

ŞEKER PANCASI ISLAHI I

Mustafa ERDAL*

ÖZET

Şeker pancarı ıslahçılar tarafından 18. yüzyılda geliştirilmiş, iki yıllık, bugün değişik ploidi kademelerinde olmakla birlikte orijin olarak diploid ($2n = 2x = 18$), genelde yabancı çiçek tozuyla dölenen (Allogam) bir bitkidir. Tetraploidler ($2n = 4x = 36$) doğal ortam ve çoğunlukla da suni olarak colchicinden yararlanarak elde edilmiştir.

İlk dönemlerde şeker pancarı ıslahında toptan seleksiyondan yararlanılmış, daha sonraki dönemlerde ise döl testi metoduyla kalitede önemli gelişmeler sağlanmıştır. Diploid ve anisoploid sentetik çeşitler bu çalışmaların sonucunda ıslah edilmiştir.

Şeker pancarında 1945 yılında stoplazmik genetik erkek kısır (S) $xxzz$ ve 1948 yılında tek embriyolu (monocarpe), genetik monogerm bitkilerin bulunması sonucu seyreltme ve tekleme yapmadan nihai aralığa ekim imkanı yaratan monogerm hibrid çeşitlerin ıslahına geçilebilmiştir.

Hibrid ıslahının en önemli ve en zor konusu stoplazmik genetik erkek kısırlığın devamını sağlayan O-tip (N) $xxzz$ veya tamamlayıcı tip denen bitkilerin bulunması ve stoplazmik erkek kısır paralellerinin geliştirilmesidir. O-tip bitkiler izolasyon altında erkek kısır bir bitki ile test melez yapılarak bulunur.

Hibrid şeker pancarı çeşitlerinde melez gücü (heterosis) etkisi olarak % 10-12 oranında şeker verimi artışı sağlanmıştır. Günümüzde gelişmiş ülkeler ekim alanlarının tamamında genetik monogerm hibrid çeşitleri ekmektedir. Türkiye'de ise bu oran % 98 düzeyine ulaşmış bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler : Şeker pancarı, ıslah

ABSTRACT

SUGARBEET BREEDING

Sugar beet is a biennial, diploid ($2n = 2x = 18$), allogam plant, that was improved in 1750's. Tetraploids ($2n = 4x = 36$) have been obtained artificially from diploids through the use of colchicine.

In sugar beet breeding, mass selection method was used in the first years but later significant improvements in quality have been achieved by using the off-spring

* Şeker Enstitüsü Bitki Islahı Şubesi Uzmanı

testing method. Diploid and anisoploid synthetic variety have been bred as a result of these studies.

Discoveries of cytoplasmic genetic male sterile (S) xxzz in 1945 and mono-carpe genetic monogerm in 1948 made possible to breed hybrid monogerm plant enabling sugar beet growing without singling and thinning.

The most important and difficult thing in hybrid breeding are to find out O-type (N) xxzz and so called complementary type plants which make the continuation of cytoplasmic genetic male sterility possible, and to improve cytoplasmic male sterile parallels. O-type plants are obtained by test crossing them with a male sterile plant in an isolated environment.

Because of heterosis, 10-12 % yield increase have been observed in hybrid sugar-beet varieties. Recently, genetic monogerm hybrid variety types are used in all growing plots in developed countries, in Turkey it is around 98 %.

Key Words : Sugar beet, breeding

GİRİŞ

Dünya şeker ihtiyacının % 35'i şeker pancarından karşılanmaktadır. Türkiye, 400 bin ha civarında ekim alanı ve 1.6 milyon ton civarında şeker üretimi ile dünyanın önde gelen pancar ve pancar şekeri üreticisi ülkelerindedir. Şeker pancarı Türkiye'de yetiştirilen en önemli endüstri bitkilerinden birisidir.

Türkiye'de her yıl ekilen 1200-1300 ton dolayında işlenmiş şeker pancarı tohumu, yabancı firmaların lisansı ile üretilmektedir. Bu üretim tarzı hem döviz kaybına sebep olmakta ve hem de ülkemizi en önemli endüstri bitkilerinden biri olan şeker pancarı tohumluğunda dışa bağımlı kılmaktadır. Sorunu çözebilmek için, Türkiye ekolojisine iyi adapte olabilen, verim ve kalite düzeyi dünya standartlarında şeker pancarı çeşitlerini ıslah etmek zorunluluğu vardır.

Bu çalışmanın amacı şeker pancarı ıslahının temel esaslarını, konu ile ilgili literatürleri, kendi ıslah çalışmalarımız ve tecrübelerimizi de katarak sunmaktır. Makalenin şeker pancarı ıslahı yapacaklara ve yapanlara faydalı olmasını dilerim.

PANCARIN SİSTEMATİKTEKİ YERİ

Kültür bitkileri içinde sistematığı üzerinde en çok çalışılan bitkilerden birisi de pancardır. Pancarın taksonomisi ile ilgili son sınıflandırma aşağıdaki gibi yapılmıştır (Letschert, 1993; Özgör, 1992).

- Takımı : Centrospermales
Familya : Chenopodiaceae (kazayağıgiller)
Cins : Beta L.

Beta L. cinsi 4 büyük seksiyona ayrılır :

I. Beta veya Vulgares Ulbrich / Transel

II. Corolinnæ Ulbrich / transel

III. Nanae Ulbrich

IV. Procumbentes Ulbrich veya Patellares Transel

Pancarların kültüre alınmış bütün formları vulgares seksiyonundan olduğu için üzerinde durulacak seksiyon budur.

Beta seksiyonu

1. Beta vulgares L.

1.1. Beta vulgares ssp. vulgares (Kültür pancarı ve pazıları)

1.1.1. var. cicla (Yaprak pazısı)

1.1.2. var. flavescens Lam. et DC. (Sap damar pazısı)

1.1.3. var. altissima Döll (Şeker pancarı)

1.1.4. var. crassa Alef. (Hayvan pancarı)

1.1.5. var. conditiva Alef. (Kırmızı salatalık pancar)

1.1.6. var. lutea Lam. et DC. (Sarı salatalık pancar)

1.2. Beta vulgares ssp. maritima (L.) Arcangeli veya Thellung

1.3. Beta vulgares ssp. adenensis (Pamukçuoğlu) Ford-Lloyd et Williams

2. Beta macrocapra Gussonc

3 Beta patula Alton

Beta seksiyonunun suni olarak başka ploidi kademesi elde edilmişse de genelde hepsi diploid ve temel kromozom sayıları $x=9$ 'dur. Birbirlerini kolayca dölleyebilirler ve hibridleri bol tohum verirler.

ŞEKER PANCARININ TARİHİ VE ORJİNİ

Beta vulgares'in kültür formlarının orijini; vulgares seksiyonundaki yabancı formlardan büyük bir ihtimalle B. maritima'dan çıkmıştır. İlk pancarlar Küçük Asya'da yaprakları için yetiştirildi. Ortaçağın başında Almanya'ya kadar ulaştı ve o çağda köklerinden yararlanılmaya başlandı (Knapp, 1958).

Fransız bilim adamı Olivier de Ceres 1608 yılında kırmızı sebzelik pancar usaresinin şeker şuburuna benzediğini belirtmiş ve aynı özelliğin hayvan pancarında bulunduğunu tespit ettikten sonra, bu usareyi arıların beslenmesinde kullanmıştır. Daha sonra 1747'de Alman kimyacısı Andreas Sigismund Marggraf, Beta türü bitkilerinin, şeker kamışı gibi şeker ihtiva ettiğini ortaya koymuş olmasına rağmen.

onun bu özelliklerini geliştirmek için çalışma yaptığını gösterir literatür kaydına rastlanamamıştır.

Marggrafın öğrencisi olan ve bütün dünyada pancar şekeri sanayinin ve pancar ıslahının babası olarak kabul edilen Franz Karl Achard çok heterojen popülasyonlar içinde şeker fabrikasına uygun tiplerin seçimine başlamış ve bugün bütün dünyadaki şeker pancarının anası kabul edilen beyaz Silezya "White Silesian" pancarını elde etmiştir (Winner, 1984).

Archard'dan sonra pancar materyali ve ekim metodlarını geliştirmede birkaç teşebbüs olmuştur. Bunlardan en önemlisi Fransa'da Luis de Vilmorin'in Beyaz Silezya pancarlarında seleksiyona başlaması ve 1837'de pancar ıslahında döl kontrolü metodunu bulmasıdır. Bu çalışmalarla şeker pancarının verim ve kalite özelliklerinin geliştirilmesi de hızlanmıştır. 1850'lerde özel ağırlık ölçümü ve 1862'de polarimetrenin bulunması, % 7-9 arasında olan şeker oranının hızla artırılmasına neden olmuştur.

Bazı bilim adamları şeker pancarının Achard'ın Beyaz Silezya pancarı ile B. maritimanın Kuzey Atlantik formunun doğal olarak melezlenmesinden ortaya çıktığını belirtmektedirler. Diğer bazı bilim adamları ise şeker pancarının Silezya pancar popülasyonlarının, yaprak pancarlarının değişik tipleri ile doğal ortamda melezlenmeleriyle geliştiğini düşünmektedirler (Oltman, 1984).

1900'lerde şeker pancarı çeşitlerinin şeker varlığı % 16, 1920'lerde ise % 16-19'a kadar ulaştı. Bu aradaki seleksiyon çalışmalarında yüksek şeker ihtiva eden "Z tipi" pancarlar seçildi. Bu nedenle düşük kök veriminden dolayı birim alandan elde edilen şeker çok yüksek değildi. İkinci Dünya Savaşından sonraki çeşitlerde özellikle yüksek verim (E tipi) ve şeker varlığı üzerinde duruldu.

İkinci Dünya Savaşından sonra ıslahçılar poliploid çeşitlerin ıslahında da başarı sağladılar ve tetraploid ($2n = 4x = 36$) şeker pancarı elde ettiler. İlk poliploid şeker pancarı çeşitleri 50'li yılların başında piyasaya verildi ve 60'lı yıllara kadar da Avrupa'da en iyi çeşitler olarak isim yaptı. Anisoploid çeşitlerin başarısı sadece onların üstün tarımsal karakterlerinden kaynaklanmıyor ve aynı zamanda tohum yu-makları, diploid çeşitlerinkine göre tohum fabrikalarında daha kolay parçalanarak teknik monogerm elde edilebiliyordu. Teknik monogerm tohumlarla tarlada % 75-90 oranında tek bitki elde edildi ve mekanizasyona büyük katkı sağladı (Janvier, 1974).

1950'li yıllarda pancar ıslahında devrim sayılabilecek iki buluş gerçekleşti. Bu önemli gelişmeler genetik monogermın Amerika Birleşik Devletlerinde Savitsky (1950) tarafından bulunması ve yine Owen (1945) tarafından sitoplazmik erkek kısırlığın keşfidir. Bu iki buluşun bir sonucu olarak günümüzde ekilen genetik monogerm hibrid çeşitlere geçilebilmiştir.

ŞEKER PANCARININ BAZI ÖNEMLİ ÖZELLİKLERİ

Çiçek Yapısı ve Dölllenme Biyolojisi

Pancar genelde yabancı çiçek tozuyla döllenir (Allogam) ve orijin olarak diploid ($2n = 2x = 18$) bir bitkidir. Tetraploidler doğal ortamda veya çoğunlukla colchisinle diploidlerden elde edilmiştir. Yabancı çiçek tozuyla döllenmenin esası, genetik yapısı farklı bitkilerin melezlenmesidir. Yani bir çiçek tercihen başka pancarlardan gelen çiçek tozuyla döllenir (Janvier, 1974).

Şeker pancarında erkek ve dişi organ aynı çiçek üzerinde bulunur yani iki eşeylidir. Dişi organ (tepecik) üç parçalıdır. Beş adet erkek organı vardır. Erkek organlar, dişi organdan önce olgunlaşır ve dişi organ döllenmeye elverişli duruma gelmeden 24-48 saat önce polenler etrafa yayılır (Protandrie).

Şeker pancarı polenleri rüzgarla, istisnai olarak böceklerle taşınır ve başka bir çiçeğin stıgması üzerine konar (Archimowitsch, 1948; Le Cohec, 1969; Janvier, 1974; Stewart, 1946). Dişi organ üzerine gelen polenler 15 dakika sonra çimlenmeye başlar ve bunlardan en iyi gelişeni yumurtalığa iner ve yumurtalığı 6 ila 24 saat arasında döller (Artschwager and Starrett, 1933; Savitsky, 1944). Pancarda tipik eşey uyumsuzluğu olduğu için kendi polenleri dişi organ üzerine düştüğü zaman normal olarak çimlenir, fakat tüp içerisindeki gelişmesi giderek yavaşlar ve daha sonra durur. Bu yavaşlamış gelişme 8-9 gün sürer. Bazı bitkiler kendilemeye zorlandığı zaman polen tüpü embriyoya kadar uzanabilir ve embriyoya düşmesi az veya çok gecikebilir. Bu uzun dönemde tohum kabuğu sertleşir. Bu da dışardan mormalmış gibi görünen tohum yumaklarının birinci kendileme generasyonundaki kötü çimlenme kabiliyetini izah eder. Kendi çiçek tozuyla döllenebilen (Otofertil) pancarlarda tepecikleri üzerine düşen kendi polenleri, yabancı çiçeklerin polenleriymiş gibi çimlenirler (Zajkovskaja, 1934).

Şeker pancarı çiçekleri tam bir eksen üzerinde dağılmış, genel olarak ikinci yılda meydana gelir ve bir bitkide çiçeklenme yaklaşık bir aylık bir döneme yayılır. Stıgmalar çiçeklenmeden 6 gün önce ve 12 gün sonra fonksiyoneldir (Artschwager and Starrett, 1933). Polenler sakın havalarda çok yavaş olarak düşer ve rüzgarlı havalara göre bitki etrafındaki polen konsantrasyonu yarı yarıya daha azdır (Stewart and Campbell, 1952).

a. Uyuşmazlık sistemi

Pancarda uyuşmazlık sisteminin tabiatını birçok araştırmacı incelemiş ve bundan dolayı da kendileme yoluyla tohum elde etmenin zorluklarını çok eskiden beri açık bir tarzda ortaya koymuşlardır (Bosemark, 1972; East, 1932; Larsen, 1978, 1982; Maletsky and Weisnann, 1978; Owen, 1942; Rohrbac, 1965).

Uyuşmazlık sisteminin kaynağı birbirinden bağımsız ve etkileri ayrı olan S_1-S_n ; Z_1-Z_n gibi allel serileri tarafından meydana getirilir. Bu nedenle de uyuşmazlık üreme ile ilgilidir. Burada S gen serisinin allelleri Z gen serisinin allelleriymiş gibi

kabul edilebilir. Z_1 ile S_1 aynı etkiye sahip genlerdir. Bunun gibi Z_2 'de S_2 geninin aynıdır (İncekara, 1965). Döllenmenin gerçekleşmesi için pollen veya stigmada S veya Z genlerinden birinin olması yeterlidir. $S_1S_1Z_1Z_2$ yapısındaki bir ana S_1Z_3 veya S_3Z_2 gibi bir polen tarafından döllenebilir. $S_1S_1Z_1Z_2$ yapısında döllenecek bir bitki yalnız $S_1S_2Z_3Z_4$ yapısındaki bir bitki tarafından döllenebilir. Buna karşılık yumurtalık aynı genlerin aynı allelleri ihtiva ettiği takdirde kendine kısırılık ortaya çıkar. $S_1S_2Z_3Z_4$ bitkileri ne S_1Z_3 ne de S_3Z_1 polenleri ile döllenebilir. Çünkü birinci durumda S_1Z_3 polenlerine karşılık yumurtalıkta S_1Z_3 allelleri bulunmaktadır. İkinci durumda ise S ve Z genleri aynı etkiye sahip oldukları için S_3 polenine karşılık Z_3Z_1 polenine karşılıkta S_1 geni bulunmaktadır.

Pancarada kendine döllekliliği sağlayan S geni serisinde dominant bir S_f geni mevcuttur. Bu allel dikkat çekecek şekilde kendine döllekliliğin nesillere geçişini belirler. S_f genine sahip bir bitkinin poleni tepecikte normal şekilde gelişerek çim borusuna geçer ve yumurtalığa ulaşabilir. Yumurtalıkla ister S_fS_1 ister S_1S_2 olsun döllenir. Buna karşılık S_1 poleni hiçbir zaman S_fS_1 bitkisini döllemez. Kendine dölek S_fS_a genotipinde bir bitki kendiliğinden iki katagoride nesil verir ki, bunlar S_fS_a ve S_fS_f 'dir. Bu bitkilerin hepside kendine dölektir.

Diğer taraftan değişik ölçülerde eşeysel kendine dölek sistemlere paralel olarak sıcaklık ve çevrenin çok etkili olduğu yalancı kendine döleklik (Pseudo-compatible) karakteri de olduğu tesbit edilmiştir (Atwood, 1942; Cohen and Leffel, 1994; Denward, 1963). Bu tür bitkilerde kendine döllenebilirlik oranının kendileme generasyonundan, kendileme generasyonuna arttığı tesbit edilmiştir (Le Cochec et Soreau, 1989). Kendileme oranı populasyonundan populasyona, kendileme mahalının iklimine, kendilemede kullanılan kafes ve izolasyon malzemesine göre de önemli değişiklikler gösterir. Kendine döllenebilir bitki oranı diploidlerde tetraploidlerden daha fazladır.

Monogermlik

Pancar tohumları (meyvesi) 2 ila 5 hatt daha fazla meyvenin birbiriyle birleşerek bir yumak oluşturmasıyla meydana gelir ve yumaktaki her meyve ayrı yumurtalığa sahiptir (Le Cochec, 1969). Tohumlar ekildiği zaman yumaktaki embriyo sayısı kadar filiz demeti oluştururlar. Monogerm bitkilerin ise yaprak koltuklarında bir tek çiçek açar. Burada oluşan meyvelerin her biri tek embriyo ihtiva eder ve monocarp olarak tek filiz verirler.

a. Monogermliğin kaynakları

Daha önceki yıllarda bazı çalışmalar yapılmışsa da ilk ciddi monogerm bitki araştırmasına Rusya'da başlanmış ve 22 milyon tohuma kalkmış pancar incelenerek monogerm, bigerm, trigerm tohum ihtiva eden 109 bitki bulunmuştur (Bordonos, 1960). Ancak Rusya'da üzerinde çalışılan materyaldeki monogermliğin "m" geni değil, poligenler determine etmekteydiler (Knapp, 1967). Benzer paralel çalışmalar Polonya, Doğu Almanya ve İngiltere'de yapılmıştır (Campbell, 1966; Röstel, 1964).

V.F. Savitsky meslekdaşı Bordonos'la Rusya'da yaptıkları bir çok başarısız araştırmadan sonra iltica ettiği Amerika Devletleri'nde 1948 yılında 5 monogerm bitki buldu ve bunların 2'si tamamen monogerm (MC Farlane, 1971; Savitsky, 1950).

Bu iki bitki agronomik karakterleri bakımından çok yeterli değildi (verim, şeker varlığı adaptasyon) fakat bu bitkiler kendilenebiliyordu ve önemli karakteristikleri ana veya yan dallardaki brakte yaprakları üzerinde monogerm meyve vermesiydi ki bu özellik beta pancarlarında ilk defa açıklanıyordu. Bugün Batı Avrupa ve Amerika'da ekilen monogerm çeşitler SLC 101 ve SLC 107 adlı bu iki bitkinin neslinden gelmektedir.

b. Monogermliğin genetik incelenmesi

SLC 101 de monogermlik bir tek resesif "m" genine bağlıdır (Savitsky, 1954). Fakat multigermlik dominant olmasına rağmen tam değildir. Heterozigot bitkiler (Mm) multigermdir, ancak homozigot multigerm bitkilere göre her yumakta daha az sayıda meyveye sahiptir. Monogerm ve multigerm bitkiler arası yapılan melezlerin F2 generasyonu aşağı yukarı % 25 monogerm ve % 75 bigerm ve multigerm olarak açılım gösterir (Şekil C.1).

P	MM	x	mm
	Multigerm		Monogerm
F ₁		Mm	
		Multigerm	
F ₂	MM	Mm	mm
	1	2	1
	3 multigerm : 1 monogerm		

Şekil C.1 : Monogerm tohum karakterinin kalıtımı

Savitsky, (1954) daha sonra yaptığı çalışmalarla multigermlik allelleri dörde ayırmıştır.

mm : Hatlar monogerm, çok nadir tprak bigerm

M₁M₁ : Her yumakta 1 veya 2 çiçek bulunan hatlar

MBrMBr : Bigerm hat

MM : Ortalama olarak her yumakta 3 çiçek bulunur.

M₂M₂ : Her yumakta çok sayıda çiçek bulunan hat.

Bu genlerin ayrı modifikatif allelleri vardır. Monogenik karakterli monogerm-ler Amerikan kaynaklıdır (Knapp, 1962 b). Alman, Rus ve Polonya kaynaklı monogerm-lerde "m" allellerinin yönlendirdiği monogermliğin derecesi az veya çok olmakta veya birçok bağımsız modifikatif gen tarafından monogermliğin derecesi değiştirilmektedir.

Hipokotil ve Kök Rengi

Pancarda renklenme hücre özsuyunda eriyen betacyanin pigmentinden dolayıdır. Kültüre alınan pancarların şeker pancarı, bazı hayvan pancarları ve birçok pazı çeşitlerinde olduğu gibi beyaz yada birçok hayvan pancarı (Kırmızı ve Sarı) ve kırmızı pancarda olduğu gibi renklidir.

Hernekadar bütün şeker pancarları beyaz kök rengine sahipse de, fide dönemlerinde bazılarının hipokotilleri çok yoğun bir renklenme gösterir. Kök, hipokotil ve yaprak rengi en az iki gen lokusu tarafından determine edilir. Bunlar G, Gr ve g allel dizisi gösteren G (veya Y) ile R, Rt, Rp, Rh, r allel dizisi gösteren R lokusundandır (Keller, 1936; Owen, 1942; Pedersen, 1944).

R lokusundaki resessif allel ile birlikte, dominant G allelini taşıyan bitkilerin (GGrr veya Ggrr) kök ve hipokotil renkleri sarıdır. Bunlardan, Gr allel genine sahip olanların hipokotilleri ise daha koyu limon sarısı renginde olur. Resessif g allellere sahip homozigotlar beyaz ve yeşil hipokotil rengine sahiptirler.

R, Rt, Rp ve Rh dominant allelleri taşıyan bitkilerin kökleri beyaz olur. G lokusunda dominant allellerin bulunması durumunda, R lokusunda da dominant allelleri olan bitkiler değişik yoğunlukta kırmızı kök rengine sahip olurlar. İstisna olarak Rh alleli ve G allelinin olduğu durumlarda sadece kırmızı hipokotil oluşur. G lokusu sadece sarı kök rengini vermekle kalmaz, aynı zamanda kökteki kırmızı rengin ortaya çıkması içinde ön gerekliliktir.

Şeker Pancarında Ploid Kademesindeki Değişim

Şeker pancarı orijin olarak diploid ($2n = 2x = 18$) bir bitki olmasına rağmen 1930'lu yıllardaki stolojik araştırma tekniklerinin gelişmesi ve özellikle çiçekçilikteki tetraploidlerin meydana getirdiği değişimler şeker pancarı ıslahçılarını da bu yönde araştırmalar yapmaya yöneltmiştir. Poliploidin elde edilmesinde sıcaklık şoku, regenerasyon, kimyasal maddeler, kesilmiş olan tohum saplarından adventif tomurcuklar elde edilmesi gibi çeşitli metodlar denenmiş, fakat 1937 yılında colchicin metoduyla kromozomları iki katına çıkarmanın en emin yol olduğu tesbit edilmiştir. Bu metodun kullanılmasıyla da hemen hemen bütün bitkilerde tetraploid elde edilebilmiştir. Şeker pancarında colchicin kullanılarak diploidler, tetraploidlere dönüştürülürken değişik teknikler araştırılmıştır.

En yaygın uygulamada, önce tohumlar ıslatılarak çimlendirilir ve kök taslakları 1 cm'den az iken % 1'lik colchicin eriyiği içerisinde 3 saat tutulur ve bu tohumlar kasalara veya doğrudan toprağa ekilirler. İlaçlamadan sonra tetraploide dönüşen bitkilerde kısa ve büyük hipokotil, kenarları tırtırlı ve kalın yaprak ve koyu renk gibi değişimler görülür. Daha sonrada genç bitkilerin (Co kademesi) yapraklarında sitolojik çalışma yapılır. Genel olarak tetraploide dönüşen bitkilerden % 20-25 civarında bitki kullanılacak durumda olur. Daha sağlıklı sonuçlar elde ede-

bilmek için bu bitkiler üzerindeki sitolojik çalışmalar C_1 ve C_2 generasyonunda da sürdürülür (Essad et Touvin, 1959; Le Cochec, 1969).

Tetraploide dönüşen bitkilerde diploidlere göre yaprak çok büyük, kök çok yuvarlak, vejetasyon süresi daha uzun, birinci sene tohuma kalkmaya daha mukavim, daha yüksek sıcaklık ihtiyacı görülür. Tetraploidler, kaynakları diploidlere göre her yumakta daha az çiçek açar ve tohum yumakları daha iri olur. Tetraploidlerin çimlenme oranları aneuploidi dolayısıyla düşer.

Tetraploidi faktörü şeker verimi üzerine düzenli olarak etkili değildir. Şeker oranı ve kök verimi düşebilir veya aynı şekilde kalabilir (Savitsky, 1963). Şeker pancarında verim ve kalite yönünden en iyi ploidi kademesinin bazı karşı görüşler olmasına rağmen triploid kademe olduğu kabul edilmektedir. Tetraploid multigermler baba olarak kullanıldıklarında triploid hibridler elde edilir ve hibridlerin adaptasyon kabiliyetini de artırırlar.

a. Şeker pancarında aneuploid bitki sorunu

Tetraploid ($2n = 4x = 36$) ve triploid ($2n = 3x = 27$) bitkilerde aneuploid bitkilere rastlanır. Tetraploidlerdeki aneuploid bitkilerin kromozom sayısı $2n = 32$ ila $2n = 39$, triploidlerde aneuploid bitkilerin kromozom sayısı ise $2n = 25$ ila $2n = 29$ arasında değişir (Bosemark, 1987; Demir, 1975; Le Cochoc, 1969). 36 ve 27 kromozom (Euploid bitkiler) taşımayan bitkilerde kök verimi süratle düşer. Aneuploid bitkilerin gelişmesi, euploid bitkilere göre çok zayıf ve cılız olmaktadır.

Tetraploidlerin tohumlarında aneuploid oranı % 30-35 bu tohumlardan tarlada yetiştirilen fidelerde normalden çok fazla veya çok az kromozomlu (Hipoploid) bitkilerin ölmesi nedeniyle % 25 civarında aneuploid bitki kalmaktadır. Triploid çeşitlerde de aynı şekilde % 10-14 civarında aneuploid görülür. Aneuploidi dolayısıyla tetraploidlerde % 10, triploidlerde % 4-7 oranında randıman düşer (Bosemark, 1966, 1967). Anisoploid çeşitler ($2x + 3x + 4x$ kromozom ihtiva eden çeşitler) içerisindeki triploid ve tetraploid bitkilerdeki aneuploid bitki oranı yukarıda açıklanan oranlara paralellik gösterir.

Normal kromozomdan fazla kromozom taşıyan aneuploid bitkinin, normal sayıdan daha az kromozom taşıyan aneuploid bitkiye göre verimi daha yüksektir.

Şeker Pancarında Erkek Kısırlık

Şeker pancarında bilinen genetik kontrollü iki erkek kısırlık vardır. Bunlardan biri Owen tarafından 1942'de bulunan ve 1945 yılında bu tip erkek kısırlığın "S" diye isimlendirdiği bir plazma faktörüne bağlı olduğunu ve bu plazma faktörünün anne tarafından bir nesilden diğerine intikal ettirildiğini ortaya koyduğu stoplazmik genetik erkek kısırlıktır. İkinci erkek kısırlık şekli ise 1952 yılında yine Owen tarafından bulunan ve ikisi de ayrı yarı erkek kısırlık yapabilen iki çekirdek geni (a_1 ve a_2) tarafından kontrol edilen ve Mendel erkek kısırlığı diye bilinen erkek kısırlıktır.

a. Stoplazmik genetik erkek kısırılık (CMS)

Owen, US1 ve US33 adlı Amerikan çeşitleri içerisinde bulunan "S" kısır stoplazmalı bitkilerin tam ve yarı erkek kısır oldukları ile stoplazmaları normal "N" olan bitkilerin tamamının fertil olduğunu tespit etmiştir.

Buna göre bir bitkinin tam erkek kısır olabilmesi için hücre plazmalarında kısırılık faktörünü steril "S" ve Owen'nin x ve z diye isimlendirdiği iki çekirdek genini çift resesif formda taşıması gerekmektedir (S) xxzz. Normal plazma "N" taşıyan bir bitki, kısırılık genlerinin durumları ne olursa olsun fertildir. Kısırılık plazması taşıyan fakat değişik formda çekirdek genleri olan bitkiler kısırılık açısından gruplara ayrılır. Stoplazmik erkek kısır hatlar bir bitki tarafından döllenince aşağıdaki şekilde gruplandırılabilirler F₁ nesli verirler (Lasa and Bosemark, 1993; Le Cohec, 1969; Owen, 1945).

a. (S) xxzz : Tam erkek kısır; anterleri yeşilimtrak beyaz ve boş

b. (S) xXzz veya (S) xxZz : Yarı erkek kısır tip I, anterleri sarı ve genel olarak açılmaz. Eğer açılırsa her zaman polen tozları yapışık ve küçüktür (çapları 14 µ ile 16 µ arasındadır ve yer yerde 18-22 µ olabilir). Polen zarları iyi gelişmiş fakat genel olarak çimlenemezler.

c. (S) xXzZ : Yarı erkek kısır tip II. bu grup yarı erkek kısır tip I ile normal fertill bitkiler arasında bir geçiş tipidir. Bazende bunları ayırt etmek çok zordur. Bütün intermediyer tipler arasında yarı erkek kısır tip I ve normal polen veren bitkilerde bulunur. Anterleri sarı, az veya çok şişkin, çevre şartlarına göre az veya çok polen yayarlar.

Owen sonradan varsayımında ufak bir değişiklik yaparak "x" faktörünü esas gen (Majör), "z" faktörünü de yan gen (Minör) olarak kabul etti (Bliss and Gabelman, 1965). Çünkü bazı melezlerde, genotipleri (N) xxzz ile (N) xxZz olan babalar arasında önemli bir fark bulamamıştır.

Erkek kısır bir bitkinin idamesi yani dölündeki bütün bitkilerin erkek kısır olabilmesi için, bu bitkinin normal plazmalı ve iki kısırılık genini homozigot resesif formda taşıyan (N) xxzz yapısında bir bitki tarafından döllenmesi gerekmektedir (Oldemeyer, 1957). Böyle bitkiler Owen tarafından bulunup ve tarif edildiği için Owen bitkisi anlamına gelen O-tip veya tamamlayıcı tip diye isimlendirilmektedir.

Owen'dan sonra erkek kısırlığın kalıtımı ile ilgili yapılan araştırmalarda değişik bazı teoriler ileri sürülmüşsede yapılan tüm araştırmaların ortaya koyduğu sonuç; bir plazma faktörü ve resesif çekirdek genlerince kalıtımı determine edilen, bir erkek kısırılık formunun bulunduğu ve bu kısırılık formunun bize bugünkü ticari hibrid çeşitlerin ıslahı imkanını vermesidir (Bosemark, 1972; Oldemeyer, 1957). Stoplazmik genetik erkek kısırılık özelliği bulunmasaydı şeker pancarında bugünkü yüzdeyüz hibrid çeşitlerin üretimi imkansız olurdu.

b. Şeker pancarında genetik kontrollu erkek kısırlık veya Mendelien erkek kısırlık (MMS)

Şeker pancarında MMS erkek kısırlığı ilk olarak yine Owen (1952) tarafından tarif edildi. Genetik polen kısırlığı resesif homozigot bir kalıtıma sahiptir (Şekil C. 3). Bu şekildeki erkek kısırlık x ve z geninden bağımsız olarak a_1 ve a_2 gibi iki allelik çekirdek geni tarafından kontrol edilmektedir. Bu genlerin herhangi biri homozigot resesif formda olduğunda, bitki erkek kısır olmaktadır. Genetik erkek kısır pancarların anterleri genellikle stoplazmik erkek kısırlara göre daha küçük ve daha zayıf gelişme gösterir. Owen bu tür kısırlığı US 23-2 Amerikan şeker pancarı çeşidi içerisinde bulmuştur. MMS kısırlığına, Munaratı'nın tek yıllık pancarları içerisinde de rastlanmıştır. Erkek kısırlığın bu şekilde tohum üretiminde yarattığı zorluklar nedeniyle bazı özel kullanımlar dışında yararlanılmamaktadır (Laby, 1967 b).

P	a_1a_1 Kısır	x	A_1A_1 Fertil		
F_1	A_1a_1	Fertil			
F_2	A_1A_1 1	A_1a_1 2	a_1a_1 1	x	A_1a_1
			↓		
B_1			A_1a_1 1		a_1a_1 1

Şekil C. 3 : Şeker pancarında Mendelien erkek kısırlığın kalıtımı

c. Erkek kısırlığa çevrenin etkisi

Erkek kısır tip I ve erkek kısır tip II çevreye göre bazen fertil, bazen de kısır gibi görülür (Owen, 1945). Stoplazmaları sabit olmayan erkek kısır bitkilerde de fertil gibi görüntüler olabilir. Çiçeklenmenin sonuna doğru tam fertil hatlarda fertilitelik çok az gözlenir. Bu dönüşüme kısa gün, düşük sıcaklık, fotoperiyodik değişimler ve beslenme gibi fertiliteliği teşvik eden maddelerin azalması sebep olur (Rohrbac, 1965; Stein et al. 1959). Ancak yapılan bazı araştırmalara göre iyi erkek kısır hatlara çevrenin etkisinin olmadığı belirtilmektedir (Bosemark, 1972).

d. Erkek kısırlık frekansı

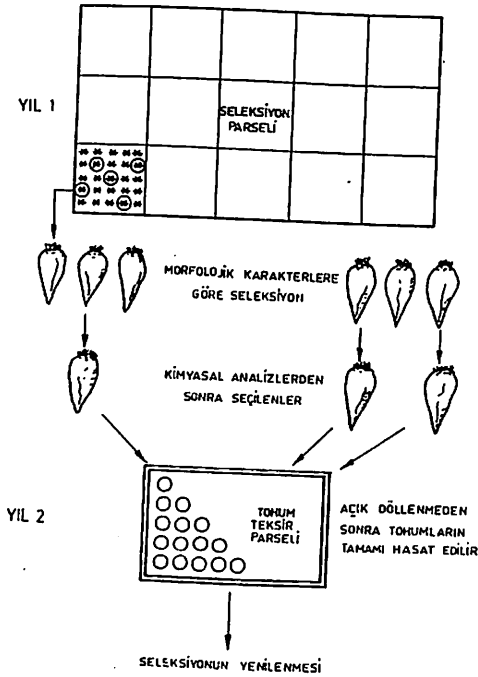
Amerika Birleşik Devletleri'ndeki ilk erkek kısır bitki araştırmalarında US 22 çeşidi içerisinde % 6, US 1 çeşidi içerisinde % 1 dolayında kısır bitki bulunmuştur (Owen, 1945). Kloen (1964) tarafından 90 bin hayvan pancarı tohumluğunda 11, 110 bin şeker pancarı tohumluğunda ise 32 bitki bulunmuş ve bulunan erkek kısır bitkiler Owen'in hipotezine uygun davranış göstermişlerdir. Türkiye'de Tatlıoğlu (1978) Türkşeker çeşidinin 8 komponentinde 100 bin dolayında bitki incelemiş ve 103 kısır bitki tesbit etmiştir.

Araştırmaların açıkça gösterdiği gibi populasyondan populusyona erkek kısır bitki frekansında değişiklikler görülmektedir. Ancak her populasyonda az veya çok erkek kısır bitki bulunabilir.

SELEKSİYON METODLARI

Toplu Seleksiyon

Bitki ıslahı metodlarının en eskisi ve en basiti olan toplu seleksiyonla, karışık bir populasyondan istenen özellikteki bitkiler seçilir ve seçilen bu bitkilerden grup olarak tohum üretilir. Karışık bir populasyondaki bitkilerin fenotipik değerlerine göre amaca uygun olanların seçimine toplu seleksiyon denir. Toplu seleksiyonda tarlada uygun morfolojik yapıdaki pancarların fenotipik seçimi ile birlikte laboratuvarında kimyasal karakterler için seleksiyon da yapılır (Şekil D.1). Toplu seleksiyonun etkinliğini artıran en önemli faktör, seçilen karakterin kalıtım derecesidir. Bu nedenle toplu seleksiyon kolayca görülebilen, yahut ölçülebilen ve birkaç gen tarafından belirlenen özellikler de etkilidir. Çok gen tarafından kontrol edilen ve tek bir bitkiye göre doğru karar verilemeyen verim gibi, kantitatif karakterlerde toplu



Şekil D.1. Şeker pancarında toplu seleksiyon (Bosemark, 1993)

seleksiyonun etkisi çok azdır. Seleksiyonun etkisi seçilen karakterin kalıtım üstünlüğüne bağlıdır (Barocka and Geidel, 1982).

Mümkün olduğu kadar çevresel değişkenlik azaltılarak toplu seleksiyonun etkinliği artırılır. Seleksiyonun, pancarın çiçeklenmesinden önce yapılması etkinliği artıran diğer önemli bir husustur. Çiçeklenmeden sonra seleksiyon yapılsaydı istenmeyen karakterleri taşıyan bitkiler polen vereceği için bunlar da, seçilen anayı dölleyecekti.

Toplu seleksiyonla elde edilen bir populasyon genetik olarak yüksek oranda heterojendir. Eğer seleksiyona bir defa daha, diğer bir çevrede veya değişen seleksiyon yoğunluğu, veyahutta yönünde başlanırsa bu populasyon tekrar seleksiyona cevap verebilir. Toptan seleksiyon şeker pancarında yüksek oranda tohumla kalkmaya mukavemet, kök şekli gibi morfolojik özellikler ve bazı hastalıklara dayanıklılık ıslahında etkilidir (Bosemark, 1987; Janvier, 1974; Le Cohec, 1969).

Döl Seleksiyonu ve Hat Islahı

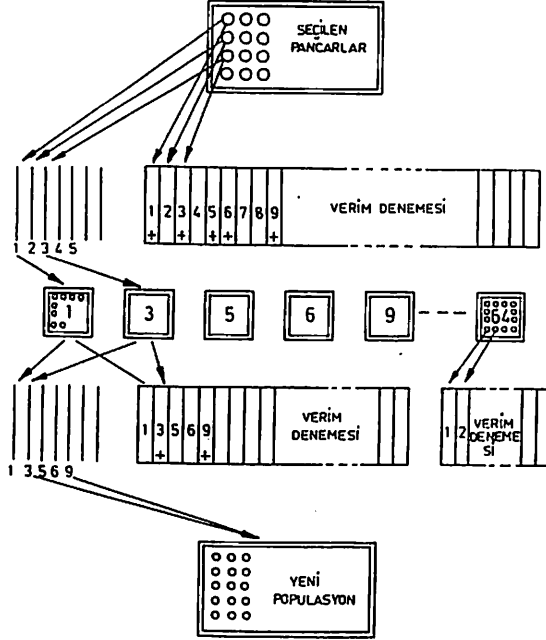
İlk olarak 18. yüzyılın ortalarında ünlü Fransız şeker pancarı ıslahçısı Louis de Vilmorin tarafından uygulanan döl seleksiyonu ile 1920 yılına kadar genellikle şeker veriminde hızlı artışlar sağlandı. Toplu seleksiyona göre daha etkili olmasına rağmen, döl seleksiyonu ve hat ıslahı bazı seviyeler dışında şeker pancarı verimini geliştirmede başarılı olamadı. Bununla beraber faydalı eklemeli genetik karakterlere sahip, fakat düşük kalıtmalı özellikler için döl seleksiyonu çok önemli bir methodtur. Üstün özellikler taşıyan bir bitkinin bu üstünlüğünün çevre şartlarından dolayı, yoksa genotipten dolayı olduğunu ortaya çıkarmanın en emin yolu döl testidir.

a. Yarı kardeşler döl seleksiyonu

Şeker pancarında yarı kardeşler döl seleksiyonu, genellikle döl testini takip eden teksel seleksiyon gibi uygulanır (Şekil D.2). Büyüklük ve morfolojik özellikler bakımından tarlada seçilen pancarların seçim esasları, toptan seleksiyon gibidir. Bu bitkilerin kökleri daha sonra şeker oranı ve kimyasal özellikleri bakımından seçilir. Seçilen kökler, birlikte tohum verecek şekilde dikilir ve her bitkinin tohumları ayrı hasat edilir. Takip eden yılda hasat edilen bu tohumlarla; çimlenme gücü, tohumla kalkmaya mukavemet, kök şekli, kök verimi, şeker varlığı ve usare safiyetlerini tespit için verim ve kalite özellikleri test denemeleri kurulur. Deneme sonuçlarına göre seçilen her dölden fide yetiştirilir. Takip eden yılda yetiştirilen fidelerden yeni populasyonlar üretilir. Yarı kardeşler döl seleksiyonunun başarısı, yapılan tarla denemelerinin hassaslığına ve istenen özelliği taşıyan pancarların uygun kalıtımda olanlarının seçilmesine bağlıdır.

b. Tam kardeşler döl seleksiyonu

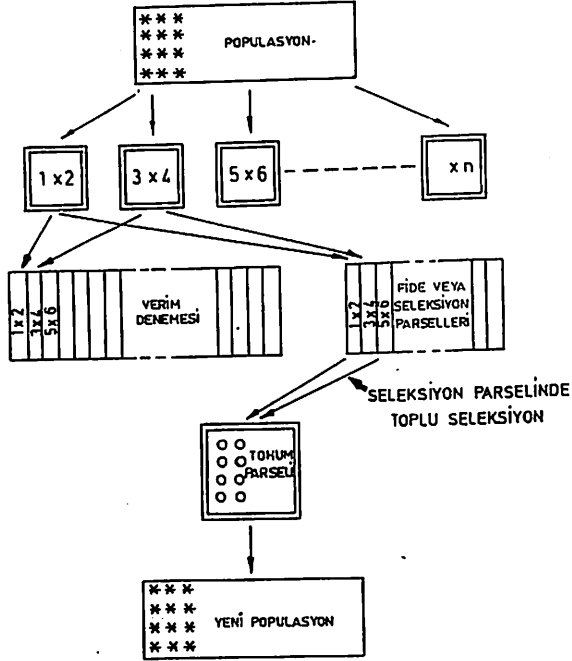
Döllerin geliştirilmesinde uygulanan diğer bir methodta tam kardeşler döl seleksiyonudur. Bu methodla seçilen kökler aralarında çift melezlenir (Şekil D.3). Döller, iki bitkiden meydana geldiği için yarı kardeşler döl seleksiyonuna göre orji-



Şekil D.2. Şeker pancarında yarı kardeşler döl seleksiyonu (Bosemark, 1993).

nal populasyonun daha iyi ayrılmasını sağlarlar. Ancak generasyonların performansı tam kardeşlemeden sonra elde edildiğinden meydana gelecek kendileme depresyonu değerlendirmede gözönüne alınmalıdır. Kendilenmiş hat elde edilmesinde özel bir amaç yoksa tam kardeş döllere, ikinci bir tam kardeşleme tavyeste edilmez. Tam kardeşler döl seleksiyonu, yarı kardeşler döl seleksiyonu gibi geliştirilir ve değişik şekillerde de uygulanır (Hecter and Helmerick, 1985).

Döl seleksiyonunun değişik bu uygulamasında, döllerin melezlerledi verim gücünü ölçmek için erkek kısır hatlardan yararlanılır. Seçilen kökler çift melezlenirken, onlarla birlikte erkek kısırlarda birlikte dikilir ve birlikte tohuma kalkmaları sağlanır. Fertül çift bitkiler, erkek kısır bitkileri dölleri. Erkek kısır bitkiden



Şekil D.3. Şeker pancarında tam kardeşler döl seleksiyonu (Bosemark, 1993).

ayrı, çift bitkilerden ayrı tohum hasadı yapılır. Erkek kısırlardan hasat edilen melez tohumlarla tarlada verim kontrol denemeleri kurulurken, çift bitkilerin tohumları seleksiyon parsellerine ekilir. Deneme sonucuna göre istenen özelliği taşıyan erkek kısır melezlerini dölleyen çift bitki melezlerinden seleksiyon yapılarak tohum üretilir.

Kendileme

Yabancı çiçek tozuyla döllenmiş bitkilerde, eğer seçilen bitkilerin kendine döllenmesi sağlanırsa, döllenme kontrolünün en ciddi gerçekleştirilmiş ve kendileme yapılmış olur (Şekil D.4). Kendilemenin başlıca etkisi homozigotluk, letal ve yarı letal tiplerin materyalden ayrılması ile canlılık ve verimde azalmadır.

Bitki türleri kendilemeye tolerans bakımından farklıdır. Şeker pancarı bu konuda çok hassastır. Birkaç generasyon kendilenmiş saf hatlarda verim, ticari çeşitlere göre önemli düşüşler gösterir. Buna rağmen aşağıdaki sebepler için kendilemeye başvurulur.

Şeker Pancarı Islahı I

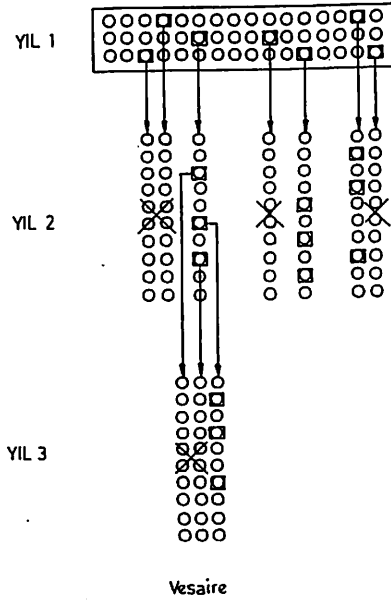
a. Özel bir karakter veya karakterlerin kombinasyonları ile biyotiplerin seçimini ve tespitini kolaylaştırmak

b. Populasyonun resesif genlere bağlı anormallik veya eksikliklerini gidermek.

c. Seçilen bitkinin heterozigotluğunu kırmak ve bir kendileme generasyonu içinde onların ıslah değerleri hakkında daha iyi bilgi almak (S_1 -testi).

d. Sentetik veya hibrid çeşitlerin üretiminde temel materyal olarak kullanmak.

Homozigot kendilenmiş hatlar elde etmek için I_0 populasyonu çok erken ilkbaharda tarlaya ekilir ve tohuma kalkmayan pancarlar sonbaharda seçilerek gelecek ilkbaharda kendilemeye alınmak üzere saklanır. Daha sonraki kendileme generasyonlarında en çok beğenilen bitkiler seçilir. Bitkileri seçerken canlılık,



Şekil D.4. Şeker pancarında kendilenmiş hatların geliştirilmesinde standart metod

homojenite, dallanma, monogermlik, tohum ırlığı, tohum verimi, hastalıklara dayanıklılık ve herhangi bir anormallik bulunmaması gibi özellikleri dikkate alınır. I_1 ve I_2 generasyonunda her yıl tohum alabilmek için Ağustos ve Eylül aylarında ekim yapılır. Bunlardan ilkbaharda tarla denemeleri için çok zayıf tohum elde edilir. I_3 hatları aynen I_0 şartlarında tohuma kalkma testine tabi tutulur. Ortalama olarak yarıdan daha çoğu canlılıklarının azalması nedeniyle elemine edilir. Kök testlerinden sonra, kombinasyon kabiliyetlerinin testi için, I_3 grubundan çok azının agronomik karakteri yeterli olur. Bununla beraber verim için seçim, melezlerde hatların performansına göre çok geniş olarak yapılır. İslahçı için en önemlisi I_0 popülasyonunda çok sayıda değişik kendileme programları ve kendileme yapmaktır.

a. Kendilenmiş hatların morfolojik özellikleri

J. de Vilmorin 1918 yılında yaptığı bez izolatuvarlarla elde ettiğini I_1 'lerde yaptığı incelemede; kendilemeyle canlılığın az veya çok azaldığını, bitkilerin boyutlarının küçüldüğünü, tohum üretiminin izolasyona ve hatların karakterine göre değiştiğini belirtmiştir.

Kendileme sonucu elde edilen I_2 'lerin yapraklarının eni ve boyu ile yaprak sapı orjinal popülasyona göre istatistikî olarak farklıdır. Bunlarda yaprak ayası düz veya şekilli, kenarları kırıncık, çiçek sapları dik veya yatık, taşıyıcı yaprakları farklı, tohum yumakları büyük veya küçük, fakat üniformdurlar.

Aynı özellikler I_3 ve I_7 'de görülür. Her hattın karakteristiği olarak kök şekli sürekli aynı formda ve üniformdur. Hatların kendileme generasyonlarında alt gruplarda bazı farklılıklar da gözlemlenir (çiçeklenme dönemi, çiçek gelişmesi, kurumadde oranı ve köklerde çatallanma vs.). I_3 ve I_4 generasyonlarında hatlarda belirli bir homojenite sağlanabilir (Bandlow, 1965; Le Cohec, 1969; Oldemeyer and Smith, 1965; Stewart, 1933).

b. Hatların fizyolojik karakterleri

Hatların canlılıkları kendileme generasyonlarına göre çok fazla değişkenlik gösterir. Bazı hatların I_1 'den itibaren canlılığını kaybederek kullanılamayacak hale gelmesine rağmen bazı hatlar I_3 generasyonunda hala elde edildiği popülasyonun canlılığını korur. Hatlarda orjinleri popülasyonlara göre % 13 ila % 60 arasında kök veriminde düşüşler görülür (Le Cohec, 1969).

Kombinasyon Testleri

Genel kombinasyon kabiliyeti bir çeşit ebeveyninin tüm hibrid kombinasyonlarında sağladığı ortalama potansiyeli ile karakterize edilir ve burada büyük ölçüde genetik varyansın eklemeli gen etkisi (Additif kısmı) yakalanır. Çoğu zaman melezleme şemalarında çoklu melez (polycross), yoklama melezi (top-cross) ve faktöriyel desenler kullanılır. Herhangi bir melezleme sonra heterosis etkisi gösteren özellikler kombinasyon kabiliyetine dayanılarak seçilirler. Çeşit ebeveynlerinin her ikisinin genetik yapısına ve çeşit tipinde hedeflenen amaca bağlı olarak bir

hibridin genetik potansiyeli ebeveynlerinin genel kombinasyon kabiliyetine ve özel kombinasyon kabiliyetine bağlıdır. Test melezlemelerinin çeşidin tohum üretiminin yapılacağı yerde gerçekleştirilmesi çok uygun olur. Çünkü hibridlerde üniform ve yüksek bir tohumluk kalitesi aranır. Verim kontrol testlerinin pratiğe uygun olarak yapılması gerekir. Tohumluk kalitesindeki farklılıklar % 5-10 arasında önlenemeyen verim farklılıklarına yol açar (Barocka, 1985).

Genel Kombinasyon Kabiliyeti (GKK) testlerinde çoğu kez genetik temelli geniş diploid veya tetraploid populasyonlar, sentetik çeşitler veya erkek kısır hatlar kullanılır. Kombinasyon kabiliyeti testlerinde döleyici olarak kullanıldıklarında iyi hibrid teşkil eden familyalar, başka familyalarca döllenince yine iyi kalite hibrid meydana getirirler.

Genel kombinasyon testlerine göre seçilen hatlar ve familyalara, iki hattın veya familyanın karşılıklı kombinasyon kabiliyetinin tesbiti için özel kombinasyon testi uygulanır. Özel kombinasyon testinden amaç birbirleriyle en iyi uyuşan yani, birbirleriyle melezlendiklerinde yüksek oranda heterosis gösteren hatlar veya familyaları tesbit etmektir. Bu şekilde çeşidi oluşturacak familyalar, hatlar, ana hatlar ve tozlayıcılar belirlenmiş olur.