



Geliş(Received) :24/09/2019
Kabul(Accepted) :05/12/2019

Derleme Makale/Review Article
Doi:10.30708.mantar.624079

Küresel Gıda Güvenliği Riski: Ug99 Kara Pas Irkı

Kander KOÇ¹, Kadir AKAN²

Sorumlu yazar: kanderkoc33@gmail.com

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana /Türkiye

Orcid No: 0000-0002-6784-8423 / kanderkoc33@gmail.com

²Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Kırşehir/Türkiye

Orcid No: 0000-0002-1612-859X /kadir_akan@hotmail.com

Öz: Tüm dünya da buğday (*Triticum* sp.) sürdürülebilir gıda güvenliği için önemli besinler arasında yer almaktadır. Bu nedenle üretimi kritik düzeyde önemlidir. Fungal bir etmen olan kara pas (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici* Erikss. & Henning) hastalığı, buğdayın yaprak, sap ve başaklarında görülmektedir. Hastalık tane ve saman, verim ve kalitesini farklı düzeylerde olumsuz etkilemektedir. Epidemiy şartlarında hassas çeşitler de %90'a varan verim kayıplarının oluşabileceği de bilinmektedir. 1999 yılında Ug99 (TTKSK) kara pas ırkı belirlenmiştir. Yürütülen reaksiyon test çalışmaları sonucu, test edilen buğday genetik materyallerinin %90'ının bu ırka karşı hassas olduğu belirlenmiştir. İrk nedeniyle oluşabilecek epideminin bir sonucu olarak, dünya buğday üretiminde %19 düzeyinde azalma olabileceği ve 1 milyar kişinin etkilenebileceğine ilişkin senaryonun varlığı bilinmektedir.

Küresel gıda güvenliğinin sağlanması için uluslararası araştırma kuruluşları ve muhtemel risk altındaki ülkelerin katılımlarıyla Norman Borlaug öncülüğünde Borlaug Küresel Pas Girişimi (Borlaug Global Rust Initiative) oluşturulmuştur. Girişim tarafından yürütülen ve öne çıkan bazı çalışmaları şunlardır. 1) Ug99 kara pas ırkının hareketinin izlenmesi. 2) Ulusal ve uluslararası buğday materyallerinin Kenya ve Etiyopya tarla şartlarında da reaksiyonlarının belirlenmesi. 3) Oluşabilecek zararın en alt düzeye indirilmesi için bitki koruma önerilerinin sunulması. 4) Eğitim çalışmalarıyla insan kaynağı geliştirilmesi. 5) Uluslararası bilgilendirme için çalıştaylar düzenlenmesi olarak, özetlenebilir.

Yapılan çalışmalar başta rüzgarla yayılan hastalıklar olmak üzere, benzer hastalıkların kontrolünde model alınarak çözüm üretilmesine katkı sağlayabilir.

Anahtar kelimeler: Buğday (*Triticum* sp.), Kara pas (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*), varyasyon, gıda güvenliği

Global Food Safety Risk: Ug99 Stem Rust Race

Abstract: Wheat (*Triticum* sp.) is one of the most important nutrients for sustainable food safety in the world. Therefore, production is critical. Stem rust (caused by *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* Erikss. & Henning), a fungal plant pathogen, is determined in the leaves, stems and spike of wheat. The disease adversely affects grain and straw, yield and quality at different levels. It is also known that yield losses up to 90% may occur in susceptible cultivars under epidemic conditions. In 1999, Ug99 (TTKSK) stem rust race was determined. As a result of the reaction test studies, it was determined that 90% of the wheat genetic materials tested were susceptible to Ug99. It is known that there is a scenario that 19% decrease in wheat production in the world and 1 billion people may be affected due to the epidemic that may be caused by Ug99.

Borlaug Global Rust Initiative was established under the leadership of Norman Borlaug with the participation of international research institutions and countries at risk to ensure global food safety. Some of the prominent works carried out by the initiative are as follows. 1) Monitoring the movement of the Ug99 stem rust race. 2) Determination of the reactions of national and international wheat materials under field conditions in Kenya and Ethiopia. 3) Submission of plant



protection recommendations to minimize possible damage. 4) Development of human resources through training activities. 5) Organizing workshops for international information.

The studies carried out may contribute to the production of solutions by taking the model under the control of similar diseases, especially the diseases spread by wind.

Key words: Wheat (*Triticum* sp.), Stem rust (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*), variation, food safety

Giriş

1.1. Genel durum

Buğday; Dünya'da birçok alanda yetiştirilebilen ve üretimi en fazla yapılan tarımsal ürünler arasındadır. United State Department of Agriculture (USDA)'nın 2019/20 üretim sezonu temmuz ayı projeksiyonlarına göre 2.6 milyar ton olan dünya toplam tahıl üretiminin yaklaşık %29'unu (771.46 milyar ton) buğday üretimi oluştururken, 436.11 milyar ton olan dünya toplam tahıl ihracatının %42'sini (183.11 milyar ton) buğday ihracatı oluşturmaktadır (Anonim, 2019a). 2018 yılı Türkiye tarım istatistikleri incelendiğinde; Ülkemizde işlenebilir toplam tarım alanlarının (197.380.000 da) yaklaşık %55'inde (108.991.783 da) tahıl yetiştiriciliği, tahıl yetiştiriciliği yapılan bu (108.991.783 da) alanların da %67'sin de (72.992.701 da) buğday üretimi yapılmaktadır. Yaklaşık 72.992.701 da alanda ekilen ve 20.000.000 ton üretimi yapılan buğdayın ortalama verimi 236 kg/da'dır (Anonim, 2019b). Buğday üretiminin ülkemizde 15 milyon civarında insanın geçim kaynağı olduğu bilinmektedir. Ülkemizde üretim genellikle yağış rejimine bağlı olarak yapılmakta olup daha çok kuru yetiştiricilik alanlarında yapılan üretim nedeniyle birim alandan alınan verim düşük olabilmekte ve buna bağlı olarak buğday üreticisinin buğday kaynaklı geliri de diğer ürün gelirlerine göre daha az olabilmektedir. Diğer taraftan tahıl yetiştiriciliği yapılan önemli bir alanda üretimi yapılabilecek alternatif bitkisel ürün de bulunmamaktadır (Demir, 2007). Konu üzerinde yapılan farklı çalışmalar sonucu buğday tarımı yapılabilecek alanların sınırlarına ulaşılmış ve buğday yetiştiriciliği için uygun olmayan alanlarda ekiliş yapıldığı ortaya konulmuştur. Diğer ürün yetiştiricilikleri ile karşılaştırıldığında, buğday yetiştiriciliğinin kolay ve makinelik yapılması, buğdayın adaptasyon sınırlarının geniş olmasının yanı sıra olumsuz şartların hüküm sürdüğü yetiştiricilik alanlarında bile yetiştirilebilmesi, pazarlama, taşıma, depolama ve işlenmesinin kolay olması gibi faktörlere bağlı olarak üreticiler genellikle buğday tarımını tercih edebilmektedir (Akkaya, 1994).

Buğday üretimi, tohumdan çatala kadar tüm toplum kesimlerini ekonomik olarak değişen düzeylerde az veya çok ilgilendirmektedir. Buğdaydan elde edilen undan yapılan başta ekmek üzere diğer unlu mamuller neredeyse tüm toplum kesimleri tarafından tüketildiği için

önemsiz sayılabilecek düzeyde yaşanabilecek fiyat artışlarının bile toplumsal reaksiyona sebep olabileceği açıktır. Toplumun geniş kesimlerine olan ekonomik etkisi nedeniyle tüketici fiyatlarının sabit tutulması oldukça önemlidir. Üretici yönüyle ekiliş alanlarının sınırlarına ulaşılmış ve üretimin geniş alanlarda yapılması nedeniyle, buğdayın verim ve kalitesine bağlı olarak oluşan satış fiyatının gelir düzeyini doğrudan veya dolaylı bir şekilde artış veya azalış yönünde etkileyebilmektedir. Bu nedenle buğday üretiminde karşılaşılan abiyotik ve biyotik stres faktörlerinin önem düzeyine bakılmaksızın çözüm önerilerinin geliştirilmesi öncelikle ülke ekonomisi sonrasında ise üretici-tüketici ekonomisi için oldukça önemlidir (Düşünceli ve ark., 2008). Üretimin yapıldığı bazı alanlarda verim ve kalite fungal stres faktörlerinden olan kara pas (Etmen: *P. graminis* f. sp. *tritici*) hastalığı nedeniyle değişen düzeylerde olumsuz etkilenmektedir. Birim alandan ve toplam üretimden alınan miktarı arttırma çabalarının yanında hastalığın kısmen bile engellenmesi, üretimin istenilen seviyeye ulaşmasına önemli katkılar sağlayabilir.

1.2. Kara pas hastalığı ve önemi

Kara pas hastalığı, buğday üretim alanlarında bilinen en eski fungal hastalıklarından birisidir. Ülkemizde hastalığın gelişimi için uygun iklim koşulları genel anlamda bitki gelişim periyodunun uzun sürede tamamlandığı yüksek rakımlı alanlardır. Hastalık ayrıca bazı üretim sezonlarında sahil ve geçit bölgelerde ki üretim alanlarında görülebilmektedir. Etmen, buğday, arpa, tritikale ve çavdar türleri ile yabani arpa ve *Aegilops* sp. üzerinde de hastalık oluşturabilmektedir (Knott, 1989). Hastalık konukçusunun, tüm toprak üstü aksamında belirti oluşturabilmekte olup yaprakta ve başakda fotosentez alanının daralması ve sapta iletim demetlerini tahrip etmesi sonucunda verim ve kalite kayıpları oluşturmakta, elde edilen tane üründe buruşmalara yol açtığı gibi saman üretiminde de ciddi azalmalara yol açabilmektedir. Hastalık nedeniyle dünyada ve ülkemizde farklı üretim yıllarında değişen düzeylerde ekonomik kayıpların olduğu bilinmektedir. Örneğin Batı ve Orta Avrupa yetiştiricilik alanlarında %5-20, İskandinavya yetiştiricilik alanlarında %9-33 oranında ürün kayıplarının olduğu bildirilmiştir (Roelfs ve ark., 1992). 1920 yılından



1960 yılına kadar Amerika Birleşik Devletleri Minnesota ile Kuzey ve Güney Dakota buğday üretim alanlarında ortaya çıkan epidemiler nedeniyle ortalama kayıplarının %20-50 olduğu bilinmektedir (Leonard, 2001). Ülkemiz de hastalıktan dolayı 1938 yılında Antalya ovasında %75 oranında verim kayıplarının yaşandığı bilinmektedir. 1940 yılında Ege bölgesi üretim alanlarında cılız dane oluşumu sebebiyle önemli verim ve kalite kayıplarının yaşandığı da rapor edilmiştir. Hastalığın epidemi oluşturduğu üretim alanlarında %90'lara varan kayıplar oluşturabileceği bildirilmiştir (Aktaş, 2001). Kara pas hastalığının kontrolün de kullanılacak yöntem ve uygulamalar Zirai Mücadele Teknik Talimatlarında açıklanmıştır (Anonim, 2008). Diğer buğday pas hastalıklarında olduğu gibi öncelikle etmenin eşeyli evresi sürecinde ya da değişik mutasyon sonucu, etmenin yeni ırklar/patotipleri ortaya çıkabilmektedir. Yeni oluşan bu ırk/patotipler üretimde önemli problemlere yol açabilmektedir. Bu problemlerin başında, hastalığa dayanıklı olarak bilinen buğday genotiplerinin yeni oluşan ırk/patotiplerden etkilenmesi diğer bir değişle dayanıklı olarak bilinen hastalık reaksiyonlarının hassas olarak değerlendirilmesi gelmektedir. Diğer önemli bir problem ise rüzgarla hızlı bir şekilde uzak mesafelere taşınan etmenin önemli yerel veya bölgesel salgınlar (epidemi) oluşturabilme kapasitesi nedeniyle küresel boyutta gıda güvenliğini tehdit edebilmesidir.

1.3. Kara pas etmeninin biyolojisi

Kara pas hastalığı buğdayın bilinen en eski fungal hastalıklardan birisidir. Sap pası olarak da isimlendirilen hastalığın biyolojisi ile ilgili öncü çalışmalara 1767 yılında rastlanmaktadır. Hastalık etmeni *P. graminis* f. sp. *tritici*, heteroecious (farklı hastalık evrelerinin farklı konukçularda görülmesi) bir pas türüdür. Etmen Basidiomycota bölümü, Pucciniomycetes sınıfı, Pucciniales takımı, Pucciniaceae familyası içerisinde sınıflandırılmaktadır. Hayat çemberinde 5 farklı evresi (pikniospor, eziospor, ürediospor, teliospor ve bazidiospor evreleri) bilinen etmenin, bu evrelerden eziospor ve pikniospor evrelerini ara konukçuları olan *Berberis* veya *Mahonia* türleri üzerinde, ürediospor ve teliospor evrelerini ana konukçusu olan buğdaygil konukçularında, bazidiospor evresini ise doğa da serbest halde geçirdiği bilinmektedir. Hastalığın gelişimi için en uygun sıcaklık 26°C olup 15°C'nin altında ve 40°C'nin üstündeki sıcaklıklarda gelişimin olumsuz etkilendiği rapor edilmiştir (Roelfs ve ark., 1992). Hastalık gelişiminin en uygun olduğu dönem, tarımı yapılan buğday için genellikle süt olum veya sarı olum dönemleridir. Hastalığın kontrolünde yapılabilecek kimyasal savaşım

uygulamaları için üreticiler bu dönemde isteksiz davranmaktadırlar.

1.4. Dünya'da kara pas hastalığının ırkları üzerine kısa bir değerlendirme

Roelfs ve McVey (1979) tarafından patojenin virulenslik aralığının belirlenmesi amacıyla 1970 yılından 1977 yılına kadar yürütülen bir çalışmada, Kuzey Amerika ırk ayırıcı seti üzerinden yapılan değerlendirme sonucu *Sr13*, *22*, *24*, *25*, *26*, *27*, *29*, *30*, *Tt-2* ve *Gt* dayanıklılık genlerinin orta dayanıklı ve dayanıklı reaksiyon gösterdiği belirlenmiştir. Coelho ve Sartori (1989) tarafından Brezilya'da 1982-1985 yıllarında kara pas ırklarının belirlenmesi amacıyla yürütülen bir çalışma da *G21*, *G22*, *G23* ve *G24* olarak tanımlanmış 4 yeni ırk belirlendiği bildirilmiştir. *Sr22*, *24*, *25*, *26*, *27*, *31* ve *32* dayanıklılık genlerinin bu ırklara karşı dayanıklı reaksiyon gösterdiği belirlenmiştir. Harder ve Dunsmore (1994) tarafından Kanada'da buğday ve arpa üretim alanlarında kara pas hastalığının virulensliği ve şiddetinin belirlenmesine yönelik yürütülen bir çalışma da TPM ırkının Doğu Kanada da yaygın, QFC ırkının ise bozkır alanlarında en yaygın ırk olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca çalışma ile elde edilen izolatların *Sr6*, *13*, *22*, *24*, *25*, *26*, *27*, *29*, *30*, *31*, *32* ve *37* dayanıklılık genleri üzerine virulent olmadığını bildirmişlerdir. Ping ve ark., (1995) tarafından Çin'de 1993 yılında kara pas hastalık ırklarının belirlenmesi üzerine yapılan araştırma sonucunda da izole edilen 336 izolat 9 ırka ayrılmıştır. En yaygın izolat 21C3CKR olarak tanımlanmış olup analizi yapılan izolatların %62.5'i bu grupta yer almıştır. Çalışmayla *Sr11* dayanıklılık geni üzerine ilk kez etkin virulent izolatların varlığı da ortaya konulmuştur. Test edilen izolatların *Sr9e*, *21* ve *30* dayanıklılık genleri üzerine virulent olmadığı bildirilmiştir. McVey ve ark., (1999) tarafından Amerika Birleşik Devletleri'nde 1996 yılında bazı üretim alanlarında yapılan survey çalışmaları sonucunda geliştirilen izolatlar arasında en yaygın ırk (%66) TPMK ırkı olduğu, QFCS ırkının ise yaygınlığının %29 olduğu bildirilmiştir. *Sr9b*, *13*, *22*, *24*, *25*, *26*, *27*, *29*, *30*, *31*, *32*, *37*, *Gt* ve *Wld-1* dayanıklılık genlerinin ise test edilen izolatlardan etkilenmediğini bildirmişlerdir. Kara pas hastalığının Minnesota buğday üretim alanlarından toplanan üredial örneklerinde tespit edilen ırk sayısında 1912 yılından 1930 yılına kadar önemli derecede bir azalma görüldüğü ve bu durumun 2002 yılına kadar düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Etmenin üredial örnek koleksiyonlarında en yaygın ırklar 1912 yılından 1999 yılına kadar on yıllık dilimler halinde düzenlenen 9 aralığın 5 tanesinde 2000 yılından 2002 yılına kadar yapılan çalışmalarda üredial örnek koleksiyonlarında en yaygın ırklar olarak



değerlendirilmiştir. (Peterson ve ark., 2005). Park, (2007) Avustralya kıtasında da kara pas hastalığının görüldüğü ve çok sayıda ırk rapor edildiğini bildirmiştir. Diğer taraftan son yıllarda üretim alanlarında hastalığın düşük oranda görüldüğünü rapor edilmiştir. Bu durum yazar tarafından birden çok dayanıklılık geni içeren yeni çeşitlerin üretim deseninde yer alması olarak açıklanmaya çalışılmıştır. Bonman ve ark., (2007) kara pas etmeninin Doğu Afrika'da yeni tespit edilen bir virulent ırkının gıda güvenliği tehlikesi oluşturabilecek kadar endişe verici bir özelliğinin olduğunu bildirmişlerdir. National Small Grains Collection (NSGC)'den temin edilen *Triticum aestivum* L. subsp. *aestivum* ve *T. turgidum* L. subsp. *durum* yerel genotiplerinin yeni tespit edilen ırka karşı reaksiyonlarını belirlemişlerdir. Çalışmanın amaçları arasında dayanıklılık kaynağı germplasmının geliştirilmesi de bulunmaktadır. Daha önceki çalışmalar sonucu kara pas etmenine dayanıklı kaynaklarının Etiyopya, Şili, Türkiye, Bosna-Hersek ve Yugoslavya'nın komşu bölgelerinden toplanan materyal olduğu bilinmektedir. Fide evresi çalışmaları sonucu birden fazla ırka karşı dayanıklı reaksiyon gösteren genotiplerin daha çok Etiyopya ve Türkiye'den toplanan materyal içinde olduğu belirlenmiştir. Makarnalık ve ekmeçlik buğday reaksiyonları karşılaştırıldığında makarnalık buğdayların daha dayanıklı olduğu da belirlenmiştir. Olivera ve ark., (2012) tarafından yürütülen bir çalışma da TTKSK (Ug99) ırk/varyantının, birçok buğday türü üzerinde önemli düzeyde geniş virülensliğe sahip olduğu bildirilmiştir. Emmer buğdayı [*Triticum turgidum* L. subsp. *dicoccon* (Schrank) Thell.] olarak bilinen buğday türünün kara pas hastalığına karşı dayanıklılık kaynağı olduğu bilinmekte olup TTKSK ırkına karşı reaksiyonları belirlenmiştir. Fide evresinde TTKSK ırkına karşı 359 emmer buğdayının reaksiyonları test edilmiştir. 2010 ve 2011 yıllarında Debrî Zeit, Etiyopya ve Minnesota, St. Paul'deki yürütülen fide evresi çalışmalarında 37 genotipin dayanıklı- orta dayanıklı reaksiyon gösterdiği belirlenmiştir.

1.5. Türkiye'de kara pas hastalığının ırkları üzerine kısa bir değerlendirme

Ülkemizde kara pas hastalığı ilk kez 1930 yılında kayıt altına alınmıştır. Bugüne kadar yapılan çeşitli çalışmalarla hastalığın farklı düzeylerde verim ve kalite kayıplarına yol açtığı ortaya konulmuştur. Mamluk ve ark., (1997) tarafından 1993 ve 1994 yıllarında yürütülen bir arazi çalışmasında, hastalık frekansı Orta Anadolu üretim alanlarında sırasıyla %12.4 ve %8.8, en yüksek hastalık şiddeti de sırasıyla 50S ve 20S olarak belirlenmiştir. Düşünceli ve ark., (1999) tarafından 1996, 1997, 1998 yıllarında yapılan arazi çalışmalarında inceledikleri üretim

alanlarında hastalığın görülme sıklığı sırasıyla %4.9, %28 ve %8.5 oranında belirlenirken, en yüksek hastalık şiddeti sırasıyla 10S, 60S ve 10S olarak belirlenmiştir. 2001 yılında Kastamonu üretim alanlarında şiddetli hastalık epidemisi gözlenmişken, 2002, 2003 ve 2005 yıllarında hastalık gelişim düzeyi düşük düzeyde gözlenmiş, 2006 yılında ise yoğun bir epidemiyi gözlendiği bildirilmiştir. Yine Mert ve ark., (2007) tarafından yapılan bir çalışmada; Ülkemizin değişik bölgelerinde yapılan sörvey çalışmalarında incelenen tarlaların %44'ünde kara pas hastalığı belirlenmiş olup, üretim alanlarında hastalık görülme oranının iz miktarlardan %80 düzeyine kadar ulaşabildiği ve hastalık şiddetinin ise çok iz miktardan 80S düzeyine kadar değişkenlik gösterebildiğini rapor etmişlerdir. Çalışma kapsamında buğdaydan toplanan kara pas hastalığı izolatlarının ırklarının belirlenmesi için 20 genotipten oluşan Kuzey Amerika ırk ayırıcı seti kullanılmış olup test edilen 40 izolattan 21 farklı kara pas ırkı tespit edilmiştir. 11 izolatta en fazla sayıda belirlenen ırk TKTTC ırkıdır. Çalışma sonucu test edilen izolatlara karşı Sr24, 27, 26 ve 31 dayanıklılık genlerinin etkin olduğu belirlenmiştir (Mert ve ark., 2012).

Bulgular ve tartışma

2.1. Ug99 kara pas ırkı neden küresel bir tehdit olarak bildirilmiştir?

Buğday pas hastalıklarının özellikle hakim rüzgarlar etkisiyle veya daha az oran da farklı yollarla buldukları lokasyonlardan uzak mesafelere hatta kıtalar arası bile taşındığı farklı araştırmalarla ortaya konulmuştur. Pas hastalıklarının kıtalar arası taşındığına ilişkin ülkemizde de ekonomik kayba yol açan yaşanmış bir örnek olarak; Yr9 sarı pas dayanıklılık geni üzerinde etkin olduğu belirlenen bir sarı pas ırk/patotipi ilk defa 1986 yılında Doğu Afrika'da belirlenmiş olup ırk ilerleyen süreç de Kuzey Afrika, Batı Asya ve Güney Asya'ya yayılmıştır (Singh ve Huerta-Espino, 2002). ırk nedeniyle Etiyopya, Türkiye, İran, Afganistan ve Pakistan'daki üretim alanlarında oluşan epidemiler sonrası önemli ekonomik kayıpların yaşandığı bilinmektedir. ırkın ilk olarak Ülkemizin Güney bölgelerini etkilediği ilerleyen yıllarda ise Çukurova ve İç bölgelerde ki yetiştiricilik alanlarını etkilediği rapor edilmiştir. 1990'lı yılların başlarında yoğun olarak ekilen Yr9 dayanıklılık genini içeren Seri 82 çeşidi üzerine etkin olan ırk nedeniyle oluşan epidemiyi sonucu sadece Çukurova bölgesinde 500.000 ton ürün kaybının olduğu bildirilmiştir (Düşünceli ve ark., 1996). Benzer şekilde Doğu Afrika ülkesi olan Uganda'da 1998'de toplanan izolatlarda 1999 yılında yapılan testler sonucu yeni bir kara pas ırkının varlığı ortaya konulmuştur. Belirlendiği yıla ve izolatin toplandığı



lokasyona atfen yeni ırka Ug99 (TTKSK) adı verilmiştir. Ug99 kara pas ırkının da *Yr9* dayanıklılık geni üzerine etkin sarı pas ırkına benzer bir dağılım rotası gösterdiği belirlenmiştir. Irkın belirlendiği dönemde 1 milyar insanın durumdan etkilenebileceği ve dünya üretiminin yaklaşık %19'una karşılık gelebilecek 117 milyon ton üretim azalışı olabileceği tahmin edilmiştir. Bu durumda eğer bir ton buğdayın satış fiyatı 140/t USD olarak kabul edilirse toplam zararın 16.4 milyar USD civarında olabileceği ön görüşünde bulunulmuştur. Daha önce yaşanan tecrübelerden ders alan karar verici ve bilim insanları benzer ekonomik kayıpların oluşmaması için ülkesel ve uluslararası düzeyde çalışmaların gerektiği farkındalığıyla 2005 yılında kurulan ismi önce Küresel Pas Girişimi (GRI-Global Rust Initiative) olan daha sonra ise The Borlaug Global Rust Initiative (BGRI) olarak anılmaya başlamış olan girişimi kurmuşlar ve Ülkemizin de dahil olduğu birçok ülke ve uluslararası kuruluş (ICAR, ICARDA, CIMMYT, UN-FAO ve Cornell Üniversitesi) girişime 2008 yılında dahil olmuşlardır.

2.2. Ug99 kara pas ırkı hakkında genel bilgiler

Yr9 dayanıklılık geni üzerinde etkin olan sarı pas ırk/patotipi 1986 yılında Kenya'da (Doğu Afrika) ortaya çıkmış olup, Kuzey Afrika, Batı ve Güney Asya'ya yayılması ve ciddi maddi kayıplara yol açması nedeniyle, benzer dağılım senaryosu Ug99 için de öngörülmüştür. Bu nedenle belirlendiği günden beri Ug99 kara pas ırkı üzerinde oldukça fazla klasik ve moleküler çalışma yürütülmüştür. Irkın belirlenmesi için yapılan patojenite (virülenslik) testlerinde ırkın çok agresif olduğu ve birçok kara pasa dayanıklılık geni üzerine virulent olduğu belirlenmiştir. Yapılan reaksiyon testleri sonucunda, test edilen buğday materyalinin %90'ının bu ırka karşı hassas reaksiyon gösterdiği bilinmektedir. Farklı bir çalışmada 22 Afrika ve Asya ülkesinden Kenya ve Etiyopya tarla evresi test merkezlerine gönderilen 200.000 kadar buğday test materyalinden ancak %5-10'u kadarının dayanıklı grupta yer aldığı belirtilmiştir. (Anonim, 2019c). Ug99 kara pas ırkı kısa süre sayılabilecek süreç de Doğu Afrika'da bulunan Uganda, Kenya, Etiyopya gibi ülkelere yayılarak buğday üretimini ciddi düzeyde olumsuz etkilemiştir. Diğer taraftan hastalık 1988 yılında Uganda, 2002 yılında Kenya, 2003 yılında Etiyopya, 2006 yılında Yemen ve Sudan, 2006 yılında *Sr24* dayanıklılık geni üzerine virulent mutant ırk (Kenya), 2007 yılında İran, 2007 yılında *Sr36* dayanıklılık geni üzerine virulent mutant ırk (Kenya), 2007 yılında *Sr24* dayanıklılık geni üzerine virulent mutant ırk Kenya da epidemiy oluşturmuş, 2009 yılında Güney Afrika ve Zimbabve, 2011 yılında Eritre, ayrıca Tanzanya ve Mozambik'te Ug99 ırkı/veya ırkları

belirlenmiştir. 2007 yılında İran'da 2 farklı üretim alanında Ug99 ırkı belirlenmiştir (Anonim, 2019c). Oluşan bu durum ülkemiz için mevcut riski daha da arttırmıştır.

Wolday ve ark., (2011) tarafından yürütülen bir çalışmada, 20 genotipten oluşan Kuzey Amerika ırk ayırıcı seti kullanılmıştır. Virulens analiz çalışmaları sonucu harf kodlu tanımlama (isimlendirme) yapılmış, TTKST ve PTKST ırkları/varyantlarının varlığı ortaya konulmuştur. Her iki ırk/varyantın Ug99 grubuna ait olduğu *Sr31* ve *Sr24* dayanıklılık genleri üzerine de virulent olduğu belirlenmiştir. TTKST ve PTKST ırk/varyantlarının sırasıyla *Sr21* dayanıklılık geni üzerine virulent veya avirulent olması noktasında ayrılmaktadır. Ug99'un (TTKSK ırkı) gözlemlenen ve öngörülmüş göç yolları dikkate alınarak, Eritre'de TTKST ve PTKST ırk/varyantlarının Kızıldeniz ve Arap Yarımadasını geçerek Afrika kıtası dışına doğru yayılma olasılığının arttığı bildirilmiştir. TTKST ve PTKST ırk/varyantlarının Batı Asya üretim alanlarına yayılma olasılığının bulunduğu da değerlendirilmiştir. Ug99 kara pas ırkı olarak belirlenen ırklar/varyantlar TTKSK (Ug99, *Sr31*, *Sr21*, *Sr30*/1998 yılında belirlenmiştir), TTKSF (*Sr31* dayanıklılık geni üzerine avirulent ve *Sr21* ve *Sr30* dayanıklılık genleri üzerine virulent/2005 yılında belirlenmiştir), TTKST (*Sr31*+*Sr20*+*Sr24*+*Sr30* dayanıklılık genleri üzerine virulent/2006 yılında belirlenmiştir), TTKSK (*Sr31*+*Sr21*+*Sr30*+*Sr36* dayanıklılık genleri üzerine virulent/2007 yılında belirlenmiştir), PTKST (*Sr31*+*Sr24* dayanıklılık genleri üzerine virulent/2007 yılında belirlenmiştir), TTKSP (*Sr31* dayanıklılık geni üzerine avirulent + *Sr24* dayanıklılık geni üzerine virulent/2010 yılında belirlenmiştir), PTKSK (*Sr31*+*Sr30* dayanıklılık geni üzerine virulent/2006 yılında belirlenmiştir), PTKSK (*Sr31*+*Sr24*+*Sr30* dayanıklılık geni üzerine virulent/2007 yılında belirlenmiştir), TTKSF(*Sr31*+*Sr21*+*Sr30*+*Sr9h* dayanıklılık geni üzerine virulent/2010 yılında belirlenmiştir), TTHST (*Sr31*+*Sr21*+*Sr24* dayanıklılık geni üzerine virulent/2013 yılında belirlenmiştir), TTKTK (*Sr31*+*Sr21*+*SrTmp*+*Sr30* dayanıklılık geni üzerine virulent/2014 yılında belirlenmiştir), TTKTT (*Sr31*+*Sr21*+*Sr24*+*SrTmp*+*Sr30* dayanıklılık geni üzerine virulent/2015 yılında belirlenmiştir), TTHSK (*Sr31*+*Sr21* dayanıklılık geni üzerine virulent/2015 yılında belirlenmiştir), PTKTK (2015 yılında belirlenmiştir) (Anonim, 2019c).

Visser ve ark., (2010) tarafından yürütülen bir çalışmada Ug99 ırkından tanımlanmış olan beşinci ve altıncı varyantlarının varlığı *Triticum aestivum* üzerinden toplanan kara pas hastalığı izolatların da patojenin iki yeni ırkı Güney Afrika'da üretim alanlarından belirlenmiştir. PTKST ırkı 2009 yılında, TTKSP ırkı 2010 yılında



belirlenmiştir. *Sr24* dayanıklılık geni dışında, TTKSP ırkının, Güney Afrika'da yaygın olarak tespit edilen TTKSF ırkına fenotipik olarak benzerlik gösterdiği rapor edilmiştir. PTKST ırkının ise *Sr21* dayanıklılık geni üzerinde düşük düzeyde enfeksiyon tipi göstermesiyle ve *Sr31* dayanıklılık geni üzerine virulent olması dışında TTKSP ırkına benzerlik gösterdiği bilinmektedir. Yapılan SSR analizi sonuçları TTKSF, TTKSP, PTKST ve TTKSK (Ug99) ırkları/varyantları arasındaki genetik ilişki doğrulanmıştır. Ayrıca TTKSK, PTKST ve TTKSF ırkları/varyantlarının %99 oranında benzer yapıda olmasıyla bir grup oluştururken, TTKSP ırk/varyantının da %88'lik bir genetik benzerlik gösterdiği bildirilmiştir. TTKSF, TTKSP, PTKST ve TTKSK (Ug99) ırkları/varyantları ile Güney Afrika da tespit edilen TTKSF ve PTKST ırkları/varyantlarının yalnızca %31 düzeyinde bir benzerlik gösterdiği rapor edilmiştir. Çalışma sonucunda PTKST ırk/varyantının muhtemelen Güney Afrika üretim alanlarına diğer ülkelerin üretim alanlarından geldiği ve TTKSP ırk/varyantının TTKSF ırk/varyantından tek bir basamak mutasyonunun sonucunda ortaya çıkabileceği ön görülmüştür. Letta ve ark., (2014) tarafından yürütülen bir çalışmada TTKSK ırkının makarnalık buğdaylar üzerine yüksek bir virülensliğe sahip olduğu ve sınırlı sayıda dayanıklılık geni ile kontrolün sağlanabileceği rapor edilmiştir. 183 adet makarnalık buğday genotipi üzerinde yapılan reaksiyon çalışmasında, yüksek virülensliğe sahip dört tane kara pas ırkı TRTTF, TTTTF, TTKSK (Ug99) ve JRCQC (TRTTF ve JRCQC Etiyopya'dan izole edilmiştir.)'den bir veya aynı anda birden fazla ırka karşı dayanıklı buğday genotipi için 41 QTL tanımlaması yapılmıştır. Bu lokuslardan 24 tanesi daha önce bilinen, 17 tanesinin ise Etiyopya'da daha önce ergin bitki evresi dayanıklılığı sağladığı bilinen lokuslar ile *Sr* lokuslarının varlığı bilinen kromozom bölgeleri ile örtüşmüştür. Tanımlanan lokusların hem birden fazla ırka karşı hem de spesifik ırklara karşı etkili olduğu ve özellikle de JRCQC ırkına karşı dayanıklı olduğu bildirilmiştir. Hodson (2015) tarafından yürütülen bir çalışma da Etiyopya'da 2013/14 üretim sezonunda "Digalu" çeşidi üzerine etkin olan kara pas hastalığı epidemisi, 2014/15 üretim sezonunda gözlenmiştir. Genel anlam da en az 20 üretim bölgesinde Digalu epidemisinin etkin olduğu belirlenmiştir. %100 ürün kaybı meydana gelen üretim alanları Arsi Robe Bölgesi, Bale Bölgesi ve Sinana Bölgesi olarak belirlenmiştir. Etiyopya'da TKTTF ırkı "Digalu" ırkı olarak isimlendirilmiştir. 2014/15 ile 2013/14 üretim sezonlarında ki epidemilere de aynı ırkın neden olduğu belirlenmiştir. Bu ırk Ug99 ırk grubuyla ilişkili değildir. TKTTF ırkının Orta Doğu'da birçok ülkede varlığı bilinmektedir. ırkın

SrTmp dayanıklılık geni üzerindeki virülensliğinin "Digalu" çeşidin de görülen hassasiyetin ana nedeni olabileceği ön görülmüştür.

2.3. Türkiye'de Ug99 kara pas ırkı ile ilgili survey çalışmaları

The Borlaug Global Rust Initiative (BGRI) aktif üyesi olan ülkemiz tarafından, ilgili kuruluşlar eliyle Ug99 ırk/patotiplerinin yayılımı takip edilmektedir (Anonim, 2019c). Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenen ve finanse edilen farklı projeler kapsamında (Özellikle Ülkesel Serin İklim Tahıl Hastalık Araştırmaları Projesi) Türkiye de ki kara pas hastalığının Kastamonu, Çukurova ve geçit bölgesi gibi bazı buğday üretim alanlarında takibi yapılmaktadır. Ug99 ırkının henüz ülkemizde belirlenmediği farklı çalışmalarla ortaya konulmuştur. Türkiye de kara pas hastalığının üretim alanlarında ki mevcut durumu ile değişimi, kara pas ayırıcı setleri oluşturularak, surveyler yapılarak ve patotip analizleri ile takip edilmektedir (Akan ve ark., 2012). Ug99 kara pas ırkının 1995 yılında görülen sarı pas epidemisine neden olan ırka benzer şekilde öncelikle Güney Bölgelerde ki üretim alanlarını etkileyebileceği öngörülmektedir (Düşünceli ve ark., 2008).

2.4. Ug99 kara pas ırkı hastalık testlerinin yürütülmesi

Yetiştiricilik yapılan alanlar ve üretim miktarları dikkate alınmaksızın birçok çeşit ve TAGEM Enstitülerince geliştirilmiş ümitvar genotipler Ug99 kara pas ırkının epidemiye yol açtığı ülkeler olan Kenya ve Etiyopya'ya reaksiyon testlerinin yapılması amacıyla gönderilmiştir. Buğday üretiminin yılın her döneminde yapılabildiği Kenya şartlarında öncelikle buğdayın yetiştiricilik şartları göz önüne alınarak test materyali Yazlık ve Kışık dilim yetiştiriciliğe uygun materyal olarak ikiye ayrılmıştır. Test materyali Kenya Tarımsal Araştırma Enstitüsü (KARI) ve Etiyopya Tarımsal Araştırmalar Organizasyonu (EARO) aracılığı ile test edilmiş ve elde edilen materyali geliştiren TAGEM Enstitüleri tarafından değerlendirilmiştir. Özellikle Türkiye ve Kenya da ergin bitki evresi reaksiyon testlerini birlikte değerlendirerek Ülkesel düzeyde Ug99 ırkına karşı ıslah çalışmaları yürütülmektedir.

2.5. Türkiye'de Ug99 kara pas ırkı ile ilgili yapılan diğer çalışmalar

Ülkemizde yürütülen çalışmalar genel olarak TAGEM kontak noktası olacak şekilde planlanmıştır. Çalışmaların temel amaçlarından birisi de yerel ve küresel iş birliğidir. Yerel iş birliği Ülkesel Serin İklim Tahıl



Hastalık Araştırmaları Projesi kapsamında organize edilmektedir. Uluslararası iş birlikleri ise The Borlaug Global Rust Initiative (BGRI) tarafından düzenlenen etkinlikler çerçevesinde gerçekleştirilmektedir. TAGEM tarafından gerek BGRI gerek diğer uluslararası kuruluşlar (FAO, CIMMYT, ICARDA vb.) tarafından düzenlenen bilimsel etkinliklere katılım desteklenmektedir. Bu kapsamda Kenya (Nairobi/Eylül 2005), İtalya (Roma/Aralık 2005, Şubat 2007) ve Mısır'da (Alexandre/Kasım 2006) yapılan ortak akıl geliştirme toplantılarına katılım sağlanmıştır. Ayrıca insan kaynağı geliştirilmesi, ülkemizde yapılan çalışmaların aktarılması ve ikili iş birliklerinin geliştirilmesi için 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015 ve 2018 yıllarında yapılan atölye çalışmalarına veya çalıştaylara teknik personel düzeyinde katılım sağlanması TAGEM tarafından desteklenmiştir. Yine farklı yıllarda Kenya tarla şartlarında yürütülen "Standardization of Stem Rust Note-taking and Evaluation of Germplasm Training" isimli kurs programına teknik personelin katılımı TAGEM tarafından desteklenmiştir.

2.6. Ug99 ırkının oluşturabileceği sorunlar için sürdürülebilir tarım önerileri

Ergin evresi hastalık testleri ile dayanıklı buğday genotipleri belirlenmelidir. Dayanıklı olarak belirlenen genotiplerin verim, kalite ve diğer özelliklerin istenilen yönde olması durumunda oluşabilecek kriz dönemi için dayanıklı genotiplerin tohumluk üretimi arttırılmalıdır. Üretim desenin de dayanıklı genotiplerin ekimi öncelikli tercih olarak ele alınmalıdır. Pas hastalıklarının kontrolünde kültürel ve kimyasal uygulamaların yanında aşırı sulamadan kaçınılması, benzer üretim çevresinde yazlık ve kışlık ekimden kaçınılmasının yanın da özellikle farklı genetik tabana sahip çeşitlerin yetiştiriciliğinin yapılması sürdürülebilirlik açısından oldukça önemlidir (Roelfs ve ark., 1992). Kültürel uygulamalar ve dayanıklı çeşit kullanımı sürdürülebilirlik kavramı için önemli olup hastalığın kontrolünde öncelikle tercih edilmelidir.

2.7. Ug99 ırkının oluşturabileceği tohum ve ürün pazarlama sorunlarına çözüm önerileri

Dayanıklı olarak belirlenen genotiplerin tohumluk stokları kriz dönemi için hazırlanmalıdır. Gerek Türkiye'de bilinen kara pas ırklarına karşı gerekse Ug99 ırk/patotiplerine dayanıklı çeşit geliştirilmesi veya tohumluk üretiminin yapılması için ilgili kurum ve kuruluşlar teşvik edilmelidir. Yeni çeşitlerin üretim deseninde yer alması kısa süre de gerçekleşmemektedir. Bu nedenle üreticiler konu hakkında bilgilendirmeli ve oluşabilecek yeni duruma çözüm odaklı yaklaşımları

sağlanmalıdır. Ug99 kara pas ırk/patotipleri ülkemizde henüz tespit edilmemekle birlikte, hastalığın kimyasal kontrolünün sağlanması ve ön görülen senaryolar sonucunda oluşabilecek olası maliyet artışı için çalışmaların yapılması gerekmektedir. Sebebi ne olursa olsun tüketici talebini karşılayacak üretim olmaması durumunda ithalat için uygun pazar varlığı her yıl gözden geçirilmeli ve alternatif buğday temin pazarlarının varlığı belirlenmelidir.

Sonuç

Ülkemizde potansiyel olarak zarar oluşturabilecek yerel kara pas ırk/patotiplerine ve Ug99 kara pas ırk/patotiplerine karşı ergin bitki evresi reaksiyon testleri yapılarak dayanıklı materyalin belirlenmesi ve geliştirilmesi oldukça önemlidir. Gelecek nesiller için "sağlıklı bir çevre, yeterli miktarda ve temiz gıda temin edilmesi" konusunda çeşitli endişeler bulunmaktadır. Bu endişelerin giderilmesi konusunda öne çıkan yaklaşımlardan birisi de "sürdürülebilir tarım" kavramıdır. Sürdürülebilir tarım kavramı içerisinde; tarımsal üretim çalışmalarında uzun dönem için verimlilik, doğal çevrenin korunması ve kırsal yaşam kalitesinin iyileştirilmesi gibi önemli konuları yer almaktadır.

Diğer taraftan klasik ıslah metotlarıyla çeşit geliştirilmesinin 12-15 yıllık bir süre alabildiği düşünüldüğünde Ug99 kara pas ırk/patotiplerinin ülkemizde etkili olması senaryosuna karşı dayanıklı materyallerin belirlenmiş olması dayanıklı çeşit geliştirme çalışmalarında ki bu sürenin en aza indirilmesi konusunda önem arz etmektedir. Ug99 kara pas ırk/patotiplerine karşı dayanıklı genotiplerin mutlaka yerel kara pas popülasyonlarına da dayanıklı olması gereklidir. Konu üzerinde yürütülen veya planlanan çalışmalarda yer alması gereken önemli konular olarak, 1) Ug99 kara pas ırkının hareketinin izlenmesi. 2) Ulusal ve uluslararası buğday materyallerinin Kenya ve Etiyopya tarla şartlarında da reaksiyonlarının belirlenmesi. 3) Oluşabilecek zararın en alt düzeye indirilmesi için bitki koruma önerilerinin sunulması 4) Eğitim çalışmalarını insan kaynağı geliştirilmesi, 5) Uluslararası bilgilendirme için çalıştay çalışmalarına katılım sağlanarak güncel yaklaşımların ülkemize transferinin yapılması olarak özetlenebilir. Yapılan çalışmalar başta rüzgarla yayılan hastalıklar olmak üzere, benzer hastalıkların kontrolünde model alınarak çözüm üretilmesine katkı sağlayabilir.

Teşekkür: Çalışmanın derlenmesine bilgi, tecrübe, öneri ve öngörülerini ile katkı sağlayan sayın Lütfi ÇETİN, Dr. Fazıl DÜŞÜNCELİ ve Seval ALBUSTAN'a teşekkürü bir borç biliriz.



Kaynaklar

- Akan, K., Mert, Z., Çetin, L., Salantur, A., Yazar, S., Dönmez, E., Özdemir, B., Yalçın, S., Özer, Y. ve Wanyera, R. (2012). Bazı Buğday Genotiplerinin Lokal Sarı Pas ve Kara Pas Irklarıyla Ug99 Kara Pas Irkına Reaksiyonlarının Belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 21 (1): 22-31
- Akkaya, A. (1994). *Buğday Yetiştiriciliği*, Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 1, Ders Kitapları Yayın No: 1, Kahramanmaraş.
- Aktaş, H. (2001). *Önemli Hububat Hastalıkları ve Sürvey Yöntemleri* Kitapçığı Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müd. Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı 80 s. Ankara.
- Anonim, (2008). *Zirai Mücadele Teknik Talimatları*, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Anonim, (2019a). USDA, <https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/> (Erişim tarihi 24.07.2019)
- Anonim, (2019b). TÜİK, 2017. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (Erişim tarihi 24.07.2019)
- Anonim, (2019c). The Borlaug Global Rust Initiative (BGRI) www.globalrust.org (Erişim tarihi 24.07.2019)
- Bonman, J.M., Bockelman, H.E., Jin, Y., Hijmans, R.J. and Gironella, A.I.N. (2007). Geographic distribution of stem rust resistance in wheat landraces. *Crop. Sci.*, 47, 1955-1963.
- Coelho, E.T. and Sartori, J.F. (1989). Racas do fungo da ferrugem-do-colmo-do-trigo no Brasil de 1982-1985. *Pesquisa-Agropecuaria-Brasileira*, 24, 887-892.
- Demir, A. (2007). "Buğday" Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü (T.E.A.E)- Bakış Sayı 9, Nüsha 1, Haziran 2007. ISSN 1303-8346
- Düşünceli, F., Çetin, L., and Albustan, S. (1996). Occurrence and Impact of wheat stripe rust (*Puccinia striiformis*) in Turkey in 1994/95 crop season". *Cereal Rusts and Powdery Mildews Bulletin*, Vol. 24, Supplement, page 309, Proc. of the 9th CR&PMC, 2-6 September 1996, Lunteren, The Netherlands.
- Düşünceli, F., Mert, Z., Akan, K., Çetin, L. ve Albostan, S. (2008). Ug99'a Karşı Küresel Yaklaşımlar ve Türkiye Çalışmalarına Genel Bakışı "Ülkesel Tahıl Sempozyumu 2-5 Haziran 2008 Konya" (Poster sunu) p:322-329.
- Düşünceli, F., Çetin, L., Albustan, S., ve Ekiz, H., (1999), "Orta Anadolu buğday ekilişlerinde pas hastalıklarının (*Puccinia* spp.) yaygınlığı, önemi ve alınması gereken tedbirler" *Orta Anadolu'da hububat tarımının sorunlar ve çözüm yollar Sempozyumu*, Konya, Türkiye, 8-11 Haziran 1999. 2000, 693-696.
- Harder, D.E. and Dunsmore, K.M. (1994). Stem rust on wheat, barley, and oat in Canada in 1992. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 16, 56-60.
- Hodson, D. (2015). Alert- Jan 9, 2015: Summary of Ethiopia 2014/15 rust situation. Re- current, localized stem rust epidemics caused by race TKTTF ("Digalu" race) in Ethiopia. Extreme caution and vigilance needed in East Africa. Web sayfası: <http://rusttracker.cimmyt.org/?p=6465> (Erişim tarihi 24.07.2019)
- Knott, D.R. (1989). *The wheat rust-breeding for resistance*. Monographs on Theoretical and Applied Genetics. 12. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 201 p. Germany.
- Leonard, K.J. (2001). *Stem rust-future enemy? In: Stem Rust of Wheat: from Ancient Enemy to Modern Foe*. Peterson, P.D. (ed.). St. Paul, MN: APS Press, pp. 119-146, USA.
- Letta, T., Olivera, P., Maccaferri, M., Jin, Y., Ammar, K., Badebo, A., Salvi, S., Noli, E., Crossa, J. and Tuberosa, R. (2014). Association mapping reveals novel stem rust resistance loci in durum wheat at the seedling stage. *The Plant Genome*, 7(1), 1-13.
- 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). "Current status of wheat and barley diseases of Central Anatolian Plateau of Turkey", *Phytopathology. Medite*. 36, 167-181.
- McVey, D.V., Long, D.L. and Roberts, J.J. (1999). Races of *Puccinia graminis* in the United States during 1996. *Plant Disease*, 83, 871-875.
- Mert, Z., Çetin, L., Albustan, S., Düşünceli, F., Akan, K. and Aydoğdu, M. (2007). Occurrence of Wheat Rusts in Turkey In 2007 Growing Season. *16th Biennial Australasian Plant Pathology Society Conference*. 24-27 September 2007. Adelaide, Australia. Poster presentation Handbook- 209 p.
- Mert, Z., Karakaya, A., Düşünceli F., Akan, K. and Çetin L. (2012). Determination of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* races of wheat in Turkey. *Turk. J. Agric. For.* 36, 107-120.
- Olivera, P.D., Badebo, A., Xu, S.S., Klindworth, D.L. and Jin, Y. (2012). Resistance to race TTKSK of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* in emmer wheat. *Crop Science*, 52(5), 2234-2242.
- Park, R.F. (2007). Stem rust of wheat in Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*, 58(6), 558-566.
- Peterson, P.D., Leonard, K.J., Roelfs, A.P. and Sutton, T.B. (2005). Effect of barberry eradication on changes in populations of *Puccinia graminis* in Minnesota. *Plant Disease*, 89(9), 935-940.
- Ping, Y., Yuanyin, C. and Weizhi, L. (1995). Race dynamics of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* in China in 1993. *Acta-Phytophylacica-Sinica*, 22, 303-308.
- Roelfs, A.P. and McVey, D.V. (1979). Low infections types produced by *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* and wheat lines with designated genes for resistance. *Phytopathology*, 69, 722-730.

2nd International Eurasian Mycology Congress 2019

- Roelfs, A.P., Singh, R.P. and Saari, E.E. (1992). *Rust diseases of wheat: Concepts and methods of disease management*, 81 p., Mexico.
- Singh, R. and Huerta-Espino, H. (2002). *Research Highlights of the CIMMYT Wheat Program 1999-2000*. CIMMYT 2002.
- Visser, B., Herselman, L., Park, R.F., Karaoglu, H., Bender, C.M. and Pretorius, Z.A., Characterization of two new wheat stem rust races within the Ug99 lineage in South Africa. 2010. *BGRI 2010 Technical Workshop*, 30-31- May. Russia.
- Wolday, A., Fetch, T., Hodson, D.P., Cao, W. and Briere, S. (2011). First report of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* races with virulence to wheat stem rust resistance genes *Sr31* and *Sr24* in Eritrea. *Plant Disease*, 95(12), 1591