



Bartın Üniversitesi Mühendislik ve Teknoloji Bilimleri Dergisi



Türkiye Buğday Tarımında Sürme Hastalığı ve Biyoteknolojik Mücadele

Ahmet Umay*, İsmail POYRAZ

¹Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Bilecik / TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 28.11.2016 Düzeltme Tarihi: 20.12.2016 Kabul Tarihi: 30.12.2016

Özet

Buğday tarımı yapılan birçok ülkede farklı türlerle temsil edilen ve ciddi ürün kaybına neden olan sürme hastalığı, ülkemizde iki mantar türü ile (*Tilletia foetida* (Wallr.) Liro ve *Tilletia caries* (DC.) Tul.) temsil edilmektedir. Günümüzde bu hastalıkla mücadelede en yaygın yöntem hala kimyasal ilaç uygulamasıdır. Kimyasal ilaç uygulamaları hem ekonomik, hem de ekolojik olarak birçok dezavantaja sahiptir. Ayrıca, uygulanan ilaçlar hastalık etmeninin popülasyonlarında dirençli olanların seçilimine ve hastalığın ilaca dayanıklı formlarının yaygınlaşmasına neden olmaktadır. Hastalıkla mücadelede dirençli buğday çeşitlerinin geliştirilmesi bu nedenle daha fazla önem kazanmaktadır. Klasik ıslah çalışmalarının zahmetli olması ve uzun zaman alması, hastalıkla mücadelede yeterli olmamaktadır. Buğday ıslah çalışmalarının moleküler ve biyoteknolojik uygulamalarla desteklenmesi sayesinde daha kısa sürede ve etkili sonuçlar alınmakta, dirençli buğday çeşitleri geliştirilmektedir. Biyoteknolojiyle desteklenen yenilikçi ıslah yaklaşımların ülkemizde yaygınlaştırılması ve daha fazla uygulama alanlarına sahip olması gerekmektedir. Buğdaylarda sürme hastalığına karşı dayanıklılık *bt* (*bt1- bt15*) genleri ile kontrol edilmektedir. Bu derleme çalışması, sürme hastalığıyla mücadelede güncel bakış açısı kazandırmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Tilletia sp.*, Sürme, Buğday, Tarım

Common Bunt and Biotechnological Fight in Turkey Wheat Farming

Abstract

Common bunt, which is represented with various species in many countries growing grain and causes large amount of yield loss is commonly represented with two fungus types (*Tilletia foetida* (Wallr.) Liro and *Tilletia caries* (DC.) Tul.). Today, the most common way to struggle with this disease is still chemical drug application. Chemical drug applications have many disadvantages, both economic and ecological. Moreover, it is seen that applied drugs cause the forms which are resistant to drugs to spread. So, it becomes even more important to develop grain species which are resistant in struggling with the disease. Since they take a long time and are very demanding, conventional rehabilitation works are not efficient to struggle with the disease. Because grain rehabilitation works are supported with molecular and biotechnological applications, more efficient results have been attained and resistant grain species have been developed. Innovative rehabilitation approaches supported with biotechnology should be generalized and applied in more areas in our country. The resistance of wheat against common bunt is controlled by *bt* (*bt1-bt15*) genes. This review article aims at providing a new perspective in struggling with common bunt.

Keywords: *Tilletia sp.*, Common Bunt, Wheat, Agriculture

1. Giriş

Sürme, Dünya'da ve Türkiye'de yaygın olarak görülen ve önemli verim kayıplarına neden olan bir buğday (*Triticum*) hastalığıdır. Ülkemizde bu hastalığa başlıca iki mantar türü *Tilletia foetida* ve *T. caries* neden olmaktadır. Hastalık etmenine karşı fungusit kullanılmasına rağmen, etmenin çevresel faktörlere bağlı olarak zamanla direnç kazandığı ve hastalığın kontrol edilmesinde yeterli olmadığı rapor edilmiştir [1, 2].

Buğday, hem insanların hem de hayvanların başlıca besin kaynağı olmasının yanı sıra ekonomik ve sosyal yaşantıda diğer tarım ürünlerine göre daha büyük bir paya sahiptir. Türkiye'de 2006 yılı istatistikleri göz önüne alındığında, her yıl işlenen toplam tarım alanlarının (23 milyon ha) yaklaşık % 57'sinde tahıl yetiştiriciliği, tahıl yetiştiriciliği yapılan bu alanların (13 milyon ha) % 65'inde de buğday tarımı yapılmaktadır. Türkiye sahip olduğu ekim alanı değerleriyle, yaklaşık 205 milyon hektarlık dünya buğday ekim alanının % 4.6'sını teşkil etmektedir. Üretim değerleri bakımından dünya üretiminin % 3.5'i Türkiye tarafından karşılanmaktadır [3, 4]. Artan dünya nüfusuna bağlı olarak, açlık ve beslenme problemleri önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Tarımsal ürünler dünyada olduğu gibi Türkiye'de de bütün canlıların başlıca besin kaynağını oluşturmaktadır. Bu sebeple açlık sorununun çözümünün temel kaynağıdır. Bundan dolayı tarımsal ürünler içinde tahılların, tahılların arasında da buğdayın önemi tartışılmaz. İnsanlık için buğdayın bu kadar önemli olması, organik tarım, yüksek verimli ve kaliteli buğday üretimi adına zararlı patojenlerle ve otlarla

mücadeleyi de beraberinde getirir [1]. Dünyada ve ülkemizde, hastalıkla mücadelede hastalığa karşı dirençli buğday çeşitleri geliştirilmesi, fungusit kullanımının engellenip çevre kirliliğinin azaltılması ve organik tarım açısından oldukça önemlidir.

2. Sürme Hastalığı

Sürme, fungal hastalıklar içerisinde başak hastalıkları olarak bilinen ülkemiz ve dünya hububat yetiştiriciliğinde önemli kayıplara neden olan bir hastalıktır [5, 6]. Bu hastalık, üründe başakları tahrip ederek zararlı olmaktadır. Tohum bulaşıklılığının yoğun ve enfeksiyonun şiddetli olduğu durumlarda üründe önemli kayıplar getirmekle birlikte, özellikle sürmeli danelerin hasat esnasında ürüne karışması sonucu ürünün niteliğini de önemli derecede bozmaktadırlar [7, 8]. Buğdaylarda sürme hastalığına neden olan başlıca mantar türlerini *T. foetida*, *T. caries*, *T. controversa*, *T. indica*, *T. intermedia*, ve *T. triticoideus* oluşturmaktadır [9, 10].

Türkiyede ise *T. foetida* Kuhn (Syn. *T. levis*, *T. laevis* (Wallr.) Liro, *T. foetens* (Berk. & Curt.) Schoert.) ve *T. caries* (Bjerk.) Wint. (Syn. *T. tiritici* (DC) Tul.). sürme hastalığına neden olan başlıca iki mantar türüdür. Ülkemizde yaygın olarak hastalığa sebep olan *T. foetida* ve *T. caries*'in "Index Fungorum"a [23] göre bazı sinonimleri bulunmaktadır (Tablo.1). Bu türler için yapılan teşhis çalışmaları sonucunda, ülkemizde *T. foetida*'nın % 88.06 oranında, *T. caries*'in ise % 11.94 oranında yaygınlık gösterdiği tespit edilmiştir [6,11]. Bu iki tür de buğdaydaki belirtilerine göre makroskobik olarak ayırt edilemeyip "adi sürme" olarak adlandırılır

[2,13] İki türün yaşam döngüleri, çoğalma gereksinimleri ve hastalık yapma etkileri birbirine benzemesine rağmen, mikroskopla bakıldığında teliospor şekillerinin morfolojik olarak birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Bu iki türün sınıflandırılmasındaki en belirgin morfolojik fark, *T. foetida*'nın teliosporları düz hücre duvarına sahipken, *T. caries*'inkilerin ağsı hücre duvarına sahip olmasıdır [14,15].

Dünya genelinde Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere, Kanada, Kuzey Afrika ve Kuzey Asya gibi ülkelerde sürme hastalığı görülmekte olup [16] hastalık etmenleri arasında en yaygın olanları *T. foetida* (laevis) ve *T. caries* (tritici)'dir [16 – 20]. Dünyada en yaygın olan tür *T. caries*' dir [21]. *T. foetida* ve *T. caries* ABD'nin kuzey eyaletlerinde eşit oranlarda bulunmasına rağmen, *T. caries* sadece Kuzey Avrupa, Almanya, Çekoslovakya ve Avusturya'da bulunur. İngiltere'de ise genel olarak *T. foetida* hiç görülmez. Buna karşılık Orta ve Güney İtalya, Kuzey Afrika ve Balkan ülkeleri, Güney Rusya özellikle Anadolu'nun yüksek yaylaları hariç Türkiye, Güney Asya ve Avustralya'da da *T. foetida* hakim durumdadır. Bu ülkelerin, soğuk ve nispi nemin hakim

olduğu yüksek bölgelerinde ise her iki tür bir arada eşit oranlarda bulunmaktadır [22]. Sırbistan'da ise en yaygın olan sürme etmeninin *T. foetida* ve *T. caries* olduğu rapor edilmiştir [9].

Ülkemizde birçok sürme ırkının olduğu tespit edilmiştir [6]. *Tilletia* türlerinin hastalandırma güçleri birbirinden farklı ırklara göre değişiklik göstermektedir [24]. 1975 -1982 yılları arasında Türkiye'de yaygın ve virülen 68 *T. foetida* ve 20 *T. caries* ırkı tespit edilmiştir [11, 22].

Türkiye'de *T. foetida* ve *T. caries* türleri belli bölgelerde yayılış gösterir. *T. foetida* Marmara, Karadeniz, Ege ve Doğu Anadolu Bölgeleri'nde % 93-96 arasında değişen bir yaygınlıkta, *T. caries* Güneydoğu Anadolu'da % 77'lik bir yaygındır. Bu bölgede *T. foetida*'nın yaygınlık oranı % 22 civarındadır. Bu iki etmenin melezlenmesi sonucu meydana gelen *T. intermedia* (Gassner) Sävul ise çok daha az oranda olmak üzere tüm Türkiye'de yaygınlık göstermektedir. *T. foetida* ülkemizde olduğu gibi Balkan ve Akdeniz ülkelerinde de geniş bir yayılış alanına sahiptir [10, 22].

Tablo 1. Türkiye'de sürme hastalığına neden olan *T. foetida* ve *T. caries*'e ait sinonimler.

Tür Adı	Sinonim Adı	Referans ve Tarihi
<i>T. foetida</i>	<i>Erysibe foetida</i> Wallr.	Fl. crypt. Germ. (Norimbergae) 2: 213 (1833)
	<i>Ustilago foetens</i> Berk. & M.A. Curtis	Berkeley, Grevillea 3(no. 26): 58 (1874)
	<i>T. foetens</i> (Berk. & M.A. Curtis)	Trel., (1884)
	<i>T. foetida</i> (Wallr.) Liro	Maanviljelys Talondellin Koelaitos Vuoskivijä 1915-1916: 27 (1920)
<i>T. caries</i>	<i>T. tritici</i> var. laevis (J.G. Kühn) Kawchuk	Kawchuk & Nielsen, Can. J. Bot. 66(12): 2376 (1988)
	<i>Lycoperdon tritici</i> Bjerk.	K. svenska Vetensk-Akad. Handl. 36: 326 (1775)
	<i>Uredo sitophila</i> Ditmar	Sturm, Deutschl. Fl., 3 Abt. (Pilze Deutschl.) 3(1): 69 (1813)
	<i>Uredo caries</i> DC.	De Candolle & Lamarck, Fl. franç., Edn 3 (Paris) 5/6: 78 (1815)
	<i>Caeoma sitophilum</i> (Ditmar) Link	Sp. pl., Edn 4 6(2): 2 (1825)
	<i>Fusisporium inosculans</i> Berk.	J. hort. Soc., London 2: 114 (1847)
	<i>T. caries</i> (DC.) Tul. & C. Tul. var. caries	Annls Sci. Nat., Bot., sér. 3 7: 113 (1847)
	<i>T. caries</i> var. agrostidis Auersw.	Rabenhorst, Fungi europ. exsicc.: no. 700 (1865)
	<i>T. tritici</i> (Bjerk.) G. Winter	Die Brand des Getreide: 13 (1874)
	<i>T. tritici</i> (Bjerk.) G. Winter subsp. Tritici	Die Brand des Getreide: 13 (1874) subsp. Tritici
	<i>T. tritici</i> (Bjerk.) G. Winter f. tritici	Die Brand des Getreide: 13 (1874) f. tritici
	<i>T. tritici</i> (Bjerk.) G. Winter var. tritici	Die Brand des Getreide: 13 (1874) var. tritici
	<i>T. sitophila</i> (Ditmar) J. Schröt.	Beitr. Biol. Pfl. 2(3): 365 (1877)

3. Hastalığın Bulaşma ve Yayılma Şekli

Sürme hastalığının yayılmasındaki en önemli faktör, kör adı verilen hastalıklı tanelerdeki mantar sporlarının hasat zamanı patlayıp, hava yoluyla sağlıklı tohumlara bulaşmasıdır. Bulaşık yani enfekte olmuş tohumların ekilmesiyle hastalık yayılır [25, 26]. Hastalıklı bir buğday başlığında ortalama 150 milyon sürme sporu vardır ve bunlar yaklaşık 3 milyon sağlıklı tohuma bulaşabilir [27]. Bulaşık olarak ekilen hastalıklı buğday tohumlarının başaklarını süt olum dönemine gelinceye kadar sağlıklı bitkilerden ayırt edilebilmek mümkün değildir [28].

Patojenin yayılması ve patojenesinin ortaya çıkmasında ışık, sıcaklık ve nem gibi çevresel faktörler önemli yer tutmaktadır [29]. Patojen için toprak sıcaklığı 5-15 °C arasında olduğu değerler optimum enfeksiyon değerleridir [15, 17], ancak toprak sıcaklığı 22 °C ye çıktığında enfeksiyon azalır [30]. Topraktaki tanenin çimlenmesine paralel olarak sürme sporları da aktivite kazanır ve hızla çimlenerek buğday fidesini penetre ederler [17]. Aktive olan sporda önce karyogami gerçekleşir, sonra mayoz ve mitoz bölünme sonucu haploid çekirdekler oluşur. Bu çekirdekler bu sırada

meydana gelen basidiyuma göç ederek basidiyumun ucundaki çikıntılara yerleşir ve böylelikle basidiosporlar oluşur (31).

4. Hastalığın Buğday Bitkisine Etkisi

Buğdayın yetiştirildiği dönemde hastalık ve zararlıların kaliteyi etkilemesi, genel olarak iki şekilde ortaya çıkabilir. Bunlardan birincisi, hastalık ve zararlılar bitkilerin yaprak, gövde, kavuz gibi organlarının üzerini kapatır ya da bu organları tahrip eder. Hem bitkinin fotosentez alanının daralması, hem de bu kısımlardan bitki aşırı su kaybettiği için normal gelişememesi ve taneyi de yeterince besleyememesinden dolayı kalite düşmektedir. İkincisi de, özellikle zararlıların beslenmek için bitki dokularını ve taneyi sokup emmeleri sonucu ya da taneleri yiyerek tahrip etmeleri sonucu ortaya çıkan kalite kayıplarıdır. Çeşitli buğday ırkları ile en uygun koşullarda ekim ve bakım gerçekleştirilse bile, yetiştirilen ürün hastalık, zararlı ve yabancı otların olumsuz etkilerine karşı korunamazsa bundan istenen verimi elde etmek mümkün olmamaktadır. Her yıl dünyadaki bitkisel üretim yaklaşık % 35'i hastalık, zararlı ve yabancı otlardan dolayı kayba uğramaktadır [31]. Bu oran hastalık, zararlı ve yabancı otlara karşı mücadele yapıldığı

şartlarda ortaya çıkmaktadır. Şayet herhangi bir mücadele yapılmazsa, toplam ürünün yaklaşık % 65-90'ı bu tür canlı organizmaların zararıyla ziyan olmaktadır [14, 26, 32, 33].

5. Hastalıkla Konvansiyonel Mücadele Yöntemleri

5.1. Tarım İlaçları ile Mücadele

Sürme hastalığının kontrol edilebilmesi ekimden önce tohumluk buğdayların ilaçlanması ya da etmene karşı dayanıklı hatların geliştirilmesiyle mümkün olmaktadır. Sürme etmenine karşı en etkili mücadele yöntemi kimyasal ilaç kullanmaktır [5]. Ancak ilaçlama yöntemi, gerek organik tarım açısından, gerekse çevreye zarar vermesi ve ekonomik olmaması nedeniyle uygun bir yöntem değildir [34]. Yer altı suları ve toprağın tarımsal veya diğer kimyasallar tarafından kirletilmesi önemli bir çevresel sorundur. Pesticitlerin yarım asırdır oldukça yaygın bir şekilde tarımda kullanılması dünyadaki birçok hidrolojik sistemin etkilenmesine neden olmuştur. Pesticitlerin ve kimyasal gübrelerin kullanımıyla karasal çevreye ağır metal girişi toprak ve yer altı suyu kalitesini önemli düzeyde etkilemektedir. Bunların sonucunda toprakların kimyasal özellikleri ve biyolojik aktivitesi kirlenme nedeni ile değişikliğe uğramakta [35] ve organik tarıma da engel olmaktadır. Pesticitler, çoğunlukla tahıllarda mantar, bakteri, virüs ve nematod gibi patojenik özelliğe sahip mikroorganizma ve organizmaların hastalık etkilerini minimize etmek ya da ortadan kaldırmak için kullanılmaktadır [36]. Hastalığa karşı kimyasal mücadele yapılmadığı durumlarda ortalama % 15-20 oranında zarar yaptığı, tohumluğunu birkaç yıl üst üste ilaçlamadan eken, bazı üretici tarlalarında hastalık oranının % 75-90 arasında saptandığı belirlenmiştir [33].

5.2. Hastalığa Dayanıklı Çeşitlerin Klasik Islahı

Hastalığın kontrol edilmesinde bir diğer yöntem ise hastalığa karşı dayanıklı buğday hatlarının geliştirilmesidir. Ancak hastalık etmeninin fizyolojik ırklarındaki hastalık yapma yeteneğinin (virülens) zamanla değişiklikler gösterdiği ve dolayısıyla hastalığa karşı uzun yıllar dayanıklı kalınmasının mümkün olmadığı görülmüştür [37]. Klasik ıslah çalışmalarında genetik çeşitliliğin ve dolayısıyla dayanıklı buğday hatlarının belirlenmesinde morfolojik gözlem ön plandadır. Hastalık etmeninin genetik çeşitliliğinin belirlenmesi de tarlalarda hastalık yapma oranlarına bağlı değerlendirilmelidir. Hem patojen, hem de konakçı için bu yöntem, çalışılan organizmanın şekil olarak incelenerek, verilerin elde edilmesi temeline dayanan, görsel olarak fenotipik kantitatif özelliklerin belirlendiği bir yöntemdir [38, 39]. Morfolojik belirteçler genellikle dominant olmaları, dominant bir geni resesif geneden ayırmada kullanılmalrı, belirlenecek karakterin sayı bakımından az olması sebebiyle analizinin kolaylıkla yapılabilmesi ve basit gözlemlerle populasyonun haritalanmasından dolayı tercih edilir. Ancak, incelenen morfolojik karakterlerin çevre koşullarından etkilenmesi, çeşitli stres faktörleri nedeni ile genotipte meydana gelen mutasyonlar, her karakter için morfolojik çeşitliliğin yeterli düzeyde olmayışı, heterozigot karakterlerin belirlenememesi bu yöntemin kullanılmasını olumsuz yönde etkilemektedir [40, 41].

Klasik ıslah çalışmalarında biyokimyasal belirteçler kullanılmaktadır. Tek hücrelilerden çok hücrelilere kadar her canlı için farklı proteinler, sekonder metabolitler veya kimyasal yapılar ve izoenzimler biyokimyasal belirteç olarak kullanılabilirler. Protein belirteçler, morfolojik karakterlerle kıyaslandığında çok daha etkili sonuç vermelerine karşılık sıcaklık, stres koşulları, hastalık vb. faktörlerden etkilenmektedir [42]. Kodominant markerler olmaları, analizlerinin ucuz, kolay ve güvenilir olması bu markerlerin tercih edilme sebebidir. Fakat bazı izoenzimlerin özel dokularda ve belli bir gelişme periyodunda gözlemlenebilmesi, sayılarının çok az olması, epistatik yani başka bir genin etkisinin baskılanması ve pleotrofik etki (bir genin birden fazla fenotipik özelliği etkilemesi) göstermeleri bu markerlerin dezavantajlarıdır [41].

6. Hastalıkla Mücadelede Biyoteknolojik Yöntemler

6.1. Genetik Çeşitliliğin Belirlenmesi

Günümüzde moleküler biyoloji ve biyoteknoloji alanındaki gelişmeler sayesinde yeni yöntemler, bitki hastalıklarına karşı dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesinde klasik yöntemlere göre daha

hızlı ve etkili sonuçların alınmasını sağlamıştır. Hastalığa karşı dayanıklı çeşitlerin tespitinde genetik çeşitliliği belirlemede kullanılan moleküler yöntemler, hem geliştirilmesi hedeflenen bitki, hem de patojen için birlikte kullanılmaktadır. Hastalığa karşı mücadelede bitki çeşitliliğinin önemli olması kadar patojen organizmanın tür içi veya populasyonun genetik çeşitliliğinin de tespit edilmesi de önemlidir. Buğday ile patojen arasındaki etkileşim oldukça önemlidir ve aralarında gen için gen etkileşimi görülmektedir [43]. Bu nedenle hem konakçı, hem de patojen organizmalar için genetik çeşitliliğin belirlenmesi, ıslah çalışmalarında ciddi zaman kazanımı sağlayan önemli bir aşamadır [1].

Buğday bitkisi için söz konusu olmasa da; *Tilletia* türlerinin teliospor morfolojileri, genomik yapıları ve ITS (Internal Transcribed Spacer) birbirlerine son derece benzer olduğu için bu türleri birbirinden ayırt etmek oldukça güçtür [44]. Günümüzde genetik çeşitliliği belirlemede PZR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) tabanlı moleküler yöntemler, hızlı ve ekonomik olmalarından dolayı çok yaygın olarak kullanılmaktadır [45]. Moleküler belirteçler (markerlar) kaynak olarak hücrede bulunan DNA'yı kullanırlar. Moleküler belirteç, DNA'nın bir parçası, diğer bir tanımla belirli bir genle beraber aktarılan bir DNA parçasıdır. Aslında tanımlanan bir gendir ama genomun belirli bir parçasını ifade ettiği için belirteç denir. Canlıların yapısını belirleyen şifre de DNA zincirlerinde olduğu için moleküler markerler, canlı populasyonlarındaki çeşitlilik veya o populasyon içindeki organizma genotipleri arasındaki ilişkilerin tespitinde % 100'e yakın güvenilirlikle değerlendirilir. Bugün moleküler markerler bitki sistematğinde tür tanımlanmasında ve ıslahında, gen kaynaklarının değerlendirilmesi ve genetik varyasyonun araştırılmasında etkin olarak kullanılmaktadır [42]. Son 20 yıl içinde hızla gelişen moleküler marker teknolojisi, çeşitlerin birbirleri arasındaki genetik farklılıkların belirlenmesi, kromozom haritalamaları, gen kaynaklarının karakterize edilmesi, evrimsel gelişim analizi ve transformasyonda başarı düzeyinin belirlenmesinde yeni yöntemler ortaya koymuştur [46]. Bitkilerde genetik ilişkileri ortaya çıkarmak için kullanılan ilk DNA belirteci RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) olmuştur. Fakat bu yöntemin analizlerinin pahalı olması, fazla zaman, işgücü gerektirmesi ile fazla miktarda ve yüksek kalitede DNA'ya gereksinim duyulması PCR'a dayalı moleküler belirteçlerin gelişmesine neden olmuştur. Birçok farklı PCR tabanlı teknik son 20 yılda geliştirilmiş olup, çeşitli avantaj ve dezavantajlara sahiptir [42]. Bu DNA belirteçlerinden bazıları RAPD (Randomly Amplified Polymorphic DNA), ISSR (Inter-Simple Sequence Repeat), AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) ve mikrosatellitlerdir (SSR-Simple Sequence Repeat) [45, 46].

6.2. Direnç Genlerinin Belirlenmesi

Buğday tohumlarının ekim öncesi ilaçlanması sürmeye karşı mücadelede etkili bir yöntem olmasına rağmen, kullanılan bu ilaçların çevreye zarar vermesi ve maliyetinin yüksek olması ciddi bir dezavantajdır. Bu nedenle hastalığa karşı dirençli buğday çeşitlerinin geliştirilmesi dünya genelinde tercih edilen bir durumdur [47, 48]. *Tilletia* spp.'nin patojenik ırklar aynı türün genetik varyantlarıdır [52] ve bu genetik varyantlar, farklı direnç genlerine sahip olan konakçı buğdaylarda hastalık yapma yeteneklerine göre birbirinden ayrılabilir [16]. Buğdaylarda sürme hastalığına karşı direnç bt (bt1, bt2, bt3, bt4, bt5, bt6, bt7, bt8, bt9, bt10, bt11, bt12, bt13, bt14, bt15) genleriyle kontrol edilmektedir [30, 49]. Bu direnç genlerini buğday çeşitlerinde belirlemede bir standart olarak kabul edilen ve 18 çeşit buğdaydan oluşan diferansiyel set bulunmaktadır [1]. Ancak bt genlerinin tamamı için, yeni farklı buğday çeşitlerinde var olup olmadıklarını belirlemek henüz mümkün görünmemektedir [49]. Buğday çeşitlerinde bt genlerinin spesifik olarak belirlenmesine yönelik bilinen en kapsamlı çalışmalar Cota ve arkadaşları tarafından özellikle SSR ve RAPD belirteçler kullanılarak gerçekleştirilmiştir [50]. Ancak bu çalışmalar, bt genlerinin spesifik olarak belirlenmesinde kullanılan SSR ve RAPD belirteçlerinin yetersiz olduğunu ve buğdaylarda sürme hastalığına karşı tüm direnç genleri için spesifik belirteçlerin bulunmadığını göstermiştir [49]. Tespit edildiği ileri sürülen direnç genleri bt5, bt8, bt10, bt11, bt12'dir [50, 51]. Ancak bu direnç geni belirteçlerinin özgülüğü net değildir.

7. Sonuç

Ülkemiz ve dünyada sürme hastalığı ile mücadelede en yaygın yöntem hala kimyasal tarım ilaçlarının kullanımıdır. Hastalıklara karşı dirençli bitki çeşitlerinin geliştirilmesi, kimyasal ilaç kullanımının olumsuz etkilerini ortadan kaldırmada en önemli ve etkili yöntemdir. Klasik ıslah çalışmalarındaki uzun zaman kayıpları, moleküler ve biyoteknolojik tekniklerle desteklendiğinde daha kısa sürelerde dirençli çeşitlerin geliştirilmesi ile telafi edilmektedir. Sürme hastalığına karşı dirençli buğday çeşitlerinin geliştirilmesinde ülkemizde henüz biyoteknolojik yöntemler aktif olarak kullanılmamaktadır. İlk aşamada dayanıklılığı tarla verileri ile tespit edilen çeşitlerin hangi direnç genlerine sahip olduğunun spesifik moleküler belirteçler ile tespit edilmesi gerekmektedir. Direnç genleri bilinen buğday çeşitlerinin genetik çeşitlilik/akrabalık analizleri yine moleküler belirteçler yardımıyla belirlenmesi, ıslah çalışmalarında kullanılacak önemli bir veri olacaktır. Dirençli çeşitlerin geliştirilmesi ne kadar hızlı olursa, mücadelenin o kadar etkili olacağı açıktır. Yeni çeşitlerin geliştirilmesinde geçen zamanda hastalığa karşı kullanılan kimyasallar, buğday tarlalarında patojen popülasyonları arasında virülansı yüksek olanların seçilimine neden olmakta ve daha tehlikeli formaların ortaya çıkmasına yardım etmektedir. Bu nedenle buğday çeşitlerinin yanında, *Tilletia* sp. patojenlerinin genetik çeşitliliğinin analizi de önem kazanmaktadır. Buğdayda sürmeye karşı dirençli oluşturan genlerin spesifik olarak tespitindeki zorluklar, hem ülkemiz hem de tüm dünyadaki ıslah çalışmalarına biyoteknolojik boyuttaki desteğin azalmasına neden olmaktadır. Sürme hastalığı için buğday çeşitlerindeki direnç genlerinin belirlenmesinde kullanılan spesifik belirteçler günümüzde hala yetersiz durumdadır. Tespit edildiği iddia edilen direnç geni belirteçlerinin de güvenilirliği tartışmalıdır. Sonuç olarak, sürme hastalığı ile etkin olarak mücadelede klasik ıslah çalışmalarının biyoteknolojik yöntemlerle desteklenmesi, bu yöntemler kapsamında hem buğday çeşitlerinin hem de *Tilletia* sp. patojeninin genetik çeşitliliğinin belirlenmesi ön aşamaları oluşturacaktır. Hangi çeşidin, hangi direnç genlerini içerdiği tespit edilerek, uygun çeşitlerin ıslah çalışmalarında kullanılması sonucu yeni dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi mümkün olacaktır.

Kaynaklar

1. Umay, A., Sürme Hastalığı Etmeni (*Tilletia foetida*)'nin Genotipik ve Fenotipik Karakterizasyonu. Doktora Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilecik, Türkiye, 2015.
2. Yarullina, L. G., Kasimova, R. I., Kuluev, B. R., Surina, O. B., Yarullina, L. M., Ibragimov, R. I., Comparative Study of bunt pathogen resistance to the effects of fungicides in callus co-cultures *Triticum aestivum* with *Tilletia caries*, Agricultural Sciences, 5: 906-912, 2014.
3. Düşünceli, F., Çetin, L., Mert, Z., Albostan, S., Akan, K., Uğ 99'a Karşı Küresel Yaklaşımlar ve Türkiye Çalışmalarına Genel Bakış, Ülkesel Tahıl Sempozyumu, Konya, 322-328, 2008.
4. Miran, B., Tarımsal Yapı ve Üretim, Türkiye'de Tarım, Prof. Dr. Fahri Yavuz, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Erzurum, 43-66, 2005.
5. Ciuca, M., A Preliminary Report on the Identification of SSR Markers for Bunt (*Tilletia* sp.) Resistance in Wheat, Czech Journal of Genetics and Plant Breeding, 47: 142-145, 2011.
6. Özkan, M., Damagacı, E., Türkiye'de Buğdayın Sürme Türleri (*Tilletia foetida* (Wallr.) Liro ve *T. caries* (D.C.) Tull.)'nin 1949-1964 ve 1983 76 Yıllarında Coğrafik Yayılışı Üzerinde Araştırmalar, Bitki Koruma Bülteni, 4: 38-44, 1985.
7. Zouhar, M., Mazakova, J., Prokinova, E., Vanova, M., Rysanek, P., Quantification of *Tilletia caries* and *Tilletia controversa* Mycelium in Wheat Apical Meristem by Real-time PCR, Plant Protection Science, 46: 107-115, 2010.
8. Borgen, A., Organic seed treatment to control common bunt (*Tilletia tritici*) in wheat, Seed Testing International, 128: 8-10, 2004.
9. Zupunski, V., İgnjtovic-micic, D., Nikolic, A., Stankovic, S., Jevtic, R., Levic, J., Ivanovic, D., Identification Of *Tilletia* Species Using Rep-Pcr Fingerprinting Technique, Genetika, 43(1): 183-195, 2011.
10. İren, S., Maden, S., Coşkun, H., Türkiye'de 1980 Yılında Buğdaylarda Görülen Sürme Hastalığı (*Tilletia* spp.) Türleri,

Bunların Geçmiş Yıllarla Karşılaştırılması ve Hastalık Çıkışına Tohum İlaçlarının Etkinliği, Bitki Koruma Bülteni, 22(2): 61-71, 1982.

11. Finci, S., Parlak, Y., Bilgin, O., Gümüştekin, H., Aktuna, İ., Tuçdemir, M., Buğday Sürme Etmenleri (*Tilletia foetida* (Wallr.) Liro ve *Tilletia caries* (D.C.) Tull.)'nin Yayılış Olan İrklarının Saptanması Üzerinde Araştırmalar, Bitki Koruma Bülteni, 23(3): 124-147, 1983.
12. İren, S., Tarla bitkileri hastalıkları, Türk Ziraat Yüksek Mühendisleri Birliği Yayını, 27: 64, 1962.
13. Gassner, G., Göydün, A. Sürme hastalığının Türkiye'de yayılışı, Sürme hastalığı ve bulaşma kabiliyeti, Türkiye'de tohum ilaçlama işleri, Birinci Köy ve Ziraat Kalkınma Kongresi Yayını, 3-13, 1938.
14. Tuncel, M., Konya Yöresinde Hasat Edilen Buğday Ürünündeki Sürme Hastalığı (*Tilletia* spp.) ve Hastalığın Patojenitesini Etkileyen Bazı Faktörler Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye, 2006.
15. Shi, Y. L., Loomis, P., Christian, D., Carris, L. M., Leung, H., Analysis of the Genetic Relationship Among the Wheat Bunt Fungi Using RAPD and Ribosomal DNA Markers, Phytopathology, 86: 311-318, 1996.
16. Matanguihan, J. B., Jones, S. S., A New Pathogenic Race of *Tilletia caries* possessing the broadest virulence spectrum of known races, Online Plant Health Progress, 2011.
17. Koprivica, M., Jevtic, R., Markovic, I.D., The Influence of *Tilletia* spp. Inoculum Source and Environmental Conditions on the Frequency of Infected Wheat Spikes, Pesticidi i fitomedicina, 24: 185-196, 2009.
18. Eibel, P., Wolf, G. A., Koch, E., Detection of *Tilletia caries*, Causal Agent of Common Bunt of Wheat, by ELISA and PCR, Journal of Phytopathology, 153: 297-306, 2005.
19. Aggarwal, R., Srivastava, K. D., Sing, D. V., Detection of bunt and smut pathogens of wheat through scanning electron microscopy, Indian Phytopathology, 51(2): 190-193, 1998.
20. Gang, D. R., Weber, D. J., Using random amplified polymorphic DNA to analyze the genetic relationship and variability among three species of wheat smut (*Tilletia*), Botanical Bulletin of Academia Sinica, 37: 173-180, 1996.
21. Ingold, C. T., The Basidium of *Tilletia* and Its Evolution, Mycologist, 12: 98-100, 1997.
22. Erarslan, A., Konya İlinde Buğday Tohumlarıyla Taşınan Sürme (*Tilletia* spp.) ve Açık Rastık (*Ustilago nuda* var. *tritici* Schaffn.) Hastalıklarının Bulaşıklılığı Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2007.
23. Index Fungorum. <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp> (Ziyaret Edilme Tarihi: 20.04.2015).
24. Finci, S., Türkiye'de Saptanmış Bulunan Bazı *Tilletia foetida* (Wallr.) Liro. İrklarının Halen Memleketimizde Yetiştirilmekte Olan Yerli ve Yabancı Kaynaklı Başlıca Buğday Varyetelerine Karşı Patojeniteleri Üzerinde Çalışmalar, Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü, Teknik Bülten, 10, 1975.
25. Özkan, M., Finci, S., Buğday Sürmesi (*Tilletia foetida* Wallr. Liro)'ne Karşı Kullanılan Kuru Tohum İlaçlarının, Sonradan Bulaşmalardaki Koruyucu Etkisi Üzerinde Çalışmalar, Bitki Koruma Bülteni, 1: 3, 1974.
26. Nagy, E., Moldovan, V., The Effect of Fungicide Treatments on Wheat Common Bunt (*Tilletia* spp.) In Transylvania, Agricultural Research and Development Station Turda, 33-38, 2007.
27. Koprivica, M., Zouhar, M., Prokinova, E., Rysanek, P., Detection of *Tilletia controversa* and *Tilletia caries* in wheat by PCR method, Plant Soil Environ, 50: 75-77, 2004.
28. Akan, K., Çetin, L., Albostan, S., Düşünceli, F., Mert, Z., İç Anadolu'da Görülen Önemli Tahıl ve Nohut Hastalıkları, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Bitki Hastalıkları ve Dayanıklılık Islahı Bölümü, 29-38, 2007.
29. Veisz, O., Szunics, L., Szunics, L., Effect of common bunt on the frost resistance and winter hardiness of wheat (*Triticum aestivum* L.) lines containing Bt genes, Euphytica, 114: 159-164, 2000.
30. Matanguihan, J. B., Murphy, K. M., Control of Common Bunt in Organic Wheat, Plant Disease, 95: 92-103, 2011.

31. Agrios, G. N., Plant Pathology, Academic Pres, New York, U.S.A. 1997.
32. Öztürk, S., Tarım ilaçları, Ak Basımevi, 2: 127-132, İstanbul, 1997.
33. Ataç, A., Çetin, V., Türkiye'de Tanılanmış Sürme [*Tilletia foetida* (Wallr.) Liro ve *T. caries* (D.C.) Tul.] Irklarına Karşı Akdeniz Bölgesinde Bazı Buğday Çeşit ve Hatlarının Reaksiyonlarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar, Bitki Koruma Bülteni, 35(3-4): 177-189, 1995.
34. Waldow, F., Jahn, M., Investigations in the regulation of common bunt (*Tilletia tritici*) of winter wheat with regard to threshold values, cultivar susceptibility and non-chemical protection measures, Journal of Plant Diseases and Protection, 114(6): 269-275, 2007.
35. Yılmaz, E., Alagöz, Z., Topraklarda Kolloid Pestisit ilişkisi, GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 25 (2): 69-78, 2008.
36. Tosun, M., Tahıllarda Hastalığa Dayanıklılığın Temelleri, Ülkesel Tahıl Sempozyumu, Konya, 290-295, 2008.
37. Aktaş, H., Katircioğlu, Y. Z., Bazı Buğday ve Arpa Çeşit ve Hatlarının Önemli Bazı Fungal Patojenlere Karşı Reaksiyonları, Tarım Bilimleri Dergisi, 14(4): 381-385, 2008.
38. Nurşen, A., SSR ve ISSR Moleküler Belirteçlerinin Bazı Doğru ve Güneydoğu Anadolu Kavun Genotipleri Arasındaki Genetik İlişkilerin Belirlenmesinde Fenolojik Belirteçler ile Birlikte Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 2012.
39. Meglic, V., Staub, J. E., Inheritance and linkage relationships of isozyme and morphological loci in cucumber (*Cucumis sativus* L.), Theoretical and Applied Genetics, 92: 865-872, 1996.
40. Kaymak, E., Türkiye Doğal Florasında Yetişen *Papaver* Cinsi Oxytona Seleksiyonuna ait Gen Havuzunun SRAP Tekniği İle Genetik Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Tokat, 2010.
41. Benli, İ., Türkiye Doğal Florasında Yetişen *Papaver* Cinsi Oxytona Seleksiyonuna ait Gen Havuzunun SSR Tekniği ile Genetik Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Tokat, 2009.
42. Gülşen, O., Mutlu, M., Bitki biliminde kullanılan genetik markerlar ve kullanım alanları, Alatarım, 4 (2), 27-37, 2005.
43. Datta, R., Singh, H., Gupta, V. S., Ranjekar, P. K. and Dhaliwal, H. S., Gene-for-gene relationship for resistance in wheat to isolates of Karnal bunt, Neovossia indica. Plant Breeding, 118: 362-364, 1999.
44. Yuan, Q., Nian, S., Yin, Y., Li, M., Cai, J., Wang, Z., Development of a PCR-based diagnostic tool specific to wheat dwarf bunt, caused by *Tilletia controversa*, European Journal of Plant Pathology, 124: 585-594, 2009.
45. Sözen, E., Yücel, E., Determination of genetic relationships between some endemic *Salvia* species using RAPD markers, Biological Diversity and Conservation, 248-253, 2015.
46. Cheng, J., Long, Y., Khan, A., Wei, A., Fu, F., Fu, J., Development and significance of RAPD-SCAR markers for the identification of *Litchi chinensis* Sonn. by improved RAPD amplification and molecular cloning, Electronic Journal of Biotechnology, 18: 35-39, 2015.
47. Goates, B. J., Identification of new pathogenic races of common bunt and dwarf bunt fungi, and evaluation of known races using an expanded set of differential wheat lines, Plant Disease, 96: 361-369, 2012.
48. El-Naimi, M., Toubia-Rahme, H., Mamluk, O. F., Organic seed-treatment as a substitute for chemical seed-treatment to control common bunt of wheat, European Journal of Plant Pathology, 106: 433-437, 2000.
49. Poyraz, İ., Gümüş, N., Comparison of Resistance Rates and Detection of Five Resistance Genes (Bts) in Ten Local Wheat Varieties Against Common Bunt Disease, Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi C, (7): 37-45, 2016.
50. Cota, C., L., Pamfil, D., Botez, C., Grigoras, M., Preliminary Studies on Microsatellite Marker Analysis of Resistance to Common Bunt in several Wheat Genotypes (*Triticum aestivum* L.), Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 38 (2), 42-47, 2010.
51. Wang, S., Knox, E., R., DePauw, D., M., Clarke, R., F., Clarke, M., J., Thomas, B., J., Markers to a common bunt resistance gene derived from 'Blizzard' wheat (*Triticum aestivum* L.) and mapped to chromosome arm 1BS, Theor Appl Genet, 119: 541-553, 2009.
52. Albughobeishand, N., Jorf, S. A. M., New races of *Tilletia laevis* and *T. caries*, the causal agents of wheat common bunt in Khuzestan province, Journal of Crop Protection, 59-68, 2015.