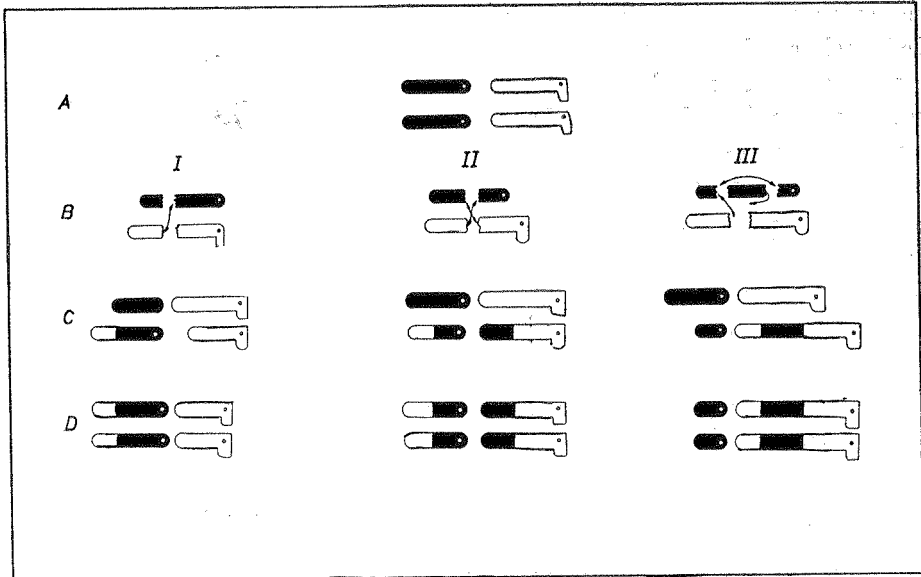


## KROMOZOM TRANSLOKASYONLARININ PRATİKTE KULLANILIŞI

Gen mutasyonları, bunların meydana getirilişleri ve pratik islah yönünden değerlendirilmeleri hakkında pek çok araştırma bulunmaktadır.

Buna mukabil kromozom mutasyonlarının önemi hakkında bilgilerimiz pek fazla değildir. 1955 ve 1956 yıllarına ait iki çalışmada Röntgen ışınları yardımı ile plânlı bir şekilde translokasyonlar meydana getirilerek belli bir hedefe nasıl erişileceği gösterilmiştir. Bu iki çalışmanın deney teknikleri klasik olarak adlandırılabilir ve bu alanda yapılacak yeni araştırmalara bir yol gösterici olur. Bu çalışmalardan bir tanesi zoolojik bir objeyi diğeri ise bitkisel bir objeyi ele almaktadır.

Önce kısaca kromozom translokasyonları ile ilgili bilgilerimizi hatırlayalım. Şema : I. Burada iki çift kromozom ele alınmıştır ve bir tanesi siyah diğeri beyaz olarak gösterilmiştir. Her iki kromozom çiftinden birer kromo-



Farklı translokasyon tiplerinin şeması. I. Basit translokasyon, II. Resiprok translokasyon, III. Üç kırılmaya ihtiyaç gösteren translokasyon, A. Normal kromozomlar, B. Kırılmalar, C. Heterozigot translokasyon, D. Homozigot translokasyon.  
(GUSTAFSSON ve NYGREN'den).

zomun bir yerde kırılmaları halinde : kırılan parçaların tekrar biraraya gelmeleri, beyaz kromozomun bir parçasının siyah kromozomun kalan parçasına eklenmesi şeklinde olur. Siyah kromozomun kırılan küçük parçası kaybolup gider. Bu suretle burada küçülmüş bir beyaz kromozom ve içine beyaz kromozomun bir parçasını almak suretiyle büyümüş bir siyah kromozom meydana gelir. Fakat bu kromozomun da siyah kısımlarını diğer siyah kromozomla mukayese edersek, bununda bir miktar küçülmüş olduğunu görürüz.

Başka bir durumda şu şekilde olabilir. Her hangi bir parça kaybı olmadan parçalar yer değiştirirler. Buna resiprok translokasyon denir, her iki kromozomda hem beyaz hem siyah parçaları ihtiva etmektedir.

Bir kromozomda yapı değişikliği meydana gelmesinde üçüncü bir şekilde, üç adet kırılmanın birden meydana gelmesi halidir. Siyah kromozom üzerinde iki kırılmanın meydana gelmesi sebebiyle ortadaki parça dışarı çıkar ve sadece bir defa kırılmış beyaz kromozoma öyle bir şekilde bağlanır ki, bunun sonunda yeni bir kromozom meydana gelir. Bu kromozom, uzunluğu boyunca beyaz - siyah - beyaz parçalardan meydana gelmiştir. Siyah kromozomun kırılan iki parçası ise kendi aralarında birleşirler ve çok küçülmüş bir kromozom teşkil ederler.

Bu tip yer değiştirmeler, genetik bakımından kromozomların içinde genlerin sıralarının değişmesine ve buna bağlı olarak bağlantı gruplarında değişmelere sebep olur. Translokasyonlar genel olarak autosomal kromozomlar arasında meydana gelir. Fakat bazan bir kromozom parçası cinsiyet kromozomlarından birine de bağlanabilir. Bu durumda cinsiyet kromozomuna bağlanan kromozom parçasındaki genler, bundan böyle, cinsiyete bağlı soya çekim gösteren genler gibi hareket edeceklerdir.

Bu şekilde cinsiyete bağlı soya çekim gösteren genler yardımıyla (ki biz bunlara sinyal faktörler de diyebiliriz) ayrı cinsiyetli olan hayvanlarda, meselâ renklerine bakılarak, daha çok erken devrelerde cinsiyetlerin birbirinden ayırt edilebilmesi sağlanabilir.

Fakat eğer cinsiyet kromozomlarında, cinsiyete bağlı olarak soya çeken renk genleri yoksa, veya başka bir deyimle renk genleri autosomlarda lokalize olmuşlarsa, bu şekildeki sinyal faktörler acaba nasıl kullanılabilirler. Böyle bir hal ipek böceklerinde mevcuttur.

Problemi şöyle ortaya koyabiliriz : İpek böceklerinde cinsiyetlerin mümkün olduğu kadar erken bir devrede birbirinden ayırt edilebilmesinin (meselâ daha yumurta devresinde iken) islâhcılar ve ipek elde etmek için koza kültürü yapanlar için büyük bir önemi vardır. İpek böceği islâhında bugün  $F_1$  bastardlarının heterozis effektinden faydalanılmaktadır. Melezlemelerin uygulanmasında cinsiyetlerin çok erken bir devrede birbirinden ayırt edilmesi, yetiştirme masraflarının azalması bakımından önem-

lidir. Cinsiyetlerin erkenden ayırt edilmesi ipeğin ekonomik bir şekilde elde edilmesi bakımından çok önem taşımaktadır. Erkekler dişilere nazaran daha iri yapılı olduklarından ve aynı miktar ipek meydana getirmek için dişilere nazaran daha az besin yediklerinden, dişilerin kültürden erken bir devrede uzaklaştırılması, prodüksiyon masraflarını önemli bir miktarda azaltacaktır.

Cinsiyetlerin erken bir devrede ayırt edilmesi ancak cinsiyete bağlı kalıtım gösteren genlerin kullanılması suretiyle olabilir. Kendisini larva devresinde belli eden cinsiyete bağlı genler bilinmektedir. Fakat bu devreye kadar geçen zaman içinde önemli miktarlarda yetiştirme masrafları yapılmaktadır. Durum böyle olunca hedef cinsiyetlerin daha yumurta devresinde ayırt edilmeleri olmuştur. Yumurtalara çeşitli renkler veren genler bilinmektedir fakat bunlar autosomlarda lokalize olmuşlardır.

Buna göre buradaki genetiksel vazife, bir cinsiyet kromozomu ile (y), yumurtanın rengini determine eden geni taşıyan tromozom arasında bir translokasyonun meydana getirilmesidir.

Aynen tavuklarda olduğu gibi ipek böceklerinde de erkek cinsiyet XX konstitüsyonunda homogametik, dişi cinsiyet ise XY konstitüsyonunda heterogametiktir. Cinsiyet tayininde Y kromozomu çok önemli rol oynar. Y – Kromozomundan parçaların kaybolması halinde hiç bir tam dişi meydana gelmez, buna mukabil cinsiyetin ara basamakları yani (Gynandromorphe) lar meydana gelir. Morfolojik özelliklere ait genlere şimdiye kadar Y kromozomunda rastlanmamıştır. Buna mukabil II – Kromozomunda ise siyah – beyaz yumurta rengi için bir gen lokusu mevcuttur.

Bu genin cinsiyetlerin daha yumurta devresinde birbirinden ayırt edilebilmesinde bir sinyal faktör olarak kullanılabilmesi için II – Kromozomunda bu genin lokalize olduğu küçük bir parçanın, siyah yumurta rengi için dominant allel olan (W) ile, Y – Kromozomuna nakledilmesi gerekir.

Bu translokasyonun elde edilebilmesi için evvelâ yumurta rengi bakımından heterozigöt olan dişiler (XY, Ww) radyasyona tabi tutulduktan sonra yumurta rengi bakımından homozigot resessif (XX, ww) olan bir erkekle geri melezlenmiştir. F<sub>2</sub> de meydana gelen yumurta renkleri ve gene aynı oranda meydana gelen cinsiyetlerde oran 1 : 1 şeklindedir. Çalışmanın devamı bakımından F<sub>2</sub> deki siyah dişiler önemlidir. Bunlar X – Kromozomunda od genini taşıyan beyaz erkeklerle geriye melezlenmiştir : od – od larvaları saydamdır. Cinsiyete bağlı soya çeken kalıtım neticesi «saydam olmayan» dişilerle (Od – Od) «saydam olan» erkeklerin melezlenmesinden «saydam dişiler» ile «saydam olmayan» erkekler meydana gelir ki, buna göre larva devresinde bütün erkekler ayırt edilebilirler.

Eğer arzu edilen translokasyon meydana gelmişse F<sub>2</sub> – Generasyonunda siyah dişilerin üç farklı tipi beklenebilir. F<sub>2</sub> deki siyah dişilerden oldukça

fazla bir miktarının, yukarıda bahsedilen geri melezlemede beyaz od – erkekleriyle melezlenmesinde elde olunan döllere içinde açılmanın hususiyetine göre translokasyon dişileri tanınabilirler.

Translokasyon tipi olmayanların verdiği açılma :

1 siyah od – ♀ : 1 beyaz od – ♀ : 1 siyah Od – ♂ : 1 beyaz Od – ♂ şeklinde olur.

Buna mukabil translokasyon tipleri sadece iki genotipe açılma gösterir : 1 siyah od – ♀ : 1 beyaz Od – ♂.

Görüldüğü gibi bu translokasyon tipi arzu edilen islah hedefine ulaşmak tadır. Siyah yumurtadan dişiler, beyaz yumurtalardan da erkekler çıkmaktadır. Siyah dişilerin beyaz erkeklerle melezlenmesinden daima aynı 1 : 1 oranındaki döllere meydana gelir, çünkü translokasyon neticesi siyah yumurtalar için sorumlu gen artık Y – Kromozomunda bulunmaktadır. Arzu edilen translokasyon tipi kontrole tabi tutulan 6523 F<sub>2</sub> dişisi içinde bir defa bulunmuştur. Bu demektir ki, bir dişinin beyaz od – erkekleriyle olan melezlemelerinden 6523 dölün kontrol edilmesi gerekmiştir. Y – Kromozomunun, eklenmiş II – Kromozomundan ayrılması çok ender olarak vukua gelmektedir.

Bundan sonraki islah çalışmalarının ödevi, translokasyon tipini, faydalı ekonomik özelliklerinin düzeltilmesine inhisar ettirmektir. Bu da islah değeri yüksek objelerde birçok defalar geriye melezleme sureti ile başarılıdır.

İpek elde olunması için koza yetiştirilmesinde siyah yumurtaların beyazlardan ayrılması lâzımdır. Yumurtaların birbirlerinden ayrılma işi bir fotoelektrik hücresi taşıyan özel bir alet yardımıyla olur. Yumurtalar bir band üzerinden geçerlerken bir ışık kaynağından aydınlatılırlar. Yumurtalar ışığı fotosele yansıtırlar. Elektrik akımı beyaz yumurtaların yansıtma kuvvetine göre ayarlanmıştır.

Siyah yumurtaların yansıtma durumunda ceryan çarpmasını 1000 defa daha kuvvetlendiren bir mekanizma faaliyete geçer. Bu suretle 1 – 2000 V ve 1mA lik bir kıvılcım meydana gelir ki, bunun neticesi siyah yumurtalarda bir delik açılır. Neticede yumurtada taze ağırlığının %30 oranında ağırlık azalması olur, ve yumurta kurur. Kurumuş siyah yumurtalarla beyazların birbirinden ayrılması rüzgâr yardımıyla olur. Bir saniyede elli yumurta bu alet yardımı ile tasnif edilebilmektedir.

Bu suretle başarılı bir translokasyon çalışması, auutosomlardan bir işaret geninin alınıp, cinsiyet kromozomuna lokalize edilmesi ve neticenin pratik – teknik olarak kullanılması Dr.TAZIMA ve mesai arkadaşlarının uzun yıllar yaptıkları denemeler sonunda tahakkuk etmiştir.

Anlatmak istediğimiz ikinci çalışma *Aegilops umbellulata* daki kahverengi pasa karşı resistensin heksaploid kültür buğdayına, *Triticum aestivum*, suni olarak meydana getirilen bir kromozom parçası translokasyonu yardımıyla aktarılmasıdır. Bu çalışma SEARS tarafından Columbia, Missouri de yapılmıştır. *Aegilops umbellulata* ile *T. aestivum* arasındaki melezlemeler her iki istikamette de yaşama kabiliyetinde tohum vermemektedir. Bu sebeple evvelâ bir köprüünün kurulması gerekmektedir. Bu da *T. dicoccoides* ile *Aegilops umbellulata* arasında bir amfidiploid bastardın elde olunmasıyla tahakkuk ettirildi. *T. dicoccoides*  $2n : 28$  kromozomlu, *A. umbellulata* ise  $2n : 14$  kromozomludur. Her iki türünde genom formülleri AABB ve  $C^u C^u$  şeklindedir. Her genom 7 kromozom tarafından temsil edilir. Amfidiploid bastard buna göre AABBC $^u C^u$  şeklinde formüle edilebilir ve  $2n : 42$  kromozoma sahiptir. Amfidiploid bu bastard pasa karşı dayanıklıdır ve herhangi bir güçlük olmadan aynı şekilde  $2n : 42$  kromozomlu olan *T. aestivum* ile melezlenebilir. *T. aestivum* un genom formülü AABBDD dir. Bunların ikisinin melezlenebilmesinden meydana gelen bastardın genom formülü AABBC $^u D$  şeklinde olacak ve 14 bivalent ile 14 univalent meydana getirecektir. Her iki türün A ve B genomları homolog olduklarından eşleşebilirler. Buna mukabil  $C^u$  genomunun 7 kromozomu ile D genomunun 7 kromozomu arasında, D – genomunun başka bir *Aegilops* türü olan *A. squarrosa*'dan gelmiş olmasına rağmen, homoloji eksikliği sebebi ile herhangi bir eşleşme olmaz. Redüksiyon bölünmesindeki univalent teşekkülü sebebiyle ortaya çıkan aksaklıklara rağmen, bastard her iki cinsiyette de oldukça fertildir. Bu sebeple *T. aestivum* ile geri melezlemeler yapılması mümkün olabilmıştır. Elde olunan döller içinde kahverengi pasa dayanıklı ve hassas olanlar aşağı yukarı aynı oranlarda meydana gelmiştir. Resistent bitkilerin sitolojik incelemeleri sonunda bunların hassaslara nazaran daha fazla sayıda *Aegilops* kromozomu taşıdıkları anlaşılmıştır.

Resistent bitkilerden 20 bivalent ve 3 univalent ihtiva eden bir tanesi (univalentlerden 2 si *Aegilops* kromozomu, üçüncüsü ise D genom kromozomlarından biri), bir defa daha *T. aestivum* ile geriye melezlenmiştir. Bu ikinci geri melezlemeden elde olunan 36 bitkiden 5 tanesi resistent olarak tesbit olunmuştur. Resistent bu bitkilerin sitolojik analizleri şu tabloyu vermektedir.

1	bitki	20	bivalent	ve	3	univalent	(2	Aeg.	1	buğday	krom.)
3	»	20	»	»	2	(1	»	»	1	»	»
1	»	21	»	»	1	»	(1	<i>Aegilops</i>	kromozomu).		

Son kategorideki bitki heksaploid kültür buğdayının tam teşekkülü genomlarının yanında kahverengi pasa karşı resistent genini taşıyan bir *Aegilops* kromozomunu da ihtiva etmektedir. Bu bitki üretilmeye devam edilmiştir. Verdiği döller 89 hassas : 30 resistent şeklinde açılma gösterirler. Resistent bitkilerin kromozom durumları şu şekilde gösterilebilir.

- 28 bitki 21 bivalent ve 1 *Aegilops* kromozomu  
 1 » 21 » ve 1 isokromozom (*Aegilops* kromozomunun uzun kolundan meydana gelmiştir).  
 1 » 22 » (yani bir çift *Aegilops* kromozomunu fazla olarak ihtiva etmektedir).

Aslında son kategorideki 44 kromozumlu kültür buğdayı bitkisi ile başarıya ancak kısmen erişilmiştir. Gerçi kahverengi pasa karşı dayanıklılık artık konstant olarak döle geçmektedir. Ve bitkiler tam rezistenttir ve erken olgunlaşmaktadırlar fakat bununla beraber sap ve başak kısalmış, fertilitite azalmış ve verim yetersiz bir durumdadır. Memnun edici olmayan bu neticelere varılmasının sebebini, *Aegilops* – kromozom çiftinin arzu edilen rezistens geninin yanında buğday genomu ile harmoni göstermeyen ve yukarda belirtilen gelişim aksaklıklarını meydana getiren genlerin mevcudiyetinde aramak lâzımdır.

Bu güçlüklerin ortadan kaldırılması ancak *Aegilops* kromozomunun parçalanarak sadece rezistens için olan gen lokusunu havi kromatin parçasının buğday kromozomlarından birine yerleştirilmesi suretiyle mümkün olur.

Arzu edilen translokasyonun başarıya ulaşması, rezistens geninin lokalize olduğu yere (nudo) geniş çapta tabidir. Rezistens geninin sentromerin yakınında veya kromozom kollarından birinin ucunda bulunması gibi. Rezistens geninin distal, yani bir kromozom kolunun en ucunda bulunması halinde basit bir kırılma ile bu gen, yanında fazla sayıda arzu edilmeyen gen olmaksızın, başka bir kromozoma yapışabilir. Rezistens geninin hemen yakınında bulunması halinde ise, bir kırılma sonun da pek tabii ki distal olarak bulunan bütün genlerde birlikte geleceklerdir ki bunun sonucunda arzu edilen başarıya erişilemez. Rezistens geninin sentromer yakınında bulunması halinde iki kırılma lüzumludur, ki kırılan parça sadece arzu edilen gen lokusunu ihtiva eden kromatin materyelini taşıyın, ve sadece bu küçük parça buğday kromozomuna eklensin. Tabii ki bu arada buğday kromozomuda basit bir kırılmaya uğramalıdır. Arzu olunan translokasyon için buna göre üç adet kırılma gerekir ki, bu nisbeten ender olan bir hadisedir.

Daha sonra yapılan sitolojik analizler rezistens geninin hakikaten sentromerin yakınında bulunduğunu göstermiştir. Bu demektir ki daha başlangıçta başarı şansı pek fazla gözükmemektedir. Başarı şansını arttırmak için araştırmacı, 21 bivalenti ve bir univalenti olan bitkileri radyasyona tabi tutarak isokromozom elde etmek yolunda gitmiştir. Bir isokromozom nedir ve bunda lehte olan nokta nedir ?

İsokromozom : kromozomun bir kolunun tam sentromerin yanından kırılması sonucu evvelâ ortaya telosentrik bir kromozom çıkar. Bu

kromozom erken bir devrede (meios bölünmenin profazında) iki kromatide ayrılır ve her iki kromatid birbirinden ayrılmayarak, 180° dönerek yeni bir kromozom meydana getirirler. Yeni kromozomun sentromeri buna göre tam ortadadır ve her iki koluda tamamen identiktir. Buna göre izokromozomda arzu edilen rezistens geni iki defa mevcuttur, ve translokasyonla buğday kromozomuna arzu edilen parçanın geçme şansı daha fazladır.

Daha önce de söylendiği gibi araştırmacı, 21 bivalent ve 1 isokromozom ihtiva eden bitkileri, redüksiyon bölünmesine başlamadan hemen evvel radyasyona tabi tutarak, bunlardan aldığı polen daneleri ile normal buğday bitkilerini tozlamıştır. Elde olunan 6091 döl arasında 132 tane rezistent bitki tesbit olunmuştur. Bunların sitolojik analizleri : 92 bitkinin izokromozomu hiç bir değişme olmaksızın muhafaza ettiğini, 40 bitkide ise izokromozomun parçalandığını ve kromozom parçalarının çeşitli şekillerde buğday kromozomlarına eklenmiş olduğunu göstermiştir. Mevcut translokasyonların çoğu basit kırılmalar sonunda meydana gelmişlerdir. Bu gibi yeni buğday *Aegilops* kromozomları ekseriya meiosede bozukluklar meydana getirmelerinden tanınmaktadırlar. Rezistensin polen tanesi yardımıyla döllere nakledilmeleri çok azdır. Yalnız beş bitkide transmission yüzdesinin yüksek olduğu tesbit olunmuştur. Bu bitkilerde arzu edilen *Aegilops* segmentinin buğday kromozomuna yerleşmiş olduğunu söyleyebiliriz. Yani burada interkalar bir translokasyon meydana gelmiştir. İki adet translokasyon bitkisinde yalnız 21 normal buğday ring teşekkülü ile tesbit olunmuş ve heteromorf bivalent çiftine hiç rastlanmamıştır.

### LİTERATÜR

KUCKUCK, H., 1958 : Vortäge für Pflanzenzüchter. 1. DEG. Frankfurt/Main

SEARS, E.R., 1956: The transfer of leaf rust resistance from *Aegilops umbellulata* to wheat. Brookhaven Szmp. Biol. 9, 1 - 22.