

PAMUKTA ÇOK YÖNLÜ DAYANIKLILIK ISLAHI

Aydın ÜNAY¹, Hüseyin BAŞAL¹

ÖZET

Pamuk üretiminde biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı dayanıklılık önemli bir yere sahiptir. Söz konusu stres faktörlerinden kaynaklanan kayıplar, verim ve lif kalitesinde önemli azalmalara neden olmakta ve üretim maliyetini artırmaktadır. Bu nedenle, yüksek verimli, erken olgunlaşan, kuraklık ve tuzluluğa toleranslı, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı, stabil ve geniş adaptasyon yeteneğine sahip çeşitler geliştirmek pamuk ıslahının ana hedeflerinden biri olmuştur. Bu doğrultuda, pamukta çok yönlü dayanıklılık ıslahı kavramı geliştirilmiştir. Bu kavram, tohum koşulları, bakteriyel yanıklığa dayanıklılık ve diğer hastalıklara dayanıklılık genleri arasındaki ilişkileri içermektedir.

Multi-Adversity Resistance System (Mar) In Cotton

ABSTRACT

Genetic resistance to biotic and abiotic stress factors is of critical importance in cotton production. Losses due to stresses in cotton cause significant reduction in yield and quality of lint and seed and increase production costs. The primary objective of programs for genetic improvement of resistance to stresses in cotton is to develop cultivars that are resistant to one or more pests, while improving or maintaining their basic agronomic characteristics, yield and fiber quality. A major focus will be on the concepts and procedures of breeding for multi-adversity resistance (MAR) in cotton. The techniques and procedures that evaluated in to the MAR program originated in information gathered on seed condition, bacterial blight, and genetic interrelationships among genes for resistance to several diseases.

GİRİŞ

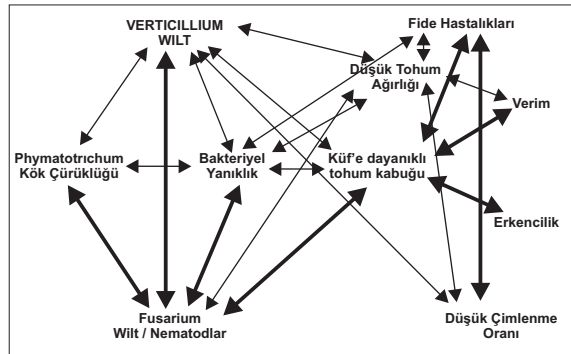
Tarımı yapılan birçok önemli bitkide (mısır, soya, buğday, pamuk, domates vb.) stres faktörleri nedeniyle genetik potansiyellerinin ancak % 50'si kadar verim alınabildiği bildirilmiştir (Schmitz ve Schütte, 2000). Bu nedenle, biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı bitki dayanıklılığını oluşturmak ve bitkinin tüm genetik potansiyelini göstermesini sağlamak bitki ıslahında en temel yaklaşımlardan birisi olmuştur. Buna karşın, verim ve kalite özellikleri ile dayanıklılık özellikleri arasındaki negatif korelasyonlar nedeniyle arzu edilen tüm özelliklerin bir çeşitte toplanmasının mümkün olmadığı belirtilmiştir (Lee, 1987). Önemli hastalık ve zararlılar ile diğer çevresel stres faktörlerine karşı dayanıklı pamuk çeşidi geliştirebilmek ve bu özellikleri verim ve lif kalite özellikleri ile optimize edebilmek için çok yönlü dayanıklılık ıslahı olarak tanımlanabilen MAR (Multi-adversity resistant) ıslah programı düşüncesi ortaya atılmıştır.

Pamukta ideal dayanıklılık sağlamayan ancak ideale yaklaşabilen çok yönlü dayanıklılık ıslahı çalışmaları 1963 yılında Bird tarafından başlatılmıştır (El-Zik ve Thaxton, 1989) ve günümüzde önemli ilerlemelere sahip bir sistem haline gelmiştir. Bugüne kadar tescilli 11 çeşit, 330 adet germplazm ve çok yönlü dayanıklılık genotiplerinin anaç olarak kullanıldığı 29 adet özel sektör çeşidi açıklanmıştır (El-Zik ve Thaxton, 2004). Öte yandan çok yönlü dayanıklılık sisteminde geliştirilen ticari çeşitler

büyük ekim alanları bulmuştur. Bu çeşitlerin entegre mücadele (IPM= Integrated Pest Management) içerisinde başarılı olduğu belirtilmiştir. Sadece bir olumsuzluğa değil iki veya daha fazla olumsuzluğa karşı dayanıklılık ıslahını içeren çok yönlü dayanıklılık sistemi bu derlemede tanıtılmaya çalışılacak ve uygulamaya konulabilirliği irdelenecektir.

ÇOK YÖNLÜ DAYANIKLILIK SİSTEMİ

Çok Yönlü Dayanıklılık sisteminin dayandığı iki ana prensip şunlardır; 1) Dayanıklılık ve tarımsal özellikler arasındaki genetik ilişki, 2) Özellikler arası ilişkilere bağlı olarak dolaylı seleksiyon ile başarımın sağlanabileceği ve çoklu koşullara dayanıklılık için allel genlerin olduğu düşüncesidir.



Şekil 1. MAR Sisteminde Özellikler Arası İlişkiler.

¹ Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, AYDIN

Dayanıklılık Genleri Arasında Genetik İlişkiler

Pamukta birçok hastalığa neden olan genler arasındaki ilişkiler Şekil 1 'de gösterildiği gibi belirlenmiştir (Bird, 1982). Genetik ilişkilerde dört olası durum söz konusudur; 1) iki veya daha fazla dayanıklılığa neden olan genler, 2) genler arasında sıkı bağlantı, 3) birçok hastalığa karşı dayanıklılık sağlayabilen etkili genler, 4) geniş bir pleiotropik sistem.

Şekil 1 incelendiğinde, bakteriyel yanıklık ile fusarium solgunluğu ve kök çürüklüğü nematodu arasında önemli bir ilişki vardır. Öte yandan bakteriyel yanıklık ile verticillium solgunluğu, phymototricum kök çürüklüğü ve tohum kabuğu küf dayanıklılığı arasında daha az fakat önemli bir ilişki söz konusudur. Benzer ilişkiler fusarium solgunluğu / kök çürüklüğü nematod kompleksi, verticillium solgunluğu ve phymototricum kök çürüklüğü arasında da vardır. 13-18 °C de azaltılmış çimlenme oranı, verticillium solgunluğu ve fide hastalıkları kompleksi ile ilişkilidir. Tohum kabuğunun küf dayanıklılığı ile verim ve erkencilik arasında da ilişki vardır. Bununla beraber küçük tohum iriliği, düşük sıcaklıkta hızlı çimlenme ve verticillium solgunluğuna duyarlılık ile ilişkilidir. Bu kompleks ilişkiler çok yönlü dayanıklılık sistemi içerisinde uzun yıllar saptanan ilişkilerdir (Bird, 1982).

Anaç Seçimi

Çok yönlü dayanıklılık programı çeşitli gen havuzları ile başlamıştır. Bu gen havuzları *Gossypium barbadense* L. ve *Gossypium arboreum* L. dan *Gossypium hirsutum* L.'a aktarılan bakteriyel yanıklığa dayanıklılık genlerini içerir. Diğer germplazmlarda yer alan çeşitler ise Empire WR, Texacala, Lankart 57, Blightmaster, Paymaster 105 ve Deltapine SL çeşitleri ve fusarium solgunluğu ile kök çürüklüğü nematoduna dayanıklı genetik stoklardır. Germplazm aynı zamanda glandsızlık, tüsüzlük, okra yapraklılık, nektarsızlık, fregobrakte, kırmızı bitki rengi gibi morfolojik özellikleri içerebilir. Ana havuz, çok yönlü dayanıklılık germplazmları ile anaç hatların melezlenmesinden oluşturulmaktadır. Son yıllarda anaç hatlara ABD dışından da materyal eklenmiştir. Ülkemizden Nazilli 84 buna örneklerden biridir. Söz konusu materyalin çok yönlü dayanıklılık sistemine sokulmadan önce çok yönlü dayanıklılık tohum ve çimlenme testlerine tabi tutulduğu ancak, önceki çeşitler ve genetik stoklardaki gibi bu testler uygulanırken çok katı olunmadığı bildirilmiştir (El-Zik ve Thaxton, 1999).

Çok Yönlü Dayanıklılık Teknikleri

Çok yönlü dayanıklılık programında varsayılan tarımsal ve dayanıklılık özellikleri arasındaki ilişkiler göz önünde bulundurularak seleksiyon kriterleri şu şekilde belirlenmiştir;

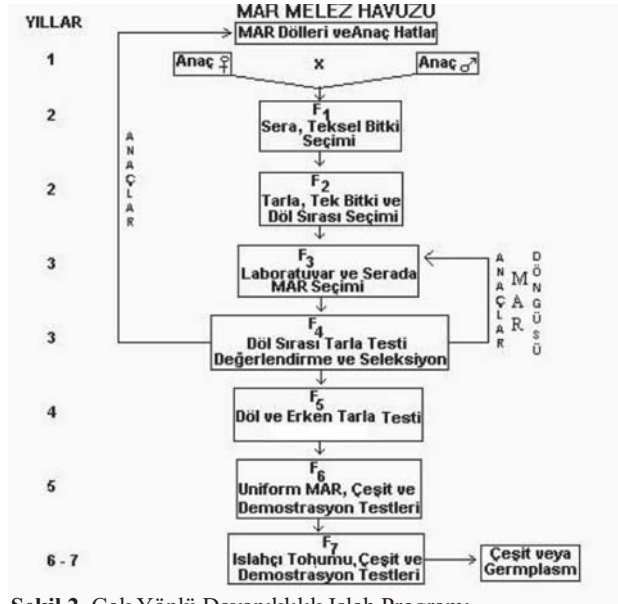
- 1) Tohum kabuğunun küfe dayanıklılığı

(*Fusarium* spp., *Alternaria* spp.)

- 2) 13.3 °C de yavaş çimlenme oranı
- 3) Çenek yaprakların bakteriyel yanıklığa dayanıklılık testi (*Xanthomonas campestris pv malvacearum*)
- 4) *Pythium ultimum* ve *Rhizoctania solani*' ye maruz kalan hipokotiller üzerinde hastalık lezyonlarının varlığı.

Bu dört özellik yönünden yapılacak seleksiyonun aynı zamanda verticillium, fusarium ve kök çürüklüğü nematoduna dayanıklılık ile verim ve erkenciliği de artıracığı genetik ilişkilerde ortaya konulmuştur.

Çok yönlü dayanıklılık ıslah şeması Şekil 2' de verilmiştir. Elit düzeydeki çok yönlü dayanıklılık ve diğer genotipler arasındaki melezler her yıl tarlada yapılmaktadır. İkinci yıl başında F₁ bitkileri serada yetiştirilmektedir ve çenek yapraklar bakteriyel yanıklığa neden olan etmenler ile inokule edilmektedir. Dayanıklı F₁ bitkilerinden F₂ tohumluğu hasat edilmektedir. Aynı yıl, F₂ döl sıraları tarlaya ekilmekte ve bakteriyel yanıklık ile inokule edilmektedir. Döller içi ve döller arası seleksiyonlar çıkış, fide hastalıklarına dayanıklılık, morfolojik özellikler ve tarımsal performans açısından yapılmaktadır. Yaklaşık 600 F₂ bitkisinden seçilen kozalardan 60.000 tohum elde edilmekte ve çok yönlü dayanıklılık işlemlerine tabi tutulmaktadır.



Şekil 2. Çok Yönlü Dayanıklılık Islah Programı

Üçüncü yıl ise çok yönlü dayanıklılık programının en önemli işlemlerinin yapıldığı F₃ tohumlukları ve bitkileri safhasıdır. Havı alınmış (delinte) tohumlar % 1.5 lik su agarına yerleştirilir ve laboratuvar koşullarında var olan fungal spor inokulasyonuna (*Fusarium* spp., *Alternaria* spp.) bırakılırlar. Petriler 6 saat sonra 13.3 °C deki inkübatöre aktarılır ve 8 gün sonra tohumlar küf gelişmesi yönünden karşılaştırılır ve az yada hiç küf

bulundurmayan ve çok az kökcük uzunluğuna sahip tohumlar seçilirler. Seçilen tohumlar içerisinde Rhizoctania ve Pythium gibi fide patojenleri inokule edilmiş ortama aktarılırlar. Bu işlemde 5 gün sonra, hastalıklı ve normal olmayan fideler elimine edilirler ve geriye kalanlar kotiledonların alt epidermislerini zedelemek için bir kürdan kullanılarak bakteriyel yanıklığın 4 ırkının karışımı ile inokule edilirler. On gün sonra ise, toprak üzeri hipokotil bölümünde hastalık lezyonu görülen ve hassas olan fideler elimine edilirler ve geriye kalan bitkiler daha büyük parsellere şaşırtılır ve bitki başına 2-3 koza elde edilecek şekilde dikilirler.

Dördüncü yıl, F₃ bitkilerinden alınan tohumlar F₄ döl sıralarını oluşturmak üzere yetiştirilirler. Bu döl sıraları çıkış, agronomik görünüm, lif ve tohum kalitesi, bakteriyel yanıklık ve böceklere dayanıklılık yönünden değerlendirilirler. Seçilen 50-60 döl sırası bir sonraki değerlendirmeler için bulk şeklinde hasat edilir. Sonraki yıllarda, F₅ generasyonunda döl testleri ve erken tarla testleri yapılır ve seçilen hatlar ile verim denemeleri yürütülür. Yapılan testler sonucunda başarılı olan hatlar için çeşit geliştirme işlemleri yapılırken bazı özellikleri yönünden dikkati çeken hatlar melez havuzunda yer almak üzere çok yönlü dayanıklılık genetik stoklarında muhafaza edilmektedir.

Çok Yönlü Dayanıklılık Islahı ile Geliştirilmiş Çeşitler

1967-1968 yıllarında çok yönlü dayanıklılık gen havuzundan ilk tescil edilen pamuk çeşitleri Tamcot SP21 ve Tamcot SP37 (çok yönlü dayanıklılık 1) genotipleridir. Bunları 1975 yılında Tamcot SP21S, Tamcot SP37H ve Tamcot CAMD-E (çok yönlü dayanıklılık 2) genotipleri izlemiştir. El-Zik ve Thaxton, (1994) tarafından Çok Yönlü Dayanıklılık 1 ve 6 genotipleri ile yürütülen çalışma sonuçları Çizelge 1'de özetlenmiştir.

1 (çok az zarar) 5 (şiddetli zarar) sıklasına göre özellikle Tamcot Sphinx ve Tamcot HQ 95 çeşitlerinin Thrips zararına karşı dayanıklı oldukları görülmektedir. Zarar gören bitki yüzdesine göre değerlendirilen fide hastalıkları kompleksine ve verticillium solgunluğuna dayanıklılık duyarlı genotipe göre tüm çok yönlü dayanıklılık

genotiplerinde dikkati çekmektedir. Özellikle Tamcot Sphinx ilk sırada yer almak üzere ÇYD 4, 5, 6 genotiplerinin kontrol olarak kullanılan Deltapine 50 çeşidinden daha yüksek lif verimlerine sahip oldukları Çizelge 1'de görülmektedir. Benzer durum erkencilik, çırçır randımanı ve lif dayanıklılığı için de söz konusudur. Lif uzunluğunun kontrol çeşide göre 1 mm daha kısa olduğu ve özellikle lif inceliğinde Tamcot Sphinx çeşidinin kaba liflere sahip olduğu saptanmıştır.

Söz konusu çeşitler ile birlikte geliştirilen diğer çok yönlü dayanıklılık çeşitleri özellikle Texas ve Oklahoma'da % 30.3 - % 55.7 oranında ekiliş alanına sahip olmuşlardır (Calhaun *vd.*, 1997). Yüksek verim potansiyeli, erken olgunlaşma, lif ve tohum özelliklerinde iyileşme, kuraklığa tolerans, zararlı ve patojenlere karşı dayanıklılık, stabilite ve geniş adaptasyon yeteneklerine sahip çok yönlü dayanıklılık çeşitleri kullanılarak son 20 yıldaki lif kalite özellikleri ve ortalama lif verimi için regresyon analizi yapılmıştır (Thaxton ve El-Zik, 2000). Lif verimi çok yönlü dayanıklılık gerplazm hatları sayesinde sulanan alanlarda 5.34 kg/da/yıl, kurak alanlarda ise 3.56 kg/da/yıl artmıştır. Benzer ilerlemeler özellikle lif dayanıklılığı ve uzunluğu için de kaydedilmiştir.

Ülkemizde ise çok yönlü dayanıklılık genotipleri ekim alanı bulunmamasına karşın birçok lisansüstü tez çalışmasında (Ünay, 1993; Başal, 2001;) ve pamuk ile çalışan araştırma enstitülerindeki özellikle verticillium solgunluğuna dayanıklılık, kurağa ve tuzluluğa dayanıklılık gibi ıslah ve yetiştiricilik çalışmalarında (Şahin *vd.*, 2000; Karademir, *vd.*, 2003; Anonim, 2003; Anonim, 2004) çok yönlü dayanıklılık genotipleri materyal olarak kullanılmaktadır.

SONUÇ

Çok yönlü dayanıklılık ıslahında özellikle tohum özellikleri yönünden doğrudan seleksiyon yapılmaktadır. Calhaun ve Bowman (1999) dolaylı seleksiyonun doğrudan seleksiyondan daha etkin olması için seçilen özelliğin hedeflenen özellikten daha yüksek kalıtım derecesi taşıması gerektiğini ve çok yönlü dayanıklılık programında yer alan seçilen ve hedeflenen özelliklerin kalıtım dereceleri ve bu iki özellik arasındaki genetik korelasyonların bilinmesi

Çizelge 1. Çok yönlü dayanıklılık (ÇYD) genotiplerinde bazı özelliklere ilişkin değerler.

ÇYD	Genotip	Thrips	Fide Hast. Komp. (%)	Verticillium Solg. (%)	Lif Ver. (kg/da)	1. El (%)	ÇR (%)	LU (mm)	LD (g/tex)	Lİ (mic)
ÇYD 6	Tamcot Sphinx	2.0	26.8	18.1	85.67	50.1	37.2	27.18	28.8	4.9
ÇYD 5	Tamcot HQ 95	2.0	29.2	14.7	79.00	62.3	37.3	27.94	26.5	4.1
ÇYD 4	Tamcot CAB-CS	2.7	32.0	16.4	78.22	56.6	36.8	27.94	25.3	4.2
ÇYD 2	Tamcot Camd-E	3.2	28.2	15.2	57.11	60.1	36.4	26.92	24.6	4.0
ÇYD 1	Tamcot SP37	3.5	29.8	13.1	57.11	49.6	36.9	27.94	24.5	3.9
	Deltapine 50				66.56	30.8	34.3	28.70	26.6	4.3
	Duyarlı Genotip	4.1	41.8	35.1						

gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, aynı germplazmda doğrudan seleksiyona ilişkin çok yönlü dayanıklılık programının beklenen etkinliğinin sağlanmasının güç olduğu kaygısını vurgulamışlardır.

Genetik özdekleri farklı anaçların kullanımı yeni gen kombinasyonlarına sahip genotiplerin ıslahı için önemlidir. Tarımsal ve morfolojik özellikleri benzer çeşitlerin yoğun bir şekilde ekimi ile söz konusu çeşitlerin biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı duyarlılıkları artacaktır. Oluşturulacak ıslah sisteminde hem bölgeye uyum sağlamış hem de farklı pamuk türlerinden gen taşıyan ekzotik anaçların seçimi başarı şansını artırabilir. *Gossypium barbadense* L., *Gossypium hirsutum* L. ve *Gossypium arboreum* L. türlerinden gen taşıyan çok yönlü dayanıklılık germplazmı bu nedenle önemli bir yere sahiptir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2003. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müd. Lüğü. Pamuk Çalışma Grup Toplantısı, 07-10 Mart 2003, Adana.
- Anonim, 2004. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müd. Lüğü. Pamuk Çalışma Grup Toplantısı, 16-19 Mart 2004, Nazilli, Aydın.
- Baker, I.A. and W.P. Sapperfield. 1985. Comparative efficiencies of the sequential inoculation selection (SIS) and multi-adversity resistance (MAR) systems of selection for multiple disease resistance in cotton. Pro. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf. 1985:63-69.
- Başal, H. ve İ. Turgut. 2001. Heterosis and combining ability for yield components and fiber quality parameters in a half diallel cotton (*Gossypium hirsutum* L.) population. Turk. J. Agric. For. 27:207-212.
- Bird, L.S. 1982. The MAR (Multi-Adversity Resistance) System for genetic improvement of cotton. Plant Disease. 66(2):172-176.
- Calhaun, D.S., D.T. Bowman and O.L. May. 1997. Pedigrees of upland and pima cotton cultivars released between 1970 and 1995. Mississippi Agriculture and Forestry Experiment Station Bulletin, 1017.
- Calhoun, D.S., D.T. Bowman. 1999. Techniques for development of new cultivars. W.C. Smith and J.T. Cothren (eds.), *Cotton*. John Wiley&Sons, Inc. pp. 361-414.
- El-Zik, K.M. and P.M. Thaxton. 1989. Genetic improvement for resistance to pests and stresses in cotton. P.191-224. In R.E. Frisbie, K.M. El-Zik and L.T. Wilson, Integrated pest management systems and cotton production. John Wiley Sons, New York.
- El-Zik, K.M. and P.M. Thaxton. 1994. Genetic enhancement of MAR cottons for resistance to insects and pathogens, yield and fiber quality. Pro. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf. 1994:658-661.
- El-Zik, K.M. and P.M. Thaxton, 1999. Genetic diversity in recent MAR cotton germplazm. Pro. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf. 1999: 469-470.
- El-Zik, K.M. and P.M. Thaxton, 2004. TAMCOT SPHINX A multi-adversity resistant cotton variety. <http://entowww.tamu.edu/cotton/4.htm>.
- Karademir, Ç., E. Karademir, O. Gencer. 2003. Kuraklık

- stresine dayanıklı pamuk ıslahında bazı karakterlere ilişkin heterotik etkiler. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kong. 13-17 Ekim 2003. (Basımda)
- Lee, J.A. 1987. Cotton, in W.R. Fehr (ed.), Principles of cultivar improvements, Vol. 2: Crop Species. Macmillan, New York.
- Schmitz, G. and G. Schütte. 2000. Plants resistant against abiotic stress. agbiosich@botanik.uni-hamburg.de.
- Şahin, A., İ. Ekşi, M.N. Kıvılcım, N. Özbek. 2000. Melezleme ıslahı ile kuraklığa dayanıklı pamuk çeşitlerinin geliştirilmesi. Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsü Müd. Lüğü yayın No:56.
- Thaxton, P.M. and K.M. El-Zik. 2000. Genetic advance in yield and fiber quality traits of MAR cottons. Genetic Control of Cotton Fiber and Seed Quality. December 5-6, 2000. San Antonio, Texas. 110-121.
- Ünay, A. ve S. Yüce. 1993. Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Erkencilik ve Bazı Tarımsal Özelliklerin Kalıtımı Üzerine Araştırmalar. I. Uyuşma Yetenekleri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 5,6(1-2): 1-5.

Geliş Tarihi : 20.04.2004
Kabul Tarihi : 22.07.2004