

PAPER DETAILS

TITLE: Çilek Küllemesi Hastaligi Etmeni ve Mücadele Olanaklari Üzerine Son Gelismeler

AUTHORS: Barbaros Çetinel,E Ersin Onoogur

PAGES: 53-65

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/324359>

Çilek Küllemesi Hastalığı Etmeni ve Mücadele Olanakları Üzerine Son Gelişmeler

Barbaros ÇETİNEL¹ E. Ersin ONOĞUR²

¹*Bornova Zirai Mücadele Araştırma İstasyonu, P.K. 6 35040 Bornova-İzmir/TURKEY*

²*E.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, P.K. 6 35040 Bornova-İzmir/TURKEY*

Geliş tarihi (Received): 22.07.2013

ÖZ: Bu derlemede çilek yetiştiriciliğinin önemli sorunlarından birisi olan çilek küllemesi hastalığına neden olan etmenin moleküler yöntemle tanısı, etmenin taksonomisi, isimlendirilmesi, konukçu dizisi, biyolojisi, fungusitler ve bazı alternatif kimyasallarla mücadelesi dünyada ve Türkiye’de yapılan güncel çalışmalar dikkate alınarak incelenmiştir. Hastalık etmeninin (*Podosphaera aphanis*) çilek dışında başka konukçularının da olabildiği, çilek bahçelerinde görülen 8 farklı türde yabancı otun bu etmene konukçuluk yapmadığına dikkat çekilmiştir. Derlemede, Hastalığın mücadelesinde sistemik ve klasik fungusitlerin dışında çeşitli alternatif maddelerle mücadele olanaklarının başarılı olabileceğini gösteren araştırmalara yer verilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Çilek, *Podosphaera aphanis*, konukçular, yabancı otlar, alternatif kimyasallar

Recent Studies on Causal Agent of Strawberry Powdery Mildew Disease and Management Possibilities

ABSTRACT: In this article, identification of the pathogen with molecular methods, its taxonomy and biology, list of hosts and control of strawberry powdery mildew by means of fungicides and also alternative chemicals were reviewed, considering the recent studies in the world and Turkey. It has been emphasized that causal agent, *Podosphaera aphanis*, hosts on some plants other than strawberry. However; 8 different weed species found in the vicinity of the strawberry fields do not serve for the pathogen as potential host plants. It referred also that many alternative chemicals other than systemic and classical fungicides could be used effectively for the control of the powdery mildew.

Key Words: Strawberry, *Podosphaera aphanis*, host plants, weeds, alternative chemicals

GİRİŞ

Üzümsü meyveler gurubuna giren çilek çok yıllık ve her dem yeşil bir bitkidir. Çilek meyvesi vitamin (A,B,C) ve mineral maddece (kalsiyum, demir, fosfor) zengin olması ve taze tüketiminin yanı sıra işlenerek ya da dondurularak kullanılması nedeniyle gün geçtikçe aranan bir meyve durumundadır. Türkiye, 2010 yılı itibarıyla 299.940 ton olarak gerçekleşen çilek üretimiyle

dünyada 1.292.780 ton üretim yapan Amerika Birleşik Devletleri’nden sonra ikinci sırada yer almıştır (Anonymous, 2012a). Ege Bölgesi, Akdeniz Bölgesi’nden sonra 56.527 ton üretimle ikinci sıradadır ve çilek bölge çiftçisi için önemli bir gelir kaynağı durumundadır (Anonim, 2012a). Son yıllarda Türkiye için önemli bir ihracat ürünü konumuna da gelen bu meyvenin 2010 yılı ihracatının 30.380 ton olduğu belirtilmektedir (Anonim, 2012b).

Diğer ürünlerde olduğu gibi, çileğin de gelişimi çevresel, genetik ve biyolojik faktörlerin etkisi altındadır. Üretimde verimi etkileyen en önemli hususlardan biri bitki koruma sorunlarıdır. Yabancı otlar, zararlılar ve patojenler çilek bitkisinde de kalitatif ve kantitatif olarak önemli ölçüde kayıplara neden olmaktadır. Dünyada yapılan çalışmalar, çilekte birçok fungal patojenin yapraklarda, meyvelerde, kök ve kök boğazında ekonomik ölçüde zarara neden olduğunu ortaya koymuştur. Yeşil aksamda görülen hastalıkların başlıcaları Kurşuni Küf (*Botrytis cinerea* Pers.: Fr.) başta olmak üzere, Külleme (*Podosphaera aphanis* Braun.), Yaprak Leke Hastalığı (*Mycosphaerella fragariae* (Tul.) Lindau) ve Antraknoz (*Collectotrichum* spp.) dur. Kök çürüklüklerine neden olan toprak kaynaklı fungal etmenler ise *Rhizoctonia solani* Kühn, *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) J. Schröt., *Phytophthora fragaria* C. J. Hickman, *Verticillium dahliae* Kleb, *Pythium* spp. ve *Fusarium* spp. olarak sıralanmaktadır (Maas, 1998; De los Santos ve ark., 2003).

Bu derlemede, Çilek Küllemesi hastalığı konusunda son gelişmelere ve kendi çalışmalarımıza da yer verilmiş ve böylelikle konuyla bilimsel yönden ilgilenen araştırmacılara, sahada çalışan teknik personele ve çilek üreticilerine toplu bilgi sunmak, elde edilen bulguları yorumlayıp tartışmaya açmak hedeflenmiştir.

HASTALIĞIN YAYGINLIĞI VE EKONOMİK ÖNEMİ

Hastalık dünyada çilek üretimi yapılan ülkelerin hemen hepsinde yaygın olarak görülmekte (Spencer, 1978; Maas, 1998) ve bulaşık bitkilerde ürün kaybı %60'a kadar çıkabilmektedir (Nelson ve ark., 1995). Hastalık Türkiye' de de çilek üretim alanlarının hemen hepsinde sorun olmakta ve T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (GTHB) zirai mücadele teknik talimatlarında yer almaktadır (Anonim, 2008a). İzmir'de 1975-1978 yılları arasında yürütülen bir projede, hastalığın çiçek, yaprak ve meyvede görüldüğü belirtilmektedir (Kapkın, 1978). Aydın ilinde 1997-2001 yıllarında yürütülen bir sörvey çalışmasında ise Çilek

Küllemesi hastalığının yoğun olarak görüldüğü ve sorun yarattığı bildirilmektedir (Benlioğlu ve ark., 2001).

ÇİLEK KÜLLEMESİNE YOL AÇAN ETMENİN TAKSONOMİSİ VE KONUKÇU DİZİSİ ÜZERİNDE GELİŞMELER

Hastalık etmeni fungal sistematiğe, *Ascomycota* şubesi, *Leotiomycetes* sınıfı, *Erysiphaceae* familyasına bağlı *Podosphaera* genusunda yer almaktadır. Literatür kayıtlarında 2000 yılından önce *Sphaerotheca macularis* (Wall. Fr.) adıyla yer alan etmen ilk olarak İngiltere'de 1854 yılında, çilekte Barkley tarafından rapor edilmiş (Corke ve Jordan, 1978) ve şerbetçi otu (*Humulus lupulus* L.) bitkisinde küllemeye yol açan *S. humuli* (DC.) Burrill ile sinonim kabul edilmiştir (Peries, 1962a; Tanigawa, 1993; Asao, 1993). DNA temelli tanılama yöntemleriyle 2000 yılından sonra yapılan sınıflandırma sonucunda ise, *Podosphaera macularis* (Wallr.) U. Braun ve *S. Takamatsu*'nun sinonimi olarak *Sphaerotheca humuli* (DC) Burrill ve *Sphaerotheca macularis* (Wall. Fr) isimlendirilmiş, şerbetçi otunda küllemeye neden olarak gösterilmiştir. Bunun sonucu olarak da çilek küllemesi hastalığı etmenine *Podosphaera aphanis* (Wallr.) U. Braun and *S. Takamatsu* ismi verilmiştir (Braun ve Takamatsu, 2000). Çilek Küllemesi etmeni, bu yeni isimlendirmeye rağmen 2000 ile 2006 yılları arasında yapılan bilimsel çalışmalarda *S. humuli* (Syn. *S. macularis*) olarak gösterilmeye devam etmiştir (Teruhiko, 2001; Tomikawa, 2002; Mahaffee, 2003; Karasuda, 2003; Şesan, 2006). PCR yöntemi kullanılarak 2007 yılında yapılan bir araştırmada etmen *P. aphanis* olarak belirtilmiş (Pertot ve ark., 2007) ve daha sonra *P. aphanis*' in çileklerde küllemeye neden olduğu, şerbetçi otunda küllemeye yol açmadığı ifade edilmiştir (Hall ve ark., 2008). Yapılan bu son çalışmaya rağmen çilek küllemesi etmeninin bazı yayınlarda *S. macularis* (Syn. *S. humuli*) olarak gösterilmesi (Horst, 2008; Yoon, 2011, Chen, 2012) isimlendirilmesinde kaosa neden olmuştur. Türkiye'de etmenin PCR yöntemiyle doğru olarak tanımlanabilmesi amacıyla

ilk çalışmalar 2009-2010 yılları arasında başlamıştır (Çetinel, 2012). İzmir- Menemen’de yürütülen çalışma sonucunda hastalıklı çilek bitkilerinden toplanan fungal örnekler *P. aphanis* olarak tanımlanmıştır. Yapılan bir diğer çalışmada da, Karadeniz bölgesinde küllemeli yabani çilek bitkilerinden toplanan izolatlar moleküler yöntemle *P. aphanis* olarak isimlendirilmiştir (Çalış ve Çekiç, 2012).

P. aphanis ve *P. macularis* (Syn. *S. humuli*) etmenlerinin eski literatür çalışmalarında birbirinden tam olarak ayrılmalari nedeniyle yaşanan karışıklık bu etmenlerin konukçu dizinlerine de yansımıştır. Hall ve ark. (2008), *P. macularis* ve *P. aphanis*’in ayrı iki tür olduğunu vurgulamakta ve çilek bitkisini *P. macularis*’in konukçuları arasından çıkarmaktadır. Eski literatür bildirilerinde hastalığa neden olan etmenin adının *P. aphanis* ve *P. macularis*’in sinonimi olarak belirtilmesi ve bu etmenlerin birbirinden net olarak ayrılmaması konukçu dizinlerinde karışıklığa sebep olmakta ve Çilek Küllemesi hastalığına neden olan etmen üzerinde daha detaylı çalışmaların yapılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır (Jarmolice and Bankina, 2009).

Amerika Birleşik Devletleri Tarımsal Araştırmalar Servisi tarafından internet üzerinden yayınlanan fungal fitopatojenler ve konukçuları arşivinde *P. aphanis* ve sinonimleriyle ilişkilendirilen 665 adet konukçu bitki ismi verilmekte ve bu isimlerin büyük bir çoğunluğunun *P. macularis*’in konukçuları ile aynı olduğu görülmektedir (Anonymous, 2012b). Bu konukçu bitkiler arasından *Taraxacum officinale*, *Eradium sp.*, *Rubus sp.*, *Eucalyptus sp.*, *Rosa sp.* ülkemizde de bulunmaları nedeniyle dikkat çekmektedir. Steward ve ark. (2002), yaptıkları bir araştırmada, *S. macularis* için *T. officinale* bitkisini, Connors (1967), Shaw (1973), Ginns (1986) yayınlarını referans göstererek konukçu dizinine dahil etmişlerdir. Ancak bu konukçu bitkiler dizinine sürekli olarak bir yenisi girebilmekte veya çıkabilmektedir. Örneğin; *Rubus sp.* eskiden *P. aphanis* için konukçu olarak gösterilirken artık etmenin konukçu dizininde yer almamaktadır (Harvey and Xu, 2010).

GTHB zirai mücadele teknik talimatlarında *P. macularis* etmeni için şerbetçi otu (*Humulus lupulus*) başta olmak üzere, gül (*Rosa spp.*), ahududu (*Rubus spp.*), karahindiba (*Taraxacum officinale*), koyun otu (*Agrimonia eupatoria*) ve çilek (*Fragaria spp.*) bitkileri konukçu olarak gösterilmektedir (Anonim, 2008b), Türkiye’de hastalıkla bulaşık çilek bahçelerinde sıklıkla görülen ve külleme belirtisi taşıyan 8 farklı türe ait yabancı ottan PCR yöntemiyle tanı çalışması yapılan bir araştırmada, *Taraxacum officinale*, *Conyza canadensis*, *Senecio vulgaris*, *Lamium amplexicuale*, *Calendula arvensis*, *Convolvulus arvensis*, *Xanthium strumarium*, *Aegopodium podagraria*’nın *P. aphanis*’ le bulaşık olmadığı, etmen için inokulum kaynağı olarak risk taşımadıkları saptanmıştır (Çetinel, 2012). Bu durumda, hastalık etmeninin biyolojisini sadece çilek bitkileri üzerinde tamamladığı kanısına varılmak mümkün olmaktadır. Buna göre, etmenin isimlendirilmesinde yapılan son değişiklik de göz önüne alındığında, zirai mücadele teknik talimatlarında *P. macularis*’in konukçuları arasından *Fragaria spp.*’nin çıkarılmasının doğru olacağı sonucuna varılmaktadır.

ÇİLEKTE KÜLLEME HASTALIĞI ETMENİNİN *P. aphanis*’in BİYOLOJİSİ VE ÇİLEKTE HASTALIK OLUŞUMU

Çilekte külleme hastalığına yol açan etmenin *P. aphanis* olduğu gerçeğinden hareketle, bu bölümde bu etmenin biyolojisine yönelik araştırmalar dikkate alınmış ve bu araştırmalar aşağıda özetlenmiştir:

Hastalık oluşumu: İlkbaharda artan hava sıcaklıklarıyla birlikte hastalığa duyarlı olan genç yapraklar oluşmaya başlamakta ve bu gelişmeye paralel olarak ilk hastalık belirtileri ortaya çıkmaktadır. Hastalık yaprak altında gelişen küçük, beyaz, miselyal koloniler şeklindeki belirtilerle kendisini göstermekte, zamanla yaprağın üst yüzeyine geçmektedir. Şiddetli yaprak enfeksiyonlarında fotosentez olumsuz etkilenmekte ve yapraklar dökülebilmektedir. Bulaşık bitkilerde inokulum yoğunluğuna bağlı olarak yaprak

kenarları yukarı doğru kıvrılmakta, yaprak kaşık benzeri bir görünüm almaktadır. Hastalık, çiçeklenme döneminde ve sonrasında petiolde, çiçeklerde ve meyvelerde belirti meydana getirebilmekte ve fotosentetik strese bağlı olarak polen üretiminde ve tutumunda azalma meydana gelmektedir (Corke and Jordan, 1978; Gooding ve ark., 1981; Maas, 1984; Strand, 1994).

Hastalık oluşumunun başlangıcında özellikle meyve akenlerinin önemli rol oynadığı, etmenin öncelikle bu kısımlarda enfeksiyon yaptığı görülmektedir. Etmen tam olarak olgunlaşmamış meyveleri enfekte ettiğinde sertleşme ve ekşimeye neden olmaktadır. Bu meyveler daha sonra mat bir görünüm alarak biçimsizleşmekte, yüzeylerinde çatlaklar oluşmakta ve bu nedenle sekonder patojenlere karşı hassas bir duruma gelmektedirler. Fungusun sporulasyona geçmesiyle birlikte kendisini gösteren beyaz renkli fungal örtü (konidioforlar ve konidi zincirleri) meyve yüzeyinin parlaklığını yitirmesine yol açmaktadır (Gooding ve ark., 1981; Maas, 1984). Küllemeli olarak hasat edilen meyvede hızlı bir su kaybı oluşmakta; ağırlığında, kalitesinde ve raf ömründe azalma meydana gelmektedir. Bu durumun sonucunda hasta meyveler pazar değerini tamamen kaybetmektedirler (Corke and Jordan, 1978; Maas, 1984).

Etmenin biyolojisi: *P. aphanis* kış mevsimini canlı bitki kısımlarında miselyum formunda geçirmektedir (Blanco ve ark., 2004; Amselam ve ark., 2006). Bulaşık bitkilerin üretim alanlarında primer enfeksiyon kaynağı olduğu düşünülmektedir (Strand, 1994). Etmen bu bitkilerden aseksüel olarak oluşmuş konidiosporlarla sağlıklı bitkilere geçerek primer ve diğer enfeksiyonlara neden olmaktadır.

P. aphanis'in eşeyli olarak kasmotesyum şeklinde de kışlayabildiği kayıtlıdır (Peries, 1962a); ancak bu formun etmenin biyolojik döngüsündeki rolü tam olarak anlaşılamamıştır. Peries (1962a), kasmotesyumun hastalığın biyolojisinde zorunlu ve önemli bir rolü bulunmadığını belirtirken; Gadoury ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada kasmotesyumdan çıkan askosporların primer

enfeksiyon kaynağı olabileceğine işaret etmektedirler.

Konidiosporların etmenin yaşam çemberinde ve yayılımında önemli bir rol oynaması nedeniyle rüzgar şiddeti, sıcaklık, göreceli nem gibi çevresel faktörlerden nasıl etkilendiği birçok araştırmaya konu olmaktadır (Adams ve ark., 1986; Byrne ve ark., 2000; Blanco ve ark., 2004).

Bu çevresel faktörlerden rüzgar, etmenin aseksüel olarak yayılımında önemli bir etkidir. Hastalık böylelikle hasta bitkilerden sağlıklı olanlara geçebilmektedir. Arazi koşullarında plastik çilek üretim tünellerinde yapılan çalışmalarda konidiosporların çoğunlukla rüzgar yoluyla yayıldığı tespit edilmektedir (Wilhelm, 1961; Schnathorst, 1965; Blanco ve ark., 2004). Peries (1962a), konidiosporların 3.05 metreye kadar yayılım gösterebildiğini belirtmektedir. Ayrıca yine bu çalışmaya göre, konidiosporların %90'ı enfekte bitkilerin 1.6 metre yakınına düşmektedir. Willocquet ve ark., (2008)' e göre konidiosporlar 1.50 metreye kadar dağılabilmekte, burada rüzgar şiddeti etkili olmakta ve plastik tünellerde gerçekleşen yayılım seralardakine göre daha fazla olmaktadır.

Sıcaklık ve göreceli nemin konidiosporların çimlenmesi ve gelişimine etkisi üzerine yapılan çalışmalar, etmenin obligat olması ve yapay bir besin ortamında geliştirilememesi nedeniyle koparılan canlı yapraklar üzerinde laboratuvar ortamında gerçekleştirilmektedir. *P. aphanis* konidiosporları %75 ve üzeri göreceli nemde (Jhooty and McKeen, 1964; Mukerji, 1968) ve 15-25°C sıcaklık aralığında çimlenmeye teşvik edilmektedir (Peries, 1962a; Amsalem ve ark., 2006). Buna karşılık Miller ve ark. (2003) çimlenmenin %100 göreceli nemde ve 6°C-36°C aralığında gerçekleşebildiğini, yaklaşık 20°C'de 48 saatlik sürede konidiospor çimlenmesinin optimuma ulaştığını kaydetmektedir. Diğer taraftan Amsalem ve ark. (2006), konidiosporlarda optimum çimlenmenin %97 göreceli nemde ve 20°C sıcaklık değerinde gerçekleştiğini rapor etmektedir. Sombardier ve ark. (2009) ise koparılan yapraklar

üzerinde çimlenme ve sporulasyon için uygun sıcaklık aralığının 12-32°C olduğunu, 22°C sıcaklıkta optimum çimlenmenin oluştuğunu bildirmektedir.

Optimum koşullarda inokulasyondan sonra 4-16 saat içerisinde ilk konidiospor çimlenmesi başlamakta, 12 saat içerisinde apressorium oluşmakta ve sonrasında enine primer hif gelişimi başlamaktadır (Jhooty and Mckeen, 1964). Miselyum gelişimi optimum 18°C-25°C'de gerçekleşmekte ve sıcaklığın aksine göreceli nemin miselyum gelişiminde etkisi bulunmamaktadır (Peries, 1962a; Schnathorst, 1965; Miller ve ark., 2003). Primer haustoryum genellikle inokulasyondan sonraki 36 saat içerisinde meydana gelmekte (Peries, 1962b; Jhooty and Mckeen, 1964); sonrasında ikinci ve üçüncü haustoryumlar oluşmaktadır (Green ve ark., 2002). İnokulasyon sonrası 3-5 günlük süreçte üçüncü haustoryum gelişiminin ardından konidiofor ve konidiosporlar meydana gelmektedir (Peries, 1962b; Jhooty ve Mckeen, 1964) Altıncı günde ise ilk külleme belirtileri yaprağın alt yüzeyinde meydana gelmekte, daha sonra belirtiler üst yüzeyde de ortaya çıkmaktadır. Bir süre sonra hastalık çiçek ve meyvede de görülmektedir (Peries, 1962b).

Sporulasyonun optimum 22°C'de olduğu ve bu sıcaklıkta 4 gün süreyle en kısa latent enfeksiyon süresinin gerçekleşebildiği belirtilirken, sıcaklık değerlerinin konukçunun yaşına ve çeşidine göre değişim gösterebileceği rapor edilmektedir (Sombardier ve ark., 2009).

Enfeksiyon sonrası külleme kolonilerinin çaplarının yüksek göreceli nemde ve 18°C-25°C'de en fazla arttığı, optimum genişlemenin 22°C'de olduğu kayıtlıdır (Miller ve ark., 2003; Sombardier ve ark., 2009).

Yukarıda belirtilen uygun çevresel faktörler devam ettiği sürece hastalık şiddeti artmakta, özellikle bahar mevsiminin serin ve nemli iklim koşullarında hastalıkta daha şiddetli belirtiler görülmektedir. Yaz aylarında ise hava sıcaklığının 30°C üzerine çıkması, göreceli nemin giderek azalması ve buna

paralel olarak taze, genç yaprakların oluşumlarının azalmasıyla hastalık durağan bir döneme girmekte ve şiddeti giderek azalmaktadır (Çetinel, 2012).

HASTALIKLA SAVAŞIM

Çilek Küllemesi hastalığıyla mücadelede kültürel önlemlere ve kimyasal savaşıma ağırlık verilmektedir.

Kültürel önlemler

Dayanıklı çeşit seçimi: Bazı çilek çeşitlerinin, örneğin "Aromas" çeşidinin hastalığa dayanıklı olduğu kayıtlıdır (Palmer, 2007). Ancak tercih edilen çilek çeşitlerinin ülkelere göre hızla değişmesi ağırlıklı olarak ihracata yönelik yetiştiricilik yapan üreticilerin çeşit tercihlerine de yansımaktadır. Türkiye' de yaygın olarak "Festival", "Sweet Charlie", "Rubygem", "Camarosa", "Cal-Gient-3", "Fortuna", "Seyhun", "Ceyhun", "Kabarla", "Fern", "Redlans Hope", "Winter down", "FL-117", "Elyana" çilek çeşitleri tercih edilmektedir (Anonymous, 2012e). Bu çeşitlerin hemen hepsinde külleme hastalığı görülmektedir. Metil bromidin yasaklanması nedeniyle çilek ıslah programlarında son yıllarda önceliğin toprak kökenli etmenlere karşı dayanıklı çeşit geliştirilmesine verilmesi, çilek üreticilerini külleme mücadelesinde kimyasal yöntemlere başvurmaya zorlamaktadır (Herrington and Chandler, 2004). Türkiye'de Çalış ve ark. (2006), Karadeniz Bölgesi'nde topladıkları bazı yabani çilek ekotiplerinin külleme hastalığına dayanıklılığı üzerine yaptıkları araştırmada, "1" numaralı eko tipe ait bitkilerin hastalığa dayanıklı olduğunu belirtmekte ve ıslah çalışmalarında hastalığa dayanıklı yeni çilek çeşitlerinin geliştirilebilmesinde yabani çilek formlarının değerlendirilmesini önermektedirler.

Sağlıklı üretim materyali kullanılması: Sağlıklı üretim materyali temini için hastalıkla bulaşık olmayan fide üretim tesisleri gerekmektedir. Türkiye' de, dünyada da olduğu gibi, çilek fidesi üretimi ağırlıklı olarak kollar (stolon) yoluyla yapılmaktadır. Oluşmakta olan yeni bireyler bu kollarla ana bitkiye bağlı olduğu için ana bitkide

bulunan hastalık genç bireylere geçmektedir. Doku kültürü yoluyla üretim yapılması sağlıklı çilek fidesi eldesinde önemli bir alternatif yöntemdir; ancak maliyetinin yüksek olması ve zorluğu nedeniyle çilek yetiştiriciliğinde büyük ölçekli olarak uygulanamamaktadır (Menzel and Waite, 2004; Moisaner ve ark., 2004).

İnokulum yoğunluğunun azaltılması: Hasat sonrasında bitkilerde külleme mücadelesine devam edilmesi bir sonraki yıl hastalık çıkışını azaltmaktadır (Strand, 1994). Kış döneminde bitki yapraklarının mekanik olarak veya uygun bir yaprak döktürücü yardımıyla bitkiden uzaklaştırılması primer inokulum miktarını azaltmaktadır (Corke and Jordan, 1978).

Ekim nöbeti uygulaması: Bu yöntemin bitki korumada önemli bir yeri olmasına karşın, Çilek Küllemesinin mücadelesinde başvurulduğuna ait bir literatüre rastlanmamıştır.

Kimyasal mücadele

Çilek bitkisinde vejetatif gelişme ve meyve verme dönemi boyunca külleme mücadelesinin yapılması gerekmektedir. Sülfür temelli fungusitler koruyucu amaçla sıklıkla kullanılabilen, hastalığın baskılanmasında kısmen başarı sağlayabilmekte ancak hasat öncesi uzun bir bekleme süresi gerekmektedir (Corke and Jordan, 1978; Maas, 1984; Strand, 1994). Genellikle yapraklarda ilk hastalık belirtileri görülür görülmez sistemik fungusit uygulamalarıyla hastalığın engellenmesi yoluna gidilmektedir. Ancak yapılan çalışmalarda, Benomyl ve diğer sistemik fungusitlere karşı etmenin hızlı bir biçimde dayanıklılık kazandığı ifade edilmektedir (Maas, 1984; Hollomon and Wheeler, 2002). Avustralya’da yapılan bir çalışmada, Tolyfluanid, Trifloxystrobin ve Myclobutanil etken maddeli fungusitlerinin sezon başında 7 günlük aralıklarla uygulanması halinde çilek meyvelerinde ve yapraklarında külleme gelişiminin engellenebildiği bildirilmektedir (Hutton and Gomez, 2005).

A.B.D., Florida’da yapılan bir çalışmada, kasmotesyumun bitki üzerinde ilk olarak

görülmesinin ardından uygulanan sülfür ve benomyl’in etkisinin düştüğü, ortamda *P. aphanis*’e ait çok sayıda uyum gurubu olduğunda tek yer engelleyici fungusitlerin yoğun olarak kullanımının dayanıklılığa yol açtığı rapor edilmektedir (Howard and Albregts, 1982). Nitekim Fransa’da yürütülen bir araştırmada, çilek bahçelerinden toplanan *P. aphanis* izolatlarında penconazole ve myclobutanil fungusitlerine karşı %47,8 ile %73,9 oranında duyarlılık azalışı olduğu ve izolatlarda pozitif ilişkili çapraz dayanıklılık meydana geldiği belirtilmektedir (Sombardier ve ark., 2009).

Patojenle mücadelede sistemik fungusit uygulamaları dünyada olduğu gibi Türkiye’de de ağırlık kazanmıştır. Ancak hastalığa karşı 2012 yılı Mart ayı itibarıyla ruhsatlı olarak önerilebilen, etkili maddeleri penconazole ve tetraconazole olarak bilinen sadece iki adet fungusit vardır. (Anonim, 2012c).

Çilek küllemesi mücadelesinde alternatif kimyasallar

Bitki korumada sentetik fungusit kullanımının yol açtığı sorunların en aza indirilmesi çabası doğrultusunda, insan ve çevreyle dost alternatif maddelerin hastalık ve zararlılara karşı uygulama olanakları gittikçe yoğun bir biçimde araştırılmaktadır. Aşağıda, çilek hastalıklarına karşı denenmiş ve kullanıma verilmiş bazı alternatif maddelerle hakkında özet bilgi sunulmuştur:

Silikatlar: İnorganik tuzlar sınıfında değerlendirilen bu maddeler silisik asit (H_2SiO_3) K_2SiO_3 , Na_2SiO_3 (su camı) formlarında bitki hastalıklarına karşı pratikte yoğun olarak kullanılmakta ve birçok araştırmaya konu olmaktadır. Silikatlar bitkide hem mekanik hem de uyarılmış dayanıklılığı sağlayarak etkili olmaktadır. Kanto ve ark. (2004, 2006, 2007), SiO_2 gübrelemesinin çilek bitkilerinde külleme etmeninin apressoryum oluşumunu ve konidiospor çimlenmesini engellediğini, kontrole oranla hastalık gelişiminin yaprakta ve meyvede önemli ölçüde azaldığını rapor etmektedir. Yanar ve ark., (2011), domates bitkisinde yaptıkları iki yıllık bir çalışmada, yapraktan sıvı K_2SiO_3 uygulamasıyla Domates Küllemesini kontrole göre

%35,7 -%41,4 oranında engellendiğini ve bu maddenin fungusitlerle karıştırılarak daha etkili olabileceğini bildirmektedir.

Chitosan (β -D-glucosamine): Bir tür bitki aktivatörü olan Chitosan, polyox yapısında, yüksek bazik özellikte bir polisakkarittir. Ürünü kaplayarak patojenden korumakta veya enfeksiyon öncesi uygulandığında dayanıklılık mekanizmasını harekete geçirebilmekte ve meyve kalitesini ve raf ömrünü olumlu yönde etkilemektedir (Muzzarelli, 1986; Shalom ve ark., 2003; Sharathchandra ve ark., 2004). Üzümlerde hasat öncesi %1 Chitosan uygulaması *Botrytis cinerea* enfeksiyonlarını önemli derecede azaltmaktadır (Romanazzi ve ark., 2002). Bu aktivatörün kabak kotiledonlarına %1 ve % 2,5 oranında uygulandığında, külleme etmeni *S. fuliginea* enfeksiyonlarını engellediği de kayıtlıdır (Moret ve ark., 2009).

Riboflavin ve methionin karışımı (RM): Riboflavin, B2 vitamini olarak da bilinmekte ve birçok hayvansal ve bitkisel besinde bulunmaktadır. Methionin ise esansiyel bir aminoasit olarak sınıflandırılmaktadır. Bu iki maddenin karışımı, ışığa maruz kaldığında etki gösteren fotodinamik bir özellik kazanmakta ve *P. aphanis* üzerinde doğrudan etki göstermektedir (Tzeng ve ark., 1996). *P. aphanis*'le inokule edilen çileklerde 1mM Methionin+26.6 μ M Riboflavin karışımının külleme gelişimini kontrol etmede başarılı olduğu ve fungusitlere alternatif olabileceği rapor edilmektedir (Wang and Tzeng, 1998).

DL- β -aminobutirik asit (BABA): DL- β -aminobutirik asit (BABA), bitki tarafından üretilmeyen bir tür aminoasittir. Yapılan çalışmalar bu amino asitin pek çok bitkide sistemik kazanılmış dayanıklılık (SAR) mekanizmasını harekete geçirerek değişik patojenlere, hatta nematodlara karşı bitkileri koruyabildiğini göstermektedir. BABA'nın patojenin konukçu bitkiye girişini dayanıklılıkla ilgili proteinleri aktive ederek engellediği, bitkide fitoaleksinin oluşumunu ve hipersensitif reaksiyonları tetiklediği ileri sürülmektedir (Cohen, 2002). Asmada 1mM BABA uygulamasının yapraklarda fitoaleksinin düzeyini artırarak

Plasmopara viticola enfeksiyonunu önemli ölçüde engellediği, etmenin sporulasyonunu kontrole göre azalttığı rapor edilmektedir (Hamiduzzaman ve ark., 2005). Domateste Bakteriyel Benek hastalığı etmeni *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*' nun yapraklara inokulasyon öncesi 125 μ g/ml BABA uygulamasıyla başarılı bir biçimde engellenebildiği belirtilmektedir (Baysal ve ark., 2007).

Acibenzolar-S-methyl (ASM): Benzothiadiazol (BTH) gurubundan bir bitki aktivatörüdür. Buğday, pirinç, muz, tütün ve sebzelerde birçok hastalığı SAR yoluyla engellemektedir (Roberts and Hutson, 1999). Çilek bitkisinde yapraktan 0,6-1,2 g/l BTH uygulaması *Sphaerotheca macularis* enfeksiyonunu önleyebilmektedir (Anttonen ve ark., 2003). Hukkanen ve ark. (2007)'e göre, 0.4 g/l BTH bitkide fenolik bileşiklerin sentezini aktive ederek *P. aphanis* enfeksiyonlarını önlemede başarılı olmaktadır.

Monopotasyum fosfat (MKP): Organik ve inorganik tuzlar gurubunda yer alan bir potasyum tuzudur. Monopotasyum fosfat (KH_2PO_4) uygulanan bitkilerde sistemik dayanıklılığın güçlendiği kayıtlıdır (Reuveni ve ark., 1993). Bu tuzun salisilik asit sentezi ve kitinaz enzim aktivitesini teşvik ettiği, sistemik uyarılmış dayanıklılık (SAR) yoluyla *Sphaerotheca fuliginea* 'ya etkili olduğu bilinmektedir (Reuveni ve ark., 2000). Çeşitli potasyum ve fosfat tuzlarının (H_2PO_4 , K_2HPO_4 ve K_3PO_4) 25 veya 50 mM dozunda uygulanmasının hıyarda *Sphaerotheca fuliginea* 'ya karşı koruyucu ve tedavi edici etkililiği olduğu kayıtlıdır (Mosa,1997). Türkiye' de İnci (1997), KH_2PO_4 (%1,5) uygulamasının Hıyar Küllemesi etmenini (*Erysiphe cichoracearum*) kotiledon yapraklarında lokal olarak engellediğini kaydetmektedir. Buna ek olarak çeşitli bahçe bitkilerinde (asma, elma, nektarin, mango), tarla (karpuz, kavun) ve sera bitkilerinde, çiçek (gül) yetiştiriciliğinde yaprak ve topraktan gübre olarak uygulanan KH_2PO_4 'ün külleme mücadelesine destek olduğu bildirilmektedir (Ankorian , 1997, Reuveni ve ark., 1998a, Reuveni ve ark., 1998b). Çilek Küllemesi (*P. aphanis*) hastalığıyla mücadelede KH_2PO_4 uygulamasıyla ümitvar sonuçlar alındığı, konidiospor çimlenmesinin engellenebildiği saptanmıştır (Pertot ve ark., 2007).

Sulandırılmış süt uygulaması: Nam, ve ark., (2005)'na göre, Çilek Küllemesi mücadelesinde 1:10 oranında süt-su karışımı uygulaması başarılı sonuçlar vermektedir. Sulandırılmış süt ve süt proteininin Bağ Küllemesi etmeni *Erysiphe necator*'u ve Kabak Küllemesi etmeni *P. xanthii*'yi başarıyla kontrol edebildiği belirtilmektedir (Crisp ve ark., 2006a, Ferrandino and Simith, 2007). Süt ve süt proteininin külemeler üzerindeki etki mekanizmasının, içeriğinde bulunan antimikrobiyal maddeler ve oksidatif radikallerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Crisp ve ark., 2006b).

Bitkisel yağlar: Külleme etmenlerine karşı bitkisel yağlar üzerinde denemeler yapan kimi araştırmacıların daha çok kolza, soya fasulyesi, zeytin, pamuk tohumu ve ayçiçeğinden elde edilen yağlar üzerinde durdukları görülmektedir. Bu yağlar konidiosporların üzerini kaplayarak oksijen transferini engellemekte ve böylelikle çimlenmeyi önleyerek kontak etki göstermektedirler (Ko ve ark., 2003). Zeytin ve kolza yağının Kabak Küllemesi (*S. fuliginea*) hastalığını önemli ölçüde azalttığı ve fitotoksik etkisinin olmadığı da belirtilmektedir (Ceach ve ark., 1995). Northover ve Schneider (1996), petrol ve bitkisel kökenli yağların Bağ Küllemesi'ni önemli düzeyde kontrol altına aldığını, Ko ve ark., (2003) ise %0,1'lik ayçiçeği yağının Domates Küllemesi etmeni *Oidium neolycopersici* infeksiyonunu başarıyla engellediğini rapor etmektedirler.

Biyolojik savaş ajanları (BSA): Çilek Küllemesi etmeniyle mücadelede BSA kullanılarak yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. *Ampelomyces quisqualis* (Ces.)'in külleme etmenlerini parazitleyerek fungal hücreleri öldürdüğü, ancak hastalık kontrolünde başarının yüksek oranda göreceli neme bağlı olmasının engelleyici bir faktör olduğu kaydedilmektedir (Falk ve ark., 1995). Fungal bir BSA olan *Penicillium oxalicum* Currie&Thom'un çilek bahçelerinde külleme etmenini ümitvar düzeyde engelleyebildiği rapor edilmektedir (De cal ve ark., 2008). Yine fungal bir BSA olan *T. harzianum* T39 izolatını içeren

Trichodex ® isimli ticari ürün Hıyar Küllemesine karşı kullanılmaktadır (Elad ve ark., 1998). Trichodex ® doğrudan fungal patojenlerin hücrelerini parazitlemekte, ürettiği ekstraselüler enzimler ve antifungal antibiyotiklerle patojen gelişimini engellemektedir (Schirmböck ve ark., 1994). Bu ürünün uygulandığı bitkilerde dayanıklılığı uyarıcı etkisinin olduğu da belirtilmektedir (De Meyer ve ark., 1998). Miller ve ark. (2004), *Lecanicillium lecanii* [(= *Verticillium lecanii* (Zimmerm.))]'nin Çilek Küllemesi etmeni üzerinde uygun göreceli nem koşullarında mikoparazitik etki göstererek patojenin gelişimini engellediğini ifade edilmektedirler. Bakteriyel bir BSA olan *Bacillus subtilis*'in bitkilerde gelişimi düzenlediği, bazı patojenlere karşı antagonistik etki gösterdiği kayıtlıdır (Obagwu and Korsten, 2003; Szczech and Shoda, 2004). Pertot ve ark. (2007), laboratuvar koşullarında çeşitli alternatif kimyasalların ve *Bacillus subtilis* QST 713'ün *P. aphanis*'i çilek yapraklarında ümitvar derecede engellediğini bildirmektedirler. Gilardi ve ark., (2008), *B. subtilis* (0,4 g/l) ve azoxystrobin (0.186 g/l) karışımının Kabak Küllemesi etmeni *Podosphaera. xanthii*'yi başarılı bir biçimde engellediğini saptamıştır.

Türkiye'de alternatif maddelerle mücadele

Yukarıda özet bilgi verilen alternatif maddelerle Türkiye'de de çalışmalar yapılmıştır. Bu bağlamda Çetinel (2012) tarafından Çilek Küllemesi hastalığının mücadelesi üzerine yürütülen çalışmada, yukarıda sayılan alternatif maddelerin iklim odası ve plastik tünellerde etkililikleri araştırılmıştır. Buna göre iklim odasında yapılan testlerde, K_2SiO_3 , süt proteini, KH_2PO_4 ve *B. subtilis* QST 713 maddelerinin hastalığa karşı %36 ile %100 aralığında değişen oranlarda etki gösterdikleri saptanmıştır. Bu testlerde daha yüksek etki gösteren süt proteini, KH_2PO_4 , *B. subtilis* QST 713'le üretici koşullarında iki farklı plastik üretim tüneline açılan denemelerde bu alternatif maddelerin

yapraklarda %44 ile %67, meyvelerde ise %60 ile %85 arasında etkililik göstermelerine dayanılarak, pratikte mücadele programlarına eklenebilecekleri kanısına varılmıştır.

SONUÇ

Çilek Küllemesi hastalığı dünyada çilek üretimi yapılan ülkelerin hemen hepsinde önemli bir sorun olarak kabul edilmektedir. Bulaşık bitkilerde ürün kaybı %60'a kadar çıkabilmektedir. Türkiye'de de bu hastalık çilek üretim alanlarının hemen hepsinde görülebilmekte ve ürünü tehdit edebilmektedir.

Eski literatür bildirişlerinde hastalık etmeninin diğer isimlendirilişinde ortaya çıkmış olan karışıklık bugün giderilmiştir. Nitekim gerek güncel literatür verileri ve gerekse tarafımızdan yürütülen çalışmada PCR yöntemiyle elde edilen bulgulara dayanılarak, çileklerde külleme yapan etmenin *P. aphanis* olduğu sonucuna varılmıştır. Buna göre, ilgili zirai mücadele teknik talimatında

Çilek Küllemesi hastalığı etmeninin *P. aphanis* olarak belirtilmesi ve konukçu listesinin buna göre düzenlenmesi doğru olacaktır.

İzmir koşullarında çilek üretim alanlarında yaygın olarak görülen *Taraxacum officinale*, *conyza canadensis*, *Senecio vulgaris*, *Lamium amplexicuale*, *Calendula arvensis*, *Convolvulus arvensis*, *Xanthium strumarium*, *Aegopodium podagraria* yabancı otlarının bu etmene konukçuluk yapmadığı saptanmıştır. Buna göre bu bitkilere karşı hastalığın mücadelesinde bir kültürel veya kimyasal önlem alınmasına gerek olmadığını ileri sürmek mümkündür.

Çilek Küllemesinin mücadelesinde modern ve klasik fungusitlerin yanında alternatif kimyasal maddelerin de kullanım olanağı bulunmaktadır. Bu maddelerin konvansiyonel ve organik çilek üretim alanlarında hastalığın mücadelesinde kullanılması ve /veya etkililiklerinin testlenmesi çevre ve insan sağlığı açısından yararlı olacaktır.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Adams, G.C., T.R. Gollwald, and C.M. Leach, 1986. Environmental factors initiating liberation of conidia of powdery mildews. *Phytopathology* 76: 1239 -1245.
- Amselam, L., S. Freeman, D. Rav-David, Y. Nitzani, A. Sztejnberg, I. Pertot, and Y. Elad, 2006. Effect of climatic factors on powdery mildew caused by *Sphaerotheca macularis* f. sp. *fragariae* on strawberry. *European Journal of Plant Pathology* 114:283–292.
- Ankorion, J. 1997, MKP-monopotassium phosphate ('PeaK') for fertigation and foliar fertilization. *International Water and Irrigation Review* 17 (3): 20 - 22.
- Anonim. 2008a. Zirai Mücadele Teknik Talimatları IV. cilt, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim. 2008b. Zirai Mücadele Teknik Talimatları II. cilt, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim. 2012a. "TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri Veri Tabanı", <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (Erişim Tarihi :12 Temmuz 2012).
- Anonim. 2012b. "TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu Dış Ticaret İstatistikleri Veri Tabanı", http://www.tuik.gov.tr/VeriTabanlari.do?ust_id=4&vt_id=7 (Erişim Tarihi:12 Temmuz 2012).
- Anonim. 2012c. "T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü ruhsatlı bitki koruma ürünleri, yeni tavsiyeler, geçici tavsiyeler, ruhsatı iptal edilen bitki koruma ürünleri", http://www.gkgm.gov.tr/birim/bitki_koruma_ur_alet/bitki_koruma_urun_alet_main.html (Erişim tarihi: 1 Mart 2012).
- Anonymous. 2012a. "FAOSTAD (Food and Agriculture Organization Of The United Nations Statistics Division) pesticide trade values of countries for 2011", <http://faostat.fao.org/site/423/DesktopDefault.aspx?PageID=423#ancor> (Erişim: 19 Kasım 2012).
- Anonymous, 2012b. "United States Department of Agriculture Agricultural Research Service" <http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/index.cfm>.
- Anttonen, M., A. Hukkanen, K. Tiilikkala, and R. Karjalainen, 2003. "Benzothiadiazole induces defence responses in berry crops, *Acta Hort. (ISHS)* 626: 177-182", http://www.actahort.org/books/626/626_23.htm (Erişim Tarihi: 7 Temmuz 2012).
- Asao, H.G., Y. Nishizawa, S. Arai, T. Sato, M. Hirai, K. Yoshida, A. Shinmyo, and T. Hibi, 1997. Enhanced resistance against a fungal pathogen *Sphaerotheca fumuli* in transgenic strawberry expressing a rice chitinase gene. *Plant Biotechnology* 14 (3): 145-149.

- Baysal, Ö., Y.Z. Gürsoy, H. Örnek, B. Çetinel, and J.A. Texeria da Silva 2007. Enhanced systemic resistance to bacterial speck disease caused by *Pseudomonas syringae* pv. tomato by DL- β -aminobutyric acid under salt stress. *Physiologia Plantarum* 129: 493-506.
- Benlioğlu H.S., A. Yıldız ve M.T. Döken 2001. Aydın İlinde Çileklerde görülen Önemli Fungal Hastalıklar ve Savaşım Olanakları Üzerinde Araştırmalar, TÜBİTAK, TOGTAG-1641, 09.01.1997, 09.01.2001.
- Blanco, C., B. de los Santos, C. Barrau, F. T. Arroyo, M. Porras and F. Romero, 2004. Relationship among concentration of *Sphaerotheca macularis* conidia in the air, environmental conditions and the incidence of powdery mildew in strawberry. *Plant Disease* 88: 878 - 881.
- Braun, U. and S. Takamatsu, 2000. Phylogeny of Erysiphe, Microsphaera, Uncinula (Erysiphaceae) and Cystotheca, Podosphaera, Sphaerotheca (Cystothecaceae) inferred from rDNA 18S sequences - some taxonomic consequences. *Schlechtendalia* 4: 1-33.
- Byrne, J.M., M.K. Hausbeck, and B.D. Shaw, 2000. Factors affecting concentrations of airborne conidia of *Oidium* spp. among poinsettias in a greenhouse. *Plant Disease* 84: 1089-1095.
- Ceach, L.H., J.K. Cox, and A.J. Popay, 1995. Screening of plant extracts for control powdery mildew in squash, Proceeding of the forty Eighth New Zealand Plant Protection Conference, Angus Inn, Hastings, New Zealand, August 8-10, 340-342.
- Chen C., Y., Wei, T. Fan, and L. Zhang 2012. Characterization and identification of a *Bacillus* strain TS02 as bio-control agent of strawberry powdery mildew. *African Journal of Microbiology Research* 6(18): 4017- 4022.
- Cohen, Y. R.. 2002. DL- β -Aminobutyric acid-induced resistance against plant pathogens. *Plant Disease* 86: 448-457.
- Connors, I. L.. 1967. An annotated index of plant diseases in Canada. Research Branch. Canada Department of Agriculture. Ottawa, ON. Publ.1251, 381 pp.
- Corke, A.T.K. and V.W.L. Jordan, 1978. Powdery mildews of bush and soft fruits, The powdery mildews (ed D. M. Speneer) Academic Press Inc. Ltd.. London, England, 347 -358.
- Crisp, P., T.J. Wicks, M. Lorimer, and E.S. Scott, 2006a. An evaluation of biological and abiotic controls for grapevine powdery mildew, 1. Greenhouse studies. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 12(3):192-202.
- Crisp, P., E.S. Scott, and T.J. Wicks, 2006b. Mode of action of milk and whey in the control of grapevine powdery mildew. *Australasian Plant Pathology* 35: 487-493.
- Çalış, Ö ve Ç. Çekiç, 2012. Yabani çilek genotiplerinde külleme hastalık etmenine dayanıklılığın karakterizasyonu. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 6 (1): 146-150.
- Çalış, Ö., Ç. Çekiç, ve Ş. Topkaya, 2006. "Hastalıklara dayanıklılık kaynağı olarak yabani çilek", II. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 14-16 Eylül, Tokat. Sf: 378-381. http://www.uzumsu.com/dosyalar/II_Ulusal_Uzumsu_Semp_378-381.pdf (Erişim tarihi: 16 Kasım 2012).
- Çetinel, B. 2012. Çilekte Külleme Hastalığına Neden Olan Fungal Etmenin Moleküler Yöntemlerle Tanısı ve Alternatif Kimyasallar Kullanarak Mücadele Olanaklarının Araştırılması (Doktora Tezi), Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Bornova-İzmir (Yayınlanmamış).
- De Cal, A., C., Redondo, A. Szejnberg, and P. Melgarejo, 2008. Biocontrol of powdery mildew by *Penicillium oxalicum* in open-field nurseries of strawberries, *Biological Control* 47: 103-107.
- De Los Santos, B., C. Barrau, C. Blanco, F. Arroyo, M. Porras, J.J. Medina, and F. Romero, 2003. Relationship between *Trichoderma* soil populations and strawberry fruit production in previously fumigated soils. *HortScience* 38:1400-1402.
- De Meyer, G., J. Bigirimana, Y. Elad, and M. Höfte, 1998. Induced systemic resistance in *Trichoderma harzianum* T39 biocontrol of *Botrytis cinerea*. *Eur. J. Plant Pathology* 104: 279-286.
- Elad, Y., B. Kirshner, N. Yehuda, and A. Szejnberg, 1998. Management of powdery mildew and gray mold of cucumber by *Trichoderma harzianum* T39 and *Ampelomyces quisqualis* AQ10. *Biocontrol*. 43: 241-251.
- Falk, S.P., D.M. Gadoury, P. Cortesi, R.C. Pearson, and R.C. Seem, 1995. Parasitism of *Uncinula necator* ascomata by the mycoparasite *Ampelomyces quisqualis*, *Phytopathology* 85: 794-800.
- Ferrandino, F. J. and V. L. Simith, 2007. The effect of milk-based foliar sprays on yield components of field pumpkins with powdery mildew. *Crop Protection* 26: 657-663.
- Gadoury, D.M., B. Asalf, M. C. Heidenreich, M. L. Herrero, M. J. Welser, R. C. Seem, A. M. Tronsmo, and A. Stanswand, 2010. Initiation, development and survival of cleistothecia of *Podosphaera aphanis* and their role in the epidemiology of strawberry powdery mildew. *Phytopathology* 100(3): 246-251.
- Gilardi, G., D.C. Manker, A. Garibaldi, and M.L. Gullino, 2008. Efficacy of the biocontrol agents *Bacillus subtilis* and *Ampelomyces quisqualis* applied in combination with fungicides against powdery mildew of zucchini. *Journal of Plant Diseases and Protection* 115 (5): 208-213.
- Ginns, J.H. 1986. Compendium of plant disease and decay fungi in Canada 1960-1980, Research Branch. Canada Dept. Agric. Publ. 1813-416 pp.
- Gooding, H.J., R. J. McNicol and D. MacIntyre 1981. Methods of screening strawberries for resistance to *Sphaerotheca macularis* (Wall ex Frier) and *Phytophthora cactorum* (Leb. and Cohn), *Journal of Horticultural Science* 56: 239-245.

- Green, J.R., T.L.W. Carver, and S.J. Gurr, 2002. The formation and function of infection and feeding structures, The powdery mildews: A comprehensive treatise (Eds. R. R. Belanger, W. R. Bushnell, A. J. Dik and T. L. W. Carver), American Phytopathological Society Press, St. Paul, Minnesota, U.S.A. pp:66-82.
- Hall, A.M., J.L.A. Dodson, and M. Farooq, 2008. A comparison of *Podosphaera macularis* and *P. aphanis* and the role of chasmothecia on strawberries, Journal of Plant Pathology (90) (2, Supplement), S2.81-S2.465.
- Hamiduzzaman, M.M., G. Jakab, L. Barnavon, J.N. Neuhaus, and B. Mauch Mani, 2005. β -Aminobutyric acid-induced resistance against downy mildew in grapevine acts through the potentiation of callose formation and jasmonic acid signaling. The American Phytopathological Society 18(8): 819-829.
- Harvey, N. and XU, X-M. 2010. Powdery mildew on raspberry is genetically different from strawberry powdery mildew, Journal of Plant Pathology 92(3): 775-779.
- Herrington, M.E. and C. K. Chandler 2004. Strawberry breeding in a subtropical environment, Proceedings of the Fifth International Strawberry Symposium, Coolum Beach, Queensland. Australia, Acta Horticulture 708: 441- 447.
- Hollomon, D.W. and J.E. Wheeler, 2002. Controlling powdery mildews with chemistry. p 249-255. In: The powdery mildews: A comprehensive treatise (eds Belanger, R. R., W. R. Bushnell, A. J. Dik, and T. L. W. Carver).. American Phytopathological Society Press, St. Paul, Minnesota, USA.
- Horst, R.K. 2008. Westcott's plant disease handbook, 7th edit. ISBN: 978-1-4020-4585-1 Springer Dordrecht, Berlin, Heidelberg, New York, P.451.
- Howard, C.M. and H.H. Albregts, 1982. Cleistothecia of *Sphaerotheca macularis* on strawberry plants in Florida. Plant Disease 66: 261 - 262.
- Hukkanen, A.T., H.I. Kokko, A.J. Buchala, G.J. McDougall, D. Stewart, S.O. Karenlampi, and R.O. Karjalainen, 2007. Benzothiadiazole induces the accumulation of phenolics and improves resistance to powdery mildew in strawberries. J. Agric. Food Chem., 55: 1862-1870.
- Hutton, D. and A. Gomez, 2005. "Fungicides for powdery mildew control, Queensland Department of Primary Industries", <http://www2.dpi.qid.gov.au/horticulture/17940.html>, (Erişim tarihi: 17 Ağustos 2006).
- İnci, S. 1997. Serada Hıyar Küllemesine Karşı Alternatif Savaşım Yöntemleri Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, EÜ Fen Bilimleri Enst., 73s.
- Jarmolice, S. and B. Bankina, 2009. "Powdery Mildew of Strawberries in Latvia Under Field Conditions". http://sodininkyste-darzininkyste.lsd.lt/straipsniai/28-3/11_Jarmolice.pdf (Erişim tarihi: 10 Mart 2012).
- Jhoo, J.S. and W.E. McKeen, 1964. Studies on powdery mildew of strawberry caused by *sphaerotheca macularis*. Phytopathology 55: 281-285.
- Kapkın, A. 1978. İzmir ili çileklerinde tarla döneminde ve hasat sonrasında görülen fungal etmenlerin saptanması ve bunların patojenisiteleri üzerinde araştırmalar. (Investigation on the determination of fungal agents of strawberries grown in Izmir at the field stage and at the post-harvest stage and their pathogenicity.) Aegean University, Izmir, Turkey.
- Kanto, T., A. Myoshi, T. Ogawa, K. Maekawa, and M. Aino, 2004. Suppressive effect of potassium silicate on powdery mildew of strawberry in hydroponics, J Gen Plant Pathology 70: 207-211.
- Kanto, T., A. Myoshi, T. Ogawa, K. Maekawa, and M. Aino, 2006. Suppressive effect of liquid potassium silicate on powdery mildew of strawberry in soil, J Gen Plant Pathology 72: 137-142.
- Kanto, T., A. Myoshi, T. Ogawa, K. Maekawa, and M. Aino, 2007. Suppression of conidial germination and appressorial formation by silicate treatment in powdery mildew of strawberry, J Gen Plant Pathology 73: 1-7.
- Karasuda, S., S. Tanaka, H. Kajihara, Y. Yamamoto, and D. Koga, 2003. Plant chitinase as a possible biocontrol agent for use instead of chemical fungicides, Biosci Biotechnol Biochem. 67 (1): 221-224.
- Ko, W.H., S.Y. Wang, T.F. Hsieh, and P. J. Ann, 2003. Effects of sunflower oil on tomato powdery mildew caused by *oidium neolycopersici* journal of phytopathology, 151 (3): 144-148.
- Maas, J. 1984. Compendium of strawberry diseases, The American Phytopathological Society Press, St. Paul, Minnesota, USA.
- Maas, J. 1998. Powdery mildew. p 98. In: Maas, J. (Ed.), Compendium of Strawberry Diseases. The American Phytopathological Society Press, St. Paul, Minnesota, USA. *macularis* in *Humulus lupulus*. Plant Protect. Sci. 41(4): 141-149.
- Mahaffee, W.F., W.W. Turechek, and C.M. Ocamb, 2003. Effect of variable temperature on infection severity of *Podosphaera macularis* on hops. Phytopathology 93(12): 1587-1592.
- Menzel, C.M. and G.K. Waite, 2004. The performance of strawberry plugs in Queensland, Proceedings of the Fifth International Strawberry Symposium, Coolum Beach, Queensland, Australia. Acta Horticulture 708: 217-224.
- Miller, T.C., W.D. Gubler, and D.M. Rizzo, 2003. Effects of temperature and water vapor pressure on conidial germination and lesion expansion of *Sphaerotheca macularis* f. sp. *fragaria*. Plant Dis. 87: 484-492.
- Miller, T.C., W.D. Gubler, F.F. Laemmlein, S. Geng, and D.M. Rizzo, 2004. Potential for using *lecanium lecanii* for suppression of strawberry powdery mildew biocontrol science and technology, 14 (2): 215-220.

- Moisander, J., M. Herrington, D. Hutton, and N. Greer, 2004. Effect of micro-propagation on the health status of strawberry planting material for commercial production of strawberry runners for Queensland, Proceedings of the Fifth International Strawberry Symposium, Coolum Beach, Queensland, Australia. *Acta Horticulture* 708: 271-273.
- Moret, A., Z. Muñoz, and S. Garcés, 2009. Control of powdery mildew on cucumber cotyledons by chitosan. *Journal of Plant Pathology* 91 (2): 375-380.
- Mosa, A.A. 1997. Effect of foliar application of phosphates on cucumber powdery mildew. *Annals of Agricultural science Cairo* 42 (1): 241-255.
- Mukerji, K.G. 1968. *Sphaerotheca macularis*, C.M.J. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria.
- Muzzarelli, R.A.A. 1986. Filmogenic properties of chitin/chitosan. p 389-396. In: R.A.A. Muzzarelli, C. Jeuniaux, G.W. Gooday (Eds.) *Chitin in Nature and Technology*. New York, Plenum Press.
- Nam, M.H., W.K. Lee, S.S. Lee, N.G. Kim, and H.G. Kim, 2005. Control efficacy of milk concentration against powdery mildew of strawberry. *Plant Pathology*. J. 21 (3): 270-274.
- Nelson, M.D., W.D. Gubler, and D.V. Shaw, 1995. Inheritance of powdery mildew resistance in greenhouse-grown versus field-grown Californian strawberry progenies. *Phytopathology* 85: 421-424.
- Northover, J. and K.E. Schineider 1996. Physical modes of action of petroleum and plant oils on powdery and downy mildews of grapevines. *Plant Disease* 80 (4): 544-550.
- Obagwu, J. and L. Korsten, 2003. Integrated control of citrus green and blue molds using *Bacillus subtilis* in combination with sodium bicarbonate or hot water. *Postharvest Biology and Technology* 28: 187-194.
- Palmer, S. 2007. "Strawberry powdery mildew: epidemiology and the effect of host nutrition on disease PhD. Thesis," <http://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/handle/2440/57974> (Erişim tarihi: 11 Mart 2012).
- Peries, O.S. 1962a. Studies on strawberry mildew, caused by *Sphaerotheca macularis* (Wallr. Ex Fries) Jaczewski, I. Biology of the fungus. *Annals of Applied Biology* 50: 211-224.
- Peries, O.S. 1962b. Studies on strawberry mildew, caused by *Sphaerotheca macularis* (Wallr. Ex Fries) Jaczewski, II. Host-parasite relationships on the foliage of strawberry varieties. *Annals of Applied Biology* 50: 225-233.
- Pertot, I., F. Fiamingo, L. Amsalem, M. Maymon, S. Freeman, D. Gobbin, and Y. Elad, 2007. Sensitivity of two *Podosphaera aphanis* populations to disease control agents. *Journal of Plant Pathology* 89: 85-96.
- Reuveni R., G. Dor, and M. Reuveni, 1998a. Local and systemic control of powdery mildew (*Leveillula taurica*) on pepper plants by foliar spray of mono-potassium phosphate. *Crop Protection* 17 (9): 703-709.
- Reuveni, M., V. Agapov, and R. Reuveni, 1993. Induction of systemic resistance to powdery mildew and growth increase in cucumber by phosphates, *Biol.Agric.Hortic.*, AB Academic Publisher 9 (4): 305-315.
- Reuveni, M., D. Oppenheim, and R. Reuveni, 1998b. Integrated control of powdery mildew on apple trees by foliar sprays of mono-potassium phosphate fertilizer and sterol inhibiting fungicides. *Crop Protection* 17 (7): 563-568.
- Reuveni, R., G. Dor, M. Raviv, M. Reuveni, and S. Tuzun, 2000. Systemic resistance against *Sphaerotheca fuliginea* in cucumber plants exposed to phosphate in hydroponics system and is control by foliar spray of mono-potassium phosphate. *Crop Protec.* 19: 355-361.
- Roberts T. and D. Hutson eds. 1999. *Metabolic Pathways of Agrochemicals, Part 2. Insecticides and Fungicides*. Cambridge, UK Royal Society of Chemistry.
- Romanazzi, G., F. Nigro, A. Ippolito, D. Di Venere, and M. Salerno, 2002. Effects of pre- and postharvest chitosan treatments to control storage grey mold of table grapes. *Journal of Food Science* 67 (5): 1862-1867.
- Schirmböck, M., M. Lorito, Y. Wang, C.K. Hayers, I. Arisan-Atac, F. Scala, G.E. Harman, and C. Kubicek, 1994. Parallel formation and synergism of hydrolytic enzymes and peptaibol antibiotics molecular mechanisms involved in the antagonistic activity of *Trichoderma harzianum* against phytopathogenic fungi. *Appl. Environ. Microbiol.* 60: 4364-4370.
- Schnathorst, W.C. 1965. Environmental relationships in the powdery mildews. *Annual Review of Phytopathology* 3: 343-366.
- Shalom, N. B., R. Ardi, R. Pinto, C. Aki, and E. Fallik, 2003. Controlling gray mould caused by *Botrytis cinerea* in cucumber plants by means of chitosan. *Crop Protection* 22: 285-290.
- Sharathchandra, R.G., S. Niranjan Raj, N.P. Shetty, K.N. Amruthesh, and H. Shekar Shetty, 2004. A Chitosan formulation Elexa induces downy mildew disease resistance and growth promotion in pearl millet. *Crop Protection* 23: 881-888.
- Shaw, C.G. 1973. Host fungus index for the Pacific Northwest – I. Hosts. *Wash. State Agric. Exp. Sta. Bull.* 765:1-121.
- Sombardier, A., S. Savary, D. Blancard, J. Jolivet, and L. Willocquet, 2009. Effects of leaf surface and temperature on monocyclic processes in *Podosphaera aphanis*, causing powdery mildew of strawberry. *Canadian Journal of Plant Pathology* 31: 439-448.
- Spencer, D.M. 1978. Powdery mildew of strawberries. p 355-358. In: Spencer D.M. (Ed.). *The Powdery Mildews*, Academic Press, New York, USA.

- Stewart-Wade, S.M., S. Neumann, L.L. Collins, and G.J. Boland, 2002. The biology of Canadian weeds. 117, *Taraxacum officinale* G. H. Weber ex Wiggers. Can. J. Plant Sci. 82 (2002): 825-853.
- Strand, L.L. 1994. Integrated pest management for strawberries, The Regents of the University of California, Oakland, California, U.S.A.
- Szczec, M. and M. Shoda, 2004. Biocontrol of Rhizoctonia damping-off of tomato by *Bacillus subtilis* combined with *Burkholderia cepacia*. J. Phytopathol 152: 549-556.
- Şesan, T.E. 2006. Integrated control of strawberry diseases. The Polish Phytopathological Society 39:133-148.
- Tanigawa, M., T. Nakano, T. Hagihara, K. Okayama, and S. Sezaki, 1993. Relationship between the control effect of fungicides on powdery mildew (*Sphaerotheca humuli*) and their deposits on strawberry (*Fragaria ananassa*) leaves. Journal of Pesticide Science 18 (2): 135-140.
- Teruhiko, S., 2001, Nucleotide Sequence of Nuclear rDNA-ITS Regions and Design of Genius Specific Primers for the Regions of Several Plant Pathogens of Strawberry and Chrysanthemum. Bulletin of the Nara Prefectural Agricultural Experiment Station 32: 9-17.
- Tomikawa, A., N. Ookubo, T. Kitagami, and K. Kuroda 2002. Experiments on utilization of electroanalyzed function water to control pathogenic fungi and pest insects and natural enemies of tomato (*Lycopersicon esculentum*) and strawberry (*Fragaria ananassa*) plants cultured in greenhouse. Bulletin of the Agricultural Research Devision Mie Prefectural Science and Thecnology Promotion Center 29: 1-3.
- Tzeng, D.D.S., R.S. Chen, and M.H. Lee, 1996. Study of oxyradical formation in relation to photodynamic microbial activity of methionine riboflavine mixture. Proc. Natl. Sci. Council, Republic of China. Part B: Life Sci. 20:92-99.
- Wang, S. and D.D. Tzeng, 1998. Methionine-riboflavin mixtures with surfactants and metal ions reduce powdery mildew infection in strawberry plants. J. Am. Soc. Sci. 123: 987-991.
- Wilhelm, S. 1961. Diseases of strawberry, a guide for the commercial grower, University of California, Division of Agricultural Sciences, Berkeley, California- U.S.A.
- Willoquet, L., A. Sombardier, D. Blancard, J. Jolivet, and S. Savary, 2008. Spore dispersal and disease gradients in strawberry powdery mildew. Can. J. Plant Pathol. 30: 434-441.
- Yanar, Y., D. Yanar, ve N. Gebologlu. 2011. Control of powdery mildew (*Leveillula taurica*) on tomato by foliar sprays of liquid potassium silicate (K₂SiO₃) African Journal of Biotechnology. p. 3121-3123.
- Yoon, M.Y., N.H. Chio, B.S. Min, G.J. Choi, Y.H. Choi, K. S. Jang, S.S. Han, B. Cha, and J.C. Kim. 2011. Potent in vivo antifungal activity against podery mildews of pregnane glycosides from the roots of *Cynanchum Wilfordii*. J. Agric. Food Chem. 59 (22): 12210-6.