

Bazı Buğday Genotiplerinin Lokal Sarı Pas ve Kara Pas Irklarıyla Ug99 Kara Pas Irkına Reaksiyonlarının Belirlenmesi

*Kadir AKAN¹ Zafer MERT¹ Lütfi ÇETİN¹ Ayten SALANTUR¹ Selami YAZAR¹
Emin DÖNMEZ¹ Bayram ÖZDEMİR¹ Sadık YALÇIN² Yusuf ÖZER²
Ruth WANYERA³

¹ Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara

² İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Kastamonu

³ Kenya Agricultural Research Institute, Njoro, Kenya

*Sorumlu yazar e-posta:kadir_akan@hotmail.com

Geliş tarihi: 28.03.2012

Kabul tarihi: 29.05.2012

Öz

Pas hastalıkları (*Puccinia* spp.), epidemi yıllarında hassas buğday çeşitleri üzerinde önemli verim ve kalite kayıplarına sebep olmaktadır. Pas hastalıkları yeni ırklar oluşturabilmektedir. Ortaya çıkan yeni ırklar küresel epidemilere neden olabilmektedir. İlk defa 1999 yılında Uganda'da tespit edilen yeni bir kara pas ırkı (Ug99 (TTKS)) günümüze kadar Uganda, Kenya, Sudan, Yemen, İran, Zimbabve, Mozambik, Güney Afrika ve Eritre'de buğday ekim alanlarında belirlenmiştir. Ülkemiz için risk oluşturan Ug99 kara pas ırkına karşı Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen 75 buğday genotipi ırkın etkin olduğu Kenya koşullarında test edilmiştir. Bu çalışmaya ek olarak aynı materyal Ankara - İkizce lokasyonunda lokal sarı pas Kastamonu koşullarında ise lokal kara pas ırklarına karşı reaksiyonları belirlenmiştir. Çalışma sonucunda Ug99 kara pas ırkına karşı 25 genotip, lokal sarı pas ırkına karşı 58, lokal kara pas ırkına karşı ise 36 genotip kabul edilebilir düzeyde dayanıklı olarak belirlenmiştir. Ug99 kara pas ırkı ve lokal pas ırklarına karşı dayanıklı olarak belirlenen genotipler, dayanıklı çeşit olarak tescil ettirilebilir, ya da dayanıklı çeşit geliştirmek üzere ıslah çalışmalarında gen kaynağı olarak kullanılabilirler.

Anahtar kelimeler: Buğday (*Triticum* spp.), Ug99, Kara pas, Sarı pas

Determination of Reactions of Some Wheat Genotypes Developed against Ug99 Stem Rust Race, Local Stem and Yellow Rust Races

Abstract

Rust diseases (*Puccinia* spp.) can cause significant yield and quality losses especially in epidemic years. The pathogen is capable of producing new races which might cause epidemics in global level. In this respect, a new aggressive race (Ug99 TTKS) of stem rust was recorded in Uganda in 1999, which spreaded through Kenya, Sudan, Yemen, Iran, Zimbabwe, South Africa and Eritrea. 75 wheat genotypes developed by Ankara Central Research Institute for Field Crops were tested for Ug99 stem rust race in Kenya. At the same time, these genotypes were also tested for yellow rust races in Ankara İkizce location and for local stem rust in Kastamonu Seydiler location in Turkey. 25 genotypes were found resistant to Ug99 in Kenya condition. 58 genotypes and 36 genotypes were found resistant to local yellow rust and stem rust, respectively. These resistant genotypes can be used to develop resistant genotype in breeding programmes.

Keywords: Wheat (*Triticum* spp), Ug99, Stem rust, Yellow rust

Giriş

Kara pas (*Puccinia graminis* f.sp. *tritici*); hastalığı, fungal hastalık etmenlerinden olup ana konukçusu olan buğdayın yaprak, sap ve başaklarında görülen bir hastalıktır. Bitki yaprağında ve diğer pas hastalıklarından farklı olarak saptı oval veya uzunca koyu turuncu, kahverengiye yakın püstüller oluşur.

Hastalık sonucu oluşan "beyaz yaka", püstüllerin yaprak epidermisini patlatarak yırtması sonucu meydana gelir. Asıl zarar yaprakta fotosentez alanının daralması ve iletim demetlerinin zarar görmesi sonucu oluşmaktadır. Hastalık, epidemi yıllarında hassas çeşitler üzerinde %90'a varan verim ve kalite kayıplarına neden olabilmektedir (Aktaş 2001). Bununla birlikte saman

üretiminde de önemli azalmalara neden olmaktadır. Ülkemiz şartlarında hastalık genellikle bitki gelişim periyodunun uzun sürdüğü yüksek rakıma sahip üretim alanlarında görülmekle birlikte, sahil ve geçit bölgelerinde de bazen sorun olarak karşımıza çıkabilmektedir. Ülkemiz için bir genelleme yapmak gerekirse; Çukurova, Güneydoğu Anadolu, Kıyı Ege ve Trakya bölgesi üretim alanlarında nisan sonu-mayıs ayı içerisinde, Orta Anadolu, Orta Karadeniz ve Geçit Bölgesi üretim alanlarında ise mayıs sonu-haziran ayı içerisinde görülebilmektedir. Buğday bu dönemlerde belirtilen üretim alanlarında genellikle süt olum-sarı olum dönemindedir. Hastalıkla mücadele konusunda Zirai Mücadele Teknik Talimatlarında detaylı bilgi bulunmaktadır (Anonim 2012a). Bu mücadele kuralları Ug99 kara pas ırkı için de geçerlidir.

Yeni pas ırklarının oluşması ve taşınması incelendiğinde; pas hastalıklarının, yeni ırk/ırklarını öncelikle eşeyli üreme dönemi sürecinde, daha az oranda ise değişik mutagenlerin etkisiyle oluşturabilmektedir. Oluşan bu yeni ırk/ırklar, lokal olarak bulunan ırklara dayanıklı olan buğday genotiplerini hastalandırabilmektedir. Üretim sezonunda enfekteli bitkilerin özellikle saplarında ve yapraklarında oluşan pas püstülleri içerisinde yer alan ve değişen miktarda çoğalan pas sporları kısa veya uzun mesafelere rüzgarla taşınmaktadır. Öncelikle spor yoğunluğu yanında hakim rüzgar yönü ve şiddetine bağlı olarak pas sporları çok uzak mesafelere kadar taşınabilmektedir. Pas hastalıklarının kıtalar arası mesafelere farklı yollarla taşınabildiğine dair bilgilerde vardır. Bu konuya bir örnek vermek gerekirse; Yr9 dayanıklılık geni üzerine etkin sarı pas ırkı 1980'li yıllarda Kenya'da belirlenmiş olup, hava yoluyla yayılarak Kuzey Afrika, Batı Asya ve Güney Asya'ya ulaşmış ve oluşturduğu epidemiler sonucu söz konusu alanlarda büyük kayıplara neden olmuştur. Bu ihtimalin Ug99 kara pas ırkı içinde geçerli olduğu ve ırkın Kuzey Afrika, Batı Asya ve Güney Asya'ya ulaşmasından ve oluşabilecek epidemiler sonucu söz konusu alanlarda büyük kayıplar oluşturmasından endişe edilmektedir (Singh et al. 2006). Nitekim 1998 yılında Uganda'da belirlendikten sonra 2006 yılında Yemen'de, 2007 yılında İran'da (Broujerd ve Hamedan bölgelerinde) (Nazari et al. 2009) ve 2009 yılında da Güney Afrika Cumhuriyeti'nde (Visser et al. 2010),

2011 yılında Eritre'de belirlenmiştir. Bunun dışında ırk Zimbabve, Mozambik ve Sudan'da da tespit edilmiştir (Anonim 2012b).

Bu farklı bölgelerden yeni ırkların sürekli olarak çıkması ve hakim rüzgarla yayılarak küresel tehdiye dönüşmesi dikkati çekmektedir. Buğday yetiştiriciliğinin yapıldığı bu bölgede (Kenya / Uganda / Etiyopya) özellikle yüksek alanlar, ya da sürekli yağış alan yetiştiricilik alanları dikkate alınarak mevcut durum şu şekilde açıklanabilir. Bölgede yılın her döneminde buğday ekilişi ve yetiştiriciliği yapılabilmektedir. Birbirine çok yakın mesafedeki tarlalarda bir yandan ekim yapılırken, farklı bir tarlada ürün kardeşlenme veya sapa kalkma evresinde, diğer taraftaki tarlada da ürün hasat edilirken görmek mümkün olabilmektedir. Bu durumun doğal bir sonucu olarak pas hastalık popülasyonları herhangi bir kesintiye uğramadan ve değişen miktarlardaki inokulum da çoğalarak yayılabilmektedir. Her üretim sezonunda devamlı olarak tekrar eden bu süreç sonunda, virulens değişimleri sıklıkla ortaya çıkabilmektedir.

Dr. William Wagore tarafından 1998 yılında Uganda'da yapılan bir çalışmada o güne kadar kara pas hastalığına dayanıklı olarak bilinen bazı buğday genotiplerinin kara pas hastalığından etkilendiği belirlenmiştir. Bugüne kadar bilinen kara pas ırklarından farklı bir ırkın varlığı ilk defa 1999 yılında Pretorius ve ark. (2000) tarafından alınan örneklerden yapılan ırk analizleri sonucunda rapor edilmiştir. O güne kadar bilinmeyen bu ırkın herkes tarafından kolay anlaşılması ve ortak bir dil birliğinin sağlanması için ırka TTKS kara pas ırkı yerine belirlendiği lokasyon ve yıl dikkate alınarak Ug99 ismi verilmiştir. Bu şekilde konu uzmanı olmayan kişilere de bu konu kolaylıkla anlatılabilmektedir. Ug99 kara pas ırkı konusunda endişeler şu şekilde özetlenebilir.

1- 1990'lı yıllarda önemli zararlara neden olan sarı pas epidemisine benzer, ekonomik zarar yapma ihtimali: 1986 yılında Doğu Afrika'da Yr9 sarı pas dayanıklılık geni üzerine etkin olan bir sarı pas ırkı belirlenmiştir. 1990'lı yıllarda ülkemizin de dahil olduğu bazı Kuzey Afrika, Batı ve Güney Asya ülkelerine rüzgarla epidemiler oluşturmuş ve sayılan alanlarda önemli kayıplara neden olmuştur. 1990'lı yıllarda Çukurova bölgesinde kalite ve verim

yönünden öne çıkan Yr9 dayanıklılık genini içeren çeşitlerden Seri 82 çeşidi 1995 yılında yaygın olarak ekilmiştir. 1995 yılında Çukurova bölgesinde Seri 82 çeşidinde oluşan sarı pas epidemisi sonrasında % 56,2'lere varan verim kayıplarının olduğu bildirilmiştir (Mamluk et al. 1997). Ug99 kara pas ırkı 1998 yılında Uganda'da belirlendikten sonra 2002 yılında Kenya, 2003 yılında Etiyopya, 2006 yılında Yemen ve Sudan, 2007 yılında İran'da ve 2009 yılında da Güney Afrika Cumhuriyeti'nde, 2011 yılında Eritre de belirlenmiştir. Bunun dışında ırk Zimbabwe ve Mozambik'de de görülmüştür (Anonim 2012b). Her iki olay karşılaştırıldığında büyük benzerlik göstermektedir. İrkin özellikle İran'da rapor edilmesinden sonra ülkemiz için mevcut risk daha da artmıştır. Bu nedenle bu konuda önlem alınması öncelikli ve önemli bir konu haline gelmiştir.

2- Ug99'u diğer kara pas ırklarından ayıran özellikler: Kara pası karşı dayanıklılık sağladığı bilinen 50'ye yakın dayanıklılık geni belirlenmiştir (McIntosh et al. 1995). Bu dayanıklılık genlerinin en önemlilerinden birisi de Sr31 dayanıklılık genidir. Sr31 dayanıklılık geni, buğdayda 1B kromozomunda ve çavdar orijinli translokasyon (1B.1R bölgesi) bölgesinde yer almaktadır. Sr 31 geni çavdardan orijin alan Petkus isimli genotipten aktarılmış olup, bu geni içeren translokasyon bölgesini bulunduran Aurora, Kavkaz ve Loverin isimli genotipler gelişme tabiatı alternatif, yazlık ve kışlık olan buğday ıslah programlarında yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Yetiştiricilik için uygun olmayan çevrelerde Sr 31 geni genotipin adaptasyon özelliğini artırması sebebiyle, buğday ıslah programı yürüten birçok ülke ve araştırma kuruluşlarının buğday gen havuzu içinde yer almıştır. Dayanıklılık ıslahı yönünden bu genin önemi ise; genin kromozom bölgesi pas hastalıklarına dayanıklılık sağlayan yakın ilişkili başka genleri de içermesidir. Bu translokasyon bölgesi Sr31 kara pas dayanıklılık geniyle birlikte bu gen ile ilişkili sarı pas (Yr9), kahverengi pas (Lr 26), ve külleme (Pm8) hastalığına dayanıklılık genlerini de içermektedir (McIntosh et al. 1995). Başlangıçta sarı, kahverengi, kara pas ve külleme hastalık etmenlerine karşı dayanıklı olarak belirlenmiş olan bu translokasyon bölgesini içeren genotipler kullanılarak çok sayıda dayanıklı çeşit geliştirilmiştir. Hastalığın doğal süreci olarak

sarı ve kahverengi pas ve külleme hastalık etmenleri içerisinde bu translokasyon bölgesini içeren genotipleri hastalandırabilen daha agresif ırkların ortaya çıkması nedeniyle, bu translokasyon bölgesine sahip olan genotipler sadece kara pas hastalığına karşı dayanıklı olmuştur (Jin and Singh 2006). Yapılan ırk analizleri sonucu Ug99 kara pas ırkının Sr31 dayanıklılık geni taşıyan genotipler üzerinde de virulent olarak tespit edilmiş, diğer bir deyişle Ug99 kara pas ırkının ortaya çıkması ile Sr31 dayanıklılık geni taşıyan genotipler hassas hale gelmiştir (Pretorius et al. 2000).

Test edilen buğday genetik materyalinin %80-90'nının çok agresif olarak belirlenen Ug99 kara pas ırkına karşı hassas olduğu bildirilmektedir (Jin and Singh 2006). Kuzey Amerika isimlendirme sistemine (North American Nomenclature) göre, Uganda üretim alanlarından toplanan hastalıklı bitki örneklerinde yapılan ırk analizi sonucu Ug99, TTKS olarak harflendirilmiştir. TTKS ırkına karşı fide dönemi test çalışmalarında; Sr5, Sr6, Sr7b, Sr8a, Sr8b, Sr9a, Sr9b, Sr9d, Sr9e, Sr9g, Sr11, Sr12, Sr15, Sr17, Sr21, Sr30 ve Sr38 kara pas dayanıklılık genleri hassas reaksiyonlar göstermektedir (Wanyera et al. 2006). Önceden de belirtildiği gibi pas hastalıklarında eşeyli üreme dönemi sürecinde daha az oranda değişik mutagenlerin etkisiyle yeni ırklar oluşabilmektedir. Ug99'a karşı dayanıklı olarak belirlenen genotiplerin zaman içerisinde hassas reaksiyon verdiği belirlenmiştir. Yeni oluşan bu durumun neden kaynaklandığının belirlenmesi için ırk analizlerine devam edilmiştir. Fakat isimlendirme sistemi yeni ırkların belirlenmesine cevap vermemiştir. Bu nedenle sete Sr24, Sr31, Sr38 ve SrMcN dayanıklılık genlerini içeren genotipler eklenmiştir. Bu şekilde 20 genotipten oluşan ırk ayırıcı set üzerinde ilk belirlenen Ug99 kara pas ırkının isimlendirmesi TTKS yerine TTKSK olarak isimlendirilmiştir. 2006 ve 2007 yıllarında Kenya'dan üretim alanlarından toplanan izolatlardan elde edilen ırkların, daha önce TTKS olarak isimlendirilen ırktan farklı olarak Sr24 ve Sr36 dayanıklılık genlerini içeren genotipler üzerinde de virulent olduğu belirlenmiştir. Sr24 dayanıklılık geni üzerinde virulent olan yeni ırk TTKST, Sr36 dayanıklılık geni üzerinde virulent olan diğer yeni ırk ise TTTSK olarak isimlendirilmiştir (Jin et al.

2008, Jin et al. 2009). Sonuç olarak başlangıçta Ug99 kara pas ırkı olarak isimlendirilen ırkın virulensliğinde zaman içerisinde bazı değişimler olmuş ve en az 3 farklı ırk oluşmuştur. Bunun bir sonucu olarak TTKS (TTKSK) ırkına dayanıklı olarak belirlenen bazı genotipler oluşan bu yeni ırklardan etkilenmiş ve dayanıklılık ıslah programında önemli sıkıntılara yol açmıştır.

Kara pas hastalığının 15 °C'nin altında ve 40 °C'nin üstündeki sıcaklıklarda gelişimi olumsuz etkilenirken, en uygun gelişme sıcaklığı 26 °C civarındadır. Kenya'da buğday üretimi nispeten serin ve yüksek rakımlı alanlarda yapılmaktadır. Bu durum Ug99 kara pas ırkı ile diğer kara pas ırklarının farklı gelişme isteklerinin olabileceği, dolayısıyla bu konuda çalışılması gerekliliğini ortaya koymuştur. Rouse ve Jin (2009) sera şartlarında fide dönemi çalışmalarıyla Ug99 kara pas ırkı (TTKSK ırkı) ve ABD'de etkin kara pas ırklarından olan QFCSC ırkını genotipler üzerinde 12°C, 16°C, 20°C sıcaklıklarda test ederek bir farklılık olup olmadığını araştırmışlardır. Çalışma sonucunda ırklar arasında latent periyot bakımından bir farklılık belirlenmemiştir. Diğer taraftan inokulasyon sonrasındaki 12°C, 16°C sıcaklık uygulamalarında, 13. gün itibariyle TTKSK ırkı ile QFCSC ırkı karşılaştırıldığında TTKSK ırkı ile enfekteli materyalde püstül alanının daha geniş olduğunu belirlemişlerdir. Elde ettikleri bu sonucu TTKSK ırkının bilinen ırklara göre düşük sıcaklıklarda daha etkili olabileceği şeklinde yorumlamışlardır. Tarla şartlarında kara pasın daha düşük sıcaklıklarda gelişmesi önemli problemlere yol açabilir. Hastalığın ülkemiz koşullarında buğdayda süt-olum ile sarı-olum döneminde etkili olduğu bilinmektedir. Enfeksiyonların erken dönemde oluşması, buğdayın verim ve kalitesinde oldukça önemli düşüslere yol açabileceği ihtimali yüksektir.

3- Dayanıklılık ıslahı programlarında önemli değişikliğe gerek olup olmadığı: Kara pas hastalığı ile mücadele konusunda Zirai Mücadele Teknik Talimatlarında detaylı bilgi bulunmaktadır (Anonim 2012a). Bu mücadele kuralları Ug99 kara pas ırkı için de geçerlidir. Ug99 kara pas ırkı için dayanıklılık ıslahı programı oluşturulmasının başlıca sıkıntısı, en az 3 farklı ırkının belirlenmiş olmasıdır. Her ırk için dayanıklılığı sağlayan genler değişmektedir. Dayanıklılık ıslahında hangi genlerin dikkate alınacağı oldukça önemlidir.

Her 3 ırka karşı dayanıklı materyal geliştirme çalışmaları yapılması durumunda hem gen havuzu çok daralacak hem de seleksiyonu yapılabilecek materyal oldukça sınırlı olacaktır. Sınırlı sayıda materyal seçilmesi ise ıslah programı hedeflerine ulaşılmasını uzun süre geciktirecektir. Ug99 kara pas ırkına dayanıklı materyal geliştirilirken lokal kara pas ırklarının da göz ardı edilmemesi, her iki çalışmanın birlikte yürütülmesi gereklidir. Karşılaşılan önemli sorunların başında bazı genotiplerin ya Ug99 kara pas ırkına yada lokal kara pas ırkına dayanıklı olması gelmektedir. Her iki durumda da dayanıklı materyal sayısı oldukça sınırlı olmaktadır. Bu durumda yine gen havuzu çok daralacak hem de seleksiyon yapılabilecek materyal oldukça sınırlı kalacaktır. Materyalin sadece Ug99 kara pas ve lokal pas ırk/ırklarına dayanıklı olması bazen yeterli olmamaktadır. Çünkü yetiştiricilik alanlarında bazı durumlarda farklı hastalıkların da dikkate alınması, eğer bu hastalık veya hastalıklar da dikkate alınırsa seçilebilecek dayanıklı materyal sayısı oldukça azalacaktır. Kenya yetiştiricilik şartları daha çok yazlık buğday üretiminin yapılmasına uygundur. Ülkemiz de yaklaşık %60'lık kısmını kışlık/fakültatif buğday üretim alanı bulunmaktadır. Kenya şartlarının kışlık yetiştiriciliğe uygun olmaması nedeniyle özellikle kışlık özellik gösteren materyalin testleri sırasında sorunlar yaşanmaktadır. Kenya şartlarında çalışmaya konu olan kışlık buğday materyali vernalize edilerek ekilmektedir. Materyal her ne kadar vernalize edilip ekilse de bitki gelişimi kışlık ekiliş gibi olmamaktadır. Bu da bazen sonuçların değerlendirilmesi konusunda tereddütlere yol açabilmektedir. Diğer taraftan şu an için materyalin test edilebileceği daha uygun bir lokasyon bulunmamaktadır.

Bir kısım üretici ve bir kısım ıslah grubu araştırmacılarının günümüzde pas hastalığına dayanıklılık açısından bakışı şu şekildedir. Bazı yetiştiricilik alanlarında her yıl bazı hastalıklar az ya da çok görülebilmektedir. Hastalık reaksiyonu göz önüne alınmadan sürekli olarak ilaçlama yapılmaktadır. Hatta bu ilaçlama periyodu bazen 2 bazen 3 ilaçlama gerektirmektedir. Kimyasal uygulamalar pas hastalıklarını kontrol ettiği için genotipin hassas reaksiyon göstermesi çokta önemli olmamaktadır. Bu noktada şu hususlar gözden kaçırılmaktadır: Ekonomik güçleri daha az olan üreticiler hastalığı görseler bile

ilaçlama yapamadıkları bilinen bir gerçektir. Tersine ilaçlama yapıldığında bu esnada ürünün çığnenmesi nedeniyle bir miktar ürün kaybı olmasının yanında, ilaçlama için belirli bir masraf yapıldığı için ürün getirisi azalmaktadır. Hepsinden daha önemlisi, gözden kaçan diğer bir problem ise kimyasalların bitki ve çevreye olan etkileridir. Çevreye dost organik buğday yetiştiriciliğinde kimyasal ilaç uygulaması istenmediği için, dayanıklı çeşit ıslahı ve dayanıklı çeşit kullanımı fazlaca önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın başlıca amacı; Ug99 kara pas ırkının ülkemize ulaşmadan dayanıklı genotiplerin geliştirilmesidir. İkinci amaç olarak; Kenya şartlarında dayanıklı olarak reaksiyon gösteren genotiplerin aynı zamanda ülkemizde farklı lokasyonlarda mevcut olan lokal kara pas ve sarı pas hastalığına karşı da test edilerek aynı anda birden çok hastalık ve ırka karşı dayanıklı genotiplerin geliştirilmesidir. Çalışma sonucu dayanıklı olarak belirlenen genotipler verim ve kalite özellikleri yönünden istenilen seviyede olması durumunda tescil ettirilebilir. Eğer verim ve kalite özellikleri istenilen seviyede bulunmazsa, çeşit geliştirmeye yönelik ıslah çalışmalarında dayanıklı genitör olarak yararlanmaya başlanılacaktır.

Materyal ve Yöntem

Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü'nce (TARM) geliştirilen 75 genotip araştırmada materyal olarak kullanılmıştır. Materyalin 25 tanesi Kuru Ekmeklik (1-25); 4 standart çeşit (Gün-91, Demir 2000, İkizce 96, Seval), 21 hat, 25 tanesi Sulu Ekmeklik (26-50); 2 standart çeşit (Eser, Tosunbey), 23 hat, 25 tanesi Makarnalık (51-75); 4 standart çeşit (Kızıltan 91, Çeşit-1252, Altın 40/98, Mirzabey 2000, 21 hattan oluşmaktadır. Hatların tamamı klasik ıslah metotları ile geliştirilmiş ileri kademe genotipleridir. Materyal Ug99 kara pas ırkına karşı test edilmesi için Kenya Dış Karantina Uygulamalarına göre hazırlanarak Nisan ayında (2009) Kenya'ya gönderilmiştir. Ug99 kara pas reaksiyon testleri Kenya Tarımsal Araştırma Enstitüsü (KARI) tarafından yürütülmüştür. Materyal Mayıs (2009) ayında 1 metrelik sıralara 2 tekerrürlü olarak ekilmiş ve değerlendirmeler Eylül-Ekim aylarında (2009) yapılmıştır.

Sarı pas hastalık testleri, yapay epidemide altıda TARM Ankara'da İkizce ve

Yenimahalle lokasyonunda lokal kara pas hastalık testleri ise yapay epidemide altıda TARM İkizce lokasyonunda, doğal epidemide altıda Kastamonu Seydiler lokasyonunda yürütülmüştür. İki lokasyonda da ekimler 1 metrelik sıralara 2 tekerrürlü olarak ekilmiştir. Lokasyonlarda ekimler Ekim (2009) ayında yapılmış olup değerlendirmeler Temmuz-Ağustos (2010) aylarında yapılmıştır.

Tüm hastalık değerlendirilmeleri Modifiye edilmiş Cobb skalası (Peterson et al. 1948) kullanılarak yapılmıştır. Reaksiyon değerlendirmeleri hassas çeşit 80-90 S düzeyine ulaştığında, en az 2 defa yapılmıştır. Değerlendirmelerde pas şiddeti ve enfeksiyon tipi kaydedilmiş olup, değerlendirmelerde en yüksek skor dikkate alınmıştır. Pas şiddeti (hastalığın yaprakta kapladığı alan) ve enfeksiyon tipi için belirlenen katsayılarla (R:0,2; MR:0,4, MR-MS:0,6; MS:0,8; S: 1) çarpılarak Enfeksiyon Katsayısı (EK) hesaplanmış ve değerlendirmelerde bu katsayı dikkate alınmıştır. Enfeksiyon Katsayısına göre yapılan değerlendirmede 0: İmmun, 1-5: Dayanıklı, 6-20: Orta Dayanıklı, 21-40: Orta Hassas ve 41-100 arası değer alanlar ise hassas olarak gruplandırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Hastalık Test Sonuçları: 2009 yılı üretim sezonunda KARI tarafından yürütülen Ug99 kara pas ırkına karşı reaksiyon test çalışmaları ve 2010 üretim sezonunda TARM tarafından lokal sarı ve kara pas ırk/ırklarına karşı yürütülen reaksiyon test çalışmaları özetlenerek Çizelge 1'de verilmiştir.

Enfeksiyon Katsayısı (EK) göre yapılan gruplandırmada $EK \leq 20$ dayanıklı, $EK \geq 21$ olan genotipler hassas grupta yer almıştır. Dayanıklı materyalden öncelikle 75 materyalden 19 (%25) tanesi vernalizasyonun yeterince sağlanamadığı için değerlendirilememiştir. Bu genotipler kuru ekmeklik için geliştirilen 3 (%4) genotip EBVD-3, 14, 22 numaralı genotipler, sulu ekmeklik için geliştirilen 8 (%11) genotip SBVD-2, 3, 4, 7, 14, 15, 21, 22 numaralı genotipler, makarnalık için geliştirilen MBVD-6, 7, 16, 17, 19, 24 numaralı genotiplerle Kızıltan 91, Altın 40/98 (8 (%11) tane) çeşitleridir.

Çizelge 1. TARM tarafından geliştirilen materyallerin Ug99 kara pas ırkı ile Lokal Sarı ve Kara pas ırklarına reaksiyonları

No	Tipi	Ug99 Kara Pas İrki				Lokal Sarı Pas İrki				Lokal Kara Pas İrki			
		Skala Değeri	EK*	DG**		Skala Değeri	EK	DG		Skala Değeri	EK	DG	
1	EBVD-1	1	MR	0.2	D	80	MS-S	72	H	20	MS	16	OD
2	EBVD-2	10	MS	8	OD	80	MS	64	H	40	MS	32	OH
3	Gün-91		Bitki Yok			80	MS-S	72	H	50	MS	40	OH
4	EBVD-4	60	S	60	H	10	MS	8	OD	50	MS	40	OH
5	EBVD-5	40	MS-S	36	OH	0		0	İ	40	MS-S	36	OH
6	EBVD-6	10	S	10	OD	0		0	İ	40	MS	32	OH
7	EBVD-7	50	MS-S	45	H	T	MS	0.8	D	30	MS-S	27	OH
8	EBVD-8	60	S	60	H	90	MS-S	81	H	50	MS-S	45	H
9	EBVD-9	60	S	60	H	T-10	MS-S	4.5	D	40	MS-S	36	OH
10	EBVD-10	20	MR	4	D	90	MS-S	81	H	40	MS-S	36	OH
11	EBVD-11	50	S	50	H	T	MS	0.8	D	20	MS	16	OD
12	EBVD-12	40	S	40	OH	60	MS	48	H	30	MS-S	27	OH
13	EBVD-13	40	S	40	OH	10	MS	8	OD	30	MS-S	27	OH
14	EBVD-14		Bitki Yok			T	MS	0.8	D	40	MS-S	36	OH
15	EBVD-15	0		0	İ	0		0	İ	30	MS	24	OH
16	EBVD-16	1	MR	0.2	D	0		0	İ	20	MR-MS	12	OD
17	EBVD-17	30	S	30	OH	0		0	İ	30	MS	24	OH
18	EBVD-18	60	S	60	H	50	MS	40	OH	20	MS	16	OD
19	EBVD-19	30	MS-S	27	OH	60	MS-S	54	H	5	R	1	D
20	EBVD-20	30	MS-S	27	OH	10-40	MS	20	OD	10	MS	8	OD
21	Demir-2000	10	S	10	OD	0		4	D	50	MS-S	45	H
22	EBVD-22		Bitki Yok			T	MS	0.8	D	40	MS-S	36	OH
23	İkizce-96	60	S	60	H	0		0	İ	40	MS	32	OH
24	Seval	40	S	40	OH	T	MS	0.8	D	30	MS	24	OH
25	EBVD-25	30	S	30	OH	T-10	MS	4	D	20	MS	16	OD
26	SBVD-1	20	S	20	OD	T	MS	0.8	D	30	MS	24	OH
27	SBVD-2		Bitki Yok			T-10	MS	4	D	20	MS	16	OD
28	SBVD-3		Bitki Yok			0		0	İ	20	MS	16	OD
29	SBVD-4		Bitki Yok			0		0	İ	40	MS-S	36	OH
30	SBVD-5	20	MS-S	18	OD	0		0	İ	40	MS-S	36	OH
31	SBVD-6	40	S	40	OH	0		0	İ	30	MS-S	27	OH
32	SBVD-7		Bitki Yok			0		0	İ	20	MR-MS	12	OD
33	SBVD-8	20	S	20	OD	10-40	MS	20	OD	30	MS	24	OH
34	SBVD-9	1	S	1	D	0		0	İ	40	MS	32	OH
35	SBVD-10	20	MR-MS	12	OD	0		0	İ	30	MS-S	27	OH
36	SBVD-11	40	S	40	OH	0		0	İ	5	MR	2	D
37	SBVD-12	40	S	40	OH	0		0	İ	5	MR	2	D
38	SBVD-13	20	S	20	OD	20-40	MS	24	OH	10	MS	8	OD
39	SBVD-14		Bitki Yok			0		0	İ	20	MS	16	OD
40	SBVD-15		Bitki Yok			0		0	İ	40	MS-S	36	OH
41	SBVD-16	40	MS	32	OH	0		0	İ	5	MR	2	D
42	SBVD-17	30	MS	24	OH	0		0	İ	10	MR	4	D
43	Eser	10	S	10	OD	70	MS-S	63	H	30	MS	24	OH
44	SBVD-19	10	S	10	OD	0		0	İ	0		0	İ

AKAN ve ark. "Bazı Buğday Genotiplerinin Lokal Sarı Pas ve Kara Pas Irklarıyla Ug99 Kara Pas İrkına Reaksiyonlarının Belirlenmesi"

45	SBVD-20	40	S	40	OH	0	0	İ	5	MR	2	D	
46	SBVD-21			Bitki Yok		0	0	İ	20	MS	16	OD	
47	SBVD-22			Bitki Yok		0	0	İ	60	MS-S	54	H	
48	Tosunbey	50	S	50	H	T-10	MS	0	İ	40	MS-S	36	OH
49	SBVD-24	30	S	30	OH	0	0	İ	40	MS-S	36	OH	
50	SBVD-25	40	S	40	OH	0	0	İ	40	MS-S	36	OH	
51	MBVD-1	1	MR	0.2	D	T-10	MS	4	D	5	MR	2	D
52	MBVD-2	30	MS	24	OH	T	MS	0.8	D	5	MR	2	D
53	MBVD-3	50	MS-S	45	H	T-20	MS	8	OD	40	MS-S	36	OH
54	MBVD-4	50	MS-S	45	H	T	R	0.2	D	30	MS	24	OH
55	MBVD-5	10	MS	8	OD	T	R	0.2	D	5	MR	2	D
56	MBVD-6			Bitki Yok		40	MS-S	36	OH	30	MS-S	27	OH
57	MBVD-7			Bitki Yok		0		0	İ	10	MS-S	9	OD
58	Kızıltan-91			Bitki Yok		T	MS	0.8	D	20	MS-S	18	OD
59	MBVD-9	20	MS	16	OD		Bitki Yok			Bitki Yok			
60	MBVD-10	10	MR	2	D	60	MS	48	H	5	MR	2	D
61	MBVD-11	40	MS-S	36	OH	10-40	MS-S	22.5	OH	20	MS-S	18	OD
62	MBVD-12	40	MS-S	36	OH	10-40	MS	20	OD	20	MS	16	OD
63	Çeşit-1252	40	MS	32	OH	10-30	MS	16	OD	10	MS	8	OD
64	MBVD-14	10	MR	2	D	10-40	MS	20	OD	10	MS	8	OD
65	MBVD-15	10	MR	2	D	T-10	MS	4	D	5	R	1	D
66	MBVD-16			Bitki Yok		T-10	MS	4	D	10	MR	4	D
67	MBVD-17			Bitki Yok		10-30	MS	16	OD	10	MS	8	OD
68	Altın 40/98			Bitki Yok		10-30	MS	16	OD	30	MS-S	27	OH
69	MBVD-19			Bitki Yok		10-30	MS	16	OD	20	MS	16	OD
70	MBVD-20	20	S	20	OD	0	0	İ	10	MS	8	OD	
71	MBVD-21	20	MS-S	18	OD	20-40	MS-S	27	OH	20	MS	16	OD
72	MBVD-22	30	MS-S	27	OH	50	MS-S	45	H	20	MS	16	OD
73	Mirzabey 2000	20	MS-S	18	OD	40	MS	32	OH	40	MS-S	36	OH
74	MBVD-24			Bitki Yok		40	MS	32	OH	30	MS	24	OH
75	MBVD-25	1	MR	0.2	D	20	MS	16	OD	40	MS	32	OH

*EK: Enfeksiyon Katsayısı: Pas şiddeti ve enfeksiyon tipi için belirlenen katsayılar çarpılarak hesaplanmıştır. Enfeksiyon tipi R:0.2, MR:0.4, MR-MS:0.6, MS:0.8, MS-S:0.9, S:1olarak hesaplanmıştır.

**DG: Dayanıklılık Grubu: Enfeksiyon Katsayısı (EK) 0: İmmun, E.K.: 1-5, Dayanıkl, E.K.: 6-20 Orta Dayanıkl, E.K.: 21-40 Orta Hassas, E.K.: 41-100 Hassas şeklinde gruplandırılmıştır.

Kuru ekmeklik materyalinin değerlendirilmesi: Öncelikli seleksiyonda hedef olarak belirlenen Ug99 kara pas ırkı açısından EBVD-1, 2, 6, 10, 15, 16, 21 numaralı materyal dayanıklı olarak belirlenmiştir. Seçilen bu materyalden aynı anda hem Ug99 kara pas ırkı hem lokal kara pas ırkına 1 numaralı ve 16 numaralı genotipler dayanıklı olarak belirlenirken, aynı anda sarı pasla test edilen sadece 16 numaralı materyal seleksiyon için uygun bulunmuştur. Materyal bir bütün olarak Ug99 açısından değerlendirildiğinde 7 (%28) materyal dayanıklı olarak belirlenmiştir. Bu durum başlangıçta belirtilen Kenya şartlarında

test edilen buğday genetik materyalinin %80-90'nın hassas olması ile oldukça uyumludur. TARM enstitüsünce geliştirilen materyalde dayanıklılık açısından sarı pas hastalığı öncelikli seçim kriteridir. Materyal her ne kadar kuru alanlar için geliştirilse de 17 (%68) genotip sarı pas populasyonuna dayanıklıdır. Bu durum TARM tarafından bölgede bazı yıllar epidemiy yapabilen sarı pas hastalığına karşı dayanıklılık ıslah programında önemli bir genetik ilerleme kaydedildiğini göstermektedir. Tüm dünya da 30 yıldır neredeyse ıslah programlarının da kara pas hastalığının öncelikli seçim kriteri olmadığı bilinmektedir. Bölgede de kara pas hastalığının sınırlı alanlarda

görülmesi ve TARM tarafından öncelikli seçim kriteri olmaması nedeniyle dayanıklı materyal oldukça sınırlı kalmıştır. Ug99 kara pas ırkına karşı başlatılmış olan dayanıklılık ıslahı çalışmalarında klasik melezleme ıslah metodu kullanılarak elde edilen ve açılan kademedeki bulunan materyalde dayanıklı genotip oranının artması beklenebilir. ıslah programlarında sarı pas hastalığının yanı sıra lokal kara pas, Ug99 kara pas ırkına karşı ileri kademe dayanıklı materyal oranının artması hedeflenmektedir.

Sulu ekmeklik materyalinin değerlendirilmesi: Materyal kuru ekmeklik materyalle karşılaştırıldığında daha çok mutlak kışlık tip içeren genotiplerden oluştuğu söylenebilir. Hastalıklar açısından değerlendirildiğinde ise öncelikli seleksiyon hedef olarak belirlenen Ug99 kara pas ırkı açısından SBVD-1, 5, 8, 9, 10, 13, 19 numaralı materyal dayanıklı olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan SBVD-1, 5, 8 ve 13 numaralı genotipler dayanıklı grupta yer almakla birlikte materyal hassas grup sınırına çok yakın olduğu için sonuçların dayanıklılık açısından tekrar değerlendirilmesi gereklidir. Seçilen bu materyalden aynı anda hem Ug99 kara pas ırkı hem lokal kara pas ırkına 13 ve 19 numaralı genotipler dayanıklı olarak belirlenirken, sarı pas hastalığı da dikkate alındığında sadece SBVD-19 numaralı genotip seleksiyon için uygun bulunmuştur. Materyal bir bütün olarak Ug99 açısından değerlendirildiğinde 8 (%32) materyal dayanıklı olarak belirlenmiştir. Materyal sulu alanlarda bazı yıllar epidemiy yapabilen sarı pas hastalığına dayanıklılık ıslah programında öncelikli seçim kriteri olduğu için sadece Eser çeşidi hastalığa hassastır. Bu durum TARM tarafından sulu alanlar için geliştirilen materyalde sarı pas hastalığının seleksiyonda öncelikli seçim kriteri olduğunun en önemli göstergesidir. Kuru ekmeklik materyalde olduğu gibi, Ug99 kara pas ırkına karşı başlatılmış olan dayanıklılık ıslahı çalışmalarında klasik ıslah melezleme metodu kullanılarak elde edilen ve açılan kademedeki bulunan materyalde dayanıklı genotip oranının artması beklenebilir.

Makarnalık buğday materyalinin değerlendirilmesi: Materyalin kuru ekmeklik materyalle karşılaştırıldığında daha çok, sulu ekmeklik materyalle karşılaştırıldığında aynı oranda mutlak kışlık tip içeren genotipler olduğu söylenebilir. Hastalıklar açısından değerlendirildiğinde ise öncelikli seleksiyon kriteri olarak belirlenen Ug99 kara pas ırkı

açısından MBVD-1, 5, 9, 10, 14, 15 ve 25 numaralı genotiplerin dayanıklı olduğu; 20, 21 numaralı genotipler ve Mirzabey çeşidi dayanıklı grupta yer almakla birlikte hassas sınırı grubuna oldukça yakın oldukları belirlenmiştir. Seçilen bu materyalden aynı anda hem Ug99 kara pas ırkı hem lokal kara pas ırkına MBVD-1, 5, 10, 14, 15, 20, 21 numaralı genotipler dayanıklı olarak belirlenerek seleksiyon için uygun bulunurken 9 numaralı genotip değerlendirilememiştir. Aynı anda hedef alınan 3 grup hastalığa karşı 1, 5, 10, 14, 15 ve 20 numaralı genotipler dayanıklı olarak belirlenmiştir. Materyal bir bütün olarak Ug99 açısından değerlendirildiğinde ekmeklik grupla karşılaştırıldığında (10 (%40) genotip) dayanıklı materyalin daha fazla olduğu söylenebilir. Bu durumu şu şekilde açıklamak mümkündür. Kenya ekmeklik materyalin gen kaynaklarından birisidir. Bu nedenle Kenya şartlarında ekmeklik materyal üzerinde etkili daha fazla populasyon olması beklenmektedir. Oysa Kenya'nın komşusu olan Etiyopya'da makarnalık materyalin gen kaynağı olması nedeniyle makarnalık genotipler üzerine etkili hastalık populasyonunun farklı ve daha fazla sayıda olması beklenmektedir. Bu nedenle Kenya şartlarında dayanıklı olarak belirlenen materyalin lokasyon olarak benzer özellikler gösteren Etiyopya gibi lokasyonlarda tekrar test edilmesi gereklidir. Etiyopya yapılacak testlerde ise Ug99 kara pas ırkının yanı sıra lokal kara pas ırk/ırklarının olması ve kışlık yetiştiriciliğe uygun olmaması karşılaşılabilecek zorlukların başında gelmektedir. Materyal kuru alanlarda yetiştiricilik için planlanmakla birlikte bölgede bazı yıllar epidemiy yapabilen sarı pas hastalığına karşı dayanıklılık bakımından sadece 7 genotip hastalığa hassastır. Bu durum TARM tarafından makarnalık materyalde sarı pas hastalığının seleksiyonda öncelikli seçim kriteri olduğunun en önemli göstergesi olduğu gibi önemli bir genetik ilerleme kaydedilmiştir. Kuru ve sulu ekmeklik materyal için Ug99 kara pas ırkı ve lokal kara pas ırklarına karşı dayanıklı olabilecek açılan veya ileri kademedeki bulunan dayanıklı materyal oranının artması hedeflenmektedir.

Materyal 3 hastalık yönünden aynı anda değerlendirilmiştir. Seçim kriteri olarak aynı anda Ug99 kara pas ırkıyla lokal kara pas ırkı veya lokal sarı pas populasyonlarına dayanıklı materyal sayısı sırasıyla 11 ve 17'dir. Aynı anda lokal kara ve lokal sarı pas populasyonlarına dayanıklı materyal sayısı 29'dür. Aynı anda Ug99 kara pas ırkı, lokal

kara ve lokal sarı pas populasyonlarına dayanıklı materyal sayısı 8'dir. Dayanıklı olarak belirlenen materyal EBVD-16, SBVD-13, SBVD-19, MBVD-1, MBVD-5, MBVD-14, MBVD-15, MBVD-20 numaralı genotiplerdir.

TARM kış mevsiminin soğuk şiddetinin farklı düzeylerde olduğu bir bölge için çeşit geliştirmeyi hedeflemektedir. Bu nedenle geliştirilen materyal kışlık ve fakültatif karakter taşımaktadır. Materyalin lokal sarı pas ve lokal kara pas için ülkemizde test edildiği alanlar (Ankara, Kastamonu) kışlık / fakültatif karakterde materyallerin geliştirildiği ve kışlık ve fakültatif çeşitlerin üretimde kullanıldığı alanlardır. Bu nedenle materyalin Kenya şartlarında vernalize edilse bile gerçek gelişme performansının ortaya konması konusunda önemli sıkıntılarının olması ve bu durumun hastalıklara karşı dayanıklılık reaksiyonlarını etkileyebileceği ihtimali de göz önünde bulundurulmalıdır.

Sonuç

Çalışma sonuçlarının bir yıllık veriler değerlendirilerek elde edilmiş olması nedeniyle çalışmanın tekrarlanması hatta farklı lokasyonlarda yürütülmesi sonuçların doğrulanması açısından önemlidir.

Bununla birlikte bazı materyal farklı nedenlerden dolayı (verim, kalite, soğuğa dayanıklılık vb.) ıslah araştırma grubu tarafından ileri kademe materyal havuzundan çıkarılmıştır. Aynı materyalin tekrar değerlendirilmesi çok anlamlı değildir. Ancak dayanıklı olarak tespit edilen materyal, hastalık testinin ilk seçim kriteri olduğu melez bahçesinde ve dayanıklılık kaynağı olarak muhafaza altına alınmıştır. Özellikle Ug99 kara pas ırkı için özel bir dayanıklılık kaynağı oluşturulmuş ve bu konuda çalışan tüm araştırma gruplarının ortak kullanımına sunulmuştur.

Ug99 kara pas ırkına karşı dayanıklı olarak belirlenen materyalin aynı zamanda bölge koşullarında sorun olan yerel kara pas ve sarı pas ırk/ırklarına dayanıklı olması şarttır. Bu nedenle ıslah materyali bir taraftan Kenya'da reaksiyonları belirlenirken aynı zamanda ülkemizde kara pasın etkin olduğu farklı lokasyonlarda da test edilmesi ve her iki durumda da dayanıklı olarak belirlenen materyalin seçimi konusuna öncelik verilmesi gerekmektedir. Araştırma ülkemizde şu anda etkin olmayan veya belirlenemeyen (Anonim 2012c) ama zarar oluşturma potansiyeli bulunan Ug99 kara pas ırkına karşı dayanıklı

kışlık materyalin belirlenmesi ve geliştirilmesi açısından önemli görülmektedir. Ayrıca Ar-Ge konuları olarak; ülkemizde düzenli olarak her yıl pas surveylerinin yapılması, surveyler sonucu toplanan örneklerden patotip analizlerinin yapılması, tanımlanan bu patotiplerin saklanması, pas kapan nörselerinin çoğaltımı ve ülkesel düzeyde dağıtımının yapılarak virülsün değişiminin takibi gibi konularda kapasite geliştirme bulunmaktadır. Bu amaçla yeni alt yapı kurulması veya mevcut alt yapının iyileştirilmesi, eğitime yönelik çalışmalar yapılmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

Ülkemiz ıslah materyali Ug99 kara pas ırkı ve ülkemiz kara pas populasyonlarına karşı oldukça hassas reaksiyonlar vermektedir (Anonim 2012c). Hastalıkla mücadele yöntemlerinden birisi olan dayanıklı çeşit geliştirme çalışmalarına Araştırma Enstitülerinde daha da ağırlık ve önem verilmelidir. Genel olarak ıslah programları değerlendirildiğinde; öncelikli ıslah kriteri olarak değerlendirilmeyen kara pas için ıslah materyalinde dayanıklılık gösteren genotipler bakımından varyasyon çok düşük düzeydedir. Ug99 kara pas ırkına karşı dayanıklılık ıslah çalışmalarının yeni başlatılmış olması ve yeni ırkların belirlenmesi nedeniyle tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de dayanıklı materyal geliştirilmesi zaman alacaktır. Klasik ıslah metotlarıyla 12-15 yıllık sürelerde çeşit geliştirildiği düşünülürse Ug99 kara pas ırkının ülkemizde etkili olması durumu için şimdiden farklı kademe dayanıklı materyalin varlığı dayanıklı çeşit geliştirilmesi süresini oldukça kısaltacaktır. Double haploid gibi ıslah süresini kısaltan biyoteknolojik yöntemler ıslah çalışmalarına dahil edilip çeşit geliştirme süresi kısaltılmalıdır.

Kaynaklar

- Aktaş, H. 2001. Önemli hububat hastalıkları ve survey yöntemleri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı.74 s., Ankara.
- Anonim 2012a . http://www.kkgm.gov.tr/birim/bitkikoruma/teknik_talimat/hububat/bugday_pas_hast.pdf Erişim Tarihi 05.01.2012
- Anonim 2012b. <http://www.globalrust.org> (Güncelleme 2605.01.2012.02.2011)
- Anonim 2012c. Ülkesel Serin İklim Tahıl Has. Arş. Projesi., 2011 Yıllık Rapor, TAGEM Yayınlanmamış.

- Jin, Y. and Singh, R.P. 2006. Resistance in U.S. wheat to recent eastern African isolates of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* with virulence to resistance gene Sr31. *Plant Disease*, 90, 476-480.
- Jin, Y., Szabo, L.J., Pretorius, Z.A., Singh, R.P., Ward, R. and Fetch, T. 2008. Detection of virulence to resistance gene Sr24 within race TTKS of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. *Plant Disease*, 92, 923-926.
- Jin, Y., Szabo, L.J., Rouse, M.N., Fetch, T.J., Pretorius, Z.A., Wanyera, R. and Njau, P. 2009. Detection of virulence to resistance gene Sr36 within the TTKS race lineage of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. *Plant Disease*, 93, 367-370.
- Mamluk O. F., Çetin L., Braun H. - J., Bolat N., Bertschinger L., Makkouk, K. M., Yıldırım A. F., Saari E. E., Zencirci N., Albustan S., Çalı S., Beniwal S. P. S. and Düşünceli F. 1997. (36). Current status of wheat and barley diseases of Central Anatolian Plateau of Turkey. *Phytopathology . Medite.* 36, 167-181.)
- McIntosh, R.A., Wellings, C.R. and Park, R.F. 1995. *Wheat Rust: An Atlas of Resistance Genes.* CSIRO publications, p. 200, Australia.
- Nazari, K., Mafi, M., Yahyaoui, A.H., Singh, R.P. and Park, R.F. 2009. Detection of wheat Stem rust (*Puccinia graminis* f.sp. *tritici*) Race TTKSK (Ug99) in Iran. *Plant Disease*, 93, 317
- Peterson, R. F., A. B. Campbell, and A. E. Hannah, 1948: A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereal. *Can. J. Res.* 26, 496-500
- Pretorius, Z. A., Singh R.P., Wagoire W. W., Payne, T S., 2000. Detection of virulence to wheat stem rust resistance gene Sr31 in *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* in Uganda *Plant Disease* 84:203-2917
- Rouse M., Jin ,Y. 2009. Aggressiveness of races TTKSK and QFCSC of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* at various temperatures. In Akkaya MS (ed) *Abstr 12th Int Cereal Rusts Powdery Mildew Conf* http://www.crpmb.org/icrPMC12/ICRPMC_updated-corrected%20abstract%20book_2.pdf
- Singh, R.P., Hodson, D.P., Jin, Y., Huerta-Espino, J., Kinyua, M., Wanyera, R., Njau, P. and Ward, R.W. 2006. Current status, likely migration and strategies to mitigate the threat to wheat production from race Ug99 (TTKS) of stem rust pathogen. *CAB Reviews: Perspective in Agriculture, Veterinary Science and Natural Resources*, 54,1-13.
- Visser B., Herselman L., Park R.F., Karaoglu H., Bender C.M. and Pretorius Z.A 2010. Characterization of two new wheat stem rust races within the Ug99 lineage in South Africa. *BGRI 2010 Technical Workshop 30-31 May 2010.*
- Wanyera, R., Kinyua, M.G., Njoro, P.O., Jin, Y., and Singh, R. P.2006. The Spread of Wheat Stem Rust (*P. graminis* f. sp. *tritici*) with virulence on Sr31 in Eastern Africa. *Plant Disease* 90:113.