

A NYUGATI VIRÁGTRIPSZ (*FRANKLINIELLA OCCIDENTALIS*

(PERGANDE, 1895))

Király Kristóf Domonkos, Farkas Péter és Fail József

Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Rovartani Tanszék, 1118 Budapest, Ménesi út

44. [*Fail.Jozsef@kertk.szie.hu](mailto:Fail.Jozsef@kertk.szie.hu)

*A nyugati virágtripsz (*Frankliniella occidentalis*; Thysanoptera: Thripidae) egy ma már világszerte elterjedt, szélsőségesen polifág kártevő, mely hazánkban elsősorban a hajtatott zöldség- és dísznövénytermesztés károsítója. Szívogatásával okozott közvetlen kártétele mellett kiemelkedően fontos vírusvektor is. Robbanásszerű elterjedése eredeti élőhelyéről nagyjából 40 évvel ezelőtt indult meg. A fajt számos olyan biológiai tulajdonság jellemzi, melyek segítették inváziós kártevővé válását, így többek között például a gyors fejlődésment, a nőstények nagy fekunditása, a sok, átfedő nemzedék, a kis testméret, a tigmotaktikus viselkedés, a haplodiploid szaporodásmód és az inszekticidekkel szemben könnyen kialakuló rezisztencia. Jelen dolgozatunkban áttekintést nyújtunk a nyugati virágtripsz életmódjáról, kártételéről, valamint az ellene való védekezés lehetőségeiről.*

Kulcsszavak: *Frankliniella occidentalis, nyugati virágtripsz, vírusvektor, inszekticid rezisztencia, integrált növényvédelem*

A nyugati virágtripszet (*Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895)) mind közvetlen kártétele, mind vírusvektor szerepe miatt az egyik legjelentősebb kártevőként tartják számon világszerte (Cloyd 2009, Reitz és Funderburk 2012). Klasszikus inváziós faj, mely eredeti élőhelyéről körülbelül 40 évvel ezelőtt indult „hódító” útjára, és robbanásszerű terjedésének eredményeként ma már az egész világon – így hazánkban is – általánosan elterjedt (Kirk és

Terry 2003, Vasziné és mtsai 2006). Éghajlatunkon elsősorban a hajtatott növénytermesztés kártevője, de károsítása szabadföldön termesztett növényeken is jelentkezhet – főképp a számára kedvezőbb klímájú országokban (Jenser 1995, Kirk és Terry 2003, Orosz és mtsai 2009, Reitz és Funderburk 2012, Broughton és mtsai 2015).

Rendszertani besorolás, morfológia

A nyugati virágtripsz az ízeltlábúak törzsébe (Arthropoda), a rovarok osztályába (Insecta), a tripszek rendjébe (Thysanoptera), azon belül a Terebrantia alrendbe, a Thripidae családba és a Thripinae alcsaládba tartozik (ThripsWiki 2018). A fajt Theodore Pergande eredetileg *Euthrips occidentalis* néven írta le, majd 1912-ben sorolták át az akkor újonnan felállított *Frankliniella* (Karny) nemzetségbe (Kirk 2002). Közismert angol neve: western flower thrips (rövidítve: WFT). Hazánkban időnként kaliforniai virágtripsz néven is utalnak rá.

A *Frankliniella occidentalis* egyedek morfológiájukban nagy változatosságot mutatnak (Kirk és Terry 2003). A nőstény imágók 1,2-2,0 mm nagyságúak (Jenser és Tusnádi 1989, Jenser 1995, Cloyd 2009), és sötét (barna), világos (sárgásfehér, a potroh hátlemezein néhol barnás), illetve átmeneti (narancsszínű tor, és barna potroh) színváltozatuk is ismert (Bryan és Smith 1956). Megjegyzendő, hogy az egyes színváltozatok megjelenésében, arányában, a hőmérsékletnek, illetve a vizsgált „törzsnek” (lásd később) is lehet szerepe (Kirk 2002, Rugman-Jones és mtsai 2010). Az üvegházi termesztésben károsító nyugati virágtripszek túlnyomó többségükben az átmeneti színváltozatba tartoznak (Kirk 2002). A hímek mindig kisebbek, és világos színűek (Jenser és Tusnádi 1989). A fajszerű azonosításhoz az egyedek tárgylemezre történő preparálása, és mikroszkópos vizsgálata szükséges.

A kifejlett nyugati virágtripsz egyedek azonosításra szolgáló morfológiai bélyegei a következők (Jenser és Tusnádi 1989, valamint Hoddle és mtsai 2012 nyomán): A csápok 8 ízből állnak; az utolsó két csápíz viszonylag rövidebb, kisebb, azonban a VIII. csápíz hosszabb, mint a VII. A III.-IV. csápízeken bikaszarvszerű érzőszőrök/szaglószőrök találhatóak. A fejen a pontszemek környékén (azok fölött és között) 3 pár szőr található, melyek közül a harmadik pár feltűnően hosszú, erős. A pontszemek mögött lévő sertesor negyedik pár sertéje szintén hosszú, erős. Az előtor háti lemezén (pronotum) összesen öt pár hosszú serte található. Az utótor háti lemezének (metanotum) elülső szegélyén egy rövid és egy hosszú szőrpár ered, és nagyjából a hosszú szőrszálak végénél helyezkednek el a harang alakú érzékelők (campaniform sensilla) is, melyek ennél a fajnál általában megtalálhatóak. Az elülső szárnyon mindkét ér megszakítás nélkül sertézett. A VIII. potrohszelvény háti lemezén a „sertesor-barázda” (ctenidia) elhelyezkedése a légzőnyíláshoz képest anterolaterális. Ugyanennek a lemeznek a hátulsó szegélyén háromszög alapokon sűrűn egymás mellett álló serték fésűt képeznek (csak a nőstényeknél, hímeknél ez a fésű hiányzik).

Megjegyzendő, hogy a legújabb molekuláris genetikai vizsgálatok alapján ma már úgy véljük, hogy a *F. occidentalis* egy fajkomplexet alkot (Rugman-Jones és mtsai 2010). Rugman-Jones és munkatársai (2010) a fajkomplexen belül két, egymástól genetikailag elkülönült fajt különböztettek meg, melyek minden bizonnyal megegyeznek az Új-Zélandon már az 1930-as évek óta ismert – de akkor még nem külön fajnak vélt – „lupin” (=csillagfürt) és „glasshouse” (=üvegház) törzsekkel, melyekről Martin és Workman (1994) tesznek említést. Bár ennek egyértelmű megállapításához még további vizsgálatok szükségesek, de a világban vélhetően mindkét faj/törzs elterjedt, és kevert, szimpatikus populációkat alkothatnak (Rugman-Jones és mtsai 2010). A fajkomplex tagjai egymástól morfológiailag nem megkülönböztethetőek, de a körülmények, közvetett bizonyítékok alapján feltételezhető,

hogy az ismert növényvédelmi problémák a „glasshouse” (G) fajhoz köthetők (Martin és Workman 1994, Brodsgaard 1994a, Rugman-Jones és mtsai 2010).

Elterjedés

A nyugati virágtripszet 1895-ben, Kaliforniában gyűjtött egyedek alapján írták le (Pergande 1895). Elterjedési területe nagyjából az 1960-as évekig elsősorban Észak-Amerika nyugati részére és Mexikóra korlátozódott, napjainkban azonban már gyakorlatilag az egész világon megtalálható, amely sokkal inkább az emberi tevékenység eredménye, mint a saját szárnyán, illetve a szél segítségével történő terjedéséé (Kirk és Terry 2003). Elsősorban széles tápnövényköre miatt Kaliforniában már inváziós fajjá válása előtt is fontos kártevőnek számított (Bailey 1938 cit. Kirk 2002), Race (1961) például már az új-mexikói gyapottermesztés meghatározó károsítójaként említi, és a leggyakrabban előforduló tripszfajnak bizonyult vöröshagymán (Harding 1961). A XX. század közepétől a nemzetközi kereskedelem óriási fejlődésnek indult (Hulme 2009). Habár a nyugati virágtripsz robbanásszerű terjedésének oka nem tökéletesen tisztázott, de annak kezdete nagyjából a 70-es évek végére tehető, és minden bizonnyal összefüggésben van az említett kereskedelmi tevékenységgel, a kertészeti termelés- és áruk globalizációjával, tehát a fertőzött növényanyagok szállításával (Kirk és Terry 2003, Reitz 2009), melyeknek eredményeképpen egyébként ma már általánosságban a hajtatott kultúrák kártevő együttesének homogenizációjáról beszélhetünk (Kiritani 2001). A *F. occidentalis* inváziós kártevővé válását az áruforgalom növekedése mellett vélhetően igen nagymértékben segítette elő az inszekticid rezisztens populációk szelektálódása is, melyek a '90-es évekre már világszerte ismertek voltak (Immaraju és mtsai 1992, Brodsgaard 1994a, Robb és mtsai 1995). A rezisztens populációk megjelenése nem meglepő, hiszen egyes dísnövény kultúrákban a kártevő elleni rovarölő szerek permetezések akár csupán 5 naponta követhették egymást

(Nasruddin és Smitley 1991). A kialakult rezisztens törzsek gyorsan terjedhettek szét a világban (Kirk és Terry 2003), azonban a rezisztenciában megfigyelhető különbségek (Immaraju és mtsai 1992, Brodsgaard 1994a) arra engednek következtetni, hogy az elterjedésnek több kiindulási pontja volt, ahogy erre Kirk és Terry (2003) is rámutattak. Érdekes, hogy a korábbi évtizedekben a *F. occidentalis* terjedését megelőzően az USA keleti- és középső területein a *Frankliniella tritici* faj volt domináns (Bailey 1940), azonban ez az egyensúly később felborult, ami könnyen magyarázhatónak tűnik a nyugati virágtripsz esetében az inszekticid rezisztencia nyújtotta kompetíciós előnyökkel (Kirk 2002).

Európában először Hollandiában azonosították a fajt, 1983-ban, afrikai ibolyán (Mantel és van de Vrie 1988 cit. Kirk és Terry 2003). További terjedése központjának Európában minden valószínűség szerint szintén Hollandiát tekinthetjük, ahonnan kiindulva igen gyorsan, nagyjából átlagosan 230 km/év sebességgel érte el a kontinens többi országát (Kirk és Terry 2003). Az első európai észlelések túlnyomó részt üvegházakból származnak (Kirk és Terry 2003). A nyugati virágtripszet Magyarországon először 1989-ben, Budapesten, virágárusoknál vásárolt gerberán találták meg, de feltételezések szerint a faj ekkor már több hazai dísnövénytermesztő üzemben is előfordulhatott (Jenser és Tusnádi 1989). Hazánk termesztőberendezéseiben ma már országosan elterjedt (Vasziné és mtsai. 2006).

Életmód, biológia

A nyugati virágtripsz számos olyan ökológiai tulajdonsággal rendelkezik, melyek kifejezetten alkalmassá tették arra, hogy világszerte a hajtattott növénytermesztés egyik legjelentősebb kártevőjévé váljon (Reitz 2009).

A faj arrhenotokiával szaporodik, haplodiploid: a megtermékenyítetlen tojásokból haploid hímek, a megtermékenyítettekől pedig diploid nőtények fejlődnek (Moritz és mtsai 2004, Bielza és Guillén 2015). Egyelőre nem tisztázott, hogy a nőtények hogyan

szabályozzák utódaik nemét (Moritz 1997), de a párosodott nőstények utódai között mindkét nembe tartozó egyedeket megtalálhatjuk, jellemzően a nőstények túlsúlyával (Terry és Kelly 1993, van Rijn és mtsai 1995). Párosodás nélkül a kifejlett nőstények utódai mind hímek lesznek, ezek az anyák azonban később képesek saját utódaikkal párosodni, így életük ezt követő részében már nőstény utódokat is produkálhatnak (Robb és mtsai 1995, Ding és mtsai 2018). Mindez azt jelenti, hogy akár már egyetlen nőstény tojás – melyek gyakran észrevétlenek maradhatnak például a szaporítóanyag ellenőrzésekor (Vierbergen 1995) – behurcolása egy új élőhelyre (pl. üvegházba) elegendő lehet egy kárt okozó populáció létrehozásához. A haplodiploid szaporodásmód lassítja a genetikai leromlást, a recesszív letális tulajdonságokat eredményező mutációk felhalmozódását az örökítő anyagban (Lester és Selander 1979). Az ivaros szaporodásnak köszönhetően lehetőség van a genetikai rekombinációra, viszont a haploid hímek miatt a recesszív letális allélok legfeljebb heterozigóta nőstényekben fordulhatnak elő.

A tripszek fejlődésmenete speciális; részben a hemimetabolikus-, részben a holometabolikus posztembrionális egyedfejlődésre emlékeztet (Minakuchi és mtsai 2011, Polilov és Shmakov 2016). A *Terebrantia* alrendbe tartozó fajok életsiklusa tojás-, két lárva-, valamint két nyugvó stádiumból áll, majd ezeket követően alakul ki az imágó (Jenser 1998). A nyugalmi alakokat hazánkban előnimfáknak és nimfáknak nevezzük (Jenser 1998), míg a nemzetközi szakirodalom az előbáb és báb („propupa” és „pupa”) megnevezéseket használja, utalva az e stádiumokban végbemenő változások jelentős mértékére (Lewis 1973, Moritz 1997).

A *F. occidentalis* élettábla adatait, demográfiai paramétereinek (fejlődési sebesség, fekunditás stb.) értékeit a biztosított táplálék és a vizsgálati hőmérséklet jelentősen befolyásolják. A faj alsó fejlődési küszöbértéke megközelítőleg 8-10°C közé tehető; McDonald és munkatársai (1998) 7.9°C-ot, Gaum és munkatársai (1994a) 9.4°C-ot

számítottak. A nyugati virágtripsz számára ideálisnak tűnő körülmények (26-30°C) között a lerakott tojásokból igen gyorsan, akár 9-12 nap alatt kifejlődnek az imágók (McDonald és mtsai 1998, Zhang és mtsai 2007, Reitz 2008, Ullah és Lim 2015). Az adulttá vedlést követően a nőtények rövid ideig érési táplálkozást folytatnak; ez megfelelő körülmények között kevesebb, mint két napot vesz igénybe (van Rijn és mtsai 1995, Zhang és mtsai 2007). Az átlagos imágó élettartam a környezeti tényezők függvényében változik; a hőmérséklet emelkedésével csökken (Gaum és mtsai 1994a), és a különböző tápnövényeken is eltérő (Zhang és mtsai 2007). Megfelelő táplálékként biztosított növényanyagon és 25-28°C hőmérsékleten a nőtények élettartama átlagosan 10-20 nap körül alakulhat (Gaum és mtsai 1994a, Zhang és mtsai 2007, Ullah és Lim 2015), azonban akár a 40 napot is megközelítheti (Reitz 2008). A hím imágók élettartama rövidebb, mint a nőtényeké (Zhang és mtsai 2007). Az egy kifejlett nőtény által élete során produkált utódok számára vonatkozó szakirodalmi adatok igen jelentős eltéréseket mutatnak; Zhang és munkatársai (2007) bab, káposzta és uborka leveleken nagyjából 50-80 utódot (lárvát) számoltak átlagosan anyánként 27°C-on, hasonló hőmérsékleten (27,2°C) azonban ugyanez az érték Robb és Parrella (1991) vizsgálatában (krizantém levélen, pollen kiegészítéssel) megközelítette a 230-at. A napi fekunditás akár 18 tojás/nap is lehet (Reitz 2008). Mivel a nyugati virágtripsz feltételezhetően nem vonul a rövidnappalos megvilágítás hatására reproduktív diapauzába (Brodsgaard 1994b, Ishida és mtsai 2013), ezért a termesztőberendezésekben egész évben előfordulhat, és a fejlődési, fekunditási adatok alapján egy tenyésztési időszak alatt akár 10-12, egymást átfedő nemzedéke is kifejlődhet.

A nőtények fűrészes tojócsövük segítségével tojásaikat a növények szövetébe süllyeszti, akár virágrészekbe, fejlődő termésekbe, akár a levelek epidermisze alá (Terry 1991, Reitz 2009), ezért azok jelentős mértékben védve vannak mind a ragadozóktól, mind a kontakt hatású növényvédő szerektől. A tojásokból megfelelő körülmények között 2-4 nap

múlva kelnek a lárvák (McDonald és mtsai 1998, Zhang és mtsai 2007, Reitz 2008), melyek – az imágókhoz hasonlóan – aktívan táplálkoznak (Robb és Parrella 1991, Lewis 1997a). A lárváknak nincsenek pontszemeik, és hiányoznak a szárnykezdeményeik is, egyébiránt azonban testfelépítésükben és életmódjukban a kifejlett egyedekhez hasonlítanak (Lewis 1973, Moritz 1997). A rövidebb első lárvastádiumot egy némileg hosszabb második lárvastádium követi, de a két táplálkozó juvenilis alak fejlődése kedvező körülmények között együttesen is csak körülbelül 4-6 napot vesz igénybe (Gaum és mtsai 1994a, Zhang és mtsai 2007, Reitz 2008). A második stádiumú lárvák később általában a talajba, vagy a természetközegbe húzódnak, és ott vedlenek előnimfává majd nimfává (Lewis 1973, Heyer és mtsai 1995), azonban egyes esetekben ezek a nyugalmi alakok a virágrészekben is maradhatnak, különösen például komplexebb virágfelépítésű növényeken (Broadbent és mtsai 2003, Buitenhuis és Shipp 2008). Fontos megjegyeznünk, hogy mivel ezek a stádiumok nem táplálkoznak (van Rijn és mtsai 1995), és szinte minden esetben védett helyeken tartózkodnak, a növényállomány inszekticides permetezése ellenük gyakorlatilag hatástalan. Az előnimfák szárnykezdeményei rövidek, és csápjaik előre felé, fölfelé állnak, szemben a nimfákkal, akiknek hosszabbak a szárnykezdeményeik, és csápjaik hátrasimulnak (Lewis 1973, van Rijn és mtsai 1995). E két nyugalmi alak fejlődési időtartama ideális körülmények között összesen nagyjából 3-4 nap, ezt követően jelennek meg a kifejlett egyedek (Gaum és mtsai 1994a, McDonald és mtsai 1998, Zhang és mtsai 2007, Ullah és Lim 2015).

Habár az imágóknak vannak szárnyaik, nem repülnek kifejezetten jól, azonban a légáramlatok segíthetik terjedésüket (Lewis 1997b). Az egyes tripszfajok kifejlett egyedeit gazdanövényeik megtalálásában azok színe, alakja, mérete, illatanyagai segítik, de a „viráglátogató” tripszeket – mint amilyen a *F. occidentalis* is – a választásban elsősorban a színek befolyásolják (Terry 1997, Reitz és Funderburk 2012), azonban gyakori virágillatalkotóelemek is jelentős szereppel bírhatnak (Koschier et al. 2000). A „viráglátogató”

tripszeket minden esetben a virágokra jellemző színek vonzzák: főként a fehér, kék és sárga színek, gyenge/alacsony UV tartományban mutatott visszaverődéssel (Antignus 2000).

Jellemző rájuk a tigmotaktikus viselkedés, vagyis hogy olyan zárt, szűk helyeken érzik jól magukat, ahol a testük minden oldala érintkezésben van az őket körülvevő felülettel (Cloyd 2009, Reitz 2009). E magatartásukból – amely jelentősen megnehezíti az ellenük való védekezést (Jensen 2000) – is következik, hogy a lárvák és imágók általában védett helyeken rejtőzködnek, azokat elsősorban a virágokban (ezeket egyértelműen előnyben részesítik), vagy például levelek által takart fejlődő terméseken találhatjuk meg (Hansen és mtsai 2003, Funderburk 2009). De ilyen védett helyek hiányában vagy a populáció tömegszaporodása esetén a növények bármely föld feletti részén tartózkodhatnak, táplálkozhatnak. Habár Gerin és munkatársai (1999) *Impatiens walleriana* növényeken végzett vizsgálataikban azt állapították meg, hogy a *F. occidentalis* populációk fejlődéséhez, a tripszek életciklusához szükséges a virágok jelenléte, Zhang és munkatársainak (2007) eredményei egyértelműen mutatják, hogy a kártevő több zöldségnövény levelein is felszaporodhat, akár jelentős mértékben is.

A Thysanoptera rendbe tartozó fajok asszimetrikus felépítésű szűrő-szívó szájszervvel rendelkeznek (csak a baloldali rágótőr maradt meg, a jobboldali elcsökevényesedett), mellyel képesek különböző növényi sejtek, pollenszemek, vagy akár kisebb ízeltlábúak tojásai tartalmának kiszívására, és elfogyasztására (Kirk 1997). Feltételezhető, hogy a pollen az (egyik) ok, amiért a *F. occidentalis* kifejlett nőtény egyedei nagy számban találhatóak meg a virágokban (Higgins 1992); pollennel kiegészített étrend esetén ugyanis gyorsabbnak bizonyult a nyugati virágtripsz fejlődése, hosszabb volt az élettartam, és nagyobb a nőtények fekunditása (Trichilo és Leigh 1988, Hulshof és mtsai 2003). A tripszek emellett általában kedvelik a magasabb N ellátottságú növényeket azok jelentősebb aminosav/fehérje tartalma miatt (Ananthkrishnan 1993), de a nem optimális növényi táplálék kiegészítésére állati

eredetű táplálékot is fogyaszthatnak, pl. takácsatka-, vagy ragadozó atka tojást, ezért nevezik őket omnivor kártevőknek is (Trichilo és Leigh 1988, Janssen és mtsai 2003). Egy másik elmélet szerint azonban természetes ellenségeik védtelen tojásainak elpusztításával ragadozóik jövőbeni predációjának kockázatát, lehetőségét csökkentik (antipredátor viselkedés) (Janssen és mtsai 2002).

Hazai időjárási körülményeink között a kártevő megjelenése nagymértékben korlátozódik a hajtatott kultúrákra, növényállományokra, míg szabadföldön inkább csak nyáron, ősz elején fordul elő, de ott – átlagos években – sem nagyszámban való átteleléséről, sem jelentősebb mértékű felszaporodásáról nincs hazai adat (Jenser 1995, Orosz és mtsai 2009). McDonald és munkatársainak (1997) laboratóriumban végzett vizsgálatai során -20°C -on az előzetesen akklimatizációs hatásnak kitett kifejlett egyedek 90%-a elpusztult 1 perc alatt, -10°C -on pedig nagyjából 100 óra volt szükséges ugyanilyen mértékű mortalitáshoz. Egy szabadföldön folytatott kísérletben azonban tél végére a kísérleti populációk 90-100%-a elpusztult, holott a hőmérséklet csak elvéve csökkent 0°C alá (McDonald és mtsai 1997). Ezek alapján kijelenthető, hogy Magyarországon, és a miénkhez hasonló klímájú országokban a nyugati virágtripsz elsősorban természetöberendezésekben telel át, enyhébb teleket azonban a faj átvészélhet akár szabadföldön is, vagy fűtetlen növényházakban, különösen például akkor, ha ehhez az ott megtalálható gyomnövények (pl. *Stellaria media*) védettebb mikroklímát biztosítanak (McDonald és mtsai 1997, Orosz és mtsai 2009). Kiegyenlítettebb, enyhébb téli időjárású területeken (pl. a mediterrán térségben, vagy Ausztráliában) azonban a kártevő szabadföldön is áttelelhet, és a vegetációs időszak alatt szabadföldön termesztett növényeken is károsíthat (Lacasa és mtsai 1995, Broughton és mtsai 2015).

Tápnövények, kártétel

A nyugati virágtripsz szélsőségesen polifág faj (Reitz 2009). Még jóval inváziós fajjá válása előtt Bryan és Smith (1956) gyűjtéseik során már 45 növény családba tartozó 139 növényfajról írták le. Fontos megjegyeznünk azonban, hogy szélesebb azonban azon növények köre, melyeken a faj táplálkozni képes (ezeket nevezhetjük egy faj tápnövényeinek), mint amelyeken szaporodni is (ezeket nevezhetjük egy faj gazdanövényeinek), és hogy vélhetően még szélesebb azon növények köre, melyről egy adott tripszfaj begyűjthető (Reitz 2005, Mound 2013, Burckhardt és mtsai 2014). Mindemellett egyértelműen kijelenthető viszont, hogy a nyugati virágtripsz szinte bármilyen kultúrnövénynek fontos kártevője lehet, így különböző zöldségféléknek (Shipp és mtsai 2000, Natwick és mtsai 2007, Funderburk 2009), dísnövényeknek (van Dijken és mtsai 1994, Robb és Parrella 1995, Cloyd és Sadof 2003), gyümölcsöknek (Sampson és Kirk 2013, Broughton és mtsai 2015), de a szőlőnek (Roditakis és Roditakis 2007) és egyes szántóföldi növényeknek, pl. a gyapotnak (Race 1961) is. Hazánkban kártétele a legjelentősebb paprikán, uborkán, szegfűn, krizantémon, rózsán, gerberán, afrikai ibolyán (Jenser 1998, Folk és mtsai 1999a,b, Tusnádi és Folk 1999, 2000, Tóth és mtsai 2000, Molnár és mtsai 2008, Varjas és mtsai 2017). Meg kell említenünk, hogy a *F. occidentalis* olyan növényeken is képes lehet jelentős károk okozására, melyek nem kimondottan jó gazdanövényei; ilyen például a paradicsom (Brodbeck és mtsai 2001, Funderburk 2009).

Közvetlen kártétel

A faj közvetlen kártételét a lárvák és imágók táplálkozása, valamint a kifejlett nőtények tojásrakása okozza (Yokoyama 1977, Rosenheim és mtsai 1990, van Dijken és mtsai 1994, Shipp és mtsai 1998). A tripszek szívogatása nyomán kialakuló jellegzetes kárkép a növényi részek ezüstös elszíneződése, mely a kiszívott sejtek helyére áramló levegő nyomán alakul ki (Lewis 1973). Gyakori az – általában sötétzöld színű folyadéksepek formájában megjelenő – ürülék jelenléte is, amely később feketés foltok képében marad meg a károsított

levélfelületen (Childers 1997). A megtámadott növényi részeken színváltozás is megfigyelhető, emellett azok gyakran torzulnak, deformálódnak, növekedésükben visszamaradnak (Nasruddin és Smitley 1991, van Dijken és mtsai 1994, Folk és mtsai 1999a,b, Tóth és mtsai 2000), ezzel például a dísnövények értékét jelentősen csökkentve, mely kultúrák esetében a kártételi küszöbérték rendkívül alacsony (Robb és Parrella 1991, Reitz és Funderburk 2012). Afrikai ibolyán jellegzetes kárképe a szíromleveleken szétszóródó virágpór (Tusnádi és Folk 2000). Az uborka kötődött termésein akár parásodás, deformáció, rendellenes fejlődés is megfigyelhető (Shipp és mtsai 2000, Varjas és mtsai 2017). Zöldségnövényeink közül a *F. occidentalis* a legsúlyosabb kárt a növényházban termesztett paprikán okozza (Molnár és mtsai 2011). A terméseken kialakuló kozmetikai kár miatt a bogyók nehezebben értékesíthetővé, vagy akár teljesen piacképtelenné is válhatnak (Shipp és mtsai 1998, Park és mtsai 2007, Bán és mtsai 2013). A hazai fehérhúsú fajták a károsítására igen fogékonyak, különösen a vékonyabb húsúak (Molnár és mtsai 2007, Bán és mtsai 2013). A tripszek táplálkozásának hatására a bogyókon hálózatos barnás elszíneződés, hegesedés, parásodás figyelhető meg, kiegészülve a tojásrakás nyomán kialakuló gyűrű alakú foltokkal (Shipp és mtsai 1998, Bán és mtsai 2013). Részben a tripszek tigmotaktikus viselkedése miatt a tünetek először általában a csészelevelek alól indulnak, valamint a kocsány környékén jelentkeznek, de később akár a bogyó egész felületére is kiterjedhetnek, különösen akkor, ha a termések egymással, vagy más növényi részekkel érintkeznek, azok takarásában vannak (Shipp és mtsai 1991, Shipp és mtsai 1998, Reitz és Funderburk 2012, Bán és mtsai 2013).

Közvetett kártétel

A *F. occidentalis* jelentőségét tovább fokozza, hogy – két, hazánkban is jelen lévő tospovírus (az újabb rendszertan szerint az Orthotospovirus nemzetségbe tartozó fajok (ICTV 2018)) – a *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) és az *Impatiens necrotic spot virus* (INSV) legfontosabb vektora (Wijkamp és mtsai 1995, Medeiros és mtsai 2004, Sakurai és mtsai

2004, Reitz és Funderburk 2012). Reitz (2009) szerint a nyugati virágtripsz még nagyobb károkat okoz az tospovírusok terjesztésével, mint közvetlen kártételével. Mindkét említett vírus rendkívül széles gazdanövénykörrel rendelkezik (TSWV: több mint 900 faj, INSV: legalább 300 faj), azonban míg az INSV Európában elsősorban inkább csak dísnövényeken fordul elő, és zöldségféléken kisebb jelentőséggel bír, addig a TSWV szántóföldi- (dohány), dísz- és zöldségféléken is nagyon nagy jelentőségű lehet (Pappu és mtsai 2009). A paradicsom bronzfoltosság vírus (vagy paradicsom foltos hervadás vírus) (TSWV) Magyarországon is fontos, akár meghatározó vírusos betegsége többek között a paradicsomnak, a paprikának, és a krizantémnek is (Tóth és mtsai 2000, Bán és mtsai 2013, Horváth 2017). Az utóbbi évtizedek súlyos TSWV járványai világszerte több esetben köthetők a nyugati virágtripsz megjelenéséhez az adott térségben (Greenough et al. 1985 cit. Jenser 1990, Allen és Broadbent 1986, Broadbent és mtsai 1987, Lacasa 1990 cit. Aramburu és mtsai 1997, Marchoux et al. 1991, Gáborjányi és mtsai 1995).

A tripszek a tospovírusokat perzisztens-propagatív módon terjesztik (Whitfield és mtsai 2005, Rotenberg és mtsai 2015). A vírust elsősorban a fiatal lárvák veszik föl (minél fiatalabb korban, annál hatékonyabban), melyek majd imágó korukban lesznek képesek újabb gazdanövények megfertőzésére (van de Wetering és mtsai 1996, Ullman és mtsai 1997, Nagata és mtsai 1999, Rotenberg és mtsai 2015). A felvételhez akár 5 percnyi táplálkozás is elég lehet, az optimális azonban, ha ehhez megközelítőleg 1 nap áll a lárva rendelkezésére (Wijkamp és mtsai 1996b). A felvételt követően a vírus szaporodik a vektorban – mind a középbélben, mind a nyálmirigyekben egyaránt –, a vírus leadása pedig majd a fertőzött állatok nyálával történik (Wijkamp és mtsai 1993, Rotenberg és mtsai 2015). A vírus terjesztésére már a második stádiumú lárvák is képesek lehetnek, ezek a juvenilis alakok azonban ritkán tesznek meg elég nagy távolságokat ahhoz, hogy új növényeket fertőzhessenek (Wijkamp és Peters 1993, Ullman és mtsai 1997, Rotenberg és mtsai 2015). A vírust az

imágók is felvehetik, ezen egyedek viszont leadni már nem lesznek képesek azt (Pappu és mtsai 2009, Riley és mtsai 2011). A hímek hatékonyabban terjesztik a TSWV-t, mint a nőstények (van de Wetering és mtsai 1999). Egy fertőzőképes egyed élete végéig fertőzőképes marad, azonban a nőstények tojásaikba nem képesek tovább örökíteni a vírust (Wijkamp és mtsai 1996a).

Nem minden esetben egyértelmű, hogy a TSWV hogyan hat magára a nyugati virágtripszre, azonban a kutatások alapján pozitív hatások feltételezhetők (kisebb mortalitás, gyorsabb fejlődés), vélhetően ezek nagyobb arányban következnek a növény közvetítette indirekt-, mint a direkt hatásokból (Belluire és mtsai 2005, Stumpf és Kennedy 2007). Ismert, hogy a vírus képes aktiválni a tripszek immunrendszerét (Medeiros és mtsai 2004), és hogy a TSWV hordozása képes lehet megváltoztatni a táplálkozási viselkedést is (Stafford és mtsai 2011). A vírus terjedését elősegíti, hogy a nem fertőzött tripsz egyedek szignifikáns preferenciát mutatnak a TSWV-vel fertőzött növények irányába az egészséges növényekkel szemben (Shalileh és mtsai 2016).

A kórokozó elleni védekezés alapja a megelőzés, így a vírus és a vektorok megjelenésének folyamatos nyomon követése, valamint a vektorok elleni védekezés mellett többek között fontos a gazdanövény gyomok, árvakelések irtása, a vírusfertőzésre fogékony különböző növénykultúrák termesztésének és szaporítóanyag nevelésének egymástól mind térben, mind időben való elkülönítése, illetve a rezisztens fajták használata (Kazinci és mtsai 2007, Pappu és mtsai 2009, Reitz és Funderburk 2012). Mindezeket nehezíti a potenciális gazdanövények nagy száma (Kazinci és mtsai 2007, Pappu és mtsai 2009), és az a tény, hogy a paprika (Rogerro és mtsai 2002, Margaria és mtsai 2004, Sharman és Persley 2006), és a paradicsom (Aramburu és Marti 2003, Ciuffo és mtsai 2005) esetében sajnos már a világ több pontján is ismertek a rezisztenciát áttörni képes TSWV törzsek (a paprika esetében hazánkban is (Csömör és mtsai 2013)), illetve hogy – például paradicsom esetében – meghatározó lehet a

vírus ún. elsődleges terjedése: tehát a vírust hordozó tripszek kívülről történő betelepülése a kultúrnövény állományába, amely ellen sokkal nehezebb a védekezés, mint a másodlagos terjedés ellen (Momol és mtsai 2004). Polifág mivolta miatt a vírust hordozó egyedek számos növényről érkehetnek (Reitz 2009), és mivel a vírus leadásához akár 5 perces (próba)táplálkozás is elég lehet (Wijkamp és mtsai 1996b), így azok a kultúrák is veszélyeztetettek (sőt, akár nagyobb veszélynek is lehetnek kitéve), melyek nem tartoznak a tripszek legfontosabb gazdanövényei közé (Reitz 2005). Kísérleti eredmények alapján a növényállomány acibenzolar-S-metil hatóanyaggal (mely a növények szisztemikusan szerzett rezisztenciáját képes indukálni) való kezelése hatékonyan csökkentheti a vírus előfordulását (Momol és mtsai 2004), a hatóanyag azonban jelenleg hazánkban nincs engedélyezve.

Inszekticid rezisztencia

A kártevő elleni inszekticides kezelések először 1960-ban bizonyultak hatástalannak, amikor Új-Mexikóban, gyapot kultúrában – a korábbi évek gyakorlatának megfelelően – toxafén hatóanyaggal próbálták meg a nyugati virágtripsz kártételét mérsékelni, sikertelenül (Race, 1961). Napjainkra már ismertek rezisztens, illetve csökkent érzékenységet mutató egyedek karbamát (pl. metomil, metiokarb) szerves foszforsav észter (pl. acefát, klórpirifosz), piretroid (pl. bifentrin, cipermetrin, permetrin), neonikotinoid (pl. acetamiprid, imidakloprid), spinozin (spinozad), avermektin (abamektin), juvenil hormon analóg (piriproxifen), benzoilurea (novaluron), rianodin receptor módosító (ciantraniliprol) hatóanyagokra is (Immaraju és mtsai 1992, Brodsaard 1994a, Zhao és mtsai 1995, Bielza és mtsai 2007, Minakuchi és mtsai 2013, Wang és mtsai 2016, Suzuki és mtsai 2017).

A rezisztencia kialakulását természetesen a gyakori rovarölő szeres kezelések segítik elő. Dísznövénykultúrákban már a nyugati virágtripsz által okozott esztétikai kár miatt is rendkívül alacsony a kártételi küszöbérték (Robb és Parrella 1991, Immaraju és mtsai 1992),

vírusvektor szerepe miatt azonban esetenként még szigorúbbak lehetnek az ajánlások (Nasruddin és Smitley 1991). Fontos, hogy *F. occidentalis* egyedek az egyéb kártevők elleni kezelések esetén is érintkezhetnek inszekticidekkel, ráadásul mivel az egyes károsítók ellen gyakran eltérő az ajánlott dózis, így egy, a nyugati virágtripsz ellen nem tökéletesen elégséges növényvédőszer koncentráció szintén elősegítheti a rezisztencia kialakulását (Cloyd 2016). A rezisztencia gének szelekcióját az üvegházak zárt környezete – ahol az egyedek bejutása kívülről, valamint az inszekticides kezelés előli menekülés akadályozott – is elősegíti (Denholm és mtsai 1998).

A nyugati virágtripsz inszekticid rezisztenciája különböző mechanizmusokon keresztül valósulhat meg; így szerepe lehet a rovarölő szerek csökkent behatolásának („reduced penetration”), az inszekticidek megnövekedett enzimatis detoxifikálásának (észterázok, P450-monooxigenázok, glutation-S-transzferázok segítségével) valamint a peszticid célhelye megváltozásának („altered target site”): az acetilkolin-észteráznak illetve a nátrium csatornának (Jensen 2000). Mindezek közül a P450-monooxigenázok szerepe tűnik a legkiemelkedőbbnek (Gao és mtsai 2012). A számos rezisztencia mechanizmus megléte jelentősen növeli a keresztrezisztenciák megjelenésének lehetőségét a populációkban (Gao és mtsai 2012).

A növényvédő szerekkel szembeni ellenállóság gyors kialakulását elősegítő biológiai tulajdonságok közül kiemelendő a rövid generációs idő – az átfedő generációkkal – és a magas fekunditás (Jensen 2000, Cloyd 2016). Korábban úgy véltük, hogy a haplodiploid szaporodásmód szintén gyorsítja ezt a folyamatot, tehát hogy az ilyen szaporodásbiológiájú fajoknál gyorsabban alakulhat ki rezisztencia a növényvédő szerekkel szemben (Denholm és mtsai 1998), Carriere (2003) modelljei alapján azonban ezt nem tudjuk megerősíteni.

Rosenheim és munkatársai (1996) arra is rámutattak, hogy a növényi sejtekkel táplálkozó kártevők könnyebben válhatnak ellenállóvá bizonyos inszekticidekkel szemben,

mint a floémból-xilémből táplálkozó fajok, vélhetően azért, mert a növényi sejtekben több, a növény által védekezési célból termelt anyag található, így az ezeket fogyasztó fajoknak különféle detoxifikáló enzimekkel kell „felvértezettnek” lenniük. Figyelembe véve a nyugati virágtripsz szélsőségesen polifág életmódját, joggal feltételezhető, hogy ez a tényező hatványozottan érvényesülhet, hiszen így még szélesebb azon növényi anyagcseretermékek köre, melyek hatástalanítására a kártevőnek képesnek kell lennie (Reitz és Funderburk 2012). Az elméletet alátámasztja, hogy a legtöbb dokumentált rezisztencia eset ezen detoxifikáló mechanizmusokhoz köthető (Gao és mtsai 2012).

A *F. occidentalis* esetében a rezisztencia problémát még hangsúlyosabbá teszi, hogy egyes kutatások alapján a megszerzett rezisztencia rendkívül stabil lehet (Brodsgaard 1994a), egyes esetekben akár a faj biológiájára nézve bármilyen kimutatható, hátrányos változás nélkül (Bielza és mtsai 2008).

Védekezés

A nyugati virágtripsz elleni hatékony védekezéshez átgondolt terv, és különböző védekezési elemek integrált alkalmazása szükséges (Cloyd 2009, Funderburk 2009). Fontos megjegyeznünk, hogy a tökéletesen kártevőmentes állomány minden bizonnyal nem biztosítható a természetben, és a legtöbb esetben nem is szükséges cél, valamint hogy a növényvédelmi problémákat együttesen kell kezelnünk, és nem izolált esetenként (Jacobson 1997, Reitz és Funderburk 2012). A következőkben elsősorban a hajtattott növénytermesztésben (is) használható védekezési lehetőségeket ismertetjük.

Megelőzés, agrotechnikai védekezés

A kártétel megelőzésének alapja a tripszek természetöberendezésekbe történő bejutásának megakadályozása (Reitz és mtsai 2011). Ennek fényében fontos a megfelelő szintű növényházi higiénia alkalmazása, így például a gyomirtás (mind a növényházakban,

mind azok környékén), valamint a hulladékká vált növényanyag, termesztőközeg eltávolítása, megsemmisítése (Shipp és mtsai 1991, Jacobson 1997, Jenser 1998, Cloyd 2009, Reitz és mtsai 2011), ezen túl pedig a tripszmentes szaporítóanyag használata (Robb és Parrella 1995, Bán és mtsai 2013), valamint a tripszek bejutásának megakadályozása akár a dolgozók számára eldobható, cserélhető ruházat biztosításával, illetve a növényház bejáratán dupla ajtó alkalmazásával, és a szellőzők vektorhálóval való fedésével (Robb és Parrella 1995, Cloyd 2009, Reitz és mtsai 2011). Sajnos ez utóbbi megoldás a természetes szellőzésű házakban a légcserét túlzott mértékben gátolhatja (Robb és Parrella 1995, Jacobson 1997). Mivel hazánkban a faj nagyobb számban való áttelelése szabadföldön minden bizonnyal nem lehetséges (Jenser 1995, McDonald és mtsai 1997, Orosz és mtsai 2009), ezért komoly jelentőséggel bír, hogy a termesztés befejeztével, kultúraváltáskor, vagy télen az üvegházban semmilyen növényi anyag ne maradjon (Robb és Parrella 1995, Bán és mtsai 2013), továbbá lehetőség szerint kerülendő a fogékony (akár dísz- és zöldség-) növények együttes termesztése, mert ez jelentősen megnövelheti a kártevő előfordulásának valószínűségét, és lényegesen megnehezíti az ellene való védekezést (Reitz és mtsai 2011).

A növényházi higiénia betartása mellett egyéb agrotechnikai elemek, mechanikai védekezési módok is segíthetik a nyugati virágtripsz elleni védekezést. Fontos a túl sűrű növényállományt eredményező termesztési módok kerülése (Bán és mtsai 2013), valamint a tápanyagellátás optimalizálása, mivel a túlzott nitrogén adagok a kártevő felszaporodását segíthetik (Brodbeck és mtsai 2001, Chau és mtsai 2005). A paprika ápolási munkái során a termésekre simuló leveleket célszerű és ajánlott eltávolítani, mert ezek természetes búvóhelyet biztosítanak a tripszeknek, melynek súlyos kártétel lehet a következménye (Molnár 2011, Bán és mtsai 2013). Kísérleti eredmények alapján szabadföldön az UV visszaverő fóliák (mulcs) használata is hatékony kiegészítő eleme lehet a *F. occidentalis* elleni integrált védekezésnek, mivel azok csökkentik a betelepülő, kolonizáló tripszek

egyedszámát (Reitz és mtsai 2003, Momol és mtsai 2004). Sajnos azonban ezen mulcsok hatékonyságát a réz, illetve mankoceb hatóanyagokkal való kezelés csökkenti, ez utóbbiak elképzelhető alternatívája lehetne viszont az acibenzolar-S-metil (Reitz és Funderburk 2012). Az üvegház, vagy a növények takarása UV elnyelő fóliával (melyek csökkentik az azon átjutó UV fény mennyiségét) szintén csökkentheti a nyugati virágtripszek egyedszámát (Costa és Robb 1999). Az egyes termesztett fajták tripsszel szembeni ellenállóságában is jelentős különbségek lehetnek, paprika esetében például ismert, hogy míg a Hó és HRF fajták fogékonyabbak a tripszek kártételére, addig a Táltos, a Kaméleon, a Hajdú ellenállóbbak azzal szemben (Molnár 2011). Szakirodalmi adatok alapján hasonló különbségek adódhatnak például egyes krizantém, rózsa és uborka fajták esetében is (de Jager és mtsai 1993, Gaum és mtsai 1994b, Soria és Mollema 1995).

Megfigyelés, csapdázás, felderítés

Elengedhetetlen a kártevő megjelenésének, egyedszám alakulásának monitorozása, mely növényvizsgálattal, és színes ragadós lapok állományba történő kihelyezésével végezhető (Cloyd 2009). Bármelyik módszert is választjuk, javasolt a mintában lévő tripszek fajsztípusú azonosítása, hiszen a fajok veszélyességében, inszekticid rezisztenciájában jelentős különbségek lehetnek (Reitz és mtsai 2011, Reitz és Funderburk 2012). A ragacslapok esetében sajnos nem jelenthető ki egyértelműen, hogy melyik a *F. occidentalis* csapdázására legalkalmasabb szín. Az üvegházakban általában a sárga ragacslapok használata terjedt el, mert ezek számos kártevő fajt vonzanak (Jacobson 1997), azonban a nyugati virágtripisz esetében talán gyakrabban ajánlják a kék színű lapok használatát (Brodsgaard 1989, Jenser 1998, Tóth és mtsai 2000, Cloyd és Sadof 2003, Bán és mtsai 2013, Varjas és mtsai 2017). El kell azonban mondanunk, hogy a különböző színárnyalatok hatékonysága között óriási különbség lehet (lásd: Kirk 2002), ezért a csapdák leírásakor pusztán a szín megnevezése helyett a pontos fényvisszaverődési spektrum megadása volna kívánatos (Róth és mtsai 2016).

Egyes esetekben a sárga színű ragacs lap bizonyult hatékonyabbnak (Cho és mtsai 1995), és Shipp és munkatársai (1998, 2000) is ezt a szint használták a gazdasági kártételi szint megállapítását célzó vizsgálataikhoz paprika és uborka kultúrákban. Újabb, hazai vizsgálatok a fluoreszcens sárga színárnyalatot találták a leghatékonyabbnak (Róth és mtsai. 2016). Ma már a nyugati virágtripsz aggregációs feromonja is ismert (Hamilton és mtsai 2005) (de Magyarországon még nincs forgalomban), ez pedig potenciális lehetőséget jelent a tömeges csapdázással történő egyedszám gyérítés alkalmazására is (Sampson és Kirk 2013).

A növényvizsgálat során elsősorban a generatív részek (virágok, bimbók, fiatal, kötődött termések) ellenőrzésére kell koncentrálni, de bizonyos esetekben – pl. a gyorsabban elvirágzó uborka esetében – a levelek vizsgálata is fontos lehet (Tóth és mtsai 2000, Cloyd 2009, Reitz és Funderburk 2009, Bán és mtsai 2013). A virágokat érdemes fehér lap fölött kicsit megütögetni, rázogatni, hogy a tripszek a virágból a lapra hulljanak, ahol könnyen megszámlálhatók (Cloyd 2009, Bán és mtsai 2013). Emellett teljes virágminták is gyűjthetők alkoholba, így később könnyebb a fajszerű azonosítás (Reitz és Funderburk 2012).

A nemzetközi szakirodalom adatai jelentős szórást mutatnak a védekezés időzítéséhez szükséges küszöbértékek tekintetében, melyek természetesen a vizsgált kultúra függvényében is változhatnak. Hajtatott szegfű esetében Cloyd és Sadof (2003) 20 tripsz/kék ragacs lap/hét értéknél javasolják az inszekticid védekezést. Shipp és munkatársai (1998, 2000) a gazdasági kártételi szintet (Economic Injury Level) hajtatott uborkában 20-50 imágó/sárga ragacs lap/nap, vagy 3-7,5 imágó/virág értékben, paprika esetében pedig 10-26 imágó/sárga ragacs lap/nap értékben határozták meg. Park és munkatársai (2007) ugyanezt a szintet zöldpaprikában viszont 2,9-7,1 imágó/sárga ragacs lap/4 nap, vagy 0,9-2,7 tripsz/virág értékben állapították meg. Hazánkban (ez utóbbi értékhez közelebb állva) paprikában általában virágonként 1-2 egyed jelenlétét már veszélyesnek ítéljük meg, és szükségesnek tartjuk a védekezést (Molnár 2011, Bán és mtsai 2013), bár fontos megjegyezni, hogy ezen

értékek kiszámításához minden esetben pontos, piaci adatokon alapuló számítások volnának szükségesek (Bozsik 2014).

Biológiai védekezés, természetes ellenségek

A nyugati virágtripsz ellen igen hatékony védekezési mód lehet a biológiai növényvédelem, azon belül is a különböző predátor szervezetek betelepítése a hajtatóberendezésekbe (tehát az ún. augmentatív biológiai növényvédelem; van Lenteren 2012) (Brodsgaard 1995, Messelink és mtsai 2006, Nagy és mtsai 2010, Bán és mtsai 2013). Habár Magyarországon 2005-ben mindössze 51,5 hektáron folytattak biológiai növényvédelmet kártevő állatok ellen paprika hajtásban (Budai és mtsai 2006), e kultúra esetében ma már hazánkban is ez a leghatékonyabbnak tűnő és bizonyuló védekezési mód (Nagy és mtsai 2010, Farkas és mtsai 2016, Fail 2017). A biológiai növényvédelem összetettsége, nehézségei miatt sajnos azonban ez a sikeresség nem minden kultúra esetében mondható el; nehezebb a tripszekkel szembeni biológiai növényvédelem megvalósítása például dísznövények vagy az uborka esetében (Brodsgaard 1995, Parrella 1995, Messelink és mtsai 2006, Van Driesche és mtsai 2006).

A nyugati virágtripsz ellen biológiai védekezésre elsősorban a Phytoseiidae családba tartozó ragadozó atkák, és az Anthocoridae családba, azon belül az *Orius* nemzetségbe tartozó ragadozó poloskák használata terjedt el (Cloyd 2009, Molnár 2011, Reitz és mtsai 2011). A biológiai növényvédelem elsősorban hosszúkultúrás-termesztés esetén lehet gazdaságos és eredményes, és a biológiai ágensek betelepítése meg kell, hogy előzze a kártevő felszaporodását (Cloyd 2009, Reitz és mtsai 2011, Farkas és mtsai 2016). Néhány évvel ezelőtt tripszek ellen a leggyakrabban használt ragadozó atkafaj még az *Amblyseius cucumeris* volt (Shipp és mtsai 1996, Messelink és mtsai 2006, Farkas és mtsai 2011), ezt azonban mára már elsősorban az *A. swirskii* váltotta fel (Reitz és mtsai 2011, Farkas és mtsai 2016). Ez utóbbi ragadozó atkafaj alkalmazásával már a hajtított uborka növényvédelmében is jelentős

előrelépés figyelhető meg (Calvo és mtsai 2011). Az *Amblyseius swirskii* és az *Orius laevigatus* együttes betelepítésével igen biztató eredményeket értek el a nyugati virágtripsz elleni védekezésben paprika hajtatasban hazánkban is (Farkas és mtsai 2011, 2016).

Számos egyéb biológiai ágens szintén hatékony lehet a *F. occidentalis* ellen. Nemzetközi kutatások alapján ígéretesek többek között a Laelapidae családba tartozó, általában a talaj felsőbb rétegeiben tartózkodó ragadozó atkák (*Gaeolaelaps aculeifer* és *Stratiolaelaps scimitus*), melyek a talajba húzódott tripsz alakokat támadják meg (Berndt és mtsai 2004). Hasonlóképpen, a talajlakó alakok ellen tűnhet eredményesnek két entomopatogén gomba: a *Metarhizium anisopliae* (Ansari és mtsai 2008) és a *Beauveria bassiana* (Jacobson és mtsai 2001). Habár potenciális jelöltnek tekinthető, és hazánkban is rendelkezik engedélykivarral, a *Steinernema feltiae* entomopatogén fonálféreggel az eredmények nem minden esetben kielégítőek; nyugati virágtripsz ellen krizantém kultúrában például nem bizonyult elég hatékonynak (Arthurs és Heinz 2006). Az entomopatogén fonálféreg és gombák kombinálásával azonban jobb eredmény érhető el a talajba húzódott alakok gyérítésében, mint azok önálló alkalmazásával (Otieno és mtsai 2016). Montserrat és munkatársainak (2000) véleménye szerint a *Macrolophus caliginosus* ragadozó poloska még hatékonyabb lehet a *F. occidentalis* korlátozásában, mint az üvegházi molytetűében (*Trialeurodes vaporariorum*), holott ma ezt a fajt egyébként a biológiai növényvédelemben elsősorban molytetvek és lepkék ellen használják (van Lenteren 2012).

Mivel a tripszeknek számos természetes ellensége ismert (Sabelis és Van Rijn (1997) több mint 200 ízeltlábú fajt sorolnak fel, melyek szakirodalmi adatok alapján zsákmányolhatnak tripszeket), így a ragadozók célzott használata mellett fontos – mivel a *F. occidentalis* elleni védekezést elősegítheti – a hazai faunában előforduló olyan fajok kímélése, és azok megtelepedésének elősegítése is, amely a tripszek populációját gyéríthetik (Funderburk 2009, Molnár és mtsai 2011). Ilyen, esetenként nagyobb egyedszámban is

gyűjthető fajok (hazai vizsgálati eredmények alapján, tripszek ellen növényvédelmi kezelésben nem részesített növényházban) lehetnek például az *Orius niger* (Heteroptera: Anthocoridae), az *Amblyseius andersoni* (Acari: Phytoseiidae), vagy az *Aeolothrips intermedius* (Thysanoptera: Aeolothripidae) is (Molnár és mtsai 2011).

Kémiai védekezés

A nyugati virágtripsz elleni védekezésben ma is jelentős szerepe van az inszekticidek használatának, habár a faj – korábban ismertetett – biológiáját, életmódját figyelembe véve (tigmotaktikus viselkedés, növény szövetbe süllyesztett tojások, nem táplálkozó, megbúvó fejlődési stádiumok stb.) egyértelműen ki kell jelentünk, hogy a kémiai védekezés számos esetben komoly nehézségekbe ütközik (Jensen 2000, Reitz és Funderburk 2012, Cloyd 2016). A problémát súlyosítja a számos inszekticid hatóanyagcsoporttal szemben kialakult ellenállóság *F. occidentalis* populációkban.

Kémiai védekezésre használható hatóanyagok

A védett helyeken megbúvó tripszek ellen a kontakt hatású inszekticidek általában nem, a transzlamináris tulajdonságú növényvédő szerek azonban hatásosak lehetnek (Lewis 1997c). Ma tripszek ellen az egyik leghatékonyabbnak vélt inszekticid csoport a spinozineké (spinozad, spinoteram), melyek ilyen, transzlamináris hatással rendelkeznek (Reitz és Funderburk 2012).

Egyéb hatóanyagok szintén eredményesek lehetnek a nyugati virágtripsz elleni védekezésben. Ishaaya és munkatársai (2002) a szintén transzlamináris tulajdonságú emamektint, Broughton és Herron (2009) az acetamipridet és a tiametoxamot, valamint a klórfenapírt is hatékonynak találták. Bielza és Guillén (2015) a ciantraniliprolt, Renkema és munkatársai (2018) a szulfoxaflort, Zheng és munkatársai (2014) a spirotetramat hatóanyagot vélik perspektivikusnak; utóbbi kutatók vizsgálatában viszont az imidakloprid kevésbé bizonyult hatékonynak. A ciantraniliprol – táplálkozásgátló hatásának köszönhetően – a

tripszek által terjesztett növénypatogén vírusok terjedését is akadályozhatja (Bielza és Guillén 2015). A talajba húzódó fejlődési alakok gyérítésére az azadirachtin hatóanyag is használható lehet (Otieno és mtsai 2016).

Egy átfogó vizsgálatban Shan és munkatársai (2012) összesen 36, Kínában használt hatóanyag nyugati virágtripszre gyakorolt kontakt toxicitását hasonlították össze, és hatékonyságuk alapján az alábbi 10 hatóanyagot vélték elég perspektivikusnak további, szabadföldi vizsgálatokhoz: foxim, butilén-fipronil, klórpifosz, spinozad, klórfenapir, benfurakarb, tiametoxam, karboszulfán, acetamiprid, cihalotrin. Kay és Herron (2010) szabadföldi összehasonlító vizsgálatában *F. occidentalis* ellen – a spinozad mellett – a fipronil és a metamidofosz használata bizonyult a legeredményesebbnek, a spirotetramat csak a lárvák ellen hatott, a piradilil szintén, de csak kisebb mértékben, míg több, egyéb hatóanyag teljesen hatástalannak bizonyult (köztük az abamektin és az emamektin is), a bifentrin használata pedig még növelte is a nyugati virágtipszek egyedszámát. Fontos megemlítenünk, hogy tankkeverékben történő, kettő vagy több peszticid együttes kijuttatása esetén bizonyos esetekben nem csak szinergista, hanem antagonistá hatása is felléphet (Willmott és mtsai 2013).

Inszezticid rezisztencia elleni stratégiák

Egy hatékony inszezticid rezisztencia elleni stratégiának (IRM=insecticide resistance management) számos elemből kell felépülnie, többek között az alábbiakból: szerrotáció; átfogó megközelítés, tehát az összes károsító elleni védekezés figyelembe vétele; ismeret a nem célszervezetekre gyakorolt hatásokról, beleértve a természetes ellenségeket is; valamint természetesen az integrált növényvédelem további elemeinek alkalmazása (megelőzés, agrotechnika, csapdázás, felderítés, gazdasági küszöbértékek, biológiai növényvédelem stb.) (Gao és mtsai 2012).

Az integrált növényvédelem keretében a kémiai növényvédelem mellett alkalmazható egyéb technológiákat, ajánlásokat a korábbiakban már ismertettük. Amennyiben az inszekticid használatot integrált elemként szeretnénk alkalmazni egy hajtató berendezés növényvédelmében, úgy minden esetben fontos ismernünk az adott hatóanyag nem célszervezetekre gyakorolt hatását is. Augmentatív biológiai növényvédelem alkalmazása esetén kiemelten fontos a kultúrában használható növényvédő szerek hatásának ismerete az általunk betelepített természetes ellenségekre.

Újabb kutatási eredményeket (Döker és mtsai 2015, Fernandez és mtsai 2017, Prabhaker és mtsai 2017, Kim és mtsai 2018) összefoglalva a következőkre kell rámutatnunk. Habár a peszticidek összességében általában kevésbé bizonyulnak veszélyesnek a ragadozó atkákra és poloskákra, mint a parazitoid darazsakra, a széles hatásspektrumú rovarölő szerek, mint a piretroidok és a neonikotinoidek – valamint az újabb hatóanyagok közül a spinozad és a spinoteram – egyaránt nagyon toxikusak lehetnek mindkét említett predátor csoportra, vélhetően azonban mind a ragadozó atkák, mind a ragadozó poloskák esetében biztonságosabban használható a metoxifenozyd és a klorantraniliprol. A szulfoxaflor hatóanyag az *Amblyseius swirskii*-re nem, az *Orius* nemzetségbe tartozó poloskákra azonban veszélyes lehet.

A rezisztencia elleni stratégiák alapvető eleme a szerrotáció, vagyis a különböző hatásmechanizmusú rovarölő szerek rotációban történő használata, abból a célból, hogy késleltessük, vagy elkerüljük a rezisztencia kialakulását (Reitz és Funderburk 2012). A túlzott mértékű támaszkodás egy bizonyos hatóanyagra – legyen az bármilyen hatékony – előbb-utóbb ellenálló egyedek szelektálódását fogja eredményezni, ahogy azt a spinozad példáján is láthatjuk (Cloyd 2009, Reitz és Funderburk 2012).

Mivel a populációban már jelenlévő rezisztencia nagymértékben gátolhatja a szerrotáció nyújtotta előnyök érvényre jutását, ezért fontos feladat volna a rendszeres

rezisztencia monitoring is (Herron és Cook 2002). Ellentétben a különböző hatásmechanizmusú inszekticid csoportok közötti tervezett váltásokkal, a tankkeverékben alkalmazott rovarölő szer kombinációk alkalmazása nem ajánlott, mert ez növelheti a rezisztencia kialakulásának esélyét (Bielza 2008).

Robb és Parrella (1995) – a hőmérséklettől függően, mely meghatározza egy generáció kifejlődésének idejét – erős nyugati virágtripsz fertőzés esetén nagyjából 5 naponta javasolnak inszekticides kezelést, annak érdekében, hogy a második kezeléssel a tojás, illetve nimfa stádiumokból előbújó lárvákat és imágókat is elérjük, a hatóanyagcsoportok közötti váltást a rezisztencia kialakulásának megelőzésére, pedig 4-6 hetente, vagy 2-3 generációnként javasolják. Broughton és Herron (2007) eredményei alátámasztani látszanak az ausztrál ajánlásokat, melyek három egymást követő, azonos hatóanyaggal történő, nagyjából egy generáció kifejlődésének időtartama alatt kivitelezett permetezést javasolnak; majd váltást egy másik hatóanyagcsoportra. A hatóanyagcsoportok közötti váltáson túl, Bielza (2008) azonban már arra is rámutat, hogy a szerrotáció tervezése során azt is szükséges (lenne) figyelembe venni, hogy az egymás után alkalmazni kívánt hatóanyagokkal szemben jellemzően kialakuló rezisztencia mechanizmusok is különbözzenek egymástól. Cloyd (2009) már 2-3 hetente, vagy egy generáción belül ajánlja az áttérést más hatásmechanizmusú inszekticidekre, azonban az egy generáción belüli váltás a multirezisztens egyedek szelektálódásának kockázatát hordozza magában (Reitz és Funderburk 2012).

A szelektációs nyomás csökkentésének és az inszekticid használat optimalizálásának érdekében összefoglalva Bielza (2008) az alábbi 4 pont figyelembevételét javasolja: 1) a rovarölő szereket csak indokolt esetben használjunk; 2) az inszekticideket csak pontosan és precízen alkalmazzuk; 3) diverzifikáljuk az alkalmazott növényvédelmet; 4) óvjuk a természetes ellenségeket.

Köszönetnyilvánítás

A kézirat a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj (Fail József), az Emberi Erőforrások Minisztériuma által meghirdetett Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program (1783-3/2018/FEKUTSTRAT) a Szent István Egyetem növénynevelés, növényvédelemmel kapcsolatos kutatások tématerületi programja (Fail József és Farkas Péter), valamint az Új Nemzeti Kiválóság Program (Fail József és Király Kristóf Domonkos) támogatásával készült.

IRODALOM

- Allen, W. R. and Broadbent, A. B.** (1986): Transmission of Tomato Spotted Wilt Virus in Ontario Greenhouses by *Frankliniella Occidentalis*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 8 (1): 33-38.
- Ananthakrishnan, T. N.** (1993): Bionomics of Thrips. *Annual Review of Entomology*, 38: 71-92.
- Antignus, Y.** (2000): Manipulation of wavelength-dependent behaviour of insects: an IPM tool to impede insects and restrict epidemics of insect-borne viruses. *Virus Research*, 71: 213-220.
- Ansari, M. A., Brownbridge, M., Shah, F. A. and Butt, T. M.** (2008): Efficacy of entomopathogenic fungi against soil-dwelling life stages of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, in plant-growing media. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 127: 80–87.
- Aramburu, J. and Marti, M.** (2003): The occurrence in north-east Spain of a variant of *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) that breaks resistance in tomato (*Lycopersicon esculentum*) containing the *Sw-5* gene. *Plant Pathology*, 52: 407.
- Aramburu, J., Riudavets, J., Arnó, J., Lavina, A. and Moriones, E.** (1997): The proportion of viruliferous individuals in field populations of *Frankliniella occidentalis*:

- Implications for tomato spotted wilt virus epidemics in tomato. *European Journal of Plant Pathology*, 103: 623–629.
- Arthurs, S. and Heinz, K. M.** (2006): Evaluation of the nematodes *Steinernema feltiae* and *Thripinema nicklewoodi* as biological control agents of western flower thrips *Frankliniella occidentalis* infesting chrysanthemum. *Biocontrol Science and Technology*, 16 (2): 141-155.
- Bailey, S. F.** (1940): The distribution of injurious thrips in the United States. *Journal of Economic Entomology*, 33: 133-136.
- Bán G., Bese G., Forrai A. és Varga A.** (2013): A hajtatót zöldségfélék (paprika, paradicsom, uborka) károsítói elleni védekezés. A paradicsomhajtatás részletes növényvédelmi technológiája. *Növényvédelem*, 49 (5): 217-240.
- Belliure, B., Janssen, A., Maris, P. C., Peters, D. and Sabelis, M. W.** (2005): Herbivore arthropods benefit from vectoring plant viruses. *Ecology Letters*, 8 (1): 70-79.
- Berndt, O., Meyhöfer, R. and Poehling, H.-M.** (2004): The edaphic phase in the ontogenesis of *Frankliniella occidentalis* and comparison of *Hypoaspis miles* and *Hypoaspis aculeifer* as predators of soil-dwelling thrips stages. *Biological Control*, 30: 17–24.
- Bielza, P.** (2008): Insecticide resistance management strategies against the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Pest Management Science*, 64: 1131-1138.
- Bielza, P. and Guillén J.** (2015): Cyantraniliprole: a valuable tool for *Frankliniella occidentalis* (Pergande) management. *Pest Management Science*, 71 (8): 1068-1074.
- Bielza, P., Quinto, V., Contreras, J., Torne, M., Martín, A., and Espinosa, P. J.** (2007): Resistance to spinosad in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), in greenhouses of south-eastern Spain. *Pest Management Science*, 63: 682-687.

- Bielza, P., Quinto, V., Grávalos, C., Abellán, J., and Fernández, E. (2008):** Lack of fitness costs of insecticide resistance in the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Economic Entomology*, 101: 499-503.
- Bozsik A. (2014):** Az integrált növényvédelem (IPM) és nélkülözhetetlen eleme a gazdasági kártételi szint. *Georgicon for Agriculture*, 19(1): 175-185.
- Broadbent, A. B., Allen, W. R. and Footitt, R. G. (1987):** The association of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) with greenhouse crops and the tomato spotted wilt virus in Ontario. *The Canadian Entomologist*. 119: 501-503.
- Brodbeck, B. V., Stavisky, J., Funderburk, J. E., Andersen, P. C. and Olson, S. M. (2001):** Flower nitrogen status and populations of *Frankliniella occidentalis* feeding on *Lycopersicon esculentum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 99: 165–172.
- Broadbent, A. B., Rhainds, M., Shipp, L., Murphy, G. and Wainman, L. (2003):** Pupation behaviour of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on potted chrysanthemum. *The Canadian Entomologist*, 135: 741-744.
- Brodsgaard, H. F. (1989):** Coloured sticky traps for *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae) in glasshouses. *Journal of Applied Entomology*, 107: 136-140.
- Brodsgaard, H. F. (1994a):** Insecticide resistance in European and African strains of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) tested in a new residue-on-glass test. *Journal of Economic Entomology*, 87 (5): 1141-1146.
- Brodsgaard, H. F. (1994b):** Effect of photoperiod on the bionomics of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae). *Journal of Applied Entomology*, 117 (5): 498-507.
- Brodsgaard, H. F. (1995):** "Keep-Down," A Concept of Thrips Biological Control in Ornamental Pot Plants. In **Parker, B. L., Skinner, M. and Lewis, T. (eds.):** *Thrips*

- biology and management (Proceedings of the 1993 International Conference on Thysanoptera). Plenum Press, New York, 221-224.
- Broughton, S., Bennington, J. M. A. and Cousins, B. A.** (2015): Thrips (Thysanoptera) damage to apples and nectarines in Western Australia. *Crop Protection*, 70: 47-56.
- Broughton, S., and Herron, G. A.** (2007): *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) chemical control: insecticide efficacy associated with the three consecutive spray strategy. *Australian Journal of Entomology*, 46: 140-145.
- Broughton, S., and Herron, G. A.** (2009): Potential new insecticides for the control of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on sweet pepper, tomato, and lettuce. *Journal of Economic Entomology*, 102: 646-651.
- Bryan, D. E. and Smith, R. F.** (1956): The *Frankliniella occidentalis* (Pergande) complex in California (Thysanoptera: Thripidae). *University of California Publications in Entomology*, 10: 359–410.
- Budai Cs., Hataláné Zsellér I., Forray A., Kajati I., Tüske M. és Zentai Á.** (2006): Helyzetkép a hazai üvegházi biológiai növényvédelemről. *Növényvédelem*, 42 (8): 439-446.
- Buitenhuis, R. and Shipp, J. L.** (2008): Influence of plant species and plant growth stage on *Frankliniella occidentalis* pupation behaviour in greenhouse ornamentals. *Journal of Applied Entomology*, 132 (1): 86-88.
- Burckhardt, D., Ouvrard, D., Queiroz, D. and Percy, D.** (2014): Psyllid host-plants (Hemiptera: Psylloidea): resolving a semantic problem. *Florida Entomologist* 97 (1): 242-246.
- Calvo, F. J., Bolckmans, K. and Belda, J. E.** (2011): Control of *Bemisia tabaci* and *Frankliniella occidentalis* in cucumber by *Amblyseius swirskii*. *BioControl* 56: 185-192.

- Carriere, Y.** (2003): Haplodiploidy, Sex, and the Evolution of Pesticide Resistance. *Journal of Economic Entomology*, 96 (6): 1626-1640.
- Chau, A., Heinz, K. M. and Davies Jr, F. T.** (2005): Influences of fertilization on population abundance, distribution, and control of *Frankliniella occidentalis* on chrysanthemum. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 117: 27–39.
- Childers, C. C.** (1997): Feeding and Oviposition Injuries to Plants. In **Lewis, T.** (ed): Thrips as crop pests. CAB International, Wallingford, UK, 505-538.
- Cho, K., Eckel, C. S., Walgenbach, J. F. and Kennedy, G. G.** (1995): Overwintering of Thrips (Thysanoptera: Thripidae) in North Carolina. *Environmental Entomology*, 24 (1): 58-67.
- Ciuffo, M., Finetti-Sialer, M. M., Gallitelli, D. and Turina, M.** (2005): First report in Italy of a resistance-breaking strain of *Tomato spotted wilt virus* infecting tomato cultivars carrying the *Sw5* resistance gene. *Plant Pathology*, 54: 564.
- 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.
- Cloyd, R. A.** (2016): Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) and Insecticide Resistance: An Overview and Strategies to Mitigate Insecticide Resistance Development. *Journal of Entomological Science*, 51 (4): 257-273.
- Cloyd, R. A. and Sadof, C. S.** (2003): Seasonal abundance and the use of an action threshold for western flower thrips, in a cut carnation greenhouse. *Horttechnology*, 13 (3): 497-500.
- Costa, H. S. and Robb, K. L.** (1999): Effects of Ultraviolet-Absorbing Greenhouse Plastic Films on Flight Behavior of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) and

- Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). Journal of Economic Entomology, 92 (3): 557-562.
- Csömör Zs., Almási A., Csilléry G., Salánki K., Palkovics L. és Tóbiás I.** (2013): A rezisztenciát áttörő paradicsom foltos hervadás vírus (*Tomato spotted wilt virus*) izolátumok részleges molekuláris jellemzése. Növényvédelem, 49 (8): 353-359.
- de Jager, C. M., Butot, R. P. T., de Jong, T. J., Klinkhamer, P. G. L. and van der Meijden, E.** (1993): Population growth and survival of western flower thrips *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera, Thripidae) on different chrysanthemum cultivars. Journal of Applied Entomology, 115: 519-525.
- Denholm, I., Cahill, M., Dennehy, T. J., and Horowitz, A. R.** (1998): Challenges with managing insecticide resistance in agricultural pests, exemplified by the whitefly *Bemisia tabaci*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B Biological Sciences, 353: 1757-1767.
- Ding, T., Chi, H., Gökce, A., Gao, Y. and Zhang, B.** (2018): Demographic analysis of arrhenotokous parthenogenesis and bisexual reproduction of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). Scientific Reports, 8: 3346. DOI: 10.1038/s41598-018-21689-z
- Döker, I., Pappas, M. L., Samaras, K., Triantafyllou, A., Kazak, C. and Broufas, G. D.** (2015): Compatibility of reduced-risk insecticides with the non-target predatory mite *Iphiseius degenerans* (Acari: Phytoseiidae). Pest Management Science, 71 (9): 1267-1273.
- Fail J.** (2017): A hajtatott paprika biológiai növényvédelme. Agrofórum, 28 (7): 158-161.
- Farkas, P., Bagi, N., Szabó, Á., Ladányi, M., Kis, K.-né, Sojnóczki, A., Reiter, D., Péntzes, B. and Fail, J.** (2016): Biological control of thrips pests (Thysanoptera: Thripidae) in a commercial greenhouse in Hungary. Polish Journal of Entomology, 85 (4): 437-451.

- Farkas P., Szabó Á., Erdélyi É. és Péntes B.** (2011): Az *Amblyseius swirskii* hazai felhasználásának tapasztalatai a hajtatott paprika biológiai növényvédelmében. *Növényvédelem*, 47 (11): 455-460.
- Fernandez, M. M., Medina, P., Wanumen, A., Del Estal, P. Smagghe, G. and Vinuela, E.** (2017): Compatibility of sulfoxaflor and other modern pesticides with adults of the predatory mite *Amblyseius swirskii*. Residual contact and persistence studies. *BioControl*, (2017) 62: 197–208.
- Folk Gy., Ördögh G. és Sebestyén R.-né.** (1999a): A rózsa védelme. *Növényvédelem*, 35 (8): 387-400.
- Folk Gy., Ördögh G. és Tóth E.** (1999b): A növényházi szegfű védelme. *Növényvédelem*, 35 (6): 265-275.
- Funderburk, J.** (2009): Management of the Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) in Fruiting Vegetables. *Florida Entomologist*, 92 (1): 1-6.
- Gao, Y., Lei, Z. and Reitz, S. R.** (2012): Western flower thrips resistance to insecticides: detection, mechanisms and management strategies. *Pest Management Science*, 68 (8): 1111-1121.
- Gaum, W. G, Giliomee, J. H. and Pringle, K. L.** (1994a): Life history and life tables of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), on English cucumbers. *Bulletin of Entomological Research*, 84: 219-224.
- Gaum, W. G, Giliomee, J. H. and Pringle, K. L.** (1994b): Resistance of some rose cultivars to the western flower thrips, *Frankliniella occdentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Bulletin of Entomological Research*, 84: 487-492.
- Gáborjányi R., Vasdinyei R., Asztéria A., Csilléry G. és Ekés M.** (1995): A paradicsomot, a paprikát és a dohányt fertőző paradicsom bronzfoltosság vírus hazai izolátumainak tünettani és szerológiai jellemzése. *Növényvédelem*, 31 (11): 533-540.

- Gerin, C., Hance, Th. and Van Impe, G.** (2003): Impact of flowers on the demography of western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Thysan., Thripidae). Journal of Applied Entomology, 123 (9): 569-574.
- Hamilton, J. G. C., Hall, D. R. and Kirk, W. D. J.** (2005): Identification of a Male-produced Aggregation Pheromone in the Western Flower Thrips *Frankliniella occidentalis*. Journal of Chemical Ecology, 31 (6): 1369-1379.
- Hansen, E. A., Funderburk, J. E., Reitz, S. R., Ramachandran, S., Eger, J. E. and Mcauslane, H.** (2003): Within-Plant Distribution of *Frankliniella* species (Thysanoptera: Thripidae) and *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae) in Field Pepper. Environmental Entomology, 32 (5): 1035-1044.
- Harding, J. A.** (1961): Effect of Migration, Temperature, and Precipitation on Thrips Infestations in South Texas. Journal of Economic Entomology, 54 (1): 77-79.
- Herron, G. A., and Cook, D. F.** (2002): Initial verification of the resistance management strategy for *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) in Australia. Australian Journal of Entomology, 41: 187-191.
- Heyer, N. L., Brobyn, P. J., Richardson, P. L. and Edmondson, R. N.** (1995): Control of Western flower thrips (*Frankliniella occidentalis* Pergande) pupae in compost. Annals of Applied Biology, 127 (3): 405-412.
- Higgins, C. J.** (1992): Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) in Greenhouses: Population Dynamics, Distribution on Plants, and Associations with Predators. Journal of Economic Entomology, 85 (5): 1891-1903.
- Hoddle, M. S., Mound, L. A. and Paris, D. L.** (2012): Thrips of California. CBIT Publishing, Queensland.
- http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/thrips_of_california/identify-thrips/key/california-thysanoptera-2012/Media/Html/browse_species/Frankliniella_occidentalis.htm

- Horváth J.** (2017): Vírus-szimptomatológia fényben és árnyékban, régi technikák felejtése, új technikák születése: haladás vagy lemaradás. Gondolatok a hazai paprika-víruskutatás 75. évfordulóján. (A 2016. évi Palántafórumon elhangzott előadás írott változata (Árpád-Agrár Zrt., Szentes-Szegvár, 2016. október 28.)). *Növényvédelem*, 53 (1): 1-14.
- Hulme, P. E.** (2009): Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology*, 46: 10-18.
- Hulshof, J., Ketoja, E. and Vanninen, I.** (2003): Life history characteristics of *Frankliniella occidentalis* on cucumber leaves with and without supplemental food. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 108: 19–32.
- Immaraju, J. A., Paine, T. D., Bethke, J. A., Robb, K. L. and Newman, J. P.** (1992): Western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) resistance to insecticides in coastal California greenhouses. *Journal of Economic Entomology*, 85 (1): 9-14.
- Ishaaya, I., Kontsedalov, S., and Horowitz, A. R.** (2002): Emamectin, a novel insecticide for controlling field crop pests. *Pest Management Science*, 58: 1091-1095.
- Ishida, H., Murai, T., Sonoda, S., Yoshida, H., Izumi, Y. and Tsumuki, H.** (2003): Effects of temperature and photoperiod on development and oviposition of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *Applied Entomology and Zoology*, 38 (1): 65-68.
- ICTV (International Committee on Taxonomy of Viruses).** (2018): Virus Taxonomy: 2017 Release. <https://talk.ictvonline.org/taxonomy/> (accessed 24 August 2018)
- Jacobson, R. J.** (1997): Integrated Pest Management (IPM) in Glasshouses. In **Lewis, T.** (ed): Thrips as crop pests. CAB International, Wallingford, UK, 639-666.

- Jacobson, R. J., Chandler, D., Fenlon, J. and Russell, K. M.** (2001): Compatibility of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin with *Amblyseius cucumeris* Oudemans (Acarina: Phytoseiidae) to Control *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae) on Cucumber Plants. *Biocontrol Science and Technology*, 11 (3): 391-400.
- Janssen, A., Faraji, F., van der Hammen, T., Magalhaes, S. and Sabelis, M. W.** (2002): Interspecific infanticide deters predators. *Ecology Letters*, 5: 490–494.
- Janssen, A., Willemse, E., Van Der Hammen, T.** (2003): Poor host plant quality causes omnivore to consume predator eggs. *J. Anim. Ecol.* 72, 478–483.
- Jensen, S. E.** (2000): Insecticide resistance in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Integrated Pest Management Reviews*, 5: 131–146.
- Jenser, G.** (1990): Über das Freiland-Auftreten von *Frankliniella occidentalis* Perg. (Thysanoptera) in Ungarn. *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 63: 114—116.
- Jenser G.** (1995): A tripszek szerepe a paradicsom bronzfoltosság vírus terjedésében. *Növényvédelem*, 31 (11): 541-545.
- Jenser G.** (1998): Tripszek – Thysanoptera. In **Jenser G., Mészáros Z. és Sáringer Gy.** (eds.): *A szántóföldi és kertészeti növények kártevői*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 64-74.
- Jenser G. és Tusnádi Cs. K.** (1989): A nyugati virágtripsz (*Frankliniella occidentalis* Pergande) megjelenése Magyarországon. *Növényvédelem*, 25 (9): 389-393.
- Kay, I. R. and Herron, G. A.** (2010): Evaluation of existing and new insecticides including spirotetramat and pyridalyl to control *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) on peppers in Queensland. *Australian Journal of Entomology*, 49: 175-181.

- Kazinczi, G., Horváth, J. and Takács, A.** (2007): Tospoviruses on Ornamentals. *Plant Viruses*, 1 (2): 142-162.
- Kim, S. Y., Ahn, H. G., Ha, P. J., Lim, U. T. and Lee, J.-H.** (2018): Toxicities of 26 pesticides against 10 biological control species. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 21: 1–8.
- Kiritani, K.** (2001): Invasive insect pests and plant quarantine in Japan. *Extension Bulletin of the Food and Fertilizer Center, Taipei*, 498: 1-12.
- Kirk, W. D. J.** (1997): Feeding. In **Lewis, T.** (ed): *Thrips as crop pests*. CAB International, Wallingford, UK, 119-174.
- Kirk, W. D. J.** (2002): The pest and vector from the West: *Frankliniella occidentalis*. In **Marullo, R. and Mound, L.** (eds.): *Thrips and Tospoviruses: Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera*, 33-42.
- Kirk, W. D. J. and Terry, L. I.** (2003): The spread of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Agricultural and Forest Entomology*, 5 (4): 301-310.
- Koschier, E. H., de Kogel, W. J. and Visser, J. H.** (2000): Assessing the attractiveness of volatile plant compounds to western flower thrips *Frankliniella occidentalis*. *Journal of Chemical Ecology*, 26 (12): 2643-2655.
- Lacasa, A., Esteban, J. R., Beitia, F. J. and Contreras, J.** (1995): Distribution of western flower thrips in Spain. In **Parker, B. L., Skinner, M. and Lewis, T.** (eds.): *Thrips biology and management (Proceedings of the 1993 International Conference on Thysanoptera)*. Plenum Press, New York, 465-468.
- Lester, L. J. and Selander, R. K.** (1979): Population genetics of haplodiploid insects. *Genetics*, 92 (4): 1329-1345.
- Lewis, T.** (ed) (1973): *Thrips: their biology, ecology and economic importance*. Academic Press, London, UK

- Lewis, T.** (1997a): Pest thrips in perspective. In **Lewis, T.** (ed): Thrips as crop pests. CAB International, Wallingford, UK, 1-13.
- Lewis, T.** (1997b): Flight and dispersal. In **Lewis, T.** (ed): Thrips as crop pests. CAB International, Wallingford, UK, 175-196.
- Lewis, T.** (1997c): Chemical control. In **Lewis, T.** (ed): Thrips as crop pests. CAB International, Wallingford, UK, 567-593.
- Marchoux, G., Gébré-Selassie, K. and Villeveille M.** (1991): Detection of tomato spotted wilt virus and transmission by *Frankliniella occidentalis* in France. *Plant Pathology*, 40: 347-351.
- Margaria, P., Ciuffo, M. and Turina, M.** (2004): Resistance breaking strain of *Tomato spotted wilt virus* (Tospovirus; Bunyaviridae) on resistant pepper cultivars in Almería, Spain. *Plant Pathology* 53: 795.
- Martin, N. A. and Workman, P. J.** (1994): Confirmation of a pesticide-resistant strain of Western flower thrips in New Zealand. *Proceedings of the NZ Plant Protection Conference*, 47: 144-148.
- McDonald, J. R., Bale, J. S. and Walters, K. F. A.** (1997): Low temperature mortality and overwintering of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Bulletin of Entomological Research*, 87: 497-505.
- McDonald, J. R., Bale, J. S. and Walters, K. F. A.** (1998): Effect of temperature on development of the western flower Thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *European Journal of Entomology*, 95 (2): 301-306.
- Medeiros, R. B., Resende, R. de O. and de Avila, A. C.** (2004): The Plant Virus *Tomato Spotted Wilt Tospovirus* Activates the Immune System of Its Main Insect Vector, *Frankliniella occidentalis*. *Journal of Virology*, 78 (10): 4976-4982.

- Messelink, G. J., van Steenpal, S. E. F. and Ramakers, P. M. J.** (2006): Evaluation of phytoseiid predators for control of western flower thrips on greenhouse cucumber. *BioControl*, 51: 753–768.
- Minakuchi, C., Inano, Y., Shi, X., Song, D., Zhang, Y., Miura, K., Miyata, T., Gao, X., Tanaka, T. and Sonoda, S.** (2013): Neonicotinoid resistance and cDNA sequences of nicotinic acetylcholine receptor subunits of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Applied Entomology and Zoology*, 48: 507–513.
- Minakuchi, C., Tanaka, M., Miura, K. and Tanaka, T.** (2011): Developmental profile and hormonal regulation of the transcription factors broad and Kruppel homolog 1 in hemimetabolous thrips. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 41 (2): 125-134.
- Molnár A.** (2011): Tripszek elleni környezetbarát növényvédelem tényezői hajtattott paprikán. Doktori (PhD) értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék - Rovartani Tanszék, Budapest.
- Molnár A., Fail J., Terbe I. és Péntzes B.** (2007): A nyugati virágtipsz (*Frankliniella occidentalis* Pergande) elleni biológiai védekezés gyakorlata paprika állományban. In **Zámboriné N. É.** (szerk.): Lippay János - Ormos Imre - Vas Károly Tudományos Ülésszak: összefoglalók. 324-325.
- Molnár, A., Pap, Z. and Fail, J.** (2008): Observing population changes of thrips (*Thysanoptera*) species damaging forced pepper and their natural enemies. *International Journal of Horticultural Science*, 14 (4): 55–60.
- Molnár A., Szabó Á., Fail J., Kis K.-né és Péntzes B.** (2011): A tripszek (*Thysanoptera*) természetes ellenségeinek hatékonyságát befolyásoló tényezők, hajtattott paprika állományban. *Növényvédelem*, 47 (1): 17-25.

- Momol, M. T., Olson, S. M., Funderburk, J. E., Stavisky, J., and Marois, J. J.** (2004) Integrated management of tomato spotted wilt on field-grown tomatoes. *Plant Disease* 88: 882- 890.
- Montserrat, M., Albajes, R. and Castané, C.** (2000): Functional Response of Four Heteropteran Predators Preying on Greenhouse Whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) and Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Environmental Entomology*, 29 (5): 1075-1082.
- Moritz, G.** (1997): Structure, growth and development. In **Lewis, T.** (ed): Thrips as crop pests. CAB International, Wallingford, UK, 15-63.
- Moritz, G., Kumm, S. and Mound, L.** (2004): Tospovirus transmission depends on thrips ontogeny. *Virus Research*, 100: 143-149.
- Mound, L. A.** (2013): Homologies and host-plant specificity: Recurrent problems in the study of thrips. *Florida Entomologist*, 96 (2): 318-322.
- Nagata, T., Inoue-Nagata, A. K., Smid, H. M., Goldbach, R. and Peters, D.** (1999): Tissue tropism related to vector competence of *Frankliniella occidentalis* for tomato spotted wilt tospovirus. *Journal of General Virology*, 80: 507–515.
- Nagy, A., Bán, G., Tóth, F., Zrubecz, P. and Szemerády, K.** (2010): Technological Questions During the Use of *Xysticus kochi* against *Frankliniella occidentalis* in Greenhouse Pepper. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 45 (1): 125–134.
- Nasruddin, A. and Smitley, D. R.** (1991): Relationship of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) population density and feeding injury to the frequency of insecticide applications to gloxinia. *Journal of Economic Entomology*, 84 (6): 1812–1817.

- Natwick, E. T., Byers, J. A., Chu, C.-c., Lopez, M. and Henneberry, T. J.** (2007): Early Detection and Mass Trapping of *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci* in Vegetable Crops. *Southwestern Entomologist*, 32 (4): 229-238.
- Orosz, Sz., Kovács, C., Juhász, M. and Tóth, F.** (2009): Observations on the overwintering of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) under climatic conditions of Hungary. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 44 (2): 267–276.
- Otieno, J. A., Pallmann, P. and Poehling, H.-M.** (2016): The combined effect of soil-applied azadirachtin with entomopathogens for integrated management of western flower thrips. *Journal of Applied Entomology*, 140: 174-186.
- Pappu, H. R., Jones, R. A. C. and Jain, R. K.** (2009): Global status of tospovirus epidemics in diverse cropping systems: Successes achieved and challenges ahead. *Virus Research*, 141 (2): 219-236.
- Park, H.-H., Lee, J.-H. and Uhm, K.-B.** (2007): Economic thresholds of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) for unripe red pepper in greenhouse. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 10 (1): 45-53.
- Parrella, M. P.** (1995): IPM – Approaches and Prospects. In **Parker, B. L., Skinner, M. and Lewis, T.** (eds.): *Thrips biology and management* (Proceedings of the 1993 International Conference on Thysanoptera). Plenum Press, New York, 357-364.
- Pergande, T.** (1895): Observations on certain Thripidae. *Insect Life*, 7: 390 – 395.
- Polilov, A. A. and Shmakov, A. S.** (2016): The anatomy of the thrips *Heliothrips haemorrhoidalis* (Thysanoptera, Thripidae) and its specific features caused by miniaturization. *Arthropod Structure & Development*, 45: 496-507.

- Prabhaker, N., Naranjo, S., Perring, T. and Castle, S.** (2017): Comparative Toxicities of Newer and Conventional Insecticides: Against Four Generalist Predator Species. *Journal of Economic Entomology*, 110 (6): 2630–2636.
- Race, S. R.** (1961): Early-season thrips control on cotton in New Mexico. *Journal of Economic Entomology*, 54 (5): 974-976.
- Reitz, S. R.** (2005): Biology and Ecology of Flower Thrips in Relation to *Tomato Spotted Wilt Virus*. *Acta Horticulturae*, 695: 75-84.
- Reitz, S. R.** (2008): Comparative Bionomics of *Frankliniella occidentalis* and *Frankliniella tritici*. *Florida Entomologist*, 91 (3): 474-476.
- Reitz, S. R.** (2009): Biology and ecology of the western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*): the making of a pest. *Florida Entomologist*, 92 (1):7-13.
- Reitz, S. R., Gao, Y. L., and Lei, Z. R.** (2011): Thrips: Pests of concern to China and the United States. *Agricultural Sciences in China*, 10: 867-892.
- Reitz, S. R. and Funderburk, J.** (2012): Management strategies for western flower thrips and the role of insecticides. In: **Perveen, F.** (ed.): *Insecticides - Pest Engineering*, InTech. p: 356-384. DOI: 10.5772/29355.
- Reitz, S. R., Yearby, E. L., Funderburk, J. E., Stavisky, J., Momol, M. T., and Olson, S. M.** (2003): Integrated management tactics for *Frankliniella* thrips (Thysanoptera: Thripidae) in field-grown pepper. *Journal of Economic Entomology*, 96: 1201-1214.
- Renkema, J. M., Evans, B. and Devkota, S.** (2018): Management of Flower Thrips in Florida Strawberries with *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae) and the Insecticide Sulfoxaflor. *Florida Entomologist*, 101 (1): 102-108.
- Riley, D. G., Joseph, S. V., Srinivasan, R. and Diffie, S.** (2011): Thrips vectors of tospoviruses. *Journal of Integrated Pest Management*, 2 (1): 1-10.

- Robb, K. L., Newman, J., Virzi, J. K. and Parrella, M. P.** (1995): Insecticide resistance in western flower thrips. In **Parker, B. L., Skinner, M. and Lewis, T.** (eds.): Thrips biology and management (Proceedings of the 1993 International Conference on Thysanoptera). Plenum Press, New York, 341-346.
- Robb, K. L. and Parrella, M. P.** (1991): Western flower thrips, a serious pest of floricultural crops. In **Parker, B. L., Skinner, M. and Lewis, T.** (eds.): Towards Understanding Thysanoptera (Proceedings of the 1989 International Conference on Thrips). General Technical Report NE-147. US Department of Agriculture, Forest Service, Radnor, PA, 343-358.
- Robb, K. L. and Parrella, M. P.** (1995): IPM of western flower thrips. In **Parker, B. L., Skinner, M. and Lewis, T.** (eds.): Thrips biology and management (Proceedings of the 1993 International Conference on Thysanoptera). Plenum Press, New York, 365-370.
- Roditakis, E. and Roditakis, N. E.** (2007): Assessment of the damage potential of three thrips species on white variety table grapes—In vitro experiments. *Crop Protection* 26: 476–483.
- Roggero, P., Masenga, V., and Tavella, L.** (2002): Field isolates of *Tomato spotted wilt virus* overcoming resistance in pepper and their spread to other hosts in Italy. *Plant Disease*, 86: 950-954.
- Rosenheim, J. A., Johnson, M. W., Mau, R. F. L., Welter, S. C., Tabashnik, B. E.** (1996): Biochemical Preadaptations, Founder Events, and the Evolution of Resistance in Arthropods. *Journal of Economic Entomology*, 89 (2): 263-273.
- Rosenheim, J. A., Welter, S. C., Johnson, M. W., Mau, R. F. L., Gusukoma-Minuto, L. R.** (1990): Direct Feeding Damage on Cucumber by Mixed-Species Infestations

- of *Thrips palmi* and *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Economic Entomology*, 83 (4): 1519-1525.
- Rotenberg, D., Jacobson, A. L., Schneewis, D. J. and Whitfield, A. E.** (2015): Thrips transmission of tospoviruses. *Current Opinion in Virology*, 15: 80–89.
- Róth, F., Galli, Zs., Tóth, M., Fail, J. and Jenser, G.** (2016): The hypothesized visual system of *Thrips tabaci* Lindeman and *Frankliniella occidentalis* (Pergande) based on different coloured traps' catches. *North-Western Journal of Zoology*, 12 (1): 40-49.
- Rugman-Jones, P. F., Hoddle, M. S. and Stouthamer, R.** (2010): Nuclear-mitochondrial barcoding exposes the global pest western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) as two sympatric cryptic species in its native California. *Journal of Economic Entomology*, 103 (3): 877-886.
- Sabelis, M. W. and Van Rijn, P. C. J.** (1997): Predation by Insects and Mites. In **Lewis, T.** (ed): *Thrips as crop pests*. CAB International, Wallingford, UK, 259-354.
- Sakurai, T., Inoue, T. and Tsuda, S.** (2004): Distinct efficiencies of *Impatiens necrotic spot virus* transmission by five thrips vector species (Thysanoptera: Thripidae) of tospoviruses in Japan. *Applied Entomology and Zoology*, 39 (1): 71-78.
- Sampson, C. and Kirk, W. D. J.** (2013): Can Mass Trapping Reduce Thrips Damage and Is It Economically Viable? *Management of the Western Flower Thrips in Strawberry*. *PLoS ONE* 8 (11): e80787. doi:10.1371/journal.pone.0080787
- Shalileh, S., Ogada, P. A., Moualeu, D. P. and Poehling, H.-M.** (2016): Manipulation of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) by Tomato Spotted Wilt Virus (Tospovirus) Via the Host Plant Nutrients to Enhance Its Transmission and Spread. *Environmental Entomology*, 45 (5): 1235–1242.

- Shan, C., Ma, S., Wang, M. and Gongfen, G.** (2012): Evaluation of Insecticides Against the Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), in the Laboratory. *Florida Entomologist*, 95 (2): 454-460.
- Sharman, M. and Persley, D. M.** (2006): Field isolates of *Tomato spotted wilt virus* overcoming resistance in capsicum in Australia. *Australasian Plant Pathology*, 35: 123–128.
- Shipp, J. L., Binns, M. R., Hao, X. and Wang, K.** (1998): Economic Injury Levels for Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) on Greenhouse Sweet Pepper. *Journal of Economic Entomology*, 91 (3): 671-677.
- Shipp, J. L., Boland, G. J. and Shaw, L. A.** (1991): Integrated pest management of disease and arthropod pests of greenhouse vegetable crops in Ontario: Current status and future possibilities. *Canadian Journal of Plant Science*, 71: 887-914.
- Shipp, J. L., Wang, K. and Binns, M. R.** (2000): Economic Injury Levels for Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) on Greenhouse Cucumber. *Journal of Economic Entomology*, 93 (6): 1732-1740.
- Shipp, J. L., Ward, K. I. and Gillespie, T. J.** (1996): Influence of temperature and vapor pressure deficit on the rate of predation by the predatory mite, *Amblyseius cucumeris*, on *Frankliniella occidentalis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 78: 31-38.
- Soria, C. and Mollema, C.** (1995): Life-history parameters of western flower thrips on susceptible and resistant cucumber genotypes. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 74: 177-184.
- Stafford, C. A., Walker, G. P. and Ullman, D. E.** (2011): Infection with a plant virus modifies vector feeding behavior. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108 (23): 9350-9355.

- Stump, C. F. and Kennedy, G. G.** (2007): Effects of tomato spotted wilt virus isolates, host plants, and temperature on survival, size, and development time of *Frankliniella occidentalis*. *Entomologia Experimentalis et applicata*, 123 (2): 139-147.
- Suzuki, Y., Shiotsuki, T., Jouraku, A., Miura, K. and Minakuchi, C.** (2017): Benzoylurea resistance in western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae): the presence of a point mutation in *chitin synthase 1*. *Journal of Pesticide Science*, 42 (3): 93–96.
- Terry, L. I.** (1991): *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) Oviposition in Apple Buds: Role of Bloom State., Blossom Phenology., and Population Density. *Environmental Entomology*, 20 (6): 1568-1576.
- Terry, L. I.** (1997): Host Selection, Communication and Reproductive Behaviour. In **Lewis, T.** (ed): Thrips as crop pests. CAB International, Wallingford, UK, 65-118.
- Terry, L. I. and Kelly, C. K.** (1993): Patterns of change in secondary and tertiary sex ratios of the Terebrantian thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 66 (3): 213-225.
- ThripsWiki contributors.** (2018): *Frankliniella occidentalis*. ThripsWiki. https://thrips.info/w/index.php?title=Frankliniella_occidentalis&oldid=50609 (accessed August 10, 2018).
- Tóth E. K., Folk Gy. és Ördögh G.** (2000): A krizantém védelme. *Növényvédelem*, 36 (9): 477-495.
- Trichilo, P. J. and Leigh, T. F.** (1988): Influence of Resource Quality on the Reproductive Fitness of Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 81 (1): 64-70.
- Tusnádi Cs. K. és Folk Gy.** (1999): A gerbera védelme. *Növényvédelem*, 35 (9): 443-457.

- Tusnádi Cs. K. és Folk Gy.** (2000): Az afrikai ibolya védelme. *Növényvédelem*, 36 (10): 533-544.
- Ullah, M. S. and Lim, U. T.** (2015): Life History Characteristics of *Frankliniella occidentalis* and *Frankliniella intonsa* (Thysanoptera: Thripidae) in Constant and Fluctuating Temperatures. *Journal of Economic Entomology*, 108 (3): 1000-1009.
- Ullman, D. E., Sherwood, J. L. and German, T. L.** (1997): Thrips as vectors of plant pathogens. In **Lewis, T.** (ed): Thrips as crop pests. CAB International, Wallingford, UK, 539-566.
- Van de Wetering, F., van der Hoek, M., Goldbach, R. and Peters, D.** (1999): Differences in tomato spotted wilt virus vector competency between males and females of *Frankliniella occidentalis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 93: 105–112.
- Van de Wetering, F., Goldbach, R. and Peters, D.** (1996): Tomato spotted wilt tospovirus ingestion by first instar larvae of *Frankliniella occidentalis* is a prerequisite for transmission. *Phytopathology*, 86: 900-905.
- van Dijken, F. R., Dik, M. T. A., Gebala, B., de Jong, D. and Mollema, C.** (1994): Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) Effects on Chrysanthemum Cultivars: Plant Growth and Leaf Scarring in Non Howering Plants. *Journal of Economic Entomology*, 87 (5): 1312-1317.
- Van Driesche, R. G., Lyon S., Stanek III, E. J., Xu, B. and Nunn, C.** (2006): Evaluation of efficacy of *Neoseiulus cucumeris* for control of western flower thrips in spring bedding crops. *Biological Control*, 36: 203–215.
- van Lenteren, J. C.** (2012): The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl*, 57: 1–20.

- van Rijn, P. C. J., Mollema, C. and Steenhuis-Broers, G. M.** (1995): Comparative life history studies of *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) on cucumber. *Bulletin of Entomological Research*, 85 (2): 285-297.
- Varjas B., Horváth J. és Ledóné D. H.** (2017): A hajtatott uborka növényvédelme. *Növényvédelem*, 53 (1): 27-43.
- Vasziné Kovács C., Kiss F.-né és Lucza Z.** (2006): *Frankliniella occidentalis* Pergande és a *Thrips palmi* Karny elterjedésének felderítése, összekapcsolva a tospovírusok elterjedésének felülvizsgálatával Magyarországon (2002-2004). *Növényvédelem*, 42 (7): 365-370.
- Vierbergen, G.** (1995): International movement, detection and quarantine of Thysanoptera pests. In **Parker, B. L., Skinner, M. and Lewis, T.** (eds.): *Thrips biology and management* (Proceedings of the 1993 International Conference on Thysanoptera). Plenum Press, New York, 119-132.
- Wang, Z.-H., Gong, Y.-J., Jin, G.-H., Li, B.-J., Chen, J.-C., Kang, Z.-J., Zhu, L., Gao, Y.-L., Reitz, S. and Wei, S.-J.** (2016): Field-evolved resistance to insecticides in the invasive western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) in China. *Pest Management Science*, 72 (7): 1440-1444.
- Whitfield, A. E., Ullman, D. E. and German, T. L.** (2005): Tospovirus-Thrips Interactions. *Annual Review of Phytopathology*, 43: 459–489.
- Wijkamp, I., Almarza, N., Goldbach, R. and Peters, D.** (1995): Distinct Levels of Specificity in Thrips Transmission of Tospoviruses. *Phytopathology*, 85 (10): 1069-1074.
- Wijkamp, I., Goldbach, R. and Peters, D.** (1996a): Propagation of tomato spotted wilt virus in *Frankliniella occidentalis* does neither result in pathological effects nor in

- transovarial passage of the virus. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 81: 285-292.
- Wijkamp, I. and Peters, D.** (1993): Determination of the Median Latent Period of Two Tospoviruses in *Frankliniella occidentalis*, Using a Novel Leaf Disk Assay. *Phytopathology* 83: 986-991.
- Wijkamp, I., van Lent, J., Kormelink, R., F., Goldbach, R. and Peters, D.** (1993): Multiplication of tomato spotted wilt virus in its insect vector, *Frankliniella occidentalis*. *Journal of General Virology*, 74: 341-349.
- Wijkamp, I., van de Wetering, F., Goldbach, R. and Peters, D.** (1996b): Transmission of tomato spotted wilt virus by *Frankliniella occidentalis*; median acquisition and inoculation access period. *Annals of Applied Biology*, 129: 303-313.
- Willmott, A. L., Cloyd, R. A. and Zhu, K. Y.** (2013): Efficacy of Pesticide Mixtures Against the Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) Under Laboratory and Greenhouse Conditions. *Journal of Economic Entomology*, 106 (1): 247-256.
- Yokoyama, V. Y.** (1977): *Frankliniella occidentalis* and Scars on Table Grapes. *Environmental Entomology*, 6 (1): 25-30.
- Zhang, Z.-J., Wu, Q.-J., Li, X.-F., Zhang, Y.-J., Xu, B.-Y. and Zhu, G.-R.** (2007): Life history of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysan., Thripae), on five different vegetable leaves. *Journal of Applied Entomology*, 131 (5): 347-354.
- Zhao, G., Liu, W., Brown, J. M., and Knowles, C. O.** (1995): Insecticide resistance in field and laboratory strains of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Economic Entomology* 88: 1164-1170.
- Zheng, X., Xu, J., Chen, Y., Zhang, J., Wu, K., Zhang, L., Zheng, K. and Dong, J.** (2014): Comparative analyses of the toxic effects of imidacloprid and spirotetramat on

Frankliniella occidentalis (Pergande), the vector of tomato zonate spot virus: a laboratory assay, *International Journal of Pest Management*, 60 (3): 196-200.

THE WESTERN FLOWER THRIPS (*FRANKLINIELLA OCCIDENTALIS*
(PERGANDE, 1895))

Kristóf Domonkos Király, Péter Farkas and József Fail

Department of Entomology, Faculty of Horticultural Science, Szent István University, H-1118
Budapest, Ménesi str. 44. [*Fail.Jozsef@kertk.szie.hu](mailto:Fail.Jozsef@kertk.szie.hu)

The western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*; Thysanoptera: Thripidae) is an extremely polyphagous pest species, which has already established worldwide. It is primarily a pest of forced vegetables and ornamentals in Hungary. Besides the direct damage caused by its feeding, it is an outstanding vector of plant pathogen tospoviruses. The rapid spread of *F. occidentalis* from its original distribution has started about 40 years ago. Numerous ecological traits has helped the species to become a dangerous invasive pest, including minute size, rapid life cycle, females' high fecundity, multiple, overlapping generations, thigmotactic behaviour, haplodiploid reproductive mode and the ability to develop resistance against insecticides. In this manuscript, we provide an overview about the biology, damage and management of western flower thrips.

Kulcsszavak: *Frankliniella occidentalis*, western flower thrips, vector, insecticide resistance, integrated pest management