

# Štetne grinje gajenih biljaka – aktuelni problemi, inovativni pristupi proučavanju i mogućnosti suzbijanja (2)

Radmila Petanović<sup>1</sup>, Dejan Marčić<sup>2</sup> i Biljana Vidović<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Beograd, Srbija  
([rpetanov@agrif.bg.ac.rs](mailto:rpetanov@agrif.bg.ac.rs))

<sup>2</sup>Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Banatska 31b, 11080 Beograd, Srbija

Primljen: 5. maja 2010.

Prihvaćen: 7. juna 2010.

## REZIME

U prvom delu ovog preglednog rada obrađene su najznačajnije štetne vrste grinja u agroekosistemima i urbanoj hortikulturi u evropskim zemljama, zemljama u okruženju i u Srbiji danas, pre svega vrste koje su u poslednje vreme postale problem u biljnoj proizvodnji, uz osvrt na nove metode i pristupe proučavanja u primenjenoj akarologiji. U drugom delu rada prikazane su osnovne karakteristike akaricida inhibitora respiracije, inhibitora rasta i razvića i drugih sintetskih supstanci sa akaricidnim delovanjem koje su se pojavile na tržištu u poslednjoj deceniji XX i prvoj deceniji XXI veka (grinja), a ukazano je i na rastući značaj nekih proizvoda prirodnog porekla (azadirahthin, ulja, mikoakaricidi). Razmatran je problem rezistentnosti grinja na akaricide i dat je pregled rezultata proučavanja biohemijско-fizioloških i genetskih osnova rezistentnosti. Izloženi su osnovni principi biološke kontrole fitofagnih grinja i savremena dostignuća u ovoj oblasti, kao i aktuelna saznanja o rezistentnosti biljaka domaćina na grinje. Na kraju, ukazano je na mogućnosti kombinovanja selektivnih akaricida sa biološkim kontrolnim agensima i uključivanja drugih taktika kontrole (agrotehničke i fizičke mere) u jedinstven sistem integralnog upravljanja populacijama štetnih organizama.

**Кljučne reči:** Fitofagne grinje; akaricidi; rezistentnost; biološka kontrola; integralna kontrola

U prvom delu ovog preglednog rada obrađene su najznačajnije štetne vrste grinja u agroekosistemima i urbanoj hortikulturi u evropskim zemljama, zemljama u okruženju i u Srbiji danas, pre svega vrste koje su u poslednje vreme postale problem u biljnoj proizvodnji, uz osvrt na nove metode i pristupe proučavanja u primenjenoj akarologiji. Takođe, ukazano je na mogućnosti suzbijanja štetnih grinja akaricidima, imajući u vidu

stanje i perspektive tržišta pesticida u Srbiji i zemljama članicama Evropske unije.

Drugi deo rada posvećen je novijim akaricidima i insektoakaricidima, ali i nekim starijim supstancama i agensima čiji je značaj ponovo aktuelizovan, kao i rezistentnosti fitofagnih grinja na akaricide. Pored toga, biće reči i o biološkoj kontroli fitofagnih grinja, rezistentnosti gajenih biljaka na grinje i integralnoj zaštiti bilja od štetnih grinja.

## AKARICIDI: NOVIJE SINTEZE, PRIRODNI PROIZVODI I ALTERNATIVNA REŠENJA

Početkom 90-ih godina u primenu je sukcesivno uvedeno nekoliko hemijskih nesrodnih jedinjenja (fenpiroksimat, fenazakvin, piridaben, tebufenpirad) sa zajedničkim mehanizmom delovanja – inhibicijom kompleksa I respiratornog lanca u mitohondrijama. Ovi akaricidi, poznati pod nazivom **METI akaricidi** (*Mitochondrial Electron Transport Inhibitors*), brzo su postali široko korišćeni protiv tetranihida i eriofida, zahvaljujući toksičnosti za sve razvojne stadijume, brzom nok-daun efektu, dugotrajnom rezidualnom delovanju i visokoj efikasnosti u suzbijanju populacija rezistentnih na organofosfate, piretroide i akaricide starijih generacija (Dekeyser, 2005; van Leeuwen i sar., 2009). Istraživanja usmerena na proces respiracije kao potencijalni biohemijski i fiziološki cilj delovanja akaricida su nastavljena, tako da su se poslednjih desetak godina na tržištu pojavila, ili su najavljena, nova jedinjenja (Dekeyser, 2005; Lúmmen, 2007; Krämer i Schirmer, 2007).

**Acekvinocil i fluakripirim** se od METI akaricida razlikuju po mestu delovanja u lancu transporta elektrona, jer ova dva akaricida inhibiraju kompleks III (Dekeyser, 2005; Krämer i Schirmer, 2007), vezujući se za različita mesta u strukturi kompleksa. **Acekvinocil** je naftohinon (Slika 1) koji primarno deluje kontaktno, a toksičan je za sve razvojne stadijume grinja paučinara (Kinoshita i sar., 1999). Ovaj akaricid se pokazao kao visokotoksičan za rase *T. urticae* i *P. ulmi*, rezistentne na hlorfenapir (van Leeuwen i sar., 2004), odnosno klofentezin i dikofol (Pree i sar., 2005). **Fluakripirim**, prvi analog strobilurina koji nije komercijalizovan kao fungicid (Slika 1), takođe deluje akaricidno na sve razvojne stadijume tetranihida (Dekeyser, 2005). Nedavno je sintetisan još jedan analog strobilurina, **NHPC-A3066**, koji je visokotoksičan za larve *T. urticae*, dok je njegovo delovanje na jaja i adulte nešto slabije (Liu i sar., 2009), a u najavi su i nova jedinjenja sa akaricidnim svojstvima iz ove grupe (Li i sar., 2010). Na tržištu se uskoro očekuju još dva akaricida (Slika 1), **flufenerim**, iz grupe inhibitora kompleksa I, i **cienopirafen**, koji inhibira kompleks II respiratornog lanca (Krämer i Schirmer, 2007; Lúmmen, 2007).

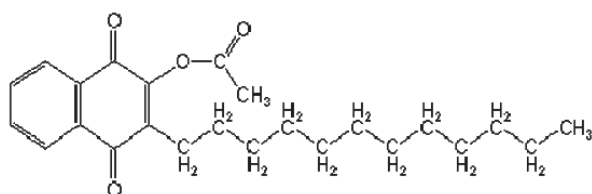
**Bifenazat**, akaricid iz grupe karbazata (Slika 1), visoko je toksičan za juvenilne stadijume i adulte grinja paučinara, uz slabo ovoidno delovanje. Bifenazat se odlikuje brzim nok-daun efektom i dugotrajnim rezidualnim delovanjem, visoku toksičnost zadržava na temperaturama u opsegu između 15-35°C (Pree i sar., 2005; Ochiai i sar., 2007). Iako se najpre pretpostavljalo da se radi o neurotoksinu (Dekeyser, 2005; Krämer i Schirmer, 2007), noviji eksperimentalni podaci ukazuju na inhibiciju mitohondrijalnog kompleksa III kao moguću

mehanizam delovanja i realan rizik ukrštene rezistentnosti između bifenazata i acekvinocila (van Nieuwenhuyse i sar., 2009). Bifenazat je proakaricid, za čiju je aktivaciju neophodna hidroliza estarske veze, zbog čega organofosforna jedinjenja, kao inhibitori hidrolitičke aktivnosti esteraza, mogu da deluju antagonistički na toksičnost ovog akaricida (Van Leeuwen i sar., 2007).

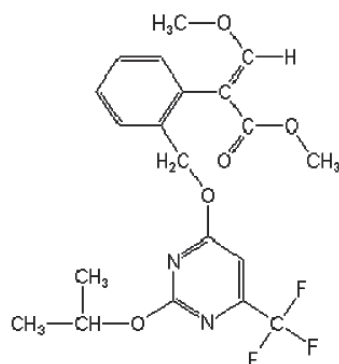
**Hlorfenapir**, derivat pirola (Slika 1), dekulpor oksidativne fosforilacije, uveden je u primenu kao insekticid širokog spektra delovanja (Lepidoptera, Coleoptera, Thysanoptera) i akaricid toksičan za pokretne stadijume tetranihida i eriofida. Primarno delovanje hlorfenapira je digestivno, uz značajno translaminarno kretanje (Dekeyser, 2005; Krämer i Schirmer, 2007; Van Leeuwen i sar., 2010). Rase *T. urticae* rezistentne na fenpiroksimat, tebufenpirad i piridaben pokazuju normalnu osetljivost na hlorfenapir (Stumpf i Nauen, 2001). S druge strane, laboratorijski selekcionisana rasa ove tetranihide, rezistentna na hlorfenapir, pokazala se kao ukršteno rezistentna na dimetoat i klofentezin (van Leeuwen i sar., 2004).

Drugi pravci istraživanja i razvoja sintetskih akaricida usmereni su na iznalaženje jedinjenja koja deluju na fiziološke ciljeve u okviru procesa rasta i razvicia grinja (Dekeyser, 2005; Krämer i Schirmer, 2007).

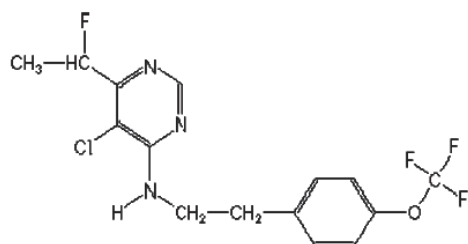
**Etoksazol**, jedinjenje iz grupe oksazolina (Slika 2), visoko je toksičan za jaja i juvenilne stadijume tetranihida. Za odrasle jedinke nije toksičan, ali značajno redukuje fertilitet tretiranih ženki. Registrovano je i značajno afididno delovanje etoksazola na nimfe *Myzus persicae* i *Aphis gossypii* (Ishida i sar., 1994; Kim i Yoo, 2002). Mehanizam delovanja ovog akaricida je inhibicija biosinteze hitina (Nauen i Smaghe, 2006). Na osnovu simptoma koje izaziva etoksazol se svrstava u akaricide inhibitora razvicia, zajedno sa klofentezinom i heksitiazoksom (Krämer i Schirmer, 2007). U poređenju sa heksitiazoksom, etoksazol se pokazao kao izrazito toksičniji, posebno kada je reč o delovanju na pokretne juvenilne stadijume. U poređenju sa normalno osetljivim populacijama/rasama toksičnost etoksazola za populacije/rase rezistentne na heksitiazoks manja je 10-500 puta, tako da se može govoriti o ukrštenoj rezistentnosti između ova dva akaricida. Međutim, kako je etoksazol nekoliko stotina do nekoliko hiljada puta toksičniji od heksitiazoksa, relativno niske koncentracije ovog akaricida još uvek ostvaruju visoku efikasnost protiv grinja rezistentnih na heksitiazoks (Ishida i sar., 1994). S druge strane, Pree i sar. (2005) su registrovali svega četiri puta manju osetljivost na etoksazol populacije *P. ulmi* visokorezistentne na klofentezin. Novija genetska istraživanja ukazuju na blisku vezu između genskih lokusa za rezistentnost *T. urticae* na ova dva akaricida (Asahara i sar., 2008).



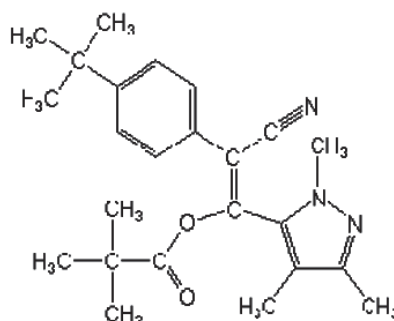
acekvinocil



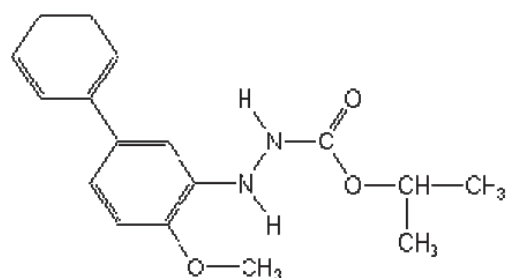
fluakripirim



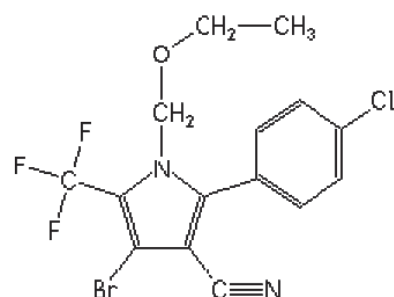
flufenimer



cienopirafen



bifenazat



hlorfenapir

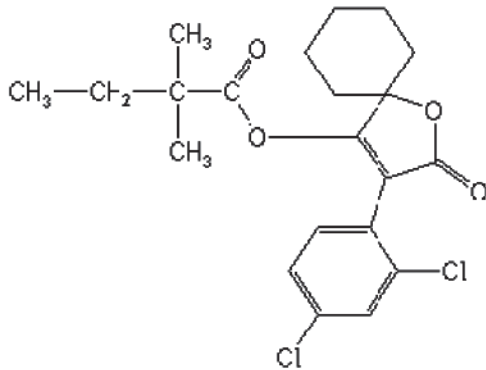
Slika 1. Noviji akaricidi koji deluju na procese respiracije (Wood, 2010)

**Spirodiklofen i spiromesifen**, derivati tetronske kiseline (Slika 2), koji na biohemijskom nivou deluju kao inhibitori acetil-CoA-karboksilaze, pokazali su se kao dobra alternativa za suzbijanje populacija grinja paučnara, rezistentnih na organofosfate, piretroide, akaricide inhibitore razvića i respiracije, uz dugotrajan i stabilan akaricidni efekat (Nauen i sar., 2000; Elbert i sar., 2002, 2005; Marčić i sar., 2007). Spirodiklofen i spiro-

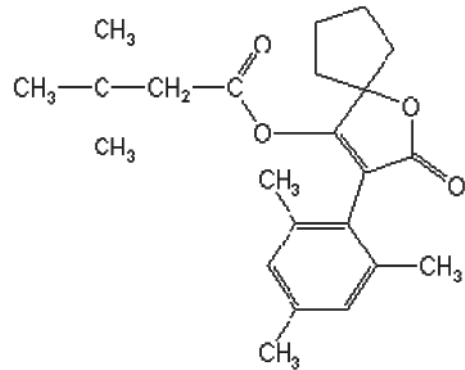
mesifen su visokotoksični za jaja i juvenilne stadijume *T. urticae*, dok na odrasle ženke deluju sporije, uz redukciju fekunditeta i fertiliteta (Wachendorff i sar., 2002; Nauen i sar., 2005; Marčić i Ogurlić, 2006; Marčić, 2007; Marčić i sar., 2009c, 2010; Van Pottelberge i sar., 2009). Ova dva akaricida su jedina dva novija jedinjenja namenjena suzbijanju eriofidnih grinja (*A. schlechtendali*, *A. cornutus*, *A. fockeui*, *E. pyri*, *E. vitis*, *A. lycopersici*),

a preporučuju se i za suzbijanje *P. latus* (Elbert i sar., 2005; Krämer i Schirmer, 2007; Van Leeuwen i sar., 2010). Pored akaricidnog delovanja spirodiklofen pokazuje i značajno insekticidno delovanje na jaja i larve kruškine buve *Cacopsylla pyri* (De Maeyer i sar., 2002; Marčić i sar., 2008), dok je spiromesifen visokotoksičan za juvenilne stadijume leptirastih vaši (Krämer i Schirmer, 2007; Kontsedalov i sar., 2008). U inhibitoru acetil-CoA-karboksilaze svrstan je i **spirotetramat**,

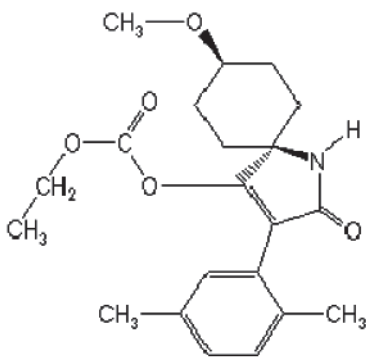
derivat tetramske kiseline (Slika 2) koji se nedavno pojavio na tržištu. Iako prvenstveno namenjen suzbijanju leptirastih, lisnih i štitastih vaši (Brück i sar., 2009), ispitivanja letalnih i subletalnih efekata spirotetramata na *T. urticae* (Marčić i sar., neobjavljeni rezultati) pokazuju da je ovo jedinjenje i potencijalno efikasan akaricid. Njegov značaj je utoliko veći, jer je spirotetramat ambimobilni sistemik sa značajnim translaminarnim delovanjem (Brück i sar., 2009).



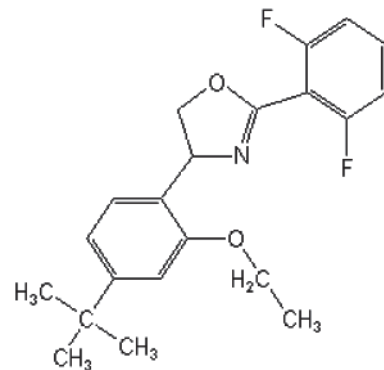
spirodiklofen



spiromesifen



spirotetramat



etoksazol

**Slika 2.** Noviji akaricidi koji deluju na procese rasta i razvika grinja (Wood, 2010)

Primena proizvoda prirodnog porekla u zaštiti bilja i biljnih proizvoda datira još iz vremena daleko pre pojave sintetskih pesticida, koji su se nametnuli kao glavno sredstvo za suzbijanje štetnih organizama. U poslednje vreme značaj pesticida prirodnog porekla postaje sve veći, pre svega u organskoj poljoprivredi, ali i u okviru programa suzbijanja štetnih organizama, definisanih sa ciljem da se smanje ekotoksikološki rizici i ublaže negativne posledice primene sintetskih pesticida (Copping i Menn, 2000; Isman, 2006; Copping i Duke, 2007;

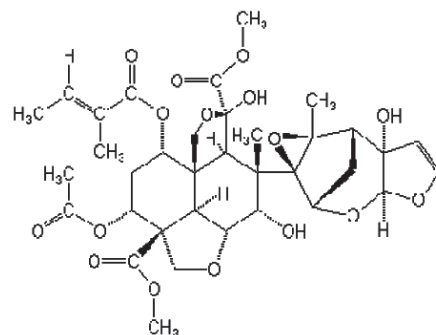
Isman i Akhtar, 2007). Među prirodnim proizvodima ima i supstanci sa značajnim akaricidnim delovanjem.

Verovatno najproučavaniji insekticid biljnog porekla u poslednjih dvadesetak godina je triterpenoid **azadirahтин** (Slika 3), primarna aktivna materija u ekstraktima, uljima i drugim derivatima dobijenim iz semena tropske biljke nim (*Azadirachta indica*). Na tretirane insekte azadirahтин deluje sporo tako što potpuno ili delimično inhibira ishranu, usporava i/ili narušava procese presvlačenja i metamorfoze, blokira reprodukciju

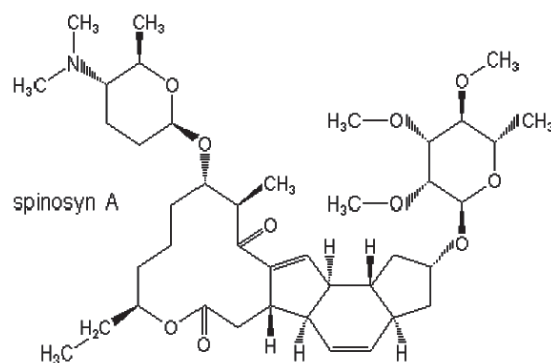
(Isman i Akhtar, 2007). Ispitivanja osetljivosti grinja paučinara (Sundaram i Sloane, 1995; Mansour i sar., 1997; Kim i sar., 2000; Kashenge i Makundi, 2001; Martinez-Villar i sar., 2005) pokazala su da azadirachtin, pored toksičnosti za različite razvojne stadijume, deluje i antifidantno, redukuje fekunditet i fertilitet, skraćuje dužinu života adulta. Nim-proizvodi registrovani su u preko 40 zemalja za suzbijanje štetnih vrsta artropoda značajnih u voćarstvu, povrtarstvu i proizvodnji ukrasnog bilja (Kleeberg, 2004; Koul, 2004). Uspeh u suzbijanju tetranihida preparatima na bazi azadirachtina zavisi od stanja populacije i često je potrebno obaviti više tretiranja (Kleeberg, 2004). Rezultati naših oglada (Marčić i sar., 2009b) pokazuju da i jedno tretiranje preparatom koji sadrži 1% azadirachtina može da bude dovoljno za efikasno suzbijanje letnje populacije *P. ulmi*, pod uslovom da se preparat primeni pri relativno niskom nivou infestacije. Zbog specifičnog i kompleksnog načina delovanja azadirachtina ne postoji rizik ukrštene rezistentnosti, tako da je ovaj prirodni proizvod potencijalno dobro rešenje za suzbijanje rezistentnih populacija tetranihida. Pored delovanja na grinje paučinare, azadirachtin deluje akaricidno i na druge grinje: zabeleženi su značajni letalni i subletalni efekti na *A. siro*, *T. putrescentiae* i *L. destructor* (Collins, 2006), odnosno *P. latus* (Venzon i sar., 2008).

Proizvodi izolovani iz zemljišnih aktinomiceta su značajan izvor za dobijanje pesticida prirodnog porekla. Pored antibiotika koji deluju fungicidno i/ili baktericidno, među njima ima i jedinjenja toksičnih za grinje, kakav je abamektin, proizvod fermentacije *Streptomyces avermitilis*, uveden u primenu sredinom 80-ih godina prošlog veka i danas dostupan u obliku velikog broja različitih preparata. Noviji sličan primer pesticida mikrobiološkog porekla je **spinosad**, sekundarni metabolit *Saccharopolyspora spinosa*, mešavina spinosina A i spinosina D (Slika 3), razvijen kao insekticid sa primarnim digestivnim delovanjem, prvenstveno namenjen suzbijanju štetnih Lepidoptera i Thysanoptera. Mehanizam delovanja spinosada je alosterična aktivacija nikotinskih receptora acetilholina (Copping i Menn, 2000; Krämer i Schirmer, 2007). Ovaj mikrobiološki insekticid ispoljava i značajan akaricidni efekat. Van Leeuwen i sar. (2005a) su ustanovili da je rezidualna toksičnost spinosada za ženke *T. urticae* na nivou toksičnosti koju postižu dikofol, brompropilat ili fenbutatin-oksidi, dok su Villanueva i Walgenbach (2006) pokazali da spinosad deluje relativno sporo na larve i adulte ove tetranihide, uz pretpostavku da se negativni rezultati prethodnih testiranja akaricidnih svojstava zasnivaju na oledima u kojima nije ostavljeno dovoljno vremena za delovanje. Spinosad

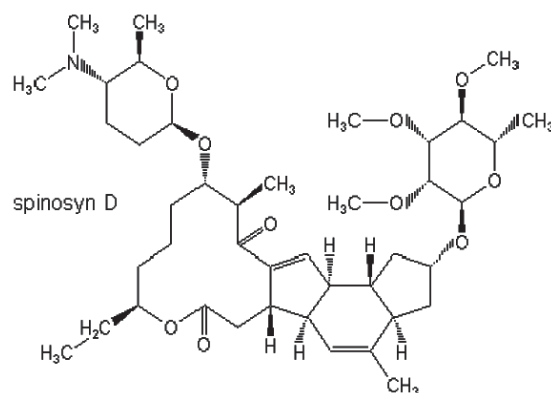
može da deluje kao akaricid i sistemično, ako se primeni za zalivanje supstrata kao što je kamena vuna, gde je sorpcija svedena na minimum (Van Leeuwen i sar., 2005a).



azadirachtin



spinosyn A



spinosyn D

spinosad

**Slika 3.** Proizvodi prirodnog porekla sa akaricidnim delovanjem (Wood, 2010)

**Etarska ulja**, dobijena destilacijom aromatičnih biljaka iz familija Lamiaceae, Apiaceae, Rutaceae, Myrtaceae i drugih, potencijalno su značajni alternativni bioracionalni pesticidi. Pored akutne toksičnosti za insekte i grinje, etarska ulja deluju i subletalno kao repelenti, antifidanti



i inhibitori reprodukcije. Letalne i subletalne efekte etarska ulja ostvaruju direktnim kontaktom i/ili gasnom fazom koja prodiru kroz respiratorni sistem. Dominantne bioaktivne komponente etarskih ulja su monoterpeni i seskviterpeni, neurotoksične supstance čiji je primarni cilj delovanja neurotransmisija oktopamina (Isman, 2006; Shaaya i Rafaeli, 2007). Značajno akaricidno delovanje pokazala su etarska ulja kima, eukaliptusa, nane, ruzmarina, bosiljka, origana, timijana i drugih biljaka (Aslan i sar., 2004; Choi i sar., 2004; Çalmaşur i sar., 2006; Miresmailli i sar., 2006). Komercijalni interes za uvođenje u primenu formulisanih etarskih ulja postoji, posebno u plastenicima i staklenicima. Kao biofumiganti, etarska ulja su i potencijalna alternativa za metil-bromid i fosfin u suzbijanju skladišnih grinja (Collins, 2006; Isman, 2006; Isman i Akhtar, 2007; Shaaya i Rafaeli, 2007).

Brojna istraživanja su pokazala da entomopatogene gljive, pre svega askomicete, mogu da budu značajan faktor regulacije populacija štetnih artropoda, ako se njihov potencijal iskoristi u konzervacionoj biološkoj kontroli ili se primene kao klasični biološki agensi (Hajek i sar., 2007; Hajek i Delalibera, 2010), odnosno ako se koriste formulisane kao komercijalni **mikoinsekticidi** i **miko-akaricidi** (Maniania i sar., 2008; Jackson i sar., 2010). Među entomopatogenim gljivama kao značajni patogeni tetranihida i drugih štetnih grinja izdvajaju se *Beauveria bassiana*, *Hirsutella thompsonii*, *Lecanicillium* sp., *Metharizium anisopliae*, *Isaria fumosorosea*, *Neozygites floridana* (Chandler, 2000; Maniania i sar., 2008), čije se konidije i blastospore koriste za formulisanje komercijalnih preparata. Početkom 80-ih godina postojao je samo jedan mikoakaricid (Mycar), formulisan od konidija *H. thompsonii* i namenjen suzbijanju rdaste grinje citrusa *Phyllocoptruta oleivora*. Četvrt veka kasnije, u prometu se nalazi tridesetak preparata za suzbijanje tetranihida, eriofida i tarzonemida, pretežno formulisanih kao kvašljivo prašivo ili disperzija ulja, među kojima je oko jedna trećina napravljena od konidija *B. bassiana* (Faria i Wraight, 2007). Pošto je za ostvarenje infekcije potrebna visoka relativna vlažnost vazduha, mikoakaricidi su potencijalno znatno efikasniji u zaštićenom prostoru nego na otvorenom polju (Maniania i sar., 2008).

## REZISTENTNOST GRINJA NA AKARICIDE

Kao posledica izrazitog prirodnog potencijala grinja za brzu evoluciju rezistentnosti (Cranham i Helle, 1985; Croft i van de Baan, 1988; van Leeuwen i sar., 2009) i ne uvek dovoljno promišljenog delovanja čoveka, rezistentnost grinja na akaricide, pre svega vrsta

iz familije Tetranychidae, postala je globalni fenomen. Međunarodna organizacija IRAC (*Insecticide Resistance Action Committee*) i Univerzitet Države Mičigen oformili su bazu podataka o rezistentnosti artropoda na pesticide (*APRD = Arthropod Pesticide Resistance Database*), u kojoj se nalaze reference o rezistentnosti insekata i grinja, značajnih u poljoprivredi, veterini i javnom zdravstvu, od 1914. godine do danas (Whalon i sar., 2008, 2009). Bez obzira na neke nedostatke i zamerke (neprecizne i nepotpune starije reference, pitanje opravdanosti uključivanja podataka o laboratorijski selekcionisanim rasama), ova baza podataka, u čijem održavanju i unapređivanju učestvuje veliki broj naučnika i eksperata iz svih krajeva sveta, korisna je za globalno sagledavanje fenomena rezistentnosti grinja na akaricide.

Krajem 2009. godine APRD baza podataka sadržavala je 8406 izveštaja o rezistentnosti za 561 vrstu artropoda, od čega su 1073 izveštaja o rezistentnosti 76 vrsta iz klase *Acari*. Od ovog broja 717 izveštaja odnosi se na 39 vrsta iz četiri familije, štetne u zaštiti bilja i biljnih proizvoda: Tetranychidae, Acaridae, Eriophyidae i Tenuipalpidae (Whalon i sar., 2008, 2009). U tabeli 1 navedene su vrste grinja iz pomenutih familija, sa podacima o rezistentnosti dokumentovanoj u APRD bazi podataka (Tabela 1). Oko 93% izveštaja je o rezistentnosti grinja paučinara, gde dominiraju dve vrste: *T. urticae* (48% izveštaja) i *P. ulmi* (25% izveštaja). Autori APRD baze podataka sastavili su i listu „top 20“ rezistentnih vrsta artropoda, rangiranih na osnovu broja jedinjenja prema kojima je dokumentovana rezistentnost. Na ovoj listi *T. urticae* i *P. ulmi* zauzimaju prvo, odnosno deveto mesto, sa podacima za 91, odnosno 41 jedinjenje, za koja postoje podaci o rezistentnim populacijama (Whalon i sar., 2008, 2009).

I kod jedne i kod druge vrste relativno najveći broj izveštaja odnosi se na rezistentnost na organofosfate, dokumentovanu tokom 50-ih, 60-ih i 70-ih godina prošlog veka. Zajedno sa karbamatima organofosfora jedinjenja danas čine više od 35% globalnog tržišta insekticida, tako da i dalje ima izveštaja o rezistentnim populacijama/rasama tetranihida (Herron i sar., 1998; Stumpf i sar., 2001; Tsakaragkou i sar., 2002; van Leeuwen i sar., 2005b; Kumral i sar., 2009). Značajno mesto u APRD bazi podataka zauzima rezistentnost tetranihida na piretroide. Ova klasa jedinjenja danas zauzima 20% tržišta, a poslednjih godina beleži se sve više slučajeva rezistentnosti na bifentrin i druge piretroide (Herron i sar., 2001; Ay i Gürkan, 2005; Kumral i sar., 2009; Tsakaragkou i sar., 2009). Što se tiče ostalih specifičnih akaricida i ostalih insektoakaricida (osim

inhibitora acetil-CoA-karboksilaze, uvedenih u primenu poslednjih nekoliko godina) praktično nema aktivne materije bez dokumentovane rezistentnosti, uz uočljive razlike između pojedinih akaricida ili grupa akaricida u raširenosti pojave, odnosno broju dokumentovanih slučajeva. Tako je, recimo, globalna popularnost METI-akaricida doprinela da se rezistentne populacije grinja paučinara relativno brzo pojave u Japanu, Južnoj Koreji, Australiji, Brazilu, Kaliforniji i nekim evropskim zemljama. S druge strane, veoma je ograničen broj izveštaja o rezistentnosti na fenbutatin-oksidi i druga organska jedinjenja kalaja, koja se primenjuju već četiri decenije (Stumpf i Nauen, 2001; Auger i sar., 2003; van Leeuwen i sar., 2009; Stavrinides i sar., 2010). Kod tetranihida se često govori i o multirezistentnosti, odnosno istovremenom postojanju više specifičnih mehanizama rezistentnosti, kao posledici sukcesivnog ili simultanog selekcionog pritiska akaricidima koji deluju na različite fiziološko-biohemijske ciljeve u organizmu grinja i širokog spektra ukrštene rezistentnosti na akaricide kojima populacija nije bila izložena (Cranham i Helle, 1985; Knowles, 1997; van Leeuwen i sar., 2005b; van Leeuwen i Tirry, 2007).

Na listi „top 20“ nalazi se još jedna fitofagna grinja, akarida *R. robini*, koja zauzima 19. mesto sa 22 izveštaja o rezistentnosti, gotovo isključivo na organofosforna jedinjenja. I kod ostalih vrsta akarida, svrstanih u APRD bazu podataka, registrovana je rezistentnost na organofosfate. Kod eriofidnih grinja najbolje je dokumentovana i najviše proučavana rezistentnost *P. oleivora* na dikofol (Omoto i sar., 1994), dok se drugi izveštaji o rezistentnosti eriofida takođe odnose na organofosforna jedinjenja.

O stanju i karakteristikama rezistentnosti tetranihida i drugih grinja na akaricide u Srbiji ima vrlo malo podataka (Marčić, 1996, 1997, 2003a). Izveštaji o umanjenoj efikasnosti pojedinih akaricida (Marčić i sar., 2007, 2009a; Perić i sar., 2009) i iskustva iz prakse ukazuju na moguću pojavu rezistentnih populacija *T. urticae* i *P. ulmi* u nekim lokalitetima.

Pored opsežnog dokumentovanja rezistentnosti grinja na akaricide, proučavani su i faktori koji utiču na ovaj fenomen mikroevolucije, kao i njegovi fiziološko-biohemijski i genetski mehanizmi. Rezultate ovih istraživanja sumirali su Cranham i Helle (1985), Croft i van de Baan (1988), Messing i Croft (1996), Knowles (1997), Osakabe i sar. (2009), van Leeuwen i sar. (2009), a najveći broj podataka odnosi se na populacije/rase *T. urticae*. Kao i kod drugih artropoda, rezistentnost grinja se u najvećem broju slučajeva zasniva na umanjenoj osetljivosti ciljnog mesta delovanja akaricida i/ili pojačanoj detoksifikaciji (metabolička rezistentnost).

**Tabela 1.** Dokumentovana rezistentnost grinja, štetnih u zaštiti bilja i biljnih proizvoda, za period 1914-2009 (izvor APRD, Whalon i sar., 2009)

Familije i vrste	Broj izveštaja o rezistentnosti	Broj jedinjenja
<b>Tetranychidae</b>	<b>666</b>	
<i>Tetranychus urticae</i>	345	91
<i>Panonychus ulmi</i>	179	41
<i>Panonychus citri</i>	26	20
<i>Tetranychus cinnabarinus</i>	25	15
<i>Tetranychus mcdanieli</i>	19	12
<i>Tetranychus kanzawai</i>	12	12
<i>Tetranychus atlanticus</i>	7	4
<i>Tetranychus pacificus</i>	7	5
<i>Tetranychus viennensis</i>	7	7
<i>Oligonychus pratensis</i>	6	6
<i>Tetranychus turkestanii</i>	5	5
<i>Tetranychus hydrangae</i>	5	4
<i>Tetranychus arabicus</i>	3	3
<i>Tetranychus crataegi</i>	3	3
<i>Tetranychus desertorum</i>	3	3
<i>Tetranychus ludeni</i>	3	3
<i>Tetranychus bimaculatus</i>	2	2
<i>Tetranychus cucurbitacearum</i>	2	2
<i>Tetranychus schoenei</i>	2	2
<i>Tetranychus tumidus</i>	2	2
<i>Eotetranychus bicoriae</i>	1	1
<i>Tetranychus althaeae</i>	1	1
<i>Tetranychus canadensis</i>	1	1
<b>Acaridae</b>	<b>35</b>	
<i>Rhizoglyphus robini</i>	22	22
<i>Rhizoglyphus echinopus</i>	6	5
<i>Acarus siro</i>	2	2
<i>Acarus chaetoxysilus</i>	2	2
<i>Acarus farris</i>	1	1
<i>Tyrophagus palmarum</i>	1	1
<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	1	1
<b>Eriophyidae</b>	<b>12</b>	
<i>Phyllocoptura oleivora</i>	3	2
<i>Aculus cornutus</i>	3	2
<i>Aculus pelekassi</i>	2	2
<i>Aculus fockeui</i>	1	1
<i>Aculus lycopersici</i>	1	1
<i>Aculus malivagrans</i>	1	1
<i>Aculus schlechtendali</i>	1	1
<b>Tenuipalpidae</b>	<b>4</b>	
<i>Brevipalpus chilensis</i>	3	3
<i>Brevipalpus phoenicis</i>	1	1

Značajno manja osetljivost acetilholinesteraze „Leverkusen“ rase *T. urticae* na inhibitorno delovanje paratio-na prvi je dokumentovani primer umanjene osetljivosti *in situ* kao mehanizma rezistentnosti kod artropoda (Smislaert, 1964). Kasnija proučavanja su pokazala da je umanjena osetljivost ovog enzima glavni mehanizam rezistentnosti *T. urticae* na organofosfora jedinjenja (Cranham i Helle, 1985; Stumpf i sar., 2001; Tsagkarakou i sar., 2002; van Leeuwen i sar., 2009; Khajehali i sar., 2010; Kwon i sar., 2010), dok je za rezistentnost ove vrste na piretroide uglavnom odgovorna povećana hidrolitička aktivnost karboksil-esteraze (Yang i sar., 2002; Ay i Gürkan, 2005; van Leeuwen i sar., 2005b, van Leeuwen i Tirry, 2007). Što se tiče METI-akaricida, postojanje tercijarne butil-grupe u strukturi ovih jedinjenja upućuje na hidroksilaciju kao glavni mehanizam rezistentnosti (Motoba i sar., 2000). Iako je pojačana oksidativna detoksifikacija eksperimentalno utvrđena kod populacija/rasa *T. urticae* rezistentnih na METI-akaricide (Stumpf i Nauen, 2001; Kim i sar., 2004, 2006; van Pottelberge i sar., 2009b) postoje argumenti koji ukazuju na mogući značaj drugih mehanizama rezistentnosti (van Leeuwen i sar., 2009).

Rezultati brojnih konvencionalnih genetskih studija (doza/koncentracija – mortalitet, analiza odgovora homo- i heterozigota) pokazuju da je nasleđivanje rezistentnosti kod tetranihida pretežno pod kontrolom jednog dominantnog ili semidominantnog gena (Cranham i Helle, 1985; Osakabe i sar., 2009; van Leeuwen i sar., 2009). Iako je ovakav način nasleđivanja očekivan, imajući u vidu izuzetno snažan selekcionni pritisak kojem su populacije izložene u praktičnim uslovima (Roush i McKenzie, 1987; McKenzie i Batterham, 1994), postoje i značajni izuzeci. Najpoznatiji primer je monogeno-recesivno nasleđivanje rezistentnosti na dikofol populacija/rasa *P. ulmi* (Pree, 1987) i *T. urticae* (Rizzieri i sar., 1988; Kim i sar., 1994). Ovakav način nasleđivanja utvrđen je i u slučaju rezistentnosti *T. urticae* na etoksazol (Uesugi i sar., 2002), rezistentnosti *T. pacificus* na propargit (Hoy i Conley, 1989; Keena i Granett, 1990) i *T. kanzawai* na piridaben (Goka, 1998), kao i rezistentnosti *P. citri* na heksitiazoks (Yamamoto i sar., 1995). Poligeno nasleđivanje utvrđeno je kod rasa *P. ulmi*, *T. urticae* i *T. kanzawai*, rezistentnih na ciheksatin (Croft i sar., 1984; Pree, 1987; Mizutani i sar., 1988), dok je poligeno-recesivno nasleđivanje utvrđeno u slučaju rezistentnosti *T. urticae* na abamektin (Clark i sar., 1995). Registrovane su i regionalne razlike u načinu nasleđivanja rezistentnosti *T. urticae*: kod australijske rase utvrđeno je monogeno (Herron i Rophail, 1993), a kod japanske rase poligeno (Asahara i sar., 2008) nasleđivanje rezistentnosti na heksitiazoks.

Iako je *T. urticae* vrsta kod koje je prvi put detektovana umanjena osetljivost ciljnog mesta delovanja, molekularna karakterizacija ovog mehanizma rezistentnosti je novijeg datuma. Tsagkarakou i sar. (2009) su ustanovili da je za rezistentnost na piretroide kod grčkih rasa odgovorna supstitucija fenil-alanina izoleucinom (F1538I) na poziciji IIIS6 u strukturi proteina koji gradi Na-kanal, što destabilizuje vezivanje bifentrina i drugih piretroida za mesto delovanja. Proučavajući molekularnu osnovu umanjene osetljivosti acetilholinesteraze kod nekoliko evropskih rasa rezistentnih na organofosfate, Khajehali i sar. (2010) su registrovali četiri supstitucije aminokiselina od kojih je mutacija F331W (supstitucija fenil-alanina triptofanom) najznačajnija i najčešća. S druge strane, Kwon i sar. (2010) izdvajaju sinergističko delovanje mutacija F331W i G119S kao najznačajnije za rezistentnost na organofosfate rasa iz Republike Koreje. Analizirajući rezistentnost holandskih i belgijskih rasa na bifenazat, van Leeuwen i sar. (2008) su zaključili da je za visok nivo rezistentnosti neophodno sinergističko delovanje bar dve mutacije u strukturi mitohondrijalnog citohroma b. Ono što je mnogo interesantnije je otkriće da se rezistentnost na bifenazat (i ukrštena rezistentnost na acekvinocil) nasleđuju citoplazmatski, pod kontrolom mitohondrijalne DNA, što je prvi ovakav slučaj otkako se proučava genetika rezistentnosti artropoda na pesticide (van Leeuwen i sar., 2008; van Nieuwenhuysen i sar., 2009). O molekularnim osnovama metaboličke rezistentnosti grinja na akaricide za sada nema podataka.

Karakterizacija rezistentnosti je jedan od elemenata neophodnih za definisanje programa upravljanja rezistentnošću štetnih artropoda na insekticide i akaricide. Generalno, ovoj temi posvećen je značajan broj radova i publikacija (Roush i McKenzie, 1987; Roush i Tabashnik, 1990; Denholm i sar., 1998; Hoy, 1998; Ishaaya, 2001; Onstad, 2008; Whalon i sar., 2008), ali je implementacija predloženih rešenja često veoma ograničena. Ovdje ćemo ukazati na predlog preventivnih mera u cilju produženja veka upotrebe akaricida, koji su definisali eksperti organizacije IRAC, polazeći od razvrstavanja jedinjenja u grupe prema mehanizmu delovanja i riziku ukrštene rezistentnosti (Wege i Leonard, 1994; IRAC, 2009). Predložene su sledeće mere: (1) primeniti samo jedan akarid iz iste grupe u istom usevu/zasadu u sezoni; (2) jednim akaricidom tretirati isti usev/zasad samo jednom u sezoni; (3) ne primenjivati mešavinu dva akaricida iz iste grupe; (4) akaricide primenjivati u preporučenim dozama/koncentracijama; (5) akaricide primenjivati tako da štetno delovanje na predatore bude minimalno; (6) sprovoditi monitoring rezistentnosti. Pored navedenih mera, ostavljena je i mogućnost primene redukovanih



doza/koncentracija, u okviru uspostavljenog sistema integralne kontrole grinja, čime se smanjuje selekcionu pritisak i usporava razvoj rezistentnosti. Primenjeni u redukovanim dozama/koncentracijama, akaricidi mogu da doprinesu održavanju ravnoteže između predatora i plena (Herron i sar., 1993), odnosno da stvore uslove za introdukciju predatora (Rhodes i sar., 2006).

Izbor između što većeg broja akaricida različitih mehanizama delovanja suštinski je značajan za sprovođenje predloženih mera, što najbolje pokazuje istorijat rezistentnosti *T. urticae*: prve rezistentne populacije mogu da se jave već posle dve ili tri godine od uvođenja u primenu novog akaricida, uzrokujući vidljive neuspehe u suzbijanju (Cranham i Helle, 1985; Knowles, 1997; van Leeuwen i sar., 2009). Mogućnost izbora znatno sužava primena restriktivne zakonske regulative (poput EU direktive 91/414), jer industrija pesticida često nije u stanju da ponudi dovoljan broj novih aktivnih supstanci kao zamenu za proizvode koji se povlače iz prometa (Thompson i sar., 2008; van Leeuwen i sar., 2010).

## BIOLOŠKA KONTROLA ŠTETNIH GRINJA

Biološka kontrola je definisana kao korišćenje populacija antagonista (parazitoida, predatora, parazita, patogena) ili kompetitora za regulisanje gustina populacija štetnih organizama njihovim smanjenjem, a samim tim i smanjenjem šteta do kojih dovode (van Driesche i Bellows, 1996). Ona obezbeđuje ekološki siguran, energetski efikasan i jeftin način suzbijanja štetnih organizama, bilo samostalno ili kao komponenta integralne zaštite (Hoy, 1983; Gerson i sar., 2003). Biološka kontrola se realizuje kroz različite strategije, kao klasična, augmentaciona ili konzervaciona biološka kontrola.

Klasična biološka kontrola podrazumeva introdukciju alohtonih (egzotičnih) organizama radi permanentne zaštite od štetnih vrsta koje su najčešće i same egzotične, odnosno stranog porekla (van Driesche i Bellows, 1996; Kenis, 2009). Obično se ostvaruje inokulacionim postupkom (lat. *inoculatio* = ubrizgavanje), odnosno jednokratnim unošenjem prirodnog neprijatelja koji se dalje sam razmnožava u tom ekosistemu.

Augmentaciona biološka kontrola (lat. *augmentatio* = umnožavanje, pojačanje, povećanje) podrazumeva masovnu propagaciju i periodično ispuštanje egzotičnih ili autohtonih prirodnih neprijatelja (Collier i Van Steenwyk, 2004). Koristi se za privremeno suzbijanje autohtonih ili introdukovanih štetnih vrsta, najčešće inundacionim postupkom (lat. *inundatio* = plavljenje, poplava), odnosno višekratnim unošenjem prirodnog neprijatelja.

Konzervaciona biološka kontrola (lat. *conservatio* = održavanje, čuvanje, zaštita od propadanja) predstavlja način organizovanja agroekosistema tako da se maksimalno pojača efekat nativnih (autohtonih) prirodnih neprijatelja (Batra, 1982; Rosen i Huffaker, 1983).

Dok je konzervaciona biološka borba pasivna mera, klasična i augmentaciona su aktivne strategije, na koje se mnogo više računa. Kenis (2009) je analizirao prednosti i rizike klasične biološke kontrole navodeći da su u 17% svih projekata prirodni neprijatelji obezbedili potpunu kontrolu, a u 43% projekata štetni organizmi su bili parcijalno kontrolisani. U kritičkoj evaluaciji augmentacione biološke kontrole (Collier i van Steenwyk, 2004) su ustanovili da je augmentacijom dostignuta gustina ciljanih populacija štetočina samo u 15% slučajeva, dok je u 64% izostao taj efekat. Ocenjujući da augmentacija ne može da zameni primenu pesticida širokog spektra u bliskoj budućnosti, autori su mišljenja da su mogućnosti njene implementacije pre svega u ekosistemima u kojima se koriste pesticidi „manjeg rizika“ i u organskoj poljoprivredi.

Potencijal i osobine grinja (potklasa Acari) generalno u biološkoj kontroli detaljno su obrađeni u knjigama koje su objavili Hoy i sar. (1983), Gerson i Smiley (1990), Gerson i sar. (2003), kao i u velikom broju preglednih radova. O ulozi grinja u biološkoj borbi i njihovoj primeni u voćnjacima i vinogradima, odnosno u zaštićenom prostoru, pisano je i na našem jeziku (Petanović, 1993; Petanović i Vidović, 2009). O biološkoj kontroli štetnih vrsta grinja, posebno paučinara i eriofida različitim prirodnim neprijateljima opširno je pisano do sada u pojedinim poglavljima knjiga citiranih u uvodu ovog rada (Helle i Sabelis, 1985; Lindquist i sar., 1996) i mnogobrojnim preglednim radovima.

Biološka kontrola štetnih grinja u voćnjacima i vinogradima može se ostvariti primenom makropredatora (npr. zlatookom *Chrysoperla carnea* Stephens, predatorskim stenicama, antokoridama i miridama, predatorskim bubamarama iz roda *Stethorus*) ili predatorskim grinjama koje redukuju njihove populacije do ekonomski prihvatljivog nivoa. Predatorske grinje koje pripadaju familijama Phytoseiidae, Stigmaeidae i Anystidae pokazale su se efikasnim u biološkoj kontroli štetnih grinja u voćnjacima. Grinje iz familije Tydeidae su široko rasprostranjene u voćnjacima i među njima ima vrsta predatora eriofida, ali nisu potvrđene kao dovoljno efikasni prirodni neprijatelji (Gerson i sar., 2003). U Evropi glavnu ulogu u kontroli štetnih grinja u voćnjacima imaju vrste fitozeida *Typhlodromus pyri* Scheuten, *Amblyseius andersoni* (Chant) i *Euseius finlandicus* (Oudemans), dok se u vinogradima pominje i vrsta *Kampimodromus aberrans*

(Ouds.), pre svega kao predator akarinozne grinje vinove loze (Duso i Vettorazzo, 1999). Ova vrsta je takođe efikasan predator grinje velikih pupoljaka leske *P. avelanae* (Ozman-Sullivan, 2006). Sve ove vrste su predatori generalisti, koji se mogu hraniti različitim vrstama grinja, a *E. finlandicus* pored toga što preferira eriofide, uspešno se razvija na polenu (Croft i sar., 1998). *T. pyri* je predatorska grinja koja je ispoljila efikasnost i u Kanadi (Hardman i sar., 2003). Marshall i sar. (2001) su sa uspehom ispuštali sojeve *T. pyri* rezistentne na pesticide u kanadskim jabučnjacima i dobili dobre rezultate kontrole fitofagnih grinja. *Zetzellia mali* Ewing iz familije Stigmaeidae je dobro poznata kao predator rđastih grinja u Evropi i Americi. U zasadima jabuke njena preferentnost prema jabukinoj rđastoj grinji ili prema crvenoj vočnoj grinji zavisi od relativne gustine plena. Interakciju fitozeida (*A. andersoni*, *T. pyri*, *Galendromus occidentalis* (Nesbitt)) i stigmeida (*Z. mali*) u kontroli populacija grinja paučinara (*P. ulmi*, *T. urticae*, *Eotetranychus* spp., *Bryobia rubrioculus* (Scheuthen)) i rđaste grinje *Aculus schlechtendali* (Nalepa) iz familije Eriophyidae proučavali su u SAD Slone i Croft (2001) i ustanovili jake asocijacije predatora, a posebno negativne asocijacije *T. pyri* sa drugim predatorima. Proučavanje direktne i indirektno interakcije između *A. schlechtendali*, *P. ulmi*, *T. pyri* i *Z. mali* u kanadskim jabučnjacima ukazalo je da interakcija između predatorskih vrsta nije toliko jaka da utiče na dinamiku populacija *A. schlechtendali* (Walde i sar., 2004). Programi biološke kontrole egzotičnim i nativnim fitozeidama u hortikulturi Australije obuhvatili su po dva soja rezistentna na pesticide vrsta *G. occidentalis*, *T. pyri* i *Neoseiulus fallacis* (Garman) koje su bile introdukovane u Australiju 1970-ih za kontrolu *T. urticae* i *P. ulmi*. Nativna vrsta fitozeida *Euseius victorensis* Womersley primenjena je u zasadima koštičavih voćaka u Novom Južnom Velsu, gde se pesticidi primenjuju u manjoj meri. Pored nje i neke druge nativne vrste, predatori generalisti pokazale su se efikasnim u biološkoj kontroli (James, 2001). Fitozeida rasprostranjena u predelima sa subtropskom klimom, *Neoseiulus californicus* (McGregor), koja se koristi i u kontinentalnim klimatskim uslovima u zaštićenom prostoru, sa uspehom je prevladala jako gustu paučinu koju opreda *Olygonychus perseae* Tuttle, Baker and Abbatiello, štetočina u voćnjacima avokada u jugoistočnoj Španiji (Monserrat i sar., 2008). Eksperimenti sprovedeni u voćnjacima avokada u Kaliforniji ispuštanjem 500, 1000 i 2000 jedinki *N. californicus*, kada je 50%, 75% i 95% uzorkovanih listova bilo infestirano, pokazali su da je kumulativan broj predatora po stablu značajniji od toga koliko se puta grinje ispuštaju (Hoddle i sar., 2000).

Pored grinja iz familija Phytoseiidae, predatorske deutonimfe *Allothrombium pulvinum* Ewing (Trombididae) eksperimentalno su se pokazale kao najznačajniji prirodni neprijatelji dve značajne štetne grinje u jabučnjacima u Iranu, *T. urticae* i *A. viennensis* (Hosseini i sar., 2005).

Biološka kontrola fitozeidama je široko primenjena u zaštićenom prostoru u Evropi, nekim delovima Azije i Afrike, Australiji i Severnoj Americi. Najčešće vrste koje se primenjuju su *Phytoseiulus persimilis*, *P. macropilis*, *N. californicus*, *N. fallacis*, *N. longispinosus*, *Amblyseius cucumeris*, *A. andersoni* i *Galendromus occidentalis* (Zhang, 2003; Sosnowska i Fiedler, 2009). Najčešće se ispuštaju više puta (inundativno) ili inokulativno (kao što je na primer metod „prvo štetočine“, tj. istovremeno unošenje i štetnih i korisnih grinja na početku proizvodnog ciklusa). Broj jedinki predatora koji se unosi varira u zavisnosti od gustine populacije grinja paučinara, useva, temperature i drugih spoljašnjih faktora. Kompanije koje proizvode predatore obično daju korisne sugestije u vezi sa njihovom primenom. Pored fitozeida često se koristi i predatorska vrsta mušice galice *Feltiella acarisuga* (*Therodiplosis persicae*), koja se proizvodi i dostupna je u mnogim zemljama (prodaju se kokoni u inertnom supstratu u kontejnerima). Bubamare iz roda *Stethorus*, naročito vrsta *S. punctillum*, poznate su kao specijalizovani predatori za grinje paučinare. Vrlo su proždrljive, pa mogu da pojedu preko 1000 jaja za dve do tri nedelje. Zbog velike pokretljivosti mogu da pronađu i male kolonije ove grinje. Aktivne su u uslovima 33-90% RH i 20-30°C. U zaštićenom prostoru dobro funkcionišu na paprici i krastavcu, ali ne i na paradajzu. U biološkoj borbi protiv grinja paučinara koriste se i predatori generalisti kakve su neke stenice, zlatooke i neki mravi. Vrsta tripsa *Scolothrips sexmaculatus* može biti veoma korisna jer je adaptirana na tople i vlažne uslove. U borbi protiv paučinara koriste se i entomopatogene gljive kao što su vrste *Entomophthora thaxteriana* i *E. adjarica* koje mogu da dovedu do jakih epizootija u populacijama *T. urticae*, a posebno su korisne u periodu kada se vlažnost održava blizu zasićenja.

Biološka kontrola tropske tarzonemide *Polyphagotarsonemus latus* može da se uspešno sprovede nedeljnim ispuštanjem fitozeide *Neoseiulus barkeri* na mnogim biljnim vrstama gajenim u zaštićenom prostoru (Fan i Petitt, 1994). Weintraub (2002) navodi da se najuspešnije suzbijanje ove grinje postiže primenom sumpornog praha, spreja ili primenom kvašljivog sumpora i introdukcijom fitozeide *Neoseiulus cucumeris*. Predatorska grinja se pokazala vrlo efikasnom u kontroli ove grinje kada je njena brojnost umerena.

Invazivna vrsta *T. evansi* u poslednje vreme je postala predmet različitih istraživanja, pa i traganja za pogodnim prirodnim neprijateljima, pre svega u Južnoj Americi odakle potiče. Opsežnim istraživanjima u jugoistočnom Brazilu na 22 biljne vrste iz familije Solanaceae registrovane su 23 vrste fitozeida iz potfamilije Amblyseiniinae, tri iz potfamilije Typhlodrominae i dve iz potfamilije Phytoseiinae. Kao vrsta koja najviše obećava u biološkoj borbi izdvojena je *Phytoseiulus longipes* Evans (Furtado i sar., 2006).

Kao kandidati za biološku kontrolu korenove ili lukove grinje *R. robini* na ljiljanima testirane su dve vrste iz familije Laelapidae, *Hypoaspis aculeifer* (Canestrini) i *H. miles* Berlese, i jedna vrsta iz familije Parasitidae *Parasitus fimetorum* (Berlese). Najefikasnijom se pokazala vrsta *H. aculeifer* (Lesna i sar., 2004).

Iako su poslednjih godina potencirana istraživanja sa namerom da se pronađu fitozeide kao pogodni agensi biološke kontrole rdaste grinje paradajza, za sada se nijedna od osam ispitivanih vrsta nije pokazala dovoljno efikasnom (Duso i sar., 2010).

Biološke mere borbe protiv *A. tulipae* praktično nisu bile korišćene. U poslednje vreme u Holandiji je saopštena lista predatora *A. tulipae* među kojima su *Cheyletus* spp., *Lasioseius* spp., *Amblyseius cucumeris* i *A. barkeri* (Conijn i sar, 1996).

## REZISTENTNOST GAJENIH BILJAKA NA GRINJE

Rezistentnost biljaka na grinje paučinare je registrovana kod mnogih gajenih biljnih vrsta (De Ponti, 1985) kao što su badem, avokado, pasulj, kasava, hrizantema, citrusi, pamuk, krastavac, plavi patlidžan, geranijum, vinova loza, hmelj, kukuruz, kikiriki, krompir, soja, jagoda, šećerna repa, suncokret, čaj, duvan, gerbera, paradajz..., što ukazuje da je moguće naći izvore rezistentnosti u bilo kojoj biljnoj vrsti, proučiti adekvatne germplazme, čak i nižeg nivoa rezistentnosti od poželjnog.

Uprkos evidentnom potencijalu genetičkog diverziteta, samo je njegov ograničen deo operacionalizovan u procesu razvoja rezistentnih kultivara. Prvi korak je naravno identifikacija i korišćenje razlika u rezistentnosti postojećih kultivara, a drugi, daleko značajniji korak je razmatranje ukrštanja za rezistentnost. Literaturni podaci ukazuju na ograničen broj biljnih vrsta kod kojih su sprovedeni program ukrštanja za rezistentnost na grinje paučinare i oni se uglavnom svode na kasavu, pamuk, krastavac i jagodu. Testovi koji bi trebalo da ukazu na genetičku prirodu nasleđivanja rezistentnosti

sprovedeni su na soji, dinji i kukuruzu u SAD (Carlson i sar., 1979; Scully i sar., 1991; Bynum i sar., 2004), a osetljivost različitih kultivara karanfila na običnog paučinara analizirana je u Japanu (Seki i Toyshima, 2008).

Pošto nije konstatovana apsolutna rezistentnost najvažnijih gajenih biljaka na grinje paučinare, parcijalna rezistentnost se obično vrednuje da bi se potvrdila moguća ulaganja u dugotrajne programe ukrštanja. Pošto rezistentnost smanjuje reprodukciju grinja paučinara, sprečavajući eksplozivan rast njihovih populacija, ona se generalno odlično uklapa i u integralnu zaštitu.

Mada je rezistentnost vrlo često kompatibilna sa drugim merama zaštite, ipak treba biti oprezan jer je bilo primera da je *T. urticae* gajen na rezistentnim sortama tolerantniji na neke insekticide nego onaj gajen na standardnim osetljivim sortama krastavca. Kompatibilnost rezistentnosti sa biološkom kontrolom *T. urticae* na gerberima nije izostala, ali rezistentni kultivari nisu uticali na povećanje kapaciteta populacionog rasta specifičnog predatora *P. persimilis* (Krips i sar., 1999). Pokazalo se da neki stresni faktori, kao što je odsustvo adekvatne vlage u gajenju različitih kultivara šeflera (*Brassica actinophylla*) nema uticaja na rezistentnost na *T. urticae* (Colijn i Lindquist, 1986).

Rezistentnost biljaka na grinje je verovatno kompleksne prirode. Izuzetno, za rezistentnost može da bude odgovorna samo jedna osobina. Zbog toga izgleda nemoguće da indirektna selekcija na osnovu fizioloških, hemijskih ili biohemijskih parametara može da unapredi ili pojednostavi procedure selekcije. Takođe bi bilo riskantno ograničiti selekciju na jednu ili jednostavnu osobinu, na koju bi se grinja lako adaptirala. Sa druge strane, jednostavna osobina može biti kompleksna barijera za tu vrstu grinje. To je obično slučaj sa morfološkim osobinama kao što su žlezde, dlake, oblik listova, debljina epidermisa, od kojih su se neke pokazale kao efikasne protiv grinja paučinara na pamuku ili kukuruzu.

Debljina listova, dlakavost i/ili sadržaj mineralnih materija (ukupnog azota, npr.) su proučavani kod mnogih vrsta biljaka i njihovih različitih genotipova u kontekstu rezistentnosti na grinje paučinare. Pokazalo se da je kultivar šeflere „Amate“, rezistentan na *T. urticae*, imao 67% deblje listove i manji sadržaj ukupnog azota u odnosu na osetljivi (Colijn i Lindquist, 1986).

Analiza korelacije debljine palisadnog sloja listova različitih sorti jabuke i prosečnog broja jedinki crvene voćne grinje *P. ulmi* pokazala je visok stepen zavisnosti. Ova zavisnost je negativna, što znači da su sorte koje imaju tanji parenhim osetljivije na napad ove grinje (Hrnčić, 1995). Opšta maljavost listova je kao osobina pokazala u ogledima oprečne, nekonzistentne rezultate.



Naime u nekim ogledima su osetljivije sorte bile manje maljave, a u nekim više u poređenju sa otpornim. Gonewardene i sar. (1980) su zaključili da maljavost listova nije osobina koja utiče na rezistentnost sorti jabuke na crvenu voćnu grinju. Do istih zaključaka došla je i Hrnčić (1995).

Nutritivna vrednost biljke hraniteljke ima sigurno značajan uticaj na reprodukciju grinja paučinara. To je demonstrirano u radovima u kojima su varirani spoljašnji faktori, posebno mineralna ishrana. Sličan odgovor se može očekivati iz genetičkih razlika nutritivne vrednosti. Mineralne materije, šećeri i aminokiseline su proučavani u vezi sa razlikama u rezistentnosti, posebno kod jagoda i ruža, ali je teško ustanoviti jasnu korelaciju. U radu u kome je analizirana osetljivost različitih sorti jabuke na crvenu voćnu grinju u Srbiji (Hrnčić, 1995), konstatovana je visoka međuzavisnost između sadržaja azota i broja grinja po prosečnoj površini lista. Osetljiva sorta ričared imala je najveći sadržaj azota (3,07%), a otporna sorta šarden, najmanji (1,87%).

Tzv. sekundarne supstance su takođe proučavane. Neka fenolna jedinjenja dovode do smanjenja fekunditeta kod paučinara na jagodama, ružama i pamuku. Razlike u rezistentnosti i osetljivosti kultivara jagode i hmelja na *T. cinnabarinus* pripisane su razlikama u sadržaju farnezola. Druga sekundarna supstanca, kukurbitacin C, često je udružen sa rezistentnošću krastavca na *T. urticae*. Nažalost, neka istraživanja (De Ponti i Garretsen, 1980) su pokazala da je teško dobiti visoku rezistentnost kod linija krastavca koje nisu gorke.

Analiza tipa trihoma (dlaka) kod jagode (*Fragaria x annanassa*) je pokazala da postoje dva tipa: prve su unicelularne, duge i jednostavne, uglavnom raspoređene oko nerava i ivica lisne ploče na naličju, a druge su manje, multicelularne, pojedinačne i glandularne. Testovi rezistentnosti različitih kultivara jagode na običnog paučinara su pokazali da neglandularne dlake nisu u korelaciji sa otpornošću, dok su glandularne trihome osnov za indukovanu rezistentnost kao potencijalni mehanizam otpornosti (Steinite i Ievinish, 2003).

Ranijim istraživanjima je pokazano da je polifenol-oksidaža glavna proteinska komponenta glandularnih trihoma kod gajenih biljaka iz fam. Solanaceae, koja čini 50-70% ukupnih proteina (Kowalski i sar., 1992). Ona ima i peroksidaznu aktivnost koja doprinosi oksidativnim reakcijama. Izgleda da su oksidativni enzimi u trihomama uključeni u oksidaciju i polimerizaciju fenolnih konstituenta koji se oslobađaju iz trihoma kad je biljka napadnuta herbivorima, a koje služe kao fizička barijera za sprečavanje ishrane. Ranije se smatralo da trihoma primarno funkcionišu kao konstitutivna odbrana.

Ustanovljene brze hemijske promene u njima ukazuju da je u pitanju indukovana odbrana od herbivora.

Rezistentnost biljaka domaćina bazirana na ovoj osobini je kompleksan mehanizam koji može biti iskorišćen u ukrštanju paradajza u cilju kontrole štetnih artropoda. Ispitivanjem osetljivosti divljeg paradajza, *Solanum pimpinellifolium* L., na *T. urticae* Alba i sar., (2009) su ustanovili da bi ova biljka mogla biti pogodan izvor rezistentnosti na grinje paučinare koji bi se mogao iskoristiti kod gajenog paradajza.

Rezistentnost geranijuma, *Pelargonium x hortorum*, na običnog paučinara *T. urticae* je bila povezana u početku sa morfoloijom lista, a na osnovu kasnijih proučavanja je zaključeno da je rezistentnost ispoljena zbog prisustva glandularnih trihoma koje proizvode toksične eksudate. Aktivne komponente tih eksudata su identifikovane kao anakardične kiseline. Nasledivanje osetljivosti je bilo dominantno, a dva dominantna komplementarna gena bila su odgovorna za rezistentnost (Craig i sar., 1986).

Strategije odbrane paradajza gajenog u zaštićenom prostoru protiv infestacije karminastog paučinara *Tetranychus cinnabarinus* proučavane su detaljno u disertaciji Kielkiewicz-Szaniawska (2003). Ispoljene su jasne razlike u nivou rezistentnosti kod 6 kultivara. Ustanovljena su tri mehanizma rezistentnosti: anti-ksenoza, antibioza i/ili tolerantnost i njihove interakcije. Jako ispoljena anti-ksenoza/antibioza bila je određena pre biohemijskim nego anatomskim karakteristikama (glandularne trihome listova). Najotpornija sorta imala je nisku koncentraciju stimulatora ishrane saharoze i serina i nutrijenata: ukupnih šećera, rastvorljivih proteina i proteinskih aminokiselina, zajedno sa visokom koncentracijom neproteinske aminokiseline – ornitina i glikoalkaloida – tomatina. Pored konstitutivne i lokalno indukovane rezistentnosti, tolerantnost kultivara paradajza sa simptomima napada se ispoljila kroz stabilan prinos. Mehanizam tolerantnosti ispoljio se kroz jaku akumulaciju šećera i neznatno opadanje  $\beta$ -karotena i likopena u plodovima, što je ukazalo i na mogućnost adaptacije na stres pod uticajem ishrane ove grinje.

Povećanje rezistentnosti može se ostvariti i biotičkom indukcijom. Eksperimenti u kojima je testirana pogodnost biljaka krastavca za *T. urticae*, posle tretiranja rizobakterijom koja pomaže rast biljaka, *Pseudomonas fluorescens* i ekstraktom korova *Reynoutria sachalinensis*, koji podstiče rezistentnost ustanovljena je niža preferentnost tretiranih biljaka (Tomczyk, 2006).

Indukovana rezistentnost registrovana je u Kaliforniji u vinogradima koje napadaju dve vrste paučinara, *Tetranychus pacificus*, znatno štetnija za vinovu

lozu, i *Eotetranychus willamettei*, koja je manje štetna. Ispuštanje (namerna infestacija) *E. willamettei* rano u sezoni indukuje rezistentnost vinove loze na *T. pacificus* (Karban i sar., 1997).

Budući da grinje paučinari ispoljavaju veliku genetičku fleksibilnost u adaptaciji na faktore stresa kao što su akaricidi, stabilnost ili postojanost rezistentnosti biljaka domaćina mogla bi se dovesti u pitanje. Zbog toga su potrebne alternative mogućem „slamanju“ rezistentnosti. Izvestan optimizam u tom pogledu zasniva se na činjenici da je rezistentnost biljaka na grinje paučinare verovatno pretežno parcijalna, zahvaljujući multiplim faktorima i poligenom nasleđivanju. Ovi faktori umanjuju šansu brzog prelaska (shift) populacije grinja paučinara povećane adaptivne vrednosti na rezistentan genotip. Štaviše, uvođenje jednog ili nekoliko rezistentnih genotipova u neki usev je mala promena u mnogobrojnim izvorima hrane koji su na raspolaganju polifagnim štetočinama kakve su pretežno grinje paučinari. Ipak, predloženo je kao rešenje kombinacija ukrštanja biljaka, ali i štetočina. Eksperimenti sa *T. urticae* su pokazali da ne treba očekivati dramatičnu „eroziju“ rezistentnosti (de Ponti, 1985).

Eriofidne grinje su najraznovrsnije po specijskom diverzitetu, a mnoge vrste su od velikog ekonomskog značaja. Specijalizovane su u ishrani za određene genotipove biljaka, pa čak i pojedinačne organe i ćelije. Većina vrsta je *species* specifična, a samo mali broj ima širi krug domaćina (Boczek i Griffiths, 1994; Oldfield, 2005). U ishrani preferiraju meristemsko i mlada meka tkiva svih nadzemnih biljnih organa, verovatno zbog njihove visoke nutritivne vrednosti. Kao posledica ishrane ovih obligatnih fitofaga javljaju se u osnovi dva tipa reakcija: 1. *kompatibilne* (a. formiranje gala i drugih tvorevina koje podrazumevaju efekat ne samo kod napadnute biljne ćelije, već i kod susednih i formiranje novonastalih, tzv. nutritivnih ćelija, njihovu hiperplaziju i hipertrofiju; b. toksemije i druge tzv. nedistorzivne promene organa u kojima je efekat ishrane ograničen samo na napadnute, probodene ćelije) i 2. *inkompatibilne* (formiranje rapidnih nekrotičnih lezija, ili tzv. hipersenzitivna reakcija, koja se javlja kod rezistentnih genotipova) (Westphal i Manson, 1996). Eriofide su značajne ne samo po direktnom uticaju na biljke domaćine već i po tome što su vektori biljnih patogena, a jedine su među fitofagnim grinjama vektori biljnih virusa.

Odnos biljaka domaćina i eriofida na morfološkom i biohemijско-citološkom nivou obrađen je u preglednim radovima Petanovićeve i Kielkiewiczzeve (2010a, 2010b).

Rezistentnost biljaka na eriofide proučavana je kod vrsta koje se smatraju bitnim štetočinama nekih važnih biljnih kultura, ali su programi selekcije sprovedeni

samo kod malog broja vrsta, i to onih koje su značajne u epidemiologiji virusnih bolesti. Oko 20-ak vrsta eriofida bile su predmet traganja za izvorima otpornosti i istraživanja sa ciljem da se definišu funkcionalne kategorije rezistentnosti.

Ovom prilikom navešćemo samo primere vrsta koje su rasprostranjene u našoj zemlji ili mogu naseliti biljke koje se kod nas uzgajaju, dok će egzotične vrste, ekonomski značajne u svetu (kao npr. *Aceria guerreronis*, štetočina kokosove palme, ili eriofide citrusa) biti izostavljene.

*Cecidophyopsis ribis* (Westw.) je poznata kao uzročnik velikih pupoljaka crne ribizle i vektor virusa reverzije crne ribizle (BRAV) (Jones, 2000). Izvori rezistentnosti su nađeni u ogrozdu, *Ribes grossularia* (mehanizam – antioksenoza) i crvenoj ribizli *Ribes rubrum* (mehanizam – antibioza). Nasleđuje se dominantnim genom *Cc*. Ustanovljeno je da velika dlakavost pupoljaka sprečava infestaciju kod rezistentnih kultivara. Rezistentni varijeteti pokazuju manju koncentraciju fenola u pupoljcima, kvalitativne razlike u terpenoidima (De Lillo i Duso, 1996). Unutar pupoljaka rezistentnih kultivara konstatovana su nekrotična mesta, odnosno hipersenzitivna reakcija (Westphal i sar., 1996).

Zbog značaja koji ima u epidemiologiji virusnih bolesti pšenice i kukuruza eriofida kovrdžavosti lista pšenice, *A. tosichella* intenzivno je proučavana u Kanadi, SAD, Rusiji, a u poslednje vreme i u Australiji sa ciljem da se pronađu izvori rezistentnosti na grinju i viruse. Najbolji izvori gena rezistentnosti i na vektor i na virus su nađeni u *Agropyron elongatum* (Host.) Beauv. i raži *Secale cereale* L. Drugi izvori rezistentnosti na ovu grinju nađeni su u *Aegilops squarrosa* L. i *Elytrigia pontica* (Podpera), a mehanizam je antioksenoza. Poznata je tolerantnost na virus, ali još uvek nisu identifikovani specifični geni za rezistentnost. Grinja lakše zasniva populacije na kultivarima pšenice sa umerenom ili velikom gustinom dlaka, nego na kultivarima sa malo dlaka (trihoma), zbog ekoloških zahteva za poluskivenim načinom života (Harvey i sar., 1995; Oldfield i Proeseler, 1996).

*Abacarus bystrix* (Nal.), poznata kao rdasta grinja trava je vektor mozaika italijanskog ljulja (RMV) i virusa mozaika pirevine (AMV). Rezistentnost na RMV infekciju se poligeno nasleđuje, a izvor je *Lolium perenne* italijanski ljulj, a postinfektivna (rezistentnost na multiplikaciju i širenje) se nasleđuje pomoću dva recesivna gena. Treći način odbrane je tolerantnost (Oldfield i Proeseler, 1996).

*A. tulipae* je kao što je prethodno rečeno vektor latentnog virusa crnog luka (OMBLV) i latentnog virusa vlašca (SMBLV). Neki kultivari lala osetljiviji su na infestaciju *A. tulipae* od drugih (Conijn i sar., 1996).

*Aceria medicaginis*, eriofida pupoljaka lucerke uzročnik je zakržljalosti i „veštičjih metli“. Višegodišnja



istraživanja obavljena su u Australiji (Ridland, 1996) na 11 linija divljih ili gajenih vrsta roda *Medicago*. Kod šest vrsta je ispoljena značajna redukcija suve mase stabljike, bez uticaja na broj listova i dužinu stabljike, ali uz značajno skraćivanje lisne drške kod većine linija. Pet vrsta je ispoljilo fiziološku tolerantnost na grinju. Pošto ekonomski status vrste nije potvrđen, program selekcije za antibiozu ili toleranciju se još ne sprovodi.

*Aceria lycopersici* (syn. *A. cladophthirus*), erinozna grinja pomoćnica bila je kao model-organizam predmet obimnih proučavanja odnosa eriofida i biljaka domaćina. Zaključeno je da mehanizam rezistentnosti može biti antiksenoza na osnovu morfoloških i biohemijskih osobina biljaka iz ove familije. Primećeno je da neke biljne vrste iz fam. Solanaceae luče lepljive supstance u kontaktu sa grinjama i time ih imobilizuju. Rezistentnost duvana *Nicotiana tabacum* na *A. lycopersici* se zasniva na ovoj reakciji. Westphal i sar. (1996) su analizirali rezistentnost biljaka iz familije Solanaceae na ovu grinju, navodeći da osetljivi genotipovi ispoljavaju erinozne simptome, a kod rezistentnih se javlja indukovana rezistentnost (rezistentnost postaje operativna posle napada) koja se ispoljava hipersenzitivnom reakcijom. Hipersenzitivna reakcija (HR) se karakteriše lokalnom nekrozom oko mesta napada, lokalizacijom uzročnika i akumulacijom nekoliko markera: polisaharida kaloze, antibiotika fitoaleksina, proteina povezanih sa patogenezom (PRP). Hipersenzitivna reakcija modifikuje status rezistentnosti cele biljke aktiviranjem odbrambenih mehanizama. Ustanovljen je mortalitet grinja od 35% kod rezistentnih genotipova. Tipični simptomi kod osetljivog krompira i *Solanum dulcamara* su metličavost, dlakavost. HR na *A. lycopersici* je udružena sa rezistentnošću i prema rđastoj eriofidi *Thamnacus solani* Boczek and Michalska, ali linije rezistentne na *A. lycopersici* izazivaju bolje razmnožavanje paučinara *T. urticae*.

*Aculus fockeui* (syn. *A. cornutus*) je uzročnik hloroze i rđanja listova šljive, kajsije i višnje i metličavosti sadnica, a srebrnavosti listova breskve. Ustanovljeno je da su neki varijeteti breskve rezistentni na ovu grinju zbog prisustva bazalnih žlezda na lišću koje luče lepljive sekrete preko pupoljaka i mladog lišća pa sprečavaju prolećnu invaziju (Westphal i sar., 1996). Stamenković i sar. (1995) su saopštili preliminarne rezultate osetljivosti domaćih sorti šljive na ovu grinju. Najosetljivija je bila čačanska rodna, potom valjevka, pa čačanska leptica.

Rđasta grinja jabuke, *Aculus schlechtendali* je važna štetočina jabuke u Evropi, SAD, a poslednjih decenija i u Kini (Li i Cai, 1996). Pored rđanja naličja listova, blagog uzdužnog uvijanja, a ponekad i prevremenog opadanja, ova vrsta prouzrokuje rđanje plodova oko čašice (pri bla-

žem napadu) ili izaziva pucanje na površini ploda. Neki kultivari reaguju promenom boje plodova, a intenzitet ispoljavanja simptoma zavisi od gustine populacije, kultivara i starosti biljke (Easterbrook i Fuller, 1986). Ogledi u Švajcarskoj su pokazali da je mnogo osetljivija na ovu grinju sorta jonagold nego zlatni delišes (Speiser, 1998, 1999). Ova eriofida utiče na neto razmenu CO<sub>2</sub>, brzinu transpiracije i boju plodova. Angeli i sar. (2007) su u Italiji ustanovili značajan efekat na parametre prinosa kod sorte zlatni delišes. Easterbrook i Palmer (1996) su u Engleskoj i Irskoj ustanovili da je najosetljivija sorta Bramley u odnosu na Crispian i Cox's Orange Pippin.

Castagnoli i sar. (1997) su poredili diverzitet i brojnost rđaste (akarinozne) grinje vinove loze, *Calepitrimerus vitis* na dva kultivara od kojih je jedan imao maljavo naličje listova (kanailo), a drugi (sandioveze) manje maljavo. Grinja je bila dominantnija na kultivaru sa maljavijim naličjem listova. U Australiji su Bernard i sar. (2005) saopštili izražene simptome na sorti kaberne sovinjon.

Rezistentnost kultivara paradajza na rđastu grinju, *Aculops lycopersici* je povezana sa prisustvom visoke koncentracije 2-tridekanona i drugih metil-ketona u lišću (Goncalves i sar., 1998). Prostorni raspored ove grinje na listovima *Lycopersicon esculentum* i *L. hirsutum* varira u zavisnosti od različitih nivoa toksina tridekan-2-jedan i undekan-2-jedan, gustine i tipa trihoma i veličine listova (Leite i sar., 1999).

Jedna od ključnih štetočina u proizvodnji kupine je eriofida *Acalitus essigi*, koja napada plodove i izaziva simptom nepotpunog sazrevanja. Najugroženije su sorte koje kasno sazrevaju (de Lillo i Duso, 1996). Takva je sorta Chester koja sazreva od avgusta do septembra i kod koje gubici u prinosu iznose 10-50% (Anonymous, 2010), dok su najosetljivije na ovu vrstu eriofide sorte Himalaya i Evergreen varieties (UC, 2010).

Ogledi osetljivosti leske na grinju velikih pupoljaka, *Phytoptus avellanae* postavljeni su u Oregonu sa ciljem da se ustanovi rezistentnost različitih kultivara (Thompson, 1977). Ustanovljeno je da su visokoosetljive sorte Daviana, srednje Duchills, a da je otporna Barcelona. Genetička priroda rezistentnosti nije ustanovljena. Ima mišljenja da je osetljivost dominantna u odnosu na otpornost. Smatra se da je mehanička neprijemčivost (suviše priljubljene ljuspice pupoljaka u koje grinje ne mogu da uđu) jedan od faktora otpornosti. Osetljivost pet kultivara leske na ovu štetnu grinju proučavana je i u Srbiji (Stamenković i sar., 1996) i ustanovljeno je da je kultivar Ludolf bio najosetljiviji, a halski džin najmanje osetljiv.

Rezistentnost kruške na rđastu grinju kruške, *Epitrimerus pyri* proučavana je u Kanadi (Bergh i Weiss,

1993). Ustanovljeno je da su antioksenoza i antibioza primarni mehanizmi rezistentnosti. Praćeni su ovipozicija i brzina embrionalnog razvića. Kod adulta se ispoljava antioksenoza (ne polažu jaja, ali se može uočiti i antibioza).

Kao što je već naglašeno, tropska tarzonemida *P. latus* je jedna od najznačajnijih štetnih grinja u poslednjoj deceniji u zaštićenom prostoru, u kontinentalnim klimatskim uslovima, i na otvorenom, u suptropskim i tropskim uslovima. U poslednje vreme su saopšteni rezultati proučavanja potencijalnih izvora otpornosti lubenica na ovu štetočinu u Južnoj Karolini, SAD (Kousik i sar., 2007). Ispitano je 219 introdukovanih genotipova lubenica na potencijalne izvore otpornosti i izdvojeno devet (4%) bez vidljivih simptoma napada. Kao potencijalni izvori otpornosti izdvojeni su: *Citrullus lanatus* var. *lanatus*, *Citrullus lanatus* var. *citroides*, *Citrullus colocynthis* i *Parecitrullus fistulosus*.

## INTEGRALNA KONTROLA ŠTETNIH GRINJA

Primena predatora i drugih bioloških agenasa pokazala se kao uspešna alternativa konvencionalnom hemijskom suzbijanju fitofagnih grinja, posebno kada je reč o kulturama u zaštićenom prostoru (Albajes i sar., 1999; Gerson i Weintraub, 2007; Pilkington i sar., 2007). Pored nesumnjivih prednosti koje poseduje, biološka kontrola se suočava i sa značajnim ograničenjima, kao što su nepostojanje dovoljno efikasnih prirodnih neprijatelja za neke značajne štetne vrste, kratka vegetacija pojedinih kultura koja ne ostavlja dovoljno vremena za uspešno sprovođenje bioloških mera kontrole, nulta tolerancija za štetne organizme (npr. na ukrasnom bilju), suviše brz razvoj štetočine na pogodnom domaćinu, uticaj ekoloških faktora (npr. suviše topla i suva mediteranska klima ograničava primenu *P. persimilis*), rizik koji prati introdukciju egzotičnih vrsta (van Lenteren i Woets, 1988; Gerson i sar., 2003). Zbog toga je primena akaricida često i dalje neophodna, ne (samo) kao iznuđena intervencija, već i kao element šireg programa integracije različitih mera suzbijanja.

Za održivu integraciju bioloških i hemijskih mera suštinski je značajno proučavanje delovanja pesticida (akaricida, insekticida, fungicida) na fitozeide i druge predatore grinja, u cilju identifikacije fiziološki i/ili operativno selektivnih aktivnih materija. Predatori dolaze u kontakt sa pesticidima ako su direktno tretirani, izloženi delovanju rezidua, ako se hrane kontaminiranim plenom ili polenom biljaka tretiranih sistemcima. Pored letalnih efekata (mortaliteta), pesticidi izazivaju i različite subletalne efekte, menjajući biološke parametre i/ili ponašanje preživelih

jedinki (Blümel i sar., 1999; Desneux i sar., 2007). Efekte pesticida na fitozeide i druge predatore neophodno je kvantifikovati odgovarajućim metodama biotesta, u cilju ocenjivanja mogućnosti kombinovanja bioloških i hemijskih mera. Jedan od pristupa je komparacija toksičnosti pesticida za predatora i plen, koja obuhvata laboratorijsko testiranje doza/koncentracija preporučenih za primenu, uz praćenje preživljavanja, fekunditeta i fertiliteta (Kim i Yoo, 2002; Castagnoli i sar., 2005; Duso i sar., 2008). Drugi pristup uključuje testiranje pomenutih efekata samo na predatore (Kavousi i Talebi, 2003; Villanueva i Walgenbach, 2005; Saenz de Cabezon Irigaray i Zalom, 2006, 2007), uz praćenje uticaja pesticida na funkcionalni odgovor predatora (Poletti i sar., 2007), odnosno testiranje indirektno toksičnosti pesticida kao posledice ishrane predatora kontaminiranim plenom (James, 2003).

Nastojeći da standardizuje metode ispitivanja letalnih i subletalnih efekata pesticida na korisne organizme, Međunarodna organizacija za biološku kontrolu/Zapadna palearktička regionalna sekcija (IOBC/WPRS) razvila je sekvencijalne procedure testiranja koje obuhvataju planove laboratorijskih i poljskih ogleda. Radna grupa IOBC/WPRS „Pesticidi i korisni organizmi“ je organizovala i realizovala nekoliko programa testiranja za veći broj vrsta predatora, parazitoida i drugih korisnih organizama, među kojima su i fitozeide *P. persimilis* i *T. pyri* (Blümel i sar., 1999; Blümel i Hausdorf, 2002). Evropska i mediteranska organizacija za zaštitu bilja (EPPO) prihvatila je IOBC proceduru kao osnovu za definisanje standarda za ocenu efekata pesticida na *P. persimilis* (EPPO, 1990) i usvojila i standard za procenu rizika, gde je *T. pyri* jedna od dve izabrane indikator-vrste (EPPO, 2003). Direktivom Evropskog saveta 91/414/EEC (EU, 2010) utvrđeno je da dosije sa podacima neophodnim za stavljanje aktivne materije na Aneks I mora da sadrži i rezultate ispitivanja efekata na predatore i parazitoide štetnih organizama.

S druge strane, neka metodološka rešenja u okviru IOBC procedura (način ekspozicije, izbor doza, kriterijumi evaluacije) kritikovana su kao nedovoljno realistična (Bakker i Jacas, 1995; Amano i Haseeb, 2001). U cilju potpunijeg sagledavanja subletalnih efekata pesticida na biološke kontrolne agense, predložen je i populaciono-toksikološki pristup, koji se zasniva na konstruisanju tablica života i određivanju parametara populacionog rasta, odnosno projektovanju rasta populacija primenom matriks-modela (Stark i Banks, 2003; Stark i sar., 2007a, 2007b).

Delovanje pesticida na prirodne neprijatelje štetnih artropoda, uključujući i grinje predatore, prepoznato je kao poseban aspekt primene pesticida još u vreme

„hemijske revolucije“ u zaštiti bilja (Ripper, 1956), a na listama aktivnih materija štetnih za Phytoseiidae i druge predatore našli su se do danas mnogi organofosfati, karbamati i piretroidi, zatim akaricidi dikofol, endosulfan, amitraz, fungicidi sumpor, benomil, ditiokarbamati (Bartlet, 1964; McMurtry i sar., 1970; Croft i Brown, 1975; Oomen i sar., 1991; Blümel i sar., 1999; Rodrigues i sar., 2002; Gerson i sar., 2003; Alston i Thomson, 2004). Zabeleženi su i štetni efekti neonicotinoida koji mogu značajno da redukuju preživljavanje i/ili fekunditet (James, 2003; Castagnoli i sar., 2005; Duso i sar., 2008; Bostanian i sar., 2009), predatorsku aktivnost (Beers i sar., 2005; Poletti i sar., 2007) i populacioni rast (Stavrinides i Mills, 2009) fitozeida. Pored direktnog delovanja, fungicidi deluju i indirektno na populacije predatorskih grinja, redukujući prisustvo patogena koji je alternativna hrana za predatore (Pozzebon i sar., 2010).

Fiziološka selektivnost je poželjan rezultat testiranja letalnih i subletalnih efekata akaricida na predatore fitofagnih grinja. U tabeli 2 prikazani su primeri laboratorijskih i poljskih oglada u kojima je zabeležena fiziološka selektivnost akaricida za pojedine vrste i/ili razvojne sta-

dijume fitozeida. Na osnovu ovih i prethodnih primera, međutim, ne treba izvlačiti opšte i definitivne zaključke o (ne)selektivnosti. Pored razumljivih prirodnih razlika između vrsta fitozeida u osetljivosti na isti pesticid, u literaturi često postoje različite, pa i sasvim suprotne ocene kompatibilnosti za istu aktivnu materiju i istu vrstu predatora, jer razlike u procedurama testiranja (način tretiranja i ekspozicije, posmatrana obeležja, laboratorijski ili poljski ogledi) mogu da daju i različite rezultate; s druge strane, na rezultate dobijene standardizovanim metodama utiču tip formulacije preparata, poreklo test-organizma (autohtona populacija ili komercijalna rasa) i drugi faktori (Blümel i sar., 1993; Duso i sar., 2008). Pored toga, i akaricidi koji su ocenjeni kao štetni mogu da se kombinuju sa biološkim kontrolnim agensima redukovanjem doza/koncentracija primene (Zhang i Sanderson, 1990; Thwaite i sar., 1996; Rhodes i sar., 2006), ispuštanjem predatora tako da budu izloženi starijim reziduama (Lilly i Campbell, 1999), posebnom tehnologijom aplikacije (Blümel i sar., 1999; Van Leeuwen i sar., 2005a), korišćenjem rasa predatora rezistentnih na akaricide (Hoy, 2000; Sato i sar., 2007; Hardman i sar., 2007).

**Tabela 2.** Primeri oglada u kojima je utvrđena selektivnost akaricida\* za predatorske grinje (Phytoseiidae)

Ciljno mesto delovanja	Aktivna materija	Predator (stadijum)	Test postupak	Parametar	Referenca
Nervni sistem	Abamektin	<i>T. pyri</i> (MF)	F	Redukcija populacije	Hardman i sar. (2003)
	Spinosad	<i>G. occidentalis</i> (A) (E)	DT	S, R (A) S (E)	Bostanian i sar. (2009)
		<i>P. persimilis</i> (MF)	GH	Redukcija populacije	Holt i sar. (2006)
Rast i razviće	Klofentezin	<i>P. persimilis</i> (L)	RD	TE	Oomen i sar. (1991)
		<i>T. pyri</i> (MF)	F	Redukcija populacije	Hardman i sar. (2003)
	Heksitiazoks	<i>P. persimilis</i> (L) (PN)	RD	TE	Oomen i sar. (1991) Blümel i Gross (2001)
		<i>P. plumifer</i> (PN)	„	„	Nadimi i sar. (2009)
	Flufenoksuron	<i>P. persimilis</i> (E)	DT	SA	Kim i Yoo (2002)
	Spirodiklofen	<i>G. occidentalis</i> (A) (E)	DT	S, R (A) S (E)	Bostanian i sar. (2009)
<i>A. andersoni</i> (MF)		F	Mortalitet	Raudonis (2006)	
Energetski metabolizam	Fenbutatin-oksidi	<i>P. persimilis</i> (L)	RD	TE	Oomen i sar. (1991)
		(A) (E)	DT	S, R (A) SA (E)	Kim i Yoo (2002)
		<i>I. zuluagai</i> (A)	DEM	Trenutna stopa rasta	Teodoro i sar. (2005)
		<i>N. longispinosus</i> (A)	RD	S	Kongchunsin i Takafuji (2006)
	Hlorfenapir	<i>P. persimilis</i> (A) (E)	DT	S, R (A) SA (E)	Kim i Yoo (2002)
		<i>N. californicus</i> (A)	„	S	Cloyd i sar. (2006)
	Acekvinocil	<i>P. persimilis</i> (A) (E)	DT	S, R (A) SA (E)	Kim i Yoo (2002)
		<i>G. occidentalis</i> (A)	DT, RD	TE	Saenz-de-Cabezón Irigaray i Zalom (2007)
	Bifenazat	<i>P. persimilis</i> (A) (E)	DT	S, R (A); SA (E)	Kim i Yoo (2002)
		(E, L, A)	„	S	Ochiai i sar. (2007)
<i>N. californicus</i> (E, L, A) (A)		„	„	Ochiai i sar. (2007) Cloyd i sar. (2006)	
<i>G. occidentalis</i> (A)		DT, RD	TE	Saenz-de-Cabezón Irigaray i Zalom (2007)	
Fluakripirim	<i>N. womersleyi</i> (A)	RD	S, R	Cheon i sar. (2008)	
	(E)	DT	SA	„	

\* Svi akaricidi su testirani u dozama/koncentracijama preporučenim za primenu

DT = direktno tretiranje; RD = rezidualno delovanje; DEM = demografski biotest; F = poljski ogledi; GH = ogledi u stakleniku/plastenuku  
E = jaja; L = larve; PN = protonimfe; A = odrasle ženke; MF = pokretne forme  
S = preživljavanje; SA = preživljavanje do stadijuma adulta; R = reprodukcija; TE = totalni efekat

Viši nivoi integracije programa kontrole fitofagnih grinja podrazumevaju kombinovanje bioracionalne primene akaricida (pesticida), masovnog ispuštanja komercijalizovanih rasa predatora, gajenja otpornih (manje osetljivih) sorata sa drugim taktičkim komponentama od monitoringa populacija i definisanja pragova štetnosti, preko rotacije useva i drugih agrotehničkih mera, do mehaničke i fizičke zaštite (Kogan, 1998; Krips i sar., 1999; Reddy, 2001; Kielkiewicz-Szaniawska, 2003; Zhang, 2003).

Primena ulja u zaštiti bilja jedna je od najznačajnijih i najpoznatijih metoda fizičkog suzbijanja štetnih organizama (Vincent i sar, 2003). Visokorafinisana mineralna ulja, pored zimskog tretiranja, mogu da se primenjuju i tokom vegetacije za suzbijanje tetranihida i drugih štetnih grinja. Reč je o proizvodima relativno povoljnih toksikoloških i ekotoksikoloških karakteristika, čiji mehanizam delovanja (fizičko sprečavanje razmene gasova) praktično eliminiše rizik razvoja rezistentnosti (Agnello i sar., 1994; Beattie i sar., 2002). Kasno zimsko tretiranje mineralnim uljima je klasična preporuka za suzbijanje *P. ulmi* na jabuci. Eslick i sar. (2002) su pokazali da se značajno bolji rezultati postižu ukoliko se, umesto tretiranja prezimljujućih jaja, mineralnim uljem tretiraju ispiljene pokretne forme, mesec dana kasnije. Da bi se populacije održale ispod praga štetnosti potrebno je nekoliko tretiranja mineralnim uljima, kao što pokazuju rezultati ogleđa suzbijanja *T. urticae* na ružama u stakleniku (Nictetic i sar., 2001), odnosno *P. ulmi* i *A. schlechtendali* na jabuci (Fernandez i sar., 2005), mada i samo jednim tretiranjem može da se postigne relativno dobra efikasnost suzbijanja letnje populacije crvene voćne grinje (Marčić i sar., 2009a). Pored mineralnih, kao efikasne su se pokazale i emulzije biljnih ulja, kao što su ulje soje (Lancaster i sar., 2002) ili uljane repice (Kiss i sar., 1996; Marčić i sar., 2009a). Potencijalno efikasna fizička kontrola štetnih grinja može da se ostvari primenom surfaktanata, kao što je trisiloksan (Cowles i sar., 2000), odnosno deterdženata i sapuna (Curkovic i Araya, 2004). U staklenicima i plastenicima, dobre rezultate daje tretman kontrolisanom atmosferom sa većim sadržajem azota ili ugljen-dioksida (Held i sar., 2001), dok povećanje relativne vlažnosti vazduha zamagljivanjem (iznad 90%) može značajno da redukuje populacije štetnih grinja (Duso i sar., 2004).

Integralna kontrola fitofagnih grinja može da se definiše i kao deo šireg programa integralnog upravljanja populacijama štetnih organizama (van Lenteren i Woets, 1988; Blommers 1994; Albajes i sar., 1999; Agnello i sar., 2003; Beers i sar., 2005), koji podrazumeva kombinovanje i usaglašavanje više preventivnih i/

ili kurativnih taktika kontrole ključnih štetnih vrsta u jednom agroekosistemu. Program integralne zaštite bilja od štetnih organizama zasniva se na različitim nivoima integracije taktičkih komponenti, a najviši stepen integracije ostvaren je onda kada se procesima upravlja na nivou agroekosistema kao celine (Kogan, 1998). Integralno upravljanje populacijama štetnih organizama, uključujući i tetranihide i druge fitofagne grinje, danas je prihvaćen i podržavan model zaštite bilja u zemljama Evropske unije (Freier i Boller, 2009). U Srbiji je ovaj model na samom početku.

## ZAHVALNICA

Ovaj rad je realizovan kao deo projekta TR 20036 – *Razvoj i unapređenje bioracionalnih metoda zaštite bilja od bolesti i štetočina*, Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

## LITERATURA

- Agnello, A., Reissig, W.H. and Harris, T.*: Management of summer populations of European red mite (Acari: Tetranychidae) on apple with horticultural oil. *Journal of Economic Entomology*, 87: 148-161, 1994.
- Agnello, A., Reissig, W.H., Kovach, J. and Nyrop J.P.*: Integrated apple pest management in New York State using predatory mites and selective pesticides. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 94: 183-195, 2003.
- Alba, J.M., Montserrat, M. and Fernández-Munoz, R.*: Resistance to the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) by acylsucroses of wild tomato (*Solanum pimpinellifolium*) trichomes studied in a recombinant inbred line population. *Experimental and Applied Acarology*, 47: 35-47, 2009.
- Albajes, R., Gullino, M.L., van Lenteren, J.C. and Elad, Y. (eds.)*: Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 1999.
- Alston, D.G. and Thomson, S.V.*: Effects of fungicide residues on the survival, fecundity and predation of the mites *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Galenromus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae). *Journal of Economic Entomology*, 97: 950-956, 2004.
- Angeli, G., Rizzi, C., Dorigoni, A. and Ioriatti, C.*: Population injury levels of the apple rust mite *Aculus schlechtendali* (Nal) on Golden Delicious and Red Delicious apple fruits. *Bulletin OILB/SROP*, 30(4): 255-260, 2007.
- Anonymous*: StateMaster Encyclopedia. <http://www.statemaster.com/encyclopedia/Redberry-mite> (2010)



- Asahara, M., Uesugi, R. and Osakabe, M.H.:** Linkage between one of the polygenic hehythiazox resistance genes and an etoxazole resistance gene in the twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 101: 1704-1710, 2008.
- Aslan, I., Özbek, H., Çalmaşur, Ö. and Şabin, F.:** Toxicity of essential oil vapours to two greenhouse pests, *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. *Industrial Crops and Products*, 19: 167-173, 2004.
- Auger, P., Bonafos, R., Guichou, S. and Kreiter, S.:** Resistance to fenazaquin and tebufenpyrad in *Panonychus ulmi* Koch (Acari: Tetranychidae) populations from South of France apple orchards. *Crop Protection*, 22: 1039-1044, 2003.
- Ay, R. and Gürkan, M.O.:** Resistance to bifenthrin and resistance mechanisms of different strains of the twospotted spider mite (*Tetranychus urticae*) from Turkey. *Phytoparasitica*, 33: 237-244, 2005.
- Bakker, F.M. and Jacas, J.A.:** Pesticides and phytoseiid mites – strategies for risk assessment. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 32: 58-67, 1995.
- Bartlett, B.R.:** The toxicity of some pesticide residues to adult *Amblyseius hibisci* with a compilation of the effects of pesticides upon phytoseiid mites. *Journal of Economic Entomology*, 57: 559-563, 1964.
- Beattie, G.A.C., Watson, D.M., Stevens, M.L., Rae, D.J. and Spooner-Hart, R.N. (eds.):** Spray oils beyond 2000 – Sustainable Pests and Diseases Management. University of Western Sydney, Australia, 2002.
- Batra, S.W.T.:** Biological Control in Agroecosystems. *Science*, 215(4529): 134-139, 1982.
- Beers, E.H., Brunner, J.F., Dunley, J.E., Doerr, M. and Granger, K.:** Role of neonicotinyl insecticides in Washington apple integrated pest management. Part II. Nontarget effects on integrated mite control. *Journal of Insect Science*, 5: 16, 2005
- Bergh, J.C. and Weiss, C.R.:** Pear rust mite, *Epitrimerus pyri* (Acari: Eriophyidae) oviposition and nymphal development on *Pyrus* and non-*Pyrus* hosts. *Experimental and Applied Acarology*, 17: 215-224, 1993.
- Bernard, M.B., Horne, P.A. and Hoffmann, A.A.:** Eriophyoid mite damage in *Vitis vinifera* (grapevine) in Australia: *Calepitrimerus vitis* and *Colomerus vitis* (Acari: Eriophyidae) as the common cause of the widespread 'Restricted Spring Growth' syndrome. *Experimental and Applied Acarology*, 35: 83-109, 2005.
- Blommers, L.H.M.:** Integrated pest management in European apple orchards. *Annual Review of Entomology*, 39: 213-241, 1994.
- Blümel, S., Baker, F. and Grove, A.:** Evaluation of different methods to assess the side-effects of pesticides on *Phytoseiulus persimilis* A.-H. *Experimental and Applied Acarology*, 17: 161-169, 1993.
- Blümel, S. and Gross, M.:** Effect of pesticide mixtures on the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* A.H. (Acarina, Phytoseiidae) in the laboratory. *Journal of Applied Entomology*, 125: 201-205, 2001.
- Blümel, S. and Hausdorf, H.:** Results of the 8<sup>th</sup> and 9<sup>th</sup> IOBC joint pesticide testing programme: Persistence test with *Phytoseiulus persimilis* Athias Henriot (Acari: Phytoseiidae). *IOBC/WPRS Bulletin*, 25: 43-51, 2002.
- Blümel, S., Matthews, G.A., Grinstein, A. and Elad, Y.:** Pesticides in IPM: selectivity, side-effects, application and resistance problems. In: *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops* (Albajes R., Gullino M.A., van Lenteren J.C., Elad Y., eds.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1999, pp. 150-167.
- Boczek, J. and Griffiths, D.A.:** Structure and systematic of eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea) and their relationship to host plants. In: *Plant Galls* (Williams M.A.J., ed.), Systematics Association Special Volume 49, Calderon Press, Oxford, 1994, pp. 119-129.
- Bostanian, N.J., Thistlewood, H.A., Hardman, J.M., Laurin, M.C. and Racette, G.:** Effect of seven new orchard pesticides on *Galendromus occidentalis* in laboratory studies. *Pest Management Science*, 65: 635-639, 2009.
- Brück, E., Elbert, A., Fischer, R., Krueger, S., Kühnhold, J., Klueken A.M., Nauen, R., Niebes, J.F., Reckman, U., Schnorbach, J.J., Steffens, R. and van Waetermeulen, X.:** Movento, an innovative ambimobile insecticide for sucking insect pest control in agriculture: biological profile and field performance. *Crop Protection*, 28: 838-844, 2009.
- Bynum, E.D. Jr., Xu, W. and Archer, T.L.:** Potential efficacy of spider mite-resistant genes in maize testcrosses. *Crop Protection*, 23: 625-634, 2004.
- Çalmaşur, Ö., Aslan, I. and Şabin, F.:** Insecticidal and acaricidal effects of three Lamiaceae plant essential oils against *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. *Industrial Crops and Products*, 23: 140-146, 2006.
- Carlson, E.C., Beard, B.H., Tarailo, R. and Witt, R.L.:** Testing soybeans for resistance to spider mites. *California Agriculture*, 33 (9): 9-11, 1979.
- Castagnoli, M., Liguori, M. and Nannelli, R.:** Le popolazioni degli Acari nei vigneti inerbiti del Chianti: confronto tra cultivar. *Redia*, 80: 15-31, 1997.
- Castagnoli, M., Liguori, M., Simoni, S. and Duso, C.:** Toxicity of some insecticides to *Tetranychus urticae*, *Neoseiulus californicus* and *Tydeus californicus*. *BioControl*, 50: 611-622, 2005.



- Chandler, D., Davidson, G., Pell, J.K., Ball, B.V., Shaw, K. and Sunderland, K.D.:** Fungal biocontrol of Acari. *Biocontrol Science and Technology*, 10: 357-384, 2000.
- Cheon, G.S., Paik, C.H. and Kim, S.S.:** Selective toxicity of three acaricides to the predatory mite *Neoseiulus womersleyi* and its prey *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). *The Korean Journal of Pesticide Science*, 12: 249-255, 2008.
- Choi, W.I., Lee, S.G., Park, H.M. and Ahn, Y.J.:** Toxicity of plant essential oils to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *Journal of Economic Entomology*, 97: 553-558, 2004.
- Clark, J.M., Scott, J.G., Campos, F. and Bloomquist, J.R.:** Resistance to avermectins – extent, mechanisms, and management implications. *Annual Review of Entomology*, 40: 1-30, 1995.
- Lloyd, R.A., Galle, C.L. and Keith, S.R.:** Compatibility of three miticides with the predatory mites *Neoseiulus californicus* McGregor and *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae). *HortScience*, 41: 707-710, 2006.
- Colijn, A.C. and Lindquist, R.K.:** Effects of moisture stress on twospotted spider mite populations, *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae) in schefflera (*Brassia actinophylla* Endl.). *Journal of Environmental Horticulture*, 4: 130-133, 1986.
- Collier, T. and Van Steenwyk, R.:** A critical evaluation of augmentative biological control. *Biological Control*, 31: 245-256, 2004.
- Collins, D.A.:** A review of alternatives to organophosphorus compounds for the control of storage mites. *Journal of Stored Products Research*, 42: 395-426, 2006.
- Conijn, C.G.M., Van Aartrijk, J. and Lesna, I.:** Flower buds. In: *Eriophyoid Mites – Their Biology, Natural Enemies and Control* (Lindquist E.E., Sabelis M.W., Bruin J., eds), Elsevier, Amsterdam, 1996, pp. 651-659.
- Copping, L.G. and Menn, J.J.:** Biopesticides: a review of their action, applications and efficacy. *Pest Management Science*, 56: 651-676, 2000.
- Copping, L.G. and Duke, S.O.:** Natural products that have been used commercially as crop protection agents – a review. *Pest Management Science*, 63: 524-554, 2007.
- Craig, R., Mumma, R.O., Gerhold, D.R., Winner, B.L. and Snetsinger, R.:** Genetic control of a biochemical mechanism for mite resistance in Geraniums. In: *Natural Resistance of Plants to Pests* (Green M.B., Hedin, P.A., eds.) American Chemical Society, 1986, pp. 168-176.
- Cranham, J.E. and Helle, W.:** Pesticide resistance in Tetranychidae. In: *Spider Mites, Their Biology, Natural Enemies and Control* (Helle W., Sabelis M.W., eds.), Vol. 1B, Elsevier, Amsterdam, 1985, pp. 405-421.
- Croft, B.A. and Brown, A.W.A.:** Responses of arthropod natural enemies to insecticides. *Annual Review of Entomology*, 20: 285-335, 1975.
- Croft, B.A. and van de Baan, H.E.:** Ecological and genetic factors influencing evolution of pesticide resistance in tetranychid and phytoseiid mites. *Experimental and Applied Acarology*, 4: 277-300, 19
- Croft, B.A., McMurtry, J.A. and Lub, H.K.:** Do literature records of predation reflect food specialization and predation types among phytoseiid mites (Acari:Phytoseiidae)? *Experimental and Applied Acarology*, 22: 467-480, 1998.
- Croft, B.A., Miller, R.M., Nelson, R.O. and Westigard, P.H.:** Inheritance of early-stage resistance in formetanate and cyhexatin in *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 77: 574-578, 1984.
- Cowles, R.S., Cowles, E.A., McDermott, A.M. and Ramoutar, D.:** „Inert“ formulation ingredients with activity: toxicity of trisiloxane surfactant solutions to twospotted spider mites (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 93: 180-188, 2000.
- Curkovic, T. and Araya, J.E.:** Acaricidal action of two detergents against *Panonychus ulmi* (Koch) and *Panonychus citri* (McGregor) (Acarina: Tetranychidae) in the laboratory. *Crop Protection*, 23: 731-733, 2004.
- de Lillo, E. and Duso, C.:** Currants and Berries. In: *Eriophyoid Mites – Their Biology, Natural Enemies and Control* (Lindquist E.E., Sabelis M.W., Bruin J., eds.), Elsevier, Amsterdam, 1996, pp. 583-591.
- de Maeyer, L., Peeters, D., Wijsmuller, J.M., Cantoni, A., Brück, E. and Heibges, S.:** Spirodiclofen: a broad-spectrum acaricide with insecticidal properties: efficacy on *Psylla pyri* and scales *Lepidosaphes ulmi* and *Quadraspidiotus perniciosus*. *Proceedings of the BCPC Conference – Pests and Diseases*, Brighton, UK, 2002, pp. 65-72.
- de Ponti, O.M.B.:** Host plant resistance and its manipulation through plant breeding. In: *Spider Mites, Their Biology, Natural Enemies and Control* (Helle W., Sabelis M.W., eds.), Vol. 1B, Elsevier, Amsterdam, 1985, pp. 395-403.
- de Ponti, O.M.B. and Garretsen, F.:** Resistance of *Cucumis sativus* L. to *Tetranychus urticae* Koch. 7. The inheritance of resistance and bitterness and the relation between these characters. *Euphytica*, 29: 513-523, 1980.
- Dekeyser, M.A.:** Acaricide mode of action. *Pest Management Science*, 61: 103-110, 2005.
- Denholm, I., Pickett, J.A. and Devonshire, A.L. (eds.):** *Insecticide Resistance from Mechanisms to Management*. CABI Publishing, CAB International, Wallingford, UK, 1998, pp. 1-123.

- Desneux, N., Decourtye, A. and Delpuech, J.M.:** The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annual Review of Entomology*, 52: 81-106, 2007.
- Duso, C. and Vettorazzo, E.:** Mite population dynamics on different grape varieties with or without phytoseiids released (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, 23: 741-763, 1999.
- Duso, C., Castagnoli, M., Simoni, S. and Angeli, G.:** The impact of eriophyoids on crops: recent issues on *Aculus schlechtendali*, *Calepitrimerus vitis* and *Aculops lycopersici*. *Experimental and Applied Acarology*, 51: 151-168, 2010.
- Duso, C., Chiarini, F., Conte, L., Bonora, V., Dalla Monta, L. and Otto, S.:** Fogging can control *Tetranychus urticae* on greenhouse cucumbers. *Journal of Pest Science*, 77: 105-111, 2004.
- Duso, C., Malagnini, V., Pozzebon, A., Castagnoli, M., Liguori, M. and Simoni, S.:** Comparative toxicity of botanical and reduced-risk insecticides to Mediterranean populations of *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae). *Biological Control*, 47: 16-21, 2008.
- Easterbrook, M.A. and Fuller, M.M.:** Russetting of apples caused by apple rust mite *Aculus schlechtendali* (Acarina: Eriophyidae). *Annals of Applied Biology*, 109: 1-9, 1986.
- Easterbrook, M.A. and Palmer, J.W.:** The relationship between early-season leaf feeding by apple rust mite, *Aculus schlechtendali* (Nal), and fruit set and photosynthesis of apple. *Journal of Horticultural Science*, 71: 939-944, 1996.
- Elbert, A., Brück, E., Sone, S. and Toledo, A.:** Worldwide uses of the new acaricide Envidor® in perennial crops. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, 55: 287-304, 2002.
- Elbert, A., Brück, E., Melgarejo, J., Schnorrbach H.J. and Sone, S.:** Field development of Oberon® for whitefly and mite control in vegetables, cotton, corn, strawberries, ornamentals and tea. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, 58: 441-468, 2005.
- EPPO:** Guideline for the evaluation of side-effects of plant protection products No. 151: *Phytoseiulus persimilis*. *Bulletin OEPP/EPPO*, 20: 531-550, 1990.
- EPPO:** Environmental risk assessment scheme for plant protection products PP 3/9 (revised). *Bulletin OEPP/EPPO*, 33: 99-101, 2003.
- Eslick, M.A., Graham Thwaite, W. and Nicol, H.I.:** Improved control of European red mite on apple using petroleum-derived spray oil. In: *Spray Oils Beyond 2000 – Sustainable Pests and Diseases Management* (Beattie G.A.C., Watson D.M., Stevens M.L., Rae D.J., Spooner-Hart R.N. eds.), University of Western Sydney, Australia, 2002, pp. 492-497.
- EU:** <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31991L0414:EN:HTML> (datum pristupa 17. maj 2010)
- Fan, Y. and Pettitt, F.L.:** Biological control of broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) by *Neoseiulus barkeri* Hughes on pepper. *Biological Control*, 4: 390-395, 1994.
- Faria, M.R. and Wraight, S.P.:** Mycoinsecticides and mycoacaricides: a comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. *Biological Control*, 43: 237-256, 2007.
- Fernandez, D.E., Beers, E.H., Brunner, J.F., Doerr, M.D., Dunley, J.E.:** Effects of seasonal mineral oil applications on the pest and natural enemy complexes of apple. *Journal of Economic Entomology*, 98: 1630-1640, 2005.
- Freier, B. and Boller, E.F.:** Integrated pest management in Europe – History, policy, achievements and implementation. In: *Integrated Pest Management: Dissemination and Impact* (Peshin R., Dhaman A.K., eds.), Vol. 2, Springer, Netherlands, 2009, pp. 435-454.
- Furtado, I.P., de Moraes, G.J., Kreiter, S. and Knapp, M.:** Search for effective natural enemies of *Tetranychus evansi* in southeast Brazil. *Experimental and Applied Acarology*, 40: 157-174, 2006.
- Gerson, U. and Smiley, R.L.:** *Acarine Biocontrol Agents. An illustrated key and manual.* Chapman and Hall, London, UK, 1990.
- Gerson, U., Smiley, R.L. and Ochoa, R.:** *Mites (Acari) for Pest Control.* Blackwell Science Ltd., Oxford, UK, 2003.
- Gerson, U. and Weintraub, P.G.:** Mites for the control of pests in protected cultivation. *Pest Management Science*, 63: 658-676, 2007.
- Goka, K.:** Mode of inheritance of resistance to three new acaricides in the Kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 22: 699-708, 1998.
- Goncalves, M.I.F., Maluf, W., Gomes, L.A.A. and Barbosa, L.V.:** Variation of 2-Tridecanone level in tomato plant leaflets and resistance to two mite species (*Tetranychus* sp). *Euphytica*, 104: 33-38, 1998.
- Goonewardene, H.F., Kowlek, W.F., Dayton, D.F. and Hayden, R.A.:** Preference of the European red mite for strains of „delicious“ apple with differences in leaf pubescence. *Journal of Economic Entomology*, 73: 101-103, 1980.
- Hajek, A.E., McManus, M.L. and Delalibera Jr., I.:** A review of introductions of pathogens and nematodes for classical biological control of insects and mites. *Biological Control*, 41: 1-13, 2007.
- Hajek, A.E. and Delalibera Jr., I.:** Fungal pathogens as classical biological control agents against arthropods. *BioControl*, 55: 147-158, 2010.

- Hardman, J.M., Franklin, J.L. and Bostanian, N.J.:** An index for selective toxicity of miticides to phytophagous mites and their predators based on orchard trials. *Pest Management Science*, 59: 1321-1332, 2003.
- Hardman, J.M., Franklin, J.L., Beaulieu, F. and Bostanian, N.J.:** Effects of acaricides, pyrethroids and predator distributions on populations of *Tetranychus urticae* to apple orchards. *Experimental and Applied Acarology*, 43: 235-253, 2007.
- Harvey, T.L., Martin, T.J. and Seifers, D.L.:** Survival of five wheat curl mite, *Aceria tosichella* Keifer (Acari:Eriophyoidea) strains on mite resistant wheat. *Experimental and Applied Acarology*, 19: 459-463, 1995.
- Helle, W. and Sabelis, M.W. (eds.):** Spider Mites, Their Biology, Natural Enemies and Control, Vol. 1A & 1B. Elsevier Science Publish. Comp. Inc., 1985.
- Held, D.W., Potter, D.A., Gates, R.S. and Anderson, R.G.:** Modified atmosphere treatments as a potential disinfestation technique for arthropod pests in greenhouses. *Journal of Economic Entomology*, 94: 430-438, 2001.
- Herron, G.A. and Rophail, J.:** Genetics of hexythiazox resistance in two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. *Experimental and Applied Acarology*, 17: 423-431, 1993.
- Herron, G.A., Edge, V.E. and Rophail, J.:** Clofentezine and hexythiazox resistance in *Tetranychus urticae* Koch in Australia. *Experimental and Applied Acarology*, 17: 433-440, 1993.
- Herron, G.A., Edge, V.E., Wilson, L.J. and Rophail, J.:** Organophosphate resistance in spider mites (Acari: Tetranychidae) from cotton in Australia. *Experimental and Applied Acarology*, 22: 17-30, 1998.
- Herron, G.A., Rophail, J. and Wilson, L.J.:** The development of bifenthrin resistance in two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) from Australian cotton. *Experimental and Applied Acarology*, 25: 301-310, 2001.
- Hoddle, M.S., Robinson, L. and Vorzi, J.:** Biological control of *Oligonychus perseae* (Acari:Tetranychidae) on avocado: III. Evaluating the efficacy of varying release rates and release frequency of *Neoseiulus californicus* (Acari:Phytoseiidae). *International Journal of Acarology*, 26: 203-215, 2000.
- Holt, K.M., Opit, G.P., Nebols, J.R. and Margolies, D.C.:** Testing for non-target effects of spinosad on two-spotted spider mites and their predator *Phytoseiulus persimilis* under greenhouse conditions. *Experimental and Applied Acarology*, 38: 141-149, 2006.
- Hosseini, M., Hatami, B., Saboori, A., Allahyari, H. and Ashouri, A.:** Predation by *Allothrombium pulvinum* on the spider mites *Tetranychus urticae* and *Amphyttetranychus viennensis*: predation rate, prey preference and functional response. *Experimental and Applied Acarology*, 37: 173-171, 2005.
- Hoy, M.A.:** Myths, models and mitigation of resistance to pesticides. *Philosophical Transactions of the Royal Society London B*, 353: 1787-1795, 1998.
- Hoy, M.A.:** Transgenic arthropods for pest management programs – risks and realities. *Experimental and Applied Acarology*, 24: 463-495, 2000.
- Hoy, M.A. and Conley, J.:** Propargite resistance in Pacific spider mite (Acari: Tetranychidae): stability and mode of inheritance. *Journal of Economic Entomology*, 82: 11-16, 1989.
- Hoy, M.A., Cunningham, G.L. and Knutson, L. (eds.):** Biological Control of Pests by Mites. University of California Press, 1983.
- Hrnčić, S.:** Rezistentnost ispitivanih sorti jabuke prema voćnoj grinji *Panonzchus ulmi* Koch (Actinedida, Tetranychidae). Magistarska teza. Univerzitet u Banjaluci, Poljoprivredni fakultet, 1995.
- IRAC:** Mode of Action Classification, Version 6.3. Issued July 2009. [www.ircac-online.org](http://www.ircac-online.org)
- Ishaaya, I. (ed.):** Biochemical Sites of Insecticide Action and Resistance. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 2001.
- Ishida, T., Suzuki, J. and Tsukidate, Y.:** YI-5301, a novel oxazoline acaricide. Proceedings of Brighton Crop Protection Conference – Pests and Diseases, Brighton, UK, 1994, pp. 37-44.
- Isman, M.B.:** Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51: 45-66, 2006.
- Isman, M.B. and Akhtar, Y.:** Plant natural products as a source for developing environmentally acceptable insecticides. In: *Insecticide Design Using Advanced Technologies* (Ishaaya I., Nauen R., Horowitz R., eds.), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2007, pp. 235-248.
- Jackson, M.A., Dunlap, C.A. and Jaronski, S.T.:** Ecological considerations in producing and formulating fungal entomopathogens for use in insect biocontrol. *BioControl*, 55: 129-145, 2010.
- James, D.G.:** History and perspectives of biological control in Australian horticulture using exotic and native phytoseiids. Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Congress, Melbourne, Australia, 2001, pp. 436-443.
- James, D.G.:** Toxicity of imidacloprid to *Galendromus occidentalis*, *Neoseiulus fallacis* and *Amblyseius andersoni* (Acari: Phytoseiidae) from hops in Washington State, USA. *Experimental and Applied Acarology*, 31: 275-281, 2003.
- Jones, A.T.:** Black currant reversion disease – the probable causal agent, eriophyid mite vectors, epidemiology and prospects for control. *Virus Research*, 71: 71-84, 2000.



- Karban, R., English-Loeb, G. and Hougen-Eitzman, D.:** Mite vaccinations for sustainable management of spider mites in vineyards. *Ecological Applications*, 7: 183-193, 1997.
- Kashenge, S.S. and Makundi, R.H.:** Comparative efficacy of neem (*Azadirachta indica*) formulations and amitraz (Mitac) against the two-spotted spider mites (*Tetranychus urticae*) on tomatoes: Mortality, repellence, feeding deterrence and effects on predatory mites, *Phytoseiulus persimilis*. *Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz*, 34: 265-273, 2001.
- Kavousi, A. and Talebi, K.:** Side-effects of three pesticides on the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, 31: 51-558, 2003.
- Keena, M.A. and Granett, J.:** Genetic analysis of propargite resistance in Pacific spider mites and twospotted spider mites (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 83: 655-661, 1990.
- Kenis, M.:** Benefits and risks of classical biological control against alien pests. Book of Abstracts and Papers VI Congress of Plant Protection, Zlatibor, Serbia, 2009, II, pp. 14-20.
- Khajehali, J., van Leeuwen, T., Grispou, M., Morou, E., Alout, H., Weill, M., Tirry, L., Vontas, J. and Tsagkarakou, A.:** Acetylcholinesterase point mutations in European strains of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) resistant to organophosphates. *Pest Management Science*, 66: 220-228, 2010.
- Kielkiewicz-Szaniawska, M.:** Defensive Strategies of Glasshouse Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Plants Against the Carmine Spider Mite (*Tetranychus cinnabarinus* Boisdu., Acari: Tetranychidae) Infestation. Treatises and Monographs, Publications of Warsaw Agricultural University, Warsaw, 2003.
- Kim, S.S. and Yoo, S.:** Comparative toxicity of some acaricides to the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* and the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*. *BioControl*, 47: 563-573, 2002.
- Kim, Y.J., Lee, S.H., Lee, S.W. and Abn, Y.J.:** Fenpyroximate resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): cross resistance and biochemical resistance mechanisms. *Pest Management Science*, 60: 1001-1006, 2004.
- Kim, D.I., Paik, C.H., Park, J.D., Kim, S.S. and Kim, S.G.:** Relative toxicity of NeemAzal-T/S to the predatory mite, *Amblyseius womersleyi* (Acari: Phytoseiidae) and the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Korean Journal of Applied Entomology*, 39: 53-58, 2000.
- Kim, Y.J., Park, H.M., Cho, J.R. and Abn, Y.J.:** Multiple resistance and biochemical mechanisms of pyridaben resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 99: 954-958, 2006.
- Kim, G.H., Song, C., Park, N.J. and Chu, K.Y.:** Inheritance of resistance to dicofol-selected strain of the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae), and its cross-resistance. *Korean Journal of Applied Entomology*, 33: 230-236, 1994.
- Kinoshita, S., Koura, Y., Kariya, H., Obsaki, N. and Watanabe, T.:** AKD-2023 – a novel miticide: biological activity and mode of action. *Pesticide Science*, 55: 659-660, 1999.
- Kiss, J., Szendrey, L., Schlosser, E. and Kotlar, I.:** Application of natural oil in IPM of grapevine with special regard to predatory mites. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 31: 421-425, 1996.
- Kleeberg, H.:** Neem based products – registration requirements, regulatory processes and global implications. In: *Neem, Today and in The New Millennium* (Koul O., Wahab S., eds.), Kluwer Academic Publishers, the Netherlands, 2004, pp. 109-123.
- Knowles, C.O.:** Mechanisms of resistance to acaricides. In: *Molecular Mechanisms of Resistance to Agrochemicals* (Sjut V., Butters J.A., eds.), Springer Verlag, Berlin – Heidelberg, 1997, pp. 58-78.
- Kogan, M.:** Integrated pest management – historical perspectives and contemporary developments. *Annual Review of Entomology*, 43: 243-270, 1998.
- Kongchuensin, M. and Takafuji, A.:** Effects of some pesticides on the predatory mite, *Neoseiulus longispinosus* (Evans) (Gamasina: Phytoseiidae). *Journal of Acarological Society of Japan*, 15: 17-27, 2006.
- Kontsedalov, S., Gottlieb, Y., Ishaaya, I., Nauen, R., Horowitz, R. and Ghanim, M.:** Toxicity of spiromesifen to the developmental stages of *Bemisia tabaci* biotype B. *Pest Management Science*, 65: 5-13, 2008.
- Koul, O.:** Neem – a global perspective. In: *Neem, Today and in The New Millennium* (Koul O., Wahab S., eds.), Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 2004, pp. 1-19.
- Kousik, C., Levi, A., Simmons, A., Hassell, R. and Shepard, B.:** Broad mite (*Polyphago-tarsonemus latus*) infestation and injury in watermelon and potential sources of resistance. *HortScience*, 42: 453, 2007.
- Kowalski, S.P., Eanneta, N.T., Hirzel, A.T. and Steffens, J.C.:** Purification and characterization of polyphenol oxidase from glandular trichomes of *Solanum berthaultii*. *Plant Physiology*, 100: 677-684, 1992.
- Krämer, W. and Schirmer, U. (eds.):** *Modern Crop Protection Compounds*. Vol. 3, WILEY – VCH Verlag GmbH & Co., Weinheim, Germany, 2007.
- Krips, O.E., Willems, P.E.L. and Dicke, M.:** Compatibility of host plant resistance and biological control of two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* in ornamental crop gerbera. *Biological Control*, 16: 155-163, 1999.

- Kumral, N.A., Susurluk, H., Gencer, N.S. and Gürkan, M.O.:** Resistance to chlorpyrifos and lambda-cyhalothrin along with detoxifying enzyme activities in field collected female populations of European red mite. *Phytoparasitica*, 37: 1-15, 2009.
- Kwon, D.H., Im, J.S., Ahn, J.J., Lee, J.H., Clark, J.M. and Lee, S.H.:** Acetylcholinesterase point mutations putatively associated with monocrotophos resistance in the two-spotted spider mite. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 96: 36-42, 2010.
- Lancaster, A.L., Deyton, D.E., Sams, C.E., Cummins, J.C., Pless, C.D. and Fare, D.C.:** Soybean oil controls two-spotted spider mites on burning bush. *Journal of Environmental Horticulture*, 20: 6-92, 2002.
- Leite, G.L.D., Picanco, M., Guedes, R.N.C. and Zanuncio, J.C.:** Influence of canopy height and fertilization levels on the resistance of *Lycopersicon hirsutum* to *Aculops lycopersici* (Acari: Eriophyidae). *Experimental and Applied Acarology*, 23: 633-642, 1999.
- Li, Q.X. and Cai, R.X.:** Occurrence and damage of the apple rust mite *Aculus schlechtendali*. *Plant Protection*, 22: 16-17, 1996.
- Li, M., Liu, C.L., Li, L., Yang, H., Li, Z.N., Zhang, H. and Li, Z.M.:** Design, synthesis and biological activities of new strobilurin derivatives containing substituted pyrazoles. *Pest Management Science*, 66: 107-112, 2010.
- Lilly, R. and Campbell, C.A.M.:** Biological, chemical and integrated control of two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on dwarf hops. *Biocontrol Science and Technology*, 9: 467-473, 1999.
- Lindquist, E.E., Sabelis, M.W. and Bruin, J. (eds.):** Eriophyoid Mites – Their Biology, Natural Enemies and Control. Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands, 1996.
- Liu, A., Wang, X., Chen, C., Pei, H., Mao, C., Wang, Y., He, H., Hunag, L., Liu, X., Hu, Z., Ou, X., Huang, M. and Yao, J.:** The discovery of HNPC-A3066 – a novel strobilurin acaricide. *Pest Management Science*, 65: 229-234, 2009.
- Lesna, I., Sabelis, M.W., Bolland, H.R. and Conijn, C.G.M.:** Candidate natural enemies for control of *Rhyzoglyphus robini* Claparède (Acari: Astigmata) in lilly bulbs: exploration in the field and preselection in the laboratory. *Experimental and Applied Acarology*, 19: 665-669, 2004.
- Lümmen, P.:** Mitochondrial electron transport complexes as biochemical target sites for insecticides and acaricides. In: *Insecticide Design Using Advanced Technologies* (Ishaaya I., Nauen R., Horowitz R., eds.), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2007, pp. 197-21
- Maniania, N.K., Bugeme, D.M., Wekesa, V.W., Delalibera, I.Jr. and Knapp, M.:** Role of entomopathogenic fungi in the control of *Tetranychus evansi* and *Tetranychus urticae* (Acari:Tetranychidae), pests of horticultural crops. *Experimental and Applied Acarology*, 46: 259-274, 2008.
- Mansour, F.A., Ascher, K.R.S. and Abo-Moch, F.:** Effects of Neemgard on phytophagous and predacious mites and on spiders. *Phytoparasitica*, 25: 333-336, 1997.
- Marčić, D.:** Rezistentnost grinja-paučinara (Acari: Tetranychidae) na akaricide. *Pesticidi*, 18 (3): 133-158, 2003a.
- Marčić, D.:** Sublethal effects of spiroadiclofen on life history and life-table parameters of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*). *Experimental and Applied Acarology*, 42: 121-129, 2007.
- Marčić, D.:** Rezistentnost genetski različitog potomstva *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) na klofentezin i dikofol. *Pesticidi*, 11: 37-48, 1996.
- Marčić, D.:** Activity of pyridaben on resistant glasshouse population of *Tetranychus urticae* Koch. I Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes, Belgrade, Serbia – *Acta Horticulturae*, 462: 497-502, 1997.
- Marčić, D. and Ogurlić, I.:** Lethal and sublethal effects of spiroadiclofen on two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Pesticides and Phytomedicine*, 21: 137-143, 2006.
- Marčić, D., Ogurlić, I., Mutavdžić, S. and Perić, P.:** The effects of spiromesifen on life history traits and population growth of two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 50: 255-267, 2010.
- Marčić, D., Ogurlić, I. and Perić, P.:** Effects of spiroadiclofen on the reproductive potential of two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) ovipositing females. *Archives of Biological Sciences*, 61: 777-785, 2009c.
- Marčić, D., Perić, P., Prijović, M., Ogurlić, I. and Andrić, G.:** Effectiveness of spiroadiclofen in the control of European red mite (*Panonychus ulmi*) on apple and pear psylla (*Cacopsylla pyri*). *Pesticides and Phytomedicine*, 22: 301-309, 2007.
- Marčić, D., Perić, P., Prijović, M., Ogurlić, I. and Andrić, G.:** Chemical control of *Cacopsylla pyri* L. in Serbian pear orchards. X International Pear Symposium, Peniche, Portugal – *Acta Horticulturae*, 800: 941-946, 2008.
- Marčić, D., Perić, P., Prijović, M. and Ogurlić, I.:** Field and greenhouse evaluation of rapeseed spray oil against spider mites (Acari: Tetranychidae), green peach aphid (Homoptera: Aphididae) and pear psylla (Hemiptera: Psyllidae) in Serbia. *Bulletin of Insectology*, 62: 159-167, 2009a.



- Marčić, D., Ogurlić, I., Prijović, M. and Perić, P.:** Effectiveness of azadirachtin (NeemAzal-T/S) in controlling pear psylla (*Cacopsylla pyri*) and European red mite (*Panonychus ulmi*). *Pesticides and Phytomedicine*, 24: 123-131, 2009b.
- Marshall, D.B., Thistlewood, H.M.A. and Lester, P.J.:** Release, establishment, and movement of the predator *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae) on apple. *Canadian Entomologist*, 133: 279-292, 2001.
- Martinez-Villar, E., Saenz-de-Cabezón, F.J., Moreno-Grijalba, F., Marco, V. and Perez-Moreno, I.:** Effects of azadirachtin on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 35: 215-222, 2005.
- McKenzie, J.A. and Batterham, P.:** The genetic, molecular and phenotypic consequences of selection for insecticide resistance. *Trends in Ecology and Evolution*, 9: 166-169, 1994.
- McMurtry, J.A., Huffaker, C.B. and van de Vrie, M.:** Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: a review. I. Tetranychid enemies, their biological characters and the impact of spray practices. *Hilgardia*, 40: 331-390, 1970.
- Messing, R.H. and Croft, B.A.:** Pesticide resistance in eriophyoid mites, their competitors and predators. In: *Eriophyoid Mites – Their Biology, Natural Enemies and Control* (Lindquist E.E., Sabelis M.W., Bruin J., eds.), Elsevier, Amsterdam, 1996, pp. 695-726.
- Miresmailli, S., Bradbury, R. and Isman, M.B.:** Comparative toxicity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil and blends of its major constituents against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on two different host plants. *Pest Management Science*, 62: 366-371, 2006.
- Mizutani, A., Kumayama, F., Ohra, K., Ishiguro, T. and Hayashi, Y.:** Inheritance of resistance to cyhexatin in the Kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acarina: Tetranychidae). *Applied Entomology and Zoology*, 23: 251-255, 1988.
- Monserat, M., de la Peña, F., Hormayza, J.I. and González-Fernández, J.J.:** How do *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) females penetrate densely webbed spider mite nests? *Experimental and Applied Acarology*, 44: 101-106, 2008.
- Motoba, K., Nishizawa, H., Suzuki, T., Hamaguchi, H., Uchida, M. and Funayama, S.:** Species-specific detoxification metabolism of fenpyroximate, a potent acaricide. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 67: 73-84, 2000.
- Nadimi, A., Kamali, K., Arbabi, M. and Abdoli, F.:** Selectivity of three miticides to spider mite predator, *Phytoseius plumifer* (Acari: Phytoseiidae) under laboratory conditions. *Agricultural Sciences in China*, 8: 326-331, 2009.
- Nauen, R. and Smagghe, G.:** Mode of action of etoxazole. *Pest Management Science*, 62: 379-382, 2006.
- Nauen, R., Stumpf, N. and Elbert, A.:** Efficacy of BAJ2740, a new acaricidal tetrionic acid derivative, against tetranychid spider mites species resistant to conventional acaricides. *Proceedings of the BCPC Conference – Pests and Diseases*, Brighton, UK, 2000, pp. 453-458.
- Nauen, R., Schnorbach, H.J. and Elbert, A.:** The biological profile of spiromesifen (Oberon) – a new tetrionic acid insecticide/acaricide. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, 58: 417-440, 2005.
- Nicetic, O., Watson, D.M., Beattie, G.A.C., Meats, A. and Zheng, J.:** Integrated pest management of two-spotted mite *Tetranychus urticae* on greenhouse roses using petroleum spray oil and the predatory mite *Phytoseiulus persimilis*. *Experimental and Applied Acarology*, 25: 37-53, 2001.
- Ochiai, N., Mizuno, M., Mimori, N., Miyake, T., Dekeyser, M., Canlas, L.J. and Takeda, M.:** Toxicity of bifentazate and its principal active metabolite, diazene, to *Tetranychus urticae* and *Panonychus citri* and their relative toxicity to the predaceous mites, *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus*. *Experimental and Applied Acarology*, 43: 181-197, 2007.
- Oldfield, G.N. and Proeseler, G.:** Eriophyoid mites as vectors of plant pathogens. In: *Eriophyoid Mites – Their Biology, Natural Enemies and Control* (Lindquist E.E., Sabelis M.W., Bruin J., eds.), Elsevier, Amsterdam, 1996, pp. 259-275.
- Omoto, C., Dennehy, T.J., McCoy, C.W., Crane, S.E. and Long, J.W.:** Detection and characterisation of the interpopulation variation of citrus rust mite resistance to dicofol in Florida citrus. *Journal of Economic Entomology*, 84: 566-572, 1994.
- Onstad, D.W. (ed.):** *Insect Resistance Management: Biology, Economics and Prediction*. Elsevier, Amsterdam, 2008.
- Oomen, P.A., Romeijn, G. and Wieggers, G.L.:** Side-effects of 100 pesticides on the predatory mite *Phytoseiulus persimilis*, collected and evaluated according to the EPPPO guideline. *Bulletin OEPP/EPPPO*, 21: 701-712, 1991.
- Osakabe, M., Uesugi, R. and Goka, K.:** Evolutionary aspects of acaricide-resistance development in spider mites. *Psyche: a Journal of Entomology*, Article ID 947439, 2009.
- Ozman-Sullivan, S.K.:** Life history of *Kampimodromus aberrans* as a predator of *Phytoptus avellanae* (Acari: Phytoseiidae, Phytoptidae). *Experimental and Applied Acarology*, 38: 15-23, 2006.
- Perić, P., Marčić, D., Prijović, M., Ogurlić, I. and Andrić, G.:** Effects of biorational pesticides for controlling some

- vegetable pests in Serbia. IV Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes, Plovdiv, Bulgaria – Acta Horticulture, 830: 531-538, 2009.
- Petanović, R.:** Uloga grinja (*Acari*) u biološkoj borbi. I. Primena u voćnjacima i vinogradima. Zaštita bilja, 44: 5-20, 1993.
- Petanović R. and Kielkiewicz, M.:** Plant-erriophyoid mite interactions: cellular biochemistry and metabolic responses induced in mite-injured plant. Part I. Experimental and Applied Acarology, 51: 61-80, 2010a.
- Petanović, R. and Kielkiewicz, M.:** Plant-erriophyoid mite interactions: specific and unspecific morphological alterations. Part II. Experimental and Applied Acarology, 51: 81-91 2010b.
- Petanović, R. i Vidović, B.:** Grinje paučinari (Tetranychidea) – štetočine u zaštićenom prostoru. Biljni lekar, 37 (5): 553-562, 2009.
- Pilkington, L.J., Messelink, G., van Lenteren, J.C. and Le Mottee, K.:** Protected biological control - biological pest management in the greenhouse industry. Biological Control, 52: 216-220, 2010.
- Poletti, M., Maia, A.H.N. and Omoto, C.:** Toxicity of neonicotinoid insecticides to *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) and their impact on functional response to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Biological Control, 40: 30-36, 2007.
- Pozzebon, A., Borgo, M. and Duso, C.:** The effects of fungicides on non-target mites can be mediated by plant pathogens. Chemosphere, 79: 8-17, 2010.
- Pree, D.J.:** Inheritance and management of cyhexatin and dicofol resistance in the European red mite. Journal of Economic Entomology, 80: 1106-1112, 1987.
- Pree, D.J., Whitty, K.J. and van Driel, L.:** Baseline susceptibility and cross resistances of some new acaricides in the European red mite, *Panonychus ulmi*. Experimental and Applied Acarology, 37: 165-171, 2005.
- Raudonis, L.:** Comparative toxicity of spiroticlofen and lambdacihalotrin to *Tetranychus urticae*, *Tarsonemus pallidus* and predatory mite *Amblyseius andersoni* in a strawberry site under field conditions. Agronomy Research, 4: 317-322, 2006.
- Reddy, G.V.P.:** Comparative effectiveness of an integrated pest management system and other control tactics for managing the spider mite *Tetranychus ludeni* (Acari: Tetranychidae) on eggplant. Experimental and Applied Acarology, 25: 985-992, 2001.
- Rhodes, E.M., Liburd, O.E., Kelts, C., Rondon, S.I. and Francis, R.R.:** Comparison of single and combination treatments of *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus* and Acramite (bifenazate) for control of two-spotted spider mites in strawberries. Experimental and Applied Acarology, 39: 213-225, 2006.
- Ridland, P.M.:** Forage crops. In: Eriophyoid Mites – Their Biology, Natural Enemies and Control (Lindquist E.E., Sabelis M.W., Bruin J., eds.), Elsevier, Amsterdam, 1996, pp. 673-680.
- Ripper, W.E.:** Effects of pesticides on balance of arthropod populations. Annual Review of Entomology, 1: 403-438, 1956.
- Rizzieri, D.A., Dennehy, T.J. and Glover, T.J.:** Genetic analysis of dicofol resistance in two populations of twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) from New York apple orchards. Journal of Economic Entomology, 81: 1271-1276, 1988.
- Rodrigues, J.R., Miranda, N.R.C., Rosas, J.D.F., Maciel, C.M. and Torres, L.M.:** Side-effects of fifteen insecticides on predatory mites (Acari: Phytoseiidae) in apple orchards. IOBC/WPRS Bulletin, 25: 53-61, 2002.
- Rosen, D. and Huffaker, C.B.:** An overview of desired attributes of effective biological control agents, with particular emphasis on mites. In: Biological Control of Pests by Mites (Hoy M.A., Cunningham G.L., Knutson L., eds.), University of California Press, 1983, pp. 2-11.
- Roush, R.T. and McKenzie, J.A.:** Ecological genetics of insecticide and acaricide resistance. Annual Review of Entomology, 32: 361-380, 1987.
- Roush, R.T. and Tabashnik, J.A. (eds.):** Pesticide Resistance in Arthropods. Chapman & Hall, New York, 1990.
- Saenz de Cabezon Irigaray, F.J. and Zalom, F.G.:** Side effects of five new acaricides on the predator *Galendromus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae). Experimental and Applied Acarology, 38: 299-305, 2006.
- Saenz de Cabezon Irigaray, F.J. and Zalom, F.G.:** Selectivity of acaricide exposure on *Galendromus occidentalis* reproductive potential. Biocontrol Science and Technology, 17: 541-546, 2007.
- Sato, M.E., da Silva, M.Z., de Souza Filho, M.F., Matioli, A.L. and Raga, A.:** Management of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in strawberry fields with *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) and acaricides. Experimental and Applied Acarology, 42: 107-120, 2007.
- Scully, B.T., East, D.A., Edelson, J.V. and Cox, E.L.:** Resistance to twospotted spider mite in muskmelon. Proceedings of Florida State Horticultural Society, 104: 276-278, 1991.
- Seki, K. and Toyoshima, G.:** Carnation cultivar susceptibility to green form of two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Applied Entomology and Zoology, 43: 347-350, 2008.

- Shaaya, E. and Rafaeli, A.:** Essential oils as biorational insecticides – potency and mode of action. In: *Insecticide Design Using Advanced Technologies* (Ishaaya I., Nauen R., Horowitz R., eds.), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2007, pp. 249-261.
- Slone, D.H. and Croft, B.A.:** Species association among predaceous and phytophagous apple mites (Acari: Eriophyidae, Phytoseiidae, Stigmaeidae, Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 25: 109-126, 2001.
- Smitsaert, H.R.:** Cholinesterase inhibition in spider mite susceptible and resistant to organophosphates. *Science*, 143: 129-131, 1964.
- Sosnowska, D. and Fiedler, Ż.:** Biological control of pest on vegetable plants in greenhouses in Poland. *Book of Abstracts and Papers VI Congress of Plant Protection, Zlatibor, Serbia, 2009, II*, pp. 97-103.
- Spieser, F., Graf, B., Walther, P. and Noesberger, J.:** Impact of apple rust mite (Acari: Eriophyidae) feeding on apple leaf gas exchange and leaf color associated with changes in leaf tissue. *Environmental Entomology*, 27: 1149-1156, 1998.
- Spieser, F., Graf, B., Hohn, H. and Hopli, H.U.:** Effects of high apple rust mite population densities on gas exchange, yield, fruit quality, tree growth and flower formation. *Bulletin of OILB/SROP*, 22: 77-85, 1999.
- Stamenković, S., Pešić, M. i Milenković, S.:** Značaj pojave šljivine „rdaste“ grinje *Vasates fockeui* (Nal. et Trt.) u rastilu šljive i mogućnosti suzbijanja. *Jugoslovensko voćarstvo*, 29: 103-108, 1995.
- Stamenković, S., Milenković, S. Pešić, M. and Mitrović, M.:** Population dynamics, harmfulness and control of *Phytoptus avellanae* (Nalepa) in Western Serbia. *IV International Symposium on Hazelnut, Ordu, Turkey – Acta Horticulturae*, 445: 521-526, 1997.
- Stavrinides, M.C. and Mills, N.J.:** Demographic effects of pesticides on biological control of Pacific spider mite (*Tetranychus pacificus*) by the western predatory mite (*Galendromus occidentalis*). *Biological Control*, 48: 267-273, 2009.
- Stark, J.D. and Banks, J.E.:** Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. *Annual Review of Entomology*, 48: 505-519, 2003.
- Stark, J.D., Sugayama, R.L. and Kovaleski, A.:** Why demographic and modeling approaches should be adopted for estimating the effects of pesticides on biocontrol agents. *BioControl*, 52: 365-374, 2007a.
- Stark, J.D., Vargas, R. and Banks, J.E.:** Incorporating ecologically relevant measures of pesticide effect for estimating the compatibility of pesticides and biocontrol agents. *Journal of Economic Entomology*, 100: 1027-1032, 2007b.
- Stavrinides, M.C., van Niewenhuysse, P., van Leeuwen, T. and Mills, N.J.:** Development of acaricide resistance in Pacific spider mite (*Tetranychus pacificus*) from California vineyards. *Experimental and Applied Acarology*, 50: 243-254, 2010.
- Steinite, I. and Ievinish, G.:** Possible role of trichomes in resistance of strawberry cultivars against spider mite. *Acta Universitatis Latviensis*, 662: 59-65, 2003.
- Stumpf, N. and Nauen, R.:** Cross-resistance, inheritance and biochemistry of mitochondrial electron transport inhibitor-acaricide resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 94: 1577-1583, 2001.
- Stumpf, N., Zebitz, C.P.W., Kraus, W., Moores, G. and Nauen, R.:** Resistance to organophosphates and biochemical genotyping of acetylcholinesterases in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 72: 131-142, 2001.
- Sundaram, K.M.S. and Sloane, L.:** Effects of pure and formulated azadirachtin, a neem-based biopesticide, on the phytophagous spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. *Journal of Environmental Science and Health (B)*, 30: 801-814, 1995.
- Teodoro, A.V., Fadini, M.A.M., Lemos, W.P., Guedes, R.N.C. and Pallini, A.:** Lethal and sublethal selectivity of fenbutatin oxide and sulfur to the predator *Iphiseiodes zuluagai* (Acari: Phytoseiidae) and its prey *Oligonychus ilicis* (Acari: Tetranychidae) in Brazilian coffee plantations. *Experimental and Applied Acarology*, 36: 61-70, 2005.
- Thompson, M.M.:** Inheritance of big bud mite susceptibility in filberts. *Journal of American Society of Horticultural Science*, 102: 39-42, 1977.
- Thompson, G.D., Matten, S., Denholm, I., Whalon, M.E. and Leonard, P.:** The politics of resistance management: working towards pesticide resistance management globally. In: *Global Pesticide Resistance in Arthropods* (Whalon M.E., Mota-Sanchez D., Hollingworth R.M., eds.), CABI Publishing, CAB International, Wallingford, UK, 2008, pp. 146-165.
- Thwaite, G.W., Bower, C.C., Hatley, A.M. and Swist-Swirski, D.:** Tebufenpyrad - compatibility with integrated mite control on apples. *Experimental and Applied Acarology*, 20: 177-191, 1996.
- Tomczyk, A.:** Increasing cucumber resistance to spider mites by biotic plant resistance inducers. *Biological Letters*, 43: 381-387, 2006.
- Tsakarakou, A., Navajas, M., Cuany, A., Chevillon, C. and Pasteur, N.:** Mechanisms of resistance to organophosphates in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) from Greece. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 32: 417-424, 2002.

- Tsakarakou, A., van Leeuwen, T., Khajehali, J., Ilias, A., Grispos, M., Williamson, M.S., Tirry, L. and Vontas, J.:** Identification of pyrethroid resistance mutations in the *para* sodium channel of the twospotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Insect Molecular Biology*, 18: 583-593, 2009.
- UC:** University of California, Davis, Statewide Integrated Pest Management Program. <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/GARDEN/FRUIT/PESTS/redbermite.html> (2010)
- Uesugi, R., Goka, K. and Osakabe M.:** Genetic basis of resistance to chlorfenapyr and etoxazole in the two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 95: 1267-1274, 2002.
- Van Driesche, R. and Bellows, G.:** *Biological Control*. Chapman & Holl. Int. Thompson Publ., New York, Washington, 1996.
- Van Leeuwen, T. and Tirry, L.:** Esterase-mediated bifenthrin resistance in a multiresistant strain of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. *Pest Management Science*, 63: 150-156, 2007.
- Van Leeuwen, T., Dermauw, W., Van de Veire, M. and Tirry, L.:** Systemic use of spinosad to control the two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on tomatoes grown in rockwool. *Experimental and Applied Acarology*, 37: 93-105, 2005a.
- Van Leeuwen, T., Van Pottelberge, S. and Tirry, L.:** Comparative acaricide susceptibility and detoxifying enzyme activities in field-collected resistant and susceptible strains of *Tetranychus urticae*. *Pest Management Science*, 61: 499-507, 2005b.
- Van Leeuwen, T., Van Pottelberge, S. and Tirry, L.:** Organophosphate insecticides and acaricides antagonise bifenthrin toxicity through esterase inhibition in *Tetranychus urticae*. *Pest Management Science*, 63: 1172-1177, 2007.
- Van Leeuwen, T., Vanbolme, B., Van Pottelberge, S., Van Nieuwenhuysse, P., Nauen, R., Tirry, L. and Denholm, I.:** Mitochondrial heteroplasmy and the evolution of insecticide resistance: non-Mendelian inheritance in action. *Proceedings of the National Academy of Science*, 105: 5980-5985, 2008.
- Van Leeuwen, T., Vontas, J., Tsakarakou, A. and Tirry, L.:** Mechanisms of acaricide resistance in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. In: *Biorational Control of Arthropod Pests* (Ishaaya I., Horowitz R., eds.), Springer Science+Business Media B.V, 2009, pp. 347-393.
- Van Leeuwen, T., Witters, J., Nauen, R., Duso, C. and Tirry, L.:** The control of eriophyoid mites – state of the art and future challenges. *Experimental and Applied Acarology*, 51: 205-224, 201
- Van Lenteren, J.C. and Woets, J.:** Biological and integrated pest control in greenhouses. *Annual Review of Entomology*, 33: 239-269, 1988.
- Van Nieuwenhuysse, P., Van Leeuwen, T., Khajehali, J., Vanbolme, B. and Tirry, L.:** Mutations in the mitochondrial cytochrome *b* of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) confer cross-resistance between bifenthrin and acequinocyl. *Pest Management Science*, 65: 404-412, 2009.
- Van Pottelberge, S., Khajehali, J., Van Leeuwen, T. and Tirry, L.:** Effects of spiroticlofen on reproduction in a susceptible and resistant strain of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 47: 301-309, 2009.
- Venzon, M., Rosado, M.C., Molina-Rugama, A.J., Duarte, V.S., Dias, R. and Pallini, A.:** Acaricidal efficacy of neem against *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Crop Protection*, 27: 869-872, 2008.
- Villanueva, R.T. and Walgenbach, J.F.:** Development, oviposition and mortality of *Neoseiulus fallacis* (Acari: Phytoseiidae) in response to reduced-risk insecticides. *Journal of Economic Entomology*, 98: 2114-2120, 2005.
- Villanueva, R.T. and Walgenbach, J.F.:** Acaricidal properties of spinosad against *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 99: 843-849, 2006.
- Vincent, C., Hallman, G., Panneton, B. and Fleurat-Lessard, F.:** Management of agricultural insects with physical control methods. *Annual Review of Entomology*, 48: 261-281, 2003.
- Walde, S.J., Hardman, M.J. and Magagula, C.N.:** Direct and indirect interactions influencing within-season dynamics of apple rust mite, *Aculus schlechtendali* (Acari: Eriophyidae). *Experimental and Applied Acarology*, 21: 587-614, 2004.
- Wachendorff, U., Nauen, R., Schnorbach, H.J., Rauch, N. and Elbert, A.:** The biological profile of spiroticlofen (Envidor) – a new selective tetrone acid acaricide. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, 55: 149-176, 2002.
- Wege, P.J. and Leonard, P.K.:** Insecticide resistance action committee (IRAC) fruit crops spider mite resistance management guidelines 1994. *Proceedings of the BCPC Conference – Pests & Diseases*, Brighton, UK, 1994, pp. 427-430.
- Weintraub, P.:** Broad mite in the Arava, Israel. 2002. [http://www.agri.gov.il/gilat-molcho/broadmite\\_english.html](http://www.agri.gov.il/gilat-molcho/broadmite_english.html)
- Westphal, E., Bronner, R. and Dreger, F.:** Host plant resistance. In: *Eriophyoid Mites – Their Biology, Natural Enemies and Control* (Lindquist E.E., Sabelis M.W., Bruin J., eds.), Elsevier, Amsterdam, 1996, pp. 681-688.
- Westphal, E. and Manson, D.C.M.:** Feeding effects on host plants: gall formation and other distortion. In: *Eriophyoid Mites – Their Biology, Natural Enemies and Control* (Lindquist E.E., Sabelis M.W., Bruin J., eds.), Elsevier, Amsterdam, 1996, pp. 231-241.



**Whalon, M.E., Mota-Sanchez, D. and Hollingworth, R.M. (eds.):** Global Pesticide Resistance in Arthropods. CABI Publishing, CAB International, Wallingford, UK, 2008.

**Whalon, M.E., Mota-Sanchez, D., Hollingworth, R.M. and Duynslager, L.:** Arthropod Pesticide Resistance Database. [www.pesticideresistance.com](http://www.pesticideresistance.com) (Datum pristupa: 15. septembar 2009).

**Wood, A.:** Compendium of pesticide common names. <http://www.alanwood.net/pesticides/index.html> (Datum pristupa: 22. februar 2010).

**Yang, X., Buschman, L.L., Zhu, K.Y. and Margolies, D.C.:** Susceptibility and detoxifying enzyme activity in two spider mite species (Acari: Tetranychidae) after selection

with three insecticides. *Journal of Economic Entomology*, 95: 399-406, 2002..

**Yamamoto, A., Yoneda, H., Hatano, R. and Asada, M.:** Genetic analysis of hexythiazox resistance in the citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor). *Journal of Pesticide Science*, 20: 513-519, 1995.

**Zhang, Z.O.:** Mites of Greenhouses, Identification, Biology and Control. CABI Publishing, CAB International, Wallingford, UK, 2003.

**Zhang, Z.Q. and Sanderson, J.P.:** Relative toxicity of abamectin to the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) and twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 83: 1783-1790, 1990.

---

## Mite Pests in Plant Crops – Current Issues, Inovative Approaches and Possibilities for Controlling Them (2)

### SUMMARY

Part one discusses some principal mite pests in agroecosystems and urban horticulture in European countries, Serbia and its neighbouring countries focusing primarily on issues with regard to plant production, novel methods and approaches in applied acarology. Part two displays some major properties of acaricides inhibiting respiration, growth and development and other synthetic substances with acaricide action on the market in the last decade of the 20<sup>th</sup> century and the first decade of the 21<sup>st</sup> century. Also some products of natural origin (azadirachtin, oils, micoacaricides) are said to be gaining in importance. Issues with regard to the fact that mites can readily develop resistance to acaricides are discussed and a survey on the results of biochemical, physiological and genetical causes of resistance are analyzed. Some basic principles of biological control of phytophagous mites and modern advances and approaches are discussed as well as current knowledge on host plant resistance to mites. Eventually, the possibility of using a combination of selective acaricides and biological control agents is discussed but also the inclusion of other modes of control (agricultural practices and physical measures) expected to contribute to an integrated management of pest populations.

**Keywords:** Phytophagous mites; Acaricides; Resistance; Biological control; Integrated control