

Derleme

Kışlık Buğdaydaki Sistemik Bir Hastalık: *Cephalosporium* Çizgi Hastalığı *Cephalosporium gramineum* (syn. *Hymenula cerealis*)

Esra GÜL^{1*}, Aziz KARAKAYA¹

¹Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Dışkapı, Ankara

Sorumlu yazar: Tel: 0312 596 1139, e-mail: esragul@ankara.edu.tr

Geliş Tarihi:16.09.2018 / Kabul Tarihi: 02.06.2019

Özet

Cephalosporium gramineum'un neden olduğu *Cephalosporium* çizgi hastalığı toprak kaynaklı olup kışlık buğdayın vasküler bir solgunluk hastalığıdır. *Hymenula cerealis* hastalığın saprofit aşaması olarak kabul edilmiştir. Aynı alandaki hastalıklı bitkilerin oranı %100 olabilmekte ve ürün kayıpları %80'e kadar çıkabilmektedir. Hastalık yağışın yüksek olduğu yerlerde yaygın olarak görülürken daha ılıman, daha kurak ya da drenajın daha iyi olduğu topraklarda nadiren görülmekte veya hiç görülmemektedir. İlk enfeksiyonlar sonbaharda başlamakta olup inokulum bol olduğu zaman kış boyunca devam etmektedir. Konidilerin ksilem sıvısından yukarı doğru hareketi süresince patojen konukçusunu sistemik olarak istila etmektedir. Yaprak tabanından yaprak ucuna kadar uzanan kenarları düzensiz beyazımsı şeritler hastalığın tipik belirtisidir. Bunun dışında bodurlaşma ve ak başak oluşumu diğer önemli belirtileridir. Bu derlemede ülkemizde 2010 yılında tespit edilmiş olan *Cephalosporium* çizgi hastalığı etmeninin biyolojisi, konukçuları, mücadelesi ve şu anki durumu hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Cephalosporium* Çizgi Hastalığı, *Cephalosporium gramineum*, *Hymenula cerealis*

A Systemic Disease in Winter Wheat: *Cephalosporium* Streak Disease *Cephalosporium gramineum* (syn. *Hymenula cerealis*)

Abstract

Cephalosporium stripe is caused by soil-borne fungus *Cephalosporium gramineum* and it is mainly a vascular wilt disease of the winter wheat. *Hymenula cerealis* is regarded as the

saprophytic stage of this disease. Percentage of the diseased plants can be 100% in the same area and yield losses can reach up to 80%. Disease occurs commonly in the high rainfall zones and it is rarely or never seen in places with milder and drier climates or with well-drained soils. Infection starts in fall and continues during the winter when the inoculum is abundant. *C. gramineum* systemically invades the host during the upward movement of conidia in the xylem fluid. The whitish stripes which extend from the leaf base to the leaf tip are typical symptoms of the disease. Other important symptoms are stunting and formation of white heads. This disease has been reported in 2010 in Turkey. In this review, information related to biology, host range, control methods and current status of *Cephalosporium* stripe in Turkey is presented.

Key words: *Cephalosporium* Çizgi Hastalığı, *Cephalosporium gramineum*, *Hymenula cerealis*

1. Giriş

Buğday ülkemizde en temel ve vazgeçilmez besin kaynakları arasında yer almaktadır. TÜİK (2018) verilerine göre ülkemizde 2017 yılında 76 688 785 dekar buğday ekim alanından 21 500 000 ton verim elde edilmiştir. Buğdayda görülen hastalıklar zaman zaman önemli verim kayıplarına neden olabilmektedir. Bunlar arasında sürme, rastık, pas, külleme, yaprak lekeleri ve kök ve kökboğazı çürüklükleri bulunmaktadır. Günümüzde başak hastalıkları ile mücadelede tohum ilaçlaması etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Buğdayda görülen önemli hastalıklardan olan pas hastalıklarında ise konukçu bitki dayanıklılığı önem kazanmaktadır. Buğdayda kök ve kök boğazı çürüklüğüne neden olan *Fusarium* spp. ve *Bipolaris sorokiniana* gibi etmenler yaygın olarak görülmektedir. Kök ve kök boğazı hastalıkları ile mücadele nispeten daha zordur. Bu etmenlerden *F. graminearum* ve *F. culmorum* gibi etmenler önemli zarar oluşturabilmekte ve aynı zamanda ak başak oluşumuna neden olabilmektedir.

Kışlık buğdayın ekildiği alanlarda ekonomik olarak önemli olabilen diğer bir toprak patojeni ise *Cephalosporium graminearum*'dur (Quincke ve ark., 2011). Sistemik bir hastalık olan *Cephalosporium* çizgi hastalığı ak başak oluşumuna neden olur ve bu belirti tarla koşullarında *F. graminearum* ve *F. culmorum* etmenlerinin belirtileriyle karıştırılabilir. *F. graminearum* ve *F. culmorum* türlerinde olduğu gibi (Trail, 2009), *Cephalosporium* çizgi

hastalığının da kimyasal mücadelesi zordur ve ekonomik değildir. Bu nedenle bu hastalıklarla mücadelede dayanıklı çeşitlerin ekilmesi ve münavebe ön plana çıkmaktadır.

İklim değişimi, insan faaliyetleri ya da patojenin uzak mesafelere yayılma yeteneği gibi nedenlerle hastalıklar etki alanını genişletebilmekte ya da yeni alanlara yayılabilmektedir. Özellikle ülkeye yeni giriş yapan hastalıklar uygun koşullar ve hassas konukçular buldukları zaman hızla yayılarak ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Ya da patojen bulunduğu bölgede daha önce ekonomik kayıplara neden olmazken, ortaya çıkan yeni virulent ırklar büyük kayıplara yol açabilmektedir. Bu nedenle ülkeye yeni giriş yapan hastalık etmenlerinin sürekli takip edilmesi gerekmektedir. Bu derlemede ülkemizde ilk kez 2010 yılında tespit edilmiş olan *Cephalosporium* çizgi hastalığı etmeninin, biyolojisi, konukçuları, mücadelesi ve ülkemizdeki durumu hakkında bilgi verilmiştir.

2. Hastalık etmeni

İlk kez 1930 yılında Japonya’da tanımlanmış olan *C. gramineum* daha çok kışlık buğdayı etkileyen vasküler bir solgunluk hastalığıdır (Mundt, 2010; Vazquez ve ark., 2015).

İyi gelişmiş sporodokyum ile karakterize edilen *Hymenula cerealis* patojenin saprofit aşaması olarak kabul edilirken *C. gramineum* enfekteli bitkilerden izole edilen aktif aşamasıdır (Bruehl, 1963).

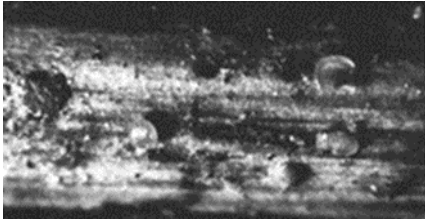
Japonya, Amerika ve Avrupa’dan elde edilmiş *C. gramineum* izolatlarındaki genetik varyasyonu araştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada IGS gen bölgesinin RFLP analizine göre izolatlarda dört genotip belirlenmiştir (Baaj ve Kondo, 2011).

C. gramineum’un iki izolatının buğday çeşitlerindeki virülens farklılığına dayanarak, hastalık etmenin ırklarının olabileceği önerilmiştir (Van Wert ve ark., 1984). Ancak başka bir çalışmada, patojenik varyasyonu ya da virülensin varlığını gösterecek çeşit-izolat interaksiyonu belirlenememiştir (Cowger ve Mundt, 1998).

3. Etmenin Biyolojisi

Hastalık etmeni toprakta ya da enfekteli bitki artıklarında konidi halinde bulunmaktadır (Martyniuk, 2007; Mundt, 2010). Belirti göstermeyen bitkilerden de düşük oranda enfekteli tohumların oluşabileceği belirtilmektedir (Murray, 2006).

Her ne kadar hastalıklı tohumlardan gelişen bitkilerde hastalığın gelişimi düşük olsa da hastalıklı tohumların patojenin yeni alanlara girişi ve epideminin başlatması konusunda önemli bir inokulum kaynağı olabileceği belirtilmektedir (Murray, 2006). Sporodokyum ölü bitki artığı ya da hastalığın bulunduğu alandaki kışlık buğdayın samanında 4-8 hafta içinde oluşmaktadır (Bruehl, 1963; Wiese ve Ravenscroft, 1978). Sporodokyum başlangıçta konveks iken zamanla düzleşmektedir (Wiese ve Ravenscroft, 1978). Etmenin tek hücreli $0.8-1.5 \times 2-4.5 \mu\text{m}$ büyüklüğündeki şeffaf konidileri mukozamsı kitlelerde oluşmaktadır (Bruehl, 1963; Mundt, 2010) (Şekil 1). *C. gramineum* sporodokyum haricinde de konukçu bitki artıklarında kolaylıkla spor oluşturabilmektedir (Wiese ve Ravenscroft, 1978). Sonbahar ve kış başlangıcında *Hymenula* döneminde oluşan sporlar yağmur yoluyla yayılmaktadır (Bruehl, 1963; 1968).



Şekil 1. Patojenin sporodokyumları (Wiese ve Ravenscroft, 1978).

Bitkilerde ilk enfeksiyon sonbaharda başlamakta olup, inokulum bol olduğu zaman kış boyunca da devam etmektedir. Erken ekim hastalık oranının artmasına neden olmaktadır (Stiles ve Murray, 1996).

Konidilerin böcek zararı, nematod zararı ve mekanik yaralanmalar sonucu açılan yara dokusundan buğdayın köküne giriş yapabileceği belirtilmektedir (Mundt, 2010; Quincke ve ark., 2014). *C. gramineum* seminal kökler, kök boğazı ve saptan sıklıkla izole edilmesine karşın alt boğum arasından nadiren izole edilmiştir (Stiles ve Murray, 1996). Bitkide yara dokusu olmadığında da patojenin enfeksiyon yapabildiğine dair bulgular bulunmaktadır (Love ve Bruehl, 1987; Anderegg ve Murray, 1988).

Patojen penetrasyona kolaylık sağlayan apesoryum benzeri yapılar oluşturmaktadır (Douhan ve Murray, 2001). 10-15 günlük inkubasyon periyodundan sonra bitkide belirtiler oluşmaktadır (Klos ve ark., 2012).

Vasküler sistemdeki konidilerin ksilem sıvısında yukarıya doğru hareket etmesiyle bitkinin tüm toprak üstü aksamaları sistemik olarak istila edilmektedir (Bruehl, 1957; Bruehl ve Lai, 1966). Fungus daha çok bitkinin köklerinden üst yapraklarına doğru sistemik olarak yayılmaktadır ancak çift yönlü yayılmanın olabileceği de rapor edilmiştir (Wiese, 1972).

Pektik maddeler, spor kitleleri ve hif bazı ksilem demetlerini tamamen tıkamaktadır (Spalding ve ark., 1961). Ksilem damarlarının tıkanmaya başlaması bitkideki sıvı hareketini engellemekte ve vasküler sistemde kahverengi renk değişimi meydana gelmektedir (Bruehl, 1957). Tıkanıklığın az olduğu yerlerde bile vasküler sistemde kahverengi renk değişiminin meydana gelmesi, ağır bir şekilde enfekte olmuş alanlardan üst kısımlara doğru zararlı metabolitlerin hareket ettiğini göstermektedir (Bruehl, 1957).

Patojenin ürettiği Graminin A bileşiği üzerinde yapılan çalışmalarda, Kobayashi ve Ui, (1979), Graminin A toksik bileşiğinin $25 \mu\text{g mL}^{-1}$ konsantrasyonda yapraklarda sararmaya neden olduğunu belirlemişlerdir. Van wert ve ark., (1986) *in vitro* koşullarda Graminin A' nın patojenin virülensine etki etmediğini belirtirken, Rahman ve ark., (2001), Graminin A' nın tek başına ya da patojenin ürettiği diğer bileşiklerle birlikte bitkide toksik etkiye neden olabileceğini belirtmişlerdir.

4. Hastalığa Etki Eden Faktörler

Cephalosporium çizgi hastalığının oranı ve şiddeti hem toprak pH'sı hem de toprak neminden etkilenmektedir (Anderegg ve Murray, 1988).

Hem sera hem de arazi denemelerinde 4.5' un altındaki pH'larda toprak asitliğindeki artışla birlikte buğdayda *Cephalosporium* çizgi hastalığının arttığı belirtilmiştir (Love ve Bruehl, 1987). Buğday çeşidine göre toprak pH'sından etkilenme durumu da farklılık gösterebilmektedir. Bazı bitkiler köklerdeki fiziksel zararın düşük olduğu durumlarda bile asidik topraklarda enfekte olabilmektedir (Love ve Bruehl, 1987). Hastalık yağışın yüksek olduğu yerlerde yaygın olarak görülürken daha ılıman, daha kurak ya da drenajın daha iyi olduğu topraklarda nadiren görülmekte veya hiç görülmemektedir (Bruehl, 1968).

Düşük sıcaklık patojenin hem gelişimini hem de hayatta kalmasını olumlu yönde etkilemektedir (Quincke ve ark., 2014). Hassas hububat çeşitleri ve diğer çim bitkileri etmenin inokulum miktarının artmasına neden olmaktadır. Hastalık özellikle hassas hububat çeşitlerini takiben buğday ekiminin yapıldığı yerlerde şiddetli olarak görülmektedir (Mundt, 2010).

5. Hastalığın Belirtileri

C. gramineum hastalık için koşulların uygunluğuna bağlı olarak geniş bir belirti dizisi oluşturmaktadır (Rahman ve ark., 2001).

Hastalığın tipik belirtisi yaprak ucundan yaprak tabanına kadar uzanan ve sayıları 4'e kadar çıkabilen kenarları düzensiz uzun beyazımsı şeritlerdir (Bruehl, 1956). Şeritler zamanla nekrotik bir hale gelmektedir (Mundt, 2010).

Şeritler bütün yapraklarda ya da hastalıklı bitkilerin bütün sürgünlerinde gelişmeyebilir. Alt yapraklar genellikle erkenden ölebileceği için, belirtiler üst kısımlarda bulunan genç yapraklarda daha belirgindir (Quincke ve ark., 2014) (Şekil 2). Kış sonlarında ya da bahar başlangıcında, enfekteli bitki yapraklarında bazen mozaik benzeri sararma olmaktadır. Bu tip yapraklar çizgi oluşumu gerçekleşmeden de ölebilmektedir (Mundt, 2010).



Şekil 2. Hastalığın tipik belirtisi (Quincke ve ark., 2014).

Hastalığın ilerleyen aşamasında fungus meristemde gözlemlenir ve sap oyuklarında bile grimsi fungal örtü gözlemlenmektedir (Bruehl, 1957). Hasada yakın dönemde enfekteli bitkilerin sap boğumları ve boğum altları koyulaşabilmektedir (Mundt, 2010).

Şiddetli derecede enfekte olan sapsal bodur kalmakta, ak başak oluşturarak erken olgunlaşmakta ve buruşuk tohumlar oluşabilmektedir. Bodurlaşmanın şiddetli ve ak başak oluşumunun fazla olduğu zamanlarda ürün kayıpları artmaktadır. (Quincke ve ark., 2014).

Tane sayısının ve tane büyüklüğünün azalması verim kaybına neden olmaktadır (Quincke ve ark., 2012). Hastalıklı buğdaylarda taneler daha az nem içermekte ve hızlı olgunlaşmaktadır (Spalding ve ark., 1961). Büzüşmüş tanelerde karbonhidrat kaybına bağlı olarak protein yüzdesinde nispi bir artış olmaktadır (Johnston ve Mathre, 1972).

6. Konukçuları

Bu hastalık daha çok kışlık buğdayı etkilemesine rağmen, bahar aylarında ekilmiş hububatta da benzer belirtiler görülmektedir (Richardson ve Rennie, 1970).

Kışlık arpa kışlık buğdaya göre hastalıktan daha az etkilenmektedir (Bruehl, 1968). Çavdar bitkisinde ve malç olarak kullanılan çavdar samanlarında da hastalık rapor edilmiştir (Jones ve ark., 1980). Hastalık *Gramineae* familyasının diğer bitkilerinden *Avena fatua*, *Agropyron repens*, *Agrostis exarata*, *Bromus breviaristatus*, *Bromus tectorum*, *Dactylis glomerata*, *Elymus glaucus*, *Phleum pratense* ve *Poa bulbosa* da saptanmıştır (Bruehl, 1968).

7. Mücadele Yöntemleri

Ülkemizde ve dünyada bu hastalığın kimyasal mücadelesi için yaprağa, toprağa ya da tohumu uygulanabilecek ruhsatlı ilaç bulunmamaktadır (Quincke ve ark., 2014).

In vitro koşullarda yapılan fungusit denemelerinde olumlu sonuçlar alınmakta ancak arazi koşullarında ilaçlar genellikle aynı etkiyi göstermemektedir.

Benzimidazole sistemik fungusitlerinin sera koşullarında yetiştirilen kışlık buğdayda *C. gramineum*'u azalttığı, ancak arazi koşullarında ticari olarak kullanılabilir düzeyde etkili olmadığı belirtilmiştir (Murray, 1988).

C. gramineum' un kimyasal ve biyolojik mücadelesine yönelik yapılan bir çalışmada, *in vitro* koşullarda bazı ticari preparatların fungusun gelişimini engellediği belirlenmiş olup ayrıca bir *Pseudomonas* streyni *in vitro* koşullarda tohum üzerindeki patojenin sporulasyonunu önemli derecede azaltmıştır. Arazi koşullarında ise kışlık buğdayda %45 thiuram+%20 carbendazim etkili maddeli ticari fungal preparatın fungusun sporulasyonunu önemli derecede azalttığı ve etkili bir koruma sağladığı belirtilirken, bakteri uygulamasının ise genellikle etkisiz olduğu belirtilmiştir (Martyniuk ve ark., 2007).

Medicago türlerinden elde edilmiş saponinlerin farklı dozları (10-100 µg ml⁻¹) mısır unu agarı (CMA) ortamına uygulandığında patojenin misel gelişiminin engellendiği bildirilmiştir (Martyniuk ve ark., 2004).

Bazı fungusitlerin *C. gramineum* üzerinde etkinliğinin değerlendirildiği diğer bir çalışmada, fungusit uygulanan alanlarda hastalığın etkili bir şekilde kontrol edilemediği belirlenmiştir. *In vitro* koşullarda ise fenpropiomorph ve pyraclostrobin+epoxiconazole etkili maddeli ilaçların patojeni tamamen engellediği tespit edilmiştir (Wachowska ve ark., 2018).

Hastalığa karşı dayanıklılıkta melezleme çalışmaları için kullanılabilir genetik kaynakların araştırıldığı bir çalışmada *Thinopyrum intermedium* ve *Th. ponticum* türlerinin üç ve altıncı kromozomlarında bulunan genlerin dayanıklılıktan sorumlu olduğu belirlenmiştir. Dayanıklılık genlerini içeren tek bir kromozom ya da kromozom segmentinin genetik stok

üretmek için buğdaya aktarılabileceği belirtilmiştir. Böylece ıslah çalışmalarıyla dayanıklı buğdayların elde edilebileceği belirtilmiştir (Li ve ark., 2008).

Kültürel mücadelede enfekteli bitki artıkları tarladan uzaklaştırılmalı, yakılmalı ya da 8 cm den daha derine gömülmelidir (Mundt, 2010). Toprak Ph'sının düşük olması durumunda toprağa kireç uygulaması yapılarak hastalığın şiddeti azaltılabilir (Quincke ve ark., 2014).

Ekimin geciktirilmesi ve ürün rotasyonu ile hastalık bir dereceye kadar kontrol edilebilmesine rağmen, dayanıklı çeşitlerin kullanılması hastalığı kontrol etmek için en pratik yaklaşım olarak kabul edilmektedir (Mathre ve ark., 1985).

Ülkemizde bu hastalıkla ilgili yapılan çalışmada dayanıklı ve orta derecede dayanıklı buğday çeşitlerinin bulunduğu belirtilmektedir (Hakan Hekimhan, kişisel görüşme). Hastalık şiddeti ve takip eden sezondaki inokulum miktarını azaltmak için orta derecede dayanıklı çeşitlerin de kullanılabilirliği belirtilmektedir (Vazquez ve ark., 2015).

Dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesinde yabancı buğdaygiller önemli dayanıklılık kaynaklarıdır. Buğdayın akrabaları olan *Thinopyron intermedium* ve *Elytrigia elongata*'un *C. gramineum*'a daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir (Mathre ve Johnston, 1990). *Triticum aestivum* ve *T. tauschii* orta derecede ve kısmen dayanıklı reaksiyon gösterirken, *Agropyron elongatum*, *A. intermedium* ve *Agrotriticum* spp. oldukça dayanıklıdır (Mathre ve ark., 1985).

Konukçu dayanıklılığı *Cephalosporium* çizgi hastalığını kontrol etmek için en iyi yaklaşım olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle dayanıklı çeşit geliştirmeye yönelik yapılan bir çalışmada, hastalığa dayanıklılıktan sorumlu genomik bölgeleri belirlemek, moleküler markörleri araştırmak ve hastalığa dayanıklılığın kalıtımını karakterize etmek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda markör yardımcı seleksiyondan önce gen keşfedilmesi için uygulanması gereken temel bir adım olan QTL analizi gerçekleştirilmiştir. *Cephalosporium* hastalığına dayanıklılık için en az üç veya dört dayanıklı QTL kombinasyonunun kabul edilebilir olduğu belirtilmiştir (Quincke ve ark., 2011).

Genetik haritalama yaklaşımları, kışlık buğday populasyonlarındaki hastalığa dayanıklılık ile ilişkili genomik bölgelerin belirlenmesinde kullanılabilir. Hastalığa dayanıklılık ile ilişkili buğday genomundaki genetik markörlerin ortaya çıkarılması dayanıklı buğday çeşitlerinin geliştirilmesini hızlandıracaktır (Froese ve ark., 2016).

8. Hastalığın Ülkemizdeki Durumu

Bu hastalık ülkemizde ilk kez Trakya bölgesinde tespit edilmiştir (Hekimhan, 2010; Hekimhan ve ark., 2011). Trakya bölgesinde 2006 yılında buğday alanlarındaki tarla bulaşıklılık oranının %13.21, 2007 yılında ise %8.93 olduğu rapor edilmiştir (Hekimhan ve Boyraz, 2011). Hastalıklı bitkilerin yapraklarında çizgi şeklinde kuruma, ana sapta kuruma ve kardeşlenmede artış olduğu gözlenmiştir (Hekimhan, 2010).

Hastalık 2009 yılında Doğu Akdeniz bölgesinin özellikle dağlık yüksek bölgelerinde ekmeklik buğday çeşitlerinde görülmüştür. Hastalığın belirtileri soğuk zararı ve besin noksanlıkları ile karıştırılmaktadır. Tipik belirtisinin yanında toprağa yakın 1. ve 2. nodlarda kahverengileşme, bodurlaşma, erken olgunlaşma ve ak başak oluşumu tespit edilmiştir (Hekimhan ve ark., 2011). Hastalık bu bölgede sadece Adana'nın Aladağ ilçesinde rapor edilmiştir (Ay ve Ünal, 2014).

Ege sahil kuşağında iki yıllık gözlemler sonucunda buğday tarlalarında *Cephalosporium* çizgi hastalığının varlığı %2,85 olarak saptanırken, arpada ise bu hastalığa rastlanmamıştır (Hekimhan, 2016).

KKTC'de yürütülen bir başka çalışmada ise arpada *Cephalosporium* çizgi hastalığının bulunduğu rapor edilmiştir (Hekimhan ve ark., 2014).

9. Sonuç

Hastalığın ülkemizde Trakya, Ege ve Akdeniz bölgesinde olduğu rapor edilmiştir. Hastalığın diğer bölgelerdeki durumu şu anda bilinmemektedir. Buğday ve arpa ile ilgili yürütülecek hastalık çalışmalarında bu patojenin de varlığı göz ardı edilmemelidir.

Hastalığın mücadelesinde kullanılacak ilaçların tespit edilmesine yönelik yapılan çalışmalarda *in vitro* koşullarda elde edilen sonuçlar ile arazi koşullarında elde edilen sonuçlar genellikle farklılık göstermiştir (Murray, 1988; Wachowska ve ark., 2018). Arazi koşullarında kullanılan fungusitler genellikle patojen üzerinde etkili olmamıştır. Patojenin biyolojik mücadelesine yönelik çalışmalarda da aynı şekilde *in vitro* koşullardaki denemeler daha etkili olmuştur (Martyniuk ve ark., 2004; 2007).

Ülkemizde patojenin mücadelesinde kullanılacak ruhsatlı ilaçların bulunmaması nedeniyle bu konuya yönelik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Patojenin *in vitro* ve arazi koşullarındaki denemelerde farklı sonuçlar vermesi nedeniyle, patojene yönelik yeni *in vitro* denemelerinin tasarlanması gerekmektedir. *In vitro* ve arazi denemelerinin tutarlı olması durumunda patojenin mücadelesinde kullanılacak ilaç formülasyonlarının geliştirilmesi hızlanacaktır.

Patojenin ırklarının olabileceği düşünülmeyle birlikte ırkların tespit edilmesini sağlayabilecek ayırıcı setler bulunmamaktadır. Bu nedenle çeşit-ırk uyumunu sağlayabilecek ayırıcı çeşitlerin geliştirilmesi gerekmektedir.

Hastalıkları kontrol etmek için çeşitlerin karışım halinde ekilmesi de tavsiye edilebilmektedir. Çeşit karışımlarının tek bir çeşidin ekimine göre daha fazla verim istikrarı gösterdiği de belirtilmektedir (Mundt, 2002). Bu nedenle bu hastalığın etkilediği alanlarda çeşit karışımlarının ekilmesi hem hastalık hem de verim açısından çiftçiye avantaj sağlayabilir. Bunun için ülkemizde hastalığa uygun çeşit karışımlarının belirlenmesi amacıyla, hastalık ve verim bakımından çeşit karışımlarının değerlendirilmesi gerekmektedir.

Alt boğum araları iyi gelişmemiş çeşitlerde, seminal kökten sap kısmına patojenin hareketi artacağı için bu hastalığa hassasiyetin daha fazla olabileceği belirtilmiştir (Stiles ve Murray, 1996). İslah çalışmalarında alt boğum araları iyi gelişmiş çeşitlerin elde edilmesi hastalığa dayanıklı çeşitler elde edilmesini sağlayabilir.

Kışlık buğdaylarda ak başak yüzdesi ile toksik maddelere hassasiyet arasında ilişki bulunmaktadır. Bu toksik etkiye Graminin A tek başına ya da patojenin ürettiği diğer bileşiklerle birlikte katkıda bulunmaktadır. Bu nedenle, toksin duyarsızlığının bu hastalığa karşı dayanıklılıkta önemli mekanizmalardan olabileceği düşünülmektedir (Rahman ve ark., 2001).

Hastalığın belirti göstermeyen bitkilerde de bulunduğu moleküler olarak belirlenmiştir (Klos ve ark., 2012). Sağlıklı bitkilerin kontrol amacıyla test edilmesi hastalığın ilerlemesini engelleyebilecek tedbirlerin alınmasında etkili olabilir.

Patojene karşı ülkemizde kullanılacak dayanıklı çeşitlerin bulunduğu belirtilmektedir (Hakan Hekimhan, kişisel görüşme). Patojenin virülensinde değişimler gözlenmesi durumunda, dayanıklılıktan sorumlu gen bölgeleri tespit edilmiş olan yabancı buğdaygil çeşitleri kullanılarak, verim ve kalite durumu da göz önünde bulundurularak, dayanıklı çeşitler geliştirilebilir.

İklim koşullarının ve patojendeki virülensliğin değişimine bağlı olarak hastalık etmeninin daha büyük zarara neden olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle hastalığın bulunduğu, kışlık buğday ekiminin yapıldığı yerlerde inokulumu azaltacak kültürel

çalışmalara ağırlık verilmeli ve dayanıklı çeşitler ekilerek hastalığın ekonomik kayıplara neden olması engellenmelidir.

Teşekkür

Katkılarından dolayı Dr. Hakan Hekimhan'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Ay, T., & Ünal G. (2014). Prevalence of *Cephalosporium* stripe (*Hymenula cerealis*) in the eastern mediterranean of turkey. Balkan Agriculture Congress, 8-10 September, 2014, Edirne.

Anderegg, J. C., & Murray, T. D. (1988). Influence of soil matric potential and soil pH on *Cephalosporium* stripe of winter wheat in the greenhouse. *Plant Disease*, 72: 1011-1016.

Baaj, D. W., & Kondo, N. (2011). Genotyping *Cephalosporium gramineum* and development of a marker for molecular diagnosis. *Plant Pathology*, 60: 730-738.

Bruehl, G. W. (1956). *Cephalosporium* stripe disease of wheat in Washington. *Phytopathology*, 46, 178-180.

Bruehl, G. W. (1957). *Cephalosporium* stripe disease of wheat. *Phytopathology*, 47: 641-649.

Bruehl, G. W. (1963). *Hymenula cerealis*, the sporodochial stage of *Cephalosporium gramineum*. *Phytopathology*, 53: 205-208.

Bruehl, G. W. & Lai, P. (1966). Prior colonization as a factor in the saprophytic survival of several fungi in wheat straw. *Phytopathology*, 56: 766-768.

Bruehl, G. W. (1968). Ecology of *Cephalosporium* stripe disease of winter wheat in Washington. *Plant Disease Reporter*, 52 (8): 590-594.

Cowger, C., & Mundt, C. C. (1998). A hydroponic seedling assay for resistance to *Cephalosporium* stripe of wheat. *Plant Disease*, 82: 1126-1131.

Douhan, G. W., & Murray, T. D. (2001). Infection of winter wheat by a J-glucuronidase-transformed isolate of *Cephalosporium gramineum*. *Phytopathology*, 91(3): 232-239.

Froese, P., Murray, T. D., & Carter, A. H. (2016). Quantitative *Cephalosporium* stripe disease resistance mapped in the wheat genome. *Crop Science*, 56: 1586-1601.

Hekimhan, H. (2010). Trakya bölgesinde buğdaylarda kök ve kökboğazı çürüklüğüne neden olan fungal etmenler ve patojenisitelerini etkileyen bazı faktörler üzerine araştırmalar. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma ABD, Doktora Tezi, 134 s.

Hekimhan, H., & Boyraz, N. (2011). Trakya bölgesi buğday ekiliş alanlarında fungal kaynaklı kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalıklarının tespiti. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25 (3): 25-34.

Hekimhan, H., Dinçer, N., Boyraz, N., & Katırcıoğlu, Y. Z. (2011). Doğu Akdeniz bölgesi buğday ekilişlerinde yeni bir hastalık etmeni: *Hymenula cerealis* Ellis & Everh. (syn. *Cephalosporium gramineum* Y. Nisik & Ikata). 9. Tarla Bitkileri Kongresi, 12-15 Eylül, Bursa.

Hekimhan, H., Fidan, H., Güllü, M., Gözüaçık, C., & Konuksal, A. (2014). Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti arpa (*Hordeum vulgare* L.) ekilişlerinde tespit edilen toprak üstü aksam fungal hastalıkları. Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi, 3-5 Şubat, Antalya.

Hekimhan, H., Gencer, R., İmamoğlu, A., Pelit, S., Kalın, A. (2016). Doğu Akdeniz bölgesinde bazı ekmeklik buğday çeşit ve hatlarının bazı fungal hastalıklara karşı reaksiyonlarının belirlenmesi, Proje no: TAGEM-BS-13/12-01/02-02, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı Bitki Hastalıkları Araştırmaları Proje Özetleri (08-12 Şubat 2016 /Antalya)

Johnston, R. H., & Mathre, D. E. (1972). Effect of infection by *Cephalosporium gramineum* on winter wheat. Crop Science, 12 (6): 817-819.

Jones, J. B., Jones, D. J., Roane, C. W., & Tillman, R. W. (1980). *Cephalosporium* stripe of cereals in Virginia. Plant Disease, 64: 325.

Klos, K. L. E., Vásquez-Siller, L. M., Wetzel, H. C., & Murray, T. D. (2012). PCR-based detection of *Cephalosporium gramineum* in winter wheat. Plant Disease, 96: 437-442.

Kobayashi, K., & Ui, T. (1979). Phytotoxicity and antimicrobial activity of graminin A, produced by *Cephalosporium gramineum*, the causal agent of *Cephalosporium* stripe disease of wheat. Physiological Plant Pathology, 14: 129-33.

Li, H., Conner, R. L. & Murray, T. D. (2008). Resistance to soil-borne diseases of wheat: Contributions from the wheatgrasses *Thinopyrum intermedium* and *Th. ponticum*. Canadian Journal of Plant Science, 88: 195-205.

Love, C. S., & Bruehl, G. W. (1987). Effect of soil pH on *Cephalosporium* stripe in wheat. Plant Disease, 71: 727-731.

Martyniuk, S., Bialy, Z., & Jurzysta, M. (2004). Antifungal activity of aerial parts and saponins of *Medicago* spp. against *Cephalosporium gramineum*. *Allelopathy Journal*, 13 (1): 75-82.

Martyniuk, S. (2007). Efficacy of biological versus chemical control of *Cephalosporium gramineum* on cereals. *Modern fungicides and antifungal compounds V: 15th International Reinhardsbrunn Symposium, Friedrichroda, Germany, May 6-10, 2007.*

Mathre, D. E., Johnston, R. H., & Martin, J. M. (1985). Sources of resistance to *Cephalosporium gramineum* in *Triticum* and *Agropyron* species. *Euphytica*, 34: 419-424.

Mathre, D. E., & Johnston, R. H. (1990). A crown barrier related to *Cephalosporium* stripe resistance in wheat relatives. *Canadian Journal of Botany*, 68 (7): 1511-1514.

Mundt, C. C. (2002). Performance of wheat cultivars and cultivar mixtures in the presence of *Cephalosporium* stripe. *Crop Protection*, 21: 93-99.

Mundt, C. C. (2010). *Cephalosporium* stripe. In: Bockus, W. W., Bowden, R. L., Hunger, R. M., Morrill, W. L., Murray, T. D., Smiley, R. W, eds. *Compendium of Wheat Diseases and Pests*, 3rd edn. St Paul, M. N, USA: APS Press, 23-26.

Murray, T. D. (1988). Soil application of benzimidazole fungicides for the control of *Cephalosporium* stripe in the greenhouse and field. *Plant Disease*, 72: 1054-1058.

Murray, T. D. (2006). Seed Transmission of *Cephalosporium gramineum* in winter wheat. *Plant Disease*, 90 (6): 803-806.

Quincke, M. C., Peterson, C. J., Zemetra, R. S., Hansen, J. L., Chen, J. L., Riera-Lizarazu, O., & Mundt, C. C. (2011). Quantitative trait loci analysis for resistance to *Cephalosporium* stripe, a vascular wilt disease of wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 122, (7): 1339-1349.

Quincke, M. C., Peterson, C. J., & Mundt, C. C. (2012). Relationship between incidence of *Cephalosporium* stripe and yield loss in winter wheat. *International Journal of Agronomy*, 2012: 1-9.

Quincke, M. C., Murray, T. D., Peterson, C. J., Sackette, K. E., & Mundt, C. C. (2014). Biology and control of *Cephalosporium* stripe of wheat. *Plant Pathology*, 63: 1207-1217.

Rahman, M., Mundt, C.C., Wolpert, T. J., & Riera-Lizarazu, O. (2001). Sensitivity of wheat genotypes to a toxic fraction produced by *Cephalosporium gramineum* and correlation with disease susceptibility. *Phytopathology*, 91 (7): 702-707.

Richardson, M. J., & Rennie, W. J. (1970). An estimate of the loss of yield caused by *Cephalosporium gramineum* in wheat. *Plant Pathology*, 19: 138-140.

Spalding, D. H., Bruehl, G. W., & Foster, R. J. (1961). Possible role of pectinolytic enzymes and polysaccharide in pathogenesis by *Cephalosporium gramineum* in wheat. *Phytopathology*, 51: 227-235.

Stiles, C. M., & Murray, T. D. (1996). Infection of field-grown winter wheat by *Cephalosporium gramineum* and the effect of soil pH. *Phytopathology*, 86 (2): 177-183.

Trail, F. (2009). For blighted waves of grain: *Fusarium graminearum* in the post genomics era. *Plant Physiology*, 149: 103-110.

TÜİK. (2018). Bitkisel Üretim İstatistikleri. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001. (Erişim tarihi:10. 03. 2018).

Wachowska, U., Konopka, I., Duba, A., Goriewa, K., & Wiwart, M. (2018). The effects of various plant protection methods on the development of *Zymoseptoria tritici* and *Cephalosporium gramineum*, grain yield and protein profile. *International Journal of Pest Management*, 1-9.

Wiese, M. V. (1972). Colonization of wheat seedlings by *Cephalosporium gramineum* in relation to symptom development. *Phytopathology*, 62 (9): 1013-1018.

Wiese, M. V., & Ravenscroft, A. V. (1978). Sporodochium development and conidium production in *Cephalosporium gramineum*. *Phytopathology*, 68: 395-401.

Van Wert, S. L., Ravenscroft, A. V., & Fulbright, D. W. (1984). Screening wheat lines as seedlings for resistance to *Cephalosporium gramineum*. *Plant Disease*, 68: 1036–1038.

Van Wert, S. L., & Fulbright, D. W. (1986). Pathogenicity and virulence of *Cephalosporium gramineum* is independent of in vitro production of extracellular polysaccharides and graminin A. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 28: 299–307.

Vazquez, M. D., Zemetra, R., Peterson, C. J., & Mundt, C. C. (2015). Identification of *Cephalosporium* stripe resistance quantitative trait loci in two recombinant in bredline populations of winter wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 128: 329-341.