

BAKTERIOZE KUKURUZA

Aleksa Obradović

Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

E-pošta: aleksao@agrif.bg.ac.rs

Rad primljen: 15.07.2014.

Odobren za štampu: 18.07.2014.

Izvod

Intenzitet proizvodnje i ekonomski značaj kukuruza kao proizvoda za ljudsku i stočnu ishranu, ali i industrijsku preradu, doprineli su da bolesti kukuruza neprekidno budu predmet proučavanja fitopatologa. Ova biljna vrsta je domaćin brojnim mikroorganizmima. Ipak, ne predstavljaju svi patogeni kukuruza podjednaku opasnost. Fitopatogene bakterije za sada nisu ozbiljan problem u proizvodnji ovog useva. Međutim, intenzivna razmena genetskog materijala kukuruza širom sveta može imati za posledicu porast patogenosti pojedinih mikroorganizama, nastao usled uvođenja genotipova čija je osetljivost prema populaciji patogena u domaćoj proizvodnji nepoznata. U literaturi je do sada opisano desetak fitopatogenih bakterija parazita kukuruza. Njihova pojava se uglavnom uočava u specifičnim ekološkim uslovima, kao što su visoka relativna vlažnost vazduha, povišena temperatura, a često je presudno prisustvo insekata vektora. Za sada, nijedna od opisanih vrsta ne pričinjava značajne štete kukuruzu u Srbiji. Ipak, zbog potencijalne opasnosti, navešćemo više informacija o: *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* - prouzrokovaču bakteriozne uvelosti kukuruza i *Dickeya* spp. - prouzrokovačima bakteriozne truleži stabljike kukuruza. Prva je karantinska vrsta za našu zemlju, dok su predstavnici roda *Dickeya* već opisani kao patogeni kukuruza u nas.

Ključne reči: kukuruz, bakterije, uvelost, vlažna trulež, *Pantoea*, *Dickeya*

***Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* (Smith, 1898) Mergaert et al. (1993) - prouzrokovač bakteriozne uvelosti kukuruza**

Ova bakterija je ranije bila poznata kao *Erwinia stewartii* (Smith, 1898) Dye 1963 i *Xanthomonas stewartii* (Smith, 1898) Dowson 1939. Razvoj novih metoda karakterizacije mikroorganizama doveo je do revizije taksonomske pozicije vrsta roda *Erwinia*, usled čega su sojevi vrste *E. stewartii* svrstani u *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*. Glavni domaćin ovog patogena je kukuruz, uglavnom šećerac, ali i druge forme ove biljne vrste.

Rasprostranjenost. Prouzrokovač bakteriozne uvelosti kukuruza potiče sa američkog kontinenta. Osim Amerike, *P. s.* subsp. *stewartii* je detektovana u Kini, Maleziji, Tajlandu i Vjetnamu, a od evropskih zemalja zabeležena je u Austriji, Grčkoj, Poljskoj, Rumuniji i Rusiji. Međutim, nema podataka da je ova bakterija uspela i da se održi u navedenim zemljama. Značajna šteta je zabeležena u Italiji, 50-ih godina prošlog veka, na polju zasejanom semenom kukuruza poreklom iz SAD. Međutim, patogen nije opstao, niti je došlo do širenja bolesti, najverovatnije zbog nedostatka efikasnog vektora. Nakon toga, bilo je još saopštenja o pojavi na tlu Evrope, ali bez potvrde održanja inokuluma i širenja zaraze (EPPO documents). Za našu zemlju ova bakterija je karantinski parazit.

Epidemiologija. *P. s.* subsp. *stewartii* se održava i širi u nova područja zaraženim semenom kukuruza. Smatra se da može prezimeti i u zemljištu, stajs-

kom đubrivu ili ostacima biljaka kukuruza. Međutim, u epidemiologiji patogena daleko veći značaj ima održavanje i širenje bakterije insektima vektorima. Kada insekt jednom usvoji bakteriju ishranom na zaraženoj biljci on ostaje njen prenosilac do kraja životnog ciklusa. Kao najznačajniji vektor patogena u SAD navodi se vrsta buvača *Chaetocnema pulicaria* (Tablo IV, sl. 1). Neke druge vrste insekata mogu takođe imati ulogu u širenju inokuluma, kao što su: *Diabrotica undecempunctata howardi* (imago i larva), *Chaetocnema denticulata*, larve *Delia platura*, *Agriotes mancus*, *Phyllophaga* sp., kao i larve *Diabrotica longicornis*. Posle blage zime, usled povoljnih uslova za prezimljavanje vektora, može se očekivati jači intenzitet pojave bakterijske uvelosti kukuruza usled rane infekcije mladih biljaka ishranom insekata zaraženih tokom prethodne vegetacije. Tokom leta može doći i do širenja sekundarnih infekcija (EPPO documents).

Bakterija se u biljci uglavnom nalazi u sprovodnom tkivu i kod osetljivih genotipova može kolonizirati sve biljne delove i dospeti u seme. Na osetljivost biljaka utiče i mineralna ishrana. Višak N i P povećava osetljivost, dok K i Ca deluju povoljno na otpornost biljaka. Intenzitet štete zavisi i od vremena infekcije. Biljke poreklom iz zaraženog semena ili zaražene u ranim fazama razvoja brzo izumiru, za razliku od kasnije zaraženih biljaka, kada je uticaj infekcije na porast nešto slabiji.

Simptomi. Ovo oboljenje kukuruza spada u tipične sudovne bakterioze. Bakterije se prvenstveno razvijaju u sudovnim elementima stabla i lišća, a kasnije napadaju i parenhimsko tkivo. Izgled i intenzitet simptoma zavise od osetljivosti genotipa, vremena infekcije, kao i drugih faktora.

Osetljivi hibridi kukuruza šećerca rano ispoljavaju simptome tipa uvelosti i zaostajanja u porastu ukoliko je izvor zaraze seme ili je infekcija nastala ishranom insekata odmah nakon nicanja kukuruza. Često ovakve promene ostaju nezapažene i budu pripisane drugim uzrocima izumiranja mladih biljaka. Na starijim biljkama, po donjem lišću, uočavaju se uzdužne pruge nepravilnih ivica, svetlo-zelene do slamasto-žute boje ((Tablo IV, sl. 2). Zahvaćeno tkivo se suši i dobija mrku boju. Sudovima se infekcija sistemično širi na stablo i gornje lišće, što dovodi do slabog razvoja biljaka, zaostajanja u porastu, a potom uvelosti i izumiranja. Zaražene biljke prevremeno razvijaju metlicu blede žute boje, koja se suši brže nego ostatak biljke.

Na poprečnom preseku stabla, listova, metlice i klipa, u zoni sudovnog tkiva, uočavaju se kapljice žućkasto-zelenog bakterijskog eksudata koji je i najkarakterističniji pokazatelj ove bolesti. Na preseku donjeg dela stabla uočavaju se šupljine nastale usled truleži parenhima ((Tablo IV, sl. 3). Na unutrašnjoj strani ovojnih listova klipa može doći do pojave kapi bakterijskog eksudata. Jedan od znakova od dijagnostičkog značaja je i isticanje bakterija iz zone sprovodnog tkiva fragmenta lista posmatranog svetlosnim mikroskopom sa faznim kontrastom.

Druge forme kukuruza često ne ispoljavaju simptome tipa uvelosti, ali prugavost lista i plamenjača česta su pojava. Biljka slabi, zaostaje u porastu i postaje osetljivija na trulež stabla prouzrokovanu drugim patogenima.

Zaštita. Za našu zemlju, najznačajnije mere zaštite od *P. s.* subsp. *stewartii* su karantinske mere. Pošto se parazit prenosi semenom, osnovnu pažnju treba posvetiti poreklu i izboru zdravog setvenog materijala. Hemijsko tretiranje semena nije dovoljno efikasno. Najznačajnija mera zaštite u područjima gde je ova bakterija prisutna jeste gajenje otpornih sorti i hibrida kukuruza (Arsenijević, 1997). Kontrola populacije vektora ranom primenom insekticida značajno umanjuje opasnost od širenja zaraze. Plodored ima više uticaja na smanjenje populacije insekata vektora nego na samog patogena. Adekvatno đubrenje obezbeđuje bolji porast biljaka, ali utiče i na otpornost.

Dickeya spp.

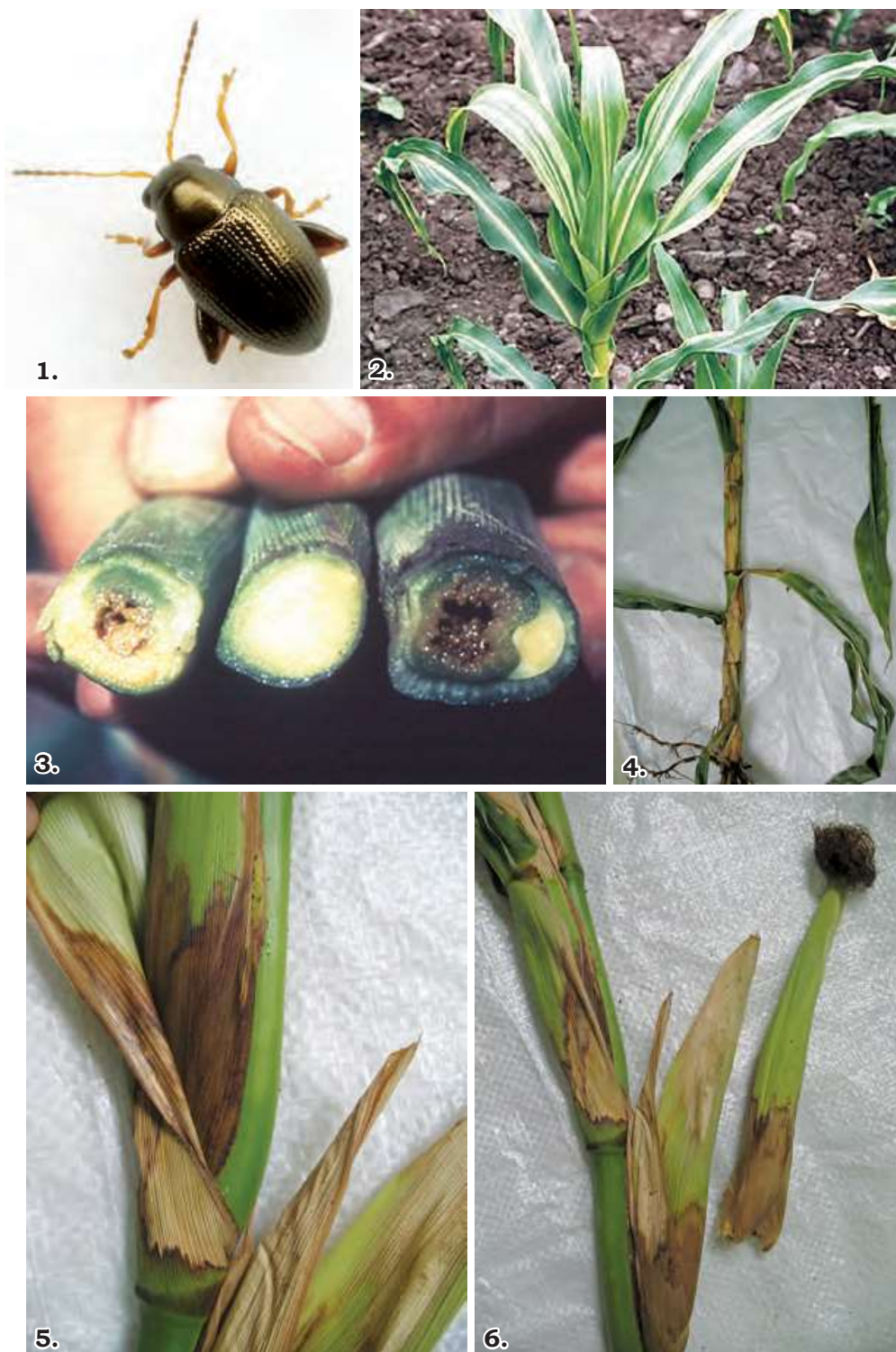
Vrsta *Erwinia chrysanthemi* (Burkholder et al., 1953, *loc. cit.* Samson et al., 2005) opisana je kao prouzrokovatelj bolesti stabla *Chrysanthemum morifolium*. Sojevi bakterije sličnih karakteristika su potom izolovani iz brojnih biljaka domaćina sa simptomima vlažne truleži i uvelosti (Samson et al., 2005). Nakon proučavanja bakterioloških karakteristika svi sojevi su ipak svrstani u okviru navedene vrste. Fitobakteriolozi su ih, na osnovu specijalizacije prema domaćinu, ipak podelili na patogene varijetete: pv. *chrysanthemi*, pv. *dianthicola*, pv. *dieffenbachiae*, pv. *parthenii*, pv. *zuae* i pv. *paradisiaca* (Young et al., 1978; Lelliott & Dickey, 1984; *loc. cit.* Samson et al., 2005).

Na osnovu najnovijih proučavanja fenotipskih karakteristika, DNK-DNK hibridizacije, seroloških karakteristika i analize 16S rRNA sekvence, došlo je do predloga da se deo populacije nekadašnje vrste *E. chrysanthemi* (sinonim *Pectobacterium chrysanthemi*) i *Brenneria paradisiaca* svrsta u novi rod *Dickeya*. U okviru ovog roda, sojevi su svrstani u novih šest vrsta: *D. chrysanthemi*, *D. dadantii*, *D. dianthicola*, *D. dieffenbachiae*, *D. paradisiaca* i *D. zuae* (Samson et al., 2005), kao i vrstu *Dickeya solani* (van der Wolf et al., 2014). Među njima su sledeće tri navedene kao potencijalni patogeni kukuruza: *D. dadantii*, *D. paradisiaca* i *D. zuae* (Samson et al., 2005) i stoga će se u nastavku teksta kao prouzrokovatelj vlažne truleži i uvelosti kukuruza navoditi zbirno ime *Dickeya* spp.

Rasprostranjenost. S obzirom na spektar domaćina, *Dickeya* spp. su rasprostranjene na svim kontinentima. U našoj zemlji, prouzrokovatelj vlažne truleži stabljike kukuruza proučavali su Lević i saradnici (1996), Arsenijević (1997) i Živanović i saradnici (2008). Detaljno proučene diferencijalne karakteristike *E. chrysanthemi* u odnosu na bakterije grupe „*E. carotovora*“ patogena krompira navedene su u istraživanjima Obradovića (1996), a fiziološke kriterijume za diferencijaciju opisao je Dickey još 1979. godine (*loc. cit.* Arsenijević, 1997). Isti autor proučavao je i patogene karakteristike *Dickeya* spp. i *Erwinia* spp. na različitim biljkama domaćinima (Dickey, 1981). Patogene i fiziološke karakteristike *Dickeya* spp. izolovanih iz obolelih biljaka pirinča u Japanu proučavao je Goto (1979).

Epidemiologija. Bakterije *Dickeya* spp. su poznate kao prouzrokovatelji vlažne truleži sočnih i mesnatih organa i delova biljaka, a sreću se i kao vaskularni patogeni koji koloniziraju ksilem i izazivaju simptome tipa uvelosti. Najčešće prouzrokuju uvelost i trulež, ali i hlorozu, kržljivost i nekrozu parenhinskog tkiva, što zavisi od domaćina, patotipa bakterije i ekoloških uslova. Održavaju se i šire vegetativnim organima za umnožavanje biljaka, kao što su reznice i krtole. Bakterije se mogu održati i u zemljištu između dve sezone. Visoka vlažnost i temperatura pogoduju održavanju i širenju patogena. Simptomi se ispoljavaju krajem juna i tokom jula meseca, u uslovima visoke vlažnosti vazduha i pri temperaturama oko 30 °C. Pojava bolesti se vezuje za navodnjavanje useva orošavanjem površinskim stajacim vodama, a pretpostavlja se da je to i glavni način širenja ovog patogena (Lević i sar., 1996). U našoj zemlji intenzitet zaraze varira od 1 do 32 %, u zavisnosti od godine, lokaliteta i genotipa kukuruza. Pored direktnih šteta koje nanosi ovo oboljenje u vidu proređenog sklopa biljaka i manjeg prinosa, u semenskoj proizvodnji može da utiče na slabiji kvalitet semena majčinskih komponenti (Ivanović, 2002).

Simptomi. S obzirom da se bolest ispoljava uglavnom na pojedinačnim ili manjem broju biljaka, pojava prvih simptoma najčešće ostane nezapažena. U našim uslovima, prve promene se uočavaju sredinom jula, pri toplom vremenu, u usevu navodnjavanom orošavanjem. Prvi simptomi na obolelim biljkama kukuruza ispoljavaju se u vidu uvelosti, nekroze i sušenja lišća i lisnih rukavaca. Pregledom



Tablo IV. Sl. 1. *Chaetocnema pulicaria* - imago (prenosilac *P. s. subsp. stewartii*); *Pantoea stewartii subsp. stewartii*: sl. 2. prugavost lista kukuruza, sistemična infekcija (APSnet, J. K. Pataky), sl. 3. trulež parenhima stabljike kukuruza, prirodna infekcija (APSnet, M. C. Shurtleff); *Dickeya spp.*: sl. 4. sušenje biljaka kukuruza, prirodna zaraza, sl. 5. trulež delova stabljike kukuruza, prirodna zaraza, sl. 6. trulež klipa kukuruza, prirodna zaraza (Foto: sl. 4-6. A. Obradović).

dela stabla obavijenog lisnim rukavcem zapaža se zona tkiva smeđe boje jasno oivičena mrkom nijansom (Tablo IV, sl. 4). Tkivo neposredno na prelazu obolelog i zdravog ima vlažan izgled. Simptomi truleži mogu zahvatiti internodije uzduž i obimom u potpunosti, pri čemu dolazi do razmekšavanja tkiva (Tablo IV, sl. 5) i lomljenja stabla. Trulež se širi i na klip (Tablo IV, sl. 6), a usled prekida funkcije stabla dolazi do kolapsa gornjeg dela biljke.

Usled širenja truleži na okolno tkivo, zaraženo stablo postaje prvo vlažno, a potom truli, suši se i izumire šireći neprijatan miris. U pojedinim slučajevima donji deo biljke ostane nezahvaćen simptomima, listovi i stablo su normalno razvijeni, a na njemu se razvijaju brojni zaperci (Ivanović, 2002).

Zaštita. Obavlja se uglavnom primenom preventivnih mera. Primena plodoređa utiče na smanjenje infektivnog potencijala bakterije koja se može održati u zemljištu i ostacima zaraženih biljaka. Preporučuje se gajenje otpornih genotipova. Kanale za navodnjavanje potrebno je održavati bez vegetacije, kako bi se izbeglo umnožavanje bakterija na srodnim domaćinima, a takođe je neophodno izvršiti i analizu vode na prisustvo patogena. Kontrola populacije štetnih insekata smanjuje oštećenja nastala njihovom ishranom, kroz koja bakterije mogu da prodru u unutrašnjost tkiva. Za setvu koristiti deklarirano seme, a tokom gajenja voditi računa o agrotehničkim merama, kao što su kvalitetna priprema zemljišta, pravovremena setva, adekvatno đubrenje, mehanička obrada bez povređivanja biljaka, itd.

DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Kukuruz, po svom značaju u našoj poljoprivredi, zauzima mesto u samom vrhu liste gajenih biljaka. Osim potrebe da se tokom sezone interveniše u cilju suzbijanja korova, intenzivnu proizvodnju ugrožavaju štetni insekti i patogeni mikroorganizmi. Poslednjih godina, usled sklopa različitih faktora, posebnu pažnju je privukao razvoj nekih vrsta gljiva koje stvaraju mikotoksine. Fitopatogene bakterije nisu tako čest problem u gajenju kukuruza u Srbiji. Šta više, jedino je zabeležena sporadična pojava vlažne truleži stabljike kukuruza, pri čemu su nastale štete na manje od 10 % biljaka. Zbog neredovne pojave i ograničenih šteta, ovo oboljenje bude praćeno od strane stručne i naučne javnosti, ali bez detaljnijeg proučavanja epidemiologije i biologije patogena. Prema podacima u novijoj literaturi, navedeno oboljenje ne prouzrokuje jedna vrsta bakterije, već najmanje tri. S obzirom da populacija sojeva izolovanih iz obolelih biljaka u nas nije taksonomski određena do kraja, bilo bi veoma značajno za domaću nauku i praksu odrediti sastav populacije prema najnovijim kriterijumima, a zatim utvrditi način održavanja patogena, optimalne uslove za nastanak infekcije, kao i proveriti otpornost hibrida kukuruza i roditeljskih komponenti, kako bi osetljive eliminisali iz proizvodnje. Preventivne mere i dalje ostaju jedini izbor u strategiji zaštite od značajnije pojave bakterioza kukuruza.

LITERATURA

- Arsenijević, M. (1997): Bakterioze biljaka. S Print, Novi Sad, (treće izmenjeno i dopunjeno izdanje).
- Dickey, R., S., (1981): *Erwinia chrysanthemi*: Reaction of Eight Plant Species to Strains from Several Hosts and to Strains of Other *Erwinia* Species. The American Phytopathological Society.
- EPPO Data Sheets on Quarantine Pests: *Pantoea stewartii* subsp. *Stewartii*. https://www.eppo.int/QUARANTINE/bacteria/Pantoea_stewartii/ERWIST_ds.pdf
- Goto, M. (1979): Bacterial Foot Rot of Rice Caused by a Strain of *Erwinia chrysanthemi*. The

- American Phytopathological Society.
- Ivanović, D. (2002): Bakterioze kukuruza. U: Almaši i sar.: Bolesti, štetočine i korovi kukuruza i njihovo suzbijanje. Institut za kukuruz "Zemun polje", Beograd-Zemun; DOO "Školska knjiga", Novi Sad, 156-161.
- Lević, J., Penčić, V., Ivanović, D. (1996): Pojava bakteriozne uvelosti vršnog lišća i vlažne truleži stabla kukuruza u uslovima navodnjavanja. Zaštita bilja, Vol. 47 (2), 216: 149-155, Beograd.
- Obradović, A. (1996): Patogene i biohemijiskofiziološke karakteristike bakterija grupe „*Erwinia carotovora*“ parazita krompira. Zaštita bilja, Vol. 47 (1), 215: 57-70, Beograd.
- Samson, R., Legendre, J. B., Christen, R., Fischer-Le Saux, M., Achouak, W. i Gardan, L. (2005): Transfer of *Pectobacterium chrysanthemi* (Burkholder *et al.* 1953) Brenner *et al.* 1973 and *Brenneria paradisiaca* to the genus *Dickeya* gen. nov. as *Dickeya chrysanthemi* comb. nov. and *Dickeya paradisiaca* comb. nov. and delineation of four novel species, *Dickeya dadantii* sp. nov., *Dickeya dianthicola* sp. nov., *Dickeya dieffenbachiae* sp. nov. and *Dickeya zea* sp. nov. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 55, 1415-1427.
- van der Wolf, J. M., Nijhuis, E. H., Kowalewska, M. J., Saddler, G. S., Parkinson, N., Elphinstone, J. G., Pritchard, L., Toth, I. K., Lojkowska, E., Potrykus, M., Waleron, M., De Vos, P., Cleenwerck, I., Pirhonen, M., Garlant, L., Hélias, V., Pothier, J. F., Pflüaut Ger, V., Duffy, B., Tsrer, L., Manulis, S. (2014): *Dickeya solani* sp. nov., a pectinolytic plant-pathogenic bacterium isolated from potato (*Solanum tuberosum*). International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 64, 768-774.
- Živanović, M., Gašić, K., Ivanović, M., Onć-Jovanović, E., Obradović, A. (2008): Ponovna pojava bakteriozne truleži stabljike kukuruza. IX Savetovanje o zaštiti bilja, Zlatibor. Zbornik rezimea, 60-61.

Abstract **BACTERIAL DISEASES OF MAIZE**

Aleksa Obradovic

University of Belgrade, Faculty of Agriculture

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

Maize production intensity and economical importance in human and animal consumption, as well as in industrial processing, contributed to a permanent interest of plant pathologists in diseases affecting the crop production. Among numerous pathogens associated with maize not all of them represent serious threat. Maize pathogenic bacteria did not cause significant damage in maize production so far. However, intensive movement of maize germplasm may contribute to an increased pathogenicity of some pathogens on newly introduced genotypes not adapted to a local population of microorganisms. More than 10 bacterial species affecting maize were reported so far. They occurred mostly in specific ecological conditions such as high relative humidity, hot weather, and very often follow an insect damage of the plants. However, there were no severe outbreaks of maize bacterial diseases reported in Serbia so far. Therefore, in this paper we will present an overview of two potentially important bacterial species: *Pantoea stewartii* subsp. *Stewartii* - maize bacterial wilt causal agent; and *Dickeya* spp. - causing maize stalk bacterial rot. The first mentioned is a quarantine pathogen in Serbia, and *Dickeya* spp. were already reported as maize pathogens in this country.

Key words: maize, bacteria, wilt, soft rot, *Pantoea*, *Dickeya*