

MUTASYON VE RADYASYONUN BİTKİ ISLAHINDA KULLANILMASI

Hayrettin PEŞKİRCİOĞLU*

Mutasyon, kalıtım materyalinin (DNA, RNA, plasmid) fiziksel veya kimyasal yapısının dış veya iç nedenlerle değişmesi sonucu canlıdan meydana gelen kalıtsal değişimdir. Mutasyon terimi kromozomlardaki yapı değişikliğini, kromozom sayısı değişikliklerini ve genlerdeki değişimleri içerir.

Mutasyonlar çoğu kez zararlı olup doğal seleksiyonla canlı populasyonundan elenirler. Çok ender olarak ortaya çıkan yararlı mutasyonlar, eğer bir bitkide meydana geldiyse, onun değişen çevreye adaptasyonunu artırdığı gibi, insan veya hayvanlar için yararlılığını da artırabilir.

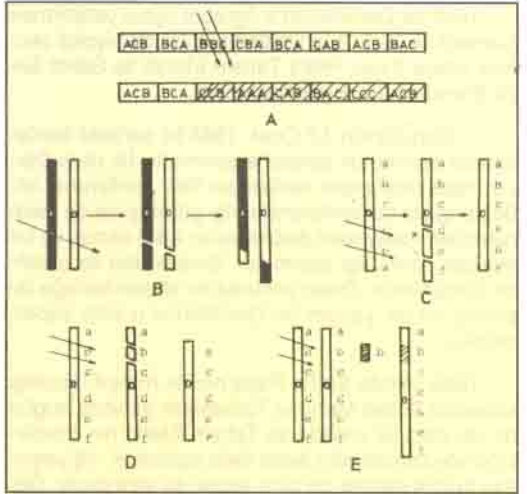
Kromozomlar, bir canlının bütün özelliklerini DNA çift sarmalındaki nükleotidlerin sıralanışı ile belirlerler. Bu sıralanıştaki bir değişiklik mutasyonla sonuçlanmaktadır. Aynı şekilde kromozomlarda radyasyon etkisiyle meydana gelen yapısal bozulmalar da kromozom mutasyonları ile sonuçlanır.

Kalıtım materyalinde normal rekombinasyonlarla meydana gelebilecek değişimler, mutasyonlarla ortaya çıkabilir. Bu nedenle mutasyonlar canlılardaki genetik çeşitliliğin en önemli kaynağı olup, şu anda var olan bütün canlı türlerinin evriminde en önemli rolü üstlenmiştir.

Kozmik ışınlar, yer yüzünün çeşitli bölgelerindeki doğal radyoaktivite, ani sıcaklık değişimleri, mitoz ve mayoz bölünme sırasında kromozomlarda meydana gelen beklenilmeyen değişimler ve bitkisel materyalde, örneğin tohumda yaşlanmayla artan çeşitli metabolizma ürünleri kalıtım materyaline etki yaparak spontan mutasyonlara neden olur.

Spontan mutasyonların meydana gelme oranı çok düşüktür. 10.000 arpa tohumundan spontan olarak 1-2 adet klorofil oluşturmamış (albino) fide çıkması beklenirken, gamma ışınları ile ışınlanmış 10.000 adet arpa tohumundan 15-20 adet albino mutant elde edilebilir. Görüldüğü gibi spontan olarak % 0,01 oranında ortaya çıkan klorofil mutasyonları, gamma ışınlanması ile % 0,2 oranına yükselir.

Yapay yollarla mutasyon yaratma çalışmaları 1927 yılında başlamıştır. ABD'li genetikçi H.J. Mül-

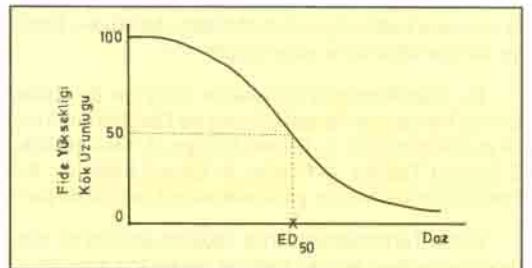


Radyasyonun meydana getirdiği genetik değişimler: (A) DNA'da üçlü kodonun değişmesiyle oluşan yeni diziliş (tarah), kromozom yapısında meydana gelen değişimler, (B) parça değişmesi, (C) ters dönme, (D) parça azalması, (E) parça çoğalması.

ler, *Drosophila melanogaster* sirke sineğini gittikçe artan X ışını dozları ile ışınlanmış ve dozun artmasıyla paralel olarak mutasyon frekansının arttığını bulmuştur. Müller, bu çalışması ile 1946 yılında Nobel Fizyoloji ve Tıp Ödülü ile onurlandırılmıştır. Aynı yıllarda L.J. Stadler, benzer sonuçları arpa ve mısır bitkisinde elde etmiştir.

Bu çalışmalar sonrasında mutasyon yaratmanın bitki ıslahında varyasyon elde etmek için geniş bir potansiyele sahip olduğu görüldü. Bitkilerin evrimi üç temel üzerinde yükselir. Bunlar, spontan mutasyonlar, melezlemeler ve doğal seçmedir. Bunlardan melezlemeler ve spontan mutasyonlar bitki türleri arasında çeşitliliğin artmasına, doğal seçme ise bu çeşitliliğin içinden ortama uyan tiplerin hayatta kalıp, türün devamlılığının sağlanmasına neden olur.

Bitki ıslahı da kontrollü bir evrim olayıdır ve bu üç temel unsurun bitki ıslahçısı tarafından yönlendirilmesi gerekir. Melezlemeler ve seleksiyonlar kontrol edilebilir; mutasyonların da çeşitli tipte mutagenler kullanılarak yaratılması ile bu evrim süreci tamamlanmış oldu.



Radyasyon dozuna bağlı olarak ortaya çıkan fizyolojik zarar.

* Ziraat Y.Müh. TAEK Ankara Nükleer Tarım Araştırma Enstitüsü Sarayköy-ANKARA.

İyonize edici radyasyon, biyolojik sisteme girdiğinde ortamdaki su moleküllerini polarize eder; bunun sonucunda hidrate olmuş elektronlar ve radikaller üretir. Eğer ortamda moleküler oksijen varsa, radyasyonun ortaya çıkardığı serbest radikallerle peroksiradikal bileşikleri oluşturur. Ortaya çıkan hidrojen peroksit biyolojik sistemde zehir etkisi yapar. Dolaylı etkiler de kromozom parçalanmasının bir sonucu olarak ortaya çıkar.

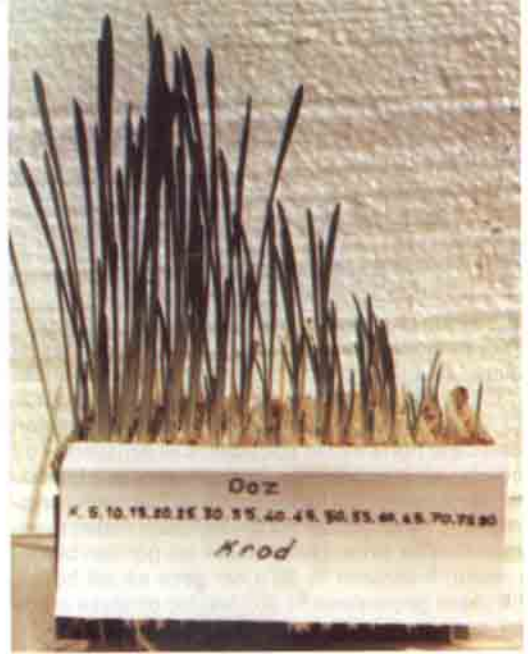
DNA'nın katı fazda veya solusyonda ışınlanması çok sayıda kimyasal değişime neden olur. Birbirleri ile halka yapı oluşturan DNA bazları peroksidlerin ortaya çıkması ile deamine olur ve dağılırlar. Alkol gruplarının oksidasyonu ile DNA'da karbon zinciri kırılır; bunun sonucunda çift sarmalda kopmalar olur. DNA'da tek zincir kırılması durumunda DNA molekülünün doğrusal bütünlüğü bozulmamış olacaktır. Karşılıklı zincirlerdeki kırılmalar birbirine yakınsa, çift zincir kırılması olacak ve molekül iki parçaya ayrılacaktır. Radyasyonun ortaya çıkardığı zararlar endonükleaz enziminin faaliyete geçmesi ile onarılır. Onarım süreci radyasyonun çeşidine göre değişir. Hangi çeşit mutagen olursa olsun, onarım işlemi söz konusu hücrenin özel bir enzim yapma tekniğine bağlı bulunmuştur. Hücre içindeki enzimler belirli genlerin fonksiyonları olduğundan, mutagenlerin mutasyon meydana getirme dereceleri, onarımı yapan enzimleri kontrol eden genlerin varlığı ile ters orantılıdır.

Radyasyona karşı her bitki türünün duyarlılığı farklıdır. Bu farklılık ışınlama ortamının sıcaklığına, ışınlamanın oksijenli veya oksijensiz bir ortamda mı yapıldığına, ışınlanacak materyalin su içeriği gibi çevresel faktörlere ve ışınlanacak türler arasındaki sitolojik farklılıklara, kromozom hacimleri gibi biyolojik faktörlere bağlıdır.

Mutasyon yaratmak amacıyla radyasyon uygulandığında, bitkisel materyalde ışınlamanın dozuna bağlı olarak, çok yüksek fizyolojik zarar (% 90 ölümcül) ve düşük mutasyon frekansı meydana gelebileceği gibi, yüksek mutasyon frekansı ve düşük fizyolojik zarar da meydana gelebilir. Bitki ıslahçısının istediği, yüksek mutasyon frekansı ve düşük fizyolojik zarardır. Bu sonucun elde edilebilmesi şanslı ışınlamanın etkili dozda yapılması ile sağlanabilir.

Işınlama dozu ile ışınlanan tohumlardan elde edilen fidelerin yüksekliği ve kök uzunluğu vb. değerleri arasında, Şekil 1'de gösterilen model eğri gibi bir ilişki ortaya çıkmaktadır. Bu grafikte X eksenindeki özellikli % 50 oranında azaltan radyasyon dozu etkili doz (ED_{50}) olarak kabul edilir. İslah amaçlı bir çalışmada, ışınlamanın bu dozun \pm % 20 alt ve üst sınırlarında yapılması, mutasyon frekansının en üst seviyede elde edilmesi için önerilmektedir.

Işınlandıktan sonra ekilen tohumlarda bitki ıslahçıları ve genetikçileri ilgilendiren 3 sonuç ortaya çıkar. Bunlar, fizyolojik zarar, gen mutasyonları ve kromozom mutasyonlarıdır. Fizyolojik zarar, tohumun ekildiği birinci generasyonda (M_1) ortaya çıkar.



Arpa tohumlarının 5-80 krad dozda ışınlanması sonrasında elde edilen fidelerde artan radyasyon dozlarının fizyolojik zararı.

Fizyolojik zarar, fide yüksekliği, kök uzunluğu, bitkide başak sayısı, başakta dane sayısı, sterilite oranı, bitkilerin hayatta kalma oranı bazında hesaplanır.

Kromozom mutasyonları M_1 ve sonrası generasyonlarda belirlenebilirken, gen mutasyonları çoğunlukla resesif olduğundan, değişik fenotiplerin ve gen mutasyonlarının ortaya çıkması M_2 generasyonunda mümkün olabilir. Bu değişikliğin bir mutasyon mu yoksa bir modifikasyon mu olduğu M_3 generasyonunda yapılacak döl kontrolü ile ortaya çıkar.

Bitki ıslahçısı, M_2 generasyonunda ortaya çıkan varyasyondan, ıslah amacına uygun tek bitkiler seçer. Seçilen tek bitkiler, 6-7 yıllık bir ıslah sürecinden geçirilerek yeni bir çeşit olarak sunulur.

Mutasyon ıslahı yoluyla 1950 yılından günümüze kadar başta süs bitkileri olmak üzere tahıllar, baklagiller, endüstri bitkileri ve meyve ağaçları olmak üzere toplam 1300 adet çeşit geliştirilmiştir. Yurdumuzda ise TAEK Ankara Nükleer Tarım Merkezi'nde 1984 yılında başlayan mutasyon ıslahı çalışmaları soya, tütün, pamuk, arpa, mercimek ve kolza bitkilerinde sürdürülmektedir.

Dünyanın en güç işi bir şeyin nasıl yapılacağını bilirken, başka birinin nasıl yapamadığını ses çıkarmadan seyretmektir.

T.H.White