

# Uzročnik crvene pjegavosti borovih iglica (*Dothistroma* spp.) u šumskim kulturama običnoga (*Pinus sylvestris* L.) i crnoga bora (*Pinus nigra* J. F. Arnold) na području šumarija Pazin i Đurđevac

Jelena Kranjec Orlović, Lara Milošić, Antonija Kolar, Marko Boljfečić, Marko Vucelja, Danko Diminić

## Nacrtak – Abstract

Crvena pjegavost uzrokovana patogenom *Dothistroma* spp. smatra se jednom od najvažnijih mikoza borovih iglica u svijetu zbog svoje rasprostranjenosti u različitim područjima i zbog pridolaska na velikom broju vrsta i podvrsta roda *Pinus*. U Republici Hrvatskoj prvi je put uočena na crnom boru u okolici Slavonskoga Broda 1963. godine, odakle se proširila i u druga kontinentalna i obalna područja te je otkrivena na više vrsta borova (*Pinus* spp.), ali zasad postoji malo podataka o njezinoj distribuciji te osjetljivosti različitih domaćina. U ovom je istraživanju provedeno skupljanje i analiza simptomatičnih iglica crnoga i običnoga bora na području šumarija Pazin i Đurđevac tijekom 2015. i 2016. godine radi utvrđivanja brojnosti i stupnja zrelosti plodišta *Dothistroma* spp. te prisutnosti drugih vrsta potencijalno patogenih gljiva. Istraživanje je potvrdilo uzročnika bolesti, patogena *Dothistroma* spp., kao dominantnoga na istraživanim iglicama. Prema dobivenim rezultatima patogeneza se crvene pjegavosti borovih iglica te biologija uzročnika u Republici Hrvatskoj poklapaju s onima opisanim u drugim zemljama sličnih ili jednakih klimatskih prilika, iako postoje određene razlike između dvaju istraživanih područja i domaćina, pri čemu se crni bor pokazao osjetljivijom vrstom.

Ključne riječi: *Dothistroma*, *acervuli*, zrelost plodišta, obični bor, crni bor, šumske kulture

## 1. Uvod – Introduction

Vrste roda *Pinus* važne su kao pionirske vrste široke ekološke valencije s obzirom na pedološke prilike, pri čemu mogu poboljšati svojstva tla i pripremiti ga za pridolazak klimatogenih vrsta drveća, istodobno pružajući gospodarsku vrijednost i općekorisne funkcije, zbog čega se u Republici Hrvatskoj učestalo koriste pri pošumljavanju degradiranih staništa (Matić i dr. 1997). Crni bor (*Pinus nigra* J. F. Arnold) često je upotrebljavana vrsta prilikom pošumljavanja sredozemnoga krša u Republici Hrvatskoj (Matić i dr. 2011), ali i kontinentalnih područja, gdje se koristi uz obični bor (*Pinus sylvestris* L.), kao primjerice u posebnom rezervatu Đurđevački peski (Kranjčev 1996). Osim navedenih koristi koje pružaju te su vrste borova kao ukrasno drveće

često sastavni dio urbanih područja u kojima ispunjavaju različite socijalne funkcije, poput estetske, zdravstvene, rekreacijske i turističke.

Istodobno su vrste roda *Pinus* domaćini pogodni za razvoj različitih bolesti uzrokovanih parazitskim gljivama koje svojim djelovanjem mogu usporiti ili prekinuti fiziološke procese u stablima te time umanjiti dobrobiti koje te vrste drveća pružaju. Takva je bolest i crvena pjegavost borovih iglica, čiji je uzročnik patogena gljiva koja je u prošlosti bila poznata kao *Mycosphaerella pini* Rostr. ex Munk (telemorfni stadij) ili *Dothistroma septosporum* (Dorogin) M. Morelet (anamorfni stadij), dok se u novije vrijeme imenuje kao *Dothistroma* spp. jer je molekularnom analizom DNK otkriveno kako se unatoč jednakim simptomima na zaraženim stablima i

jednakim morfološkim značajkama radi o dvjema različitim gljivama, pri čemu je novootkrivenoj vrsti u anamorfnom stadiju dodijeljen naziv *Dothistroma pini* Hulbary, a telemorfni stadij još uvijek nije poznat (Barnes i dr. 2004).

Crvena se pjegavost smatra jednom od najvažnijih mikoza borovih iglica u svijetu zbog svoje rasprostranjenosti u različitim zemljopisnim područjima i pridolaska na velikom broju vrsta i podvrsta roda *Pinus* (Drenkhan i dr. 2016). Posljedice koje uzrokuje su nekroza i prijevremeno osipanje iglica, što smanjuje asimilacijske sposobnosti stabala, a time i debljinskoga i visinskoga prirasta te u konačnici do fiziološkoga slabljenja i odumiranja jer je bolest kroničnoga karaktera. Napadnute mogu biti iglice svih dobi, a kako se bolest na zaraženim borovima javlja svake godine, širi se na sve veći dio krošnje, ali i na sve više stabala (Gibson 1972, Glavaš 1999). U Republici Hrvatskoj bolest je prvi put utvrđena 1963. godine na crnom boru u okolici Slavonskoga Broda odakle se proširila i u druga kontinentalna i obalna područja te je otkrivena na više vrsta borova (*Pinus mugo* Turra, *P. ponderosa* Douglas ex C. Lawson, *P. strobus* L., *P. densiflora* Siebold et Zucc. i *P. sylvestris* L.), iako su najveće štete zabilježene na crnom boru u šumskim kulturama (Milatović 1976). Bolest se također javlja na mladim borovim sadnicama u rasadnicima, nasadima i u parkovima na pojedinačnim stablima ili u njihovim grupama (Glavaš 1999).

Iako bolest može biti letalna te uzrokovati ozbiljnu ekonomsku i ekološku štetu, dosad je u Republici Hrvatskoj provedeno samo nekoliko istraživanja njezine rasprostranjenosti i biologije (Milatović 1976, Diminić 2001). Stoga je cilj ovoga istraživanja bio provjeriti prisutnost i stupanj razvoja uzročnika crvene pjegavosti borovih iglica u dvama vege-

tacijskim razdobljima (jesen i proljeće) i na dvama različitim domaćinima koji se često koriste pri pošumljavanju u Republici Hrvatskoj (*Pinus nigra* i *Pinus sylvestris*), te utvrditi jesu li na simptomatičnim iglicama prisutne i druge vrste potencijalno patogenih gljiva koje bi također mogle sudjelovati u stvaranju šteta na borovima. Svrha je bila dobiti dodatan uvid u biologiju i trenutačnu rasprostranjenost *Dothistroma* spp. te osjetljivost pojedine vrste roda *Pinus*, što u budućnosti može pridonijeti optimizaciji procesa planiranja i provedbe mjera integrirane zaštite borovih sastojina i kultura.

## 2. Materijal i metode istraživanja *Research material and methods*

Skupljanje uzoraka simptomatičnih iglica sa zaraženih borovih stabala provedeno je u jesen 2015. te u proljeće 2016. godine u kulturama običnoga i crnoga bora na lokalitetima Novaki Pazinski na području Šumarije Pazin (UŠP Buzet) i u park-šumi Borik (Đurđevački peski) na području Šumarije Đurđevac (UŠP Koprivnica). Za svaku lokaciju, vrstu bora i vrijeme uzorkovanja analiziran je određeni broj nasumično odabranih iglica primjenom makroskopskih i mikroskopskih metoda (tablica 1).

Svaka je iglica promatrana stereomikroskopom (Motic SMZ 168 – TLED) pri uvećanju 25 puta do 50 puta pri čemu su prebrojena sva prisutna plodišta *Dothistroma* spp., procijenjena zrelost utvrđenih plodišta te zabilježena prisutnost drugih vrsta patogenih ili potencijalno patogenih gljiva. Vrste gljiva uočene promatranjem stereomikroskopom determinirane su dodatnim promatranjem pripadajućih spora svjetlosnim mikroskopom (Olympus BX 41) pri uvećanju 100 puta do 400 puta. Na isti je način za svaku analiziranu iglicu potvrđena prisutnost

**Tablica 1.** Broj analiziranih iglica s obzirom na vrijeme i lokaciju uzorkovanja te na vrstu bora  
**Table 1** Number of analysed needles regarding sampling period and location and pine species involved

Vrijeme uzorkovanja <i>Sampling period</i>	Lokacija uzorkovanja <i>Sampling location</i>	Vrsta bora <i>Pine species</i>	Broj analiziranih iglica <i>Number of analysed needles</i>
Jesen 2015. (rujan) <i>Autumn 2015. (September)</i>	Novaki Pazinski	<i>Pinus nigra</i>	99
Jesen 2015. (listopad) <i>Autumn 2015. (October)</i>	Borik	<i>Pinus sylvestris</i>	100
Proljeće 2016. (svibanj) <i>Spring 2016. (May)</i>	Novaki Pazinski	<i>Pinus nigra</i>	100
	Borik	<i>Pinus sylvestris</i>	113
		<i>Pinus nigra</i>	87

*Dothistroma* spp. (temeljem jednoga mikroskopsko-ga preparata) te utvrđena zrelost onih plodišta za koja je to bilo nemoguće utvrditi promatranjem stereomikroskopom na manjim uvećanjima.

Plodna su tijela, s obzirom na stupanj zrelosti, razvrstana kao:

- nerazvijena (plodište je zatvoreno, nisu vidljive spore ni konidiogene stanice)
- polurazvijena (plodište je zatvoreno ili otvoreno, vidljive su spore u razvoju i konidiogene stanice)
- razvijena (plodište je otvoreno, vidljive su razvijene spore)
- prazna (plodište je otvoreno, spore nisu prisutne) (Devčić Buzov 2009).

Podaci o broju i stupnju zrelosti plodišta *Dothistroma* spp. na iglicama statistički su obrađeni u programskom paketu StaSoft. Inc. (2011) STATISTICA version 10. Za usporedbu grupa uzoraka korišten je neparametrijski Mann–Whitneyjev *U*-test.

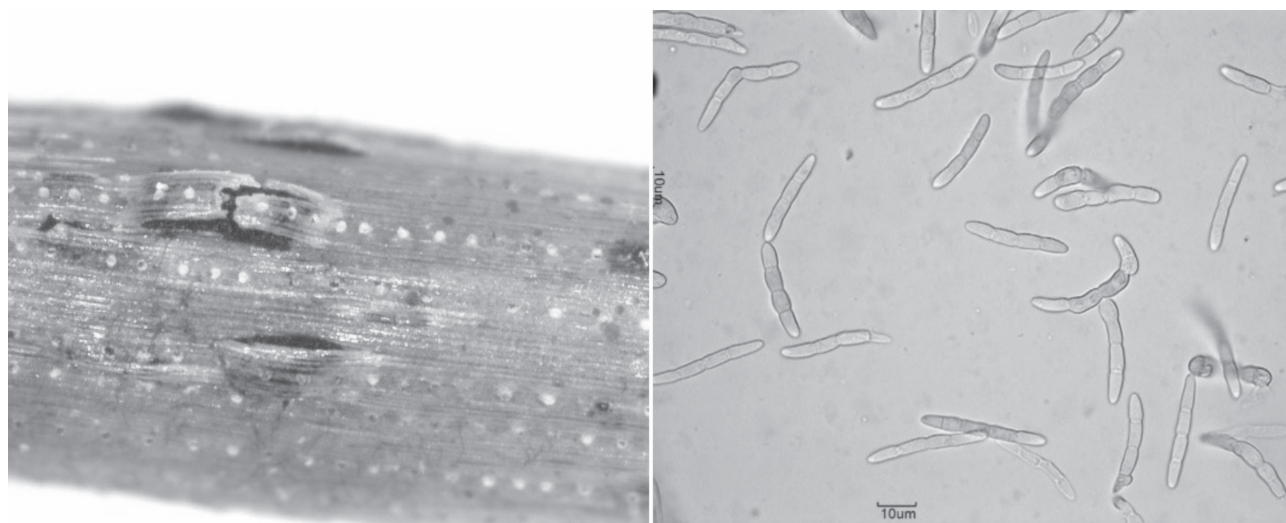
### 3. Rezultati istraživanja *Research results*

Makroskopskim pregledom iglica i analizom mikroskopskih preparata uočenih plodišta i pripadajućih spora na iglicama s obje istraživane lokacije i vrste borova utvrđeni su acervuli i konidije koje prema morfološkim obilježjima (EPPO 2015) pripadaju anamorfnomu stadiju uzročnika crvene pjegavosti borovih iglica (*Dothistroma* spp.) (slika 1). Plodišta

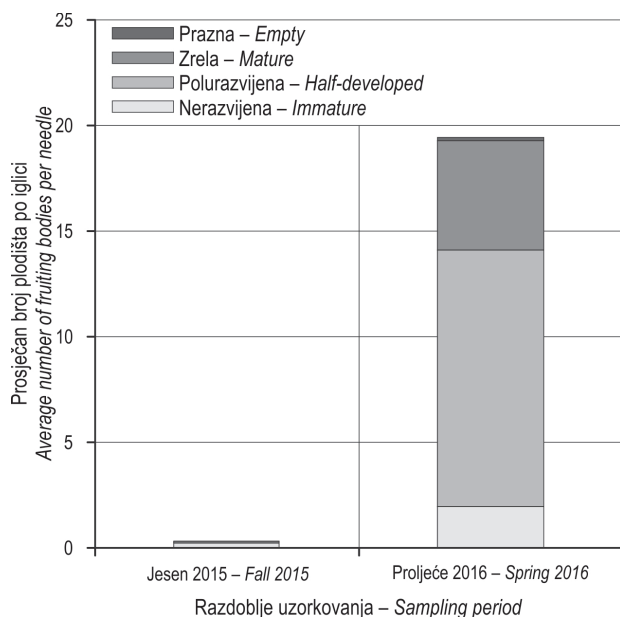
(periteciji) i spore (askospore) svršenoga stadija nisu pronađeni u ovom istraživanju. *Dothistroma* spp. je bila dominantno prisutna gljiva na uzorkovanim iglicama, dok su ostale vrste potencijalno patogenih gljiva zabilježene u malom broju.

#### 3.1 Prisutnost uzročnika crvene pjegavosti borovih iglica (*Dothistroma* spp.) na crnom boru na lokalitetu Novaki Pazinski – *Presence of red band needle blight causative agent (Dothistroma spp.) on Austrian pine in Novaki Pazinski*

Na iglicama crnoga bora skupljenim u rujnu 2015. godine na lokalitetu Novaki Pazinski zabilježeni su početni simptomi crvene pjegavosti borovih iglica (*Dothistroma* spp.) u obliku klorotičnih pjega žute do crvene boje na manjem broju iglica. Na 83 % iglica nije zabilježena prisutnost plodišta *Dothistroma* spp., a na preostalim su iglicama utvrđena većinom nerazvijena plodišta (19 od ukupno 22 prisutna), s maksimalnim brojem od tri plodišta na jednoj iglici. Na uzorcima skupljenim u svibnju 2016. godine na istom lokalitetu zabilježeni su uznapredovali simptomi bolesti: mrtve i suhe iglice s prisutnim crveno-smeđim prstenovima. Na svim su iglicama zabilježena plodišta *Dothistroma* spp., njih ukupno 1951 (1219 polurazvijenih, 520 razvijenih, 191 nerazvijeno te 21 prazno) s prosječno 19, a maksimalno 54 plodišta po iglici (slika 2). Rezultati Mann-Whitneyjeva *U*-testa pokazali su kako postoji statistički značajna razlika u broju plodišta u svim stupnjevima zrelosti između uzoraka iglica skupljenih u jesenskom i proljetnom razdoblju (tablica 2).



**Slika 1.** Plodišta (lijevo) i spore (desno) uzročnika crvene pjegavosti borovih iglica (*Dothistroma* spp.)  
**Fig. 1** Fruiting bodies (left) and spores (right) of red band needle blight (*Dothistroma* spp.)



**Slika 2.** Brojnost i zrelost plodišta *Dothistroma* spp. na iglicama crnoga bora na lokalitetu Novaki Pazinski

**Fig. 2** Average number and maturity of fruiting bodies on Austrian pine needles in Novaki Pazinski

### 3.2 Prisutnost uzročnika crvene pjegavosti borovih iglica (*Dothistroma* spp.) na običnom boru u park-šumi Borik – Presence of red band needle blight causative agent (*Dothistroma* spp.) on Scots pine in park forest Borik

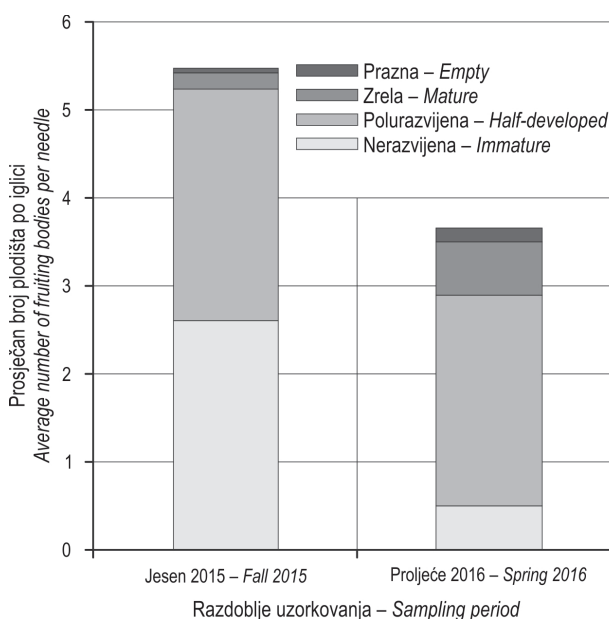
Na iglicama običnoga bora skupljenim u listopadu 2015. godine u park-šumi Borik, kao i na prethodno opisanoj lokaciji, zabilježeni su početni simptomi crvene pjegavosti borovih iglica (*Dothistroma* spp.) u obliku klorotičnih pjega na starijim i mlađim iglicama. Zabilježeno je 46 % iglica bez plodišta *Dothistroma* spp., a na ostalim iglicama utvrđeno je ukupno 541 plodište (259 nerazvijenih, 259 polurazvijenih, 20 zrelih i tri prazna), s prosječnim brojem od pet, a maksimalnim od 54 plodišta po iglici. Na uzorcima običnoga bora skupljenim u proljeće 2016. godine zabilježeni su uznapredovali simptomi bolesti, odumrli gornji dio iglice ili čak čitave suhe iglice s izraženim crveno-smeđim prstenovima. Unatoč tomu zabilježeno je 33 % iglica bez plodišta *Dothistroma* spp., a na ostalim iglicama utvrđeno je ukupno 414 plodišta (58 nerazvijenih, 268 polurazvijenih, 69 zrelih i 19 praznih). Prosječno su utvrđena četiri, a maksimalno je bilo 30 plodišta po iglici (slika 3). Rezultati Mann-Whitneyjeva *U*-testa pokazali su kako nema statistički značajne razlike u ukupnom broju plodišta na iglicama između jesenskih i proljet-

**Tablica 2.** Rezultati Mann-Whitneyjeva *U*-testa za usporedbu proljetnih i jesenskih uzoraka iglica crnoga bora s lokaliteta Novaki Pazinski prema broju plodišta različitih stupnjeva zrelosti

**Table 2** Results of Mann-Whitney *U*-test for comparison of number of fruiting bodies in different maturity stages between spring and autumn Austrian pine needle samples from Novaki Pazinski

Varijabla Variable	Mann-Whitneyjev <i>U</i> -test prema varijabli razdoblje uzorkovanja, signifikantnost kod $p < 0,05$ Mann-Whitney <i>U</i> -test by variable Sampling period, significant at $p < 0.05$
Nerazvijena plodišta Immature fruiting bodies	0,000001
Polurazvijena plodišta Half-developed fruiting bodies	0,000001
Razvijena plodišta Mature fruiting bodies	0,000001
Prazna plodišta Empty fruiting bodies	0,000397

nih uzoraka ( $p=0,406767$ ), ali kako postoji statistički značajna razlika u broju nerazvijenih, razvijenih i praznih plodišta između uzoraka iglica skupljenih u jesenskom i proljetnom razdoblju (tablica 3).



**Slika 3.** Brojnost i zrelost plodišta *Dothistroma* spp. na iglicama običnoga bora u park-šumi Borik

**Fig. 3** Average number and maturity of fruiting bodies on Scots pine needles in park forest Borik

**Tablica 3.** Rezultati Mann–Whitneyjeva *U*-testa za usporedbu proljetnih i jesenskih uzoraka iglica običnoga bora iz park-šume Borik prema broju plodišta različitih stupnjeva zrelosti

**Table 3** Results of Mann-Whitney *U*-test for comparison of number of fruiting bodies in different maturity stages between spring and autumn Scots pine needle samples from park forest Borik

Varijabla Variable	Mann-Whitneyjev <i>U</i> -test prema varijabli razdoblje uzorkovanja, signifikantnost kod $p < 0,05$ Mann-Whitney <i>U</i> -Test by variable Sampling period, significant at $p < 0.05$
Nerazvijena plodišta Immature fruiting bodies	0,000064
Polurazvijena plodišta Half-developed fruiting bodies	0,064684
Razvijena plodišta Mature fruiting bodies	0,000012
Prazna plodišta Empty fruiting bodies	0,001463

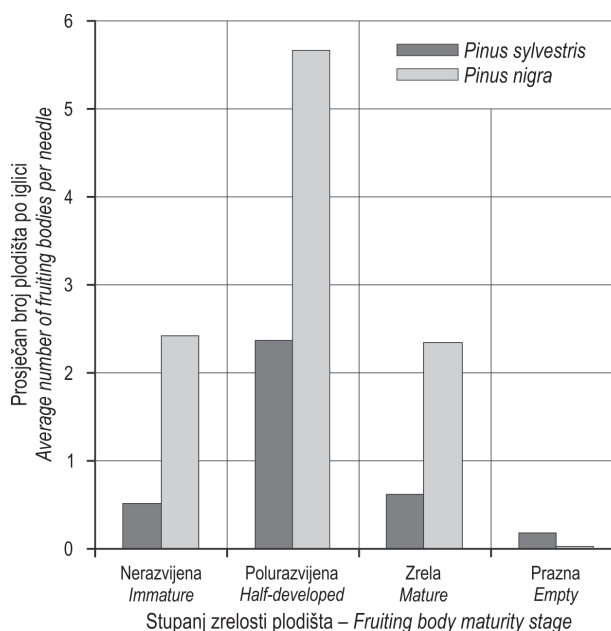
### 3.3 Usporedba prisutnosti uzročnika crvene pjegavosti borovih iglica (*Dothistroma* spp.) na običnom i crnom boru u park-šumi Borik – Comparison of presence of red band needle blight causative agent (*Dothistroma* spp.) on Scots and Austrian pine in park forest Borik

U park-šumi Borik u svibnju 2016. godine, osim iglica običnoga bora, uzorkovane su i iglice crnoga bora na kojem su zamijećeni simptomi crvene pjegavosti. Na iglicama crnoga bora zabilježeno je ukupno 907 plodišta (210 nerazvijenih, 492 polurazvijena, 204 zrela i jedno prazno), s prosječno 10 te maksimalno 38 plodišta *Dothistroma* spp. po iglici. Mann-Whitneyjev *U*-test pokazao je kako postoji statistički značajna razlika u ukupnom broju plodišta na iglicama između crnoga i običnoga bora ( $p < 0,000001$ ). Rezultati istoga testa, provedena za usporedbu brojnosti plodišta u različitim stupnjevima zrelosti na običnom i crnom boru, upućuju na statistički značajnu razliku u broju polurazvijenih i razvijenih plodišta između dviju navedenih biljnih vrsta, pri čemu je njihova brojnost na crnom boru veća (slika 4, tablica 4).

### 3.4 Prisutnost drugih vrsta patogenih gljiva na iglicama običnoga i crnoga bora – Presence of other pathogenic fungi on Scots and Austrian pine needles

Od drugih vrsta potencijalno patogenih gljiva na borovim iglicama na običnom su boru utvrđene *Lophodermium pinastri* (Schrad.) Chevall i

*Cyclaneusma* sp. DiCosmo, Peredo et Minter, dok su na crnom boru uz navedene dvije vrste zabilježene još i *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et B. Sutton i *Truncatella hartigii* (Tubef) Steyaert. Sve su nabrojene vrste utvrđene na malom broju iglica, samo 8 % u odnosu na ukupan broj svih analiziranih (slika 5).



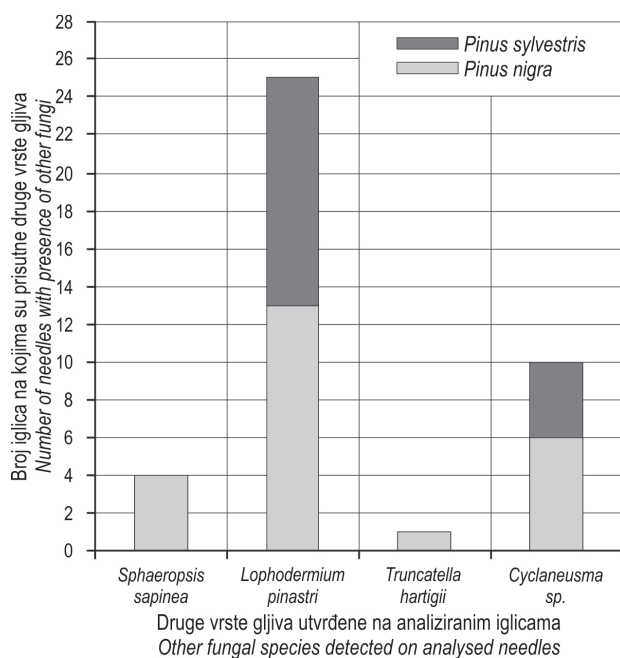
**Slika 4.** Brojnost i zrelost plodišta *Dothistroma* spp. na iglicama običnoga i crnoga bora skupljenim u svibnju 2016. godine u park-šumi Borik

**Fig. 4** Average number and maturity of *Dothistroma* spp. fruiting bodies on Scots and Austrian pine needles sampled in May 2016 in park forest Borik

**Tablica 4.** Rezultati Mann-Whitneyjeva U-testa za usporedbu proljetnih uzoraka iglica običnoga i crnoga bora iz park-šume Borik prema broju plodišta različitih stupnjeva zrelosti

**Table 4** Results of Mann-Whitney U-test for comparison of number of fruiting bodies in different maturity stages between Scots and Austrian pine needles sampled in spring in park forest Borik

Varijabla Variable	Mann-Whitneyjev U-test prema varijabli vrsta bora, signifikantnost kod $p < 0,05$ Mann-Whitney U-Test by variable Pine species, significant at $p < 0.05$
Nerazvijena plodišta Immature fruiting bodies	0,449474
Polurazvijena plodišta Half-developed fruiting bodies	0,009729
Razvijena plodišta Mature fruiting bodies	0,001199
Prazna plodišta Empty fruiting bodies	1,000000



**Slika 5.** Broj iglica običnoga i crnoga bora na kojima su zabilježene druge vrste patogenih gljiva osim *Dothistroma* spp.  
**Fig. 5** Number of Scots and Austrian pine needles with presence of other species of pathogenic fungi besides *Dothistroma* spp.

#### 4. Rasprava – Discussion

Na oboljelim borovim stablima tijekom jesenskoga skupljanja uzoraka (rujan i listopad) na objema istraživanim lokacijama zabilježeni su početni simptomi crvene pjegavosti koji nisu u potpunosti karakteristični samo za ovu bolest te nisu pouzdan znak identifikacije uzročnika *Dothistroma*

spp. jer ih mogu izazvati i neke druge vrste gljiva (*Lecanosticta acicola* /Thüm./ Syd., *Cercoseptoria pini-densiflorae* /Hori et Nambu/ Deighton) ili drugi abiotički i biotički čimbenici (Pehl i Wulf 2001). Na izbojcima su bile prisutne samo mlađe iglice (ovogodišnje do dvogodišnje) na kojima su uglavnom zabilježene klorotične žuto-smeđe pjege, u većem intenzitetu na lokalitetu Novaki Pazinski. Na izbojcima uzorkovanim u proljeće (svibanj 2016) na objema istraživanim lokacijama primijećen je napredak simptoma u obliku karakterističnih crveno-smeđih prstenova na potpuno ili djelomično suhim i smeđim jednogodišnjim iglicama, dok su one najmlađe bile vizualno zdrave, a one starije prijevremeno otpale s izbojka, što odgovara patogenezi crvene pjegavosti borovih iglica opisanoj u drugim zemljama (Gadgil 1984, Timmerman 2011).

Na lokalitetu Novaki Pazinski utvrđena je statistički značajna razlika u ukupnoj brojnosti i brojnosti prema stupnju zrelosti plodišta *Dothistroma* spp. između jesenskih i proljetnih uzoraka iglica crnoga bora. U rujnu 2015. godine na uzorku od 99 iglica izbrojena su samo 22 plodišta, od kojih čak njih 19 nerazvijenih, što znači da su bila u početnoj fazi razvoja, bez prisutnih konidiogenih stanica i samih konidija, dok su u proljeće (svibanj 2016) na svim iglicama nađena većinom polurazvijena (62 %) i razvijena (27 %) plodišta, dakle pretežno ona s djelomično ili potpuno razvijenim infektivnim sporama, što upućuje na visok infekcijski potencijal te prema tome i mogućnost novih zaraza iglica istoga stabla ili susjednih stabala u tom razdoblju godine. Dobiveni se rezultati poklapaju s poznatom biologijom gljive u Republici Hrvatskoj (Glavaš 1999) i u svi-

jetu (Mullet 2014, Drenkhan i dr. 2016), prema kojoj je na sjevernoj Zemljinjnoj hemisferi glavno razdoblje razvoja plodišta i spora te ostvarenja infekcija između ožujka i lipnja (kolovoza), dakle u proljeće i ljeto, dok se plodišta počinju razvijati u jesen i tijekom zime.

U park-šumi Borik nije utvrđena statistički značajna razlika u ukupnom broju plodišta *Dothistroma* spp. između jesenskih i proljetnih uzoraka iglica običnoga bora, već u brojnosti plodišta promatrajući samo pojedine kategorije stupnja zrelosti, gdje se pokazalo kako su na uzorcima skupljenim u listopadu 2015. godine statistički brojnija bila nerazvijena plodišta, dok su na uzorcima skupljenim u svibnju 2016. godine statistički brojnija bila zrela i prazna plodišta. Statistički značajna razlika nije utvrđena u brojnosti polurazvijenih plodišta koja su u relativno velikom broju nađena na iglicama uzorkovanim u jesenskom (259) i proljetnom (268) razdoblju. Dobiveni se podaci također uklapaju u općeniti opis biologije gljive gdje u jesen započinje, a u proljeće kulminira razvoj plodišta i otpuštanje spora na zaraženim iglicama. Međutim, u usporedbi s prethodno navedenom lokacijom Novaki Pazinski, na običnom boru u park-šumi Borik već je u jesen prisutan značajan broj plodišta ne samo u početnoj fazi razvoja (nerazvijena) već i plodišta s djelomično razvijenim sporama (polurazvijena) koja, uz povoljne klimatske prilike koje omogućuju brzo sazrijevanje, otpuštanje i klijanje prisutnih spora, mogu izazvati masovnu zarazu i prije proljeća (Gilmour 1981, Karadžić 1989). S druge strane, na navedenoj lokaciji i domaćinu u proljeće je zamijećen manji ukupni broj plodišta u odnosu na crni bor u Novakima Pazinskim. Veća brojnost plodišta na iglicama običnoga bora u jesen, statistički jednaka onoj na proljetnim uzorcima, najvjerojatnije je posljedica nešto kasnijega uzorkovanja (provedeno u listopadu u odnosu na uzorkovanje crnoga bora provedeno u rujnu), ali, kao i razlika u brojnosti plodišta u proljeće, može biti uzrokovana i stanišnim, posebice klimatskim prilikama karakterističnim za pojedini istraživani lokalitet (Woods i dr. 2005, 2016) te u još većoj mjeri vrstom, odnosno osjetljivošću napadnutoga domaćina, što se u dosadašnjim istraživanjima pokazalo značajnim čimbenikom koji utječe na razvoj bolesti (Fraser i dr. 2016a, Rodas i dr. 2016).

Usporedbom uzoraka iglica običnoga i crnoga bora skupljenih u isto vrijeme (svibanj 2016) te na istom lokalitetu (park-šuma Borik) utvrđeno je kako postoji statistički značajna razlika u ukupnom broju plodišta *Dothistroma* spp. između dvaju navedenih domaćina, ali i brojnosti plodišta promatrajući kate-

gorije stupnja zrelosti koje se odnose na polurazvijena i razvijena plodišta. Pritom su navedene kategorije plodišta koja sadrže djelomično ili potpuno razvijene infektivne spore značajno brojnija kod crnoga bora, ukazujući na intenzivniji razvoj uzročnika bolesti na tom domaćinu u odnosu na obični bor u istim stanišnim uvjetima, što je u skladu s dosadašnjim istraživanjima koja su potvrdila crni bor kao jednu od najviše osjetljivih (Milatović 1976, Glavaš 1999), a obični bor kao jednu od najmanje osjetljivih vrsta (Bednářová i dr. 2005, Fraser i dr. 2016b).

Ostale identificirane vrste gljiva utvrđene su na malom broju iglica, što potvrđuje *Dothistroma* spp. kao dominantnoga patogena običnoga i crnoga bora na istraživanim lokacijama. *Lophodermium pinastri* i *Cyclaneusma* sp. nađene su na oba domaćina, dok su *Truncatella hartigii* i *Sphaeropsis sapinea* utvrđene samo na crnom boru, koji se u Republici Hrvatskoj i smatra najosjetljivijom vrstom drveća na napad potonje vrste (Diminić 1994). Sve navedene gljive prema dosadašnjim spoznajama kategorizirane su kao oportunistički ili paraziti slabosti (Diminić i dr. 2004, Glavaš i Diminić 2011).

## 5. Zaključci – Conclusions

Prema dobivenim rezultatima patogeneza se crvene pjegavosti borovih iglica te biologija uzročnika u Republici Hrvatskoj poklapaju s onima opisanim u drugim zemljama sličnih ili istih klimatskih prilika, iako postoje određene razlike između dvaju istraživanih područja i domaćina. Na lokalitetu Pazinski Novaki na crnom boru bolest je značajno višega intenziteta u proljeće u odnosu na jesen, dok je u park-šumi Borik na običnom boru jednako prisutna u oba godišnja doba, tj. razdoblja uzorkovanja, iako u različitim razvojnim stadijima. Na dobivene rezultate djelomično utjecala činjenica da je uzorkovanje u park-šumi Borik provedeno kasnije, ali svakako i različiti stanišni uvjeti karakteristični za pojedini lokalitet te različiti domaćini na kojima je istraživanje provedeno, pri čemu se crni bor pokazao osjetljivijom vrstom, odnosno vrstom na kojoj bolest brže napreduje.

Takav snažan utjecaj vanjskih čimbenika na razvoj uzročnika bolesti upućuje na potrebu za dodatnim i kontinuiranim praćenjem *Dothistroma* spp., poglavito radi kroničnoga karaktera bolesti, odnosno dugoročne prisutnosti na zaraženim borovima te vrlo vjerojatnoga utjecaja klimatskih promjena na epidemiologiju bolesti u budućnosti. Podaci o patogenezi bolesti i biologiji uzročnika, pa tako i oni

dobiveni ovim istraživanjem, temelj su za donošenje odluka o ciljanim mjerama zaštite, predviđanje opsega bolesti u još nezaraženim područjima, kao i razmjera bolesti u budućim scenarijima klimatskih promjena.

### Zahvala – Acknowledgement

Dio je istraživanja financiran sredstvima Ministarstva poljoprivrede Republike Hrvatske u sklopu projekta »Integrirana zaštita šumskih ekosustava krša Hrvatske u promijenjenim klimatskim uvjetima«.

### 6. Literatura – References

- Barnes, I., P. W. Crous, B. D. Wingfield, M. J. Wingfield, 2004: Multigene phylogenies reveal that red band needle blight of *Pinus* is caused by two distinct species of *Dothistroma*, *D. septosporum* and *D. pini*. *Studies in Mycology*, 52(2): 551–565.
- Bednářová, M., D. Palovčíková, L. Jankovský, 2006: The host spectrum of *Dothistroma* needle blight *Mycosphaerella pini* E. Rostrup – new hosts of *Dothistroma* needle blight observed in the Czech Republic. *Journal of Forest Science*, 52 (1): 30–36.
- Devčić Buzov, I., 2009: Parazitska gljiva *Mycosphaerella dearnessii* Barr na iglicama alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill.) u G.J. Nin-Kožino, šumarija Zadar (*Parasitic fungus Mycosphaerella dearnessii* Barr on Aleppo pine / *Pinus halepensis* Mill./ needles in M.U. Nin-Kožino, forestry office Zadar). Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1–106.
- Diminić, D., 1994: Prilog poznavanju mikoza borovih kultura u Istri (Contribution to understanding of mycoses in pine plantations in Istria). *Glasnik za šumske pokuse*, 30: 21–60.
- Diminić, D., B. C. Van Dam, B. Hrašovec, 2004: *Sphaeropsis sapinea*: The Cultural Characteristics of Isolates in Relation to Various Impacts on Pines in Croatia. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 39(4): 383–397.
- Drenkhan, R., V. Tomešová Haataja, S. Fraser, R. E. Bradshaw, P. Vahalík, M. S. Mullett, J. Martín-García, L. S. Bulman, M. J. Wingfield, T. Kirisits, T. L. Cech, S. Schmitz, R. Baden, K. Tubby, A. Brown, M. Georgieva, A. Woods, R. Ahumada, L. Jankovský, I. M. Thomsen, K. Adamson, B. Marçais, M. Vuorinen, P. Tsopelas, A. Koltay, A. Halasz, N. La Porta, N. Anselmi, R. Kiesnere, S. Markovskaja, A. Kačergius, I. Papazova-Anakieva, M. Risteski, K. Sotirovski, J. Lazarević, H. Solheim, P. Boroň, H. Bragança, D. Chira, D. L. Musolin, A. V. Selikhovkin, T. S. Bulgakov, N. Keča, D. Karadžić, V. P. Galovic, M. Markovic, L. Poljakovic Pajnik, V. Vasic, E. Ondrušková, B. Piškur, D. Sadiković, J. J. Diez, A. Solla, H. Millberg, J. Stenlid, A. Angst, V. Queloz, A. Lehtijärvi, H. T. Doğmuş-Lehtijärvi, F. Oskay, K. Davydenko, V. Meshkova, D. Craig, S. Woodward, I. Barnes, M. Cleary, 2016: Global geographic distribution and host range of *Dothistroma* species: a comprehensive review. *Forest Pathology*, 46(5): 408–442.
- EPPO, 2015: PM 7 / 46 (3) *Lecanosticta acicola* (formerly *Mycosphaerella dearnessii*), *Dothistroma septosporum* (formerly *Mycosphaerella pini*) and *Dothistroma pini*. EPPO Bulletin, 45: 163–182.
- Fraser, S., M. S. Mullett, S. Woodward, A. V. Brown, 2016b: Between-site and -year variation in the relative susceptibility of native Scottish *Pinus sylvestris* populations to *dothistroma* needle blight. *Plant Pathology*, 65(3): 369–379.
- Fraser, S., S. Woodward, A. Brown, C. G. Fossdal, 2016a: Inter- and intraspecific variation in susceptibility to *dothistroma* needle blight in Britain. How susceptible are *Pinus sylvestris* and *Pinus contorta*? *Forest Pathology*, 46(5): 534–546.
- Gadgil, P. D., 1984: *Dothistroma* needle blight. *Forest Pathology in New Zealand* No. 5, Forest Research Institute, New Zealand, 1–10.
- Gibson, I. A. S., 1972: *Dothistroma* blight of *Pinus radiata*. *Annual review of Phytopathology*, 10(1): 51–72.
- Gilmour, J. W., 1981: The effect of season on infection of *Pinus radiata* by *Dothistroma pini*. *European Journal of Forest Pathology*, 11(5/6): 265–269.
- Glavaš, M., D. Diminić, 2011: Bolesti šumskoga drveća (Diseases of forest trees). U: Šume hrvatskoga Sredozemlja, S. Matić (gl. ur.), Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 533–555.
- Glavaš, M., 1999: Gljivične bolesti šumskoga drveća (Fungal diseases of forest trees). Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1–281.
- Karadžić, D. M., 1989: *Scirrhia pini* Funk et Parker. Life cycle of the fungus in plantations of *Pinus nigra* Arn. in Serbia. *European Journal of Forest Pathology*, 19(4): 231–236.
- Kranjčev, R., 1996: Podravski pijesci danas – ekološko-biološke značajke (Podravina sands today – ecological and biological characteristics). *Šumarski list*, 120(9–10): 425–428.
- Matić, S., I. Anić, M. Oršanić, 1997: Podizanje, njega i obnova šuma kao temeljni preduvjeti ekološkog, društvenog i gospodarskog napretka Mediterana (Afforestation, tending and regeneration as the basic prerequisites for an ecological, social and economic development of the mediterranean). *Šumarski list*, 121(9–10): 463–472.
- Matić, S., M. Oršanić, I. Anić, D. Drvodelić, V. Topić, S. Mikac, Z. Đurđević, 2011: Pošumljavanje krša hrvatskoga Sredozemlja. U: Šume hrvatskoga Sredozemlja, S. Matić (gl. ur.), Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 393–426.
- Mullett, M. S., 2014: The Epidemiology of *Dothistroma* Needle Blight in Britain. PhD Thesis, Imperial College London, 1–269.



Pehl, L., A. Wulf, 2001: *Mycosphaerella* – needle fungi on pines – symptoms, biology and differential diagnosis. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 53: 217–222.

Rodas, C. A., M. J. Wingfield, G. M. Granados, I. Barnes, 2016: *Dothistroma* needle blight: an emerging epidemic caused by *Dothistroma septosporum* in Colombia. *Plant Pathology*, 65(1): 53–63.

Timmerman, A. D., 2011: *Dothistroma* needle blight of pine. *NebGuide G2070*, University of Nebraska-Lincoln, Insti-

tute of Agriculture and Natural Resources, 2 p.

Woods, A. J., J. Martín García, L. Bulman, M. W. Vasconcelos, J. Boberg, N. La Porta, H. Peredo, G. Vergara, R. Ahumada, A. Brown, J. J. Diez, J. Stenlid, 2016: *Dothistroma* needle blight, weather and possible climatic triggers for the disease's recent emergence. *Forest Pathology*, 46(5): 443–452.

Woods, A., K. D. Coates, A. Hamann, 2005: Is an Unprecedented *Dothistroma* Needle Blight Epidemic Related to Climate Change? *BioScience*, 55(9): 76–769.

---

### Abstract

---

## *Causative Agent of Red Band Needle Blight (*Dothistroma* spp.) in Forest Plantations of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Austrian pine (*Pinus nigra* J. F. Arnold) in the Area of Forest Offices Pazin and Đurđevac*

In Croatia pines are known and valued as pioneer tree species often used for afforestation of degraded habitats and are thus of a great ecological value, especially Austrian pine in Mediterranean karst area and often also the Scots pine in continental parts of the country. At the same time, these tree species are susceptible hosts for various fungal pathogens, one of them being *Dothistroma* spp., causative agent of red band needle blight. In this research symptomatic needles were collected from Austrian and Scots pine in autumn (September and October) 2015 and spring (May) 2016 in forest plantations at two localities, one maritime (Novaki Pazinski, forest office Pazin area) and one continental (park forest Borik, forest office Đurđevac area). Needles from each pine species, sampling area and sampling period were analysed for the number of present *Dothistroma* spp. fruiting bodies and their maturity. Occurrence of other fungi was also determined on the same needles. Results revealed statistically significant difference in number of fruiting bodies in all maturity stages (immature, half-developed, mature, empty) on Austrian pine needles in maritime location (Novaki Pazinski) between samples collected in September 2015 and ones collected in May 2016, with a total of 1951 fruiting bodies detected in spring and only 22 in autumn on the sample of 99 and 100 needles, respectively. As for the Scots pine at continental location (Borik), results showed that immature fruiting bodies were statistically more numerous in October 2015, whereas mature and empty ones were statistically more numerous in May 2016, with total numbers of fruiting bodies being similar, that is, without statistically significant difference (541 in autumn, 414 in spring). Given data are in accordance with generally reported pathogen biology from literature and previous research, and the difference between two locations is most probably the result of somewhat later sampling period for Scots pine in Đurđevac forestry office area, but also of different climatic conditions characteristic for each location and difference in susceptibility of researched hosts. This was also confirmed by comparison of acervuli number present on needles of Austrian and Scots pine from the same location (Borik) and collected in the same period (May 2016), which showed that half-developed and mature acervuli containing partially or fully developed infective conidia were statistically more numerous on Austrian pine. Other detected fungi were present on a small number of analysed needles (8%), *Lophodermium pinastri* and *Cyclaneusma* sp. on both pine species, and *Sphaeropsis sapinea* and *Truncatella hartigii* only on Austrian pine.

**Keywords:** *Dothistroma*, acervuli, fruiting bodies maturity, Austrian pine, Scots pine, forest plantations

---

Adrese autorâ – Authors' addresses:

dr. sc. Jelena Kranjec Orlović \*  
e-pošta: jkranjec@sumfak.hr  
Antonija Kolar, mag. ing. silv.  
e-pošta: akolar@sumfak.hr  
Marko Boljfeć, mag. ing. silv.  
e-pošta: marko.boljfec@hotmail.com  
doc. dr. sc. Marko Vucelja  
e-pošta: mvucelja@sumfak.hr  
prof. dr. sc. Danko Diminić  
e-pošta: ddiminic@sumfak.hr  
Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet  
Zavod za zaštitu šuma i lovno gospodarenje  
Svetošimunska 25  
10002 Zagreb  
HRVATSKA

Lara Milošić, mag. ing. silv.  
e-pošta: lara.milosic@hotmail.com  
Ulica Matije Gupca 1  
48000 Koprivnica  
HRVATSKA

Primljeno (*Received*): 28. 9. 2018.  
Prihvaćeno (*Accepted*): 16. 10. 2018.

\* Glavni autor – *Corresponding author*