

**UDK: 582.47:632(497.11)**

Pregledni rad *Review paper*

## **BOTRYOSPHAERIACEAE-PROUZROKOVAČI RAKA I VASKULARNOG SUŠENJA ČETINARSKOG DRVEĆA I ŽBUNJA U URBANIM SREDINAMA U SRBIJI**

Milica Zlatković<sup>1</sup>

**Izvod:** Tokom poslednje decenije, u urbanim sredinama u Srbiji zapaženo je intenzivno sušenje i mortalitet različitih četinarskih vrsta drveća i žbunja. Simptomi bolesti su tipični za one koje izazivaju prouzrokovači raka i vaskularnog sušenja i uključuju pojavu smolavih nekrotičnih lezija i rak rana, pojavu pukotina u kori, obilni izliv smole na stablu, granama i četinama, sušenje stabala sa vrha, sušenje pojedinačnih grana ili grupe grana sa vrha i crvenkasto-smedu ili plavičastu diskoloraciju drveta na poprečnom ili uzdužnom preseku. Ovi simptomi praćeni su crvenilom i posmeđivanjem listova ili opadanjem četina, a često i pojavom brojnih plodonosnih tela-piknida u kori inficiranog tkiva. Smatra se da su uzrok sušenja sve češće ekstremne vremenske prilike, određeni postupci gazdovanja stablima u urbanim sredinama i oportunističke infekcije prouzrokovane gljivama iz familije Botryosphaeriaceae (Ascomycota: Botryosphaerales).

**Ključne reči:** Botryosphaerales, prouzrokovači raka stabla, prouzrokovači vaskularnog sušenja, patologija drveća u urbanim sredinama

### ***BOTRYOSPHAERIACEAE SPECIES ASSOCIATED WITH CANKER AND DIE-BACK DISEASE OF CONIFERS IN URBAN ENVIRONMENTS IN SERBIA***

**Abstract:** During the course of the last decade, crown die-back and mortality of various coniferous trees and shrubs has been observed in urban environments in Serbia. Disease symptoms and signs have been typical of those caused by canker pathogens and included resin-soaked necrotic lesions and cankers, bark cracking, abundant resin bleeding on the main stems and branches, die-back of stems, branch flagging and red-brown or bluish discoloration of sapwood followed by browning and reddening of the leaves or a needle fall. Moreover, these symptoms were often accompanied by the formation of numerous pycnidia beneath the bark of the infected tissues. The cause of the die-back is thought to be associated with recent climate extremes, urban forest management practices and opportunistic infections caused by fungi residing in the Botryosphaeriaceae (Ascomycota: Botryosphaerales).

**Keywords:** Botryosphaerales, canker pathogens, die-back disease, urban tree pathology

---

<sup>1</sup> Dr Milica Zlatković, istraživač saradnik - Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad, Republika Srbija (E-mail: milica.zlatkovic@uns.ac.rs)

<sup>1</sup> Dr Milica Zlatković, research assistant - University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad, Republic of Serbia (E-mail: milica.zlatkovic@uns.ac.rs)

## UVOD

Pojava intenzivnog sušenja četinarskog drveća u urbanim sredinama Srbije zapažena je još osamdesetih godina prošlog veka i odnosila sa na sušenje stabala *Pinus* vrsta, pre svega *Pinus nigra*. Smatra se da je sušenje bilo prouzrokovano patogenom gljivom iz familije Botryosphaeriaceae čiji je sadašnji naziv *Diplodia sapinea* (syn. *Diplodia pinea* (Desm.) Kickx., *Sphaeropsis sapinea* (Fr.: Fr.) Dyko & Sutton) (Karadžić, 1983; Karadžić i Stojadinović, 1988; Phillips et al., 2013). Tokom devedesetih godina, sušenju borova pridodato je i sušenje stabala *Sequoiaadendron giganteum* koje je pripisano gljivi *Botryosphaeria dothidea* koja takođe pripada familiji Botryosphaeriaceae (Karadžić et al., 2000; Milijašević, 2002).

Poslednjih desetak godina, u urbanim šumama, parkovima i drugim javnim i privatnim zelenim površinama u gradovima u Srbiji počinje intenzivno sušenje i propadanje različitih četinarskih vrsta drveća i žbunja (Zlatković et al., 2016). Ovaj fenomen naročito je zapažen u velikim gradovima (Beograd, Niš, Novi Sad) sa velikim brojem parkova i drugih zelenih površina u kojima se na malom prostoru sadi veliki broj različitih autohtonih i alohtonih četinarskih vrsta.

Smatra se da su uzrok sušenja sve češće ekstremne vremenske prilike, određeni postupci gazdovanja stablima u urbanim sredinama i posledično oportunističke infekcije prouzrokovane gljivama iz familije Botryosphaeriaceae (Ascomycota: Botryosphaerales; Zlatković et al., 2016; 2017). Cilj ovog rada jeste da prikaže osnovne epidemiološko-ekološke karakteristike Botryosphaeriaceae patogena, diverzitet Botryosphaeriaceae vrsta na četinarskim vrstama u urbanim sredinama u Srbiji i simptome bolesti, ulogu Botryosphaeriaceae vrsta u propadanju četinara, kao i mogućnosti prevencije i kontrole bolesti.

## INFEKCIJONA BIOLOGIJA I EPIDEMIOLOGIJA BOTRYOSPHAERIACEAE VRSTA

Botryosphaeriaceae je poznata familija gljivičnih patogena voćkarica, vinove loze, šumskog drveća, a od nedavno i drveća u urbanim sredinama (Slippers i Wingfield, 2007; Pintos Varela et al., 2011; Linaldeddu et al., 2016; Lopes et al., 2016; Zlatković et al., 2016; Pavlic-Zupanc et al., 2017; Pelleteret et al., 2017). Ove gljive u stablo mogu prodreti kroz prirodne otvore (npr. stome na lišću, lenticelle na stablu), ali najčešće ulaze kroz rane. U gradskim sredinama rane na stablu pretežno nastaju kao rezultat ljudskih aktivnosti (npr. orezivanje grana, oštećivanje sadnica prilikom košenja trave i drugih aktivnosti vezanih za negu i održavanje zelenih površina u gradu), ređe usled abiotičkih faktora (oštećenja od vetra, mraza, grada) ili usled drugih biotičkih faktora (npr. insekti) (Slippers i Wingfield, 2007; Mehl et al., 2013; Zlatković et al., 2016).

Botryosphaeriaceae vrste mogu biti primarni patogeni, endofiti i saprofiti na mrtvom drvetu i drugom biljnom materijalu, ali su najuspešnije kao latentni patogeni (patogeni oportunisti) pri čemu egzistiraju i miruju u tkivu biljke domaćina

kao endofiti, a do infekcije dolazi kada se biljka nađe pod stresom. Stres najčešće uzrokuju ekstremne vremenske prilike poput suše i visokih temperatura, a stabla u gradovima trpe i dodatne stresove od npr. zagađenja vazduha i sabijanja zemljišta. Takođe, stabla u gradskim sredinama izložena su i tzv. "efektu toplog ostrva" koji uslovjava veću temperaturu vazduha u urbanoj sredini u odnosu na okolna ruralna područja što povećava nivo stresa u biljci i čini je još podložnijoj napadu oportunističkih patogena, kakve su Botryosphaeriaceae vrste (Slippers i Wingfield, 2007; Mehl et al., 2013; Zlatković et al., 2016).

Četinarske vrste u urbanim sredinama Srbije izložene su i dodatnim stresovima koji se odnose npr. na njihovo unošenje na staništa lišćarskih vrsta koja su najčešće na malim nadmorskim visinama (npr. urbana šuma Košutnjak u Beogradu). Kada su u pitanju introdukovani četinari, nadmorske visine na kojima se ove vrste sade često su niže od onih koje su tipične za područja u kojima su ove vrste autohtone. Tako npr. *Sequoia dendron giganteum* se u okviru svog prirodnog areala u Severnoj Americi javlja u planinskim područjima sa velikom srednjom godišnjom količinom padavina na nadmorskim visinama od 1400 do 2000 m, dok se u Srbiji (npr. Beogradu) često sadi na nadmorskoj visini manjoj od 200m i sa znatno manjom količinom padavina (Zlatković et al., 2016; 2017). Neke vrste (npr. *Picea abies*) karakteriše plitak korenov sistem kojem je dostupna voda samo iz površinskih slojeva zemljišta, dok se *Pinus sylvestris* u Srbiji nalazi na južnoj granici areala rasprostranjenja što ovu vrstu čini posebno osjetljivom na sušu i visoke temperature, bez obzira na dubok korenov sistem. Sušenje ovih vrsta intenzivno je i u šumskim sastojinama i kulturama, a zapaženo je i u drugim zemljama Evrope (Allen et al., 2010; Radulović et al., 2014). U Novom Sadu je npr. drveće i žbunje posađeno na poroznom peskovitom zemljištu sa niskim kapacitetom zadržavanja stablu pristupačne vode što čini nedostatak vlage u zemljištu još izrazitijim (Pekeč, 2010). Takođe, različita oštećenja od insekata u urbanim sredinama fiziološki slabe stabla i podstiču infekcije Botryosphaeriaceae vrsta (Marković i Stojanović, 2004; Radulović, 2004; Mihajlović, 2008). Svi ovi faktori udruženi sa visokim letnjim temperaturama i nedostatkom vlage u zemljištu doprinose tome da stabla četinarskih vrsta zbog smanjenog intenziteta fotosinteze raspolažu manjom količinom ugljenika, što smanjuje proizvodnju smole i povećava osjetljivost biljke prema oportunističkim infekcijama gljivičnih patogena, uključujući i Botryosphaeriaceae vrste (Allen et al., 2010; Zlatković et al., 2016; 2017).

Odgovor biljke domaćina na infekciju Botryosphaeriaceae vrstama ogleda se u tome što parenhimične ćelije formiraju dodatni periderm koga čini nekoliko slojeva odrvenelih ćelija, a njegova uloga je da spreči prodor gljiva u dublje slojeve biljnog tkiva. Ipak, Botryosphaeriaceae vrste enzimima ubijaju ćelije epidermisa i periderma (a zatim se hrane njihovim mrtvim sadržajem-nekrotrofii), te se na kori zapažaju grupe mrtvih ćelija-nekroze (nekrotične lezije), a hife dalje prodiru u primarni floem i vaskularni kambijum. Ova tkiva postaju nekrotična i urušavaju se stvarajući šupljine. Korteks se takođe urušava, periderm se širi, a ubrzo zatim i puca i formira se rak rana. Biljka pokušava da zatvori ranu i odbrani se od patogena formirajući kalusno tkivo i proizvodeći veliku količinu smole, koja pored mehaničkog ima i antifungalno dejstvo. Stoga su rak rane prouzrokovane Botryosphaeriaceae vrstama kod četinarskog drveća najčešće lako uočljive i

karakteriše ih obilni izliv smole. Micelija dalje prodire u ksilem kroz zrake ksilema i sprovodni sudovi ksilema postaju začpljeni i ispunjeni micelijom. Parenhimične ćelije koje okružuju ksilem proizvode mehuraste tvorevine-tiloze kojima stablo pokušava da zatvori kolonizovani sprovodni sud i spreči dalje napredovanje gljive. Kao posledica ispunjenosti sprovodnih sudova micelijom i tilozama oni postaju delimično ili potpuno blokirani, a često su i rak rane kružne i prstenuju stablo, te je onemogućen transport vode i mineralnih materija od korena biljke do listova kroz sprovodne sudove ksilema, kao i transport vode i hranljivih materija od listova do ostalih delova biljke kroz sprovodne sudove floema (Milholland, 1972; Brown i Hendrix, 1981; Ramos et al., 1991; Slippers i Wingfield, 2007; Mehl et al., 2013).

Posledično, u daljoj fazi razvoja bolesti dolazi do sušenja stabla sa vrha, a na poprečnom i uzdužnom preseku zapaža se tamna obojenost (diskoloracija) drveta uslovljena prisustvom tamno obojenih hifa u sprovodnim sudovima. Ova diskoloracija često poprima i crvenkastu ili čak ljubičastu nijansu usled prisustva različitih fenolnih i terpenskih materija koje takođe imaju ulogu u odbrani biljke od patogena (Slippers i Wingfield, 2007; Mehl et al., 2013).

U krajnjoj fazi razvoja bolesti dolazi do formiranja plodonosnih tela (najčešće piknida) koja se zapažaju kao sitna crna telašca u kori ubijenog tkiva ili na šišarkama. Konidije se proizvode u većem broju u odnosu na askospore i izbacuju se iz piknida u vidu najčešće beličaste želatinozne mase oblika crvuljka u periodima velike relativne vlažnosti vazduha. Spore se na kraće distance najčešće rasejavaju kišnim kapima, a na duže vетrom. Topli i vlažni uslovi u periodu oslobođanja spora pogoduju njihovom klijanju (Slippers i Wingfield, 2007; Mehl et al., 2013).

Većina Botryosphaeriaceae vrsta se može razvijati u tkivima različitih, često filogenetski udaljenih lišćarskih i četinarskih vrsta (Phillips et al., 2013; Jami et al., 2014). Izuzetak je npr. gljiva *Diplodia sapinea* koja se pretežno javlja na četinarima, a u Srbiji je najagresivnija na nekim vrstama iz familije Pinaceae (Zlatković et al., 2017). Botryosphaeriaceae vrste su specifične i teške za izučavanje i zbog toga što jedna vrsta u biljnem tkivu retko kada živi sama i najčešće ko-egzistira sa više Botryosphaeriaceae vrsta koje mogu pripadati i različitim rodovima (Slippers i Wingfield, 2007; Zlatković et al., 2016; Zlatković, 2016).

## **BOTRYOSPHAERIACEAE VRSTE NA ČETINARSKOM DRVEĆU I ŽBUNJU U URBANIM SREDINAMA U SRBIJI, NJIHOVA ULOGA U PROPADANJU STABALA I SIMPTOMI BOLESTI**

Kombinacijom filogenetskih analiza pet delova gena i morfologije asekualnog izgleda Botryosphaeriaceae vrsta utvrđeno je da se u urbanim sredinama Srbije, na različitim vrstama četinarskog drveća i žbunja javljaju sledeće Botryosphaeriaceae vrste:

*Diplodia seriata*, *Diplodia sapinea*, *Diplodia mutila*, *Botryosphaeria dothidea*, *Dothiorella sarmentorum*, *Dothiorella omnivora*, *Dothiorella* sp. i *Neofusicoccum parvum* (Zlatković et al., 2016). Testovi patogenosti u polju pokazali su da su sve vrste izuzev *Dothiorella* sp. patogeni četinara, ali se u tkivu

domaćina mogu razvijati i kao endofiti bez pojave vidljivih simptoma bolesti, a kada biljno tkivo odumre pod uticajem nekog drugog agensa biotičke ili abiotičke prirode, životni ciklus mogu nastaviti kao saprofiti hraneći se mrtvim čelijskim sadržajem (Zlatković et al., 2016; 2017).

**Tabela 1.** Četinarsko drveće i žbunje domaćini Botryosphaeriaceae vrsta u Srbiji  
**Table 1.** Coniferous hosts of Botryosphaeriaceae species in Serbia

Domaćin Host	Botryosphaeriaceae vrsta <i>Botryosphaeriaceae species</i>	Uloga Role
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	<i>Diplodia seriata</i>	endofit / saprofit <i>endophyte / saprophyte</i>
	<i>Diplodia sapinea</i>	endofit / saprofit <i>endophyte / saprophyte</i>
	<i>Diplodia mutila</i>	endofit / saprofit <i>endophyte / saprophyte</i>
	<i>Botryosphaeria dothidea</i>	<b>patogen / latentni patogen</b> <b><i>pathogen / latent pathogen</i></b>
	<i>Dothiorella sarmmentorum</i>	endofit / saprofit <i>endophyte / saprophyte</i>
	<i>Dothiorella omnivora</i>	endofit / saprofit <i>endophyte / saprophyte</i>
<i>Thuja occidentalis</i>	<i>Neofusicoccum parvum</i>	endofit / saprofit <i>endophyte / saprophyte</i>
	<i>D. seriata</i>	<b>patogen / latentni patogen</b> <b><i>pathogen / latent pathogen</i></b>
	<i>B. dothidea</i>	<b>patogen / latentni patogen</b> <b><i>pathogen / latent pathogen</i></b>
	<i>Do. sarmmentorum</i>	<b>patogen / latentni patogen</b> <b><i>pathogen / latent pathogen</i></b>
	<i>N. parvum</i>	<b>patogen / latentni patogen</b> <b><i>pathogen / latent pathogen</i></b>

**Tabela 1.** Nastavak.*Table 1. Continued.*

Domaćin Host	Botryosphaeriaceae vrsta <i>Botryosphaeriaceae species</i>	Uloga Role
<i>Cedrus atlantica</i>	<i>D. seriata</i>	endofit / saprofit <i>endophyte / saprophyte</i>
	<i>D. mutila</i>	endofit / saprofit <i>endophyte / saprophyte</i>
	<i>B. dothidea</i>	endofit / saprofit <i>endophyte / saprophyte</i>
	<i>Do. sarmientorum</i>	endofit / saprofit <i>endophyte / saprophyte</i>
	<i>Dothiorella sp.</i>	endofit / saprofit <i>endophyte / saprophyte</i>
	<i>N. parvum</i>	<b>patogen / latentni patogen</b> <i>pathogen / latent pathogen</i>
<i>Sequoiadendron giganteum</i>	<i>B. dothidea</i>	<b>patogen / latentni patogen</b> <i>pathogen / latent pathogen</i>
	<i>Do. omnivora</i>	<b>patogen / latentni patogen</b> <i>pathogen / latent pathogen</i>
	<i>N. parvum</i>	<b>patogen / latentni patogen</b> <i>pathogen / latent pathogen</i>
<i>Taxus baccata</i>	<i>B. dothidea</i>	endofit / saprofit <i>endophyte / saprophyte</i>
<i>Picea omorika</i>	<i>D. sapinea</i>	<b>patogen / latentni patogen</b> <i>pathogen / latent pathogen</i>
	<i>N. parvum</i>	<b>patogen / latentni patogen</b> <i>pathogen / latent pathogen</i>
<i>Picea pungens</i>	<i>D. sapinea</i>	<b>patogen / latentni patogen</b> <i>pathogen / latent pathogen</i>

**Tabela 1.** Nastavak.  
**Table 1.** Continued.

Domaćin Host	Botryosphaeriaceae vrsta <i>Botryosphaeriaceae species</i>	Uloga Role
<i>Picea abies</i>	<i>Diplodia sapinea</i>	<b>patogen / latentni patogen</b> <i>pathogen / latent pathogen</i>
	<i>B. dothidea</i>	<b>endofit, patogen / latentni patogen</b> <i>endophyte, pathogen / latent pathogen</i>
	<i>N. parvum</i>	<b>patogen / latentni patogen</b> <i>pathogen / latent pathogen</i>
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	<i>D. sapinea</i>	<b>patogen / latentni patogen</b> <i>pathogen / latent pathogen</i>
	<i>B. dothidea</i>	<b>endofit / saprofit</b> <i>endophyte / saprophyte</i>
<i>Abies concolor</i>	<i>D. seriata</i>	<b>patogen / latentni patogen</b> <i>pathogen / latent pathogen</i>
	<i>D. sapinea</i>	<b>patogen / latentni patogen</b> <i>pathogen / latent pathogen</i>
	<i>B. dothidea</i>	<b>patogen / latentni patogen</b> <i>pathogen / latent pathogen</i>
<i>Cupressus arizonica</i>	<i>D. mutila</i>	<b>patogen / latentni patogen</b> <i>pathogen / latent pathogen</i>
	<i>B. dothidea</i>	<b>patogen / latentni patogen</b> <i>pathogen / latent pathogen</i>
<i>Cupressus sempervirens</i>	<i>D. seriata</i>	<b>patogen / latentni patogen</b> <i>pathogen / latent pathogen</i>
<i>Juniperus horizontalis</i>	<i>D. sapinea</i>	<b>patogen / latentni patogen</b> <i>pathogen / latent pathogen</i>
	<i>B. dothidea</i>	<b>patogen / latentni patogen</b> <i>pathogen / latent pathogen</i>
<i>Pinus nigra</i>	<i>D. sapinea</i>	<b>endofit, saprofit, pathogen / latentni patogen</b> <i>endophyte, pathogen / latent pathogen</i>
<i>Pinus sylvestris</i>	<i>D. sapinea</i>	<b>patogen / latentni patogen</b> <i>pathogen / latent pathogen</i>

***Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murray) Parl. - Lavsonov pačempres**

Iz stabala *C. lawsoniana* izolovano je čak sedam Botryosphaeriaceae vrsta i to: *Diplodia seriata*, *Diplodia sapinea*, *Diplodia mutila*, *Botryosphaeria dothidea*, *Dothiorella sarmientorum*, *Dothiorella omnivora* i *Neofusicoccum parvum*. Međutim, testovi patogenosti pokazali su da samo vrsta *B. dothidea* učestvuje u procesu sušenja *C. lawsoniana*, dok su ostale Botryosphaeriaceae vrste endofitne i ili saprofitske gljive (Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Tabela 1).



**Slika 1.** Simptomi bolesti na stablima *C. lawsoniana*. a. Sušenje krune sa vrha. b. Smolava rak rana na stablu

**Figure 1.** Disease symptoms and signs on *C. lawsoniana* trees. a. Crown die-back. b. Resinous stem canker

Početni simptom bolesti najčešće je par kapi smole ili curenje smole na mestu srastanja grane sa stablom i račvanja izbojaka, kao i pojava smolavih rak rana na izbojcima, tj. na mestima koja su najverovatnije mesta infekcije. Ubrzo zatim ispod kore vidljive su kružne nekrotične lezije kada su u pitanju izbojci ili rak rane kada su u pitanju grane i dolazi do prstenovanja izbojaka i najčešće jedne grane. Izbojci i grana se suše sa vrha, gljiva svoju aktivnost nastavlja dalje u stablu i formira se kružna rak rana koja dovodi do sušenja krune sa vrha. Gljiva završava životni ciklus time što u kori ubijenih grana, stabla i na šišaricama *C. lawsoniana* obrazuje sitna crna plodonosna tela-piknide. Fiziološki slaba i bolesna stabla često

naseljavaju i insekti potkornjaci iz roda *Phloeosinus* (Coleoptera: Curculionidae) i ubrzavaju njihovo propadanje (Marković i Stojanović, 2004; Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Slika 1).

### ***Thuja occidentalis* L. – zapadna tuja**

Stabla *T. occidentalis* naseljavaju četiri Botryosphaeriaceae vrste i to: *Diplodia seriata*, *Botryosphaeria dothidea*, *Dothiorella sarmientorum* i *Neofusicoccum parvum*. Za razliku od *C. lawsoniana* sve četiri Botryosphaeriaceae vrste izolovane iz *T. occidentalis* su patogeni ovog domaćina i učestvuju u procesu sušenja stabala. Najagresivnije vrste su *Diplodia seriata*, *Botryosphaeria dothidea* i *Neofusicoccum parvum* (Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Tabela 1).



**Slika 2.** Simptomi bolesti na stablima *T. occidentalis*. a. Žutilo i crvenilo listova. b. Crvenilo svih listova u odmakloj fazi bolesti.

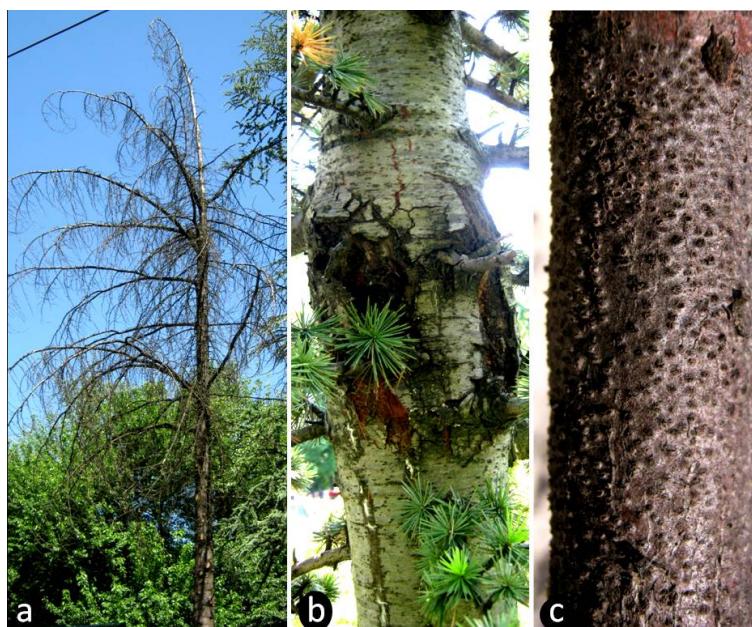
**Figure 2.** Disease symptoms and signs on *T. occidentalis* trees. a. Yellowing and reddening of leaves. b. All leaves turning reddish in color.

Početni simptomi bolesti slični su onima karakterističnim za *C. lawsoniana* i odnose se na pojavu smole na mestu srastanja grane sa stablom i račvanja izbojaka, kao i pojavu smolavih rak rana na izbojcima, tj. na mestima koja su najverovatnije mesta infekcije. Ubrzo zatim ispod kore vidljive su kružne nekrotične lezije ili rak rane i dolazi do prstenovanja izbojaka i grana, a na poprečnom i uzdužnom preseku zapaža se tamna centralna obojenost drveta. Dolazi do formiranja kružne rak rane na stablu koja uslovjava sušenje lišća koje počinje sa vrha krune. Listovi postaju najpre

hlorotični, zatim žuti, dobijaju crvenkastu nijansu da bi u krajnjoj fazi razvoja bolesti bili suvi, kruti i često crni i nekrtotirani, ali najčešće ostaju na stablu. Botryosphaeriaceae vrste završavaju životni ciklus time što u kori ubijenih grana i stabla obrazuju crna plodonosna tela-piknide. Ispod ubijene kore često se i kod ove vrste mogu zapaziti galerije insekata potkornjaka iz roda *Phloeosinus* (Coleoptera: Curculionidae) koji takođe doprinose procesu sušenja i odumiranja stabala tuje (Marković i Stojanović, 2004; Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Slika 2).

#### ***Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière – atlaski kedar**

Slično *C. lawsoniana* i *T. occidentalis* iz stabala *C. atlantica* izolovan je veliki broj Botryosphaeriaceae vrsta, čak šest i to: *Diplodia seriata*, *Diplodia mutila*, *Botryosphaeria dothidea*, *Dothiorella sarmmentorum*, *Dothiorella* sp. i *Neofusicoccum parvum*. Testovi patogenosti pokazali su da je jedino vrsta *N. parvum* patogen *C. atlantica* i učestvuje u procesu sušenja stabala, dok su ostale Botryosphaeriaceae vrste endofiti i/ili saprofiti atlaskog kedra (Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Tabela 1).



**Slika 3.** Simptomi bolesti na stablima *C. atlantica*. a. Sušenje krune sa vrha. b. Rak rana na stablu. c. Piknidi *N. parvum*

**Figure 3.** Disease symptoms and signs on *C. atlantica* trees. a. Crown die-back. b. Stem canker. c. Pycnidia of *N. parvum*

Simptomi bolesti jesu obilni izliv smole na granama, stablu i četinama, smolave nekrotične lezije na stablu i sušenje stabla sa vrha krune uz osipanje četina kao posledica kružnog raka vidljivog ispod kore zaraženog stabla, a često i lako uočljivog usled pojave pukotina u kori i curenja smole. U kori ubijenih grana mogu se zapaziti piknidi Botryosphaeriaceae vrsta, a stabla povremeno naseljavaju i ksilofagni insekti-strižibube (Coleoptera: Cerambycidae) (Dobrosavljević i Mihajlović, 2014; Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Slika 3).

#### ***Sequoiadendron giganteum* (Lindl.) J.Buchh. – džinovska sekvoja**

Stabla *S. giganteum* kolonizuju tri Botryosphaeriaceae vrste: *Botryosphaeria dothidea*, *Dothiorella omnivora* i *Neofusicoccum parvum*. Sve tri Botryosphaeriaceae vrste učestvuju u procesu sušenja stabala *S. giganteum*, a *B. dothidea* i *Do. omnivora* su najagresivnije vrste (Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Tabela 1).



**Slika 4.** Simptomi bolesti na stablima *S. giganteum*. a. Nekoliko suvih izbojaka na stablu 2010. godine. b. Višestruke infekcije na istom stablu 2011. godine

**Figure 4.** Disease symptoms and signs on *S. giganteum* trees. a. Branch flagging in 2010. b. Multiple infections on the same tree in 2011.

Početni simptom bolesti jeste više suvih izbojaka razbacanih u kruni, nakon čega dolazi do prstenovanja i sušenja celih grana, a zatim se bolest širi ka stablu i dolazi do sušenja krune sa vrha. Četine najpre postaju hlorotične, zatim žuto smeđe, često crvenkaste, krute i nekrotirane, a na izbojcima i granama zapažaju se rak rane i izliv smole boje čilibara. Prstenovanje stabala (pogotovu mlađih) takođe je praćeno

obilnim curenjem smole. Na poprečnom i uzdužnom preseku grana prisutna je crvenkasto smeđa obojenost drveta (Karadžić et al., 2000; Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Slika 4).

***Picea omorika* (Pančić) Purk., *Picea abies* (L.) H. Karst., *Picea pungens* Engelm.  
– Pančićeva omorika, evropska smrča, bodljiva smrča**

Iz stabala *P. omorika* i *P. pungens* izolovana je vrsta *Diplodia sapinea*, dok stabla *P. abies* kolonizuju dve Botryosphaeriaceae vrste i to *Botryosphaeria dothidea* i *Neofusicoccum parvum* (Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016). Recipročni testovi patogenosti pokazali su da je gljiva *Diplodia sapinea* patogen *P. pungens*; da su gljive *D. sapinea* i *N. parvum* patogeni *P. omorika*, kao i da su gljive *D. sapinea*, *N. parvum* i *B. dothidea* patogeni *P. abies*. *Neofusicoccum parvum* i *D. sapinea* agresivnije su prema *P. abies* od gljive *B. dothidea* (Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Zlatković et al., 2017; Tabela 1).

Botryosphaeriaceae vrste na smrčama (*P. abies*, *P. pungens* i *P. omorika*) najpre dovode do uvenuća izbojaka (kod mlađih stabala i sadnica), zatim dolazi do pojave smolavih rak rana na granama i stablu i izliva smole, pa do formiranja kružnog raka na stablu koji izaziva sušenje krune sa vrha. Sa razvojem bolesti četine postaju suve, krute i dolazi do njihovog osipanja. Neka obolela stabla *P. abies* bila su sa vidljivo kraćim četinama, loptastim smeđim ženkama lažnog smrčinog štitasa *Physokermes piceae* (Homoptera: Coccidae), lepljivom skramom medne rose i na četinama je uočeno prisustvo gljiva čadavica. Ovo je verovatno bio jedan od faktora fiziološkog slabljenja stabala i povećanja njihove osetljivosti prema oportunističkim infekcijama Botryosphaeriaceae vrsta, a povrede koje su larve načinile sisanjem sokova mogle su biti mesta prodora ovih gljiva u stablo (Mihajlović, 2008; Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Zlatković et al., 2017).

***Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco - duglazija**

Stabla duglazije naseljavaju dve Botryosphaeriaceae vrste: *Diplodia sapinea* i *Botryosphaeria dothidea*. Međutim, utvrđeno je da je samo *D. sapinea* patogen *P. menziesii*, dok je *B. dothidea* endofitna i ili saprofitska gljiva (Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Zlatković et al., 2017; Tabela 1).

Simptomi bolesti jesu sušenje grana sa vrha, izliv smole na granama i stablu i pojava smolavih rak rana koje postepeno prstenuju stablo i dovode do sušenja krune sa vrha. Četine dobijaju bakarnu boju, ali najčešće ne opadaju sa stabla (Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Zlatković et al., 2017).

***Abies concolor* (Gord.) Engelm. – dugoigličava jela**

Iz stabala *A. concolor* izolovane su tri Botryosphaeriaceae vrste i to: *Diplodia seriata*, *Diplodia sapinea* i *Botryosphaeria dothidea* i sve tri vrste su

patogeni *A. concolor*, ali je *B. dothidea* najagresivnija gljiva (Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Zlatković et al., 2017; Tabela 1).

Simptomi bolesti jesu sušenje izbojaka i grana sa vrha, smolave rak rane na izbojcima i granama i izliv smole, a zatim, slično kao i kod ostalih vrsta, rak rana na stablu prstenuje stablo i dolazi do sušenja krune sa vrha. Četine dobijaju bakarnu boju i najčešće opadaju sa stabla (Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Zlatković et al., 2017).

#### ***Cupressus arizonica* Greene i *C. sempervirens* L. – arizonski čempres**

Stabla *C. arizonica* naseljavaju gljive *Diplodia mutila* i *Botryosphaeria dothidea* i obe gljive su patogene prema *C. arizonica*. Iz stabala *C. sempervirens* u Srbiji izolovana je gljiva *D. seriata* koja je patogen ovog domaćina. Problem sušenja *C. sempervirens* naročito je izražen u mediteranskom delu Crne Gore, a iz stabala čempresa u Crnoj Gori izolovane su četiri Botryosphaeriaceae vrste: *Diplodia mutila*, *Botryosphaeria dothidea*, *Phaeobotryon cupressi* i *Dothiorella omnivora*, od kojih su *D. mutila* i *B. dothidea* patogeni čempresa, dok su druge dve gljive endofiti i/ili saprofiti *C. sempervirens* (Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Tabela 1).

Simptomi bolesti jesu sušenje izbojaka i grana sa vrha usled razvoja kružnih smolavih rak rana, razvoj prstenastog raka na stablu praćen obilnim izlivom smole i posledično sušenje stabala sa vrha. Na poprečnom i uzdužnom preseku grana i stabla uočava se karakteristična smeđa diskoloracija drveta koja često poprima nijanse crvene i ljubičaste boje. Suve ubijene četine dobijaju najpre smeđu, zatim bakarnu, a onda često i sivu boju, ali najčešće ne opadaju sa stabla. U kori ubijenih grana, stabla i na šišaricama pojavljuju se piknidni Botryosphaeriaceae vrsta. U okviru starih rak rana na stablima čempresa u Crnoj Gori mogli su se zapaziti brojni izletni otvor i imaga insekata krasaca (Coleoptera: Buprestidae) i moguće je da su ovi otvor bili ulazna mesta Botryosphaeriaceae vrsta (Roganović, 2007; Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Slika 5).



**Slika 5.** Simptomi bolesti na stablima *C. sempervirens*. a. Bolesno stablo sa suvim četinama bakarne boje. b. Stablo koje se suši sa vrha sa četinama sive boje. c. Rak rana na stablu. d. Crvenkasto smeđa obojenost drveta. e. Ljubičasto smeđa obojenost drveta.

**Figure 5.** Disease symptoms and signs on *C. sempervirens* trees. a. Diseased tree with reddish brown needles. b. Crown die-back and greyish colored needles. c. Stem canker. d. Reddish brown wood discoloration. e. Purple brown wood discoloration.

#### *Juniperus horizontalis* Moench – polegla kleka

Iz žbunova *J. horizontalis* izolovane su dve Botryosphaeriaceae vrste: *Diplodia sapinea* i *Botryosphaeria dothidea* i obe vrste su patogeni *J. horizontalis* (Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Zlatković et al., 2017; Tabela 1).

Simptomi bolesti na žbunovima *J. horizontalis* jesu rak rane na izbojcima koje dovode do sušenja izbojaka sa vrha, te postepeno dolazi i do sušenja celih žbunova. Na obolelim izbojcima je povremeno primećeno prisustvo štitastih vaši *Carulaspis juniperi* (Hemiptera: Diaspididae) koje su verovatno bile jedan od faktora koji je uticao na fiziološko slabljenje žbunova *J. horizontalis* i njihovu podložnost infekcijama Botryosphaeriaceae vrsta. Takođe, sitne povrede koje ovi insekti sisaci biljnih sokova stvaraju prilikom ishrane mogli su biti mesta ulaza Botryosphaeriaceae gljiva (Glavendekić i Mihajlović, 2006; Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Zlatković et al., 2017).

### ***Pinus nigra* J.F.Arnold, *Pinus sylvestris* L. – crni bor, beli bor**

Najznačajniji patogen stabala crnog i belog bora u urbanim sredinama u Srbiji jeste gljiva *Diplodia sapinea*. Prvi simptom bolesti najčešće je pojava nekoliko kraćih četina na mladim izbojcima i izliv smole. Ova gljiva dalje uzrokuje prstenovanje, uvenuće (kod mlađih stabala i sadnica) i sušenje izbojaka, sušenje starijih grana, a često usled prstenovanja stabla dolazi i do sušenja krune sa vrha. U osnovi zaraženih četina i na šišaricama primećuju se brojni crni piknidi gljive *D. sapinea*. Kada su mlade sadnice u gradovima u pitanju, sušenje izbojaka uzrokovano gljivom *D. sapinea* se često može pomešati sa sušenjem terminalnog izbojka prouzrokovanih ubušivanjem gusenica borovog savijača *Rhyacionia buoliana* (Lepidoptera: Tortricidae). Ipak, bolest sušenja izbojaka uzrokovana gljivom *D. sapinea* može se lako prepoznati po prisustvu piknida u osnovi četina izbojka. Dalje, četine *Pinus* vrsta (pogotovo *P. nigra*) u urbanim sredinama (pogotovo u Novom Sadu) stradaju od crvene prstenaste pegavosti uzrokovane patogenom gljivom *Mycosphaerella pini*, i na istom stablu se mogu uočiti četine sa simptomima *M. pini* i izbojci koji se suše usled napada gljive *D. sapinea*. Moguće je da gljiva *M. pini* kao prouzrokovala sušenja i osipanja četina bora dodatno slabi ove četinarske vrste i time potpomaže latentne infekcije gljive *D. sapinea* (Milijašević i Karadžić, 2004; Mihajlović, 2008; Zlatković et al., 2016; 2017; Tabela 1).

### **Ostali četinari domaćini Botryosphaeriaceae vrsta u urbanim sredinama u Srbiji**

Botryosphaeriaceae vrste izolovane su i iz stabala sedam dodatnih četinarskih vrsta i to:

#### ***Taxus baccata* L. – evropska tisa**

Na uzorkovanim stablima tise mogle su se uočiti rak rane na granama i stablu i sušenje grana sa vrha, a iz prelaza nekrotiranog i na izgled zdravog drvenastog tkiva izolovana je gljiva *Botryosphaeria dothidea*. Međutim, testovi patogenosti pokazali su da je *B. dothidea* endofitna i/ili saprofitna gljiva i da ne učestvuje u procesu sušenja tise (Zlatković, 2016; Tabela 1).

#### ***Thuja plicata* Donn ex D. Don – džinovska tuja**

Iz simptomatičnih stabala džinovske tuge izolovane su tri Botryosphaeriaceae vrste: *Diplodia seriata*, *Botryosphaeria dothidea* i *Dothiorella sarmentorum*. Uočeni simptomi na stablima bili su slični onima kod vrste *C. lawsoniana* i ogledaju se u sušenju najčešće jedne grane ili grupe grana, a zatim dolazi do sušenja krune sa vrha. Ovi simptomi praćeni su izlivom smole na granama i stablu i formiranjem rak rana, a na uzdužnom i poprečnom preseku može se uočiti crvenkasto smeđa centralna diskoloracija drveta, tipični simptom infekcije

Botryosphaeriaceae vrsta. Ubijene grane sukcesivno naseljavaju gljive prourokovati mrke prizmatične truleži, a u kori se formiraju piknidi Botryosphaeriaceae vrsta. Testovi patogenosti na ovoj vrsti nisu mogli biti urađeni zbog nedostatka sadnog materijala i zdravih stabala u gradu na čijim izbojcima bi se sprovelo testiranje. Međutim, zbog svega iznetog, vrlo je verovatno da makar jedna od tri izolovane Botryosphaeriaceae vrste učestvuje u procesu sušenja *T. plicata* (Zlatković et al., 2016, Zlatković, 2016).

#### ***Chamaecyparis obtusa* (Siebold & Zucc.) Endl. – japanski čempres**

Mlada stabla ove vrste ispoljavala su simptome sušenja izbojaka i stabla sa vrha koje je praćeno curenjem smole, a u kori ubijenih grana bili su prisutni piknidi gljiva *Diplodia mutila* i *Neofusicoccum parvum*. Nije poznato da li su ove gljive endofiti i saprofiti na mrtvom biljnog materijalu ovog domaćina ili su u pitanju patogeni *C. obtusa*, ali je vrlo verovatno da Botryosphaeriaceae vrste doprinose sušenju i ovog četinara iz roda *Chamaecyparis* (Zlatković et al., 2016, Zlatković, 2016).

#### ***Pinus halepensis* Miller – alepski bor**

Gljiva *D. sapinea* izolovana je iz piknida formiranim na šišaricama ovog domaćina, a bolesna stabla pokazivala su simptome sušenja izbojaka sa vrha, koji su tipični za infekciju patogenom gljivom *D. sapinea* (Zlatković et al., 2017). Može se prepostaviti da je ova gljiva uzrok pojave simptoma sušenja izbojaka *P. halepensis* s obzirom da je *D. sapinea* u radovima prethodnih autora (npr. Milijašević, 2002) izolovana upravo iz izbojaka *P. halepensis* sa simptomima sušenja.

#### ***Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl. – obalna sekvoja**

Stabla ove vrste pokazivala su simptome sušenja listova sa vrha i rak rane na izbojcima, a iz simptomatičnog biljnog materijala izolovane su gljive *Botryosphaeria dothidea* i *Diplodia mutila* (Zlatković et al., 2016, Zlatković, 2016). Moguće je da Botryosphaeriaceae vrste učestvuju u procesu sušenja ne samo džinovske sekvoje, već i obalne sekvoje kako su nedavno potvrđili rezultati drugih autora (npr. Aćimović et al., 2017).

#### ***Cryptomeria japonica* (L.f.) D.Don – japanska kriptomerija**

Uočeni simptomi na stablima ove vrste bili su sušenje izbojaka sa vrha, a iz simptomatičnog tkiva izolovana je gljiva *Dothiorella sarmentorum*. Nije poznato da

li ova gljiva učestvuje u procesu sušenja *C. japonica* u Srbiji (Zlatković et al. 2016, Zlatković 2016).

## **MOGUĆNOSTI KONTROLE BOTRYOSPHAERIACEAE VRSTA PATOGENA ČETINARSKOG DRVEĆA I ŽBUNJA U URBANIM SREDINAMA U SRBIJI**

Pošto su Botryosphaeriaceae vrste prouzrokovaci raka i vaskularnog sušenja četinarskog drveća i hife ovih gljiva prodiru u ksilem stabla, smatra se da je kontrola Botryosphaeriaceae vrsta primenom hemijskih sredstava-fungicida gotovo nemoguća (Mehl et al., 2013). Njihova primena je nepraktična i zbog toga što više Botryosphaeriaceae vrsta i genotipova ko-egzistira unutar istog stabla (Bihon et al., 2011; Zlatković, 2016).

Izuzetak je gljiva *Diplodia sapinea*, koja kod vrsta iz roda *Pinus* uzrokuje sušenje izbojaka, tj. dovodi do bolesti i izbojaka i stabla. Istraživanja su pokazala da se u gradskim uslovima gljiva može susbjati primenom bakarnih fungicida u vidu najmanje dve aplikacije u vreme koje je kritično za infekcije gljive (april-maj) (Milijašević, 2002).

Najvažniji način kontrole Botryosphaeriaceae vrsta jesu različite uzgojne i preventivne mere zaštite. Ove mere odnose se pre svega na minimalno izlaganje biljke stresu kroz npr. podudarnost staništa i vrste, redovno zalivanje sadnica u parku i u okviru drugih javnih površina tokom sušnih perioda i perioda ekstremno visokih temperatura, malčiranje sadnica. Ozlede nastale nakon orezivanja grana potrebno je zatvoriti npr. kalemarskim voskom kako bi se sprečio prođor Botryosphaeriaceae vrsta, kao i drugih gljiva i insekata kroz nastale rane u stablo. Premazivanje rana potrebno je vršiti i kada su u pitanju četinarske vrste nasuprot široko rasprostranjenom mišljenju da, pošto četinarsko drveće proizvodi smolu kojom se brani od agenasa biotske prirode, nije potrebno preduzimati nikakve mere zaštite kada su ove vrste u pitanju. Ukoliko se orezivanje ne vrši motornom testerom alat je potrebno dezinfikovati alkoholom ili asepsolom između dve upotrebe, a u slučajevima kada se koristi motorna testera mesta prereza potrebno je dezinfikovati pre nanošenja sredstva za zatvaranje rane.

Ubijene izbojke, grane i stabla potrebno je blagovremeno ukloniti i spaliti, pre nego što piknidi koje su Botryosphaeriaceae vrste proizvele u kori istih sazru i dođe do oslobađanja spora i širenja infekcije. Ukoliko je došlo do sušenja vrha stabla životni vek stabla može se produžiti uklanjanjem ubijenog dela kao i minimum 10-30cm (u zavisnosti od visine stabla) zdravog dela, mada se time znatno narušava estetska vrednost stabla. Opale šišarke *C. lawsoniana*, *Cupressus* spp. i pogotovo *Pinus* spp. na kojima se takođe formiraju piknidi Botryosphaeriaceae vrsta potreno je redovno sakupljati i spaljivati (Zlatković, 2016).

## ZAKLJUČCI

1. U Srbiji je iz stabala četinarskih vrsta izolovano osam Botryosphaeriaceae vrsta i to: *Diplodia seriata*, *Diplodia sapinea*, *Diplodia mutila*, *Botryosphaeria dothidea*, *Dothiorella sarmentorum*, *Dothiorella omnivora*, *Dothiorella* sp. i *Neofusicoccum parvum*.
2. Testovi patogenosti u polju pokazali su da su sve vrste izuzev *Dothiorella* sp. patogeni četinara.
3. Najčešći simptomi bolesti uzrokovani Botryosphaeriaceae vrstama su: smolave nekrotične lezije i rak rane, obilni izliv smole na stablu, granačama i četinama, sušenje stabala sa vrha, sušenje pojedinačnih grana ili grupe grana sa vrha, diskoloracija drveta na poprečnom ili uzdužnom preseku, crvenilo i posmeđivanje listova ili opadanje četina i pojava piknida u kori inficiranog tkiva.
4. Najvažniji način kontrole Botryosphaeriaceae vrsta jesu različite preventivne mere zaštite.

## Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekata "Održivo gazdovanje ukupnim potencijalom šuma u Republici Srbiji" (TR 37008), "Istraživanje klimatskih promena i njihovog uticaja na životnu sredinu: praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje (III 43007) Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, i delimično u okviru poslova Prognozno-izveštajne službe zaštite bilja JP Gradsko Zelenilo Novi Sad. Rad je finansiran i od strane Univerziteta u Pretoriji i Kooperativnog programa za zaštitu šuma (Tree Protection Co-operative Programme- TPCP) Južnoafričke Republike, kao i programa Evropske kooperacije u nauci i tehnologiji (COST) kroz projekte „Pathway Evaluation and Pest Risk Management In Transport” (PERMIT FP1002), “ALIEN Challenge” (TD1209) i “A global network of nurseries as early warning system against alien tree pests (Global Warning FP1401)”. Autor se zahvaljuje prof. Č. Markoviću na identifikaciji insekata i oštećenja, kao i prof. N. Keči, B. Slipersu, M. Vingfildu, D. Karadžiću i dr F. Jami na pomoći i usmeravanju tokom dugogodišnjih istraživanja.

## LITERATURA

- Allen, C.D., Macalady, A.K., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, M., Kitzberger, T., Rigling, A., Breshears, D.D., Hogg E.H.T., Gonzalez, P., Fensham, R., Zhang, Z., Castro, J., Demidova, N., Lim, J.-L., Allard, G., Running, S.W., Semerci, A., Cobb, N. (2010): A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management* 259: 660–684.
- Aćimović, S., Rooney-Latham, S., Grosman, D.M., Doccia, J.J. (2017): *Neofusicoccum australe*, *N. luteum*, *N. mediterraneum* and *N. parvum* are

- new blight and canker pathogens of Coast Redwood (*Sequoia sempervirens*) in California. APS Annual Meeting, San Antonio, DOI: 10.13140/RG.2.2.29836.21122.
- Bihon, W., Burgess, T., Slippers, B., Wingfield, M.J., Wingfield, B.D. (2011): Distribution of *Diplodia pinea* and its genotypic diversity within asymptomatic *Pinus patula* trees. Australian Plant Pathology 40: 540–548.
- Brown, E.A., Hendrix, F.F. (1981): Pathogenicity and histopathology of *Botryosphaeria dothidea* on apple stems. Phytopathology 71: 375–379.
- Dobrosavljević, J., Mihajlović, Lj. (2014): Prilog poznavanju faune strižibuba (Coleoptera:Cerambycidae) sa posebnim osvrtom na zaštićene vrste. Šumarstvo 1-2: 21-31.
- Jami, F., Slippers, B., Wingfield, M.J., Gryzenhout, M. (2014): Botryosphaeriaceae species overlap on four unrelated, native South African hosts. Fungal Biology 118: 168–179.
- Karadžić, D. (1983): Bolesti četina crnog bora (*Pinus nigra* Arn.). Zaštita bilja 34 (3), 165: 329-342.
- Karadžić, D., Stojadinović, B. (1988): Prilog poznavanju gljive *Sphaeropsis sapinea* Dyko & Sutton sa posebnim osvrtom na životni ciklus. Šumarstvo 5-6: 17–27.
- Karadžić, D., Milijašević, T., Keča, N. (2000): Prilog proučavanju parazitske gljive *Botryosphaeria dothidea* uzročnika raka i sušenja stabala. Glasnik Šumarskog fakulteta 83: 87–97.
- Linaldeddu, B. T., Alves, A., Phillips, A. J. L. (2016): *Sardinella urbana* gen. et sp. nov., a new member of the Botryosphaeriaceae isolated from declining *Celtis australis* trees in Sardinian streetscapes. Mycosphere 7: 893-905.
- Lopes, A., Barradas, C., Phillips, A. J. L., Alves, A. (2016): Diversity and phylogeny of *Neofusicoccum* species occurring in forest and urban environments in Portugal. Mycosphere 7: 906-920.
- Marković, Č., Stojanović, A. (2004): *Phloeosinus thujae* (Perris) i *Ph. aubei* (Perris) (Coleoptera, Scolytidae) prouzrokovaci sušenja izbojaka kleke, tuje i čempresa. Biljni lekar 32(5): 352-354.
- Mehl, J.W.M., Slippers, B., Roux, J., Wingfield, M.J. (2013): Cankers and other diseases caused by Botryosphaeriaceae. In: Gonthier P, Nicolotti G (ed) Infectious forest diseases, CAB International: 298–317.
- Mihajlović Lj. (2008): Najvažnije štetne vrste insekata bora, smrče i jele u Srbiji. Šumarstvo 3-4: 65-81.
- Milijašević, T. (2002): Bioekologija patogene gljive *Sphaeropsis sapinea* Dyko & Sutton - uzročnika propadanja *Pinus* vrsta. Glasnik Šumarskog fakulteta 86: 7-29.
- Milijašević, T., Karadžić, D. (2004): Parazitske i saprofitske gljive koje se javljaju u koneksiji sa *Sphaeropsis sapinea* Dyko & Sutton. Glasnik Šumarskog fakulteta 90: 119-128.
- Milholland, R.D. (1972): Histopathology and pathogenicity of *Botryosphaeria dothidea* on blueberry stems. Phytopathology 62: 654–660.
- Pavlic-Zupanc, D., Maleme, H. M., Piškur, B., Wingfield, B. D., Wingfield, M. J., Slippers, B. (2017): Diversity, phylogeny and pathogenicity of

- Botryosphaeriaceae on non-native Eucalyptus grown in an urban environment: A case study. *Urban Forestry & Urban Greening* 26: 139-148.
- Pelleteret, P., Crovadore, J., Cochard, B., Pasche, S., Bovigny, P. Y., Chablais, R., Lefort, F. (2017): Urban London plane tree dieback linked to fungi in the Botryosphaeriaceae. *Urban Forestry & Urban Greening* 22: 74-83.
- Pekeć, S. (2010): Pedološke i hidrološke karakteristike zaštićenog dela aluvijalne ravnih u Srednjem Podunavlju, Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad: 221 str.
- Phillips, A.J.L., Alves, A., Abdollahzadeh, J., Slippers, B., Wingfield, M.J., Groenewald, J.Z., Crous, P.W. (2013): The Botryosphaeriaceae: genera and species known from culture. *Studies in Mycology* 76: 51–167.
- Radulović Z., Karadžić D., Milenković I., Lučić A., Rakonjac Lj., Miletić Z., Pižurica R. (2014): Sušenje šuma- biotički i abiotički stres. *Glasnik Šumarskog fakulteta Specijalno izdanje*: 71-88.
- Ramos, L.J., Lara, S.P., McMillan, R.T.Jr., Narayanan, K.R. (1991): Tip dieback of mango (*Mangifera indica*) caused by *Botryosphaeria ribis*. *Plant Disease* 75: 315–318.
- Roganović, D. (2007): Insekti stabala i grana čempresa (*Cupressus sempervirens* L.) u Crnoj Gori. *Šumarstvo* 3-4: 55-71.
- Slippers B, Wingfield MJ (2007): *Botryosphaeriaceae* as endophytes and latent pathogens of woody plants: diversity, ecology and impact. *Fungal Biology Reviews* 21: 90–106.
- Zlatković, M. (2016): Botryosphaeriaceae kompleks na različitim drvenastim vrstama u Srbiji (Botryosphaeriaceae species occurring on various woody hosts in Serbia), Univerzitet u Beogradu: 220 str. <https://fedorabg.bg.ac.rs/fedora/get/o:13563/bdef:Content/get>.
- Zlatković, M., Keča, N., Wingfield, M.J., Jami, F., Slippers, B. (2016): *Botryosphaeriaceae* associated with the die-back of ornamental trees in the Western Balkans, Antonie Van Leeuwenhoek Journal of Microbiology 109: 543-564.
- Zlatković, M., Keča, N., Wingfield, M.J., Jami, F., Slippers, B. (2017): New and unexpected host associations for *Diplodia sapinea* in the Western Balkans, Forest pathology 47: 1-11.

***Summary***

***BOTRYOSPHAERIACEAE SPECIES ASSOCIATED WITH CANKER AND DIE-BACK  
DISEASE OF CONIFERS IN URBAN ENVIRONMENTS IN SERBIA***

*by*

*Milica Zlatković*

*During the course of the last decade, crown die-back and mortality of various coniferous trees and shrubs has been observed in urban environments in Serbia. Disease symptoms and signs have been typical of those caused by canker and vascular wilt pathogens and included resin-soaked necrotic lesions and cankers, bark cracking, abundant resin bleeding on the main stems and branches, die-back of stems, branch flagging and red-brown or bluish discoloration of sapwood followed by browning and reddening of the leaves or a needle fall. Moreover, these symptoms were often accompanied by the formation of numerous pycnidia beneath the bark of the infected tissues. The cause of the die-back is thought to be associated with recent climate extremes and other stresses typical of urban environments, such as air pollution and soil compaction, urban forest management practices and opportunistic infections caused by fungi residing in the Botryosphaeriaceae (Ascomycota: Botryosphaerales). Eight species of the Botryosphaeriaceae were identified, of which seven, i.e. *Diplodia seriata*, *Diplodia sapinea*, *Diplodia mutila*, *Botryosphaeria dothidea*, *Dothiorella sarmentorum*, *Dothiorella omnivora* and *Neofusicoccum parvum* were known taxa. The remaining species could be identified only as *Dothiorella* sp.*

