

# *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* – prouzrokovatelj vlažne truleži biljaka kale u Srbiji i Crnoj Gori

Milan Ivanović<sup>1</sup>, Katarina Gašić<sup>1</sup>, Veljko Gavrilović<sup>2</sup> i Aleksa Obradović<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za fitomedicinu, Nemanjina 6, 11080 Beograd, Srbija  
(aleksao@agrif.bg.ac.rs)

<sup>2</sup>Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Teodora Drajzera 9, Beograd, Srbija

Primljen: 13. novembra 2009.

Prihvaćen: 23. novembra 2009.

## REZIME

Proučene su patogene, odgajivačke i biohemijsko-fiziološke odlike sojeva izolovanih iz nadzemnih i podzemnih delova obolelih biljaka kale gajene u različitim lokalitetima u Srbiji i jednom lokalitetu u Crnoj Gori. Svi proučavani sojevi ispoljili su izraženu pektolitičku aktivnost prouzrokujući vlažnu trulež lisnih drški kale, kriški krompira, liski aloje ili sanseverije, a prouzrokovali su i hipersenzitivnu reakciju duvana. Proučavanjem bakterioloških karakteristika utvrđeno je da promene na biljkama kale prouzrokuju Gram-negativni, nefluorescentni, oksidaza-negativni, katalaza-pozitivni i fakultativno-anaerobni sojevi bakterije, koja prema navedenim karakteristikama pripada rodu *Pectobacterium*. Proučavani sojevi se razvijaju pri 37°C i u prisustvu 5% NaCl, razlažu laktozu i trehalozu, ne stvaraju indol i lecitinazu. Navedeni rezultati, kao i karakterističan razvoj na Loganovoj diferencijalnoj podlozi ukazuju da je vlažna trulež korena i prizemnog dela biljaka kale prouzrokovala bakterija *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*. Ovo je prvo saopštenje o pojavi *P. c. ssp. carotovorum* kao patogena kale u Srbiji.

**Ključne reči:** Kala; *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*; trulež stabla i korena; bakteriološke karakteristike

## UVOD

Kala (*Zantedeschia aethiopica* L. Spreng.) je višegodišnja zeljasta biljka familije *Araceae* čija je postojbina Južna Afrika. Ova vrsta je veoma cenjena u svetu cvečarstva, kako zbog svog upadljivog i dekorativnog cveća, tako i zbog ukrasnog lišća. U poslednjih nekoliko

godina proizvodnja rezanog cveća i ukrasnih biljaka je sve značajnija kod nas, a sve veći zahtevi tržišta dovode do povećanja proizvodnih površina pod ovim kulturama. Međutim, intenzivno gajenje cveća, kako na polju tako i u zaštićenom prostoru, doprinosi i pojavi različitih bolesti ovih biljaka. Bakterioze predstavljaju jedan od najvećih problema u proizvodnji kale. Pri po-

voljnim uslovima za razvoj fitopatogene bakterije mogu izazvati značajnu materijalnu štetu ili čak u potpunosti ugroziti proizvodnju (Snijder i Tuyl, 2002). U literaturi se, kao najznačajniji patogeni, pominju prouzrokovatelj bakteriozne vlažne truleži biljaka *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*, zatim prouzrokovatelj crne truleži *P. c.* ssp. *atrosepticum* i prouzrokovatelj kržljivosti, vlažne truleži i uvelosti biljaka *Pectobacterium chrysanthemi* (Wright i Burge, 2000). Pored bakterija iz roda *Pectobacterium*, Krejzar i saradnici (2008) su iz obolelih biljaka kale izolovali i pektolitičku bakteriju *Pseudomonas marginalis*. Mesnati i sočni organi biljaka kale predstavljaju pogodnu sredinu za razvoj i širenje ovih bakterija. Viroze kale prouzrokuju virus crtičastog mozaika (Dasheen mosaic virus, DMV) i virus bronza-vosti paradajza (Tomato spotted wilt virus, TSWV), a od patogenih gljiva *Pythium ultimum* prouzrokuje polegnje mladih biljaka i *Rhizoctonia solani* i *Phytophthora cryptogea* trulež biljaka (Wright i Burge, 2000).

U proleće 2006. godine, u plastenicima u dva lokaliteta u Srbiji uočena je pojava masovnog izumiranja kale. Prve promene su uočene na nadzemnim delovima biljaka u vidu uzdužnih pega vlažnog izgleda, svetlo do zeleno-smeđe boje (Slika 1). Zahvaćeno tkivo vremenom gubi čvrstoću, razmekšava se i biljka poleže. Kasnije, promene zahvataju korenov vrat i koren (Slika 2) na čijem se poprečnom preseku jasno vidi razlika između zdravog i obolelog tkiva (Obradović i sar., 2006). Slične promene zabeležene su i u Crnoj Gori na biljkama kale gajene u zaštićenom prostoru (Gavrilović i sar.,



**Slika 1.** *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*. Simptomi na cvetu kale tokom čuvanja. Prirodna infekcija.

2003). Razvoj simptoma na nadzemnim i podzemnim organima kale prerastao je u masovno izumiranje biljaka. Promene na biljkama u vidu vlažne truleži ukazivale su na moguću bakterioznu prirodu oboljenja. S obzirom da simptome truleži mogu prouzrokovati predstavnici rodova *Pseudomonas* i *Pectobacterium* (Obradović, 1999; Krejzar i sar., 2008) pristupili smo laboratorijskim ispitivanjima u cilju proučavanja etiologije i identifikacije prouzrokovaca bolesti.

## MATERIJAL I METODE

### Biljni materijal i izolacija

Prikupljeni su nadzemni i podzemni delovi obolelih biljaka kale sa karakterističnim simptomima vlažne truleži u početnoj fazi razvoja iz dva lokaliteta u Srbiji (okolina Pančeva i Zrenjanin). Nakon njihovog dopremanja u fitobakteriološku laboratoriju Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu, biljni delovi su najpre isprani pod mlazom tekuće vode kako bi se sa površine uklonile nečistoće i brojni saprofitski organizmi koji bi mogli otežati izolaciju patogena. Izolacija je vršena iz macerata dobijenog gnječenjem biljnih fragmenata, uzetih na prelazu zdravog u obolelo tkivo. Kap tako pripremljenog macerata nanošena je bakteriološkom petljom, metodom razmaza, po podlozi od hranljivog agara (HA) u petri-kutijama (Klement i sar., 1990). Kutije sa zasejanom podlogom su postavljene u termostat pri 27°C. Posle 48 h in-



**Slika 2.** *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*. Vlažna trulež korena kale. Prirodna infekcija.

kubacije, odabrane su pojedinačne kolonije i presejane na novu podlogu radi dobijanja čistih kultura. Sojevi su održavani periodičnim presejavanjem, a u svim testovima korišćene su sveže kulture bakterija, stare 24 h, gajene na HA podlozi u termostatu pri 26-27°C. Svi proučavani sojevi se čuvaju u hranljivom bujonu sa 30% glicerola (Schaad i sar., 2001), pri temperaturi -80°C u kolekciji fitopatogenih bakterija (KFB) Instituta za fitomedicinu Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu. Sojevi iz kale poreklom iz Crne Gore (Podgorica), prethodno opisani kao *P. carotovorum*, čuvani su u kolekciji fitopatogenih bakterija Instituta za zaštitu bilja i životnu sredinu u Beogradu, i upotrebljeni su za dalja uporedna proučavanja primenom standardnih i diferencijalnih testova radi identifikacije do nivoa podvrste.

### Test patogenosti

Patogenost sojeva proveravana je veštačkom inokulacijom lisnih drški kale i liski aloje (*Aloe* sp.) suspenzijom bakterija koncentracije  $1 \times 10^8$  bakterija/ml. Inokulacija je vršena ubodom u biljno tkivo vrhom automatske pipete i ispuštanjem 15  $\mu$ l inokuluma na mestu uboda. Kao pozitivna kontrola korišćen je soj KFB 68 (*P. carotovorum* subsp. *carotovorum*). Kao negativna kontrola, fragmenti drške lista kale i liske aloje tretirani su na isti način sterilnom destilovanom vodom. Nakon inokulacije biljni materijal je postavljen u plastične kutije u uslove povišene vlažnosti pri sobnoj temperaturi, a rezultati su očitavani 24, 48 i 72 h posle inokulacije. Lišće duvana sorte Xanthi inokulisano je suspenzijom bakterija, koncentracije približno  $1 \times 10^8$  bakterija/ml u tkivo mezofila lista između dva bočna nerava. Infiltracija suspenzije izvršena je medicinskim špricom, iglom u tkivo sa naličja lista. Kao pozitivna kontrola korišćen je soj KFB 145 (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*), a kao negativna sterilna destilovana voda (Arsenijević, 1997). Rezultati hipersenzitivnosti očitani su 24 h posle inokulacije.

### Bakteriološke odlike

U cilju identifikacije sojeva izolovanih iz kale u Srbiji i Crnoj Gori, proučene su biohemijsko-fiziološke karakteristike bakterije primenom standardnih i diferencijalnih testova. Reakcija po Gramu utvrđena je postupkom sa 3% KOH (Arsenijević i Jovanović, 1995). Kao pozitivna kontrola korišćen je soj CM-1 (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*), a kao negativna soj B-56 (*Pseudomonas fluorescens*). Pektolitička aktivnost izolo-

vanih sojeva proverena je inokulacijom kriški krompira. Stvaranje fluorescentnog pigmenta posmatrano je na Kingovoj podlozi B (Schaad i sar., 2001). Od biohemijsko-fizioloških odlika proučen je metabolizam glukoze, indola, trehaloze i laktoze, aktivnost oksidaze, katalaze i lecitinaze (Lelliott i Stead, 1987; Obradović, 1996; Arsenijević, 1997; Schaad i sar., 2001). Od odgajivačkih odlika proučen je razvoj bakterija pri 37°C i tolerantnost prema 5% NaCl u podlozi. Za diferencijaciju pektolitičkih bakterija korišćena je Loganova podloga, koja omogućava razlikovanje bakterija na osnovu izgleda, veličine i boje njihovih kolonija (Obradović, 1996, 1999; Arsenijević, 1997).

### REZULTATI

Na podlozi od hranljivog agara, 48 h nakon izolacije bakterija, primećeno je više različitih tipova kolonija, među kojima su preovlađivale sivkasto-bele, glatke, okrugle i slabo ispupčene kolonije. S obzirom na njihov izgled i brojnost, birane su pojedinačne kolonije navedenog tipa i presejavane su na svežu podlogu od hranljivog agara radi dobijanja čistih kultura. Iz biljnog materijala poreklom iz Srbije izolovano je više sojeva od kojih je za dalja proučavanja odabrano 15. Od sojeva izolovanih tokom 2001. i 2002. godine na području Crne Gore proučeno je devet. Izbor sojeva za dalji rad vršen je na osnovu pektolitičke aktivnosti na kriškama krompira i hipersenzitivnosti duvana. Rezultati istraživanja ukazuju da sojevi bakterije, izolovani iz obolelih biljaka kale, poreklom iz dva lokaliteta u Srbiji i jednog u Crnoj Gori, poseduju zajedničke patogene i biohemijsko-fiziološke karakteristike (Tabela 1).

Svi proučavani sojevi ispoljili su izraženu pektolitičku aktivnost prouzrokujući vlažnu trulež lisne drške kale, lista aloje ili sanseverije, i kriški krompira. Takođe, prouzrokuju i HR duvana. Testom patogenosti na fragmentima lisnih drški kale reprodukovani su simptomi prirodne infekcije. Na inokulisanim lisnim drškama, uočene su uzdužne pege, vlažnog izgleda, svetlo-smeđe boje, već 24 h posle inokulacije (Slika 3). Promene tipa vlažne truleži su se proširile na okolno tkivo, razmekšavajući ga i pretvarajući čitav fragment u bezobličnu, žitku masu mrko-zelene boje tri dana nakon inokulacije, podsećajući na simptome uočene u uslovima prirodne infekcije. Na listovima aloje prve promene se uočavaju 48 h posle inokulacije u vidu mrko-zelenih vodenastih pega (Slika 4), a dan kasnije pojavljuju se kapi zamućene tečnosti na mestu inokulacije. Karakteristična vlaž-

**Tabela 1.** Osnovne karakteristike proučavanih sojeva u poređenju sa ostalim prouzrokovateljima vlažne truleži roda *Pectobacterium*

Soj Test	Proučavani sojevi iz Srbije	Proučavani sojevi iz Crne Gore	<i>P. c. ssp.</i> <i>carotovorum</i> (KFB 68)	<i>P. c. ssp.</i> <i>atrosepticum</i> (Lit.)	<i>P.</i> <i>chrysanthemi</i> (Lit.)
Bojenje po Gramu	-	-	-	-	-
Trulež krompira	+	+	+	+	+
HR duvana	+	/	+	/	/
Fluorescentnost na KB	-	-	-	-	-
Aktivnost oksidaze	-	/	-	-	-
Aktivnost katalaze	+	/	+	+	+
Metabolizam glukoze	OF	OF	OF	OF	OF
Razvoj pri 37°C*	+	+	+	-	+
Razvoj u 5% NaCl*	+	+	+	+	-
Stvaranje indola*	-	-	-	-	+
Razgradnja laktoze*	+	/	+	+	-
Korišćenje trehaloze*	+	+	+	+	-
Aktivnost lecitinaze*	-	-	-	-	+

+ pozitivna reakcija; - negativna reakcija; / nije testirano; KB - Kingova podloga B; HR - hipersenzitivna reakcija; \* - diferencijalni testovi za *Pectobacterium* spp.; OF - oksidativno-fermentativni metabolizam glukoze; Lit. - podaci iz literature (Arsenijević, 1996; Schaad i sar., 2001)

na trulež zahvatila je u potpunosti inokulisane kriške krompira već 24 h posle inokulacije. Svi proučavani sojevi prouzrokuju hipersenzitivnu reakciju duvana.

Proučavanjem bakterioloških karakteristika utvrđeno je da opisane promene na biljkama kale prouzrokuju Gram-negativni, nefluorescentni, oksidaza-negativni, katalaza-pozitivni i fakultativno-anaerobni sojevi bakterije koja prema navedenim karakteristikama pripada rodu *Pectobacterium*. Proučavani sojevi se razvijaju pri 37°C i u prisustvu 5% NaCl, razlažu laktozu i trehalozu ali ne i indol i ne stvaraju lecitinazu. Na Loganovoj podlozi proučavani sojevi su nakon 24 h formirali ružičaste kolonije prečnika 1,5 mm sa crvenkastopurpurnim središtem (Slika 5A). Kontrolni soj *P. c. ssp. atrosepticum* formirao je sitne, krem-bele kolonije, prečnika manjeg od 0,5 mm (Slika 5B), dok su kolonije drugog kontrolnog soja *P. chrysanthemi* bile intenzivno i ujednačeno tamnocrvene boje, prečnika oko 2 mm (Slika 5C). Navedeni rezultati biohemijско-fizioloških testova i karakterističan razvoj na Loganovoj diferencijalnoj podlozi ukazuju da je vlažnu trulež korena i prizemnog dela biljaka kale prouzrokovala bakterija *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*.

## DISKUSIJA

Proizvodnja cveća i ukrasnog bilja dobija sve veći značaj u Srbiji u poslednjih nekoliko godina. Ekonomski efekti opravdavaju ulaganja u ovu vrstu proizvodnje, pa se tako iz godine u godinu beleži stalni porast površina na kojima se ove biljke gaje. Međutim, ni proizvodnja cveća nije izuzetak kada su u pitanju štete koje nastaju delovanjem fitopatogenih mikroorganizama. Jedan od najznačajnijih patogena kale je prouzrokovatelj bakteriozne vlažne truleži *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*. Štete koje nastaju delovanjem ove bakterije prilikom gajenja kale mere se desetinama miliona dolara na godišnjem nivou (Wright i Burge, 2000).

Tako su se 2006. godine pojedini proizvođači kale kod nas suočili sa ozbiljnim problemom masovnog izumiranja biljaka gajenih u plastenicima. Na obolelim biljkama je uočena vlažna trulež lisnog rukavca i lisnih drški, počev od osnove stabla ka gornjim delovima. Tip promena na obolelim biljkama ukazivao je na moguću bakterioznu prirodu oboljenja. Nakon mikroskopskog pregleda obolelog tkiva, fragmenti podzemnih i nadzemnih delova su obrađeni postupkom za



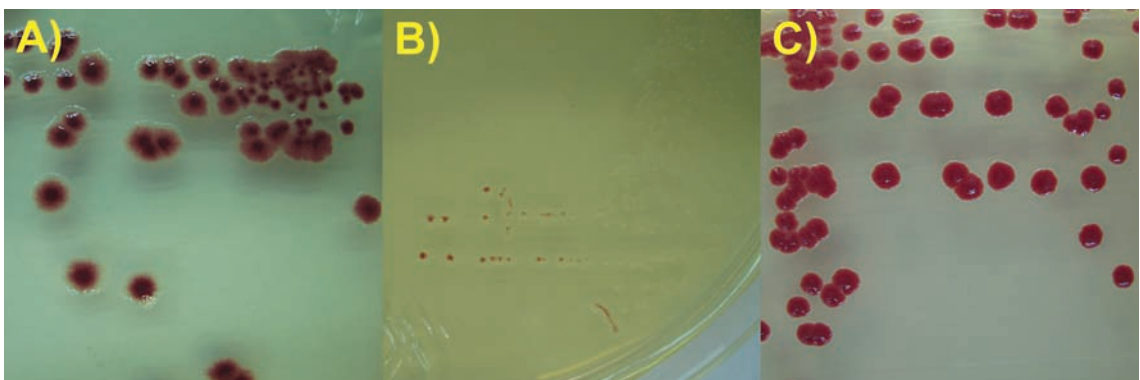


Slika 3. *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*. Vlažna trulež fragmenata lisnih drški kale. Veštačka infekcija.



Slika 4. Vlažna trulež listova aloje. Soj: Ka1 (levo), KFB 68 (u sredini) i negativna kontrola (desno). Veštačka inokulacija.

izolaciju fitopatogenih bakterija. Laboratorijskom analizom prikupljenih uzoraka obolelih biljaka iz dva lokaliteta dobijeni su sojevi bakterija. Proučavanjem njihovih patogenih i bakterioloških karakteristika, ovi sojevi identifikovani su kao *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* (sinonim: *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*). Razlikovanje *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* od sličnih bakterija (*P. c. ssp. atrosepticum* i *P. chrysanthemi*) vrši se na osnovu karakterističnog razvoja i izgleda



Slika 5. Loganova podloga. Izgled kolonija: *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* (A); *P. carotovorum* subsp. *atrosepticum* (B); *P. chrysanthemi* (C).

da kolonija na Loganovoj podlozi, razvojem u hranljivom bujonu pri 37°C i u podlozi sa 5% NaCl, razlaganjem laktoze i trehaloze i sposobnošću stvaranja indola. Bakterija *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* opisana je kao parazit velikog broja povrtarskih i ratarskih biljaka, ali je isto tako štetna i kao parazit cveća. Pojava bakterijske vlažne truleži kale već je ranije opisana u literaturi (Wright, 1998; Bonauroio i sar., 2002). U našem okruženju, Jovanović i sar. (1998) i Gavrilović i sar. (2003) opisali su pojavu truleži biljaka kale u Crnoj Gori, ne navodeći vrstu bakterija već samo pripadnost rodu *Erwinia* odnosno *Pectobacterium*. U ovom radu su, pored izolata iz Srbije, proučavani i sojevi izolovani u Crnoj Gori od strane Gavrilovića i saradnika (2003). Na osnovu bakterioloških odlika i diferencijalnih testova za rod *Pectobacterium* sojevi iz Crne Gore takođe su identifikovani kao *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*. Ovaj patogen je do sada uglavnom proučavan kao patogen pojedinih povrtarskih biljaka (Gavrilović i sar., 2001) ili krompira (Obradović, 1996, 1999; Obradović i Arsenijević, 1997) u našoj zemlji. Ovo je prvi nalaz navedene bakterije na kali u Srbiji.

Iako su sorte kale sa obojenim cvetom, koje pripadaju podfamiliji *Aestivea*, podložnije štetnom dejstvu biotskih i abiotskih faktora (Snijder i Tuyl, 2002), samim tim i patogenim mikroorganizmima, svi sojevi korišćeni u ovom radu su izolovani iz biljaka sa belim cvetovima. Ove biljke su gajene u zemljištu bez dodatka posebnih supstrata, a navodnjavanje biljaka je vršeno plavljenjem zemljišta u objektu. Poznavajući način i tehnologiju gajenja kale u ovom zasadu i epidemiologiju patogena, nije teško zaključiti koji su sve faktori doprineli masovnoj pojavi vlažne truleži korena i prizemnog dela ovih biljaka. Pretpostavlja se da je patogen već bio prisutan u zemljištu ili je tu donet sadnim materijalom. Zalivanje zasada natapanjem i plavljenjem potpomoglo je njegovo širenje na celokupnu površinu u objektu, a branje cvetova i uklanjanje najstarijih listova rezanjem otvorilo je dodatna vrata za prodor patogena. Uslovi temperature i visoke vlažnosti u objektu, kao i osetljivost biljaka, odnosno njihova fiziološka oslabljenost u završnoj fazi vegetacije, pogodovali su ostvarenju infekcije. U takvim okolnostima došlo je do zaražavanja većeg broja biljaka i brzog širenja simptoma, prouzrokujući promene jačeg intenziteta.

## ZAHVALNICA

Ovaj rad je rezultat aktivnosti u okviru projekta TR-20051 „Optimizacija primene hemijskih sredstava u za-

štiti bilja povećanjem efikasnosti dijagnostičkih metoda i procenom rizika pojave bolesti, štetočina i korova“, koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

## LITERATURA

- Arsenijević, M.:** Bakterioze biljaka. S-Print, Novi Sad, 1997, str. 59-86.
- Arsenijević, M. i Jovanović, O.:** Nov postupak razlikovanja bakterija po Gramu. *Zaštita bilja*, 211: 57-62, 1995.
- Bonauroio, R., Caglioti, C., Marques Pires, M., Moretti, C. and Innocenti, M.:** Occurrence of a soft rot of calla (*Zantedeschia aethiopica*) caused by *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* in central Italy. *Phytopathologia Mediterranea*, 41: 152-156, 2002.
- Gavrilović, V., Obradović, A. and Arsenijević, M.:** Bacterial soft rot of carrot, parsley and celery. In: *Plant Pathogenic Bacteria* (De Boer S.H., ed.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 2001, pp. 269-271.
- Gavrilović, V., Milijašević, S., Arsenijević, M., Vučinić, Z. i Latinović, N.:** O ponovnoj pojavi bakterijske truleži biljaka kale (*Zantedeschia aethiopica* Spreng). *Biljni lekar*, 5: 495-499, 2003.
- Jovanović, O., Vučinić, Z., Arsenijević, M. i Latinović, J.:** Bakterijska uvelost i trulež biljaka kale. *Zbornik rezimea IV jugoslovenskog kongresa o zaštiti bilja*, Vrnjačka Banja, 1998, str. 57.
- Klement, Z., Rudolph, K. and Sands, D.C.:** *Methods in Phytobacteriology*. Akademiai Kiado, Budapest, Hungary, 1990, pp. 43-94.
- Krejzar, V., Mertelik, J., Pankova, I., Kloudova, K. and Kudela, V.:** *Pseudomonas marginalis* associated with soft rot of *Zantedeschia* spp. *Plant Protection Science*, 44(3): 85-90, 2008.
- Lelliott, R.A. and Stead, D.E.:** *Methods for the Diagnosis of Bacterial Diseases of Plants*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, UK, 1987, pp. 169-199.
- Obradović, A.:** Patogene i biohemijskofiziološke karakteristike bakterija grupe *Erwinia carotovora* parazita krompira. *Zaštita bilja*, 215: 57-70, 1996.
- Obradović, A. and Arsenijević, M.:** Pathogenic differentiation of soft rot *Erwinia* potato parasites. *Proceedings First Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes – Acta Horticulturae*, 462: 345-351, 1997.
- Obradović, A.:** Identifikacija bakterija rodova *Pseudomonas* i *Erwinia* patogena salate i karfiola. *Zaštita bilja*, 50: 9-60, 1999.

**Obradović, A., Gašić, K. i Ivanović, M.:** Vlažna trulež korena i prizemnog dela biljaka kale u Srbiji. Biljni lekar, 6: 475-480, 2006.

**Schaad, N.W., Jones, J.B. and Chun, W.:** Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN., USA, 2001, pp. 56-71.

**Snijder, R.C. and van Tuyl, J.M.:** Evaluation of tests to determine resistance of *Zantedeschia* spp. (Araceae) to soft

rot caused by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. European Journal of Plant Pathology, 108: 565-571, 2002.

**Wright, P.J.:** A soft rot of calla (*Zantedeschia* spp.) caused by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 26: 331-334, 1998.

**Wright, P.J. and Burge, G.K.:** Irrigation, sawdust mulch, and Enhance<sup>®</sup> biocide affects soft rot incidence, and flower and tuber production of calla. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 28: 225-231, 2000.

---

## *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* – the Causal Agent of Calla Soft Rot in Serbia and Montenegro

### SUMMARY

Bacterial strains were isolated from above- and underground parts of diseased calla plants originating from different localities in Serbia and one locality in Montenegro. They were characterized by studying their pathogenic, cultural, biochemical and physiological characteristics. All investigated strains caused soft rot of calla leaf stalks, potato slices and aloe leaves, and induced hypersensitive reaction on tobacco. Bacteriological properties of the strains indicated that symptoms on calla plants were caused by Gram-negative, nonfluorescent, oxidase negative, catalase positive and facultatively anaerobic bacterium belonging to the genus *Pectobacterium*. The investigated strains grew at 37°C and in 5% NaCl, utilised lactose and trehalose, and produced neither indol nor lecithinase. These results, as well as the characteristic growth on Logan's differential medium indicated that soft rot of tuber and stem base of calla plants was caused by *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*. This is the first report of this pathogen affecting calla plants in Serbia.

**Keywords:** Calla; *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*; Stem and root rot; Bacteriological characteristics