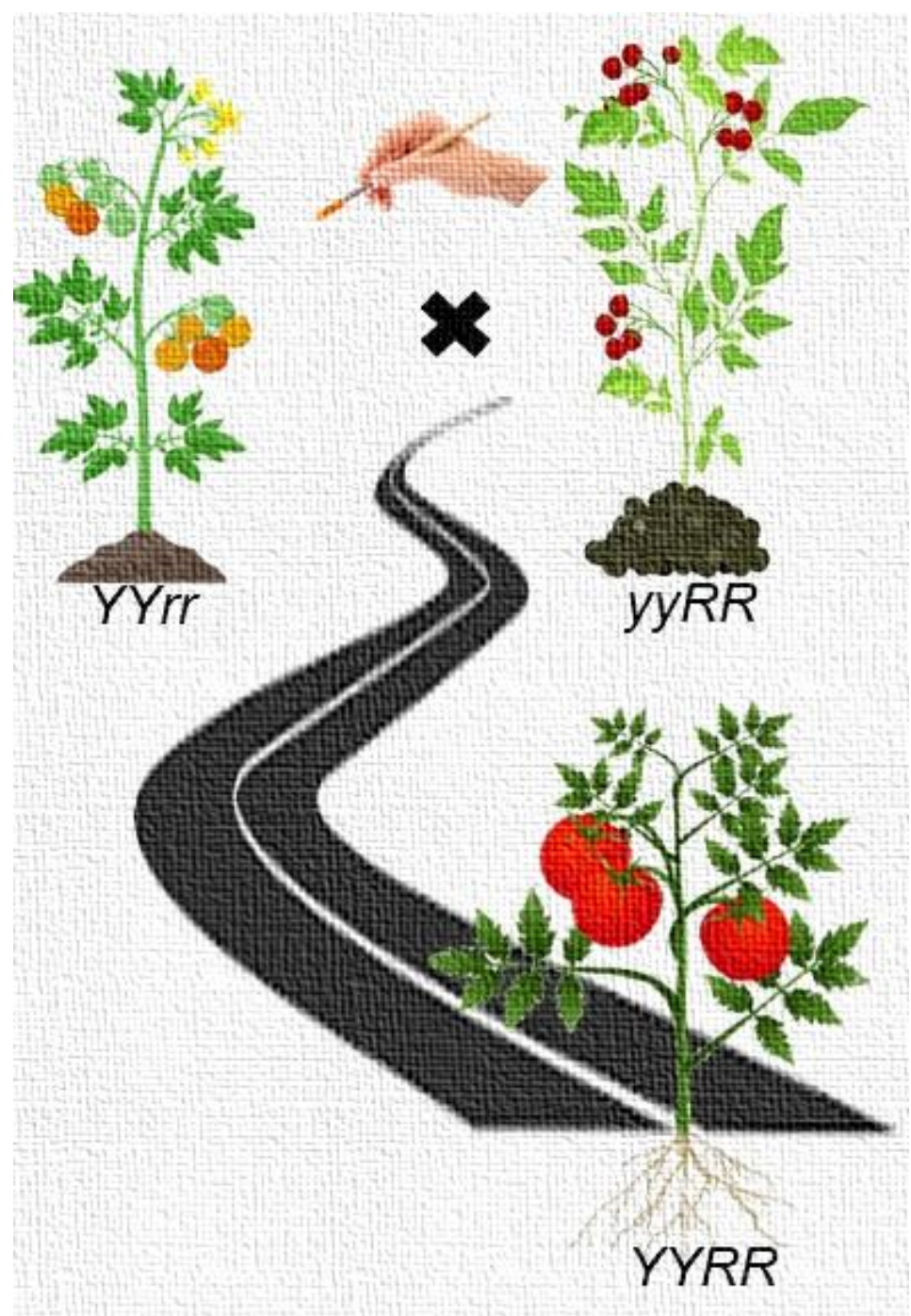
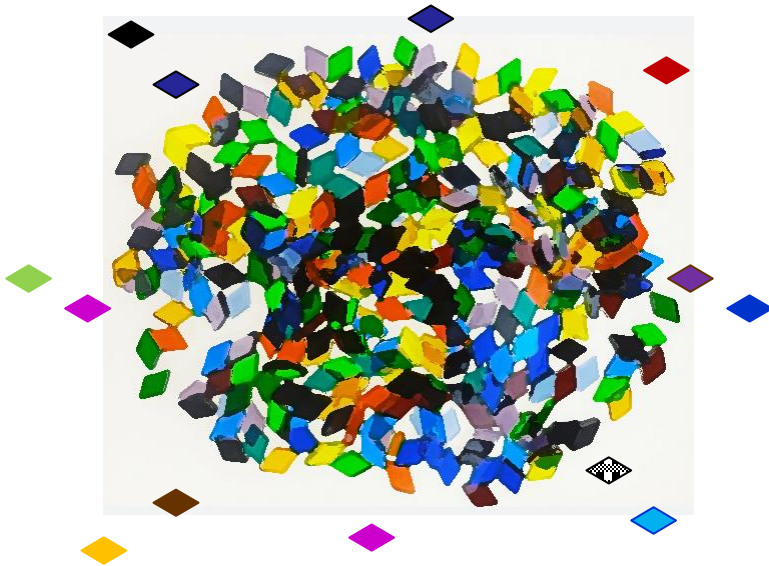


Bahçe Bitkileri Islahı (Kombinasyon Islahı)

Prof. Dr. Halit YETİŐİR



Kombinasyon İslahı

- Doğal populasyonlarda bulunmayan çeşitliliği oluşturmanın yollarından birisi (**en önemlisi ve güçlüsü**) ikiden fazla bireyin kendi aralarında melezlenmesidir.
- İki veya daha fazla genotipte bulunan ve istenilen genlerin yeni bir genotipte bir araya getirilmesi yani kombine edilmesine **kombinasyon** denir.
- Melezlemeler, tür içerisinde (**intraspecific**), türler arasında (**interspecific**) ve hatta cinsler arasında (**intergeneric**) yapılabilir.
 - Ör: Kolza (*Brassica napus*): Yağ şalgamı (*B. rapa*) x Lahana (*B. olearacea*) (Türler arası).
 - Ör: Nane (*Mentha piperita*): Su teresi (*M. aquatica*) x Bahçe nanesi (*M. spicata*) (Türler arası).
 - Ör: Tangelo: Mandarin x Altıntop (Türler arası).
 - Ör: Pluot: Erik x Kayısı; Nectarplum: Erik x Nektarin (Türler arası).
- Kombinasyon ıslahı özellikle, çok sayıda karakterin kombine edilmek istendiği veya kalıtımı poligenik olan karakterlerin iyileştirilmesinin amaçlandığı durumlarda en uygun yöntemdir.
- Melezleme yolu ile kullanılan ebeveynlerden daha iyi özellikte bireylerin oluşumu ve üstün özellikli genotiplerin elde edilmesi iki farklı mekanizma sonucu gerçekleşir.
 - Kombinasyon
 - Transgresyon



Yağ şalgamı (*B. rapa*)

×



Lahana (*B. olearacea*)

=



Kolza (*Brassica napus*)



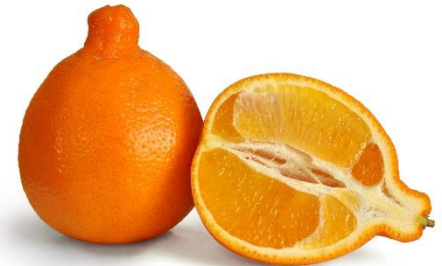
Mandarin

×



Altintop

=



Tangelo



Nektarin

×



Erik

=



Nectaplum

Ana

Baba



Hylocereus sp.

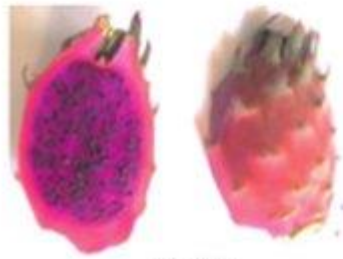
Selenicereus grandiflorus ssp. *grandiflorus*



14-01



14-04



14-24



14-25

5 cm
—

Cinsler arası (İntergeneric) melezler

Kombinasyon

Başlangıç ebeveynlerinin taşıdıkları bazı istenen özelliklerin yeni genotiplerde/hatlarda bir araya getirilmesidir.

Örneğin: Birisi yüksek **verimli, geççi, tatlı ve CMV duyarlı**; diğeri **düşük verimli, çok erkenci, acı ve CMV'e dayanıklı** biber çeşitleri aralarında melezlendiklerinde, açılım halindeki melezleme populasyonlarında **verimli, erkenci, tatlı ve CMV'ye dayanıklı** bireyler bulunabilir. Bunların seçilmesi ve homozigotlaştırılması ile yeni çeşitler/hatlar geliştirilebilir.

Transgresyon

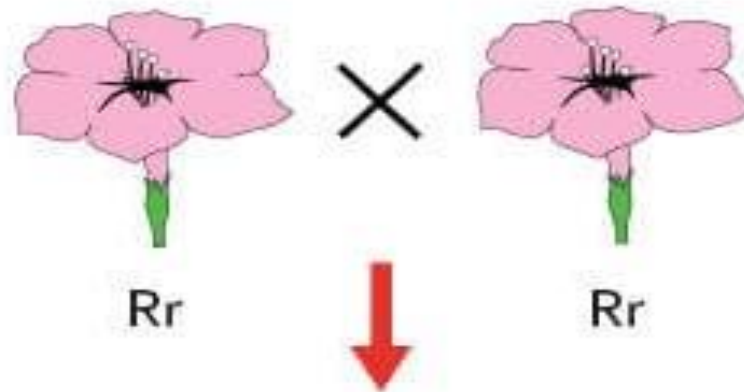
Melezleme sonucunda elde edilen yeni bireylerin herhangi bir özellik açısından her iki ebeveyninden daha üstün (**pozitif veya negatif**) oluşudur.

Transgresyon verim, erkencilik, kalite, yaprak iriliği vb gibi poligenik özelliklerde ortaya çıkar. Poligenik özelliklerde, farklı ebeveynlerde bulunan ve aynı karakterleri tanımlayan çok sayıda gen yeni bir melez genotipte toplanırlar.

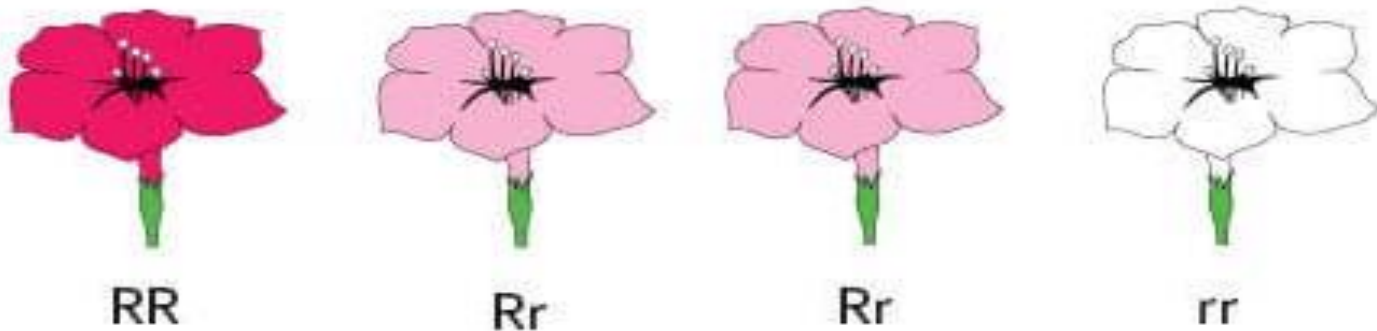
P



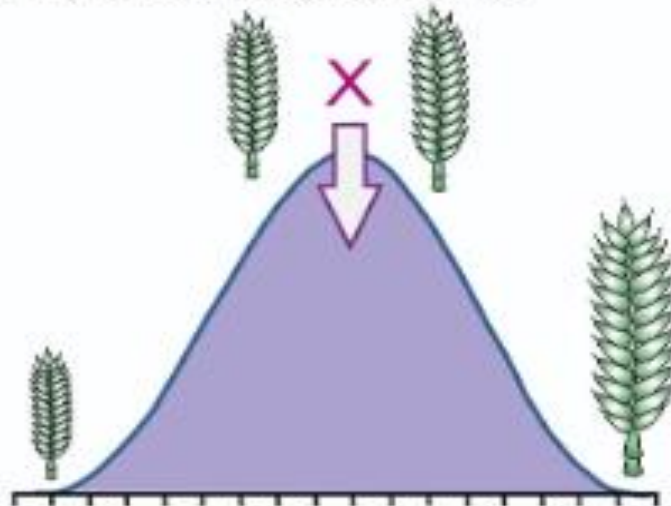
F1



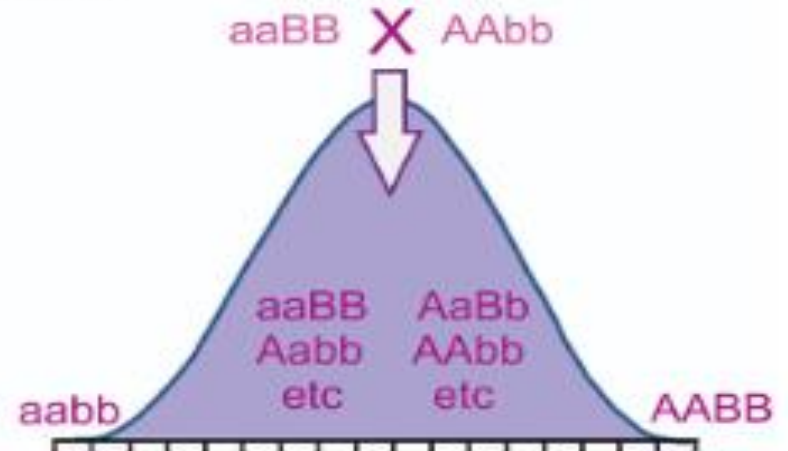
F2



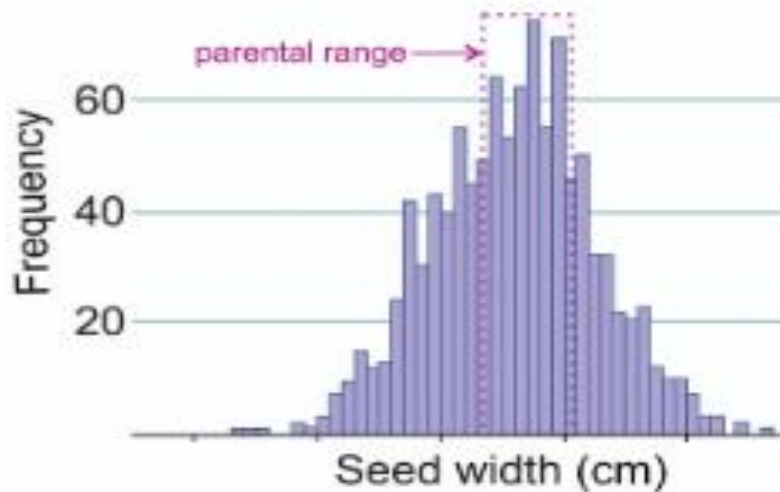
(b) Transgressive segregation...



(c) ...is caused by dispersion of favourable alleles

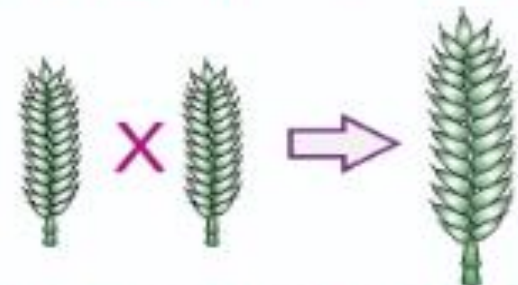


(d) Transgressive segregation for seed width in 'NIAB Elite MAGIC'



(e) Heterosis is also explained by dispersed dominant alleles

genotype: $AAbb \times aaBB$
phenotype: $1 \times 1 \Rightarrow 1.5$



$AA=BB=1$ $aa=bb=0$ $Aa=Bb=0.75$

Kombinasyon Islahının Programlanması

- Çalışmanın amacının belirlenmesi
 - Mevcut ebeveynlerin eksiklikleri belirlenir.
 - Bu eksiklikleri giderebilecek ebeveynler kombine edilmek üzere seçilir.
- Ebeveynlerin seçimi
 - ✓ Islah edilecek çeşit eski çeşidin yerini alacağı için ebeveynin birisi o bölgenin çeşidi olmalıdır (mevcutta yetiştirilen çeşitler).
 - ✓ İkinci ebeveyn ise birinci ebeveynde **olmayan** ve onu **tamamlayıcı/iyileştirici** özelliklere sahip olmalıdır.
 - ✓ Ebeveynler arasında uyuşmazlık olmamalıdır.
 - ✓ F1'de %100 heterozigot bireyler elde etmek için ebeveynler **saf** olmalıdır.
 - ✓ Bazen birden fazla ebeveyn gerekebilir.
 - ✓ Bazen ebeveynler ön çalışma ile seçilir (hastalıklara ve bazı stres koşullarına dayanıklılık gibi)
 - ✓ Ulusal veya uluslararası kaynaklardan temin edilebilir.
 - ✓ İkinci ebeveyn bazen farklı ekolojiden seçilebilir (adaptasyon!?)
- Melezlerin yapılması
- Melez generasyonlarda yapılacak seleksiyon tekniklerinin belirlenmesi ve uygulanması

Ebeveynlerin Çiçeklenme Zamanının Uyuşmaması Durumunda

- ✓ Çiçeklenme durumuna göre kademeli ekim yapılır.
- ✓ Erken çiçeklenen ebeveynin sürgün uçları kesilerek yan sürgün vermesi sağlanarak yan dallardan çiçeklenme uyartılır.
- ✓ Vernalizasyon yaparak çiçeklenme dönemleri örtüştürülmeye çalışılır.
- ✓ Seralarda çalışılıyor ise gün uzunluğu ve sıcaklık manipüle edilerek çiçeklenme zamanları ayarlanır.
- ✓ Kuraklık ve sıcaklık stresi gibi stresler ile çiçeklenme öne alınabilir.
- ✓ Erken çiçeklenmeyi sağlayacak kimyasallar uygulanabilir
- ✓ Çiçek tozu muhafaza edilebilir...



Melezlemelerin Yapılması

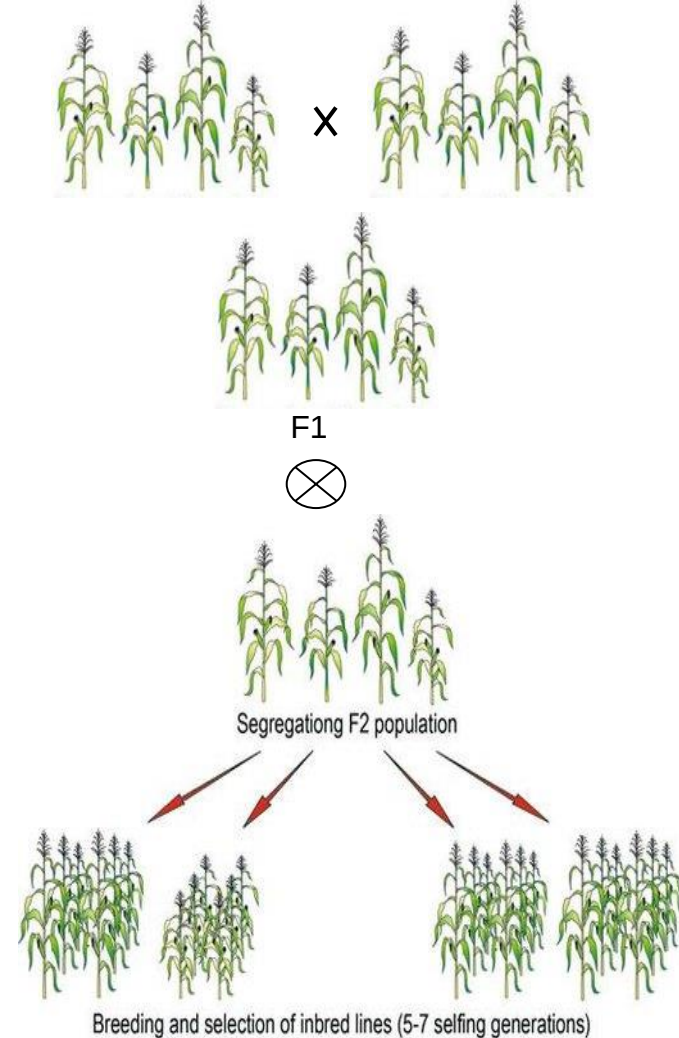
- ✓ Ebeveynler yetiştirilir ve ana - baba olarak seçilen bireyler melezlenir (*çiçek/bitki izolasyonu, emaskülasyon ve melezleme*).
- ✓ Bitkilerin çiçeklenme ve döllenme biyolojisi iyi bilinmelidir.
- ✓ Çalışılacak bitki sayısını her bir meyveden ve bitkiden ne kadar tohum alacağımız belirlenir.
- ✓ Genotipin meyve tutma oranı da dikkate alınmalıdır (**melezlemedeki başarı**).
- ✓ F_2 de elimizde 5 000 ile 10 000 arasında bitki olmalıdır. F_2 tohumları F_1 de üretilir.
- ✓ Dioiklerde ve monoiklerde çiçek izolasyonları yapılarak antesis döneminde melezleme yapılır. Dioik ve monoiklerde!? emaskülasyon yapılmaz. Erkek ve dişi bitki veya çiçekler izole edilir.
- ✓ **Erselik, andromonik ve gynomonoiklerde** ana olarak seçilen bireylerin çiçeklerinde erkek organlar antesisten (anterler patlamadan) önce çiçekten uzaklaştırılmalıdır.
- ✓ Hem dişi organ hem erkek organ polen bulaşmalarına karşı izole edilmelidir.
- ✓ Çok sayıda melezleme yapılacaksa çiçek tozu toplanır. Az sayıda ise çiçekler kopartılarak dişicik tepesine erkek organların sürülmesi ile tozlanma gerçekleşmiş olur.

Melezlemenin Yönü Nasıl Olmalıdır?

- ✓ Melezlemede yön ($A \times B$? veya $B \times A$?).
- ✓ Özelliğin kalıtımı ile ilgilidir. Sitoplazmaya bağlı özellikler var ise ve özelliğin istenip istenmemesi durumuna göre ana bireye karar verilir.
- ✓ Bazen melezlemede bir yön sorunlu olabilir. Diğer yönde yapmak zorunlu olur.
- ✓ Melezlemenin başarılı (fertil) olmadığı durumlar olabilir.
 - Yön değiştirilir (uzak akrabalar arasında meyve veya tohum tutmayabilir).
 - Uzak akrabalar karşılıklı olarak birbiri üzerine aşılır ve öz suyundan kaynaklanan sorun var ise aşılır.
 - Ebeveynler arası osmotik basınç sorunu olabilir. Kurak ve turgor koşullarda yetiştirilerek bu engel aşılmaya çalışılır.
 - Uyuşmazlıktan dolayı abortif embriyolar olabilir. Embriyo kültürü ile bitkiler elde edilebilir.
 - Varsa ara ebeveyn kullanılabilir. (*Ara ebeveyn: Her iki ebeveynin de uyduğu birey, Köprü melez*).

Melez Generasyonlarda Seleksiyon

- ✓ Melezlemelerden sonra bir yandan arzu edilen özelliklere sahip genotipler seçilir ve bunların homozigotlaştırılmasına çalışılır.
- ✓ Ya da önce popülasyondaki bitkilerin homozigotlaşması beklenir ve sonra uygun bireylerin seçimine geçilir.
- ✓ Bu iki esas seçim biçimi “PEDİGRİ” veya “BULK” olarak adlandırılır.
- ✓ Ayrıca “pedigri” veya “bulk” yöntemlerinin değiştirilmesi ile geliştirilen “kısmi popülasyon”, “değiştirilmiş bulk” veya “tek tohum dölü (SSD)” gibi yöntemlere de başvurulabilir.



Genotiplerin Simgelenmesi

- Islahta geliştirilen hatlar ya ebeveyn olarak ya da yeni çeşit olarak değerlendirilir.
- Hatlar seleksiyon yapılan ilk generasyona göre ikili indis ile kodlanır.
 - F_{2-3} F_2 'den geliştirilen F_3 hattı
 - F_{2-6} F_2 'den geliştirilen F_6 hattı
 - F_{5-12} F_5 'ten seçilen F_{12} hattı

Bu sistemde ilk seçim generasyonunu ve şu anda hangi generasyonda bulunduğu anlatılır.

Pedigri (**Soykütüğü**) Yöntemi

- Teksel seleksiyona açılım görülür görülmez başlanır (F_2 generasyonundan itibaren başlanır, F_2 de yeterli açılım yok ise F_3 generasyonunda yapılır. F_3 'te istenen bireylerin çıkma oranı daha yükselir)
 - F_2 'de monofaktöriyel açılımda homozigotların ortaya çıkma oranı= **$1/4$**
 - F_2 'de bifaktöriyel açılımda homozigotların ortaya çıkma oranı= **$(1/4)^2 = 1/16$**
 - F_3 'de bifaktöriyel açılımda homozigotların ortaya çıkma oranı = **$(3/4)^2 = 9/16$**
 - F_3 'de trifaktöriyel açılımda homozigotların ortaya çıkma oranları = **$(3/4)^3 = 27/64$**
 - F_3 'de n-faktöriyel açılımda homozigotların ortaya çıkma oranı = **$(3/4)^n$**
- Çalışılan özellikler açısından seçilen bireylerle ilgili kayıt tutulur.
- İstenmeyen özellikteki bireyler uzaklaştırıldığından isten özellikler daha hızlı kazanılır.
- Geçmiş performanslar da izlendiğinden (kayıt) daha etkin bir yöntemdir.
- Pedigri yöntemi kendilemenin veya akrabalı üretimin yapıldığı hem kendine döllen hem de yabancı dölenen bitkilerde homozigot genotipleri geliştirmek için uygulanır.
- Autogam bitkilerde kendileme doğal, allogam bitkilerde ise elle yapılır.
- **Pedigri yönteminde istenen özellikleri taşıyan bireyler F_2 'den itibaren seçilmeye başlanır. Varyasyon yok ise F_3 beklenir.**
- **Bundan sonra her generasyonda elit bitkiler seçilir ve bir sonraki yıl döl kontrolü yapılır.**
- **Seleksiyon F_7 ve F_8 'e kadar devam eder ve yeterli durulma olmuşsa F_{7-8} 'de mikro verim denemelerine başlanır.**
- **Her yıl hat sayısı azaltılarak tekerrürlü verim denemeleri ve multilokal verim denemeleri yapılır.**

Melez Populasyonlarda Pedigri Seleksiyon Yöntemi

A x B
↓
F₁

Ebeveynlerin seçilmesi, melezlemelerin yapılması ve F₁ üretilmesi

İzolasyonlu koşullarda F₁'lerin kendilenerek F₂'nin üretilmesi

F₂ generasyonundan elit bitkiler tekssel olarak seçilir
her bitkiden ayrı ayrı tohum alınır (200- 500).
Özellikler kaydedilir. Seçilenler etiketlenir.

Tek bitki döllerinin sıralar halinde yetiştirilmesi , en
üstün sıraların belirlenmesi ve buradan en üstün F₃
bitkilerinin tutulan kayda göre seçilmesi.

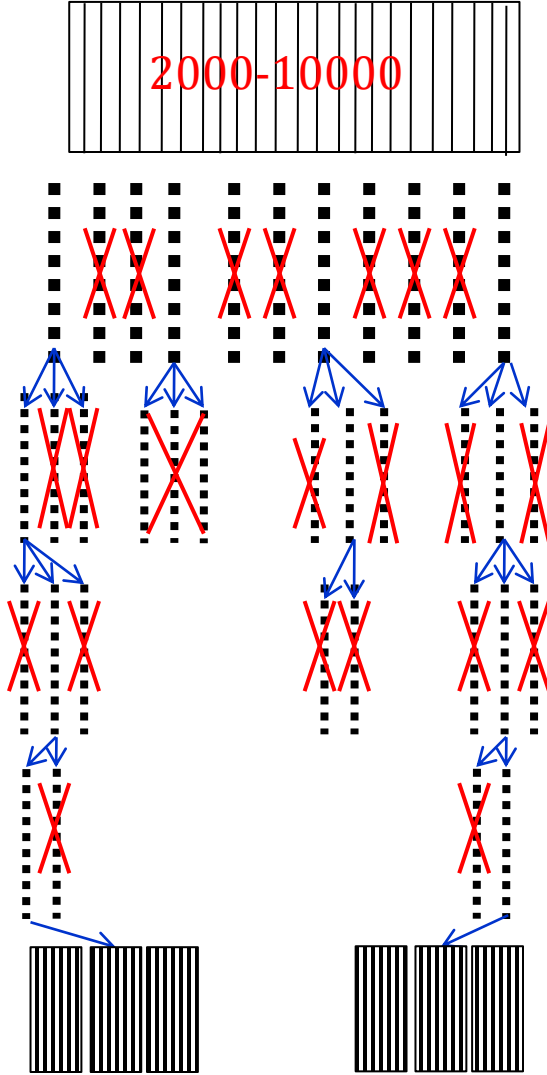
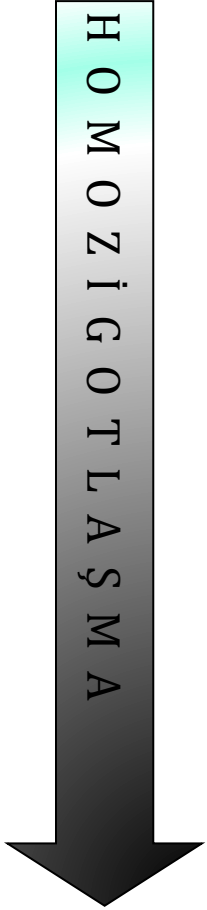
Hatlardan seçilen bitkilerin sıralar halinde familya
olarak yetiştirmesi ve üstün familya, üstün sıra ve
üstün F₄ seçimi (kayıtlara göre).

Tek sıra üretimi, üstün familya seçimi, üstün sıra
seçimi, üstün F₅ bitkilerinin seçimi.

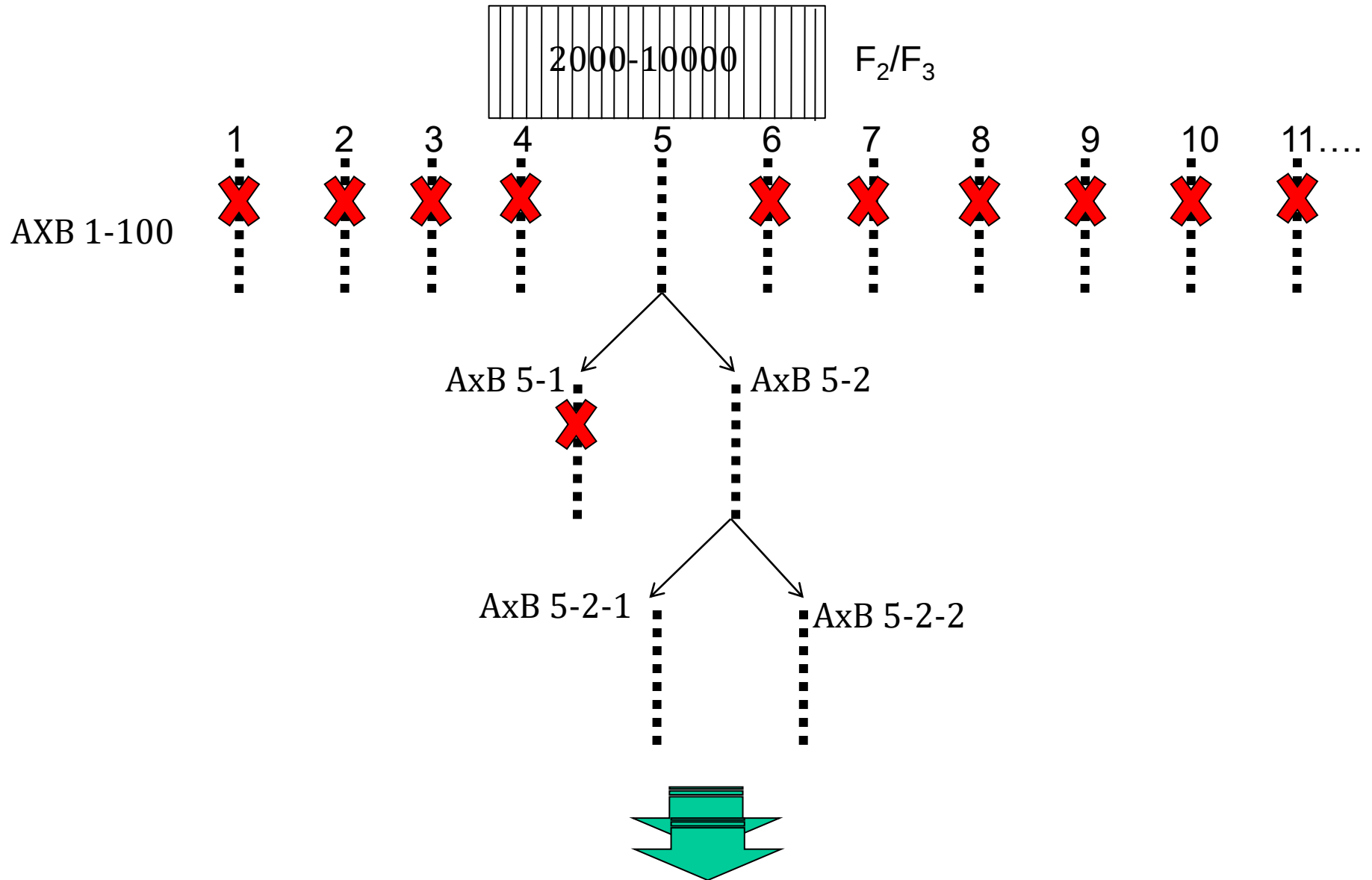
Daha çok bitki ile tek sıra üretimi, üstün familya
seçimi, üstün sıra seçimi, üstün F₆ bitkilerinin seçimi.

Hatlar yeterince homozigotlaşmış ise şahit çeşitler
ile ön verim denemeleri yapılır. Benzer hatlar
karıştırılabilir.

Homozigotlaşan hatlar toplu olarak hasat edilir. **9-13. yıllarda/generasyonda** tekerrürlü verim denemeleri
şahit çeşitlerle birlikte yapılır. Genotip x çevre etkileşimi amaçlı multilokal verim denemeleri yapılabilir.
Üstün birey veya bireyler belirlenir ve sertifikasyon yapılır.



Pedigride Etiketleme



Pedigri Yönteminin Olumlu Yönleri

- ✓ Etkili bir seleksiyon yapma imkanı verir.
- ✓ Seleksiyon etkili ise erken dönemde istenmeyen genotipler popülasyondan uzaklaştırılır.
- ✓ F_2 generasyonu mümkün olduğunca sonraki kuşaklarda temsil edilir.
- ✓ Her generasyonda seleksiyon ayrı çevrelerde yapıldığı için önemli karakterler daha iyi ortaya çıkma şansı bulur.
- ✓ Pedigri ile ıslah edilen genotiplerin soyağacı bilinir.
- ✓ Seleksiyonun değerlendirilmesine imkan sağlar.
- ✓ Seleksiyon sonunda aynı F_2 bitkisinden gelen benzer nesillerin birleştirilmesinde katkı sağlar.

Etiketleme: Ör: F_2 de 100 bitki seçilirse (Ax B) 1...5...100.

Hatlar halinde yetiştirilir ve hatlardan elit bitkiler seçilir ve etiketlenir.

(Ax B) 5-1 ve (Ax B) 5-2;

Hatlar halinde yetiştirilir ve hatlardan elit bitkiler seçilir ve etiketlenir.

(Ax B) 5-2-1 ve (Ax B) 5-2-2

Saflaşma olmuş ise etiket böyle kalır. Daha ileri generasyonlara gidilirse etiketleme aynen devam eder.

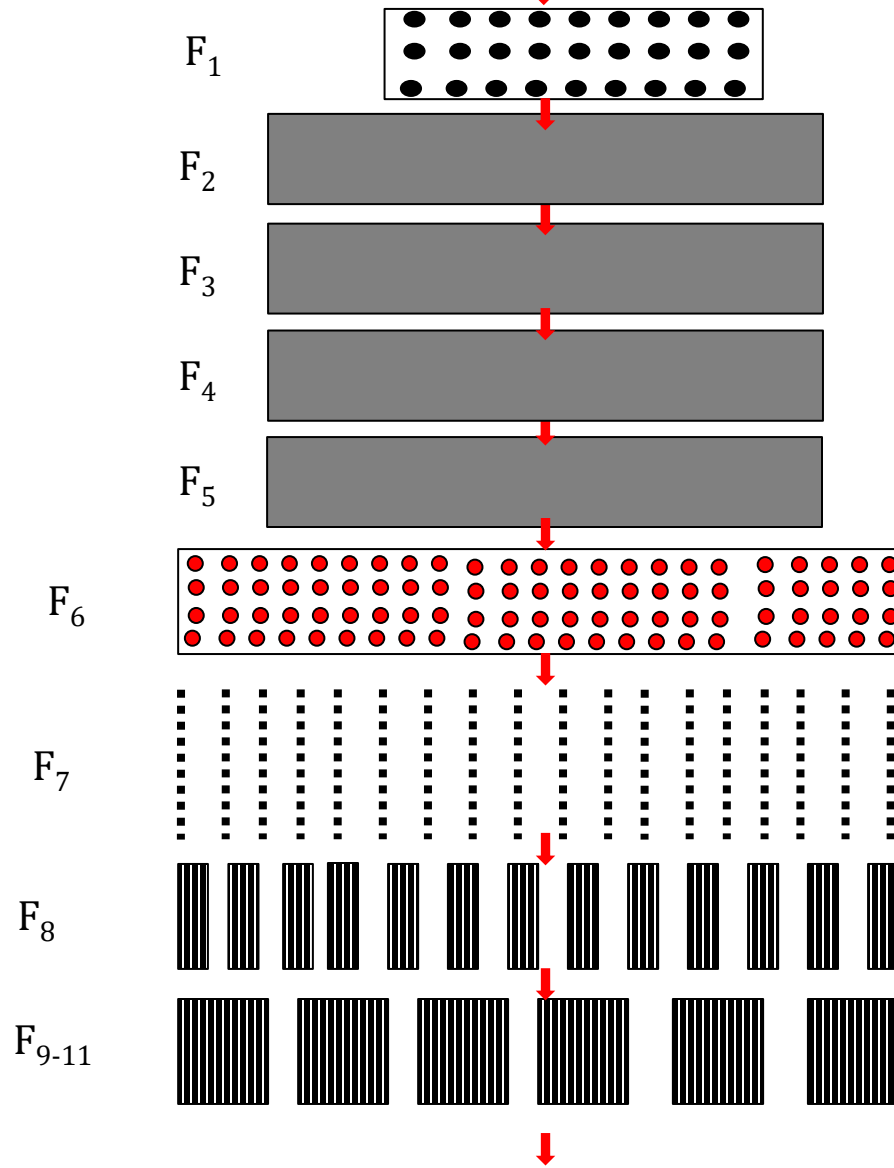
Pedigri Yönteminin Olumsuz Yanları

- ❌ Pedigri, fenotiplerin ortaya çıkmadığı çevrelerde uygulanamaz.
- ❌ Çok miktarda kayıt tutulması gerekir. Tek bitkinin seçilemediği türlerde uygun değildir.
- ❌ Tutarlı seleksiyon yapılabilmesi için deneyimli elemanlara ihtiyaç vardır. İslahçının becerisi ve konuya hakimiyeti önemlidir.
- ❌ Erken dönemlerde seleksiyon yapıldığı için kıymetli materyaller de uzaklaştırılabilir.
- ❌ Çok sayıda gen tarafından kontrol edilen kantitatif karakterler için uygun değildir.
- ❌ Diğer yöntemlere kıyasla daha çok el emeğine, araziye ve kaynağa ihtiyaç vardır.

Bulk (Toplu) Seleksiyon

- Bulk seleksiyon (BS) yönteminde de uygun ebeveynler melezlenir. Üretilen F_1 kontrolü koşullarda kendilenir ve F_2 kuşağı üretilir.
- BS yöntemi, pedigri yönteminden farklı olarak seleksiyonun F_{5-6} gibi ileri generasyonlarda yapıldığı yöntemdir.
- F_2 generasyonundan alınan tohumlar en az dört generasyon bir seçim yapmaksızın topluca ekilir ve hasat edilir.
- Bölgenin iklim ve toprak koşullarına uyum sağlayamayan genotipler doğal olarak elimine olur.
- F_6 generasyonuna getirilen bitkiler homozigotlaşmıştır.
- Islah amacına uygun olarak çok sayıda seçilen saf bireyler pedigri yönteminde olduğu gibi verim denemelerine alınır.
- Şahit (standart) çeşitten daha iyi performans gösteren veya istenen özelliklerin kombine olduğu genotipler/hatlar belirlenir.
- Ümitvar hat/hatlar tescil ettirilerek tohumluk üretimine başlanır.
- BS yöntemi pedigriye göre daha basit, maliyeti düşük, ancak süresi daha uzundur.
- F_6 'ya kadar kayıt tutulmadığı için karakterlerin kalıtımı takip edilemez.
- Yabancı döllen bitkilerde izolasyonsuz tozlaştırma yapıldığında heterozigotluk devam edeceğinden BS yöntemi etkin olarak kullanılamaz.

AxB Melezlemelerin yapılması



F₁ üretimi ve kendilenmesi (50 bitki)

Populasyonun üretimi (5000)

Populasyonun üretimi (5000)

Populasyonun üretimi (5000)

Populasyonun üretimi (5000)

Elit bitki seleksiyonu için ocak veya sıraya (1000-2000) ekim yapılır.

Seçilen 100-300 tek bitki dölünün sıraya ekimi ve A dölleri, 25-30 hat seçilir.

B dölleri için 3 tekerrürlü ön verim denemeleri (25-30 hat)

C, D ve E dölleri ile 3 tekerrürlü multilokal standart çeşit ile kıyaslamalı verim denemeleri

F₁₂ dağıtılmak üzere tohumluk üretimi

Melez Populasyonlarda Toplu Seçme (Bulk) Yönteminin Uygulanışı

Bulk (Toplu Seçme) Yönteminin Olumlu Yönleri

- ✓ Homozigotlaşma sağlanıncaya kadar geçen sürede (F_{5-6}) sadece üretim yapıldığından işlemler kolay ve ucuzdur.
- ✓ Doğal seleksiyon, değerli genotiplerin kaybolmasına neden olabileceği gibi uygun genotiplerin ortaya çıkmasını da sağlayabilir.
- ✓ Seleksiyon belli oranda saflaşmış genotipler arasında yapıldığı için heterozigot yapıların olumsuz etkisinden etkilenmez (diğer yöntemlere göre).
- ✓ Yeterli miktarda tohum üretildiği takdirde farklı lokasyonlarda denemeler yapılabilir.
- ✓ Bulk seleksiyon yönteminde kendine döllen türlerde her generasyon toplu seleksiyon da uygulanabilir (benzeyenler birleştirilebilir).



Bulk (Toplu Seçme) Yönteminin Olumsuz Yönleri

- ⊗ Birinci generasyonda bulunan genotipler sonraki generasyonlarda doğal seleksiyon nedeniyle bulunmayabilir.
- ⊗ Yetersiz örnek genişliği varyasyonun daralmasına sebep olabilir.
- ⊗ Populasyondaki genotipik bileşim ve genetik çeşitlilik pedigree yönteminde olduğu gibi kolayca tanımlanamaz.
- ⊗ Önceki kuşaklardaki bitkilerin tamamı sonraki nesillerde temsil edilmez.
- ⊗ Doğal seleksiyon populasyonu arzu edilmeyen yöne doğru yönlendirebilir.
- ⊗ Toplu seleksiyon tarla koşullarında yapılır. Sera veya mevsim dışı ekimler yapılamaz. Populasyonlar çeşidin yetiştirildiği koşullarda üretilir.



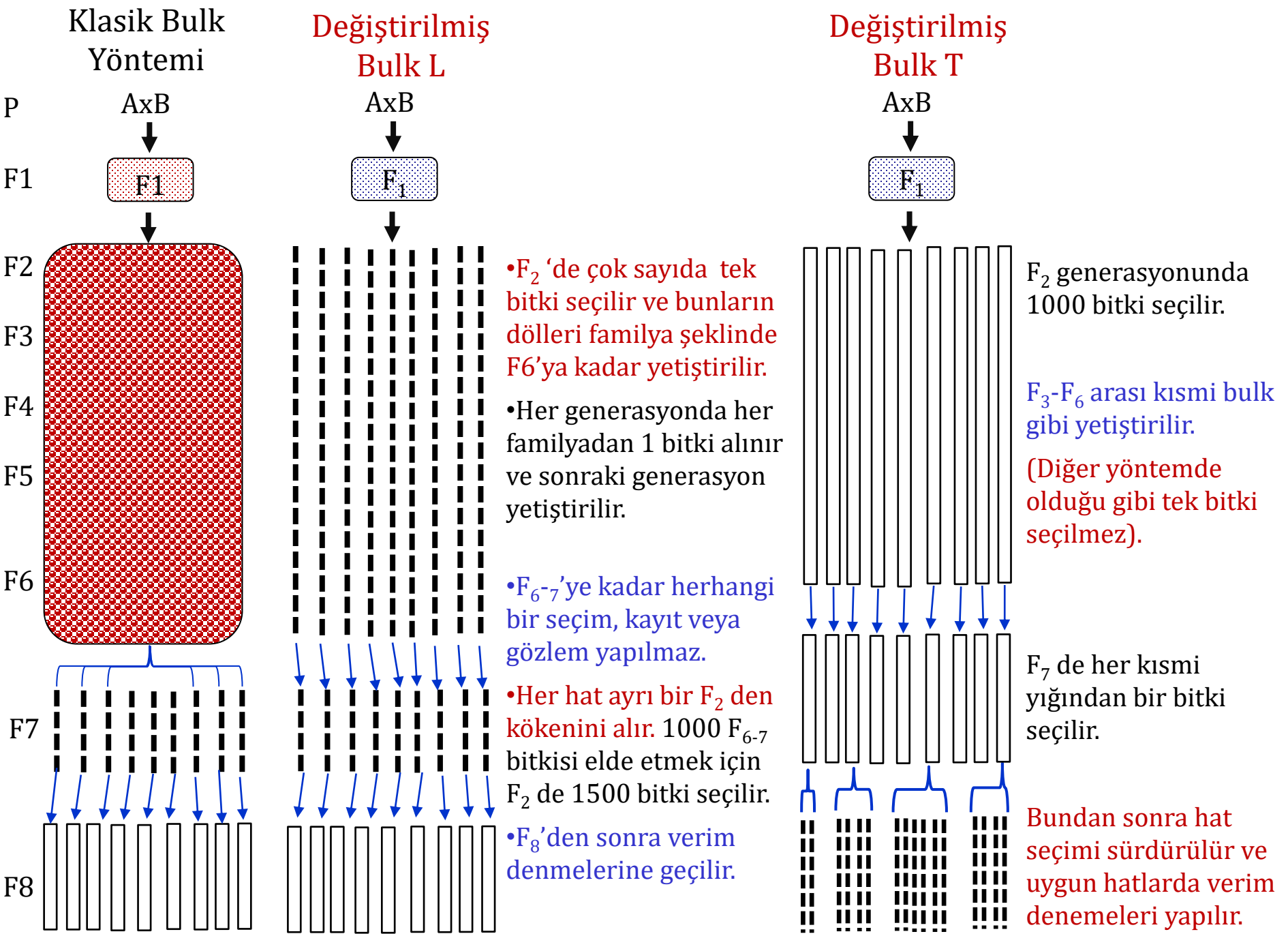
Bulk (Toplu Seçme) Yönteminin Olumsuz Yönleri

- ❌ Seçime başlanan F_6 ve F_7 generasyonunda bitkilerin çoğu homozigotlaşmıştır. Populasyondaki bitkilerden bir çoğu aynı köke dayanabilir. Seleksiyon sırasında benzer bitkiler seçileceğinden hep kökeni aynı olan bitkilere istenmeden yönelinebilir. Bu ise aynı bitki döllerinin birden fazla seçilmesini doğurur ve seçilen hatlar arasında çeşitliliğin azalmasına sebep olur.

Bulk yönteminin bu olumsuzluğunu gidermek için;

- Değiştirilmiş bulk
- Kısmi populasyon
- Tek tohum dölü (SSD) yöntemleri geliştirilmiştir





Kısmi Populasyon Yöntemi

Pedigri yöntemi ile toplu seleksiyon yönteminin kombine edilmiş halidir.

F_2 generasyonunda 1000-5000 bitki seçilir ve tohumları alınır

Seçilen 1000-5000 elit bitki dölleri (A dölleri) sıralar halinde yetiştirilir

F_4 'ten itibaren 100-500 hattın seçilen bitkilerden kısmi populasyonlar oluşturulur.

Kısmi populasyonlar toplu halde yetiştirilir

Kısmi populasyonlar toplu halde yetiştirilir. Muhtemelen çeşitli yerlerde 100-200 kısmi populasyon seçilir

Üstün 100-200 kısmi populasyonla karşılaştırmalı verim denemesi yapılır ve 20 adet kısmi populasyon seçilir

Yüksek verimli 20 kadar kısmi populasyon ocak usulü ekilir ve her populyondan 100 kadar elit bitki seçilir

A dölleri her kısmi pop. 100 ($20 \times 100 = 2000$) elit bitki sıralar halinde yetiştirilir. 100 kadar elit bitki seçilir.

F_9 da seçilen 100 B dölü ile verim denemeleri yapılır. 20 kadar istenen özellikleri taşıyan bireyler seçilir.

Seçilen 20 adet C dölü ile karşılaştırmalı verim denemesi yapılır. 5-6 tanesi seçilir.

5-6 D dölleri ile karşılaştırmalı multilokal verim denemeleri yapılır. En üstün özellikli hat seçilir.

Ebeveynlerin melezlenmesi

$A \times B$

F1 üretimi

F_1

F_1

F_2

F_2

F_3

F_3

F_4

F_4

F_5

F_5

F_6

F_6

F_7

F_7

F_8

F_8

F_9

F_9

F_{10}

F_{10}

F_{11}

F_{11}

F_{12}

F_{12}

Tek Tohum Dölü (SSD) Yöntemi

Melez populasyonlardan çeşit geliştirilmesi, saflaştırma ve üzerinde durulan özelliğe yönelik olarak test edilmesidir.

Birinci aşamanın (saflaştırma) arazi koşullarında yapılması şart değildir. Uygunsa serada da yapılabilir. Bitkilerden tek tohum alma yöntemine dayanan, tek tohum yöntemi (SSD) bu temel düşünceye dayanmaktadır ve;

1. Çok sayıda F_2 dölünün devamının sağlanması,
2. Doğal seleksiyonun olumsuz etkilerinin önlenmesi,
3. Durulmuş hat elde etme sürecinin kısaltılması amaçlarını taşımaktadır

Bu yöntemde F_2 den başlayarak saflaşmaya kadar (F_5) her bitkiden tek tohum (tek başak, tek meyve vs) alınır. Tohumlar karıştırılır ekilir ve yine her bitkiden tek tohum alınır. Her bitkiden 1-3 tohum alınması yeterlidir.

Bitkileri optimum gelişme özellikleri önemli olmadığı için birim alanda daha fazla bitki yetiştirilebilir. Erken tohum almaya yönelik düzenlemeler yapılır.

Bir yılda birkaç generasyon gidilebilir Ekilen her tohumdan bitki elde edilmesi beklenmez.

Hedeflenen saf hat sayısına göre generasyonlarda alınacak tohum sayısı belirlenir.

Ör: F_5 'de 200 hat hedefleniyorsa, her generasyonda % 70 çimlenme olacağı varsayılarak

F_5 : $200/0.7 = 286$ F_4 tohumu; F_4 : $286/0.7 = 409$ F_3 tohumu

F_3 : $409/0.7 = 584$ F_2 tohumu

En az 584 F_2 bitkisi yetiştirilmelidir ve $584/0.7 = 834$ kendilenmiş F_1 tohumu ekilmelidir.

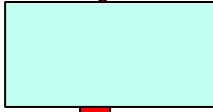
Her bir bitkiden alınacak tohum sayısına göre F_1 bitki adedi belirlenir.

F_2 tohumluğu sayısı: F_n (bitki sayısı)/ $(0.7)^{n-1} \Rightarrow$ (F_5 için) $200/(0.7)^{5-1} = 200/0.24 = 833$

Her bitkiden iki tohum alarak her hangi bir soruna karşı birisi yedekte tutulabilir.

Tek Tohum Dölü (SSD) Yöntemi

AxB Melezleme

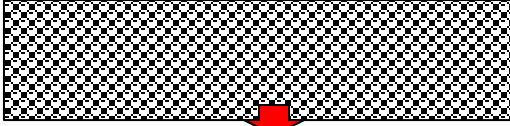


50-100 bitki üretilir. Tohum alınır.



F₁

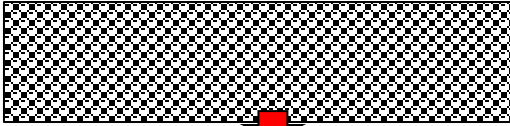
F₂



F₂'de 2000-3000 bitki seçilir. Her bitkiden bir tohum alınır ve karıştırılır.



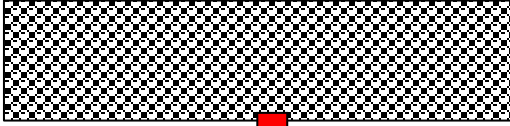
F₃



F₃ bitkileri ekilir ve her bitkiden bir tohum alınır ve karıştırılır.



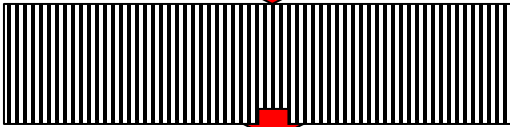
F₄



F₄ bitkileri ekilir ve her bitkiden bir tohum alınır ve karıştırılır.



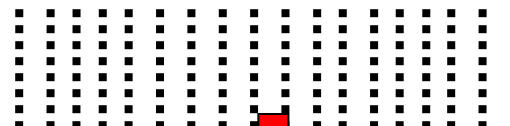
F₅



F₅ generasyonu tarlaya ocak/sıra usulü ekilir. Islah amacına uygun olan bitkiler seçilir ve tohumları ayrı ayrı alınır.



F₆



F₅'te seçilen bitkilerin tohumları her birisi bir sıra oluşturacak şekilde sıralara ekilir. Islah amacına uygun sıralar seçilir



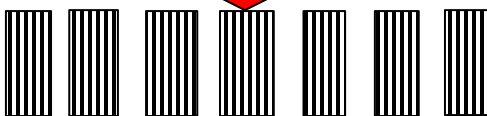
F₇



Ön verim denemeleri yapılarak hat seçimi sürdürülür.



F₈₋₁₀



F₈-F₁₀'da pedigri ve bulk yönteminde olduğu gibi verim denemeleri sürdürülür.



F₁₁₋₁₂



F₁₁ ve F₁₂'de yeni çeşidin üretimi ve dağıtımı yapılır.

SSD Yöntemin Olumlu Yönleri

- ✓ Populasyonun homozigotlaşması kolay ve kısa sürede olur.
- ✓ Doğal seleksiyon etkisi yoktur
- ✓ Yöntem sera ve mevsim dışı çalışmalara uygundur

SSD Yöntemin Olumsuz Yönleri

- ✗ Yapay seleksiyon tek bitki fenotipine göre yapılır ve döl kontrolü yapılmaz
- ✗ Doğal seleksiyon etkisi yoktur ve populasyonun iyileşmesine katkı yapmaz. Sadece %30 çimlenme kaybı nedeni ile elenme olmaktadır.

Geriye Melezleme Islahı

- Genetik çeşitliliğin sınırlarına varıldığında, yeni çeşitlilikler oluşturma nın en önemli yolu melezlemeler yapılmasıdır.
- Oluştur ulacak çeşitlilik tabiatta oldu ğu gibi tesadüfi de ğil, seçilen ebeveynlerin kalıtsal materyallerinin rekombinasyonları ile ortaya çıkar.
- **Melezleme:** İki veya daha fazla hattı birbiri ile kontrollü koşullarda (emaskülasyon, izolasyon) çaprazlayarak de ğişik özelliklere sahip yeni rekombinasyonlar meydana getirmek tir. Bu şekilde çaprazlanan hatların (ebeveyn) üstün karakterlerini bir bitki bünyesinde toplamak mümkündür.

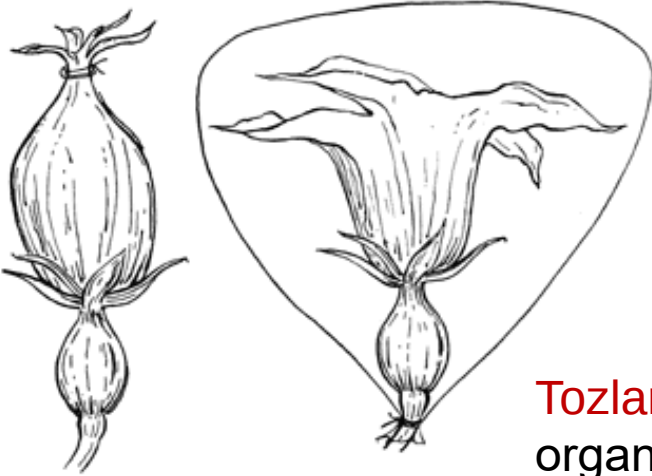
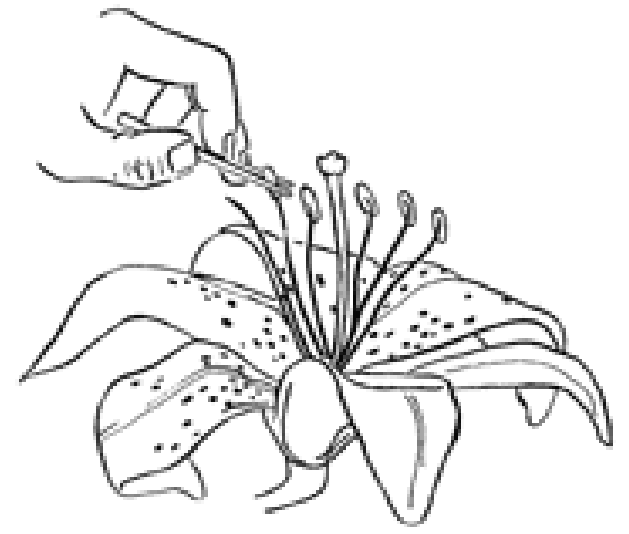
Melezlemeye Başlamadan Önce

1. Amacın belirlenmesi
2. Uygun bir ıslah yönteminin belirlenmesi
3. Amaca uygun ebeveynlerin seçilmesi
4. Ebeveynlerin isabetli seçilmesi başarının temelini oluşturur.
5. Ebeveynleri tozlanma döllenme biyolojisinin bilinmesi
6. Sonuçlar 8-10 generasyon sonra ortaya çıktığı için yanlış ebeveyn kullanıldığında geri dönülmesi için çok geç olur ve kaynaklar boşa harcanmış olur.

Ör: Bir bölgede kabakgillerde sorun olan Mildiyö hastalığına karşı bir çeşit geliştirilecekse ve eğer ebeveynlerden hiç birisi bu dayanıklılık özelliğini taşımıyorsa melez popülasyona uygulanacak hiçbir yöntem ıslah programını başarıya götüremez.



Emaskulasyon: Anterler patlamadan ve dişicik tepesine polenler gelmeden önce erkek organların uzaklaştırılması



İzolasyon: Çiçeklere kontrolsüz polen bulaşmasını önlemek için çiçeklerin fiziksel veya mesafe yolu ile izole edilmesi

Tozlama : İzole edilmiş olan dişi organın tepesiğine kontrol altındaki menşi bilinen polenin ulaştırılması.



Etiketleme



Normal female flower



Female flower without petals



Stigma of female flower



Hermaphrodite flower



Hermaphrodite flower without Petals



Stigma of Hermaphrodite flower



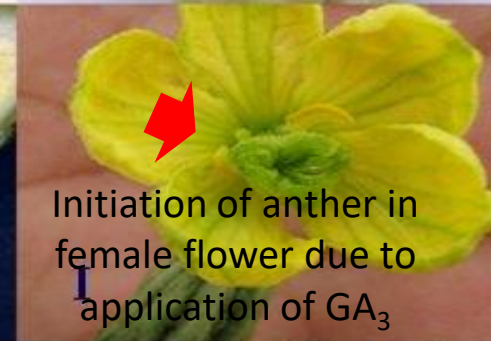
Anther of Hermaphrodite flower



Ovary of Hermaphrodite flower



Initiation of anther in female flower due to application of GA₃



Hermaphrodite and female buds



Female and hermaphrodite flowers without petals

Kimyasal Emaskülasyon (erkek kısırlık uyartımı)

- Bazı türlerde erkek kısırlılığını geçici olarak uyartmak için kimyasal kısırlaştırıcı ajanlar (örneğin, erkek gametositler, erkek sterilantlar, polenositler, andrositler) kullanılır.
- Birçok gametosit bildirilmiştir. Sodium methyl arsenate, 2,3-dichloroisobutyrate, sodium 2,2-dichloro-propionate, Gibberellic acid, Maleic Hydrazide (1,2-dihydropyridazine, 3-6-dione), 2,4-dichloro phenoxy acetic acid, ethyl 4-fluorooxanilate, Trihalogenated methylsulfonamides, ethyl and methyl arsenates
- Bu tür kimyasallara örnek olarak Dalapon®, Estrone®, Ethephon®, Hybrex® ve Generis® dahildir.
- Bu ajanların uygulaması bitkilerde erkek kısırlılığını indükler, böylece çapraz tozlaşmayı zorlar. Bazı türlerde emaskülasyon işi ortadan kalkar.
- Etkinliği türler arasında değişkendir.

















5 Ways to Ensure the Purity of Your Seed



Emasculating Zinnias



Collecting Pollen



Collecting Pollen



Tozlama/pollination







Isolation Cages at High Mowing Organic Seeds



High Mowing Organic Seeds www.highmowingseeds.com





Pollen collected from superior male pine trees is applied to female pine cone flowers inside an isolation bag.











5362251



16.11.2010



16.11.2010

Geriye Melezleme

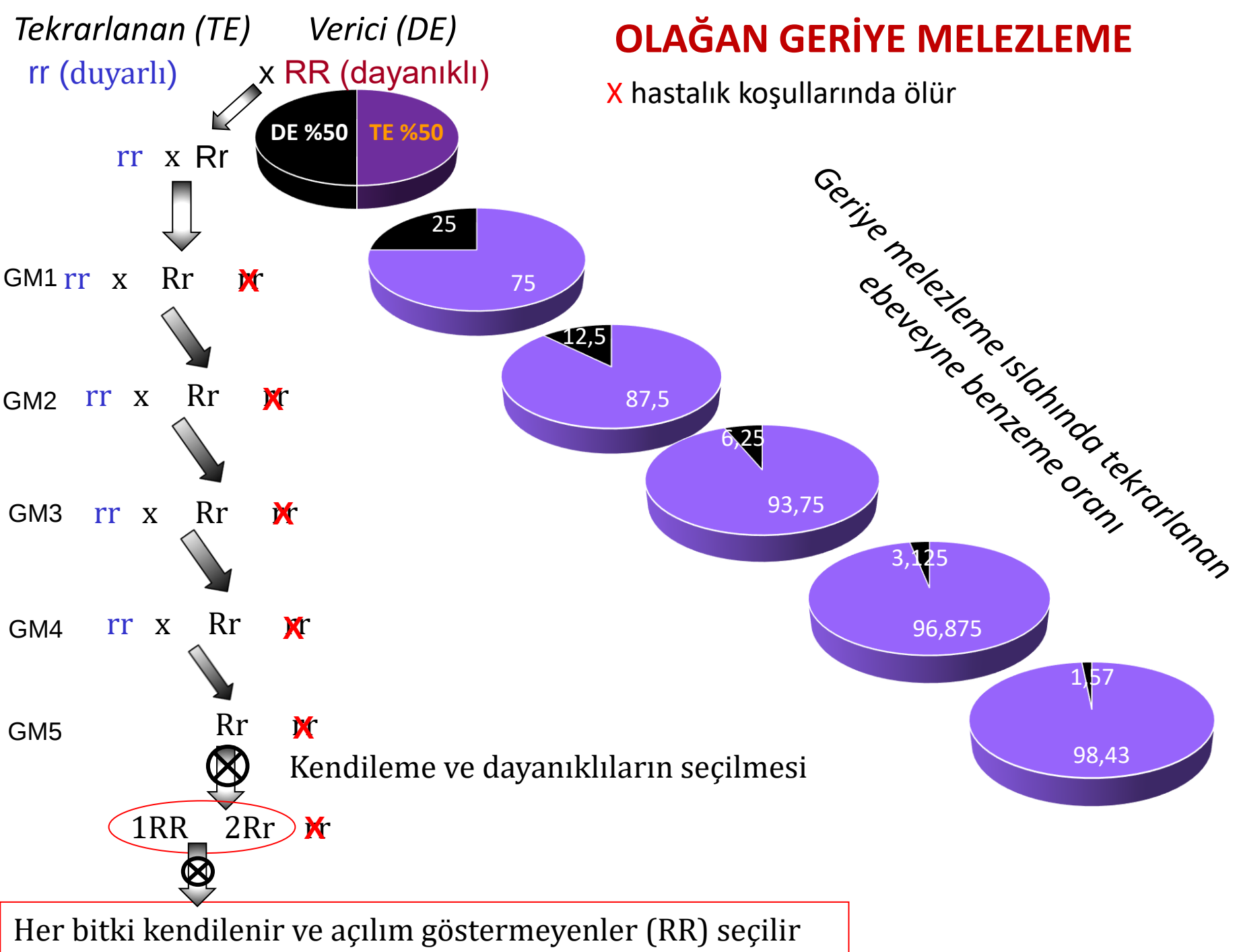
- Geriye melezleme: F_1 bitkilerinin tekrar, ebeveynlerden birisi (bazen ikisi) ile melezlenmesine denir.
- Geriye melezleme daha çok mevcut bir çeşidin eksik bir özelliğini tamamlamak (çeşidi geliştirmek) için kullanılır.
- Geriye melezleme daha çok kültür çeşitlerine diğer ilkel çeşit veya türlerden biyotik veya abiyotik stres koşullarına dayanıklılık genlerinin aktarılmasında kullanılır.
- Geriye melezlemede, iki ebeveyn seçilir ve birbiri ile melezlenir. Bunlardan birisi kabul görmüş ve bölgeye adapte olmuş bir çeşittir veya bilinen bir hattır. Ancak diğer ebeveynde olan bir özellik açısından eksiktir. Diğer ebeveyn ise sadece bu özellik bakımından öne çıkmaktadır.
- Geriye melezlemede iki ebeveyn bulunmaktadır.
 - Tekrarlanan ebeveyn: Birinci melezlemeden sonra her defasında melezlemeye giren ebeveyndir (alıcı ebeveyn).
 - Donör ebeveyn: Alıcı ebeveynle melezlenerek F_1 'i oluşturulan ve alıcı ebeveyne birkaç karakter veren genotiptir.
- F_1 'de başlamak suretiyle elde edilen döl iyi adapte olmuş verimli genotip/hatla devamlı suretle geriye melezlenir. Her melezlemeden sonra yapılan seçim aktarmak istediğimiz özellik (özellikler) açısından yapılır. Böylece sadece aktarılması istenen üstün özelliğe sahip melez bitkiler çaprazlamada kullanılır.
- Melezlemede herhangi bir sorun yoksa tekrarlanan ebeveyn ana ebeveyn olarak seçilir.
- Geriye melezleme sonucunda istenen özelliğin aktarıldığı heterozigot bireyler oluşur. Son geriye melezleme işleminden sonra homozigotlaşmayı sağlamak için kendilemeler yapılır.

Geriye Melezleme

- Geriye melezleme sayısı 3-10 arasında değişir.
- İlk 2 generasyondan sonra tekrarlanan ebeveyn göre seleksiyon yapılabilir.
- Bazı durumlarda ilk 3 geriye melezlemeden sonra melezler ve tekrarlanan ebeveyn birbirine çok benzediğinden seleksiyonun bir etkisi görülmez.
- Son geriye melezlemede çok sayıda tekrarlanan ebeveyn kullanılması önerilir. Çünkü az da olsa, tekrarlanan ebeveyn bitkileri arasında genotip yönünden fark bulunabilir.
- Verici ebeveyn seçilirken, aktarılmak istenen karakterin kuvvetli olmasına dikkat edilir.
- Geriye melezleme bitki ıslahında çeşitli şekillerde uygulanır;
 - Olağan geriye melezleme,
 - Kademeli geriye melezleme
 - Çok hatlı geriye melezleme
 - Çift yönlü geriye melezleme

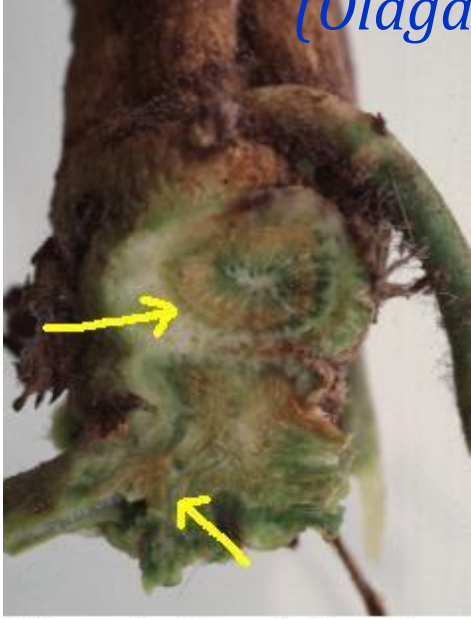
OLAĞAN GERİYE MELEZLEME

X hastalık koşullarında ölür

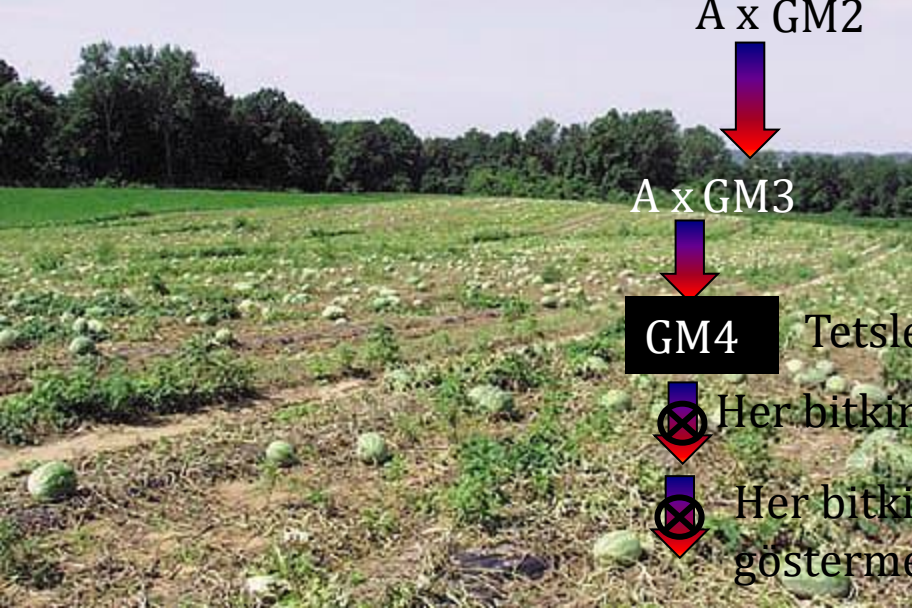


Karpuzda Fusarium'a Dayanıklılığın Aktarılması

(Olağan Geriye Melezleme dominant karakteriçin)



Watermelon: Vascular browning caused by Fusarium wilt fungus



A (Duyarlı) x B (Dayanıklı)



Melezlemenin yapılarak F1 üretilmesi

A x F1



A x GM1



Testleme, dayanıklıların seçimi ve dayanıklılarla tekrarlanan ebeveynin melezlenmesi

A x GM2



Testleme, dayanıklıların seçimi ve dayanıklılarla tekrarlanan ebeveynin melezlenmesi

A x GM3



Testleme, dayanıklıların seçimi ve dayanıklılarla tekrarlanan ebeveynin melezlenmesi

GM4

Testleme, dayanıklıların seçimi.

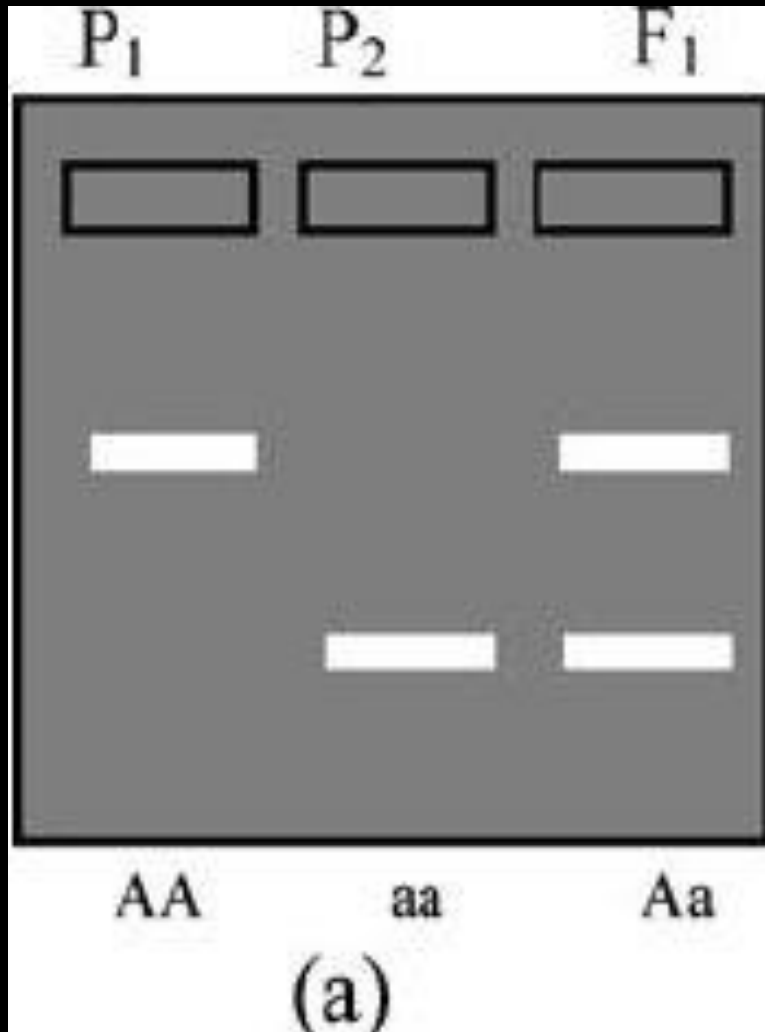


Her bitkinin kendilenmesi ve dayanıklıların seçilmesi



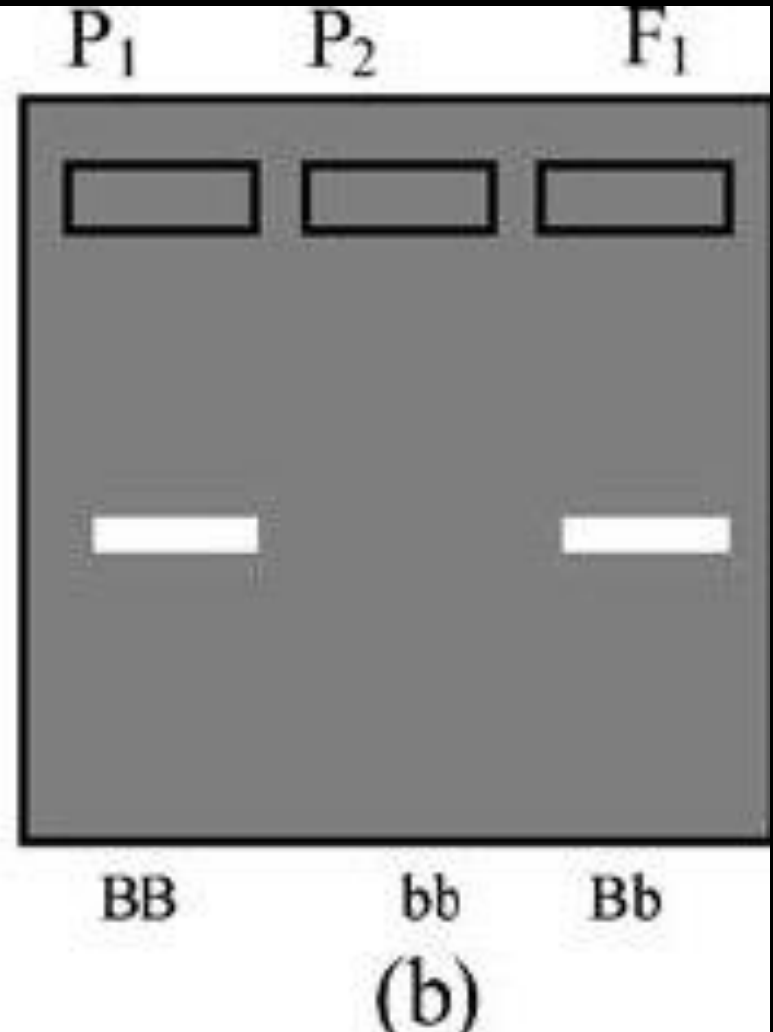
Her bitkiyi kendileyerek dayanıklılık açısından açılım göstermeyenlerin seçilmesi

Ko-dominant markır



Ko-dominant marker homozigot ile heterozigou birbirinden ayırır

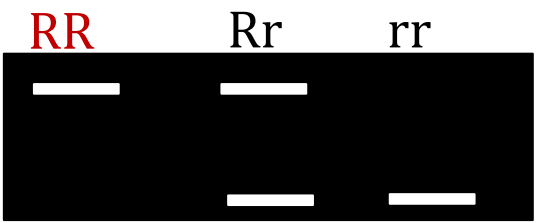
Dominant markır



Dominant marker ise homozigot ve heterozigot bireyleri ayıramaz

Marker Yardımı ile Geriye Melez

Ko-dominant DNA markırı



Tekrarlanan
 rr (duyarlı) x RR (dayanıklı) Verici

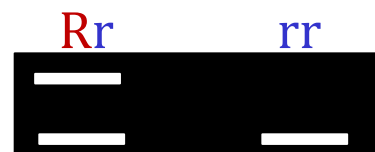


rr x Rr



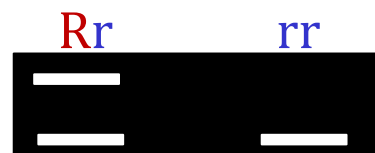
BC1

rr x Rr ~~rr~~



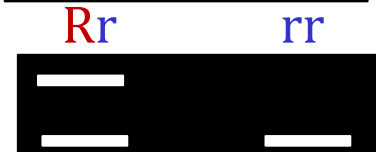
rr x Rr

BC2



rr x Rr ~~rr~~

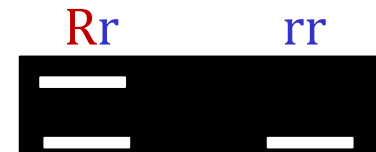
BC3



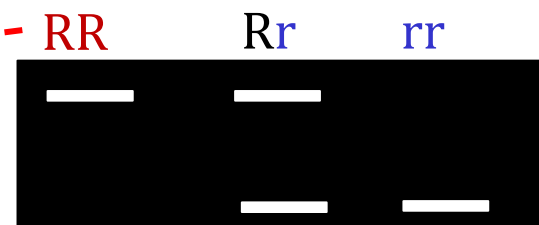
Gerektiđi kadar BC yapılır

BCn

Rr ~~rr~~
Kendileme



RR ~~$2Rr$~~ ~~rr~~



Kendileme tohum alımı



Aktarılmak İstenen Genin Resesif Olması Halinde

- Hastalığı kontrol eden genlerin resesif olması halinde F1 melezlerinin tamamı hastalığa duyarlı olur.
- F₂ generasyonunda ise resesif homozigot olanlar dayanıklıdır. Enfeksiyon şartlarında hastalanmayan bitkiler 1. geriye melezlemeye alınır. Elde edilen döllerin hepsi hastalığa duyarlıdır.
- Bu nedenle bunlar bir generasyon kendilenir ve enfeksiyon koşullarında dayanıklılar seçilir. Bunlar ikinci kez geriye melezlenir. Aynı işlem sonuç alınca kadar devam eder.
- Bu durumda, her geriye melezlemeden sonra homozigot resesifleri oluşturmak için kendileme yapılır ve dayanıklı genotipler enfeksiyon koşullarında test edilerek geriye melezlenir.
- Hiç seleksiyon yapmadan F1'den itibaren 2-3 GM yapılır. Kendilemeden sonra geniş bir populasyonda dayanıklı bireyler seçilir.
- Zaman kaybını önlemek için GM her iki ebeveynle de yapılır. Açılma durumuna göre heterozigot (Aa) genotipindeki bireyler seçilir. Aa dölleri ile geriye melezleme sürdürülür.

Aktarılması İstenen Genin Resesif Olması Durumunda

RR x rr (dayanıklı)



Rr x Rr

Kendileme

1. Geriye melez

RR x

1rr

~~2Rr~~

~~1RR~~

Testleme



Rr x Rr

Kendileme

2. Geriye melez

RR x

1rr

~~2Rr~~

~~1RR~~

Testleme



Sonuç alıncaya kadar geriye melezlemeye devam edilir.

Son geriye melezlemeden sonra **bir kere** kendileme yapılır ve fenotipi gösteren bitkilerden (rr) tohum alınır

Resesif karakter aktarılmaya çalışılırken bireyler her iki ebeveynle de melezlenir açılım gösterenden devam edilir

aa x AA

Aa X AA Birinci geriye melez

Aa X AA (P2)
aa (P1)

AA X AA (P2)
aa (P1)

Aa + AA

~~Aa + aa~~

~~AA + AA~~

~~Aa + Aa~~

Aa X AA (P2)
aa (P1)

AA X AA (P2)
aa (P1)

Aa + AA

~~Aa + aa~~

~~AA + AA~~

~~Aa + Aa~~

Aa X AA (P2)
aa (P1)

AA x AA (P2)
aa (P1)

Aa + AA

~~Aa + aa~~

~~AA + AA~~

~~Aa + Aa~~

~~⊗~~

~~⊗~~

AA + 2Aa + aa

Seçilir

~~4 AA~~

Eğer heterozigot (Aa) olanları ayıran bir marker var ise dominant karakterde olduğu gibi yapılabilir

Geriye Melezlemede Homozigotlaşma Oranı

$$\text{Homozigoti oranı} = \frac{2^m - 1}{2^m}$$

m= geriye melezleme sayısı

Ör: m= 5 ise

$$\begin{aligned}\text{Homozigoti oranı} &= [(2^5 - 1)/2^5] \times 100 \\ &= (31/32) \times 100 = 96.9\end{aligned}$$

Ebevenyler arasındaki gen kombinasyonlarının tümünün homozigotlaşması ise

$$\left(\frac{2^m - 1}{2^m} \right)^n$$

Ör: m= 5 ve n=10 ise

$$[(2^5 - 1)/2^5]^{10} \times 100$$

m= geriye melez sayısı

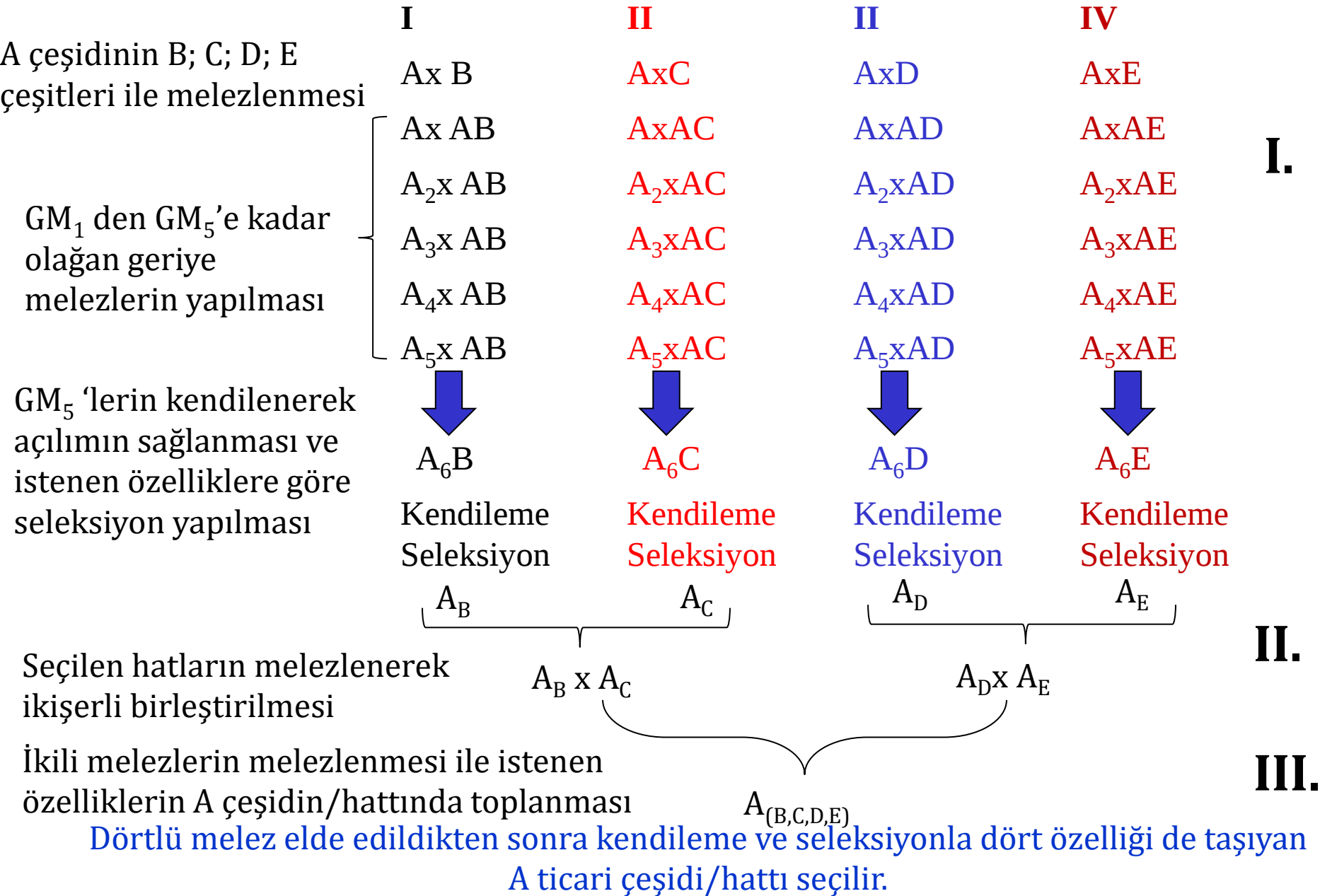
n= F₁ melezindeki heterozigot gen çifti sayısı

$$[(31/32)^{10}] \times 100 = 72.8$$

Kademeli Geriye Melezleme

- Bir ticari çeşide/hatta çok sayıda verici çeşitten/hattan birer gen aktarılmak istenirse bu yöntem kullanılır.
- Bütün kademelere aynı zamanda veya farklı zamanda başlanabilir.
- Belli generasyon sayısınca farklı olağan geriye melezler yapılır.
- Elde edilen, gen aktarılmış bireyler kendi aralarında melezlenir.
- Kendileme ve seleksiyonla istenen özelliğe sahip çeşit/hat belirlenir.

B, C, D, ve E çeşit/hatlarının aynı zamanda A ticari çeşidi ile geriye melezlenerek 3 kademede 4 çeşitte bulunan dayanıklılık genlerinin **A ticari** çeşidine aktarılması



Çok Hatlı Geriye Melezleme

- Bir hastalığın farklı ırklarına dayanıklılık özellikleri izohatlar şeklinde ticari çeşide/hatta aktarılır. A, B, C, D, E, F, G çeşitlerinde bulunan dayanıklılık özellikleri 6 olağan geriye melezleme ile A çeşidine/hatına aktarılır.
- A_B , A_C , A_D , A_E , A_F , A_G üretilir. Bu üretilen çeşitler/hatlar sadece dayanıklı oldukları ırk bakımından farklıdır. Bu 6 hat karıştırılır ve çok hatlı çeşit elde edilir.
- Çok hatlı ıslah yönteminde kademeli geriye melezleme ıslahının birinci kademesi uygulanmaktadır.
- Hangi hattın ne kadar karıştırılacağını ıslahçı, ekolojik koşullara ve duruma göre belirler.

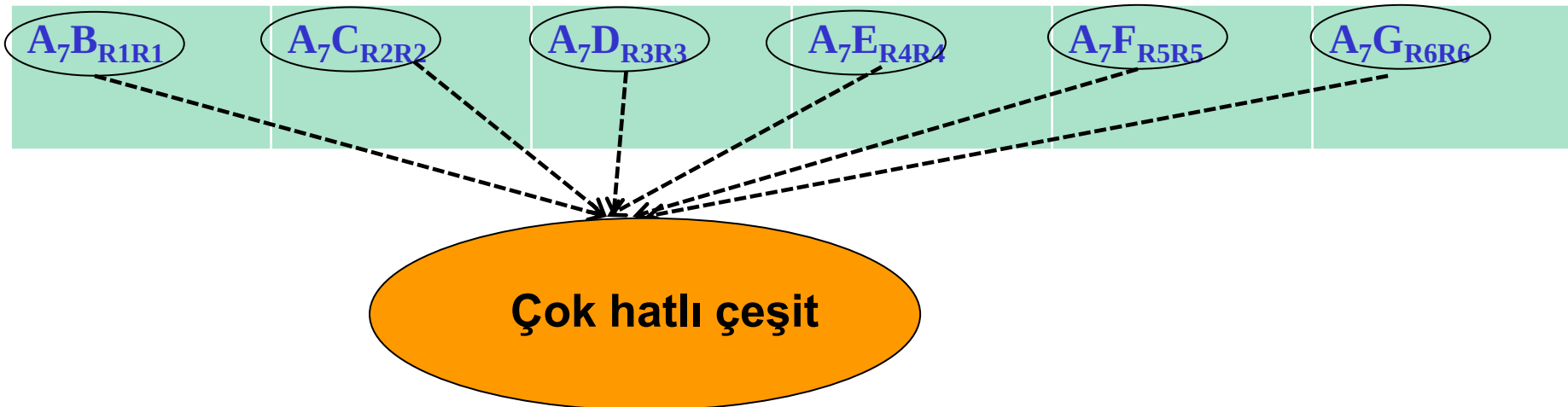
ÇOK HATLI GERİYE MELEZLEME

$A_{rr} * B_{R1R1}$	$A_{rr} * C_{R2R2}$	$A_{rr} * D_{R3R3}$	$A_{rr} * E_{R4R4}$	$A_{rr} * F_{R5R5}$	$A_{rr} * G_{R6R6}$
$A_{rr} * AB_{R1r}$	$A_{rr} * AC_{R2r}$	$A_{rr} * AD_{R3r}$	$A_{rr} * AE_{R4r}$	$A_{rr} * AF_{R5r}$	$A_{rr} * AG_{R6r}$
$A_{2r} \times A_{2r} \rightarrow A_2 B_{R1r}$	$A_{2r} \times A_{2r} \rightarrow A_2 C_{R2r}$	$A_{2r} \times A_{2r} \rightarrow A_2 D_{R3r}$	$A_{2r} \times A_{2r} \rightarrow A_2 E_{R4r}$	$A_{2r} \times A_{2r} \rightarrow A_2 F_{R5r}$	$A_{2r} \times A_{2r} \rightarrow A_2 G_{R6r}$

5-6 generasyon geriye melezleme yapılır

$A_7 B_{rr} * A_7 B_{R1r}$	$A_7 C_{rr} * A_7 C_{R2r}$	$A_7 D_{rr} * A_7 D_{R3r}$	$A_7 E_{rr} * A_7 E_{R4r}$	$A_7 F_{rr} * A_7 F_{R5r}$	$A_7 G_{rr} * A_7 G_{R6r}$
----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

Kendilemeler yapılır ve homozigot dayanıklı hatlar seçilir



Çift Yönlü Geriye Melezleme (Konvergenz)

Her iki ebeveynden belirli karakterlerin geçirilmesi isteniyorsa elde edilen melezin her iki ebeveynle geriye melezlenmesi ile yapılır.

F1'ler her iki ebeveynle birçok kez geriye melezlenir. Her melezlemeden sonra seçim yapılır. Hastalığa dayanıklılık çalışılıyor ise test yapılmalıdır.

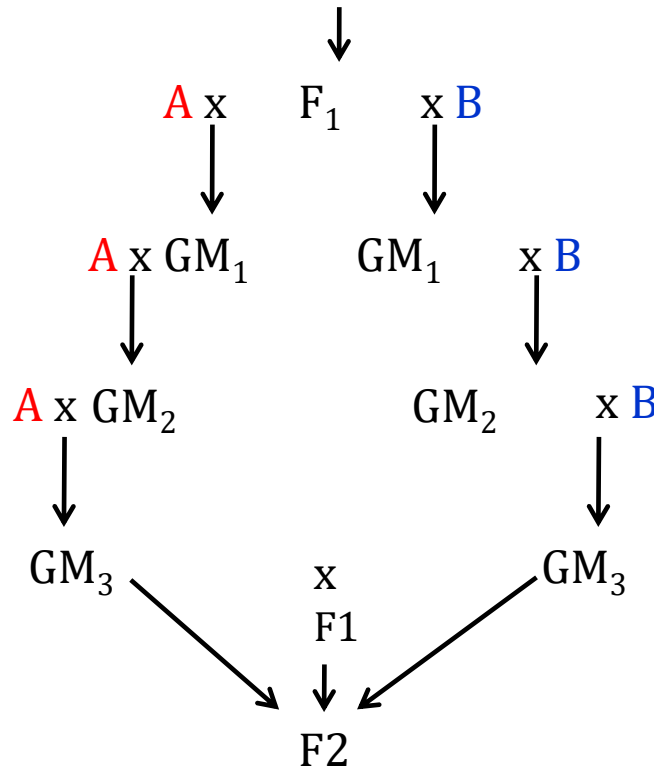
Geriye melez generasyonlarda her iki yönde verici ebeveyne göre seçim yapılır.



A (İri meyveli, geçci) x B (küçük meyve, erkenci)

Erkencilik için seçim

İri meyve için seçim



Yüksek verim, erkencilik ve iri meyveli için seleksiyon

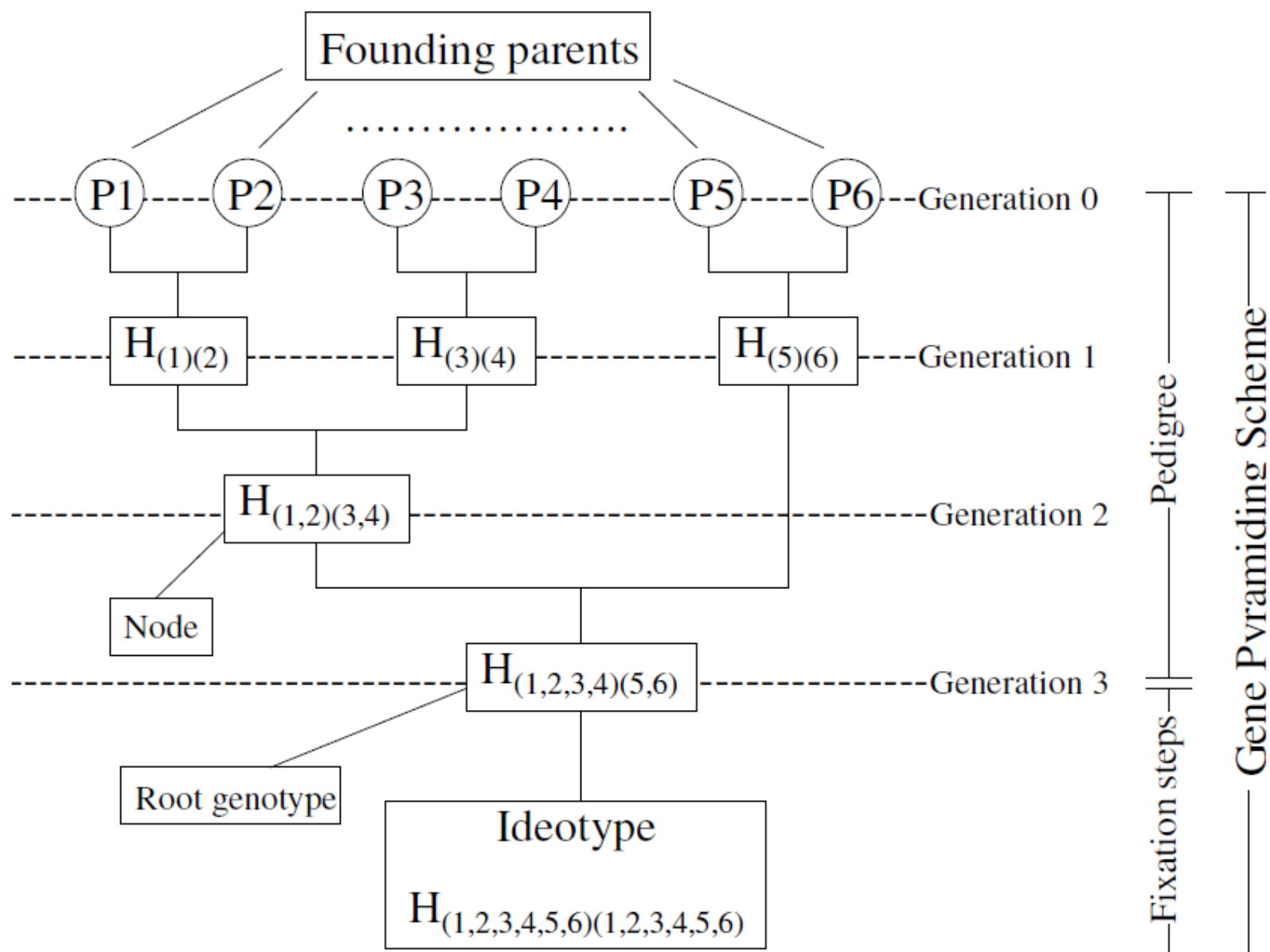
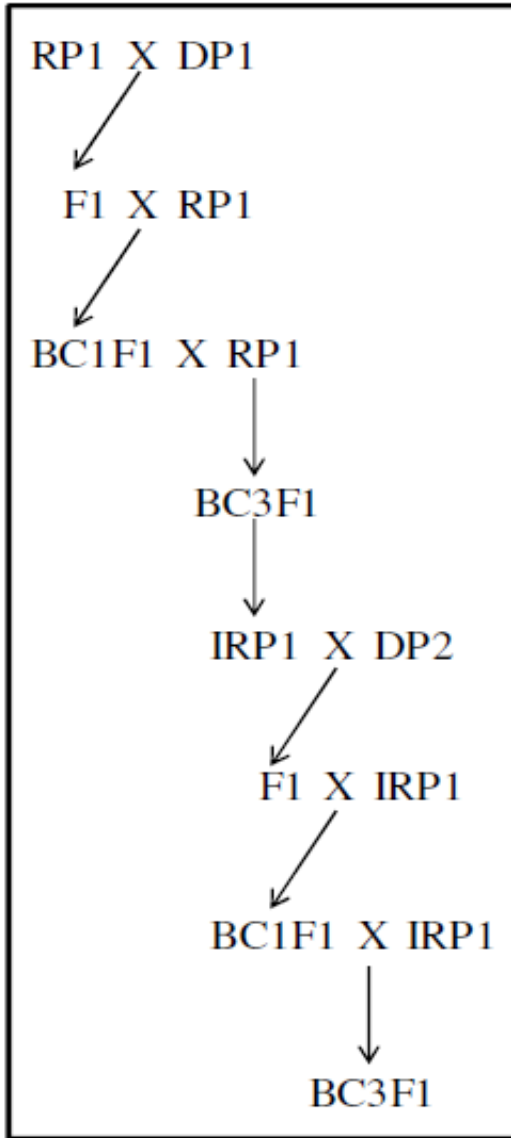
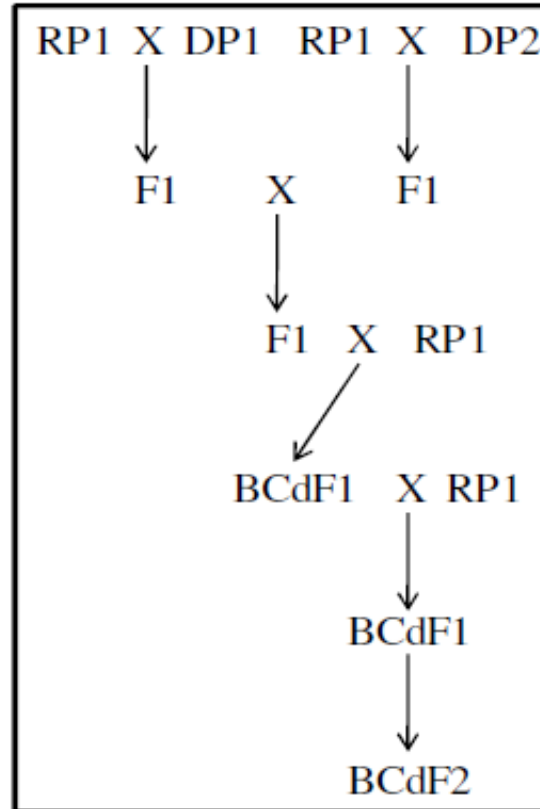
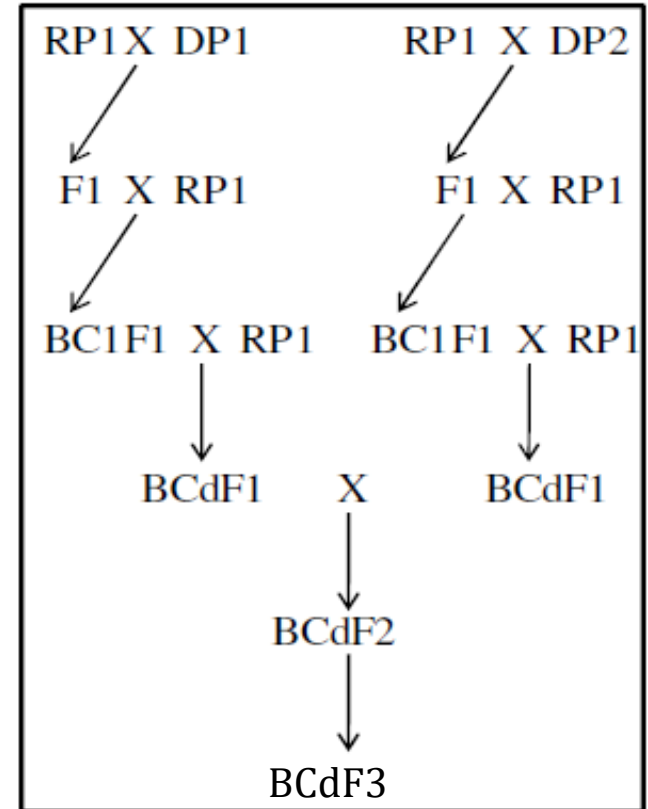


Figure 1. A distinct gene pyramiding scheme cumulating six target genes. (Hospital et al., 2004)

A**Kademeli****B****Eşzamanlı****C****Eşzamanlı + kademeli**

RP: tekrarlanan ebeveyn; **DP:** Verici ebeveyn
IRP: Geliştirilmiş tekrarlanan ebeveyn 1

"Plant breeding is one of the shortest and most effective routes to improving global health through better nutrition."



FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS

Bitki ıslahı, daha iyi beslenme yoluyla küresel sağlığı iyileştirmenin en kısa ve en etkili yollarından biridir.