



Pathogenicity of *Bipolaris* Spp. Isolates Causes Root Rot in Wheat Plants

Berna Tunali^{1,a,*}, Büşra Müge Maldar^{1,b}, Bayram Kansu^{2,c}, Fatih Ölmez^{3,d}

¹Department of Plant Protection, Agricultural Faculty, Ondokuz Mayıs University, 55200 Samsun, Türkiye

²Department of Plant and Animal Production, Samsun Vocational School, Ondokuz Mayıs University, 55100, Samsun, Türkiye

³Department of Plant Protection, Agricultural Sciences and Technology University, Sivas Science and Technology University, 58100 Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Research Article</p> <p>Received : 11/11/2022 Accepted : 18/01/2023</p> <p>Keywords: Common root rot Agro-ecology <i>Bipolaris sorokiniana</i> <i>B. spicifera</i> <i>B. australiensis</i></p>	<p><i>Bipolaris sorokiniana</i> is one of the most important diseases causing root rot in wheat and barley. The seed, spike, leaf and root of wheat and barley were affected with the fungus that caused significant loss of yields in plants. <i>Bipolaris</i> spp. isolated from wheat plants showing rot symptoms in the root and crown collected from different agro ecological regions were identified morphologically by conidial characteristics. Forty-nine isolates identified as <i>B. sorokiniana</i>, <i>B. spicifera</i> and <i>B. australiensis</i> were used in this study. As a result of the pathogenicity experiment, it was determined that all <i>B. sorokiniana</i> were pathogenic except two isolates and their diseases severity was between 50% and 90%. Only one <i>B. spicifera</i> was identified as a weak pathogen in plants, while none of <i>B. australiensis</i> has showed any disease symptoms. Additionally, <i>B. sorokiniana</i> caused significant decreases in fresh weight of plants when compared to controls. On the contrary of this result, it has determined increasing of the weight in the four isolates of <i>B. spicifera</i>. In conclusion, <i>B. sorokiniana</i> isolates from all agro-ecological regions caused severe root rot diseases and exhibited significant decrease in plant weight. On the other hand, it has been observed that isolates of <i>B. spicifera</i> cause weak disease symptoms in the roots of wheat plants, whereas isolates of <i>B. australiensis</i> do not cause disease in the roots of the plants and do not affect the plant weight negatively.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 11(3): 424-430, 2023

Buğday Bitkilerinde Kök Çürüklüğüne Neden Olan *Bipolaris* Spp. İzolatlarının Patojenitesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 11/11/2022 Kabul : 18/01/2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Kök çürüklüğü Agro-ekoloji <i>Bipolaris sorokiniana</i> <i>B. spicifera</i> <i>B. australiensis</i></p>	<p><i>Bipolaris sorokiniana</i> buğday ve arpada kök çürüklüğü yapan en önemli etmenlerden biridir. Buğday ve arpada tohum, başak, yaprak ve köklerde hastalık oluşturarak bitkilerde önemli ürün kayıplarına yol açmaktadır. Farklı agro-ekolojik bölgelerden toplanan kök ve kök boğazında çürüklük belirtisi gösteren buğday bitkilerinden izole edilen <i>Bipolaris</i> spp. izolatları morfolojik teşhis edilmiştir. Bu çalışmada <i>B. sorokiniana</i>, <i>B. spicifera</i>, ve <i>B. australiensis</i> olarak teşhis edilmiş olan 49 izolat kullanılmıştır. Yapılan patojenite çalışması sonucunda <i>B. sorokiniana</i> izolatlarının ikisi hariç hepsinin patojen olduğu ve hastalık şiddetlerinin %50 ila %90 arasında olduğu belirlenmiştir. Yalnızca bir <i>B. spicifera</i> izolatı bitkilerde zayıf patojen olarak belirlenmiş, <i>B. australiensis</i> izolatları hiçbir hastalık belirtisi oluşturmamıştır. <i>B. sorokiniana</i> bitkilerin yaş ağırlıklarında kontrollere oranla önemli düşümlere yol açarken, <i>B. spicifera</i>'nın dört izolatının bitki ağırlığında artış sağladığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, tüm agro-ekolojik bölgelerdeki <i>B. sorokiniana</i> izolatlarının şiddetli kök çürüklük hastalığı yaptığı ve bitki ağırlığında önemli miktarda azalmalara neden olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan, <i>B. spicifera</i> izolatlarının buğday bitkilerinin köklerinde zayıf hastalık belirtileri oluşturduğu, <i>B. australiensis</i>'in ise bitkilerin köklerinde hastalığa yol açmadığı ve bitki ağırlığını olumsuz olarak etkilemediği görülmüştür.</p>

^a btunali@omu.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0003-2798-0777>

^c busramugemaldar@gmail.com

^d <https://orcid.org/0000-0002-7966-0954>

^e bayramkansu@omu.edu.tr

^f <https://orcid.org/0000-0001-5663-0528>

^g fatih.olmez@sivas.edu.tr

^h <https://orcid.org/0000-0001-7016-2708>



Giriş

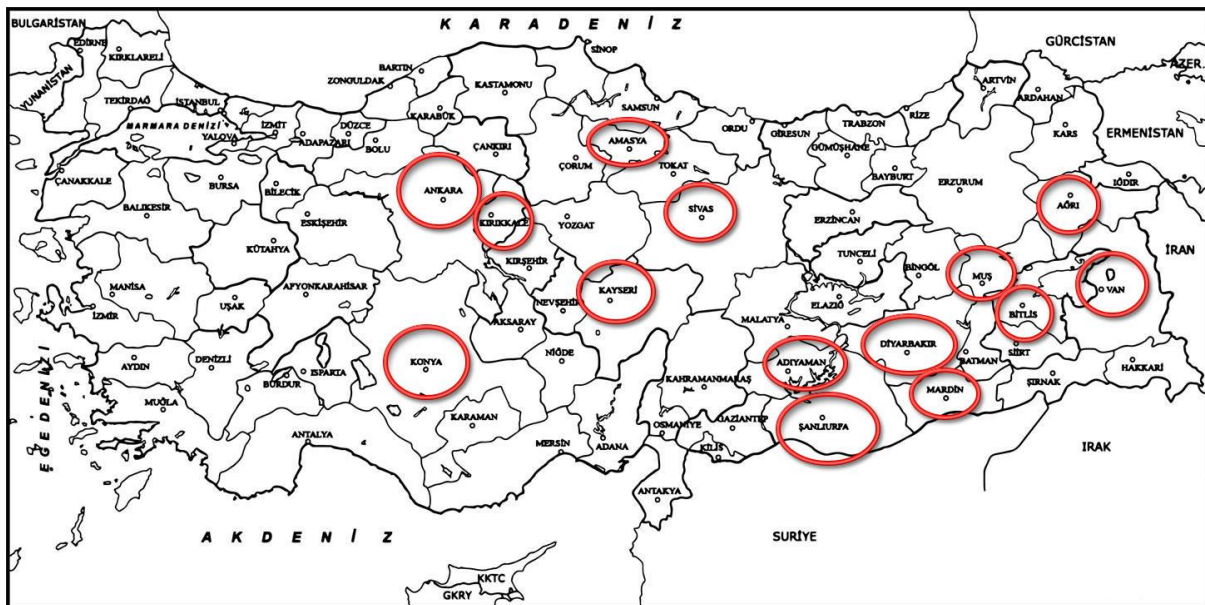
Bipolaris sorokiniana arpa ve buğday bitkilerinde önemli bir patojen olup, ülkemizde özellikle iç kesimlerde ve dünyada ılıman iklim kuşağında önemli ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Nelson ve Kline, 1962; Aktaş, 1982; Duveiller ve ark., 1998; Tunalı ve ark., 2008). Yapılan bir araştırmada, Orta Anadolu Bölgesi'nde hastalığın arpa ekim alanlarının 1/3'ünün bu hastalıkla bulaşık olduğu belirlenmiştir (Aktaş ve Tunalı, 1994). Göbelez (1952) ise *B. sorokiniana*'nın Konya Ereğli'sinde tarlalarda %50 yaygınlıkta olduğu ve farklı tarlalardan alınan arpa bitkilerinin %15-40 arasında bu patojenle bulaşık olduğunu belirlemiştir. Gerek ülkemizde gerekse dünyada hastalık etmeninin arpa ve buğday bitkilerinde kök çürüklüğü, embriyo kararması ve noktalı yaprak lekesi yaptığı belirlenmiştir (Mitra, 1930; Clark ve Dickson, 1958; İren, 1962; Karaca, 1968; Aktaş ve Bora, 1981; Eken ve Demirci, 1998; Chaurasia ve ark., 2000). Ülkemizde Orta Anadolu Bölgesi'nde ve Kanada'nın Saskatchewan bölgesinde etmenin buğday ve arpanın kök çürüklüğüne neden olan ana patojen olduğu bildirilmiştir (Hill ve ark., 1983; Windels ve Holen, 1989; Fernandez ve Jefferson, 2004; Tunalı ve ark., 2008).

Bipolaris spicifera buğday ve arpa bitkilerinin yanında yabancı buğdaygiller, mısır çeltik, sorgum (Domsch ve ark., 1980; Liu ve Pu, 2004; Ünal ve ark., 2011; Fajolu, 2012) gibi pek çok buğdaygil bitkisinin yanı sıra, karpuz, nar gibi (Mhadri ve ark., 2009; Kadri ve ark., 2011) bitkilerden de izole edilmiştir. *Bipolaris spicifera*'nın 51'i buğdaygil olmak üzere en az 77 bitki türünde fungusun bulunduğu ve ayrıca bu fungusun hava ve topraktan da izole edildiği bildirilmiştir (Domsch ve ark., 1980). Dalı darı (*Panicum virgatum* L). Biyodizel elde edilmesinde kullanılan önemli bir buğdaygil bitkisi olup, bitkideki hastalıklar konusunda kısıtlı sayıda çalışma olduğu bildirilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada buğdaygillerden ağır metal otu olarak bilinen *Panicum virginatum* türünden izole edilen *Bipolaris* türlerinin, *Bipolaris oryzae*, *B. sorokiniana*, *B. spicifera* ve *B. victoriae* olduğu ve en virülent olanın *B. oryzae* iken en zayıf patojenin *B. spicifera* olduğu belirlenmiştir (Fajolu, 2012).

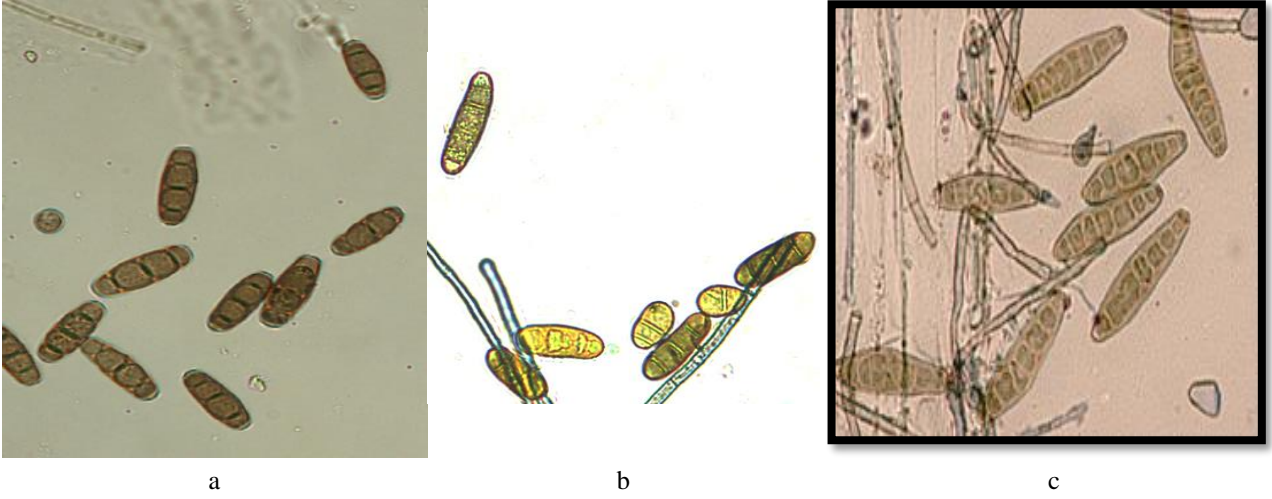
Fas'daki buğday ve arpa bitkilerinde yapılan bir çalışmada, *B. spicifera* izolatlarının bitkilerde kök ve yapraklarda hastalık oluşturduğu, yapılan patojenite denemesinde hastalığın buğdayda %90 ve arpada %88 hastalık şiddeti oluşturduğu ve hastalık dağılımının %50 ila %96 arasında olduğu belirlenmiştir (Qostal ve ark., 2019).

Bir başka çalışmada, *Curvularia aerea*, *C. affinis*, *C. brachyospora*, *C. clavata*, *C. eragrostidis*, *C. lunata*, *C. pallescens*, *C. trifolii*, *Bipolaris australiensis*, *B. hawaiiensis*, *B. oryzae* ve *B. sorokiniana* türlerinin çeltikte patojen olduğu, bu patojenlerin tane ve kavuz lekeli meydana getirdiği bildirilmiştir (Estrada ve Sandoval, 2004). Jones ve Harrison (2004), *B. australiensis*'in çeltik tohumlarında kavuz ve tane lekeli yaptığı ve diğer buğdaygillerden de izole edildiğini, ayrıca çeltik bitkilerinde *B. maydis* ve *B. australiensis*'in hastalık şiddeti açısından önemli bir farklılık göstermediği, ancak *Echinocloa* spp.'de daha şiddetli bir hastalık meydana geldiğini rapor etmiştir. Motlagh (2011) bu konunun biyolojik mücadelede dikkate alınması gerektiğini bildirmiştir. Farklı araştırmacılar tarafından yürütülen çalışmalarda *B. australiensis* ayçiçeği tohumlarında belirlemiş, ayrıca *Fabaceae* ve *Poaceae* familyalarında yer alan diğer bazı bitkileri de enfekte ettiklerini, insan ve hayvanlarda, hastalıklara (allerji, kroik sinüzit, sarılık, dermatitis gibi) yol açtıklarını bildirmişlerdir (Kumar ve Dwivedi, 1981; Flanagan ve Bryceson, 1997). *Cynodon*, *Hordeum*, *Oryza*, *Pennisetum*, *Sorghum*, *Zea* cinslerine ait bitki türlerinde Avustralya, Mısır, Hindistan, Irak, Japonya, Kenya, Libya, Yeni Zelanda, Pakistan ve Sudan'da *B. australiensis*'in hastalık oluşturduğu kaydedilmiştir (Wilson, 2000).

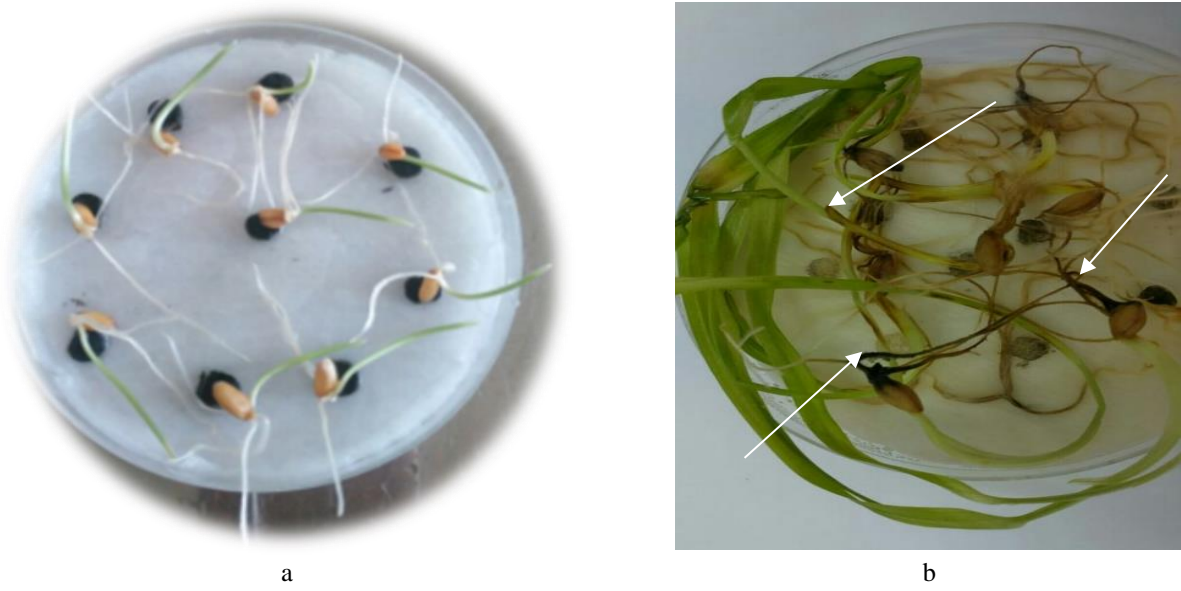
Bu çalışmanın amacı Türkiye'nin farklı agro-ekolojik bölgelerinden toplanan buğday ve arpa bitkilerinden elde edilerek tür teşhisi yapılan *Bipolaris sorokiniana*, *B. spicifera* ve *B. australiensis* ile bazı *Bipolaris* sp.'ne ait izolatların patojenik etkilerinin ve virülenslik düzeylerinin *in vitro* koşullarda ortaya konulmasıdır.



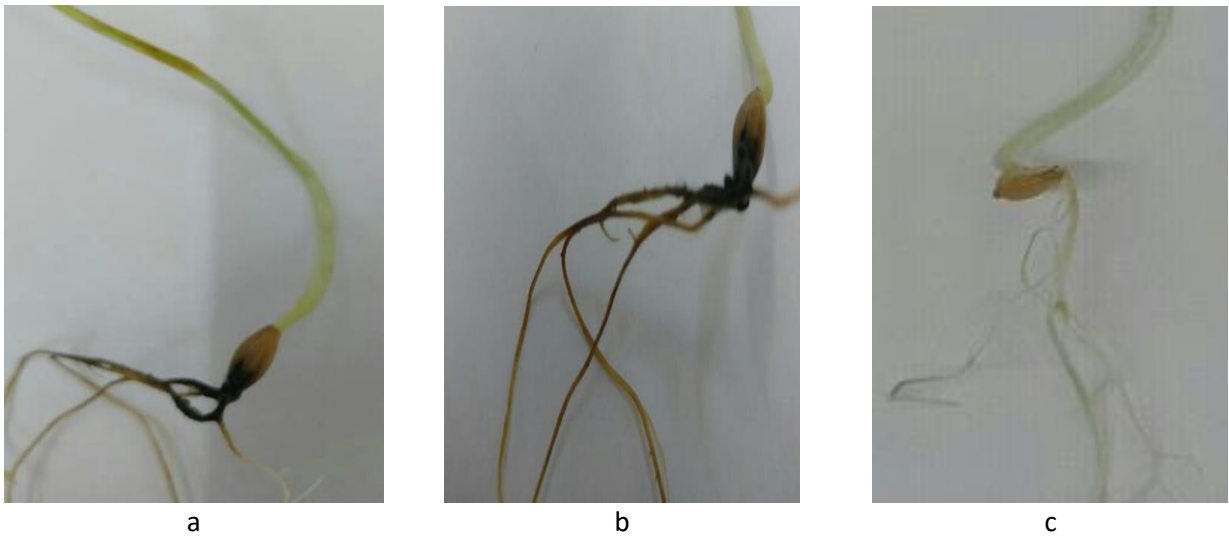
Şekil 1. Hasta buğday bitkilerinin toplandığı iller
Figure 1. The provinces of collected disease plants



Şekil 2(a). *Bipolaris spicifera*, (b) *B. australiensis*, (c) *B. sorokiniana*'nın konidi yapıları
Figure 2(a). *Bipolaris spicifera*, (b) *B. australiensis*, (c) The conidial structure of *B. sorokiniana*



Şekil (3a). *Bipolaris sorokiniana* izolatlarının bulaştırıldığı bitkilerin; (a) petride 2.gündeki durumu (b) 7. günün sonunda hasta görünümlü fideler
Figure 3(a) The observation of the second day in Petri dishes, (b) diseased seedling inoculated by *B. sorokiniana* isolates end of the seventh day



Şekil 4. (a, b) Buğday fidelerinde oluşan kök çürüklüğü belirtileri, (c) Sağlıklı fide
Figure 4. (a, b) The root rots disease symptoms on wheat seedlings, (c) Healthy seedling

Çizelge 1. Denemede kullanılan izolatlarla ait bilgiler ile bunların buğday fidelerindeki yaş ağırlık ve hastalık şiddeti sonuçları
Table 1. The disease severity and fresh weight of wheat seedlings and information of the isolates which performed in treatment

İzolot Kodu	İzolot Lokasyonu	Konukçu Bitki	<i>Bipolaris spp.</i> Morfolojik	Hastalık Şiddeti (%)		Bitki Yaş Ağırlığı (gr)	
B52*	Şanlıurfa	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	60,00 ± 3,85	f-1	0,13 ± 0,01	l-s
B62*	Şanlıurfa	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	65,56 ± 2,94	c-1	0,12 ± 0,01	m-s
B76*	Muş	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	61,11 ± 11,28	f-1	0,13 ± 0,02	l-s
H09W180-B	Ankara	Buğday	<i>B. spicifera</i>	0,00	j	0,17 ± 0,01	a-i
Ş10-KB	Şanlıurfa	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	75,56 ± 10,06	a-f	0,14 ± 0,00	f-s
Ş11-KB	Şanlıurfa	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	63,89 ± 2,00	d-1	0,15 ± 0,01	c-o
Ş20-3-KB	Şanlıurfa	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	63,33 ± 7,07	d-1	0,15 ± 0,01	j-m
Ş39-KB	Şanlıurfa	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	72,22 ± 4,01	b-g	0,10 ± 0,01	s
Ş50-KB	Şanlıurfa	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	84,44 ± 7,78	a-b	0,13 ± 0,00	h-s
H9W148-K	Amasya	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	70,00 ± 1,92	b-h	0,14 ± 0,02	f-s
H12W25-B	Konya	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	53,33 ± 6,67	h-1	0,16 ± 0,01	b-k
H12W25-K	Konya	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	90,00 ± 3,85	a	0,12 ± 0,00	j-s
H12W28-K	Konya	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	65,56 ± 8,68	c-1	0,12 ± 0,01	m-s
H12W34-K	Kayseri	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	78,89 ± 5,56	a-d	0,15 ± 0,01	d-r
H12W34-B	Kayseri	Buğday	<i>B. spicifera</i>	0,00	j	0,19 ± 0,03	a-d
H09W79	Kırıkkale	Buğday	<i>B. australiensis</i>	0,00	j	0,18 ± 0,01	a-f
S20-3	Sivas	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	0,00	j	0,14 ± 0,01	e-s
S21-3K	Sivas	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	0,00	j	0,14 ± 0,04	e-s
S39-KB	Sivas	Arpa	<i>B. sorokiniana</i>	77,78 ± 7,29	a-e	0,13 ± 0,00	ı-s
S52-KB	Sivas	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	82,22 ± 4,01	a-c	0,11 ± 0,00	o-s
A-S29-K	Sivas	Yabani Buğdaygil	<i>B. sorokiniana</i>	84,44 ± 7,29	a-b	0,11 ± 0,00	p-s
A-S20-KB	Sivas	Yabani Buğdaygil	<i>B. sorokiniana</i>	71,11 ± 6,19	b-g	0,12 ± 0,01	m-s
A-S21-B	Sivas	Yabani Buğdaygil	<i>B. spicifera</i>	0,00	j	0,15 ± 0,01	c-p
AG-20-K	Ağrı	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	51,11 ± 10,72	i	0,13 ± 0,03	g-s
MU3-KB	Muş	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	80,00 ± 5,09	a-d	0,14 ± 0,01	f-s
MU26-KB	Muş	Buğday	<i>Bipolaris sp.</i>	85,00 ± 15,00	a-b	0,14 ± 0,00	e-s
MU28-KB	Muş	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	60,00 ± 00,0	f-1	0,11 ± 0,00	n-s
MU28-KB	Muş	Buğday	<i>B. spicifera</i>	0,14 ± 0,04	e-s	10,00 ± 2,00	g-j
MU28-K	Muş	Buğday	<i>B. spicifera</i>	0,00	j	0,19 ± 0,03	a-d
MU30-KB	Muş	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	83,33 ± 1,92	a-b	0,12 ± 0,01	l-s
A5-KB	Adıyaman	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	50,00 ± 1,92	ı	0,14 ± 0,00	g-s
A13-KB(1)	Adıyaman	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	82,22 ± 2,94	a-c	0,11 ± 0,01	r-s
A13-KB(2)	Adıyaman	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	89,44 ± 7,47	a	0,11 ± 0,02	q-s
B2-KB	Bitlis	Buğday	<i>B. spicifera</i>	0,00	j	0,17 ± 0,02	a-g
B3-K	Bitlis	Buğday	<i>B. spicifera</i>	0,00	j	0,17 ± 0,01	a-i
B8-B	Bitlis	Buğday	<i>B. australiensis</i>	0,00	j	0,17 ± 0,02	a-g
B9-B	Bitlis	Buğday	<i>B. spicifera</i>	0,00	j	0,16 ± 0,02	d-k
B11-K	Bitlis	Buğday	<i>B. spicifera</i>	0,00	j	0,21 ± 0,01	a
B17-KB	Bitlis	Buğday	<i>B. spicifera</i>	0,00	j	0,19 ± 0,00	a-c
B17-KB	Bitlis	Buğday	<i>B. australiensis</i>	0,00	j	0,17 ± 0,00	a-j
D21-K5	Diyarbakır	Buğday	<i>B. spicifera</i>	0,00	j	0,19 ± 0,01	a-e
D32-K	Diyarbakır	Buğday	<i>B. spicifera</i>	0,00	j	0,17 ± 0,02	a-g
M13-KB	Mardin	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	61,11 ± 10,6	e-1	0,14 ± 0,01	f-s
M14-KB	Mardin	Buğday	<i>Bipolaris sp.</i>	55,33 ± 1,76	g-i	0,15 ± 0,02	c-o
M15-KB	Mardin	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	73,33 ± 3,33	a-f	0,12 ± 0,01	l-s
M17-KB	Mardin	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	50,00 ± 5,09	ı	0,16 ± 0,01	b-l
M34-KB	Mardin	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	75,56 ± 2,94	a-f	0,12 ± 0,01	l-s
V24-K	Van	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	68,89 ± 2,94	b-h	0,15 ± 0,00	c-q
V24-KB	Van	Buğday	<i>B. sorokiniana</i>	58,89 ± 2,22	f-1	0,14 ± 0,01	f-s
KONTROL	-	-	-	0,00	j	0,16 ± 0,01	e-i

*CosaF/R primer seti ile spesifik PCR koşullarında teşhis yapılmıştır (Tunalı ve ark., 2016)

Materyal ve Yöntem

Fungal Materyal

Bu çalışmada Adıyaman, Ağrı, Ankara, Bitlis, Diyarbakır, Kayseri, Kırıkkale, Konya, Mardin, Muş, Şanlıurfa ve Van illerindeki buğday ekim alanları ile Sivas ilindeki buğday, arpa ve doğal florada yer alan bazı yabani buğdaygil bitkilerinden 2010-2015 yılları arasında toplanarak izole edilen, tek spor izolasyonları yapılmış ve

Ondokuz Mayıs Üniversitesi (OMU), Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Mikoloji laboratuvarının fungus koleksiyonunda -85°C derin dondurucudaki cryo viallerde saklanan *Bipolaris* izolatları kullanılmıştır (Çizelge 1. ve Şekil 1). Ayrıca *B. sorokiniana* türüne ait 3 izolat Tunalı ve ark. (2016) ait çalışmada hem morfolojik hem de moleküler tür teşhisleri yapılarak, farklı buğday çeşitleri üzerinde iklim odası koşullarında yürütülen *in vitro*

patojenisite bilgilerinden faydalanılmak üzere referans izolatlar olarak kullanılmıştır. Patojenisite denemeleri OMU-Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Mikoloji Laboratuvarındaki sıcaklık ve ışık kontrollü inkübatörlerde yürütülmüştür.

Fungal İnokulum ve Patojenisite

Patates dekstroza agar (PDA) besi ortamına ekilen *Bipolaris* spp. izolatları 12 saat günışığı + black light fluoroan ışıkta, 12 saat karanlıkta bir hafta süreyle tutulmuştur (Şekil 2.). İnkübasyon süresi sonunda her bir izolattan 6mm çapında diskler mantar delici (No.5) yardımıyla kesilerek iki kat kurutma kâğıdı bulunan ve steril distile suyla doyurulan Petri kaplarına 10'ar disk olmak üzere yerleştirilmiştir. Bu çalışmada *B. sorokiniana*'ya hassas "KATE-A1" buğday çeşidi kullanılmıştır. Sağlıklı ve sağlam "KATE-A1" buğday tohumları %2'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 3dk. bekletildikten sonra steril distile su içerisinde iki kere durularak kurutma kağıtlarında kurutulmuştur. Kurutulan tohumlar 48 saat süreyle steril kurutma kağıtları arasına konulup, 20-25°C oda sıcaklığında üzeri streç film ile kapatılarak plastik küvetlerde ön çimlendirmeye alınmıştır. Sağlıklı koleoptil ve kök gelişimi gösteren tohumlar, fungal izolatların disklerinin bulunduğu Petrilere ve disklerin üstüne yerleştirilmiştir (Şekil 3). Kontrol Petrilere ise hiçbir fungal gelişim ve bulaşmanın olmadığı PDA besi ortamından alınan diskler yerleştirilmiştir. İki günlük çimlendirme süresinden sonra tohumlar 7 gün süreyle 23°C ± 2'de inkübasyona tabi tutulmuştur (Şekil 4).

Hastalık Değerlendirmeleri

Her izolat için toplam 30 tohum kullanılmış ve denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak kurulmuştur. Yedinci günün sonunda her bir petrideki bitkilerin yaş ağırlıkları hassas terazi ile tartılarak kayıt alınmıştır. Ledingham ve ark. (1973) tarafından hazırlanan 0-3 hastalık şiddeti skalasına göre hastalık değerlendirme yapılmıştır. Sınıflandırma kategorileri: 0 = temiz: renk değişikliği yok; 1 = hafif: lezyonlar nokta şeklinde; 2 = orta: genişlemiş ancak kök boğazı çevresini tamamen sarmamış doğrusal lezyonlar; 3 = şiddetli: en az %50 renk değişikliği ve alt internodun çevresini tamamen çevreleyen lezyonlar, şeklinde tanımlanmıştır.

Verilerin Analizi

Denemede kullanılan farklı *Bipolaris* spp.'e ait izolatlar arasında buğday bitkisi üzerindeki hastalık şiddeti ve bitki yaş ağırlığı değerlendirmeleri bakımından istatistiksel farklılığın tespit edilebilmesi için tek yönlü ANOVA testi kullanılmıştır. Varyanslar arasındaki homojenlik Levene testi (Levene, 1960) ile izolatlar arasındaki anlamlı farklılığın karşılaştırılmasında ise Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (Duncan, 1955). Analizlerde SPSS v.21 istatistik paket programından (IBM Statistics, OMÜ 500 kullanıcı lisanslı) faydalanılmıştır.

Sonuçlar ve Tartışma

Petri kaplarında geliştirilen "KATE A1" buğday çeşidi kullanılarak, farklı *Bipolaris* tür ve izolatları ile yürütülen *in vitro* patojenisite testi sonucu, oluşan hastalık şiddeti (%) ile bitki yaş ağırlık (gr) verileri Çizelge 1.'de verilmiştir. Bu sonuçlarına göre *B. sorokiniana*'nın denemeye alınan 32

izolatının 30'unda hastalık şiddetinin %50-90 arasında olduğu, hepsinin skala değerinin ise üç olduğu belirlenirken, iki izolatın hiç hastalık oluşturmadığı ve skala değerinin sıfır olduğu görülmüştür. Tunalı ve ark. (2016), Türkiye'nin farklı agro-ekolojik bölgelerini temsilen kullandıkları 30 farklı *B. sorokiniana* izolatı ile yürüttükleri iklim odası *in vitro* patojenisite denemelerinde "Marmara-86" ve "KATE-A1" buğday çeşitleri üzerindeki hastalık şiddeti skalasının ortalama "2" olduğunu ve bitki çıkışlarının "Marmara-86" için %63,7 iken, "KATE-A1" çeşidinde %91 olduğunu rapor etmiştir. Aynı çalışmada *B. sorokiniana* izolatlarının "KATE-A1" çeşidine göre "Marmara-86" çeşidinde daha yüksek bir virülens etki gösterdiği belirtilmiştir. Güney Asya'da tarla koşullarında *B. sorokiniana*'nın yaptığı zararın araştırıldığı bir çalışmada, Hindistan'da %18-22 (Singh ve Srivastava, 1997) ve Nepal'de %23,8 (Shrestha ve ark., 1997) verim kaybı meydana geldiği bildirilmiştir. Yine Güney Asya'da 12Mha alanın hastalıktan etkilendiği çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Nagarajan ve Kumar, 1998; Ruckstuhl, 1998). Ülkemizde yapılan çalışmalar da benzer sonuçlar elde edilmiş, Aktaş ve Bora (1981), İç Anadolu Bölgesi buğday ve arpa ekim alanlarında hastalığa neden olan *Bipolaris sorokiniana*'nın bölgede %8,25 hastalık şiddeti oluşturduğunu ve fungusa bağlı kaybın 123 kg/ha olduğunu bildirmişlerdir. Erzurum ilinde hastalık oranları üzerine 1994 ve 1995 yıllarında yapılan araştırmaya göre buğday bitkilerinde *B. sorokiniana*'nın varlığı 1994 yılında %46,8, arpada %51,1 olarak bulunmuş, 1995 yılında bu oran sırasıyla %48,9 ve %54,5 olarak belirlemişlerdir (Eken ve Demirci, 1998). Denemede kullanılan *B. spicifera* izolatlarından birinin hastalık şiddeti %10 olup, skala değerinin 1 olduğu, *B. australiensis* izolatlarının ise hiçbirinin hastalık belirtisi oluşturmadığı tespit edilmiştir. Yapılan Duncan çoklu testi sonucu ($P>0,05$) kontrol ile mukayese yapılmış *B. spicifera* ve *B. australiensis* türlerine ait izolatların tamamının hastalık şiddeti yönüyle kontrolle aynı gruba girdiği görülmüştür. Bitkilerin yaş ağırlıkları incelendiğinde ise *B. spicifera*'nın dört izolatının kontrolden daha ağır olduğu ve ayrı gruba girdiği belirlenmiştir. Ayrıca her iki türe ait izolatların *B. sorokiniana* izolatlarının tümüne göre bitki ağırlıklarının fazla olduğu, *B. sorokiniana* izolatlarının ikisi hariç kalan 30 izolatın yaş ağırlığında istatistiksel olarak kontrole kıyasla önemli azalmalara yol açtığı belirlenmiştir. Azerbaycan'da yapılan bir çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiş, *B. sorokiniana*'nın *B. spicifera*'ya oranla buğday fidelerinde daha virulent olduğu belirlenmiştir (Özer ve ark., 2020).

Yapılan bir başka çalışmada bu türlerin sorgum bitkilerinin tanelerinde gri çürüklüğe yol açarak çiçeklenme devresi ve hasat dönemindeki iklim koşullarına bağlı olarak üründe %30 ile %100 arasında kayıp oluşturduğu bildirilmiştir (Singh ve Bandyopadhyay, 2000). Bazı çalışmalarda *B. australiensis* (eşeyli devresi: *Cochliobolus australiensis*)'in mısır bitkisi yapraklarında önemli zararlar meydana getirdiği (Mandokhot ve Basu Chaudhary, 1972; Chang ve ark., 2016), *C. australiensis*'in *C. lunatus* ile birlikte dünyada baskın patojenler olduğu da bildirilmiştir (Navi ve ark., 1999; Thakur ve ark., 2006). Çalışmamızda denemelerde ele alınan üç adet *B. australiensis* izolatından hiçbiri buğdayda hastalık oluşturmamıştır. Bu sonuç sorgum ve mısır bitkilerinde *B. australiensis*'in patojenik etki gösterdiğine dair kayıtlar ile örtüşmemektedir.

Bir başka çalışmada ise, *C. australiensis* tarafından üretilen kokliotoksin adlı yeni bir metabolitin, manda otu (*Cenchrus ciliaris*) için fitotoksik olduğu belirlenmiştir (Masi ve ark., 2017). *Cochliobolus australiensis*'in mera otlarının kalitesini düşürmesine rağmen, *C. australiensis*'in oluşturduğu kokliotoksin ile birlikte *Cenchrus ciliaris* tarafından istila edilen buğdaygil kültür bitkilerinin bulunduğu arazilerde biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılabilirliği bildirilmiştir (Masi ve ark., 2017). Yaptığımız çalışmada *B. australiensis*'in buğdayda hastalık oluşturmadığı ve yaş ağırlığında istatistiksel olarak bir azalmaya yol açmadığı görülmektedir. Fungusun bu özellikleri ile kokliotoksinin zararlılar ve hastalık etmenleri üzerindeki etkileri ele alınarak farklı içerikli çalışmalar da yürütülerek bu fungusun biyolojik mücadele olanakları araştırılabilir.

Sonuç olarak *B. sorokiniana* izolatlarının farklı agroekolojilerde oluşturduğu kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığının önemli olduğu ve izolatlardan sadece ikisi hariç kalan tümünün yüksek düzeyde virülens oldukları belirlenmiştir. Diğer funguslardan *B. spicifera*'nın buğdayda zayıf patojen olabileceği, bazılarının bitki de yaş ağırlığı artırdığı ve *B. australiensis*'in mevcut izolatlarının da patojen olmadığı kanısına varılmıştır.

Kaynaklar

- Aktaş H. 1982. Orta Anadolu Bölgesi arpa ve buğday ekim alanlarında görülen kök çürüklüğü hastalık etmeni *Drechslera sorokiniana* (Sacc.) Subram. and Jain.'nin yayılışı. In: III. Türkiye Fitopatoloji Kongresi. Adana, Türkiye.
- Aktaş H, Bora T. 1981. Untersuchungen über die biologie und physiologische variation von auf mittel anatolien Gersten Vorkommenden *Drechslera sorokiniana* (sacc) Subram und Jain und die reaktion der Bafellenen Gerstensorten auf den parasiten. Journal of Turkish Phytopathology 10:1-24.
- Aktaş H, Tunalı B. 1994. Türkiye'de ekimi yapılan ve ümitvar olan bazı buğday ile arpa çeşit ve hatlarının önemli hastalıklarına karşı reaksiyonlarının saptanması üzerine araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni 34:122-133.
- Chang JY, Zhang HJ, Shi J, Guo N, Hu QY, Ma HX, Yang S. 2016. First Report of *Curvularia australiensis* Causing Leaf Spot on Maize (*Zea mays*) in China. Plant Disease 100:1780.
- Chaurasia S, Chand R, Roshi AK. 2000. Relative dominance *Alternaria triticina* Pras. et prab. and *Bipolaris sorokiniana* (Sacc) shoemaker, in different growth stage of wheat (*T. aestivum* L.). Journal of Plant Disease Protection 107:176-181.
- Clark RL, Dickson JG. 1958. The influence of temperature on disease development in barley infected by *Helminthosporium sativum*. Phytopathology 48:305-310.
- Domsch KH, Gams W, Anderson TH. 1980. Compendium of Soil Fungi: Academic Press.
- Duncan DB. 1955. Multiple range and multiple F tests. Biometrics 11:1-42.
- Duveiller E, Garcia I, Franco J, Toledo J, Crossa J, Lopez F. 1998. Evaluation of resistance to spot blotch of wheat in Mexico: Improvement of disease assessment in the field and under controlled conditions. In: Proceeding of the international workshop on *Helminthosporium* diseases of wheat: spot blotch and tan spot. Mexico: CIMMYT. p 171-181.
- Eken C, Demirci E. 1998. Erzurum yöresinde buğday ve arpa ekim alanlarında *Drechslera sorokiniana*'nın yayılışı, kültürel özellikleri ve patojenitesi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 22:175-180.
- Estrada G, Sandoval I. 2004. Patogenicidad de especies de *Curvularia* en arroz. Fitosanidad 8:23-26.
- Fajolu OL. 2012. Characterization of *Bipolaris* species, their effects on switchgrass biomass yield and chemical components. In. Knoxville: University of Tennessee. p 164.
- Fernandez MR, Jefferson PG. 2004. Fungal population in roots and crown of common and durum wheat in Saskatchewan. Canadian Journal of Plant Pathology 26:325-334.
- Flanagan KL, Bryceson ADM. 1997. Disseminated Infection Due to *Bipolaris australiensis* in a Young Immunocompetent Man: Case Report and Review. Clinical Infectious Diseases 25:311-313.
- Göbelez M. 1952. Tohumla geçen hastalıklar ve mücadele şekilleri. Bitki Koruma Bülteni 1:57-64.
- Hill J, ernandez JA, McShane MS. 1983. Fungi associated with common root rot of winter wheat in Colorado and Wyoming. Plant Disease 67:795-797.
- İren S. 1962. Tarla Bitkileri Hastalıkları. Ankara: Ankara Üniversitesi Yayınları.
- Jones A, Harrison R. 2004. The effects of meteorological factors on atmospheric bioaerosol concentrations—A review. Science of the Total Environment 326:151-180.
- Kadri O, Benkirane R, Touhami AO, Douira A. 2011. *Punica granatum*: A New Host of *Bipolaris spicifera* in Morocco. Atlas Journal of Biology 1:47-51.
- Karaca İ. 1968. Sistematik Bitki Hastalıkları İzmir: Ege Üniversitesi Yayınları.
- Kumar V, Dwivedi RS. 1981. Mycoflora associated with floral parts of sunflower. Indian Phytopathology 34:314-317.
- Ledingham RJ, Atkinson TG, Horricks JS, Mills JT, Piening LJ, Tinline RD. 1973. Wheat losses due to common root rot in the prairie provinces of Canada, 1969-71. Canadian Journal of Plant Pathology 53:113-122.
- Levene H. 1960. Robust Tests for Equality of Variances. In: Olkin I, editor. Contributions to Probability and Statistics. Palo Alto, California: Stanford University Press. p 278-292.
- Liu XM, Pu JJ. 2004. Initial report on turfgrass occurrence in Hainan Province. Pratacultural Science 21:73-74.
- Mandokhot AM, Basu Chaudhary KC. 1972. A new leaf spot of maize incited by *Curvularia clavata*. Netherlands Journal of Plant Pathology 78:65-68.
- Masi M, Meyer S, Clement S, Cimmino A, Cristofaro M, Evidente A. 2017. Cochliotoxin, a Dihydropyranopyran-4,5-dione, and Its Analogues Produced by *Cochliobolus australiensis* Display Phytotoxic Activity against Buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*). Journal of Natural Products 80:1241-1247.
- Mhadri ME, Benkirane R, Touhami AO, Duouira A. 2009. *Citrullus lanatus*, a new host of *Bipolaris spicifera* in Morocco. Phytopathologia Mediterranea 48:291-293.
- Mitra M. 1930. A comparative study of species and strains of *Helminthosporium* on certain Indian cultivated crops. Transactions of the British Mycological Society 15:254-293.
- Motlagh MRS. 2011. Identification of new fungi isolated from *Echinochloa* spp., as potential biological control agents in paddy fields in Iran. Scientific Research and Essays 6:567-574.
- Nagarajan S, Kumar J. 1998. Foliar blight of wheat in India: Germplasm Improvement and future challenges for sustainable, high yielding wheat production. In: Duveiller E, Dubin HJ, Reeves J, McNab A, editors. *Helminthosporium* blights of wheat: Spot blotch and Tan spot. Mexico: CIMMYT. p 52-58.
- Navi SS, Bandyopadhyay R, Hall AJ, Bramel-Cox PJ. 1999. A Pictorial Guide for the Identification of Mold Fungi on Sorghum Grain. Kent ME4 4TB, UK: Natural Resources Institute.
- Nelson RR, Kline DM. 1962. Interspecific variation in the genus *Helminthosporium* to graminaceous species. Phytopathology 52:1045-1049.
- Özer G, İmren M, Alkan M, Paulitz TC, Bayraktar H, Palacıoğlu G, Mehdiyev I, Muminjanov H, Dababat AA. 2020. Molecular and pathogenic characterization of *Cochliobolus* anamorphs associated with common root rot of wheat in Azerbaijan. Phytopathologia Mediterranea 59:147-158.

- Qostal S, Kribel S, Chliyeh M, Selmaoui K, Touhami AQ, Serghat S, Zaartati H, Benkirane R, Douira A. 2019. *Curvularia spicifera*, A parasite of the fungal complex of root rot of wheat and barley in Morocco. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology* 20:354-365.
- Ruckstuhl M. 1998. Population structure and epidemiology of *Bipolaris sorokiniana* in the rice wheat cropping pattern of Nepal. In: Duveiller E, Dubin HJ, Reeves J, McNab A, editors. *Helminthosporium blights of wheat: Spot blotch and Tan spot Mexico: CIMMYT*. p 88-106.
- Shrestha KK, Timila RD, Mahto BN, Bimb HP. 1997. Disease incidence and yield loss due to foliar blight of wheat in Nepal. In: Duveiller E, Dubin HJ, Reeves J, McNab A, editors. *Helminthosporium blight of wheat: apot blotch and tanspot. El Batan, Mexico: CIMMYT*. p 67-72.
- Singh DV, Srivastava KD. 1997. Foliar blights and Fusarium scab of wheat: Present status and strategies for management. In: *Management of threatening plant disease of national importance*. New Delhi: Malhotra Publishing House. p 1-16.
- Singh SD, Bandyopadhyay R. 2000. Grain mold. In: Frederiksen RA, Odvody GN, editors. *Compendium of Sorghum Diseases*. St. Paul, MN, USA: The American Phytopathological Society. p 38-40.
- Thakur RP, Rao VP, Agarkar GD, Solunke RB, Bhat B, Vavi SS. 2006. Variation in occurrence and severity of major sorghum grain mold pathogens in India. *Indian Phytopathology* 59:410-416.
- Tunalı B, Demir Sarıaslan D, Kansu B. 2016. Distribution, pathogenicity, morphology and molecular diversity of *Bipolaris sorokiniana* isolates from Turkey. In: 2016 APS Annual Meeting. Tampa-Florida/USA. p 49.
- Tunalı B, Nicol JM, Uçkun Z, Büyük O, Erdurmuş D, Hekimhan H, Aktaş H, Hodson D, Akbudak MA, Bağcı SA. 2008. Root and crown rot fungi associated with spring and winter wheat in Turkey. *Plant Disease* 92:1299-1306.
- Ünal F, Turgay EB, Yıldırım AFCY. 2011. First Report of Leaf Blotch on Sorghum Caused by *Bipolaris spicifera* in Turkey. *Plant Disease* 95:495.
- Wilson JP. 2000. Pearl Millet diseases: Known Pathogens of Pearl Millet *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. Handbook, United States Department of Agriculture. USA: A Compilation of Information on the Service Agriculture
- Windels CE, Holen C. 1989. Association of *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium graminearum* group 2, and *F. culmorum* on spring wheat differing in severity of common root rot. *Plant Disease* 73:953-956.