

KONU VI

KROMOZOM SAYILARINDAKİ DEĞİŞİKLİKLER

Geleneksel ıslah yöntemlerinde, arzu edilen özellikleri taşıyan kombinasyonlar; genel olarak çeşitler arasında yapılan melezlemelerden oluşan döllerin generasyonlar boyunca seleksiyonu ile elde edilir. Genetik değişiklikler ayrıca kromozom sayılarındaki değişikliklerden de elde edilebilir. Bu tür değişiklikler iki grupta incelenir.

- 1) Euploid
- 2) Aneuploid

Euploid

Kromozom sayısının, kromozomların tam katı biçiminde değişmesi durumu euploid olarak adlandırılır. Euploid durumları:

- 1) Haploid (monoploid)
- 2) Diploid
- 3) Poliploid
- Triploid
- Tetraploid
- Pentaploid vs.

Hücre çekirdeğinde;

- a) bir kromozom setine sahip organizmalar haploid (monoploid),
- b) iki kromozom setine sahip organizmalar diploid ve
- c) ikiden fazla kromozom setine sahip organizmalar poliploid olarak adlandırılır.

Bir hücredeki her bir kromozom seti genom olarak ifade edilir ve farklı bir'er harf ile gösterilir. Bir hücredeki; bütün genomların haploid konumundaki toplam kromozom sayısı gametik kromozom sayısı olarak adlandırılır ve n harfi ile gösterilir. Her bir genomdaki kromozom sayısı, temel kromozom sayısı olarak ifade edilir ve x harfi ile gösterilir. Bir bitki türünün somatik (diploid) kromozom sayısı 2n ile gösterilir.

2n = 2x = 14 (AA) anlamı nedir ?

- a) Bu bitki diploid'tir.
- b) Bu bitkinin diploid kromozom sayısı 14'dür.
- c) Bu bitkide "A" ile adlandırılan bir genom vardır
- d) Bu bitkinin bir genomunda bulunan haploid konumundaki (temel) kromozom sayısı 7'dir.

Birbirine yakın akraba olan bazı türlerde, Gametik kromozom sayıları 7, 14, 21 vs. Somatik kromozom sayıları 14, 28, 42, vs. biçiminde bir aritmetik seri oluşturur

Türler	Gametik (haploid) kromozom sayısı	Temel kromozom sayısı	Somatik (diploid) kromozom sayısı
<i>A. strigosa</i>	7	7	2n=2x=14
<i>A. barbata</i>	14	7	2n=4x=28
<i>A. sativa</i>	21	7	2n=6x=42
<i>T. monococcum</i>	7	7	2n=2x=14
<i>T. durum</i>	14	7	2n=4x=28
<i>T. aestivum</i>	21	7	2n=6x=42

Haploid (Monopoloid):Hücre çekirdeğinde sadece bir kromozom setine sahip organizmalar, haploid olarak adlandırılır. Haploid terimi yerine, bazı kaynaklarda monoploid terimi kullanılmaktadır. İki veya daha fazla genoma sahip bir poliploid türün hücrelerinde, her bir genomdan sadece gametik kromozom sayısı kadar kromozomun bulunması durumu polihaploid (poli-haploid) olarak adlandırılır. Mısır, sorgum, buğday, arpa, çavdar, çeltik, keten ve tütünde doğal ve yapay olarak oluşmuş birçok haploid ve polihaploid belirlenmiştir.

Haploid bitkiler kolaylıkla belirlenebilirler. Bu bitkilerin;

- a) habitusları diploid bitkilerden daha küçüktür,
- b) meyve büyüklüğü daha az ve
- c) meyvedeki tohum sayısı daha azdır.

Kesin olarak tespit; Kök ucu meristeminin veya diğer embriyo dokularının incelenmesi ya da kromozomların sayılarının belirlenmesi ile olur.

Haploid Bitkilerin Elde Edilmesi

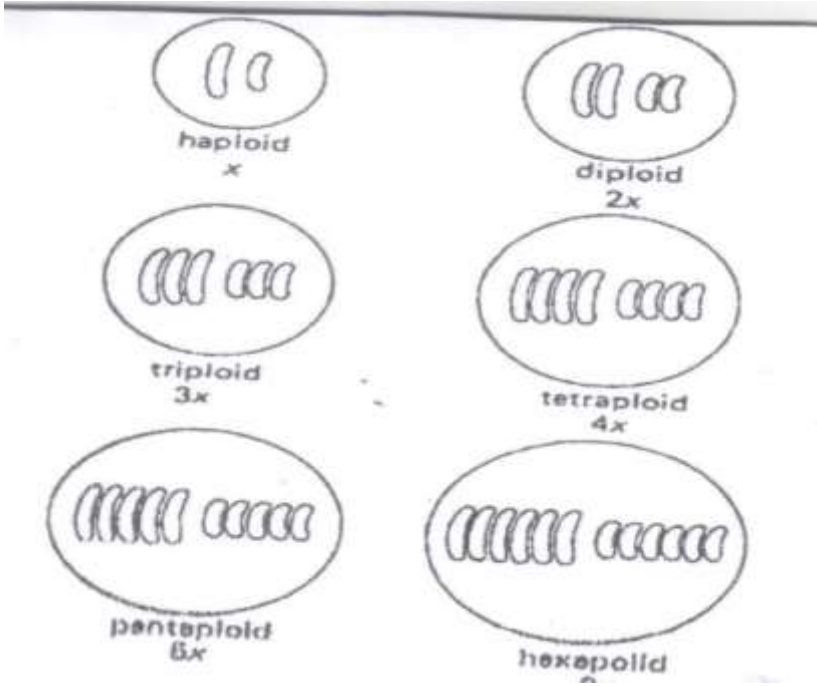
- i) Doğal Haploidler:** Bazı bitkilerin tohumlarından, haploid bitkilerin doğal olarak oluştuğu saptanmıştır. Yaklaşık 1000 mısır tohumdan birisi haploid bitki oluşturur.
- ii) Kromozom Eliminasyonu:** *H. vulgare* ($2n=14$) ile *H. bulbosum* ($2n=14$) arasındaki türlerarası melezlemelerin sonucunda, haploid arpa elde edilmiştir.
- iii) Pamukta Semigami:** Erkek gamet, yumurta çekirdeği ile kaynaşma olmadan, yumurtayı döller ve yumurta ile generatif çekirdekler bağımsız olarak bölünür. Embriyo, ana ve baba ebeveyn dokularından farklı kısımlar ihtiva eder.
- iv) Anter ve Polen Kültürü:** Bugüne kadar birçok bitkide anter ve polenlerden haploid bitkiler elde edilmiştir.
- v) Yumurta ve Yumurtalık Kültürü:** Haploid bitkiler; döllenmemiş yumurta, döllenmemiş yumurtaların bulunduğu yumurtalığın besi ortamında kültüre alınması ile elde edilir.

Haploid Bitkilerin Bitki Islahında Kullanılması

- i) Haploid bitkilerin kromozomlarının katlanması sonucu, homozigot dominant bitkilerin elde edilmesi, mutasyonların kendiliğinden olmadığını göstermiştir. Kromozomların katlanması ile oluşan di-haploid bitkiler, geleneksel yöntemlerle geliştirilen hatlardan daha yüksek homozigotluk seviyesine sahiptirler.**
- ii) Geleneksel ıslah yöntemlerinde, melezleme sonrası homozigotluğun kabul edilebilir orana ulaşması için yapılacak seleksiyon, kendine döllen bitkilerde 5-7 generasyon, yabancı döllen bitkilerde 10-12 generasyondur. Dolayısıyla, haploidlerde homozigotluğun bir generasyonda sağlanması ile yeni bir çeşidin geliştirilmesi için harcanan süre en az 1/3 oranında azalır.**
- iii) Haploidler, mukavim çeşitlerin geliştirilmesinde in vitro seleksiyona olanak sağlar. Yeni bir çeşidin geliştirilmesi için harcanan zaman ve emek azalır.**
- iv) Haploidlerde, % 100 homozigotluğun bir generasyonda sağlanması; farklı haploid bitkilerde bulunan arzu edilen karakterinin F1 generasyonunda çekilerek yeni çeşide aktarılması mümkün olabilir.**
- v) Fenotiplerinden ayırt edilebilen, haploid bitkilerdeki resessif mutasyonların, hemen gözlenebilmesi, haploid bitkilerin, mutasyon çalışmalarında kullanılmasına olanak sağlar.**
- vi) Haploidlerde genetik açılma, diploidlerden daha az karmaşıktır. Dolayısıyla haploidlerde özel bir genotipi oluşturmak için ihtiyaç duyulan popülasyon, diploidlere göre daha küçüktür. Ayrıca ihtiyaç duyulan popülasyonu oluşturmak daha kolaydır.**
- vii) Haploidler, poliploidlerin sitolojik çalışmalarında kullanılabilirler. Bu sayede, poliploidlerin gen haritalarının hazırlanmasına yardımcı olurlar.**
- viii) Haploidler, polihaploid türlerden, akraba diploid türlere gen transferine olanak sağlarlar.**
- ix) Haploidlerde, protoplast kültürü, diploidler göre daha kolaydır. Dolayısıyla iki haploidin protoplastlarının birleştirilmesi ile di-ploidlerin elde edilmesi somatik melezlemeye göre protoplast kültürünün etkinliğini artırır.**
- x) Kendine tozlanmanın sınırlandığı, zıt allellere sahip türlerde polihaploidler, homozigot allellere sahip bitkilerin elde edilmesi için kullanılabilirler. Bu sayede kendilemenin mümkün olmadığı bitkilerde saf erkek bitkiler elde edilir. Bunlar vejetatif olarak çoğaltılabilirler.**
- xi) Tetraploid gibi, düşük poliploid düzeyine sahip türlerden elde edilen haploidler, türler arasında sorunlu melezlemelerde köprü görevi görebilirler.**

Poliploid

Üç veya daha fazla sayıda genoma sahip organizmalar, poliploid olarak adlandırılırlar. Poliploid bitkilerde temel kromozom sayısı veya genomun her birinde triploid (3x), tetraploid (4x), pentaploid (5x), hexaploid (6x), septaploid (7x), octaploid (8x) vs. şeklinde kromozomlar bulunur



Poliploid bitkilerin oluşturulmasında;

- a) Kimyasal madde uygulaması,
- b) Sıcaklık uygulaması,
- c) Somaklonal varyasyon ve
- d) Işınla muamele yapılır

Poliploidlerin elde edilmesinde en yaygın olarak kullanılan yöntem, kromozom katlanması yöntemidir. **Bu amaçla** kloral hidrat, eter, kloroform, fenil ürean ve IAA için kullanılmıştır. Yapay poliploid elde edilmesindeki çalışmalar; kolcisin ve kolsemidin bulunmasından sonra hızlanmıştır. **Kolcisin**, güz çiğdemi bitkisinden elde edilir. **Kolsemid**, kolcisin türevidir. Bu kimyasal maddeler, hücre bölünmesi esnasında iğ iplikçiklerinin oluşumunu engellerler. Poliploid bitkilerin elde edilmesi amacıyla kolcisin tohum, fide, kök, sürgün ve kardeşlere uygulanmaktadır. Bitki türüne ve uygulanan organa bağlı olarak kolcisin;

- a) uygulama süresi,
- b) uygulama sıcaklığı ve
- c) konsantrasyonu değişir.

Çözeltilerin konsantrasyonu arttıkça, uygulama süresi azalır.

Tohumların kolcisin ile muamelesinde; tohumlar nemli veya kuru olabilir. Kolcisin çözeltisinin konsantrasyonuna bağlı olarak kuru tohumlar 12 saat, nemli tohumlar ise 6 saat muamele edilir. Nemli tohum muamelesinde; tohumlar önce bir gün süre ile su içinde tutularak nemlendirilir. Ardından uygun konsantrasyona sahip kolcisin çözeltisi ile muamele edilirler.

Fidelerin kolcisin ile muamelesinde; % 0.1'lik çözelti ile ıslatılmış olan pamuk, fidelerin büyüme onilerine sürülür. Bu işlem, günde 1-3 kez tekrarlanır. Büyüme konileri kapalı olan bitkilerde uygulama; 18-20 oC sıcaklıkta, 2-4 mm uzunluğundaki çim kınlarının, 30 dakika süre ile % 0.25'lik kolcisin çözeltisine batırılması şeklinde yapılır.

Kolcisin ile muamele edilmiş bitki doku ya da organları, musluk suyu ile iyice yıkandıktan sonra kasa ya da yastıklara ekilir veya dikilir. Gelişme durumuna bağlı olarak 10-15 gün sonra gelişmeler kontrol edilmeye başlanır.

Başarılı muamele sonrası morfolojik gözlemlerde;

- 1) Bitkilerin boylarının kısalması
- 2) Yapraklarının kalınlaşması
- 3) Yaprak renklerinin normalden daha koyu yeşil olması
- 4) çiçeklerin, meyvelerin ve tohumların irileşmesi beklenir

Kolcisin ile muamele edilmiş bitkilerin, değişik dokularında, farklı kromozom sayısına sahip hücrelere rastlanabilir. Ayrıca muamelede kullanılan kolcisinin konsantrasyonunun fazla olması halinde, bitki materyalleri üzerinde öldürücü etki yapabilir. Poliploid hale gelen bitkilerden, amaca uygun olanlar, tarlaya şaşırtılır. İkinci generasyondaki (C2) oluşan popülasyondan seleksiyona başlanabilir.

Seleksiyonda,

- 1) Poliploid yapısını koruyan,
- 2) Tohum tutma oranı yüksek,
- 3) İyi gelişme gösteren ve
- 4) İstenilen özelliklere sahip bitkiler seçilir.

Poliploid bitkilerin elde edilmesinde; kimyasal maddelerin dışında, aşırı sıcak, aşırı soğuk gibi ısı şokları da kullanılır. Bu tür ısı şokları, hücre bölünmesi sırasında, hücrelerin arasında oluşacak olan zarın oluşumunu engelleyerek, kromozomların aynı hücre içerisinde kalmasını sağlarlar.

Ekstrem ısı uygulaması ile poliploid bitki elde etmede başarı oranı oldukça düşük (% 3-5)'tür. Sıcaklık şoku uygulaması, hücre bölünmesinin belirli bir safhasında yapılır. Örneğin arpa'da, tozlanmadan 20 saat sonra, 43 oC sıcaklıkta ve 20-30 dakika süreyle tutulması şeklinde yapılmaktadır.

Poliploid bitki oluşturmada kullanılan bir başka yöntem "Somaklonal Varyasyondur. Bu yöntemde, besi ortamında kültüre alınan bitki doku ya da organlarından oluşan kallusların farklılaşması ile elde edilen bazı bitkilerin, poliploid olmasından yararlanılmaktadır. Yapılan morfolojik ve sitolojik gözlemler sonucu poliploid olduklarına karar verilen bitkiler seçilir ve çoğaltılır. Poliploidlerin elde edilmesinde kullanılan diğer bir yöntem de ışınla muameledir. Poliploid bitkiler, normallerine göre bazı morfolojik değişikliklere sahip olmaları sayesinde belirlenebilirler.

Poliploidliğin belirlenmesinde en güvenilir yöntem,

- 1) Kromozomların sayılması
- 2) Flow stometresi ile hücrelerdeki çekirdek DNA'sının miktarının belirlenmesidir.

Ancak bu yöntemler

- 1) zaman alıcı,
- 2) güç uygulanan ve
- 3) özel laboratuarlara ihtiyaç duyulan yöntemlerdir.

Poliploid hücrelerin hamcı ve çiçek tozları diploid bitkilere oranla daha büyük, epidermis hücrelerindeki kloroplastların sayıları da diploid bitkilere oranla daha fazla olmasından hareketle

- 1) çiçek organlarının (bilhassa anterlerin boylarının ölçülmesi),
- 2) epidermis hücrelerindeki stomaların ve kloroplastların sayılması gibi alternatif yöntemler geliştirilmiştir.

Poliploid hücrelerin hamcı ve çiçek tozları diploid bitkilere oranla daha büyük, epidermis hücrelerindeki kloroplastların sayıları da daha fazla olmasından hareketle

- 1) çiçek organlarının (bilhassa anterlerin boylarının ölçülmesi),
- 2) epidermis hücrelerindeki stomaların ve kloroplastların sayılması gibi alternatif yöntemler geliştirilmiştir.

Bitki ıslahı açısından yapay poliploidlerin değerlendirilmesinde dikkate alınması gerekir konular.

i) Kromozom sayısının hexaploid seviyesinin üzerinde artırılması çok az veya hiç avantaj sağlamaz.

Dolayısıyla kromozom sayısının, tetraploid veya hexaploid seviyesine kadar katlanması önerilir.

ii) Poliploidliğin kromozom eşleşmelerinde anormalliklere sebep olması, canlı gametlerin frekansını ve tohum tutma oranını azaltır. Dolayısıyla yapay poliploidler, daha ziyade, vejetatif kısımlarından yararlanılan bitkilerde kullanılır.

iii) Poliploid elde edildikten sonra gerçek potansiyelin belirlenmesi için birkaç generasyon seleksiyon yapılması gerekir. Elde edilen yeni poliploid bitki, yetiştirilmekte olan bitkilerden daha üstün performansa sahip ise çoğaltılır.

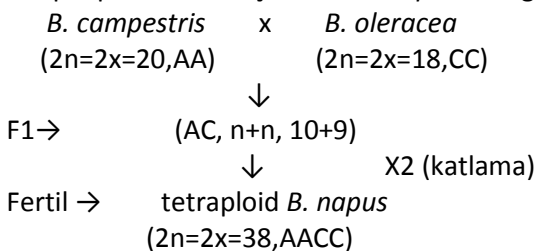
iv) Melezleme sonrası, birkaç generasyon seleksiyon yapılacağından vejetasyon süresi kısa olan, tek yıllık bitkilerde, poliploid çeşit geliştirme daha avantajlıdır.

Poliploidler; 1) Allopoliploid ve 2) Autopoliploid olarak iki ayrı grupta incelenmektedir.

Allopoloid

İki veya daha fazla türün genomları bir araya getirilerek oluşturulur.

Allopoliploidlerin oluşumuna *B. napus* örneği verilebilir.



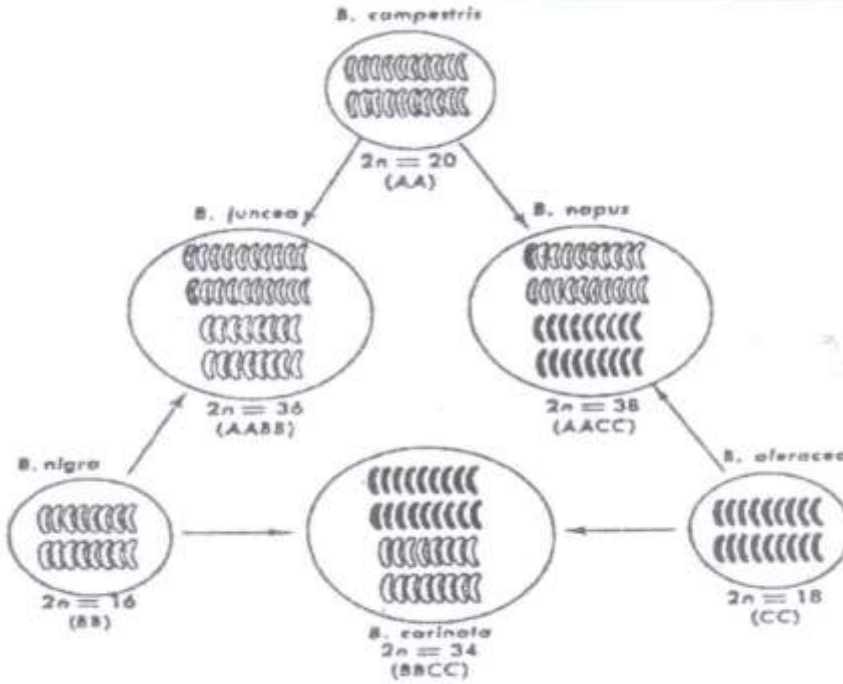
Doğada bulunan allopoloid türler;

- 1) diploid ebeveynlerden daha kuvvetlidir,
- 2) Daha yüksek düzeyde fertiliteye sahiptirler ve
- 3) Ömürleri diğer türler kadar uzun değildir.

Doğal Allopoloidler, doğada, doğal yollarla melezlenmiş, oluşan hibrit bitkilerin kromozom sayıları, kendiliğinden katlanmıştır. Buğday, yulaf, pamuk, tütün, şekerpancarı ve kolza doğal allopoloidlere sahiptirler. Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*), Upland pamuğu (*Gossypium hirsutum*), Kültürü yapılan tütün (*Nicotiana tabacum*) ve *Brassica* türleri gibi doğal allopoloid türlerin genomlarının orijini belirlenmiştir.

Örnek :

B. campestris 10 (A), *B. nigra* 8 (B) ve *B. oleracea* 9 (C) haploid kromozoma sahiptir. *B. campestris* (AA) ile *B. nigra* (BB) melezlenince; *B. juncea* (AABB), *B. campestris* (AA) ile *B. oleracea* (CC) melezlenince *B. napus* (AACC) ve *B. nigra* (BB) ile *B. oleracea* (CC) melezlenince *B. carinata* (BBCC) oluşur.



Allopoloid Bitkilerin Oluşturulması

Yapay allopoloidlerin oluşturulmasında, ebeveyn genomları arasındaki ilişkilerden yararlanılır.

Örneğin

AA ve BB genomuna sahip iki ebeveyn tür, allopoloid elde etmek amacı ile melezlenir. A genomunun kromozomları eşleri ile B genomunun kromozomları da eşleri ile bir araya gelir.

Allopoloid Bitkilerin Özellikleri

- 1) Allopoloid bitkilerin hücresel ve morfolojik yapıları, genel olarak, diploidlere göre daha büyüktür.
- 2) Allopoloidlerin kalıtım kabiliyeti, autoploidlerden daha azdır.
- 3) Poliploid türlerde oluşan açılan bir popülasyonda, resessif poliploid bitkiler, diploid bitkilerden daha az sayıda bulunur. Dolayısıyla, ıslahçı, melezlemeden sonra gerekli sayıda resessif genotipi elde etmek istediğinde, diploidlere göre daha geniş bir poliploid popülasyon yetiştirmek zorundadır.
- 4) Yüksek seviyede bir poliploid bitkide, ebeveynlerden gelen karakteri bozan, zararlı resessif mutasyonlar, dominant alleller tarafından örtülebilir. Böylece bitkilerin alışılmış fenotipik görünüşleri ortaya çıkmayabilir.

Allopoloid Bitkilerin Bitki Islahında Kullanılması

1) Poliploid Türlerin Kökenlerinin Belirlenmesi :

Bitki türleri arasındaki ilişkilerin anlaşılmasında, ploidiğin mekanizmasının öğrenilmesinin önemli rolü vardır.

ii). **Yeni Bitki Genotip ve Türlerinin Elde Edilmesi:** Allopoloidler, iki diploid türden, genomların, bir araya getirilmesi ile elde edilir. Bir yapay allopoloid bitki cinsi olan tritcale'yi oluşturmak 50 yıldan uzun zaman almıştır.

III) Akraba Türler Arasında Gen Naklini Sağlamak : Ploidi ilişkisinin bilinmesi, türler veya cinsler arasındaki melezlemelerde köprü oluşturmada kolaylık sağlar. Böylece türlerarası melezleme yoluyla yabancı bir türden, kültürü yapılan bir türe, gen nakli yapılır.

Tütünde vahşi ateş yanıklığa dayanıklılık genleri, *N. longifloradan N. tabacum* (4x)'a;

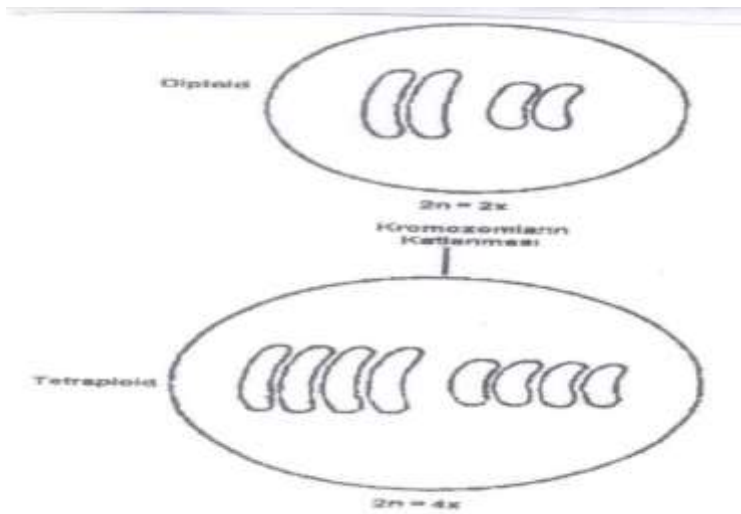
Pamukta lif sağlamlığını sağlayan genler, diploid *G. thurberi*'den tetraploid *G. hirsutum*'a aktarılmıştır.

IV) Kromozomların İkame Edilmesi:

Bazı poliploidler ancak, bir kromozom veya bir kromozom çiftinin kaybolması veya ilave edilmesi ile yaşayabilirler. Kaybolan kromozomun görevi, diğer genomda yer alan ve kaybolan kromozomun homologu olan kromozom tarafından yerine getirilir.

Autoploidler, doğal yollarla, kendiliğinden oluşabildiği gibi daha düşük poliploid seviyesine sahip bitkilerin kromozomlarının katlanması ile de elde edilir. Autoploidler;

- 1) Homolog kromozomların çift oluşumunun bozulması sonucu zigotta yer alan kromozomların katlanması,
- 2) Diploid kromozom sayısına sahip, indirgenmemiş gametlerin erimesi ve
- 3) Kimyasal madde ile muamele sonucu kromozom bölünmesinin engellenmesi ile oluşurlar.



Autoploidlerin kökeni

Autoploid Bitkilerin Özellikleri

- 1) Genel olarak büyük yapılılık autoploidlerde yaygındır.
- 2) Sap daha kısa, daha kalın ve daha sağlamdır
- 3) Yapraklar daha kalın, daha büyük ve daha koyu renktedir
- 4) Yaprakların ihtiva ettiği kloroplast sayısı daha fazladır.
- 5) Kökler, çiçekler ve tohum daha büyüktür.
- 6) Bazı autoploidler, diploid ebeveynlerinden daha kuvvetlidirler.
- 7) Döllenme oranları daha azdır.

Autoploidlerde döllenme oranının azalmasına;

- a) polenlerin gelişme durumu,
- b) döllenme ve
- c) embriyonun gelişmesi esnasındaki düzensizlikler sebep olur.

Diploid olan bir türde, aynı tip, dört kromozom olduğu zaman, mayoz bölünme esnasında anormal eşleşme olur ve gametlerde eşit olmayan kromozom dağılımı meydana gelir. Kromozomlardaki dengesizlik sebebiyle polenler anormal ve steril olur.

Anormal polenlerin oranı; poliploidlerin döllenme seviyelerinin bir ölçüsü olmakla beraber, döllenmenin gerçek ölçüsü; tohum oluşturan çiçeklerin oranıdır.

Bitki ıslah programlarında, autoploidlerin elde edilmesi ve kullanılması için üç temel prensip geliştirilmiştir.

- I) Daha çok vejetatif gelişme ve azalan tohum üretiminden dolayı vejetatif kısımları için hasat edilen bitkilerin ıslahında daha elverişlidir
- II) Bir diploid genotip performansı, tetraploid yapıldıktan sonra istikrarlı olarak sürmez. Dolayısıyla poliploid seviyesinde süper bir genotip bulmak için çok sayıda, diploid genotipe ihtiyaç vardır.
- III) Doğal türler, büyüme ve gelişmeye uyumlu, kromozom sayısına sahiptirler. Kuvvetli ve döllek autoploidlerin elde edilmesinde, en büyük başarı, az sayıda kromozoma sahip diploid türlerden, autoploidlerin oluşturulmasından elde edilmiştir.

Aneuploid

Kromozom sayısındaki artış veya azalış, haploid kromozomların tam katı şeklinde değil, farklı şekilde olması durumu “aneuploid” olarak adlandırılır. Aneuploid,

a) özel bir genin yer aldığı kromozomun belirlenmesi,

b) bir varyetede özel bir kromozomun yerinin değiştirilmesi açısından bitki ıslahında kullanılan yararlı bir araçtır.

Poliploidlerde, kalıtım çalışmalarının oldukça zor olmasından dolayı genetik analizlerde en geniş ölçüde kullanılan aneuploidler;

monosomikler, nullisomikler ve trisomiklerdir.

Monosomik ($2n-1$)

Kromozom setinde, normal (diploid) kromozom sayısından, bir eksik kromozom sayısının bulunması durumudur.

Buğday, yulaf, pamuk, tütünde monosomikler tespit edilmiştir. Monosomikler,

1) Poliploid türlerin kromozomlarındaki özel genlerin belirlenmesi

2) Özel bir gene sahip olan kromozom parçasının ikame edilmesi

3) Verici bir varyeteden, alıcı bir varyeteye, kromozom aktarılması

4) Alıcı varyetenin söz konusu kromozomunun, değiştirilmesine olanak sağlar.

Nullisomik ($2n-2$)

Kromozom setinde, diploid yerine bir çift kromozomun noksan olması durumudur. Hexaploid buğday 21 farklı nullisomik kromozoma sahiptir. Nullisomikler, kromozomlardan özel genlerin ayrılması için kullanılabilir.

Nullisomik bitkiler;

1) Monosomik bitkilerden daha kuvvetli olmakla birlikte daha az döllektirler.

2) Kullanım açısından monosomik tekniğinden daha az pratiktir.

///) Trisomik ($2n+1$)

Kromozom setinde, diploid kromozom sayısından bir tane fazla kromozomun bulunması durumudur. Arpa, mısır, sorgum, domates ve birçok bitkide linkage gruplarının belirlenmesi için kullanılmaktadır. Nullisomiklerin ve monosomiklerin yaşayamadığı, poliploid olmayan türlerde, trisomikler yaşayabilirler.

///) Tetrasomik ($2n+2$) Kromozom setinde, diploid kromozom sayısına bir çift kromozomun ilave edilmesi durumudur.