

Beauveria bassiana Vuillemin İzolatlarının *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) Üzerine Ovididal Etkisi

*Makale Bilgisi / Article Info

Alındı/Received: 01.11.2023

Kabul/Accepted: 12.05.2024

Yayımlandı/Published: 27.06.2024

Ovicidal Effect of *Beauveria bassiana* Vuillemin Isolates on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)

Mert Yılmaz UYSAL , Melike OBUT , Asiye UZUN YİĞİT* 

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Isparta, Türkiye.

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

Öz

Bu çalışma ile *Beauveria bassiana*'nın BY2 (Burdur, Yeşilova), BIM-001 (Isparta, Merkez) ve IGÇ (Isparta, Merkez) izolatlarının üç farklı dozunun (1×10^6 spor/ml, 1×10^7 spor/ml ve 1×10^8 spor/ml) *Tetranychus urticae* üzerinde ovididal etkisinin laboratuvar koşullarında belirlenmesi hedeflenmiştir. Ticari preparat Nostalgist (Agrobrest Grup Ltd. Şti, *Beauveria bassiana* Bb-1 irki) ve kontrol olarak Tween 80 (% 0,1) içeren saf su kullanılmıştır. Denemeler plastik petrilere (9 cm) 5 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Fasulye yaprak diskleri (4 cm) petri plakasında tutulan steril suya doymuş pamuk üzerinde yerleştirilmiştir. Daha sonra 10 ergin birey, yaprak disklere aktararak yumurta bırakmalarına izin verilmiştir. Her bir petri plakasında 20 yumurta/yaprak diski olacak şekilde ayarlanmıştır. Her bir entomopatojen fungus izolatına ait spor süspansiyonu 4 bar basınçta püskürtme sağlayan modifiye edilmiş bir düzenek yardımıyla 10 sn süre ile yumurta içeren yaprak disklerin üzerine uygulanmıştır. Gözlemlere uygulamadan 24 saat sonra başlanarak yumurta ölümleri kaydedilmiştir. Sonuç olarak, *B. bassiana* BIM-001, BY2 ve IGÇ izolatlarının 1×10^8 spor/ml konsantrasyonları uygulandıktan 7 gün sonra *T. urticae* yumurtalarında meydana gelen ölüm oranları sırasıyla %71, %66 ve %59 olarak belirlenmiştir. *Beauveria bassiana* strain Bb-1 uygulaması diğer entomopatojen fungus izolatlarına ait uygulamalardan istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bununla birlikte *B. bassiana* BIM-001 1×10^8 , 1×10^7 spor/ml ve *B. bassiana* BY2 1×10^8 spor/ml uygulamalarındaki ölüm oranları arasında fark olmadığı saptanmıştır ($p < 0.005$).

Anahtar Kelimeler Mikrobiyal mücadele, Entomopatojen fungus, Spor süspansiyonu, İki noktalı kırmızı örümcek

Abstract

This study aimed to determine the ovicidal effect of three different doses (1×10^6 spore/ml, 1×10^7 spore/ml and 1×10^8 spore/ml) of *Beauveria bassiana* isolates BY2 (Burdur, Yeşilova), BIM-001 (Isparta, Center) and IGÇ (Isparta, Center) on *Tetranychus urticae* under laboratory conditions. The commercial preparation Nostalgist (Agrobrest Company, *Beauveria bassiana* strain Bb-1) and water containing Tween 80 (0,1%) were used as control. Experiments were carried out in plastic petri dishes (9 cm) with 5 replications. Bean leaf disks (4 cm) were placed on sterile water-saturated cotton held in a Petri plate. Then, 10 adult individuals were transferred to leaf discs and allowed to lay eggs. Each petri plate was set to contain 20 eggs/leaf discs. The spore suspension of each entomopathogenic fungus isolate was applied to the leaf discs containing eggs for 10 seconds with the help of a modified device that provides spraying at 4 bar pressure. Observations started 24 hours after the application and egg deaths were recorded. As a result, 7 days after application of 1×10^8 spore/ml concentrations of *B. bassiana* BIM-001, BY2, and IGÇ isolates, the mortality rates in *T. urticae* eggs were determined as 71%, 66%, and 59%, respectively. Application of *B. bassiana* strain Bb-1 was found to be statistically significant compared to applications of other entomopathogenic fungus isolates. However, it was determined that there was no difference between the mortality rates in *B. bassiana* BIM-001 1×10^8 , 1×10^7 spore/ml and *B. bassiana* BY2 1×10^8 spore/ml applications ($p < 0.005$).

Keywords Microbial control, Entomopathogenic fungus, Spore suspension, Two-spotted spider mite

1. Giriş

İki noktalı kırmızı örümcek *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), Dünyada tarımsal alanlarda geniş ölçüde yayılmış önemli polifag bir zararlı türdür. Bu zararlının sebzeler başta olmak üzere, meyveler, mısır, pamuk, süs bitkileri ve yabancı otları kapsayan çok sayıda konukçusunun olduğu bildirilmektedir (Migeon vd. 2010). Kırmızı örümcekler popülasyon yoğunluğuna bağlı olarak önemli ekonomik kayıplara yol açmakta ve maalesef bu

zararlılar yoğun pestisit kullanımıyla dahi kontrol edilememektedir (Atalay ve Kumral 2013). Ayrıca, bu zararlının fitofag beslenmesi, yüksek üreme potansiyeli ve kısa yaşam döngüsü, çoğu zaman birkaç uygulamadan sonra birçok akar site karşı hızlı direnç gelişimini kolaylaştırmaktadır (Keena ve Granett 1990, Devine vd. 2001, Stumpf ve Nauen 2001, Sato vd. 2005). *Tetranychus urticae*'nin akar sitelere karşı ilk direnç gelişimi genellikle bir akar sitinin piyasaya sürülmesinden birkaç yıl sonra kaydedilmektedir (De Rouck vd. 2023). Bununla birlikte *T.*

urticae'nin farklı etken madde içeren çok sayıda akarisit ve pestisitlere karşı yüksek seviyede direnç geliştirdiği bildirilmiştir (Riga vd. 2014; Pavlidi vd. 2015; Adesanya vd. 2018; Wu vd. 2019; Xue vd.2022; Njiru vd. 2023).

Günümüzde tarımsal üretim alanlarında aşırı miktarda sentetik ve kimyasal girdi kullanımının çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri giderek artmaktadır. Sürdürülebilir tarım uygulamalarının devamlılığı zararlılarla mücadelede kimyasal pestisit kullanımının minimum düzeye indirilmesi ile çevre dostu alternatif kontrol stratejilerinin geliştirilmesi ile daha mümkün hale gelebilecektir. Sürdürülebilir tarım; çevre ve biyolojik çeşitliğin korunması, kimyasal kalıntıların azaltılması, bozulan ekolojik dengenin yeniden oluşturulması için gerekli koşulların sağlanması ile desteklenmelidir (Azizoğlu vd. 2012).

Tarımsal üretim alanlarında kimyasal pestisitlere alternatif yöntemlerden en çok tercih edilen strateji, biyolojik mücadele yöntemidir. Biyolojik kontrolde, entomopatojen fungusların uygulanması; daha fazla çevre bilinci, gıda güvenliği endişeleri ve giderek artan sayıda pestisite dayanıklı türler ve geleneksel kimyasalların başarısızlığı nedeniyle önemli ölçüde artmaktadır (Rai vd. 2014).

Entomopatojen fungusların pek çok türü ticari olarak üretilmekte ve dünyanın pek çok yerinde zararlı türlere karşı kullanılmaktadır. Bu funguslar zararlıların dış kütikulası üzerinden enfeksiyona sebep olur ve hastalığı başlatmak için zararlı tarafından yenilmelerine gerek yoktur. Bu özellik fungusları bitki özsuğu ile beslenen zararlılarla mücadelede primer adaylar haline getirmektedir (Sevim vd. 2015). Buradan yola çıkılarak *T. urticae* bireylerinin mücadelesinde entomopatojen fungusların önemli potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir. Bu çalışma kapsamında, bu zararlının üreme potansiyelinin yüksek olması ve çok sayıda yumurta bırakması nedeniyle yerel entomopatojen fungus izolatlarının *T. urticae* üzerinde ovisidal etkisinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalleri olarak *T. urticae* popülasyonlarına ait bireyler (Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Entegre Mücadele Laboratuvarı), *B. bassiana*'nın üç farklı izolatı BY2 (Burdur, Yeşilova), BIM-001 (Isparta, Merkez) ve IGÇ (Isparta, Merkez)'nin üç dozu (1×10^6 spor/ml, 1×10^7 spor/ml ve 1×10^8 spor/ml), ticari preparat Nostalgist

(Agrobrest Grup Ltd. Şti, *Beauveria bassiana* Bb-1 ırkı) kullanılmıştır.

2.2. Bitki üretimi

Phaseolus vulgaris L. (Fabales: Fabaceae) bitkileri iklim odası koşullarında 25 ± 2 °C sıcaklık, 65 ± 5 nem, 16: 8 fotoperiyot) üretilmiştir. Fasulye tohumları 15 cm çapında plastik saksılarda daha önceden steril edilmiş toprak karışımı kullanılarak (toprak+organik madde) ekilmiştir. *Tetranychus urticae* üretimini devam ettirmek ve denemelerde kullanılan yaprak disklerin sağlanması için bitki üretimine periyodik olarak devam edilmiştir.

2.3. İki noktalı kırmızı örümcek çoğaltımı

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü iklim odasında 2018 yılından itibaren üretimi yapılan *T. urticae* popülasyonlarına ait bireylerin yumurtaları kullanılmıştır. Erginlerinin çoğaltımı, 25 ± 1 °C sıcaklık ve 65 ± 10 nem oranında uzun gün aydınlatmalı iklim odalarında fasulye bitkileri üzerinde gerçekleştirilmiştir.

2.4. Entomopatojen fungus izolatlarının üretimi

Beauveria bassiana BY2, BIM-001 ve IGÇ izolatları PDA (patates dekstroz agar) ortamı üzerinde kültüre alınarak ve 10 gün süre ile 25 °C'de karanlık koşullarda inkübe edilmiştir. Her bir izolattan spor süspansiyonu hazırlanmıştır. Thoma lamında ışık mikroskobu altında spor sayımı yapılmış ve 1×10^6 spor/ml, 1×10^7 spor/ml ve 1×10^8 spor/ml yoğunluğunda 100 ml'lik spor süspansiyonları hazırlanmış ve süspansiyonlara Tween 80 (% 0,1) ilave edilmiştir.

2.5. Petri denemeleri

Denemeler, 9 cm çapındaki plastik petri kaplarında 5 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Fasulye yaprağı diskleri (4 cm) kesilerek ve petri kaplarındaki steril suya doymuş pamuk üzerinde yerleştirilmiştir. Daha sonra 10 ergin birey, yaprak disklerine yumuşak uçlu fırça yardımıyla aktararak yumurta bırakmalarına izin verilmiştir. Ergin bireyler bırakıldıktan 18 saat sonra, stereomikroskop altında yumurtalar sayılarak, sayıları 20 yumurta/yaprak diski olarak ayarlanmıştır. *Beauveria bassiana*'nın üç farklı izolatının (BY2, BIM-001 ve IGÇ)'nin 1×10^6 spor/ml, 1×10^7 spor/ml ve 1×10^8 spor/ml olmak üzere üç farklı spor konsantrasyonu hazırlanmıştır. Nostalgist, kontrol ve her bir entomopatojen fungus izolatına ait spor süspansiyonu, 4 bar basınçta püskürtmeyi sağlayan modifiye edilmiş bir düzenek yardımıyla 10 sn süre ile yumurta içeren yaprak disklerin üzerine uygulanmıştır. Kontrol olarak Tween 80

(% 0,1) içeren saf su kullanılmıştır. Püskürtme işleminden sonra petriyeler kontrollü laboratuvar koşullarında tutulmuştur. Gözlemlere uygulamadan 24 saat sonra başlanarak yumurta açılımları kaydedilmiştir.

Denemelerden elde edilen verilere Abbot formülü [Düzeltilmiş yüzde ölüm oranı= [(A-B) / A]*100 (A: Kontrolde canlı birey sayısı, B: Uygulama dozundaki canlı birey sayısı)] uygulanarak % ölüm oranları hesaplanmıştır (Abbott 1925). Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş (One-Way ANOVA), benzer ve farklı grupları belirlemek için de Tukey (HSD) çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. İstatistiksel analizler SPSS® 20.0 paket programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular

Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre; *B. bassiana* BIM-001'in 1×10^6 spor/ml, 1×10^7 spor/ml ve 1×10^8 spor/ml konsantrasyonları uygulandıktan 7 gün sonra *T. urticae* yumurtalarında meydana gelen ölüm oranları sırası ile %62, %68 ve %71'dir. *Beauveria bassiana* BY2 uygulamasında 1×10^6 spor/ml, 1×10^7 spor/ml ve 1×10^8 spor/ml konsantrasyonlarında *T. urticae* yumurtalarında sırasıyla %55, %59 ve %66 ölüm belirlenmiştir. *Beauveria bassiana* IGÇ uygulamasında ise sırası ile %43, %49 ve %59 ölüm oranları saptanmıştır. *Beauveria bassiana* Bb-1 ırkı içerikli ticari preparat uygulamasında *T. urticae* yumurtalarında %77 ölüm meydana gelmiştir. Çalışmada kullanılan entomopatojen fungus izolatlarının *T. urticae* yumurta dönemi üzerinde meydana gelen ölüm oranlarının istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Nostalgist uygulaması diğer entomopatojen fungus izolatlarına ait uygulamalardan istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bununla birlikte *B. bassiana* BIM-001 1×10^8 , 1×10^7 spor/ml ve *B. bassiana* BY2 1×10^8 spor/ml uygulamalarındaki ölüm oranları arasında fark olmadığı saptanmıştır ($F_{9,40}=15,294$, $P=0,000$) (Çizelge 1).

4. Tartışma ve Sonuç

Tetranychus urticae'nin açık ya da kapalı tarımsal üretim alanlarında 3.877'den fazla farklı konukçu bitki türüyle beslendiği ve en az 150 bitki türüne ekonomik zarar verdiği bilinmektedir (Elhakim vd. 2020, Daniels vd. 2023). İki noktalı kırmızı örümcek kontrolünde tercih edilen ana yöntem akarisit ve insektisitleri kapsayan kimyasal mücadeledir (Wu vd. 2019). Ancak bu kimyasal pestisitlerin predatörlerin sayısını ve avlanma baskısını azaltarak kimyasal pestisitlerin artan kullanımının bu zararlı popülasyonunun artışına katkıda bulunabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, bu zararlı tür çok geniş konukçu bitki yelpazesi, son derece kısa yaşam döngüsü,

yüksek doğurganlığı ve kışlama stratejisi nedeniyle kontrolünde kullanılan mevcut akarisitlerin çoğuna karşı hızla direnç geliştirmiştir (Adesanya vd. 2021). Bu gibi nedenlerle predatör akarlar, böcekler (Calderwood vd. 2015, Gong vd. 2018) ve entomopatojen funguslar (Gámez-Guzmán vd. 2019) küresel ölçekte *T. urticae*'yi kontrol etmek için kimyasal pestisitlere potansiyel alternatifler olarak değerlendirilmelidir.

Çizelge 1. *Beauveria bassiana*'nın farklı izolatlarına ait spor süspansiyonlarının *Tetranychus urticae* yumurta dönemi üzerindeki ovisidal etkisi.

Uygulamalar	Dozlar	Ölüm oranları (%) ± std. hata
<i>Beauveria bassiana</i> BIM-001	1×10^8 spor/ml	71 ± 2.44 ab*
	1×10^7 spor/ml	68 ± 2.00 ab
	1×10^6 spor/ml	62 ± 4.06 bc
<i>Beauveria bassiana</i> BY2	1×10^8 spor/ml	66 ± 2.91 abc
	1×10^7 spor/ml	59 ± 1.87 cd
	1×10^6 spor/ml	55 ± 1.58 cde
<i>Beauveria bassiana</i> IGÇ	1×10^8 spor/ml	59 ± 3.31 bcd
	1×10^7 spor/ml	49 ± 2.44 de
	1×10^6 spor/ml	43 ± 2.55 e
Nostalgist	1×10^8 kob/ml	77 ± 2.00 a

*Bir sütunda bulunan harfler farklı ise istatistiksel bir farklılık vardır ($p < 0.005$).

Entomopatojen funguslar genellikle insanlara, çevreye veya hedef olmayan türlere zararsız olarak bilinmektedir (Al zahrani vd. 2023). Bunlar içerisinde birçok akar türüne karşı en yaygın olarak tanınan entomopatojen fungus *B. bassiana* olup, akar popülasyonunu azaltmada başarılı olduğu belirlenmiştir. Zhang vd. (2014), *B. bassiana* uygulandıktan 24 saat sonra *T. urticae* yumurtaları üzerinde fungal konidilerin çimlendiğini ve uygulamadan 48 saat sonra ise fungusun penetrasyon çivisi oluşturarak yumurtayı deforme ettiğini bildirmişlerdir. Irigaray vd. (2003) önemli bir tarım zararlısı olan *T. urticae*'nin ergin ve yumurtaları üzerinde *B. bassiana*'nın mikoinsektisit olarak kullanılabileceğini tespit etmişlerdir. *Beauveria bassiana*'nın farklı izolatlarının spor süspansiyonlarının *T. urticae* yumurtaları üzerindeki etkilerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Shi ve Feng (2004) *B. bassiana* Bb2860 izolatının *T. cinnabarinus* yumurtalarına uygulandıktan 9 gün sonra %67,4±6,8 ölüm meydana geldiğini belirlemiştir. Erler vd. (2013), sera koşullarında hıyar bitkilerinde zararlı *T. cinnabarinus*'un yumurtalarına karşı *B. bassiana*'nın 4×10^9 konidi/ml konsantrasyonunu farklı oranlarda (1, 1,5 ve 2 l/ha) uyguladıklarında 2010 yılında %81,7 ve 2011 yılında %78,1 ölüm meydana geldiğinin saptamıştır. Bugeme vd. (2014) laboratuvar koşullarında *B. bassiana*'nın 4 farklı konsantrasyonunun (3×10^5 , 1×10^6 , 3×10^6 ve 1×10^7 konidi/ml) *T. urticae* yumurtalarının canlılığına etkisini araştırmış ve sırası ile

%60,2, %50,8, %34,7 ve %27,4 ölüme neden olduklarını bildirmiştir. Negash vd. (2014) *B. bassiana* 9614 ve 9609 izolatlarının 1×10^8 konidi/ml süspansiyonunu uygulandıktan yedi gün sonra *T. urticae* yumurtalarında sırası ile %82 ve %65 ölüm meydana geldiğini saptamışlardır. Bu çalışmada kullanılan BIM-001, BY2 ve IGÇ'nin 1×10^8 spor/ml konsantrasyonlarında ise *T. urticae* yumurtalarında %59-71 ölüm meydana gelmiştir. Afifi vd. (2015) Mısır' da 2013 ve 2014 yıllarında domates üretim alanlarında *T. urticae*'nin mücadelesine yönelik yürüttükleri çalışmada 1×10^9 konidi/ml yoğunluğundaki *B. bassiana* içerikli ticari preparat Bio-Power'ın *T. urticae*'nin yumurta döneminde %34,13 ve %30,07 azalmaya neden olduğunu saptamıştır. Bu çalışma da kullanılan Nostalgist petri denemelerinde *T. urticae* yumurta döneminde %77 ölüme neden olmuştur. Doğan (2016), *B. bassiana*'nın 1×10^7 konidi/ml süspansiyonunu püskürtme yöntemi ile *T. urticae* yumurtalarına uyguladıktan 7 gün sonra meydana gelen ölüm oranlarını petri denemelerinde %11,8, saksı denemelerinde ise %14,8 olarak belirlemiştir. Hassan vd. (2017) *B. bassiana*'nın 4 farklı izolatının (B1, B2, B3, B4) 10^6 , 10^7 ve 10^8 spor/ml dozlarının *T. urticae* yumurtalarına etkisini araştırmışlardır. *Beauveria bassiana* izolatlarına ait süspansiyonlar uyguladıktan 7 gün sonra, B1, B2, B3 ve B4 izolatlarında açılma oranları 10^6 spor/ml için %93,29-80,2; 10^7 spor/ml için %87,26-36,38; 10^8 spor/ml için ise %68,07-25,2 olarak saptanmıştır. Yapılan çalışmada, BIM-001, BY2 ve IGÇ'nin 1×10^6 spor/ml konsantrasyonunda %43-62, 1×10^7 spor/ml konsantrasyonunda %49-68 ve 1×10^8 spor/ml uygulamasında ise %59-71 ölüm saptanmıştır. Wu vd. (2020) *B. bassiana* izolatlarının (GZGY-1-3, LNSZ-26, SDDZ-9, XJWLMQ-32, SCWJ-2 ve JXJGS-1) saksı denemelerinde kontrol ile karşılaştırıldığında uygulamadan 7 gün sonra *T. urticae* yumurtalarının ortalama yoğunluğunda %38,7-55,2 oranında düşüşe neden olduğunu belirlemiştir. Laboratuvar denemelerinde ise *B. bassiana* izolatlarının uygulamadan 7 gün sonra *T. urticae* yumurtalarında %2,7-3,8 oranında ölüme neden olduğu saptanmıştır. *Tetranychus urticae*'den izole edilen *B. bassiana* GZGY-1-3 izolatının uygulamadan 10 gün sonra kontrolle karşılaştırıldığında *T. urticae* yumurtalarında açılma oranlarının %79,0-86,3 ve %78,4-88,6 olduğu gözlenmiştir. Yürütülen bu çalışmada ise *B. bassiana* BIM-001, BY2 ve IGÇ'nin 1×10^6 spor/ml, 1×10^7 spor/ml ve 1×10^8 spor/ml konsantrasyonları uygulandıktan 7 gün sonra *T. urticae* yumurtalarında meydana gelen ölüm oranları sırası ile %62-71; %55-66; %43-59 olarak belirlenmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda *T. urticae* yumurtalarında meydana gelen ölüm oranlarının bu çalışma sonuçlarına benzer ölüm oranlarına neden olduğu gibi daha düşük ya da daha yüksek oranlara ulaştığı da görülmektedir. Bu

kapsamda entomopatojen fungusların akar yumurtalarına karşı ovisidal aktiviteleri yumurta besin maddelerini almak için uzanan fungusun hiflerine dayanır ve bu da embriyonun bozulmasına neden olmaktadır (Zhang vd. 2014). Bu nedenle akar yumurtalarına duyarlılıktaki farklılık, entomopatojen fungus ırkları arasındaki farklı özelliklerden kaynaklanabilir (Wu vd. 2020). Yumurta miktarı ve canlılığı, zararlı akar popülasyonlarının gelişimi için çok önemlidir ve dolayısıyla popülasyon kontrolü için önemli bir hedefdir (Bostanian vd. 2007; Wu vd. 2020). Entomopatojen fungus izolatlarından *B. bassiana* BIM-001 izolatının 1×10^8 spor/ml konsantrasyonunun çalışmada yer verilen diğer izolatlara göre laboratuvar koşullarında *T. urticae*'nin yumurta dönemi üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Etik Standartlar Bildirgesi

Yazarlar tüm etik standartlara uyduklarını beyan ederler.

Yazarlık Katkı Beyanı

Yazar 1: Kaynaklar, Deney, Yazma, Proje Yürütücüsü

Yazar 2: Kaynaklar, Deney, Yazma, Proje Ortağı

Yazar 3: Araştırma, Fikir Sahibi, Deney tasarımı, Yazma/inceleme ve düzenleme, Akademik Danışman

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarların bu makalenin içeriğiyle ilgili olarak beyan edecekleri hiçbir çıkar çatışması yoktur.

Verilerin Kullanılabilirliği

Yazarlar, bu çalışmanın bulgularını destekleyen ana verilerin makale içerisinde mevcut olduğunu beyan ederler.

Teşekkür

2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında çalışmayı desteklediği için TÜBİTAK Bilim İnsanı Destek Programları Başkanlığı (BİDEB)'na teşekkür ederiz (Proje No: 1919B01). Entomopatojen fungus izolatlarının temin edildiği Prof. Dr. Ozan DEMİRÖZER (Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü)'e teşekkür ederiz.

5. Kaynaklar

- Abbott, W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, **18**, 265-267.
<http://dx.doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>
- Adesanya, A.W., Morales, M.A., Walsh, D.B., Lavine, L.C., Lavine, M.D. and Zhu, F. 2018. Mechanisms of resistance to three mite growth inhibitors of *Tetranychus urticae* in hops. *Bulletin of Entomological Research*, **108**, 23-34.
<https://doi.org/10.1017/S0007485317000414>

- Adesanya, A.W., Lavine, M.D., Moural, T.W., Lavine, L.C., Zhu, F. and Walsh, D.B., 2021. Mechanisms and management of acaricide resistance for *Tetranychus urticae* in agroecosystems. *Journal of Pest Science*, **94**, 639–663.
<https://doi.org/10.1007/s10340-021-01342-x>
- Afifi, A. M., Ali, F. S., El-Saiedy, E. M. A. and Ahmed, M. M. 2015. Compatibility and integration of some control methods for controlling *Tetranychus urticae* Koch infesting tomato plants. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, **25** (1), 75-82.
<https://doi.org/10.1016/j.jksus.2023.102910>
- Al-Zahrani, J.K., Al-Abdalall, A.H., Osman, M.A., Aldakheel, L.A., AlAhmady, N.F., Aldakeel, S.A., AbdulAzeez, S., Borgio, J.F., ElNaggar, M.A., Alabdallah, N.M. and Almustafa, M.M., 2023. Entomopathogenic fungi and their biological control of *Tetranychus urticae*: Two-spotted spider mites. *Journal of King Saud University Science*, **35**, 1-8.
<https://doi.org/10.1016/j.jksus.2023.102910>
- Atalay, E. and Kumral, N. A. 2013. Biocigal features and life tables of *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) on different table tomato varieties. *Turkish Journal of Entomology*, **37** (3), 329-342.
- Azizoğlu, U., Bulut, S. and Yılmaz, S., 2012. Organik tarımda biyolojik mücadele; entomopatojen biyoinsektisitler. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **28** (5), 375-381.
- Bostanian, N.J., Hardman, J.M., Racette, G. and Franklin, J.L., 2007. The relationship between winter egg counts of the European red mite *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae) and its summer abundance in a reduced spray orchard. *Experimental and Applied Acarology*, **42**, 185–195.
<https://doi.org/10.1007/s10493-007-9078-x>
- Bugeme, D.M., Knapp, M., Boga, H.I., Ekesi, S. and Maniania, N.K., 2014. *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) to infection by *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Hypocreales: Clavicipitaceae). *International Journal of Tropical Insect Science*, **34** (3), 190–196.
<https://doi.org/10.1017/S1742758414000381>
- Calderwood, L.B., Lewins, S.A. and Darby, H.M., 2015. Survey of northeastern hop arthropod pests and their natural enemies. *Journal of Integrated Pest Management*, **6** (1), 18.
<https://doi.org/10.1093/jipb m/pmv017>
- Daniels, A., Maharaj, G., Ram, M. and Lakenarine, R., 2023. Biological control methods for agricultural mites: A review. *Agricultural Reviews*, **44** (1), 12–21.
<https://doi.org/10.18805/ag.RF-247>
- De Rouck, S., Inak, E., Dermauwa, W. and Van Leeuwen, T. 2023. A review of the molecular mechanisms of acaricide resistance in mites and ticks Sander. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, **156**, 1-22.
<https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2023.103981>
- Devine, G.J., Barber, M. and Denholm, I., 2001. Incidence and inheritance of resistance to METI-acaricides in European strains of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) (Acari: Tetranychidae). *Pest Management Science*, **57**, 443-448.
<https://doi.org/10.1002/ps.307>
- Doğan Y.Ö., 2016. Entomopatojen fungusların *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae)' ye karşı etkinliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, 39.
- Elhakim, E., Mohamed, O. and Elazouni, I., 2020. Virulence and proteolytic activity of entomopathogenic fungi against the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, **30** (1), 1–8.
<https://doi.org/10.1186/s41938-020-00227-y>
- Erler, F., Ateş, A.O. and Bahar, Y., 2013. Evaluation of two entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*, for the control of carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) under greenhouse conditions. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, **23**, 233-240.
- Gámez-Guzmán, A., Torres-Rojas, E. and Gaigl, A., 2019. Potential of a *Cladosporium cladosporioides* strain for the control of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) under laboratory conditions. *Agronomía Colombiana*, **37** (1), 84–89.
<https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v37n1.73353>
- Gong, Y.J., Chen, J.C., Zhu, L., Cao, L.J., Jin, G.H., Hoffmann, A.A., Zhong, C.F., Wang, P., Lin, G. and Wei, S. J., 2018. Preference and performance of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on strawberry cultivars. *Experimental and Applied Acarology*, **76**, 185–196.
<https://doi.org/10.1007/s10493-018-0295-2>
- Hassan, D.M.A., Rizk, M.A., Sobhy, H.M., Mikhail, W.Z.A. and Nada, M.S., 2017. Virulent Entomopathogenic Fungi against The Two-Spotted Spider Mite *Tetranychus urticae* and some Associated Predator Mites as Non Target Organisms. *Egyptian Academic*

- Journal of Biological Sciences (A Entomology)*, **10** (6), 37- 56.
<https://doi.org/10.21608/EAJB.2017.12124>
- Irigaray, F.J.S., Marco-Mancebon, V. and Perez-Moreno, I., 2003. The entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* and its compatibility with triflumuron: effects on the twospotted spider mite *Tetranychus urticae*. *Biological Control*, **26** (2), 168-173.
[https://doi.org/10.1016/S1049-9644\(02\)00123-8](https://doi.org/10.1016/S1049-9644(02)00123-8)
- Keena, M.A. and Granett, J., 1990. Genetic analysis of propargite resistance in Pacific spider mites and twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, **83**, 655-661.
<https://doi.org/10.1093/jee/83.3.655>
- Migeon, A., Nouguié, E. and Dorkeld, F., 2010. Trends in Acarology. Spider Mites Web: A Comprehensive Database for the Tetranychidae. Springer, Amsterdam, 557-560.
- Negash, R., Dawd, M. and Azerefegne, F. 2014. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*, to the Two Spotted Spider Mites, *Tetranychus urticae*, (Acari: Tetranychidae) at different temperatures and in greenhouse condition. *Ethiopian Journal of Agricultural Sciences*, **24**, 51-58.
<https://doi.org/10.1007/s10493-005-0508-3>
- Njiru, C., Vandenhole, M., Jonckheere, W., Wybouw, N. and Van Leeuwen, T. 2023. The host plant strongly modulates acaricide resistance levels to mitochondrial complex II inhibitors in a multi-resistant field population of *Tetranychus urticae*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, **196**, 1-10.
<https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2023.105591>
- Pavlidis, N., Tselioui, V., Riga, M., Nauen, R., Van Leeuwen, T., Labrou, N.E. and Vontas, J. 2015. Functional characterization of glutathione S-transferases associated with insecticide resistance in *Tetranychus urticae*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, **121**, 53-60.
<https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2015.01.009>
- Rai, D., Updhyay, V., Mehra, P., Rana, M. and Pandey, A.K. 2014. Potential of entomopathogenic fungi as biopesticides. *Indian Journal of Scientific Research and Technology*, **2** (5), 7-13.
- Riga, M., Tsakireli, D., Ilias, A., Morou, E., Myridakis, A., Stephanou, E.G., Nauen, R., Dermauw, W., Van Leeuwen, T., Paine, M. and Vontas, J. 2014. Abamectin is metabolized by CYP392A16, a cytochrome P450 associated with high levels of acaricide resistance in *Tetranychus urticae*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, **46**, 43-53.
<https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2014.01.006>
- Sato, M.E., da Silva, M.Z., Raga, A. and de Souza, F.F.M.F., 2005. Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): selection, cross-resistance and stability of resistance. *Neotropical Entomology*, **34**, 991-998.
<https://doi.org/10.1590/S1519-566X2005000600016>
- Sevim, A., Sevim, E. and Demirbağ, Z., 2015. Entomopatogenik fungusların genel biyolojileri ve Türkiye’de zararlı böceklerin mücadelesinde kullanıma potansiyelleri. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **8** (1), 115-147.
<http://dx.doi.org/10.18185/eufbed.33883>
- Shi, W.B. and Feng, M.G., 2004. Lethal effect of *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, and *Paecilomyces fumosoroseus* on the eggs of *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae) with a description of a mite egg bioassay system. *Biological Control*, **30**, 165-173.
<https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2004.01.017>
- Stumpf, N. and Nauen, R., 2001. Cross-resistance, inheritance, and biochemistry of mitochondrial electron transport inhibitor-acaricide resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, **94**, 1577-1583.
<https://doi.org/10.1603/0022-0493-94.6.1577>
- Wu, M., Adesanya, A.W., Morales, M.A., Walsh, D.B., Lavigne, L.C., Lavigne, M.D. and Zhu, F., 2019. Multiple acaricide resistance and underlying mechanisms in *Tetranychus urticae* on hops. *Journal of Pest Science*, **92**, 543-555.
<https://doi.org/10.1007/s10340-018-1050-5>
- Wu, S., Sarkar, S.C., Lv, J., Xu, X. and Lei, Z., 2020. Poor infectivity of *Beauveria bassiana* to eggs and immatures causes the failure of suppression on *Tetranychus urticae* population. *BioControl*, **65**, 81-90.
<https://doi.org/10.1007/s10526-019-09970-0>
- Xue, W., Lu, X., Mavridis, K., Vontas, J., Jonckheere, W. and Van Leeuwen, T. 2022. The H92R substitution in PSST is a reliable diagnostic biomarker for predicting resistance to mitochondrial electron transport inhibitors of complex I in European populations of *Tetranychus urticae*. *Pest Management Science*, **78**, 3644-3653.
<https://doi.org/10.1002/ps.7007>

Zhang, L., Shi, W.B. and Feng, M.G., 2014. Histopathological and molecular insights into the ovicidal activities of two entomopathogenic fungi against two-spotted spider mite. *Journal of Invertebrate Pathology*, **117**, 73-78.
<https://doi.org/10.1016/j.jip.2014.02.005>