

Çileklerde kurşuni küf (*Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.) hastalığıyla biyolojik mücadelede antagonistleri yaymada vektör olarak bal arıları (*Apis mellifera* L.)'nın kullanımı*

Cafer EKEN¹ Serdar TUNCER² Tuba GENÇ³ Zakine KADIOĞLU²

SUMMARY

Use of honeybees (*Apis mellifera* L.) to disseminate biocontrol agents to strawberries for grey mould (*Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.)

The products such as honey, beeswax, royal jelly, pollen and propolis of honey bees (*Apis mellifera* L.) are of obvious benefit, but they are of trivial value compared to the profoundly important role of bees as pollinators. Honey bees can transfer fungal spores and bacteria among flowers of different plant species. The ability of bees to vector fungi, bacteria, and viruses can be turned to our advantage by using them to transport biological control agents from the hive to flower, a technique known as entomovector technology. Many reports have been published lately on the use of honey bees to disseminate of microbiological control agents (MCA) to flowers. Several plant pathogenic micro-organisms enter the plant through open flowers and can infect the seeds in that way. Spores of antagonistic micro-organisms present on flowers can successfully compete with the possible pathogens. Disseminating antagonistic micro-organisms by honeybees can reduce plant infections. *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. (teleomorf; *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel) infects over 200 cultivated plant species and causes significant economic damage to crops worldwide and can be seen pre and post-harvest. Biological control applications of *B. cinerea*, since the 1950s, is considered as a promising alternative to fungicides. *Trichoderma* and *Clonostachys* spp. are well recognized fungal antagonists of *B. cinerea*. The aim of this study was to review the published research works on entomovector technology in biological control of strawberry gray mould. In addition, BICOPOLL project will be introduced that the first application of entomovector technology in Turkey.

Key words: Entomovector, strawberry, grey mould, honey bee, biological control

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Isparta,

²Erzincan Bahçe Kültürleri Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, Erzincan

³Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Iğdır

Sorumlu Yazar (Corresponding author) e-mail: cafereken@sdu.edu.tr

*BICOPOLL, CORE Organic II başlıklı Avrupa Birliği 7. Çerçeve Programınca desteklenen bir ERA-NET projesidir. TAGEM, Sanal Ortak Fon modeliyle destek vermektedir.

Çileklerde kurşuni küf (*Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.) hastalığıyla biyolojik mücadelede antagonistleri yaymada vektör olarak bal arıları (*Apis mellifera* L.)'nin kullanımı

ÖZET

Bal arıları (*Apis mellifera* L.) çok önemli ürünleri (bal, bal mumu, arı sütü, propolis ve polen) ve tozlaşmaya sağladıkları katkılar ile büyük bir ekonomik öneme sahiptir. Bal arıları farklı bitki türlerinin çiçekleri arasında bakteri ve fungal sporların taşınmasında da rol oynamaktadır. Mikrobiyal biyolojik mücadele etmenlerinin (fungus, bakteri ve virus) kovandan çiçeklere taşınmasında, bal arılarının taşıma yeteneğinin kullanılması bir entomovektör teknolojisi olarak bilinmektedir. Mikrobiyal biyolojik mücadele etmenlerinin çiçeklere taşınmasında bal arılarının kullanımıyla ilgili olarak son zamanlarda yayınlanmış birçok çalışma mevcuttur. Birçok bitki patojeni bitkiye çiçekten penetrasyon gerçekleştirmekte ve bu yolla da tohumlar enfekte olabilmektedir. Çiçekler üzerinde antagonistik mikroorganizma sporlarının bulunması, olası patojenlere karşı başarılı bir mücadeleye temel oluşturabilir. Bal arılarının, antagonistik mikroorganizmaları çiçeklere yaymalarıyla bitki enfeksiyonları azalabilmektedir. *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. (teleomorf; *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel), tüm dünya yüzeyine yayılmış ve 200'den fazla ekonomik öneme sahip bitkide büyük kayıplara yol açabilen, hasat öncesi ve sonrasında görülebilen bir bitki patojenidir. Çilek (*Fragariae x ananassa*) bitkisine *B. cinerea*'nin giriş yollarından bir tanesi de çiçeklerdir. *B. cinerea* ile biyolojik mücadele uygulamaları, 1950'li yıllardan beri fungusitlere karşı umut verici bir alternatif olarak düşünülmüştür. *Trichoderma* ve *Clonostachys* türleri *B. cinerea*'nin biyolojik mücadelesinde en fazla çalışılan fungal biyolojik mücadele etmenleridir. Bu çalışmada, çileklerde kurşuni küf hastalığının biyolojik mücadelesinde entomovektör teknolojisinin kullanıldığı çalışmaların sonuçları özetlenmiştir. Ayrıca, entomovektör teknolojisinin Türkiye'deki ilk uygulaması olan BICOPOLL projesi hakkında da bilgi verilecektir.

Anahtar kelimeler: Entomovektör, çilek, kurşuni küf, bal arısı, biyolojik mücadele

GİRİŞ

Çilek (*Fragaria x ananassa* Duch.) çok farklı ekolojilerde yetiştiriciliği yapılan meyve türlerinden birisidir. İnsan sağlığı ve beslenmesi açısından son derece yararlı bir meyve olan çilek A, B, ve C vitaminleri, kalsiyum, demir, fosfor gibi mineral maddeler, çok az da brom, silisyum, iyot ve kükürt içermekte, selüloz içeriğinden dolayı sindirimi kolaylaştırmakta ve yüksek düzeyde elajik asit ihtiva ettiğinden dolayı da kanseri önleyici özelliği bilinmektedir (Aybak 2000). Çilek, pomolojik olarak üzümü meyveler grubunda yer alırken, botanik sınıflamada *Rosales* takımının *Fragaria* cinsine girmektedir. Günümüzde yetiştiriciliği yapılan kültür çeşitlerinin büyük çoğunluğu, oktaploid olan *F. x ananassa* türüne girerler ve bu tür *Fragaria chiloensis* ve *Fragaria virginiana* isimli iki türün hibritlenmesi ile elde edilmiştir (Staudt 1989). Bu türe ismi meyvelerinin kokusu ananasa benzediğinden dolayı verilmiştir (Maas 1998).

Son yıllarda dünyada ve ülkemizde çilek yetiştiriciliğine olan talep giderek artmaktadır. Nitekim, 2011 yılı verilerine göre dünya çilek üretiminde ABD, İspanya ve Türkiye ilk üç sırada yer almaktadır (Anonim 2011).

Çilek gelişimini çevresel, genetik ve biyolojik faktörler etkilemekte ve üretimde verimi etkileyen en önemli faktörlerden birisi de bitki hastalıklarıdır. Çilek de diğer taze meyve sebzelerde olduğu gibi, özellikle yetiştirme döneminde hüküm süren fungal hastalıklar nedeniyle önemli ürün kayıplarına uğramaktadır. *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. (teleomorf; *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel) etmeninin neden olduğu kurşuni küf genel olarak dünyadaki tüm yetiştirme sistemlerinde çileğin çok önemli bir fungal hastalığıdır (Maas 1998). *B. cinerea* çilekte çiçek veya meyvede kurşuni küfe sebep olmakta, hem hasat öncesinde hem de hasat sonrasında çilekteki başlıca ürün kayıpları bu hastalıktan kaynaklanmaktadır. *Botrytis* çok geniş bir konukçu çevresine sahip, seçici olmayan nekrotrofik bir fungus olup, 200'den fazla bitki türünün, sürgün, sap, yaprak, çiçek ve meyve gibi değişik kısımlarını enfekte etmektedir (Jarvis 1980, Leroux 2004).

Çiçeklenme ve meyve gelişimi evreleri enfeksiyon için en uygun dönemlerdir. Çiçeklerin tam açmış olduğu dönemde bütün organları ile enfeksiyona uğrayan çiçekler, aniden solarak kurumakta ve “Çiçek Yanıklığı” olarak bilinen durum meydana gelmektedir. Eğer hava koşulları yağışlı ve nemli giderse enfeksiyon çiçeklerden uçtaki çiçek sapına, buradan da ana çiçek sapına geçmektedir. Bazı hallerde ise çiçeğin birkaç taç ve çanak yaprağında hastalığın tipik, küçük kahverengi-siyah, kuru nekrotik lekeleri görülmekte, zamanla bu lekeler yaprakların her tarafını kaplamaktadır. Yapraklar taç ve çanak yapraklardan çok daha fazla hastalığa yakalanmakta ve bunların üzerinde enfeksiyonun ilerlemesi çok hızlı olmaktadır. Enfekteli taç yaprakların büyük bir bölümü dökülmektedir. Çanak yaprakların oluşturduğu çiçeğin çanak kısmı bazen tümüyle enfekte olmakta ve üzerinde yoğun spor kitlesi oluşmaktadır (Maas 1998).

Çilek bitkisinin yaprakları genellikle *Botrytis*'e dayanıklıdır. Ancak bitkinin hava sirkülasyonundan uzak alt kısımlarında bazen hastalığa yakalanmış koyu kahverengine dönmüş yaprakları görmek mümkündür (Maas 1998).

Meyvelerde kurşuni küfe yol açan enfeksiyonlara; çiçeklenme dönemi boyunca oluşan *B. cinerea* latent enfeksiyonları ya da meyve gelişimi sırasında direkt enfeksiyonlar yol açmaktadır (Ellis 2008). Meyve enfeksiyonları genellikle meyvenin toprak yada organik materyale temas ettiği noktadan başlamaktadır. Bu temas noktasında önce açık kahverengi bir leke oluşmaktadır. Lekenin olduğu bu bölüm yumuşamakta, parmakla dokununca meyve etinden kolayca ayrılmaktadır. Daha sonra bu leke gelişerek tüm meyveyi kaplamaktadır. Eğer yeterli yağış ya da nem yoksa bu meyveler kuruyarak sertleşmekte ve bitki üzerinde kuru çürüklük şeklinde kalmaktadır. Ayrıca bir kısım meyvelerde, sapla birleşme yerlerinde de enfeksiyona rastlanmaktadır.

Çileklerde kurşuni küf (*Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.) hastalığıyla biyolojik mücadelede antagonistleri yaymada vektör olarak bal arıları (*Apis mellifera* L.)'nin kullanımı

Meyveler tüm olgunlaşma evrelerinde hastalığa yakalanmakla birlikte, kurşuni küf en tahripkar özelliğini kırmızı olum döneminde göstermektedir. Yağış ve nem yeterli olursa enfekteli meyveler üzerinde fungusun yoğun sporulasyonu görülmektedir (Maas 1998).

Fungusun konidi taşıyıcıları oldukça kalın ve 3-5 mm uzunlukta olup, bu sapçıkların ucunda oluşsan konidiler ile konidi taşıyıcıları bir üzüm salkımını andırırlar. Tek tek konidiler renksiz olmasına karşın, kitle halindeyken kurşuni renkte görünmesi koyu renkli konidi taşıyıcılardan ileri gelmektedir (Maas 1998).

Kurşuni küf hastalık yönetiminde esas alınan çiçeklerin enfeksiyondan korunmasıdır. Hastalık ile mücadelede çiçeklenme dönemindeki fungusit uygulamaları hastalığın engellenmesinde kullanılan en etkili ve yaygın yöntemdir. Ancak, *B. cinerea*'nin fungusitlere karşı kazandığı dayanıklılık (özellikle benzimidazole grubu), meyveler üzerindeki ilaç kalıntıları, fungusitlerin çevreye olumsuz etkileri ve insanların çevreye karşı duyarlılığın artmasıyla biyolojik kontrolü de içeren alternatif mücadele yöntemlerinin önemi artmıştır (Leroux 2004, Delen 2008)

B. cinerea ile biyolojik mücadele uygulamaları, 1950'li yıllardan beri fungusitlere karşı umut verici bir alternatif olarak düşünülmüştür. *B. cinerea*'nin mücadelesinde kimyasal uygulamalara alternatif yöntemler içerisinde yer alan biyolojik kontrol araştırmaları son yıllarda yoğunlaşmış ve patojenin mikrobiyal biyolojik mücadele etmenlerinden *Trichoderma*, *Clonostachys* (syn. *Gliocladium*), *Ulocladium*, *Aureobasidium*, *Pichia* ve *Candida* gibi fungal antagonistler, *Bacillus*, *Pseudomonas* ve *Paenibacillus* gibi bakteriyel antagonistler ile engellenmesinin mümkün olduğu birçok çalışma ile ortaya konmuştur (Blakeman 1993, Blakeman and Fokkema 1982, Dubos 1992, Tronsmo 1992, Elad and Freeman 2002, Lima et al. 1997, Helbig 2001, Peng and Sutton 1991, Sutton and Peng 1993, Swadling and Jeffries 1996, Cota et al. 2009, Kowalska 2011, Dönmez et al. 2011).

Arılar, Apoidea (Hymenoptera) üst familyasını oluşturan böceklerdir ve diğer zar kanatlılardan (Hymenoptera) vücut kıllarının dallı (tüy) oluşu, polen toplamak için bacak ve abdomenin ventralinde özel kılların oluşu ile ayrılırlar. Yeryüzünde değişik familyalara ait 20.000'den fazla arı turu bulunmaktadır. Arılar, balarıları ve yabancıları olmak üzere ikiye ayrılır ve Apidae familyasındaki *Apis* cinsine giren türlere bal arısı denilmektedir (Özbek 1979). Tüm bal arısı türleri içerisinde sadece *Apis mellifera* L., tarımsal ürünlerin ve diğer bitkilerin ticari tozlaşması için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Dünya üzerindeki bitkilerin % 70'inin polinasyonu arılar tarafından sağlanmakta, gerçekleşen polinasyonun % 80'ninden fazlası da bal arılarınca yapılmaktadır (Özbilgin 1999).

Bal arıları, büyük kolonilere sahip olması, kolayca taşınabilmesi ve yönetilebilmesi nedeniyle birinci derecede tozlaştırıcı olarak kabul edilirler (Kuvancı 2009).

Bal arıları insanoğluna tozlaşmaya sağladıkları katkılar ve çok önemli ürünleri (bal, bal mumu, arı sütü, propolis ve polen) ile büyük bir hizmet sunmaktadır. Bal arıları farklı bitki türlerinin çiçekleri arasında bakteri ve fungal sporların taşınmasında da rol oynamaktadır. Mikrobiyal biyolojik mücadele etmenlerinin (fungus, bakteri ve virus) kovandan çiçeklere taşınmasında, bal arılarının taşıma yeteneğinin kullanılması bir entomovektör teknolojisi olarak bilinmektedir. Bu teknoloji ile bitki patojenlerine karşı çevreye zararsız mücadele yapılmakta ve bitkilerde tozlaşmanın da artırılmasıyla verim ve ürün kalitesinde artış olmaktadır. Entomovektör teknolojisinin uygulama şekli; arı kovanına takılan dağıtıcı bir aparat içerisine kullanılacak mikrobiyal biyolojik mücadele etmeninin toz formülasyonu bırakılmakta ve kovandan çıkan arıların vücutlarına bulaşan bu etmenin bitkiye dağıtımı sağlanmaktadır. Birçok bitki patojeni bitkiye çiçekten penetrasyon gerçekleştirmekte ve bu yolla da tohumlar enfekte olabilmektedir. Çiçekler üzerinde antagonistik mikroorganizma sporlarının bulunması, olası patojenlere karşı başarılı bir mücadeleye temel oluşturabilmektedir. Mikrobiyal biyolojik mücadele etmenlerinin çilek çiçeklerine taşınmasında bal arılarının kullanımıyla ilgili olarak son zamanlarda yayınlanmış birçok çalışma mevcuttur. Bu konu ile yapılmış çalışmalar Çizelge 1’de özetlenmiştir.

Bu teknolojiye vektörler, biyolojik mücadele etmenini çiçek gibi esas hedeflere direkt yayma yeteneğine sahiptir, bu da sprey uygulamalarına göre entomovektör teknolojisinin daha iyi olduğu varsayımını ortaya çıkarmıştır.

Bu amaçla entomovektörler ile mikrobiyal biyolojik mücadele etmenlerinin taşınmasında mikrobiyal biyolojik mücadele etmenlerinin formülasyonu büyük önem taşımaktadır. Toz halinde olan birçok ticari formülasyon sprey uygulamaları için geliştirilmiştir. Bu formülasyonlar vektörlerle optimal gelişim için geliştirilebilir. Ancak vektör vucuduna bu ürünlerin kazanımında sadece formülasyonlar etkili değildir, aynı zamanda uygun bir dağıtıcıya da ihtiyaç vardır. Son 20 yıldır birçok araştırmacı vektörün mikrobiyal biyolojik mücadele etmeni almasına olanak sağlayan farklı dağıtıcı sistemleri geliştirmiştir. Bugüne kadar *A. mellifera* için 8 tip ve birkaç tane modifiye tip dağıtıcı model dizayn edilmiştir.

Şimdiye kadar bal arıları ile yapılan çalışmalarda *B. cinerea*’yı baskı altına almada mikrobiyal biyolojik mücadele etmenlerinin çiçekte 10^4 CFU olmasının uygun bir oran olduğu belirtilmiştir (Kovach et al. 2000, Shafir et al. 2006, Albano et al. 2009). Yu and Sutton (1997) ve Kovach et al. (2000), bal arılarının dağıtımı ile sprey uygulamalarını karşılaştırmışlar ve bal arıları ile dağıtılan mikrobiyal biyolojik mücadele etmenlerinin CFU sayısının çiçek başına hem oransal olarak hem de canlılık olarak daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Çizelge 1. Mikrobiyal biyolojik mücadele etmenlerinin çilek çiçeklerine taşınmasında bal arılarının kullanımıyla ilgili olarak yapılmış çalışmalar

Biyolojik Kontrol Ajanı (CFU/g)	Arı Yüğü (CFU/arı)	Çiçek Yüğü (CFU/çiçek)	Kaynak
<i>Clonostachys rosea</i> f. <i>rosea</i> (5×10^8) (syn. <i>Gliocladium roseum</i>)	6.3×10^4 5.7×10^5	$1.6-27 \times 10^3$ $2.0-114 \times 10^2$	Peng et al. 1992
<i>Trichoderma harzianum</i> ($1.0-4.9 \times 10^8$)		$0.4 \pm 0.3 \times 10^5$	Maccagnani et al. 1999
<i>Trichoderma harzianum</i> 1295-22 ($1 \times 10^8-10^{10}$)	1.0×10^5		Kovach et al. 2000
<i>Trichoderma harzianum</i> T39 (1.0×10^9)			Shafir et al. 2006
<i>Trichoderma harzianum</i> T22 (9.8×10^6)			Albano et al. 2009
<i>Gliocladium catenulatum</i> ($>10^7$)			Hokkanen and Menzler-Hokkanen 2009
<i>Clonostachys rosea</i> f. <i>rosea</i>			Menzler-Hokkanen and Hokkanen 2011
<i>Clonostachys rosea</i> f. <i>catenulata</i> (syn. <i>Gliocladium catenulatum</i>)			Hokkanen et al. 2011
<i>Clonostachys rosea</i> f. <i>catenulata</i>			Mustalahti 2011
<i>Clonostachys rosea</i> f. <i>catenulata</i> J1446			Soodla 2012

Çileklerde kurşuni küf (*Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.) hastalığıyla biyolojik mücadelede antagonistleri yaymada vektör olarak bal arıları (*Apis mellifera* L.)'nin kullanımı

Entomovektör teknolojisinin Türkiye'deki ilk uygulaması olarak, kısa adı BICOPLL (Targeted precision biocontrol and pollination enhancement in organic cropping systems) olan Avrupa Birliği 7. çerçeve programı kapsamında kabul edilen CORE Organic II 1. Çağrı Uygulama Projesi 2012 yılında başlamıştır. Projede Finlandiya, Almanya, Belçika, Estonya, İtalya, Slovenya ve Türkiye olmak üzere 7 ülke bulunmaktadır. Projedeki Türkiye'nin iş paketi Süleyman Demirel Üniversitesi ve Erzincan Bahçe Kültürleri Araştırma İstasyonu ile ortak yürütülmektedir.

Projenin esas amacı, organik çilek yetiştiriciliğinde kurşuni küf hastalığı etmeni *B. cinerea*'nin mücadelesinde, çevreye, insana ve arılara zararı olmayan mikrobiyal biyolojik mücadele etmenlerinin yayılmasında entomovektörlerin kullanılması ve aynı zamanda da tozlaşmanında artırılması amaçlanmaktadır. Türkiye'nin iş paketinde mikrobiyal biyolojik mücadele etmenlerinin yayılmasında bal arıları kullanılmaktadır.

Birçok meyvede olduğu gibi, çilekte de meyve tutumu için yeterli bir tozlaşma ve dölleme olması gereklidir (Erdoğan ve Erdoğan 2009). Kaliteli ve yüksek verimli ürün elde etmek, modern meyve yetiştiriciliğinin en önemli amacıdır. Yabancı tozlanan bitkilerin hemen hemen tamamında, kendine tozlanan bitkilerin ise bir çoğunda arıların yapmış olduğu tozlaşma hem verim artışına, hem de üründe kalitenin artmasına neden olmaktadır. Aksi takdirde şekilsiz, çarpık, tatsız ve pazar değerleri düşük meyveler oluşmaktadır (Free 1993). Erselik yapıda çiçeklere sahip olan çilekte kaliteli ve fazla meyve tutumu için tozlaşmanın çok iyi bir şekilde gerçekleşmesi gerekmektedir. Nitekim, Skrebtsova (1957), çilekler üzerinde yapmış olduğu bir çalışmada, çilek bitkisinin çiçeklerini ziyaret eden arıların sayısı arttıkça meyve iriliğinde de bir artış olduğunu belirtmiştir. Yine, Kuvancı ve ark. (2010), bal arılarının çilekte meyve verimini önemli oranda artırdığını ve bal arılarının meyve olgunlaşma süresini hızlandırarak, 3-4 gün arasında erkencilik sağladığını belirlemişlerdir.

KAYNAKLAR

- Albano S., Chagon M, Oliveira D, Houle E, Thibodeau P.O. and Mexia A. 2009. Effectiveness of *Apis mellifera* and *Bombus impatiens* as dispensers of the root shield biofungicide (*Trichoderma harzianum*, strain T-22) in a strawberry crop. *Hell Plant Prot J*, 2: 57-66.
- Anonim 2011. <http://faostat.fao.org>
- Aybak H.Ç. 2000. Çilek yetiştiriciliği. Hasad yayıncılık, 118 s, İstanbul.
- Blakeman J.P. and Fokkema N.J. 1982. Potential for biological control of plant diseases on the phylloplane. *Annual Review of Phytopathology*, 20:167-192.

- Blakeman J.P. 1993. Pathogens in the foliar environment. *Plant Pathology*, 42:479-493
- Cota L.V. Maffia L.A. Mizubuti E.S.G. and Macedo P.E.F. 2009. Biological control by *Clonostachys rosea* as a key component in the integrated management of strawberry gray mold. *Biological control*, 50 (3):222-230.
- Delen N. 2008. Fungisitler. Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi Yayın. No: 43. Ankara, 318 pp.
- Dönmez MF, Esitken A, Yıldız H, Ercişli S. 2011. Biocontrol of *Botrytis cinerea* on strawberry fruit by plant growth promoting bacteria. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 21(4):758-763.
- Dubos B. 1992. Biological control of *Botrytis*, State of the art. In: Verhoeff K, Malathrakis NE and Williamson B (eds) Recent advances in *Botrytis* research. Pudoc Scientific Publishers, Wageningen, The Netherlands. (pp. 169-178.
- Ellis M.A. 2008. *Botrytis* fruit rot “Gray Mold” of strawberry, raspberry, and blackberry. Fact Sheet. Ohio State University Extension.
- Elad Y. and Freeman S. 2002. Biological control of fungal plant pathogens. In: Kempken F (ed.) *The Mycota, A Comprehensive Treatise on Fungi as Experimental Systems for Basic and Applied Research*. Vol. XI. Agricultural Applications. Springer, Heidelberg, Germany, (pp. 93-109).
- Erdoğan U. ve Erdoğan Y. 2009. Üzüm sü meyvelerin tozlaşmasında bal arılarının yeri ve önemi. <http://www.uzumsu.com/dosyalar/> II. Ulusal Üzüm sü Meyveler Sempozyumu, 359-364. pdf (08.07.2009).
- Free J:B. 1993. *Insect pollination of crops*. 2. Edition, Academic Press, London, 684pp.
- Helbig J .2001. Biological control of *Botrytis cinerea* Pers. Ex Fr. in strawberry by *Paenibacillus polymyxa* (Isolate 18191). *Journal of Phytopathology*, 149: 265-273.
- Hokkanen H.M.T. and Menzler-Hokkanen I. 2009. Successful use of honey bees for grey mould biocontrol on strawberries and raspberries in Finland, (Association of Institutes of Bee Research Seminar), *Apidologie* 40 (2009) 651–670.
- Hokkanen H.M.T, Menzler-Hokkanen I. and Mustalahti A. M. 2011. Pesticide sprays compromise pollination and biocontrol services on strawberry. *Symposium Hazards of Pesticides to Bees Wageningen*, 2-4:55.
- Jarvis W.R., 1980. Taxonomy, In: Coley-Smith, J.R.K. Verhoeff., W.R. Jarvis (eds.), *The Biology of Botrytis*. Academic Press, London, New York. pp 1-17.
- Kovach J, Petzoldt R. and Harman G.E. 2000. Use of honeybees and bumble bees to disseminate *Trichoderma harzianum* 1295–22 to strawberries for *Botrytis* control. *Biological Control*, 18:235–242.
- Kowalska J. 2011. Effects of *Trichoderma asperellum* [T1] on *Botrytis cinerea* [Pers.:Fr.], Growth and yield of organic strawberry. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*, 10(4):107-114.

Çileklerde kurşuni küf (*Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.) hastalığıyla biyolojik mücadelede antagonistleri yaymada vektör olarak bal arıları (*Apis mellifera* L.)'nin kullanımı

- Kuvancı A. 2009. Bal arılarının Polinasyona (Tozlaşma) olan etkisi. Arıcılık Araştırma Dergisi. 1(2): 12–15. Ordu.
- Kuvancı A, G Belgin, K Feyzullah. ve K Yasar. 2010. Bal arısı (*Apis Mellifera* L.) ve diğer böceklerin çilek (*Fragaria* Sp.) bitkisinin polinasyonuna olan etkileri. Uludağ Arıcılık Dergisi, 10 (1): 28-34.
- Leroux P., 2004. Chemical control of *Botrytis* and its resistance to chemical fungicides. Y. Elad, B. Williamson, B. Tudzynski, N. Delen (Eds.), *Botrytis: Biology, Pathology and Control*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, pp. 195–222.
- Lima G, Ippolito A, Nigro F. and Salerno F. 1997. Effectiveness of *Aureobasidium pullulans* and *Candida oleophila* against postharvest strawberry rots. Postharv. Biological Technology,10:169-178.
- Maas J.L. 1998. Compendium of strawberry diseases, second edition. APS pres Minnesota USA, 98p.
- Maccagnani B, Mocioni M, Gullino M.L and Ladurner E. 1999. Application of *Trichoderma harzianum* by using *Apis mellifera* as a vector for the control of grey mold of strawberry: first results. IOBC Bull 22:161–164
- Mustalahti A.M. 2011. Flower visits by honeybees (*Apis mellifera*) in strawberry (*Fragaria x ananassa*) and raspberry (*Rubus idaeus*) and factors affecting flower visiting. MSc thesis, 113.
- Menzler-Hokkanen I. and Hokkanen H.M.T. 2011. Entomovectored biocontrol is superior to spraying against strawberry grey mould. 63rd International Symposium on Crop Protection (May 24, 2011,Ghent, Belgium).pp.20.
- Özbek H. 1979. Kültür Bitkilerinin tozlaşmasında bal arısı (*Apis mellifera* L.). Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. (10):1–2. 171–177.
- Özbilgin N. 1999. Bitkisel üretimde tozlaşma ve tozlaşmada arıların rolü ve önemi. ETAE. Polinasyon Projesi, İzmir.
- Peng G. and Sutton J.C. 1991. Evaluation of microorganisms for biocontrol of *Botrytis cinerea* in strawberry. Canadian Journal of Plant Pathology, 13:247-257.
- Peng G, Sutton J.C. and Kevan P.G. 1992. Effectiveness of honeybees for applying the biocontrol agent *Gliocladium rosea* to strawberry flowers to suppress *Botrytis cinerea*. Canadian Journal of Plant Pathology, 14:117–129.
- Shafir S, Dag A, Bilu A, Abu-Toamy M, Elad Y. 2006. Honeybee dispersal of the biocontrol agent and *Trichoderma harzianum* T39: effectiveness in suppressing *Botrytis cinerea* on strawberry under field conditions. European Journal of Plant Pathology, 116:119–128.
- Skrebtsova N.D. 1957. Role bees in pollination of strawberries. Pchelovodstvo, 34(7):34-36.

- Soodla M. 2012. Biocontrol of grey mould (*Botrytis cinerea* Pers.) on strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.): honey bees (*Apis mellifera* L.) efficiency. MSc thesis, Pp:63.
- Staudt G. 1989. The species of *Fragaria* the taxonomy and geographical distribution. Acta Horticulturae, 439:55-62.
- Sutton J.C. and Peng G. 1993. Biocontrol of *Botrytis cinerea* in strawberry leaves. Phytopathology, 83:615-621.
- Swadling I.R. and Jeffries P. 1996. Isolation of microbial antagonists for biocontrol of gray mould disease of strawberries. Biocontrol Science and Technology, 6: 125-136.
- Tronsmo A. 1992. Leaf and blossom epiphytes and endophytes as biological control agents. In: Tjamos ES, Papavizas GC and Cook RJ (eds), Biological Control of Plant Diseases, Progress and Challenges for the Future. (pp.43-54) Plenum Press, New York, USA.
- Yu H. and Sutton J. C. 1997. Effectiveness of bumblebees and honeybees for delivering inoculum of *Gliocladium roseum* to raspberry flowers to control *Botrytis cinerea*. Biological Control, 10:113–12.