

NOVO DESTRUKTIVNO OBOLJENJE KROMPIRA - ZEBRASTI ČIPS

**Aleksa Obradović, Anđelka Prokić, Nemanja Kuzmanović,
Nevena Zlatković, Milan Ivanović**

Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd

E-mail: aleksao@agrif.bg.ac.rs

Izvod

Krompir je biljna vrsta čija proizvodnja ima veoma značajnu ulogu u obezbeđivanju hrane, a takođe i sirovine za industrijsku preradu. Pojava štetnih organizama neretko predstavlja ograničavajući faktor gajenja ove biljke, jer dovodi do smanjenja prinosa i pogoršanja kvaliteta krtola. Oboljenje nazvano zebrasti čips, koje prouzrokuje fastidiozna bakterija iz roda *Candidatus Liberibacter*, je novo, ekonomski značajno oboljenje biljaka iz familije Solanaceae, čiji je glavni domaćin krompir. Patogen, takođe, zaražava i srodne vrste kao što su paradajz i paprika. Ovo destruktivno oboljenje rasprostranjeno je u proizvodnim područjima Amerike, Novog Zelanda, a nedavno je otkriveno i na evropskom kontinentu. Kao posledica infekcije, dolazi do smanjenja prinosa zaraženih biljaka, dok najznačajnije štete nastaju usled pojave simptoma na krtolama i gubitka njihove tržišne vrednosti. S obzirom na značaj proizvodnje krompira, paradajza i paprike u našoj zemlji, cilj ovog rada je da se ukaže na pojavu i rasprostranjenost oboljenja, glavne karakteristike ovog malo poznatog patogena, metode detekcije i identifikacije neophodne za pouzdanu i pravovremenu dijagnozu oboljenja, epidemiologiju, simptomatologiju i mere zaštite.

Ključne reči: krompir, zebrasti čips, *Candidatus Liberibacter*, epidemiologija, *Bactericera cockerelli*, zaštita

UVOD

Oboljenje zebrasti čips (ZČ) je ekonomski značajno i kompleksno oboljenje koje deceniju unazad ugrožava proizvodnju krompira u SAD, a poslednjih godina zabeležena je pojava u Srednjoj Americi, kao i na Novom Zelandu (Crosslin et al., 2010). Osim smanjenja prinosa različitih kategorija krompira, bolest umanjuje kvalitet i tržišnu vrednost zaraženih krtola. Promene boje tkiva u vidu naizmjeničnih svetlih i tamnih nekrotičnih pruga i fleka, poput zebrine šare, najviše se uočavaju na čipsu nakon prerade, po čemu je bolest i dobila trivijalni naziv zebrasti čips (engl. Zebra chip - ZC). Osim krompira, može se javiti i na drugim usevima iz familije pomoćnica, dok je u Evropi zabeležena na biljkama mrkve i celera (Munyanzeza, 2012). Prouzrokovatelj ovog destruktivnog oboljenja je fitopatogena fastidiozna bakterija *Candidatus Liberibacter solanacearum* (*Ca. L. solanacearum*), obligatni parazit floema biljaka, koja se u prirodi prenosi insektima iz reda Hemiptera. Lisna buva krompira i paradajza, *Bactericera cockerelli*, odgovorna je za prenošenje patogena na američkom kontinentu i Novom Zelandu, dok u Evropi vektorsku ulogu imaju druge vrste iz familije *Triozidae* (Hansen et al., 2008; Munyanzeza, 2012).

RASPROSTRANJENOST I EKONOMSKI ZNAČAJ

Pojava bolesti po prvi put je uočena u Meksiku 1994. godine, dok je 2000. godine zabeležena u državi Teksas, u SAD (Secor & Rivera, 2004; Crosslin et al., 2010; Munyanzeza et al., 2009; Munyanzeza, 2012). Nakon toga, konstatovano je njeno

širenje na nove regione gajenja krompira u jugoistočnom delu SAD i Centralnoj Americi (Anonymous, 2012; Munyaneza, 2012). Bolest je nedavno potvrđena na severozapadu SAD, kao i na Novom Zelandu, gde prouzrokuje značajne štete u industriji krompira (Crosslin et al., 2012; Liefting, 2008). U Evropi je, 2010. godine, po prvi put zabeležena na biljkama izvan familije Solanaceae (Munyaneza i sar., 2010a). Bakterija je prvo detektovana na mrkvi u Finskoj, a potom u Švedskoj i Norveškoj, dok je poslednji nalaz bolesti zabeležen na mrkvi i celeru u Španiji i na Kanarskim ostrvima (Alfaro-Fernandez et al., 2012; Anonymous, 2012; Munyaneza et al., 2012a; 2012b).

ZČ prouzrokuje prosečno smanjenje prinosa zaraženih biljaka za 18% (Guenther et al., 2011). U nekim regionima zabeleženi su gubici od 60 do 90%, a u pojedinim slučajevima i potpuno propadanje useva, kao i napuštanje proizvodnih parcela usled pojave bolesti (Crosslin et al., 2010). Na jugozapadu SAD, u Meksiku i Centralnoj Americi, ekonomske štete od ovog patogena iznose više miliona dolara na godišnjem nivou. Na Novom Zelandu, štete usled gubitaka u proizvodnji i prekomerne primene insekticida za suzbijanje vektora patogena procenjene su na čak 130 miliona dolara. Najveći gubici zabeleženi su u prerađivačkoj industriji, zbog lošeg kvaliteta krtola namenjenih proizvodnji čipsa i pomfrita (Secor et al., 2009; Crosslin et al., 2010; Munyaneza, 2012).

SIMPTOMI BOLESTI

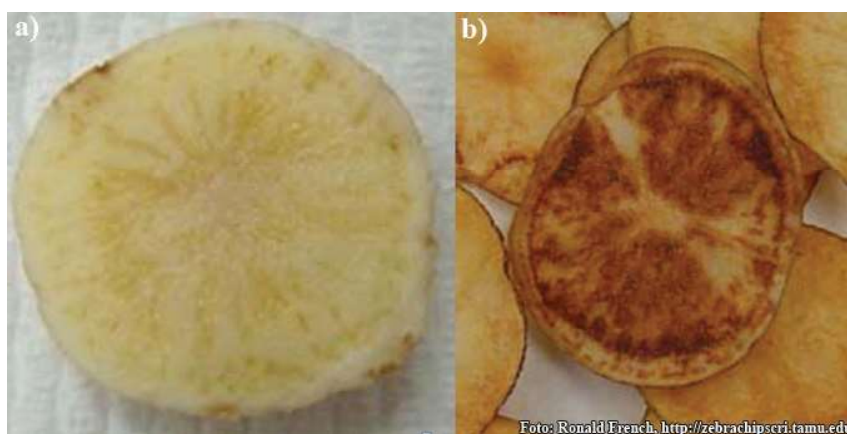
Bakterija *Ca. L. solanacearum* prouzrokuje različite simptome na nadzemnim i podzemnim organima zaraženih biljaka krompira. Opšti simptomi nastaju kao posledica razvoja bakterije u floemu i narušavanja sprovodne funkcije ovog tkiva, a ispoljavaju se u vidu hloroze, žutila, zaostajanja u porastu zaraženih biljaka i promene boje obolelog tkiva. Na nadzemnim organima biljaka zapaža se niz simptoma: skraćivanje internodija, oticanje kolenaca, proliferacija bočnih pupoljaka, formiranje vazdušnih krtola i brzo izumiranje biljaka. Na obolelom lišću uočava se povijenost vršnog lišća ka licu, kovrdžanje liski u osnovi i zbijenost. Listovi dobijaju žućkastu ili ljubičastu boju, dok su jače zaraze praćene pojavom hloroze, ožegotina i izumiranjem listova (Sl. 1).

Obolele biljke često su grupisane u vidu malih kružnih oaza u polju (Rondon & Hamm, 2011). Na podzemnim organima dolazi do uvećanja lenticela, skraćanja i propadanja stolona, formiranja sitnijih, ali brojnijih krtola nepravilnog oblika i hrapave pokožice. Usled poremećaja u transportu ugljenih hidrata iz listova u podzemne organe, dolazi do zastoja u daljem razvoju krtola, što se značajno odražava na smanjenje prinosa. U slučaju nastanka infekcije pre zametanja krtola, biljke brzo izumiru, usled čega u potpunosti izostaje njihovo formiranje (Crosslin et al., 2010; Hansen et al., 2008; Liefting et al., 2009; Munyaneza, 2012; Schuster et al., 2012). Slične promene na biljkama, posebno na nadzemnim organima, mogu prouzrokovati neke vrste fitoplazmi i virusa, ili toksini insekata (Psyllid yellows), dok su često prisutne i mešane infekcije (Rondon & Hamm, 2011; Sengoda et al., 2010).

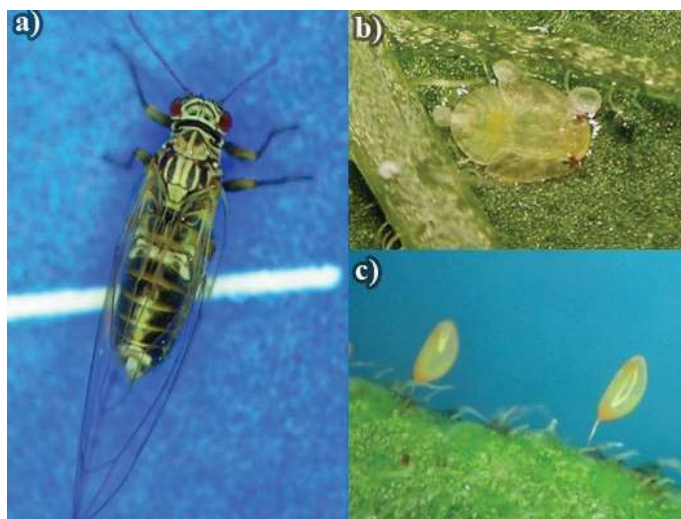
Karakteristični simptomi oboljenja ispoljavaju se na zaraženim krtolama. Pri poprečnom preseku obolelog tkiva uočava se tamno mrka obojenost i pojava nekrotičnih, neravnomerno raspoređenih fleka i pruga u zoni sprovodnih sudova, parenhima i radialno raspoređenih sržnih zraka. U obolelim krtolama dolazi do promena u hemijskom sastavu i sadržaju ugljenih hidrata: značajno se smanjuje sadržaj skroba, dok se količina glukoze i saharoze povećava. Najveći problem



Sl. 1. Simptomi ZČ na nadzemnim organima biljaka krompira: a) hloroza, uvi-
jenost i ljubičasta obojenost lišća; b) razvoj vazdušnih krtola iz bočnih pupoljaka,
c) ožegotine i izumiranje biljaka



Sl. 2. Simptomi ZČ na zaraženim krtolama: a) poprečni presek krtole pre prerade u
čips; b) krompirov čips posle prerade, radijalno raspoređene nekrotične šare i pruge.



Sl. 3. *Bactericera cockerelli*. Sva tri razvojna stadijuma insekta: imago (a) nimfa
(b) i jaja (c) mogu imati vektorsku ulogu, pri čemu su odrasle jedinke najefikasnije
u prenošenju bakterije.

predstavlja nekroza tkiva koja nastaje kao posledica karamelizacije šećera pri visokim temperaturama, tokom kuvanja i prženja zaraženih krtola (Sl. 2). Usled neprivačnog izgleda, ali i lošeg ukusa, prerađevine dobijene od zaraženog krompira nisu pogodne za konzumiranje, pa gube tržišnu vrednost. Zaražene semenske

krtole mogu, takođe, ispoljavati simptome u vidu nekroze, nitavosti klica i slabijeg klijanja, dok se iz njih često razvijaju manje vitalne biljke, što se negativno odražava na prinos (Berry et al., 2011).

Putem insekata vektora patogen dospeva i na druge pomoćnice, uključujući paradajz i papriku na kojima, takođe, može prouzrokovati značajne gubitke. Na nadzemnim organima ovih biljaka ispoljavaju se slični simptomi u vidu uvijanja listova, žutila i zaostajanja biljaka u porastu. Listovi paprike su deformisani i hlorotični dok su lisne drške skraćene. Vršni delovi zaraženih biljaka venu, a cvetovi prevremeno opadaju pre zametanja plodova. Na biljkama paradajza lisne drške su izdužene, dok plodovi mogu biti bez simptoma, ili su deformisani i neravnomerno razvijeni jagodastog izgleda (Morris et al., 2009). Na zaraženoj mrkvi uočavaju se uvijenost, žutilo, bronzavost i ljubičasta obojenost listova, zaostajanje biljaka u porastu, kao i proliferacije korena (Alfaro-Fernandez et al., 2012; Munyaneza et al., 2010a; 2010b).

SPEKTAR DOMAĆINA

Glavni domaćini *Ca. L. solanacearum* su gajene i korovske biljke iz familije Solanaceae. Krompir (*Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum* L.) je najvažniji prirodni domaćin, kome pričinjava i najveće štete. Osim krompira, štete su zabeležene i na drugim gajenim biljkama iz porodice pomoćnica: paprici (*Capsicum annuum*), paradajzu (*Solanum lycopersicon*), plavom patlidžanu (*Solanum melongena*), tamarilu (*Solanum betaceum*) i tomatilu (*Physalis* spp.) (Munyaneza, 2012; Morris et al., 2009; Liefting et al., 2009). Pojava bolesti na mrkvi i celeru, kao i na nekim ukrasnim vrstama van porodice Solanaceae, ukazuje na širi spektar domaćina ovog patogena (Alfaro-Fernandez et al., 2012; Anonymous 2012; Munyaneza et al., 2010b).

EPIDEMIOLOŠKO - EKOLOŠKE KARAKTERISTIKE

Bolest zebrastog čipsa je kompleksno oboljenje koje nastaje kao posledica interakcije biljke domaćina, insekata vektora i patogena (Munyaneza, 2012). Glavnu ulogu u epidemiologiji bolesti ima lisna buva krompira i paradajza *Bactericera cockerelli* (Šulc) (Hemiptera: Triozidae), glavni prenosilac prouzrokovala oboljenja (Sl. 3). Ova polifagna vrsta zabeležena je na preko 20 biljnih familija, ali najznačajnije štete pričinjava biljkama iz familije *Solanaceae*, posebno krompiru i paradajzu. Pored vektorske uloge, *B. cockerelli* svojom ishranom pravi i direktne štete na biljkama. Prilikom isisavanja biljnih sokova, ovi insekti izlučuju toksine u floem biljke domaćina, što za posledicu ima pojavu simptoma koji podsećaju na ZČ, a u literaturi se pominju pod nazivom Psylid yellows (Sengoda et al., 2010). O mehanizmu usvajanja i prenošenja liberibakterija na krompir i druge domaćine, kao i razvoju bolesti još uvek nema dovoljno podataka (Munyaneza, 2012). Dosadašnja istraživanja ukazuju na kompleksan odnos vektor/ZČ, kao i složenost patosistema biljka domaćin-vektor-patogen. Bolest se ne prenosi u odsustvu i van areala rasprostranjenosti vektora. Infekcija biljaka ostvaruje se prilikom ishrane *B. cockerelli* koja prenosi bakteriju sa zaraženih na zdrave biljke. Za usvajanje inokuluma neophodno je da se krompirova lisna buva hrani na zaraženoj biljci 8-24 sata. Buchman i sar. (2011) navode da ishrana zaraženih psila u kratkom vremenskom periodu, od oko 1 h, može usloviti razvoj ZČ simptoma, dok je samo jedna zaražena jedinka dovoljna za nastanak infekcije. Za vreme latentnog perioda od oko dve nedelje, bakterije se umnožavaju u pljuvačnim žlezdama vektora, prolaze kroz višeslojne ćelijske membrane i transportuju se hemolimfom kroz telo insekta.

Posle toga, psila je doživotno sposobna da prenese bakteriju hraneći se na zdravim biljkama. Na osnovu dosadašnjih istraživanja utvrđeno je da se bakterija prenosi putem vektora na dva načina: horizontalno - ishranom na zaraženim biljkama, kao i vertikalno (transovarijalno) - sa roditeljskih jedinki na potomstvo (Hansen et al., 2008). Detekcijom *Ca. L. solanacearum* u jajima *B. cockerelli* dokazana je mogućnost transovarijalnog prenošenja ove bakterije, što ima veliki epidemiološki značaj i omogućava njeno širenje u nove regione, kao i održavanje u periodu prezimljavanja vektora (Crosslin et al., 2010). Sva tri razvojna stadijuma insekta: jaja, larva i imago mogu imati vektorsku ulogu, pri čemu su odrasle jedinke najefikasnije u prenošenju bakterije na veća odstojanja (Buchman et al., 2011).

Prvi simptomi bolesti pojavljuju se na krtolama, a zatim na nadzemnim delovima biljaka, 2-3 nedelje nakon kontakta sa inficiranim insektima (Buchman et al., 2011; 2012; Levy et al., 2011). Nedavna otkrića bolesti u Evropi, van areala rasprostranjenosti *B. cockerelli*, ukazuju na ulogu drugih insekatskih vrsta, kao što su *Bactericera trigonica* i *Trioza apicalis*, kao potencijalnih vektora (Alfaro-Fernandez et al., 2012; Munyaneza et al., 2010b). Osim vektorima, patogen se eksperimentalno, sa zaraženih na zdrave biljke može preneti i kalemljenjem, dok je prenošenje sadnim materijalom od manjeg epidemiološkog značaja (Henne et al., 2010). Smatra se da se patogen ne prenosi mehaničkim putem. Značajnu ulogu u širenju infekcije imaju korovske vrste iz familije Solanaceae koje predstavljaju prirodne rezervoare inokuluma i omogućavaju njegovo održavanje i širenje u prirodi (Goolsby et al., 2012).

Uslovi spoljne sredine, pre svega temperatura, imaju značajan uticaj na pojavu, intenzitet i distribuciju ZČ oboljenja u različitim proizvodnim regionima. Dosadašnja istraživanja ukazuju na osetljivost *Ca. L. solanacearum* i njenog vektora prema visokim temperaturama. Optimalna temperatura za razvoj bolesti je 27-32 °C, dok temperature ispod 17C i iznad 32C nepovoljno utiču na ovog patogena. Sličan temperaturni režim pogoduje razvoju i reprodukciji vektora *B. cockerelli*, kao i umnožavanju bakterije u odraslom vektoru (Munyaneza et al., 2012c).

Osobine patogena

Etiologija bolesti dugo je bila nepoznata, a pojava simptoma se najčešće dovodila u vezu sa fitoplazmama i virusima (Crosslin et al., 2010). Pravu prirodu oboljenja otkrili su Hansen i sar. (2008) u SAD i Liefiting i sar. (2008) na Novom Zelandu, koji su reprodukovali simptome bolesti na zdravim biljkama prenošenjem patogena vektorima i kalemljenjem. Prisustvo bakterija u biljnom tkivu utvrđeno je posmatranjem obolelih listova pomoću transmisionog elektronskog mikroskopa (Liefiting, 2009). Identifikacija patogena izvršena je na osnovu sekvence 16S rRNA, prema kojoj je bakterija klasifikovana kao nova vrsta roda *Liberibacter* i nazvana *Candidatus Liberibacter solanacearum* (sin. *Ca. L. psyllauros*).

Liberibacter vrste pripadaju Gram-negativnim intracelularnim prokariotskim mikroorganizmima iz klase *Alphaproteobacteria* (fam. *Rhizobiaceae*). To su fitopatogene bakterije štapićastog oblika, dimenzija oko 0,2 x 4 μm, koje nastanjuju floemske sitaste ćelije biljaka, kao i ćelije tkiva insekata vektora (Liefiting et al., 2009; Garnier, 2005). Do sada su opisane četiri fitopatogene vrste koje se u prirodi prenose putem lisnih buva, insekata iz reda Hemiptera. Zajednička odlika ovih patogena je nemogućnost izolacije i gajenja u *in vitro* uslovima, na hranljivoj podlozi, zbog čega su svrstane u taksonomsku grupu *Candidatus*, privremenog karaktera (Bove, 2006; Garnier, 2005).

Detekcija i identifikacija

Ca. L. solanacearum je usko specijalizovana bakterija, prilagođena živom tkivu biljaka i insekata vektora. Održavanje vitalnosti van ćelije domaćina predstavlja poseban problem u njihovom proučavanju, iz čega proističe i nemogućnost izolacije i gajenja u laboratorijskim uslovima. Detekciju otežava i neravnomerna distribucija bakterije u biljci, kao i dužina latentnog perioda, koji traje od momenta infekcije do pojave prvih vidljivih simptoma bolesti. Dokazivanje prisustva bakterije u biljnom materijalu zasniva se na primeni elektronske mikroskopije i molekularnih metoda (Levy et al., 2011; Secor et al., 2009). S obzirom da se na osnovu morfoloških osobina ne može izvršiti identifikacija vrste, neophodna je primena molekularnih metoda zasnovanih na reakciji lančanog umnožavanja fragmenta DNK (Polymerase Chain Reaction, PCR). Primena klasičnih, multipleks, nested ili real-time PCR metoda zasniva se na umnožavanju konzervativnih regiona u genomu, kao što su: deo 16S rDNA sekvence, 16S-ISR-23S rDNA region, konstitutivni (housekeeping) geni, kao i geni za adenilat kinazu (*adk*), pomoću specifičnih prajmera dizajniranih za ove regione (Crosslin et al., 2011; Hansen et al., 2008; Li et al., 2009; Ravindran et al., 2011; Secor et al., 2009; Wen & Mallik, 2009). Na uspeh detekcije i pouzdanost metode, pored izbora prajmera i PCR protokola, utiču i visina titra bakterije, kao i način translokacije i distribucije patogena u nadzemnim i podzemnim biljnim organima (Levy et al., 2011; Wen & Mallik, 2009). Takođe, mešane infekcije sa fitoplazmama dodatno otežavaju detekciju bakterijskih ćelija. Na osnovu filogenetske analize četiri genomska regiona (16S rRNA, 16S/23S ISR i 50S rpIJ i rpIL) u okviru populacije *Ca. L. solanacearum* opisana su četiri geografska haplotipa: A, B i C i D. Haplotipovi imaju različito poreklo, izolovani su sa različitih biljaka i insekata domaćina, a utvrđene genetske razlike su na nivou jednog nukleotida (single nucleotide polymorphism - SNPs) (Nelson et al., 2011; 2012). Dva haplotipa (A i B) parazitiraju krompir i druge biljke fam. *Solanaceae* u SAD, haplotip C detektovan je na mrkvi, kao i psili *Trioza apicalis* u Severnoj Evropi, dok je četvrti haplotip D, poreklom iz mrkve, nedavno opisan u Španiji i na Kanarskim ostrvima (Nelson et al., 2012).

ZAŠTITA

Osnovna mera kontrole oboljenja zebrasti čips trenutno se zasniva na suzbijanju populacije vektora (*B. cockerelli* i srodnih vrsta potencijalnih vektora) primenom različitih insekticida u toku sadnje krompira, tretiranjem zemljišta, ili folijarnom primenom u toku vegetacije (Schreiber et al., 2012; Guenthner et al., 2012; Munyaneza, 2012). Preporučuje se upotreba insekticida koji sadrže sledeće aktivne materije: acefat, abamektin, metamidofos, tiaklopid, buprofezin, cipermetrin, deltametrin, lambda-cihalotrin, esfenvalerat, novaluron, spinosad, spirotetramat, imidaklopid, tiametoksam, spiromesifen, dinotefuran, piriproksifen i pimetrozin. U SAD, intenzivno su primenjivana jedinjenja širokog spektra dejstva na bazi piretroida i organofosfata, ali se pokazalo da oni ne ispoljavaju dovoljnu efikasnost. Efikasna zaštita može se postići upotrebom sistemskih jedinjenja na bazi neonikotinoida prilikom sadnje, a potom folijarnih insekticida u toku vegetacije (Guenthner et al., 2012). Osnovni preduslov uspešnog suzbijanja je usklađivanje količine, načina i vremena primene insekticida, sa brojem i razvojnim stadijumom jedinki, kao i fazom porasta biljke. Hemijsku zaštitu je potrebno započeti nakon prve pojave imaga lisnih buva, jer je kasnije suzbijanje otežano usled istovremenog prisustva svih razvojnih stadijuma

nejednake osetljivosti prema insekticidima. S obzirom da se lisne buve najviše nalaze na naličju listova, važna je dobra pokrivenost biljaka preparatom, posebno u slučaju nanošenja kontaktnih insekticida (Guenther et al., 2012). U fazi intenzivnog porasta biljaka preporučuje se primena sistemskih insekticida koji obezbeđuju dugotrajniju zaštitu, dok se u drugom delu vegetacije bolji efekat postiže primenom kontaktnih insekticida (Schreiber et al., 2012).

Primena insekticida, posebno u slučaju velike brojnosti lisnih buva, često ne daje zadovoljavajuće rezultate. Hemijsko suzbijanje otežava i činjenica da je samo nekoliko inficiranih insekata potrebno za širenje infekcije. Kratak inkubacioni period onemogućava suzbijanje vektora dovoljno brzo da bi se sprečilo prenošenje bakterije. Pored toga, visok fekunditet, veliki broj i preklapanje nekoliko generacija uslovljavaju pojavu rezistentnosti ovih insekata na korišćene insekticide, pa je neophodna rotacija aktivnih supstanci različitog mehanizma delovanja (Buchman et al., 2011; 2012; Munyaneza, 2012). Upotreba otpornih sorti i biološke mere borbe kao alternativa upotrebi insekticida još uvek nisu razvijene. Posebna pažnja usmerena je na pronalaženje izvora otpornosti prema patogenu i vektoru bakterije koji bi omogućili trajniju kontrolu bolesti. Dosadašnjim istraživanjima uočene su izvesne razlike u osetljivosti pojedinih genotipova krompira, ali još uvek ne postoji ni jedna sorta sa apsolutnom otpornošću na ovu bolest (Crosslin et al., 2011, Munyaneza, 2012). U odsustvu drugih efikasnih mera, a u cilju efikasne i racionalnije primene insekticida, preporučuje se integralni pristup kontrole bolesti. On podrazumeva praćenje brojnosti vektora, kao i utvrđivanje infektivnosti populacije, kako bi se utvrdio njen značaj u prenošenju ZČ bolesti (Goolsby et al., 2007). Detekcijom i suzbijanjem insekata rano u toku vegetacije, kada se oni nalaze pretežno po rubovima parcela, smanjuje se brojnost populacije u polju i sprečava jača pojava i širenje bolesti unutar useva (Munyaneza, 2012). Takođe, usklađivanje vremena setve krompira sa pojavom i aktivnošću insekata vektora može značajno smanjiti pojavu bolesti.

LITERATURA

- Alfaro-Fernández, A., Siverio, F., Cebrián, M.C., Villaescusa, F.J., Font, M.I. (2012): *Candidatus Liberibacter solanacearum* associated with *Bactericera trigonica*-affected carrots in the Canary Islands. *Plant Disease* 96 (4): 581.
- Anonimous (2012): Final pest risk analysis for *Candidatus Liberibacter solanacearum* in *Solanaceae*. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO), Paris.
- Berry, N., Thompson, S., Taylor, N., Wright, P., Shah, F., Walker, M., Beard, S., Jorgensen, N., Butler, R., Thompson, S., Scott, I., Pitman, A.R. (2011): The impact of *Ca. Liberibacter* infected seed tubers on potato production in New Zealand. 11th Annual Zebra Chip Reporting Session, Dallas, TX. Proceedings book (ed. by Workneh, F., Rashed, A. and Rush, C.M.), pp: 189-193.
- Bov, J. M. (2006): Huanglongbing: A destructive, newly-emerging, century old disease of citrus. *Journal of Plant Pathology*, 88: 7-37.
- Buchman, J.L., Fisher, T.W., Sengoda, V.G., Munyaneza, J.E. (2012): Zebra chip progression: from inoculation of potato plants with liberibacter to development of disease symptoms in tubers. *American Journal of Potato Research*, 89: 159-168.
- Buchman, J.L., Sengoda, V.G., Munyaneza, J.E. (2011): Vector transmission efficiency of liberibacter by *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) in zebra chip potato disease: effects of psyllid life stage and inoculation access period. *Journal of Economic Entomology* 104: 1486-1495.

- Crosslin, J.M., Munyaneza, J.E., Brown, J.K., Liefting, L.W. (2010): Potato zebra chip disease: A phytopathological tale. Online. Plant Health Progress. http://www.apsnet.org/online/feature/zebra/PlantHealthProgress_Zebra.pdf.
- Crosslin, J. M., H. Lin, Munyaneza, J. E. (2011): Detection of *Candidatus Liberibacter solanacearum* in the potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc), by conventional and real-time PCR. Southwest. Entomol. 36: 125-135.
- Crosslin, J. M., Hamm, P. B., Eggers, J. E., Rondon, S. I., Sengoda, V. G., Munyaneza, J. E. (2012): First report of zebra chip disease and *Candidatus Liberibacter solanacearum* on potatoes in Oregon and Washington. Plant Disease, 96 (3): 452.
- Garnier M. (2005): *Candidatus Liberibacter*. In: Bergeys Manual of Systematic Bacteriology (2nd edn, vol. 2), The Proteobacteria. Eds. Brenner, J., Krieg, N., Staley, J. Michigan State University, pp. 400-402, USA.
- Goolsby, J. A., Adamczyk, J., Bextine, B., Lin, D., Munyaneza, J. E., Bester, G. (2007): Development of an IPM program for management of the potato psyllid to reduce incidence of zebra chip disorder in potatoes. Subtropical Plant Science, 59: 85-94.
- Goolsby, J. A., Adamczyk, J. J., Crosslin, J. M., Troxclair, N. N. , Anciso, J. R., Bester, G. G., Bradshaw, J. D., Bynum, E. D., Carpio, L. A., Henne, D. C., Joshi, A., Munyaneza, J. E., Porter, P., Sloderbeck, P.E., Supak, J.R., Rush, C.M., Willett, F.J., Zechmann, B.J., Zens, B. A. (2012): Seasonal population dynamics of the potato psyllid (Hemiptera: Triozidae) and its associated pathogen *Candidatus Liberibacter solanacearum* in potatoes in the Southern Great Plains of North America. Journal of Economic Entomology, 105(4): 1268-1276.
- Guenther, J., Goolsby, J.A., Greenway, G. (2012): Use and cost of insecticides to control potato psyllids and zebra chip on potatoes. Southwestern Entomologist 37(3): 263-270.
- Hansen, A.K., Trumble, J.T., Stouthamer, R., Paine, T.D. (2008): A new huanglongbing species, *Candidatus Liberibacter psyllauros* found to infect tomato and potato, is vectored by the psyllid *Bactericera cockerelli* (Sulc). Applied and Environmental Microbiology 74: 5862-5865.
- Henne, D.C., Workneh, F., Wen, A., Price, J.A., Pasche, J.S., Gudmestad, N.C., Rush, C. M. (2010): Characterization and epidemiological significance of potato plants grown from seed tubers affected by zebra chip disease. Plant Disease 94: 659-665.
- Levy, J., Ravindran, A., Gross, D., Tambrindeguy, C., Pierson, E.(2011): Translocation of *Candidatus Liberibacter solanacearum*, the Zebra Chip pathogen, in potato and tomato. Phytopathology 101: 1285-1291.
- Li, W., Abad, J.A, French-Monar, R.D, Rascoe, J., Wen, A., Gudmestad, N.C, Secor, G.A., Lee, I-M., Duan, Y., Levy, L. (2009): Multiplex real-time PCR for detection, identification and quantification of *Candidatus Liberibacter solanacearum* in potato plants with zebra chip. Journal of Microbiological Methods 78: 59-65.
- Liefting, L.W., Sutherland, P.W., Ward, L.I., Paice, K.L., Weir, B.S., Clover, G.R.G. (2009): A new *Candidatus Liberibacter* species associated with diseases of solanaceous crops. Plant Disease 93: 208-214.
- Liefting, L.W., Perez-Egusquiza, Z.C., Clover, G.R.G., Anderson. J.A.D. (2008): A new *Candidatus Liberibacter* species in *Solanum tuberosum* in New Zealand. Plant Disease, 92: 1474.
- Morris, J., Reed, P., Sansford, C. (2009): *Candidatus Liberibacter solanacearum* - a new bacterium associated with a disease of tomatoes, capsicums, and potatoes in New Zealand. Fera Information note. Plant Health, York, UK.
- Munyaneza, J.E., Buchman, J. L., Upton, J.E., Goolsby, J.A., Crosslin, J. M., Bester, G., Miles, G. P., and Sengoda, V. G. 2008. Impact of different potato psyllid populations on zebra chip disease incidence, severity, and potato yield. Subtropical Plant Science 60: 27-37.

- Munyanzeza, J.E., Sengoda, V.G., Crosslin, J.M., De la Rosa-Lozano, G., Sanchez, A. (2009): First report of *Candidatus Liberibacter psyllaourous* in potato tubers with zebra chip disease in Mexico. *Plant Disease*, 93: 552-552.
- Munyanzeza, J.E., Fisher, T.W., Sengoda, V.G., Garczynski, S.F., Nissinen, A., Lemmetty, A. (2010a): First report of *Candidatus Liberibacter solanacearum* in carrots in Europe. *Plant Disease* 94: 639.
- Munyanzeza, J.E., Fisher, T.W., Sengoda, V.G., Garczynski, S.F., Nissinen, A., Lemmetty, A. (2010b): Association of *Candidatus Liberibacter solanacearum* with the psyllid *Trioza apicalis* (Hemiptera: Triozidae) in Europe. *Journal of Economic Entomology* 103: 1060-1070.
- Munyanzeza, J.E. (2012a): Zebra chip disease of potato: biology and management. *American Journal for Potato Research* 89: 329-350.
- Munyanzeza, J.E., Sengoda, V.G., Stegmark, R., Arvidsson, A.K., Anderbrant, O., Yuvvaraj, J.K., Ramert, B., Nissinen, A. (2012b). First report of *Candidatus Liberibacter solanacearum* associated with psyllid-affected carrots in Sweden. *Plant Disease*, 96: 453.
- Munyanzeza, J.E., Sengoda, V.G., Sundheim, L., Meadow, R. (2012c). First report of *Candidatus Liberibacter solanacearum* associated with psyllid-affected carrots in Norway. *Plant Disease* 96: 454.
- Munyanzeza, J.E., Sengoda, V.G., Buchman, J.L., Fisher, T.W. (2012d): Effects of temperature on *Candidatus Liberibacter solanacearum* and zebra chip potato disease symptom development. *Plant Disease* 96: 18-23.
- Nelson, W.R., Fisher, T.W., Munyanzeza, J.E. (2011): Haplotypes of *Candidatus Liberibacter solanacearum* suggest long-standing separation. *European Journal of Plant Pathology*, 130, 5-12.
- Nelson, W.R., Sengoda, V.G., Alfaro-Fernandez, A.O., Font, M. I., Crosslin, J. M., Munyanzeza, J.E. (2012): A new haplotype of *Candidatus Liberibacter solanacearum* identified in the Mediterranean region.
- Ravindran, A., Levy, J., Pierson, E., Gross, D. (2011): Development of primers for improved PCR detection of the potato zebra chip pathogen, *Candidatus Liberibacter solanacearum*. *Plant Disease* 95: 1542-1546.
- Rondon S. I. and Hamm, P. B. (2011): Essential information about Zebra Chip (ZC) in the Columbia Basin: identification, late season control, and storage. *Potato update*. Oregon State University.
- Schreiber, A., Jensen, A., Rondon, S. (2012): Biology and management of potato psyllid in Pacific Northwest potatoes. Washington State Potato Commission Online: <http://www.potatoes.com/IPMStuff/PDFs/PotatoPsyllid.pdf>
- Schuster, G., McBride, S., French R., Appel, D. (2012): Zebra chip disease: description, impact, and symptoms. <http://zebrachipscri.tamu.edu>
- Secor, G. A. and Rivera, V. V. (2004): Emerging diseases of cultivated potato and their impact on Latin America. *Revista Latinoamericana de la Papa (Suplemento)* 1: 1-8.
- Secor, G. A., Rivera, V. V., Abad, J. A., Lee, I. M., Clover, G.R.G., Liefting, L. W., Li, X., and De Boer, S.H. (2009): Association of *Candidatus Liberibacter solanacearum* with zebra chip disease of potato established by graft and psyllid transmission, electron microscopy, and PCR. *Plant Disease* 93: 574-583.
- Sengoda, V. G., Munyanzeza, J. E., Crosslin, J. M., Buchman, J. L., Pappu, H. R. (2010): Phenotypic and etiological differences between psyllid yellows and zebra chip diseases of potato. *American Journal for Potato Research*, 87: 41-49.
- Wen, A. and Mallik, I. (2009): Detection, distribution, and genetic variability of *Candidatus Liberibacter* species associated with zebra complex disease of potato in North America. *Plant Disease*, 93: 1102-1115.

Abstract

NEW DESTRUCTIVE DISEASE OF POTATO - ZEBRA CHIP

**Aleksa Obradović, Anđelka Prokić, Nemanja Kuzmanović,
Nevena Zlatković, Milan Ivanović**

University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade

E-mail: aleksao@agrif.bg.ac.rs

Potato production provides one of the main sources for food production, processed either at home or by the industry. Plant diseases are often limiting factor in cultivation of this crop, leading to reduction of yield and tuber quality. Zebra chip disease, caused by a floem-limited bacterium, belonging to the genus *Candidatus Liberibacter*, is a new, economically important disease of potato and other solanaceous plants. It is widespread in commercial potato fields in USA, Mexico, Central America, New Zealand, and was recently reported in Europe. The disease reduces yield, but most significant damage occurs due to the symptom development on tubers and loss of their marketability. Given the importance of potato production in our country, the goal of this paper is to raise the awareness about the disease occurrence and distribution, discuss the main characteristics of this relatively unknown pathogen, detection and identification methods necessary for the successful and timely diagnosis, epidemiology, symptomatology and disease management.

Keywords: potato, zebra chip, *Candidatus Liberibacter*, disease epidemiology, *Bactericera cockerelli*, disease management.

POJAVA ŠTETNIH LEPTIRA U BAČKOJ I SREMU TOKOM 2013. I PROGNOZA ZA 2014. GODINU

Dragan Vajgand

Agroprotekt doo, Nikole Pašića 9, Sombor

E-mail: vajgandd@sbb.rs, www.agroupozorenje.rs

Izvod

Praćenje brojnosti leptira je, tokom 2013. godine, vršeno na lokalitetima Sombor, Čelarevo i Veliki Radinci. Korištena je svetlosna klopka tip RO Agrobečej. Preko 87.000 primeraka je determinisano. Prikazani su podaci za 11 vrsta koje mogu biti ekonomski značajne za biljnu proizvodnju.

Padavine u maju su imale odlučujući uticaj na pojavu noćnih leptira, jer su smanjile brojnost leptira prve generacije, razvukle let leptira prve generacije i pomerile maksimume brojnosti prema letu. Stoga su se druge generacije leptira pojavile kasnije nego što je to uobičajeno.

Manji broj primeraka u odnosu na prosečnu brojnost je zabeležen kod vrsta: *L. sticticalis*, *H. cunea*, *A. gamma*, *H. armigera*, *S. exigua*, *L. oleracea*, *M. brassicae*, *A. ipsilon*, *A. exclamationis* i *A. segetum*. Veću brojnost od prosečne je imala jedino *O. nubilalis*.