

BİTKİ ISLAHINA BİYOTEKNOLOJİK YAKLAŞIM

Mahmut TÖR*

Yabani bitkilerin ıslah edilmesiyle başlayan tarım, daha sonra bu alandaki tekniklerin gelişmesiyle günümüze kadar ulaşmıştır. Bu zaman esnasında, bitki ıslahı ve diğer uygulamalı bitki bilimlerindeki gelişmeler, bitkilerin yeni alanlara adaptasyonunu sağlayarak ekim alanlarını genişlettiği gibi, insanlığa yeni besin kaynakları da kazandırmıştır. Ne yazık ki, açlık ve yetersiz beslenme, hâlâ günümüzün problemini oluşturmaktadır. Zira ilâçların topraktaki ve sudaki kalıntıları çevre kirliliğini oluştururken, aşırı ve bilinçsiz sulama sonucu toprak tuzluluğu artmakta ve sonuçta en verimli topraklar kullanılamaz hale gelmektedir. Böyle durumlarda ise bitki ıslah ve iyileştirme çalışmaları daha fazla önem kazanmaktadır. Geleneksel yolla yapılan bitki ıslah çalışmaları, genelde bir bitki popülasyonunda genetik çeşitliliği artırarak, seleksiyon yöntemiyle istenilen karakterlerin seçilmesine dayanmaktadır. Bir ıslahçının esas amacı bitki türlerine göre değişmekte ise de genel olarak ana hatlarıyla şunları içermektedir: 1- Verimi ve ürünün kalitesini artırmak; 2- Hastalıklara ve zararlılara karşı dayanıklılığı sağlamak; 3- Kuruçluk, tuzluluk ve aşırı sıcaklık gibi çevre şartlarına toleransı artırmak; 4- Ürünün hasadını kolaylaştırmak ve 5- Depolama sırasında kalitenin muhafazası gibi hasat sonrası istenilen karakterleri iyileştirmek.

Bitki ıslahçıları istenilen bu karakterlerin elde edilmesinde çok büyük başarılar sağlamışlarsa da, çalışmalar esnasında bitkilerin fizyolojik ve genetik karakterlerinden ortaya çıkan çeşitli sorunlarla karşılaşmaktadırlar. Bunlar kısaca şu şekilde özetlenebilir: 1. *Genetik bağlantı*: Kromozomlar üzerinde birbirine çok yakın lokuslarda bulunan genler, yeni generasyonlara birlikte ve yüksek bir oranda taşınmakta ve bu da istenilmeyen durumlara yol açmaktadır. Örneğin istenilen bir karakteri kodlayan gen, istenmeyen bir genle birlikte yeni kuşağa geçebilmektedir. Geleneksel bitki ıslahı, genelde tüm genetik materyalin bir bitkide toplanmasına ve sonunda istenmeyen karakterleri kodlayan genlerin elimine edilmesine dayanmaktadır. Dolayısıyla istenilen tek bir genin, tüm özelliklerinin tamamıyla bilinen elit bir bitki çeşidine aktarılması büyük bir önem arz etmektedir.



Resim 1: Suni ve steril bir ortamda yetiştirilmiş toprağa şaşırtılmaya hazır bitkicikler.

2. *Birden fazla gen tarafından kontrol edilen karakterler*: Meyve yapısı, bitki yüksekliği, tohum ebadı gibi önemli karakterler birden fazla gen tarafından etkilanmekte ve bunların manipulasyonları normal ıslah metotlarıyla çok zor olmaktadır. 3. *Mutasyonlar*: ıslah popülasyonlarında tesadüfen veya bir etken sonucu ortaya çıkan mutasyonlar faydalı karakterlerin ortaya çıkmasında rol oynamışlarsa da, genelde istenilen sonucu vermemekte veya başarı oranı çok düşük olmaktadır. 4. *Zaman süresi*: Geleneksel ıslah çalışmaları tekrar tekrar geriye melezleme ve seleksiyon işlemlerine dayandığı için 8-10 yıl gibi uzun bir zaman almaktadır. *Genetik havuzun büyüklüğü*: Üretici çiftçi, genelde tüketicinin isteği üzerine hareket etmekte, dolayısıyla verimi ve kalitesi yüksek olan, sınırlı sayıdaki bilinen bir bitki çeşidine yönelmektedir. Bu da, bir bitki ıslahçısına gerekli olan mevcut genetik havuzu daraltmaktadır. Sonuç olarak, ıslahçı, değişen çevre şartlarına, ortaya çıkan yeni hastalık ve zararlılara karşı uygun gen kaynağı bulmakta büyük bir zorluk çekmektedir. Bunlara ilaveten, farklı bitki türleri arasında melezleme yapılamadığı için, ıslahçı başka bir bitki türünde bulunan istediği yeni bir karakteri kendi bitkisine aktaramamaktadır.

İşte bütün bu sorunlar, son 10-15 yıl içerisinde büyük bir hızla gelişme gösteren ve genel olarak "Bitki Biyoteknolojisi" adıyla bilinen *in vitro* tekniklerinin yardımıyla çözüme kavuşturulabilir. Biyoteknolojik teknikler, hiçbir zaman normal yolla yapılan ıslah çalışmalarını ortadan kaldırmayı amaçlamayıp, aksine ıslahçıya amacına ulaşmasında yardımcı olmaya çalışır.

* Dr., Department of Biochemistry and Biological Sciences Molecular Biology Lab, Wye College (University of London) Wye, Ashford, Kent TN25 5AH İNGİLTERE.

İşte bu yazının amacı, bitki biyoteknolojisinin kapsamına giren, doku kültürleri, moleküler biyoloji ve hücre genetiği tekniklerini son gelişmeleriyle birlikte vermek ve bir bitki ıslahçısına hangi aşamada yardımcı olabileceğini açıklamaktır.

DOKU KÜLTÜRLERİ TEKNİKLERİ

Klonal Çoğalma:

Bu tekniğin kullanımında, önce istenilen karakterleri taşıyan bir ana bitki seçilir. Daha sonra bu bitkiden uygun bir parçacık alınarak, steril şartlarda ve suni bir besin ortamında çeşitli hormonlar vasıtasıyla çok sayıda yeni sürgünler elde edilir. Bu sürgünler yine aynı ortamda köklendirildikten sonra (Resim 1) toprağa şaşırtılır. Bitki parçacığının seçimi, bitki çeşidine göre değişmekte ise de genelde küçük bir meristem (Resim 2) de kapsayan sürgün ucu veya sadece meristem dokuyu içermektedir. Bu tekniğin kullanılmasıyla, bir bitkiden çok kısa bir zaman içerisinde yüzbinlerce yeni bitkicikler elde etmek mümkündür. Örneğin tek bir bitki parçacığından altı ay içerisinde 650 000 adet yeni bitki elde edilebilmiştir.

Ayrıca, meristem kültürün kullanılması virüslerden arındırılmış, hastaliksız seçkin bitkilerin elde edilmesine de yardımcı olmaktadır. Bazı bitkilerde meristem dokuda iletim borularının olmaması nedeniyle virüsler bu dokulardaki hücrelere girememektedir. Bazı durumlarda da meristematik hücrelerin çoğalma hızı, virüslerin hareket hızlarından daha fazla olmaktadır. Bu nedenle de meristematik bölge virüsleri içermektedir. Böyle bir durumda virüslü bir bitkinin meristeminin kullanılmasıyla virüslerden arı, hastaliksız bitkiler elde edilebilmektedir. Bu teknik, sertifikalı tohumluk patates elde edilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak bu tekniği her bitkiye kullanmak mümkün değildir. Bazı bitkilerin meristematik hücreleri virüsleri taşımaktadırlar. Dolayısıyla böyle bitkilerde meristem kültürü istenilen amacı vermemektedir.

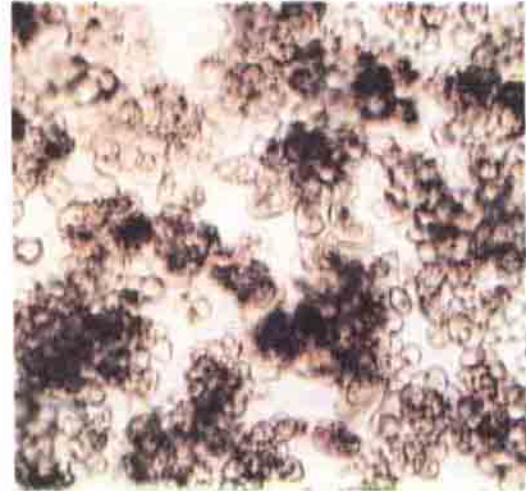
Sonuç olarak, bu teknik bir bitki ıslahçısına şu alanlarda fayda sağlayabilir: a) Virüs gibi hastalık etmenlerinden arındırılmış ana bitki materyali elde edilebilir; b) ıslahçının elde ettiği ana bitki materyali çok kısa bir zaman içerisinde hızla çoğaltılabilir; c) hızlı çoğaltım için çok fazla bitki materyali yerine, birkaç tane sürgün ucu materyali suni ortamda çoğaltmayı başlatabilmek için yeterli olabilir; d) bitkinin çoğaltım işlemi mevsimlere bağlı kalmayarak, bütün yıl boyunca devam ettirilebilir; e) elde edilen seçkin bitkiler ıslahçıdan üreticinin eline daha çabuk geçebilir.

Hücre Kültürü:

Bir bitki parçacığından yine suni ortamlar kullanarak serbest halde bulunan hücrelerin oluştuğu kültürler elde edilebilir (Resim 3). Bitkinin yaprak, kök, meristem gibi dokularından elde edilen hücreler somatik hücreler olarak bilinir. Bu hücreler daha sonra hormonlar vasıtasıyla embriyolara dönüştürülebilir ki, bunlara da **somatik embriyo** adı verilir. İşte bu embriyoların bitkiciğe dönüştürülmesi, yani rejene-



Resim 2: Meristem dokuyu da içeren bir sürgün ucu. Meristem okla gösterilmiştir.

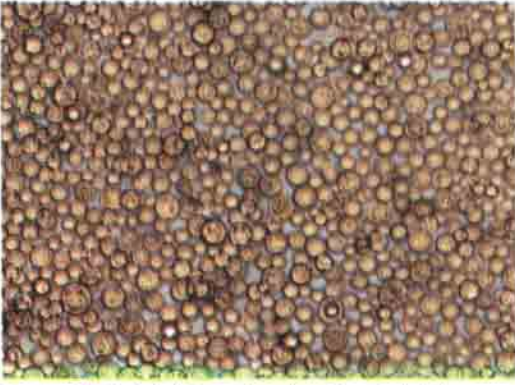


Resim 3: Suni ortamda yetiştirilen hücre kültürü.

stasyonu, en hızlı çoğaltma şeklini oluşturmaktadır. Günümüze kadar birçok bitki türünde bu metodu kullanarak çoğaltma sağlanmış bulunmaktadır. Bu bitkilere örnek olarak patates, tütün, pamuk, bezelye, turuncgiller, çeltik, arpa, mısır, havuç, domates, fasulye, hıyar, lahana, biber, patlıcan ve marul gösterilebilir. Bu teknik özellikle tohumları zor bulunan veya tohum oluşturmayan bitkilerin çoğaltılmasında çok büyük bir rol oynayabilir. Ayrıca somatik embriyolar madeni yağ, jel gibi maddelerle kaplanarak doğrudan toprağa aktarılabilir; yani **sunî tohum** olarak kullanılabilir. Somatik embriyolar daha sonra açıklayacağımız şekilde bitkilere gen naklinde, genetik transformatasyonda da çok fazla kullanılan bitki materyallerinden birini oluştururlar.

Protoplast Kültürü ve Somatik Hibridizasyon

Hücrelerin duvarları çeşitli enzimler vasıtasıyla yok edilerek, çıplak hücre de diyebileceğimiz pro-

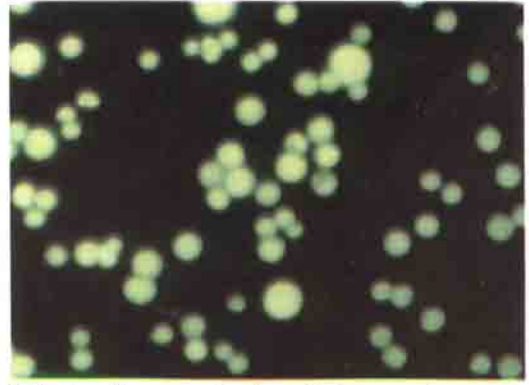


Resim 4: Çıplak hücre diye de adlandırılabilen protoplast kültürü. a) Protoplastların izolasyondan hemen sonraki görünümü;

toplastlar (Resim 4a ve 4b) elde edilebilir ve her bitki türünden ve çeşidinden protoplast elde etmek mümkündür. Ayrıca, yine bu çıplak hücrelerden tüm bir bitki, rejenerasyon, elde edilebilir. Günümüze kadar birçok bitki türünden protoplastların kullanılmasıyla yeniden bitkiler elde edilmiştir. Protoplastların kullanılması, bitkilerin ıslahında başka bir alternatif getirmiştir. İki farklı bitki genotipi, türü veya cinsinin somatik hücrelerinden elde edilen protoplastların, çeşitli kimyasal maddeler veya elektrik akımı altında füzyonu, somatik hibridizasyonu, sağlanabilir ve elde edilen bu füzyonların rejenerasyonu sonucu yeni melez (hibrit) bitkiler elde edilebilir. İlk bakışta, seksual uyumsuzluk gösteren bitki tür veya çeşitleri arasında kullanılabilir bir teknik olarak gözükse de, bu zamana kadar sayılabilecek kadar çok az bitki türünde füzyonlar gerçekleştirilebilmiştir. Beş on yıl öncesine kadar ıslahçılara çok cazip gelen füzyon tekniği, çeşitli nedenlerden dolayı önemini büyük ölçüde kaybetmiştir. Bu nedenler arasında şunlar sıralanabilir: 1- Elde edilen hibrit hücrelerin rejenerasyonun çok zor veya çok düşük oranda olması; 2- farklı türler arasında oluşan füzyondan elde edilen hibrit bitkilerin sonuçta steril olması (tohum bağlamaması); 3- geleneksel yolla yapılan ıslah çalışmalarında görülen genetik bağlantının burada da söz konusu olması. Bunlara nazaran, protoplast tekniği erkek kısırılık gösteren bitki elde etmede (aşağıda açıklandığı gibi) ve daha sonra anlatacağımız genetik transformasyon metotlarında daha fazla kullanılan başka bir alternatif bitki ıslahçısına sunmaktadır.

Somaklonal Varyasyon

Kültüre alınmış hücre veya dokulardan elde edilen bitkiler ana bitki ile karşılaştırıldığında, çeşitli morfolojik ve genetik farklılıklar göstermektedir. İşte bütün



b) İzole edilen protoplastların bir kısmının boyanarak canlılıklarının belirlenmesi.

bu farklılıklar ve değişiklikler **somaklonal varyasyon** olarak bilinmektedir. Somaklonal varyasyonun oluşumunda çeşitli mekanizmalar rol oynamaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir; a) suni ortamda kültür esnasında kromozomal DNA'nın yeniden düzenlenmesi; b) tüm bir kromozomun veya belirli bir miktarda genetik materyalin kaybolması; c) bazı bitkilerde, örneğin mısır ve aslanagözü, yer değiştirebilen (transposable) genlerin bulunması; d) genlerin sayılarının artması veya azalması; e) sayılan bu sebeplerin birlikte ortaya çıkması. Somaklonal varyasyon bir ıslahçının amacına uygun bir şekilde oluşabileceği gibi, hiç istenilmeyen karakterlerin de ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Örneğin hastalıklara dayanıklılık çok istenilen bir karakterdir. Somaklonal varyasyon vasıtasıyla şeker kamışı, tütün, patates, çeltik ve mısırdaki hastalıklara dayanıklı bitkiler elde edilebilmiştir. Ancak dayanıklı bitkilerde eldeki mevcut karakterlerden bazıları kaybolmuştur. Örneğin patatete yumrular sivrileşmiş dolayısıyla makine ile hasatta önemli zorluklar ortaya çıkmıştır. Bunlara ilaveten dayanıklı bitkilerin bazılarının birkaç nesil sonra dayanıklılığını kaybettiği gözlenmiştir. Görüldüğü gibi bu alanda her ne kadar olumlu gelişmeler kaydedilmişse de, somaklonal varyasyon çalışmaları bir bitki ıslahçısına tam istediğini verememiştir. Çünkü amaç, karakterleri çok iyi bilinen bir bitkiye yeni bir karakter kazandırırken, eldeki karakterleri değiştirmek veya kaybetmemektir. Böyle bir amaca da somaklonal varyasyon tekniği ile değil gen nakli veya genetik transformasyon tekniği ile ulaşmak mümkündür.



Resim 6: Anterleri bulunmayan, erkek kısır, bir bitki çiçeği.

Genetik Materyalin (Germplasm) Uzun Süreli Muhafazası

Bitki ıslahında çok büyük bir yeri olan genetik çeşitlilik, yukarıda açıklanan bazı nedenlerle azalmakta veya ortadan kaybol-

Resim 5: Pollen tozlarının üretiminden sorumlu anter organları.



maktadır. Nesli azalan veya azalmaya yüz tutmuş bitki türleri, genelde ya botanik bahçelerinde veya çeşitli araştırma istasyonlarında tarla koleksiyonları halinde devam ettirilmektedir. Bitki doku kültürleri teknikleri işte bunlara bir alternatif sunmakta ve önemli bitki türlerinin uzun yıllar boyunca çok az bir alanda, küçük bir odada saklanmasına imkân tanımaktadır. Başlangıçta, sunî besin ortamında gelişen bitkilerin sürgünleri kesilip yine taze besin ortamına konarak (alt kültüre alarak) bu bitkilerin muhafazası yoluna gidilmekteydi. Ancak, alt kültüre alım esnasında bitkilerin ve ortamın mikroorganizmalarla buluşmasından, yapılan işlemlerin çok zaman, emek ve maliyet getirmesinden dolayı, bu alanda yeni gelişmelere yönelinmiştir. Günümüzde, toplanılan bitki materyalleri, germplazmlar, kontrollü şartlar altında bitki metabolik aktivitesi durdurularak veya yavaşlatılarak uzun süre saklanılmaktadır. Germplazm olarak küçük sürgün uçları, somatik hücrelerden elde edilen embriyolar, bazı bitkilerde tohumlar, tohumlardan izole edilen zigotik embriyolar ve somatik embriyo oluşturmaya yatkın hücre kültürleri kullanılmaktadır. Muhafaza tekniği olarak da, derin dondurma (-196°C), kurutma, bir jel içerisine alma, büyüme ve gelişmeyi engelleyen kimyasallar veya madeni yağlar kullanılmaktadır. Dolayısıyla, bu tekniğin kullanılmasıyla, bir bitki ıslahçısının uzun zaman sonunda elde ettiği önemli bitki çeşitleri ve ıslahçı için gerekli olabilecek materyaller senelerce saklanılabilecek ve istenildiği zaman depolardan çıkartılıp kullanılabilirler.

Sunî Ortamda Dölleme ve Olgunlaşmamış Zigotik Embriyonun Kurtarılması

Çeşitli bitki cinsleri ve türleri içerisinde çiçeklerde tozlaşma görüldüğü halde, çeşitli sebeplerden dolayı döllenme meydana gelememektedir. Meselâ dışı üreme organına ulaşan polen tozları çimlenmekte, fakat oluşan çimlenme borusu embriyo keseciğine ulaşamamakta ve sonuçta döllenme yani zigotik embriyo meydana gelememektedir. Buna ilaveten bazı bitki türlerinde döllenme olmakta fakat oluşan

tohumda ya embriyo veyahut da onu çevreleyen besleyici doku, endosperm, bulunmamaktadır. Dolayısıyla tohum olduğu halde, tohum çimlenememektedir. Böyle bir durumda da ıslahçının uzun zaman harçayarak elde ettiği bitkinin tohumları hiçbir işe yaramamaktadır. İşte böyle hallerde doku kültürleri tekniklerinin kullanılması bir çeşit avantaj sağlamaktadır. Erkek çiçeklerden toplanılan polen tozları laboratuvarında tüpler içerisinde çimlendirilerek, çimlenme borusu yine tüp içerisine alınmış dişi çiçeğin embriyo keseciğinin üzerine doğrudan yerleştirilerek tüp içerisinde döllenme sağlanabilmektedir. Elde edilen zigotik embriyo, yine sunî ortamda rejenerasyon yoluyla bitkiciğe dönüştürülebilmektedir. Döllenmenin olduğu fakat endospermin gelişmediği tohumlarda ise embriyo kurtarılmasına gidilmektedir. Tohumlar tam olgunlaşmadan çok küçük olan embriyoları mikroskop altında tohumun diğer kısımlarından ayrılacak yine sunî ortamda kültüre alınmaktadır. Daha sonra bunlar çimlendirilerek yeni bitkiler elde edilmektedir.

Erkek Kısırlık

Hastalıklara dayanıklılık, yüksek verim ve çevre şartlarına adapte olabilmek özellikleri göz önüne alındığında, hibrit bitkiler ebeveyn bitkilerden genelde daha iyi bir performans gösterirler. Bu performans genelde **heterosis** veya **melez azmanlık** olarak bilinmektedir. Günümüzde hibrit tohum üretiminde erkek kısırlık gösteren bitkilerin kullanılması büyük bir önem arz etmektedir. Bitkilerde polen tozları anter ismi verilen organlarda oluşur (Resim 5). Erkek kısırlık gösteren bitkilerde ya bu anter organları bulunmamakta (Resim 6) veyahut da bu organlar işlevini kaybetmiş halde bulunmamaktadır. Böyle durumlarda da bu bitkiler polen tozları üretememektedir; dolayısıyla bu bitkilerde kendine döllenme meydana gelmez. Böyle bitkilerde tohum, sadece erkek kısırlı olmayan komşu bir bitkiden gelen polen tozları ile döllenme sonucunda oluşur. Bu yolla elde edilen tohumlar, genelde homojen F1 hibritleridir.

Geleneksel yolla yapılan bitki ıslah çalışmalarında erkek kısırlık gösteren elit bir bitkinin elde edil-

GİZLİ HABERLEŞME KUANTUM KRİPTOGRAFİ ALETİ

Temmuz 1992'de başlatılan bir çalışmayla matematiğin ulaşamadığı düzeyde şifreleme başarısını kuantum mekaniği, ışık kuantumları olan fotonlarla sağlıyor. Heisenberg belirsizlik kuralına dayanan bu şifreleme sisteminde her türlü düşmanın ya da karşıtın çözemeyeceği bir güvenilir kodlama yapılmaktadır.

2500 yıldır örnekleri bulunan gizli haberleşme ve şifreleme tarihin her döneminde çok önemli işlevler yerine getirmiş ve çok önemli olayların gelişmesini etkilemiştir. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri'ni Birinci Dünya Savaşı'na girmeye zorlayan da böyle gizli şifrelenmiş bir mesajın açığa çıkması olmuştur.

İşte bu sıralarda Amerika Birleşik Devletleri PTT sinde görevli Gilbert S. Vernam ile Amerikan Ordusunda görevli Binbaşı Joseph O. Mauborgne düşmanlarınca çözümlenemeyecek bir şifreleme sistemi geliştirdiler. Vernam şifresi denen bu sistemde, şifre ile anahtar aynı uzunlukta ve blok halinde bulunuyor ve ancak bir kez kullanılıyor. Şifre anahtar blok halinde şifreyi taşıyana verilmekte ve şifre bloğunun yaprakları bir kez kullanıldıktan sonra yok edilmekteydi. O sıralarda kullanışlı sayılan ancak çok yer tuttuğu için çok uzun bulunan bu şifreleme yerine diplomatlar ve gizli haberleşme yapan kişiler daha kısa ve kolay yöntemler kullandılar. Almanların ve Japonların İkinci Dünya Savaşı'nda çok ağır bir yenilgi almalarında şifreleme sistemlerinin karşı devletlerce kolayca çözülmesi çok etkili oldu. Bu arada gizli şifreleme bilgisayarı geliştirdi. Bilgisayar ise giderek daha hızlı ve güvenilir şifrelemede kullanılır oldu. Kriptoloji adında şifreleme bilgileri özellikle 70'li yıllarda Kaliforniya'nın Stanford Üniversitesi'nden Whitfield Diffie, Martin E. Hellman ve Ralph C. Merkle kamuya açık kriptosistemleri ilkelerini açıkladıktan sonra (public - key cryptography, PKC) gelişmeler hızlandı. 1977 yılında Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nden (MIT) Ronald L. Rivest, Adi Shamir ve Leonard M. Adleman bu sistemin uygulamaya alanlarını geliştirdiler. Ancak daha kesin ve kullanışlı sistem arayışları da sürmekteydi. 1970'lerde Columbia Üniversitesi'nden (New York) Stephan J. Wiesner klasik fizikle mümkün ol-

mayan, ancak kuantum etkisiyle işleyen "çekilmiş simgelem: conjugate coding" adını verdiği bir yeni sistem geliştirdi. Ancak Wiesner'in çalışması 1983 yılına kadar yeterli ilgiyi görmedi. Bu arada Bennett ve Brassard adlı araştırmacılar kamuya açık "simgeleme ile Wiesner'in yeni kuantum tekniğini bağdaştırmaya çalıştılar. 1991 yılında çok güvenilir şifreleme sağlayan kuantum mekaniğine dayanan cihaz yapıldı. Burada verici kısmı polarize edilmiş ışığı ölçümleyerek gizli bilgileri güvenilir biçimde iletmede kullanıyor. Işık yoğunluğu öyle seçiliyor ki, her onuncu ışık darbesi bir foton tarafından aktarılabilmektedir. Böylesine güvenilir şifreleme olanağı bulunca bu sistemi kullanan diplomatlar, bankacılar, mühendisler, ordu ve emniyet görevlileri, şifrelenmiş mesajlarını açıkça vermekte hatta gazete ilanları şeklinde vermekte ancak şifreyi çözecek anahtar çok gizli iletilmektedir. Yeni yöntem geliştirilirken, hâlâ Moskova ve Washington arasında Vernam şifre sistemi kullanılıyor. Ticari şifrelemede ise kısa adı DES olan Data Encyripton Standard kullanılıyor. Buysa gizli 56 bit anahtar olan ve çok fazla haberleşme mesajı için belirli bir süre geçerli olan bir sistem. Ancak bu tür sistemlerin alıcısına ulaşmadan ele geçirilerek çözümlenmesi tehlikesi bulunuyor.

GİZLİ ŞİFRELEMEDE YENİ YÖNTEM: KUANTUM MEKANİĞİ

Klasik fizikte olduğundan farklı bir şekilde kuantum kuramına göre verici tarafından bir ışık polarizasyonu filtresi kullanmak suretiyle fotonlara bilgiyi yüklemek ve alıcı tarafından bu bilgiyi çözerek mesajı deşifre etmek mümkün oluyor. Yatay polarize olmuş fotonlar kalsit kristalinden geçirilerek değerlendiriliyor. Tüm bu çabalar yalnızca gizli iletişimi en güvenilir biçimde gerçekleştirilebilmek için. İnsanlık bir gün her türlü sorununu kaynağını oluşturan savaşları, yapay rekabet ortamlarını ortadan kaldırırsa, artık gizli iletişime de gerek kalmayacak.

Spektrum der Wissenschaft Aralık 1992'den çev.: Doç. Dr. A. Tamer ÜRÜM

mesinde, 5-6 yıl gibi uzun bir zaman alan geriye melezleme metotları kullanılmaktadır. Bitki doku kültürleri teknikleri her alanda da ıslahçıya yardımcı olabilmektedir. Erkek kısırılık genelde hücre çekirdeği (nükleer erkek kısırılık) ve sitoplazmadaki (sitoplazmik erkek kısırılık) mitokondrielerde bulunan genler arasındaki ilişkiler sonucunda ortaya çıkmaktadır. Protoplast füzyon tekniği kullanılarak bir bitkiden diğer bir bitkiye erkek kısırılık aktarılabilmektedir. Örneğin, erkek kısırılık karakteri *Nicotiana tabacum*'dan *Nicotiana glauca*'ya bu yolla aktarılmıştır. *N. tabacum* protoplastları önce x-ışınları ile radyasyona tâbi tutulmuş, dolayısıyla nükleer DNA parçalanarak işlemeze hale getirilmiştir. Daha sonra *N. glauca* protoplastları ile füzyon edilerek fonksiyon gösteren mitokondrial DNA, dolayısıyla sitoplazmik erkek kısırılık aktarılmıştır. Elde edilen hibrit protoplastlar yeni bitkilere dönüştürüldüğünde, bitkilerin çiçeklerinde

pollen tozları gelişmemiştir. Bu tip çalışmalar, dünyadaki birçok laboratuvarlarda rahatlıkla diğer bitkilerde de, örneğin mısır bitkisinde gerçekleştirilmekte ve özellikle büyük tohum firmaları tarafından çok kullanılmaktadır. Son iki yıl içerisinde ise erkek kısırılığa sebep olan gen izole edilerek diğer bitkilere de aktarılmıştır. Bu da geleneksel yolla yapılan geriye melezlemeyi ortadan kaldırdığı gibi, ıslah çalışmalarına da büyük bir katkı sağlamıştır.

Görüldüğü gibi, bitki doku kültürleri teknikleri, bitkilerin ıslahında ve tarımsal özelliklerinin iyileştirilmesinde büyük bir rol oynadığı gibi, ıslah gerçekleştirilmiş ve istenilen düzeye eriştirilmiş bitki materyallerinin de hızla üretilerek, elit bitki bekleyen üretici çiftçiyi bir an önce ulaşmasında yardımcı olmaktadır. Bunlardan başka, bitkilerin genetik transformasyonu esnasında çok kullanılan metotlardan birini oluşturmaktadır.