

UDK: 635.054:616.9

Pregledni rad *Review paper*

BOTRYOSPHAERIACEAE: PROUZROKOVAČI RUPIČAVOSTI I SUŠENJA LIŠĆA, RAKA I VASKULARNOG SUŠENJA LIŠĆARA U URBANIM PODRUČJIMA U SRBIJI

Milica Zlatković¹

Izvod: Poslednjih godina, u urbanim sredinama Srbije prisutno je intenzivno sušenje različitih liščarskih vrsta drveća i žbunja izazvano kombinacijom abiotičkih faktora koji biljke dovode u stanje stresa i oportunističkim infekcijama gljiva iz familije Botryosphaeriaceae. Simptomi bolesti su brojni, a najčešći su nekroza i rupičavost lišća, sušenje stabala sa vrha, rak rane i nekroze na stablu i granama, crvenkasto-smeđa ili tamno smeđa diskoloracija drveta na poprečnom i uzdužnom preseku i pojava plodonosnih tela gljiva iz familije Botryosphaeriaceae na zaraženim delovima listova, grana i stabla. U radu je dat pregled simptoma i opisan razvoj bolesti koje izazivaju različite Botryosphaeriaceae vrste na liščarskom drveću i žbunju u Srbiji.

Ključne reči: Botryosphaerales, bolest rupičavosti lišća, prouzrokovači raka stabla, prouzrokovači vaskularnog sušenja, patologija drveća u urbanim područjima

BOTRYOSPHAERIACEAE CAUSING SHOT HOLE DISEASE AND LEAF BLIGHT, STEM CANKER AND DIE-BACK OF BROADLEAVES IN URBAN AREAS OF SERBIA

Abstract: Over the last years, dying broadleaf trees and shrubs have been observed in urban areas in Serbia. The trigger mechanism of the die-back appeared to be a combination of abiotic factors and opportunistic infections caused by Botryosphaeriaceae fungi. Disease symptoms and signs included necrotic lesions and holes in leaf, leaf blight, cankers and necrotic lesions on stems and branches, stem die-back, reddish-brown or dark brown discoloration of sapwood, and the occurrence of Botryosphaeriaceae pycnidia in the diseased bark. The aim of the paper was to summarize the current state of knowledge of the diseases caused by Botryosphaeriaceae species on broadleaves in Serbia.

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

¹ Dr Milica Zlatković, naučni saradnik (E-mail: milica.zlatkovic@uns.ac.rs); Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizjsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13d, 21000 Novi Sad, Srbija

¹ Dr Milica Zlatković, research associate (E-mail: milica.zlatkovic@uns.ac.rs); University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Antona Čehova 13d, 21000 Novi Sad, Serbia

UVOD

Poslednjih godina, u urbanim sredinama Srbije intenzivno se suše stabla različitih lišćarskih vrsta. Sušenjem su zahvaćene drvenaste i žbunaste vrste u parkovima, drvoređima, urbanim šumama (npr. Košutnjak u Beogradu), okućnicama privatnih poseda i drugim gradskim zelenim površinama. Naročito je prisutno naglo odumiranje sveže posađenih sadnica i mlađih stabala u drvoređima i parkovima. Simptomi su različiti, a najčešći simptom je odumiranje sa vrha (eng. die-back). Smatra se da je primarni uzrok sušenja stabala stres koji se pre svega vezuje za sve učestalije klimatske ekstreme, pogotovo ekstremno visoke letnje temperature vazduha i dugotrajnu sušu (Zlatković et al., 2016a). Stres je "okidač" razvoja bolesti koje uzrokuju tzv. latentni patogeni, uključujući i gljive iz familije Botryosphaeriaceae. Ove gljive egzistiraju u stablu kao endofiti i pod uslovima koji su povoljni po gljivu, a nepovoljni po biljku domaćina, tj. kada je biljka pod stresom, prelaze iz faze mirovanja u aktivnu patogenu fazu (Slippers i Wingfield, 2007). Višegodišnjim laboratorijskim istraživanjima i ogledima "u polju" dokazano je da Botryosphaeriaceae vrste učestvuju u procesu sušenja lišćara u Srbiji (Zlatković et al. 2016a, 2016b; 2018).

Gljive iz familije Botryosphaeriaceae pripadaju filumu Ascomycota i redu Botryosphaerales u kom se nalaze i brojni drugi patogeni drveća. Botryosphaeriaceae su poznati i široko rasprostranjeni patogeni šumskog drveća, ali i voćaka, vinove loze, poljoprivrednih kultura, a neke vrste izazivaju i bolesti čoveka (Phillips et al., 2013, Slippers et al., 2017). Lako se izoluju iz zaraženog tkiva i gaje na hranljivim podlogama zbog toga što brzo rastu na sobnoj temperaturi, ali nerado proizvode plodonosna tela u laboratorijskim uslovima, što otežava njihovu identifikaciju. Takođe, morfološke karakteristike vrsta, pa čak i rodova su često slične ili se preklapaju, a slična je situacija i sa DNK sekvencama različitih delova gena, a pogotovo internog transkribovanog spejsera (ITS). Zbog svega ovog taksonomija Botryosphaeriaceae gljiva je istraživačima godinama bila konfuzna i nedokučiva.

Cilj ovog rada jeste da prikaže diverzitet Botryosphaeriaceae vrsta, simptome bolesti i ulogu ovih gljiva u propadanju lišćara, posebno u urbanim sredinama u Srbiji.

Gljive iz familije Botryosphaeriaceae na lišćarskim vrstama drveća i žbunja u urbanim sredinama u Srbiji, njihova uloga u propadanju stabala i simptomi bolesti

U Srbiji je iz lišćarskih vrsta do sada izolovano šest Botryosphaeriaceae vrsta koje pripadaju rodovima *Neofusicoccum*, *Botryosphaeria*, *Diplodia*, *Dothiorella* i *Sphaeropsis*. Na osnovu morfologije aseksualnog (tj. bespolnog) stadijuma gljive i multigenske filogenetike Botryosphaeriaceae su identifikovane do nivoa vrste i utvrđeno je da se u Srbiji, na lišćarima javljaju sledeće Botryosphaeriaceae vrste: *Botryosphaeria dothidea*, *Neofusicoccum parvum*, *Diplodia mutila*, *Diplodia seriata*, *Dothiorella sarmentorum* i *Sphaeropsis visci*. Testovi patogenosti pokazali su da su sve vrste patogeni lišćara. Ove gljive se,

međutim, u tkivu domaćina mogu razvijati i kao endofiti bez pojave vidljivih simptoma bolesti, a zatim životni ciklus nastaviti kao saprofiti hraneći se mrtvim čelijskim sadržajem (Zlatković et al. 2016a, b; 2018).

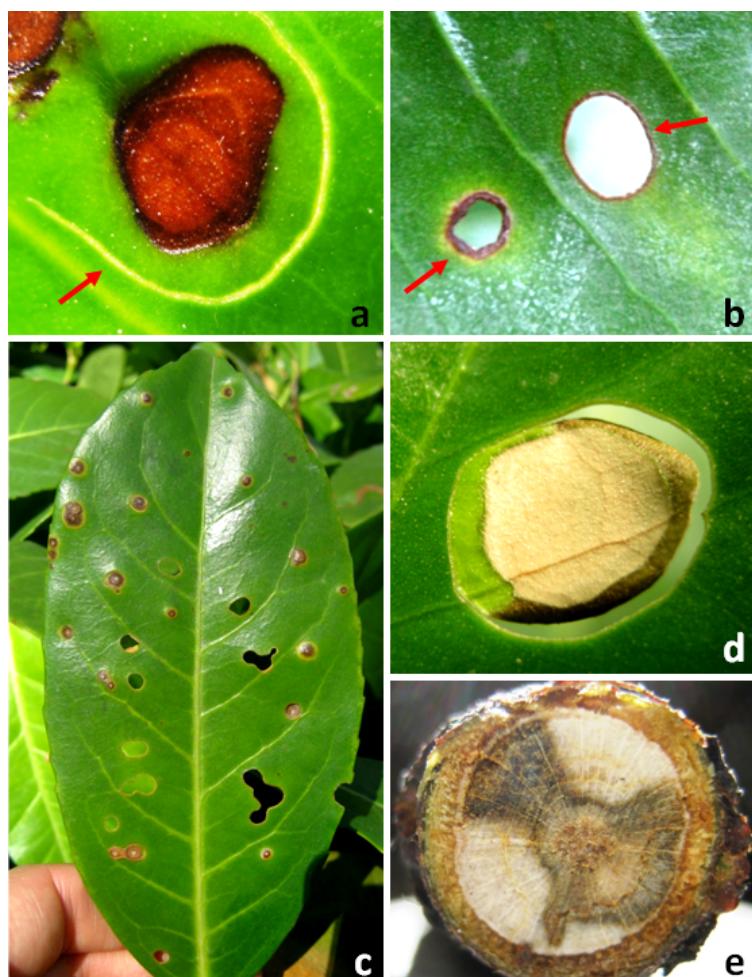
Prunus laurocerasus L. - lovor višnja

Iz stabala *Prunus laurocerasus* sa simptomima sušenja i iz listova sa nekrozama, rupicama i onih kod kojih je nekroza zahvatila veći deo lista izolovane su vrste *D. mutila* i *N. parvum*. Međutim, testovi patogenosti pokazali su da vrsta *N. parvum* učestvuje u procesu sušenja listova i stabala *P. laurocerasus*, dok je *D. mutila* endofitna i/ili saprofitska gljiva kada su u pitanju listovi *P. laurocerasus*, ali učestvuje u procesu sušenja stabala tj. drvenastih tkiva ove biljne vrste (Zlatković et al. 2016a, b; Tabela 1).

Početni simptom bolesti rupičavosti lišća jeste pojava nekrotičnih lezija - pega crvenkasto-braon ili beličasto-braon boje na lišću. Pege su najčešće dimenzija 1-2.5 cm, često su sa koncentričnim krugovima, crvenkastim rubom ili hlorotičnim, svetlo zelenim oreolom. Sa daljim razvojem bolesti gljiva formira plodonosna tela - piknide unutar lezija, a zatim lezije ispadaju iz lisca, dajući mu rupičast izgled. (Zlatković et al. 2016b; Slika 1). U nekim slučajevima nekroza se toliko proširi da zahvati polovicu lista, te nakon što lezija ispadne, list deluje kao da je makazama presečen na dva dela (Slika 1).

Simptomi rupičavosti lišća nisu karakteristični samo za *N. parvum* i lovor višnju, već se slična "izreštanost" lišća može javiti i kod voćkarica, npr. kajsije, nektarine, breskve i drugih *Prunus* vrsta i predstavlja svojevrsni vid odbrane od gljivičnih, bakterijskih i virusnih infekcija. Proces otpadanja nekroza i pojave rupica na listu sličan je procesu opadanja lišća i njegovog odvajanja od lisne drške. Naime, ovi procesi uzrokovani su stvaranjem tzv. apscisionog tkiva (sloja) koji se u slučaju bolesti rupičavosti lišća stvara oko nekroze i predstavlja vrstu indukovane strukturne odbrane biljke domaćina od patogena. Abscissiono tkivo je posebne anatomske strukture i sastoji se od parenhimskih ćelija tankih zidova tako da enzimi rastvaraju središnje lamele njihovih ćelijskih zidova izazivajući maceraciju (međusobno odvajanje ćelija). Abscissiono tkivo nakon toga postaje povezano sa listom samo pomoću vaskularnih elemenata koji se lako raskidaju pod uticajem mase same nekrotične lezije i okolnih ćelija abscisionog tkiva, atmosferskih padavina i vетра, te dolazi do njenog otpadanja i pojave rupica.

Proces stvaranja abscisionog tkiva je pod kontrolom fitohormona, uključujući abscisinsku kiselinu, auksin i etilen. Odbacivanjem inficiranog dela tkiva (nekroze) i par još uvek neinficiranih živih, aktivnih ćelija (abscisionog sloja), biljka štiti ostatak lisnog tkiva od infekcije patogena. Infekcija preti da se raširi ne samo zbog toksina koji patogen luči ubijajući ćelije u svojoj okolini, već i zbog pojave plodonosnih tela - piknida kojima patogen završava svoj životni ciklus i nakon što piknidi sazru sporama širi infekciju na nove delove lisne površine, ali i na nove još uvek neinficirane bijke (Agrios, 2005).



Slika 1. Simptomi bolesti na lišću i stablu *Prunus laurocerasus*: a. crvenkasto - braon nekrotična lezija sa abscisionim slojem (strelica), b. Rupe na listu nastale odbacivanjem nekroze i abscisioni sloj crvenkaste boje (strelice), c. List sa nekrozama i rupicama, d. nekroza beličasto-braon boje, d. tamno braon diskoloracija drveta na poprečnom preseku

Figure 1. Disease symptoms on leaves and stems of *Prunus laurocerasus*: reddish-brown necrotic lesion with abscisic layer (arrow), b. Leaf with holes and reddish abscisic layer (arrow), c. Leaf with necrotic lesions and holes, d. Whitish-brown necrotic lesion, d. Dark brown discoloration of sapwood.

Simptomi rupičavosti lista lovor višnje u drugim zemljama i delovima sveta povezivani su sa infekcijom bakterije *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* i gljivama kakve su npr. *Stigmina carpophila*, *Sphaceloma* sp. i *Mycosphaerella* sp. (Butin, 2003). Simptomi se mogu pomešati sa bakterijskom infekcijom zbog postojanja

hlorotičnog oreola oko nekrotične lezije koja je istovremeno i jedan od tipičnih simptoma bakterijskog oboljenja lišća.

Tabela 1. Lišćarske vrste drveća i žbunja, domaćini Botryosphaeriaceae vrsta u Srbiji

Table 1. Broadleaved hosts of Botryosphaeriaceae species in Serbia

Domaćin/Host	Botryosphaeriaceae vrsta/ Botryosphaeriaceae species	Uloga/Role
		endofit / saprofit (listovi)
	<i>Diplodia mutila</i>	<i>endophyte / saprophyte (leaves)</i>
<i>Prunus laurocerasus</i>		patogen / latentni patogen (stablo) pathogen / latent pathogen (stem)
	<i>Neofusicoccum parvum</i>	patogen / latentni patogen pathogen / latent pathogen
<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Diplodia seriata</i>	patogen / latentni patogen pathogen / latent pathogen
<i>Ligustrum vulgare</i>	<i>Diplodia seriata</i>	patogen / latentni patogen pathogen / latent pathogen
	<i>Diplodia mutila</i>	
<i>Aesculus hippocastanum</i>	<i>Dothiorella sarmmentorum</i>	patogen / latentni patogen
	<i>Neofusicoccum parvum</i>	pathogen / latent pathogen
	<i>Botryosphaeria dothidea</i>	
<i>Quercus robur</i>	<i>Diplodia seriata</i>	patogen / latentni patogen pathogen / latent pathogen
<i>Liriodendron tulipifera</i>	<i>Botryosphaeria dothidea</i>	patogen / latentni patogen pathogen / latent pathogen
	<i>Botryosphaeria dothidea</i>	endofit / saprofit
<i>Populus nigra var. italica</i>		<i>endophyte / saprophyte</i>
	<i>Neofusicoccum parvum</i>	patogen / latentni patogen pathogen / latent pathogen
<i>Populus tremula</i>	<i>Botryosphaeria dothidea</i>	patogen / latentni patogen pathogen / latent pathogen

Domaćin/Host	Botryosphaeriaceae vrsta/ Botryosphaeriaceae species	Uloga/Role
<i>Quercus cerris</i>	<i>Botryosphaeria dothidea</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>
<i>Magnolia grandiflora</i>	<i>Botryosphaeria dothidea</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>
<i>Pittosporum tobira</i> ¹	<i>Diplodia mutila</i>	endofit / saprofit <i>endophyte / saprophyte</i>
	<i>Neofusicoccum parvum</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>
<i>Viscum album</i>	<i>Sphaeropsis visci</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>
<i>Quercus rubra</i>	<i>Diplodia seriata</i>	
	<i>Dothiorella sarmmentorum</i>	
	<i>Neofusicoccum parvum</i>	endofit / saprofit
<i>Platanus acerifolia</i> ²	<i>Botryosphaeria dothidea</i>	<i>endophyte / saprophyte</i>
<i>Forsythia europaea</i>	<i>Dothiorella sarmmentorum</i>	
<i>Prunus cerasus</i>	<i>Diplodia seriata</i>	

¹ Izolat poreklom iz Bosne i Hercegovine-Republike Srpske Sample origin from Bosnia and Herzegovina

² Izolat poreklom iz Crne Gore Sample origin from Montenegro

Međutim, bakterijske lezije su najčešće vodene, dok gljivične nisu. Takođe, postojanje koncentričnih krugova unutar lezije, kao i pojava sitnih crnih piknida jasno razlikuje oboljenje lovor višnje uzrokovan sa *N. parvum* od bakterijske bolesti. Rupice na lišću lovor višnje mogu delovati i kao izgrizine insekata, ali se bolest uzrokovan gljivom *N. parvum* može prepoznati po delu abscisinskog sloja koji ostaje na listu, a često je crvenkaste boje ili po već otpalim delovima biljnog tkiva sa nekrozama i piknidima koji se najverovatnije nalaze na zemlji, ispod krošnje ili u njenoj neposrednoj blizini.

Povremeno se dešava i da patogen u procesu osvajanja lisne površine bude brži od odbrambenog odgovora biljke domaćina, tako da se nekroza širi lisnom površinom. List postaje nekrotiran, suv i dobija smeđu boju, ali ostaje na biljci, a infekcija se dalje širi kroz peteljku lista na izbojak i samo stablo. Na ubijenim lisnim delovima i izbojcima patogen formira crna plodonosna tela - piknide koji su dovoljno veliki da se mogu videti golinom okom.

Gljiva *N. parvum* može inficirati i stablo, tj. drvenasto tkivo *P. laurocerasus*, a na poprečnom preseku se može zapaziti braonkasto - crvena ili

tamno braon diskoloracija drveta, tipična za Botryosphaeriaceae vrste. Pokazano je da u procesu sušenja učestvuje i gljiva *D. mutila*, mada je ova vrsta manje agresivna od *N. parvum* kada je u pitanju drvenasto tkivo *P. laurocerasus* (Zlatković et al., 2016b; 2018; Zlatković, 2017; Slika 1).

***Fraxinus excelsior* L. – beli jasen**

U urbanim sredinama, jasen pokazuje simptome sušenja stabala i grana sa vrha, a uočena je i pojava nekrotičnih lezija i rak rana. Iz simptomatičnog drveta izolovane su dve Botryosphaeriaceae vrste i to *D. seriata* i *Dothiorella omnivora* (Zlatković et al., 2016a; 2018). Testovi patogenosti, međutim, pokazali su da je *D. seriata* patogen *F. excelsior*, dok je *Do. omnivora* endofitna i/ili saprofitna gljiva (Tabela 1). Međutim, treba napomenuti da je *Do. omnivora* izolovana samo iz biljnog materijala poreklom iz Republike Srpske (Zlatković et al., 2016a; 2018).

Patogenost gljive *D. seriata* prema jasenu je posebno zanimljiva zbog toga što jasen pokazuje simptome sušenja sa vrha i rak rana i u prirodnim šumama u Srbiji, gde je uočena i nekroza lišća i lismih peteljki, te se pojava simptoma pripisuje gljivi *Hymenoscyphus fraxineus* (syn. *Chalara fraxinea*) (Keča et al., 2017; Pap et al., 2017). Moguće je da je *D. seriata* jedan od uzročnika pojave simptoma u vidu nekrotičnih lezija na stablima jasena i u prirodnim šumama u Srbiji. Tako je npr. nedavno pokazano da gljiva iz istog roda - *D. mutila* učestvuje u procesu sušenja belog jasena u Poljskoj (Kowalski et al., 2017).

***Ligustrum vulgare* L. – kalina**

Iz kaline je izolovana vrsta *D. seriata* za koju se pokazalo da učestvuje u procesu sušenja *L. vulgare* (Tabela 1, Zlatković et al., 2016a; 2018). Gljiva završava životni ciklus time što na ubijenim delovima biljke obrazuje sitne crne piknide. Na ubijenim granama i stablu često se mogu zapaziti i crvene peritecije *Nectria* sp. koja je verovatno saprofit i hrani se već ubijenim tkivom *L. vulgare*, mada je ovu pojavu potreбno dodatno istražiti.

***Aesculus hippocastanum* L. – divlji kesten**

Iz nekrotičnih lezija na stablu divljeg kestena i rak ranama na granama i izbojcima izolovane su čak četiri Botryosphaeriaceae vrste i to: *D. mutila*, *Do. sarmientorum*, *N. parvum* i *B. dothidea*. Sve vrste su patogeni divljeg kestena (Tabela 1, Zlatković et al., 2016a; 2018). Botryosphaeriaceae vrste kod ovog domaćina dovode do bolesti grana i stabla i na poprečnom preseku se može zapaziti centralna tamna obojenost drvenastog tkiva, dok na listovima štetu nanosi insekt - miner divljeg kestena (*Cameraria ohridella*, Stojanović i Marković, 2004), gljiva *Phyllosticta sphaeropsoidea* (red Botryosphaerales, familija Phyllostictaceae, poznatija pod ranijim nazivom *Guignardia aesculi*) koja izaziva nekroze, tj. pegavost lišća, a značajnu ulogu imaju i abiotički faktori, npr. sve češće visoke letnje temperature vazduha koje dovode do sušenja oboda lista ove drvenaste vrste. Folijarni patogen *P. sphaeropsoidea*, miner lista i štetni abiotički faktori

omogućavaju oportunističkim, latentnim patogenima kakve su Botryosphaeriaceae infekciju drvenastog tkiva *A. hippocastanum*, čime dodatno ugrožavaju opstanak ove endemične drvenaste vrste.

Quercus robur L. – hrast lužnjak

Iz nekroza na stablima hrasta lužnjaka u šumama severne Srbije (AP Vojvodina) i mlađih stabala sa simptomima sušenja grana i stabala sa vrha u urbanim sredinama izolovana je vrsta *D. seriata*. Testovi patogenosti pokazali su da je ova gljiva patogen hrasta lužnjaka i na ubijenom delu kore obilno proizvodi sitne, crne piknide, delimično uronjene u tkivo (Tabela 1, Zlatković et al., 2018). U urbanim sredinama ova gljiva se često javlja zajedno sa gljivama iz roda *Cytospora*, koje su takođe oportunistički patogeni, i na stablima lužnjaka dovode do pojave nekroza narandžasto-braon boje, tipičnih za gljive iz ovog roda, unutar kojih se obrazuju piknidi iz kojih se spore izlučuju u vidu karakterističnih narandžastih crvuljaka. Hrast lužnjak je poslednjih godina ugrožen stalnim napadima insekata među kojima najčešći značaj ima hrastova mrežasta stenica *Corythucha arcuata* Say, a u urbanim sredinama česti su i insekti galaši (Pap et al., 2015; Marković i Stojanović, 2017). Štetni insekti i faktori abiotičke prirode (npr. ekstremno visoke temperature vazduha, suša) kojima su izložena stabla hrasta lužnjaka u urbanim sredinama dovode do stresa (Stojnić et al., 2016) što dalje omogućava infekcije oportunističkih patogena kakvi su Botryosphaeriaceae i *Cytospora* vrste.

Liriodendron tulipifera L. – liriodendron

Iz stabala liriodendrona sa simptomima sušenja grana i stabala sa vrha izolovana je gljiva *B. dothidea*. Ova Botryosphaeriaceae gljiva je patogen *L. tulipifera* i učestvuje u procesu sušenja ove drvenaste vrste (Tabela 1, Zlatković et al., 2018).

Populus nigra L. var. *italica* Du Roi – jablan

Dve Botryosphaeriaceae vrste izolovane su iz drvenastog tkiva jablana sa simptomima sušenja stabala i grana sa vrha i diskoloracije drveta i to: *B. dothidea* i *N. parvum*. Testovi patogenosti pokazali su da je gljiva *N. parvum* patogen *P. nigra* i učestvuje u procesu sušenja jablana (Tabela 1, Zlatković et al., 2018). Ovaj podatak je od posebnog značaja jer dodaje još jednu vrstu na listu patogenih gljiva, prouzrokovaca nekroze kore i rak rana crne topole, pored do sada već poznatih *Dothichiza populea* (seksualni oblik gljive *Cryptodiaporthe populea*) i *Cytospora* spp. (Avramović et al., 1999; Pap et al., 2003; Keča, 2008). Veštačke infekcije mlađih sadnica *P. nigra* u "polju" izolatima *N. parvum* dovele su do pojave kružnih nekrotičnih lezija, ulegnutih rak rana i prstenovanja sadnica sa pojavom piknida *N. parvum* na ubijenom delu tkiva samo par nedelja nakon inokulacije, što ukazuje da je reč o izuzetno agresivnom patogenu *P. nigra* (Zlatković et al., 2018). Gljiva *N. parvum* možda nanosi štetu i u plantažama topola u Srbiji, jer su simptomi bolesti slični *D. populea* (infekcija *Cytospora* vrstama se izdvaja zbog toga što inficirana

kora dobija narandžasti preliv i zbog spora koje se izlučuju u vidu žuto-narandžaste mase ili crvuljaka) i ovoj pojavi treba posvetiti pažnju u budućnosti.

***Populus tremula* – jasika, *Quercus cerris* – cer, *Magnolia grandiflora* – krupnocvetna magnolija**

Gljiva *B. dothidea* izolovana je iz rak rana i nekroza u pridanku mlađih stabala jasike, stabala cera sa simptomima u vidu rak rana i nekroza na granama i sušenjem grana sa vrha i sadnica magnolije sa simptomima sušenja sa vrha. Ova gljiva je patogen *P. tremula*, *Q. cerris* i *M. grandiflora*. Sadnice magnolije bile su poreklom iz rasadnika ukrasnog bilja iz Beograda (Tabela 1, Zlatković et al., 2018).

***Pittosporum tobira* – japanski pitosporum**

Zimzeleno dekorativno žbunje japanskog pitosporuma naseljavaju vrste *D. mutila* i *N. parvum*. Pokazalo se da je *N. parvum* patogen *P. tobira*, dok je *D. mutila* endofitna i/ili saprofitna gljiva. Gljive su izolovane iz pitosporuma sa simptomima sušenja sa vrha u primorskom delu Crne Gore, a u Srbiji zbog hladnijih klimatskih uslova koji onemogućavaju uzgoj ove biljne vrste na otvorenom prostoru, podatak o patogenosti *N. parvum* prema *P. tobira* ima ograničeni značaj (Tabela 1, Zlatković et al., 2018).

***Viscum album* subsp. *abietis* – bela imela**

Viscum album subsp. *abietis* je parazitna cvetnica čiji se žbunovi javljaju na stablima jele i česti su u urbanim sredinama Srbije. Iz žbunova sa simptomima sušenja izolovana je gljiva *S. visci*. Testovi patogenosti potvrdili su da ova gljiva dovodi do sušenja imele i nakon toga obrazuje plodonosna tela - piknide na ubijenim delovima biljnog tkiva, te je potencijalni kandidat za biokontrolu *V. album* (Tabela 1, Karadžić et al., 2004; Zlatković et al., 2016a; 2018).

Gljive iz familije Botryosphaeriaceae – endofiti liščarskih vrsta drveća i žbunja

Testovi patogenosti pokazali su da simptomi sušenja kod nekih liščarskih vrsta nisu uzrokovani Botryosphaeriaceae vrstama, već su ove gljive u datim domaćinima prisutne kao endofiti ili saprofiti i hrane se mrtvim biljnim tkivom prethodno ubijenim od strane neke druge gljive. Pregled tih Botryosphaeriaceae vrsta i njihovih domaćina dat je u tabeli 1.

Botryosphaeriaceae vrste izolovane su i iz *Salix caprea* sa simptomima sušenja grana i stabla sa vrha i to su vrste *D. seriata* i *B. dothidea*, dok je iz rak rana i nekroza iz kojih curi crni eksudat u drvoređima *Eucalyptus globulus* u primorskom delu Crne Gore izolovana vrsta *N. parvum*. Takođe, iz žbunja *Quercus ilex* sa simptomima sušenja stabla i grana sa vrha izolovana je gljiva *B. dothidea* (Zlatković et al., 2018). Moguće je da ove gljive učestvuju u procesu sušenja

pomenutih lišćara, ali to još uvek nije dokazano testovima u polju/laboratorijskim uslovima.

Zbog toga što *Botryosphaeriaceae* vrste kolonizuju sprovodne sudove biljke i c obzirom da su u pitanju latentni patogeni čije prisustvo može lako proći nezapaženo, kontrola ovih gljiva je teška. Zato se u urbanim sredinama preporučuju preventivne mere zaštite, koje se pre svega odnose na ublažavanje stresa koji se kod biljaka javlja zbog sve češćih klimatskih ekstremi, ali i specifičnih uslova u kojima biljke u gradovima egzistiraju (npr. zagađenost vazduha i zemljišta, povećana koncentracija soli u zemljištu, redukovani korenovi sistem zbog širenja asfaltnih površina, sabijanje zemljišta, te otežan prođor atmosferskih padavina u zemljište i nedostatak kiseonika, Zlatković, 2018). Hemijske mere suzbijanja primenom pesticida su u urbanim područjima ograničene, najviše zbog rizika njihove primene po zdravlje ljudi ali će, zajedno sa nekim drugim ekološki prihvatljivijim merama borbe protiv patogena biti predmet posebnog proučavanja.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekata “Istraživanje klimatskih promena i njihovog uticaja na životnu sredinu: praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje (III 43007) i “Održivo gazdovanje ukupnim potencijalom šuma u Republici Srbiji“ (TR 37008) Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, i delimično u okviru prognozno-izveštajnih poslova u vezi sa zaštitom zdravlja bilja na teritoriji grada Novog Sada Gradske uprave za komunalne poslove Novog Sada i poslova koji se odnose na zdravstveni pregled objekata za proizvodnju šumskog i hortikulturnog sadnog materijala Uprave za zaštitu bilja Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije. Istraživanje je finansirano 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)“. Istraživanje je sprovedeno uz pomoć prof. Nenada Keče, prof. Bernarda Slipersa, prof. Majkla Vingfilda, prof. Dragana Karadžića i dr Fahimeh Jami, kojima se autor zahvaljuje. Autor duguje zahvalnost i dr Miroslavu Markoviću, dr Predragu Papu, dr Leopoldu Poljakoviću-Pajniku i dr Miljanu Drekiću na korisnim sugestijama prilikom pripreme završne verzije ovog rada.

LITERATURA

Agrios, G. N. (2005): Plant pathology, (5th ed.). Burlington, NJ: Elsevier academic press. pp 922.

- Avramović, G., Guzina, V., Kovačević, B., Poljaković-Pajnik, L., Pap, P. (1999): Osetljivost klonova topole prema gljivi *Dothichiza populea* Sacc. et Br. Topola 163/164: 3-14.
- Butin, H. (2003): The shot-hole disease of Cherry laurel (*Prunus laurocerasus*)-old and new pathogens. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 55: 51-53.
- Karadžić, D., Lazarev, V. S., Milenković, M. (2004): The most significant parasitic and saprophytic fungi on common mistletoe (*Viscum album* L) and their potential application in biocontrol. Glasnik Šumarskog fakulteta 89: 115-126.
- Keča, N. (2008): Problem bolesti u topolovim zasadima. Glasnik Šumarskog fakulteta 97: 7-32.
- Keča, N., Kirisits, T., Audrious, M. (2017): First report of the invasive ash dieback pathogen *Hymenoscyphus fraxineus* on *Fraxinus excelsior* and *F. angustifolia* in Serbia. Baltic Forestry 23: 56-59.
- Kowalski T., Bilański, P., Kraj, W. (2017): Pathogenicity of fungi associated with ash dieback towards *Fraxinus excelsior*. Plant pathology 66: 1228-1238.
- Marković, M., Stojanović, A. (2017): Contribution to the knowledge of the fauna of cynipid gall wasps on the territory of Belgrade (Serbia). Acta entomologica serbica 22: 113-122.
- Pap, P., Balaž, J., Avramović, G. (2003): Ispitivanje osetljivosti genotipova topola prema izolatima gljive *Dothichiza populea* Sacc. et Br. Topola 171/172: 45-62.
- Pap, P., Drekić, M., Poljaković-Pajnik L., Marković M., Vasić V. (2015): Monitoring zdravstvenog stanja šuma na teritoriji Vojvodine u 2015. godini. Topola 195/196: 117-133.
- Pap, P., Drekić, M., Poljaković-Pajnik L., Marković M., Vasić V., Dejan V. Stojanović (2017): Problemi zaštite na teritoriji Vojvodine u 2017. godini. Topola 199/200: 117-140.
- 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.
- Slippers, B., Wingfield, M.J. (2007): The Botryosphaeriaceae as endophytes and latent pathogens of woody plants diversity, ecology and impact. Fungal Biology Reviews 21: 90-106.
- Slippers, B., Crous, P. W., Jami, F., Groenewald, J. Z., Wingfield, M. J. (2017): Diversity in the Botryosphaerales: Looking back, looking forward. Fungal Biology 121: 307-321.
- Stojanović, A., Marković, C. (2004): Parasitoid complex of *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Serbia. Phytoparasitica 32: 132-140.
- Stojnić, S., Pekeč, S., Keber, M., Pilipović, A., Stojanović, D., Stojanović, M., Orlović, S. (2016): Drought effects on physiology and biochemistry of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) and hornbeam (*Carpinus betulus* L.) saplings grown in urban area of Novi Sad, Serbia. SEEFOR 7: 57-63.
- Zlatković, M., Keča, N., Wingfield, M.J., Jami, F., Slippers, B. (2016a): Botryosphaeriaceae associated with the die-back of ornamental trees in

- Serbia, Antonie van Leeuwenhoek, International Journal of General and Molecular Microbiology, 109: 543-564.
- Zlatković, M., Keča, N., Wingfield, M.J., Jami, F., Slippers, B. (2016b): Shot hole disease of *Prunus laurocerasus* caused by *Neofusicoccum parvum* in Serbia, Forest pathology 46: 666-669.
- Zlatković, M. (2017): Botryosphaeriaceae-prouzrokovači raka i vaskularnog sušenja četinarskog drveća i žbunja u urbanim sredinama u Srbiji, Topola 199/200: 55-75.
- Zlatković, M., Wingfield, M.J., Jami, F., Slippers, B. (2018): Host specificity of co-infecting Botryosphaeriaceae on ornamental and forest trees in the Western Balkans, Forest pathology 48: e12410.

Summary

BOTRYOSPHAERIACEAE CAUSING SHOT HOLE DISEASE AND LEAF BLIGHT, STEM CANKER AND DIE-BACK OF BROADLEAVES IN URBAN AREAS OF SERBIA

by

Milica Zlatković

Over the last years, dying broadleaf trees and shrubs have been observed in urban areas across Serbia. The trigger mechanism of the die-back appeared to be a combination of abiotic factors (e.g. high temperatures, drought) and opportunistic infections caused by Botryosphaeriaceae fungi (Ascomycota: Botryosphaerales). Disease symptoms and signs included necrotic lesions and holes in leaf, leaf blight, die-back of stems, cankers and necrotic lesions on stems and branches, reddish-brown or dark brown discoloration of sapwood, and occurrence of Botryosphaeriaceae pycnidia in the diseased bark. Six Botryosphaeriaceae species have been found causing disease on broadleaf trees and shrubs in Serbia, including Botryosphaeria dothidea, Neofusicoccum parvum, Diplodia mutila, Diplodia seriata, Dothiorella sarmentorum and Sphaeropsis visci.