

Orijinal araştırma (Original article)

Entomopatojen fungus, *Lecanicillium lecanii* (Sordariomycetes: Hypocreales)'nin bazı fitofag Hemiptera türlerine etkisi

Effect of entomopathogenic fungus, *Lecanicillium lecanii* (Sordariomycetes: Hypocreales) on some phytophagous Hemiptera species

Selda TELLİ^{1*}

Sibel DERVİŞ²

Abdurrahman YİĞİT²

Summary

This study evaluates the entomopathogenic fungus, *Lecanicillium lecanii* (Sordariomycetes: Hypocreales) for prevalence in citrus orchards of Hatay and effectiveness in controlling some phytophagous Hemiptera species. Experiments were conducted under both field conditions and laboratory conditions at 25±3°C and 80±5% relative humidity (RH) under 16:8 hour L:D photoperiod using 1x10⁷ conidia ml⁻¹ concentration of *L. lecanii*. Infected individuals were counted 5 to 10 days after inoculation. In laboratory conditions, the average mortality due to *L. lecanii* was 47.54% (23.03-74.55%) on *Coccus hesperidum* L. (Hemiptera: Coccidae), 61.42% (10.64-100%) on *Aphis gossypii* Glov., 84.02% (57.39-100%) on *Macrosiphum rosae* L. (Hemiptera: Aphididae) and 46.63% (22.35-77.36%) on *Bemisia tabaci* Genn. (Hemiptera: Aleyrodidae). The fungus did not colonize on *Ceroplastes floridensis* Comst. (Hemiptera: Coccidae) and *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae) at all. The findings revealed that entomopathogenic fungus under field conditions was found to be effective on *C. hesperidum* and *M. rosae* resulting in 78.05% (50.25-87.76%) and 78.82% (26.46-100%) mortality, respectively; there was no effect on *C. floridensis*. It can be suggested that the incorporation of this entomopathogenic fungus into the agricultural areas would be useful in terms of integrated pest management strategies.

Key words: *Lecanicillium lecanii*, prevalence, pathogenicity, Hemiptera, Hatay

Özet

Bu çalışmada entomopatojen fungus *Lecanicillium lecanii* (Sordariomycetes: Hypocreales)'nin Hatay turuncgil alanlarında yayılışı, zarar şekli ve bazı fitofag Hemiptera türlerine etkisi ortaya konmuştur. Denemeler arazi ve 25±3°C sıcaklık, %80±5 orantılı nem ve 16:8 (L:D) ışıklandırma şartlarındaki laboratuvar ortamında *L. lecanii*'nin 1x10⁷ konidi ml⁻¹ inokulum yoğunluğunda yürütülmüştür. Uygulamadan 5-10 gün sonra enfekteli birey oranları belirlenmiştir. Laboratuvar şartlarında *L. lecanii*'nin, *Coccus hesperidum* L. (Hemiptera: Coccidae), üzerinde ortalama %47.54 (%23.03-74.55), *Aphis gossypii* Glov.'de ortalama % 61.42 (%10.64-100), *Macrosiphum rosae* L. (Hemiptera: Aphididae)'de %84.02 (%57.39-100) ve *Bemisia tabaci* Genn. (Hemiptera: Aleyrodidae)'de %46.63 (%22.35-77.36) oranlarında ölüm oluşturduğu; *Ceroplastes floridensis* Comst. (Hemiptera: Coccidae) ve *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae)'de ise gelişemediği belirlenmiştir. Çalışma sonucunda entomopatojen fungusun arazide *C. hesperidum*'da ortalama %78.05 (%50.25-87.76) ve *M. rosae*'ya %78.82 (%26.46-100) oranlarında etkili olduğu; *C. floridensis*'te ise gelişmediği ortaya konmuştur. Söz konusu entomopatojen fungusun tarım alanlarında uygulanabilmesi açısından geliştirme çalışmalarının yapılması, entegre zararlı mücadele yönetimi açısından yararlı olacaktır.

Anahtar sözcükler: *Lecanicillium lecanii*, yayılışı, patojenisite, Hemiptera, Hatay

¹ Mustafa Kemal Üniversitesi, Samandağ Meslek Yüksekokulu, Seracılık Programı, Samandağ / Hatay

² Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Hatay

* Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail:stellimk@mku.edu.tr

Alınış (Received): 25.02.2014

Kabul ediliş (Accepted): 28.08.2014

Giriş

Kültür bitkileri yetiştiriciliğinde sorun olan Arthropoda türlerini, hastalık etmenlerini ve yabancı otları önlemek amacıyla yaygın olarak yapılan kimyasal savaş uygulamalarındaki olumsuzlukların anlaşılmasının ardından, sözkonusu sorunların çözümüne yönelik alternatif bir yöntem olarak biyolojik mücadele uygulamaları önem kazanmıştır. Kültür bitkileri yetiştiriciliğinde verim ve kalite kayıplarına yol açan Arthropod'ların mücadelesinde uygulanan kimyasal savaş yönteminin, başta insan sağlığı olmak üzere, çevreye çok yönlü olumsuz etkilerinin belirlenmesi sonucu, alternatif yöntemlerden biyolojik savaş uygulamalarının yer yer yaygınlaştığı görülmektedir. Biyolojik savaş amacıyla yararlanılan entomopatojen funguslar, pekçok fitofag Arthropod'un mücadelesinde doğada kendiliğinden yayılarak (epizootik) veya laboratuvarlarda üretilerek başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Sözkonusu fitofag türlerle biyolojik savaş yöntemi kapsamında entomopatojen mikroorganizmalar kullanılarak uygulanan mikrobiyal savaşım konusunda birçok çalışma yapılmaktadır (Alay, 1965; Işık et al., 1983; Öncüler, 1974; Evans & Hywel-Jones, 1997; Burges, 1998; Özman & Hatat, 1999; Zare & Gams, 2001; Kim, 2007; Demirci et al., 2008; Gurulingappa et al., 2010; Xie et al., 2010).

Kültür bitkileri yetiştiriciliğinde sorun olan Arthropoda türlerini önlemek amacıyla mikrobiyal savaşta kullanılan entomopatojen funguslar Ascomycota, Basidiomycota, Entomophthoromycotina, Blastocladales, Kickxellomycotina, Microsporidia ve Neocallimastigomycota altbölümlerinde bulunurlar (Stock et al., 2009). Bugüne kadar 400-500 kadar fungus türünün böceklerde patojen olduğu bildirilmiştir (Hall & Papierok, 1982; Zimmermann, 1986; Erkiş & Uygun, 1993; Kılıç & Yıldırım, 2008). Bu entomopatojen funguslardan *Lagenidium*, *Entomophaga*, *Neozygites*, *Entomopytora*, *Erynia*, *Aschersonia*, *Lecanicillium*, *Nomuraea*, *Hirsutella*, *Matarhizium*, *Beauveria* ve *Isaria* cinslerinin bitki koruma alanında önem kazandığı belirtilmektedir (Robert & Wraight, 1986; Kılıç & Yıldırım, 2008).

Cherkasov (1986) USSR'de *Verticillium*'ün serada *Bemisia tabaci* Genn.(Hemiptera: Aleyrodidae)'ye yeterli düzeyde etkili bulunduğunu; Hall (1982), Yarkulov (1986), Solevei & Shvets (1989), Sukhova (1987) ve Schaaf et al. (1990) ise çeşitli Avrupa ülkelerinde *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas (Sordariomycetes: Hypocreales) uygulamalarından Sera beyazsineği, *Trialeurodes vaporariorum* Westw.(Hemiptera: Aleyrodidae)'un biyolojik savaşında başarılı sonuçlar alındığını bildirmişlerdir.

Yücel et al. (1995) *V. lecanii*'nin bir biyopreparatı olan "Mycotal"ı 10^{5-9} spor ml^{-1} konsantrasyonlarında in-vitro ve serada 1.3 g/l dozunda (Mycotal) etkili bulmuşlardır *L. (=Verticillium) lecanii*'nin ("Vertalec" adlı preparatının) yaprakbiti ve beyazsineklere karşı, *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.'nin (Sordariomycetes: Hypocreales) (BotaniGardES", "Mycotrol" ve "Naturalis" adlı preparatları) özellikle beyazsinekler, yaprakbitleri, tripsler, unlubitler, psyllidler, tel kurtları ve çekirgelere karşı kullanıldığı bildirilmiştir (Burges, 1998; Butt & Copping, 2000; Demirci et al., 2008).

Entomopatojen funguslar nem oranı yüksek ortamlarda epidemi yaparak fitofag arthropod'ları baskı altına alabilmektedir. Toprak nemi *V. lecanii*'nin kalıcılığını etkilemekte, nem yeterli düzeyde bulunmadığı durumlarda toprakta konidilerin canlılığını yitirmesi sözkonusu olmaktadır (Storey & Gardner, 1988).

Lecanicillium lecanii'nin bazı Lepidoptera, Hymenoptera ve Diptera türleri ile thrips, yaprakbiti, coccid ve akarlar üzerinde çok etkili olduğu bildirilmiştir (Alavo et al., 2001). Ülkemizde de Coccoidae (Hemiptera) (Alay, 1965; Işık et al., 1983; Öncüler, 1974) ve Eriophyoidea (Acarina) (Özman & Hatat, 1999) familyasındaki bazı türlerde *V. lecanii*'nin enfeksiyon yaptığı bilinmektedir.

Erzin (Hatay)'de 2009 yılında bir turuncgil bahçesinde beyazlaşmış ve canlılığını yitirmiş *Coccus* bireyleri dikkati çekmiş ve bunların entomopatojen bir fungustan ileri gelebileceği öngörülmüştür. Yapılan incelemelerde bu fungusun *L. lecanii* olduğu anlaşılmıştır. Bu çalışma ile entomopatojen bir fungus olarak belirlenen *L. lecanii*'nin Hatay ili'ndeki yayılışı ile bazı fitofag Hemiptera türlerine etkisi doğa ve laboratuvar şartlarında araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

1. Entomopatojenin Tespiti ve Patojenite Çalışmaları

Hatay ilinin Erzin ilçesinde fitofag Arthropodlarla entegre mücadele programı uygulanan, üreticiye ait bir turuncgil bahçesinde (Washington çeşidi portakal ve Satsuma çeşidi mandarin) 23 Mayıs 2009'da entomopatojen bir etmenle bulaşık Yumuşak koşnil, *Coccus hesperidum* L. (Hemiptera: Coccidae) ergin ve nimfleri toplanmıştır. Bu amaçla çalışma yapılan bahçede köşegenler boyunca her beşinci ağacın çevresinde dolaşarak, dört yönden, boy hizasında (1.2-1.5 m) iç ve dış kısımlardan rastgele 20'şer yaprak alınmıştır. Her ağaçtan alınan yapraklarda bulunan *C. hesperidum* bireyleri büyüteçle incelenerek, toplam koşnil sayısı, yaprak sayısına bölünerek bahçenin *C. hesperidum* yoğunluğu belirlenmiştir.

Sözkonusu turuncgil bahçesinde 16 Haziran 2009-05 Aralık 2010 tarihleri arasında yaklaşık birer ay aralıklarla incelenen ağaçların dört yönünden, uçtan itibaren sürgünlerin 15 cm'lik kısımlarında entomopatojen etmenle bulaşık ve entomopatojensiz *C. hesperidum* bireylerine rastlanılmış; sürgünlerin bu kısımları kesilerek kâğıt torbalara konmuştur. Bu örneklerin her biri için gerekli bilgiler kaydedildikten sonra buz kutuları içinde laboratuvara getirilerek sözkonusu entomopatojen etmenle bulaşıklık yönünden sayılmıştır. Böylece *C. hesperidum* üzerinde entomopatojen fungusun Haziran 2009-Aralık 2010 boyunca enfeksiyon oranı seyri (%) belirlenmiştir. Aynı bahçede 2011-2012 yıllarında da düzenli olmayan aralıklarla yaklaşık iki ayda bir yapılan örneklemelerde sürgün ve yapraklar üzerinde *C. hesperidum* bireyleri *L. lecanii* bulaşması yönünden incelenmiştir. Çalışmaların yürütüldüğü bahçede herhangi bir fungusit uygulaması yapılmamıştır.

Tespit edilen entomopatojen fungusun teşhis edilmesinde Patates dextroz agar (PDA) ve Sabouraud dextroz agar (SDA) ortamları, izolasyon ve izolatin geliştirilmesi amaçlarıyla kullanılmıştır. Ölü *Coccus* sp. ergin ve nimfleri %2 sodium hypochlorite'de bir dakika bekletilmiş ve filtre kâğıtlarında kurutulmuş; sonra PDA dökülmüş petrilere aktararak 25°C'de bir hafta süreyle inkübe edilmiştir. Ölü erginlerden elde edilen entomopatojen etmen izolatları kolonilerin çapı, rengi ve misel yapısı gibi morfolojik görünümeleri ve optik mikroskopta gözlemlenen özellikleriyle Zare & Gams (2001)'a göre teşhis edilmiş; fungal kolonilerin kenarlarından özeyle kesilen küçük agar diskleri SDA'ya aktarılmıştır.

Teşhis edilmiş izolat kolonileri Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Fitopatoloji laboratuvarında 4°C PDA eğik agarlarında ve -80°C'de steril zarflar içerisindeki kâğıt kültürlerde muhafaza edilmiştir.

Elde edilen 30 entomopatojen fungus izolatinin *Aphis gossypii* Glov. (Hemiptera: Aphididae) kolonilerinde ön patojenisite denemelerinden sonra, en virülent (uygulamadan 7 gün sonra 3×10^7 konidi ml^{-1} 'de %100 ölüm meydana getiren) ve en fazla konidi üreten (8×10^8 konidi ml^{-1}) Llec15 kodlu olanı denemelerde kullanılmak üzere seçilmiştir. Sözkonusu izolat fungal gelişim ve konidi üretimi için SDA'da 25°C'de 2-3 hafta süreyle inkübe edilmiştir. Bu izolatla homojen bir süspansiyon elde etmek için, steril damıtık suya 0.2 ml/l Tween 80 eklenip çalkalayıcıda 5 dakika süreyle çalkalanmış ve ince bir tülbentten steril cam erlenler içine süzdürülerek kalıntıları uzaklaştırılmıştır. Daha sonra bu süspansiyon seyreltilerek yoğunluğu haemocytometer (Thoma lamı) kullanılarak 1×10^7 konidi ml^{-1} 'ye ayarlanmıştır. Ayrıca enfekteli böceklerden reizalasyon çalışmaları yapılmıştır.

2. Entomopatojen Fungusun Yayılma Durumu

Hatay'da Yumuşak koşnil ile bulaşık turuncgil bahçelerinde entomopatojen fungusun yaygınlık durumunu incelenmek amacıyla Antakya, Belen, Dört Yol, Erzin, Hassa, İskenderun, Kırıkhan ve Samandağ ilçelerindeki turuncgil alanlarının ortalama %2.60 (0.57-3.30)'unda sörvey yapılmıştır (Bora & Karaca, 1970) (Çizelge 1).

Çizelge 1. Hatay ilinde 2010 yılında entomopatojen fungus örnekleme yapılan *Coccus hesperidum* ile bulaşık turunçgil alanları

Örnekleme yapılan ilçeler	Toplam ağaç sayısı ¹	Sörvey yapılan ağaç oranı (%)
Antakya (Merkez)	96 615	0.57
Belen	1662	9.03
Dörtiyol	1 508 580	1.85
Erzin	1 610 000	1.19
Hassas	11 275	2.44
İskenderun	497 100	1.56
Kırıkhan	17 970	0.89
Samandağ	446 000	3.30
Toplam/Ortalama	4 189 202	2.60

¹Hatay Tarım İl Müdürlüğü kayıtları (2009)

Bu amaçla Yumuşak koşnil ile bulaşık turunçgil bahçelerinden tesadüfen 10'ar ağaçtan alınan 20'şer sürgün laboratuvarda stereo-mikroskopla incelenmiştir. Yumuşak koşnil ergin ve/veya nimfleri sağlıklı ve enfekteli olarak kaydedilerek, ilçelere göre Yumuşak koşnil popülasyonlarının entomopatojen fungusla doğal enfeksiyon oranları (%) belirlenmiştir.

3. Laboratuvar ve Arazi Çalışmaları

Söz konusu entomopatojen fungus 1×10^7 konidi ml^{-1} yoğunluğunda arazide mandarin ağaçlarında Turunçgil kahverengi yumuşak koşnili, *C. hesperidum*, Yıldız koşnili, *Ceroplastes floridensis* Comst. (Hemiptera: Coccidae) ve gül bitkisinde Gül yaprakbiti, *Macrosiphum rosae* L. (Hemiptera: Aphididae)'ye; laboratuvar şartlarında ise saksılarda yetiştirilmiş turunç fidanlarında *C. hesperidum*, *C. floridensis*; patlıcan ve pamuk bitkilerinde Pamuk yaprakbiti, *Aphis gossypii* Glov. ve gülde *M. rosae* (Hemiptera: Aphididae); pamuk bitkisinde Tütün beyazsineği, *Bemisia tabaci* ve sürgün vermiş patatestede Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae)'ye el pülverizatörü ile hazırlandıktan hemen sonra uygulanmıştır.

Çalışmada yer alan böcekler Antakya ve Erzin'deki kültür bitkilerinden elde edilerek $25 \pm 3^\circ\text{C}$ sıcaklık, 80 ± 5 orantılı nem ve 16:8 (L:D) aydınlık şartlarındaki iklim odasında turunç, gül, patlıcan ve pamuk bitkilerinde çoğaltılmıştır. Bu iklim odalarında her bir böcek türü 1.0×1.5 m boyutlarındaki kafesler içerisindeki plastik saksılarda yetiştirilmiş olan konukçularında ayrı ayrı çoğaltılmıştır. Entomopatojen fungus belirlenen dozda sözkonusu böcekler üzerinde ince bir film tabakası oluşturulacak şekilde uygulanmış; şahit parsellere saf su püskürtülmüştür. Bu çalışmalar 4-12 tekerrürlü olarak, tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür.

Arazi çalışmaları tesadüf blokları deneme desenine göre 4-5 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Erzin'de *C. hesperidum* ve *C. floridensis* ile bulaşık mandarin ağaçlarında ve Antakya'da *M. rosae* ile bulaşık gül bitkilerinde işaretlenmiş dallar/sürgünler üzerine entomopatojen fungus belirtilen dozda uygulanmıştır. Şahit parsellerde söz konusu zararlı böceklerle bulaşık 4 bitkiye saf su püskürtülmüştür.

Entomopatojen fungusun bazı fitofag Hemiptera türlerine uygulama tarihleri ve her parseldeki birey sayıları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Entomopatojen fungus, *Lecanicillium lecanii*'nin arazide ve laboratuvarda uygulandığı Hemiptera türleri, uygulama tarihleri ve birey sayıları

Hemiptera türleri	Entomopatojen fungus uygulama tarihleri, yer	Entomopatojen fungus uygulanan Hemiptera türleri birey sayısı			Arazi ve laboratuvarda entomopatojen fungus uygulanmayan (şahit) Hemiptera (birey/parşel)
		Tekerrür (n)	Laboratuvar (birey/parşel)	Arazi (birey/parşel)	
<i>Coccus hesperidum</i>	Ocak-Nisan 2010, Antakya-Erzin	4	100	250	25
<i>Aphis gossypii</i>	Kasım-Aralık 2010, Antakya	10	100	-	50
<i>Macrosiphum rosae</i>	Nisan-Mayıs 2010, Antakya	4	175	325	50
<i>Bemisia tabaci</i>	Kasım-Aralık 2010, Antakya	12	84	-	50
<i>Ceroplastes floridensis</i>	Temmuz -2009, Antakya-Erzin	5	50	80	25
<i>Planococcus citri</i>	Mart- Mayıs 2010, Antakya	5	100	-	25

Çalışmada yer alan fitofag türlere entomopatojen fungus uygulamasından 5-10 gün sonra stereoskopik mikroskoplara yapılan incelemelerde, üzerinde hif/konidi gelişimi görülen ve/veya vücut sıvısını kaybederek kurumuş bireyler enfekteli/ölü olarak değerlendirilmiştir. Laboratuvar ve arazi şartlarında uygulama yapılan bütün tekerrürlerden alınan örnek bireylerden re-izolasyon çalışmaları yapılmıştır.

Arazi çalışmalarının yapıldığı süre boyunca Erzin'e aylık meteorolojik değerler, en yakın Meteoroloji İstasyonu olan Dörtöy (Hatay) Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınmıştır.

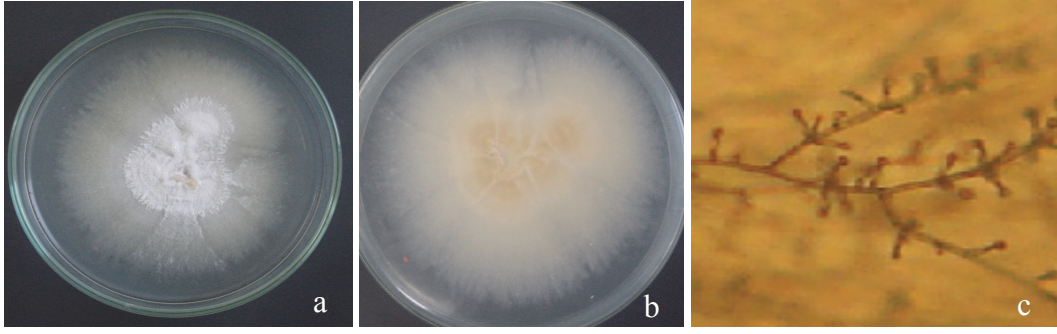
Araştırma Sonuçları ve Tartışma

1.Entomopatojenin Tespiti ve Patojenite Çalışmaları

Çalışmanın yapıldığı Dörtöy ve Erzin (Hatay)'indeki turuncgil bahçelerinden elde edilen Yumuşak koşnil, *Coccus hesperidum* L. örneklerinde yapılan izolasyon çalışmaları sonucunda, bulunan entomopatojen fungus, *Lecanicillium lecanii* olarak 16.3.2009'da teşhis edilmiştir (Şekil 1).

Bütün *L. lecanii* izolatlarını kolonileri üstten beyaz (Şekil 1a), alttan sarımsı-beyaz (Şekil 1b) gelişim göstermiştir. Diğer *Lecanicillium* türlerinde olduğu gibi, konidioforlarda verticillat dallanma karakteristik olarak gözlenmiş ve şişe şeklindeki fialidler üzerinde başçık halinde konidiler oluşmuştur (Şekil 1c). Şeffaf konidiler kısa elipsoit şeklinde görülmüş ve izolatların konidi ölçümlerinin ortalaması yaklaşık olarak 2.50x1.0 µm boyutlarında olmuştur. Erkılıç (1992) da *V. lecanii* konidilerinin elipsoit-silindir şeklinde, konidioforların karakteristik verticillat şeklinde olduğunu ve entomopatojen fungusun böcekler üzerinde pamuk gibi beyazımsı-sarı kolonilerinin bulunduğunu bildirmiştir.

Çalışmanın yapıldığı bahçede sürgün ve dallar üzerindeki *C. hesperidum* dişilerini entomopatojen fungus enfekte ettiğinde, bunların vücut sıvısını kaybederek dikkat çekecek şekilde beyaz renge dönüştüğü ve bireylerin öldüğü belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 1. Entomopatojen fungus, *Lecanicillium lecanii*'nin PDA'da gelişimi (a-üstten görünüş; b-alttan görünüş); c- verticillat dallanan konidioforlar ve şişe şeklindeki fialidler.



Şekil 2. *Lecanicillium lecanii* ile enfekteli *Coccus hesperidum* dişilerinin görünümü (a, b-sürgünde ve c-stereomikroskopta).

Sözkosu bahçede 16.6.2009'da tesadüfi olarak alınan 600 *C. hesperidum* ergin+nimfinin %50.25 oranında *L. lecanii* ile enfekteli olduğu belirlenmiştir. *L. lecanii* ile bulaşık *C. hesperidum* dişileri daha sonra kuruyarak toprağa dökülmektedir. Yapılan gözlemlerde bahçedeki bütün ağaçların her yönünde ve alt, orta ve üst bölümlerinde enfekteli bireylere rastlanılmıştır. Benzer şekilde *V. lecanii* enfeksiyonu sonucu ölen böceklerin kireçleşmiş gibi beyaz renk aldığı bildirilmiştir (Öncüer, 1984; Sullivan et. al., 2009).

2. Entomopatojen Fungusun Yayılma Durumu

Hatay ilinde *C. hesperidum* görülen turuncgil alanlarında *L. lecanii*'nin bulaşma oranları Erzin'de ortalama %3.13 ve Dört Yol'da %0.01 olarak bulunmuş; öteki ilçelerde sözkonusu entomopatojen fungus ile enfekteli bireyler tespit edilememiştir.

3. Laboratuvar ve Arazi Çalışmaları

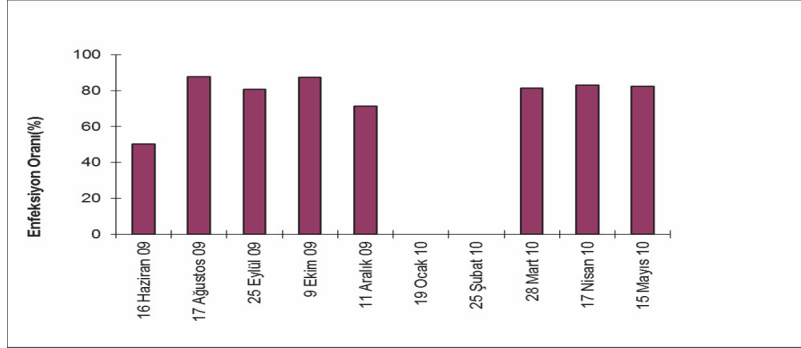
Turuncgil Kahverengi Yumuşak Koşnili, *Coccus hesperidum* L. (Hemiptera: Coccidae)

Laboratuvarda yapılan çalışmalar sonucunda *L. lecanii*'nin *C. hesperidum* üzerinde ortalama %47.54 (%23.03-74.55) oranında enfeksiyon oluşturduğu belirlenmiştir.

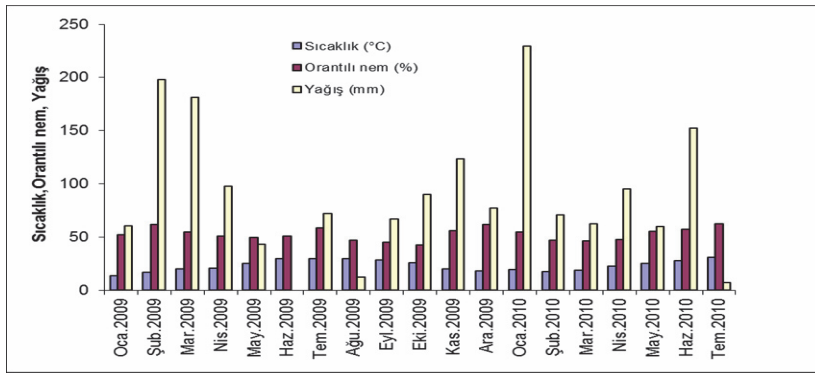
Erzin ilçesinde çalışma yapılan bahçede 2009-2010 yıllarında incelenen sürgünlerde *C. hesperidum*'ün *L. lecanii* ile bulaşma oranlarına ait sonuçlar Şekil 3'te, meteorolojik veriler ise Şekil 4'te verilmiştir.

Şekil 3'ün incelenmesiyle anlaşılabacağı gibi, *L. lecanii* ile enfeksiyonlu *C. hesperidum* oranının Haziran 2009'da ortalama %50.25 olduğu belirlenmiştir. Ağustos-Aralık (2009) aylarında bu oranın ortalama % 87.76-%71.43 düzeylerinde olduğu görülmüş; aylık ortalama sıcaklığın 12.6 -12.8°C, orantılı nemin %55.0-%47.0 ve yağışın 229.3-71.1 mm düzeylerinde seyrettiği Ocak-Şubat (2010) aylarında ise, sürgünlerde enfeksiyonlu *C. hesperidum* bireyleri bulunamamıştır. Havaaların ısınmasıyla birlikte Mart-2010 ayında (ortalama sıcaklık 15.4°C, orantılı nem %46.5, yağış 62.5 mm) enfeksiyonlu *C. hesperidum*

oranı %81.48 olarak bulunmuştur. Söz konusu zararlı böceğin konukçusunda genellikle beslenme etkinliğinde bulunmadığı Ocak-Şubat 2010'daki değerler göz ardı edilirse, çalışma süresince enfeksiyon oranı ortalama %78.05 olarak seyretmiştir. Bu oran *C. hesperidum*'u baskı altına almada yüksek bir etki düzeyi olarak değerlendirilmektedir. Nitekim çalışmanın yürütüldüğü bahçede Temmuz- Aralık 2010 dönemi boyunca *C. hesperidum* bireylerine rastlanılmamıştır.



Şekil 3. Erzincan (Hatay)'de 2009-2010 yıllarında Satsuma çeşidi mandarin bahçesinde *Coccis hesperidum* üzerinde entomopatojen fungus, *Lecanicillium lecanii*'nin enfeksiyon oranı seyri.



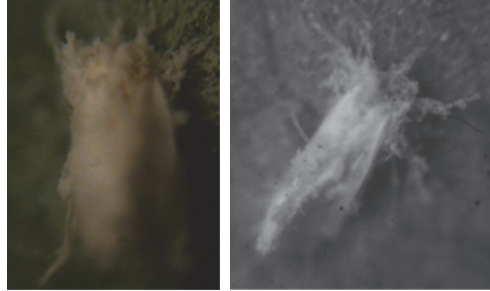
Şekil 4. Dörtöyl (Hatay)'un 2009-2010 yıllarına ait ortalama sıcaklık, orantılı nem ve yağış değerleri (Dörtöyl (Hatay) Meteoroloji Müdürlüğü).

Çalışmaların yürütüldüğü turuncgil bahçesine en yakın meteoroloji istasyonundan, enfeksiyonun yüksek (%87.76-87.3) olduğu dönemlere (Ağustos-Ekim 2009) ait bildirilen sıcaklık, orantılı nem ve yağış değerleri gözönüne alındığında (29.6-26.1°C, %47.2-42.5, 12.3-89.9 mm), bu bahçedeki ağaçların taç içerisindeki sıcaklığın daha düşük; orantılı nemin ise daha yüksek olabileceği değerlendirilmektedir (Şekil 4). Bu durum taç içerisindeki iklim şartlarının, söz konusu entomopatojen fungusun gelişimi için elverişli bir ortam sağladığını göstermektedir. *L. lecanii*'nin 15-25 °C sıcaklık ve %85-90 orantılı nemde gelişebildiği ve seralarda konukçusunda doğal olarak epidemiy meydana getirebileceğini bildirilmiştir (Kılıç & Yıldırım, 2008; Yücel et al., 1995).

Verticillium lecanii'nin *Parthenolecanium cornutum* Cokll.'a %75 oranında etkili olduğu (Işık et al., 1983); *L. lecanii* konidilerinin *C. hesperidum* kutikulası üzerinde kolayca tutunabildiğini ve kutikulanın üst kısımlarında bölgeler halinde bulunduğunu belirlenmiştir (Xie et al., 2010). Çeşitli araştırmacılar da süs bitkileri, meyve ve orman ağaçlarında önemli zararlar oluşturan kabuklubitlere karşı *L. lecanii*'nin etkili bir patojen fungus olduğunu bildirmişlerdir (Evans & Hywel-Jones, 1997; Zare & Gams, 2001; Xie et al., 2010). Bu bildirişlerle çalışmamızda elde edilen sonuçlar benzerlik göstermektedir.

Pamuk yaprakbiti, *Aphis gossypii* Glov. (Hemiptera: Aphididae)

Lecanicillium lecanii Pamuk yaprakbiti, *A. gossypii*'de, laboratuvar şartlarında ortalama %61.42 (%10.64-100) oranında enfeksiyon oluşturmuştur (Şekil 5).



Şekil 5. *Aphis gossypii* üzerinde *Lecanicillium lecanii* gelişimi.

Alavo et al. (2001) çok sık deri değiştirerek %100 spor kaybına sebep olabilmeleri dolayısıyla, yaprakbitlerini baskı altına almada *V. lecanii* kullanımının güvenli olmadığını bildirmektedir. *L. attenuatum* CS625 (= *V. lecanii* CS625) izolatının farklı yoğunlukları (1×10^4 , 1×10^6 ve 1×10^8 konidi ml^{-1}) *A. gossypii*'de ölümlere sebep olması yanı sıra, yaşam süresinde azalmaya sebep olarak da popülasyonu etkileyebilmektedir (Kim, 2007).

Anderson et al. (2007) *L. lecanii*'nin 1×10^7 konidi ml^{-1} yoğunlukta *A. gossypii*'ye uygulandığında her bir denemede %50-56 oranında ölüm meydana getirdiğini; *L. lecanii* sporlarının yaprak damarlarının yanlarında toplandığını, yaprak epidermisi üzerinde çimlendiğini ve epidermis hücreleri yüzeyinde ve arasında apressoriumunları ile penetrasyon oluşturduğunu bildirmişlerdir. Entomopatojen fungus, *Lecanicillium* izolatlarının yaprakbitlerini baskı altına almada etkili olduğu ve *L. lecanii* 41185 izolatının 10^7 ve 10^8 konidi ml^{-1} yoğunlukta, seralarda değişken sıcaklık ve bağıl nemde *Myzus persicae* ve *A. gossypii*'yi baskı altına almada kullanıldığı bildirilmiştir (Vu et al., 2007; Vu et al., 2008). Gurulingappa et al. (2010) *L. lecanii*'nin *A. gossypii*'nin önemli bir entomopatojeni olduğunu; Sahayaraj & Namachivayam (2011) da tarla şartlarında *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae) ile mücadelede, *Paecilomyces fumosoroseus* ve *V. lecanii*'nin *B. bassiana*'dan daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Yaprakbitlerinin kısa sürede gelişmelerini tamamladığı, bitkisel üretimde hasta bitkilerden sağlıklı bitkilere virüs taşıyarak verim ve kalite kayıplarına yol açtığı, bu yüzden parazitoit ve predatörleri korunarak mücadele yapılması gerektiği bilinmektedir. Aiuchi et al. (2012) *L. lecanii*'nin, *A. gossypii*'yi *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiinae)'nin parazitlenmesinden 7 gün sonra %60 oranında etkilediği, parazitlenmeden 8-9 gün sonra ise etkisinin azaldığı ya da inokulasyon meydana getirmediğini belirlemişlerdir. Alfouh & Khan (2012) *V. lecanii*'yi *Toxoptera citricida* Kirkaldy (Homoptera: Aphididae) uyguladıklarında LC_{50} değerlerinin 2.26×10^{10} konidi ml^{-1} olduğunu ve en yüksek konsantrasyonda (1.49×10^9 konidi ml^{-1}) ölüm oranının 12 gün sonra %78.9'a çıktığını bildirmişlerdir.

Gül yaprakbiti, *Macrosiphum rosae* L. (Hemiptera: Aphididae)

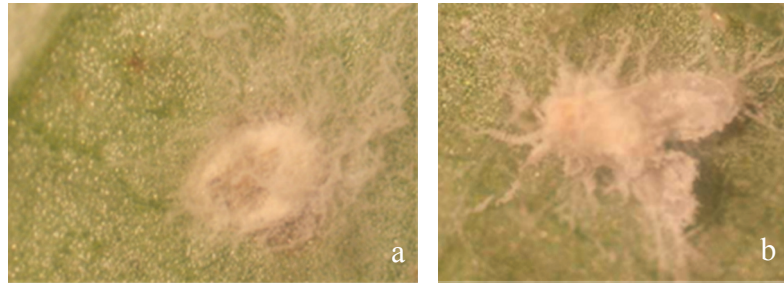
Lecanicillium lecanii, *M. rosae*'da laboratuvar şartlarında ortalama %84.02 (%57.39-100.00), arazi çalışmaları sonucunda ise ortalama %78.77 (%26.46-100.00) oranlarında enfeksiyon oluşturmuştur.

Qiong & Shengyong (2009) *V. lecanii*'nin *Macrosiphum rosivorum* Zhang'a 2×10 konidi ml^{-1} konsantrasyonunda uygulandıktan 8 gün sonra %93.6 ölüm meydana getirdiğini bildirmişlerdir. Diaz et al. (2009) İspanya'da enfekteli yaprakbitlerinden izole edilen yedi *L. lecanii* izolatı ICAL6 konidi üretimi için en yüksek değeri (3.4×10^8 konidi ml^{-1}) göstermiş ve *M. persicae* üzerinde en yüksek ölüm oranına (%95) sahip olmuş; böylece ticari olarak üretilen ve %91.6 oranında etkili bulunan Vertalec [A(R)]'den daha

virulent olduğunu bildirmişlerdir. Bu konuda daha önce yapılan çalışmalarda elde edilen etki düzeyleri, *M. rosae* için elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Pamukta Tütün Beyazsineği, *Bemisia tabaci* Genn. (Hemiptera: Aleyrodidae)

Laboratuvar şartlarında entomopatojen fungus, *L. lecanii*'nin *B. tabaci*'yi enfeksiyon oranı ortalama %46.63 (%22.35-77.36) olarak bulunmuş ve sözkonusu entomopatojen fungusun beyazsinek erginleri üzerinde de geliştiği belirlenmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. *Bemisia tabaci* larva (a) ve ergin (b) bireyleri üzerinde *Lecanicillium lecanii* gelişimi.

Lecanicillium lecanii'nin *B. tabaci* ve *T. vaporariorum*'u enfekte ettiği ve sözkonusu türlerin biyolojik savaşında başarılı sonuçlar alındığını bildirilmişlerdir (Hall, 1982; Cherkasov, 1986; Yarkulov, 1986; Solevei & Shvets, 1989; Sukhova, 1987; Schaaf et al., 1990). Yücel et al. (1995) da *V. lecanii*'nin bir biyopreparatı olan "Mycotal"dan laboratuvar şartlarında *B. tabaci* larva ve pupalarını 10^{5-9} spor ml^{-1} konsantrasyonlarında %30.4-98.2 ve serada bu preparat ile 1.3 g/l dozunda birer hafta aralıklarla yapılan üç uygulama sonunda %69.7-96.01 oranlarında etkili bulmuşlardır. *L. lecanii*'nin beyazsineklerin mücadelede birçok ülkede ticari olarak kullanılan biyopestisitlerin başında geldiği kaydedilmektedir (Lipa, 1985, 1996).

Jerzy & Peter (1999) ve Kılıç & Yıldırım (2008) sokucu emici ağız yapısına sahip olan beyazsineklerin bakteri ve virüs gibi entomopatojen etmenlerce baskı altına alınamayacağını, ancak entomopatojen funguslarla bunun mümkün olabileceğini kaydetmektedirler. Fransen (1990), Kılıç & Yıldırım (2008), Gurulingappa et al. (2011) ve Hoddle (2013) beyazsineklerin entomopatojen funguslarla mücadelesinde yaygın olarak *L. lecanii*, *B. bassiana*, *Aschersonia aleyrodis* Webber (Sordariomycetes: Hypocreales) ve *P. fumosoroseus*'in kullanıldığını bildirmişlerdir. Günümüzde bu entomopatojen türlerden, *L. lecanii*, *B. bassiana* ve *P. fumosoroseus*'un ticari preparatları beyazsinek mücadelesinde kullanılmakta (Kılıç & Yıldırım, 2008); Türkiye'de bir *V. lecanii* preparatı olan Mycotal, domateste *B. tabaci* mücadelesinde önerilmektedir (Anonymous, 2008).

Lecanicillium lecanii'nin spor solüsyonu *B. tabaci* ve *T. vaporariorum*'un yumurta 1-3. dönem larvaları ile bulaşık *Euphorbia* ssp. yapraklarına püskürtüldüğünde, *T. vaporariorum*'da %79-96; *B. tabaci*'de ise %89-96'dan daha yüksek oranda ölüm meydana geldiği, *L. lecanii* ile birlikte aynı zamanda herhangi bir fungusit kullanılmaması gerektiği belirtilmiştir (Hoddle, 2013). *V. lecanii* blastosporlarından üretilmiş preparatlarından Vertalec'in yaprakbitlerine, Mycotal'ın ise beyazsineklerle mücadelede kullanıldığı açıklanmış; bu entomopatojenin bazı ırklarınınnsa kabuklu bitlerle mücadelede kullanılabileceği bildirilmiştir (Erkılıç & Uygun, 1993).

Laboratuvar çalışmaları sırasında *A. gossypii*, *M. rosae* ve *B. tabaci* gibi sık deri değiştiren fitofag böceklerin önlenmesinde yer yer düşük etki oranları (%10.64-57.39) elde edilmiştir. Bu durum, sözkonusu böceklerin çok kısa sürede deri değiştirmesi ve gelişmelerini tamamlamaları dolayısıyla spor kaybı sonucu olabilir. Nitekim Erkılıç & Uygun (1993) da deri değiştirme öncesi uygulama yapılması durumunda etmenin hypodermise ulaşamaması sonucunda, böceklerin deri değiştirebildiği ve canlılığını

sürdürebildiğini açıklamaktadırlar. Buna göre sadece bir uygulama ile elde edilen düşük etki düzeylerinin düzeltilmesi için kısa aralıklarla birkaç uygulama yapılması uygun olabilecektir.

Yıldız koşnili, *Ceroplastes floridensis* Comst. (Hemiptera: Coccidae)

Laboratuvar ve arazi çalışmalarında *C. floridensis* üzerinde *L. lecanii*'nin enfeksiyon oluşturmamıştır.

Bununla birlikte Xie et al. (2010) *L. lecanii* konidilerinin *Ceroplastes japonicus* Green, kutikulası üzerinde kolayca tutunabildiğini ve kutikulanın üst kısımlarında bölgeler halinde bulunduğunu bildirmişlerdir.

Turuncgil unlubiti, *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae)

Laboratuvar çalışmalarında *P. citri* üzerinde *L. lecanii* enfeksiyon oluşturmamıştır.

Önceki çalışmalarda da *L. lecanii*'nin *P. citri* üzerinde enfeksiyon oluşturmaması ile ilgili herhangi bir kayda rastlanılmamıştır. Bununla birlikte Demirci et al. (2008) diğer bir entomopatojen fungus olan *Isaria farinosa*'nın *P. citri* üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Gerek laboratuvar ve gerekse arazi çalışmalarında, şahit parsellerdeki bireylerde herhangi bir enfeksiyon gelişmesi gözlenmemiş; uygulama yapılan parsellerden alınan ve enfeksiyon belirtisi gösteren bireylerden yapılan re-izolasyonlar sonucunda *L. lecanii* elde edilmmiştir.

Bu çalışma sonucunda *L. lecanii*'nin çeşitli kültür bitkilerinde *C. hesperidum*, *A. gossypii*, *M. rosae* ve *B. tabaci* popülasyonlarını önlemede etkili olabileceği ortaya konmuştur. Bununla birlikte sık deri değiştiren fitofag böceklerin önlenmesinde sadece bir uygulama ile düşük etki düzeylerinin elde edilmesi de söz konusu olabilmektedir. Bu bakımdan gelişmesini kısa sürede tamamlayan fitofag türlerin önlenmesinde; kısa aralıklarla birkaç uygulama yapılmasının, *L. lecanii*'nin etki düzeyini artırabileceği öngörülmektedir. Sıcaklık ve orantılı nem değerleri bakımından elverişli olabilen ortamlarda mikrobiyal pestisitler kullanılarak fitofag Arthropodların önlenmesine katkı sağlamak üzere, söz konusu entomopatojen fungusun tarım alanlarında etkili olabildiği konularda uygulanabilmesi açısından geliştirme çalışmalarının yapılması yararlı olacaktır.

Teşekkür

Coccus hesperidum'un teşhisindeki yardım ve katkıları için Prof. Dr. Selma Ülgentürk (Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Ankara)'e teşekkür ederiz.

Yararlanılan Kaynaklar

- Alay, K., 1965. *Pulvinaria floccifera*'ya karşı *Verticillium lecanii* ile biyolojik savaş imkânları üzerinde araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni 5(3): 113-120.
- Alavo, T.B.C., H. Sermann & H. Bochow, 2001. Biocontrol of aphids using *Verticillium lecanii* in greenhouse: Factor reducing the effectiveness of the entomopathogenic fungus. Archives of Phytopathology and Plant Protection 34: 407-424.
- Alfour, A. & A. Khan, 2012. Effects of *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas on *Toxoptera citricida* Kirkaldy (Homoptera: Aphididae) and its parasitoid *Lysiphlebus testaceipes* Cresson (Hymenoptera: Braconidae). Plant Protection Sci., 48:123-130.
- Aiuchi, D., Y. Saito, J. Tone, M. Kanazawa, M. Tani & M. Koike, 2012. The effect of entomopathogenic *Lecanicillium* spp. (Hypocreales: Cordycipitaceae) on the aphid parasitoid *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Aphidiinae). Appl. Entomol. Zool. 47:351-357.
- Anderson, M.T., McGee, A.P., Nehl, D.B. & R.K. Mensah, 2007. The fungus *Lecanicillium lecanii* colonises the plant *Gossypium hirsutum* and the *Aphis gossypii*. Australasian Mycologist, 26 (2-3).
- Anonymous, 2008. Ruhsatlı Tarım İlaçları 2008 (Hazırlayan: M. Mete Yücer). Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., İstanbul, 355 s.

- Bora, T. & İ. Karaca, 1970. Kültür Bitkilerinde Hastalığın ve Zararın Ölçülmesi. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders Kitabı, Yayın No: 167, Bornova, İzmir, 43 s.
- Burges, H. D., 1998. Formulation of Microbial Pesticides. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 412 pp.
- Butt, T. M. & L. Copping, 2000. Fungal biological control agents. Pesticide Outlook, 11: 186-191.
- Cherkasov, V. A., 1986. Effectiveness of the biological method in the greenhouse. Zashchita Rastenii 2: 54-56.
- Demirci, F., S. Ülgentürk & M. B. Kaydan, 2008. Entomopatojen *Paecilomyces farinosus*'un Turuncgil Unlubiti *Planococcus citri* ve Bağ Unlubiti *Planococcus ficus* Üzerine Etkinliği ve Bazı Fungisitlerle Etkileşimleri. TÜBİTAK Proje Sonuç Raporu, Proje No: 104O200, Ankara, 86 s.
- Diaz, B. M., M. Oggerin, C. C. L. Lastra, V. Rubio & A. Fereres, 2009. Characterization and virulence of *Lecanicillium lecanii* against different aphid species. BioControl 54:825-835.
- Erkılıç, L., 1992. Studies on the Use of Oil Based Formulations of *Verticillium lecanii* against green peach aphid, *Myzus persicae*. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Adana Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana & Turkey. 113p.
- Erkılıç, L. & N. Uygun, 1993. Entomopatojen fungusların biyolojik mücadelede kullanılma olanakları. Türkiye Entomoloji Dergisi, 17 (2): 117-128.
- Evans, H.C. & N.L. Hywel-Jones, 1997. "Entomopathogenic Fungi. 3-27". In: Soft Scale Insects -Their Biology, Natural Enemies and Control (Eds: Y. Ben-Dov & C.J. Hodgson) .Vol. 7B. Elsevier, Amsterdam & New York. 442 pp.
- Fransen, J. J., 1990. "Natural Enemies of Whiteflies: Fungi, 187-210". In: Whiteflies: Their Bionomics, Pest Status and Management (Ed: D. Gerling). Intercept, Andover, UK, 348p.,.
- Gurulingappa, P., G. Sword, G. Murdoch & P. A. McGee, 2010. Colonization of crop plants by fungal entomopathogens and their effects on two insect pests when *in planta*. Biological Control. 55: 34-41.
- Gurulingappa, P., P. A. McGee & G. Sword, 2011. Endophytic *Lecanicillium lecanii* and *Beauveria bassiana* reduce the survival and fecundity of *Aphis gossypii* following contact with conidia and secondary metabolites. Crop Protection, 30: 349-353.
- Hall, R. A., 1982. Control of whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* and Cotton aphid, *Aphis gossypii* in glasshouses by two isolates of the fungus, *Verticillium lecanii*. Ann. appl. Biol. 101: 1-11.
- Hall, R. A. & B. Papierok, 1982. Fungi as biological control agents of arthropods of agricultural and medical importance. Parasitology, 84: 205-240.
- Hoddle, M.S., 2013. The biology and management of silvella whitefly *Bemisia argentifolii* bellows and perring (Homoptera: Aleyrodidae) on greenhouse grown ornamentals. (Web page: <http://www.biocontrol.ucr.edu/bemisia.html>) (Date accessed: 28.10.2013).
- Işık, M., M. Tunçdemir & A.F. Yanılmaz, 1983. Study on the control possibilities of *Parthenolecanium cornutum* Ckll. by *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viégas. Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 7: 167-175.
- Jerzy, J. L. & S. H. Peter, 1999. Microbial Control of Pests in Greenhouses. Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops. CIHEAM. Kluwer Academic Publishers, 295 pp.
- Kılıç, E. & E. Yıldırım, 2008. Beyazsineklerin (Homoptera: Aleyrodidae) mücadelesinde entomopatojen fungusların kullanım imkanları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 39 (2): 249-254.
- Kim, J.J., 2007. Influence of *Lecanicillium attenuatum* on the development and reproduction of the cotton aphid, *Aphis gossypii*. BioControl 52:789-799.
- Lipa, J. J., 1985. "History of Biological Control in Protected Cultures, 2. Eastern Europa, 23-29". In: Biological Pest Control: The Glasshouse Experience (Ed: N.W. Hussey & N. Scopes), Blandford Press, BASIM YERİ???,.
- Lipa, J. J., 1996. Insect pathology and microbial control in the EEPRS region and in Poland. IOBC/WPRS Bulletin 19 (9):1-11.
- Öncüler, C., 1974. Ege Bölgesinde turuncgil bahçelerinde zararlı Coccus (Homoptera: Coccidae) türlerinin tanınması, yayılışı ve doğal düşmanları üzerinde araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni, Ek Yayın: 1, 59 s.

- Öncüer, C., 1984. Zararlı böceklerle karşı biyolojik savaşta entomopatojen funguslar. Türkiye Bitki Koruma Dergisi 8: 177-189.
- Özman, S.K. & G. Hatat, 1999. "*Phytoptus avellanae* Nal. ve *Cecidophyopsis vermiformis* Nal. (Acarina: Eriophyoidea)'e karşı *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas ile biyolojik savaş olanakları üzerinde araştırmalar, 189-200". Türkiye 4. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri, 26-29 Ocak, Adana,.
- Qiong, K. & Y. Shengyong, 2009. Virulence of *Verticillium lecanii* Viegas to *Macrosiphum rosivorum* Zhang in laboratory. Plant Protection, 35 (3): 161-162.
- Roberts, D.W. & S.P. Wraight, 1986. "Current status on the use of insect pathogens as biological agents in agriculture: Fungi, 510-513". In: Fundemantal and Applied Aspects of Invertabrate Pathology (Eds: R.A. Samson, J.M. Valk & D. Peters). Proc. 4th International Colloguium of Invertabrate Pathology (August 18-22), Veldhoven, The Netharlands,
- Sahayaraj, K. & S.K.R. Namachivayam, 2011. Field evaluation of three entomopathogenic fungi on graundnut pests. Tropicultura 29 (3) Brussels: AGRI-Overseas, 143-147.
- Schaaf , D. A., V. M. Malais & W. Ravensberg, 1990. The use of *Verticillium lecanii* against whitefly and thrips in glasshouse vegetables in the Netherlands. Proceedings and Abstracts Vth International Colloquim on Invertabrate Pathology and Microbial Control Adelaide (20-24 August 1990), Australia,
- Solevei, E. F. & L. I. Shvets, 1989. An experiment in whitefly control. Zashchita Rastenii 4: 22.
- Sukhova, T. I., 1987. The biological method in the greenhouses. Zashchita Rastenii 2: 37-38.
- Stock, S.P., J. Vandenburg, I. Glazer & N. Boemare, 2009. Insect Pathogens Molecular Approaches and Techniques, CAB International; 417pp.
- Storey, K. G. & A. W. Gardner, 1988. Movement of an aqueous spray of *Beauveria bassiana* into the profile of four Georgia soil. Environ. Entomol. 17: 135-139.
- Sullivan, S. K. Ö, H. Öcal, G. T. Sullivan & M. Mıcık, 2009. *Parthenolecanium* spp.'ye karşı kullanılan bazı pestisitlerin *Verticillium lecanii* (Zimmerman) Viégas üzerindeki etkileri. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi Bildiri Özetleri (15-18 Temmuz 2009, Van), 361 s.
- Vu, V.H., S.I. Hong & K. Kim, 2007. Selection of entomopathogneic fungi for aphid control. J. Biosci Bioeng 104: 498-505.
- Vu, V.H., S.II. Hong & K. Kim, 2008. Production of conidia of *Lecanicillium lecanii* 41185 by solid-state fermentation for use as a mycoinsecticide. Mycobiology 36 (3): 183-189.
- Xie, Y., W. Liu, J. Xue, G. Peng, Z. Han & Y. Zhang, 2010. Integument of soft scale insects and the invasion of the pathogenic fungus *Lecanicillium lecanii*. Entomologia Hellenica 19: 66-75.
- Yarkulov, F. Y. A., 1986. The biological method in the greenhouses in the Maritime Territory. Zashchita Rastenii. 12: 20-21.
- Yücel, S., H. Pala, A. Ulubilir & A. Yiğit, 1995. "Seralarda Pamuk Beyazsineği, *Bemisia tabaci* Genn.'ye karşı entomopatojen fungus, *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas'nin etkinliğinin belirlenmesi, 211-215 ». VII. Fitopatoloji Kongresi Bildiriler (26-29 Eylül 1995, Adana), Türkiye Fitopatoloji Derneği Yayınları..
- Zare, R. & W. Gams, 2001. A revision of *Verticillium* sect. Prostrata. III. Generic classification. Nova Hedwigia, 72: 329-337.
- Zimmermann, G., 1986. "Insect patogenic fungi as pest control agents, 217-231". In: Biological Plant and Health Protection: Biological Control of Plant Pest and Vector of Human and Animal Diseases (Ed: J.M. Franz). International Symposium of The Akademia Der Wissenchaften und Der Liratür, Mainz, November 15-17th, 1984 at Mainz and Darmstadt. Fortschritte der Zoologie, 32: 341.