

1. F₁ HİBRİT ÇEŞİT ISLAHI

1.1. F₁ hibrit gücü ve F₁ hibrit çeşitlerin özellikleri

İki veya daha fazla “homojen yapıda materyalin” (kendilenmiş hat, çeşit, klon veya F₁ melezlerini) melezlenmesinden elde edilen tohumlukların üretimde kullanıldığı çeşitlere “F₁ hibrit çeşit”, böyle çeşitlerin geliştirilmesine yönelik ıslah çalışmalarına da “F₁ hibrit çeşit ıslahı” veya “F₁ hibrit gücü ıslahı” adı verilmektedir.

F₁ hibrit çeşitleri ilk kez 20. yüzyılın başında Amerika Birleşik Devletleri’nde mısır bitkisinde geliştirilmiştir. Ancak bundan çok daha önce, daha 1760’larda Kolreuter tütün bitkisinde melezlerin ebeveynlerinden daha üstün olduğu saptamıştır. 1849 yılında Gartner, gerçekleştirdiği binlerce melezlemede F₁ generasyonu bitkilerinin her zaman çok homojen olduğunu gözlemlemiştir. 1877 yılında Darwin kendine döllenmenin bitkilerde gelişme ve verimlilik bakımından olumsuz sonuçlar doğurduğuna işaret etmiştir. 1940 yılında Shull, mısır bitkisinde kendilenmiş hatlarda bitki boyu bakımından azalmaların ortaya çıktığını, bu saf hatların kendi aralarında melezlenmesiyle normal boy ve büyüklüğün yeniden kazanıldığını saptamıştır.

F₁ hibrit çeşitlerin mısır bitkisinde başarılı şekilde ticari olarak kullanılmaya başlamasından sonra; bu ıslah yöntemi ile oluşturulan çeşitler birçok kültür bitkisinde yaygınlaşmaya başlamıştır. Mısır, darı, akdarı, buğday, şeker pancarı, tütün, pamuk, ayçiçeği gibi tarla bitkilerinin yanı sıra birçok sebze türünde F₁ hibrit çeşitler geliştirilmiş; hatta örtü altı sebze tarımında F₁ hibrit çeşitler standart çeşitlerin yerini almıştır. Günümüzde özellikle domates, biber, patlıcan, karnabahar türlerinde F₁ hibrit çeşitler yaygın olarak kullanılmakta, her geçen gün tohum kataloglarındaki F₁ hibrit çeşit sayısı artmaktadır.

Tohumluk üretimlerinin standart çeşitlere göre daha güç ve masraflı oluşuna karşın F₁ hibrit çeşitlerinin hızla geliştirilmesinin nedeni, bu çeşitlerin standart çeşitlere göre olan bazı üstün yanlarıdır. Bu belirgin üstünlükler şunlardır:

- F₁ hibrit çeşitler genellikle standart çeşitlerden daha verimlidir. Bu verimlilik heterosis (melez azmanlığı veya hibrit gücü) olgusundan kaynaklanmaktadır. Heterosis genellikle vejetatif organlarda irileşmeye, generatif organlarda ise sayıca artışa neden olmaktadır.

Verimliliğin dışında erkencilik, hastalık ve zararlılara dayanıklılık, çevre koşullarına dayanıklılık, kalite özellikleri bakımından da heterosis söz konusu olabilmektedir.

- F₁ hibrit çeşitler daha geniş adaptasyon yeteneğine sahiplerdir. Hibritler iyi koşullarda olduğu gibi daha elverişsiz koşullarda da nispeten iyi sonuçlar verebilmektedir. Philouze (1976)'un domateslerdeki denemeleri buna iyi bir örnektir. Araştırmacı, dört standart domates çeşidi (MoneyMaker, Vaillance, St. Pierre, Precoco) ile bunlar arasında mümkün olabilen 6 melezin F₁ generasyonlarında, 1., 2., 3. ve 4. salkımlardaki çiçeklerde ortalama meyve tutum oranlarını saptamıştır (Çizelge 1). Çizelgede görüldüğü gibi, F₁ hibritlerinin ortalaması her durumda ebeveynlerinin ortalamasından yüksek bulunmuştur. Ancak dikkati çeken diğer bir durum, aradaki farkı ışık ve sıcaklık koşullarının elverişsizleşmeye başladığı dönemlerde daha belirgin hale gelmektedir. Nitekim ilkbaharda açıkta yetiştirme yaz aylarında yüksek sıcaklıkların başlaması, sonbaharda serada yetiştirmede de sıcaklığın ve ışıklanmanın azalması ile F₁ hibritler ile ebeveynleri arasındaki meyve tutma oranı fazla artmış ve bu fark F₁ hibritler lehine olmuştur. Bu durum F₁ hibritlerin, olumsuz çevre koşullarına standart çeşitlerden daha iyi uyum gösterdiğini açıkça vurgulamaktadır.

Çizelge 1. Domateslerde 4 çeşidin ve bunların melezi olan 6 F₁ hibritin ilk 4 salkımlarındaki ortalama meyve tutma oranları.

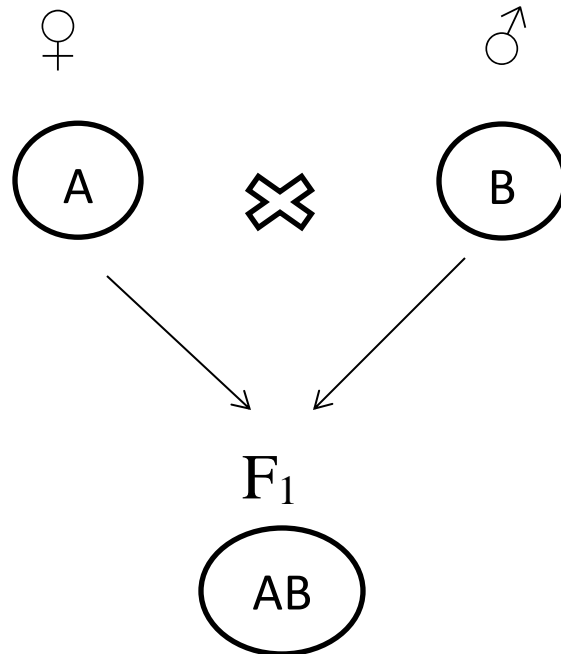
Deneme koşulları	Salkım Yeri	6 F ₁ Hibritin Ortalaması (%)	4 Ebeveynin Ort. (%)	F ₁ Hibritlerle Ebeveynler Arasındaki Fark
İlkbaharda Açıkta Yetiştirme	1	94,0	85,4	8,6
	2	91,7	83,4	8,3
	3	89,6	78,0	11,6
	4	85,6	69,1	16,5
	Ort.	90,2	79,0	11,2
Sonbaharda Serada Yetiştirme	1	73,3	62,7	10,6
	2	61,2	52,5	8,7
	3	52,0	36,2	15,8
	4	48,2	30,8	17,4
	Ort.	58,7	45,6	13,1

- F₁ hibrit gücü ıslahı ile çeşitli hastalıklara dayanıklı, tarımsal özellikleri üstün çeşitler daha çabuk elde edilebilmektedir. Örneğin birisi *Verticillium* ve *Fusarium*'a dayanıklı, diğeri nematotlara dayanıklı iki çeşitteki bu karakterleri tek bir çeşitte toplamak istediğimizde alışılmış geriye melezleme yöntemiyle en az 10 generasyon çalışmak ve bu süre içinde her generasyonda üç hastalığa karşı ayrı ayrı testlemeler yapmak gerekmektedir. Oysa üçü de monogenik dominant olan bu karakterleri taşıyan çeşitlerin F₁ hibritleri üç hastalığa da dayanıklı olacak ve 1 yıl içinde yeni F₁ hibrit çeşit elde edilebilecektir.
- F₁ hibrit çeşitleri ancak ebeveynlerini bilen ve buna sahip olan kişi veya kuruluşlarca üretilebilmektedir. Bu nedenle yeni bir F₁ çeşit geliştirildiğinde bu çeşidin başka tohum üreticilerinin eline geçip çoğaltılması kolay değildir. Dolayısıyla uzun uğraşlar sonunda elde edilen F₁ hibritler ıslahçı kuruluşu rekabet açısından önemli avantajlar sağlamaktadır. Son yıllarda özel firmaların F₁ hibrit çeşitle çalışmayı tercih etmelerinin en önemli nedenlerinden biri de budur.

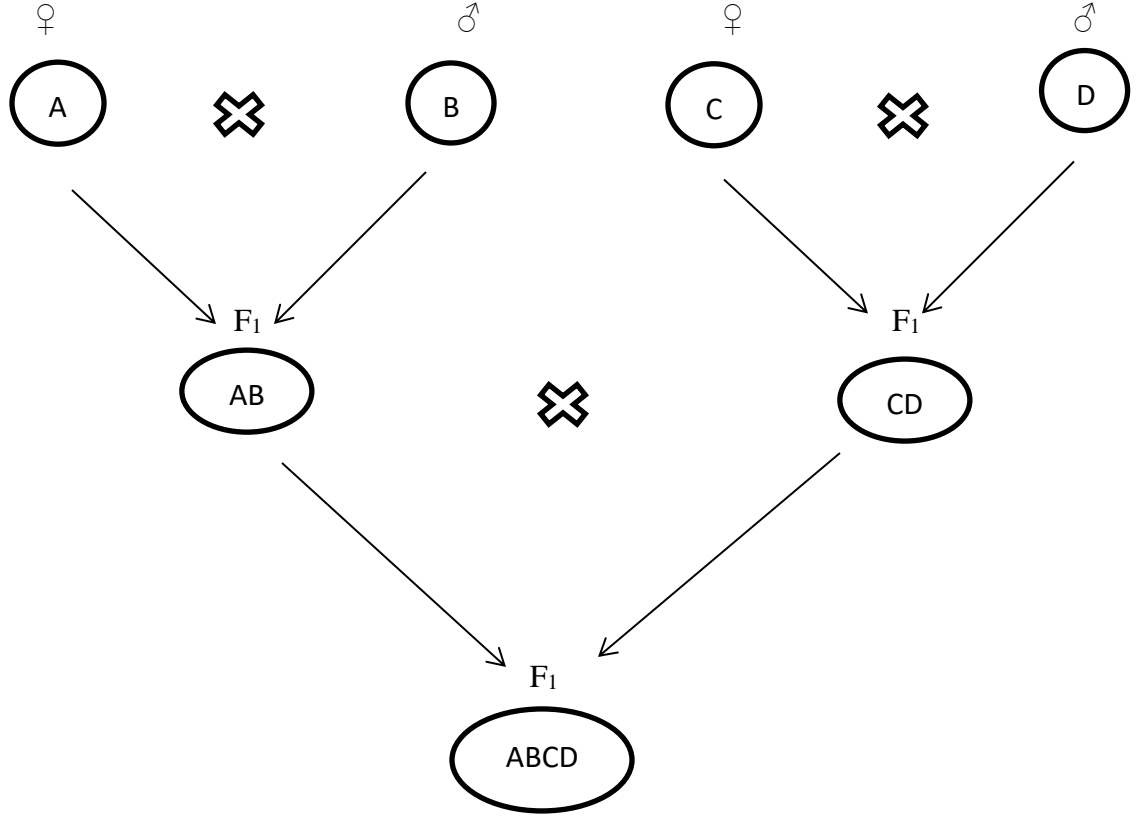
2.2. F₁ hibrit çeşitlerin tipleri

F₁ hibrit çeşitler, konunun başında da belirtildiği gibi iki veya daha fazla sayıdaki homojen materyalin melezlenmesi ile elde edilirler ve homozigotlaştırılmaya başvurulmaksızın üretimde kullanılırlar. Ebeveyn olarak kullanılan materyal kendilenmiş hatlar, homozigot çeşitler, klonlar veya yine F₁ hibritler olabilir. Kullanılan materyale ve ebeveyn sayısında göre üç tip F₁ hibrit çeşit elde edilir.

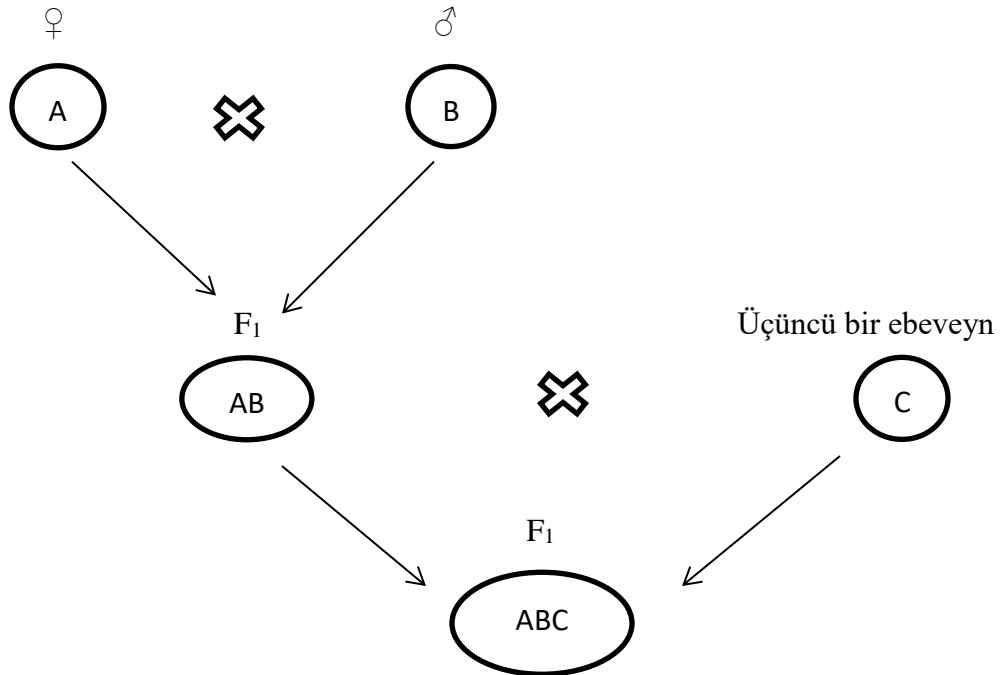
Basit veya tek melez F₁ hibritler: İki farklı kendilenmiş hat veya homozigot çeşidin melezlenmesi ile oluşan F₁ hibrit çeşitlerdir.



Çift melez F₁ hibritler: İki farklı tek melezin yeniden kendi aralarında melezlenmesinden oluşan F₁ hibrit çeşitlerdir. Çift melezlerde 4 farklı başlangıç ebeveyni söz konusudur.



Üçlü melez F₁ hibritler: Bir tek melezin, yeniden üçüncü bir ebeveyn ile melezlenmesi ile oluşan F₁ hibritlere verilen isimdir.



Tek melezler F_1 hibrit gücü ıslahının ilk başlangıç yıllarında yaygın olarak kullanılmaktaydı. Günümüzdeki eğilim daha çok çift melez veya üçlü melez yönündedir. Bunun çeşitli nedenleri vardır. Birinci neden, ticari tohumluk üretiminde kuvvetli gelişen F_1 hibrit bitkiler kullanıldığından tohumluk verimin daha yüksek oluşudur. İkinci neden çift melezlerin veya üçlü melezlerin tek melezlerden daha geniş varyasyona sahip olması, dolayısıyla daha yüksek adaptasyon yeteneği taşımalarıdır. Üçüncü neden de tohumluk üretiminin yapılma hakkının başka kuruluş veya ülkelere satılması halinde başlangıç ebeveynlerinin bir sır olarak korunabilmesidir.

2.3. F_1 hibrit gücü (heterosis)'nün genetik açıklaması

Eşeyli çoğalan bitkilerde kendine döllenmenin generasyonlar ilerledikçe homozigoti oranını yükselttiği, bunun sonucunda oluşan hatlarda homozigoti arttıkça bitkilerde zayıflama görüldüğü uzun sürelerden beri bilinmektedir. Bu olaya kendileme depresyonu adı verilir. Bunun tersine kendilenmiş hatların melezlenmesiyle elde edilen heterozigot bitkilerde de melez azmanlığı adı verilen güç ve kuvvet artışı çıkmaktadır. Kendileme depresyonu ve melez azmanlığı olguları 1760'lı yıllara doğru Koelreuters tarafından ortaya çıkarılmıştır (Hayes et al. 1995). 1909 yılından itibaren mısır bitkisinde kendilenmiş hatlarla bunların melezlerinin verim ve gelişmelerini inceleyen Shull da 1914 yılında "Heterosis" kavramını ortaya atmıştır. Heterosis, F_1 hibrit generasyonu bitkilerinde, kendilerini oluşturan ebeveynlerin ortalamalarına göre daha yüksek güç, kuvvet, verimlilik, büyüme hızı, hastalıklara, zararlılara ve kötü çevre koşullarına karşı dayanıklılık görünmesi olayına verilen isimdir. Heterosis ve hibrit gücü kavramları sık sık karıştırılmakta ve yanlış kullanılmaktadır. Aslında ikisi arasında bir neden-sonuç ilişkisi vardır. Hibrit gücü yani melez azmanlığı bir sonuç olup, bunu ortaya çıkaran heterosistir.

Heterosis olayının mekanizmasını aydınlatabilmek amacıyla uzun yıllar araştırmalar yapılmıştır. Ancak elde edilen sonuçlardan hiçbiri heterosisi tek başına ve yeterli biçimde açıklayamamıştır. Bugüne kadar yapılan çalışmalar sonucunda heterosisi açıklamaya yönelik hipotezler şunlardır:

a) Dominansi Hipotezi

Dominansi hipotezine göre F_1 hibritlerinde güç, kuvvet ve verim artışı bitkilerin genotiplerinde dominant genlerin birikmesinden kaynaklanmaktadır. Dominansi hipotezi için

en ilginç örnek bezelyelerle ilişkindir. Bezelyelerde L ve l allel genleri boğum arası uzunluğunu; T ve t allel genleri de boğum arası sayısını determine etmektedir. İki faktör bakımından LLtt genotipindeki bir hat uzun aralıklı fakat az sayıda boğumlara, lTT genotipindeki bir diğeri ise kısa aralıklı fakat çok sayıda boğumlara sahiptir. Bu iki hattan melezlerinde oluşan F₁ generasyonunda (LlTt) hem boğum sayısı hem de boğum arası uzunluğu yüksek olduğundan bitkiler doğal olarak çok iri olacaktır. Bu örnekte karakter bifaktöriyel olduğu için F₂ generasyonunda LLTT genotipinde homozigot bitkilerin elde edilebileceği, heterozisin fikse edilebileceği düşünülebilir. Ancak verim, erkencilik, bitki boyu gibi karakterler genellikle çok sayıda genin etkisi ve etkileşmesi altında bulunduğu için, uzun yıllar yapılan kendilemelerle bile homozigot dominant bireylerin oluşturulması olanaksızdır. Singleton'un verdiği örnekteki gibi, mısırdaki 30 bağımsız genin etkisi altındaki verim açısından, tüm genler bakımından homozigot olan bir bitki yakalayabilmek için dünyanın 2000 katı kadar alanda mısır yetiştirmek gerekecektir (Demlary 1977).

b) Süperdominansi veya Heterozigoti hipotezi

Süperdominansi veya diğer adıyla heterozigoti hipotezine göre ise dominant genleri heterozigot yapıda taşıyan bireyler, aynı genleri homozigot halde bulunduranlardan daha iri ve verimli olmaktadır. East ve Hayes tarafından 1912'de ortaya atılan bu görüş verim genlerinin heterozigot halde homozigot halden daha etkili olduklarını savlamaktadır. C. Hutin'in *Vicia sativa*'da gerçekleştirdiği bir araştırmanın yayınlanmamış sonuçları da bu görüşü destekler niteliktedir.

c) Epistatik etki hipotezi

Bildiğimiz gibi epistasi bir dizi gen aktivitesini içine alır: tamamlayıcı genler, eklemeli gen etkisi ve dominant genler arasındaki interaksyonlar, regülatör genler vs. Heterosis olgusunu epistatik etki ile açıklayan görüşü savunanlar, farklı lokuslardaki genlerin, diğer genlerin üzerine yaptıkları etkilerin de heterosise yol açtığını ileri sürmektedirler. Anılan araştırmacılar görüşlerini açıklamak için domates köklerinin *in vitro*'da gelişmelerine ilişkin bir deneme sonuçlarını örnek vermektedirler. Robbins tarafından yapılan denemede Red Current ve Johannesfeuer domates çeşitlerinin bitkilerden ayrılan kök uçları agarlı besin ortamında yetiştirilmiştir. Vitaminsız zayıf besin ortamlarında her iki çeşitte de kök büyümesi zayıf olmuştur. Ortama nikotinamid katıldığında Johannesfeuer çeşidinin pyridoksin katıldığında da Red Current çeşidinin kökleri hızlı biçimde büyümeye

başlamıştır. İki çeşidin melezlenmesiyle elde edilen F₁ bitkilerin kökleri ise bütün ortamlarda çok iyi büyüme göstermiştir. Epistasinin heterosise yol açtığını ileri sürenler bu durumu her iki vitaminin biyosentezinde engel oluşturan bazı faktörlerin iki farklı çeşitte mevcut olduğunu ve melez bitkilerde, farklı lokuslardaki allel genler arasındaki ilişkilerin bu engelleri ortadan kaldırdığı biçiminde açıklamaktadırlar.

d) Çekirdek/Sitoplazma İlişkisi Hipotezi

Birtakım araştırmacılar da heterosis olayını melezleme sonucunda ortaya çıkan bireyin sitoplazması ile bu sitoplazmaya yabancı olan bir bölük kromozomik yapı arasındaki uyumsuzluktan kaynaklandığı görüşündedir. Buna göre kendilenmiş hatlarda sitoplazma ve çekirdeksel yapı birbirine uzun süreden beri adapte olduğundan hücrelerdeki biyokimyasal aktiviteler belli bir düzeydedir. Birbirine uzak hatların melezlenmesi halinde ise hücreye yeni gelen çekirdeksel faktörler ile sitoplazma arasındaki yabancılık sonucunda hücredeki biyokimyasal faaliyetler başlangıçta aşırı derecede yüksektir. Bu durum heterosis olayının bitkilerin genç dönemlerinde daha belirgin oluşuyla da uyuşmakta ve onu açıklamaktadır. Kuşkusuz buradaki sitoplazma terimi hücre içindeki tüm organelleri (özellikle kalıtsal faktörleri taşıyan mitokondri ve kloroplast gibi) içine almaktadır. Sarkissian (1972), mısır bitkisinde bu görüşü doğrular sonuçlar elde etmiştir. İki kendilenmiş hat ebeveyn WF 9 ve C 103 ile bunların F₁ melez bitkilerinin 4,5 günlük bitkilerinden ekstrakte edilen mitokondrilerin solunum hızlarını inceleyen araştırmacı F₁ melezlerin solunum aktivitelerinin her iki ebeveyninden de üstün olduğunu saptamıştır. WF 9 x C 103 F₁ bitkileri verim yönünden de heterosis etkisine sahiptir. Buna karşılık F₁ bitkilerinde heterosis belirmeyen Ohio 43 ve Ohio 45 hatlarının melezlerinden ekstrakte edilen mitokondrilerin solunum aktivitelerinde de ebeveynlerine göre herhangi bir üstünlük saptanmamıştır.

Yukarıda kısaca değinilen heterosisi açıklamaya ilişkin görüşlerin tümünün doğruluğu deneylerle kanıtlanmaya çalışılmıştır. Bunlardan hiçbirinin doğru olmadığı söylenemez. Ancak yine gerçektir ki bunlarda hiçbiri heterosis olgusunun tek başına nedeni değildir. Çeşitli biçimlerde ortaya çıkan heterosis, bu değişik etkilerin ve belki de henüz bilmediğimiz daha birçok mekanizmanın etkisi altında meydana gelmektedir.

2.4. F₁ Hibrit eşit Islahı ve Aşamaları

Hibrit çeşitlerin genetik açıdan iki önemli özelliği vardır. Bunlardan birincisi yapılarının heterozigot oluşudur. Bu nedenle F₁ hibrit tohumluk üretimde melezlemeler kontrol altında yapılır ve hiçbir biçimde kendine döllenmeye izin verilmez. İkincisi de melezlemelerin homojen yapıdaki materyaller veya kendilenmiş hatlar arasında yapılmasıdır. Aksi halde melezleme sonucu elde edilen F₁ bitkileri genetik yapıları bakımından homojen olmayacağı içi çeşit niteliği de olmaz.

İyi bir yeni F₁ hibrit çeşit elde edebilmek için yapılan ıslah çalışmaları  önemli aşamayı kapsar:

- Homojen yapıda başlangıç materyalinin hazırlanması
- En iyi kombinasyon yeteneği veren hatların araştırılması
- Melez tohumluğun retimi

2.4.1. Homojen yapıda materyalin hazırlanması

Her ne kadar, F₁ hibrit çeşit ebeveyni olarak bazen klonlar ve saf çeşitler kullanılmakta ise de genelde kenilenmiş saf hatlar bu amaç için daha elverişlidir. Zira uzun yıllar kendilenecek elde edilen hatlar arasında heterosis daha kuvvetli meydana gelmekte, ayrıca böyle hatlardan elde edilen F₁ generasyonu bitkileri de daha homojen olmaktadır. O nedenle F₁ hibrit çeşit ıslahında ilk aşama kendilenmiş hatların oluşturulmasıdır.

F₁ hibrit çeşitlerin yaygın olarak kullanıldığı sebze türlerinin büyük bir çoğunluğu allogam olup, bunların iek biyolojileri yabancı döllenmeye eğilimlidir. Homozigot saf hatların oluşturulması bitkilerin kendine döllenmeye zorlanmasıyla gerçekleştirilebilir. Birçok sebze türünde kendileme, herhangi bir güçlükle karşılaşmadan yapılabilir. Solanaceae, Liliaceae, Cucurbitaceae, Compositae familyası sebzelerinde kendileme depresyonu söz konusu değildir. Böyle türlerde çiçekler açılmadan ve tozlanma olmadan önce bitkiler ayrı ayrı torbalar veya keseler içine alınarak izole edilir, yabancı iek tozlarından korunur. Keseleme sırasında açılmamış çiçekler varsa bunlar kopartılarak uzaklaştırılır. Keseleme için kullanılan materyal, eşey organlarının nem ve sıcaklık değişimlerine karşı duyarlılıkları nedeniyle oldukça önemlidir. Bu amaçla kullanılan kağıt veya bezler polenlerin geçişine engel olmalı, duyun geçişine izin vermemeli fakat iyi bir havalanma sağlayabilmelidir. Hava akımının ve böcek faaliyetinin bulunmadığı torbalar içinde tozlanma g olacağından, torba ve bitkilerin zaman

zaman sallanması veya polenlerin toplanarak dişicik tepelerine ulaştırılması yararlı olur. Entomofil bitkilerde polenlerin stigmaları üzerine yerleştirilmesi, anemofil olanlar da ise püskürtülmesi söz konusudur.

Bazı türlerde ise kendileme yapmak, kendine uyuşmazlık, kendileme depresyonu, iki evcikli çiçek yapısı gibi nedenlerle çok güç ve hatta olanaksızdır. Sebze türlerinde kendine uyuşmazlığın söz konusu olduğu lahanagillerde ve dioik çiçek yapısına sahip ıspanak ve kuşkonmazlarda kendileme yapılamaz. Bu gibi durumlarda homozigotiyi arttırmak için kardeşler arası ve ebeveyn döl arası melezlemelerden yararlanılabilir.

Homozigot saf hatlar elde etmenin bir başka yolu da haploidi özelliğinden yararlanmaktır. Bazı bitki türlerinde ve bu arada sebzelerin bir kısmında doğal uyartı yolu ile (K_2O uygulamaları, türler arası melezleme, anter kültürü) haploid bitkiler elde edilebilmektedir. Haploid bitkilerin kromozom sayılarının kolhisin gibi kimyasal maddeler ile ikiye katlanması yoluyla bir tek generasyon sonunda %100 homozigot diploid hatlar oluşturulabilir. şimdiye kavunda, kuşkonmazda, patlıcanda, biberde bu yolla homozigot hatlar elde edilmiştir.

Homozigot hatların hazırlanmasında unutulmaması gerekli önemli noktalardan biri ebeveyn olacak hatlar arasındaki akrabalığın ne kadar uzak olursa heterosisin o kadar kuvvetli olabileceğidir. Zira birbirine benzer hatlar arasında yapılan melezlemelerde heterosis düzeyi fazla yüksek değildir. Bu nedenle başlangıç materyali olarak seçilen popülasyonların birbirinden çok farklı orijinlere ve özelliklere sahip olmasına dikkat etmek önemlidir. Böyle farklılıklara sahip popülasyonları gen merkezlerinde bulmak olasılığı yüksek olduğundan, ışlahçının gen merkezlerine başvurması başarı şansını yükseltir. Ancak yabancı döllenen türlerde farklı orijinlere sahip materyal panmiksi şartlarında kendi aralarında melezlenerek çoğaldığından böyle türlerde genellikle belli düzeyde varyasyon sürekli korunur, heterojen gen havuzları oluşturulur. Günümüz ışlahçıları F_1 hibrit gücü ışlahına başlarken böyle gen havuzlarına da başvurma eğilimindedir.

2.4.2. Kombinasyon yeteneği üstün hatların araştırılması

Herhangi bir türde heterosis olgusu olsa bile, bu durum o türdeki hatlar arasında yapılan melezlemelerde F_1 generasyonunun her zaman üstün olacağı anlamına gelmez. Heterosis veya F_1 hibrit gücü ancak kombinasyon yeteneği üstün hatlar arasında ortaya çıkar. Ayrıca heterosisin ekonomik karakterlerde belirmesi, ve böyle F_1 hibritlerin optimal kalite özellikleri göstermesi de gerekir. Bu nedenle, en elverişli hatlar bulmaya yönelik test melezlemelerinin yapılması

zorunludur. Bu testlerde incelemeye alınan koleksiyondaki kendilenmiş hat veya çeşit sayısı ne kadar yüksek olursa, başarı şansı o kadar büyüktür. Ancak başlangıçtaki çok sayıda hattın kendi aralarında melezlenmesiyle elde edilecek F_1 hibrit sayısı da çok yülseleceğinden bunları incelemek güçleşir. Örneği 300 hattın bulunduğu bir koleksiyondan hareket edilirse bunlardan $300 \times (300-1)/2=44.850$ adet F_1 dölü elde edilir. Melezlemeler resiprokal yapıldığı taktirde F_1 sayısı 89.700'e çıkar. Bu kadar F_1 dölünün çeşitli karakterler açısından gözlenmesi pratik açıdan olanaksızdır. Bu nedenle kombinasyon yeteneği testleri iki aşamada gerçekleştirilir: Genel kombinasyon yeteneği testi, özel kombinasyon yeteneği testi.

2.4.2.1.Genel Kombinasyon Yeteneği Testi

Genel kombinasyon yeteneği testinde elde bulunan tüm hatlar ayrı ayrı tek bir ebeveyn ile melezlenir ve elde edilen F_1 hibrit dölleri kendi aralarında karşılaştırılarak, melezlemelerde üstün özellikleri taşıyan hatlar genel kombinasyon yeteneği üstün olarak seçilir. Bu işleme "Top Cross" adı verilir. Top Cross aşamasında en önemli nokta, başlangıçtaki hatların melezlendiği hat veya çeşidin, yani test hattının seçimidir. Top Cross'un yapıldığı test materyali bazı özellikler taşımalıdır.

Test materyali genetik yapı bakımından, kombinasyon yetenekleri araştırılacak hatlardan uzak olmalıdır. Böylece elde edilecek melezlerde heterosis potansiyeli maksimum düzeyde ortaya çıkar.

Test materyalinin genetik yapısı homojen olmalıdır. Heterojen materyal kullanıldığında testin etkinliği aditif gen etkisi ve epistatik etkilere dayanacaktır. Oysa test materyali olarak kendilenmiş hat, F_1 hibrit veya bir klon kullanıldığında test sonundaki ebeveyn seçimi, hatların özel kombinasyonlarına, dominans ve epistasi etkilerine dayanır.

Test materyalinin, ıslah edilen çeşidin yetiştirileceği ülke veya bölgeye adaptasyonu (iklim, toprak, erkencilik, hastalık ve zararlılar açısından) iyi olmalıdır. Aksi halde yetiştirilmesinde güçlükler ve sorunlar ortaya çıkabilir, test için yeterli ve bol F_1 tohumluğu elde edilemez.

Test materyalinde sitoplazmik veya genetik erkek kısırlığı bulunması da mümkün olduğu takdirde istenen bir özelliktir. Böylece melezlemelerin yapılmasında büyük kolaylık sağlanır.

Genel kombinasyon yeteneği için yapılan Top Cross çalışmasında kullanılacak test ebeveyn tüm bu özellikler dikkate alınarak seçilir. Seçim sırasında ayrıca ülkenin Pazar istekleri de değerlendirilmelidir.

Seçilen test ebeveyni, kombinasyon yetenekleri incelenecek olan tüm hat, klon veya F₁ hibrltlerle ayrı ayrı melezlenir ve elde edilen melez tohumlar bir sonraki yıl ekilerek verim, erkencilik, hastalık ve zararlılara, çevre koşullarına dayanıklılık ile teknolojik özellikleri bakımından incelenir. İncelenen özellikler bakımından elverişli bulunmayan melezlerin ebeveynleri elimine edilir, elverişli görünenlerin ebeveynleri özel kombinasyon yeteneği testi için seçilir.

2.4.2.2.Özel kombinasyon yeteneği testi

Genel kombinasyon yeteneği testinde seçilen ebeveyn adayları ikinci aşamada özel kombinasyon yeteneği testine alınırlar. Özel kombinasyon yeteneği, ebeveyn adaylarının değişik hatlarla melezlendiklerinde bunlardan hangileri ile daha iyi uyuduğunu ifade eden bir özelliktir. Özel kombinasyon yeteneği testi için seçilen ebeveyn adayları kendi aralarında diallel melezlenir. Ebeveyn adayı sayısı çok yüksek değil ise melezlemeler çift yönlü (resiprokal) yapılabilir. Sayı yüksekse önce tek yönlü yapılır; özel kombinasyon yeteneğinin yüksek olduğu ebeveynler arasındaki melezlemeler ikinci aşamada bir yıl sonra resiprokal biçimde yapılarak incelenebilir. Zira resiprokal melezleme yapıldığında elde edilen melez sayısı iki katına çıkar.

Örneğin genel kombinasyon testi sonucunda seçilen hat sayısı 18 ise, özel kombinasyon yeteneği testi için yapılan diallel melezlemede $n(n-1)/2 = 18 \times 17/2 = 153$ adet melez elde edilir. Melezlemeler resiprokal yapıldığında bu sayı $153 \times 2 = 306$ 'ya çıkar. Bu durumda test sırasında kontroller güçleşebilir.

Özel kombinasyon yeteneği testlerinde ebeveyn olarak tek melezler de kullanılabilir. Böylece tek melezlerin yanında çift melez ve üçlü melezler de elde edilebilir. Ancak özel kombinasyon yeteneği testlerinde tek, çift ve üçlü melezlerin bir arada incelenmesi ve kontrolü ebeveyn hat sayısı çok düşük olduğuunda yapılabilir. Ebeveyn sayısı nispeten yüksek olduğuunda çift melezlerin değerleri, bunların tek melezlerinin değerlerinden hareketle teorik olarak hesaplanabilir.

Özel kombinasyon yeteneği testi sonucunda seçilen en ilginç melezlemelerden oluşan F₁ melezleri değişik lokasyonlarda ve zamamlarda birkaç kez denenerek tescil için hazırlanır. Çeşit

adayları diğer yandan da yapay inokülasyonlarla hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılıkları açısından incelenirler.

2.4.3. F₁ hibrit tohumluk üretimi

F₁ hibrit çeşitlerin tohumluk üretimi sürekli olarak ıslahçının kontrolü altında yapılır. Zaten F₁ hibrit çeşitlerin tohumluk üretimi bir bakıma ıslah çalışmasıdır. F₁ tohumluklarını her yıl üretmek ve yenilemek zorunludur. Bu özellikler iki biçimde önemlilik kazanır. Birincisi ebeveynlere sahip kuruluşların üretimi yapılabilme açısından sahip buldukları avantajdır. F₁ hibrit çeşitlerin formülünü elinde tutan kuruluş izin vermedikçe, başka kurum ve kişiler böyle çeşitlerin tohumluğunu üretemezler. İkinci nokta ise tohumluk üretiminin her yıl melezlemeler yapılarak gerçekleştirilmesidir. Bu ise üretimin çok pahalı oluşuna yol açmaktadır.

F₁ tohumluk üretiminden önemli konu türün çiçek biyolojisidir. Dioik ve monoik türlerde tohumluk üretimi daha kolay, hermafrodit, androik ve ginodiok türlerde daha güçtür. Dioik türlerde, ana ebeveyn olarak kullanılan hattın yetiştirildiği parsellerde çiçeklenme başlangıcında ve tozlanma olmadan önce erkek bitkiler sökülür. Böylece kendine döllenmelerine izin verilmez. Tozlanma ve döllenmenin parsel aralarında yetiştirilen baba ebeveyn hattın çiçek tozları ile yapılması sağlanır. Monoik türlerde ise yine erkek ve dişi ebeveynler yan yana yada ayrı ayrı seralarda yetiştirilir; çiçeklenmenin başlamasından itibaren düzenli olarak dişi ebeveyn olarak kullanılan hatta bitkiler üzerinde oluşan erkek çiçekler açılmalarına izin verilmeden kopartılır. Erkek ebeveynin polenleri ya serbest tozlanma ile ya da müdahale edilerek dişi ebeveynin dişi ebeveynin dişi çiçeklerine ulaştırılır. Ancak monoik türlerde erkek çiçeklerin kopartılması işlemi çok dikkatli yapılmaktadır. Zira gözden kaçarak kalan erkek çiçek birçok dişi çiçeğin tozlanmasına ve F₁ hibrit tohumluğun kalitesinin ve homojenitenin bozulmasına yol açabilir.

Kastrasyon ve melezlemenin elle yapılması tohumluk maliyetini yükselten en önemli etmendir. Philouze (1976)'a göre domateslerde elle yapılan kastrasyon ve melezlemelerle elde edilen tohumluk maliyeti, standart tohumluk maliyetine göre 20 kez daha yüksektir. Öte yandan işgücünün sınırlı olması da F₁ hibrit tohumlukların üretiminin çok fazla miktarlarda yapılmasını engellemektedir. Bu nedenle, son yıllarda F₁ tohumluk üretiminde erkek organ kısırlığı, uyumsuzluk ve kimyasal maddeler ile emaskülasyon tekniklerinden yararlanma yollarına gidilmektedir. Bu teknikler sayesinde; a) maliyet fiyatı düşmekte, b) kolay ve bol üretim yapılabilmekte, c) unutablecek çiçeklerin kendilemeye neden olma rizikosunu ortadan kaldırmakta,

d) yetiştirme sırasında budama ve terbiye işlemlerine gerek kalmamakta, e) kastrasyon yapılmadığı için çiçeğin doğal yapısı bozulmamakta, dolayısıyla tohumluk verimi yükselmekte, f) tozlanma çiçeğin optimum reseptiviteye sahip olduğu dönemde yapılabilmekte, g) bitkiler fazla ellenmediğinden temasla bulaşan bazı hastalıkların yayılma rizikosu azalmaktadır.

Göründüğü gibi uyuşmazlık, kısırlık gibi özellikler veya kimyasal maddeler kullanılarak kastrasyon işleminden kaçınmanın sağladığı çok çeşitli ve önemli yaraları vardır. Şimdi bu özellikleri ve kullanılış biçimlerini biraz daha ayrıntılı olarak inceleyelim.

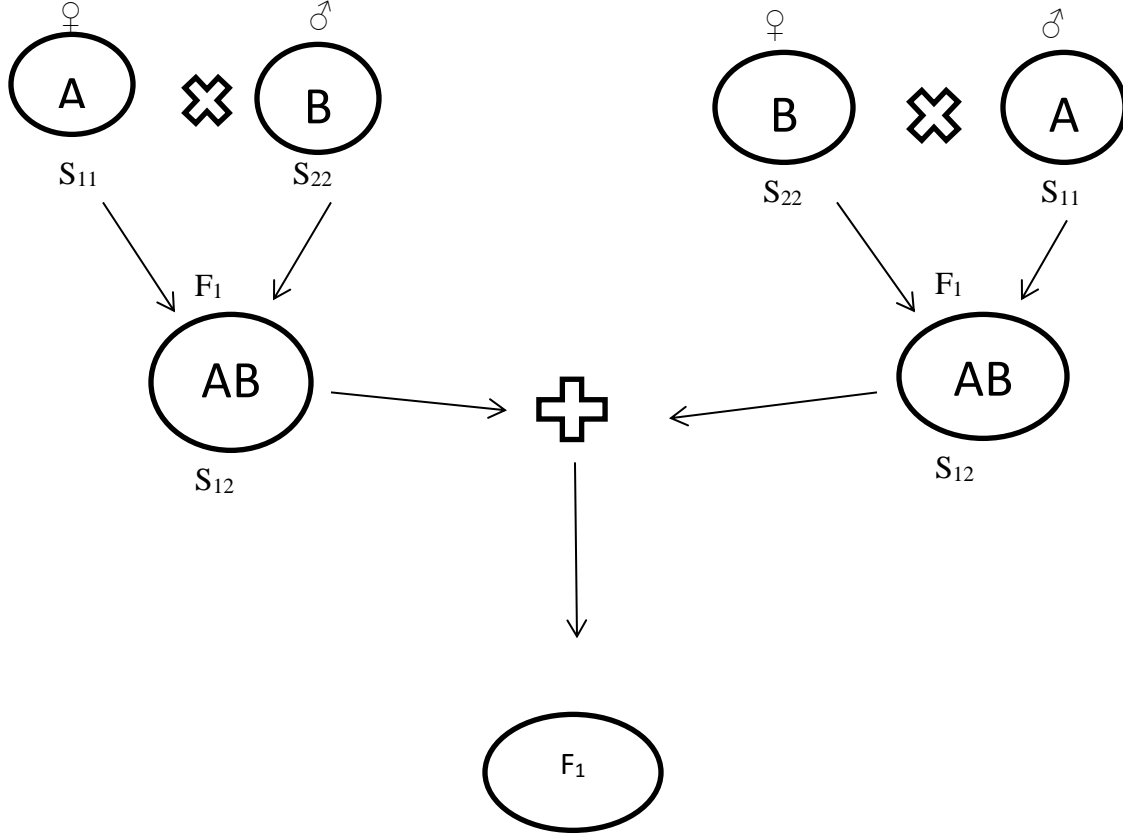
2.4.3.1. Kendine uyuşmazlık özelliğinden yaralanma:

Kendine uyuşmazlık özelliğinin F_1 üretiminde kullanıldığı bahçe bitkilerine ait tür *Brassica oleracea*'dır. Bu tür içinde baş lahana (var. *capitata*), brüksel lahanası (var. *gemnifera*) ve yaprak lahana (var. *acephala*)'da F_1 hibrit tohumluk üretimi uyuşmazlıktan yararlanarak yapılabilmektedir. Türdeki uyuşmazlık sporofitik tiptedir. Esasları ilk kez Odland ve Noll (1950) tarafından ortaya konan yöntem, lahana tek melez, çift melez ve üçlü melez F_1 tohumluk üretiminde aşağıdaki biçimde işlenmektedir.

a) Tek melez F_1 hibrit üretimi:

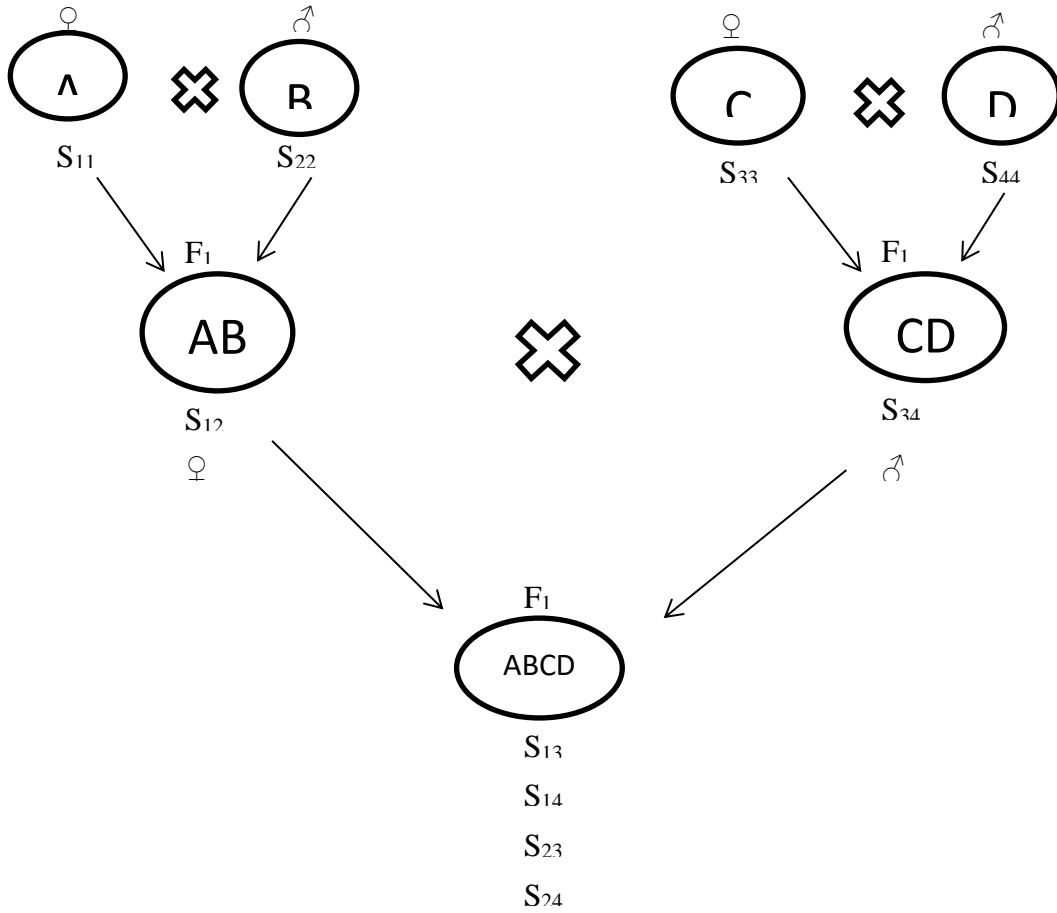
İslah sırasında özel kombinasyon yeteneği yüksek hatlar saptanır. Ebeveyn olarak iki hat yüksek düzeyde kendine uyuşmaz olmakla birlikte melezlemede uyuşur olmalıdır. Kendine uyuşmazlık nedeniyle hatların homozigotlaştırılmasında en büyük sorun kendileme güçlüğüdür. Ancak uyuşmazlık lahanalarda çiçek açma döneminde ortaya çıktığı tomurcuklar genç dönemdeyken bu özellik bulunmadığı için bu aşamada kendileme yapılabilmektedir. Ayrıca tam çiçeklenme sırasında düşük (Macit 1972) ve yüksek (Frenkel ve Galun 1977) sıcaklıklar da kendine verimliliğe neden olmaktadır. Böylece seçilen A (S_{11}) ve B (S_{22}) hatları önce kendilendikten sonra üretimde kullanılır. Hibrit tohumluk üretim parselinde A ve B hatları yan yana yetiştirilirler ve A hattı bitkileri B polenleriyle, B hattı bitkileri de A polenleri ile tozlanır. Her iki ebeveynin de tohumları alınarak üretime verilir. Bu yöntemde iki ebeveynin alınan tohumlar da aynı homojeniteyi gösterir. Fakat en önemli dezavantaj ebeveyn hatların çoğaltılmasının çok pahalı oluşudur. Yöntemin biraz değişik bir biçimi de uygulanmaktadır. Burada B ebeveyn S allelleri bakımından kendine uyuşur haledir (S_{ff}), dolayısıyla melezleme $S_{11} \times S_{ff}$ biçiminde yapılır (Frenkel ve Galun 1977). Fertil B hattının kullanılması her ne kadar

ebeveyn çoğaltılmasında ekonomik avantaj sağlıyorsa da, bu şekildeki üretimde yalnızca A hattı bitkilerinin tohumları F_1 hibrit olmakta ve birim alandan alınacak tohumluk miktarı azalmaktadır.



b) Çift melez F_1 hibrit tohumluk üretimi

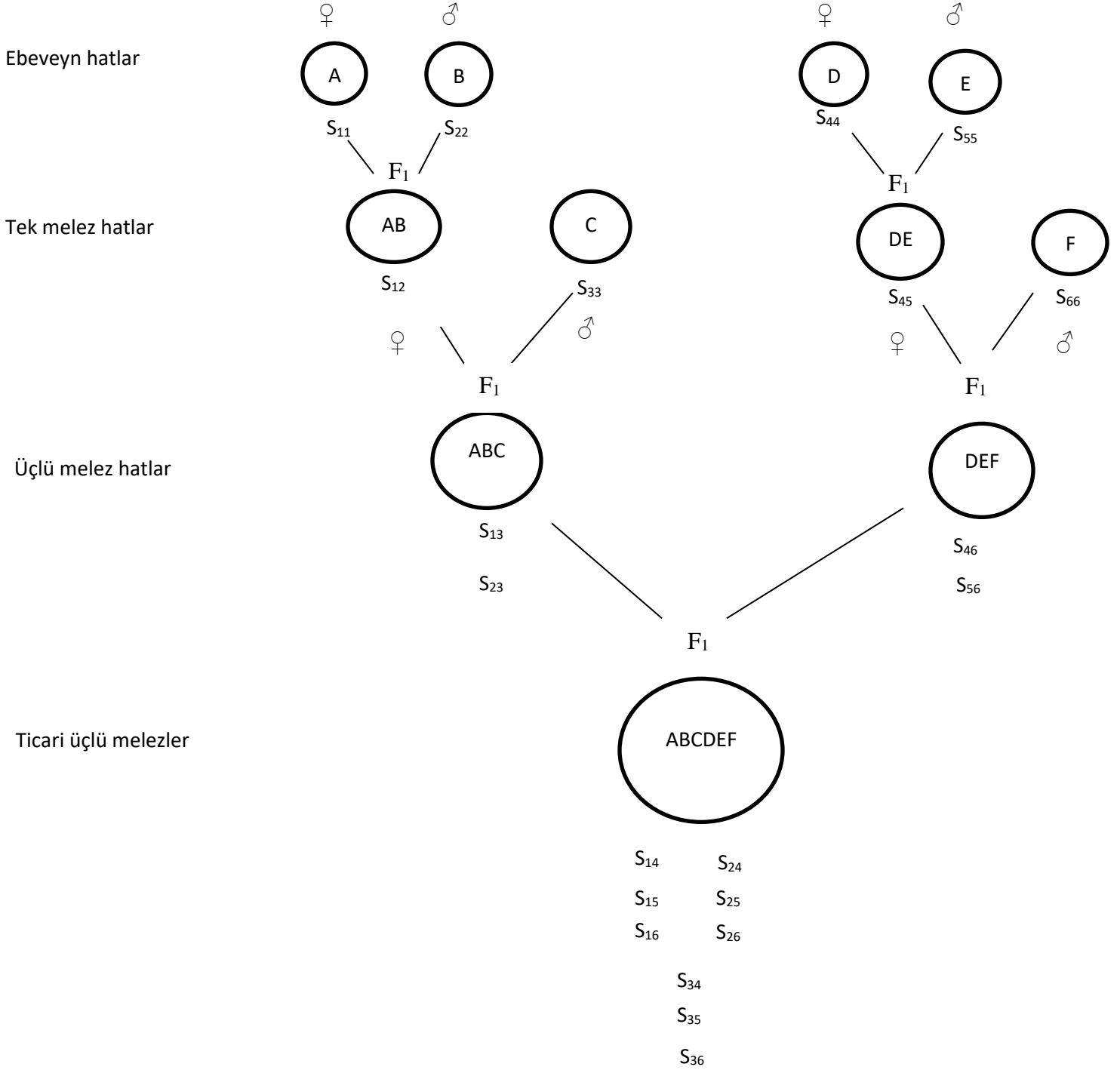
Bu yöntem Thomson (1959) tarafından Haris Kestrel lahana çeşidinin tohumluk üretimi için öngörülmüş, daha sonra birçok çeşitte kullanılmıştır. Çift melez üretiminde dört ebeveyn hattın elde tutulması söz konusudur. Üretimin gerçekleştirilmesi şematik olarak şöyledir.



Bu yöntemin en elverişli yanı son melezlemede ebeveyn olarak kullanılan AxB ve CxD melezlerinin elde edilişlerinin görece ucuz oluşudur. Buna karşılık dört farklı hattın kendilenerek üretimi, bu hatların bulunuşunda özel kombinasyon yeteneği testlerinin güçlüğü yöntemin olumsuz yanlarıdır. Bir diğer dezavantaj da elde edilen çift melezlerin, tek mezlelere göre çok daha az homojen oluşudur. Çift melezlerin düşük tohumluk üretim maliyeti ve tek melezlerin homojenitesini birleştirmek için Niewhow (1966) izogenik hatlar kullanılmasını önermiştir. Burada 1.ve 2. ebeveyn olarak yalnızca S allelleri yönünden farklı olan A' S₁₁ ve A'' S₂₂ hatları, 3. ve 4. ebeveyn olarak da benzer biçimde aralarında yalnızca S allelleri bakımından fark bulunan B' S₃₃ ve B'' S₄₄ hatları kullanılır. Böylece ilk melezleme sonucunda oluşan tek melezler S alleller dışında tümüyle homozigot olur. Çift melezler ise tamamen heterozigot fakat homojen yapı kazanır.

c) Üçlü melez F₁ tohumluk üretimi

Lahanalarda F₁ tohumluk üretiminin maliyetini daha da düşürebilmek için (kendilenmiş hatların üretim maliyeti) Thompson (1964) üçlü melez yöntemini önermiştir. Yöntemim şematik işleyişi aşağıdaki gibidir.



Hiç kuşkusuz bu biçimde üçlü melez tohumluk üretiminde maliyet fiyatı çok düşüktür. Ancak buna karşılık son melezler arasındaki bir örneklik de çok düşüktür. Melezler homojenite bakımından F₁ hibritten çok sentetik çeşit niteliğindedir.

2.4.3.2. Erkek kısırlığı özelliğinden yararlanma

F₁ hibrit tohumluk üretiminde kullanılan bir diğer özellik erkek organ kısırlığıdır. Erkek organ kısırlığında ya bitkilerdeki polenlerin çimlenme ve dölleme yeteneklerinin bulunmaması, ya da tümüyle bitkide polen oluşumunun meydana gelmemesi söz konusudur. Erkek organ kısırlığı özelliği genetik, sitoplazmik veya genetik-sitoplazmik kökenli olabilir. Buna göre de kullanılabilirdiği türlerle, kullanılış biçimleri değişebilir.

a) Genetik erkek organ kısırlığı

Genellikle “ms” olarak (male sterility) gösterilen bir çift resesif genin etkisi altında yönetilir. Birçok bitkide bu arada çok sayıda sebze süründe bu tip erkek kısırlığı elde edilmiştir (örneğin domates, biber, kavun, pırasa). Genetik erkek kısır ana ebeveynler üzerinden elde edilen F₁ hibritler fertil olduğu için bu tip kısırlık özelliği vejetatif organları tüketilen sebzelerde olduğu gibi, generatif organları yenilerde de kullanılır.

Genetik erkek organ kısırlığının kullanımını sınırlayan en önemli etmn erkek kısır ebeveynin çoğaltılmasıdır. Bunun için bazı bitki türlerinde vejetatif çoğaltmadan yararlanabilmekte ise de (pırasa); birçok sebze türünde vejetatif çoğaltma ya çok güç ya da çok pahalıdır. O nedenle ana ebeveyn olarak kullanılan erkek kısır hatların üretilmesinde; sürdürme hattı olarak adlandırılan heterozigot materyaller kullanılır.

$$\begin{array}{ccc} ms\ ms \times Ms\ ms & \longrightarrow & \% 50\ Ms\ ms + \% 50\ ms\ ms \\ (kısır) \quad (fertil) & & (fertil) \quad (kısır) \end{array}$$

Bu durumda da başka bir sorunla karşı karşıya kalınmaktadır. Bu sorun elde edilen % 50 oranında kısır bitkilerin tohumluk üretim parsellerine dikim yapılmadan önce fertil olanlardan ayrılabilmesidir. Ayrımı yapabilmek için bazı türlerde işaretleyici (markör) genlerden yararlanılabilmektedir. Nitekim domateste bulunan ms 35 kısırlık geni ile aa hipokotil üzerinde antosiyan bulunması genleri arasındaki ilişki bu konuda kolaylık sağlamaktadır. Tohumların çimlenmesinden sonra fideliklerde yapılan gözlemlerle antosiyanlı gövdeye sahip fideler atılır ve yeşil gövdeliler (aa aa ve aynı zamanda ms ms) A hattı olarak yetiştirilir.

Ne yazık ki bu tip ilişki halindeki genleri her zaman bulmak mümkün olmamıştır. Örneğin kavunlarda bulunan ms 1 ve ms 2 genleri kullanıldığında fertil-kısır bitki ayrımı ancak ilk erkek çiçekler oluştuğunda yapılabilmekte, bu dönemde de bitkiler şaşırtılmaya çok duyarlı hale gelmiş olmaktadır.

b) Sitoplazmik erkek organ kısırlığı

Bu tip kısırlık sitoplazma tarafından determine edilmektedir. Genellikle kısırlığa neden olan sitoplazma S, bunun karşıtı da N harfi ile gösterilmektedir. Kısırlığın sitoplazma tarafından yönetilmesi nedeniyle sitoplazmik kısırlık pratikte yalnızca vejetatif kısımları tüketilen bitki

