

CRVENILO KUKURUZA: EPIDEMIOLOGIJA, DETEKCIJA I KONTROLA

Jelena Jović

Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Odsek za štetočine bilja, Zemun, Srbija
E-mail: jovic_biolab@yahoo.com

Izvod

Crvenilo kukuruza je bolest kukuruza uzrokovana stolbur fitoplazmom koju na kukuruz prenosi cikada-vektor *Reptalus panzeri*. Epidemiološki ciklus bolesti je direktno uslovljen životnim ciklusom vektora i odnosom prema biljkama domaćinima. U radu je dat detaljan prikaz životnog ciklusa cikade-vektora, epidemiološkog ciklusa bolesti i interakcija biljke domaćina i stolbur fitoplazme. Predstavljen je pregled dosadašnjih znanja o rasprostranjenju bolesti, metodama identifikacije crvenila kukuruza i detekcije patogena. Razmatrana su dosadašnja znanja o mogućnostima kontrole i dati predlozi za dalja istraživanje u cilju definisanja efikasne strategije.

Ključne reči: kukuruz, crvenilo kukuruza, epidemiologija, vektor, *Reptalus panzeri*, rotacija useva, stolbur fitoplazma.

UVOD

Crvenilo kukuruza je bolest kukuruza koja se epifitotički javlja poslednjih 50 godina u pojedinim područjima Banata, Bačke, Srema i centralnog Pomoravlja, a navodi se i za pojedine regione susednih zemalja, pre svega Bugarske i Rumunije (Šutić i sar., 2002/2005). Simptomatologija bolesti ogleda se prvenstveno pojavom crvenila na listu, centralnom nervu i stabljici biljke, uz često izraženi abnormalni razvoj klipa, praćen deformitetom i poremećajem u njegovom sazrevanju. U finalnoj fazi bolesti, kod biljaka sa simptomima, prisutna je ubrzana desikacija i kompletno sušenje. Etiologija simptoma crvenila kukuruza, kao i epidemiologija bolesti dugo su bile nepoznate, a brojni istraživači su, pored biotičkih, pretpostavljali da simptomi mogu biti uzrokovani i abiotičkim faktorima. Ovakve pretpostavke bile su uzrokovane evidentnim uticajem toplih i sušnih leta na epifitotičku pojavu crvenila kukuruza. Početkom ovog veka, posle pojave crvenila na kukuruzu u epifitotičkim razmerama u južnom Banatu, intezivirana su istraživanja u cilju utvrđivanja etiologije ove pojave. U dva nezavisna istraživanja identifikovano je prisustvo stolbur fitoplazme u simptomatskom kukuruzu (Duduk i Bertaccini, 2006), a uspešnom reprodukcijom simptoma u kontrolisanim uslovima utvrđeno je da je stolbur fitoplazma prouzrokovatelj simptoma crvenila kukuruza, a cikada *Reptalus panzeri* vektor stolbur fitoplazme na kukuruz (Jović i sar., 2007).

Pedeset godina posle prve pojave simptoma crvenila kukuruza u Srbiji, u okolini Vršca i Bele Crkve (Marić i Kosovac, 1959), utvrđen je prouzrokovatelj simptoma i vektor bolesti (Jović i sar., 2007). Eksperimentalnim prenošenjem stolbur fitoplazme na biljke kukuruza, putem prirodno inficiranih primeraka *R. panzeri* poreklom sa zaraženih polja u južnom Banatu, simptomi crvenila kukuruza ispoljili su se samo na biljkama na kojima su se cikade hranile. Dinamika ispoljavanja simptoma crvenila kukuruza u eksperimentalnim uslovima pratila je pojavu i razvoj simptoma na biljkama kukuruza u južnom Banatu. Oko 20% cikada koje su korišćene u eksperimentima bilo je inficirano stolbur fitoplazmom, a preko 50% biljaka ispoljilo je

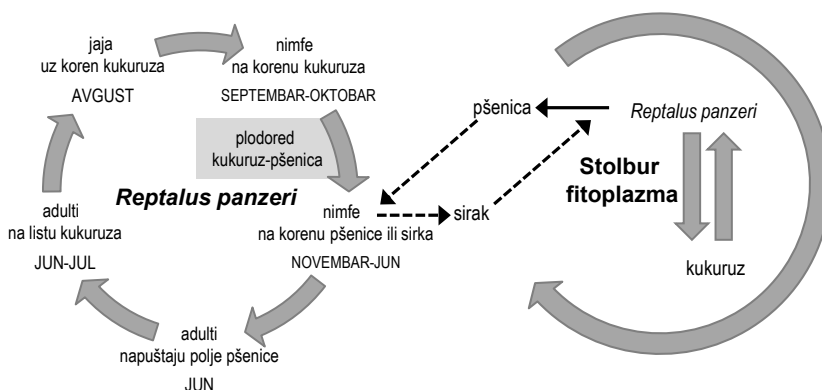
simptome crvenila kukuruza, što je ukazalo da *R. panzeri* nije samo nosilac stolbur fitoplazme, već i efikasan vektor (Jović i sar., 2007).

Nasuprot ranije prihvaćenom mišljenju da se crvenilo kukuruza javlja sporadično i u ciklusima, savremena istraživanja su pokazala da je bolest prisutna permanentno, sa razlikom u intezitetu pojave (ekspresije) od godine do godine. Crvenilo kukuruza je prisutno na širokoj teritoriji Srbije i predstavlja značajan faktor koji utiče na prinos kukuruza. Pored Srbije, Rumunije i Bugarske, prisustvo bolesti je u zadnjih par godina identifikovano na teritoriji Italije (Calari et al., 2010) i Mađarske (Acs et al., 2011). Usled mogućnosti daljeg širenja bolesti i insekta-vektora na teritorije Evropske zajednice, od februara 2012. godine, crvenilo kukuruza se nalazi na EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) Alert listi organizama koji predstavljaju potencijalni rizik.

Životni ciklus insekta-vektora i biljke domaćini

U epidemiologiji bolesti prouzrokovanih fitoplazmama značajnu ulogu ima biologija insekta-vektora, uključujući životni ciklus, stepen oligofagnosti ili polifagnosti i preferentnost prema biljkama domaćinima, a posebno prema gajenim kulturama od značaja.

Cikada kukuruza, *Reptalus panzeri*, ima jednu generaciju godišnje i veći deo životnog ciklusa (približno 9 meseci) provodi u zemlji u stadijumu larve, koja se hrani na korenu biljaka domaćina (Graf. 1).



Graf. 1. Životni ciklus cikade kukuruza *Reptalus panzeri* (levo) i epidemiološki ciklus stolbur fitoplazme prouzrokovala crvenila kukuruza (desno). Crnom strelicom je označeno eksperimentalno dokazano prenošenje stolbur fitoplazme na pšenicu putem nimfi *R. panzeri*, a isprekidanim crnim strelicama pretpostavljeni odnosi u ciklusu prenošenja stolbur fitoplazme. Sivim strelicama je označen ciklus prenošenja stolbur fitoplazme na kukuruz, razvojni stupnjevi u životnom ciklusu *R. panzeri* i biljke na kojima se cikade hrane.

Odrasle cikade pojavljuju se (eklodiraju) u prvoj polovini juna i u polju su prisutne sve do kraja jula. Ženke polažu jaja u drugoj polovini jula meseca. Jaja polažu uz koren biljke domaćina, najčešće u grupama od 7-8 jaja, pri čemu formiraju gnezdo od snopa voštanih izlučevina. Larve prvog uzrasta eklodiraju početkom septembra i hrane se na filiformnim korenima biljke domaćina. Tokom septembra i oktobra larve prolaze kroz drugi i treći razvojni uzrast. Prezimljavaju u trećem larvenom

uzrastu. Na proleće, larve tokom aprila i maja prolaze kroz završne razvojne uzraste (četvrti i peti) i eklodiraju kao imaga početkom juna. Posle eklozije, imaga još neko vreme provode u zemlji (najčešće 3-7 dana) i u to vreme pokazuju izrazito negativnu fototaksičnost. U drugoj polovini juna odrasle cikade izlaze iz zemlje i doleću na biljke domačine na kojima se hrane floemskim sokovima. Intenzivan let cikade *R. panzeri* je između 5. i 10. jula, kada se na lokalitetima sa brojnom populacijom ovog insekta može videti i preko 50 primeraka na pojedinim stabljikama kukuruza.

Iako je cikada *R. panzeri* (Tablo I, sl. 1 - 3) široko rasprostranjena u Evropi (Holzinger i sar., 2003), mali je broj literaturnih podataka o njenom prisustvu na kukuruzu. Ranija istraživanja biologije i ekologije ove vrste ukazivala su da ona naseljava ivice šuma, kserotermna staništa obrasla žbunastom i drvenastom vegetacijom. Prisutna je na divljim ružama (*Rosa* spp.), trjnini (*Prunus spinosa*) i na drvenastim biljkama kao što su *Salix*, *Clematis*, *Crataegus* i *Pinus* (Nickel, 2003). Prema literaturnim podacima, *R. panzeri* je retka, lokalno rasprostranjena vrsta koja ima sličnu biologiju kao većina pripadnika familije Cixiidae, čije su nimfe polifagni zemljišni organizmi (T. I, sl. 2).

Rezultati skorašnjih istraživanja ukazuju na značajno drugačije ponašanje *R. panzeri* populacija koje naseljavaju polja kukuruza u južnom Banatu i drugim delovima Srbije pogođenim pojavom crvenila kukuruza (Jović i sar., 2009). *R. panzeri* pokazuje izrazitu sklonost prema kukuruzu, kao glavnoj biljci domaćinu za ishranu i razviće adulta i ranih larvenih uzrasta (Graf. 1), na kojoj ostvaruje izuzetno brojne populacije. Uzroci promene ponašanja ove cikade još uvek nisu poznati, ali se pretpostavlja da su pojedine populacije *R. panzeri* izvršile prelazak na kukuruz kao novu pogodnu biljku domaćina (engl. host-shift), na kojoj, u rotaciji sa pšenicom, mogu izuzetno uspešno da se razvijaju. Promena u ponašanju *R. panzeri* može biti uzrokovana savremenom poljoprivrednom praksom, načinom obrade zemljišta i intenzivnom fertilizacijom zemljišta koja se primenjuje u rotaciji kukuruz-pšenica, a koja dovodi do povećanja koncentracija ukupnog azota, aminokiselina i organskih komponenti u biljkama kukuruza, pšenice i utrine. Poslednji faktor je od posebnog značaja, jer dovodi do takvog balansa nutrijenata u biljkama koji povećava fekunditet cikada i preživljavanje mladih larvi (Broedbeck i sar., 1999). Istraživanja biologije cikade *R. panzeri* (Jović i sar., 2009) idu u prilog konstataciji da su brojne populacije *R. panzeri* registrovane na kukuruzu u južnom Banatu posledica prelaska ove cikade na kukuruz kao novu biljku domaćina (Jović i sar., 2010). Takvo ponašanje je, međutim, u suprotnosti sa ranijim studijama koje su ukazale da se cikade teško adaptiraju na nove biljke domačine, ali su nedavna istraživanja ukazala na sličnu mogućnost prelaska cikada na gajene biljke u agroekosistemima (Bressan, 2009). Dodatna istraživanja na nivou populacione genetike ove cikade su u toku, kako bi se objasnili mehanizmi brze adaptacije *R. panzeri* na kukuruz kao novu biljku domaćina i širenje cikade u druge regione Srbije, van južnog Banata.

Epidemiološki ciklus bolesti

U epidemiološkom ciklusu bolesti uzrokovanih fitoplazmama, korovske biljke, kao rezervoari patogena, mogu imati značajnu ulogu u pojavi i širenju bolesti, jer predstavljaju izvor infekcije za akviziciju vektora. U slučaju epidemiologije crvenila kukuruza, biljke rezervoari patogena imaju ulogu samo kao permanentni rezervoari stolbur fitoplazme i inicijalni izvori infekcije za unos patogena u epidemiološki ciklus. Kada se jednom ciklus prenošenja stolbur fitoplazme na kukuruz uspostavi,

korovske biljke više ne igraju značajnu ulogu, jer je za održavanje patogena na lokalitetu dovoljno prisustvo kukuruza i pšenice u rotaciji (Jović i sar., 2009). I pored ove činjenice, značajno je napomenuti da je na poljima kukuruza pogodnim epifitotičkom pojavom crvenila detektovano prisustvo stolbur fitopazme u divljem sirku (*Sorghum halepense*), kao i u pšenici (*Triticum aestivum*) (Jović i sar., 2009). Sirak je već dugo poznat kao biljka koja je važan rezervoar virusa koji inficiraju kukuruz, a rezultati istraživanja epidemiologije crvenila kukuruza ukazuju da je ovaj višegodišnji korov rezervoar i stolbur fitoplazme. Identifikacija pšenice kao biljke domaćina stolbur fitoplazme ukazuje da ona u isto vreme predstavlja i rezervoar patogena i veoma pogodnu biljku za ishranu larvi *R. panzeri* tokom zimskog i prolećnog perioda, što omogućava dodatnu infekciju vektora.

Identifikacija izvora stolbur fitoplazmom inficiranih populacija cikade *R. panzeri* i uslova koji dovode do razvoja visoke brojnosti ovog vektora ključni su faktori za sagledavanje epidemiološkog ciklusa bolesti crvenila kukuruza. Na osnovu rezultata istraživanja sprovedenih u južnom Banatu, definisan je model interakcije između cikade *R. panzeri* i rotacije useva kukuruz-pšenica (Graf. 1), koji objašnjava visok procenat stolbur fitoplazmom inficiranih imaga *R. panzeri* na početku eklozije, kao i prisustvo izuzetno brojnih populacija ovog vektora na kukuruzu (Jović i sar., 2007; Jović i sar., 2009).

U područjima gde je crvenilo kukuruza, kao epifitotička pojava, prisutno više od 50 godina, utvrđeno je da se stolbur fitoplazmom inficirane jedinke *R. panzeri* roje na biljkama kukuruza sredinom juna i da su sposobne da prenesu fitoplazmu na zdrave biljke kukuruza (Jović i sar., 2007). Tokom avgusta, ženke *R. panzeri* polažu jaja u zemlju oko korena biljaka kukuruza (Graf. 1), a za tek ispiljene larve prvog uzrasta, filiformni terminalni korenov sistem kukuruza je preferentno mesto za ishranu. Prisustvo stolbur fitoplazme nije detektovano u ranim larvenim uzrastima ove cikade (L_1 i L_2) sakupljenim na poljima kukuruza sa simptomima crvenila, što ukazuje da se ova fitoplazma ne prenosi transovarijalno, sa roditelja na potomstvo. To takođe znači da se unutar epidemiološkog ciklusa, svaka generacija ove cikade iznova inficira stolbur fitoplazmom. Za razliku od L_1 larvi, u larvama trećeg uzrasta (L_3) *R. panzeri*, sakupljenim sredinom oktobra, detektovano je prisustvo stolbur fitoplazme. U tom periodu, larve su ishranom i razvićem vezane za koren životno sposobnih (vijabilnih) biljaka kukuruza koji je ostao na polju posle žetve ove kulture sredinom oktobra. Utvrđeno je da je sredinom oktobra značajan procenat (>20%) ostataka korenovog sistema biljaka kukuruza inficiran stolbur fitoplazmom. Prisustvo brojnih populacija larvi *R. panzeri* na korenu biljaka kukuruza, ukazuje da se usvajanje (akvizicija) stolbur fitoplazme od strane *R. panzeri* dešava u jesen, ishranom larvi na korenu kukuruza i da je sam kukuruz glavni izvor patogena za infekciju vektora (Graf. 1).

Agregacija larvi *R. panzeri* na korenu kukuruza u jesen objašnjava izvor inficiranih vektora, ali ne objašnjava prisustvo izuzetno brojnih populacija vektora u područjima epifitotičke pojave crvenila kukuruza. Moglo bi se očekivati da preživljavanje i razvoj do imaga budu ograničeni za zemljišne insekte na poljima koja sadrže samo koren višegodišnjih korova i prestarelog kukuruza. Međutim, tradicionalno obrađivanje zemlje i rotacija useva podrazumevaju setvu ozime pšenice tokom oktobra meseca na ovim poljima, čime se obezbeđuje svež izvor hrane za krhke (fragilne) L_2 i L_3 larve *R. panzeri*. Tokom proleća, zabeležena je relativno visoka brojnost nimfi na korenu pšenice. Pored korena pšenice, agregacija larvi *R. panzeri* zabeležena je u proleće još samo na biljkama divljeg sirka, koje predstavljaju permanentni rezervoar infekcije. Oko 5% larvi petog uzrasta (L_5) sakupljenih sa korena pšenice bilo je

inficirano stolbur fitoplazmom. U kontrolisanim uslovima je dokazano da larve *R. panzeri* mogu da prenesu stolbur fitoplazmu na pšenicu izazivajući asimptomatsku infekciju ove biljke, čime se povećava broj biljaka koje mogu biti izvor infekcije. Na ovaj način se povećava prisutnost stolbur fitoplazme u populaciji vektora, što ima za posledicu ekloziju izuzetno brojnih populacija odraslih cikada *R. panzeri*, u visokom procentu inficiranih stolbur fitoplazmom, koje sa površine polja pšenice preleću na susedno polje kukuruza, čime se obnavlja epidemiološki ciklus bolesti koji rezultira epifitotičkom pojavom crvenula kukuruza (T. I, sl. 4).

Postoji nekoliko značajnih implikacija ovog modela interakcije između cikade-vektora stolbur fitoplazme, kukuruza i pšenice. Jedna je da je sam kukuruz važan izvor primarne infekcije vektora *R. panzeri* i da visok procenat biljaka kukuruza inficiranih stolbur fitoplazmom u jednoj godini vodi ka visokoj stopi infekcije vektora u sledećoj godini. Druga važna implikacija je da uobičajena rotacija kukuruz-pšenica pogoršava stanje po pitanju opsega (incidence) bolesti crvenila kukuruza, jer pogoduje razvoju vektora u visokoj brojnosti. Bez prisustva ozyme pšenice, larve *R. panzeri* bile bi ishranom ograničene na koren višegodišnjih korova za koje je utvrđeno da ne podržavaju razvoj nimfi u visokoj brojnosti. Moguće je da bi uvođenje u rotaciju neke druge kulture između kukuruza i pšenice dovelo do prekida epidemiološkog ciklusa bolesti i značajnog smanjenja brojnosti vektora *R. panzeri*, i kao posledica toga smanjenja pojave bolesti crvenila kukuruza, ali su za takve zaključke neophodna dodatna istraživanja.

Identifikacija bolesti i detekcija patogena

Prisustvo bolesti crvenila kukuruza na nekom geografskom području definisano je prisustvom: 1) simptoma crvenila na kukuruzu, 2) stolbur fitoplazme u simptomatskom kukuruzu, 3) cikade-vektora *Reptalus panzeri* i 4) stolbur inficiranih populacija vektora. Iako se bolest crvenila kukuruza karakteriše specifičnim simptomima i simptomatologijom, precizna identifikacija prisustva bolesti na nekoj teritoriji mora obuhvatati tripartitnu identifikaciju: prisustva simptoma crvenila, stolbur fitoplazme i vektora *R. panzeri*.

Simptomi crvenila kukuruza se javljaju i razvijaju na način karakterističan za ovu bolest, iako samo crvenilo na kukuruzu može biti uzrokovano različitim faktorima. Fizičko oštećenje listova ili stabljike kukuruza, mehaničko ili uzrokovano ubušivanjem i ishranom insekata, uzrokuje generalizovano crvenilo biljke naviše od povrede. Fizičko uklanjanje klipa kukuruza takođe dovodi do crvenila cele biljke, koja pojavom podseća na crvenilo kukuruza uzrokovano stolbur fitoplazmom. Međutim, razvoj simptoma bolesti crvenila kukuruza je vrlo karakterističan. Prvi simptom se javlja na listovima neposredno iznad klipa u vidu trakastog crvenila uz glavni nerv lista. Ova crvena traka je prilikom prve pojave širine svega par milimetara, ali već nakon 1-2 dana ona postaje širine 2-3cm. Razvoj simptoma prati intenzivno crvenilo glavnog nerva lista i širenje simptoma na ostale listove i stabljiku. Nakon 3-15 dana, u zavisnosti od hibrida i individualnog odgovora biljke, cela biljka ili većina listova intenzivno pocrveni (T. I, sl. 4), a zatim počinje rapidno sušenje. Pored crvenila, kod pojedinih hibrida simptomi se ispoljavaju i delimičnim žutilom biljaka ili inicijalnim trakastim sušenjem listova. Pojedine biljke se potpuno osuše za svega 10-ak dana od pojave prvih simptoma, dok kod drugih razvoj simptoma traje i do mesec dana.

Identifikacija vektora bolesti, cikade *R. panzeri*, vrši se upotrebom entomoloških ključeva (Holzinger i sar., 2003). Razlikovanje od drugih kongenera, pre svega vrste

R. quinquecostatus, zasniva se na analizi karakteristika građe genitalnog aparata mužjaka.

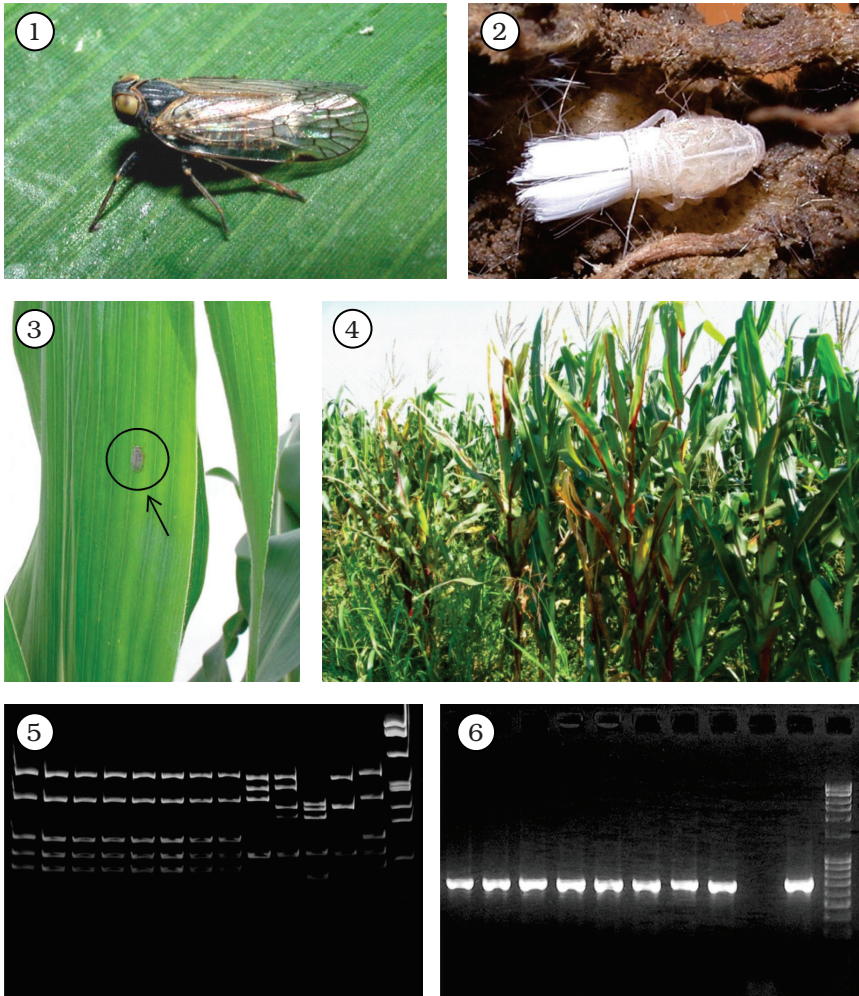
Detekcija prisustva stolbur fitoplazme prouzrokovача simptoma crvenila kukuruza mogućа je jedino upotrebom metoda molekularne biologije. Celokupna DNK domaćina, biljke ili insekta, analizira se umnožavanjem DNK metodom lančane reakcije polimeraze (engl. Polymerase Chain Reaction - PCR) upotrebom prajmera za 16S rDNK. Nakon umnožavanja, DNK se analizira digestijom restrikcionih enzima u proceduri određivanja polimorfizma dužine restrikcionih fragmenata (engl. Restriction Fragment Length Polymorphism - RFLP) (T. I, sl. 5). 16S rDNK region predstavlja DNK marker na kome je zasnovana celokupna taksonomija fitoplazmi i marker izbora prilikom inicijalne identifikacije tipa fitoplazme prisutne u analiziranom materijalu. Pored pomenutog metoda, upotreba stolbur specifičnih prajmera za umnožavanje Stoll DNK regiona omogućava precizno i specifično umnožavanje isključivo DNK stolbur fitoplazme (T. I, sl. 6), zbog čega je ovo metod izbora za dalju identifikaciju kada je već na osnovu 16S rDNK gena utvrđeno prisustvo stolbura.

Rasprostranjenje bolesti i vektora u Srbiji

Tokom poslednjih pet godina, od kada je poznata etiologija i vektor bolesti crvenila kukuruza, sprovedena su opsežna istraživanja rasprostranjenja bolesti i cikade *R. panzeri* na široj teritoriji Srbije. Bolest crvenila kukuruza registrovana je u 14 okruga severne, centralne i istočne Srbije. Za razliku od dosadašnjih podataka, da je crvenilo kukuruza prisutno samo u pojedinim regionima južnog Banata, Bačke, Srema i centralnog Pomoravlja, savremenim istraživanjima je utvrđeno rasprostranjenje na široj teritoriji Srbije. Prisustvo bolesti crvenila kukuruza registrovano je na celoj teritoriji Vojvodine, u Mačvi, centralnoj Srbiji (Podunavski i Pomoravski okrug) i istočnoj Srbiji (Braničevski, Borski i Zaječarski okrug). Na svim lokalitetima na kojima je utvrđeno prisustvo bolesti registrovane su stolbur fitoplazmom inficirane populacije *R. panzeri* na kukuruзу, simptomi crvenila kukuruza i prisustvo stolbur fitoplazme u simptomatskom kukuruзу.

Rasprostranjenje vektora crvenila kukuruza *R. panzeri* uslovljeno je ne samo prisustvom kukuruza kao adekvatne biljke domaćina, već i strukturom zemljišta, što je posledica specifičnog životnog ciklusa ove cikade. Larveni uzrasti *R. panzeri*, kao i ostalih Cixiina, žive u zemlji na korenu biljke domaćina. S obzirom da ovaj period životnog ciklusa *R. panzeri* traje približno devet meseci, adekvatna struktura, aeracija i mehanički sastav zemljišta izuzetno su važni za prisustvo ove cikade na lokalitetu. Nedavna istraživanja uticaja poljoprivredne prakse na prisustvo jedne druge vrste Cixiine, *Pentastiridius leporinus* - vektora stolbur fitoplazme na šećernoj repi u Francuskoj (Bressan, 2009), ukazala su na uticaj dubokog i plitkog oranja na preživljavanje larvi, ali je autor pretpostavio da i mehanički sastav zemljišta verovatno ima uticaj na brojnost populacija larvi. Dubokim oranjem formiraju se pukotine u zemljištu koje omogućavaju lakše kretanje larvi, ali je adekvatan mehanički sastav zemljišta preduslov za formiranje i održavanje ovakvih pukotina.

Istraživanje rasprostranjenja bolesti crvenila kukuruza i njenog vektora *R. panzeri* pokazalo je da je ova bolest prisutna na široj teritoriji Srbije nego što se to do sada mislilo. Prisustvo bolesti utvrđeno je u pograničnim oblastima sa Hrvatskom, Bosnom i Hercegovinom, Mađarskom, Rumunijom i Bugarskom. Tokom istraživanja je potvrđeno da je crvenilo kukuruza prisutno samo na onim lokalitetima na kojima su prisutne brojne populacije cikade *R. panzeri* inficirane stolbur fitoplazmom.



Tablo I: sl. 1. Adult cikade kukuruza *Reptalus panzeri*; sl. 2. *R. panzeri* nimfa četvrtog razvojnog stadijuma; sl. 3. Adult *R. panzeri* na listu kukuruza; sl. 4. Polje kukuruza sa intenzivnim simptomima crvenila; sl. 5. Identifikacija stolbur fitoplazme pomoću RFLP analize 16S rRNK gena umnoženog u nested PCR proceduri. 1-8: uzorci kukuruza sa simptomima crvenila inficirani stolbur fitoplazmom, 9-12: pozitivne kontrole fitoplazmi različitih 16S rRNK grupa i podgrupa, 13: pozitivna kontrola stolbur fitoplazme, M: DNK marker *phiX174/HaeIII*; sl. 6. Identifikacija stolbur fitoplazme PCR umnožavanjem STOL11 DNK regiona stolbur fitoplazme. 1-8: uzorci kukuruza sa simptomima crvenila inficirani stolbur fitoplazmom, 9: negativna kontrola, 10: pozitivna kontrola stolbur fitoplazme, M: DNK marker 100 bp.



AgCelence®
Očekujte više.

Moja zaštita bilja

AgCelence® neće
olakšati vaš posao.
Ali će povećati vaš prinos.

Proizvodi *AgCelence®* ne obezbeđuju
samo zaštitu biljke od bolesti, oni pružaju
dodatne prednosti:

- ✓ povećan prinos
- ✓ povećanu otpornost na stres
- ✓ bolji kvalitet proizvoda
- ✓ povećanu efikasnost proizvodnje

BASF Srbija d.o.o. 11070 Novi Beograd, Omladinskih brigada 90b
tel: 011/ 30 93 400; fax: 011/ 30 93 423 www.agro.basf.rs

 **BASF**

The Chemical Company

Pristup i strategija u kontroli insekta-vektora i bolesti

Preliminarnim testiranjima suzbijanja cikade *R. panzeri* utvrđeno je da je ova cikada do izvesne mere otporna na dejstvo insekticida, jer je površina njenog tela obložena voštanom prevlakom koja onemogućuje direktan kontakt između preparata i insekta. Pored toga, pojava ove štetočine u polju kukuruza u drugoj polovini juna, kada je kukuruz već u fazi devetog lista, otežava primenu insekticida i dodatno usložnjava problem suzbijanja u proizvodnim uslovima. Istraživanja u cilju selekcije hibrida kukuruza rezistentnih na crvenilo (Bekavac i sar., 2007) dala su preliminarnu podatke o ovakvoj mogućnosti kontrole, iako je potrebno napomenuti da je u istraživanjima selekcije rezistentnih biljaka neophodan sveobuhvatniji pristup koji bi podrazumevao identifikaciju prouzrokovaca crvenila kukuruza stolbur fitoplazme i praćenje preferentnosti cikade-vektora ka testiranim linijama ili hibridima kako bi se utvrdio osnovni preduslov za infekciju, tj. ishrana vektora na testiranim biljkama.

Biologija i ekologija cikade *R. panzeri*, kao i epifitotička pojava simptoma crvenila kukuruza u ciklusima, ukazuju da postoje specifični uslovi sredine, odnosno ekološki faktori koji pogoduju razvoju larvi ove cikade i pojavi imaga u izuzetno visokoj brojnosti. U ovim uslovima bolest crvenila kukuruza se javlja epifitotički i izaziva značajne ekonomske posledice. Dosadašnja istraživanja ukazuju da su neki od faktora koji utiču na ovakvu pojavu bolesti: rotacija useva kukuruz - ozima pšenica, ali i tradicionalno obrađivanje zemlje koje podrazumeva intezivnu fertilizaciju i duboko oranje. Usled kompleksnog epidemiološkog ciklusa bolesti i životnog ciklusa cikade-vektora, konzervaciono obrađivanje zemlje i uvođenje drugih kultura u rotaciju u okviru koncepta integralne zaštite kukuruza, bi trebalo da bude glavni pristup u daljim istraživanjima koncepta suzbijanja ove bolesti. Integralni pristup kontroli ove štetočine, a samim tim i bolesti crvenila kukuruza, mora da obuhvata metode koje bi dovele do poremećaja u epidemiološkom ciklusu bolesti, odnosno životnom ciklusu cikade-vektora. Na taj način bi se brojnost populacija ove štetočine svela na minimalnu, kao i štete koje svake godine uzrokuje bolest crvenila kukuruza.

ZAKLJUČAK

Crvenilo kukuruza je bolest kukuruza specifične epidemiologije na čije prisustvo, rasprostranjenje i intezitet pojave u značajnoj meri utiče biologija insekta-vektora *R. panzeri*. Rotacija useva kukuruz-pšenica posebno pogoduje uspešnom razvoju vektora i pojavi izuzetno brojnih populacija ove cikade, koje su u visokom procentu inficirane stolbur fitoplazmom, što za krajnju posledicu ima epifitotičku pojavu simptoma crvenila i značajne gubitke u prinosu kukuruza. Strategija u kontroli crvenila kukuruza i cikade-vektora *R. panzeri* zahteva integralni pristup, zbog čega su neophodna dalja istraživanja kojima bi se iznašlo najpogodnije rešenje kojim bi se prekinuo epidemiološki ciklus bolesti i/ili poremetio životni ciklus cikade-vektora.

Zahvalnica

Istraživanja autora podržana su od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, projekat III43001.

LITERATURA

Acs, Z., Jović J., Ember, I., Cvrković, T., Nagy, Z., Talaber, C., Gergely, L., Toševski, I., Kolber, M. (2011): First report of Maize redness disease in Hungary. Bulletin of Insectology, 64: S229-S230.

- Bekavac, G., Purar, B., Jocković, Đ. (2007): Corn reddening: the disease and breeding for resistance. *Journal of Plant Pathology*, 89: 397-404.
- Bressan, A. (2009): Agronomic practices as potential sustainable options for the management of *Pentastiridius leporinus* (Hemiptera: Cixiidae) in sugar beet crops. *Journal of Applied Entomology*, 133 (9-10): 760-766.
- Brodbeck, B.V., Andersen, P.C., Mizell, R.F. (1999): Effects of total dietary nitrogen and nitrogen form on the development of xylophagous leafhoppers. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 42: 37-50.
- Calari, A., Contaldo, N., Ardizzi, S., Bertaccini, A. (2010): Phytoplasma detection in corn with reddening in Italy, p.5. In COST FA0807 meeting: Current status and perspectives of phytoplasma disease research and management (Bertaccini A., Lavia A., Torres E., Eds).- Sitges, Spain, February 1-2.
- Duduk, B., Bertaccini, A. (2006): Corn with Symptoms of Reddening: New Host of Stolbur Phytoplasma. *Plant Disease*, 90 (10): 1313-1319.
- EPPO website, Alert list, EPPO RS 2012/035: Maize redness - a disease of maize associated with stolbur phytoplasma.
- Holzinger, W.E., Kammerlander, I., Nickel, H. (2003): The Auchenorrhyncha of Central Europe, Fulgoromorpha, Cicadomorpha Excl. Cicadellidae. Leiden: Brill Academic Publishers, p. 673.
- Jović, J., Cvrković, T., Mitrović, M., Krnjajić, S., Redinbaugh, M.G., Pratt, R.C., Gingery, R.E., Hogenhout, S.A., Toševski, I. (2007): Roles of stolbur phytoplasma and *Reptalus panzeri* (Cixiinae, Auchenorrhyncha) in the epidemiology of Maize redness in Serbia. *European Journal of Plant Pathology*, 118: 85-89.
- Jović, J., Cvrković, T., Mitrović, M., Krnjajić, S., Petrović, A., Redinbaugh, M.G., Pratt, R.C., Hogenhout, S.A., Toševski, I. (2009): Stolbur phytoplasma transmission to maize by *Reptalus panzeri* and the disease cycle of maize redness in Serbia. *Phytopathology*, 99: 1053-1061.
- Jović J., Cvrković T., Mitrović M., Petrović A., Krstić O., Krnjajić S., Redinbaugh M.G., Pratt R., Toševski I. (2010): Maize redness disease a host shift by *Reptalus panzeri*? IX European Congress of Entomology, 22-27. August, Programme and Book of Abstracts, pp. 113.
- Marić, A., Kosovac, Z. (1959): Proučavanje uzroka i štetnosti crvenila kukuruza u Vojvodini. *Savremena poljoprivreda*, 7 (12): 1028-1043.
- Nickel, H. (2003): The Leafhoppers and Planthoppers of Germany (Hemiptera, Auchenorrhyncha): Patterns and Strategies in a Highly Diverse Group of Phytophagous Insects. Pensoft Publishers, Sophia.
- Šutić, D., Tošić, M., Starović, M., Stanković, R., Tomić, T. (2002/2005): O crvenilu kukuruza. *Zaštita bilja*, 53 (2-3), 57-73.

Abstract

MAIZE REDNESS: EPIDEMIOLOGY, DETECTION AND CONTROL

Jelena Jović

Institute for Plant Protection and Environment,
Department of Plant Pests, Zemun, Serbia
E-mail: jovic_biolab@yahoo.com

Maize redness is a disease of maize associated with stolbur phytoplasma, transmitted to maize by the planthopper vector *Reptalus panzeri*. Disease epidemiological cycle is in direct correlation with a life cycle of the insect-vector and its preference to the host plants. A detail review of insect-vector life cycle, disease epidemiological cycle and interaction between host plant and stolbur phytoplasma is presented. Up to date knowledge on disease distribution, methods of maize redness identification