İslah döngüsüne devam edilir.

4. YIL

5. YIL

6.YIL

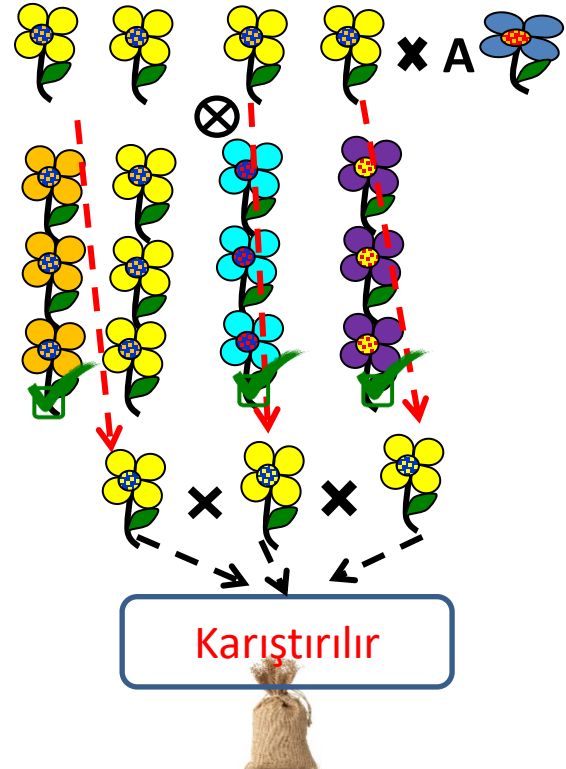
1.Yıl gibi

2. Yıl gibi

3. Yıl gibi

2. DEVRE

B popülasyonu 100 bitki



Seleksiyon ıslahında dikkat edilecek noktalar

- Ekolojik koşullara uyum sağlamış yöresel populasyonlardan, çevre koşullarına dayanıklılık bakımından ilginç çeşitler elde edilebilir.
- Çeşitler yetiştirilmesi düşünülen bölgede ıslah edilmelidir. Genotip x çevre etkileşimi nedeni ile verim denemeleri farklı lokasyonlarda birkaç kez denenerek yapılmalıdır.
- Seleksiyonla elde edilecek çeşitlerin adaptasyon yetenekleri ve ıslah sırasındaki seleksiyon şiddeti arasında ilişki vardır. Düşük şiddetli ve tedrici (yavaş yavaş) seleksiyon yapılarak elde edilen çeşitlerin adaptasyon yetenekleri daha yüksektir.
- Materyalin yetiştirildiği yerde daha önce birkaç yıl aynı ürün yetiştirilmemiş olmalıdır. Mekanik karışımlar popülasyonun saflığını etkileyebilir. Hastalık ve zararlı sorunları yaşanabilir (dayanıklılık seleksiyonu değil ise).
- Seleksiyon ıslahının süresini kısaltmak için işaretleyici (markır) ler kullanılabilir. Yapay inokülasyonlar yapılabilir. Seralar kullanılarak bir yılda 2-4 generasyon ilerleme sağlanabilir.



The secret of improved plant breeding, apart from scientific knowledge, is love.

~ Luther Burbank

AZ QUOTES

Gelişmiş bitki ıslahının sırrı, bilimsel bilgiden ayrı olarak sevgidir.