

Mladen ŠIMALA¹, Tatjana MASTEN MILEK², Maja PINTAR¹

¹Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo

Zavod za zaštitu bilja

²Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo

mladen.simala@hcphs.hr

ŠTITASTI MOLJCI (Hemiptera: Aleyrodidae) – GOSPODARSKI VAŽNI ŠTETNICI RAJČICE U ZAŠTIĆENOM PROSTORU

SAŽETAK

Dvije su vrste štitastih moljaca gospodarski važni štetnici koji napadaju rajčicu u zaštićenim prostorima u Hrvatskoj. To su staklenički štitasti moljac (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood 1856) i duhanov štitasti moljac (*Bemisia tabaci* Gennadius 1889). Izravne štete na biljkama uzrokuju odrasli razvojni stadiji i ličinke sisanjem biljnih sokova na listovima, a neizravne su štete povezane s prenošenjem patogenih virusnih oboljenja i s izlučivanjem medne rose na koju se sekundarno naseljavaju gljivice čađavice. U nasadima rajčice u zaštićenim prostorima štitasti moljci prisutni su tijekom cijele vegetacije, od faze presadnica do berbe. Suzbijanje se provodi kemijski insekticidima, biološki introdukcijom prirodnih neprijatelja i implementacijom različitih mjera integrirane zaštite.

Ključne riječi: rajčica, štitasti moljci, *Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisia tabaci*

UVOD

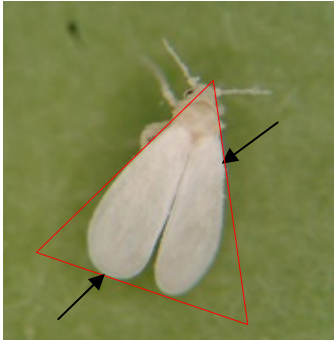



Štitasti moljci maleni su kukci, dugi oko 2 mm u odraslom stadiju, odnosno oko 0,2 do 1 mm u stadiju ličinke. Najvažniji su gospodarski štetnici rajčice koja se proizvodi u tlu ili u hidroponskom uzgoju u zaštićenim prostorima u Republici Hrvatskoj. Odrasli razvojni stadiji i ličinke hrane se sisanjem biljnih sokova na naličju listova te uzrokuju izravne i neizravne štete na biljkama. Staklenički štitasti moljac (*T.vaporariorum*) i duhanov štitasti moljac (*B. tabaci*) jedine su dvije vrste koje u nas imaju status štetnika u nasadima rajčice uzgajanim u staklenicima i plasticima. Obje su vrste strane, invazivne, kozmopolitske i izrazito polifagne. Vrsta *T. vaporariorum* potječe iz srednje i južne Amerike, proširena je u čitavom svijetu, a u Hrvatskoj je udomaćena na mnogobrojnim kulturnim i divljim biljnim vrstama na otvorenom i u zaštićenim prostorima već 50-ak godina. Najštetnija je u proizvodnji patlidžana, krastavca, rajčice, graha i paprike te mnogobrojnih vrsta ukrasnoga bilja u zaštićenom prostoru, a prema podacima literature u svijetu je zabilježeno 859 vrsta biljaka domaćina iz 121 porodice. Vrsta *B. tabaci* podrijetlom je iz Indije i Pakistana, otkuda se proširila na sve kontinente. Sve donedavno duhanov je štitasti moljac bio poznat kao štetnik usjeva u polju u tropskim i subtropskim područjima, poglavito pamuka, manioke, batata i duhana. Evolucijom izrazito polifagnoga

biotipa B, *B. tabaci* danas je u mnogim dijelovima svijeta postala štetnik na kulturama u zaštićenim prostorima, osobito rajčice, krastavca, paprike, tikvica i salate te brojnih vrsta ukrasnoga bilja. U Hrvatskoj je prvi put nađena 2000. (Žanić, 2001). U obalnom dijelu vrsta obitava na kulturnom bilju i na korovima na otvorenom i u zaštićenim prostorima, a u području Hrvatske s kontinentalnom klimom napada uglavnom različite vrste cvijeća u staklenicima i plastenicima, napose božićnu zvijezdu i hibiskus. Inozemna literatura navodi da se *B. tabaci* hrani na više od 600 različitih biljnih vrsta. U nasadima rajčice koja se uzgaja u zaštićenim prostorima u Hrvatskoj je prema štetnosti i visini populacija dominantna vrsta *T. vaporariorum*, a *B. tabaci* prisutna je sporadično, u mnogo nižim populacijama i najčešće u obliku mješovite, istovremene zaraze obje vrste. Međutim, *B. tabaci* potencijalno je znatno opasnija vrsta, jer prenosi vrlo destruktivan virus žućenja i kovrčavosti lista rajčice (*Tomato yellow leafcurl virus*), koji u slučaju zaraze u ranoj fazi razvoja može uzrokovati i 100 % gubitak uroda rajčice (Lapidot i sur., 1997; Dalmon&Marchoux, 2000). TYLCV nije zabilježen do sada u Hrvatskoj.

OPIS I RAZLIKOVANJE VRSTA *T. vaporariorum* i *B. tabaci*

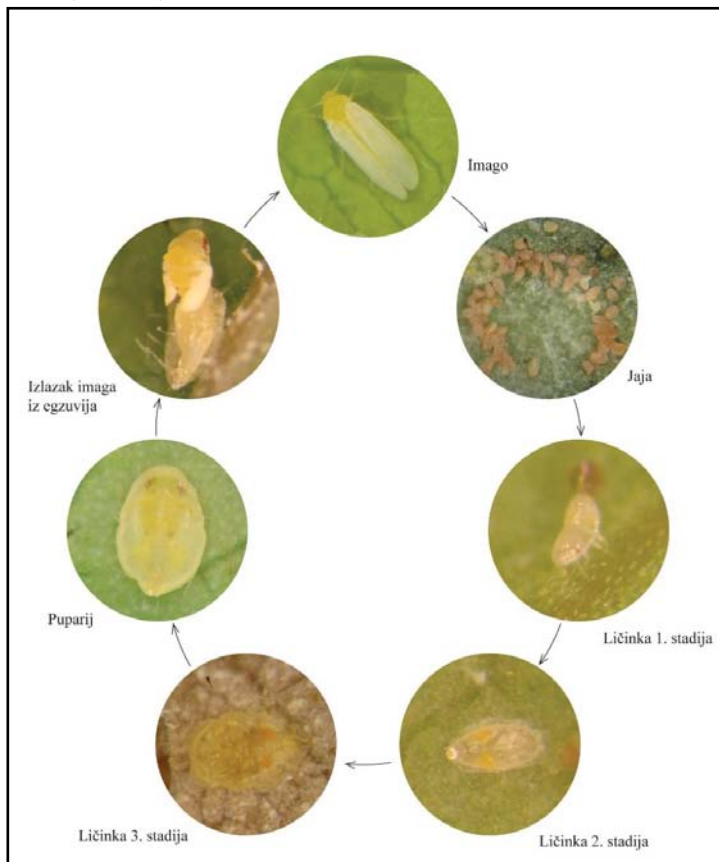
Svi razvojni stadiji štitastih moljaca žive i hrane se na naličju listova rajčice. Odrasli štitasti moljci *T. vaporariorum* i *B. tabaci* nalikuju malim leptirićima, poglavito zbog pokrivenosti tijela i krila bijelim prahom koji potječe od voštanih izlučevina koje odrasli kukac izlučuje neposredno nakon izlaska iz „puparija“. Odrasli razvojni stadiji obje vrste vrlo su slični. Duljina i boja tijela, oblik i položaj krila te način leta karakteristike su koje omogućavaju razlikovanje te dvije vrste vizualnim pregledom listova lupom (tablica 1.). Ličinke stakleničkog i duhanovoga štitastog moljca morfološki su također vrlo slične. Ličinke prvog, drugog i trećeg stadija vrlo su sitne, ovisno o stadiju duljine od 0,2 mm do 0,6 mm i nemoguće je na osnovi njihova izgleda odrediti vrstu. Određene makroskopske morfološke razlike između vrsta mogu se uočiti u stadiju „puparija“, odnosno posljednjeg razvojnog stadija ličinke. Veličina tijela obje vrste „puparija“ podjednaka je. Vrsta *T. vaporariorum* ima „puparij“ dug 0,78-0,8 mm i širok 0,51 mm, a „puparij“ vrste *B. tabaci* dug je 0,75-0,85 mm i širok 0,62 mm (Carapia Ruiz&Castillo-Gutierrez, 2013). Oblik i boja puparija te njihov raspored na naličju lista rajčice parametri su koji omogućavaju razlikovanje te dvije vrste (tablica 1.), ali pouzdana se identifikacija vrste provodi isključivo na osnovi mikroskopske morfološke identifikacije „puparija“ ili egzuvija štitastog moljca.

Tablica 1. Važnije makroskopske morfološke karakteristike za razlikovanje vrsta *T. vaporariorum* i *B. tabaci* na rajčici (snimio M. Šimala)

<p>Odrasli</p>	 <p>• Duljina tijela 0,75-1,10 mm • Tijelo svijetlo žute boje • Krila u mirovanju šira, na prednjem i stražnjem dijelu zaobljena, položena uz tijelo u obliku „trokuta“ • Let u raznim smjerovima</p>	 <p>• Duljina tijela 0,70-0,95 mm • Tijelo tamno žute boje • Krila u mirovanju uža, na prednjem dijelu zašiljena, elipsoidna, odignuta od tijela u obliku „kosog krova“ • Let pravocrtan</p>
<p>„Puparij“</p>	 <p>• Tijelo ovalno ili eliptično, na stražnjem dijelu zaobljeno • Tijelo mliječno bijele boje • Rub „puparija“ pravilno zakrivljen, prisutne dlačice, nije ograničen dlačicama na listu • „Pupariji“ na naličju lista prisutni u velikom broju i često grupirani</p>	 <p>• Tijelo ovalno ili eliptično, na stražnjem dijelu suženo • Tijelo izrazito žute boje • Rub „puparija“ nepravilno zakrivljen, bez dlačica, ograničen dlačicama na listu • „Pupariji“ na listu obično malobrojni i međusobno udaljeni</p>

BIOEKOLOGIJA VRSTA *T. vaporariorum* i *B. tabaci*

Štitasti moljci *T. vaporariorum* i *B. tabaci* tijekom svog biološkog razvoja na rajčici prolaze kroz šest razvojnih stadija: odrasli stadij, jaje i četiri razvojna stadija ličinke (slika 1.).



Slika 1. Biologija duhanovoga štitastog moljca *B. tabaci* (snimio M. Šimala)

Razmnožavanje štitastih moljaca spolno je i nespolno. U nespolnom razmnožavanju, iz neoplodenih jaja razvijaju se isključivo mužjaci. Ženke odlaze jaja na naličje listova pojedinačno ili u skupinama, često u obliku polukruga ili potpunog kruga, što je posljedica rotacije tijela ženke tijekom ovipozicije oko usnog ustroja uloženog u lisno tkivo. Svaka ženka tijekom života odloži ukupno od 50 do 300 jaja, uglavnom na mlađe, gornje listove biljke. Jaja su eliptičnog oblika, duljine oko 0,2 mm, u početku svijetložute, kasnije smeđe boje. Iz jaja izlaze ličinke prvog razvojnog stadija koje imaju tri para nogu i jedini su pokretni stadij ličinke. Prije nego što se trajno pričvrsti za naličje lista, ličinka se kreće po lisnoj površini jedan do dva dana. Nakon što pronade pogodno mjesto za ostatak sesilnog načina života, noge degeneriraju i ličinka se nastavlja razvijati kroz drugi, treći i četvrti nepokretni stadij koji se

.....

naziva „puparij“. Odrasli štitasti moljac izlazi kroz procijep u obliku slova „T“, koji nastaje na leđnoj strani „puparija“. Nakon što imago napusti „puparij“, na listu ostaje pričvršćen prazni, srebrnasti egzoskelet, odnosno egzuvij. Budući da su obje vrste termofilne, razvoj jedne generacije traje kraće na višim, a dulje na nižim temperaturama i kreće se od samo 11 dana tijekom ljetnih mjeseci do 107 dana u zimskom razdoblju. Staklenički i duhanov štitasti moljac razvijaju se na rajčici u zaštićenom prostoru tijekom cijele vegetacije i mogu imati 10 do 15 preklapajućih generacija, uz istovremenu pojavu svih razvojnih stadija u nasadu. Bioekološki čimbenici koji na različite načine utječu na dinamiku populacije štitastih moljaca na rajčici u zaštićenom prostoru jesu temperatura, relativna vlažnost zraka, fotoperiodizam i prirodni neprijatelji. Antropogeni utjecaj na populacije tih štetnika očituje se u određenim tehnološkim mjerama uzgoja rajčice, posebice irigacijom, fertilizacijom i kemijskom zaštitom nasada. Raspon optimalnih temperatura zraka za razvoj štitastih moljaca jest između 16 i 24°C, a optimalna relativna vlaga zraka kreće se od 30 do 60 %. Biološki temperaturni minimum jest oko 10°C, a maksimum oko 32°C. Štitasti moljci slabi su letači pa lete samo na male udaljenosti sa starijih listova na kojima su izašli iz egzuvija na mlađe listove biljaka domaćina na kojima se hrane i odlažu jaja. Nošeni zračnim strujanjima, pasivno mogu prevaliti i nekoliko kilometara. Osim aktivnog širenja, svi razvojni stadiji mogu se prenijeti i presadnicama rajčice.

ŠTETNOST I SIMPTOMATOLOGIJA VRSTA *T. vaporariorum* i *B. tabaci* NA RAJČICI

Napad štitastih moljaca na rajčici u zaštićenom prostoru uzrokuje gospodarske štete koje mogu biti izravne i neizravne, a velike štete uzrokuju i potencijalnom transmisijom virusa. Izravne štete čine odrasli stadiji i ličinke ubadanjem naličja listova i sisanjem biljnih sokova iz floema, uslijed čega odumire lisno tkivo, što općenito utječe na fiziološko slabljenje biljke i smanjen vegetacijski porast te ima za posljedicu smanjenje kvantitete i kakvoće uroda. Znakovi napada štitastih moljaca koji se mogu okarakterizirati kao nesistemična izravna oštećenja očituju se u obliku pojave sljedećih simptoma na listovima rajčice: klorotična pjegavost, žućenje, gubitak turgora i preuranjeno odbacivanje jače napadnutih listova. Sistemična izravna oštećenja jesu nepatogeni fiziološki poremećaji koji nastaju tijekom sisanja biljnih sokova, pri čemu ličinke injektiraju toksične enzime u biljku, što uzrokuje neujednačeno dozrijevanje plodova rajčice. Neizravne štete rezultat su nakupljanja medne rose na napadnutim biljkama, koju štitasti moljci, posebice ličinke obilno izlučuju tijekom ishrane. Medna rosa na listovima i plodovima povoljan je supstrat za razvoj gljivica čađavica. One negativno utječu na fotosintezu, povećavaju adsorpciju topline, što podiže temperaturu listova, zbog čega odumire lisno tkivo i dolazi do defolijacije. Gljive čađavice u sprezi s mednom rosom uzrokuju nejednoliko dozrijevanje ploda i smanjuju njegovu tržišnu vrijednost. Treći oblik štetnosti na rajčici uzrokovan je sposobnošću štitastih moljaca da prenose biljne viruse. Vrsta štitastog moljca *T. vaporariorum* je vektor *Tomato*

chlorosis virus-a (ToCV) i *Tomato infectious chlorosis virus-a* (TICV), a vrsta *B. tabaci*, osim ToCV prenosi i *Tomato yellow leafcurl virus* (TYLCV) (Dalmonetal., 2009; Sealetal., 2006). Simptomi zaraze biljaka rajčice virusima ToCV i TICV su žućenje listova između žila smještenih na donjim i srednjim etažama te smanjena veličina plodova koji ne uspijevaju dozrjeti. Gospodarski najvažniji i najopasniji virus na rajčici jest TYLCV. Simptomi zaraze očituju se u uvijanju i žućenju listova, reduciranoj veličini liske, kržljivosti biljke te razvoju sitnijih plodova.

SUZBIJANJE

Suzbijanje štitastih moljaca na rajčici u zaštićenom prostoru otežano je i kompleksno zbog polifagnosti štetnika, velikog broja generacija koje razvijaju tijekom vegetacije, visokog reproduktivnog potencijala, istodobne prisutnosti svih razvojnih stadija u nasadu i međusobnoga preklapanja brojnih generacija te zbog brze pojave rezistentnosti na aplicirane kemijske pripravke. Stoga se ti štetnici ne mogu suzbiti primjenom samo izravnih kemijskih ili bioloških mjera zaštite, nego je potrebno istovremeno provoditi i mnoge neizravne agrotehničke, mehaničke i fizikalne mjere. Da bi mjere suzbijanja bile učinkovite, važno je na vrijeme otkriti nazočnost štitastih moljaca u nasadu, što znači pri njihovoj niskoj populaciji. Dvije su osnovne metode detekcije i praćenja dinamike populacije štitastih moljaca: izravni vizualni pregled biljaka i primjena vizualnih mamaca u obliku žutih ljepljivih ploča. Vizualni pregled sastoji se od detekcije i monitoringa odraslih i preimaginalnih razvojnih stadija na naličju listova. Kontrola odraslih štitastih moljaca provodi se rano ujutro dok kukci miruju, opreznim okretanjem naličja najmlađih listova na biljci te brojanjem kukaca po listu. Ako se pregledom 100 biljaka odredi jedan odrasli stadij treba provesti suzbijanje. Brojnost ličinki prvog i drugog razvojnog stadija određuje se pregledom naličja mladih listova, a intenzitet napada ličinkama kasnijih razvojnih stadija može se ocijeniti pregledom listova na srednjim etažama biljaka rajčice. Metoda postavljanja žutih ljepljivih ploča temeljni je način praćenja populacije odraslih štitastih moljaca kojim se najbolje dobiva uvid u stvarno stanje populacije, zbog jake korelacije između broja ulovljenih kukaca na pločama i visine populacije štetnika u nasadu. Da bi se detektirao početni napad, ploče se vješaju neposredno iznad vrha biljaka, i to jedna ploča na 100 m² nasada.

Kemijske mjere zaštite

Kemijsko suzbijanje štitastih moljaca u rajčici u zaštićenom prostoru važno je započeti pri prvoj pojavi odraslih razvojnih stadija u nasadu detektiranih vizualnim pregledom biljaka ili kontrolom žutih ljepljivih ploča. Zakašnjelim tretiranjem protiv visoke populacije štetnika neće se postići zadovoljavajuća učinkovitost pripravaka. Suzbijanje štitastih moljaca isključivo insekticidima, bez provođenja svih ostalih raspoloživih nekemijskih mjera, nemože se uspješno provesti zbog relativno malog broja registriranih djelatnih tvari u RH za tu

namjenu (tablica 2.), zbog ograničene učinkovitosti pripravaka uslijed specifičnog mehanizma djelovanja (slabija učinkovitost ili izostanak djelotvornosti na ličinke i jaja), zbog morfološke građe ličinki (tjelesna voštana prevlaka), zbog bioekoloških karakteristika štetnika (brojne preklapajuće generacije, istovremena prisutnost svih razvojnih stadija u nasadu) i zbog potencijalne rezistentnosti štetnika. Stoga je kemijsku zaštitu nasada potrebno započeti pravovremenom prvom aplikacijom, a nastaviti višekratnim tretmanima insekticidima, pri čemu treba izmjenjivati pripravke različitog načina djelovanja iz različitih kemijskih skupina u preporučenim količinama i vremenskim razmacima. Istovremeno treba voditi računa o svim propisanim ograničenjima, posebice okarenci, sve do redukcije populacije štetnika ispod kritičnoga broja.

Tablica 2. Insekticidi dozvoljeni u RH za suzbijanje štastih moljaca na rajčici u zaštićenom prostoru (Glasilo biljne zaštite, 1-2/2016; <https://fis.mps.hr/trazilicaszb/>)

Djelatna tvar (kemijska skupina)	Sredstvo (način djelovanja)	Primjena	Ograničenje
Tiametoksam (neonikotinoidi)	Actara 25 WG (sistemično)	- štastih moljci (Aleyrodidae) - aplikacija zalijevanjem korijena ili preko sistema za navodnjavanje kap po kap u količini od 800 g/ha	- maksimalni broj tretiranja u sezoni: 1 - primjena dozvoljena samo prije prve cvatnje - karenca: 3 dana
		- staklenički štastih moljac (<i>T. vaporariorum</i>) - aplikacija potapanjem kontejnera s presadnicama prije presađivanja u količini od 800 g/ha jednokratno ili 2x400 g/ha razdvojenom primjenom u razmaku od 7 dana - utrošak vode ovisi o supstratu	- maksimalni broj tretiranja u sezoni: 2 - nakon primjene sredstva iz skupine neonikotinoida preko tla, za folijarnu zaštitu kulture od štetnika primijeniti sredstva drugačijeg mehanizma djelovanja - radi sprječavanja pojave rezistentnosti, sredstvo iz skupine neonikotinoida treba primijeniti samo jednom tijekom vegetacije - karenca: OVP
		- staklenički štastih	- maksimalni broj

		moljac (<i>T.vaporariorum</i>), duhanov štitasti moljac (<i>B. tabaci</i>) - folijarna primjena u količini 20-30 g/100 l vode, uz trošak 500-1500 l/ha vode	tretiranja u sezoni: 1 - maksimalna dozvoljena količina sredstva po primjeni: 450 g/ha - karenca: 3 dana
Oksamil (karbamati)	Vydate 10 L (sistemično)	- staklenički štitasti moljac (<i>T.vaporariorum</i>) - aplikacija preko sistema za navodnjavanje odmah nakon presađivanja u količini 10-20 l/ha, uz maksimalno jednu primjenu godišnje ili 10-14 dana nakon presađivanja u količini 10 l/ha, uz maksimalno tri primjene godišnje, u razmacima od 10-14 dana, uz trošak 200-400 l/ha vode	- maksimalni broj tretiranja u sezoni: 3 - može se primijeniti najkasnije do 42 dana nakon presađivanja - za dobru učinkovitost sredstva potrebno je podesiti pH vode za navodnjavanje ispod 7,0 - karenca: 28 dana
Alfa-cipermetrin (piretroidi)	Direkt (kontaktno)	- staklenički štitasti moljac (<i>T.vaporariorum</i>) - folijarna primjena u koncentraciji 0,02-0,025 %	- maksimalni broj tretiranja u sezoni: 2 - karenca: 14 dana
	Fastac 10 EC (kontaktno)	- staklenički štitasti moljac (<i>T.vaporariorum</i>), duhanov štitasti moljac (<i>B. tabaci</i>) - folijarna primjena u količini 300 ml/ha	- maksimalni broj tretiranja u sezoni: 1 - karenca: 7 dana
Deltametrin (piretroidi)	Decis 2,5 EC (kontaktno)	- staklenički štitasti moljac (<i>T.vaporariorum</i>), duhanov štitasti moljac (<i>B. tabaci</i>) - folijarna primjena u količini 500-700 ml/ha u razmacima od 7 dana	- maksimalni broj tretiranja u sezoni: 4 - karenca: 3 dana

Lambda-cihalotrin (piretroidi)	Karate Zeon (kontaktno)	- staklenički štitaši moljac (<i>T.vaporariorum</i>) - folijarna primjena u količini 200 ml/ha u razmaku od 12 dana	- maksimalni broj tretiranja u sezoni: 2 - karenca: 3 dana
Imidakloprid (neonikotinoidi)	Boxer 200 SL (sistemično)	- staklenički štitaši moljac (<i>T.vaporariorum</i>) - folijarna primjena u koncentraciji 0,1 %	- maksimalni broj tretiranja u sezoni: 2 - karenca: 14 dana
	Kohinor 200 SL (sistemično)	- staklenički štitaši moljac (<i>T.vaporariorum</i>) - folijarna primjena u koncentraciji 0,1 %	- maksimalni broj tretiranja u sezoni: 2 - karenca: 14 dana
	Dali (sistemično)	- staklenički štitaši moljac (<i>T.vaporariorum</i>) - folijarna primjena u koncentraciji 0,1 %	- maksimalni broj tretiranja u sezoni: 2 - karenca: 14 dana
	Confidor SL 200 (sistemično)	- staklenički štitaši moljac (<i>T.vaporariorum</i>), duhanov štitaši moljac (<i>B.tabaci</i>) - folijarna primjena u koncentraciji 0,1 %	- maksimalni broj tretiranja u sezoni: 2 - karenca: 14 dana
Fenoksikarb (inhibitor rasta i razvoja)	Pyxal (kontaktno, želučano)	- staklenički štitaši moljac (<i>T.vaporariorum</i>), duhanov štitaši moljac (<i>B.tabaci</i>) - folijarna primjena u koncentraciji 0,05-0,75 %, uz utrošak 500-1500 l/ha vode u razmaku od 10-ak dana	- maksimalni broj tretiranja u sezoni: 2 - karenca: 3 dana

Biološke mjere zaštite

Za biološko suzbijanje štitaših moljaca na rajčici u zaštićenom prostoru koriste se u osnovi parazitske osice *Encarsia formosa* Gahan 1924, *Eretmocerus eremicus* Rose&Zolnerowich 1997 i *Eretmocerus mundus* Mercet 1931, a kao dopunski, pomoćni biološki agensi tim parazitoidima mogu se primijeniti i predatorska stjenica *Macrolophus pygmaeus* (Rambur 1839) te predatorska grinja *Amblyseius wirskii* (Athias-Henriot 1962).

Ženke odrasle parazitske osice *E. formosa* crne su boje sa žutim zatkom, duljine 0,6 mm. Mužjaci su potpuno crni i vrlo su malobrojni u populaciji osica. Odrasla osica hrani se mednom rosom i tjelesnim sadržajem ličinki prvog i

drugog stadija štitastog moljca, a jaja odlaže najčešće u ličinku štitastog moljca trećeg ili ranog četvrtog stadija (slika 2.).



Slika 2. Ženka parazitske osice *E. formosa* odlaže jaje u ličinku *B. tabaci* (snimio M. Šimala)

Nakon 10 dana ličinka parazitske osice kukulji se unutar tijela ličinke štitastog moljca, zbog čega ličinka vrste *T. vaporariorum* postaje izrazito crna, a ličinka vrste *B. tabaci* poprima žuto smeđu boju (slika 3.).



Slika 3. Parazitirani „puparij“ *T. vaporariorum* (lijevo) i *B. tabaci* (desno) parazitskom osicom *E. formosa* (snimio M. Šimala)

Ženka *E. formosa* tijekom života parazitira ukupno oko 250 ličinki (maksimalno 450) i dodatno ubije ishranom još 30 (maksimalno 70) ličinki štitastog moljca (Malais&Ravensberg, 2003). Ako su u nasadu rajčice istovremeno prisutne obje vrste štitastog moljca, parazitska osica *E. formosa* preferira parazitaciju vrste *T. vaporariorum*.

Parazitske osice *E. eremicus* i *E. mundus* morfološki i bioekološki vrlo su slične. Duljina tijela odraslih osica je oko 1 mm. Boja tijela ženke limunasto je

žuta, a mužjak je tamniji. Odrasle osice hrane se mednom rosom i tjelesnim sadržajem ličinki štitastih moljaca. Ženke obje vrste parazitiraju sve razvojne stadije ličinki štitastih moljaca, ali ipak za ovipoziciju radije biraju ličinke drugog i ranog trećeg stadija. Za razliku od vrste *E. formosa*, parazitske osice iz roda *Eretmocerus* dlažu jaja ispod ličinke štitastog moljca, a ne unutar nje. Ličinka parazitske osice nakon 5 dana izlazi iz jaja i ulazi na leđnoj strani u ličinku štitastog moljca te nastavlja razvoj unutar njezina tijela. Ličinka štitastog moljca postaje mutno bijela, a nakon 14 dana parazitirani „puparij“ nabubri i poprima zlatno žutu boju. Potpuno razvijena odrasla parazitska osica napušta parazitirani „puparij“ štitastog moljca kroz okrugli otvor na leđnoj strani (slika 4.).



Slika 4. „Puparij“ *B. tabaci* parazitiran parazitskom osicom *E. mundus* (lijevo) i izlazak odrasle parazitske osice iz parazitiranoga puparija (desno) (snimio M. Šimala)

Prisutnost okruglog otvora na egzuviju štitastog moljca siguran je znak parazitacije, jer odrasli štitasti moljac pri izlasku iz neparazitiranog „puparija“ radi otvor u obliku slova „T“ (slika 5.).



Slika 5. Egzuvij *B. tabaci* nakon izlaska odrasle parazitske osice *E. mundus* (lijevo) i neparazitirani egzuvij nakon izlaska odraslog stadija *B. tabaci* (desno) (snimio M. Šimala)

Vrsta *E. eremicus* može parazitirati obje vrste štitastog moljca na rajčici, a vrsta *E. mundus* parazit je samo ličinki vrste *Bemisia tabaci*. Budući da je u nasadima rajčice u zaštićenim prostorima u Hrvatskoj još uvijek dominantna vrsta štitastog moljca *T. vaporariorum*, najčešće u potpuno čistim populacijama, a samo rijetko u kombinaciji s vrstom *B. tabaci* u tragovima, prednost u biološkoj zaštiti treba dati introdukciji parazitske osice *E. formosa*, a ako je mješovita zaraza treba primijeniti kombinaciju s vrstom *E. eremicus*. Da bi biološko suzbijanje štitastih moljaca na rajčici bilo učinkovito, važno je prvu introdukciju parazitske osice provesti pri prvoj pojavi odraslih štitastih moljaca na žutim ljepljivim pločama. Nakon toga, tjedna se ispuštanja ponavljaju prema potrebi, sve dok se ne postigne parazitacija ličinki štetnika od 80 %. Grabežljiva stjenica *M. pygmaeus* i grabežljiva grinja *A. swirskii* jesu generalisti, što znači da nisu specijalizirani za ishranu samo jednom vrstom ili porodicom štetnika, nego napadaju i hrane se raznovrsnim plijenom. Vrsta *M. pygmaeus* mali je kukac svijetlo zelene boje, duljine oko 3,5 mm (slika 6.). Predator je više vrsta štetnika, ali najradije se hrani jajima i ličinkama štitastih moljaca, a napada i štetne grinje, ličinke lisnih minera, tripse te lisne uši. Odrasli i ličinke tog grabežljivca aktivno traže plijen, ubadaju ga i sišu njegov tjelesni sadržaj. Na taj način jedna odrasla predatorska stjenica može dnevno pojesti i do 50 jaja štitastih moljaca.



Slika 6. Odrasle stjenice *M. pygmaeus* (snimio: M. Šimala)

Vrsta *A. swirskii* grabežljiva je grinja svijetlo žute boje, kruškolikog oblika tijela, duga oko 0,5 mm. Hrani se fitofagnim grinjama i tripsima te jajima i ličinkama štitastih moljaca.

Agrotehničke mjere zaštite

Kao i svaka proizvodnja bilja, tako i uzgojni ciklus rajčice u zaštićenom prostoru mora započeti zdravim presadnicama, nezaraženim bilo kojim razvojnim stadijem štitastog moljca ili virusnim oboljenjem. Proizvodnja presadnica u prostorno izoliranim područjima, u „insect-proof“ objektima osigurava sadni materijal nezaražen štetnicima i virusima. Tehnologija istovremenog mješovitog uzgoja rajčice i drugog plodovitog povrća ili različitih vrsta cvijeća u istom objektu, posebice u ekstenzivnoj „tunelskoj“ proizvodnji nije prihvatljiva zbog jačeg pritiska štetnika i težeg suzbijanja. Uklanjanjem alternativnih biljaka domaćina iz nasada i okolice nasada, poglavito korovnih vrsta na kojima štitasti moljci preživljavaju u odsutnosti kulture, sprječava se širenje štetnika i smanjuje izvor zaraze virusom. Također, čupanje i iznošenje iz nasada te uništavanje starijih biljaka napadnutih štetnikom, kao i biljaka zaraženih virusom koji su potencijalni izvor infekcije, dio su dobre poljoprivredne prakse. Listove zaražene preimaginalnim stadijima štitastih moljaca, uklonjene s biljaka tijekom provođenja redovitih tehnoloških mjera u vegetaciji, kao i biljne ostatke nakon završenoga proizvodnoga ciklusa rajčice potrebno je izmjestiti što prije iz zaštićenog prostora i adekvatno uništiti jer su oni također izvor novih zaraza. U zalijevanju nasada treba dati prednost sustavima za navodnjavanje kapanjem u odnosu na natapanje redova, jer se time smanjuje vlažnost tla, što utječe na povoljniju mikroklimu unutar nasada nižom relativnom vlagom zraka. Tom se agrotehničkom mjerom neizravno reducira populacija štitastih moljaca, koji se bolje razvijaju u uvjetima više relativne vlage zraka. Biljna hranjiva, posebice biljkama dostupan dušik, bitno utječu na bujan rast i razvoj biljke, što se očituje u gustom sklopu koji pogoduje razvoju i razmnožavanju štetnika. Stoga, ishrana biljaka mora biti uravnotežena. U izboru sortimenta, prednost treba dati kultivarima tolerantnim na zarazu virusima koje prenose štitasti moljci, posebice TYLCV.

Mehaničke i fizikalne mjere zaštite

Budući da se virusna oboljenja koja prenose štitasti moljci ne mogu izravno suzbijati, niti se zaražene biljke kurativno liječiti, jedini način sprječavanja šteta od zaraze virusima jest onemogućavanje njihova prijenosa vektorima. U tu se svrhu mogu koristiti „insect-proof“ mreže s okcima veličine 50 mesha (broj rupica/inču u svakom smjeru), koje su učinkovita mehanička prepreka za odrasle stadije štitastih moljaca. One se mogu instalirati na krovne i bočne otvore za ventilaciju te na ulaze u zaštićene prostore, ili se njima mogu prekrivati čitavi objekti. Osim što su vrlo učinkovita mjera u prevenciji zaraze nasada rajčice virusom, one također znatno smanjuju visinu populacije štetnika. Međutim, „insect-proof“ mreže reduciraju prirodnu aeraciju unutar zaštićenih prostora, što dovodi do povišenja temperature i relativne vlage zraka, što može negativno utjecati na zdravstveno stanje biljaka uzrokovano različitim mikozama. Osim toga, znatno zasjenjuju nasad, što ima negativan utjecaj na fotosintezu i dozrijevanje plodova rajčice. Zbog tih popratnih negativnih utjecaja, „insect-proof“ mrežese u nekim mediteranskim državama supstituiraju

primjenom UV-apsorbirajućih plastičnih folija, posebice na krovnim površinama zaštićenih prostora, što se pokazalo vrlo učinkovito i u sprječavanju napada štitastih moljaca, i u sprječavanju zaraze nasada rajčice virusima. One zaustavljaju ili apsorbiraju ultraljubičastu svjetlost koju štitasti moljci koriste u pronalaženju biljke domaćina kao izvora hrane. Žute ljepljive ploče kao vizualni mamci koriste se, osim u detekciji štitastih moljaca u nasadu i za mehaničko smanjenje populacije odraslih razvojnih stadija, vješanjem iznad biljaka, i to 10 ploča na 100 m² nasada.

SUMMARY

WHITEFLIES (Hemiptera: Aleyrodidae) – ECONOMICALLY IMPORTANT PESTS OF GREENHOUSE TOMATO

Greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood 1856) and tobacco whitefly (*Bemisia tabaci* Gennadius 1889) are two economically important pests of greenhouse tomato in Croatia. Adults and larvae damage the plants directly by sucking on the leaves. Indirect damages are caused by transmission of viruses and excretion of honeydew that is subsequently inhabited by sooty mould. In greenhouse production of tomato, whiteflies occur throughout entire vegetation. The whiteflies can be control with application of chemical insecticides, introduction of their natural enemies and implementation of different IPM measures.

Keywords: tomato, whiteflies, *Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisia tabaci*

Stručni rad