

Štetne grinje gajenih biljaka – aktuelni problemi, inovativni pristupi proučavanju i mogućnosti suzbijanja (1)

Radmila Petanović¹, Dejan Marčić² i Biljana Vidović¹

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Beograd, Srbija
(rpetanov@agrif.bg.ac.rs)

²Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Banatska 31b, 11080 Beograd, Srbija

Primljen: 19. februara 2010.

Prihvaćen: 26. februara 2010.

REZIME

Značaj grinja kao štetočina u poljoprivredi, šumarstvu i pejzažnoj hortikulturi uočen je sredinom prošlog veka i smatra se direktnom posledicom „zelene revolucije“, odnosno gajenja biljaka u monokulturi na velikim površinama, poboljšanih metoda uzgoja, selekcije visokorodnih sorti, intenzivne primene pesticida i mineralnih đubriva. Agroekosistemi u kojima su fitofagne grinje postale štetne su pre svega voćnjaci, vinogradi, zaštićen prostor (staklenici i plastenici), urbano zelenilo, rasadnici i uskladišteni proizvodi, a u nešto manjoj meri i jednogodišnji njivski usevi. Fitofagne grinje sreću se među paučinarima (Tetranychidae), pljosnatim grinjama (Tenuipalpidae), galiformnim i rđastim grinjama (Eriophyoidae), tarzonemidama (Tarsonemidae) i akaridama (Acaridae). Većina štetnih vrsta je široko rasprostranjena, ali neke su ekonomski značajnije od ostalih i ispoljavaju različitu štetnost u zavisnosti od specifičnosti agroekosistema u različitim klimatskim područjima, kada su u pitanju biljne vrste gajene u otvorenom polju.

U prvom delu 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 primenu molekularnih metoda u proučavanju različitih aspekata biologije fitofagnih grinja. Takođe, ukazano je na mogućnosti suzbijanja štetnih grinja akaricidima, imajući u vidu stanje i perspektive tržišta pesticida u Srbiji i zemljama članicama Evropske unije.

Ključne reči: Fitofagne grinje; molekularne metode; akaricidi

razumevanja istorijskih i ekoloških faktora koji deluju na strukturu i funkcionisanje populacija (migracije, prenamnoženje, protok gena). Zbog toga su neka od aktuelnih proučavanja u akarologiji danas: filogeografija i populaciona genetika (vezana za invazivne štetne vrste), morfološka i molekularna sistematika, filogenija kompleksa vrsta i formiranje baza podataka koje će biti dostupne na internetu (Navajas i sar., 2007a). Tome su znatno doprinele nove metode molekularne biologije koje su intenzivno počele da se primenjuju u poslednjoj deceniji prošlog veka.

Imajući u vidu da se i u našoj zemlji, pored još uvek dominirajuće konvencionalne poljoprivrede, primenjuju sve više i novi pravci održive i organske poljoprivrede cilj ovog preglednog rada je da ukaže na značaj i istakne:

- najvažnije štetne vrste grinja koje se sreću u agroekosistemima i urbanoj hortikulturi u svetu, a posebno u evropskim zemljama, zemljama u okruženju i u Srbiji danas, sa naglaskom na vrste koje su u poslednje vreme postale problem u biljnoj proizvodnji;
- karantinske i invazivne vrste grinja;
- inovativne pristupe proučavanju grinja;
- mogućnosti suzbijanja štetnih grinja (aktuelno suzbijanje akaricidima, biološka kontrola, rezistentnost gajenih biljaka na grinje, integracija hemijskih, bioloških i drugih mera suzbijanja).

NAJZNAČAJNIJE VRSTE GRINJA U AGROEKOSISTEMIMA I URBANOJ HORTIKULTURI

Ekonomski značajne vrste

Fitofagne grinje sreću se, kao što je poznato, među grinjama paučinarima (Tetranychidae), pljosnatim grinjama (Tenuipalpidae), galiformnim i rdastim grinjama (Eriophyidae), tarzonemidama (Tarsonemidae) i akaridama (Acaridae). Većina štetnih vrsta je široko rasprostranjena, ali neke su ekonomski značajnije od ostalih i ispoljavaju različitu štetnost u zavisnosti od specifičnosti agroekosistema u različitim klimatskim područjima, kada su u pitanju biljne vrste gajene u otvorenom polju.

U voćnjacima su najznačajnije štetne vrste paučinarica: *Tetranychus turkestanii* Ugarov & Nikolskii, *T. urticae* Koch, *Panonychus ulmi* (Koch), *Amphyttetranychus viennensis* (Zacher), *Eotetranychus pruni* (Oudemans) = *Eotetranychus pomi* (Sepasgosarian) i druge. Karakteristika aktuelnog stanja štetnih paučinarica u voćnjacima je češća pojava i veća brojnost vrsta roda

Tetranychus u odnosu na *P. ulmi*, verovatno zbog kompetitivne prednosti uslovljene višom stopom populacionog rasta i širom ekološkom valencom za osnovne abiotske faktore i izvore hrane. Glogova grinja *A. viennensis* češće se javlja kao štetočina i više se proučava u zemljama bivšeg SSSR-a, Turskoj, Iranu, Japanu, Kini, nego u evropskim zemljama (Kasap, 2003; Kafil i sar., 2007; Anonymous, 2010). Proučavanjem efekata biljaka domaćina (*Malus domestica* Borkh., *Prunus avium* (L.) i *P. serotina* Ehrh.) na dužinu razvika i parametre populacionog rasta kod *A. viennensis*, ustanovljeno je da je *P. serotina* najpogodniji domaćin (Kafil i sar., 2007). Vrsta *E. pruni* je poznata u evropskim voćnjacima od ranije (Van de Vrie, 1985) ali je tek pre nekoliko godina prvi put registrovana u zasadima jabuke u Belgiji i Tunisu (Grissa-Lebdi i sar., 2003). U Srbiji nije registrovana. Nekada štetna, smeđa voćna grinja, *Bryobia rubrioculus* (Scheuten), sreće se sada samo u zapuštenim voćnjacima, na stablima u okućnicama i na samoniklim voćkama.

U zasadima voćaka je redovno prisutno oko 20 vrsta eriofida među kojima se ističu: *Aculus schlechtendali* (Nal.), *Epitrimerus pyri* (Nal.), *Eriophyes pyri* (Pgst.), na jabučastim voćkama; *Aculus fockeui* (Nal. & Trt.), *Eriophyes similis* (Nal.), *E. padi* (Nal.), *Acalitus phloeoptes* (Nal.), na koštičavim voćkama; *Phytoptus avellanae* Nal., *Aceria erinea* (Nal.), *A. tristriata* (Nal.), na jezgrastim voćkama. U zasadima jagodastih voćaka česte su vrste *T. turkestanii*, *T. urticae*, *Neotetranychus rubi* Träg., *Phyllocoptes gracilis* (Nal.) i *Acalitus essigi* (Hassan). Rdaste grinje jabučastih i koštičavih voćaka, eriofida lista maline, ploda kupine i galiformna eriofida pupoljka leske su vrste koje se ističu kao štetočine u komercijalnim zasadima, dok se ostale pobrojane vrste češće sreću u zapuštenim zasadima. Neke značajnije eriofide voćaka kod nas obrađene su u prošloj deceniji u radovima Petanovićeve (1997, 1998a) i Stojnića i Petanovićeve (1997, 2000).

Na vinovoj lozi su i dalje kao štetočine aktuelne polifagne vrste *T. turkestanii* i *T. urticae*, u nekim evropskim zemljama *Eotetranychus carpini* ssp. *vitis*, a među eriofidama *Colomerus vitis* (Pgst.) i *Calepitrimerus vitis* (Nal.), o kojima je detaljnije pisano u radu Petanovićeve (1998b). Ekonomski značaj, naročito *Calepitrimerus vitis* porastao je u poslednje vreme u evropskim komercijalnim zasadima vinove loze, u SAD, Brazilu i Australiji, pa je jedna od najviše proučavanih vrsta eriofida u poslednje vreme, sa aspekata odnosa sa domaćinom, oštećenja, populacione dinamike i suzbijanja (Duso i sar., 2009).

Slika 1. Kolonija *Polyphagotarsonemus latus* (Banks)Slika 2. *P. latus*: simptomi na paprici (1)

U zaštićenom prostoru, pored grinja paučinara *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) i *T. urticae* koje se redovno nalaze kao štetočine povrća i cveća, poslednjih godina kao poseban problem javlja se novointrodukovana visokopolifagna tropska tarzonemida *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Slika 1) koja je u Srbiji prvi put registrovana na gerberima (Petanović, 1998c). Ova vrsta napada biljke iz preko 60 familija (Gerson, 1992), a naročito je značajna u zaštićenom prostoru kao štetočina paradajza, plavog patlidžana, paprike (Slike 2, 3 i 4) i ukrasnih biljaka. Mlade biljke menjaju boju i zakržljavaju, često su sjajne, krte i iskrivljene. Cvetovi su deformisani, a neotvoreni pupoljci mogu da opadnu, a jako infestirane biljke mogu da uginu. U mediteranskim zemljama je postala značajna štetočina citrusa (Tsolakis i sar., 1998), u nekim državama SAD, kao npr. u Južnoj Karolini, lubenica (Kousik i sar., 2007), a u Brazilu je primećeno da izaziva oštećenja na vinovoj lozi (Monteiro, 1994). U Srbiji (Injac i Bursać, 2005) i Crnoj Gori (Hrnčić, lični kontakt) registrovana je u poslednje vreme kao značajna štetočina paprike. Osnovni podaci o biljkama domaćinima, rasprostranjenju, dijagnostičkim karakteristikama, simptomima, bioekologiji i suzbijanju objavljeni su o ovoj vrsti prilikom njenog registrovanja u našoj zemlji (Petanović, 1998c) i u stručnoj publikaciji (Petanović, 2004). Posebno je interesantno istaći način disperzije ove vrste: na kraćim distancama mužjaci nose kviescentne nimfe ženki, dok se na većim distancama obavlja pomoću više vrsta leptirastih vaši (Aleyrodidae), zapadnog tripsa, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) i krilatih formi biljne vaši, *Myzus persicae* (Sulzer) (Palevsky i sar., 2001).

Pored nabrojanih vrsta, u zaštićenom prostoru se kao štetočine cveća ističu i pljosnate grinje *Brevipalpus obovatus* Donnadieu i *Tenuipalpus pacificus* Baker, tarzone-mide *Phytonemus pallidus* (Banks) i *Steneotarsonemus*

Slika 3. *P. latus*: simptomi na paprici (2)Slika 4. *P. latus*: simptomi na paprici (3)

laticeps Holbert, eriofide *Aceria tulipae* (K.), *Phytoptus chrysanthemi* K., *Aceria lycopersici* (Wolffenstein), *Cosetacus cameliae* (K.), *Cecidophyopsis hendersoni* (K.) i akaride *Rhizoglyphus echinopus* (F. & R.) i *Tyrophagus neiswanderi* Johnston & Bruce (Petanović, 2004).

Pored polifagnih vrsta grinja paučinara, *T. turkestanii* i *T. urticae*, koje su štetočine zeljastih biljaka, povrća, lekovitih biljaka, jagoda, cveća u otvorenom polju, na paradajzu se kao posebno ekonomski važna ističe rdasta grinja paradajza, *Aculus lycopersici* (Tryon). Široko je rasprostranjena vrsta i sreće se u svim predelima gde se gaji paradajz (Jeppson i sar., 1975). Ova vrsta je jedna od ključnih štetočina paradajza, mada su na listi biljaka domaćina i tomatilo, krompir, plavi patlidžan, duvan, petunija, paprika, različite vrste korova iz fam. Solanaceae, ali takođe i divlja ribizla, divlji ogrozd, kupina (Perring, 1996). Jedna je od redih vrsta eriofida koja nije visokospecijalizovana za određenog domaćina (Duso i sar., 2009). Hrani se svim zelenim delovima biljke domaćina. Rani simptomi se karakterišu srebrnastim naličjem donjih listova, posle čega ti listovi i stabljika gube dlakavost, postaju prašnjava smeđe boje, a ponekad i pucaju. Simptomi su slični simptomima tropske tarzonemide i tripsa (Royalty i Perring, 1988). Daje više generacija godišnje, a na temperaturi od 25°C populacija se udvostručuje za tri dana (Duso i sar., 2009). U Srbiji je registrovana pre dve decenije, ali do sada nije imala status štetočine (Petanović, 1988). Sa promenom klime i intenziviranjem proizvodnje paradajza u zaštićenom prostoru i u polju očekuje se da će i u našoj zemlji postati bitna štetočina ove važne biljne vrste.

U njivskim usevima značajne štetne grinje su polifagne grinje paučinari *T. turkestanii* i *T. urticae* koje se kod nas najčešće sreću na soji, kukuruзу, pasulju, hmelju. Inače, *T. urticae* je jedna od najpolifagnijih grinja paučinara koja se sreće na više od 900 različitih biljnih vrsta (Bolland i sar., 1998). Značajna prenamnoženja *T. urticae* ispoljila su se u zapadnoj Evropi na različitim usevima, počevši od kukuruznih polja u jugoistočnoj Francuskoj 1980-ih, da bi se 1990-ih proširila prema severu i zahvatila centralnu Francusku i Belgiju. Pored kukuruza bila su zahvaćena i polja sa šećernom repom, a prinos je pri tom bio smanjen i do 60% (AGRIS, 2001). Pored Francuske i Belgije, ova grinja je postala problem šećerne repe i u Engleskoj. Od eriofida, u usevima pšenice, ječma i kukuruza štetna je *Aceria tosichella* K. koja je uzročnik kovrdžavosti lista pšenice i crvene crtičavosti zrna kukuruza, vektor crtičastog i tačkastog mozaika pšenice (WSMV i WSpMV) (Oldfield i Proeseler, 1996), a u poslednje vreme i virusa „bolesti visoravni”

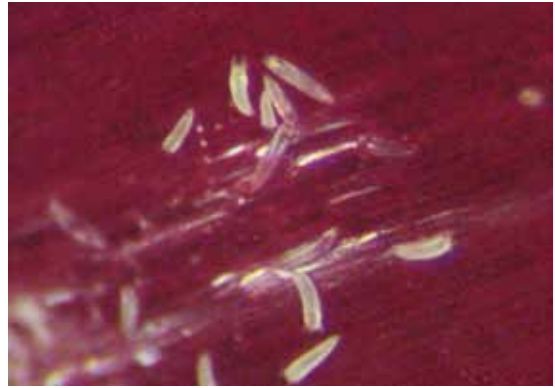
kukuruza (*high plaine disease* – HPD) (Jensen i sar., 1996). U usevu lucerke najznačajnija je vrsta *Aceria medicaginis* (K.), grinja pupoljka lucerke. Oštećenja lucerke manifestuju se u vidu jakih proliferacija, deformacija listova, šarenila i nepravilnog grananja što podseća na „veštičije metle“. Naročito stradaju usevi koji se ne navodnjavaju. Vrsta je detaljno proučavana u Australiji i Kaliforniji (SAD) (Ridland, 1996), a od evropskih zemalja navodi se kao štetočina u Grčkoj (Emmanouil i Papadoulis, 1987). U Srbiji je *A. medicaginis* samo registrovana na više lokaliteta (Petanović, 1988).

Kao važne štetočine podzemnih biljnih organa (lukovica, korena, krtola i rizoma), pre svega povrća i cveća, a neke i kao štetočine jestivih gljiva, javljaju se vrste grinja iz familije Acaridae, iz rodova *Rhizoglyphus*, *Tyrophagus* i *Caloglyphus* (syn. *Sancasannia*). Među njima su najznačajnije vrste *R. echinopus* [syn. *R. robini* Claparede; Diaz i sar. (2000) ih tretiraju kao dve posebne vrste], *R. callae* Oud., *Tyrophagus putrescentiae* (Schr.), *T. longior* (Gervais), *T. similis* Volgin, *T. neiswanderi* i *Caloglyphus mycophagus* Megnin. Pojedine vrste (npr. *R. echinopus*) su poznate odavno kao štetočine i proučene su sa različitih aspekata, dok su *T. neiswanderi* i *T. similis* postale aktuelne štetočine verovatno sa promenom načina proizvodnje. Detaljniji podaci o životnom ciklusu, dijagnostičkim karakteristikama i suzbijanju najčešćih štetnih vrsta mogu se naći u publikaciji Petanovićeve (2004).

Sistemi održive poljoprivrede koriste ekološki orijentisane metode integralne zaštite i proizvodnje koje imaju za cilj povećanje prinosa, kvaliteta zemljišta, smanjenje primene agrohemikalija i troškova proizvodnje. Međutim, korišćenje organskih đubriva i smanjenje primene agrohemikalija dovodi do povećanja gustine populacija organizama koji žive i hrane se detritusom kao što su nematode, grinje i kolebole. Odnedavno je i kod nas kao štetočina spanaća uočena vrsta *T. similis* (Slika 5) koja naseljava zemljište u staklenicima, ulazi u pupoljke spanaća i hrani se mladim lišćem (Injac i Bursać, lični kontakt). Ova vrsta je postala značajna štetočina spanaća u zaštićenom prostoru, naročito u hladnijim mesecima u Japanu (Kasuga i Amano, 2000). Sa povećanjem njene brojnosti u organskom supstratu dolazi do invazije grinja ka pupoljcima gde se hrane mladim listovima, a na oštećenom lišću se pojavljuju rupice i druge deformacije (Slike 6 i 7). Oštećenja se pojavljuju rano u proleće i kasno u jesen, pri umerenim temperaturama u zaštićenom prostoru. Strategije suzbijanja još uvek nisu razvijene zbog nepoznavanja horizontalne i vertikalne distribucije ove štetočine u zemljištu staklenika (Kasuga i Amano, 2003, 2005).



Slika 5. *Tyrophagus similis* Volgin na spanaću



Slika 8. *Aceria tulipae* (K.) na arpadžiku



Slika 6. *T. similis*: simptomi na spanaću (1)



Slika 9. *A. tulipae*: simptomi na lukovicama



Slika 7. *T. similis*: simptomi na spanaću (2)

Posebno treba istaći da se na reproduktivnom materijalu u prometu, koji je podvrgnut fitosanitarnoj kontroli, na arpadžiku redovno sreće eriofida lukovičastih biljaka *A. tulipae*. Pošto jaka infestacija dovodi do sušenja lukovica poznata je i pod nazivom grinja sušenja lukovica (Slike 8 i 9). Ova eriofida se pojavljuje u EPPo regionu i u EU, a od 2006. je otkrivena i u Velikoj Britaniji, na arpadžiku poreklom iz Holandije, zbog če-

ga su preduzete mere analize rizika (Ostojá-Strazewski i Matthews, 2009). Predstavlja problem u proizvodnji lala u Holandiji i Japanu (Conijn i sar., 1996). Razvija se na nekoliko biljnih vrsta iz familija Alliaceae i Liliaceae, pre svega na belom i crnom luku, vlašcu, ali i na ukrasnim biljkama iz rodova *Tulipa* i *Allium*. Smatra se jednom od najznačajnijih štetočina među eriofidama, ne samo zbog direktnih oštećenja koja izaziva, već i zbog sposobnosti da prenosi dva latentna virusa, crnog luka (OMbLV) i vlašca (ShMbLV). Prvi vidljivi simptomi na infestiranim lukovicama se mogu primetiti dva meseca posle vađenja. Uočavaju se crvene, ružičaste ili krem do žute mrlje koje se razvijaju na belim spoljašnjim mesnatim ljuspama, kada grinje prodru između zaštitne braon, suve ljuspe i mesnate ljuspe. Vremenom se mrlje uvećavaju i konačno mogu prekriti celu lukovicu. Normalne bele i sjajne ljuspe potamne i izgube vlagu, a zatim sledi promena boje u crvenu, ružičastu, žućkastu ili braon. Crvene ćelije imaju bele brazdice u sredini. Detaljniji podaci o životnom ciklusu, dijagnostičkim karakteristikama i suzbijanju ove vrste mogu se naći u publikaciji Petanovićeve (2004).

U poslednje vreme naselja grinja na drveću i šiblju u drvoredima, duž puteva, u parkovima ili parkovskim šumama, naročito u velikom gradovima sveta, postala su predmet intenzivnih istraživanja, pre svega zbog ugrožavanja zdravstvenog stanja ovih biljaka. Stanje naselja može se okarakterisati velikom gustinom populacija pojedinih vrsta fitofagnih grinja, naročito paučinara, ali i pljosnatih grinja i eriofida. U našim gradovima je na ukrasnom drveću i šiblju zabeleženo oko 30 vrsta grinja paučinara i preko 70 vrsta eriofida među kojima se ističu *Eotetranychus tiliarium* (Hermann) i druge vrste ovog roda, *Oligonychus* spp. *Eurytetranychus buxi* (Garman) i *Schizotetranychus* spp. Na četinarskim vrstama pored *Oligonychus* spp. česte su i pljosnate grinje iz roda *Pentamerismus*. Vrste eriofida, budući da su pretežno monofagne značajne su svaka ponaosob za pojedine vrste biljaka domaćina (Petanović, 2004).

Karantinske vrste

Na aktuelnoj EPPO A1 listi i EPPO alert listama nema grinja, dok su na EPPO A2 listi dve vrste grinja paučinara: *Eutetranychus orientalis* (Klein) i *Tetranychus evansi* Baker and Pritchard, i jedna eriofida, *Aculops fuchsiae* Keifer. Nijedna od ovih vrsta nije prisutna u Srbiji.

Vrsta *E. orientalis* (orijentalna crvena grinja) primarna je štetočina citrusa. Pored citrusa napada pamuk, tikve, krušku, vinovu lozu, dunju, orah, *Plumeria* spp. i *Euphorbia* spp. i preko 50 drugih biljnih vrsta. Rasprostranjena je u Izraelu, Turskoj, Jordanu, Iranu, Egiptu, Kipru, Sudanu, Avganistanu, Indiji, Južnoj Africi, Tajvanu, Pakistanu, Filipinima, Tajlandu, Jemenu, Etiopiji, Keniji, Mauritaniji, Mozambiku, Nigeriji, Senegalu i Australiji. Hrani se na licu lišća prouzrokujući brojne sive tačke zbog kojih lišće izgleda hlorotično. Infestirano lišće slabi i konačno opada, grane se suše, pa sadnice i drveće izgledaju golo u rasadnicima i mladim zapuštenim zasadima. Kombinovani efekat nedostatka vode i malog broja grinja prouzrokuju defolijaciju i sušenje grana slično jakoj infestaciji grinjama (Smith i sar., 1997).

Vrsta *T. evansi* (crvena grinja paradajza), verovatno nativna južnoamerička vrsta (Migeon i sar., 2008), značajna je štetočina pre svega biljaka iz familije Solanaceae. Nađena je i na drugim biljnim vrstama kao što su pasulj, citrusi, pamuk, ukrasnim biljkama (ruže), kao i na mnogim korovima iz različitih biljnih familija. Slučajno je introdukovana u različite delove sveta, Severnu Ameriku, ostrva Indijskog okeana, mnoge afričke zemlje i region Mediterana, kao i na

Havaje i na Tajvan u arealu Pacifika. U zemljama jugoistočne Afrike izaziva gubitke u prinosu paradajza i do 90% (Saunyma i Knapp, 2003). Pretpostavlja se da je u Evropu dospela iz Maroka, gde se raširila krajem 1980-ih. U Portugalu je primećena početkom 1990-ih, u Španiji se prvi put pojavila na krompiru 1995, a u Francuskoj 2004. godine (Navajas i sar., 2007b). Iako je polifagna štetočina, posebno intenzivne štete prouzrokuje na paradajzu, plavom patlidžanu i krompiru i u polju i u zaštićenom prostoru (Escudero i Ferragut, 2005). Rapidna ekspanzija ove štetočine je pretnja poljoprivrednoj proizvodnji u mnogim zemljama u svetu. Stavljena je na EPPO Alert listu 2004, a danas se nalazi se na aktuelnoj EPPO A2 listi, što znači da je preporučena za regulaciju kao karantinska štetočina. Imajući u vidu da se radi o štetočini tropskog porekla ne očekuje se njeno brzo širenje van mediteranskog basena u poljskim uslovima, ali je u analizi britanske Central Science Laboratory zaključeno da bi se mogla odomaćiti u zaštićenom prostoru (MacLeod, 2005).

Vrsta *A. fuchsiae* (eriofida fuhsije), poreklom iz Južne Amerike, posebno je nalažena u južnom Brazilu, ali je verovatno šire rasprostranjena. Vrstu je opisao Keifer (1972) na osnovu materijala nađenog na lokalitetu Campaignas, Sao Paulo, u Brazilu. Godine 1981. je otkrivena u blizini San Franciska u Kaliforniji, odakle se brzo proširila prema jugu. Nalazi se na EPPO A2 i EU II/A1 karantinskim listama (Ostojá-Strazewski i sar., 2007). Njeno prisustvo u Evropi potvrđeno je decembra 2003. na primercima sakupljenim sa osam mesta oko zaliva Morbihan, u Bretanji (Francuska), gde se potom raširila. Smatra se da je slučajno introdukovana iz obe Amerike razmenom propagacionog materijala između privatnika, entuzijasta u gajenju fuhsije. Godine 2005. je zabeležena u Nemačkoj u okolini Volfhagena, blizu Kasela, 2006. je otkrivena na Kanalskim ostrvima Gernzi i Džerzi, a septembra 2007. je potvrđeno njeno prisustvo u kopnenom delu Velike Britanije, u privatnim baštama u Hempšajru i Midlseksu (Ostojá-Strazewski i sar., 2007). Najmanje tri vrste i 30 kultura *Fuchsia* spp. su biljke domaćini. Ustanovljeno je značajno variranje osetljivosti domaćina, a dve vrste (*F. microphylla* Kunth ssp. *microphylla* i *F. thymifolia* Kunth) i sedam kultura su označeni kao rezistentni na *A. fuchsiae* (Koehler i sar., 1985). Infestacija prouzrokuje rđanje i deformacije listova u vidu proliferacija (gala). Listovi postaju groteskno nabubrela i sa plikovima, često crvene boje. Gale podsećaju na kovrdžanje lista breskve izazvane gljivom *Taphrina deformans*. Kasnije dolazi i do deformacije cvetova i do zaustavljanja

rasta. Bioekologija, životni ciklus, širenje, štetnost, detekcija, ekonomski značaj, suzbijanje i savetodavne informacije vezane za promet biljnog materijala detaljno su obrađeni u članku Central Science Laboratory (Ostojá-Strazewski i sar., 2007).

Pored ovih vrsta treba pomenuti još dve vrste grinja paučinarica koje više nisu na EPPO i EU listama, ali ih nema kod nas, pa smatramo da o tome treba voditi računa prilikom uvoza biljnog materijala. *Eotetranychus lewisi* (Mc Gregor), poznata kao levisova grinja paučinar ili grinja paučinar poinsetije (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsc), značajna je štetočina ove i drugih ukrasnih biljka u zaštićenom prostoru u EPPO regionu iako je polifagna na preko 60 biljnih vrsta (Anonymous, 2006). Proširila se iz SAD najpre u Maderu (Portugal), Norvešku (1999) i Nemačku, a i u druge delove sveta (Afriku i Aziju). Najznačajnija je štetočina u zasadima breskve u severnom i centralnom Meksiku. Utiče na smanjenje koncentracije slobodnih šećera i skroba u lišću, kori i korenu breskve (Pérez-Santiago i sar., 2007). Kod nas još nije registrovana. Interesantno je pomenuti još i vrstu *Oligonychus perditus* Pritchard & Baker koja je pretežno rasprostranjena u Kini, Japanu i Koreji, ali je zabeležena i u Holandiji i SAD. Nalazila se na listi karantinskih štetnih organizama u Evropi (Smith i sar., 1997). Zabeležena je kao štetočina 15 biljnih vrsta iz familije Cupressaceae, a u Holandiji je registrovana na bonsai *Juniperus chinensis* L. u zaštićenom prostoru (Zhang, 2003).

Adventivne i invazivne alohtone vrste fitofagnih grinja u fauni Srbije

Prema Navia i sar. (2009) pod pojmom „adventivne vrste“ podrazumevaju se strane ili egzotične vrste ili subspecijski taksoni introdukovani u prostore van prirodnih areala, od kojih mnoge izazivaju ekološke ili ekonomske probleme širom sveta. Nazivaju se još i „invazivne strane vrste“ kada direktno utiču na smanjenje biodiverziteta širom sveta i prouzrokuju velika oštećenja agroekosistema. Evropska unija je u prošloj deceniji pokrenula trogodišnji projekat pod nazivom Delivering Alien Invasive Species in Europe (DAISIE), a kao rezultat tog rada zabeleženo je 11000 stranih štetnih ili bezopasnih vrsta (DAISIE, 2009). Od 26 stranih vrsta grinja paučinarica i šest vrsta pljosnatih grinja, registrovanih u Evropi, u fauni Srbije je zabeležena po jedna, a od 41 vrste Eriophyoidea u Srbiji je registrovano 30, pretežno severnoameričkog porekla. Samo jedna vrsta tarzonemida u fauni Evrope je stranog porekla,

P. latus, a prisutna je i u Srbiji (Navajas i sar., 2010). Ekološki i ekonomski značaj pojedinih vrsta tek treba da bude istražen i ocenjen.

INOVATIVNI PRISTUPI PROUČAVANJU ŠTETNIH GRINJA

Mnogobrojne teme su zaokupile pažnju istraživača u prethodnoj deceniji u oblasti primenjene akarologije u poljoprivredi, a karakterišu se pre svega veoma subtilnim proučavanjima, zahvaljujući novim metodama i njihovom rapidnom razvoju u tom periodu.

Aktuelna problematika bioinvazija koje imaju nepoželjne posledice za poljoprivredu u celom svetu podstakla je sve intenzivnije korišćenje tehnika molekularne biologije za merenje genetičke varijabilnosti kojom je moguće objasniti načine kolonizacije stranih vrsta u novim geografskim prostorima. U nastojanju da se istraže invazioni procesi nekoliko vrsta štetnih grinja i razjasne pretpostavljeni centri porekla, kombinovanjem genetičkih markera i informacija o osobinama životnog ciklusa bilo je moguće razjasniti invazione puteve ekonomski važnih vrsta grinja: palmine crvene pljosnate grinje, *Raoiella indica* Hirst (Dowling i sar., 2008), crvene grinje paučinarica paradajza *T. evansi* (Migeon i sar., 2008) i eriofide kokosove palme *Aceria guerreronis* Keifer (Navia i sar., 2005).

Više radova publikovanih u prethodnoj deceniji tretira problematiku odgovora predatorskih grinja na isparljive supstance koje emituju biljke napadnute herbivorima, pre svega grinjama paučinarima (Nachappa i sar., 2006; Zemek i sar., 2008; Shimoda, 2010).

Endosimbiontske bakterije koje potencijalno utiču na reprodukciju i druge osobine adaptivne vrednosti svojih domaćina široko su rasprostranjene kod insekata i grinja, a interesovanje za proučavanja različitih aspekata njihovih interakcija je u porastu. Dvanaest vrsta fitofagnih grinja i njihovih predatora testirano je molekularnim metodama na prisustvo endosimbiontskih bakterija, *Wolbachia*, *Cardinium* i *Spiroplasma* (Enigl i Schausberger, 2007). Bakterije su registrovane kod *T. urticae*, *B. rubrioculus* i *Eotetranychus uncatus* Garman i predatora *Neoseiulus californicus* (McGregor) i *E. finlandicus* (Oud.). Zbog uticaja na povećanje fekunditeta, telitokijsku partenogenezu i sl., razmatran je značaj infekcija ovim bakterijama za biološku kontrolu. Endosimbiontske bakterije igraju značajnu ulogu u kapacitetu artropoda da prenose biljne viruse, pa je prisustvo i karakterizacija *Cardinium* endosimbionata

u pljosnatim grinjama iz roda *Brevipalpus* koji prenose virus leproze citrusa (CiLV) ispitivano u tom kontekstu u Brazilu (Novelli i sar., 2007).

Dokora je bilo poznato da eriofidne grinje prenose Rymo- Clostero- i verovatno Nepo- viruse na svoje domaćine. U prethodnoj deceniji je dokazano da i grinje iz familije Tenuipalpidae prenose biljne viruse, pa je od 2000. godine porastao broj radova koji tretira ovu problematiku (Kitajima i sar., 2003).

Primena molekularnih markera u proučavanju diverziteta u akarologiji započela je još ranih 1990-ih taksonomskom evaluacijom vrsta roda *Cecidophyopsis* (Eriophyoidea), specifičnih štetočina ribizli (*Ribes* spp.) (Fenton i sar., 1993, 1995), njihove molekularne filogenije i povezanosti sa evolucijom specifičnosti za biljku domaćina (Fenton i sar., 2000; Fenton, 2002). Ustanovljeno je da su vrste grinja iz ovog roda relativno skoro divergirale na određenim domaćinima, dok su se biljne vrste izdvojile daleko ranije, što ukazuje da interakcija ovih eriofida sa domaćinima nije zasnovana na dugom periodu koevolucije, već da su one povezane fiziološkim promenama koje izazivaju u biljkama.

Korišćenjem DNK sekvenci (ITS2 ribozomalne DNK) za proučavanje filogenetskih odnosa između šest ekonomski značajnih vrsta grinja paučinara u pionirskom radu Navajas i sar. (1992) ustanovljeno je da se DNK filogrami podudaraju sa morfološkim podacima. Korišćenjem sekvence gena koji određuje subjedinicu I citohrom-oksidaze (COI) mitohondrijalne DNK kod 20 vrsta fitofagnih grinja iz devet rodova dve familije (Tetranychidae i Tenuipalpidae) za procenu filogenetskih odnosa između taksona Navajas i sar. (1996) su pokazali da su molekularne i morfološke klasifikacije generalno kompatibilne. Ukazano je, međutim, da je rod *Oligonychus* polifiletičan.

Navajas i Fenton (2000) i Cruickshank (2002) su objavili revijalne radove u kojima su prezentovane uobičajene tehnike u molekularnoj biologiji korišćene u evolucionim studijama i specifičnosti i pogodnosti pojedinih metoda i markera za određene ciljeve istraživanja. Krajem prošle decenije Navajas i Navia (2009) objavile su pregledni rad o molekularnim metodama za proučavanje eriofida, kritičkim aspektima, perspektivama i izazovima. Pored potencijala u identifikaciji vrsta, metode zasnovane na analizi DNK rutinski se mogu koristiti u ekološkim, evolucionim, filogenetskim i genetičkim istraživanjima. Ove metode pružaju značajne prednosti u odgovoru na nekoliko esencijalnih pitanja iz biologije različitih grupa fitofagnih grinja: raščišćavanje pitanja suspektnih sinonima; testiranje hipote-

ze o kriptičnim vrstama; proučavanje pojave biotipova, posebno u odnosu na vektorsku ulogu u prenošenju virusa ili odnos sa biljkom domaćinom; razumevanje puteva kolonizacije invazivnih vrsta; i korišćenja agenasa biološke kontrole invazivnih biljnih vrsta.

Ono što Navajas i Navia (2009) ističu posle analize velikog broja originalnih objavljenih radova iz ove oblasti je da je potrebna opreznost u tumačenju i korišćenju pojedinih markera. Diskrepancije koje se pojavljuju korišćenjem različitih lokusa mogu se reflektovati na filogenetska stabla tako da filogenije bazirane na genima i „pravim“ vrstama ne moraju biti iste. Zbog toga je poželjno analizirati više lokusa. Pored toga, predložen je koncept barkoda kao metod dijagnoze vrsta, koji koristi kratku DNK sekvencu koja se sastoji od jedinstvene kombinacije baza koje se pojavljuju u konzervativnim regionima gena, a koje se lako amplifikuju pomoću PCR i direktno sekvencioniraju. Za većinu životinja, uključujući i grinje (Acari), sekvenca gena koji kodira COI postala je standardan barkod region. Zbog toga što i ova metoda ima ograničenja, bez obzira na pogodnost molekularnih podataka za identifikaciju vrsta, potrebno je pored tih podataka imati i one zasnovane na morfologiji, jer DNK barkod ne može zameniti morfologiju u identifikaciji i klasifikaciji, već ih treba, po mišljenju navedenih autora, sinergistički koristiti.

Bibliografska analiza radova koji se odnose na upotrebu molekularnih metoda u različitim aspektima biologije fitofagnih grinja pokazala je da je za poslednjih 20 godina ispoljena velika razlika u broju radova između dve najvažnije grupe ovih grinja, (Tetranychidae 46, a Eriophyoidea 11) (Navajas i Navia, 2009). Slično je i sa brojem nukleotidnih sekvenci deponovanih u banku gena američkog Nacionalnog centra za biotehnoške informacije (NCBI, 2009).

Različiti molekularni markeri su korišćeni u taksonomskim i/ili populaciono-genetičkim studijama grinja paučinara.

Polimorfizam četiri enzimska sistema korišćen je da se ispita genetička struktura populacije *T. urticae* u zaštićenom prostoru u južnoj Francuskoj sa aspekata gustine populacija, geografske distribucije i naseljenih biljaka domaćina (Tsagkarakou i sar., 1999). Ustanovljeno je da gustina i distribucija na infestiranim biljkama utiču na protok gena unutar staklenika. Značajna distanca između populacija iz različitih staklenika konstatovana je zahvaljujući njihovoj izolaciji, dok se diferencijacija u odnosu na biljke domaćine nije ispoljila. Da bi se ustanovio protok gena unutar populacija *T. urticae* na sadnicama ruža u komercijalnim staklenicima

ispitivana je genetička struktura korišćenjem mikrosatelitskih markera (Uesugi i sar., 2009a). Ustanovljeno je da je protok gena ograničen na kraće distance čak i kada je gustina populacija u porastu. Zaključeno je da disperzija vazдушnim strujama malo doprinosi protoku gena u staklenicima. Na osnovu analize alozima na Pgm lokusu i jedarnih ribozomalnih DNK (ITS2) sakvenci proučavana je genetička varijabilnost kod *T. urticae* koje naseljavaju oleander na nekoliko lokaliteta u mediteranskom basenu. Konstatovano je da su se uzorci iz zapadnog Mediterana (Španija, Francuska, Tunis) jasno diferencirali u odnosu na istočni Mediteran (Italija, Grčka). Recipročnim ukrštanjem konstatovani su različiti nivoi inkompatibilnosti koji potiču od parcijalne do kompletne reproduktivne izolacije i da je reproduktivna barijera postzigotne prirode. Razmatrana je i relativna uloga ekoloških faktora i geografske distance u procesu diferencijacije koja potencijalno vodi specijaciji (Navajas i sar., 2000).

Carbonelle i sar. (2007) su proučavali genetičku strukturu populacija *T. urticae* duž evropskog transekt jug-sever koji se protezao od južne Francuske do Holandije, korišćenjem mikrosatelitskih markera. Grinje su sakupljene sa *Urtica dioica* L. iz šest zona. Ispostavilo se da populacije *T. urticae* pokazuju izvestan nivo genetičkog strukturiranja i da je za to odgovorna geografska distanca.

Mikrosatelitski markeri korišćeni su i da bi se ustanovili mehanizmi disperzije kod *T. urticae* u zasadima jabuke u Japanu (Uesugi i sar., 2009b). Pošto mehanizmi disperzije mogu da utiču na dinamiku populacija predatora i plena, kao i na širenje rezistentnosti na akaricide, značajno je bilo istražiti sklonost ka migraciji ove grinje u poljskim uslovima. Ustanovljeno je da grinje mogu da se šire vazдушnim strujama na distance manje od 100 m, a takođe se mogu kretati i između obližnjih stabala na razdaljinama 10-24 m.

U taksonomskim istraživanjima na specijskom nivou, pored nuklearnih ITS1 i ITS2 regiona koriste se i sekvence COI regiona. Filogenetski odnosi kod četiri vrste iz roda *Panonychus* proučavani su u Japanu upravo korišćenjem COI markera (Toda i sar., 2000).

Weeks i sar. (2000) su prilagodili tehniku molekularnog „otiska prsta“ (fingerprint), polimorfizma u dužini umnoženog fragmenta (AFLP) sugerišući njenu upotrebu za izučavanje genetičke varijabilnosti i mapiranje genoma.

Jedan od značajnijih poduhvata krajem prošle decenije je projekat sekvencioniranja kompletnog genoma *T. urticae* kao model-sistema u akarologiji, koji je još

u toku. Ova vrsta grinje ima jedan od najmanjih genoma određenih do sada kod artropoda (75 Mbp, tj. 60% od veličine genoma kod *Drosophila*) (Grbić i sar., 2008).

Kao što je već naglašeno, molekularne tehnike u proučavanju eriofidnih grinja su još uvek slabo razvijene, verovatno zahvaljujući njihovim malim dimenzijama. Do sada su korišćeni jedarni regioni DNK uključujući ITS1 i ITS2 za distinkciju bliskih vrsta roda *Cecidophyopsis* (Kumar i sar., 1999; Lemmetty i sar., 2001), mitohondrijalni 16S za proučavanje intraspejske varijabilnosti *A. guerreronis* (Navia i sar., 2005) i pojavu kompleksa vrsta unutar *A. tosichella* (Carew i sar., 2009). Sekvence fragmenata COI *A. tulipae*, *Aceria eximia* Sukhareva, *Eriophyes pyri* i *Floracarus perripae* Knihinicki & Boczek dostupne su u bazi podataka (NCBI, 2009). Korišćena su još dva jedarna markera D₂ i adeninnukleotid-translokaza (ANT), kao potencijalni za identifikaciju i detekciju kriptičkih vrsta (Navajas i Navia, 2009). Mikrosatelitski lokusi korišćeni su za ocenu populacione strukture erinozne grinje nove loze, *Colomerus vitis* (Carew i sar., 2004).

Prvi put i u Srbiji korišćen je COI mitohondrijalni marker za taksonomsku evaluaciju vrsta roda *Aceria* čije su biljke domaćini iz roda *Cirsium* (Vidović i sar., 2009).

MOGUĆNOSTI SUZBIJANJA ŠTETNIH GRINJA

Suzbijanje grinja akaricidima

Primena različitih hemijskih supstanci bila je i ostala dominantan način suzbijanja populacija štetnih grinja u proizvodnji poljoprivrednog i ukrasnog bilja. Dvadesetih godina prošlog veka, sumpor je bio jedino jedinjenje koje se povremeno koristilo za suzbijanje fitofagnih grinja (Auger i sar., 2003), sekundarnih štetočina na koje se ne obraća posebna pažnja. Sredinom veka, intenzivna primena organofosfornih i karbamatnih insekticida – jedinjenja namenjenih suzbijanju štetnih vrsta insekata, ali toksičnih i za grinje – izmenila je status štetnosti tetranihida remeteći odnose između ovih fitofagnih grinja i njihovih prirodnih neprijatelja i/ili izazivajući pojavu rezistentnih populacija, najpre u zaštićenom prostoru, a potom i u polju. Nakon prvih većih i ozbiljnijih neuspeha u suzbijanju grinja organofosfatima i karbamatima, 40-ih i 50-ih godina sintetisani su i komercijalizovani prvi tzv. specifični akaricidi (azobenzen, hlorfenetol, hlorobenzilat, dikofol, tetradifon). Ova

jedinjenja, čiji je biološki profil delovanja obuhvatao uglavnom samo grinje, uspešno su suzbijala populacije tetranihida rezistentne na organofosfate i karbamate. Problem rezistentnosti nije trajno rešen, jer su relativno brzo detektovane populacije rezistentne na dikofol, tetradifon i druge specifične akaricide (Cranham i Helle, 1985), tako da je za prvom usledilo još nekoliko generacija strukturno raznovrsnih akaricida, usmerenih na različite biohemijske i fiziološke ciljeve u organizmu grinja. Među akaricidima uvedenim u primenu u poslednje dve decenije najviše je jedinjenja koja narušavaju energetski metabolizam i procese rasta. Pored specifičnih akaricida, za suzbijanje tetranihida registrovani su i piretroidi, derivati benzoiluree i drugi insekticidi sa značajnim akaricidnim delovanjem (Knowles, 1997; Dekeyser, 2005; Krämer i Schirmer, 2007; Lümmer, 2007), među kojima ima i proizvoda prirodnog porekla (Copping i Duke, 2007; Isman i Akhtar, 2007). U akaricide treba ubrojiti i supstance koje na grinje deluju fizički, kao i biološke agense formulisane kao pesticidni preparati i primenjene po „hemijskom obrascu“ (Beattie i sar., 2002; Faria i Wraight, 2007).

Neuspesi organofofata u suzbijanju grinja paučinara otvorili su i pitanje delovanja ovih jedinjenja na prirodne neprijatelje – predatore, pitanje koje se postavljalo i pred prvu i naredne generacije specifičnih akaricida. Poznavanje fiziološke selektivnosti, odnosno komparativne toksičnosti akaricida za predatora i plen, suštinski je značajno za definisanje programa integracije hemijskih i bioloških mera suzbijanja tetranihida (Blümel i sar., 1999). Pored selektivnosti akaricida, o čemu će biti više reči kasnije, značajno je poznavanje i njihovih subletalnih efekata. Osim što ubijaju grinje, akaricidi mogu i da izazovu promene fiziologije i/ili ponašanja preživelih jedinki. Poznati primeri prenamnoženja tetranihida nakon tretiranja nekim piretroidima objašnjavaju se kombinacijom više faktora – većom osetljivošću predatora na piretroide u poređenju sa plenom, repelentnim delovanjem i većom disperzijom, ali i uticajem na biološke parametre tetranihida (stimulisanje reprodukcije, skraćenje vremena razvika, promena odnosa polova u korist ženki) čiji je rezultat veća stopa populacionog rasta (Gerson i Cohen, 1989). S druge strane, zabeležena je i redukcija fekunditeta tetranihida preživelih tretiranja nekim piretroidima (Holland i Chapman, 1994; Bowie i sar., 2001). I specifični akaricidi značajno redukuju reproduktivni kapacitet preživelih jedinki, čak i u koncentracijama znatno nižim od preporučenih za primenu (Sekulić, 1997; Li i sar., 2005; Kim i sar., 2006; Marčić, 2003b, 2005, 2007; Marčić

i sar., 2010), što može da bude bitan element prilikom definisanja programa integracije hemijskih i bioloških mera suzbijanja tetranihida.

Primer neonikotinoida pokazuje da i insekticidi čija su akaricidna svojstva praktično zanemarljiva mogu da utiču na populacije grinja paučinara. Značajan porast brojnosti populacija *P. ulmi* i *T. urticae* registrovan je nakon tretiranja imidaklopridom i drugim jedinjenjima iz ove grupe primenjenim za zaštitu ukrasnog bilja (Sclar i sar., 1998), hmelja (James i sar., 2001) i jabuke (Beers i sar., 2005). Kao i kod piretroida, ukazivano je na nekoliko faktora, a eksperimentalno su testirani eventualni subletalni efekti neonikotinoda na reprodukciju *T. urticae*. Tako su James i Price (2002) zabeležili značajno veći fekunditet ženki tretiranih imidaklopridom; s druge strane, Ako i sar. (2004, 2006) su ustanovili da ovaj insekticid redukuje broj položenih jaja kod nekih sojeva *T. urticae*, dok kod drugih nije bilo značajnih razlika između kontrole i tretmana. Imajući u vidu da neonikotinoidi zauzimaju sve veći deo globalnog tržišta pesticida, dalja istraživanja odnosa između ovih jedinjenja i grinja imaju veliki praktični značaj.

Eriofidne grinje su, po pravilu, visokoosetljive na većinu akaricida koji se koriste za suzbijanje tetranihida. S druge strane, insekticidi benzoiluree visoko su toksični za eriofide, dok njihov efekat na tetranihide nema veći praktičan značaj. Pored toga, sekundarna akaricidna svojstva pojedinih fungicida (ditiokarbamati, benzimidazoli, tolilfluaniid) izraženija su kada je u pitanju delovanje na eriofide, nego na grinje paučinare (Childers i sar., 1996; Van Leeuwen i sar., 2009b). Primena piretroida i drugih neselektivnih jedinjenja, kao i postepena zamena akaritoksičnih fungicida novijim fungicidima, povezuje se sa prenamnoženjem populacija *A. schlechtendali* i izmenom statusa štetnosti ove vrste (Easterbrook, 1996; Croft i Slone, 1998). Takođe, jedna od posledica povlačenje endosulfana sa tržišta je obnovljen status štetnosti vrste *P. avellanae*. Kod eriofida koje vode skriveni način života, osnovni preduslov uspešnog suzbijanja je usklađivanje rokova primene akaricida sa bioekologijom tih vrsta; u tom smislu, najpovoljnije rešenje je primena akaricida dugotrajnijeg delovanja, usmerenih protiv adulta koji tragaju za skloništem u pupoljcima ili pogodnim mestima za indukciju gala (Van Leeuwen i sar., 2009b).

Među akaricidima koji se koriste za suzbijanje tetranihida i eriofida ima i jedinjenja potencijalno toksičnih za tarzonemide i akaride (Zhang, 2003). Zbog malih dimenzija i kratkog životnog ciklusa, *P. latus*, *P. pallidus* i druge tarzonemide se često detektuju tek kad

Tabela 1. Lista akaricida i insektoakaricida grupisanih prema mehanizmu/primarnom mestu delovanja na osnovu IRAC klasifikacije (IRAC, 2009)

Mehanizam/primarno mesto delovanja	Aktivne materije	Aneks I	Srb
Nervni sistem			
Inhibitori acetilholin-esteraze	Organofosfati	+ ¹⁾	+
	Karbamati	+ ²⁾	-
Modulatori Na-kanala	Piretroidi	+ ³⁾	+
Antagonisti Cl-kanala koje aktivira GABA	Endosulfan	-	+
Alosterični aktivatori nikotinskih receptora acetilholina	Spinosad	+	+
Aktivatori Cl-kanala	Abamektin	+	+
	Milbemektin	+	-
Agonisti receptora oktopamina	Amitraz	-	+
Rast i razviće			
Inhibitori rasta grinja	Klofentezin	+	+
	Heksitiazoks	-	+
Inhibitori biosinteze hitina	Benzoiluree	+ ⁴⁾	+
	Etoksazol ⁵⁾	+	-
Inhibitori acetil CoA karboksilaze	Spirodiklofen	(+)	+
	Spiromesifen	(+)	-
	Spirotetramat	(+)	-
Energetski metabolizam			
Inhibitori mitohondrijalne ATP sintaze	Diafentiuron	-	-
	Azociklotin	-	-
	Ciheksatin	-	-
	Fenbutatin-oksidi	-	-
	Propargit	-	+
	Tetradifon	-	-
Dekuplari oksidativne fosforilacije	Hlorfenapir	-	-
Inhibitori mitohondrijalnog kompleksa I	Fenazakvin	-	+
	Fenpiroksimat	+	+
	Piridaben	-	-
	Tebufenpirad	+	-
Inhibitori mitohondrijalnog kompleksa II	Cienopirafen	- *	-
Inhibitori mitohondrijalnog kompleksa III	Acehinocil	(+)	-
	Fluakripirim	- *	-
	Bifenazat ⁶⁾	+	-
Nedovoljno poznat mehanizam delovanja			
	Azadirahatin	-**	-
	Benzoksimat	-	-
	Dikofol	-	-
	Hinometionat	-	-

Aneks I = status prema Direktivi Evropske Unije 91/414 (EU, 2010)

+ uključen; (+) na čekanju/u postupku; - nije uključen

Srb = status u Republici Srbiji: + registrovan, - nije registrovan

* nije registrovan u EU

** povučen sa tržišta, aplikacija za uključivanje u Aneks I ponovo podneta

¹⁾ dimetoat, hlorpirifos, hlorpirifos-metil²⁾ formetanat³⁾ cipermetrin, ciflutrin⁴⁾ diflubenzuron, teflubenzuron, lufenuron⁵⁾ inhibicija biosinteze hitina (Nauen and Smagghe, 2006)⁶⁾ inhibicija mitohondrijalnog kompleksa III (van Nieuwenhuysse et al., 2009)

njihova brojnost pređe prag štetnosti. Hemijsko suzbijanje vrste *P. pallidus* dodatno otežava i činjenica da je relativno dobro zaštićena u pupoljcima i drugim skrovitim mestima na biljkama domaćinima (Zhang, 2003; Petanović, 2004; Venzon i sar., 2008). Potencijalno visoka efikasnost u suzbijanju ove vrste može se očekivati od akaricida koji se odlikuju značajnijim translaminarnim kretanjem, kao što su abamektin i milbemektin (Zalom i sar., 2009).

Pored metil-bromida i drugih fumiganata, za suzbijanje *Tyrophagus* i *Rhizoglyphus* vrsta najviše i najduže se primenjuju organofosforne kontaktne insekticidi. Kao zamena za organofosfate pominju se piretroidi (permtrin, deltametrin, bifentrin), drugi sintetski insekticidi (regulatori rasta) i njihove kombinacije, proizvodi prirodnog (biljnog) porekla, inertna prašiva (Collins, 2006). Vrste iz roda *Rhizoglyphus* pokazale su se kao generalno tolerantne na većinu piretroida i specifičnih akaricida (Diaz i sar., 2000; Zhang, 2003).

U tabeli 1 prikazana je lista akaricida i insektoakaricida, grupisanih prema poznatom mehanizmu i ciljnom mestu delovanja, na osnovu IRAC klasifikacije (IRAC, 2009) i drugih referenci (Nauen i Smaghe, 2006; Van Leeuwen i sar., 2009a; Van Nieuwenhuysen i sar., 2009). Osim nastojanja da se razvojem novih jedinjenja prevaziđe problem rezistentnosti i/ili nađe rešenje za uspešno suzbijanje grinja, portfolio akaricida oblikuju i javni zahtevi za registrovanjem jedinjenja sa što povoljnijim ekotoksikološkim karakteristikama, izraženi kroz zakonsku regulativu koja može da bude vrlo restriktivna. Direktiva Evropske unije 91/414, koja je stupila na snagu 1993. godine, postavila je zaštitu životne sredine i zdravlja čoveka kao princip za reevaluaciju postojećih i registraciju novih pesticida u zemljama članicama. Od 1231 aktivne supstance, koliko je bilo registrovano na tržištu Unije, u Aneks I pesticida prihvatljivih iz perspektive njihovog uticaja na zdravlje čoveka i životnu sredinu uključene su 344 supstance ili oko 30%. Što se tiče akaricida i insektoakaricida, od 101 aktivne supstance na Aneksu I se nalazi 17 (ne računajući masne i druge kiseline i slična jedinjenja), uz još četiri aktivne supstance na čekanju, odnosno u postupku evaluacije (EU, 2010). Od 17 aktivnih supstanci uključenih u Aneks I, u Srbiji se u prometu nalazi 13, uključujući i one koje nisu zvanično registrovane za suzbijanje grinja. Eliminisanje velikog broja jedinjenja izazvalo je reakciju jednog broja evropskih naučnika i stručnjaka koji upozoravaju da industrija pesticida nema dovoljno kapaciteta da prati tempo isključivanja pesticida iz prometa i ponudi nova rešenja.

U drugom delu rada biće reči o novijim akaricidima i insektoakaricidima, ali i o nekim starijim supstancama i agensima, čiji je značaj ponovo aktuelizovan, kao i o 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.

LITERATURA

AGRIS: Acarien jaunes commun, 2001.

<http://www.agris.be/fr/grcult/betsuc/acarien.asp>

Ako, M., Borgemeister, C., Poehling, H.M., Elbert, A. and Nauen, R.: Effect of neonicotinoid insecticides on the bionomics of twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 97: 1587-1594, 2004.

Ako, M., Poehling, H.M., Borgemeister, C. and Nauen, R.: Effect of imidacloprid on the reproduction of acaricide-resistant and susceptible strains of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Pest Management Science*, 62: 419-424, 2006.

Anonymous: *Eotetranychus lewisi*. OEPP/EPPO Bulletin, 36: 161-163, 2006.

Anonymous: Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries, 2010. http://www.agroatlas.ru/en/content/pests/Tetranychus_viennensis/

Auger, P., Guichou, S. and Kreiter, S.: Variations in acaricidal effect of wettable sulfur on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): effect of temperature, humidity and life stage. *Pest Management Science*, 59: 559-565, 2003.

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.

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): 1-10, 2005.

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.

Bolland, H.R., Gutierrez, J. and Flechtmann, C.H.W.: World Catalogue of the Spider Mite Family (Acari: Tetranychidae), with References to Taxonomy, Synonymy,

Host Plants and Distribution. Leiden: Brill Academic Publishers, 1998, pp.1-392.

Bowie, M.H., Worner, S.P., Krips, O.E. and Penman, D.R.: Sublethal effects of esfenvalerate residues on pyrethroid resistant *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae) and its prey *Panonychus ulmi* and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 25: 311-319, 2001.

Carbonelle, S., Hance, T., Migeon, A., Baret, P., Cros-Arteil, S. and Navajas, M.: Microsatellite markers reveal spatial genetic structure of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) along latitudinal gradient in Europe. *Experimental and Applied Acarology*, 41: 225-241, 2007.

Carew, M.E., Goodisman, M.A.D. and Hofmann, A.A.: Species status and population genetic structure of grapevine eriophyoid mites. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 111: 87-96, 2004.

Carew, M., Schiffer, M., Umina, P., Weeks, A. and Hofmann, A.: Molecular markers indicate that the wheat curl mite *Aceria tosichella* Keifer, may represent a species complex in Australia. *Bulletin of Entomological Research*, 99: 479-486, 2009.

Childers, C.C., Easterbrook, M.A. and Solomon, M.G.: Chemical control of eriophyoid mites. In: *Eriophyoid Mites – Their Biology, Natural Enemies and Control* (Lindquist E.E., Sabelis M.W., Bruin, J., eds.), Elsevier, Amsterdam, 1996, pp. 695-726.

Collins, D.A.: A review of alternatives to organophosphorus compounds for the control of storage mites. *Journal of Stored Product 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 Duke, S.O.: Natural products that have been used commercially as crop protection agents – a review. *Pest Management Science*, 63: 524-554, 2007.

Cranham, J.E.: Pome fruit pest management in Northern Europe. *Scientific Horticulture*, 33: 100-112, 1982.

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 Slone, D.H.: Perturbation of regulated apple mites: immigration and pesticide effects on outbreaks of *Panonychus ulmi* and associated mites (Acari: Tetranychidae, Eriophyidae, Phytoseiidae and Stigmaeidae). *Environmental Entomology*, 27: 1548-1556, 1998.

Cruickshank, R.H.: Molecular markers for the phylogenetics of mites and ticks. *Systematic & Applied Acarology*, 7: 3-14, 2002.

DAISIE: Handbook of Alien Species in Europe. Springer, Dordrecht, 2009 <http://www.europe-aliens.org/>

Dekeyser, M.A.: Acaricide mode of action. *Pest Management Science*, 61: 103-110, 2005.

Diaz, A., Okabe, K., Eckenrode, C.J., Villani, M.G. and O'Connor, B.M.: Biology, ecology and management of the bulb mites of the genus *Rhizoglyphus* (Acari: Acaridae). *Experimental and Applied Acarology*, 24: 85-113, 2000.

Dowling, A.P.G., Ochoa, R. and Beard, J.J.: Preliminary results on phylogeographic patterns of the invasive red palm mite *Raoiella indica* (Prostigmata: Tenuipalpidae). *Proceedings of the 6th European Congress – Integrative Acarology*, Montpellier, France, 2008, pp. 147-154.

Duso, C., Castagnoli, M., Simoni, S. and Angeli, G.: The impact of eriophzoids on crops: recent issues on *Aculus schlechtendali*, *Calepitrimerus vitis* and *Aculops lycopersici*. *Experimental and Applied Acarology*, DOI 10.1007/s10493-009-9300-0, 2009.

Easterbrook, M.A.: Damage and control of eriophyoid mites in apple and pear. In: *Eriophyoid Mites – Their Biology, Natural Enemies and Control* (Lindquist E.E., Sabelis M.W., Bruin J., eds.), Elsevier, Amsterdam, 1996, pp. 527-541.

Emmanouil, N.G. and Papadoulis, G.T.: *Panonychus citri* (McGregor (Tetranychidae) and *Eriophyes medicaginis* (Eriophyidae): two important phytophagous mites recorded for the first time in Greece. *Entomologica Hellenica*, 5: 3-6, 1987.

Enigl, M. and Schausberger, P.: Incidence of the endosymbionts *Wolbachia*, *Cardinium* and *Spiroplasma* in phytoseiid mites and associated prey. *Experimental and Applied Acarology*, 42: 75-85, 2007.

Escudero, L.A. and Ferragut, F.: Life-history of predatory mites *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidea) on four spider mite species as a prey, with special reference to *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). *Biological Control*, 32: 378-384, 2005.

EU: EU Pesticide Database: http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm
Datum pristupa: 21. januar 2010.

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.

Fenton, B.: Speciation and biogeography in eriophyid mites: a review. In: *Acarid Phylogeny and Evolution. Adaptation in Mites and Ticks* (Bernini F., Nanneli R., Nuzzaci G., De Lillo E., eds.), Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 2002, pp. 27-34.

Fenton, B., Malloch, G., Brennan, R., Jones, A.T., Gordon, S., McGavin, W. and Birch, A.N.E.: Taxonomic evaluation of the three reputed species of *Cecidophyopsis* mite on *Ribes*. VI

International Symposium on Rubus and Ribes, Skierniewice, Poland – Acta Horticulturae, 352: 535-538, 1993.

Fenton, B., Malloch, G., Jones, A.T., Amrine, J.W., Gordon, S.C., A'Hara, S., McGavin, W.J. and Birch, A.N.E.: Species identification of *Cecidophyopsis* mites (Acari: Eriophyoidea) from different *Ribes* species and countries using molecular genetics. *Molecular Ecology*, 4: 383-387, 1995.

Fenton, B., Birch, A.N.E., Malloch, G., Lanman, P.G. and Brennan, R.M.: Gall mite molecular phylogeny and its relationship to the evolution of plant host specificity. *Experimental and Applied Acarology*, 24: 831-861, 2000.

Gerson, U.L.: Biology and control of the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Experimental and Applied Acarology*, 13: 163-178, 1992.

Gerson, U. and Cohen, E.: Resurgence of spider mites (Acari: Tetranychidae) induced by synthetic pyrethroids. *Experimental and Applied Acarology*, 6: 29-46, 1989.

Gerson, U., Smiley, R.L. and Ochoa, R.: Mites (Acari) for Pest Control. Blackwell Science Ltd., Oxford, UK, 2003.

Grbić, M., Navajas, M. and Grbić, V.: Whole genome sequencing of *Tetranychus urticae*: novel genomic tools in acarological research. Proceedings of the 6th European Congress – Integrative Acarology, Montpellier, France, 2008, pp. 16-21.

Grissa-Lebdi, K., Van Impe G. and Lebrun, P.: Demographic traits of *Eotetranychus pruni* from Belgian and Tunisian orchards, in comparison with *Tetranychus urticae*. *Experimental and Applied Acarology*, 26: 209-217, 2003.

Helle, W. and Sabelis, M.W. (eds.): Spider Mites, Their Biology, Natural Enemies and Control, Vol. 1A & 1B, Elsevier, Amsterdam, 1985.

Holland, J.M. and Chapman, R.B.: A comparison of the toxic and sub-lethal effects of fluvalinate and esfenvalerate on the twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 18: 3-22, 1994.

Huffaker, C.B., Van de Vrie, M. and McMurtry, A.J.: Ecology of tetranychid mites and their natural enemies. *Hilgardia*, 40: 391-548, 1970.

Hughes, A.M.: The Mites of Stored Food and Houses, 2nd ed. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Technology Bulletin, London, UK, No. 9, 1976.

Injac, M. i Bursać, P.: Pojava *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) Tarsonemidae na paprici. <http://www.agrosava.co.yu/publikacije/siroka%20grinja.pdf>. 2005.

IRAC: Mode of Action Classification, Version 6.3. Issued July 2009. www.irc-online.org

Isman, M.B. and Akhtar, Y.: Plant natural products as a source for developing environmentally acceptable insecti-

cides. In: *Insecticide Design Using Advanced Technologies* (Ishaaya I., Nauen R., Horowitz R., eds.), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2007, pp. 235-248.

James, D.C. and Price, T.S.: Fecundity in twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) is increased by direct and systemic exposure to imidacloprid. *Journal of Economic Entomology*, 95: 729-732, 2002.

James, D.C., Price, T., Wright, L.C., Coyle, J. and Perez, J.: Mite abundance and phenology on commercial and escaped hops in Washington state, USA. *International Journal of Acarology*, 27: 151-156, 2001.

Jensen, S.G., Lane, L.C. and Seifers, D.L.: A new disease of maize and wheat in the high plains. *Plant Disease*, 80: 1387-1390, 1996.

Jeppson, L.R., Keifer, H.H. and Baker, E.W.: Mites Injurious to Economic Plants. Univ. Calif. Press., 1975, pp. 1-614.

Kafil, M., Allabyari, H. and Saboori, A.: Effects of host plants on developmental time and life table parameters of *Amphitetranynchus viennensis* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 42: 273-281, 2007.

Kasap, I.: Life history of hawthorn spider mite *Amphytetranychus viennensis* (Acarina: Tetranychidae) on various cultivars and different temperatures. *Experimental and Applied Acarology*, 31: 79-91, 2003.

Kasuga, S. and Amano, H.: Survey for the genus *Tyrophagus* and its damage in spinach crop with view to develop its pest management strategy. *Journal of Acarological Society of Japan*, 9: 31-42, 2000.

Kasuga, S. and Amano, H.: Seasonal prevalence and susceptibility to agrochemicals of *Tyrophagus similis* (Acari: Acaridae) in spinach buds and agricultural soil under greenhouse conditions. *Experimental and Applied Acarology*, 30: 279-288, 2003.

Kasuga, S. and Amano, H.: Spatial distribution of *Tyrophagus similis* (Acari: Acaridae) in agricultural soils under greenhouse conditions. *Applied Entomology and Zoology*, 40: 507-511, 2005.

Keifer, H.H.: *Eriophyid Studes C-6*. ARS, USDA, 1972, p. 21.

Kim, M.K., Sim, C., Shin, D., Sub, E. and Cho, K.: Residual and sublethal effects of fenpyroximate and pyridaben on the instantaneous rate of increase of *Tetranychus urticae*. *Crop Protection*, 25: 542-548, 2006.

Kitajima, E.W., Chagas, C.M. and Rodrigues, J.C.V.: *Brevipalpus* – transmitted plant viruses and virus-like diseases: cytopathology and some recent cases. *Experimental and Applied Acarology*, 30: 135-160, 2003.

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.

- Krämer, W. and Schirmer, U. (eds.):** Modern Crop Protection Compounds, Vol. 3. WILEY – VCH Verlag GmbH & Co., Weinheim, Germany, 2007.
- Koehler, C.S., Allen, W.W. and Costello, L.R.:** Fuchsia gall mite management. California Agriculture, 39: 10-12, 1985.
- Kousik, C., Levi, A., Simmons, A., Hassell, R. and Shepard, B.:** Broad Mite (*Polyphagotarsonemus latus*) infestation and injury in watermelon and potential sources of resistance. HortScience, 42(3): 453, 2007.
- Kumar, P.L., Fenton, B., Duncan, G.H. and Jones, A.T.:** Identification of *Cecidiophyopsis* mites (Acari: Eriophyidae) based on variable simple sequence repeats of ribosomal DNA internal transcribed spacer-1 sequences via multiplex PCR. Insect Molecular Biology, 8: 347-357, 1999.
- Lemmetty, A., Tikkanen, M., Tuovinen, T. and Lehto, K.:** Identification of different *Cecidiophyopsis* mites on *Ribes* in Finland. X International Symposium on Small Fruit Virus Diseases, Valencia, Spain – Acta Horticulturae, 656: 115-118, 2001.
- Li, D., Tian, J. and Shen, Z.:** Assessment of sublethal effects of clofentezine on life-table parameters in hawthorn spider mite (*Tetranychus viennensis*). Experimental and Applied Acarology, 38: 255-275, 2005.
- Lindquist, E.E., Sabelis, M.W. and Bruin, J. (eds.):** Eriophyoid Mites – Their Biology, Natural Enemies and Control. Elsevier, Amsterdam, 1996.
- 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. 197-215.
- MacLeod, A.:** Pest Risk Analysis for *Tetranychus evansi*. Central Science Laboratory, Sand Hutton, York, UK, 2005.
- Marčić, D.:** Rezistentnost grinja-paučinara (Acari: Tetranychidae) na akaricide. Pesticidi, 18(3): 133-158, 2003a.
- Marčić, D.:** The effects of clofentezine on life-table parameters in two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. Experimental and Applied Acarology, 30: 249-263, 2003b.
- Marčić, D.:** Sublethal effects of tebufenpyrad on the eggs and immatures of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. Experimental and Applied Acarology, 36: 177-185, 2005.
- 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., 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.
- Migeon, A., Ferragut, F., Knapp, M., Escudero-Colomar, L.A., Fiaboe, K.K., deMoraes, G.J., Ueckermann, E. and Navajas, M.:** Potential distribution of invasive mite *Tetranychus evansi* (Tetranychidae) in Mediterranean region. Proceedings of the 6th European Congress – Integrative Acarology, Montpellier, France, 2008, pp. 155-162.
- Milenković, S., Petanović, R., Jevremović, D., Milijašević, S. i Tanasković, S.:** Aktuelna istraživanja u oblasti zaštite voćaka. Voćarstvo, 40: 367-378, 2006.
- Miličević, G.:** Ustavno-pravni i zakonodavni aspekti zaštite i očuvanja biodiverziteta u Saveznoj Republici Jugoslaviji. U: Biodiverzitet Jugoslavije sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja (Stevanović V., Vasić V., urednici), Biološki fakultet i Ecolibri, Beograd, 1995, str. 57-74.
- Monteiro, L.B.:** Occurrence of *Polyphagotarsonemus latus* Banks, Acari: Tarsonemidae, on grapevine in Bento Gonsalves, Rio Grande do Sul, Brazil. Anais da Sociedade Entomologica do Brasil, 23: 349-350, 1994.
- Nachappa, P., Margolies, D.C., Nechols, J.R. and Loughin, T.:** *Phytoseiulus persimilis* response to herbivore-induced plant volatiles as a function of mite-days. Experimental and Applied Acarology, 40: 231-239, 2006.
- Nauen, R. and Smagghe, G.:** Mode of action of etoxazole. Pest Management Science, 62: 379-382, 2006.
- Navajas, M. and Fenton, B.:** The application of molecular markers in the study of diversity in acarology: a review. Experimental and Applied Acarology, 24: 751-774, 2000.
- Navajas, M. and Navia, D.:** DNA-based methods for eriophyoid mite studies: review, critical aspects, prospects and challenges. Experimental and Applied Acarology, DOI 10.1007/s10493-009-9301-z, 2009.
- Navajas, M., Cotton, D., Kreiter, S. and Gutierrez, J.:** Molecular approach in spider mites (Acari: Tetranychidae): preliminary data on ribosomal DNA sequences. Experimental and Applied Acarology, 15: 211-218, 1992.
- Navajas, M., Fournier, D., Lagnel, J. and Boursot, P.:** Mitochondrial COI sequences in mites: evidence for variation in base composition. Insect Molecular Biology, 5: 1-5, 1996.
- Navajas, M., Migeon, A., Estrada-Péna, A., Maillieux, A.C., Servigne, P. and Petanović, R.:** Mites. In: Arthropod Invasions in Europe (Roques A. J.Y., Rasplus W., Rabistch C., Lopez-Vaamonde M., Kenis W., Nentwig D., Roy P.E., eds.), Pensoft Publ., 2010. (in press)
- Navajas, M., Migeon, A., Tixier-Garcin, M.S. and Kreiter, S.:** Studies of phytophagous mites. Biological control, biodiversity, and ecology in plant protection. Agropolis International, 4: 15, 2007a.
- Navajas, M., Migeon, A., Tixier-Garcin, M.S. and Kreiter, S.:** A multidisciplinary study on spider mite *Tetranychus evansi* Baker and Prichard, a recent arrival in

Europe. Biological Control, Biodiversity, and Ecology in Plant Protection, 4: 17-18, 2007b.

Navajas, M., Tsagakarakov, A., Lagnel, J. and Perrot-Minnot, J.M.: Differentiation in *Tetranychus urticae* (Acari:Tetranychidae): polymorphism, host races or sibling species? Experimental and Applied Acarology, 24: 365-376, 2000.

Navia, D., De Moraes, G.J., Roderick, G. and Navajas, M.: The invasive coconut mite *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae): Origin and invasion sources inferred from mitochondrial (16S) and nuclear (ITS) sequences. Bulletin of Entomological Research, 95: 505-516, 2005.

Navia, D., Ochoa, R., Welbourn, C. and Ferragut, F.: Adventive eriophyoid mites: a global review of their impact, pathways, prevention and challenges. Experimental and Applied Acarology,

DOI 10.1007/s10493-009-9327-2, 2009.

NCBI: National Center for Biotechnology Information. US National Library of Medicine, 2009. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

Novelli, V.M., Freitas-Astúa, J., Arrivabem, F., Locali-Fabris, E.C., Hill, M.E., Gotwald, T.R. and Machado, M.A.: Effects of temperature, storage period and the number of individuals on the detection of the false spider mite *Cardinium* endosymbiont. Experimental and Applied Acarology, 42: 17-21, 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.

Ostojá-Strazewski, J.C. and Matthews, L.: *Aceria tulipae* (Keifer) (Acari: Eriophyidae) on imported onion sets, and present status in Britain. Entomologist's Monthly Magazine, 145: 61-68, 2009.

Ostojá-Strazewski, J.C., Eyre, D., Cannon, R.J. and Bartlett, P.: Update on Fuchsia gall mite *Aculops fuchsiae* Keifer. Plant pest notice, CSL, Sand Hutton, York, UK, No. 51, 2007.

Palevsky, E., Soroker, V., Weintraub, P., Mansour, F., Abu-Moach, F. and Gerson, U.: How specific is the phoretic relationship between broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae), and its insect vectors? Experimental and Applied Acarology, 25: 217-224, 2001.

Pérez-Santiago, G., Otero-Colina, G., González Hernández, V.A., Ramírez Guzmán, M.E., González Hernández, H. and López Jiménez, A.: The population level of *Eotetranychus lewisi* and concentration of carbohydrates in peach trees. Experimental and Applied Acarology, 43: 255-263, 2007.

Perring, T.M.: Vegetables. In: Eriophyoid Mites – Their Biology, Natural Enemies and Control (Lindquist E.E., Sabelis M.W., Bruin J., eds.), Elsevier, Amsterdam, 1996, pp. 593-606.

Petanović, R.: Eriofidne grinje u Jugoslaviji. Naučna knjiga, Beograd, 1988, str. 1-159.

Petanović, R.: Uloga grinja (*Acari*) u biološkoj borbi. I. Primena u voćnjacima i vinogradima. Zaštita bilja, 44 (1), 203: 5-20, 1993.

Petanović, R.: Rđanje listova i plodova jabuke, prouzrokovaoč – eriofida *Vasates schlechtendali* (Nal.). Biljni lekar, 4: 468-469, 1997.

Petanović, R.: Eriofide kruške. Biljni lekar, 5: 437-442, 1998a.

Petanović, R.: Štetne grinje vinove loze. Biljni lekar, 3: 255-261, 1998b.

Petanović, R.: *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) – nova tropska vrsta štetnih grinja u našoj zemlji. Biljni lekar, 4: 357-360, 1998c.

Petanović, R.: Štetne grinje ukrasnih biljaka - Atlas. Geografik, Beograd, 2004.

Petanović, R. i Vidović, B.: Grinje paučinari (Tetranychoida) – štetočine u zaštićenom prostoru. Biljni lekar, 5: 553-561, 2009.

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.

Royalty, R.N. and Perring, T.M.: Morphological analysis of damage to tomato leaflets by tomato russet mite (Acari: Eriophyidae). Journal of Economic Entomology, 81: 816-820, 1988.

Saunyma, I.G.M. and Knapp, M.: Effects of pruning and trellising of tomatoes on red spider mite incidence and crop yield in Zimbabwe. African Crop Science Journal, 11: 269-277, 2003.

Sciar, D.C., Gerace, D. and Cranshaw, W.S.: Observations of population increases and injury by spider mites (Acari: Tetranychidae) on ornamental plants treated with imidacloprid. Journal of Economic Entomology, 91: 250-255, 1998.

Sekulić, D.R.: Promena parametara populacionog rasta *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) pod uticajem heksitiazoksa. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, 1997.

Shimoda, T.: A key volatile infochemical that elicits a strong olfactory response of the predatory mite *Neoseiulus californicus*, an important natural enemy of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. Experimental and Applied Acarology, 50: 9-22, 2010.

- Smith, I.M., McNamara, D.G., Scott, P.R. and Holderness, M. (eds.):** Quarantine Pests for Europe. CAB International and EPP0 Oxford University Press, 1997, pp. 1-1440.
- Stojnić, B. i Petanović, R.:** Dominantne vrste epifilnih grinja (*Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae*) jabučastih i koštičavih voćaka u Srbiji. Biljni lekar, 5: 543-549, 1997.
- Stojnić, B. i Petanović, R.:** Štetne grinje jabuke. Biljni lekar, 6: 523-526, 2000.
- Tanigoshi, L.K., Hoyt, S.C. and Croft, B.A.:** Basic biology and management components for mite pests and their natural enemies. In: Integrated Management of Insect Pests of Pome and Stone Fruit (Croft B.A., Hoyt S.C., eds.), John Wiley & Sons, USA, 1983, pp. 153-200.
- Toda, S., Dsakabe, Mb. and Kozamaki, S.:** Interspecific diversity of mitochondrial COI sequences in Japanese *Panonychus* species (Acari: Tetranychidae). Experimental and Applied Acarology, 24: 821-829, 2000.
- Tsagkarakou, A., Navajas, M., Rousset, F. and Pasteur, N.:** Genetic differentiation in *Tetranychus urticae* (Acari:Tetranychidae) from greenhouses in France. Experimental and Applied Acarology, 23: 365-378, 1999.
- Tsolakis, H., Ragusa, E. and Ragusa Di Chiara, S.:** *Polyphagotarsonemus latus*, una vecchia consolenza degli agrumeti siciliani. Informatore Fitopatologico, 11: 17-20, 1998.
- Uesugi, R., Kunimoto, Y. and Osakabe, Mb.:** The fine-scale structure of the two-spotted spider mite in a commercial greenhouse. Experimental and Applied Acarology, 47: 99-109, 2009a.
- Uesugi, R., Sasawaki, T. and Osakabe, Mb.:** Evidence of a high level of gene flow among apple trees in *Tetranychus urticae*. Experimental and Applied Acarology, 49: 281-290, 2009b.
- Van de Vrie, M.:** Apple. In: Spider Mites, Their Biology, Natural Enemies and Control (Helle W., Sabelis M.W., eds.), Vol. 1B, Elsevier, Amsterdam, 1985, pp. 311- 325.
- Van Leeuwen, T., Vontas, J., Tsagkarakou, 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., 2009a, 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, DOI 10.1007/s10493-009-9312-9, 2009b.
- Van Nieuwenhuysse, P., Van Leeuwen, T., Khajebali, J., Vanbolme, B. and Tirry, L.:** Mutations in the mitochondrial cytochrome *b* of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) confer cross-resistance between bifentazate and acequinocyl. Pest Management Science, 65: 404-412, 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.
- Vidović, B., Cvrković, T., Stanisavljević, Lj. i Petanović R.:** Morfometrijska analiza, ultrastruktura i molekularni pristup u taksonomskoj evaluaciji eriofida iz roda *Aceria* (Acari: Eriophyoidea) sa biljaka domaćina iz roda *Cirsium* (Asteraceae). Plenarni referati i rezimei Simpozijuma entomologa Srbije, Soko Banja, 2009, str. 15.
- Vitorović, S.:** Uslovi za primenu koncepta organske poljoprivrede. Pesticidi, 9(2): 85-92, 1994.
- Weeks, A.R., Van Opijnen, T. and Breeuwer, J.A.J.:** AFLP fingerprinting for assessing intraspecific variation and genome mapping in mites. Experimental and Applied Acarology, 24: 775-793, 2000.
- Zalom, F.G., Thompson, P.B. and Nicola, N.:** Cyclamen mite, *Phytonemus pallidus* (Banks) and other tarsonemid mites in strawberries. VI International Strawberry Symposium, Huelva, Spain – Acta Horticulturae, 842: 243-246, 2009.
- Zemek, R., Nachman, G. and Růžickova, S.:** How does *Phytoseiulus persimilis* find its prey when foraging within bean plant? Proceedings of the 6th European Congress – Integrative Acarology, Montpellier, France, 2008, pp. 390-393.
- Zhang, Z.O.:** Mites of Greenhouses, Identification, Biology and Control. CABI Publishing, CAB International, Wallingford, UK, 2003.

Mite Pests in Plant Crops – Current Issues, Inovative Approaches and Possibilities for Controlling Them (1)

SUMMARY

In the middle of the last century, mites moved into the focus of attention as pests relevant to agriculture, forestry and landscape horticulture, presumably in direct reaction to the “green revolution” that involved plant cultivation in large-plot monocropping systems, improved methods of cultivation, selection of high-yielding cultivars and intensified use of pesticides and mineral fertilizers. Agroecosystems in which phytophagous mites have become harmful organisms are primarily orchards, vineyards, greenhouses, urban greeneries, plant nurseries and stored plant products, as well as annual field crops to a somewhat lesser degree. Phytophagous mite species belong to a variety of spider mites (Tetranychidae), false spider mites (Tenuipalpidae), gall and rust mites (Eriophyoidae), tarsonemid mites (Tarsonemidae) and acarid mites (Acaridae). Most of these harmful species are widespread, some of them having more economic impact than others and being more detrimental as depending on various specificities of each outdoor agroecosystem in any particular climatic region.

The first segment of this overview focuses on the most significant mite pests of agroecosystems and urban horticultural areas in European countries, our own region and in Serbia today, primarily on species that have caused problems in recent years regarding plant production, and it also discusses various molecular methods available for investigating different aspects of the biology of phytophagous mites. Also, acaricides are discussed as a method of controlling mite pests in the light of the current situation and trends on pesticide markets in Serbia and the European Union member-countries.

Keywords: Phytophagous mites; Molecular methods; Acaricides