

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Fusarium Başak Yanıklığının Buğdayda Toplam Protein ve Karbonhidrat İçeriğine Etkisi

Figen MERT-TÜRK^{1*}, Fatih KAHRIMAN², Ramazan GENCER¹, Cem Omer EGESSEL³

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fak. Bitki Koruma Bölümü, Çanakkale,

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Bölümü

³Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü

*eposta: fturk@comu.edu.tr Tel: +90 (286) 218 18 (1304) Faks: +90 (286) 218 05 45

Özet: *Fusarium culmorum* Fusarium başak yanıklığına (Fusarium head blight; FHB) sebep olan önemli bir fungustur. Bu çalışmanın amacı *F. culmorum* ile enfeksiyon sonucu verime ve protein ile karbonhidrat içeriğine olan etkisini araştırmaktır. Çalışmada 4 buğday çeşidi (Saggittario, Tosunbey, Golia ve Yunak) ve fungusun virülensliği tespit edilmiş bir izolatu kullanılmıştır. Fungusun spor süspansiyonu çiçeklenme döneminde başaklara siringa ile enfekte edilmiştir. Hastalık şiddeti hastalıklı başakçık alanının tüm başağa oranı alınarak hesaplanmıştır. Hastalıklı ve sağlıklı tanelerde karbonhidrat ve protein içeriği sırasıyla Anthron ve Kjeldahl metodu kullanılarak saptanmıştır. Hastalık şiddeti çeşitler arasında büyük oranda farklılıklar göstermiş ve başak enfeksiyonu bin dane ağırlığının (BDA) düşmesini sonuçlamıştır. FHB ile bulaşık danelerde, kontrollere kıyasla protein oranı açısından bir farklılık oluşmadığı, fakat iki çeşitte karbonhidrat içeriğinin FHB ile bulaşık tohumlarda istatistiki olarak düştüğü görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Bin dane ağırlığı, *Fusarium culmorum*, Karbonhidrat içeriği, Protein içeriği

Effect of Fusarium Head Blight on Total Protein and Carbonhydrate Contents of Wheat

Abstract: *Fusarium culmorum* is one of the pathogens causing Fusarium head blight (FHB) in winter wheat. The aim of this study was to elucidate the effects of the head scab on its yield as well as total carbohydrate and protein content. Four different wheat varieties (Saggittario, Tosunbey, Golia and Yunak) and a DON chemotype of the fungus were employed in the research. Heads were syringe-inoculated with conidial suspension of the fungus during wheat anthesis. Disease severity was assessed by measuring the diseased spikelet relative to the whole head. Carbohydrates and protein contents in Fusarium-damaged and healthy kernels were analyzed using Anthron and Kjeldahl method, respectively. Disease severity differed greatly among varieties, resulting reduced a thousand kernel weight (TKW). Protein contents did not changed in FHB infested kernels compared to control parcels, although carbohydrate ration reduced in FHB infested kernels of two of the varieties compared to control parcels.

Key words: Carbohydrate content, *Fusarium culmorum*, Tousand kernel weight, Protein content

Giriş

Fusarium culmorum küçük daneli tahıllarda Fusarium başak yanıklığına (FHB) sebep olan bir etmen olup Avrupa'nın yanı sıra, Türkiye'de de önemi ortaya konulmuş bir fungustur (Snijders 1989; Tunalı et al. 2006; Mert-Türk ve Gencer 2013). FHB'a ılık, nemli bölgelerde rastlanmakta ve genellikle yağışlı döneme denk gelen çiçeklenme döneminde hastalık oluşmaktadır. Belki de asıl önemi buğdayın mısır veya diğer tahıllarla rotasyona tabi tutulduğu bölgelerde ortaya çıkmaktadır. Hastalığın son zamanlarda daha da önemli hale gelmesinin diğer bir sebebi de geleneksel tarım sistemleri yerine daha nemli ortam oluşmasını sağlayan modern tarım sisteminin tercih edilmesidir (Gilchrist ve ark. 1997).

FHB, dünyanın her yerinde önemli verim kaybına sebep olan önemli bir hastalıktır ve bu verim kaybı bazı bölgelerde %50'e kadar dahi çıkmıştır. Verim kaybının yanı sıra tanenin kalitesi ve insan ve hayvanlarda sebep olabileceği toksikozlar bu hastalığın önemini bir kat daha arttırmaktadır (Ireta ve Gilchrist 1994; Baht ve ark. 1989; Luo 1988; Snijders 1989; Marasas ve ark. 1988). Hastalığın sebep olduğu kayıp ABD'de 1993 yılında 1 milyar Dolar, 1994 ise 500 milyon Dolar civarında olmuştur.

İnsanlarda Fusarium mikotoksinlerden kaynaklanan toksikozlara Çin, Hindistan ve Japonya'dan, bunun yanında hayvanlarda görülen toksikozlara dünyanın farklı bölgelerinden raporlar gelmektedir (Dubin ve ark. 1997).

Nemli bölgelerde çiçeklenme döneminde başlayan enfeksiyon tohum oluşumunu ve dolumunu etkilemektedir. Enfekteli başakçıklar klorofili kaybeder ve kloroz görülür. Çevre şartları uygun olduğu koşullarda hastalık başak boyunca aşağı ve yukarı doğru hareket ederek tüm başağı kaplayabilir. Böylece oluşan dane buruşuk, şekilsiz, küçük ve beyazımsı olmaktadır (Bai 1995).

Fusarium ile bulaşık tanelerin besin içeriği yönünden zayıfladığı bazı araştırmacılar tarafından gösterilmiştir (Bechtel ve ark. 1985). FHB ile bulaşık tanelerde nişasta granüllerinin, depo proteinlerinin ve hücre duvarının patojen tarafından parçalandığını göstermiştir. Dolayısıyla karbonhidrat ve protein kompozisyonunun dane içerisinde etkilendiği saptanmıştır (Nightingale 1999). Bu çalışmada da FHN ile enfekteli danelerde Anthron ve Keidahl metodları kullanılarak karbonhidrat ve protein içeriklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Çalışmada 4 buğday çeşidi (Saggittario, Tosunbey, Golia ve Yunak) ve *F. culmorum*'un daha önce virülensliği tespit edilmiş bir izolatu kullanılmıştır.

Metot

Deneme Deseni

Deneme Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Dardanos Araştırma ve Uygulama arazisinde tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak 2010-2011 üretim döneminde kurulmuştur. Ekim parsel mibzeri ile gerçekleştirilmiş ve parsel genişliği 1m, parsel uzunluğu 7m ve sıra arası mesafe ise 12.5cm olacak şekilde ayarlanmıştır.

***Fusarium culmorum* İnokulumunun Hazırlanması**

PDA'da geliştirilen 3-4 haftalık fungal kültürleri üzerine 10 ml steril saf su eklenmiş ve sporların suya geçmesi sağlanmıştır. Süspansiyon 2 kat tülbentten geçirilmiş ve spor süspansiyonu 5×10^5 konidi/ml'ye ayarlanmıştır (Miedaner ve ark. 2003). İnokulumun bulunduğu şişeler, inokulasyondan önce ve inokulasyon çalışmaları süresince içinde buz tabletleri bulunan bir piknik buzlukunda muhafaza edilmiştir. Hazırlanan inokulum şırınga yardımıyla çiçeklenmekte olan başağın ortasında bulunan bir başakçığın her iki tarafına 10'ar µl gelecek şekilde inokule edilmiştir.

Başaklarda Hastalık Gelişiminin Saptanması

İnokule edilmiş başaklarda ölçümler inokulasyondan 14 gün sonra yapılmıştır. Başaktaki hastalıklı alan ile hastalık ölçümünün yapıldığı tüm başak boyu cetvel yardımıyla ölçüldükten sonra 14. günde hastalığın gelişiminin % değeri hesaplanmıştır (Miedaner ve ark. 2003).

***Fusarium culmorum*'un Verim Parametrelerine Etkisinin Hesaplanması**

İnokule edilen ve kontrol parsellerindeki başaklar hasat zamanı başakların hemen altından kesilmiş ve etiketlenerek kağıt torbalara yerleştirilmiştir. Oda sıcaklığında 15 gün kuruttuktan sonra kontrol ve hastalıklı danelerin bin dane ağırlıkları saptanmıştır.

Enfekteli ve Kontrol Tanelerde Protein ve Karbonhidrat Tayini

Çalışmada sağlıklı ve FHB ile bulaşık parsellerden alınan kurumuş taneler kullanıldı. Öğütülen tanelerin protein içeriği Kjeldahl (Gerhardt, Germany) metodu (ICC 1980) ile tespit edilmiştir. Toplam

karbonhidrat içeriği ise UV-VIS spectrophotometer (PG Instruments, England) ile Anthron metoduna göre yapılmıştır (Gerhardt ve ark. 1994).

İstatistiksel Analiz

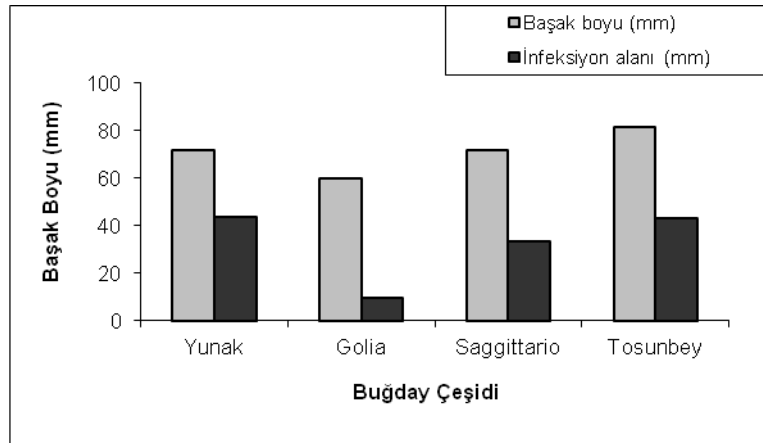
Araştırmadan elde edilen veriler SAS V8 istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir (SAS Ins. 1999). Varyans analizleri PROC GLM komutu kullanılarak gerçekleştirilmiş ve analiz sonucunda önemli bulunan varyans unsurlarının düzeylerini karşılaştırmak amacıyla asgari önemli fark (LSD) testinden faydalanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çeşitler Arasında Hastalık Şiddetinin Belirlenmesi

F. culmorum ile inokulasyondan hemen sonra, inokulasyonun yapıldığı başakçıkta kloroz oluşumu şeklinde kendini göstermiştir. İnokulasyondan 14 gün sonra yapılan gözlemlerde enfeksiyonun başağın aşağısı ve yukarısına doğru ilerlediğini göstermiştir. Başakta enfeksiyon alanının çeşitler arasında farklılıklar gösterdiği ortaya konulmuştur. Golia çeşidinde hastalık gelişiminin başağın %16.10'u kadar olduğu, Saggittario ve Tosunbey'de sırasıyla 46.95 ve 52.71 olduğu bulunmuştur. Yunak çeşidinde hastalık şiddetinin en yüksek seviye olan % 60.75 olduğu saptanmıştır (Şekil 1).

F. culmorum ile inokulasyonun ardından bazı çeşitlerin daha duyarlı ve bazılarının ise daha dayanıklı olduğu daha önceki çalışmalarla da saptanmıştır (Snijders 1989; Wilcoxson ve ark. 1992; Işık 2012). Chrprová ve ark (2010) yaptıkları bir çalışmada 6 farklı Avrupa ülkesinde geliştirilen 31 buğday çeşidini farklı yıllarda test ederek, hastalık şiddetine ek olarak verime etkisi ve deoxynivalenol (DON) üretimi açısından incelemişlerdir. Çeşit reaksiyonlarının denemenin kurulduğu yıllardaki iklim koşullarından oldukça fazla etkilendiği ve çeşitlerin kendi arasında etmene karşı farklı reaksiyonlar gösterdiklerini saptamışlardır.



Şekil 1. *Fusarium culmorum* ile inokulasyondan 14 gün sonra yapılan ölçümlerde hastalıklı başak alanının tüm başağa oranı

Çeşitlere Ait Bin Dane Ağırlığı ile Protein ve Karbonhidrat İçerikleri

Bin dane açısından değerlendirildiğinde dört çeşide ait bin dane ağırlığı benzerlik göstermiştir fakat, *F. culmorum* ile enfeksiyon sonucu BDA'da önemli azalma meydana geldiği saptanmıştır (Çizelge 1) Golia çeşidinde hastalıklı ve FHB ile bulaşık danelerin ağırlığı arasında istatistiki fark olmasına rağmen FHB'den en az etkilenen çeşit olduğu saptanmıştır. FHB'den en çok etkilenen çeşidin Tosunbey olduğu saptanmıştır.

Tunalı ve ark (2006) yaptıkları bir çalışmada *Fusarium* başak yanıklığı sonrası bin dane ağırlıklarını 9.36-33.00g arasında bulmuşlardır. Başka bir çalışmada ise Snijders ve Perkowski (1990), bin dane ağırlığı kayıplarının önemli oranda olduğunu bulmuşlardır.

Çizelge 1. *Fusarium culmorum* enfeksiyonunun BDA, protein ve karbonhidrat oranlarında meydana getirdiği etkiler

Çeşit	Bin dane Ağırlığı		Protein (%)		Karbonhidrat (%)	
	Kontrol	FHB	Kontrol	FHB	Kontrol	FHB
Saggittario	44.6a*	17.9c	8.7b	10.9b	62.6a	45.6b
Yunak	44.7a	17.3c	8.6b	10.4b	63.7a	54.4a
Tosunbey	43.7a	12.2d	15.6a	14.4a	58.7a	44.3b
Golia	33.7a	32.9b	8.5b	9.9b	61.5a	59.6a
Varyasyon Kaynağı						
Tekrar	0.5098		0.5035		0.618	
Uygulama	<0.0001		0.0129		<0.0001	
Çeşit	0.0002		<0.0001		0.0079	
U*Ç	<0.0001		0.0174		0.0379	

* Farklı harfler istatistiki olarak farklılığı göstermektedir ($P \leq 0,05$).

Protein içeriği açısından incelendiğinde kontrol parsellerinde tanelerde en yüksek proteinin Tosunbey çeşidinde (15.6) olduğu saptanmıştır. Diğer üç çeşitte (Saggittario, Yunak ve Golia) danelerde protein oranı istatistiki olarak benzer bulunmuştur (Çizelge 1). FHB ile bulaşık tanelerde protein oranının tüm çeşitlerde kontroldekiyle istatistiki olarak benzer olduğu bulunmuştur.

Çeşitlerin kontrol parsellerinde karbonhidrat içerikleri kendi aralarında istatistiki olarak değişmemiştir. Fakat FHB hastalığının Saggittario ve Tosunbey çeşitlerindeki karbonhidrat içeriklerini düşürdüğü görülmektedir. Yunak çeşidinde *F. culmorum* ile enfekteli danelerde karbonhidrat içeriği kontrole kıyasla yaklaşık % 10 olmasına rağmen bu fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Golia'da kontrol parsellerinden alınan danelerde karbonhidrat oranı % 61.5 iken *F. culmorum* ile enfekteli danelerde %59.6 olmuştur.

Fakat yine de elde edilen sonuçlar Dexter ve ark. (1997)'in raporuyla benzerlik göstermektedir, zira araştırmacılar FHB ile bulaşık tanelerde protein oranının kontrole kıyasla düşmediğini bildirmişlerdir. Boyacıoğlu ve Hettiarachchy (1995) *F. graminearum* ile bulaşık tanelerde karbonhidrat, lipid ve protein içeriğinde bir farklılık olup olmadığını araştırmış ve orta derece şiddetli hastalanmış tanelerde proteinin %6, toplam şekerin %26, nişasta olmayan ve nişasta olan lipidlerin sırasıyla %20 ve %8 olduğu, amiloz, seluloz ve hemiselulozun da önemli düzeyde düştüğünü göstermişlerdir.

Çizelge 1'de görüldüğü gibi FHB ile bulaşık tanelerde BDA ciddi bir şekilde düşmüştür. Protein ve karbonhidrat için alınan örnekler hem kontrol ve hem de FHB ile bulaşık parsellerden aynı gramajda alınmıştır. Dolayısıyla FHB ile bulaşık 10 gr örnekte daha fazla dane içeriği olacaktır. Örnekler gramaj değil de tane sayısı olarak (örneğin 1000 tane) alınsaydı, sonuçlar çok farklı yorumlanacaktı. Bazı çalışmalarda FHB ile bulaşık tanelerde protein düzeyinin kontrollere kıyasla yüksek çıktığı rapor edilmiştir (Khalil ve ark. 2002). FHB ile bulaşık daneler küçük ve buruşuktur ve endosperm: kepek oranı düşmektedir. Fungusun tanelerde yüksek oranda karbonhidrat tüketmesi, protein oranının yüksek olması sonucunu gösterir.

Fusarium-tahıl patosistemini diğerlerinden daha önemli kılan özellikler sadece tane verimini düşürmemesi, aynı zamanda oluşturdukları mikotoksinler tanede kaliteyi düşürmesidir. Buğday dünyada en fazla üretimi yapılan bitkidir ve insan ve hayvan beslenmesinde önemli bir yeri vardır. *Fusarium* başak yanıklığı buğdayda önemi gittikçe artan bir hastalıktır. Bu çalışma da gösterildiği gibi kullanılan 4 farklı buğday çeşidinin hastalık etmenine farklı reaksiyon verdiği ve verimin farklı şekillerde etkilendiği görülmektedir. Verim kayıplarının önüne geçmek, mikotoksin zararını engellemek ve tane kalitesini korumak amacıyla özellikle izolat-çeşit reaksiyonlarının daha detaylı çalışılması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Baht CV, Beedu R, Ramakrishna Y, Munshi RL (1989). Outbreak of trichothecene toxicosis associated with consumption of mould-damaged wheat products in Kashmir Valley, India. *Lancet*, p. 35-37.
- Bai G (1995). Scab of wheat: epidemiology, inheritance of resistance and molecular markers linked to cultivar resistance. Ph.D. thesis. West Lafayette, IN, USA, Purdue University.
- Bechtel DB, Kaleikau LA, Gaines RL, Seitz LM (1985). The Effects of *Fusarium graminearum* infection on wheat kernels. *Cereal Chemistry*, 62: 191-197.
- Boyacıoğlu D, Hettiarachchy NS (1995). Changes in some biochemical components of wheat grain that was infected with *Fusarium graminearum* *Journal of Cereal Science* Volume 21, Issue 1, January 1995, 57-62.
- Chrpová J, Šíp V, Štočková L, Milec Z, Bobková L (2010). Resistance of Winter Wheat Varieties Registered in the Czech Republic to Fusarium Head Blight in Relation to the Presence of Specific Rht Alleles. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 46 (3): 122-134.
- Dexter JE, Marchylo BA, Clear RM, Clarke JM (1997). Effect of *Fusarium* head blight on semolina milling and pasta-making quality of durum wheat. *Cereal Chem.* 74(5):519-525.
- Dubin HJ, Gilchrist L, Reeves J, McNab A (1997). *Fusarium head scab: global status and future prospects*. Mexico, DF, CIMMYT.
- Gerhardt P, Murray RGE, Wood WA, Krieg NR (1994). *Methods for General and Molecular Bacteriology*, ASM, Washington DC. ISBN 1-55581-048-9:518
- Gilchrist L, Rajaram S, Mujeeb-Kazi A, van Ginkel M, Vivar H, Pfeiffer, W (1997). In H.J. Dubin, L. Gilchrist, J. Reeves & A. McNab, eds. *Fusarium head scab: global status and future prospects*. Mexico, DF, CIMMYT.
- ICC (1980). ICC Standard No: 105/1. Method for the Determination of Crude Protein in Cereals and Cereal Products for Food and for Feed. Standard Methods of the International Association for Cereal Chemistry (ICC). Verlag Moritz Schafer. Detmold
- Ireta MJ; Gilchrist L (1994). *Fusarium head scab of wheat (Fusarium graminearum Schwabe)*. Wheat Special Report No. 21b. Mexico, DF, CIMMYT.
- Işık V (2012). *Fusarium culmorum*'un Farklı Buğday Çeşitlerinde Zearalenone Üretimi ve Hastalık Şiddetiyle Korelasyonunun Saptanması. YL tezi, ÇOMÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale
- Khalil IH, Carver BF, Krenzer EG, MacKown CT, Horn GW (2002). Genetic trends in winter wheat yield and test weight under dualpurpose and grain only management. *Crop Sci.* 710-715.
- Luo XY (1988). Fusarium toxin contamination in China. *Proc. Japan Assoc. Mycotoxicology Suppl.*, 1: 97-98.
- Marasas WFO, Jaskiewicz K, Venter FS Schalkwyk DJ (1988). *Fusarium moniliforme* contamination of maize in oesophageal cancer areas in Transkei. *S. AF. Med. J.*, 74: 110-114.
- Miedaner T, Schneider B, Geiger HH (2003). Deoxynivalenol (DON) Content and Fusarium Head Blight Resistance in Segregating Populations of Winter Rye and Winter Wheat. *Crop Science*, 43 (2): 519-526.
- Miedaner T, Schilling AG, Geiger HH (2004). Competition effects among isolates of *Fusarium culmorum* differing in aggressiveness and mycotoxin production on heads of winter rye. *European Journal of Plant Pathology* 110:63-70.
- Nightingale M, Marchylo BA, Clear RM, Dexter JE, Preston KR (1999). *Fusarium* head blight: Effect of fungal protease on wheat storage protein. *Cereal Chem.*, 76, 150-158.
- SAS 1999. SAS V8 User Manual, SAS Institute, Cary NC.
- Snijders CHA (1989). Current status of breeding wheat for *Fusarium* head blight resistant and mycotoxin problem in the Netherlands. Foundation of Agricultural Plant Breeding, Wageningen. In M.M. Kohli, ed. *Taller sobre la Fusariosis de la espiga en America del Sur*. Mexico, DF, CIMMYT.
- Snijders CHA, Perkowski J (1990). Effects of Head Blight Caused by *Fusarium culmorum* on Toxin Content and Weight of Wheat Kernels. *Phytopathology*, 80: 566-570.
- Tunalı B, Büyük O, Erdurmuş D, Özseven I, Demirci A (2006). Fusarium Head Blight and Deoxynivalenol Accumulation of Wheat in Marmara Region and Reactions of Wheat Cultivars and Lines to *F. graminearum* and *F.culmorum*. *J. Plant Pathol.*, 5(2): 150-156.
- Wilcoxson RD, Busch RH, Ozmon EA (1992). Fusarium Head Blight Resistance in Spring Wheat Cultivars. *Plant Disease*, 76 (7): 658-661.