

## **Derleme (Review)**

# **Fitofag thripslerin konukçu tercihinde etkili faktörler ve mücadele amaçlı kullanım olanakları<sup>1</sup>**

Effective factors on host choice of phytophagous thrips and possibilities of use for control

**Asiye UZUN<sup>2\*</sup>**

**Ozan DEMİRÖZER<sup>2</sup>**

## **Summary**

Thrips are cause directly damage by laying egg and feeding, indirectly by transmitting tospoviruses on plants. Many factors depending host have important role in plant selection for nutrition, shelter and reproductive. It is known that the first stimulant is host colour and as to second is host odors in host selection. Factors such as the nutrient content and morphological characteristic, different plant parts and also infection status by different organisms indicate changes according to the thrips species which can be influence on the choice of host. The stimulants which effective on host choice are important in determining the strategy of monitoring and control of pest thrips populations. Considering of stimulants that depending on host and combining of them are make more efficient combat with thrips. Specific behavioral features of the thrips reveals necessity of alternative methods and supportive strategies in control of the thrips. In this study, factors that effective on host choice of phytophagous thrips were discussed and evaluated use status of this factors in control of thrips.

**Keywords:** Host finding, pest, thrips control, Thysanoptera

## **Özet**

Thripsler bitkilerde beslenerek ve yumurta bırakarak doğrudan, tospovirüslerin vektörlüğünü yaparak dolaylı zararlara neden olmaktadır. Beslenme, barınma ve üreme için bitki seçiminde konukçuya bağlı birçok faktör önemli rol oynamaktadır. Konukçu bitki seçiminde ilk uyarının konukçu rengi ve ikincisinin ise konukçu kokuları olduğu bilinmektedir. Konukçunun besin içeriği, morfolojik özellikleri, bitkinin farklı aksamları ve konukçunun farklı etmenlerle bulaşıklığı gibi faktörler de thrips türlerine göre değişiklik göstererek konukçu tercihinde etkili olabilmektedir. Konukçu tercihlerinde etkili olan uyarıcılar zararlı thrips türlerinin popülasyonlarının takibi ve mücadelelerinde kullanılan stratejilerin belirlenmesinde önem taşımaktadır. Konukçuya bağlı uyarıcıların dikkate alınması ve bunların bir araya getirilmesi thripslerle mücadeleyi daha etkili hale getirebilmektedir. Thrips türlerinin kendilerine özgü davranışsal özellikleri, thripslerle mücadelede alternatif yöntemlerin ve destekleyici stratejilerin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu çalışmada, fitofag thripslerin konukçu tercihlerinde etkili olan faktörler ele alınmış ve bu faktörlerin thrips mücadelesinde kullanım durumları değerlendirilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Konukçuyu bulma, zararlı, thrips mücadelesi, Thysanoptera

<sup>1</sup> Bu çalışma 15.05.2015 tarihinde Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nde Doktora Semineri olarak sunulmuştur.

<sup>2</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Doğu Kampüsü, 32260, Isparta

\* Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: [asiyeuzun@sdu.edu.tr](mailto:asiyeuzun@sdu.edu.tr)

Alınış (Received):19.02.2016

Kabul edilmiş (Accepted):21.03.2016

Çevrimiçi Yayın Tarihi (Published Online):26.12.2016

## Giriş

Fitofag böceklerde konukçu seçimi, bitkilerin görsel, mekanik, tat ve koku özelliklerini içeren uyarıcılara karşı davranışsal tepkileri ile belirlenmektedir (Visser, 1986). Bitkiler arasındaki koku, tat ve morfolojik farklılıkları belirlemek için kullanılan mekanik ve kimyasal alıcılar ise anten, kanat ve ağız parçalarında bulunmaktadır ve thripslerin konukçularını ayırt etmelerini sağlamaktadır (Lewis, 1997). Bir bitkinin 'konukçu' olarak ifade edilebilmesi konusu uzun yıllardır tartışılmakla birlikte bitki üzerinde thripslerin ergin, yumurta ve larva gibi farklı hayat dönemlerinin aynı zamanda bulunması halinde bu bitki konukçu olarak kabul edilmektedir (Aliakbarpour et al., 2010; Alves-Silva et al., 2013). Ayrıca, sadece ergin thrips bireylerinin görüldüğü bitkilerin thripslerin 'buldukları yerler' olarak adlandırılmasının doğru olduğu belirtilmektedir (Mound & Marullo, 1996). Thripsler konukçularını genellikle ana ve geçici konukçular olarak belirlemektedir. Ana konukçu, thrips türlerinin üremelerini sağlamaktadır, geçici konukçular ise genellikle kısa süreli beslenme ve barınma amacıyla kullanılmaktadır (Mound, 2005). Örnek olarak, *Frankliniella schultzei* Trybom (Thysanoptera: Thripidae)'nin hıyar çiçeklerinde larva sayısı ergin sayısından fazla olduğu için hıyar bitkisinin ana konukçusu olduğu saptanmıştır (Kakkar et al., 2012). Ayrıca, thripsler ergin ömürleri ve larva gelişimleri boyunca birkaç sefer farklı konukçulara yönelmektedir, bazı türlerin gün içerisinde dahi bu konukçu üzerinde ya da farklı konukçularda bulunabildiği görülebilmektedir. Ana konukçusu soğan olan *Thrips tabaci* Uzel'nin ve baklada *Kakothrips pisivorus* Westwood gün içerisinde sadece esas konukçusu üzerinde yer değiştirirken, bunun tam tersi olarak *F. occidentalis* konukçularından birisi olan pamuk dışındaki bitkilerde de bulunabilmektedir (Matteson & Terry, 1992). Konukçu belirleme ve seçim süreci, konukçusu ve thrips türü arasında ovipozisyon alanları ve besin seçimine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Fitofag türler için yapraklar ve bitkiler, fungusla beslenenler için funguslar ve ağaç kabukları, avcı türler için avının konukçuları ve avlarıyla yakından ilişkilidir. Bu çeşitlilik, konukçuları araştırmak ve belirlemek için gerekli olan çeşitli ipuçlarını sağlamaktadır (Lewis, 1997).

Fitofag thripslerin konukçu seçiminde etkili olan faktörler ana başlıklar altında incelenmiş ve bu faktörlerin thripslerin mücadelesi amacıyla kullanım olanakları değerlendirilmiştir.

### A. Fitofag thripslerin konukçu tercihinde etkili faktörler

#### Konukçu bitki kokuları

Bitkiyle beslenen böcekler, çiçek ve diğer bitki organlarına yönelimlerinde ilk olarak görme ve koku alma yeteneklerini tek tek ya da bir arada kullanabilmektedir (Dobson, 1994). Ancak, genellikle çiçeklere yönelim sadece koku duyusuyla gerçekleşebilmektedir (Pellmyr & Thien, 1986). Thripsler konukçu bitkiye konduktan sonra görsel ve koklama ipuçlarını kullanarak çiçeğin belirli bir bölgesine ya da bitki organına yönelmektedir (Lewis, 1997). Bitkilerin meyve, yaprak ve çiçeklerinden farklı biyokimyasal maddeler yayılmaktadır. Bu biyokimyasallar, kendilerini üreten bitkilerin lehine örneğin, zararlıları uzaklaştıran bir özellikteyse 'allomon', eğer bitkinin aleyhine bir etkiye sahipse yani zararlıları bitkiye çeken bir özellikteyse 'kairamon' olarak adlandırılmaktadır. Allomon, bitkiler tarafından özellikle herbivora karşı savunma mekanizmasının bir parçası olarak kullanılmaktadır. Bitkiler tarafından spesifik kairamon'da sentezlenebilmektedir. Özel olarak sentezlenen kairamon herbivor böcekler tarafından konukçu seçiminin yönlendirilmesinde kullanılmaktadır. Cezbedici kairamonlar; terpenoidler, alkoller, aldehitler, esterler ve sülfür gibi bileşenleri içermektedir. Aldehit grubunda yer alan anizaldehit'in çiçek thripslerinden *F. intonsa*, *T. flavus*, *T. major*, *T. pillchi*'i cezbedtiği bilinmektedir. Yapılan birçok araştırmada thripslerin kokulu bitkileri, kokusuz bitkilere göre daha fazla tercih ettiği belirlenmiştir (Pearsall, 2000). Bitkilerde thripsleri cezbeden kokular; çiçek kokuları ve çiçekte bulunmayan kokular olarak ele alınmıştır.

Çiçek kokuları genellikle isoprenoidler, yağ asidi türevleri, benzenoidler kompleks karışımı ya da çok farklı fonksiyonel grupları olan aminoasit bileşenlerini içermektedir. Çiçek uçucularından yaklaşık 700 bileşen tanımlanmıştır (Knudsen et al., 1993). Çoğu türün çiçek kokularında isoprenoidler, sesquiterpenler ve benzenoidler gibi monoterpenler yaygın olarak bulunmakta olup, bunlar geraniol, linalool, germacrene, benzaldehit ve eugenol içermektedir (Dobson, 1994). Aldehitler thripsleri cezbedtiği belirlenen ilk çiçek uçucuları olup sennamikaldehit, benzaldehit, salisilaldehit ve anizaldehit içeren

tuzakların daha fazla thrips yakalanmasını sağladığı bildirilmiştir (Morgan & Crumb, 1928). Çiçek kokularından geraniol, myrcene, eugenol ve anizaldehit içerisinde sadece anizaldehitin çiçek thripslerini (*T. vulgatissimus*, *T. major*, *T. pillchi* ve *F. intonsa*) su tuzaklarından 3-8 kat daha çok cezbedtiği bilinmektedir (Lewis, 1997). Bünyesinde p-anizaldehit ve benzaldehit bulunan sarı su tuzaklarının bu aldehitlerin bulunmadığı tuzaklardan daha çok *T. tabaci* dışısını cezbedtiği belirlenmiştir (den Belder et al., 2001). Hanımeli bitkisinden (*Lonicera japonica* (Thunberg) (Dipsacales: Caprifoliaceae)) elde edilen çiçek uçucularından linalool, germacrene D, E, E-alpha-farnesene, nerolidol, cis-3-hexenyl acetate, hexyl acetate, cis-hexenyl tiglitate ve indole içerisinde sadece cis-jasmone'nin *T. obscuratus*'u cezbedtiği belirlenmiştir. Ayrıca, cis-jasmone etil nikotinat ile karşılaştırıldığında bu türü daha az cezbedtiği saptanmıştır (El-Sayed et al., 2009). Farklı thrips türlerinin aynı uçuculara farklı tepkiler verdiği de görülmektedir (de Kogel & Koschier, 2002). Salisilaldehit belli bir konsantrasyonda *F. occidentalis*'e kaçıracı etki gösterirken, *T. tabaci*'yi cezbedici özelliindedir. Anizaldehit ise *F. occidentalis*'i cezbederken, *T. tabaci*'yi cezbedmediği belirlenmiştir. Ayrıca, polen kokularının da thripslerin konukçu tercihini etkilediği, *S. dorsalis*'in diğer bitki ya da nektar kokularından daha çok polen kokusuna yöneldiği saptanmıştır (Mannion et al., 2013).

Bazı çiçek thripsleri konukçularını bulmak için vejetatif bitki kısımları ya da olgun meyvelerdeki koku ipuçlarını kullanmaktadır. Penman et al. (1982) ve Teulon et al. (1993), karambola meyvesinde bulunan ancak çiçek uçucularında olmayan etil nikotinatın olgun kayısı ve şeftalilerde çiçeklerde bulunan *T. obscuratus*'un tuzakta yakalanmasını cezbedici olmayan tuzaklarla karşılaştırıldığında 100 kat arttırdığını bildirmişlerdir. Ayrıca, olgun şeftali meyvelerinde bulunan lakton bileşenlerinin yine *T. obscuratus*'u cezbedtiği ve *T. obscuratus*'un 6-amyl- $\alpha$ -pyrone (6-pentyl-2H-pyran-2-one) içeren tuzaklarda daha fazla yakalandığı saptanmıştır (El-Sayed et al., 2014). Ancak, 6-amyl- $\alpha$ -pyrone içeren tuzaklarda *F. occidentalis* bireylerine az sayıda rastlanırken, diğer lakton bileşenleri olan  $\gamma$ -decalactone ve  $\delta$ -decalactone içeren tuzaklarda daha çok yakalandığı gözlenmiştir (Teulon et al., 2014). Bununla birlikte, etil nikotinat *T. tabaci*, *L. cerealium* ve *Anaphothrips obscuratus* için herhangi bir çekicilik değeri taşımazken, *F. occidentalis*, *F. intonsa* ve *T. fuscipennis*'e p-anizaldehit ve benzaldehitte olduğundan daha fazla çekici özellikte olduğu bilinmektedir (Teulon et al., 1993; Lewis, 1997).

Bir araştırmada yeşil yapraklarda bulunan uçucuların da konukçu tercihini etkilediği, cis-3-hexen-1-ol, trans-3-hexen-1-ol'un (R)-limonene, (S)-limonene, (+)-terpinen-4-ol, (-)-terpinen-4-ol, (+)-borneol ve (-)-borneol'e göre *F. occidentalis*'i daha çok cezbedtiği kaydedilmiştir (Abdullah & Butt, 2015).

### Konukçu bitkinin besin içeriği

Konukçu seçiminde önemli olan bir diğer faktör ise bitkinin içerdiği besin maddelerinin kalitesidir (Northfield, 2005). Konukçuda yüksek seviyedeki şeker ve aminoasit içeriği thripslerin bu bitkilerde daha çok beslenmesine neden olmaktadır (Ananthakrishnan & Dhileepan, 1984). Azot, şeker ve karbonhidrat gibi ana metabolitlerin thripslerin beslenmesini uyardığı ve yaşam döngüsü parametrelerini etkilediği bilinmektedir (Niak & Koschier, 2014). Thripslerin ergin öncesi gelişim dönemleri kısa aralıklarla tamamlanmakta olup, beslendikleri dönemlerde yüksek aminoasit tüketimi gerekmektedir (Brodbeck et al., 2001). Thripsler ihtiyaç duydukları proteini bünyesinde yüksek konsantrasyonda nitrojen bulunan polenlerle beslenerek karşılamaktadır (Chitturi, 2005). Özellikle, bitkilerde çok nadir bulunan triptofan, fenilalanin ve metionin gibi temel aminoasitleri içeren konukçular thripsler tarafından tercih edilmektedir (Ananthakrishnan & Gopichandran, 1993). Bazı çalışmalar aromatik aminoasit, özellikle de fenilalanin konsantrasyonu ve üründe thripslerden meydana gelen zarar arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir (Mollema & Cole, 1996). Temel aminoasitlere dönüştürülebilir glutaminde thrips beslenmesinde etkili olabilen diğer bir besin maddesidir (Northfield, 2005). Bitki aksamalarının ve fizyolojik dönemlerinin besin maddesi içeriğinde etkili olduğu, taze yaprakların daha yüksek amino-nitrojen içerdiği ve bu nedenle thripsler tarafından daha çok tercih edildikleri bildirilmektedir (Ananthakrishnan, 1993). Gübreleme ve thrips popülasyonu arasındaki ilişkiyi ortaya koyan bir araştırmada, krizantem, biber, domates ve kesme gül gibi bitkilerde yapraktaki azot içeriğinin *F. occidentalis* popülasyon artışını pozitif olarak etkilediği (Chow et al., 2012) ve yine azot içeriği yüksek gübrelemelerin domates çiçeklerinde azot miktarının artmasına neden olduğu ve bunun ise yine *F. occidentalis* popülasyonunda artışı tetiklediği

saptanmıştır (Brodbeck et al., 2001). Bazı bitkilerde doğal olarak yüksek miktarlarda seyreden besin maddelerinin de yine thripslerin konukçu tercihlerinde etkili olabildiği bildirilmiştir. Kabak ve lahana yapraklarındaki yüksek sakkaroz içeriğinin *T. tabaci*'nin bu bitkilere bulaşmasını (Žnidarcic et al., 2007), bezelye yapraklarındaki yüksek azot ve sakkaroz içeriğinin ise yine *T. tabaci*'nin bitki tercihini ve popülasyon gelişimini pozitif yönde etkilediği bulunmuştur (Niak & Koschier, 2014). Bununla birlikte, besin maddesi türü de thripslerin konukçuları arasında tercih yapmalarında önemli rol oynamaktadır. Geniş konukçu dizisine sahip olan *Heliothrips haemorrhoidalis* (Bouché) ve *F. occidentalis*'in protein içeriği yüksek konukçuları, karbonhidrat seviyesi yüksek konukçularına göre daha fazla tercih ettikleri bilinmektedir (Scott Brown et al., 2002). Thripsler farklı konukçuları değil, aynı konukçu türünün farklı çeşitlerini ya da o bitkinin farklı fenolojik dönemlerini de tercih edebilmektedir. Genellikle yumuşak dokulu, daha fazla serbest nitrojene sahip taze yaprak ve sürgünler gibi bitki kısımları tercih edilmektedir (Paine, 1992). Genç yapraklar dışilerin daha çok yumurta bıraktığı yerlerdir (de Kogel & Koschier, 2002). Özellikle çiçek thripsleri için hayati önem taşıyan besin maddesi olan polenin çeşidi de thripslerin üreme ve konukçu seçimini doğrudan etkilemektedir. Polenin yüksek nitrojen içeriği thripslerin yapraklardan çok çiçekleri tercih etmesine neden olmaktadır (Northfield, 2005). Örneğin, çam polenin konukçu bitkilerde yerleşme ve üreme potansiyelini artırdığı, laboratuvar koşullarında domates ve yer fıstığına çam poleni ilave edildiğinde konukçuya yerleşme davranışının *F. occidentalis* için 7 kat, *F. fusca* için 1 kat artış gösterdiği bulunmuştur (Chitturi, 2005).

### Konukçu bitkinin morfolojik ve fizyolojik özellikleri

Thripslerin konukçu tercihlerinde özellikle bitki yapraklarında bulunan kılların (Trichome) kalınlığı ve uzunluğu, bunlarla alakalı eksudatlar, mum tabakası-kutikula kalınlığı gibi morfolojik özellikler belirleyici rol oynamaktadır. Bu yapılar bitkileri thripslere karşı dayanıklı ya da hassas hale getirebilmektedir (Papadaki et al., 2008). İncelenen beş pamuk çeşidinden yapraktaki kıl (trichome) sayısı daha fazla olan üç çeşidin *Retithrips syriacus* (Mayet)'a karşı diğer iki çeşide oranla daha dayanıklı olduğu (Gopichandran et al., 1992), aynı şekilde thrips larvalarının domates çeşitleri arasında yoğun glandular kılları (trichome) olan yaprakları tercih etmedikleri saptanmıştır (Lewis, 1997). Glandular kıl (trichome) varlığının *H. haemorrhoidalis*'in konukçuları arasında seçim yapmasında etkili olduğu, konukçusu olan 19 bitki arasında kılları (trichome'i) olmayanları daha çok tercih ettiği belirlenmiştir (Brown & Simmonds, 2006). Bitki aksamalarının farklı bölgelerinin yapıları da yine thripslerin tercihlerinde etkili olabilmektedir. Daha ince olan (genelde yaprak üst epidermisi alt epidermisten % 55 daha kalındır (Wardle & Simpson, 1927) ve daha az sayıda trichome içeren yaprak alt epidermisi, thrips larvalarının güçsüz ağız parçaları için daha uygun olabilmektedir. Ayrıca, alt-sünger parankimada daha az kloroplast ve daha çok besin maddesinin bulunması da larva gelişimini desteklemektedir (Evert, 2006). Yaprak epidermis kalınlığının thripslere karşı dayanıklılıkta etkili olduğu, 10-13 µm epidermal kalınlığa sahip pamuk çeşitlerinin 6 µm epidermal kalınlığa sahip çeşitlerine oranla daha dayanıklı olarak nitelendirildikleri bilinmektedir (Lewis, 1997). *Thrips tabaci* Uzel'nin *Gossypium hirsutum* L. (Malvales: Malvaceae) ve *G. barbadense* L. (Malvales: Malvaceae) pamuk çeşitlerinde yaprakların alt yüzeylerinde beslendiği, bu kısmı özellikle diğer yaprak katmanlarından daha ince olması nedeniyle tercih ettiği bilinmektedir (Gawaad et al., 1973; Fiene et al., 2013). Ayrıca, yaprak yüzeyindeki mum tabakasının kalınlığı da thripslerin tercihinde etkili bir özellik olup, kalın mum tabakası beslenirken ve konukçu bitkiyi belirlerken stiletlerin konukçuya penetrasyonunu olumsuz etkilemektedir. Üç dut çeşidinden (Mysore local, M<sub>5</sub>, MR<sub>2</sub>) Mysore local, yapraklarda yüksek kıl (trichome) yoğunluğu ve mum tabakasının kalın olmasından dolayı thripslerin en az tercih ettiği çeşit olarak belirlenmiştir (Naik et al., 2000).

Bitki yapısına bağlı olarak thripslerin konukçu tercihi farklılık göstermektedir. Soğan bitkisinin bütün gelişim dönemlerinde *T. tabaci* bulunmakta, ancak özellikle yumru oluşumundan itibaren popülasyonu artış göstermektedir (İbrahim & Adesiyun, 2009). Soğan bitkisi yumrularının bazı genotiplerinin yaprak yapısı, gelişim biçimleri (yaprak kalınlığı, gelişimin dik olması) ve yumru rengine bağlı olarak *T. tabaci*'ye dayanıklı olduğu bilinmektedir (Brar et al., 1993). Açık yeşil renkli yapraklar ve beyaz soğanlarda *T. tabaci* popülasyonu düşük seviyede iken, mavi-yeşil yapraklar ve koyu kırmızı renkli soğanlarda popülasyonun yüksek olduğu belirlenmiştir (Pushpendra et al., 2014). Farklı türlerin konukçu özelliklerine göre tercih sıralaması da değişiklik göstermektedir. Örneğin, *F. occidentalis*'in beslenmek ve ovipozisyon için sakız

kabağını, Fransız fasulyesi, pazı ve bibere göre daha çok tercih ettiği bilinmektedir. Yine aynı türün yabancıotlar arasındaki tercihi değerlendirildiğinde, ovipozisyon ve beslenmek için morfolojik ve fizyolojik özellikleri nedeniyle *Galinsoga parviflor* Cav. 1976 (Asterales: Asteraceae) (Beşpat çiçeği)'u *Nicandra physaloides* (L.) Gaertn. (Solanales: Solanaceae), *Erucastrum arabicum* Fisch. & C.A.Mey. (Brassicales: Brassicaceae) ve *Amaranthus hybridus* L. (Caryophyllales: Amaranthaceae)'a göre daha çok tercih ettiği saptanmıştır. Genel olarak, *F. occidentalis*'in ovipozisyonu için kabakgillerin yapraklarının (Cucurbitaceae), turpgiller (Cruciferae), patlıcangiller (Solanaceae) ve baklagillerin (Fabaceae) yapraklarından daha uygun olduğu söylenebilmektedir (Nyasani et al., 2012). Çiçeksiz ve çiçekli dönemin *F. occidentalis*'in bitki tercihini doğrudan etkilediği, çiçekli döneminde bitki üzerindeki popülasyonun, çiçeksiz döneme göre iki kattan daha fazla olduğu gözlenmiştir (Yudin et al., 1988). *Verbesina encelioides* Cav. (Asterales: Asteraceae)'in çiçeklenme öncesinde en az tercih edilen konukçu olduğu gözlenirken, çiçeklenme döneminde thripsleri öncesine göre 60 kat daha fazla cezbediği saptanmıştır (Sutliff-Shiple, 2006). Çiçek tipleri de thripslerin konukçu seçiminde önemli bir faktördür. Ağ tipi çiçek yapısına sahip krizantemlerin *F. occidentalis* bireylerini disk tipi çiçeklere sahip çeşitlere göre daha fazla cezbediği bilinmektedir (Northfield, 2005). Buna başka bir örnek ise daha açık ve büyük çiçek yapılarının *S. dorsalis* popülasyon yoğunluğunun yüksek seviyelere ulaşmasını sağladığıdır. Büyük ve açık çiçek yapısına sahip gül çeşitlerinden olan Radcon'daki *S. dorsalis* popülasyon yoğunluğunun, küçük ve kapalı çiçek yapısındaki Sun Flare ya da Angel Face'e göre daha yüksek olduğu bulunmuştur (Mannion et al., 2013). Bitki organları arasında çoğu thrips türünün konukçularının üst kısımlarında daha çok beslendiği ve yerleştikleri gözlenmektedir (Hansen et al., 2003). Meristem bölgelerindeki (tomurcuklar vb.) besin maddesi akışı nedeniyle *S. dorsalis*'in bu bölgeleri daha fazla tercih ettiği ve gül tomurcuklarında, petal yapraklarda daha yoğun bulunduğu kaydedilmiştir (Lewis, 1997). Bir turunçgil bahçesinde *S. dorsalis*'in yeni sürgünlerin kesilerek uzaklaştırıldığı bitkilerden daha uzakta bulunan ve yeni tomurcuklanan turunçgil ağaçlarına göç ettiği saptanmıştır (Shibao, 1997).

### Konukçu rengi

Thripslerin konukçu bitki seçiminde kullandıkları ilk özellik konukçunun rengi olup (Terry, 1997), konukçularını ayırt etmede etkili olan renk bileşenleri ise; ton, doygunluk ve parlaklıktır. Çiçek thripslerinde, açık renk tonlarının koyu tonlara göre cezbediciliğinin daha yüksek olduğu bilinmektedir (Chiu & Wu, 1993). Sarı ve beyaz gibi açık tonlu renklerin daha çok ışık yansıttıkları için thripsler tarafından daha çekici bulunduğu belirlenmiştir. Farklı renk tonlarındaki iki gül çeşidi arasında *F. occidentalis*'in daha açık tonda olan First-red (açık pembe)'i Ociane (kırmızı) çeşidine göre daha fazla tercih ettiği saptanmıştır (Hoddle et al., 2002; Elimem & Chermiti, 2012). *Frankliniella schultzei*'nin konukçularının çiçeklerine yerleşmesi ve kolonize olması için renklerin yansıtıcılığı önemli olmuş ve konukçularının çoğunlukla 400-700 nm dalga boyları arasındaki renklerde olduğu ve *Malvaviscus arboreus* Cav. (Malvales: Malvaceae), *Hibiscus rosasinensis* L. (Malvales: Malvaceae), *Erythrina crista-galli* L. (Fabales: Fabaceae), *Brownleea galpinii* Bolus (Asparagales: Orchidaceae) (575-700 nm), *Jacaranda mimosifolia* D.Don, (Lamiales: Bignoniaceae), *Ipomoea cairica* (L.) Sweet (Solanales: Convolvulaceae) (400-500 nm) ve *Bauhinia variegata* L. (Fabales: Fabaceae) (608 nm)'nin bu dalgaboyu aralığında yer alan konukçularından olduğu bilinmektedir (Yaku et al., 2007). Farklı dalga boylarındaki renklere ait parlaklığın da cezbediciliği etkilediği bilinmektedir. Mavi rengin dalga boylarının parlaklığına bağlı olarak, *F. occidentalis* üzerindeki çekicilik derecesi değişebilmektedir (Matteson & Terry, 1992). Dalga boyu 475 nm (mavi-yeşil) olan çiçeklerin yansıtıcılık ve parlaklığı ile çiçek başına ortalama *F. occidentalis* sayısı arasında önemli bir ilişkinin olduğu saptanmıştır (Lewis, 1997). Mavi, mor, sarı ve beyaz renklere siyah boya eklenerek, dalga boyu parlaklıklarının azaltılması sonucunda *F. occidentalis*'i cezbetme güçlerinin azaldığı saptanmıştır. Ayrıca, 350-390 nm dalga boylarına sahip Ultraviyole (UV) renklerin yansıtıcılığı da çiçek thripsleri ve diğer thrips türlerinin konukçu tercihlerinde etkilidir. Beklenenin aksine, UV yansıtıcılığı her zaman thripsler üzerinde çekici özellikte olmamıştır. UV yansıtıcılığı çok yüksek olan renklere sahip bitkilerin çiçeklerinin thripsleri cezbetmediği, hatta çimle beslenen thripslerin UV yansıtıcılığından hiç etkilenmediği bilinmektedir (Vernon & Gillespie, 1990).

## Konukçuda virüs ve thrips zararının bulunması

Konukçu bitkinin farklı hastalık etmenleri ya da diğer arthropod türleri ile bulaşmış olması bu bitkilerin tercihinde etkili olmaktadır. Virüsle enfekteli bitkilerin thripslerin yerleşmesi üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Viral patojenlerle enfekteli bitkiler hemipterleri ve thripsleri daha çok cezbetmektedir (Chen et al., 2013). Virüsle bulaşık bazı bitkilerin, virüssüz bitkilerden daha çok thrips ergin ve larvasının beslenmesini sağladığı bilinmektedir. Bu durum domates lekeli solgunluk virüsü (TSWV) ile enfekteli marulda *F. occidentalis* (Yudin et al., 1988), *Emilia sonchifolia* (L.) DC. (Asterales: Asteraceae)'da *T. tabaci* (Carter, 1939), hıyarda *T. palmi* (Culliney, 1990) ve yabancıotlarda *F. occidentalis* için (Bautista et al., 1995) belirlenmiştir. Virüsle enfekteli bitki yapraklarının açık renkli olması nedeniyle thrips erginlerini daha fazla cezbettiği gözlenmiştir (Culliney, 1990). Virüsle bulaşık krizantemler üzerinde *F. occidentalis* larva ve pupalarının sağlıklı bitkilere oranla daha çok olduğu kaydedilmiştir (Lewis, 1997). Ayrıca, aynı zararlıyı TSWV ile enfekteli bitkilerin sağlıklı bitkilerden daha çok çektiği bulunmuştur (Maris et al., 2004). Bu virüsün *F. fusca* üzerinde de aynı etkiyi gösterdiği ve yumurta bırakmak için özellikle enfekteli domatesleri tercih ettiği saptanmıştır (Chaisuekul, 2004).

Zaman zaman bazı ilginç yaşam ilişkileri de konukçu tercihi çalışmaları sırasında açıklığa kavuşturulabilmektedir. Domateste önemli bir zararlı olan *Ceratothripoides claratris* (Shumsher)'in, *Capsicum chlorosis* virus (isolate AIT) (CaCV-AIT)'ünün vektörü olduğu (Premachandra et al., 2005), türün yumurtalarını virüsle bulaşık bitkilere bırakarak patojenin taşınmasında önemli rol üstlendiği saptanmıştır (Steenken & Halaweh, 2011).

Her zaman sağlıklı ve iyi görünümü bitkilerin thripsleri cezbetmediği, aksine zarar görmüş bitkilerin daha çekici olabildiği de gözlenmektedir. *Thrips palmi* Karny, 1925'nin beslenmek için thrips zararı olan ya da thripsle bulaşık bitkileri daha çok tercih ettiği yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır. Thripsler tarafından zarar görmüş ve sağlıklı bitkilerin bulunduğu şeffaf akrilik kafese salınan (10 adet) *T. palmi*'nin dışı bireylerinin 2, 8, 12 ve 24 saat sonra yapılan sayımlarda thrips zararı olan bitkileri sağlıklı bitkilerden daha çok tercih ettiği saptanmıştır (Chen et al., 2014). Ancak, farklı bir zararlıının bulunduğu bitkilerde thripslerin beslenme ve yerleşme davranışlarının olumsuz yönde etkilenebileceği de bilinmektedir. Akar yumurtası bulunan yapraklar üzerinde *F. occidentalis*'in beslenme miktarının yaklaşık % 50 oranında azaldığı belirlenmiştir (Agrawal et al., 1999; Kirk, 2000).

## B. Konukçu tercihinde etkili faktörlerin mücadele amaçlı kullanım olanakları

### Dayanıklılık bitki kullanımı

Thripslerin popülasyonlarını devam ettirmesi tek konukçu bitki türünün farklı fenotip ve genotipleri arasında farklılıklar gösterebilmektedir ve bu durum tarımsal üretimde thripslere dayanıklı bitkilerin belirlenmesinde önem taşımaktadır (Varga et al., 2010). Söz konusu dayanıklılıkla yaprağın epidermal kalınlığı arasında güçlü bir ilişki olduğu bilinmektedir. Özellikle, bitki epidermal kalınlığına bağlı olarak thrips türlerine karşı dayanıklılığın belirlenmesine yönelik kaynaklar bulunmaktadır. *Pseudodendrothrips mori* (Niwa)'ye en dayanıklı dut çeşidinde üst ve alt epidermis kalınlığı sırasıyla 30.67 ve 24.27 µm iken, en duyarlı çeşitte, bu değerlerin 11.58 ve 8.97 µm olduğu bildirilmiştir (Naik et al., 2000).

Enine epidermis kesitinin toplam kalınlığı 143 µm olan bir pamuk çeşidinde, üst epidermis 17 µm, palisad dokusu 54 µm, mezofil tabakası 61 µm ve alt epidermis 11 µm olarak belirlenmiş ve *T. tabaci* (tütün thrips'i)'nin beslenmek ve yerleşmek için pamuk yaprağında ölçülen en ince tabakası olan alt epidermisi tercih ettiği saptanmıştır (Balint et al., 2013).

### Tuzak bitki kullanımı

Zararlı yönetiminde son yıllarda kendine daha çok yer bulmaya başlayan 'Tuzak Bitki' yönteminde de esas olarak thripslerin konukçu tercihleri temel alınmaktadır. Önemli bir tarımsal zararlı olan *F. occidentalis*'i, içerdiği çiçek uçucularıyla cezbettiği bilinen iki *Verbena* (yer minesini) çeşidinden Sissinghurst Pink'in sarmaşık yapraklı sardunya, Tapien Pink'in ise krizantemler arasında yetiştirildiğinde zararlıyı üzerine çektiği kaydedilmiştir (Pow et al., 1998; Bennison et al., 1999). *Verbena* çeşitlerinin *F.*

*occidentalis*'e karşı oluşturulan entegre mücadele programlarında tuzak bitki olarak kullanılabilir olduğu, *F. occidentalis*'in sera koşullarında Tapien lavander çeşidini, Blue violet, Pink ve Soft Pink verbena çeşitlerine oranla daha çok tercih ettiği belirlenmiştir (Warnock & Loughner, 2004).

Tuzak bitki olarak tercih edilen bitkilerin fenolojik dönemleri de thripslerin mücadelesinde kritik bir öneme sahiptir. Çiçekleri tamamen açmış krizantem bitkilerinin, tomurcuk ya da çatlamış tomurcuk halindekiere nazaran daha çok thripsi üzerine çektiği ve bu bitkilerin üretim alanlarında tuzak olarak kullanıldıkları bildirilmektedir (Shipp & Buitenhuis, 2007). Özellikle virüs ve vektörü thrips türlerinin mücadelesinde Verbena'ya başvurulduğu dikkati çekmektedir (Matsuura et al., 2006). Bol miktarda linalool oxide pyran ürettiği bilinen Fancy Parfait çeşidinin bu özelliği sayesinde virüs vektörü thripsleri cezbederek, krizantemde ilk çiçek tomurcuğu oluşana kadar *F. occidentalis* kolonizasyonunu azalttığı ve çiçeklenmeye kadar oluşabilecek TSWV etkisini baskıladığı saptanmıştır (Wijkamp et al., 1996).

### Renk tuzaklarının kullanımı

Polifag thrips türlerinin popülasyonlarını izlemek ve popülasyonlarını baskılamak için farklı renklerdeki yapışkan tuzaklar tercih edilmektedir. Beyaz ya da sarı gibi açık renkli tuzakların zararlı thrips türlerini cezbettikleri bilinmektedir (Teulon & Penman, 1992). Özellikle çiçek thripslerinin diğer tuzak renklerinden daha çok ışık yansıtan beyaz, sarı ya da mavi renkte olanları tercih ettiği belirlenmiştir. Önemli türlerden olan *F. occidentalis* erginlerinin sarı, mavi ve beyaz renkteki çiçekleri daha çok tercih ettiği saptanmıştır (Cloyd, 2009). Bilinen bu görsel tepki özellikleri nedeniyle bu zararlının mücadelesi ve popülasyon takibi çalışmalarında spesifik renkli tuzakların geliştirilmesi üzerinde yoğunlaşmıştır (Chang-Chi et al., 2000). Yine, çiçek thripslerinden olan *T. obscuratus* ve *Ceratothrips frici* (Uzel, 1895)'nin sırasıyla en çok beyaz ve sarı renkli çiçeklere sahip konukçuları tercih ettikleri saptanmıştır (Teulon & Penman, 1992).

Zararlı türlerin mücadelesinde ve izlenmesinde genellikle 'görsel cezbedicilik' yoğun olarak kullanılmaktadır. Birçok araştırma tuzak renklerinin ve kullanılan kokuların olduğu kadar şekillerinin de thripsleri cezbetmekte önem taşıdığını ortaya koymaktadır. Krizantem çiçeği şeklinin verildiği sarı yapışkan tuzakların, düz sarı yapışkan tuzaklara göre *F. occidentalis* ve *F. intonsa* bireylerini daha çok çektiği, çilek seralarında da çiçek şekilli tuzaklarda diğer tuzaklara oranla *F. occidentalis*'in 4.1, *F. intonsa*'nın ise 5.4 kat daha fazla yakalandığı kaydedilmiştir (Mainali & Lim, 2008). Açık alan koşullarında da çiçek şekilli yapışkan tuzakların thripslerin yakalanmasında etkili oldukları bilinmektedir. Tarla koşullarında üretilen biberde çiçek şekilli sarı yapışkan tuzakların thrips popülasyonlarını azalttığı, bu tuzakların sarı renklerinin ve de büyük boyutlarının özellikle *F. intonsa* için çekici bir nitelikte olduğu kaydedilmiştir (Lim et al., 2013). Sarı rengin thripsler üzerinde genel olarak çekici niteliği krizantemde yapılan bir çalışmayla bir kez daha kanıtlanmıştır. Sarı renkteki krizantem çiçeklerinde bulunan thrips popülasyonunun eflatun, kırmızı ve beyaz renkli olanlara göre iki kat fazla olduğu belirlenmiştir (Blumthal et al., 2005). Sarı rengin çekiciliği çiçek şeklindeki tuzaklarda da görülmekte ve *F. occidentalis*'in sarı yapay çiçekleri beyaz renkli olanlara göre daha fazla tercih ettiği bilinmektedir (Mainali & Lim, 2011). Çiçeklerin cezbediciliğinin içerdikleri uçucular ve çiçek olgunluğu gibi faktörlere bağlı olduğu bilinse de bazı araştırmalar çiçek büyüklüğünün de önem taşıdığını altını çizmekte ve *F. occidentalis*'in büyük çiçekleri daha çok tercih ettikleri bildirilmektedir (Buitenhuis & Shipp, 2006).

Konukçu seçiminde etkili olan birden fazla özellik mücadele amacıyla birarada kullanılabilir (Frey et al., 1994). Özellikle renk tuzaklarına, thripslerin konukçu seçiminde etkili olan diğer özellikler de eklendiğinde daha etkili olabildikleri gözlenmektedir. Geraniol ile kombine edilmiş mavi yapışkan tuzakların *F. occidentalis* bireylerini yapışkan mavi renkli tuzaklardan 1.9 kat daha fazla cezbedtiği bilinmektedir (Sutliff-Shiple, 2006). Yapışkan tuzaklara kokuların ilave edilmesi *F. occidentalis* gibi anahtar zararlılara karşı bu tuzakların cezbediciliğini artırmakta ve kitlesel yakalama uygulamalarının daha etkili olmasını sağlamaktadır (Abdullah & Butt, 2015).

Değişik yapıdaki malç materyali, yansıtıcılık özellikleri sayesinde genellikle emici zararlıların kontrolü amacıyla üretim alanlarında sıklıkla kullanılmaktadır. Bu materyallerin sahip oldukları renklerin dalga boyları böcekler üzerinde uzaklaştırıcı ya da cezbedici etki gösterebilmektedir. Ultra viyole (gümüşi)

yansıtıcı özellikteki malçların domates, biber vb. gibi birçok üründe yaprakbitleri, thripsler gibi emici zararlıların kontrolünde etkin olarak kullanıldıkları bilinmektedir (Lu, 1990; Van Toor et al., 2004). Ancak, seçilen renk zaman zaman zararlıları kültür bitkilerine çekici özellik de gösterebilmektedir. Beyaz plastik malç'ın alüminyum ve siyah plastik malç'a göre daha fazla thrips bireyinin domates çiçeklerinde bulunmasına neden olduğu saptanmıştır (Brown & Brown, 1992). Malç tipi ve renginin seçiminde kültür bitkisi ve üzerindeki ana zararlılar yön verici olmaktadır.

## Sonuç

Thripslerin ana ve ara konukçularının hangi bitkiler olduğu ve bu bitkilerin seçiminde hangi faktörlerin etkili olduğu uzun yıllar alan çalışmalarla büyük oranda ortaya çıkarılmış ve bu konuda yapılan araştırmalar devam etmektedir. Fitofag thripslerin konukçu seçimini etkileyen faktörlerin açığa kavuşturulmuş olması özellikle, ekonomik anlamda kayıplara neden olan türlerin mücadelesinde destekleyici rol üstlenmektedir. Belirlenen bu faktörlere bağlı olarak elde edilen bilgiler, ekonomik ve çevre dostu yöntemlerin thripslerin mücadelelerinde kullanımına olanak sağlamaktadır.

## Yararlanılan Kaynaklar

- Abdullah, Z. S. & T. M. Butt, 2015. Preferences of the peripheral olfactory system of Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis* towards stereoisomers of common plant volatiles. *Chemoecology*, 25: 47–51.
- Agrawal, A. A., C. Kobayashi & J. S. Thaler, 1999. Influence of prey availability and induced host-plant resistance on omnivory by western flower thrips. *Ecology*, 80: 518-523.
- Aliakbarpour, H., M. R. C. Salmah & H. Dieng, 2010. Species composition and population dynamics of *Thrips* (Thysanoptera) in mango orchards of Northern Peninsular Malaysia. *Environmental Entomology*, 39 (5):1409–1419.
- Alves-Silva, E., P. K. Maruyama, A. Cavalleri & K. Del-Claro, 2013. Flower stage and host plant preference by floral herbivore *Thrips* (Insecta: Thysanoptera: *Frankliniella*) in a Brazilian Savanna. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 48 (1): 25–31.
- Ananthkrishnan, T. N. & K. Dhileepan, 1984. Thrips-Fungus association with special reference to the sporophagous *Bactrothrips idiomorphus* (Karny) (Tubulifera: Thysanoptera). *Proceedings Indian Academy Science*, 93 (3): 243-249.
- Ananthkrishnan, T. N. & R. Gopichandran, 1993. *Chemical Ecology in Thrips–Host Plant Interactions*. Intercontinental Science Publisher, New York, 125pp.
- Ananthkrishnan, T. N., 1993. *Bionomics of Thrips*. *Annual Review of Entomology*, 38: 71–92.
- Balint, J., N. Burghardt, M. Hohn, B. Penzes & J. Fail, 2013. Does epidermal thickness influence white cabbage resistance against onion *Thrips* (*Thrips tabaci*)?. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 41 (2): 444-449.
- Bautista, R. C., R. F. L. Mau, J. J. Cho & D. M. Custer, 1995. Potential of Tomato Spotted Wilt Tospovirus plant hosts in Hawaii as virus reservoirs for transmission by *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Phytopathology*, 85: 953–958.
- Bennison, J. A., E. M. Pow, L. J. Wadhams, K. A. Maulden, L. R. Wardlow & J. H. Buxton, 1999. "Improving biological control of Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis*, on greenhouse ornamentals, 19-24". Sixth International Symposium on Thysanoptera (May 1998, Antalya), Akdeniz University, 181pp.
- Blumthal, M. R., R. A. Cloyd, L. A. Spomer & D. F. Warnock, 2005. Flower color references of Western Flower Thrips. *Hort Technology*, 15 (4): 846-853.
- Brar, K. S., A. S. Sidhu & M. L. Chadha, 1993. Screening onion varieties for resistance to *Thrips tabaci* Lind. and *Helicoverpa armigera* (Hubner). *Journal of Insect Science*, 6: 123-124.
- Brodbeck, B. V., J. Stavisky, J. E. Funderburk, P. C. Andersen & S. M. Olson, 2001. Flower nitrogen status and populations of *Frankliniella occidentalis* feeding on *Lycopersicon esculentum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 99: 165–172.
- Brown, S. L. & J. E. Brown, 1992. Effect of plastic mulch color and insecticides on thrips populations and damage to tomato. *Hort Technology*, 2 (2): 208-211.



- Brown, A. S. S. & M. S. J. Simmonds, 2006. Leaf morphology of hosts and nonhosts of the thrips *Heliothrips haemorrhoidalis* (Bouché). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 152 (1): 109–130.
- Buitenhuis, R. & J. L. Shipp, 2006. Factors Influencing the use of trap plants for the control of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse potted chrysanthemum. *Environmental Entomology*, 35: 1411–1416.
- Carter, W., 1939. Populations of *Thrips tabaci*, with special reference to virus transmission. *Journal of Animal Ecology*, 8 (2): 261-271.
- Chaisuekul, C., 2004. Host Plant and Temperature Effects on Population Dynamics of Thrips Vectors of Tomato Spotted Wilt Virus. The University of Georgia, PHD thesis, Georgia. 38pp.
- Chang-Chi, C., P. Pinter Jr, T. Henneberry, K. Umeda, E. Natwick, W. Yaun-an, V. Reddy & M. Shrepatis, 2000. Use of CC traps with different trap base colors for silverleaf whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae), thrips (Thysanoptera: Thripidae) and leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae). *Journal of Economic Entomology*, 93: 1329-1337.
- Chen, G., H. Pan, W. Xie, S. Wang & Q. Wu, 2013. Virus infection of a weed increases vector attraction to and vector fitness on the weed. *Scientific Reports*, 3: 22-53.
- Chen, W., C. Tseng & C. Tsai, 2014. Effect of Watermelon Silver Mottle Virus on the life history and feeding preference of *Thrips palmi*. *Plos one*, 9 (7): 1-9.
- Chitturi, A., 2005. Effect of pine pollen on settling behavior and oviposition of *Frankliniella occidentalis* and *Frankliniella fusca* (Thysanoptera: Thripidae) on Tomato and Peanut. The University of Georgia, M.Sc. Thesis, Georgia, 108pp.
- Chiu, H. T. & M. Y. Wu, 1993. Attractiveness of color trap to *Thrips hawaiiensis* (Morgan) (Thysanoptera: Thripidae) in the field. *Chinese Journal of Entomology*, 13: 229-234.
- Chow, A., A. Chau & K. M. Heinz, 2012. Reducing fertilization: a management tactic against western flower thrips on roses. *Journal of Applied Entomology*, 136: 520–529.
- Cloyd, R. A., 2009. Western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) management on ornamental crops grown in greenhouses: Have we reached an impasse?. *Pest Technology*, 3 (1): 1-9.
- Culliney, T. W., 1990. Population performance of *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) on cucumber infected with a mosaic virus. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*, 30: 85-89.
- Den Belder, E., J. Elderson & I. Agca, 2001. Is olfactory orientation of *Thrips tabaci* disrupted by a nonhost plant?. *Proceedings of the section Experimental and Applied Entomology of the Netherlands Entomological Society*, 12: 61-64.
- De Kogel, W. J. & E. H. Koschier, 2002. "Thrips responses to plant odors, 189-190". 7th International Symposium on Thysanoptera: Thrips, Plants, Tospoviruses: the Millennial Review, (2-7 July, Reggio Calabria, Italy), 390pp.
- Dobson, H. E., 1994. "Floral Volatiles in Insect Biology, 47-81". In: *Insect Plant Interactions*, (Ed: Bernays E. A.). CRC Press, Florida, 5.
- Elimem, M. & B. Chermiti, 2012. Color preference of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera; Thripidae) and *Orius* sp. (Hemiptera: Anthocorridae) populations on two rose varieties. *Floriculture and Ornamental Biotechnology*, 6 (1): 1-5.
- El-Sayed, A., V. Mitchell, G. McLaren, L. Manning, B. Bunn & D. Suckling, 2009. Attraction of New Zealand Flower Thrips, *Thrips obscuratus*, to cis-Jasmone, a Volatile Identified from Japanese Honeysuckle Flowers. *Journal of Chemical Ecology*, 35 (6): 656.
- El-Sayed, A. M., V. J. Mitchell & D. M. Suckling, 2014. 6-Pentyl-2H-pyran-2-one: a potent peach derived kairomone for New Zealand flower thrips, *Thrips obscuratus*. *Journal of Chemical Ecology*, 40: 50–55.
- Evert, R. F., 2006. *Esau's plant anatomy: meristems, cells, and tissues of the plant body-their structure, function and development*, 3rd edn. Wiley, New Jersey.
- Fiene, J., L. Kalns, C. Nansen, J. Bernal, M. Harris & G. A. Sword, 2013. Foraging on individual leaves by an intracellular feeding insect is not associated with leaf biomechanical properties or leaf orientation. *Plos one*, 8 (11): 1-8.

- Frey, J. E., R. V. Cortada & H. Helbling, 1994. The potential of flower odours for use in population monitoring of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Perg.) (Thysanoptera: Thripidae). *Biocontrol Science and Technology*, 4: 177-186.
- Gawaad, A. A. A., F. H. El-Gayer & A. S. Soliman, 1973. Studies on *Thrips tabaci* Lindeman. X. Mechanism of resistance to *Thrips tabaci* L. in cotton varieties. *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, 73: 251-255.
- Gopichandran, R., G. Gurusubramanian & T. N. Ananthkrishnan, 1992. Influence of chemical and physical factors on the varietal preference of *Retithrips syriacus* (Mayet) (Panchaetothripinae: Thysanoptera) on different cultivars of cotton. *Phytophaga*, 4: 1-9.
- Hansen, E. A., J. E. Funderburk, S. R. Reitz, S. Ramachandran, J. E. Eger & H. J. Mcauslane, 2003. Within-plant distribution of *Frankliniella* species (Thysanoptera: Thripidae) and *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae) in field pepper. *Environmental Entomology*, 32: 1035-1044.
- Hoddle, M. S., L. Robinson & D. Morgan, 2002. Attraction of thrips (Thysanoptera: Thripidae and Aeolothripidae) to colored sticky cards in a California avocado orchards. *Crop Protection*, 21: 383-388.
- İbrahim, N. D. & A. A. Adesiyun, 2009. Effects of staggered planting dates on the control of *T. tabaci* Lind. and yield of onion in Nigeria. *African Journal of Agricultural Research*, 4 (1), 33-39.
- Kakkar, G., D. R. Seal, P. A. Stansly, O. E. Liburd & V. Kumar, 2012. Abundance of *Frankliniella schultzei* (Thysanoptera: Thripidae) in flowers on major vegetable crops of South Florida. *Florida Entomologist*, 95 (2): 468-475.
- Kirk, W. D. J., 2000. The pest and vector from the West: *Frankliniella occidentalis*. Thrips and tospoviruses: Proceedings of the 7th international symposium on Thysanoptera. 2-7 July 2001, Canberra.
- Knudsen, J.T., L. Tollsten & L. G. Bergstrom, 1993. Floral scents-a checklist of volatile compounds isolated by headspace techniques. *Phytochemistry*, 33: 253-280.
- Lewis, T., 1997. Thrips As Crop Pests. CAB International, London, 740pp.
- Lim, U. T., E. Kim & B. P. Mainali, 2013. Flower model traps reduced thrips infestations on a pepper crop in field. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 16 (2): 143-145.
- Lu, F. M., 1990. Colour preference and using silver mulches to control the onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman. *Chinese Journal Entomology*, 10: 337-342.
- Mainali, B. P. & U. T. Lim, 2008. Evaluation of chrysanthemum flower model trap to attract two *Frankliniella* thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 11 (3): 171-174.
- Mainali, B. P. & U. T. Lim, 2011. Behavioral response of western flower thrips to visual and olfactory cues. *Journal of Insect Behavior*, 24: 436-446.
- Mannion, C. M., A. I. Derksen, D. R. Seal, L. S. Osborne & C. G. Martin, 2013. Effects of rose cultivars and fertilization rates on populations of *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) in Southern Florida. *Florida Entomologist*, 96 (2): 403-411.
- Maris, P. C., N. N. Joosten, R. W. Goldbach & D. Peters, 2004. Tomato spotted wilt virus infection improves host suitability for its vector *Frankliniella occidentalis*. *Phytopathology*, 94: 706-711.
- Matsuura, S., S. Hoshino & H. Koga, 2006. Verbena as a trap crop to suppress thrips-transmitted Tomato spotted wilt virus in chrysanthemums. *Journal of General Plant Pathology*, 72 (3): 180-185.
- Matteson, N. & L. I. Terry, 1992. Response to color by male and female of *Frankliniella occidentalis* during swarming and non-swarming behavior. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 63: 187-201.
- Mollema C. & R. A. Cole, 1996. Low aromatic amino acid concentrations in leaf proteins determine resistance to *Frankliniella occidentalis* in four vegetable crops. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 78: 325-333.
- Morgan, A. C. & S. E. Crumb, 1928. Notes on the chemotrophic responses of certain insects. *Journal of Economic Entomology*, 21: 913-920.
- Mound, L. A. & R. Marullo, 1996. The thrips of Central and South America: an introduction (Insecta: Thysanoptera). *Memoirs on Entomology*. Gainesville (FL): Associated Publishers, Florida. 487pp.
- Mound, L. A., 2005. Thysanoptera: Diversity and Interactions. *Annual Review Entomology*, 50: 247-269.

- Naik, S. L., D. N. R. Reddy & B. Sannappa, 2000. Relation between *Pseudodendrothrips mori* population and leaf characters in mulberry varieties. *Karnataka Journal Agricultural Science*, 13 (1): 60-63.
- Niak, M. P. & E. H. Koschier, 2014. Effects of pea (*Pisum sativum* L.) cultivars on *Thrips tabaci* Lindeman preference and performance. *Journal of Agricultural Science*, 152, 885–893.
- Nyasani, J. O., R. Meyhöfer, S. Subramanian & H. M. Poehling, 2012. Feeding and oviposition preference of *Frankliniella occidentalis* for crops and weeds in Kenyan French bean fields. *Journal Applied Entomology*, 137: 204–213.
- Northfield, T. D., 2005. Thrips Competition and Spatiotemporal Dynamics on Reproductive Hosts, University of Florida, M. Sc. Thesis, Florida, 69pp.
- Paine, T. D., 1992. Cuban laurel thrips (Thysanoptera: Phlaeothripidae) biology in southern California: seasonal abundance, temperature dependent development, leaf suitability, and predation. *Annals of the Entomological Society of America*, 85 (2): 164–172.
- Papadaki, M., V. Harizanova & A. Bournazakis, 2008. Influence of host plant on the population Density of *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae) on different vegetable cultures in greenhouses. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 14 (5): 454-459.
- Pearsall, I. A., 2000. Flower preference behaviour of western flower thrips in the Similkameen Valley, British Columbia, Canada. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 95: 303–313.
- Pellmyr, O. & L. B. Thien, 1986. Insect reproduction and floral fragrances: keys to the evolution of the angiosperms. *Taxon*, 35: 76-85.
- Penman, D. R., G. O. Osborne, S. P. Worner, R. B. Chapman & G. F. McLaren, 1982. Ethyl nicotinate: a chemical attractant for *Thrips obscuratus* (Thysanoptera: Thripidae) in stonefruit in New Zealand. *Journal of Chemical Ecology*, 8: 1299-1303.
- Premachandra, W. T., C. Borgemeister & H. M. Poehling, 2005. Effects of Neem and Spinosad on *Ceratothripoides claratris* (Thysanoptera: Thripidae) an important vegetable pest in Thailand, under laboratory and greenhouse conditions. *Journal of Economic Entomology*, 98: 438-448.
- Pow, E. M., A. M. Hooper, M. J. A. Luszniak, L. J. Wadhams & J. A. Bennison, 1998. "Novel strategies for improving biological control of western flower thrips on protected ornamentals-attraction of western flower thrips to Verbena plants, 417-422". *Proceedings of an International Conference (16-19 November)*, UK.
- Pushpendra, E., A. S. Thakur, M. Thomas, A. K. Bhowmick & H. L. Sharma, 2014. Screening of onion genotypes against *Thrips tabaci* Lind. in Centarl India. *Internal Journal of Biodiversity and Conservation*, 6 (12): 806-813.
- Scott Brown, A. S., M. S. J. Simmonds & W. M. Blaney, 2002. Relationship between nutritional composition of plant species and infestation levels of thrips. *Journal of Chemical Ecology*, 28: 2399-2409.
- Shibao, M., 1997. Effects of resource availability on population density of the chili thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae), on grape. *Applied Entomology and Zoology*, 32: 413-415.
- Shipp, L. & R. Buitenhuis, 2007. Trap plants for Western flower thrips. *Agriculture and Agri-Food Canada*, 2p.
- Steenken, N. & N. Halaweh, 2011. Host Plant Preference Study for *Ceratothripoides claratris* (Shumher) (Thysanoptera: Thripidae) and CaCV (Genus Tospovirus; Family Bunyaviridae) in Bangkok, Thailand. *Journal of Entomology*, 8 (2): 198-203.
- Sutliff-Shipley, S. G., 2006. Population Dynamics And Feeding Preferences of Thrips (Thysanoptera: Thripidae) as Tospovirus Vectors in North Carolina Cut Flower Production. *North Carolina State University, M. Sc. Thesis*, ABD. 69pp.
- Terry, L. I., 1997. Host selection, communication, and reproductive behaviour. *Thrips as crop pests*. CAB International, London, 740pp.
- Teulon, D. A. J. & D. R. Penman, 1992. Colour preferences of New Zealand thrips (Terebrantia: Thysanoptera). *New Zealand Entomologist*, 15: 8-13.
- Teulon, D. A. J., D. R. Penman & P. M. J. Ramakers, 1993. Volatile chemicals for thrips (Thysanoptera: Thripidae) host-finding and applications for thrips pest management. *Journal of Economic Entomology*, 86: 1405-1415.

- Teulon, D. A. J., C. Castane, M-C. Nielsen, A. M. El-Sayed, M. M. Davidson, R. Gardner-Gee, J. Poulton, A. M. Kean, C. Hall, R. C. Butler, C. E. Sansom, D. M. Suckling & N. B. Perry, 2014. Evaluation of new volatile compounds as lures for western flower thrips and onion thrips in New Zealand and Spain. *New Zealand Plant Protection*, 67: 175-183.
- Wardle, R. A. & R. Simpson, 1927. The biology of Thysanoptera with reference to cotton plant. The relation between feeding habits and plant lesions. *Annals Applied of Biology*, 14: 513-528.
- Warnock, D. F. & R. Loughner, 2004. Verbena cultivars differentially attract adult Western Flower Thrips. *Acta Horticulturae*, 89-94.
- Wijkamp, I., F. Van De Wetering, R. Goldbach & D. Peters, 1996. Transmission of tomato spotted wilt virus by *Frankliniella occidentalis*; median acquisition and inoculation access period. *Annual Applied Biology*, 129: 303–313.
- Van Toor, R. F., C. M. Till, D. E. James & D. A. J. Teulon, 2004. Evaluation of UV reflective mulches for protection against Thrips (*Thrips tabaci*) in onion (*Allium cepa*) crops. *New Zealand Plant Protection*, 57: 209-213.
- Varga, L., P. J. Fedor, M. Suvak, J. Kiselak & E. Atakan, 2010. Larval and adult food preferences of the poinsettia thrips *Echinothrips americanus* Morgan, 1913 (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Pest Science*, 83 (3): 19–327.
- Vernon, R. S. & D. R. Gillespie, 1990. Spectral responsiveness of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) determined by trap catches in greenhouses. *Environmental Entomology*, 19: 1229-1241.
- Visser, J. H., 1986. Host odour perception in phytophagous insects. *Annual review of entomology*, 31: 121-144.
- Yaku, A., G. H. Walter & A. J. Najar-Rodriguez, 2007. Thrips see red-flower colour and the host relationships of a polyphagous anthophilic thrips. *Ecological Entomology*, 32: 527–535.
- Yudin, L. S., B. E. Tabashnik, J. J. Cho & W. C. Mitchell, 1988. Colonization of weeds and lettuce by thrips (Thysanoptera: Thripidae) with reference to aphids (Homoptera: Aphididae) and leafminers in Hawaiian lettuce farms. *Journal of Economic Entomology*, 80: 51-55.
- Žnidarcic, D., R. Vidrih, D. Germ, D. Ban, & S. Trdan, 2007. Relationship between water-soluble carbohydrate composition of cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) and damage levels of onion thrips. *Acta Agriculturae Slovenica*, 89: 25–33.