

ŞEKER PANCARI TEPE KIVIRCIKLIĞI (*Beet Curly Top Virus*) HASTALIĞI

Rıza KAYA*

Şeker Enstitüsü, Fitopatoloji Şubesi, 06930 Etimesgut - Ankara
*rizakaya1969@hotmail.com

Geliş Tarihi: 19.10.2011

Kabul Tarihi: 23.08.2012

ÖZET: Şeker pancarı tepe kıvrıcıklığı hastalığının etmeni, *Beet curly top virus* (BCTV) dür. Curtovirus cinsi içerisinde yer alan BCTV, ikiz partikülleri olan tek sarmal DNA (ssDNA) genomuna sahip olup, *Homoptera* takımı *Cicadellidae* familyasında yer alan *Circulifer tenellus* (Baker) ve *C. haematoceps* (Mulsant and Rey) türleri ile persistent olarak taşınmaktadır. Şeker pancarı tepe kıvrıcıklığı virüsü (BCTV), 1888 yılında ABD’da ortaya çıkmış ve günümüze kadar başta şeker pancarı olmak üzere diğer birçok ürünü etkilemeye devam etmiştir. Hastalığa karşı dayanıklı çeşitlerin, sadece virüsün etkisini azaltmaya yardımcı olması ve vektörlerinin kimyasal yöntemlerle kontrol altına alınmasının zor olmasından dolayı, hastalığın mücadele başarısı sınırlı kalmaktadır. Virüs, zaman zaman şeker pancarında büyük verim kaybına yol açarak, şeker pancarı tarımından vazgeçilmesine neden olabilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Şeker pancarı, Şeker pancarı tepe kıvrıcıklığı virüsü, BCTV, Vektör, *Circulifer* sp.

BEET CURLY TOP (*Beet Curly Top Virus*) DISEASE

ABSTRACT: The agent of beet curly top disease is *Beet curly top virus* (BCTV). BCTV, involved in the genus of Curtovirus, has a single-stranded DNA (ssDNA) genome with twine particles. It is persistently transmitted by *Circulifer tenellus* (Baker) and *C. haematoceps* (Mulsant and Rey) which belong to the family *Cicadellidae* and the order *Homoptera*. Beet curly top disease (BCTV) first occurred in USA in 1888 and continued to affect especially sugar beet and the other crops up to date. Since the resistant cultivars to the disease can only help to reduce the impact of the virus and it is difficult to control its vectors by means of chemical methods, the efforts to combat the curly top disease of sugar beet is limited. The virus can cause a significant crop yield reduction from time to time and discontinuing sugar beet cultivation.

Key Words: Sugar beet, Beet curly top virus, BCTV, Vector, *Circulifer* sp.

1. GİRİŞ

Şeker pancarı (*Beta vulgaris* var. *saccharifera*) üretiminde ekonomik düzeyde ürün kaybına yol açan önemli virüslerden biri şeker pancarı tepe kıvrıcıklığı virüsü (BCTV) olup, yapraklarda özellikle göbek yapraklarda kıvrıclaşma meydana getirdiğinden dolayı “curly top” adı verilmiştir. Hastalık ilk defa 1888 yılında Nebraska’da Kırmızı pancarlarda görülmüştür. 1899’da California’da geniş ölçüde zarar yaptığı rapor edilmiş ve ertesi yıl ABD’nin batı eyaletlerinde ortaya çıkmış olup, kurak ve yarı-kurak iklimin hüküm sürdüğü tarım alanlarında gelişerek yayılmıştır (Carsner ve Stahl, 1924; Benett ve Leach, 1977). Türkiye’de ilk defa 1955 ve 1956 yıllarında Eskişehir ve Erzincan civarında şeker pancarında görülen (Bennett ve Tanrısever, 1957 ve 1958; Tanrısever, 1961) hastalığın, Afrika, Avrupa ve Asya kıtalarında birçok bitkide bulunduğu rapor edilmiştir (Thomas ve Mink, 1979). Küresel ısınmadan dolayı kurak ve yarı-kurak iklim dönüşme eğilimindeki bazı ülkelerin tarım alanlarında hastalığın şiddeti artış göstermiştir. Virüsü taşıyan vektörün, mevsim boyunca beslenme kaynaklarına ve göç etme durumuna bağlı olarak hastalığı taşıdığı belirlenmiştir (Koike ve ark., 2010). Virüse, birçok kültür bitkisi ve yabancıotun yer aldığı çift çeneklilerden 44 familyaya ait 300’den fazla geniş bir yelpazedeki bitki türünün konukçuluk etmesi (Bennett, 1971; Thomas ve Mink, 1979), taşıyıcı

vektörün hastalığı taşımamasını kolaylaştırmakta ve hızlandırmaktadır.

2. COĞRAFİK DAĞILIMI

Şeker pancarı tepe kıvrıcıklığı virüsü (BCTV), ilk defa 1888 yılında ABD’da Nebraska’da ortaya çıkmıştır (Carsner ve Stahl, 1924; Benett ve Leach, 1977). Hastalık, dünyanın kurak ve yarı kurak iklimin hüküm sürdüğü Afrika, Avrupa, Asya, Kuzey, Güney ve Orta Amerika ile Akdeniz Havzası’nda görülmektedir. Bugüne kadar İspanya, İtalya, Türkiye, Kıbrıs, Mısır, İran, Hindistan, Kanada, ABD, Meksika, Kostarika, Portoriko, Arjantin, Bolivya, Brezilya ve Uruguay’da varlığı belirlenmiştir (Thomas ve Mink, 1979; Büchen-Osmond, 2006).

Türkiye’de Şeker pancarı tepe kıvrıcıklığı virüsü, simptomolojik olarak ilk defa 1955 ve 1956 yıllarında Eskişehir ve Erzincan’da tespit edilmiştir (Bennett ve Tanrısever, 1957 ve 1958; Tanrısever, 1961). Daha sonra, hastalığın tipik semptomları, 1994’te Ankara, 2001’de Konya (Özgür, 2003) ve 2004’te Kırşehir (Kaya, 2004)’de bazı şeker pancarı ekim alanlarında rastlanmıştır. Küresel ısınmanın etkisinin hissedilmeye başladığı son yıllarda Orta Anadolu Bölgesi’nde her yıl virüs görülmeye başlamıştır. Şeker pancarı tepe kıvrıcıklığı, 2006 yılında Konya, Karaman ve Aksaray’da; 2007 yılında Kırşehir ve Aksaray’da; 2008

yılında Afyon, Ankara, Kırşehir ve Nevşehir ili şeker pancarı üretim alanlarında ortaya çıkmıştır (Kaya ve Gürkan, 2006, 2007, 2008 ve 2009).

3. EKONOMİK ÖNEMİ

1888 yılında ABD’de Nebraska’da önemli zararlara yol açan ve daha sonra California ve batı eyaletlerinde ortaya çıkan hastalık, 20. yüzyıl boyunca şeker pancarı ve diğer ürünleri etkilemiştir (Carsner ve Stahl, 1924; Bennett, 1971; Benett ve Leach, 1977).

Şeker pancarı tepe kıvrıklığı virüsü, ABD’de en tahripkar virüs hastalıklarından biri olup, zarar düzeyi yıllara göre değişim göstermektedir (Murphy, 1946). Hastalık şiddetinin yüksek olduğu yıllarda, tarlaların birçoğunda ürünün tamamı zarar gördüğü için hasat yapılamamıştır. ABD’nin batı eyaletlerinde bazı yerlerde şeker pancarı üretimine son verilmiş ve fabrikalar kapanmıştır. Ancak, 1934 yılında dayanıklı şeker pancarı çeşitleri geliştirilmiş ve bu kayıplar belli bir seviyeye indirilmiştir (Bennett ve Leach, 1977).

1950’li yıllara göre, 1970’li yıllarda ABD’de Şeker pancarı tepe kıvrıklığı virüsünün şiddeti artmıştır. Idaho’nun batısında hastalığın şiddetli seyrettiği bölgelerde, şeker pancarı veriminin %27 oranında düştüğü rapor edilmiştir (Mumford ve Peay, 1970). Aynı yıllarda California’da oldukça şiddetli seyreden hastalık, bitkilerde bodurlaşma ve ölümlere yol açarak, verimin azalmasına sebep olmuştur (Duffus ve Skoyen, 1977). Hastalığın şiddetli seyrettiği durumlarda, dayanıklı şeker pancarı çeşidinin fide oluşumundan 10 hafta sonra, bitkilerin %72’sinde belirtiler görüldüğünde %13’ü aşan verim kayıplarına yol açabileceği belirlenmiştir. Virulent izolatların, duyarlı ve dayanıklı şeker pancarı çeşitlerinin şeker varlığı üzerinde büyük bir etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir (Duffus ve Skoyen, 1977). Strausbaugh ve ark. (2006), ABD’nin batısında orta derecede hastalıkla bulaşık olan Kimberly ve Nampa’da, 2005 yılında yaptıkları çalışmada, virüsün şeker pancarının kök veriminde %48, şeker varlığında %15 ve şeker veriminde ise %55’e varan oranlarda kayıplara yol açtığını ortaya koymuştur. Şeker pancarı tepe kıvrıklığı hastalığı, 2001 yazında ABD’nin batısında geniş bir alanda yeniden ortaya çıkmış, şeker pancarı, domates ve biber bitkilerine büyük zararlar vermiştir. Hastalığın şiddeti arttıkça, şeker pancarının kök verimi doğru orantılı olarak düşmektedir. Hastalık oranında her birim artış, kök veriminde 5.76-6.93 t/ha arasında düşüşe yol açmaktadır (Strausbaugh ve ark., 2007).

Türkiye’de ise 1955’den bu yana zaman zaman ortaya çıkan hastalık, 2008 yılında Ankara’nın Şereflikoçhisar ve Nevşehir’in Kozaklı ilçelerinde ve 2009 yılında Ankara’nın Haymana ilçesinde bazı tarlalarda %50’ye varan kök verimi kayıplarına yol açmıştır (Kaya ve Gürkan, 2008 ve 2009). Türkiye’de

hastalık giderek yaygınlaşmaktadır. Yıllara ve bölgelere bakıldığında, hastalığın, özellikle ilkbahar döneminin kurak geçtiği yıllarda ve illerde çok yoğun bir şekilde ortaya çıktığı ve ekonomik zarara yol açtığı anlaşılmaktadır (Kaya ve Gürkan, 2006, 2007, 2008 ve 2009).

4. VİRÜSÜN YAPISI VE GENOM ORGANİZASYONU

BCTV, Geminiviridea familyasından Curtovirus cinsinin tip üyesidir. Virüs, ssDNA genomuna sahiptir. Curtovirusler, 3 kb büyüklüğünde tek parçalı bir genom ve viral DNA’nın çoğalma orijinini oluşturan 450 bp intergenic bölgeden çift yönlü olarak kopyalanan yedi okuma çerçevesine (ORFs) sahiptir (Baliji ve ark., 2004; Briddon ve ark., 1998; Klute ve ark. 1996; Stanley ve ark., 1986; Stenger, 1994). Üç virion sense ORFs (V1, V2 ve V3) iyi bir şekilde muhafaza edilmiş ve capsid protein (CP) genini şifrelemektedir. Dört complementary sense ORFs (C1, C2, C3 ve C4) replikasyon proteinini (Rep) şifrelemektedir (Briddon ve ark., 1989; Hormuzdi ve Bisaro, 1993; Latham ve ark., 1997; Stanley ve ark., 1992; Stenger ve Ostrow, 1996). IR (intergenic region), Curtovirus türleri arasında çeşitlilik göstermekte ve DNA replikasyon işlemi sırasında Rep bağlayıcılarına aracılık eden, türe spesifik tekrarlı iteron adı verilen diziler içermektedir (Arguello-Astorga ve ark., 1994; Hanley-Bowdoin ve ark., 1999; Soto ve ark., 2005; Stenger, 1998).

BCTV’ün virionları, kaplanmamış bir capsidden oluşur. Capsid, uzun ve çift olup, icosahedral simetri göstermektedir. Toplam 22 capsomerden oluşan Capsid, 18 nm çapında ve 30 nm uzunluğundadır. Genom, bölmesiz olup, kapalı bir daireden ibaret yuvarlak, ambisense ve tek sarmal DNA’sı olan bir molekül içermektedir. Genomun tamamı, 2993 nükleotit uzunluğundadır (Büchen-Osmond, 2006).

5. IRKLARI

Curtovirus genusu içerisinde, şeker pancarında hastalık şiddeti ve sekansında farklılık gösteren; *Beet curly top virus* (BCTV, BCTV’nin tip straini ve daha önce Cal/Logan straini olarak bilinmektedir), *Beet severe curly top virus* (BSCTV, daha önce BCTV’nin CFH straini olarak bilinmektedir) ve *Beet mild curly top virus* (BMCTV, daha önce BCTV’nin Worland straini olarak bilinmektedir) olmak üzere 3 tür tanımlanmıştır (Stenger, 1998).

BCTV’nin ise virulense, sipmtomoloji ve konukçuları bakımından farklılık gösteren genetik açıdan stabil bir çok straini tanımlanmıştır (Giddings, 1938, 1944, 1954; Bennett, 1963 ve 1971; Mumford ve Peay, 1970; Thomas, 1970:). Bazı önemli strainleri:

- Strain 7 (Giddings, 1944): Çok düşük virulense sahip olup, yalnız çok duyarlı şeker pancarlarını enfekte etmektedir.
- Strain 11 (Giddings, 1954): Şeker pancarında en virulent strainidir.
- Strain 66-10 (Mumford ve Peay, 1970): 1960'lı ve 1970'li yıllarda ABD'nin batısında gelişerek, değişim geçiren, şeker pancarında yüksek virülensi olan tipik strainidir.
- Strain 31A (Thomas, 1970): Solanaceae familyası bitkilerinde virulensi çok yüksek, şeker pancarında ise düşüktür.
- Strain Murale (Bennett, 1971): *Chenopodium murale* bitkisinde simptomlara yol açan tek Amerikan strainidir.

6. KONUKÇULARI

Virüs, *Chenopodiaceae*, *Compositae*, *Cruciferae*, *Leguminosae* ve *Solanaceae* familyalarından şeker pancarı, domates, kabak, keten, ıspanak, hıyar, fasulye, kavun, biber gibi kültür bitkilerinin ve birçok yabancı otun yer aldığı çift çeneklilerden 44 familyada 300'den fazla bitki türünde enfeksiyon gerçekleştirebilmektedir (Bennett, 1971; Thomas ve Mink, 1979).

Teşhis konukçuları: Şeker pancarı (*Beta vulgaris*), hıyar (*Cucumis sativus*), fasulye (*Phaseolus vulgaris* cv. Bountiful), domates (*Lycopersicon esculentum*), tütün (*Nicotiana tabacum*) (Thomas ve Mink, 1979; Boswell, 1985).

Saklama ve çoğaltma konukçuları: Saklama kültürleri için *Beta vulgaris*; çoğaltmak için *Phaseolus vulgaris* cvs Romano, Bountiful (Mink ve Thomas, 1974) ve *Nicotiana tabacum* cv. Turkish (Mumford, 1974) kullanılır.

Test konukçuları: Lokal lezyon konukçusu yoktur. Şeker pancarı (*Beta vulgaris*) test konukçusudur. Vektörlerin enfektivite testlerinde şeker pancarının fideleri kullanılmaktadır (Boswell, 1985).

Duyarlı konukçu familyaları: Amaranthaceae, Apocynaceae, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Convolvulaceae, Cruciferae, Cucurbitaceae, Euphorbiaceae, Labiatae, Leguminosae-Papilionoideae, Linaceae, Malvaceae, Papaveraceae, Phytolaccaceae, Polemoniaceae, Polygonaceae, Solanaceae, Tropaeolaceae, Umbelliferae, Violaceae (Boswell, 1985).

7. BELİRTİLERİ

BCTV'nin meydana getirdiği belirtiler genellikle bütün konukçularda benzerlik gösterir. Konukçuların hemen tamamında en erken dönemde yaprak damarlarında renk açılması, belli bir dereceye kadar damarların şişmesi ve en genç yapraklarda şekil bozuklukları en belirgin semptomlardır. Bitkide hızlı bir

çöküş ve ölüme yol açan diğer belirtiler; bitkilerde sararma, sertleşme ve bodurlaşma; genç yapraklarda ve sürgün uçlarında kıvrıcıklaşma, kıvrılma ve şekil bozukluğu, alt sürgünlerin gelişimi, floem dokusunda nekroz ve floemden sıvı akıntısı gibi belirtilerdir. Bazı konukçularda ise belirti ortaya çıkmaz (Freitag ve Severin, 1936; Thomas, 1969).

Şeker pancarındaki belirtiler en tipik ve en güvenilir belirtilerdir (Thomas ve Mink, 1979; Anonim, 1990). Şeker pancarı yapraklarının kenarları içe doğru kıvrılır, en genç olan iç yaprak damarlarının rengi açılır, yaprağın alt sathı pürüzlü bir yapı alır ve yaprak altındaki damarlar üzerinde 3 mm uzunluğunda meme benzeri yapılar oluşur. Yapraklar koyu mat-yeşile dönerek, inceler, gevrekleşir ve buruşuk bir şekil alır. Büyüme yavaşlar, hastalıklı bitkinin yaprak saplarındaki floem dokularında nekroz meydana gelir. Yaprak saplarında ve yaprağın orta damarında exudat oluşur ve açık şeffaf bir sıvı akıntısı gözlenir. Bu sıvı havayla temas ettikten kısa bir süre sonra siyahlaşır ve yapışkanimsi bir kıvama gelir. Sonra kahverengi bir kabuk oluşturarak kurur. Aşırı enfeksiyona maruz kalmış bitkilerin köklerinde yan kökler çoğalır ve yan köklerin sayısı artarak, kök sakallanması meydana gelir. Şeker pancarının enine kesitinde araları açık renkli iç içe siyah halkalar görülür. Boyuna kesitinde ise siyah renk bozukluklarının boylamasına uzandığı görülür (Anonim, 1982 ve 1990; Smith ve ark., 1992).

Domatesdeki belirtiler, sera ve tarlada yetiştirilme durumuna göre farklılık göstermektedir (Thomas ve Mink, 1979). Tarladaki domateslerde, yaprağın orta damarı boyunca yaprakçıklar içe doğru kıvrılır, yaprak sapı ve orta damar aşağıya doğru bükülür ve solmayan yaprak aşağıya sarkmış bir görünüm alır. Yapraklar kalınlaşır ve kırılabilir bir yapıya döner. Daha sonra yaprak damarları mor renge ve damarlar arası sarı renge dönerek, yaprağın tamamı sararmış bir görünüme bürünebilir. Gövdeden ayrılan öz kurur. Yaprak belirtileri ortaya çıkarken, bitki büyümesini durdurur, dik ve sert bir yapı oluşturur. Meyveler oluşmuş ise erken olgunlaşır ve tohumlar boş kalır. Küçük kalmış köklerin ucundan itibaren çürümeler başlar. Bitkiler sonunda ölür, gövde ve yapraklar kahverengiye döner. Seradaki domateslerde, başlangıçta en belirgin semptom, şeffaf damarların görülmesidir. Mor damarlaşma genellikle görülmez. Özellikle yaşlı bitkilerde içe kıvrılmış yaprakçıklar oluşur. Damarlarda bazen beyaz yumrular görülür ve damarlar arasında sararma meydana gelir. Erken dönemde enfekte olan bitkilerde belirgin bir gelişme geriliği gözlenir. Sonunda bütün bitki sararır ve ölür (Anonim, 1982 ve 1990; Smith ve ark., 1992).

Patateste, sarımsı içe kıvrılmış yaprakçıklar oluşur ve bazen yaprak saplarında bükülme meydana gelir. Bitkilerin gelişmesi durur. Enfeksiyonun ileriki dönemlerinde genellikle bitkinin tepesine yakın yaprakların altında bodur filizler gelişir. Sonunda

Şeker pancarı tepe kıvrıcıklığı

enfekteli bitkiler sararır ve ölür (Thomas ve Mink, 1979; Anonim, 1990).

8. EPİDEMİYOLOJİSİ

Şeker pancarı tepe kıvrıcıklığı hastalığı, sadece vektörlerle bitkiden bitkiye bulaşmaktadır (Bennett, 1971). Ayrıca, hem vektör hem de hastalıklı bitki materyallerinin sağlıklı alanlara nakledilmesiyle yayılmaktadır. Konukçu türlerine bağlı olarak üç küsküt (*Cuscuta*) türü ile taşınabilmektedir (Bennett, 1944). Küsküt enfekteli bitkilerde büyürken yüksek konsantrasyonda virüsü içermesine ve floem nekrozları göstermesine rağmen, küsküt kendisi enfekte olmamaktadır. Virus, şeker pancarı tohumu ile taşınmadığı (Bennett ve Esau, 1936) gibi, dokunma veya fiziksel temas gibi mekanik yollarla da taşınmamaktadır (Boswell, 1985; Koike ve ark., 2010).

Vektörle Taşınma: Bu virüsün, Kuzey Amerika'da *Circulifer tenellus* (Baker) (Stahl ve Carsner, 1923) ve Akdeniz havzasında *Circulifer tenellus* (Baker) ve *C. haematoceps* (Mulsant ve Rey) adlı vektörler tarafından doğal olarak bitkiden bitkiye taşındığı bilinmektedir (Kheyri ve Alimoradi, 1969). Bu vektör türleri, Homoptera takımı Cicadellidae (Cüce ağustosböcekleri) familyasının bir üyesidir (Büchen-Osmond, 2006). Virüs, persistent bir şekilde taşınır. Vektör, gömlek değiştirdiğinde virüs vektörün bünyesinde kalmakta, ancak vektörün bünyesinde çoğalamadığı gibi vektörün bünyesinden nesilden nesile de geçmemektedir (Severin, 1931; Boswell, 1985).

C. tenellus, enfekteli bir bitkide 48 saat beslendikten sonra virüsü etkin bir şekilde taşır (Bennett ve Wallace, 1938). Bazen 2-20 dakikalık kısa beslenme periyodlarının sonunda bile virüsü bünyesine alarak taşıyabilmektedir (Duffus, 1986; Wintermantel ve Kaffka, 2006). Sikadlar, hastalıklı bitkilerde 1 dakika kadar kısa süre beslenerek, virüsü bünyelerine alabilir (Severin, 1931; Bennett ve Wallace, 1938) ve bünyelerinde onu bir ay veya daha fazla tutabilirler. Virüsü bünyesine alan vektör 4 saatlik latent periyoddan sonra hastalığı sağlıklı bitkilere inokule edebilir (Severin, 1923). Vektör bünyesindeki virüs miktarı, hastalıklı bitkideki virüs konsantrasyonuna bağlıdır. Virüsün taşınma sıklığı da hastalıklı bitki ve vektördeki virüs yoğunluğuna bağlıdır (Bennett, 1962). Çok enfektif vektörler, virüsü ömürleri boyunca taşıyabilmekte, ancak bir dizi sağlıklı duyarlı bitkilerde veya virüse bağışık bitkilerde beslendikten sonra enfekte edeceği bitki oranı azalmaktadır (Freitag, 1936). Vektör, hastalıklı bir bitkide beslenerek taşıma kabiliyetini yeniden kazanabilir (Bennett ve Wallace, 1938).

Virüs partikülleri, birçok dezenfektana karşı dayanıklılık göstermektedir. Virüs, kuru floem exudatında 10 ay, kuru şeker pancarı dokusunda 4 ay ve

kuru şeker pancarı sikadlarında (vektörlerde) 6 ay aktif olarak kalabilmektedir (Anonim, 1990).

9. TANISI

BCTV'nin, Enzym Linked-ImmunoSorbent Assay (ELISA), Tissue-Blot Immunoassay (TBIA), Elektron mikroskop (Brlansky ve Derrik, 1979; Wintermantel ve ark., 2003; Farzadfar ve ark., 2006; Heydarnejad ve ark., 2007), PCR, Southern Blot, Western Blot ile şeker pancarı bitkisi ve böceklerde teşhisi yapılabilmektedir (Hauser ve ark., 2000; Soto ve Gilbertson, 2003; Soto ve ark., 2005; Farzadfar ve ark., 2006; Heydarnejad ve ark., 2007; Bolok ve ark., 2008). Serolojik teşhis için ticari ELISA kiti bulunmadığından, teşhiste diğer metotlar kullanılmaktadır.

10. MÜCADELESİ

Şeker pancarı tepe kıvrıcıklığı virüsü, karmaşık bir epidemiyolojiye sahip olduğundan dolayı etkin mücadele stratejileri sınırlı kalmaktadır (Wang ve ark., 1999). Dünya'da bu hastalıkla mücadelede, dayanıklı şeker pancarı çeşidi ekilmesi (Martin ve Thomas, 1986; Lewellen, 1989), şeker pancarı bitkilerinin erken devrede vektörlerin salgınına maruz kalmaması ve bu amaçla ekim zamanının ayarlanması, gerekli görüldüğünde vektörlere karşı ilaçlama yapılması (Duffus, 1986) gibi metotlar veya bunlardan birkaçının kombinasyonu uygulanmaktadır.

Dayanıklı Çeşit Ekimi: Dayanıklı çeşitler, hastalıkla mücadelede tek başına yeterli olmamaktadır ve virüsün etkisini azaltmaya yardımcı olmaktadır. Örneğin, 1920'li yıllarda hastalığa karşı ABD'de toleranslı ve kısmen resistant şeker pancarı çeşitleri devreye sokulmuştur. Ancak, bu çeşitler tek başlarına hastalığın kontrolünde yeterli olamamıştır (Bennett, 1971).

Ekim Zamanının Ayarlanması: Şeker pancarının hastalığa karşı en hassas olduğu dönem bitkilerin kotiledon ve ilk gerçek yaprak dönemidir. Bu dönemlerde sikad salgını olduğunda ve enfeksiyon gerçekleştiğinde büyük verim kayıpları meydana gelmektedir. Vektörün ilk salgın yapma zamanından ve böylece ilk hastalık enfeksiyonundan kaçınmak için ekim zamanının ayarlanması verim kayıplarını azaltmaktadır (Kaffka ve ark., 2003).

Kimyasal Mücadele: 1) *Kültür alanları dışındaki alanlar ve meraların ilaçlanması:* Hastalığı taşıyan vektörlere karşı kimyasal mücadele uygulanmaktadır. Kış boyunca vadi yamaçlarında yabancıotlardaki vektörlerin popülasyonunu azaltmak amacıyla, sikadlar vadideki kültür bitkilerine göç etmeden önce, kültür alanlarının dışındaki alanlar ve mera alanlarında insektisitlerle vektör mücadelesi yapılmaktadır. Böylece hastalığın yayılması da azaltılmaktadır. 2) *Tohum ilaçlanması:* Şeker pancarı tohumları sistemik ilaçlarla

ilaçlandıktan sonra ekilmektedir. Böylece, şeker pancarı bitkilerinin en hassas olduğu kotiledon ve ilk gerçek yaprak döneminde vektörlere karşı koruma sağlanmaktadır. 3) *Yaprak ilaçlaması*: şeker pancarı yaprakları, sistemik ilaçlar ile ilaçlanarak vektörlere karşı koruma sağlanmaktadır. 4) *Toprak ilaçlaması*: Toprak ilaçlamasında yine sistemik ilaçlar kullanılmaktadır. Şeker pancarı bitkileri, topraktaki ilacı kökleri vasıtasıyla bünyesine alarak vektörlere karşı korunmaktadır (Kaffka ve ark., 2003; Strausbaugh ve ark., 2006 ve 2008; Wang ve ark., 1999).

11. SONUÇ

İlk defa 1888 yılında ABD’de ortaya çıkan ve *Circulifer tenellus* (Baker) ve *C. haematoceps* (Mulsant and Rey) vektörleri ile taşınan Şeker pancarı tepe kıvrıkcılığı virüsü (BCTV), dünyanın kurak ve yarı-kurak bölgelerinde zaman zaman epidemiyi yapmakta ve birçok kültür bitkisinde ekonomik ürün kayıplarına yol açmaktadır. Özellikle, ABD’de sık sık zararlılara yol açtığı için gerek virüs ve vektörleri gerekse bunlara karşı alınması gereken tedbirler konusunda birçok araştırma yapılmıştır. Avrupa ve Türkiye’de çok sık ve yoğun olarak ortaya çıkmadığından birkaç semptomolojik teşhis dışında araştırma yapılmamıştır. Ancak, küresel ısınmadan dolayı mevsimlere göre iklimde meydana gelen değişimlerden sonra özellikle Türkiye’de son yıllarda BCTV, şeker pancarında sık sık ortaya çıkmaya başlamıştır. Hastalığın, ülke tarımında büyük ekonomik değeri olan şeker pancarındaki etkileri hissedilirken, domates, biber, fasulye ve patates gibi diğer kültür bitkilerindeki durumları net olarak bilinmemektedir.

Dünya’da yapılan çalışmaların ışığında, Türkiye’de ekonomik zararı giderek artan bu hastalığın potansiyel alanlarının ve ekonomik zarar düzeylerinin belirlenerek, mücadele stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda, bu coğrafyadaki virüsün ırklarının ortaya çıkarılması ve dünyada mevcut olanlarla benzerlik ve farklılıklarının ortaya konulmasına ihtiyaç vardır.

12. KAYNAKLAR

Anonymous, 1982. *Beet curly top virus*. Data sheets on quarantine organisms No. 89, OEPP/EPPO Bulletin 12 (1).
 Anonymous, 1990. *Beet curly top hybrigeminivirus*. Data Sheets on Quarantine Pests, Prepared by CABI and EPPO for the EU under Contract 90/399003.
 Arguello-Astorga, G.R., Guevara-Gonzalez, R.G., Herrera-Estrella, L.R., Rivera-Bustamante, R.F., 1994. Geminivirus replication origins have a group-specific organization of iterative elements: a model for replication. *Virology* 203: 90-100.
 Baliji, S., Black, M. C., French, R., Stenger, D.C., Sunter, G. 2004. Spinach curly top virus: A newly described *Curtovirus* species from southwest Texas with incongruent gene phylogenies. *Phytopathology* 94:772-779.

Bennett, C.W., 1944. Studies of dodder transmission of plant viruses. *Phytopathology* 34: 905-932.
 Bennett, C.W., 1962. Curly top virus content of the leafhopper influenced by virus. *Phytopathology* 52: 538-541.
 Bennett, C.W., 1963. Highly Virulent Strains of Curly Top Virus in Sugar Beet in Western United States. *J. Am. Soc. Sugar Beet Tech.* 2: 515-520.
 Bennett, C.W., 1971. The curly top disease of sugar beet and other plants. *Am. Phytopat. Soc. Monogr.* No.7, pp: 81.
 Bennett, C.W., Esau, K., 1936. Further studies on the relation of the curly top virus to plant tissues. *J. Agric. Res.* 53: 595-620.
 Bennett C.W., Wallace, H.E., 1938. Relation of the curly top virus to the vector, *Eutettix tenellus*. *J. Agric. Res.* 56: 31-52.
 Bennett, C.W., Tanrisever, A., 1957. Sugarbeet curly top disease in Turkey. *Plant Dis. Rep.* 41: 721-725.
 Bennett, C.W., Tanrisever, A., 1958. Curly top disease in Turkey and its relationship to curly top in North America. *J. Am. Soc. Sugar Beet Tech.* 10: 189-211.
 Bennett, C.W., Leach, L.D., 1977. Hastalıklar ve mücadelesi. Şeker pancarı üretimindeki gelişmeler: Prensipler ve uygulamalar (Editörler: Johnson, R.T., Alexander, J.T., Rush, G.E., Hawkes, G.R., Çevirenler: Bilgen, T., Erel, K., Onat, G.). T. Şeker Fabrikaları A.Ş. Yay. No.205: 240-307.
 Bolok, H.R.Y., Heydarnejad, J., Massumi, H., 2008. Genome characterization and genetic diversity of beet curly top Iran virus: a geminivirus with a novel nonanucleotide. *Virus Genes* 36: 539-545.
 Boswell, K., 1985. *Beet curly top hybrigeminivirus*. Plant Viruses Online. Descriptions and Lists from the VIDE Database. Available from URL: <http://www.agls.uidaho.edu/ebi/vdie/descr081.htm> [Ulasi m: 10 Ekim 2011].
 Briddon, R.W., Watts, J., Markham, P.G., Stanley, J., 1989. The coat protein of beet curly top virus is essential for infectivity. *Virology* 172: 628-633.
 Briddon, R.W., Stenger, D.C., Bedford, I.D., Stanley, J., Izadpanah, K., Markham, P.G., 1998. Comparison of a beet curly top virus isolate originating from the old world with those from the new world. *Eur. J. Plant Pathol.* 104: 77-84.
 Brlansky, R.H., Derrik, K.S., 1979. Detection of seedborne plant viruses using serologically specific electron microscopy. *Phytopathology* 69: 96-100.
 Büchen-Osmond, C., 2006. *Beet curly top virus* in: ICTVdB – The Universal Virus Database, version 4., Columbia University, New York.
 Carsner, E., Stahl, C.F., 1924. Studies of the curly top disease of sugar beet. *J. Agr. Res.* 28: 297-320.
 Duffus, J.E., 1986. Beet curly top. In: *Compendium of beet diseases and insects*. American Phytopathological Society Press, Minnesota, pp. 31-32.
 Duffus, J.E., Skoyen, I.O., 1977. Relationship of age of plants and resistance to a severe isolate of the beet curly top virus. *Phytopathology* 67: 151-154.
 Farzadfar, S., Pourrahim, R., Golnaraghi, A.R., Ahoonmanesh, A., 2006. Distribution and incidence of some aphid and leafhopper transmitted viruses infecting sugar beets in Iran. *Plant Dis.* 90: 252-258.

- Freitag, J.H., 1936. Negative evidence on multiplication of curly top virus in the beet leafhopper, *Eutettix tenellus*. *Hilgardia* 10: 305.
- Freitag, J.H., Severin, H.H.P., 1936. Ornamental flowering plants experimentally infected with curly top. *Hilgardia* 10: 263.
- Giddings, N.J., 1938. Studies of selected strains of curly top virus. *J. Agric. Res.* 56: 883-894.
- Giddings, N.J., 1944. Additional strains of the sugar beet curly top virus. *J. Agric. Res.* 69: 149-157.
- Giddings, N.J., 1954. Two recently isolated strains of curly top virus. *Phytopathology* 44: 123-125.
- Hanley-Bowdoin, L., Settlage, S.B., Orozco, B.M., Nagar, S., Robertson, D., 1999. Geminiviruses: Models for plant DNA replication, transcription, and cell cycle regulation. *Crit. Rev. Plant Sci.* 18: 71-106.
- Hauser, S., Weber, C., Vetter, G., Stevens, M., Beuve, M., Lemaire, O., 2000. Improved detection and differentiation of poleroviruses infecting beet or rape by multiplex RT-PCR. *J. Vir. Meth.* 89: 11-21.
- Heydarnejad, J., Hosseini Abhari, E., Bolok Yazdi, H.R., Massumi, H., 2007. Curly Top of Cultivated Plants and Weeds and Report of a Unique *Curtovirus* from Iran. *J. Phytopath.* 155: 321-325.
- Hormuzdi, S.G., Bisaro, D.M., 1993. Genetic analysis of beet curly top virus: Evidence for three virion sense genes involved in movement and regulation of single- and double-stranded DNA levels. *Virology* 193: 900-909.
- Kaffka, S.R., Lewellen, R.T., Wintermantel, W.M., 2003. Beet curly top virus, insecticides and plant resistance. 1st Joint IIRB-ASSBT Congress, 289-293, 26th Feb.-1st March, San Antonio.
- Kaya, R., 2004. Kırşehir, Bor ve Ereğli şeker fabrikası ekim alanlarında Rhizomania incelemesi, Şeker Enstitüsü Raporu, s: 1.
- Kaya, R., Gürkan, Ş., 2006. Ereğli Şeker Fabrikası Karaman Bölgesinin bazı pancar ekim alanlarının incelenmesi, Şeker Enstitüsü Raporu, s: 1-6.
- Kaya, R., Gürkan, Ş., 2007. Kırşehir Şeker Fabrikasının bazı pancar ekim alanlarında hastalık incelemesi. Şeker Enstitüsü Raporu, s: 1-4.
- Kaya, R., Gürkan, Ş., 2008. Kırşehir Şeker Fabrikası şeker pancarı ekim alanlarında şeker pancarı tepe kıvrıklığı hastalığının incelenmesi, Şeker Enstitüsü Raporu, s: 1-4.
- Kaya, R., Gürkan, Ş., 2009. Ankara Şeker Fabrikası şeker pancarı ekim alanlarında şeker pancarı tepe kıvrıklığı hastalığının incelenmesi, Şeker Enstitüsü Raporu, s:1-3.
- Kheyri, M., Alimoradi, I., 1969. The leafhoppers of sugarbeet in Iran and their role in curly-top virus disease. Sugarbeet Seed Institute Karaj, Entomological Research Division, Tehran.
- Klute, K.A., Nadler, S.A., Stenger, D.C., 1996. Horseradish curly top is a distinct subgroup II geminiviruses species with rep and C4 genes derived from a subgroup III ancestor. *J. Gen. Virol.* 77: 1369-1378.
- Koike, S., Li-Fang, C., Bob, G., 2010. Curly top disease of vegetable crops. *Crop Notes*. University of California, Salinas.
- Latham, J.R., Saunders, K., Pinner, M.S., Stanley, J., 1997. Induction of plant cell division by beet curly top virus gene C4. *Plant J.* 11: 1273-1283.
- Lewellen, R.T., 1989. Registration of cytoplasmic male-sterile sugarbeet germplasm C600CMS. *Crop Sci.* 29: 246.
- Martin, M.W., Thomas, P.E., 1986. Increased value of resistance to infection if used in integrated pest management control of tomato curly top. *Phytopathology* 76: 540-542.
- Mink, G.I., Thomas, P.E., 1974. Purification of curly top virus. *Phytopathology* 64: 140-142.
- Mumford, D.L., 1974. Procedure for inducing curly top epidemics in field plots. *J. Am. Soc. Sugar Beet Tech.* 18: 20-23.
- Mumford, D.L., Peay, W.E., 1970. Curly top epidemic in Western Idaho. *J. Am. Soc. Sugar Beet Tech.* 16: 185-187.
- Murphy, A.M., 1946. Sugar beet and curly top history in Southern Idaho 1912-1945. *Proc. Am. Soc. Sugar Beet Tech.* 4: 408-412.
- Özgür, O.E., 2003. Türkiye Şeker Pancarı Hastalıkları, Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Yay. No: 219, Ankara.
- Severin, H.H.P., 1923. Investigations of beet leafhopper (*Eutettix tenellus* Baker) in Salinas Valley of California. *J. Econ. Ento.* 16 (6): 479-486.
- Severin, H.H.P., 1931. Modes of curly top transmission by the beet leafhopper, (*Eutettix tenellus* Baker). *Hilgardia* 6: 253-275.
- Smith, I.M., McNamara, D.G., Scott, P.R., Haris, K.M., 1992. *Beet curly top geminivirus*. Data Sheets on Quarantine Pests for Europe.
- Soto, M.J., Gilbertson, R.L., 2003. Distribution and rate of movement of the curtovirus *Beet mild curly top virus* (Family Geminiviridae) in the beet leafhopper. *Phytopathology* 93: 478-484.
- Soto, M.J., Chen, L.F., Seo, Y.S., Gilbertson, R.L., 2005. Identification of regions of the *Beet mild curly top virus* (Family Geminiviridae) capsid protein involved in systemic infection, virion formation and leafhopper transmission. *Virology* 341: 257-270.
- Stahl, C.F., Carsner, E., 1923. A discussion of *Eutettix tenellus* Baker as a carrier of Curly top of sugar beets. *J. Econ. Ent.* 16: 476-479.
- Stanley, J., Markham, P.G., Callis, R.J., Pinner, M.S., 1986. The nucleotide sequence of an infectious clone of the geminivirus beet curly top virus. *EMBO J.* 5: 1761-1768.
- Stanley, J., Latham, J.R., Pinner, M.S., Bedford, I., Markham, P.G., 1992. Mutational analysis of the monopartite geminivirus beet curly top virus. *Virology* 191: 396-405.
- Stenger, D.C., 1994. Complete nucleotide sequence of the hypervirulent CFH strain of beet curly top virus. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 7: 154-157.
- Stenger, D.C., 1998. Replication specificity elements of the Worland strain of beet curly top virus are compatible with those of the CFH strain but not those of the Cal/Logan strain. *Phytopathology* 88: 1174-1178.
- Stenger, D.C., Ostrow, K.M., 1996. Genetic complexity of a beet curly top virus population used to assess sugar beet cultivar response to infection. *Phytopathology* 86: 929-933.
- Strausbaugh, C.A., Gillen, A.M., Gallian, J.J., Camp, S., Stander, J.R., 2006. Influence of host resistance and insecticide seed treatments on curly top in sugar beets. *Plant Dis.* 90: 1539-1544.
- Strausbaugh, C.A., Gillen, A.M., Camp, S., Shock, C.C., Eldredge, E.P., Gallian, J.J., 2007. Relationship of beet

- curly top foliar ratings to sugar beet yield. *Plant Dis.* 91: 1459-1463.
- Strausbaugh, C.A., Rearick, E., Camp, S., 2008. Influence of Curly Top and Poncho Beta on Storability of Sugarbeet. *J. Sugar Beet Res.* 45.1 and 2: 31-47.
- Tanrısever, A., 1961. Türkiye Şeker Pancarı Hastalık ve Haşereleri, T.Şeker Fabrikaları A.Ş. Yay. No: 77, Ankara.
- Thomas, P.E., 1969. Thirty-eight new hosts of curly top virus. *Plant Dis. Rep.* 53: 548-549.
- Thomas, P.E., 1970. Isolation and differentiation of five strains of curly top virus. *Phytopathology* 60: 844-848.
- Thomas, P.E., Mink, G.I., 1979. Beet curly top virus. CMI/AAB Description of Plant Viruses. *Asso. Appl. Biol.* No.210, Wellesbourne.
- Wang, H., Gurusinghe, P. A., Falk, B. W., 1999. Systemic insecticides and plant age affect beet curly top virus transmission to selected host plants. *Plant Dis.* 83: 351-355.
- Wintermantel, W.M., Mosqueda, N.F., Cortez, A.A., Anchieta, A.G., 2003. *Beet curly top virus* revisited: Factors contributing re-emergence in California. 1st Joint IIRB-ASSBT Congress, 295-302, 26th Feb.1st March, San Antonio.
- Wintermantel, W. M., Kaffka, S. R., 2006. Sugar beet performance with curly top is related to virus accumulation and age at infection. *Plant Dis.* 90: 657-662.