

Renata BAŽOK, Tanja GOTLIN ČULJAK, Dinka GRUBIŠIĆ
 Zavod za poljoprivrednu zoologiju, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
 e-mail: rbazok@agr.hr

INTEGRIRANA ZAŠTITA BILJA OD ŠTETNIKA NA PRIMJERIMA DOBRE PRAKSE

SAŽETAK

Suvremena zaštita bilja danas se temelji na načelima integrirane zaštite bilja (IZB) koja se provodi u integriranoj proizvodnji poljoprivrednih kultura (IP). IZB razvija se već 40 godina, a stručnjaci iz područja zaštite bilja educiraju se iz toga područja tijekom svog obrazovanja već 30 godina. Znanstvena istraživanja iz područja zaštite bilja dugi su niz godina orijentirana na izučavanje znanstvenih osnova prijeko potrebnih za uspješno provođenje IZB od različitih štetnika. Od 2010. godine IP regulirana je pravilnicima i poticana od države pa je tako provođenje IZB postalo imperativ za sve proizvođače, bez obzira na njihovo poznavanje te problematike. U ovom je radu na primjerima dobre prakse i rezultatima znanstvenih istraživanja provedenih u Hrvatskoj prikazano kako se pojedina načela integrirane zaštite bilja mogu uspješno uklopiti u integriranu proizvodnju. Primjenom tih rješenja postiže se smanjenje populacije štetnika i izbjegava se ili umanjuje primjena insekticida. Prikazane su neizravne mjere suzbijanja i njihova primjena: plodored, utjecaj otpornih sorata s posebnim osvrtom na sorte krumpira i šećerne repe otporne na nematode, agrotehničke mjere te posebno mogućnost korištenja lovniha biljaka u suzbijanju repičina sjajnika i žičnjaka. Od izravnih mjera suzbijanja prikazani su rezultati koji se postižu postavljanjem mehaničkih prepreka u suzbijanju krumpirove zlatice, rezultati suzbijanja repine pipe masovnim ulovom feromonima te rezultati suzbijanja nematoda solarizacijom. Biološko suzbijanje prikazano je na primjeru uporabe entomopatogenih nematoda za suzbijanje štetnika. Posebno detaljno razjašnjena je prognoza štetnika i signalizacija potrebe suzbijanja kao ključne komponente IZB.

Ključne riječi: entomopatogene nematode, feromoni agregacije, integrirana zaštita bilja, jabukov savijač, krumpirova nematoda, krumpirova zlatica, lovne biljke, mehaničke prepreke, otporne sorte, puževi, repina nematoda, repina pipa, repičin sjajnik.

UVOD

Integrirana zaštita bilja (IZB) od štetnika pretpostavlja da se prije provođenja kemijskih mjera suzbijanja primjenjuju sve raspoložive mogućnosti za sprječavanje porasta brojnosti štetnika iznad pragova odluke. IZB od štetnika podrazumijeva ponajprije primjenu nepesticidnih mjera, plodoreda, otpornih sorata, ostalih agrotehničkih mjera, te mehaničku, fizikalnu i biološku zaštitu od štetnika. Agrotehničke mjere moraju osigurati razvoj zdrave biljke, populaciju

štetnika držati ispod kritičnoga broja, čuvati prirodne neprijatelje, smanjiti rizik pojave rezistentnosti, smanjiti primjenu pesticida, te smanjiti opasnost za osobe koje rade s pesticidima i opasnost za okoliš. Kemijska metoda suzbijanja primjenjuje se samo kada su iscrpljene sve druge mogućnosti, a utvrđena je populacija štetnika iznad praga odluke. Bit integrirane zaštite je u tome da se njome postižu visoki prinosi visokokvalitetnih proizvoda uz smanjenu upotrebu sredstava za zaštitu bilja.

Iako se u provođenju IZB može voditi nekim općim načelima, ona je ipak često specifična za pojedinu štetnu vrstu, a temelji se na dobrom poznavanju životnoga ciklusa, ekologije i vrste šteta koje štetnik uzrokuje. IZB počiva na spoznajama koje se dobivaju znanstvenim istraživanjima i koje se onda nude kao moguća rješenja poljoprivrednim proizvođačima. Rezultati znanstvenih istraživanja moraju se savjetodavnim radom približiti poljoprivrednim proizvođačima da bi oni mogli odabrati rješenje koje najbolje odgovara uvjetima u polju.

U ovom radu željeli smo primjerima dobre prakse i rezultatima znanstvenih istraživanja provedenih u Hrvatskoj pokazati kako se pojedina načela integrirane zaštite bilja mogu uspješno uklopiti u integriranu proizvodnju. Primjenom tih rješenja postiže se smanjenje populacije štetnika i izbjegava se ili umanjuje primjena insekticida.

1. NEIZRAVNE MJERE SUZBIJANJA ŠTETNIKA

Neizravne mjere suzbijanja štetnika ponajprije obuhvaćaju postupke koji se poduzimju kako bi se spriječila pojava i rast populacije štetnika na usjevu, u voćnjaku ili vinogradu prije nego se napad štetnika dogodi, odnosno da bi se smanjile štete ako se napad dogodio.

1.1. Plodored

Plodored je mjera koju propisuju tehnološke smjernice za integriranu proizvodnju ratarskih i povrtlarskih usjeva, a poštivanje plodoreda drži se polaznom pretpostavkom integrirane proizvodnje. Više je razloga za to, a jedan od važnih je i činjenica da se poštivanjem plodoreda smanjuje populacija štetnika koji prezimljuju na parcelama na kojima su se razvijali i pričinjavali štete u prethodnoj godini. Poštivanjem plodoreda može postići smanjenje brojnosti više vrsta štetnika ili se pak može odgoditi njihov napad. To su kukuruzna zlatica, repina pipa, repina nematoda, krumpirova zlatica, kupusna muha, mrkvina muha ali i drugi.

Ženke kukuruzne zlatice u kolovozu odlažu jaja na polja pod kukuruzom. Odložena jaja prezimljuju u tlu. U proljeće iz njih izlaze ličinke koje se vrlo ograničeno kreću kroz tlo. Ako na pedesetak cm od mjesta izlaska ne nađu pogodnog domaćina – korijen kukuruza, ličinke ugibaju. Zbog opisanog životnoga ciklusa, izbjegavanjem ponovljene sjetve kukuruza populacija zlatice može se znatno smanjiti i tako spriječiti njezina štetnost. Ako se usporedi situacija s kukuruznom zlasticom na području istočne Hrvatske sa situacijom na

području sjeverozapadne Hrvatske, uočava se da kukuruzna zlatica u istočnoj Hrvatskoj nije ekonomski važan štetnik. Ponovljena sjetva kukuruza u istočnoj je Hrvatskoj vrlo rijetka. Udio kukuruza u plodoredu na području Podravine i Međimurja veći je od 65 % pa se plodored teško može poštivati. Zbog toga kukuruzna zlatica na tom području redovito pričinjava ekonomske štete. Repina nematoda ostaje u tlu na parcelama stare šećerne repe u obliku cista. Iz njih izlaze ličinke koje će, ako je repa zasijana u ponovljenoj sjetvi ili uskom plodoredu, zaraziti biljke na tim poljima. Ličinke iz cista izlaze tijekom devet godina, no već nakon tri godine njihov broj se znatno smanjuje pa je opasnost od zaraze znatno manja. Repina pipa i krumpirova zlatica prezimljuju kao odrasli kukci na parcelama na kojima je u prethodnoj godini uzgajana biljka domaćin, šećerna repa ili krumpir. U proljeće nakon izlaska iz tla one traže nova polja biljke domaćina i počinju se hraniti mladim biljkama. Sjetvom, tj. sadnjom biljke domaćina na ista polja ili na polja u blizini starih polja repe, odnosno krumpira, olakšat ćemo kucima potragu za biljkom hraniteljicom i povećati štete. Što su nova polja više udaljena od starih polja kukci će teže pronalaziti biljku hraniteljicu, napad će biti kasniji i šteta manja. Slična je situacija i s kupusom, lukovom i mrkvinom muhom. Jedina je razlika u tome što one prezimljuju kao kukuljice. Odrasle muhe izlaze iz tla, lete i traže, ovisno o vrsti, polja s kupusom, lukom ili mrkvom da bi odložila jaja u blizinu biljaka ili na biljke. Muhe lete nisko i vrlo su slabi letaci pa se povećanjem udaljenosti između starog i novoga polja znatno smanjuje broj odloženih jaja.

1. 2. Sjetva otpornih i tolerantnih sorata

Uvođenje u proizvodnju sorata i hibrida otpornih na štetnike važna je sastavnica integrirane zaštite bilja. Otpornost biljaka na napad štetnika sposobnost je neke sorte kulturne biljke da izbjegne napad, da ga tolerira ili da se oporavi od njega bolje nego druge sorte iste vrste. To je sposobnost neke sorte da pri istom intenzitetu napada nekoga štetnika donese viši i/ili kvalitetniji prinos od druge sorte (Maceljki, 1967). Ta sposobnost zasniva se na genetskim obilježjima biljke i interakciji biljka domaćin – štetnik (Painter, 1951). Selekcija na otpornost na štetnike složen je proces i danas nema puno vrsta štetnika u kojih su selekcijom stvorene otporne sorte. Ipak, neki uspjesi u selekciji rezultirali su trajnim rješenjima. Najbolji je primjer suncokretov moljac koji je u posljednjih 30 godina prestao biti važan štetnik suncokreta upravo zbog uvođenja u sortiment tzv. pancirnih sorata suncokreta. Iako neki hibridi pokazuju manju osjetljivost na kukuruznog moljca i kukuruznu zlasticu, njihovom sjetvom ne može se postići trajno rješenje protiv tih štetnika. Otpornost na nematode uspješno je postignuta za krumpirovu i repinu nematodu.

Otporne sorte krumpira – pomoć u suzbijanju krumpirovih cistolikih nematoda

Kultivari krumpira međusobno se znatno razlikuju glede opsega u kojemu dopuštaju umnožavanje krumpirovih cistolikih nematoda. Potpuno osjetljive sorte dopuštaju slobodno umnožavanje nematoda na korijenju, stolonima i

gomoljima; djelomično osjetljive sorte omogućavaju znatno slabije umnožavanje. S druge strane, potpuno otporni kultivari ne dopuštaju umnožavanje nematoda, a djelomično otporni omogućavaju izvjesno umnožavanje, no ipak slabije nego potpuno osjetljivi kultivari. Vrsta *Globodera rostochiensis* ima pet patotipova koji se odlikuju različitom sposobnošću parazitacije krumpira. Otporni kultivari krumpira u sebi posjeduju gene otpornosti na jedan ili više patotipova te vrste. Da bi se znala pravilno odabrati otporna sorta, potrebno je znati koji je patotip prisutan na određenom uzgojnom području (ako ne i na pojedinim površinama). Budući da se određivanje patotipova ne provodi rutinski, odabir sortimenta u Hrvatskoj može se temeljiti na rezultatima znanstvenih istraživanja (Grubišić i sur., 2007 a), ali i na pretpostavci da se u počecima zaraze na površinama uglavnom javlja patotip Ro1. Takva se situacija ne zadržava dugo jer se nakon višegodišnjeg uzgoja krumpira i uzastopne sjetve kultivara krumpira otpornih na isti patotip, selektiraju novi patotipovi ili nove vrste. Većina sorata krumpira otporna je na patotip Ro1, a samo su neke sorte otporne na dva ili više patotipova. Na sortnim listama najmanje je sorata otpornih na vrstu *Globodera pallida*, koju je, kada se jednom pojavi na krumpirištima, puno teže suzbijati i osiguravati zadovoljavajuću razinu proizvodnje. Neki kultivari otporni na vrstu *G. pallida* otporni su i na vrstu *G. rostochiensis*. No, iako otporni na krumpirove cistolike nematode, mnogi od kultivara netolerantni su na parazitaciju tih štetnika, stoga bi bez zaštite nematocidima na umjereno ili jače zaraženim površinama dali niske prinose (Whitehead i Turner, 1998). Sortna lista (2014) za Republiku Hrvatsku popisuje 61 sortu krumpira (*Solanum tuberosum*), a među njima i neke otporne na krumpirove cistolike nematode.

Osim što bi trebale osigurati stabilne prinose krumpira na zaraženim površinama, otporne sorte „izvlače“ ličinke iz cista krumpirovih nematoda kao izvora zaraze i više ili manje onemogućavaju njihovo umnožavanje. Radi toga sjetva otpornih sorata (osim kad ih sijemo kao lovne biljke pa ih vadimo prije nego donesu urod) ujedno može biti svojevrsna mjera suzbijanja nematoda. U istraživanju učinkovitosti različitih otpornih kultivara krumpira na visinu populacije zlatne krumpirove cistolike nematode, ti su kultivari postigli visoku učinkovitost (54,33-94,75 %) u reduciranju visine populacije toga štetnika (Grubišić, 2006).

Ako su adekvatno uzgojeni, bilo koji od otpornih kultivara može sniziti zarazu nematodama u tlu za oko 80 % u jednoj vegetacijskoj sezoni. Iako bi uzgoj takvih kultivara kroz tri ili četiri godine uzgoja mogao reducirati zarazu i do 99 %, takva praksa donosi rizik selekcije novih patotipova te vrste i nove vrste *G. pallida* (Hancock, 1996; Thomas, 1994 cit. Hockland i sur., 2000), a istovremeno se povećava rizik od bolesti (na pr. *Rhizoctonia solani*) ili nekih drugih patogena. Uzgoj otpornih kultivara krumpira u kombinaciji s potpuno osjetljivim kultivarima krumpira usporava spomenutu selekciju (Jones, 1970. cit. Whitehead i Turner, 1998).

Sorte šećerne repe otporne na repinu nematodu

Za osiguranje stabilnih prinosa šećerne repe na površinama na kojima je utvrđena prisutnost repine nematode *Heterodera schachtii* Schmidt 1871 i pad prinosa šećerne repe, preporučuje se sjetva sorata šećerne repe otpornih na repinu nematodu. Na Sortnoj listi Republike Hrvatske (2014) nalaze se dvije sorte šećerne repe otporne na repinu nematodu (Fiorenza KWS i Marinella KWS). Na području Tovarnika, gdje se u proizvodnji šećerne repe unazad nekoliko godina sve više razvija problem repine nematode, a time i smanjenje prinosa te kvalitete šećerne repe, na nekim su površinama tijekom 2014. godine posijane otporne sorte. Otporne sorte svakako treba sijati u integriranoj zaštiti šećerne repe od repine nematode, zajedno s primjenom plodoreda i sjetvom lovnih usjeva. U Republici Hrvatskoj nema nematocida registriranih za primjenu u šećernoj repi te se trenutno ta mjera suzbijanja ne primjenjuje.

1. 3. AGROTEHNIČKE MJERE I NJIHOVA ULOGA U INTEGRIRANOJ ZAŠTITI BILJA

Osim što je dobra agrotehnika temelj svake uspješne poljoprivredne proizvodnje, agrotehničkim mjerama možemo utjecati na smanjenje štetnika i na smanjenje visine šteta koje će oni izazvati.

1.3.1. Obrada tla

Pravilno zaoravanje biljnih ostataka iznimno je važno i smanjuje napad brojnih štetnika. Primjerice, ženke crnog žitarica (*Zabrus tenebrioides*) odlažu jaja u kolovozu na poljima na kojima su se same razvile ili ona na kojima su bile zasijane strne žitarice. Ako žetveni ostatci strnih žitarica iza žetve plitkim ljetnim oranjem nisu kvalitetno zaorani, ženke će lakše pronalaziti ta polja i odlagati jaja čime se populacija povećava. Gusjenice kukuruznog moljca (*Ostrinia nubilalis*) prezime u kukuruznicu ili u stabljikama korova. Ako kukuruzinac nije dobro zaoran te ako dijelovi kukuruzinca i stabljika korova ostanu viriti iz tla, u njima će gusjenice uspješno prezimjeti i nastaviti razvoj u proljeće. To će pridonijeti većoj populaciji moljca i većim štetama u proljeće. Jesenskim dubokim oranjem jaja, ličinke, kukuljice i odrasli oblici štetnika koji provode zimu u dubljim slojevima tla (u sloju dubine 20-30 cm), izbacuju se na površinu te budu izloženi niskim temperaturama pa je tako pospješeno njihovo smržavanje tijekom zime. Ta mjera ima naročito veliki utjecaj na žičnjake, sovce pozemljuše, kukuruznu zlaticu, krumpirovu zlaticu, kupusnu, lukovu i mrkvinu muhu, trešnjinu, maslininu i mediteransku voćnu muhu (preporučuje se obrada tla ispod voćke), a i na neke druge štetnike.

1.3.2. Sjetva

Sjetva odnosno sadnja polazište je svake uspješne proizvodnje. Pojava štetnika i visina šteta rezultat je i izbora sjemena odnosno sadnog materijala, odabira polja, sjetve provedene u optimalnim rokovima te pravilno određene gustoće sklopa. Integrirana zaštita bilja ne može se zamisliti bez korištenja

certificiranoga zdravog sjemena i sadnog materijala.

Sjetva se mora obavljati u rokovima sjetve koji su optimalni za pojedine kulture, no usprkos tome važno je znati da se malim pomacima u rokovima sjetve može izbjeći napad nekih štetnika. To se događa zato što su biljke sijane u ranijim rokovima sjetve dosegle napredniju razvojnu fazu u vrijeme kad ih napadaju štetnici (u odnosu na biljke sijane u uobičajenim rokovima) pa su one manje osjetljive na napad štetnika ili nisu privlačne štetnicima onoliko koliko su im privlačne biljke sijane u normalnim rokovima sjetve. Primjerice, ranije zasijan usjev šećerne repe bit će manje osjetljiv na napad buhača, repine pipe i repine nematode. Ranije posaden krumpir bit će razvijeniji i samim tim manje osjetljiv na napad krumpirove zlatice, a sorte šljiva, jabuka i krušaka koje ranije cvatu neće biti podložne napadu šljivine, jabučne i kruškine osice jer će u vrijeme pojave tih osica već biti formirani plodovi. Slično je i s ranijim sortama trešnje koje manje napadaju trešnjine muhe nego kasnije sorte. Ranije zasijane biljke mogu zbog toga što su bujnije i veće u vrijeme pojave štetnika podnesti jači napad, zbog čega u nekim slučajevima (iako ne uvijek) budu i veće štete. Suprotno tome, ranije zasijan kukuruz imat će bolje razvijen korijenov sustav u vrijeme pojave ličinki kukuruzne zlatice pa će ga ličinke lakše pronaći i njime se hraniti. Ličinke na ranije zasijanom kukuruзу preživljuju bolje, pa se ranijom sjetvom mogu povećati štete. Ranije zasijan kukuruz bujniji je u vrijeme pojave leptira kukuruznog moljca, a odlaganje jaja i napad gusjenica obično su jači na bujnijem, ranije zasijanom usjevu. S druge strane, bolje razvijene biljke ranije zasijanog kukuruza bolje podnose napad i trpe manje štete. Štete od kupusne muhe puno su veće na ranim sortama kupusa jer se rokovi pojave muhe i odlaganje jaja podudaraju s presađivanjem ranijih sorata. Manipulacija rokovima sjetve može znatno pridonijeti izbjegavanju napada mrkvine muhe lukove muhe i lisnog minera poriluka. U sva tri slučaja napad je manji na kasnije zasijanim poljima.

Gustoća sjetve ovisi o brojnim čimbenicima, sorti, plodnosti tla, a ponajviše o očekivanom prinosu. Dobro prilagođenom gustoćom sjetve može se izbjeći napad štetnika koji više vole gusti sklop i bujne usjeve, kao što su primjerice lisne uši. Štetnici koji izazivaju štete tako da proređuju usjev bit će manje štetni ako je usjev zasijan na nešto gušći sklop na cijeloj površini ili samo na rubovima. Primjerice, Čamprag (1986) preporučuje sjetvu šećerne repe na uvratinama u 20 % gušćem sklopu da bi se izbjegle štete od repine pipe.

1.3.3. Njega usjeva

Sve mjere kojima se potiče zdrav i uravnotežen razvoj biljaka (balansirana gnojidba, navodnjavanje, zaštita od drugih štetnih organizama) mogu znatno utjeci na pojavu štetnika i visinu šteta.

1.3.4. Rezervati i lovne biljke

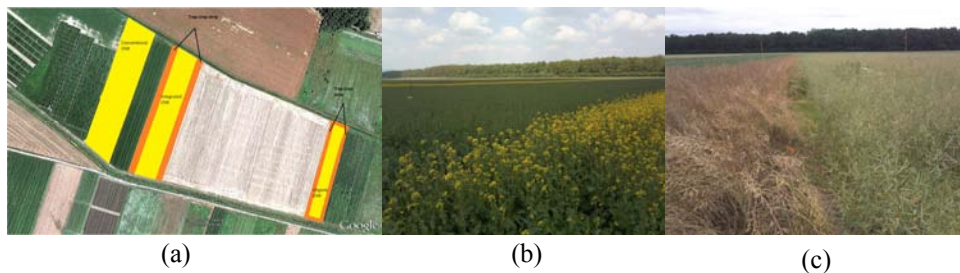
U prošlom se stoljeću davala financijska naknada za rušenje starih samostojećih stabala voćaka jer se mislilo da su ona izvor zaraze. Polja su bila omeđena živicom koju su poljoprivrednici iskrčili da bi povećali obradive

površine. Danas EU-a, a čija je članica i naša zemlja, izdvaja znatna sredstva za ruralni razvoj, a što se postiže agroekološkim i klimatskim obvezama. U proračunu EU-a za poljoprivredu za razdoblje 2014. – 2020., 84,9 milijardi eura namijenjeno je ruralnom razvoju. U tom razdoblju za Program ruralnog razvoja Hrvatske predviđeno je 2,3 milijarde eura. Jedna od mogućih poticajnih mjera jest sjetva cvjetnih trakova s pet medonosnih biljaka za koju EU daje 419 eura godišnje. Slična mjera postoji i za zatravljivanje trajnih nasada i za višegodišnju raznolikost kultura. Upravo radi privlačenja štetnika na manje površine, radi lakšega suzbijanja, a da bi se smanjile štete na glavnom usjevu, siju se lovne biljke (trap crop, trap cropping). Lovne biljke postale su sastavni dio push-pull strategija suzbijanja štetnika što je osmislila Pyke et al. 1987 (Cook i sur., 2004). Unutar te strategije u usjevima postoji komponenta koja odbija štetnika od glavnog usjeva, a druga komponenta koja te iste štetnike privlači (npr. lovne biljke na rubovima parcela), lokalizira i olakšava suzbijanje (slika 1.). Push-pull strategije razvijene su za brojne štetnike u poljoprivredi, šumarstvu i komunalnoj higijeni.

Međutim, sjetvu lovnih biljaka (kao sastavni dio navedene strategije suzbijanja) ne trebaju provoditi isključivo ekološki osviješteni proizvođači, ili se pak ne treba provoditi samo radi ostvarivanja financijskih potpora. Sjetva lovnih biljaka u nekim je slučajevima postala prijeko potrebna jer kemijsko suzbijanje više ne daje željene rezultate. Postoje brojni primjeri kako lovne biljke privlače štetnike, a samo neki od njih prikazani su u ovom radu.

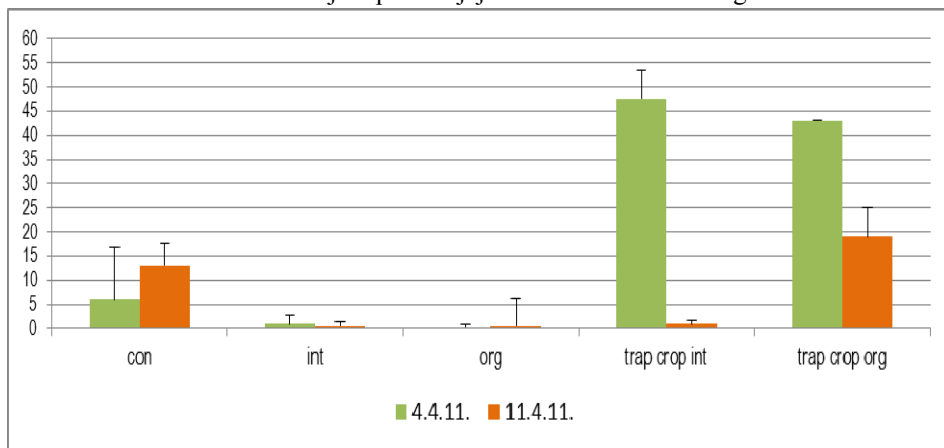
Uloga lovnih biljaka u suzbijanju repičina sjajnika

Zaštita uljane repice od repičina sjajnika u Hrvatskoj, ali i u drugim europskim zemljama, temeljila se isključivo na kemijskom suzbijanju piretroidima i organofosforinim insekticidima. Danas je većina populacija repičina sjajnika rezistentna na piretroide u zemljama EU (Hansen, 2003; Wegorek, 2005, Gotlin Čuljak i sur., 2013), a u Hrvatskoj je zabilježena i rezistentnost na organofosforne insekticide u istočnoj Slavoniji (Gotlin Čuljak et al. u postupku objavljivanja). Tiakloprid kao nova djelatna tvar u suzbijanju sjajnika u RH zbog niskih temperatura u vrijeme njegove pojave ne postiže najbolje rezultate pa smo istražili alternativne metode zaštite uljane repice od toga štetnika. U Šašinovečkom Lugu zasijali smo tri polja uljane repice: na jednom smo imali konvencionalnu proizvodnju (uobičajena tehnologija proizvodnje u Hrvatskoj), na drugom integriranu (analiza tla, obrada, tretiranja nakon prijeđenih pragova odluka, sjetva lovnih biljaka kultivara „Perko“ (trap cropping) 10 dana prije uljane repice da bi uvijek bile u višoj BBCH fazi razvoja u odnosu na uljanu repicu) i na trećem polju organsku proizvodnju uljane repice, prvi put uspostavljenu u Hrvatskoj (slika 1.). U navedenim poljskim pokusima, na poljima koja su imala rubove posijane s lovnim biljkama populacija repičina sjajnika nije prelazila ekonomske pragove štetnosti i tretiranja nisu obavljena, u odnosu na usjev uljane repice bez lovnih biljaka (konvencionalna proizvodnja) (grafikon 1. i 2.). Fenofaza razvoja, vizualni i olfaktorni podražaji lovnih biljaka doprinose smanjenju populacije repičina sjajnika.

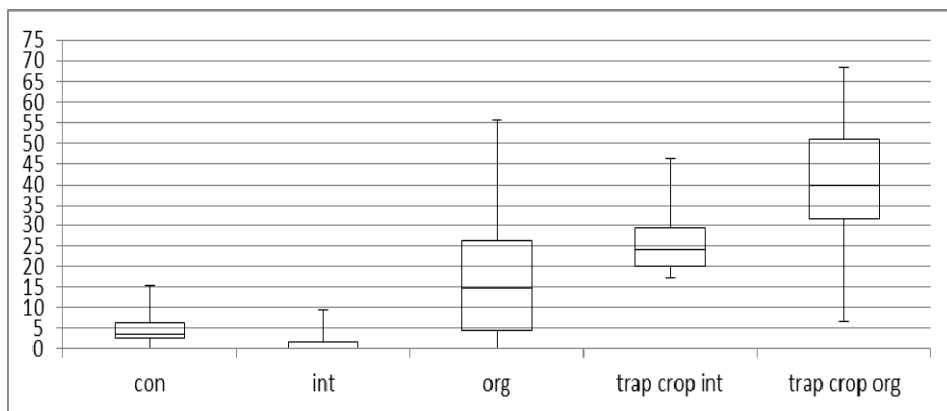


Slika 1. Poljski pokus u Šašinovečkom Lugu (a), trap cropping i uljana repica na integriranom sustavu proizvodnje (b) i (c)

Grafikon 1. Rezultati otresanja repičina sjajnika za Šašinovečki Lug



Grafikon 2. Udio (%) pupova s rupama od *Meligethes* spp. (udio zaraženih pupova u odnosu na ukupan broj pupova) (con, int, org – 8 uzoraka, int trap crop, org trap crop - 4 uzorka); ukupan broj pupova = 4831, oštećeni pupovi = 597.



Iz prikazanih rezultata u grafikonima 1. i 2. zaključuje se da je u konvencionalnoj proizvodnji uljane repice u Hrvatskoj prag odluke za repičina sjajnika prijeđen dva puta, a u integriranoj i organskoj proizvodnji pragovi odluke nisu prijeđeni (grafikon 1.), što pokazuje visoku učinkovitost trap cropping- a odnosno lovnih biljaka u kojih je broj sjajnika po terminalnom cvatu bio najviše 47 (grafikon 1.), a prag odluke na uljanoj repici jest 0,8-1. Valja još istražiti koji je to postotak zasijane površine lovnim biljkama pri kojemu kemijsko suzbijanje repičina sjajnika neće biti potrebno.

Uloga lovnih biljaka u suzbijanju žičnjaka

Korištenje lovnih biljaka za suzbijanje žičnjaka u jagodama pokazalo je dobre rezultate (Vernon i sur., 2000). Nakon što su otkrivene činjenice koje se odnose na specifično djelovanje dopuštenih djelatnih tvari za suzbijanje žičnjaka (Vernon, 2008), suzbijanje žičnjaka lovnim biljkama postalo je predmetom istraživanja brojnih istraživača (Staudacter i sur., 2013., Landl i Glauninger, 2013., Sonnemann i sur., 2014). Ta metoda počela se istraživati i u Hrvatskoj u sklopu projekta „Integrirana zaštita od žičnjaka u uvjetima klimatskih promjena i novih spoznaja“, a prvi rezultati (Kozina i sur., 2014) pokazuju da sjetva lovnih biljaka pozitivno utječe na sklop i prinos kukuruza što unaprjeđuje proizvodnju.

Pronalazak alternativnih metoda za suzbijanje žičnjaka prijeko je potreban jer je zbog zabrana organofosfornih insekticida, ali i većine neonikotinoida sve manje djelatnih tvari insekticida dopušteno za njihovo suzbijanje.

Uloga lovnih biljaka u suzbijanju krumpirovih cistolikih nematoda

Uzgoj krumpira koji traje dovoljno dugo da bi se stimuliralo izlazak ličinki iz jaja te njihova „invazija“ na korijenje krumpira, a potom njegovo uništavanje može umanjiti zarazu krumpirovim cistolikim nematodama u tlu. Rani kultivari krumpira, izvađeni dok su krumpiri još maleni, mogu djelovati kao lovne biljke (Webley i Jones, 1981. cit. Whitehead i Turner, 1998). Isto takav učinak mogu imati i kultivari krumpira koji se uzgajaju 4-6 tjedana u proljeće ili u rano ljetu, ovisno o temperaturama tla.

Biljke moraju biti uništene prije nego se ženke oplode da u tlu ne bi ostala nova jaja. Iz sigurnosnih razloga preporučuje se da se u tu svrhu sade otporne sorte krumpira koje bi u slučaju pogreške i kašnjenja s vađenjem krumpira uzrokovale manju štetu (umnožavanje nematoda). Na taj način populacija vrste *G. rostochiensis* u gornjih 20 cm tla može biti umanjena godišnje za više od 45 %, više nego se postiže provođenjem plodoređa (Whitehead, 1977. cit. Whitehead i Turner, 1998). Biljke krumpira s krumpirišta uklanjaju se s pomoću kombajna za vađenje luka ili krumpira. Da bi se tako očišćena površina ubrzo mogla zasaditi kasnim nasadom graška, mrkve, kupusnjača ili nekih drugih kasnih kultura, pri planiranju provođenja „trap croppinga“ bitno je imati na umu da se u jednom danu treba posaditi tolika površina s kolike se biljke mogu ukloniti u jednom danu. U uvjetima lokaliteta Belica, uklanjanje nasada krumpira bilo bi iz sigurnosnih razloga potrebno provesti prije najvećeg prodora

ličinki u korijenje krumpira, oko tjedan dana nakon prvoga prodora ličinki u korijen, odnosno oko 29 dana nakon sadnje krumpira, a učinkovitost metode trap cropping» u reduciranju inicijalne populacije zlatne krumpirove cistolike nematode u jednoj vegetaciji iznosi čak 85 % (Grubišić, 2006).

Uloga lovnih biljaka u suzbijanju repine cistolike nematode

Kao lovne biljke u Ukrajini su, krajem kolovoza i početkom rujna, sijani kupus, uljana rotkvica i gorušica, koji su stimulirali izlazak ličinki vrste *Heterodera schachtii* iz cista u tlo. S obzirom da su temperature tla u tom razdoblju godine počele padati, nematode koje su ušle u korijenje biljaka nisu završile svoj životni ciklus (Babich i sur., 1991. cit. Whitehead, 2002). U ovom slučaju nije postojala opasnost da ženke odlože jaja (formiraju ciste) i da tako poraste populacija, što je realna opasnost kada se lovne biljke sade ranije u godini.

Prihvatljivija je tehnika korištenja otpornih lovnih biljaka i kultura za zelenu gnojidbu koje su sijane nakon prethodnog vađenja biljke nedomačina uzgajane u plodoredu. U Njemačkoj i Nizozemskoj široko se primjenjuje sjetva otpornih sorata uljane rotkvice i gorušice, koje stimuliraju izlazak ličinki iz cista i onemogućavaju ili omogućavaju beznačajno umnožavanje te vrste u korijenju šećerne repe. Najotpornije vrste mogu tako reducirati populaciju za 70-90 % (uljana rotkvica sorata Adagio, Nemex, Pegletta, Trick, Ultimo i gorušica sorata Asta, Condor, Emergo, Maxi, Oscar, Salvo, Serval (Muller, 1991. cit. Whitehead, 2002). U jako zaraženim tlima, jedan ili dva usjeva uljane rotkvice sorte Pegletta mogu reducirati populaciju *H. schachtii* za 75 % (Annon., 1981 cit. Whitehead, 2002). U Italiji, uljana rotkvica sorata Pegletta i Nemax koje su posijane u srpnju nakon usjeva ječma i pšenice reducirale su populaciju *H. schachtii* i povisili prinos šećerne repe za 50 % i 40 % u odnosu na površine na kojima nisu posijane lovne biljke.

Procjenjuje se da je ta tehnika ekonomski isplativa ako je visina populacije nematoda 10 jaja/g tla (Grubišić i Gotlin Čuljak, 2010).

Lovni nasadi u kombinaciji s kulturom nedomačinom, koja im je prethodila, znatno snižavaju populaciju nematoda i smanjuju potrebu primjene nematocida prije sjetve šećerne repe. U Hrvatskoj su proizvođači šećerne repe u Tovarniku na parcelama zaraženima repinom nematomom pokazali interes za sjetvu gorušice kao lovnog usjeva.

2. IZRAVNE MJERE SUZBIJANJA ŠTETNIKA

Izravnim mjerama suzbijanja štetnika suzbija se populacija štetnika prisutna na poljima koja se štiti ili na mjestima gdje se ona održava i koja su izvor zaraze. Osim mehaničkih i fizikalnih mjera suzbijanja, u izravne mjere ubraja se i korištenje sredstava za zaštitu bilja kemijskog ili biološkoga podrijetla. Ako se primjenjuju sredstva biološkoga podrijetla, govori se o biološkom suzbijanju štetnika.

2.1. Mehaničke mjere suzbijanja

Mehaničke mjere suzbijanja obuhvaćaju brojne postupke kojima skupljamo i uništavamo štetnike ili uz pomoć različitih mehaničkih barijera sprječavamo njihov dolazak na usjeve. Mehaničke mjere uključuju ručno skupljanje i izravno uništavanje štetnika, primjerice krumpirove zlatice ili pak strojno skupljanje koje se provodi posebno konstruiranim aparatima za tu svrhu. Jedan oblik mehaničkog uništavanja štetnika jest i uništavanje biljnih ostataka u kojima štetnici prezimljuju. Biljni ostaci ratarskih i povrtlarskih kultura trebaju se uništavati zaoravanjem, a nikako se ne smiju spaljivati jer je to zabranjeno. Osim što pomaže u uspješnom zaoravanju, sječkanje kukuruzinca nakon berbe kukuruza znatno pridonosi uništavanju gusjenica kukuruznog moljca koje se nalaze u stabljikama. Stoga ta je mjera u nekim državama (primjerice u Austriji) postala redovita. Iznošenje i uništavanje ostataka bilja nakon uzgoja u zaštićenom prostoru temeljna je higijenska mjera. U voćarstvu je orezivanje zaraženih grana sa štetnicima mjera kojom se suzbijaju štetnici golobrsta, breskvin moljac i savijač, kruškina osica i drugi. Struganjem kore suzbijamo štitaste uši, a skupljanjem i uništavanjem otpalih plodova suzbijaju se štetnici koji se nalaze u plodovima, ali sakupljanje treba obaviti prije nego štetnici napuste plodove. *Mehaničke prepreke* učinkovita su mjera suzbijanja krumpirove zlatice. Pri tom se preporučuje postavljanje folije u kanale iskopane pod kutom od 45° oko parcele krumpira u prvoj godini. Zlatice hodanjem dolaze do parcele i upadaju u kanale, a zbog nagiba stijenke i postavljene folije ne mogu izaći van te ući u polje novozasađenoga krumpira. Dodatno se preporučuje uništavanje zlatice u kanalima jer na temperaturama zraka višim od 20°C zlatica počne letjeti pa kanali gube funkciju. Pokusi provedeni na Zavodu za poljoprivrednu zoologiju tijekom 2001. i 2002. godine pokazali su da je postavljanje folije oko parcele krumpira u prvoj godini primijenjeno zasebno i u kombinaciji s ručnim skupljanjem zlatice učinkovita mjera koja može smanjiti napad i rezultirati povećanim prinosom (tablica 1. i 2.). Niti jedna od provedenih mjera u slučaju ponovljene sadnje krumpira nije rezultirala zadovoljavajućim rezultatima. Taj primjer ponovno pokazuje da je pri suzbijanju štetnika prijeko potrebno kombinirano provoditi sve raspoložive mjere jer primjena samo jedne uglavnom nije dostatna.

Tablica 1. Rezultati očitavanja ukupnoga broja ličinki, visine šteta i prinosa, Dragičevac, 2001.

VARIJANTA	BROJ LIČINKI		OŠTEĆENJE	PRINOS
	15. 6. 2001.	20. 6. 2001.	CIME (%) 20. 6. 2001.	(t/ha)
Kontrola - krumpir 1. godina	1050 ab	700 b	5 b	22,6 b
Folija oko parcele krumpira - 1. Godina	750 b	800 b	3 b	31,08 a
Folija oko parcele krumpira u ponovljenoj sadnji	1400 ab	1170 ab	20 a	25,32 ab

Folija oko parcele krumpira u ponovljenoj sadnji + ručno skupljanje	1250 ab	1450 a	3 b	24,68 ab
Ručno skupljanje – krumpir, ponovljena sadnja	1500 a	2020 a	10 b	24,33 ab
Skupljanje aparatom DiVac – krumpir, ponovljena sadnja	1345 ab	1515 a	6 b	26,67 ab
LSD (P= 5%)	342,5	525,5	7,2	5,77

Tablica 2. Rezultati očitavanja ukupnoga broja ličinki i visine šteta, Dragičevac, 2002.

VARIJANTA	BROJ LIČINKI		OŠTEĆENJE CIME (%) 28. 6. 2002.
	15. 6. 2002.	20. 6. 2002.	
Kontrola - krumpir 1. godina	160 a	200 a	15 a
Folija oko parcele krumpira - 1. godina	40 b	50 b	5 b
Folija oko parcele krumpira, 1. godina + ručno skupljanje	20 b	15 b	3 b
Ručno skupljanje - krumpir 1. godina	25 b	35 b	5 b
LSD (P= 5%)	52,5	63	5,25

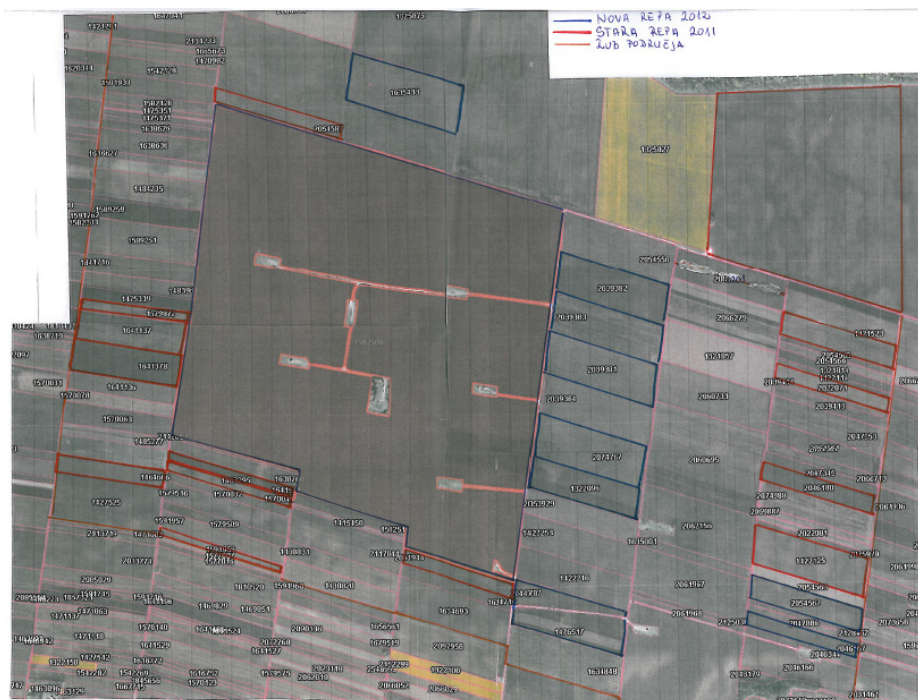
2.2. Fizikalne mjere suzbijanja štetnika

Općenito se može reći da se učinak fizikalnih mjera suzbijanja štetnika temelji na raznim fizikalnim čimbenicima (toplina, vlaga, svjetlost, kontrolirana atmosfera i sl.) te na reakciji štetnika na određene podražaje (vizualni i olfaktorni mamci). Često se ne mogu potpuno razgraničiti fizikalne i mehaničke mjere suzbijanja. Također se često fizikalne mjere suzbijanja kombiniraju s primjenom insekticida pa je tako opće prihvaćena praksa lokaliziranoga suzbijanja maslinine muhe pri čemu se uz pomoć hranidbenog atraktanta Buminala muhe privlače na jedan dio krošnje ili pojedine redove maslinika, gdje se onda suzbijaju kemijskim insekticidima. Iako ima više primjera uspješnog suzbijanja štetnika primjenom fizikalnih mjera u ovom ćemo se radu osvrnuti na dva primjera dobre prakse iz Hrvatske: na suzbijanje repine pipe masovnim ulovom agregacijskim feromonima i na suzbijanje nematoda solarizacijom.

2.2.1. Feromoni

Feromoni se koriste za različite namjene, za ranu detekciju karantenskih štetnika, za praćenje pojave i brojnosti ekonomskih štetnika radi određivanja potrebe i roka suzbijanja te za suzbijanje. Suzbijanje štetnika feromonima često se razvrstava u biotehničke metode suzbijanja zajedno s primjenom biotehničkih insekticida i nekim drugim metodama. Ono se provodi na dva osnovna načina: konfuzijom i masovnim ulovom. Primjena feromonskih kapsula za jabukova savijača (bez lovki) u dozi od 125 kapsula/ha rezultirala je otežanom oplodnjom, a posljedica je toga bilo smanjenje šteta od gusjenica na plodovima

ispod praga štetnosti (Ciglar i sur., 2000). Konfuzija se pokazala učinkovita i za grozdove moljce (Maceljki i sur., 2006).



Slika 2. Karta područja uključenog u masovno suzbijanje repine pipe 2012. godine

Suzbijanje repine pipe masovnim ulovom

U posljednjim godinama repina pipa (*Bothynoderes punctiventris*) prouzročila je velike štete na području istočne Hrvatske u okolici Tovarnika. Repina pipa štetnik je koji se vrlo teško suzbija insekticidima. Zbog specifične građe otporna je na kontaktne insekticide. Nakon primjene insekticidi dospijevaju većim dijelom na tlo, a manjim dijelom na biljke jer su one u vrijeme primjene vrlo male. Insekticidi primijenjeni na tlo ne ponašaju se na tlu na isti način kao na tretiranoj biljci, vrlo se često isperu u dublje slojeve ili se razgrade. Zbog toga je kontaktno djelovanje insekticida na repinu pipu slabije. Na repinu pipu bolje djeluju želučani insekticidi, no s obzirom na to da pipa ima veliki kapacitet ishrane, a da su biljke koje napada vrlo male i na njih se ne može nanijeti dovoljna količina insekticida koja bi dovela do letalnog učinka, želučani insekticidi također ne daju zadovoljavajući rezultat. Zbog svega toga često se provode višekratna tretiranja (Bažok i sur., 2012). To nije u skladu s načelima integrirane zaštite bilja (IZB) i s racionalnom uporabom sredstava za zaštitu bilja kojoj teži moderna poljoprivreda. Stoga je Zavod za poljoprivrednu zoologiju u sklopu dva projekta počeo istraživanje koje ima za cilj utvrditi mogućnost suzbijanja repine pipe agregacijskim feromonima na velikim površinama, a koji se postavljaju na sva stara repišta na određenom geografskom području. U 2012. godini određeno je područje ukupne površine

oko 540 ha (5.4 km²) na kojem su obilježena sva stara repišta (slika 2.). Istraživanja su provedena tijekom tri godine, a istraživano područje u 2014. godini prošireno je za dodatnih 8,8 km², na ukupno 14,2 km². Pregled podataka o površinama, poljima i feromonskim mamcima u području istraživanja prikazan je tablicom 3.

Tablica 3. Broj i veličina polja i broj postavljenih mamaca tijekom tri godine suzbijanja repine pipe masovnim ulovom agregacijskim feromonima

GODINA	STARA REPIŠTA		BROJ POSTAVLJENIH FEROMONA	NOVA POLJA ŠEĆERNE REPE	
	BROJ POLJA	UKUPNA POVRŠINA (ha)		BROJ POLJA	UKUPNA POVRŠINA (ha)
2012.	14	64,98	928	18	249,0
2013.	14	237,19	3457	2	5,54
2014.	19	41,03	914	20	161,06

Na starim repištima u jesenskom i proljetnom pregledu provedenom prije postavljanja feromona (jesenski pregled nije proveden samo u jesen 2011.) utvrdili smo visinu populacije repine pipe u tlu. Svake je godine masovni ulov repine pipe proveden postavljanjem feromonskih mamaca (slika 3.) na sva polja na kojima je prethodne godine bila zasijana šećerna repa (stara repišta). Postavljeno je 15 feromonskih mamaca/ha. U prvoj godini istraživanja mamci su raspoređeni ravnomjerno po cijeloj površini, a u 2013. i 2014. godini mamci su postavljeni na rubove polja. Razdoblje masovnog ulova ovisilo je o godini. Feromonski mamci postavljeni su 13. ožujka 2012., 4. i 12. travnja 2013. te 11. ožujka 2014. Masovni ulov odvijao se u šest tjedana u 2012., pet tjedana u 2013. te sedam tjedana u 2014. Na novo zasijanim poljima šećerne repe pratili smo zarazu repinom pipom i vodili evidenciju o provedenim tretiranjima insekticidima.



Slika 3. Feromonski mamac za repinu pipu (foto: Bažok)

Tablica 4. Ukupni rezultati provedenoga programa suzbijanja repine pipe masovnim ulovom agregacijskim feromonima, Tovarnik, 2012.-2014.

Godina	Površina „starih repišta“	Procijenjena visina populacije u jesen	Procijenjena visina populacije u proljeće	Ulov pipa	% ostvarenog smanjenja populacije (u odnosu na jesensku zarazu)	% ostvarenog smanjenja populacije (u odnosu na proljetnu zarazu)	Površina „novih repišta“
2012.	64,98	*	2.816.149	165.641	*	5,88	237,19
2013.	237,19	21.973.750	12.980.100	2.093.391	8,38	16,13	5,02
2014.	5,02	94.700	319.400	2.933	3,1	0,92	161,06
	35,84*	**	954.400	15.228	*	1,6	

*jesenski pregled nije proveden – smanjenje populacije nije se moglo izračunati

**površine koje su u program ušle u 2014. godini

Dosadašnji rezultati masovnoga suzbijanja (tablica 4.) pokazali su da je masovni ulov feromonima agregacije proveden na velikom području dobra metoda suzbijanja repine pipe. Iako je u obilježenom području postignuto smanjenje populacije do 16,13 %, rezultati su obećavajući. Na poljima šećerne repe u području u kojem je proveden masovni ulov (osim u jednom slučaju) kemijsko je suzbijanje provedeno najviše dva puta. Najčešće je prvo tretiranje obavljeno samo na rubovima, a drugo tretiranje na cijeloj površini. Uočeno je da je napad pipe bio odgođen te da je prva primjena insekticida obavljena znatno kasnije nego na okolnim parcelama šećerne repe. Niti jedno polje u obilježenom području tijekom tri godine provođenja te metode nije trebalo presijavati zbog totalnih šteta. Polja šećerne repe izvan područja na kojem je proveden masovni ulov tretirana su višekratno (do 9 puta), a uspjeh je vrlo često izostao. Jedan dio polja bio je presijan.

Masovni ulov feromonskim mamcima racionalizirao je primjenu insekticida u obilježenom području te ih je sveo na granice dopuštene u IZB. Na taj način omogućena je proizvodnja šećerne repe u skladu s načelima IZB. S druge strane, očekuje se da će ta mjera imati dugoročni učinak i da će se populacija pipe u obilježenom području smanjiti, što će smanjiti napad štetnika u budućnosti. Dobri rezultati te metode mogu se očekivati samo ako se suzbijanje provodi organizirano, kao program na određenom području. Naime, suzbijanje se provodi na starim repištima, na poljima koja nisu zasijana šećernom repom i nisu izravno ugrožena od napada tog štetnika u određenoj vegetacijskoj sezoni. Najvažnija uloga u programu pripada organizatorima (ugovarateljima) proizvodnje šećerne repe kao i vlasnicima svih polja u tom području. Organizatori proizvodnje ugovaraju proizvodnju na cijelom području i oni bi ugovorno trebali vezati sve proizvođače da su u godini nakon uzgoja šećerne repe obavezni provesti suzbijanje masovnim ulovom. Oni bi se također trebali pobrinuti za nabavu mamaca i koordinaciju njihova postavljanja na stara repišta.

2.2.2. Solarizacija

Metoda solarizacije temelji se na korištenju sunčeve topline kao letalnog agensa za suzbijanje štetnika i korova u tlu, uporabom prozirne PE ili PVC folije. Preporučuje se što tanja folija (20-25 μm) jer bolje provodi toplinu pa se tlo brže i lakše zagrijava (Garibaldi, 1990. cit. Oštrec, 1993). Vлага olakšava provođenje topline kroz tlo te je prije pokrivanja folijom tlo potrebno dobro pripremiti i osigurati da ima vlažnost oko 60 %. Temperature na solariziranim površinama većinom su za 10 – 20 °C više nego na nesolariziranim površinama. Usprkos malim razlikama u temperaturama tla, kako je navedeno prethodno, solarizacija je visoko učinkovita u suzbijanju štetnika i korova jer njihovo uginanje ne ovisi samo o visini temperature, nego i o ekspoziciji, a te su dvije vrijednosti obrnuto proporcionalne. Solarizacijom se ne mogu postići jako visoke temperature, ali i pri nižim temperaturama (45 - 55 °C) uz produženu ekspoziciju može nastati znatna redukcija populacije štetnika u tlu (Oštrec, 1993). Prema podacima brojnih istraživanja površinski sloj tla (0 - 5 cm) pod PE folijom još se više zagrijava pa je na 5 cm dubine temperatura tla 52-55 °C, a na dubini 0 cm 60-64 °C (Hansson i Hussain, 1986. cit. Oštrec, 1993). Istraživanja su pokazala da su temperature više od 55 °C u trajanju od samo nekoliko minuta letalne za najveći dio nematoda, a da pri 90 °C nematode uginu trenutno (Lamberti i Greco, 1991. cit. Oštrec, 2002). Patogene gljivice, kao *Verticillium dahliae*, *Pythium ultimum*, *Thielaviopsis basicola*, ugibaju pri 37 °C tijekom 18-33 dana ili pri 50 °C tijekom 23-68 minuta, a *Armillaria mellea* ugiba ako je 4-7 sati izložena temperaturi od 41 °C (Katan, 1981. cit. Oštrec, 1993). Prema Oštrec (2002) temperature tla prekrivenoga folijom na dubini od 10 cm, mjerene tijekom srpnja i kolovoza u stakleničkim uvjetima u Đurđevcu, bile su 41 °C, a na nepokrivenim površinama bile su 35 °C. U tom istraživanju učinkovitost solarizacije u suzbijanju nematoda roda *Meloidogyne* bila je 100%, a ostalih biljnoparazitskih vrsta 99 %. Također je u istom istraživanju u Đurđevcu utvrđena i zadovoljavajuća učinkovitost solarizacije u suzbijanju korova od 90,9 %, s ocjenom zakorovljenosti po EWRC skali 1-9 s vrijednošću 1, a na lokalitetu Maksimir bila je 76 %, po EWRC skali 1-9, s vrijednošću 1. Rezultati višegodišnjih istraživanja (1991.-1995.) u Hrvatskoj također potvrđuju učinkovitost solarizacije u suzbijanju biljnoparazitskih vrsta nematoda (Oštrec, 1993; Bauer- Mikić, 1998. cit. Oštrec, 2002) pa je tako solarizacijom na otvorenom broj nematoda smanjen za 97-100 % na dubini 20 cm. U zaštićenim prostorima zabilježen je pad populacije biljnoparazitskih nematoda za 89-100 % na 10 cm dubine, a za 98-100 % na 20 cm dubine.

U mnogim predjelima Hrvatske vladaju prilično visoke temperature tijekom ljetnih mjeseci (srpanj i kolovoz) te postoji preduvjet za provođenje metode solarizacije.

3. BIOLOŠKO SUZBIJANJE ŠTETNIKA

Biološko suzbijanje štetnika obuhvaća uporabu prirodnih neprijatelja štetnika za njihovo suzbijanje. To su mjere koje pridonose očuvanju prirodnih

neprijatelja, a obuhvaćaju i ciljano namjerno ispuštanje prirodnih neprijatelja na poljoprivredne površine.

Očuvanje postojećih prirodnih neprijatelja danas se sustavno potiče agro-okolišnim mjerama, jednom od okosnica drugoga stupa zajedničke poljoprivredne politike koji je namijenjen ruralnom razvoju i koji će poticati država. Program ruralnog razvoja koji se odnosi na agro-okoliš i klimu sastoji se od 22 mjere svrstane u šest paketa. Od navedene 22 mjere 11 mjera izravno ili neizravno pridonosi očuvanju postojećih prirodnih neprijatelja u agroekosustavima. To su: zatravnjivanje trajnih nasada, konzervacijski sustavi obrade tla za oranične kulture, široki plodored, očuvanje prirodnih travnjaka bogatih vrstama, uspostava cvjetnih traka, uspostava bioloških tamponskih zona uz vodotokove, sjetva pokrovnog usjeva (catch crop), uzgoj pod malčem, integrirana poljoprivredna proizvodnja, ekološka poljoprivredna proizvodnja i plaćanje u Natura 2000 područjima.

Ciljano i namjerno ispuštanje prirodnih neprijatelja na poljoprivredne površine zapravo je primjena bioloških sredstava za zaštitu bilja koje nazivamo biopesticidima.

3.1. Biopesticidi

Biopesticidi se mogu masovno proizvoditi i primjenjivati kao kemijski pripravci ili se u nekim slučajevima, npr. transgenim biljkama (insekticidne biljke) toksični proteini bakterija sintetiziraju u biljkama. Biopesticide najčešće dijelimo na makrobiološke agense (grabežljivci, parazitoidi) i mikrobiološke agense (bakterije, gljivice, virusi itd.), prirodne pesticide i derivate nekih organizama. U makrobiološke agense ubrajamo makroorganizme: kukce (stjenice, božje ovčice, zlatooke), grabežljive grinje, pauke, ptice i sisavce. Od parazitoida koriste se na pr. ose najeznice i muhe gusjeničarke. U mikrobiološke agense ubrajamo mikroorganizme uzročnike bolesti štetočinja, a to mogu biti bakterije, gljivice, virusi, mikoplazme i mikrosporidije, koji na tržištu dolaze kao formulirani kao pripravci slični kemijskim pripravcima za zaštitu bilja.

Biopesticidi su prirodni neprijatelji štetočinja - u prirodi prisutne gljivice, bakterije, kukci, nematode, grinje i sl. i prirodni pesticidi (na pr. piretrin ekstrahiran iz dalmatinskoga buhača i nikotin) pripremljeni i stavljeni na tržište radi biološkoga suzbijanja štetočinja.

3.1.1. Suzbijanje štetnika predatorskim i parazitskim kukcima

Veliki broj kukaca hrani se drugim kukcima i oni su njihovi prirodni neprijatelji. Neki su od njih grabežljivci koji odmah ubiju svoj plijen i njime se hrane. Drugi su pak parazitoidi.

Grabežljivci nisu izbirljivi u izboru žrtve koju napadaju, pa se mogu hraniti velikim brojem štetnika. Neki su grabežljivci zastupljeni u prirodnim uvjetima, gdje predstavljaju značajne prirodne neprijatelje, ali ne uzgajaju se u laboratorijima i ne koriste se kao biopesticidi. To su primjerice konjici, tripsi, mravi, neke grabežljive stjenice, trčci, kusokrilci, mekokošci i drugi. Agrotehničke mjere koje se primjenjuju u poljoprivrednoj proizvodnji moraju

biti osmišljene tako da se te vrste što je moguće više štite i da im se stvaraju uvjeti povoljni za razvoj. S druge strane, neke vrste pogodne za laboratorijski uzgoj koje imaju veliki kapacitet ishrane štetnim kukcima uzgajaju se u laboratorijima i plasiraju na tržište kao biopesticidi. Od grabežljivih vrsta to su prije svega grabežljive stjenice, božje ovčice, zlatooke i neke mušice šiškariće. Primjerice vrste roda *Orius* koriste se za biološko suzbijanje kalifornijskoga tripsa, a vrsta *Macrolophus caliginosus*, koja se hrani cvjetnim štitastim moljcem, dala je dobre rezultate u istraživanjima provedenim u Hrvatskoj (Jelovčan, 2008). Božje ovčice važni su grabežljivci, predstavljeni velikim brojem vrsta koje se najčešće koriste za suzbijanje lisnih i štitastih uši, ali i jaja i ličinki drugih štetnika. Primjenjuju se najčešće u zaštićenom prostoru u proizvodnji povrća. Zlatooke su također važni prirodni neprijatelji lisnih uši, ali mogu se hraniti i jajima drugih kukaca. I neke mušice šiškariće (npr. *Aphidoletes aphidimyza*) važni su grabežljivci, a hrane se ponajviše lisnim ušima pa se i koriste za njihovo suzbijanje u staklenicima.

Parazitoidi žive na račun domaćina koji ugiba nakon što parazitoid dovrši razvoj. Oni žive na račun jednog razvojnog stadija pa tako razlikujemo parazitoide jaja, ličinki, kukuljica i odraslih kukaca. U prirodi su najčešći parazitoidi jaja i ličinki, a oni se najčešće koriste i u poljoprivrednoj proizvodnji. Najveća skupina parazitoida pripada podredu opnokrilaca (Hymenoptera) u skupinu Terebrantes ili parazitske osice. Nekoliko velikih svjetskih kompanija uzgaja, proizvodi i na tržište plasira biocidne pripravke koji sadrže neki od razvojnih stadija parazitoida. Najčešće se primjenjuju u proizvodnji povrća u zaštićenim prostorima, iako se primjena parazitoida širi i u neke druge proizvodnje. Parazitoidi su obično specifični u izboru domaćina pa je u slučaju njihove primjene važno ispravno identificirati štetnika kojeg suzbijamo. Veliki je broj vrsta koje se koriste komercijalno, no najveći dio tržišta zauzima vrsta *Encarsia formosa*, koja se koristi za suzbijanje cvjetnoga štitastog moljca. Istraživanja Zavoda za poljoprivrednu zoologiju Agronomskog fakulteta u Zagrebu provedena u sklopu VIP projekta potvrdila su dobro djelovanje i ekonomsku opravdanost korištenja te vrste za suzbijanje cvjetnoga štitastog moljca u proizvodnji rajčice. Vrste *Aphidius colemani* i *A. ervi* koriste se za suzbijanje lisnih uši, a vrste roda *Trichogramma* za suzbijanje gusjenica leptira. I neki su dvokrilci parazitoidi (porodica Tachinidae).

3.1.2. Suzbijanje štetnika grabežljivim grinjama

Jedni od prirodnih neprijatelja jesu i grabežljive grinje. Osim što ih nalazimo u prirodi, one se uzgajaju i proizvode te prodaju kao pripravci. Danas se i u nas grabežljive grinje mogu kupiti kao pripravci koje jednostavno primjenjujemo prema preporuci proizvođača. Ti pripravci koriste se u zaštićenim prostorima i na otvorenom.

Tako se za suzbijanje koprivine grinje (*Tetranychus urticae*) u zaštićenim prostorima koristi grinja *Phytoseiulus persimilis*, za suzbijanje kalifornijskoga tripsa (*Frankliniella occidentalis*) i duhanovoga tripsa (*Thrips tabaci*) koriste se grinje roda *Amblyseius*, a u voćnjake se mogu unijeti grabežljive grinje

Typhlodromus pyri i *Kampinodromus aberrans* te druge vrste iz porodice Phytoseiide, kao neprijatelji crvenog voćnoga pauka. Jedinka vrste *Ph. persimilis* (slika 5.) može pojesti sedam jedinki koprivine grinje ili dvadesetak jaja dnevno. To je predator koji brzo pronalazi štetne grinje, njihova jaja i ličinke. Ženke predatora ujedno odlažu svoja jaja (oko 50 jaja za života), a zatim se i njihovo potomstvo nastavlja hraniti koprivinim grinjama. Razvoj od jaja do odraslog oblika traje samo tjedan dana i kraći je nego u koprivine grinje, a ta ga prednost čini uspješnim predatorom. Tu vrstu još nazivaju „akaricidom na nogama“ jer radi visoke i brze reprodukcije vrlo brzo „čisti“ štetnike (Hoy, 2011). Ako nema žrtve, predator ugiba od gladi jer nema alternativni izvor hrane. Obično se unose dvije grabežljive grinje po biljci, a na razvijene biljke s velikim lišćem dvije grinje po listu, a nekada se unose samo u žarište štetnika. Za uspjeh je važan omjer grabežljivih grinja i štetnika pa je poželjno unos predatora obaviti čim se primjeti pojava štetnih grinja.



Slika 4. Grabežljivac *Ph. persimilis* i njegova žrtva, koprivina grinja (BMA Hydroponics, 2014)



Slika 5. Vrsta *Typhlodromus pyri* kao predator crvenoga voćnoga pauka (Nyrop, 2014)

Grabežljive vrste grinja roda *Amblyseius* - *Amblyseius cucumeris*, *Amblyseius barkeri*, *Amblyseius degenerans* i *Amblyseius swirskii* mogu se hraniti s više različitih štetnika. Vrsta *A. swirskii* koristi se ponajprije protiv duhanova štitastog moljca (*Bemisia tabaci*), cvjetnoga štitastog moljca (*Trialeurodes vaporariorum*) i ličinki kalifornijskoga tripsa (*F. occidentalis*). Sekundarne su žrtve joj koprivina grinja, *Tetranychus cinnabarinus* i *Polyphagotarsonemus latus*. Vrsta *A. barkeri* koristi se za suzbijanje tripsa u cvijeću i povrću, jagodine grinje (*Phytonemus pallidus*) i grinje *Stenotarsonemus laticeps* u proizvodnji amarilisa. Svaka jedinka može pojesti dvije do tri ličinke tripsa na dan, ali odraslim se oblicima ne hrani. Razvoj od jaja do odraslog razvojnog stadija, pri 25 °C, traje sedam dana. Vrsta *A. barkeri* protiv tripsa se uglavnom koristi preventivno i to 100 kom./m² svaka dva tjedna. Kada se trips pojavi u kulturi, primjenjuje se 100-250 kom./m² svaki tjedan. Za nadopunu ishranom odraslim oblicima preporučuje se unošenje vrsta roda *Orius*. Taj pripravak može se kupiti u različitim količinama, 25000 - 50000 kom. u boci od 1litre.

Vrsta *Typhlodromus pyri* (slika 5. i 6.) učinkovit je predator crvenoga voćnoga pauka, poglavito u voćnjacima jabuke, ali i u vinogradima. Iskustva primjene pokazala su da ta grabežljiva grinja jednom udomaćena u voćnjaku eliminira potrebu primjene akaricida. Ta grinja također se hrani i koprivinom grinjom *T. urticae* te lozinim grinjama šiškarcama *Colomerus vitis* i *Epitrimerus vitis*. Predator se unosi granama na kojima prezimljuje ili pojasima koji se postavljaju oko grana voćke ili na trsove vinove loze. U vinogradima se introdukcija provodi prije kretanja vegetacije rozgovom na kojoj prezimljuju ženke, odnosno lišćem s predatorima tijekom vegetacije. Ta grinja može reagirati na primjenu neadekvatno odabranih insekticida ili fungicida te se preporučuje uvođenje programa zaštite koji na nju neće znatno utjecati. Toksičnost pripravaka ovisi o koncentraciji i vremenu primjene. Proizvođači i distributeri pripravaka na osnovu grabežljivih grinja o načinima primjene uvijek daju iscrpne upute. U praksi je evidentirana i otpornost predatora na pojedine djelatne tvari. Pojava otpornih sojeva predatora na sredstva za zaštitu bilja i mogućnost njihova masovnog uzgoja velika je nada za biološko suzbijanje štetnih grinja, ali i ostalih štetnika.



Slika 6. Postavljanje vrste *Typhlodromus pyri* u vinograd (Tamás, 2014)

Budući da uobičajene mjere suzbijanja štetnika često ne pružaju učinkovitu zaštitu, primjena biološkoga suzbijanja štetnika njihovim prirodnim neprijateljima i u nas se pokazala spasonosnim rješenjem za mnoge velike proizvođače, napose za proizvođače povrća. Sve se češće govori o porastu populacija štetnih grinja i u voćnjacima. Problema u suzbijanju kemijskim pripravcima sve je više, stoga se za biološko suzbijanje štetnika prirodnim neprijateljima treba na vrijeme pripremiti i organizirati.

3.1.3. Suzbijanje štetnika entomopatogenim i parazitskim nematodama

Entomopatogene nematode (EPN) sve su češće primjenjivani prirodni neprijatelji brojnih štetnika najčešće u povrćarstvu i voćarstvu. S obzirom na to da su to, u odnosu na kemijske pripravke, ponešto skuplji pripravci, za njihovom primjenom proizvođači posežu tek kada kemijski pripravci ne ispune svoju zadaću. I u Republici Hrvatskoj sve je češća njihova uporaba, a distributeri tih pripravaka pokušavaju osigurati pravovremenu i dostatnu opskrbu.

Nematode se najčešće koriste za biološko suzbijanje kukaca, iako ima primjera patogenosti i primjene protiv drugih organizama, npr. protiv štetnih puževa.

Najvažnije EPN letalne za štetne kukce pripadaju porodicama Steinernematidae, Heterorhabditidae i Mermithidae. Danas su u svijetu komercijalizirane vrste *Steinernema carpocapse* i *Steinernema feltie*, kojima se uspješno suzbijaju pipe, zlatice, gusjenice leptira, muhe, mušice, komarci i sl. te *Steinernema scapterisci* (koja je patogena za rovce). Vrste *Heterorhabditis bacteriophora* te *Heterorhabditis megidis* učinkovito suzbijaju pipe, listorošce, gusjenice sovice, muhe i dr. Brojnim istraživanjima dokazano je da nematoinsekticidi imaju sljedeće prednosti u odnosu na kemijske pripravke: djeluju brzo i učinkovito kroz dulje vremensko razdoblje (razmnožavanjem se same obnavljaju), imaju visoki potencijal razmnožavanja, imaju široku listu domaćina, jednostavno se uzgajaju, nisu štetne za druge žive organizme, niti za okoliš, nema opasnosti od rezidua, jednostavno se primjenjuju, nije potrebno čekati od primjene do sjetve ili sadnje, kompatibilni su s mnogim kemijskim pripravcima, pri aplikaciji nije potrebna zaštitna oprema. Glavni nedostatak, vezan uz visoke troškove nabave tih pripravaka, s vremenom se rješava unaprijeđenjem tehnologija uzgoja, formulacija, pakiranja i transporta (Oštrec, 2001).

S obzirom da postoji nekoliko ekonomski važnih štetnika koji bi se u Hrvatskoj mogli suzbijati i entomopatogenim nematodama, pregledom literaturnih podataka, a dijelom i praktičnim istraživanjima, nastojalo se ocijeniti prikladnost njihove primjene u našim pedoklimatskim uvjetima.

Kao alternativa, uz sve ostale mjere suzbijanja kukuruzne zlatice, u svijetu se primjenjuje i biološko suzbijanje entomopatogenim nematodama (EPN). U uzgojnom području kukuruza u Hrvatskoj, s obzirom na pedoklimatske uvjete i ekološke zahtjeve EPN, mogu se primjenjivati vrste *H. bacteriophora*, *H. megidis*, *S. carpocapsae* i *S. feltiae* (Grubišić i sur., 2013). Sve istražene vrste EPN mogu smanjiti štete od kukuruzne zlatice, neovisno o tome jesu li primijenjene u travnju ili lipnju. Ličinke kukuruzne zlatice, u tlu se u hrvatskim uvjetima nalaze 50 dana, a pojavljuju se između 15. svibnja i 15. lipnja (ili dulje, ovisno o vremenskim uvjetima) (Maceljki i Igrc Barčić, 1994; Dobrinčić, 2001). Temperature tla u tom razdoblju više su od 20 °C, što je najpovoljnije i za preživljavanje i aktivnost navedenih vrsta EPN. Također, upravo se u tome razdoblju u tlu nalaze razvojni stadiji ličinki kukuruzne zlatice (L2 i L3), a njihovo suzbijanje rezultira najvišom učinkovitošću. Znatne štete od kukuruzne zlatice u Hrvatskoj evidentirane su na području Vukovarsko-srijemske, Virovitičko-podravske i Koprivničko-križevačke županije. Temeljem pregleda

literature, u istraživanjima je smanjena populacije kukuruzne zlatice najintenzivnije je proučavana vrsta *H. bacteriophora*, koja ujedno prema tipovima tla odgovara za primjenu i u prethodno navedenim hrvatskim županijama u kojima su zabilježene štete od kukuruzne zlatice. S obzirom na tip tla, a prema rezultatima iz literature, u Vukovarsko-srijemskoj županiji za primjenu za suzbijanje kukuruzne zlatice mogu se preporučiti vrste *H. bacteriophor*, *H. megidis* te vrsta *S. feltiae*. U Virovitičko podravskoj županiji može se preporučiti primjena vrste *H. bacteriophora*, a u Koprivničko-križevačkoj županiji pogodne za primjenu bile bi vrste *H. bacteriophora* i *H. megidis* (Grubišić i sur., 2013). Iako pojedine vrste daju bolje rezultate u pojedinim tipovima tla, proizvođači ne daju specifične naputke o prikladnosti njihove primjene. S obzirom na ujednačene rezultate učinkovitosti utvrđene pregledom dostupne literature, najekonomičnija primjena EPN bila bi u vrijeme sjetve kukuruza jer ne zahtijeva dodatne radne sate i ostale troškove koji nastaju prilikom njihove naknadne primjene. Cijena biološkoga suzbijanja kukuruzne zlatice s pomoću EPN u odnosu na cijenu kemijskoga suzbijanja viša je i povećava troškove proizvodnje. Cijena pripravaka EPN iznosi oko 1110 kn/ha, a cijena kemijskoga pripravka, u kojemu je djelatna tvar npr. teflutrin, iznosi oko 870 kn/ha, ovisno o proizvođaču. Iako biološko suzbijanje ima mnogo prednosti - selektivnost s obzirom na neciljane organizme (uključujući čovjeka), izostanak akumulacije kemijskih tvari u tlu, vodi i zraku, izostanak rezidua u biljnim ili životinjskim proizvodima - financijski troškovi biološkoga suzbijanja zahtijevaju veće ulaganje proizvođača. Biološko suzbijanje, unatoč većim izdancima, uglavnom valja primjenjivati ako se pojavi rezistentnost štetnika na kemijske pripravke.

U suzbijanju jabukova savijača, *Cydia pomonella* primjenom EPN, u Hrvatskoj postoje i praktična iskustva, međutim prikazani podatci utemeljeni su na pregledu literaturnih podataka (Grubišić i sur., 2010.a). Suzbijanje jabukova savijača u kokonima na mjestima prezimljenja snižava visinu populacije jabukova savijača te ovipoziciju toga štetnika idućega proljeća. Uporabom EPN zajedno s metodom konfuzije (Lacey i sur. 2006.a cit. Grubišić i sur., 2010. a) i primjenom virusa granuloze može se, kombinirajući različite načine nekemijskoga suzbijanja, eliminirati ili umanjiti potrebu primjene kemijskih pripravaka za suzbijanje jabukova savijača. Istraživanjima je utvrđeno da se pripravci na osnovi *S. carpocapsae* mogu uspješno kombinirati s drugim pripravcima za zaštitu bilja (Kaya i Koppenhöfer, 2004. cit. Grubišić, 2010.a), ali je uputno da se to prethodno testira. Istraživanjima je utvrđen i pozitivan učinak malča u voćnjacima koji produžava vitalnost te infektivnost primijenjenih ličinki entomopatogenih nematoda, a ujedno i pogoduje održavanju populacije i aktivnost predatora jabukova savijača koji se zadržavaju u prizemnom sloju voćnjaka (Lacey i sur., 2006.b cit. Grubišić i sur., 2010 a). Učinkovitost vrste *S. carpocapsae* u suzbijanju jabukova savijača, primjenjene u dozi od $1,5 \times 10^9$ infektivnih ličinki/ha uz 2000 l vode/ha (uz irigaciju prije i nakon tretiranja) (Brown, 2010. cit. Grubišić i sur., 2010), doseže do 82 %, uz do 64 % manje jaja odloženih od leptira prve generacije iduće godine (Curto i

sur., 2008. cit. Grubišić i sur., 2010.a). Primjena doze 1×10^6 infektivnih ličinki po stablu uz okvašivač i dodatno vlaženje, doseže učinkovitost i do 94,4 % (Lacey i sur., 2006.a cit. Grubišić i sur., 2010). Istraživanja učinkovitosti entomopatogenih nematoda protiv jabukova savijača provode se kontinuirano te se poboljšavaju i osmišljavaju nove metode primjene, snižavaju se primijenjene dozenematoda, utvrđuju se interakcije nematoda i drugih biotičkih i abiotičkih čimbenika, a cilj je smanjenje šteta od tog ekonomski važnog štetnika te istovremeno očuvanje agroekosustava voćnjaka.

U tijeku je i istraživanje primjene EPN vrste *Heterorhabditis bacteriophora* u suzbijanju repine pipe na području Tovarnika, koja ondje pričinjava znatne štete. Iako je to primjena EPN u ratarskoj kulturi, što s obzirom na veličinu proizvodnih površina zahtijeva golema financijska ulaganja u ove pripravke, pronalazak rješenja problema i osiguranje opstanka proizvodnje mogli bi pobuditi interes proizvođača.

Primjena parazitskih nematoda vrste *Phasmarhabditis hermaphrodita* u Hrvatskoj prakticirana je u suzbijanju puževa golača rodova *Arion* i *Deroceras* u povrćarskim kulturama. Ta je nematoda primjenjivana u nasadima, salate, rotkvice i kupusa na otvorenom, ali i u laboratoriju. Suspenzija nematoda primjenjivana je zalijevanjem kantama s ružom u sumrak da bi se zaštitile nematode od Sunčevoga zračenja i isušivanja. Zadovoljavajuću zaštitu kupusa sve do berbe osigurale su tako preporučene doze pripravka na osnovi te nematode (Grubišić i sur., 2003, Grubišić i sur., 2012). U nasadu salate preporučene doze nematode *P. hermaphrodita* pružile su učinkovitu zaštitu kroz 33 dana od primjene. Polovične doze pružile su zadovoljavajuću zaštitu do 19 dana nakon primjene pa bi u slučaju dužeg uzgoja salate tretiranje trebalo ponoviti (Grubišić i sur., 2010.b). Unatoč pozitivnim rezultatima, nizu ekotoksikoloških prednosti i velikom interesu proizvođača, na hrvatskom tržištu biopesticida ni danas nema dobavljača za pripravke na osnovi parazitske nematode vrste *P. hermaphrodita*.

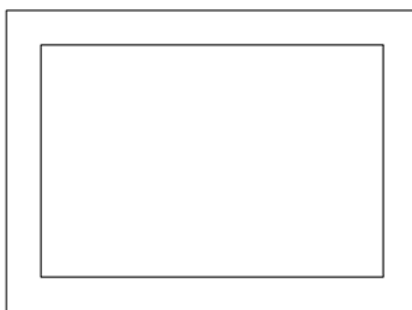
4. PROGNOZA I SIGNALIZACIJA

Prognoza pojave štetnika osnova je integrirane zaštite bilja od štetnika. Pravodobnim prognoziranjem (dugoročna i srednjoročna prognoza) jačine pojave pojedinih štetnika omogućuje se poduzimanje potrebnih priprema za njihovo suzbijanje. Kratkoročna prognoza predviđa potrebu suzbijanja (u odnosu na pragove odluke) i upozorava na približni optimalni rok suzbijanja. Signalizacija precizno određuje potrebu i optimalni rok tretiranja (Igrc Barčić i Maceljki, 2001). Obvezu provođenja IPP na području Hrvatske propisuje Zakon o biljnom zdravlju (Narodne novine, 2014. 75/05 čl. 2., 6., 51. i 63.) putem Zavoda za zaštitu bilja i Savjetodavne službe. S namjerom da se preporuke približe što većem broju proizvođača, Savjetodavna služba, na regionalnoj razini, objavljuje preporuke za suzbijanje u lokalnim medijima (radiju i novinama), a Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo - Zavod za zaštitu bilja, na nacionalnoj razini objavljuje prognoze na Hrvatskoj televiziji i

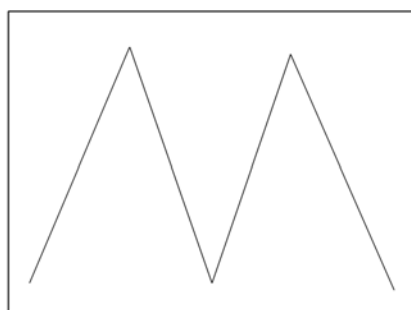
Hrvatskom radiju. Izvještajno prognozni poslovi (IPP) kao temelj suvremene zaštite bilja dvije su odvojene vrste posla što se tiče njihove provedbe, a istovremeno su usko povezane. Izvještajnim poslovima sustavno se prate i registriraju dinamika pojave, štete i mjere suzbijanja određenih štetnih organizama, a i njihov intenzitet napada i proširenje te negativne posljedice tretiranja sredstvima za zaštitu bilja (SZB). Osim prikupljanja podataka o štetnim organizmima, izvještajni poslovi obuhvaćaju i prikupljanje podataka o prisutnosti, pojavi, rasprostranjenosti i brojnosti korisnih organizama. Prognoznim poslovima predviđa se jačina pojave, utvrđuju se optimalni rokovi i mjere suzbijanja štetnih organizama i to na osnovi rezultata izvještajnih poslova. Svrha izvještajno-prognoznih poslova pravovremeno je, pravilno, učinkovito i rentabilno provođenje mjera zaštite bilja u praksi na temelju podataka stalnoga promatranja pojave i kretanja štetnih organizama bilja. Za svakog važnijeg štetnika postoji metodika prognoze koja sadrži podatke o utjecaju abiotičkih i biotičkih čimbenika na dinamiku pojave, o načinu praćenja i određivanja gustoće populacije, o pragovima odluke i o ekonomskom pragu štetnosti. **Temeljna koncepcija integrirane zaštite bilja od štetnika temelji se na dvije ključne komponente: metodama praćenja štetnika - uzorkovanje i pragovima odluke (signalizacija).**

Metode praćenja štetnika – uzorkovanje

U prirodi su štetnici rijetko ravnomjerno raspoređeni – njihova distribucija ovisi o lokalnim ekološkim čimbenicima, a i često je gustoća populacije promjenjiva unutar jednoga polja. Ako je distribucija štetnika ravnomjerna, kao u većine lisnih uši ili puževa, reprezentativni uzorci skupljaju se prema shemi prikazanoj na slici 8. Mnogi štetnici imaju tendenciju ishrane na rubovima polja zbog migracije sa susjednih polja te za učinkovito praćenje gustoće populacije uzorke skupljamo prema shemi prikazanoj slikom 7.



Slika 7. Uzorkovanje kod neravnomjerne štetnika



Slika 8. Uzorkovanje kod ravnomjerne distribucije štetnika

Za uspješnu prognozu od iznimne je važnosti i poznavanje životnog ciklusa štetnika, jer se npr. stadiji jaja i kukuljice ne hrane pa ih je teško suzbiti. Iako su ličinke osjetljive na insekticide, katkad se postavlja pitanje ekonomske

isplativosti njihova suzbijanja, naročito ako se nalaze ispod površine tla. Nadalje, neki se kukci hrane noću te je i vrijeme uzorkovanja važno. Kad je štetnik identificiran, treba se utvrditi stupanj zaraze koji se može izraziti kao postotak oštećenih biljaka, postotak zaraženog lišća, broj odraslih oblika ili ličinki po biljci ili m^2 , broj odraslih oblika po vizualnom ili olfaktornom atraktantu... Glavni ciljevi uzorkovanja jesu da ono mora biti prilagođeno vrsti štetnika s obzirom na biološka obilježja, uzorak mora biti reprezentativan jer se temeljem njega donosi zaključak o visini populacije, a treba imati na umu „rubni efekt“ koji može narušiti realnu procjenu gustoće populacije te se temeljem uzorkovanja određuje gustoća populacije i njihova distribucija na polju. Koliko ćemo često uzimati uzorke ovisi o biologiji štetnika i usjevu. Uzorci bi se trebali prikupljati najmanje jednom tjedno, za toplijeg vremena i dva puta tjedno, a katkad i češće ako je broj štetnika niske do umjerene gustoće populacije, a ima tendenciju brza porasta (npr. lisne uši). Svaki štetnik zahtijeva specifičan način uzorkovanja, stoga smo u tablici 5. sažeto prikazali metode praćenja najvažnijih štetnika u voćarskoj i ratarskoj proizvodnji te proizvodnji povrća. Više podataka i opis metoda praćenja štetnika može se naći u brojnim publikacijama (Ciglar, 1998; Čamprag, 1983; Čeliković, 1983; Čeliković, 1983 a; Maceljki, 2002, Igrc Barčić i Maceljki, 2001; Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005, Grubišić i sur., 2007, Grubišić i sur., 2008.) kao i u tehnološkim uputama za integriranu proizvodnju ratarskih kultura, voća, povrća i grožđa (Ministarstvo poljoprivrede, 2014. a, b, c i d).

Tablica 5. Metode praćenja gustoće populacije najvažnijih štetnika u Hrvatskoj

ŠTETNIK	VRSTA PROIZVODNJE	PRIKLADNA METODA PRAĆENJA
Thysanoptera		
Duhanov resičar (<i>Thrips tabaci</i>)	Ratarska proizvodnja	Vizualni pregled 4 x 25 biljaka (prebrojavanje svih jedinki)
Kalifornijski trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>)	Proizvodnja povrća	Vizualni atraktanti – plave ljepljive ploče (1 ploča/100 m^2)
Heteroptera		
Kupusne stjenice (<i>Eurydema ventrale</i> , <i>E. oleraceum</i>)	Ratarska proizvodnja	Vizualni pregled biljaka
Žitne stjenice (<i>Eurygaster austriaca</i> , <i>E. maura</i>)	Proizvodnja povrća	Vizualni pregled 4 x 25 biljaka (prebrojavanje svih jedinki) ili prebrojavanje jedinki unutar 1 m^2
Homoptera		
Staklenički štitasti moljac (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>) Duhanski štitasti moljac (<i>Bemisia tabaci</i>)	Proizvodnja povrća	Vizualni atraktanti – žute ljepljive ploče i vizualni pregledi biljaka
Lisne uši (Aphididae)	Ratarska proizvodnja	Vizualni pregled 4 x 25 biljaka Vizualni atraktanti – žuta posuda Otresanje 100 listova (sjemenski krumpir) Otresanje 100 buseva (sjemenski krumpir) Vizualni pregledi svih biljaka na 10 m na najmanje 4 mjesta

	Proizvodnja povrća	Vizualni atraktanti (žute ljepljive ploče i žute posude za krilate oblike) i vizualni pregledi biljaka (za beskrilne oblike) – plan uzastopnog uzorkovanja (kupusnjače)
	Voćarska proizvodnja	Zimski pregled grančica i vizualni pregledi biljnih organa tijekom vegetacije (50 stabala dijagonalno u voćnjaku, sa svakog stabla po dva biljna organa)
Kruškina buha (<i>Cacopsylla pyri</i>)	Voćarska proizvodnja	Metoda otresanja
Hymenoptera		
Jabučna osica (<i>Hoplocampa testudinea</i>) Kruškina osica (<i>Hoplocampa brevis</i>) Šljivine osice (<i>Hoplocampa minuta</i> , <i>H. flava</i>) Osa listarica (<i>Athalia rosae</i>)	Voćarska proizvodnja	Vizualni atraktanti – bijele ljepljive ploče Vizualni atraktanti – bijele ljepljive ploče i vizualni pregledi na prisutnost odloženih jaja Vizualni atraktanti – bijele ljepljive ploče
Coleoptera		
Klisnjaci (Elateridae)	Ratarska proizvodnja	Kopanje jama (25 x 25 x 25 cm ili 50 x 50 x 25 cm) ili ukopavanje zmatih mamaca
	Proizvodnja povrća	
Crveni žitni balac (<i>Oulema melanopus</i>)	Ratarska proizvodnja	Vizualni pregled svih biljaka na najmanje 4 mjesta unutar 1 m ² ili vizualni pregled svih biljaka na 1 m reda
Krumpirova zlatica (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>)	Ratarska proizvodnja	Vizualni pregled svih biljaka na 10 metara na 4 mjesta
	Proizvodnja povrća	
Kukuruzna zlatica (<i>Diabrotica virgifera virgifera</i>)	Ratarska proizvodnja	Vizualni atraktanti – žute ljepljive ploče ili vizualni pregledi
Buhači (Alticinae)	Ratarska proizvodnja	Vizualni pregledi biljaka
	Proizvodnja povrća	
Kukuruzna pipa (<i>Tanymecus dilaticollis</i>)	Ratarska proizvodnja	Pregled tla i vizualni pregled biljaka unutar 1 m ²
Proljetne repičine pipe (<i>Ceutorhynchus napi</i> , <i>C. pallidactylus</i>)	Ratarska proizvodnja	Vizualni atraktanti – žute posude tvrtke Syngenta
Pipe šećerne repe (repina pipa, lucermina pipa, kukuruzna pipa)	Ratarska proizvodnja	Vizualni pregled tla i svih biljaka na četiri mjesta unutar 1 m ²
Repičin sjajnik (<i>Brassicogethes</i> spp.)	Ratarska proizvodnja	Vizualni pregled terminalnih cvatova uljane repice (BBCH 50-55) na 4 mjesta 25 cvatova
Grahov žižak (<i>Acanthoscelides obtectus</i>)	Proizvodnja povrća	Vizualni pregled mahuna u polju Pregled zrna u skladištu
Graškov žižak (<i>Bruchus pisorum</i>)	Proizvodnja povrća	Vizualni pregledi biljaka ili košnja usjeva kečerom
Lepidoptera		
Jabučni savijač (<i>Cydia pomonella</i> , <i>Laspeyresia pomonella</i> /Carpocapsa pomonella)	Voćarska proizvodnja	Olfaktorni atraktant – seksualni mamac u kombinaciji sa izračunavanjem suma efektivnih temperatura (SET) nakon prijednog praga odluke. Donji granični prag razvoja jaja je 10° C, a potrebna SET za razvoj gusjenice je 90° C

Šljivin savijač (<i>Cydia funebrana</i>)	Voćarska proizvodnja	Olfaktorni atraktant – seksualni mamac
Breskvin savijač (<i>Cydia molesta</i>)	Voćarska proizvodnja	Olfaktorni atraktant – seksualni mamac u kombinaciji sa izračunavanjem suma efektivnih temperatura (SET) nakon prijedeno praga odluke. Donji granični prag razvoja jaja je 10° C, a potreban SET za razvoj gusjenice je 75° C
Graškov pjegavi savijač (<i>Laspyresia dorsana</i>)	Proizvodnja povrća	Olfaktorni atraktant – seksualni mamac i vizualni pregledi biljnih organa
Savijači pupova (<i>Archips rosana</i> , <i>Spilonota ocellana</i> , <i>Hedya nubiferana</i>)	Voćarska proizvodnja	Olfaktorni atraktant – seksualni mamac i vizualni pregledi biljnih organa
Savijači kože ploda (<i>Adoxophyes reticulana</i> , <i>Archips podana</i> , <i>Pandemis heparana</i>)	Voćarska proizvodnja	Olfaktorni atraktant – seksualni mamac i vizualni pregledi biljnih organa
Moljac kružnih mina (<i>Leucoptera malifoliella</i> / <i>Cemistoma scitella</i>)	Voćarska proizvodnja	Olfaktorni atraktant – seksualni mamac i vizualni pregledi na prisutnost jaja naličja četvrtog lista od vrha izbojka
Žuti grozdovi moljac (<i>Eupoecilia ambiguella</i>) Pepeljasti grozdovi moljac (<i>Lobesia botrana</i>)	Voćarska proizvodnja	Olfaktorni atraktant – seksualni mamac u kombinaciji sa izračunavanjem suma efektivnih temperatura (SET) nakon prijedeno praga odluke. Donji granični prag razvoja jaja je 10° C, a potrebna SET za razvoj gusjenice je 75° C
Lisni miner rajčice (<i>Tuta absoluta</i>)	Proizvodnja povrća	Olfaktorni atraktant – seksualni mamac u kombinaciji sa izračunavanjem suma efektivnih temperatura (SET) nakon prijedeno praga odluke. Donji granični prag razvoja jaja je 6,9° C, a potrebna SET za razvoj gusjenice je 104° C
Maslinin moljac (<i>Prays oleae</i>)	Voćarska proizvodnja	Olfaktorni atraktant – seksualni mamac
Sovice pozemljuše (<i>Agrotis</i> spp.)	Ratarska proizvodnja	Pregled tla na prisutnost gusjenica, olfaktorni atraktant – seksualni mamac, lovne lampe Olfaktorni atraktant – seksualni mamac, lovne lampe i vizualni pregledi biljaka
Lisne sovica (<i>Mamestra brassicae</i> , <i>Autographa gamma</i>)	Proizvodnja povrća	
Kukuruzni moljac (<i>Ostrinia nubilalis</i>)	Ratarska proizvodnja	Olfaktorni atraktant – seksualni mamac, lovne lampe i vizualni pregledi biljaka
	Proizvodnja povrća	
Diptera		
Trešnjina muha (<i>Rhagoletis cerasi</i>)	Voćarska proizvodnja	Vizualni atraktanti – žute ljepljive ploče
Sredozemna voćna muha (<i>Ceratitidis capitata</i>)	Voćarska proizvodnja	Olfaktorni atraktanti – hranidbeni mameci
Muhe lisni mineri (<i>Liriomyza</i> spp., <i>Phytomyza</i> spp.)	Proizvodnja povrća	Vizualni atraktanti – žute ljepljive ploče i vizualni pregledi biljaka
Maslinova muha (<i>Bactrocera oleae</i>)	Voćarska proizvodnja	Vizualni atraktanti – žute ljepljive ploče Olfaktorni atraktanti – hranidbeni i seksualni mameci
Kupusna muha (<i>Delia radicum</i>)	Proizvodnja povrća	Vizualni atraktant – žute ljepljive ploče u kombinaciji sa SET nakon prijedeno praga odluke. Donji granični prag razvoja je 4,3° C, a potrebna SET (od 1.1. tekuće godine) za razvoj je 400° C.

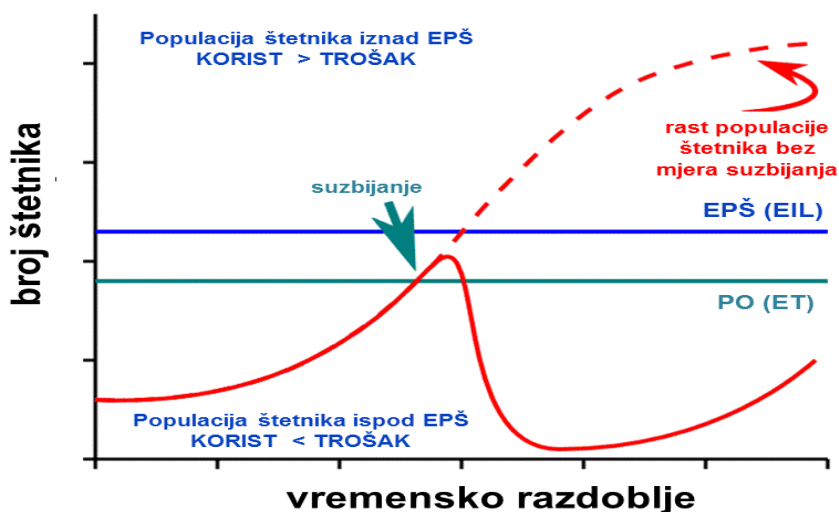
Mrkvina muha (<i>Psila rosae</i>)	Proizvodnja povrća	Vizualni atraktanti – žute ljepljive ploče i vizualni pregledi biljaka na prisutnost jaja ili ličinki
Lukova muha (<i>Delia antiqua</i>) Češnjakova muha (<i>Helomyza lurida</i>) Lisni miner poriluka (<i>Napomyza gymnostoma</i>)	Proizvodnja povrća	Vizualni atraktanti – žute ljepljive ploče i vizualni pregledi biljaka
Ostali štetnici		
Crveni voćni pauk (<i>Panonychus ulmi</i>)	Voćarska proizvodnja	Zimski pregled grančica i vizualni pregledi listova tijekom vegetacije
Koprivina grinja (<i>Tetranychus urticae</i>)	Ratarska proizvodnja	Vizualni pregledi biljaka
	Proizvodnja povrća	
Puževi	Ratarska proizvodnja	Preventivni pregledi polja prije sjetve - olfaktorni atraktanti – hranidbeni mamci (pivo ili pšenica u fermentaciji, hrana za perad) postavljeni u trapovima Uljana repica i pšenica: postavljenje 9 trapova na površinu < 20 ha; 13 trapova na površinama >20 ha. KB 1 puž/trapu u uljanoj repici; 4 puža/trapu u pšenici. Praćenje do pojave 4. pravog lista u uljanoj repici i 1. zastavice u pšenici.
	Proizvodnja povrća	Olfaktorni atraktanti – hranidbeni mamci (pivo ili pšenica u fermentaciji)
Nematode	Ratarska proizvodnja	Uzimanje uzoraka tla i biljaka i analiza u nematološkom laboratoriju. Vizualni pregledi biljaka u vegetaciji.

Ekonomski prag štetnosti i pragovi odluke (signalizacija)

U svijetu postoje brojna istraživanja o štetnicima i strategijama njihova suzbijanja koja proučavaju financijski utjecaj štetnika na industriju, poljoprivredu i ljudsko društvo u cjelini te se to područje entomologije vrlo često naziva ekonomska entomologija. U većini slučajeva gubitci prinosa uzrokovani napadom štetnika izravno su proporcionalni s gustoćom populacije štetnika. Velike gustoće populacija štetnika povećavaju stupanj oštećenja na usjevu i potreba za suzbijanjem je neizbježna. U engleskom govornom području, a što je važno za daljnje razumijevanje teksta, entomolozi razlikuju dvije riječi kada govore o šteti koju čine štetnici: „injury“ kao oštećenje koje se odnosi na grizotine lišća, mine u listu... i „damage“ kao šteta koja podrazumijeva gubitak novčane vrijednosti zbog uzrokovanog oštećenja. Pregledom literature nekih hrvatskih entomologa često se nailazi na pojmove poput kritični broj, prag odluke, prag tolerantnosti, ekonomski prag štete, a autori tekstova uglavnom ih koriste kao sinonime. Međutim, navedeni se pojmovi razlikuje tako da ekonomski prag štete ne podrazumijeva isto što i prag odluke. Stoga ne možemo biti sigurni imamo li za neke štetnike na području Hrvatske razvijene ekonomske pragove štetnosti ili pragove odluke, a istraživanja o toj temi gotovo i nema. Ekonomski prag štetnosti (EPŠ) (engl. economic injury level – EIL) je vrlo koristan koncept koji kvantificira odnos troškova suzbijanja i koristi koju nam suzbijanje štetnika donosi i temelj je svih odluka koje se odnose na suzbijanje štetnika. Pojednostavljeno, EPŠ je točka

gdje je ekonomska šteta izazvana oštećenjem određene visine populacije jednaka troškovima suzbijanja te iste populacije, tj. to je točka pokrića troškova. Suzbijanje štetnika ispod te točke nije isplativ trošak jer će troškovi suzbijanja biti veći od prouzročene štete. Ako se suzbijaju štetnici iznad EPŠ, troškovi suzbijanja bit će manji u odnosu na prouzročenu štetu. Nakon što se određenim načinom uzorkovanja utvrdi da će populacija štetnika doseći EPŠ, brzo djelovanje proizvođača može maksimizirati povrat financija utrošenih na suzbijanje. Budući da bi suzbijanje trebalo provesti točno u trenutku kada se utvrdi visina populacije jednaka ekonomskom pragu štetnosti, što je organizacijski gotovo nemoguće, poželjno je suzbijanje obaviti prije nego populacija štetnika dosegne razinu EPŠ. Zato su entomolozi definirali točku ispod EPŠ na kojoj se donosi odluka o suzbijanju ili da se suzbijanje neće provesti (pozitivna ili negativna prognoza). Ta točka visine populacije naziva se prag odluke, a katkad i prag akcije, gdje proizvođači žele i trebaju nešto poduzeti. Dakle, da bi proizvođači osigurali da visina populacije ne prelazi EPŠ, odlučuju se za tretiranje nakon prijedrenih pragova odluke da bi imali dovoljno vremena za donošenje odluke i tretiranje svojih usjeva, a koji su uvijek manji u odnosu na EPŠ (grafikon 3.).

Grafikon 3. Razlike u ekonomskom pragu štetnosti i pragu odluke u suzbijanju štetnika



Ekonomski pragovi štetnosti i pragovi odluke temelj su koncepta u integriranoj zaštiti bilja od štetnika. Njihova uporaba uvelike varira, što ovisi o usjevu i štetniku. Oni su niži u mnogih kultura gdje je primarna estetska vrijednost ili je proizvodnja sjemenska. Njihove vrijednosti katkad ne bi trebale biti fiksne i često mogu biti povezane s cijenom, npr. pšenice na tržištu ili očekivanim prinosom.

Ipak, dobro poznavanje EPŠ i PO te razlika među njima pomoći će proizvođačima u donošenju odgovarajućih odluka i zadržavanju ispravnoga pristupa integriranom suzbijanju štetnika. U tablici 6. prikazani su ekonomski pragovi štetnosti za neke štetnike. –

Tablica 6. Ekonomski pragovi štetnosti za neke štetnike

ŠTETNIK	EKONOMSKI PRAG ŠTETNOSTI
Repičin sjajnik <i>Brassicogethes spp.</i>	Vežan uz fenofazu razvoja uljane repice: - BBCH 50 - 0,8 DO 1 sjajnik/terminalni cvat - BBCH 51 - 1-1,5 sjajnik/terminalni cvat - BBCH 53-55 - 2-3 sjajnika/terminalni cvat
Velika repičina pipa <i>Ceutorhynchus napi</i>	Postavljanje žutih posuda tvrtke Syngenta kada temperature zraka dosegnu 9 °C - 10 odraslih oblika/tri dana/žuta posuda - tretiranje obaviti nakon prijedenog EPŠ
Mala repičina pipa <i>C. pallidactylus</i>	Postavljanje žutih posuda tvrtke Syngenta kada temperature zraka dosegnu 9 °C - 20 odraslih oblika/tri dana/žuta posuda - ako visina populacije ne premašuje puno EPŠ, tretiranje se može obaviti unutar dva do tri tjedna zbog različitog vremena pojave mužjaka i ženke - ako je visina populacije značajno iznad EPŠ, tretiranje treba obaviti odmah
Repina pipa <i>Bothynoderes pinctiventris</i>	Ovisno o razvojnom stadiju biljke: - klijanci: 0,1 pipa/m ² - kotiledoni: 0,2-0,3 pipe/m ² - kasno zasijani usjev: 0,1 pipa/m ²
Žičnjaci <i>Agriotes spp.</i>	Utvrđuje se metodom pregleda tla, ovisi o metodi primjene insekticida: - 2-5 ličinki/m ² prag je odluke za sjetvu tretiranog sjemena; - 8-10 za primjenu granuliranih insekticida u traku; Ukopavanje zrnatih mamaca: - 1 žičnjak/mamcu
Lema <i>Oulema melanopus</i>	Za suzbijanje odraslih: -više od 25/m ² odraslih po četvornom metru; Kritični broj za suzbijanje ličinki ovisi o očekivanom prinosu: -u slučaju da je očekivani prinos ≤ 5 t/ha 2 ličinke/zastavici, -kod prinosa 5 - 6 t/ha 1,5 ličinka/zastavici -kod prinosa od 6 t/ha kritični broj je 0,5 - 1 ličinka/zastavici
Kukuruzna zlatica <i>Diabrotica virgifera virgifera</i>	Prognoza se provodi godinu dana prije sjetve kukuruza na parcelama za koje znamo da se neće moći izbjeći ponovljena sjetva postavljanjem vizualnih mamaca i vizualnim pregledima: - tjedni ulov zlatice veći od 30 zlatica/mamcu ili 1 zlatica/ biljci. Odrasle zlatice u sjemenskom kukuruzu: - 3-5 zlatica/klipu ili u merkantilnom usjevu ako je napad 10-20 zlatica/klipu.
Krumpirova zlatica <i>Leptinotarsa decemlineata</i>	Suzbijanje odraslih u proljeće: - > 2 zlatice/ busu ako je krumpir slabo razvijen Suzbijanje ličinki: - prije cvatnje: 10-15 ličinki/svakom šestom busu, tj. 2-2,5 ličinke/busu Odrasle zlatice I generacije: - 5 zlatica/ busu. - 20-30 ličinki/busu
Kupusna muha <i>Delia radicum</i>	Folijarno suzbijanje: - kumulativni ulov od 100 muha/žutoj ploči ako je suma efektivnih temperatura dosegla 400 °C. - ako je suma efektivnih temperatura 400 °C a kumulativni ulov je niži ili ako je kumulativni ulov 100 muha, a suma efektivnih temperatura je ispod 400 °C, vizualnim pregledima treba utvrditi broj jaja i/ ili ličinki/biljci; suzbija se kod zaraze 1 ličinka (jaje)/biljci

Lisni miner rajčice <i>Tuta absoluta</i>	- postavljanje olfaktornog atraktanta – seksualnog mamca dva tjedna prije zasnivanja nasada - kod niske i umjerene populacije leptira na seksualnom mamcu (1-30 leptira/tjedan) – masovni ulov, biološko suzbijanje - kod visoke populacije leptira na seksualnom mamcu (> 30 leptira/tjedan) – kemijsko suzbijanje
Žuti grozdovi moljac <i>Eupoecilia ambiguella</i> Pepeljasti grozdovi moljac <i>Lobesia botrana</i>	- postavljanje olfaktornog atraktanta – seksualnog mamca u travnju -suzbijanje druge generacije, 75 leptira kumulativno/trap
Maslinin moljac <i>Prays oleae</i>	Postavljanje olfaktornog mamca (feromona) u klopku tipa delta: - dnevni ulov veći od 5 moljaca- pristupa se vizualnom pregledu: - 5 živih kukaca po cvatu, ako je indeks zaraze ≤ 5 , ako je indeks cvatnje >10 cvjetova po izboju i ako je utvrđeno $\geq 20\%$ fertilnih cvjetova
Maslinina muha <i>Batrocera oleae</i>	Postavljanje žutih ljepljivih ploča uz dodatak atraktanata - 2 odrasle muhe/lovci/tjedno

SUMMARY

GOOD EXAMPLES OF INSECT PEST CONTROL ACCORDING TO INTEGRATED PEST MANAGEMENT PRACTICE

Modern pest management today is based on the principles of integrated pest management (IPM), which is implemented in integrated crop production (IP). IPM is developing for 40 years, and experts in the field of plant protection have been educated in this subject for 30 years. Scientific research in the field of plant protection for many years have been focused on the study of the scientific basis necessary for the successful implementation of IPM by various pests. Since 2010, the IP is governed by rules and subsidized by the government. Therefore the implementation of IPM has become imperative for all producers, regardless of their knowledge of these issues. The examples of good practice, and results of scientific researches conducted in Croatia are used to present how particular principles of IPM can be successfully incorporated into an IP. By the solutions proposed, the pest pressure could be reduced and insecticide application avoided. We explained indirect measures and their possible applications for pest control: crop rotation, introduction of resistant varieties with special emphasis on varieties of potatoes and sugar beet resistant to nematodes, cultural practices, and in particular, the possibility of using trap crops in the control of polen beetle and wireworms. Among the direct measures, we presented the results that are achieved by placing the mechanical obstacles against Colorado potato beetle, conducting area wide control of sugar beet weevil by aggregation pheromones and by employing solarization for the control of nematodes. The use of entomopathogenic nematodes to control pests are described in order to illustrate the biological control. Special attention is given to pest forecast and determining the need for insecticide application.

Key words: aggregation pheromones, codling moth, Colorado potato beetle, integrated pest management, mechanical barriers, potato cyst nematode, polen

beetle, resistant varieties, slugs, sugar beet cyst nematode, sugar beet weevil, trapp crop.

LITERATURA

- BMA Hydroponics** (2014). Good Mites~*Phytoseiulus persimilis*. <http://bmahydroponics.sharepoint.com/siteimages/Phytoseiulus-persimilis.jpg/> Pristupljeno 22.07.2014.
- Bažok, R., Buketa, M., Lopatko, D., Ljekar, K.** (2012). Suzbijanje štetnika šećerne repe nekad i danas. Glasilo biljne zaštite, XII (5), 5; 414-428.
- Ciglar, I.** (1998). Integrirana zaštita voćnjaka i vinograda. Zrinski, Čakovec.
- Ciglar, I., Barić, B., Tomšić, T., Šubić, M.** (2000). Suzbijanje jabukovog savijača (*Cydia pomonella*) metodom konfuzije. Agronomski glasnik, vol. 62, 1-2: 85-93.
- Cook, S. M., Wats, N. P., Hunter, F., Smart, L. E., Williams, I. H.** (2004). Effects of a turnip rape trap crop on the spatial distribution of *Meligethes aeneus* and *Ceutorhynchus assimilis* in oilseed rape, Integrated Protection in oilseed Crops, IOBC7wors Bulletin Vol. 27 (10), 199-206.
- Čamprag, D.** (1983). Štetočine i paraziti ratarskih kultura. U kolektiv autora (Čamprag i sur.): Priručnik izvještajne i prognozne službe zaštite poljoprivrednih kultura, RO «Sava Mihić», Zemun
- Čamprag, D.** (1986). Repina pipa (*Bothynoderes punctiventris* Germ.) i njeno suzbijanje, Nolit, Beograd.
- Čeliković, B.** (1983). Štetočine i paraziti povrtarskih kultura. U Kolektiv autora (Čamprag i sur.): Priručnik izvještajne i prognozne službe zaštite poljoprivrednih kultura, RO «Sava Mihić», Zemun
- Čeliković, B.** (1983). Štetočine i paraziti voćaka i vinove loze. U kolektiv autora (Čamprag i sur.): Priručnik izvještajne i prognozne službe zaštite poljoprivrednih kultura, RO «Sava Mihić», Zemun.
- Dobrinčić, R.** (2001). Istraživanje biologije i ekologije *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte - novog člana entomofaune Hrvatske. Doktorska disertacija, Zagreb.
- Gotlin Čuljak, T., Juran, I., Grubišić, D.** (2013). Razvoj rezistentnosti repičinog sjajnika na piretroide u Hrvatskoj. Glasilo biljne zaštite, vol. 14 (1-dodatak)
- Grubišić, D.** (2006). *Globodera rostochiensis* (Wolenveweber, 1923) Behrens, 1975 (Nematoda: Heteroderidae) novi član nematofaune u Republici Hrvatskoj. Doktorska disertacija, Agronomski fakultet u Zagrebu.
- Grubišić, D., Oštrec, Lj., Dušak, I.** (2003). Biological control of slugs in vegetable crops in Croatia. Slug & Snails Agricultural, Veterinary & Environmental Perspectives, BCPC Symposium Proceedings No. 80, Canterbury, Kent, 115-120.
- Grubišić, D., Gotlin Čuljak, T., Vitas, I.** (2007). Puževi golači u ratarskim kulturama - procjena rizika i mjere suzbijanja. Glasilo biljne zaštite, 6, 394-399.
- Grubišić, D., Oštrec, Lj., Gotlin Čuljak T., Blumel, S.** (2007.a). The occurrence and distribution of potato cyst nematodes in Croatia. Journal of Pest Science, 80, (1), 21-27.
- Grubišić, D., Gotlin Čuljak, T., Jelovčan, S.** (2008). Puževi golači - prvi štetnici uljane repice. Glasilo biljne zaštite, 5, 302-307.
- Grubišić, D., Gotlin Čuljak, T.** (2010). Repina nematoda (*Heterodera schachtii* Schmidt, 1871) i njeno suzbijanje. Glasilo biljne zaštite, 3, 166-168.
- Grubišić, D., Gotlin Čuljak, T., Juran, I.** (2010.a). Biološko suzbijanje jabukovog savijača, *Cydia pomonella* Linnaeus 1785 (Lepidoptera: Tortricidae) entomopatogenom

nematodom *Steinernema carpocapsae* Weiser 1955 (Rhabditida: Steinernematidae). *Entomologia Croatica*, 14, 3-4, 63-74.

Grubišić, D., Gotlin Čuljak, T., Stojnić, B., Brmež, M. (2010 b). Slug control in lettuce using rhabditid nematode *Phasmarhabditis hermaphrodita* Schneider. U 30th International Symposium of the European Society of Nematologists Proceedings, Vienna, Austria, 91.

Grubišić, D., Gotlin Čuljak, T., Stojnić, B., Brmež, M., Benković-Lačić, T. (2012). Slug control in cabbage using nematode *Phasmarhabditis hermaphrodita* Schneider. U: Abstracts 64th International Symposium on Crop Protection. Ghent, Belgija, 244.

Grubišić, D., Vladić, M., Gotlin Čuljak, T., Benković Lačić, T. (2013). Primjena entomopatogenih nematoda u suzbijanju kukuruzne zlatice. *Glasilo biljne zaštite*, 3, 223-231.

Hansen, L. M. (2003). Insecticide-resistant pollen beetles (*Meligethes aeneus* F.) found in Danish oilseed rape (*Brassica napus* L.) fields. *Pest Management Science.*, 59 (9), 1057-1059.

Hockland, S., Pickup, J., Turner, S. (2000). Potato cyst nematode - a plant health perspective for Great Britain and Northern Ireland. *Aspects of Applied Biology*, 59, 11-18.

Hoy, M. A. (2011). The Phytoseiidae: Effective Natural Enemies. U: *Agricultural Acarology. Introduction to Integrated Mite Management.* CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton London, New York, 159-183.

Jelovčan, S. (2008). Biološko suzbijanje cvjetnog štitastog moljca *Trialeurodes vaporariorum* W. (Homoptera, Aleyrodidae) na rajčici u zaštićenom prostoru. Doktorska disertacija, Agronomski fakultet Zagreb, 110 str.

Kozina, A., Kos, T., Bažok, R., Lemić, D., Čačija, M. (2014). Utjecaj lovnih biljaka na sklop i prinos kukuruza u visokoj populaciji žičnjaka. *Glasilo biljne zaštite*, vol. 14 (1-dodatak): 65-66.

Landl, M. i Glauning, J. (2013): Preliminary investigations into the use of trap crops to control Agriotes spp. (Coleoptera: Elateridae) in potato crops. *Journal of Pest Science*, 86 (1): 85-90.

Maceljki, M. (1967). *Fitofarmacija – opći dio.* Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 177 str.

Maceljki, M. (2002). *Poljoprivredna entomologija, 2. dopunjeno izdanje,* Zrinski Čakovec

Maceljki, M., Igrc Barčić, J. (1994). Procjena značenja kukuruzne zlatice *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte (Coleoptera: Chrysomelidae) za Hrvatsku. *Poljoprivredna znanstvena smotra*, 59, (4), 413-423.

Maceljki, M., Cvjetković, B., Ostojić, Z., Barić, B. (2006). Štetočinje vinove loze. Zrinski, Čakovec, 328 str.

Narodne novine (2014). Zakon o biljnom zdravlju, 75/05, <http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/288990.html> Pristupljeno 4.07.2014.

Nyrop, J. (2014). *T. pyri* feeding on European red mite. Dispersal of *Typhlodromus pyri* into Apple Blocks. University of Connecticut IPM. <http://www.hort.uconn.edu/IPM/fruit/pics/tpyri1a.JPG> Pristupljeno 22.07.2014.

Oštrec, Lj. (1993). Suzbijanje nematoda i korova metodom solarizacije. *Fragmenta phytomedica et herbologica*, 21, 1, 31-44.

Oštrec, Lj. (2001): *Entomopatogenic Nematodes for the Biological Control of Pest Insects.* *Agriculture Conspectus Scientificus*, 66, 3, 179-185.

Oštrec, Lj. (2002). Solarizacija tla u zaštiti povrća od nematoda korijenovih kvržica

(*Meloidogyne* spp.). Glasilo biljne zaštite, 5, 277-281.

Oštrac, Lj., Gotlin Čuljak, T. (2005). Opća entomologija, Zrinski, Čakovec

Painter, R. H. (1951). Insect resistance in crop plants. University of Kansas Press, Lawrence, KS, 520 str.

Sonnemann, I., Grunz, S., Wurst, S. (2014). Horizontal migration of click beetle (*Agriotes* spp.) larvae depends on food availability. *Entomologia experimentalis et applicata* 150 (2), 174-178, doi: 10.1111/eea.12150

Sortna lista Republike Hrvatske (2014). Sortna lista Republike Hrvatske za 2014. Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo. Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo.

Staudacher, K., Schallhart, N., Thalinger, B., Wallinger, C., Juen, A., Traugott, M. (2013). Plant diversity affects behavior of generalist root herbivores, reduces crop damage, and enhances crop yield. *Ecological Applications* 23:1135–1145. <http://dx.doi.org/10.1890/13-0018.1>

Tamás, K. (2014): Ökológiai szőlővédelem új módszerekkel.// http://www.biokontroll.hu/cms/images/stories/Biokultura/2010/2010-3_Typhlodromus-pyri_filccsik.jpg// Pristupljeno 22.07.2014.

Ministarstvo poljoprivrede (2014). Tehnološke upute za integriranu proizvodnju ratarskih kultura za 2014. Tehnološke upute za integriranu proizvodnju voća za 2014. godinu. Tehnološke upute za integriranu proizvodnju povrća za 2014. godinu. <http://www.mps.hr/default.aspx?id=8534> Pristupljeno: 10.07.2014.

Vernon, R. S. (2008). Transitional Sublethal and Lethal Effects of Insecticides After Dermal Exposures to Five Economic Species of Wireworms (Coleoptera: Elateridae). *Journal of Economic Entomology*, 101(2):365-374.

Vernon, R. S., Kabaluk, T., Behringer, A. (2000). Movement of *Agriotes obscurus* (Coleoptera: Elateridae) in strawberry (Rosaceae) plantings with wheat (Gramineae) as a trap crop. *Canadian Entomologist* 132:231-241.

Wegorek, P. (2005). Preliminary data on resistance appearance of pollen beetle PB (*Meligethes aeneus* F.) to selected pyrethroids, organophosphorus and chloronicotynyls insecticide in 2004 year in Poland. *Resistant Pest Management Newsletter*. 14 (2), 19-21.

Whitehead, A. G., Turner, S. J. (1998). Management and regulatory control strategies for potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*). U: Marks, R. J., Brodie, B. B.: Potato Cyst Nematodes: Biology, Distribution and Control. CAB International. Wallingford (GB), 135-152.

Whitehead, A. G. (2002). Plant Nematode Control, CAB International, Oxon, UK, Sugar beet nematode in Idaho and Eastern Oregon. //www.uiweb.uidaho.edu// Pristupljeno 3.3.2010.

pregledni rad