

GDK: 416.1+416.5:174.7 Pinus spp.(045)

BORI - *Pinus* spp.

PINES - *Pinus* spp.

BOLEZNI POGANJKOV, VEJ IN DEBLA DISEASES OF SHOOTS, BRANCHES AND TRUNK

Sphaeropsis sapinea, *Cenangium ferruginosum*, *Sydowia polyspora*

Dušan JURČ¹

Izvleček:

Jurc, D.: Bori. Bolezni poganjkov, vej in debla. *Sphaeropsis sapinea*, *Cenangium ferruginosum*, *Sydowia polyspora*. Gozdarski vestnik, 65, št. 1. V slovenščini, z izvlečkom v angleščini, cit. lit. 50. Prevod v angleščino: avtor. Lektura angleškega besedila: Jana Oštir.

V prispevku so opisane bolezni borov, ki imajo podobne simptome in povzročajo odmiranje borovih poganjkov, vej in celih dreves. Gliva *Sphaeropsis sapinea* se je epifitotično pojavila v Sloveniji v začetku 80. let prejšnjega stoletja in je najpomembnejša povzročiteljica sušenja črnega bora (*Pinus nigra*) v nasadih na Krasu. Gliva *Cenangium ferruginosum* je endofit iglic, ki se v sušnih razmerah razraste v vejo in povzroči njeno odmiranje. Redko nastopi v večjem obsegu. Gliva *Sydowia polyspora* je tudi endofitna, pogosto pa se množično pojavi na odmirajočih vejah, kar kaže na njen patogeni značaj. Opisane so biološke značilnosti navedenih gliv, njihova razširjenost in ukrepi, ki jih uporabljamo za njihovo zatiranje.

Ključne besede: bori, *Pinus* spp., bolezni, poganjki, veje, debla, *Sphaeropsis sapinea*, *Cenangium ferruginosum*, *Sydowia polyspora*, Slovenija

Abstract:

Jurc, D.: Pines. Diseases of shoots, branches and trunk. *Sphaeropsis sapinea*, *Cenangium ferruginosum*, *Sydowia polyspora*. Gozdarski vestnik, 65, No. 1. In Slovene, with abstract in English, lit. quot. 50. Translated into English by the author. English language editing by Jana Oštir.

Described are those diseases of pines which have similar symptoms and are the cause of dieback of pine shoots, branches and whole trees. *Sphaeropsis sapinea* appeared epiphytically in Slovenia in the beginning of the eighties of the last century and is the main cause of Austrian pine (*Pinus nigra*) plantation dieback in the Kras area. The fungus *Cenangium ferruginosum* is an endophyte of needles which can spread to the branch in drought conditions and provoke its death. Its large scale occurrence is rare. The fungus *Sydowia polyspora* is also an endophyte, but it is frequently detected in withering branches and this fact indicates its pathogenicity. Biological characteristics of the mentioned fungi, their distribution and measures for their suppression are described.

Key words: pines, *Pinus* spp., diseases, shoots, branches, trunk, *Sphaeropsis sapinea*, *Cenangium ferruginosum*, *Sydowia polyspora*, Slovenia

ŠIFRA: 32,31,29,38-3.02.-2.005/GDSR

SUŠICA NAJMLAJŠIH BOROVIH POGANJKOV, *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton 1980 (anamorf)

(sin. *Diplodia pinea* (Desm.) J. Kickx (1867))

Taksonomska uvrstitev:

(teleomorfa nima, genetska analiza kaže, da je verjetna uvrstitev v rod *Botryosphaeria*, Botryosphaeriaceae, Dothideales, Dothideomycetidae), Ascomycetes (mešičkovnice), Ascomycota (zaprtotrošnice), Fungi (glive) (KIRK et al. 2001, de WET et al. 2003)

Oznaka bolezni

Sušica najmlajših borovih poganjkov je gospodarsko najpomembnejša bolezen borov, ki rastejo izven svojega naravnega areala.

Opis glive

Gliva oblikuje v naravi in v čisti kulturi samo konidiome s konidiji (piknidije s piknosporami - anamorf), spolne oblike (peritecije z askosporami - teleomorf) ne oblikuje. Zato njena filogenetska

¹ Doc. dr. D. J., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SLO

uvrstitev ni sigurna, vendar so z novimi analiznimi tehnikami genetskega materiala (delna sekvenca šestih genov, ki kodirajo proteine in šestih mikrosatelitskih lokusov) ugotovili, da je genetsko gliva v največji meri podobna vrstam iz rodu *Botryosphaeria* (de WET et al. 2003).

WANG s sodelavci (1985) ter podrobneje nato še PALMER s sodelavci (1987) so ugotovili, da *Sphaeropsis sapinea* v ZDA obstaja v dveh populacijah (morfotipih), ki ju lahko ločimo po značilnostih v čistih kulturah. Morfotip A raste v kulturi kot zračni, vatast, najprej bel nato sivozelen do črn micelij. Morfotip B pa raste kot polegel in bel do črn micelij. Trosi morfotipa A imajo gladko steno in so večji kot trosi morfotipa B, ki imajo v steni tudi drobne vdolbine. Morfotip A je bolj patogen kot morfotip B. CECH (1995) je na osnovi morfologije trosov in morfologije glive *S. sapinea* v kulturi ugotovil, da je v Avstriji povzročila sušenje črnega bora po letu 1990 gliva *S. sapinea* morfotip A. Prav tako ugotavlja DIMINIĆ (1997) na osnovi značilne rasti glive v kulturi, da je na celotnem območje Hrvaške prisotna le gliva *S. sapinea* morfotip A. Variabilnost 697 izolatov glive *S. sapinea*, ki smo jih pridobili pri nas v raziskavah gliv v odmrlih vejah črnega bora na Krasu v letih 2000-2002, je bila velika, vendar po značilnostih rasti micelija menimo, da prav vsi izolati kažejo značilnosti glive *S. sapinea* morfotip A (JURC 2003). Morfotip A ima svetovno razširjenost in je dominanten na vseh območjih, od koder poročajo o pojavu sušice najmlajših borovih poganjkov. Ugotovili so, da je genetska variabilnost morfotipa A majhna in da na regionalni niti na svetovni ravni ni genetskih razlik v populaciji patogena, kar pomeni, da se je gliva iz enega, verjetno majhnega območja razširjenosti, uspela razširiti po celem svetu (DESPREZ-LOUSTAU et al. 2006).

Opisan pa je bil tudi tretji morfotip glive *S. sapinea*, ki so ga imenovali morfotip C (de WET et al. 2000; cit. po de WET et al. 2003). Znan je le iz Indonezije in je bolj patogen kot morfotip A. Morfološke značilnosti podgobja v kulturi in značilnosti stene trosov so enake morfotipu A, ima pa značilno daljše trose kot morfotip A. Na osnovi novih analiznih tehnik genetskega materiala so de WET in sodelavci (2003) opisali morfotip B kot novo vrsto *Diplodia scrobiculata* J. de Wet, B. Slippers & M.J. Wingfield. Genealogija genov je pokazala enako oddaljenost nove vrste od morfotipov A in C ter od vrste *Botryosphaeria obtusa*. Nova vrsta je razširjena v ZDA, Mehiki in Evropi (Italija, Francija).

Avtorji tudi menijo, da značilnosti konidiogeneze glive *S. sapinea* ne upravičujejo uvrstitve vrste v rod *Sphaeropsis* in predlagajo za ta takson ponovno uveljavitev ime *Diplodia pinea* (Desm.) J. Kicx, ki je danes neveljaven sinonim.

Anamorf

Piknidiji glive *Sphaeropsis sapinea* so črni, imajo premer do 250 µm, ugreznjeni so v tkiva gostitelja in jih opazimo kot drobne črne izboklinice s komaj nakazanim ali pa podaljšanim vratom in odprtino na vrhu. Najpogosteje jih najdemo na storžih in na osnovi odmrlih iglic, pod ovojem, ki pri osnovi obdaja iglici. Piknidije na osnovi iglic najdemo tako, da izvlečemo odmrli iglici iz ovoja (slika 1, slika 2). Največkrat jih najdemo na slamnato rumenih ali sivih iglicah, ki so krajše kot sosednje, oblite s smolo, ne pa na rdeče rjavih iglicah. Na odmrli skorji jih ne najdemo vedno (ne najdemo jih od odmiranja skorje do oblikovanja piknidijev), če pa jih, so razviti množično, enakomerno razporejeni po vsej odmrli površini skorje (slika 3). Oblikovati se začnejo v poznem poletju tistega leta, ko je gliva okužila tkiva, dozorevajo jeseni, pozimi in spomladi naslednjega leta. Piknidiji oblikujejo trose nato skozi celo poletje, ko so ugodne razmere za njihov razvoj. Posebno pogosto najdemo piknidije na storžih. Te gliva okuži v drugem letu njihovega razvoja, ko hitro rastejo. Okužba storžev ni pomembna za zdravstveno stanje dreves, zelo pomembna pa je za širjenje okužb, ker na njih nastajajo ogromne količine trosov. Ugotavljajo, da so mladi borovi sestoji zdravi dokler ne semenijo, takrat pa gliva okuži storže in ti so nato stalni vir inokuluma za nove okužbe poganjkov in vej (PETERSON 1981).

Konidiji so veliki 30-55 × 11-25 µm, najprej so prosojni ali rumeni, nato temno rjavi z debelo steno in običajno enocelični. Nastajajo na kratkih, pri osnovi rahlo razširjenih konidiogenih celicah, ki so razporejene na notranjem obodu piknidija. Tik pred kalitvijo se lahko v konidiju oblikuje septa (prečna stena) in zato včasih z mikroskopiranjem najdemo dve celične konidije. Konidiji kalijo pri ustreznih temperaturah in vlagi (optimalna temperatura za glivo je 30°C) zelo hitro, v nekaj urah.

Opis bolezni

Gostitelji in razširjenost

Brez dvoma je okužba šele v zadnjih desetletjih prizadela bore v svetovnem merilu, ogroženi so



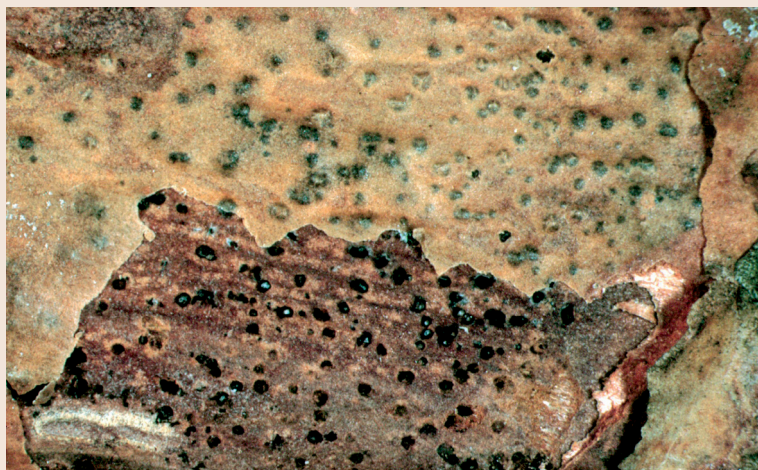
Slika 1. Piknidiji glive *Sphaeropsis sapinea* na osnovi borove iglice (ovoj iglice je odstranjen) (vse fotografije: D. Jurc)

Figure 1. Pycnidia of the fungus *Sphaeropsis sapinea* on the basal part of pine needle (needle sheet is removed) (all photos: D. Jurc)



Slika 2. Piknidiji na iglicah odmrlega poganjka črnega bora

Figure 2. Pycnidia in needles of dead Austrian pine shoot



Slika 3. Piknidiji v odmrli skorji rdečega bora

Figure 3. Pycnidia in the dead bark of Scotch pine

ogromni nasadi tujih borov na vseh kontinentih. Obsežen pregled literature podajata DIMINIĆ (1997) in MILJAŠEVIĆ (2000). Poleg borov bolezen kuži še drevje iz 10 rodov iglavcev: *Abies*, *Araucaria*, *Cedrus*, *Chamaecyparis*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Larix*, *Picea*, *Pseudotsuga* in *Thuja* (MILJAŠEVIĆ 2001). Okužbe na drugih gostiteljih kot so bori so šibke in gospodarsko nepomembne. Najmočnejše poškodbe povzroča bolezen na borih iz podroda *Diploxylon*, večje poškodbe na borih iz podroda *Haploxydon* so redke. Gliva je bila zabeležena na 48 vrstah borov od 94 opisanih.

Glivo je opisal slavn mikolog Fries leta 1822 v Skandinaviji in nato so poročali o najdbah v 19. stoletju iz Evrope in vzhoda ZDA. V Sloveniji jo je našel že VOSS (1889-1892) jeseni na odmrlih iglicah rdečega bora blizu Ljubljane (Laibach).

Zabeležil jo je pod imenom *Diplodia pinea* (Desm.) Kicx. Te najdbe pa niso bile povezane z obsežnimi sušenji borov. Veliki izbruhi bolezni so se začeli v plantažah eksotičnih borov okoli leta 1910 v Južni Afriki. Danes poročajo o sušenju iz vseh obsežnih območij na južni zemeljski polobli, kjer so osnovali plantaže hitro rastočih borov, npr. iz Nove Zelandije, Južne Afrike, Čila in Avstralije. Tu sadijo predvsem *Pinus radiata*, *P. pinaster* in *P. patula*. Na severni polobli so najobsežnejša sušenja *P. sylvestris*, *P. resinosa*, *P. radiata*, *P. banksiana* in *P. nigra* v ZDA, *P. elliotii* na Kitajskem in *P. nigra* in *P. sylvestris* v Evropi. Združeni podatki o občutljivost posameznih vrst borov na sušico najmlajših borovih poganjkov v celotnem arealu razširjenosti borov na svetu omogočajo naslednjo razvrstitev borov po občutljivosti za bolezen:

najbolj občutljiv je *P. radiata*, sledijo *P. nigra*, *P. sylvestris*, *P. ponderosa*, *P. resinosa*, *P. mugo*, *P. pinaster* in *P. eliottii* (MILJAŠEVIĆ, 2000). Vsa velika odmiranja borov zaradi sušice najmlajših borovih poganjkov po celem svetu pa imajo eno skupno značilnost. V naravnih arealih rasti najbolj občutljivih borov so te vrste le malo prizadete zaradi bolezni. Velika odmiranja se pojavijo samo v nasadih, kjer bori rastejo izven svojega naravnega areala (DESPREZ-LOUSTAU et al. 2006).

V Sloveniji je sušica najmlajših borovih poganjkov pogosta in najbolj škodljiva bolezen na črnem boru (*Pinus nigra*) in povzroča največja sušenja na Krasu, ker so tam najboljše sestoji tega gostitelja (slika 4, slika 5) (HOČEVAR / JURC 1983). Pogosto močno prizadene črne bore v parkih in obišnih nasadih. V naravnih sestojih črnega bora (Iški Vintgar, obronki Karavank nad Žirovnico pri Jesenicah) bolezen ni bila ugotovljena (JURC M. 1996), tudi v naravnem sestoji črnega bora pod Krempo nad Kolpsko dolino bolezen ni (neobjavljeni podatki). Rdeči bor (*Pinus sylvestris*) je običajno manj dovzeten za bolezen, občasno pa smo opazili celo sušenje odraslih dreves, npr. na Golovcu pri Ljubljani v letu 2001 (JURC D. / JURC M. 2001). Bolezen se v Sloveniji redko pojavlja tudi na rušju (*Pinus mugo*), muniki (*Pinus heldreichii*) in na alepskem boru (*Pinus halepensis*) v okrasnih nasadih (neobjavljeni podatki).

Simptomi

Gliva povzroča zelo različne oblike bolezni, okuži različne dele in različne razvojne stopnje drevesa.

Okuženi storži so lahko skrčeni, zgubani in delno nekrotizirani, včasih pa nimajo spremenjene oblike, le manjši so in na storževih luskah je veliko

število črnih piknidijev. Seme iz okuženih storžev slabo kali, radikula takoj po vzniku semena pogosto odmre in mlade rastline propadejo. Pri sadikah v drevesnici gliva lahko okuži spodnji del debelca in celotna sadika se posuši. V lesu koreninskega vrata so opazne temno obarvane lise.

Najbolj značilen simptom sušice najmlajših borovih poganjkov na starejšem drevju je odmiranje odganjajočih poganjkov v času od poganjanja iglic iz skupnega ovoja do dokončno zraslih iglic. Odmrle, slamnato rumene ali sivo rjave iglice ostanejo na odmrlem poganjku, ki je običajno zasmoljen. Redko odmrejo posamezne iglice, navadno se posuši celotni mladi poganjek, preden zraste do končne velikosti. Zaradi vsakoletnih številnih okužb najmlajših borovih poganjkov in zaradi odganjanja spečih brstov pod okuženim delom veje, postane veja deformirana. Poganjke iz spečih brstov pod odmrlim delom veje gliva namreč običajno okuži v naslednjem letu in ta proces se ponavlja v večji ali manjši jakosti vsako leto. Zaradi opisanih značilnosti bolezni ima bolezen slovensko ime sušica najmlajših borovih poganjkov (slika 6).

Poleg odmiranja poganjkov v času njihove intenzivne rasti pri nas pogosto nastopa tudi odmiranje dokončno zraslih enoletnih poganjkov. Značilno je odmiranje po dokončani rasti poganjka. To odmiranje se lahko pojavi kadarkoli od konca poletja (v avgustu), jeseni, pozimi ali spomladi vse do novega odganjanja bora v maju. V nekaj mesecih po odmiranju se na iglicah, najprej zlasti na predelu blizu veje, razvijejo piknidiji. Kasneje se piknidiji pogosto množično oblikujejo po celotni dolžini iglic ter tudi na odmrli skorji poganjka (slika 7). Iglice počasi spreminjajo barvo iz rdeče rjave v rjavo in nato v sivo rjavo, ko na



Slika 4. Pogled na borov nasad na Krasu, ki ga je okužila gliva *Sphaeropsis sapinea*

Figure 4. Panoramic view of Austrian pine plantation infected with *Sphaeropsis sapinea*



Slika 5. Veje črnega bora odmirajo zaradi sušice najmlajših borovih poganjkov

Figure 5. Branches of Austrian pine died because of *Sphaeropsis blight* of pine



Slika 6. Deformacija vej je posledica vsakoletnega odmiranja najmlajših borovih poganjkov

Figure 6. Branch deformation is the effect of yearly dying off of the youngest pine shoots



Slika 7. Piknidiji glive *S. sapinea* v skorji enoletnega poganjka črnega bora (odmrle iglice smo odstranili)

Figure 7. Pycnidia of the fungus *S. sapinea* in bark of one year old shoot of Austrian pine (dead needles were removed)

njih množično poženejo piknidiji glive. Zaradi tega so odmrli poganjki, na katerih so še pritrjene iglice, od daleč značilno sivo rjavi ali sivi. Odmiranje skorje se vedno ustavi na meji med eno- in dveletnim poganjkom.

Naslednji simptom je sušenje večjih vej, vrhov ali celih dreves, najpogosteje pa odmirajo starejše veje v dolžini 2 – 5 zadnjih letnih prirastkov. Ta prevladujoč pojav sušenja starejših vej zaradi glive *S. sapinea* smo opazili šele v zadnjih letih. V osemdesetih letih prejšnjega stoletja je bil ta pojav redek. Prva znamenja obolenosti veje opazimo

kadarkoli od konca avgusta do odganjanja spomladi naslednjega leta. Več letnikov iglic postane svetlozelenih, rumeno zelenih ali sivo zelenih (slika 8). Običajno se sprememba barve prične na dveh in triletnem poganjku. Iglice naglo porumenijo in nato porjavijo navadno od osnove proti vrhu, na vrhu poganjka pa so v tem obdobju običajno še cele zelene (slika 9). Skorja, iz katere izraščajo odmirajoče iglice, je že odmrta in kambialni del je rjav. Značilno je močno izločanje smole na delu



Slika 8. Iglice na veji od jeseni do pomladi nenadoma prično rumeneti

Figure 8. From autumn till spring the needles begin to yellow



Slika 9. Najpogosteje pričnejo rumeneti dve in triletna iglice, enoletne še niso spremenile barve

Figure 9. Most frequently two- to three years old needles begin to yellow, one years old did not change colour yet

veje, kjer iglice najprej spremenijo barvo. Smola se včasih izloča tako močno, da kaplja iz vej (slika 10). Spomladi so na odmrlih vejah in na iglicah običajno razviti piknidiji glive *S. sapinea*, če jih ni, lahko dokažemo povzročiteljico bolezni le z izolacijo glive v čisto kulturo (JURC 2003).

Simptom, ki ga pri nas nismo opazili, je pa pogost v Severni Ameriki, je povzročanje rakov na vejah in deblih; skorja se ugrezne in odmre. Celitveno tkivo oblikuje izrazit rob rane, odmrla skorja odpada in spodaj je temno obarvan les. Če rakava rana obsega celotni obod veje ali debla, se ves del nad rano posuši tako, da iglice porumenijo in nato porjavijo.

Celotno drevo se včasih posuši tudi brez znakov rakavosti debla. V tem primeru najprej postanejo iglice klorotične, mladi poganjki uvenejo, nato iglice porjavijo in skorja celotnega drevesa odmre. Venenje se pojavi, ker gliva naglo preraste beljavo in v njej nastanejo temne, sive do modro črne klinaste proge.

V lesu posekanih dreves gliva povzroča naglo spremembo barve. Les potemni, postaja siv, modrikasto siv do črn (SINCLAIR et al. 1987, PETERSON 1981; HANSEN / LEWIS 1997, JURC 2003).

Povzetek objav o pojavu in pomenu glive

Kot endofitno glivo v zdravih iglicah črnega bora je glivo *S. sapinea* ugotovila JURC M. (1996), vendar je bila izredno redka (0,34 % vseh izolacij). Endofitni izolat *S. sapinea* iz omenjene raziskave se po patogenosti in morfoloških značilnostih v kulturi ni razlikoval od izolatov, ki so povzročili bolezen (DIMINIĆ 1997). Kot patogeno glivo na sejankah in mladju črnega bora na Krasu jo navaja ŠKULJ (1988). FLOWERS in sodelavci (2001) iz ZDA poročajo, da so uspeli v močno okuženih sestojih izolirati *S. sapinea* iz več kot 50 % na izgled zdravih poganjkov črnega in rdečega bora. Glivo so izolirali tudi iz zdravih iglic, brstov, nezrelih storžev in moških cvetov. V poganjkih je bila prisotna predvsem v skorji, v floemskih tkivih. Vsi preizkušeni endofitni izolati so bili enako sposobni povzročiti bolezen, kot izolati iz odmrlih tkiv gostitelja (FLOWERS et al. 2001). BLODGETT in sodelavci (1997a; b) so ugotovili, da so triletna sejanke bora *Pinus resinosa*, ki so v vodnem stresu, močno občutljive na okužbo z glivo *S. sapinea* morfotip A, manj pa na glivo *S. sapinea* morfotip B. Odpornost se poveča, če so sejanke dobro oskrb-



Slika 10. Močno izločanje smole na odmirajoči veji, kjer se kasneje razvijejo piknidiji glive *S. sapinea*
Figure 10. Abundant exudation of resin on dying off branch where pycnidia of the fungus *S. sapinea* are later formed

ljene z vodo. V poganjkih bora *Pinus resinosa* so STANOSZ in sodelavci (1997) odkrili, da je v 27,5 % poganjkov brez kakršnihkoli simptomov obolenosti bila prisotna gliva *S. sapinea*. Enako raziskavo so opravili z borom *Pinus banksiana*, vendar ta vrsta ni vsebovala endofitne glive *S. sapinea*. V mrtvih, zunanjih tkivih skorje vej rdečega bora v Evropi je bila prisotna v 2,1 % izolatov, v živih delih skorje pa do 5 % izolatov (KOWALSKI / KEHR, 1996). V zdravih (brez kakršnihkoli simptomov bolezni) poganjkih črnega bora na Poljskem je bila *S. sapinea* ugotovljena v 1,4 % vej (KOWALSKI / ZYCH 2002b). V tej raziskavi je niso našli v skorji črnega bora na rastišču, ki je bilo močno obremenjeno z emisijami SO₂. Prisotna je bila le na neosnesnaženem in na srednje obremenjenem rastišču. V podobni študiji endofitnih gliv v iglicah črnega bora (KOWALSKI / ZYCH 2002a) je bila ugotovljena v 0,3 % iglic (1 izolat v 288 iglicah oziroma v 1728 segmentih iglic). Geografsko najbližja raziskava epifitotičnega odmiranja vej črnega bora, kjer so bile opravljene izolacije gliv iz prehoda med odmrlim in živim delom odmrlih vej, je bila opravljena v Avstriji (CECH 1995). Tam so izolirali glivo *S. sapinea* povprečno iz 24 %, največ pa iz 54 % koščkov skorje odmrlih vej črnega bora. Na Hrvaškem ter v Srbiji in Črni gori je *S. sapinea* najnevarnejša bolezen črnega bora. Močno pa kuži tudi alepski bor in številne druge vrste borov (DIMINIĆ 1997; MILJAŠEVIĆ 2000; 2001). KARADŽIĆ (1987) jo uvršča med patogene, ki predstavljajo praktični problem pri snovanju nasadov črnega bora in lahko povzroči sušenje dreves. LANIER in sodelavci (1976) prištevajo *S. sapinea* (uporabljajo ime *Diplodia pinea* (Desm.) Kickx in sin. *Granulodiplodia sapinea*) k srednje škodljivim v tristopenjski lestvici škodljivosti

parazitskih gliv. Na gostitelja deluje uničevalno, predvsem ko je okužba povezana z dejavniki stresa (suša, toča, neugodne temperature ali mehanične poškodbe) (CHOU 1987).

V raziskavi odmirajočih vej črnega bora na Krasu v letih 2000 - 2002 smo glivo ugotovili v 64,4 % odmrlih vej (JURC 2003). Sušenje vej in celih dreves črnega bora na Krasu bi po rezultatih izolacij gliv lahko označili kot epifitotični pojav sušenja najmlajših borovih poganjkov, ki jo povzroča gliva *Sphaeropsis sapinea*. Tako je namreč definiral bolezen črnih borov v Avstriji CECH (1995), kljub temu, da je omenjeno glivo izoliral povprečno iz 24 % vej. Med vsemi izoliranimi glivami iz odmirajočih borovih vej pri nas je vrsta *S. sapinea* najbolj patogena. Vendar številna objavljena dela poudarjajo predvsem njeno nevarnost za bore ob sušnem stresu in na alohtonih rastiščih. Naši rezultati poskusov rasti te glive pri različnih količinah dostopne vode kažejo, da je ta gliva dobro prilagojena na sušne razmere v vejah črnega bora, saj je od treh preizkušenih gliv najhitreje rasla v kulturah z največjim pomanjkanjem vlage. To pomeni, da je sposobna bolj kot druge preizkušene glive preraščati tkiva gostitelja tudi v sušnih razmerah.

Črni bor je na Krasu alohtona drevesna vrsta, za sajenje so uporabili sadike, vzgojene iz semena verjetno avtohtonih sestojev v bližini Dunaja (JURHAR et al. 1963). Podatki iz Slovenije o talnih lastnostih in klimatološki podatki omogočajo domnevo o velikem sušnem stresu, ki so ga črni bori doživljali pred pojavom sušice najmlajših borovih poganjkov. Tudi pri nas smo tako potrdili trditve o veliki ogroženosti borov zaradi odmiranja najmlajših borovih poganjkov izven njihovega naravnega rastišča in ob sušnem stresu (JURC 2003).

Ukrepi

Gojitveni ukrepi

Za različne primere svetujejo različne strategije za preprečevanje poškodb borov zaradi sušice najmlajših borovih poganjkov.

V gozdu

Osnovni preventivni ukrep proti bolezni pri snovanju novih borovih nasadov je izbor ustreznega rastišča in vrste bora. Razmere rastišča naj bi bile čim bolj podobne razmeram na naravnih

rastiščih določene vrste, izvor semena naj bo novemu nasadu geografsko čim bližji. V bližini novih nasadov ne sme biti odraslih okuženih borovih sestojev. Tla morajo zagotavljati ustrezno zalogo vode za sušna obdobja, kajti sušni stres je najpomembnejši vzrok za slabljenje borov in za uspešno okužbo in razvoj bolezni. V kolikor je bolezen poškodovala sestoje, je potrebno s sanitarno sečnjo sestoj razredčiti. S tem ukrepom se izboljšajo mikroklimatske razmere v sestoji in zmanjša se konkurenca preostalih dreves za vodo v tleh. Nekateri viri priporočajo odstranitev okuženih dreves in vseh sečnih ostankov iz sestoja (TATTAR 1978), drugi pa trdijo, da so okuženi storži mnogo pomembnejši vir trosov v sestoji kot veje in poganjki, zato ta ukrep ne priporočajo (PETERSON 1981). Drevje, ki ima več kot 80 % vej odmrlih ali ima suh vrh ni več ustrezno za nadaljnjo vzgojo, sortimenti iz okuženih dreves pa naglo izgubljajo vrednost, saj *S. sapinea* naglo preraste les in povzroči modrenje lesa v deblu. Močno okuženo drevje ali izdelane sortimente v vegetacijski dobi hitro napadejo sekundarni in terciarni škodljivci borov.

V kolikor v sestojih izvajajo obžagovanje vej je pomembno upoštevati pravilo, da se naenkrat ne sme odstraniti več kot 25 % vej v krošnji. Ugotovili so, da je odstranitev 39-49 % vej kasneje povzročila mnogo močnejšo okužbo kot odstranitev manjšega deleža vej. Pojav razlagajo s povečanim številom poškodb in s fiziološkim stresom, podobnim sušnemu stresu. Veje naj bi odstranjevali pozimi, ko gliva ne more okužiti gostitelja (SWART / WINGFIELD 1991).

V urbanem okolju

Vsi ukrepi, ki veljajo za gozd, veljajo tudi za bore v urbanem okolju. Vendar tu, zaradi pomena posameznih dreves, lahko uporabimo še druge načine za preprečevanje ali zatiranje sušice najmlajših borovih poganjkov. Vitalna in s hranili dobro preskrbljena drevesa gliva ne okuži v taki meri kot oslabela ali hirajoča. Zato je ustrezno dognojevanje, ki ga opravimo jeseni ali spomladi pred odganjanjem. V suši zalivamo in zalivanje uravnavamo z ozirom na sestavo tal in jakost suše. Pomembno je, da ne zalivamo pogosto in z majhno količino vode, ampak redko in izdatno. Drevje z več kot 80 % odmrle krošnje in s suhim vrhom odstranimo. V kolikor želimo izboljšati zdravstveno stanje posebno pomembnih ali močno

okuženih dreves lahko za zatiranje bolezni uporabimo kemična sredstva.

V drevesnicah

V bližini drevesnice odstranimo vse okužene odrasle bore, borov ne smemo uporabljati za protivetrne pasove in mejice v okolici drevesnice. Sproti odstranjujemo vse vire inokuluma, to je odmrle sejanke in starejše okužene presajenke. Seme borov razkužimo s fungicidom za zaščito semena pred sejanjem. V kolikor se v drevesnici pojavlja sušica najmlajših borovih poganjkov moramo za njeno zatiranje uporabiti kemična sredstva.

Kontrola s kemičnimi sredstvi

Zaščita borov s fungicidi je ekonomsko upravičena v drevesnicah, v urbanem okolju in v močno okuženih nasadih. Ali je taka zaščita tudi ekološko ustrezna, je potrebno presoditi od primera do primera.

Številni preskusi v vseh območjih razširjenosti bolezni so pokazali, da so za kontrolo sušice najmlajših borovih poganjkov najustreznejši fungicidi na osnovi bakra in benomila (MILJAŠEVIĆ 2000). V Sloveniji ni registriran noben fungicid na osnovi benomila.

V drevesnicah priporočajo zaščito dve in tri letnih borov z nanosom fungicida na osnovi benomila štirikrat v 14 dnevni razmakih od začetka odpiranja brstov naprej. Enoletne sejanke je treba zaščititi večkrat, svetujejo 5-7 škropljenj.

V močno okuženih nasadih zmanjšamo okužbe s prvim škropljenjem v času začetka rasti brstov (običajno je ta čas od srede do konca aprila) in z drugim škropljenjem sredi maja, ko so poganjki najbolj dovzetni za bolezen. Svetujejo uporabo bakrovih sredstev, ker se težje izpirajo in ker so učinkovita tudi proti bolezni rdeča pegavost borovih iglic (*Mycosphaerella pini*). S kemično zaščito se v sestoji močno zmanjša infekcijski potencial glive in zato lahko naslednjič škropimo šele po treh ali štirih letih. Enaka priporočila navajajo tudi za zaščito borov v urbanem okolju.

ŠIFRA: 32,31,29,38-3.02.-2.006/D

SUŠICA BOROVIH VEJ, *Cenangium ferruginosum* Fr. (teleomorf)

anamorf: nima imena

Taksonomska uvrstitev:

Helotiaceae (pecljarke), Helotiales (pecljarji), Leotiomyetidae (kapičarke), Ascomycetes (mešičkovnice), Ascomycota (zaprtotrošnice) (KIRK et al. 2002)

Oznaka bolezni

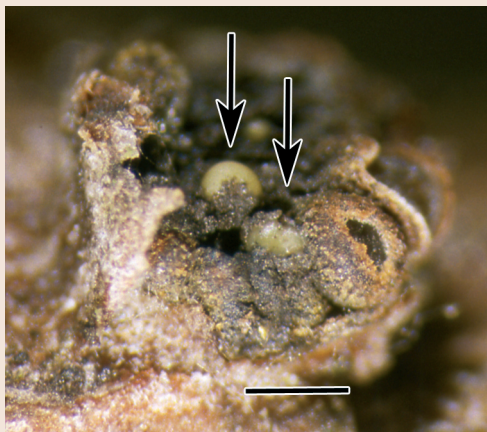
Endofitna gliva zdravih borovih iglic, ki v stresnih razmerah za drevo lahko preraste veje in jih uniči.

Opis glive

Anamorf

Konidiomi (nespolna trosišča) glive se razvijejo na odmrlih vejah črnega bora vedno pred razvojem apotecijev. Ta čas je na Krasu od konca februarja do sredine maja in je odvisen od tega, koliko časa je preteklo od odmiranja skorje. Če je skorja odmrla v začetku jeseni prejšnjega leta, potem nastanejo konidiomi zgodaj spomladi, če pa je skorja odmrla pozimi ali spomladi, pa se oblikujejo kasneje. Najprej opazimo izbokline odmrle skorje in razpoke na teh izboklinah. V razpokah se oblikuje črna stroma (gost hifni preplet, ki vključuje tkiva gostitelja), v njej pa konidiomi, piknidiem podobne strukture. Konidiomi izločajo konidije v sluzasti masi gorčične, svetlo rumeno rjave barve (slika 11). V enem stromatičnem hifnem prepletu se oblikuje 1 – 8 konidiomov. Veje, na katerih se začnejo razvijati trosišča glive *C. ferruginosum*, imajo običajno prisotne še vse iglice, ki pa so odmrle in porjavele. V naravi konidiome težko opazimo, verjetno bi jih našli v deževnem vremenu z uporabo ročnega povečevalnega stekla.

Konidiji so hialini (prosojni in brezbarvni), veliki $4,5 (2-10,5) \times 1,50 (1-2,5) \mu m$ in gladki. Oblika konidijev je zelo spremenljiva: so pravilno ovalni, upognjeni, podolgovati, ukrivljeni na enem koncu, v sredini rahlo zažeti, na koncu stanjšani ali odebeljeni (slika 12). Vsebinsko konidijev se v barvilo različno obarva – običajno označujejo svetlejši, neobarvani del »oljna kapljica«. Teh oljnih kapljic imajo konidiji običajno po eno, redkeje po



Slika 11. Sluzasta izločka dveh konidiomov (označena s puščico) in dva apotecija, ki se odpirata (črta = 1 mm)

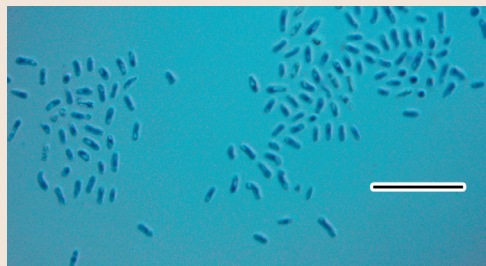
Figure 11. Slimy excretions of two conidiomata (marked with arrows) and two apothecia, which are opening (bar = 1 mm)

dve. Konidiji se oblikujejo na konidiogenih celicah, ki prekrivajo celotni notranji obod konidioma. Konidij nastane z brstenjem na vrhu konidiogene celice, ki je stekleničasto odebeljena (slika 13).

Konidiji ne kalijo in njihov pomen v razvojnem krogu glive ni jasen, verjetno imajo funkcijo spolnih celic.

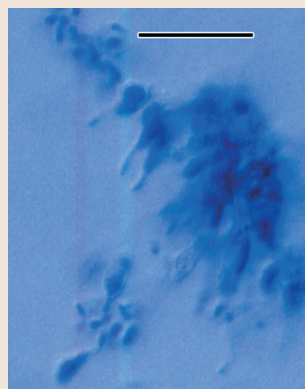
Teleomorf

Ko se konidiomi izpraznijo in odmrejo, se na isti stromi oblikujejo apoteciji. Nove strome s konidiomi in nato apoteciji pa se v zaporedju razvijajo vedno dlje od predela, kjer so se trosišča na veji najprej razvila. Apoteciji lahko izraščajo iz odmrle veje le nekaj cm od žive skorje, običajno pa je začetek kolonije apotecijev 20 do 30 cm od žive skorje. Zasnove apotecijev so temno rjave, skoraj črne, na zgornjem delu so svetlejšje. Njihova površina je poprhnjena z rjasto rjavimi drobnimi kosmički (slika 14). Himenij (trosovnica) je pri mladih apotecijih vedno konkavno vbočen, z razvojem in ob veliki vlažnosti se pogosto konveksno izboči. Praviloma se manjše skupine apotecijev ali celo posamični apoteciji razvijajo na tanjših vejicah, večje skupine pa na debelejših. Barva himenija zelo variira. Na začetku je vedno svetla, nato pa temni in na koncu, ko apotecij odmre, je popolnoma črna. Običajno je mlad himenij svetlo rumenorjav do rjav (slika 15). Kasneje površina posameznih predelov himenija potemni, postaja



Slika 12. Konidiji glive *C. ferruginosum* (obarvano z laktofenol bombažnim modrilom, črta = 20 µm)

*Figure 12. Conidia of the fungus *C. ferruginosum* (stained lactophenol - cotton blue, bar = 20 µm)*



Slika 13. Konidiogene celice z nastajajočimi konidiji (obarvano, črta = 20 µm)

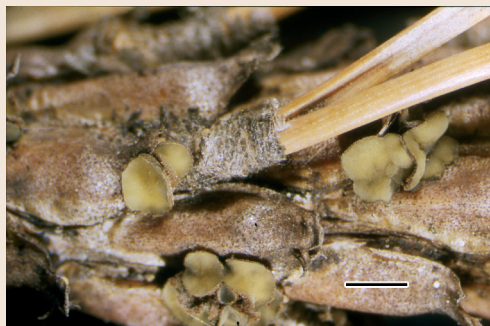
Figure 13. Conidiogenous cells with developing conidia (stained, bar = 20 µm)



Slika 14. Dve skupini zasnov apotecijev, dva apotecija se odpirata (črta = 1 mm)

Figure 14. Two groups of undeveloped apothecia, two apothecia are opening (bar = 1 mm)

sivorjava. Stare, odmrle in črne apotecije najdemo na odmrlih vejah pogosto še več mesecev po njihovem odmrtju. Povprečno pri nas izrašča iz vej približno 50 apotecijev/1 cm dolžine veje. Na



Slika 15. Dva zrela apotecija rasteta na osnovi iglice, himenij je svetlo rumeno rjav (črta = 2 mm)
Figure 15. Two ripe apothecia grow on the base of a needle, hymenium is light yellow brown (bar = 2 mm)

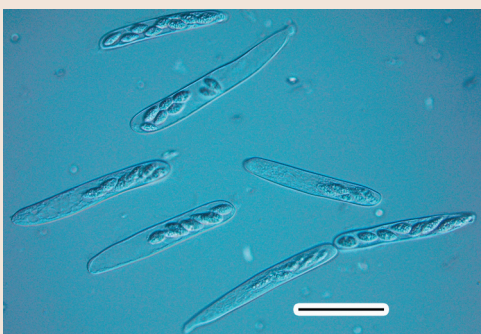
skorji so apoteciji združeni v skupine. Povprečno je v eni skupini 5 apotecijev. V naravi je razvoj apotecijev mnogokrat prekinjen zaradi sušnih razmer. Odmrle veje so v krošnjah in po koncu deževnega vremena se naglo izsušijo. Takrat se robovi apotecijev upognejo nad himenij, apoteciji se močno zmanjšajo in na zunanji strani apotecija je opazen rjasto rjav poprhm (slika 16). Po ponovni navlažitvi se v približno pol ure spet razprejo in pridobijo prejšnjo obliko in barvo, askospore prično izmetavati približno 2 uri po navlažitvi (GRUJOSKA 1965, JURC 2003).

Himenij sestavljajo aski in parafize. Aski so valjasti, včasih rahlo kijasti, na vrhu so enakomerno zaobljeni (slika 17). Stena je enostavna, enoplastna (unitunikatna), vrh se ne obarva z jodovico, nima nikakršnega apikalnega aparata in ob zrelosti se nepravilno raztrga. Vsebuje 8 askospor. Te so nameščene v asku zelo različno – od pravilne uniseriatne do biseriatne namestitve, z vsemi prehodi med njima. Zelo redko so askospore zbrane v gruči na vrhu aska. Ask je v tem primeru na vrhu močno razširjen. Askospore so hialine, gladke, neseptirane, široko eliptične, simetrične v vzdolžnem prerezu in vretenaste - proti konicam se zožujejo. Stena je gladka. Velike so $15,5 (12,5 \mu\text{m} - 18,5 \mu\text{m}) \times 8 (6,5 - 9,5) \mu\text{m}$.

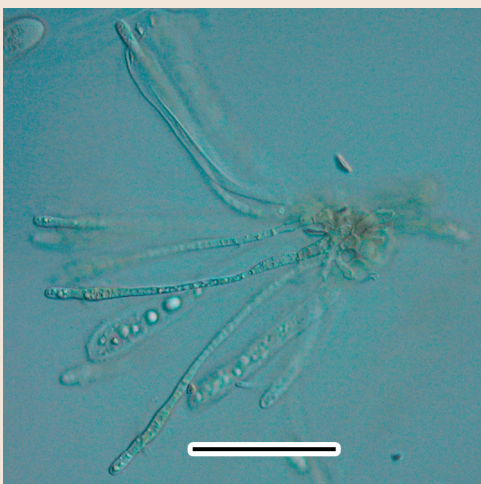
Sterilne celice v himeniju apotecija glive *C. ferruginosum* so tipične parafize (slika 18). So hialine, nerazvejane nitaste hife, v himeniju prosto štrlijo nad aske in jih po višini presegajo za nekaj μm . Na zgornjem delu so rahlo razširjene. Če opazujemo preparat v vodi, je tu opazno rjavo barvilo (slika 18). Še več barvila je v subhimeniju in obe strukturi dajeta himeniju značilno rumenorjavo



Slika 16. Izsušeni apoteciji se zaprejo, na površini so posuti z rjasto rjavim poprhom
Figure 16. Dried out apothecia are closed, their surface is covered with rusty brown powder



Slika 17. Aski z askosporami (v vodi, črta = 50 μm)
Figure 17. Asci with ascospores (in water, bar = 50 μm)



Slika 18. Parafize, nerazviti aski ter del subhimenija (v vodi, črta = 50 μm)
Figure 18. Paraphyses, undeveloped asci and a part of subhymenium (in water, bar = 50 μm)

barvo. Parafize so septirane in imajo 2-5 prečnih sten (JURC 2003).

Opis bolezní

Gostitelji in razširjenost

Glivo so našli na štirih rodovih iglavcev (*Abies*, *Picea*, *Pinus* in *Pseudotsuga*). Največ vrst gostiteljev ima v rodu borov, saj kuži 31 vrst in dve podvrsti, nato v rodu smrek (štiri vrste) in jelk (dve vrsti). Našli so jo tudi na duglaziji. Doslej so jo našli na 38 vrstah in dveh podvrstah gostiteljev, vsi so iglavci. Bolezen povzroča gliva le na borih. Na jelkah, smrekah in duglaziji so poročila o njeni patogenosti redka in najdbe so le slučajne. Gliva je razširjena na celotni severni zemeljski polobli.

Simptomi

V prvih obdobjih obolenja na veji, ki je stara 2 – 8 let, bolezní ne moremo ločiti od okužbe z glivo *S. sapinea*. Barva iglic se počasi spreminja iz zelene v svetlozeleno, rumeno zeleno ali sivo zeleno in skorja, kjer izraščajo te iglice, odmira. Taka sprememba barve iglic se običajno pojavi od novembra ali decembra do marca ali aprila naslednjega leta. Odmirajoče iglice pogosto rjavijo od osnovne iglic proti vrhu. Za razliko od okužbe z glivo *S. sapinea* pa se na skorji odmirajočega dela veje nikoli ne izloča smola. Ko spomladi poženejo na odmrli veji trosišča glive *C. ferruginosum*, iglice niso sivo rjave kot je značilno pri okužbi s *S. sapinea*, ampak so svetlo rjave (slika 19). Prehod med odmrlim, rjavim tkivom skorje in zelenim, zdravim, je pri okužbi z glivo *C. ferruginosum* oster. Pri starih okužbah je včasih zasmoljen, nikoli pa ni ta prehod postopen in ne obsega večje dolžine veje. Apoteciji zrastejo na odmrli veji kmalu po njenem odmrtnju, takoj, ko so ekološke razmere ustrezne za rast glive. Na Krasu je to od zgodnje pomladi do junija na odmrlih vejah v krošnjah črnih borov ali kadarkoli na sečnih ostankih v teku vegetacijskega obdobja. Množično razviti apoteciji glive *Cenangium ferruginosum* na odmrlih vejah so najustreznejši determinacijski znak za sušico borovih vej.

Povzetek objav o pojavu in pomenu glive

Raziskava endofitnih gliv iglic črnega bora na Krasu je pokazala, da je gliva *C. ferruginosum* druga najpogostejša endofitna gliva (15,4 % okuženih segmentov iglic), za glivo *Cyclaneusma niveum* (Pers.:Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter, ki



Slika 19. Iglice so značilno svetlo obarvane, na skorji vsega bora so množično razviti apoteciji glive *C. ferruginosum*

Figure 19. The needles are characteristically light discoloured, on the bark of the dead tree numerous apothecia of the fungus *C. ferruginosum* have developed



Slika 20. Odmrli veja črnega bora s številnimi apoteciji glive *C. ferruginosum*

Figure 20. Dead branch of Austrian pine with numerous apothecia of the fungus *C. ferruginosum*

se je pojavila v 17,2 % segmentov iglic (JURC M. 1996). Avtorica je ugotovila, da okuženost iglic z glivo *C. ferruginosum* s starostjo značilno narašča: enoletnih iglic je bilo 9 % okuženih, dveletnih 17 %, triletnih 21 % in štiriletnih iglic je bilo okuženih 22 % (od skupaj 1864 iglic). Gliva je enakomerno naseljevala mlada (11,64 % okuženost segmentov iglic) in stara drevesa (10 % okuženost segmentov iglic). JURC D. in sodelavci (2000) so podrobneje analizirali dobljene podatke in postavili hipotezo, da predstavlja endofitna gliva *C. ferruginosum* v iglicah stalno potencialno nevarnost vejam. Ob ekoloških stresih (predvsem pomanjkanju vode)

je gliva verjetno sposobna prerasti oslabele skorjo črnega bora in jo uničiti. Zdrave iglice rdečega bora na severnem Finskem (poskusna ploskev Kevo v subarktičnem področju) je ta gliva okužila v največjem odstotku od vseh gliv (povzročila je 64 % vseh okužb) (HELANDER et al. 1994). Izolirana je bila iz do 30 % iglic, okužbe so bile locirane predvsem v bazah iglic. Na ploskvah, kjer so izvajali simulacije vnosa polutantov v dežju s škropljenjem z razredčeno žveplovo in dušikovo kislino so ugotovili, da je bilo okužb iglic s to glivo bistveno manj kot na neškropljenih kontrolnih ploskvah. V raziskavah endofitov iglic črnega bora na Poljskem je bila prisotna v 54,9 % iglic (KOWALSKI / ZYCH 2002a). V zdravih poganjkih črnega bora na Poljskem sta jo KOWALSKI in ZYCH (2002b) izolirala iz 2,1 % vej, oziroma iz treh koščkov skorje v celotnem vzorcu 1026 koščkov. Nista pa je ugotovila v vejah na rastišču, ki je bilo najmočnejše obremenjeno z SO₂ v zraku. Med boleznimi iglic rdečega bora jo v tristopenjski lestvici o pomenu bolezni za gostitelja uvrščajo LANIER in sodelavci (1976) med srednje nevarne povzročitelje bolezni. KARADŽIĆ (1987) jo uvršča med patogene, ki predstavljajo dejanski problem pri snovanju nasadov črnega bora in lahko povzroči sušenje dreves. V Srbiji se je leta 1986 pojavilo močno sušenje nasadov črnega bora na Zlatiboru, Maljenu in Šarganu (KARADŽIĆ et al. 1990). V najbolj poškodovanih sestojih je bilo 38 % suhih črnih borov, 22 % s suhim vrhom, 19 % s suhimi vejami v krošnji in 21 % dreves je bilo brez znamenj okužbe. Ugotovili so, da so bile najpogostejše glive na odmrlih vejah in deblih *C. ferruginosum*, *Sphaeropsis sapinea* in na nekaterih lokacijah še *Dothistroma septospora*.

V naši raziskavi nismo ugotovili endofitnega pojavljanja te glive. Ugotovili smo jo v 2,7 % odmrlih vej oziroma v 0,95 % od vseh koščkov skorje, iz katerih smo opravili izolacije. Predstavlja tipično endofitno prebivalko borovih iglic in redko v skorji (JURC M. 1997). Drevo okuži skozi iglice in v stresnih razmerah za gostitelja preraste oslabele tkiva. Ne držijo navedbe nekaterih avtorjev o direktni okužbi skorje oslabilih poganjkov z askosporami in zaradi tega kasnejši pojav bolezni (GRUJOSKA 1965; SINCLAIR et al. 1987). Gliva ni sposobna rasti v substratu, kjer primanjkuje vlage. Prilagoditev na hitro spreminjajoče se vlažnostne razmere v krošnji je močna želatiniziranost apotecijev. Ti sprejmejo velike količine vode in prično izmetavati askospore že dve uri po navlažitvi (GRUJOSKA 1965). Naša

opazovanja pojava *C. ferruginosum* po sušnem stresu za gostitelja podpirajo številne literaturne navedbe, da je ta gliva neškodljiva dokler gostitelja ne prizadene močan ekološki stres. Pogostnost izolacij iz odmrlih vej (2,7 %) se ujema s približno oceno pogostnosti opaženih kolonij trosišč na odmrlih vejah v obdobju naših raziskav (1 – 2 % na večini ploskev in 4 % na ploskvi 4). Na osnovi tega bi lahko sklepali, da je število okuženih vej z apoteciji neposreden rezultat jakosti okužbe, oziroma patogenega delovanja glive. V letu 1986 so bila na večini odmrlih vej razvita trosišča te glive, v kasnejših letih pa je bilo vej s trosišči manj, običajno nekaj odstotkov vseh odmrlih vej. Verjetno potrebuje gliva za svoj prehod v aktivni, patogeni način življenja prav posebno kombinacijo ekoloških dejavnikov in ustrezno oslabiljenega gostitelja. V takih primerih se intenzivno razrase v poganjke iz velikega endofitnega rezervoarja v iglicah, povzroči odmrtnje poganjkov in obilno oblikuje trosišča (JURC D. / JURC M. 1997).

Ukrepi

Zaradi endofitnega načina življenja v zdravih iglicah in skorji borov niso mogoči zatiralni ukrepi proti glivi. Gliva ne more poškodovati zdravih in vitalnih borov, zajedalka postane šele takrat, ko je bor oslabiljen. Redčenje da se zmanjša konkurenca drugih dreves za vodo in izbor ustreznega rastišča, ki zadržuje dovolj vlage in vsebuje ustrezne količine hranil, so edini ukrepi, s katerimi zmanjšamo možnost pojava bolezni.

ŠIFRA: 32,31,29,38-3.02.-2.007/G,D

Sydowia polyspora (Bref. & Tavel) E. Müll. (1953) (teleomorf)
Sinanamorf: *Hormonema dematioides* Lagerberg & Melin (1927)
Sinanamorf: *Sclerophoma pythiophila* (Corda) Höhn. (1909)

Taksonomska uvrstitev:

Dothioraceae, *Dothideales*, *Dothideomycetidae*, *Ascomycetes* (mešičkovnice), *Ascomycota* (zapr-totrošnice) (Kirk et al. 2002).

Oznaka bolezni

Gliva je endofitna v iglicah in vejah, na drevesu v stresu povzroča odmiranje iglic in vej.

Opis glive

Anamorf

Gliva *Sydowia polyspora* ima dve obliki nespolnega razmnoževanja in vsaka ima svoje ime (vse anamorfe, ki imajo skupni teleomorf, imenujemo sinanamorfi). *Sclerophoma pytiophila* oblikuje konidiome na odmrlih iglicah ali skorji. Konidiomi so ugreznjeni v črno micelijsko stromo, ki izrašča iz okuženega substrata. Posamični konidiomi imajo premer do 200 µm, če jih je v stromi več so lahko do 750 µm veliki. Nimajo odprtine in odprejo se tako, da se raztrga zgornja stena. Koniji so prosojni, enocelični, ovalni, gladki in veliki 4-8 × 2-3 µm (SUTTON 1980).

Hormonema dematioides je oblika glive, ki zraste na hranilni podlagi v čisti kulturi in je ne najdemo v naravi. Podgobje je v kulturi zelo raznoliko, vedno je temno do črno, lahko ima svetleje obarvan kolobar in prekrito je z veliko količino sluzastih trosov, zato je površina svetleča (slika 21). Pod mikroskopom opazimo temno rjave vegetativne hife, ki imajo debele stene in prosojne (hialine) fertilne hife s tankimi stenami, na kateri brstijo konidiji. Celica take hife je konidiogena celica in konidiji v zaporedju brstijo iz pege ali kratkega nastavka na steni te celice (slika 22). Konidiji so prosojni, ovalni in gladki, veliki 4,5-12 × 3-4,5 µm. Glivo v kulturi zelo težko razlikujemo od slošno razširjenega saprofita *Aureobasidium pullulans*. Zanimivo je, da je bila ta gliva ugotovljena tudi kot povzročiteljica vnetja trebušne mreine (peritonitis) pri človeku (SHIN et al. 1998).

Teleomorf

Trosišča so podobna apotecijem, sestavlja jih ploščat disk z aski, ki je vgreznjen v stromo. Aski vsebujejo več kot 16 temnih askospor, ki so več celične. Teleomorf je redek, pri nas še ni najden.

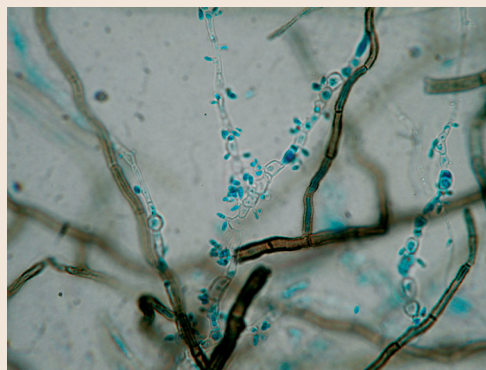
Opis bolezni in povzetek objav o pojavu in pomenu glive

Gliva povzroča rake na vejah, odmiranje vej in iglic na večini vrst iglavcev, vendar le po suši, pozebi ali drugih poškodbah (FUNK 1981). HANSEN in LEWIS (1997) jo prištevata med splošno razširjene, rahlo patogene oportunistične glive, ki povzročajo raka na vejah iglavcev. Prisotnost te glive kaže na slabe rastne razmere, saj lahko na vitalnih drevesih povzroči le majhne, latentne



Slika 21. Podgobje glive *Hormonema dematioides* v čisti kulturi

Figure 21. Mycelium of the fungus *Hormonema dematioides* in pure culture



Slika 22. Svetle konidiogene celice, konidiji in temne vegetativne hife glive *H. dematioides* (obarvano)

Figure 22. Light conidiogenous cells, conidia and dark vegetative hyphae of the fungus *H. dematioides* (stained)

rakave rane. SUTTON (1980) navaja njene gostitelje iz rodov *Abies*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Picea* in *Pinus* ter njeno geografsko razširjenost: Evropa, Afrika, Severna Amerika in Avstralija. FUNK (1981) navaja gostitelje v Severni Ameriki: *Pinus* spp., *Pseudotsuga*, *Abies* spp., *Picea* spp., *Tsuga heterophylla*, *Larix*, *Thuja*. Pri opisu okužbe brinov (*Juniperus* spp.) in drugih iglavcev SINCLAIR in sodelavci, (1987) navajajo vrsto *S. pytiophila* kot glivo, ki je sposobna uničiti eno- in večletne poganjke svojih gostiteljev. Menijo, da očitno ni sposobna prodreti v nepoškodovanega gostitelja, ampak prodre vanj skozi rane, ki jih naredijo žuželke ali skozi poškodbe povzročene v hudi zimi. Med boleznimi iglic rdečega bora jo v tristolpenjski lestvici o pomenu bolezni za gostitelja

prikazujejo LANIER in sodelavci (1976) kot najmanj nevarno. Vendar njen anamorf (z imenom *Dothichiza pityophila* in njenim neustreznim in neveljavnim teleomorfo *Sclerophoma magnusi-ana* Wils. & Hahn) omenjajo kot povzročiteljico rakavosti na vejah in jo tudi razvrstijo med najmanj nevarne. KOWALSKI (1998) jo je iz odmrlih poganjkov rdečega bora na Poljskem izoliral iz 37,3 % poganjkov in ta gliva je bila najpogostejša od vseh izoliranih gliv. Pri nas smo ugotovili, da je *S. pytiophila* močno poškodovala sestoje rdečega bora, ki so rasli na revnem in suhem rastišču blizu vasi Starod (HOČEVAR / JURC 1985).

BUTIN in KOWALSKI (1990) sta ugotovila, da je v prehodu med odmrlo vejo in deblom rdečega bora (veje so odmrle zaradi naravnega čiščenja vej) gliva *S. pytiophila* prisotna v 12,7 % (izolati s skorjo) in v lesu teh vej v 1,6 %. CECH (1995) jo je izoliral iz odmrlih vej črnega bora v Avstriji in jo navaja kot drugo najpogostejšo glivo za glivo *S. sapinea*. V mrtvih tkivih zdrave skorje vej rdečega bora na Poljskem je bila prisotna v 28,3 % izolatov, v živih delih skorje v 3,4 % izolatov in v lesu odmrlih vej v 6 – 20 % izolatov (KOWALSKI / KEHR, 1996). Kot endofit v iglicah črnega bora na Krasu je bila ugotovljena v 1,6 % deležu vseh opravljenih izolacij in v 4,2 % vseh uspešnih izolacij (JURC M. 1996). V teh raziskavah je bila ugotovljena značilno višja okuženost starih dreves (12,3 %) kot mladih dreves (6,6 %) in značilno višja okuženost baz iglic (46,3 %) kot sredine iglic (23,1 %) ali vrhov iglic (29,7 %). V zdravih iglicah *Pinus mugo* ssp. *uncinata* v Švici je bila ugotovljena v manj kot 1 % (SIEBER et al. 1999). HALMSCHLAGER in sodelavci (1993) so ugotovili njeno endofitno pojavljanje v manj kot 5 % v listih in vejicah gradna (*Quercus petraea*). KARADŽIĆ (1987) jo uvršča med patogene, ki se na nekaterih območjih pojavljajo pogosto, na drugih pa redko in samo v izjemnih primerih predstavlja praktični problem pri snovanju nasadov črnega bora. Po številčnosti v zdravih poganjkih črnega bora na Poljskem je bila ugotovljena v 57,6 %, kar jo po pogostnosti uvršča na drugo mesto, za glivo *Pezizula eucrita* (KOWALSKI / ZYCH, 2002b). Najpogostejša je bila v enoletnih poganjkih (68,8 %), nato v dveletnih (58,3 %), najmanj pa je okužila triletno poganjke (45,8 %). KEHR in WULF (1993) sta v severni Nemčiji izolirala *H. dematioides* iz manj kot 1 % odmrlih vejic in nekroz debla doba.

V raziskavah vzrokov odmiranja borovih vej pri nas (JURC 2003) smo glivo *Sydowia polyspora*

ugotovili v 12,4 % vej (4,76 % vseh izolatov) in je za glivo *Sphaeropsis sapinea* druga najpogostejša gliva v prehodu med živo in odmrlo skorjo v vejah črnega bora. V zdravi skorji črnega bora je bila prisotna v 4,17 % izolatov, kar je po pogostnosti tretja vrsta. Ugotovimo lahko, da je gliva *Sydowia polyspora* ena od najpogostejših gliv v zdravih iglicah in skorji črnega bora in po odmrtnosti tkiv živi naprej kot saprofit. Očitno je gliva kompetitivna vsem ostalim glivam v borovi skorji, saj je njen odstotek pojavljanja v živih in odmrlih tkivih enak. Njen množični pojav po stresih ali poškodbah gostitelja omogoča domnevo, da je ob močnem stresu gostitelja sposobna preiti iz neškodljivega endofitnega načina življenja v aktivni parazitski način okužbe. Enakega mnenje sta v najnovejši publikaciji KOWALSKI in ZYCH (2002b) kljub temu, da jo do te publikacije prvi avtor nikoli ni umestil v možne patogene borove skorje ali iglic (KOWALSKI 1982a; b; 1998; KOWALSKI / DOMANSKI 1983; KOWALSKI / KEHR 1996). Zaradi relativno pogoste pojavnosti v vejah črnega bora, je njen pomen pri procesu odmiranja vej črnega bora na Krasu najverjetneje velik.

Ukrepi

Zaradi endofitnega načina življenja v zdravih iglicah in skorji borov niso mogoči zatiralni ukrepi proti glivi. Gliva ne more poškodovati zdravih in vitalnih borov, zajedalka postane šele takrat, ko je bor oslabiljen. Redčenje da se zmanjša konkurenca drugih dreves za vodo in izbor ustreznega rastišča, ki zadržuje dovolj vlage in vsebuje ustrezne količine hranil, so edini ukrepi, s katerimi zmanjšamo možnost pojava bolezni.

VIRI

- BLODGETT J.T. / KRUGER E.L. / STANOSZ G.R., 1997a. Effects of moderate water stress on disease development by *Sphaeropsis sapinea* on red pine. *Phytopathology*, 87:422-428.
- BLODGETT J.T. / KRUGER E.L. / STANOSZ G.R., 1997b. *Sphaeropsis sapinea* and water stress in a red pine plantation in Central Wisconsin. *Phytopathology*, 87: 429-434.
- BUTIN H. / KOWALSKI T., 1990. Die natürliche Astreinigung und ihre biologischen Voraussetzungen. V. Die Pilzflora von Fichte, Kiefer und Lärche. *European Journal of Forest Pathology*, 20, 1: 44-54
- CECH T.L., 1995. Epidemic occurrence of *Sphaeropsis*

- sapinea* in eastern Austria. V: Capretti, P., Heiniger, U., Stephan, R.(ur.): Shoot and foliage diseases in forest trees. Proceedings of a joint meeting of the working parties Canker and shoot blight of conifers (S32.06.02), Foliage diseases (S2.06.04). Vallombrosa, Firenze, Italy June 6-11, 1994, Istituto di Patologia e Zoologia Forestale e Agraria, Università degli Studi di Firenze: 263-269
- CHOU C.K.S., 1987. Crown wilt of *Pinus radiata* associated with *Diplodia pinea* infection of woody stems. European Journal of Forest Pathology, 17, 7: 398-411
- DESPREZ-LOUSTAU M.-L. / MARCAIS B. / NAGELEISEN L.-M. / PIOU D. / VANNINI A., 2006. Interactive effects of drought and pathogens in forest trees. Ann. For. Sci., 63: 597-612
- de WET J. / BURGESS T. / SLIPPERS B. / PREISIG O. / WINGFIELD B.D. / WINGFIELD M.J., 2003. Multiple gene genealogies and microsatellite markers reflect relationships between morphotypes of *Sphaeropsis sapinea* and distinguish a new species of *Diplodia*. Mycological Research, 107, 5: 557-566
- DIMINIĆ D., 1997. Istraživanja gljive *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton na borovima u Hrvatskoj. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, 170 str.
- FLOWERS J. / NUCKLES E. / HARTMAN J. / VAILLANCOURT L., 2001. Latent infection of Austrian and Scots pine tissues by *Sphaeropsis sapinea*. Plant Disease, 85: 1107-1112
- FUNK A., 1981. Parasitic microfungi of western trees. Victoria, B.C. Canadian Forestry Service, Pacific forest research centre: 190 str.
- GRUJOSKA M., 1965. Prilog proučavanju ekologije *Cenangium ferruginosum* Fr. Thesis, Skopje: 125 str.
- HALMSCHLAGER E. / BUTIN H. / DONAUBAUER E., 1993. Endophytische Pilze in Blättern und Zweigen von *Quercus petraea*. European Journal of Forest Pathology, 23, 1: 51-63
- HANSEN E.M. / LEWIS K.J., 1997. Compendium of conifer diseases. St. Paul, Minnesota, APS Press: 101 str.
- HELANDER M.L. / SIEBER T.N. / PETRINI O. / NEUVONEN S., 1994. Endophytic fungi in Scots pine needles: spatial variation and consequences of simulated acid rain. Canadian Journal of Botany, 72: 1108-1113
- HOČEVAR S. / JURC D., 1983. Poročilo o ugotavljanju vzrokov sušenja črnega bora (*Pinus nigra* var. *austriaca*) na Krasu. Ljubljana, IGLG: 8 str. (tipkopis)
- HOČEVAR S. / JURC D., 1985. Sušenje rdečega bora v nasadu Kazamur, K.O. Starod in pregled sestojev črnega bora in jelke v Birtovih dolinah, K.O. Ilirska Bistrica. Ljubljana, IGLG: 10 str. (tipkopis)
- JURC D. / JURC M., 1997. Influence of moisture, temperature and growth medium on *Cenangium dieback* of pine (*Cenangium ferruginosum* Fr., Ascomycotina). Zbornik gozdarstva in lesarstva, 54: 109-124
- JURC D. / JURC M., 2001. Rdeči bor (*Pinus sylvestris*) se na Golovcu suši zaradi sušice najmlajših borovih poganjkov (*Sphaeropsis sapinea*). Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije: 3 str (tipkopis)
- JURC D. / JURC M. / SIEBER T.N. / BOJOVIĆ, S., 2000. Endophytic *Cenangium ferruginosum* (Ascomycota) as a reservoir for an epidemic of *Cenangium dieback* in Austrian Pine. Phyton, 40, 4: 103-108
- JURC, D., 2003. Ekofiziološke značilnosti glive *Cenangium ferruginosum* Fr. na borih. Doktorska disertacija = Ecophysiological characteristics of the fungus *Cenangium ferruginosum* Fr. on pines. Doctoral dissertation. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani: 141 str.
- JURC M., 1996. Endofitne glive in njihove značilnosti v iglicah črnega bora (*Pinus nigra* Arn.). Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani: 198 str.
- JURC M., 1997 Patogeni - simbioanti - endofiti: sinonimi ali samostojne kategorije organizmov?. V: Maček J. (ur.). Zbornik predavanj in referatov 3. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin v Portorožu od 4. do 5. marca 1997. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 285-290
- JURHAR F. / MIKLAVŽIČ J. / SEVNIK F. / ŽAGAR B., 1963. Gozd na krasu Slovenskega Primorja. Ljubljana, Publikacije Tehniškega muzeja Slovenije, 11: 117 str.
- KARADŽIĆ D., 1987. Uticaj patogene mikoflore na propadanje i sušenje stabala u kulturama *Pinus* vrsta. Šumarstvo, 40, 5: 107-115
- KARADŽIĆ D. / KNEŽEVIĆ M. / MIHAJLOVIĆ L., 1990. Uzroci sušenja crnog bora (*Pinus nigra* Arn.) u kulturama na Zlatiboru sa predlogom mera zaštite. Zaštita bilja. 41, 2: 191-200
- KEHR R.D. / WULF A., 1993. Fungi associated with above-ground portions of declining oaks (*Quercus robur*) in Germany. European Journal of Forest Pathology, 23, 1: 18-27
- KIRK P.M. / CANNON P.F. / DAVID J.C. / STALPERS J.A., 2001. Dictionary of the fungi. Ninth Edition. CAB International, Wallingford: 655 str.
- KIRK P.M. / FARR D. / ROSSMAN A. / GAMS W.

- / STALPERS J. / STEGEHUIS G. / COPPINS B. / SPOONER B. / ROBERTS P. / RYVARDEN L. / NÚÑEZ M. / DREZE A. / INDOE K. / TEHLER A. / MYRDAL M. / PENNYCOOK S. / JOHNSTON P. / HAWKSWORTH J. / HOWES M. / LICHTWARDT B. / ROGERS J. / PARMASO E. / ING B. / REDHEAD S. / SEIFERT K. / DARVEAUX B. 2002. CABI *Bioscience*, Egham, UK. - www.indexfungorum.org (10. 6. 2003)
- KOWALSKI T., 1982a. Fungi infecting needles of *Pinus sylvestris* in Poland in relation to air pollution zone. Inst. For. Prot. Agric. Acad., Kraków: 93-98
- KOWALSKI T., 1982b. Fungi infecting *Pinus sylvestris* needles of various ages. European Journal of Forest Pathology, 12, 3: 182-190
- KOWALSKI T., 1998. A study on *Cenangium* shoot dieback of *Pinus sylvestris* L. in Poland. V: Cech T.L., Hartmann G., Tomiczek C.(ur.). Disease/Environment interactions in Forest Decline. Proceedings of a Workshop of the IUFRO 7.02.06 Working Party, Vienna, March 16-21, 1998, Federal Forest Research Centre: 73- 81
- KOWALSKI T. / DOMANSKI S., 1983. Występowanie i przyczyny odwiercholkowego zamierania pedów *Pinus nigra*, *P. sylvestris* i *P. strobus* w niektórych drzewostanach południowej Polski w latach 1979-1980. Acta agraria et silvestria, 22: 20-34
- KOWALSKI T. / KEHR R.D., 1996. Fungal endophytes of living branches in several European tree species. V: Redlin S.C., Carris L.M. (ur.). Endophytic fungi in grasses and woody plants. Systematics, ecology and evolution. St. Paul, Minnesota, APS Press: 67-86
- KOWALSKI T. / ZYCH P., 2002a. Endophytic fungi in needles of *Pinus nigra* growing under different site conditions. Polish Botanical Journal 47, 2: 251-257
- KOWALSKI T. / ZYCH P., 2002b. Fungi isolated from living symptomless shoots of *Pinus nigra* growing in different site conditions. Oestreichische Zeitschrift für Pilzkunde, 11: 107-116
- LANIER L. / JOLY P. / BONDOUX P. / BELLEMERE A., 1976. Mycologie et pathologie forestières. Tome II - Pathologie forestière. Paris, New York, Barcelone, Milan, Masson: 478 str.
- MILJAŠEVIĆ T., 2000. Proučavanja bioekologije gljive *Sphaeropsis sapinea* Dyko et Sutton – prouzrokovana propadanja *Pinus* vrsta u urbanim sredinama i prirodnim rezervatima. Doktorska disertacija. Beograd, Univerzitet u Beogradu, šumarski fakultet: 191 str.
- MILJAŠEVIĆ T., 2001. Značaj, rasprostranjenje i biljke domaćini patogene gljive *Sphaeropsis sapinea* Dyko & Sutton – uzročnika izumiranja *Pinus* vrsta. Mycologia Montenegrina 4, 1: 133-148
- PALMER M.A. / STEWART E.L. / WINGFIELD M.J., 1987. Variation among isolates of *Sphaeropsis sapinea* in the north central United States. Phytopathology, 77, 6: 944-948
- PETERSON G. W., 1981. Pine and juniper diseases in the Great Plains. USDA Forest Service, General Technical Report RM-86: 47 str.
- SHIN J.H. / LEE S.K. / SUH S.P. / RYANG D.W. / KIM N.H. / RINALDI M.G. / SUTTON D.A., 1998. Fatal *Hormonema dematioides* peritonitis in a patient on continuous ambulatory peritoneal dialysis: Criteria for organism identification and review of other known fungal etiologic agents. J. Clin. Microbiol. 36, 7: 2157-2163
- SIEBER T.N. / RYS, J. / HOLDENRIEDER O., 1999. Mycobiota in symptomless needles of *Pinus mugo* ssp. *uncinata*. Mycological Research, 103, 3: 306-310
- SINCLAIR W.A. / LYON H.H. / JOHNSON W.T., 1987. Diseases of trees and shrubs. Comstock Publishing Associates, Cornell University press, Ithaca and London: 575 str.
- STANOSZ G.R. / SMITH D.R. / GUTHMILLER M.A. / STANOSZ J.C., 1997. Persistence of *Sphaeropsis sapinea* on or in asymptomatic shoots of red and jack pines. Mycologia 89: 525-530
- SUTTON B.C., 1980. The Coelomycetes. Fungi Imperfecti with Pycnidia, Acervuli and Stromata. Kew, Surrey, CMI: 696 str.
- SWART W.J. / WINGFIELD M.J., 1991. Biology and control of *Sphaeropsis sapinea* on *Pinus* species in South Africa. Plant Disease, 75, 8: 761-766
- ŠKULJ M., 1988. Pomlajevanje in kalitev črnega bora (*Pinus nigra* Arn.) na Slovenskem Krasu. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: 139 str.
- TATTAR A. T., 1978. Diseases of shade trees. New York, San Francisco, London, Academic Press.
- VOSS W. 1889-1892. Mycologia Carniolica. Ein Beitrag zur Pilzkunde des Alpenlandes. Berlin, R.Friedländer & Sohn: 302 str.
- WANG C.G. / BLANCHETTE R.A. / JACKSON W.A. / PALMER M.A., 1985. Differences in conidial morphology among isolates of *Sphaeropsis sapinea*. Plant disease, 69, 10: 838-841

GDK: 416.1+416.3+416.5:174.7 Pinus spp.(045)=163.6

BORI - *Pinus* spp.

PINES - *Pinus* spp.

BOLEZNI POGANJKOV, VEJ IN DEBLA DISEASES OF SHOOTS, BRANCHES AND TRUNK

Gremeniella abietina, *Cronartium flaccidum*, *Melampsora pinitorqua*

Dušan JURC¹

Izvleček:

Jurc, D.: Bori. Bolezni poganjkov, vej in debla. *Gremeniella abietina*, *Cronartium flaccidum*, *Melampsora pinitorqua*. Gozdarski vestnik, 65/2007 št. 2. V slovenščini, z izvlečkom v angleščini, cit. lit. 38. Prevod v angleščino: avtor. Lektura angleškega besedila: Jana Oštir.

Prispevek je nadaljevanje opisov bolezní, ki kužijo poganjke, veje in debla borov (*Pinus* spp.) in se pojavljajo v Sloveniji. Odmiranje poganjkov črnega bora (*Gremeniella abietina*) redko povzroči velike poškodbe gozdov, bolezen pa je splošno razširjena in v letu 2006 je poškodovala rdeči bor na obsežnem območju centralne Slovenije in črni bor v severni Sloveniji. Mehurjevka rdečega bora (*Cronartium flaccidum*) je splošno razširjena gliva na rdečem boru, redko na črnem boru in le lokalno na alepskem boru. Dikarionski gostitelji so predvsem *Vincetoxicum officinale*, *Gentiana asclepiadea* in *Paeonia officinalis*. Bolezen prizadene predvsem borove sestoje do faze letvenjaka. Borova rja zavijalka (*Melampsora pinitorqua*) je bolezen borovega mladja, na topolih ne povzroča močnih poškodb. V gozdni drevesnicah se je že pojavila v močni jakosti, vendar je njen epifitotičen pojav redek tako v drevesnicah kot v naravi. Podani so nasveti za zmanjševanje poškodb borov zaradi naštetih bolezní.

Ključne besede: bori, *Pinus* spp., bolezní, poganjki, veje, debla, *Gremeniella abietina*, *Cronartium flaccidum*, *Melampsora pinitorqua*, Slovenija

Abstract:

Jurc, D.: Pines. Diseases of shoots, branches and trunk. *Gremeniella abietina*, *Cronartium flaccidum*, *Melampsora pinitorqua*. Gozdarski vestnik, Vol. 65/2007, No. 2. In Slovene, with abstract in English, lit. quot. 38. Translated into English by the author. English language editing by Jana Oštir.

The article is a continuation of descriptions of diseases of pine shoots, branches and trunk which appear in Slovenia. The Scleroderis-canker of conifers (*Gremeniella abietina*) is rarely the cause of large scale forest damage, but it is wide-spread and in 2006 it seriously damaged Scotch pine on vast areas in the central part of Slovenia and Austrian pine in north Slovenia. *Cronartium flaccidum* is a generally present disease of Scotch pine, it is rare on Austrian pine and it appears only locally on Aleppo pine. Telial hosts are mainly *Vincetoxicum officinale*, *Gentiana asclepiadea* and *Paeonia officinalis*. The disease is most damaging to those pine stands which are less than pole sized. The pine twist rust (*Melampsora pinitorqua*) is a disease of young pines, the damage to poplars is not important. It has appeared in heavy intensity in forest nurseries in the past, but its epiphytotic is rare in nurseries as well as in nature. The methods of reducing the damage to pines due to the described diseases are advised.

Key words: pines, *Pinus* spp., diseases, shoots, branches, trunk, *Gremeniella abietina*, *Cronartium flaccidum*, *Melampsora pinitorqua*, Slovenia

ŠIFRA: 32,31,29,11-3.02.-2.008/G

ODMIRANJE POGANJKOV ČRNEGA BORA, *Gremeniella abietina* (Lagerb.) M. Morelet, (1969), teleomorf

(sin. *Ascocalyx abietina* (Lagerb.) Schläpf.-Bernh. (1969), *Scleroderis lagerbergii* Gremmen (1955))

Anamorf: *Brunchorstia pinea* (P. Karst.) Höhn. (1915)

Taksonomska uvrstitev:

Helotiaceae (pecljarke), Helotiales (pecljarji),
Leotiomyetidae (kapičarice), Ascomycetes (mešič-

¹ Doc. dr. D. J., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SLO

kovnice), Ascomycota (zaprtotrošnice), Fungi (glive) (INDEX FUNGORUM 2007)

Oznaka bolezni

Bolezen borov in smreke, ki pri nas redko povzroča obsežne poškodbe drevja. V severni Evropi in Severni Ameriki je gospodarsko pomembna bolezen borov in smreke in prenos agresivnih sevov glive k nam bi lahko pomenil veliko nevarnost za zdravje gostiteljev.

Opis glive

Gliva ima značilen razvojni krog, kakor številne druge vrste iz debela zaprtotrošnic (Ascomycota). Po okužbi in odmiranju tkiv gostitelja oblikuje najprej nespolna trosišča (anamorf - piknidijski), v katerih nastajajo ogromne količine nespolnih trosov (konidijev). Ti trosi lahko ob ugodnih razmerah okolja povzročijo množično okužbo gostiteljev. Spomladi, naslednje leto po oblikovanju anamorfa, se na istih odmrlih tkivih gostitelja razvijejo spolna trosišča (teleomorf - apoteciji), v katerih nastanejo haploidne askospore. Anamorf gliva uporablja za širjenje, teleomorf zagotavlja glivi genetsko variabilnost in s tem prilagajanje na spremenljive razmere okolja in evolucijo gostiteljev. Gliva ima vsaj 15 neveljavnih imen (sinonimov), najpogostejša sta *Scleroderris lagerbergi* in *Ascocalyx abietina* in s temi imeni so jo označevali starejši avtorji (ta imena so koristna pri pregledu doslej objavljenih podatkov o tej glivi). Ime teleomorfa (*Gremmeniella abietina*) uporabljamo takrat, kadar najdemo njena spolna trosišča (apotecije) ali, kadar govorimo o glivi kot o vrsti, kot o samostojnem organizmu. Ime anamorfa (*Brunchorstia pinea*) pa uporabljamo takrat, ko želimo označiti obliko, v kateri se je gliva pojavila na preiskanem vzorcu. Pri nas je predvsem prisotna piknidijska, nespolna oblika (anamorf), teleomorf pri nas še ni bil najden.

Ker gliva povzroča zelo različne oblike bolezni in kuži gostitelje različno močno v različnih delih sveta, razlikujejo številne taksonomske kategorije v okviru vrste. Ločijo varietete, rase in biotipe (PETRINI et al 1989, SMITH et al 1997, SKILLING et al 1986, YOKOTA et al 1974a,b).

Varietete so:

- *abietina (typica)*, je najpogostejša in najbolj razširjena, pojavlja se v Evropi, Severni Ameriki in Aziji na borih, smrekah in jelkah.
- *balsamea*, ima majhno razširjenost v vzhodni

Severni Ameriki predvsem na *Abies balsamea* in smrekah.

G. abietina var. *abietina* je razdeljena na severnoameriško raso, ki povzroča bolezen na *Pinus banksiana* in *P. contorta*, na evropsko raso (na *Pinus*, *Larix* in *Picea*), in na azijsko raso (na *Abies sacchalinensis*, na otoku Hokkaido na Japonskem).

Pri evropski rasi *G. abietina* razlikujejo dva biotipa:

- A ali evropski biotip (tip velikih dreves) – bolezen prizadene odrasla drevesa in sejanke, predvsem rdeči bor in navadno smreko. Evropski biotip je bolj patogen in lahko okuži večje število vrst gostiteljev. Redko oblikuje teleomorf, za okužbo so najpomembnejši konidiji. Ta biotip so prenesli v Severno Ameriko, kjer povzroča vedno večje poškodbe iglavcev.
- B ali fenoskandijski biotip (tip majhnih dreves) – bolezen prizadene sejanke, mlada drevesa in dele odraslih dreves, ki so pozimi pod snegom. Predvsem se pojavlja na rdečem boru in *Pinus contorta*. Pogosto oblikuje teleomorf in askospore so pomembne za nastanek novih okužb maja in junija.

Tretji biotip, ki je poznan kot alpski biotip, je bil opisan kot *Gremmeniella abietina* var. *cembrae*.

Anamorf

Konidiomi so piknidijski. Oblikujejo se na brstih in skorji poganjkov ali debela, redko na osnovi iglic. Pogosto zrastejo na brazgotinici odpadle iglice. So posamični ali v skupinah, črni ali temno rjavi (sliki 1 in 2). Lahko so okrogli, ovalni ali nepravilni



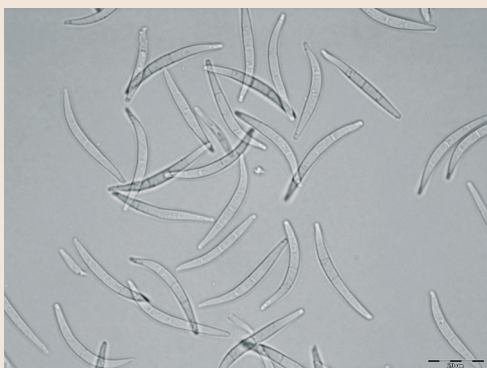
Slika 1. Dva piknidijski glive *Brunchorstia pinea* na brazgotinici odpadlih iglic odmrlega poganjka rdečega bora (Foto N. Ogris)

Fig. 1. Two pycnidia of the fungus *Brunchorstia pinea* on needle scars of dead Scotch pine twig



Slika 2. Piknidiji glive *Brunchorstia pinea* na odmrlem brstu rdečega bora (Foto N. Ogris)

Fig. 2. Pycnidia of the fungus *Brunchorstia pinea* on dead Scotch pine bud



Slika 3. Konidiji glive *Brunchorstia pinea* (črta=20 μ m) (Foto N. Ogris)

Fig. 3. Conidia of the fungus *Brunchorstia pinea* (bar=20 μ m)

oblike, veliki 0,2-0,6 $\times$ 0,8-1,4 mm (včasih celo do 2 mm), in nimajo odprtine (ostiola). Zgornja stran piknidija se raztrga, ko je piknidij zrel. Nastajajo na stromatičnem hifnem spletu, imajo več prekatov (so multilokularni) in imajo debelo steno, sestavljeno iz temno obarvane zunanje plasti in svetlejšje psevdoparenhimske notranje plasti. Notranjo steno piknidija prekrivajo konidiogene celice, na katerih nastajajo konidiji z brstenjem. Ti so brezbarvni in prosojni (hialini), rahlo upognjeni, gladki, na koncih zašiljeni in imajo 0-8 (največkrat pa 3-7) prečnih sten (slika 3). Konidiji so veliki 25-40 $\times$ 3-3,5 μ m. Pri nas smo v letu 2006, ob močnem sušenju rdečega bora v osrednji Sloveniji zaradi odmiranja poganjkov črnega bora, izmerili njihovo velikost in merili so 36,5 (27,5-51) $\times$ 3,5 (2,5-5) μ m (OGRIS / JURC 2006). Istega leta je bil poškodovan tudi črni bor na

Koroškem in tam so konidiji merili 31 (15-42) $\times$ 3 (2,5-3,5) μ m (OGRIS 2006). Konidiji se oblikujejo v velikih količinah in iz piknidija izhajajo v obliki sluzastega izločka bele ali rahlo rožnate barve. Piknidiji so mehki in ko jih prerežemo s skalpelom, opazimo belo ali rahlo rožnato vsebino.

Teleomorf

Askokarpi so apoteciji. Razvijejo se na skorji poganjkov po enem ali dveh letih od njihovega odmiranja, redko tudi na iglicah. Iz skorje izraščajo posamično ali v skupinicah, sestavljeni so iz kratkega peclja in diskastega zgornjega dela s premerom do 1,2 mm, v katerem je trosovnica (himenij). Na zunanji strani so črni, trosovnica je najprej smetanasto rjava, nato potemni in postane črna (slika 4 in 5). Zelo so podobni apo-



Slika 4. Stari apoteciji glive *Gremmeniella abietina* na skorji rdečega bora (vzorec nabran na Finskem, Hyytiälä Forest Research Station, avgust 1995) (Foto N. Ogris)



Slika 5. Apoteciji glive *Gremmeniella abietina* na odmrli vejici rušja (Foto A. Kunca, National Forest Centre - Slovakia, www.forestryimages.org)

Fig. 5. Apothecia of the fungus *Gremmeniella abietina* on dead Mugo pine twig

tecijem glive *Cenangium ferruginosum*, le da so manjši in rahlo temnejši (za točno determinacijo moramo uporabiti mikroskop). Aski vsebujejo 8 askospor, imajo dvojno steno (so bitunikatni), na vrhu nimajo posebnega mehanizma za izmetavanje spor (so inoperkulatni) in veliki so 100-120×8-10 µm. Askospore so v asku nameščene v dveh vrstah (biseriatno), so prosojne, vsebujejo običajno 4 oljne kapljice, so ovalne s tremi prečnimi stenami, velike so 15-22×3-5 µm. Parafize (sterilne celice trosovnice) so nitaste, prosojne in prečno predeljene s stenami (PUNITHALINGAM / GIBSON 1973).

Opis bolezni

Gostitelji in razširjenost

Odmiranje poganjkov črnega bora je predvsem bolezen na vrstah rodov *Pinus*, *Picea* in *Abies*, najpogostejše pa v svetovnem merilu prizadene dve ali tri igličaste bore, pet igličasti bori in različne vrste smreke so bolj odporne. Ostali iglavci so še manj občutljivi za bolezen in jih ta navadno ne prizadene. V celotnem arealu razširjenosti je bila bolezen najdena na naslednjih gostiteljih: *Abies sachalinensis*, *Larix leptolepis*, *Picea glauca*, *P. mariana*, *P. rubens*, *Pinus banksiana*, *P. cembra*, *P. densiflora*, *P. flexilis*, *P. griffithii*, *P. monticola*, *P. mugo*, *P. nigra* var. *austriaca*, *P. nigra* var. *corsicana*, *P. nigra* var. *maritima*, *P. pinaster*, *P. pinea*, *P. ponderosa*, *P. radiata*, *P. resinosa*, *P. rigida*, *P. sabiniana*, *P. strobus*, *P. thunbergii*, *P. wallichiana* in *Pseudotsuga menziensis* (SMITH et al 1997, SINCLAIR et al 1987, DONAUBAUER 1972a). V Evropi je *G. abietina* splošno razširjena in je pogosta bolezen črnega bora, rdečega bora, cembrina in rušja, pa tudi navadne smreke. Prvi jo je opisal Brunchorst leta 1888. Njena geografska razširjenost je od borealne do mediteranske regije. V Severni Ameriki je bila leta 1962 ugotovljena v Kanadi in leta 1964 v ZDA, vendar domnevajo, da je bila prisotna vsaj že od leta 1942. Do leta 1979 je na 20.000 ha borovih gozdov zaradi boleznih pripadlo 40 % dreves (TAINTER / BAKER 1996).

Gliva *Gremmeniella abietina* je bila prvotno razširjena v Evropi, prenesli so jo v Severno Ameriko, kjer povzroča bolezen borov in smrek v vzhodnem delu kontinenta, in na Japonsko, kjer povzroča močne poškodbe jelke *Abies sachalinensis* (SMITH et al 1997, YOKOTA et al 1974a).

Pri nas smo odmiranje poganjkov črnega bora največkrat ugotovili na črnem boru (*P. nigra*),

občasno, vendar v močni jakosti, na rdečem boru (*P. sylvestris*) in redko na smreki (*Picea abies*). Ugotovljena je bila v 80. letih prejšnjega stoletja pri zdravstvenem pregledu sadik v gozdni drevesnici Mengeš na himalajskem boru (*Pinus wallichiana*) (JURC M. 1996) ter na smreki pri Ortneku (JURC M. et al 1991). Okužene himalajske bore so v drevesnici Mengeš uničili, saj je gliva na seznamu organizmov, ki v gozdnih drevesnicah niso dovoljeni. Na smrekovih poganjkih pri Ortneku pa bolezen ni prizadejala močnih poškodb smreke in je najdba pomembna zaradi spoznanja potencialne možnosti, da se bolezen pri nas lahko pojavi tudi na smreki. Glivo *G. abietina* smo v 80. letih prejšnjega stoletja našli večkrat na črnih borih (*Pinus nigra*) v parku pri osnovni šoli v Polju pri Ljubljani (neobjavljeni podatki), vendar je poškodovala posamično drevje in posamične poganjke, različno močno v vsakem letu posebej. Najobsežnejše poškodbe pa je povzročila leta 2006 v osrednji Sloveniji na rdečem boru (v okolici naslednjih krajev: Žažar, Polhov Gradec, Zalog pri Polhovem Gradcu, Vrzedenc, Draga pri Igu, na Rožniku v Ljubljani in v bližini vasi Veliko Trebeljevo) in na črnem boru na Koroškem, v sestojih nad Žerjavom (OGRIS / JURC 2006, OGRIS 2006).

Simptomi in potek bolezni

Gliva okuži gostitelja od pomladi do jeseni, ko sprošča piknospore. Evropska rasa biotip A glive *G. abietina* var. *abietina*, ki je verjetno razširjena pri nas, redko oblikuje askospore in te niso pomemben vir okužb. Najverjetneje nastane večina



Slika 6. Okuženim vejicam so iglice porjavele in odpadajo (Foto N. Ogris)

Fig. 6. Needles on infected twigs turned brown and are dropping off



Slika 7. Krošnja rdečega bora je poškodovana zaradi odmiranja poganjkov črnega bora pri Žažarju, 14. 6. 2006 (Foto N. Ogris)

Fig. 7. Damage to Scotch pine crown due to *Scleroderris-canker of conifers*, near Žažar, 2006/06/14

okužb spomladi, preden poganjki zaključijo rast. Menijo, da trosi kalijo in gostitelja okužijo skozi listne reže luskolista kratkega poganjka (kratki poganjek sta iglici z ovojem pri osnovi). Drugi menijo, da trosi kalijo in micelij ostane neaktiven pod luskolistom do jeseni, ko hife vdrejo v celice povrhnjice kratkega ali dolgega borovega poganjka (SINCLAIR et al 1987). V obeh primerih pa je nadaljnji potek bolezni enak: gliva se ne razrašča do kasne jeseni, ko postane drevo fiziološko neaktivno, gliva pa je sposobna rasti pri nizkih temperaturah, celo že pri temperaturi pod 0 °C. Takrat preraste skorjo poganjka, povzroča njegovo odmiranje in razraste se tudi v osnove iglic. Te pričnejo rjaveti od osnove proti vrhu, kar je značilni simptom bolezni odmiranja poganjkov črnega bora. Če okuženi brst pozimi ali spomladi prerežemo, pogosto opazimo rjave nekrotične pege v notranjosti. Brst je delno porjavel ali počrnel, ker je tkivo odmrlo. Pogosto so na njem kapjice smole ali je s smolo zalit. Odmrle iglice pozimi v celoti porjavijo, spomladi pa začnejo odpadati in v začetku poletja ostanejo goli odmrli poganjki (slika 6). Na brazgotinicah, kjer so iglice odpadle

se pričnejo oblikovati piknidiji. Kjer prehaja odmrlo skorjo poganjka v zdravo, opazimo, če odrežemo skorjo do kambija, zasmoljen del, ki je obarvan rumeno-zeleno. Barvilo izloča gliva, vendar azijska rasa *G. abietina* var. *abietina* tega barvila ne sintetizira. Piknidiji so lahko opazni, ker so precej veliki in značilno razviti na brazgotinicah odpadlih iglic, posamično ali v skupinah, opazimo pa jih tudi na odmrlih brstih. Apoteciji nastanejo v naslednji rastni dobi in poganjajo iz celotne okužene površine poganjka posamično ali v skupinah (sliki 4 in 5).

Brsti, ki so le delno nekrotizirani, lahko odženejo in poganjek je zakrnel ali deformiran. Včasih odmira skorja debelih vej ali debla in nastane tipična rakava rana, ki jo drevo zarašča. Včasih



Slika 8. Spodnje veje v krošnji so v celoti odmrle zaradi odmiranja poganjkov črnega bora (Foto N. Ogris)

Fig. 8. Lower branches in the crown are dead because of *Scleroderris-canker of conifers*



Slika 9. Odmiranje poganjkov črnega bora je močno prizadelo mladje črnega bora pri Žerjavu, 8. 8. 2006 (Foto N. Ogris)

Fig. 9. Heavily affected Austrian pine regrowth because of *Scleroderris-canker of conifers*, near Žerjav, 2006,08/08



Slika 10. Sestoj črnega bora pri Žerjavu je prizadelo odmiranje poganjkov črnega bora (Foto N. Ogris)

Fig. 10. Stand of Austrian pine is damaged by *Scleroderris*-canker of conifers

odmre le končni enoletni del veje in okužba se ustavi na prehodu med eno in dveletnim poganjkom. Na živem delu poganjka se spomladi oblikujejo brsti in ti poženejo v nove poganjke. V nekaterih primerih se taka okužba ponavlja iz leta v leto in veje dobijo metlast izgled. Tudi vitalnost in dobra preskrbljenost drevesa s hranili vpliva na razvoj bolezni. Vitalno drevo uspešneje ustavi okužbo v enoletnem poganjku kot nevitalno. Če jeseni ali pozimi vladajo posebej nizke temperature in so s tem razmere za razvoj glive v skorji ustrezne, pa se iz enoletnega poganjka gliva širi po veji proti deblu in povzroči odmiranje celotne veje. Razvoj bolezni in njena jakost je torej odvisna predvsem od ustreznosti vremenskih razmer jeseni in pozimi ter delno od vitalnosti gostitelja. Čim ustrežnejše so razmere za glivo, bolj bo bolezen prizadela drevo. Sliki 7 in 8 prikazujeta poškodbe krošnje rdečega bora zaradi bolezni, sliki 9 in 10 pa poškodbe črnega bora pri nas v letu 2006.

V čisti kulturi se gliva *G. abietina* počasi razrašča v obliki belega, zelenkastega ali sivo zelenega podgobja. Po enem mesecu oblikuje na podgobju piknidijske v koncentričnih krogih, ki izločajo kapljice rožnato obarvane tekočine in vsebujejo konidije (DORWORTH / KRYWIENCZYK 1975). Minimalna temperatura za rast glive je -5°C , maksimalna je 30°C in optimalna je med 13°C in 20°C (DONAUBAUER / STEPHAN 1988).

Vpliv ekoloških dejavnikov na razvoj bolezni

Bolezen prizadene gostitelje samo takrat, kadar so izpolnjeni ekološki pogoji za okužbo in njen razvoj v tkivih gostiteljev. Za okužbo so ugodne nizke temperature in velika količina padavin v obdobju, ko gliva sprošča trose. Ta obdobja so ob koncu rasti letošnjega poganjka in preden se dokončno oblikuje terminalni brst. Najobilneje gliva oblikuje trose na temperaturi $15-20^{\circ}\text{C}$. Domnevamo, da se pri nas okužbe opravijo v juniju in juliju. Bolezen je latentna do kasne jeseni ali zime, ko se temperature spustijo pod ledišče. Dolga obdobja mraza, dolgotrajna snežna odeja, neobičajni pojavi obdobja zgodnjih zmrzali so pogoj za močan razvoj bolezni.

Primer v švicarskih Alpah je podoben, ko je raven mortalitete cemprina in rušja močno korelirala s trajanjem snežne odeje spomladi (SENN, 1999). Še bolj kot daljše trajanje snežne odeje lahko nenavadno mrzla poletja vplivajo na pojav bolezni (SENN, 1999).

Te zakonitosti pri razvoju odmiranja poganjkov črnega bora so potrdili s številnimi opazovanji. Na Japonskem je bolezen v letu 1970 močno prizadela *Abies sachalinensis*. Jeseni leta 1969 so neobičajno nizke temperature (pod lediščem) vladale ob koncu septembra in v začetku oktobra, nato pa je bilo dolgotrajno obdobje z debelo snežno odejo (YOKOTA et al. 1974 a,b, YOKOTA 1975a,b). V Švici se bolezen pojavlja na visokogorskih rastiš-

čih in prizadene cembrin in rušje, poškodbe so večje po mrzlih in vlažnih poletjih in dolgotrajni snežni odeji (HEINIGER 1988). Bolezen se najmočnejše pojavlja na osojnih legah, kjer je slabša osvetljenost in imajo poganjki manjšo zalogo topnih sladkorjev (DONAUBAUER 1972b). Tudi ob pojavu močnega odmiranja rdečega bora v osrednji Sloveniji leta 2006 so verjetno vplivale na izbruh bolezni vremenske razmere v zimi leta 2005/2006. Takrat so bile temperature za 0,5–1°C nižje od dolgoletnega povprečja, snega je bilo več od dolgoletnega povprečja in obležal je do konca marca (OGRIS / JURC 2006).

Močnejši pojav bolezni lahko pričakujemo v mrzliščih, kjer je vlažneje kot v okolici in zastaja mrzel zrak. Lege, ki imajo nadmorsko višino več kot 300 m, so bolj ogrožene kot nižje lege (MAČEK 1983). Pri nas doslej nismo zasledili glive *G. abietina* v sestojih črnega bora na Krasu, kljub dolgotrajnemu spremljanju povzročiteljev bolezni. Vzrok je najverjetneje prav v toplejšem submediteranskem podnebju, ki glivi ne ustreza.

Ukrepi

Status bolezni

Gliva obstaja v več oblikah, ki jih označujejo za varietete, rase in biotipe in različno prizadenejo različne gostitelje. Zato je vnos novih oblik lahko potencialno nevaren in zaradi tega poskušajo preprečiti njen prenos na velike razdalje. V Severni Ameriki ima bolezen karantenski status. Po Pravilniku o ukrepih in postopkih... (2004), katerega del so priloge, t.j. sezname škodljivih organizmov, je gliva *Gremmeniella abietina* navedena v dveh seznamih za varovana območja v Evropski Skupnosti, Priloga II. Del B in Priloga IV. Del B. Bolezen ne sme biti prisotna v gozdnih drevesnicah, promet z okuženimi sadikami je prepovedan. V državah izvoznicah mora biti zagotovljen dvakratni zdravstveni nadzor nad sadikami. Ko se izvažajo sadike gostiteljev v države, kjer bolezen ni prisotna, se morajo sadike poleti pregledati, če imajo znamenja bolezni. To velja ne le za sadike, ki se bodo sadile v gozdu, ampak tudi za novoletna drevesa.

Ukrepi v gozdu

Borov ne sadimo ali jih pospešujemo na rastiščih, ki so ustrezni za bolezen odmiranje poganjkov črnega bora. To so hladne, vlažne lege, mrzlišča, osojne lege. Na območjih, kjer se je bolezen že

pojavi, ne načrtujemo večjih borovih sestojev (GREMMEN 1972).

Konidije prenašajo predvsem dežne kaplje, zato je v gostih sestojih, kjer se krošnje stikajo, večja verjetnost okužbe. Okužene borove sestoje zato redčimo. Sanitarna sečnja naj se izvaja v prvem zimskem obdobju po ugotovitvi bolezni. Na sečnih ostankih gliva sprošča trose še vsaj 10 mesecev po poseku, zato priporočajo njihovo sežiganje ali odstranjevanje iz sestoja (TAINTER / BAKER 1996). V malo prizadetih sestojih je za zmanjševanje inokuluma ustrezno odstraniti spodnje okužene veje.

V borovih nasadih v Kanadi priporočajo odstranitev spodnje tretjine krošnje vseh dreves, kadar se v sestoju zaradi bolezni posuši 2 % dreves. Če se odmrlih dreves 25 % svetujejo posek celotnega sestoja in takojšnje uničenje na licu mesta. Drevesa z več kot 60 % obolele krošnje je potrebno uničiti (Scleroderris...2007). Tako močne poškodbe sestojev, ki bi upravičevale tako drastične posege, se pri nas doslej še niso pojavile.

Kontrola bolezni v gozdnih drevesnicah

Rutinska zaščita borovih sadik s fungicidi v gozdnih drevesnicah pred odmiranjem poganjkov črnega bora pri nas ni potrebna, ker se bolezen zelo redko pojavlja. V primeru pojava bolezni v bližini drevesnice pa bi bilo ustrezno za zaščito sadik uporabiti kemična sredstva za varstvo rastlin. V Severni Ameriki so ugotovili, da se bolezen lahko pojavi na sadikah, če so okuženi sestoji oddaljeni 700 m (SKILLING et al 1986). Zato je potrebno opraviti sanitarno sečnjo in uničenje sečnih ostankov v bližnjih okuženih sestojih in skrbno izvajati higienske ukrepe v drevesnici (odstranjevanje vseh rastlinskih ostankov in poškodovanih sadik). Okužene sadike uničimo (sežgemo).

Sejanke občutljivih rastlin so najbolj dovzetne za odmiranje poganjkov črnega bora v prvem letu rasti. Največ okužb nastane v obdobju preden sejanke zaključijo spomladansko rast in preden se dokončno oblikuje terminalni brst. Zato začnemo zaščito v začetku junija in škropljenje ponavljamo vsakih 14 dni do jeseni. Uporabljamo fungicide na osnovi propiconazola (tilt 250 EC, bumper 25 EC) (POTERI et al 2005), vinklozolina (ronilan DF) ali klorotolanila (bravo 500 SC) (BROWN / MACASKILL 2005, Plant Protection. Products ... 2006).

ŠIFRA: 32,31,29,11-3.02.-2.009/D

MEHURJEVKA RDEČEGA BORA, *Cronartium flaccidum* (Alb. & Schwein.) G. Winter (1880)(sin: *Cronartium asclepiadeum* (Willd.) Fr. (1815), *Cronartium paeoniae* Castagne (1845))**Anamorf:** *Endocronartium pini* (Willd.) Y. Hirats. (1969), *Peridermium pini* (Willd.) Lév. (1826)

Taksonomska uvrstitev:

Cronartiaceae, Uredinales (rjarji), Urediniomycetes (rjovnice), Basidiomycota (prostotrosnice), Fungi (glive) (INDEX FUNGORUM 2007)

Oznaka bolezni

Heteroecična makrociklična rja skorje borov z dvema iglicama, povzroča poškodbe posamičnih dreves, v nekaterih območjih v epifitotičnih razsežnostih.

Opis glive

Gliva spada v razred rjovnic (Urediniomycetes) in kot številne druge rje tudi ta vrsta potrebuje za svoj razvoj dva gostitelja. Take rje imenujemo heteroecične, tiste, ki v svojem življenjskem krogu kužijo le enega gostitelja (ali skupino sorodnih gostiteljev), pa imenujemo autoecične rje. Življenjski krog heteroecične rje je običajno makrocikličen, kar pomeni, da v celotnem svojem razvoju gliva oblikuje pet različnih oblik trosov. Autoecične rje navadno ne oblikujejo vseh petih oblik trosov, njihov razvojni krog zato imenujemo mikrocikličen. Teleomorf (oblika, ki proizvaja spolne trose) je pri rjah bazidij z bazidiosporami, vse štiri druge oblike trosišč in trosov so anamorf, ker trosi nastajajo na nespolni, vegetativni način z brstenjem ali fragmentacijo hif v trosiščih. Če imajo te oblike svoja imena, so to sinonimi za teleomorf (nekatera imena anamorfov pa so veljavna, ker gliva ne oblikuje teleomorfa, ali teleomorf še ni znan).

Poleg makrociklične, heteroecične mehurjevk rdečega bora pa je ugotovljena tudi mikrociklična autoecična oblika iste vrste glive, ki je opisana z imenom *Endocronartium pini* (ime anamorfa). Ta oblikuje le dve vrsti trosov na boru (spermacije in eciospore) in eciospore okužijo bor skozi rano na iglici ali skorji. Bolezen je razširjena v severni Evropi (Skandinavija, Anglija) in povzroča zna-

čilno odmiranje vrhov odraslih dreves, zato jo imenujejo »bolezen zasmoljenega vrha« (resin top disease). Na Finskem je okuženih 20-60% dreves rdečega bora in bolezen povzroča 7% izgubo vrednosti lesa (KASANEN 2001). Pri nas bolezen ni ugotovljena in verjetno ni prisotna, zato je ne bomo podrobneje predstavljali.

Mehurjevka rdečega bora je torej heteroecična makrociklična rja. Trosišča in trosi, ki jih oblikuje, si sledijo v naslednjem zaporedju:

Bazidij – bazidiospora

Bazidiospore so haploidni spolni trosi, ki nastanejo po mejozi z brstenjem na sterigmah bazidija. Bazidij je prečno predeljen običajno s tremi septami (s tremi stenami, zato ima štiri celice) in ga imenujemo fragmobazidij. Fragmobazidij je najpomembnejši taksonomski znak, na osnovi katerega rje (in še nekatere druge manjše skupine gliv) ločimo od drugih prostotrosnic. Te druge glive obsegajo večino vrst prostotrosnic (med njimi so tudi skoraj vse makromicete – gobe) in imajo bazidij nepredeljen, enoten in ga imenujemo holobazidij. Bazidiospore so haploidne, enojedrne, imajo tenko steno, zato so občutljive in hitro propadejo, ko jih prenaša veter. So skoraj okrogle in imajo premer približno 8 µm. Na bazidiju se razvijejo štiri bazidiospore, ki so lahko različnega spola. Ker je pri glivah neprimerno označiti osebkke kot moške ali ženske, označujemo njihovo različno spolno naravo kot + (plus) ali – (minus). Give, ki imajo spolno diferencirane trose, imenujemo heterotalične, ker je za uspešno diploidizacijo potrebna združitev dveh spolno različnih osebkov (glive, ki se spolno razmnožujejo z združitvijo spolno nediferenciranih steljk, pa imenujemo homotalične). Če bazidiospore veter prenese na bor, ki je dovzeten za bolezen, tam kalijo in prodrejo vanj. Podgobje, ki se tako začne razraščati v gostitelju je haploidno. Gostitelja, ki ga okužijo bazidiospore, zato imenujemo haplontski gostitelj.

Spermogon – spermacij

Rje so večinoma dobro prilagojene na svoje gostitelje in jih običajno malo prizadenejo. Haploidni micelij se počasi razrašča v skorji bora in okuženi predel skorje postane rahlo rumen ali oranžen v primeru, če skorja še ni oblikovala lubja. Po nekaj letih od okužbe oblikuje gliva spermogone. S prostim očesom so spermogoni opazni kot izboklinice na skorji, medasto rumene barve. Po zgradbi in

načinu nastanka trosov v njih jih lahko označimo kot piknidijske (in troske kot konidije), le da imajo pri rjah ime spermogon in posamičen tros, ki se v njem oblikuje imenujemo spermacij. Spermaciji nastajajo v spermogonih v velikem številu, izločajo se skozi ostiol (odprtino na vrhu) v sladki, sluzasti tekočini. Ta privablja drobne žuželke (mravlje, mušice, muhe in druge), ki se hranijo s to sladko tekočino. Te živali obiskujejo posamične okužbe in prenašajo spermacije enega spola na spermogone drugega spola. Spermogoni imajo ob ostiolu posebne hife (receptivne hife, nekateri jih imenujejo vijugaste hife), ki štrlijo navzven. Spermacij klije ali pa se le združi z receptivno hifo. Celično jedro spermacija potuje skozi povezavo med receptivno hifo in spermacijem. Celica receptivne hife s tem postane diploidna in se začne razraščati v obliki diploidnega micelija v tkivih gostitelja v okolici spermogona. Zanimivo je, da se taka »oploditev« lahko v enem spermogonu zgodi večkrat in s spermacij različnih osebkov, zato pravzaprav eno okužbo na boru povzroča večje število glivnih osebkov. Jedri + in – osebkov se ne združita v eno jedro (kot je to običajno pri drugih organizmih), ampak ostaneta jedri ločeni v posamezni celici in pri vseh naslednjih delitvah celic hif (to dvojedrno stanje je značilno za glive in ga imenujemo dikarion). Pri vsaki mitotski delitvi celice se vsako jedro (od dveh) razdeli v dve in eno potuje v hčerinsko celico (ki ima po delitvi + in – jedro), eno pa ostane v materinski celici (ki ima po delitvi tudi + in – jedro). Tako diploidno in dikariontsko stanje micelija se vzdržuje v življenjskem krogu rje vse od dikariontizacije v hifi spermogona do mejoze (redukcijske delitve) v bazidiju. Dikariontsko podgobje se razrašča v gostitelju naprej in oblikuje naslednji tip nespolnega trosišča.

Ecij (spomladansko trosišče) – eciospora (spomladanski tros)

V naslednjem letu po oblikovanju spermogonov in dikariontizaciji micelija se na okuženem predelu skorje razvijejo eciji (spomladanska trosišča), v katerih nastajajo eciospore (spomladanski trosi). Obliko ecija določa kožasta opna ali ovojnica, ki ga obdaja, in je sestavljena iz sterilnih celic. Strokovni izraz za to opno je psevdoperidij, vendar uporabljajo tudi izraz peridij. Ker peridij označuje steno katerega koli sporangija, bomo uporabljali izraz psevdoperidij za ovojnice trosi pri rjah.



Slika 11. Eciji glive *Cronartium flaccidum* na veji črnega bora pri Kobjeglavi (Foto D. Jurc)

Fig. 11. Eacia of the fungus *Cronartium flaccidum* on Austrian pine branch near Kobjeglava

Pri rjah razlikujejo več morfoloških tipov spomladanskih trosišč, najznačilnejši so: ecidij (ecij s psevdoperidijem v obliki čaše), ceom (ecij brez psevdoperidija), restelij (ecij s psevdoperidijem, ki se trakasto raztrga) in peridermij (ecij z mehurjasto oblikovanim psevdoperidijem). Gliva *Cronartium flaccidum* oblikuje ecije v obliki peridermijev (slike 11 do 14). Peridermij je sestavljen iz ovojnice (psevdoperidija) in ogromnega števila eciospor, ki nastajajo v verigah v tkivih gostitelja. Nastane tako, da glivne hife najprej oblikujejo gosto palisadno plast celic v skorji gostitelja. Vsaka celica se deli v veliko terminalno celico in majhno bazalno celico in ta proces se mnogokrat ponovi ter tako nastane veriga celic, kjer se izmenjuje en in drug tip celice. Bazalne celice se zaradi velikega pritiska stisnejo in propadejo, terminalne celice pa se zaokrožijo, stene se odebelijo, ornamentirajo in nastane eciospora. Ker so med eciosporami ostanki bazalnih celic se ob sprostitvi eciospor iz ecija le-te zlahka ločijo med sabo in jih veter raznaša posamično. Ogromna količina eciospor je obdana s kožasto



Slika 12. Eciji glive *C. flaccidum* se odpirajo na debelcu črnega bora in v notranjosti so oranžne eciospore (Foto D. Jurc)

Fig. 12. Aecia of the fungus C. flaccidum are opening on a stem of Austrian pine and orange aeciospores are inside

ovojnico, ki jo imenujejo psevdoperidij. Zaradi pritiska nastajajočih eciospor se psevdoperidij ob zrelosti raztrga zgoraj, spodaj ali po strani.

Eciospore so ovalne, skoraj okrogle, lahko nakužejo mnogokotno obliko in so velike $22-26 \times 16-20 \mu\text{m}$. Stena je debela $3-4 \mu\text{m}$ in brez barve, večino njene površine prekrivajo drobni paličasti izrastki, ki dosegaajo polovico debeline stene. Vsebina je oranžna zaradi drobnih oljnih kapljic.

Peridermiji nastanejo spomladi, v aprilu ali maju, na okuženi borovi skorji, ki je običajno rahlo nabrekla. Pri mladih, nekajletnih okužbah, so razviti na celi okuženi površini, v naslednjih letih pa skorja na starejših delih okužbe odmira in peridermiji se oblikujejo na robovih okužbe, na živi okuženi skorji. Navadno jih je mnogo skupaj in prodirajo skozi skorjo v obliki podolgovatih, okroglih ali usločenih mehurjev. Zelo različno so veliki, od nekaj mm do več kot centimeter in včasih se med sabo tudi združujejo. Zelo so vpadljivi, svetlo zlato



Slika 13. Stara okužba z mehurjevko rdečega bora na rdečem boru pri vasi Veliko Trebeljevo (Foto D. Jurc)

Fig. 13. Old infection on Scotch pine with C. flaccidum near the village Veliko Trebeljevo



Slika 14. Veja črnega bora se je posušila zaradi mehurjevke rdečega bora pri Brestovici (foto D. Jurc)

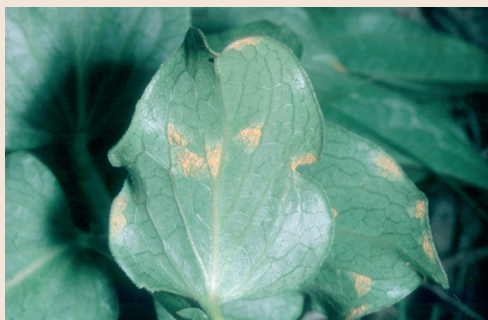
Fig. 14. Austrian pine branch died off because of C. flaccidum infection

rumeni do oranžni in jih zlahka opazimo že od daleč. Iz njih se usipljejo oranžne eciospore v velikih količinah, vendar se po nekaj tednih izpraznijo in na skorji ostanjo beli, kosmičasti ostanki psevdoperidijev.

Spomladanski trosi imajo v primerjavi z bazidiosporami precej debelejšo steno, zato so odpornejši na izsušitev in smrtonosno UV žarčenje, ko jih prenaša veter, in so zato bolj dolgoživi kot bazidiospore. Veter jih prenaša na velike razdalje in, če jih odloži na ustrezno gostiteljsko rastlino, tam kalijo in jo v ugodnih razmerah okolja okužijo. Ker so eciospore dikariontske, tega gostitelja imenujemo dikariontski gostitelj. Izjema je seveda zgoraj omenjena oblika mehurjevke rdečega bora *Endocronartium pini*, pri kateri eciospore okužijo zopet bor in ne morejo okužiti dikariontskega gostitelja. O genetiki te oblike glive obstaja več teorij, vendar nobena ni dokazana (KASANEN 2001), morda se razmnožuje le vegetativno in obstaja le v nespolni, klonski obliki.

Uredinij (poletno trosišče) – urediniospora (poletni tros)

Dikariontski gostitelji mehurjevke rdečega bora so zelišča v podrasti borovih gozdov. Najpogostejše je pri nas okužen navadni kokoševcevec (*Vincetoxicum hirundinaria*), kokoševčevolstni svišč (*Gentiana asclepiadea*) in navadna potonika (*Paeonia officinalis*). Eciospore okužijo liste dikariontskega gostitelja, na katerih se že po dveh tednih razvijejo oranžni urediniji (poletna trosišča), ki oblikujejo urediniospore (poletne trose). Listno tkivo gostitelja ne odmre, s prostim očesom komaj opazimo na zgornji površini lista rahle rumene pege ali lise,



Slika 15. Urediniji glive *C. flaccidum* na spodnji strani listov navadnega kokoševca (Foto D. Jurc)

Fig. 15. Uredinia of the fungus *C. flaccidum* on underside of *Vincetoxicum hirundinaria* leaves

na spodnji površini lista pa so na teh pegah urediniji (sliki 15 in 16). Ti so blazinaste izboklinice s premerom do 0,25 mm, obdani so z opnatim psevdoperidijem, ki se ob zrelosti urediniospor prečno pretrga. Poletni trosi so ovalni in veliki 21-



Slika 16. Psevdoperidij uredinija se raztrga in sprosti urediniospore (Foto D. Jurc)

Fig. 16. Uredinial pseudoperidium is teared and urediniospores are liberated

27×15-20 µm. Njihova stena je brezbarvna, 1,5-2 µm debela in na njej so drobni bodičasti izrastki, ki so med seboj oddaljeni 2,5-4 µm.

Urediniospore lahko okužijo samo dikariontskega gostitelja, na katerem so se razvile. Ker je njihov fruktifikacijski čas približno 14 dni, opazimo povečevanje jakosti okužbe v teku poletja do kasne jeseni, ko zelnatega gostitelja popari slana.

2.5 Telij (zimsko trosišče) – teliospora (zimski tros)

Teliji se razvijejo na dikariontskem gostitelju takrat, ko urediniji prenehajo oblikovati urediniospore (ti so aktivni dva do tri tedne). Telij zraste iz uredinija, zato je spodaj obdan z ostanki psevdoperidija uredinija. S prostim očesom izgleda zimsko trosišče kot zlato rumena (ko je mlad) do temno rjava dlaka (ko je star) (slika 17). Dolg je 1-2 mm in 60-130 µm širok. V celoti ga sestavljajo teliospore, opišemo ga lahko kot stebriček iz teliospor. Zimski trosi so ovalni, zelo podolgovati in merijo 26-56×9-14 µm, imajo tenko steno.

Čeprav imajo ime »zimski trosi« pa teliospore *C. flaccidum* ne prezimijo in s tem predstavljajo eno od številnih izjem v poteku življenjskega kroga rj. Kalijo namreč takoj ko dozori in celice, ki iz njih zrastejo, so bazidiji. Ta celica ima posebno ime zaradi njenega pomena in zgradbe – v njej poteka redukcijska delitev genetskega materiala in prosto na njej nastanejo haploidni trosi. Značilnosti zgradbe in funkcije bazidija ločijo vse druge glive od debla gliv prostotrosov – Basidiomycota. Iz vsake teliospore torej zraste celica, v njej se obe celični jedri združita v eno, genetski material se mejotsko razdeli in nastali dve jedri sta haploidni.



Slika 17. Teliji glive *C. flaccidum* izraščajo iz uredinijev na spodnji strani listov navadnega kokoševca (Foto D. Jurc)

Fig. 17. Telia of the fungus *C. flaccidum* grow out of uredinia on the underside of *Vincetoxicum hirsutaria* leaves

Obe jedri se nato mitotsko razdelita, in nastanejo štiri haploidna jedra. V celici se oblikujejo tri prečne stene, iz vsake od nastalih štirih celic zraste sterigma, na vrhu katere se z brstenjem prične oblikovati bazidiospora. Jedro potuje v nastajajočo bazidiosporo, ta se obda s steno in zrela se sprosti od sterigme. Odnese jo veter in če jo odloži na boru, ga lahko okuži. Tako se ponovno začne življenjski krog rje *Cronartium flaccidum*.

(Opomba: nekateri mehanizmi opisani zgoraj, npr. potek dogodkov v spermogonu, niso bili raziskani pri *C. flaccidum* ampak pri bolj proučevani glivi *C. ribicola*. Kljub temu je opisani razvojni krog v okviru rodu *Cronartium* splošno sprejet (KASANEN 2001), tukaj je bil povzet po več avtorjih: KIRK et al. 2001, GÄUMANN 1959, MAČEK 1983, CUMMINS / HIRATSUKA 1983).

Opis bolezni

Gostitelji in razširjenost

Mehurjevko rdečega bora najdemo na dve igličastih borih. Haplontski gostitelj je predvsem rdeči bor (*Pinus sylvestris*), lokalno je lahko močno okužen alepski bor (*P. halepensis*), redkeje se bolezen pojavlja na črnem boru (*P. nigra*), piniji (*P. pinea*), pimorskem boru (*P. pinaster*) in rušju (*P. mugo*). Dikariontski gostitelji so pri nas pogoste rastline v podrasti borovih gozdov iz naslednjih rodov: kokoševca (*Vincetoxicum*), svišč (*Gentiana*) in potonika (*Paeonia*), z inokulacijo pa so ugotovili še številne občutljive vrste iz rodov: ušivec (*Pedicularis*), sporiš (*Verbena*), *Tropaolum*, nedotika (*Impatiens*) in druge. V Skandinaviji so pred krat-

kim ugotovili, da je tam dikariontski gostitelj *C. flaccidum* gozdni črnilec (*Melampyrum sylvaticum*) (KAITERA / HANTULA 1998). Gliva *C. flaccidum* ima splošno evrazijsko razširjenost.

V graškem Joanneumu (Steiermärkisches Landesmuseum Joanneum - Herbarium GJO) hranijo štiri vzorce *Cronartium flaccidum* iz Slovenije: A. Paulin je glivo našel na *Paeonia officinalis* in *P. tenuifolia* v ljubljanskem botaničnem vrtu (GJO-0011680, GJO-0011681), z imenom *C. asclepiadeum* je v Kernerjevi Flora Exsiccata Austro-Hungarica (GJO-0011674, A. Paulin, prav tako v botaničnem vrtu na istih gostiteljih) in avgusta leta 1881 jo je našel Julius Glowacki pri Ptujju na *Gentiana asclepiadea* in jo označil kot *C. asclepiadeum* (GJO-0011678) (GBIF 2007). V Kernerjevi Flora Exsiccata Austro-Hungarica sta tudi dva vzorca glive na *Gentiana asclepiadea* iz Rožnika v Ljubljani, ki sta določena kot *Cronartium gentianeum* Thüm. (GJO-0011692 in GJO-0011693), vendar bi bilo potrebno to glivo označiti za sinonim *C. flaccidum*, kakor sta jo obravnavala že SACCARDO (1888) in VOSS (1889-1892). Vendar je v Index fungorum ime *C. gentianeum* še vedno opredeljeno kot veljavno (INDEX FUNGORUM 2007). VOSS (1889-1892) je poročal o *C. flaccidum* na *Paeonia officinalis* in *P. tenuifolia* v ljubljanskem botaničnem vrtu in kot *C. asclepiadeum* s številnimi nahajališči v Sloveniji na *Vincetoxicum officinale* in *Gentiana asclepiadea*.

Simptomi

Glivo zelo lahko prepoznamo na haplontskih gostiteljih aprila in maja, ko na borih oblikuje rumene do oranžne ecije. Oblikujejo se na skorji nekaj let starih vej, lahko so na deblu, če se je okužba iz veje že razrasla do debla. Skorja na okuženem delu veje ali debla je rahlo hipertrofirana, barva skorje je lahko rahlo oranžna vsaj na nekaterih delih, predvsem na robu. Stare okužbe povzročijo hiranje vej in vse iglice nad okuženim delom veje rahlo porumenijo. Končno veja po več letih hiranja odmre. Enako se dogaja v primeru, ko je okuženo deblo in odmira vrh drevesa. Preostali del leta pa okužbo težko opazimo. Skorja okužene veje ali debla je rahlo nabrekla, prekrita je s črnim, razpokanim lubjem, ki se na razpokah običajno močno smoli.

Na dikariontskih gostiteljih povzroča gliva porumenelost okuženih tkiv in zato opazimo na listih rahlo porumenele pege ali lise. Na spodnji strani listov so na teh pegah najprej majhni rumeni urediniji, kasneje pa teliji in list zaradi njih izgleda dlakav. Ker se okužbe dikariontskega gostitelja ponavljajo preko cele rastne dobe, lahko jeseni najdemo na enem listu ali eni rastlini šele začetne okužbe, okužbe z urediniji in stare okužbe s teliji.

Ukrepi

Zatiranje dikariontskih gostiteljskih zelišč je teoretična možnost za preprečevanje okužb borov z mehurjevko rdečega bora. S tem bi prekinili življenjski cikel glivi, ki za nove okužbe borov nujno potrebuje tudi dikariontske gostitelje. Tak poseg ne bi bil ekonomsko upravičen, verjetno tudi izvedbeno nemogoč, predvsem pa bi vplival na naravno sestavo zelišč v gozdovih, čemur se moramo izogibati.

Bolezen je pogosta v mladih sestojih rdečega bora do faze letvenjaka, ki zaraščajo opuščena kmetijska zemljišča. Vendar je jasno opazna različna odpornost posameznih dreves na bolezen. Bolezen ni enakomerno razširjena v sestoju, ampak imajo nekateri osebki številne okužbe, drugi pa nobene. Take občutljive osebke odstanimo čim prej, saj na njih gliva vsako leto oblikuje ogromno število trosov, poleg tega se veje suše ali pa se okužbe iz vej razširijo v nekaj letih do debla, ki izgubi vrednost. Na starih drevesih je bolezen pri nas redka verjetno zaradi tega, ker mikrociklična *Endocronartium pini* pri nas morda ni razširjena.

ŠIFRA: 32,31,29,11-3.02.-2.010/G

BOROVA RJA ZAVIJALKA, *Melampsora pinitorqua* Rostr. (1889)

(sin. *Melampsora populnea* (Pers.) P. Karst. (1879) (INDEX FUNGORUM 2007 navaja *M. populnea* kot veljavno ime, ne kot sinonim))

Taksonomska uvrstitev:

Melampsoraceae, Uredinales (rjarji), Urediniomycetes (rjovnice), Basidiomycota (prostotrosnice), Fungi (glive) (INDEX FUNGORUM 2007)

Oznaka bolezni

Borova rja zavijalka lahko močno poškoduje mlajše rdečega bora, vendar se pojavi le v posamičnih letih in lokalno, na topolih povzroča neznatne poškodbe.

Opis glive

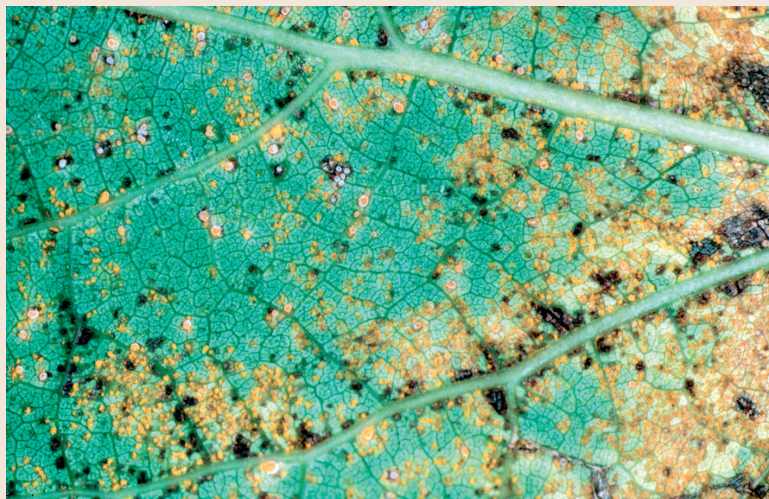
Gliva *Melampsora pinitorqua* je heteroeična makrociklična rja. Oblikuje spermogonije s spermaciji in ecije z eciosporami na borih kot haplontskih gostiteljih in uredinije z urediniosporami, telije s teliosporami ter bazidije z bazidiosporami na listih topolov kot dikariontskimi gostitelji (GÄUMANN 1959). Okužbe na borih omogočajo takojšnjo in sigurno determinacijo glive, na topolih pa glivo izredno težko ločimo predvsem od morfološko podobne *Melampsora larici-populina* in drugih rj na topolovih listih (DESPREZ-LOUSTAU 1986).

Spomladi, ko borovi poganjki intenzivno rastejo v dolžino, jih okužijo bazidiospore. Okužba



Slika 18. Poganjek rdečega bora je skriviljen zaradi okužbe z glivo *Melampsora pinitorqua*, ceom je na upognjenem delu poganjka (foto D. Jurc)

Fig. 18. Scotch pine shoot is twisted because of *Melampsora pinitorqua* infection, caeoma is on the bent part of the shoot



Slika 19. Urediniji glive *M. pinitorqua* na spodnji strani listov trepetlike (Foto D. Jurc)

Fig. 19. Uredinia of the fungus *M. pinitorqua* on the underside of trembling aspen leaf

povzroči uleknjenje površine poganjka, tkiva v okolici okužbe so prepojena s smolo in na izgled temnejša. Zelo hitro se pojavijo spermogoni v povrhnjici ali pod kutikulo kot drobne rumene izboklinice. Na okuženem mestu se mladi borov poganjek močno ukrivi. Po dikariotizaciji micelija se v kratkem času oblikuje ecij, ki nima peridija in se imenuje ceom. Na eni okužbi se običajno razvije en ceom. To je do 2 cm dolga in do 3 mm široka ugreznjena površina poganjka, ki je polna oranžnih eciospor (slika 18). Te so rahlo ovalne, velike $14\text{--}20 \times 13\text{--}17\ \mu\text{m}$, imajo debelo steno z drobno bradavičasto površino. Veter jih prenese na liste topolov, kjer se po uspešni okužbi kmalu oblikujejo urediniji (slika 19). Urediniospore lahko ponovno okužijo topol. Urediniji so na spodnji strani listov na izrazito rumeno obarvanih pegah posamično ali v velikih skupinah in jeseni lahko prekrivajo celotno spodnjo površino listov. Urediniospore imajo na površini drobne bodičaste izrastke, ki so med seboj oddaljeni $2\text{--}3\ \mu\text{m}$. V urediniju so tudi številne sterilne celice (parafize), ki so na vrhu značilno ovalno razširjene. Jeseni in pred odpadanjem listja se na spodnji strani okuženega lista razvijejo teliji. Nameščeni so pod povrhnjico lista, izgledajo kot drobne bradavičaste izboklinice s premerom do $0,5\ \text{mm}$ in so temno rjavi do črni. V celoti so sestavljeni iz močno podolgovatih teliospor, ki so v eni plasti nameščene med tkivom lista in povrhnjico. Velike so $20\text{--}35 \times 7\text{--}11\ \mu\text{m}$ in imajo tenko steno. Gliva prezimi v odpadlem listju v obliki teliospor. Spomladi, ob odganjanju bora, teliospore kalijo v bazidije in bazidiospore prenaša

veter na bor. Tako se ponovno začne življenjski krog rje *Melampsora pinitorqua*.

Opis bolezni

Gostitelji in razširjenost

Haplontski gostitelj je predvsem rdeči bor (*Pinus sylvestris*), na katerem so v srednje evropskih in severno evropskih območjih škode tudi največje. V Mediteranu gliva kuži črni bor (*P. nigra*), pinijo (*P. pinea*), alepski bor (*P. halepensis*), obmorski bor (*P. pinaster*), brucijski bor (*P. brutia*), *P. elderica* in *P. radiata*. Ugotovljeni gostitelji so še rušje (*P. mugo*) in zeleni bor (*P. strobus*). Diplontski gostitelji so topoli iz sekcije Leuce (beli topoli) predvsem trepetlika (*Populus tremula*), beli topol (*P. alba*) in sivi topol (*P. × canadensis*) (KURKELA 1973, GÄUMANN 1959, VURAL / TUNCTA-NER 1971).

3.2 Simptomi

Bolezen zlahka prepoznamo junija, ko so na mladih poganjkih razviti ceomi in so zaradi tega poganjki značilno zaviti. Na mestu okužbe se poganjek ukrivi na stran ali navzdol, nato pa vrh poganjka rase navzgor in poganjek dobi obliko črke S. V nekaterih primerih se poganjek posuši nad mestom, kjer je okužen. To se dogaja predvsem takrat, ko gliva okuži poganjek zgodaj spomladi in v sušnih letih, verjetno zaradi velike izgube vode skozi ceom. Pogosteje pa poganjek ukrivljen oleseni in, v kolikor je okužen glavni poganjek, je debelce kasneje krivo. Borova rja zavijalka je bolezen mladih borov. Okužene so

lahko že sejanke, na več kot 10 let starih drevesih pa bolezen redko najdemo.

Bolezen se pojavlja predvsem na rastiščih, kjer bori in trepetlike ali beli topoli rastejo v bližini.

Na topolovih listih so simptomi enaki kot pri številnih drugih rjah na topolovih listih (*M. allii-populina* Kleb., *M. laricis-populina* Kleb., *M. magnusiana* G. Wagner in druge).

Ukrepi

Borova rja zavijalka je zelo nevarna bolezen za gozdne drevesnice. V kolikor v gozdni drevesnici gojijo borove sadike, potem je ustrezno, da v okolici drevesnice ni dikariontskih gostiteljev (trepetlika, beli topol, sivi topol). Pri nas je bolezen močno prizadela rdeči bor v gozdni drevesnici Radvanje, kjer so v neposredni bližini rasle številne trepetlike. Ker so močni izbruhi bolezni pri nas redki, preventivna zaščita borovih sadik ni priporočljiva. V Turčiji, kjer so močne okužbe borov pogoste, je poskus s preventivnim škropljenjem spomladi značilno znižal okužbo tri letnih sadik obmorskega bora. Najboljše rezultate so dosegli s ciramom (pri nas so v prodaji pripravki triscabol DG in ziram 76 WG) (VURAL / TUNCTANER 1971).

Nove raziskave genetike odpornosti proti borovi rji zavijalki obetajo, da bodo z usmerjenim križanjem (semenske plantaže ustreznih staršev) pridobili odpornejše populacije borov (QUENCEZ / BASTIEN 2001)

VIRI

- BROWN, A. / MACASKILL, G., 2005. Shoot diseases of pine.- Forestry Commission, Information Note: 6 str.
- CUMMINS, G.B. / HIRATSUKA, Y., 1983. Illustrated genera of rust fungi. Revised edition.- The American Phytopathological Organization, St. Paul, Minnesota: 152 str.
- DESPREZ-LOUSTAU, M.-L., 1986. Caractérisation morphologique et biologique des *Melampsora* spp. pathogènes des pins en Europe.- European Journal of Forest Pathology 16: s. 360-374.
- DONAUBAUER, E. / STEPHAN, R., ed., 1988. Recent research on Scleroderris Canker of Conifers.- IUFRO working Party S 2.06.02, Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien Nr. 162.
- DONAUBAUER, E., 1972a. Distribution and hosts of *Scleroderris lagerbergii* in Europe and North America.- European Journal of Forest Pathology 2: s. 6-11.
- DONAUBAUER, E., 1972b. Environmental factors influencing outbreak of *Scleroderris lagerbergii* Gremmen.- European Journal of Forest Pathology 2: s. 21-25.
- DORWORTH, C.E. / KRYWIENCZYK, J., 1975. Comparisons among isolates of *Gremmeniella abietina* by means of growth rate, conidia measurements, and immunogenic reaction.- Canadian Journal of Botany 53: s. 2506-2525.
- ÄUMANN, E., 1959. Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz. Band XII. Die Rostpilze Mitteleuropas.- Büchler & Co., Bern: 1407 str.
- GBIF, 2007. Global Biodiversity Information Facility: <http://www.gbif.org/> (10. 3. 2007)
- GREMMEN, J., 1972. *Scleroderris legerbergii* Gr.: the pathogen and disease symptoms.- European Journal of Forest Pathology 2, s. 1-5.
- HEINIGER, U., 1988. Shoot dieback in subalpine reforestations in Switzerland.- Recent research on *Scleroderris* Canker of Conifers, IUFRO working Party S 2.06.02, Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien Nr. 162: s. 67-71.
- INDEX FUNGORUM, 2007. <http://www.indexfungorum.org/Index.htm> (10. 3. 2007)
- JURC, M. / MUNDA, A. / JURC D., 1991. Poročilo o ugotavljanju vzrokov rumenenja smrekovih iglic (*Picea abies* Karst.) v gozdnogospodarskih enotah Ortnek in Sv. Gregor – GG Kočevje.- Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo: 11 str. (tipkopis).
- JURC, M., 1996. Bolezni in škodljivci sadik gozdnega drevja kot dejavnik kakovosti (= Diseases and pests of forest tree seedlings as a factor of quality).- V: Potočnik, Igor (ur.). Kakovost v gozdarstvu. 2, Zbornik gozdarstva in lesarstva, št. 51. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Gozdarski inštitut Slovenije: s.175-188.
- KAITERA, J. / HANTULA, J., 1998. *Melampyrum sylvaticum*, a new alternate host for pine stem rust *Cronartium flaccidum*.- Mycologia 90: s. 1028-1030.
- KASANEN, R., 2001. Relationship between *Cronartium flaccidum* and *Peridermium pini*.- Faculty of Agriculture and Forestry of the University of Helsinki, Academic dissertation, 34 str. <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/maa/sbiol/vk/kasanen/relation.pdf> (13. 3. 2007).
- KIRK P.M. / CANNON P.F. / DAVID J.C. / STALPERS J.A., 2001. Dictionary of the fungi.- Ninth Edition. CAB International, Wallingford: 655 str.

- KURKELA, T. 1973. Epiphytology of *Melampsora* rusts of Scots pine (*Pinus sylvestris*) and aspen (*Populus tremula* L.).- Comm. Inst. For. Fenn., 79: s. 1-68.
- MAČEK, J., 1983. Gozdna fitopatologija.- Ljubljana, Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo: 267 str.
- OGRIS, N. / JURČ, D., 2006. Poročilo o prvem močnem odmiranju poganjkov rdečega bora zaradi glive *Gremmeniella abietina* v Sloveniji.- Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 10 str. (tipkopis)
- OGRIS, N., 2006. Odmiranje poganjkov črnega bora v Žerjavu zaradi glive *Gremmeniella abietina*.- Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 6 str. (tipkopis)
- PETRINI, O. / PETRINI, L.E. / LAFLAMME, G. / QUELLETTE, G.B., 1989. Taxonomic position of *Gremmeniella abietina* and related species: a reappraisal.- Canadian Journal of Botany 67: s. 2805-2814.
- Plant protection products authorized in Slovenia. <http://www.furs.si/law/slo/ffs/SLO/RSListPPP05.doc> (23. 6. 2006)
- POTERI, M. / LILJA, A. / PETÄISTÖ, R.-L., 2005. Control of nursery diseases and pests in Finnish forest tree nurseries.- Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 11: 19-25 <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2005/mwp011.htm>
- Pravilnik o ukrepih in postopkih za preprečevanje vnosa in širjenja škodljivih organizmov rastlin, rastlinskih proizvodov in nadzorovanih predmetov (UL RS 31/2004)
- PUNITHALINGAM, E. / GIBSON, I. A. S., 1973. *Gremmeniella abietina*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 369. CAB International, Wallingford, UK.
- QUENCEZ, C. / BASTIEN, C., 2001. Genetic variation within and between populations of *Pinus sylvestris* L. (Scots pine) for susceptibility to *Melampsora pinitorqua* Rostr. (pine twist rust).- Heredity 86, 1: s. 36-44
- SACCARDO, P.A., 1888. Sylloge Fungorum. VII.- str. 597.
- Scleroderris canker 2007. http://www.glf.forestry.ca/treedisease/scleroderris_canker_e.html#top (13. 3. 2007)
- SENN, J., 1999. Tree mortality caused by *Gremmeniella abietina* in a subalpine afforestation in the central Alps and its relationship with duration of snow cover. - Europ. J. For. Pathol. 29: s. 56-74.
- SINCLAIR, W. A. / LYON, H. H. / JOHNSON, W. T., 1987. Diseases of trees and shrubs.- Comstock Publishing Associates, a division of Cornell University Press: 512 str.
- SKILLING, D.D. / SCHNEIDER, B. / FASKING, D., 1986. Biology and control of Scleroderris canker in North America.- USDA Forest Service, North Central Forest Experiment Station, Research Paper NC-275: 19 str.
- SMITH, I.M. / McNAMARA, D.G. / SCOTT, P.R. / HOLDERNESS, M. / BURGER, B., 1997. Quarantine pests for Europe. CAB International, Wallingford: 1425 str.
- TAINTER, F.H. / BAKER, F.A., 1996. Principals of forest pathology.- John Wiley & Sons, Inc., New York: 805 str.
- VOSS, W. 1889-1892. Mycologia Carniolica.- Ein Beitrag zur Pilzkunde des Alpenlandes. Berlin, R.Friedländer & Sohn: 302 str.
- VURAL, M. / TUNCTANER, K., 1971. Investigation on the chemical control of *Melampsora pinitorqua* Rostr. attacking *Pinus maritima* Mill. young plantations.- Poplar and Fast Growing Forest Trees Research Institute, Izmit-Kocaeli/Turkye, Tecnical Bulletin 5-6 www.kavak.gov.tr/yayinlar/abstracts/protabs/protabs2130.htm (13. 3. 2007)
- YOKOTA, S. / UOZUMI, T. / MATSUZAKI, S., 1974a. Scleroderris canker of Todo fir in Hokkaido, Northern Japan. I. Present status damage, and features of infected plantations.- European Journal of Forest Pathology 4: s. 65-74.
- YOKOTA, S. / UOZUMI, T. / MATSUZAKI, S., 1974b. Scleroderris canker of Todo-Fir in Hokkaido, Northern Japan. II. Physiological and pathological characteristics of the causal fungus.- European journal of forest pathology 4: s. 155-166.
- YOKOTA, S. / UOZUMI, T. / MATSUZAKI, S., 1975a. Scleroderris canker of Todo-Fir in Hokkaido, Northern Japan. III. Dormant infection of the causal fungus.- European journal of forest pathology 5: s. 7-12.
- YOKOTA, S. / UOZUMI, T. / MATSUZAKI, S., 1975b. Scleroderris canker of Todo-Fir in Hokkaido, Northern Japan. IV. An analysis of climatic data associated with the outbreak.- European journal of forest pathology 5: s. 13-21.