

GDK 41:44: "1995-1999"

K.b.: varstvo gozda, gozd, zdravstveno stanje, bolezen, strodlivec, Slovenija

Republika Slovenija  
MINISTRSTVO ZA ZNANOST IN TEHNOLOGIJO  
61 000 Ljubljana, Trg OF 13

Telefon: (061) 178-4624  
Telefax: (061) 178-4719

**ZAKLJUČNO POROČILO**  
**O REZULTATIH OPRAVLJENEGA DELA NA**  
**PODROČJU CILJNIH RAZISKOVALNIH PROGRAMOV (CRP)**

**Naziv CRP:** GOZD

**Naslov projekta:** Bolezni in moteči dejavniki v konceptu integralnega varstva gozdnih ekosistemov

**Vrsta projekta:** a) aplikativni

**Prijavitelj projekta:** Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, Ljubljana

**Raziskovalne organizacije, ki so vključene v izvajanje projekta:** Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, Ljubljana

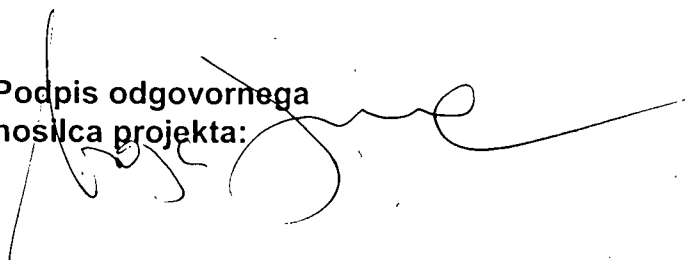
**Odgovorni nosilec:** Doc. dr. Maja Jurc, univ. dipl. inž. gozd. (od 29.1.1999 do 31. 12. 1999) in izr. prof. dr. Janez Titovšek, dipl. inž. gozd. (od 1.1.1995 do 29.1.1999)

**Sodelavci:** mag. Dušan Jurc, dipl. biol., dr. Alenka Munda, dipl. inž. agr., Roman Pavlin, univ. dipl. inž. gozd.

**Številka pogodbe:** V9-6913-95

**Datum:** 28.1.2000

**Podpis odgovornega  
nosilca projekta:**



GDK 41:44: "1995-1999"

K.b.: varstvo gozda, gozd, zdravstveno stanje, bolezen, lastnik, Slovenija

e-461

Republika Slovenija  
MINISTRSTVO ZA ZNANOST IN TEHNOLOGIJO  
61 000 Ljubljana, Trg OF 13

Telefon: (061) 178-4624

Telefax: (061) 178-4719

ln=3527

ID=614054

**ZAKLJUČNO POROČILO**  
**O REZULTATIH OPRAVLJENEGA DELA NA**  
**PODROČJU CILJNIH RAZISKOVALNIH PROGRAMOV (CRP)**

**Naziv CRP:** GOZD

**Naslov projekta:** Bolezni in moteči dejavniki v konceptu integralnega varstva gozdnih ekosistemov

**Vrsta projekta:** a) aplikativni

**Prijavitelj projekta:** Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, Ljubljana

**Raziskovalne organizacije, ki so vključene v izvajanje projekta:** Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, Ljubljana

**Odgovorni nosilec:** Doc. dr. Maja Jurc, univ. dipl. inž. gozd. (od 29.1.1999 do 31.12.1999) in izr. prof. dr. Janez Titovšek, dipl. inž. gozd. (od 1.1.1995 do 29.1.1999)

**Sodelavci:** mag. Dušan Jurc, dipl. biol., dr. Alenka Munda, dipl. inž. agr., Roman Pavlin, univ. dipl. inž. gozd.

**Številka pogodbe:** V9-6913-95

**Datum:** 28.1.2000

Podpis odgovornega  
nosilca projekta:

UNIVERZA V LJUBLJANI  
GOZDARSKA KNJIŽNICA

K E

**461**

41:44:"1995-1999"



22000001845

COBISS ®



## ZAKLJUČNO POROČILO ZA OBDOBJE 1995 - 1999

### 1. Cilji projekta:

#### 1.1. Ali so bili cilji projekta doseženi?

a) da, v celoti

Opomba: Delo je potekalo v smislu postavljenih ciljev. Nekatera dela so bila opravljena v okviru drugih financiranj kot so: delovni obisk na IMI (International Mycological Institute), Egham, Surrey TW20 9TY, UK, kjer je potekalo taksonomsko delo pri raziskavi endofitnih gliv in ekofiziološke raziskave gliv v okviru programa ALIS LINK project No. 28. (Study of endophytic fungal populations in the needles of norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) with the special reference to species as indicators of atmospheric pollutants, 1997-1999; Cranfield, UK) – potovanja sta omogočili organizaciji The British Council, Ljubljana ter MZT RS. V septembru 1997 smo opravil enotedenski izpopolnjevalni obisk pri dr. Thomasu Jungu in njegovih sodelavcih na Oddelku za gozdno botaniko Univerze Ludwiga Maksimilijana v Münchnu v okviru programa Tempus M-JEP 04667. Sodelovanja s tujimi partnerji so še dodatno obogatila program projekta.

Zaradi daljše bolezni asist. Romana Pavlina (od 1997 do 1999) ter odhoda sodelavke dr. A. Munda (15. 3. 1998) smo raziskave poglobili na področju gozdne fitopatologije. Tudi delo, ki je bilo planirano v okviru gozdne entomologije je bilo v celoti opravljeno.

#### 1.2. Ali so se cilji projekta med raziskavo spremenili?

a) ne

### 2. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela:

#### 2.1.1. Cilji projekta:

V gospodarskem gozdu, v katerem so spremenjeni sestav organskih vrst, zgradba in ekoklima, je prizadeta njegova samoohranitvena moč. Tak gozd vedno pogosteje pustošijo ujme in ogrožajo notranji dejavniki. Zadnja leta so se ti gozdovi znašli v posebno hudi krizi predvsem zaradi dolgoletnega nesmotrnega gospodarjenja, dodatnih obremenitev in stresnih podnebnih razmer.

Varstvo gozdov ima v destabiliziranih gozdovih izjemno obsežne in zahtevne naloge. Da bi te naloge lahko v bodoče uspešno opravljalo, bo potrebno najprej vzpostaviti PDP službo (Poročevalsko, Diagnostično in Prognostično službo za varstvo gozdov) ter podrobno raziskati biologijo, ekologijo in še zlasti populacijsko dinamiko dominantnih motečih dejavnikov, saj kažejo v razgrajenih in v nesmotrno zasnovanih sestojih omenjene vrste popolnoma drugačne razvojne zakonitosti kot so jih kazale v naravnih gozdovih. Čeprav ima varstvo gozdov na voljo številne metode za zatiranje motečih organskih vrst, njihova uporaba doslej ni bila smotrna, saj je bilo težišče pri obvladovanju teh dejavnikov na sanaciji gradacij in epifitocij, pri čemer sta bili preventiva in še zlasti profilaksa v celoti zapostavljeni ali pa se sploh nista izvajali.

Cilji raziskovanja so bili razviti PDP službo, proučiti bioekološke in populacijske parametre za nekatere dominantne moteče organske vrste ter pripraviti usmeritve za sodobno in učinkovito varstvo gozdov, ki bo temeljilo na ekološki prevenciji. Takšno celostno oz. integralno varstvo se ne omejuje samo na zatiranje posameznih organskih vrst v času nastopa gradacij in epifitocij, temveč s premikom težišča s terapije na preventivo in profilakso usmerja svojo dejavnost na ohranjanje samoregulacijske sposobnosti življenjske združbe in celotnega ekosistema. Razumljivo je, da sodi med cilje projekta tudi prenos izsledkov v prakso.

### **2.1.2. Predstavitev hipoteze**

Temeljna znanja o biologiji, razvojnih ciklih, poškodbah, ki jih povzročajo najpomembnejši škodljivci-predvsem gozdne žuželke- ter glive-bolezni- na gospodarsko pomembnih gostiteljskih vrstah bodo pripeljali do boljšega razumevanja delovanja gozdnih biomov. Tako bo postavljen temelj uporabe novih znanj iz področja varstva gozdov pri osnovnih usmeritvah gozdarstva s ciljem trajnostnega razvoja gozdov, ki jih opredeljuje ciljni raziskovalni program CRP.

### **2.1.3. Metoda raziskovanja**

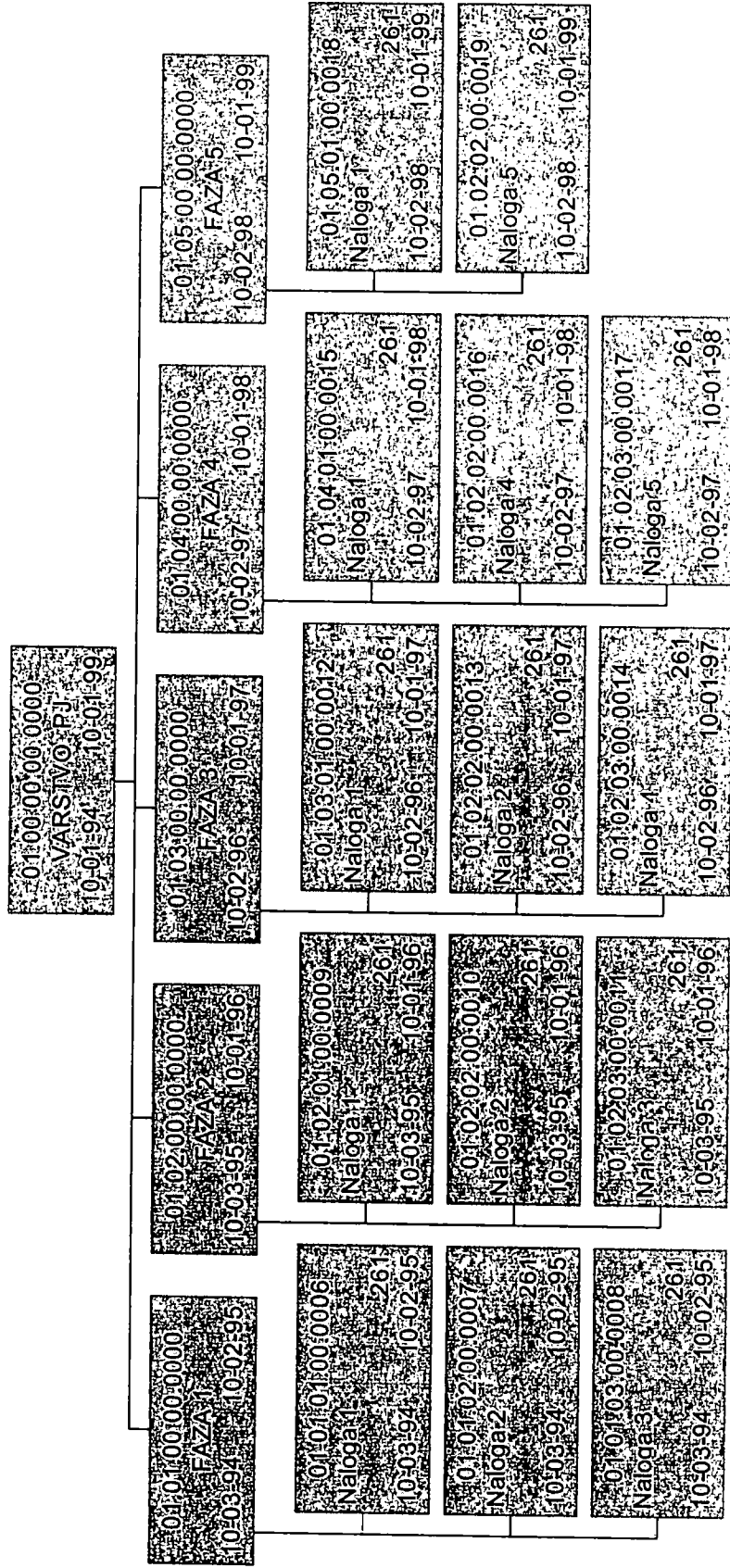
Pri proučevanju biologije, ekologije in populacijske dinamike vrst smo uporabili standardne metode raziskovanja, pri izdelavi usmeritev za integralno varstvo gozdov pa kompleksno analizo rezultatov dosedanjih poskusov obvladovanja destruktivnih dejavnikov ter o morebitnih motnjah, ki so pri tem nastale v gozdnih življenjskih združbah.

Metode raziskav so za vsako nalogo specifične in so opisane pri vsaki nalogi, skupno jih lahko označimo kot kombinacijo terenskega, laboratorijskega in kabinetnega dela.

#### **2.1.3.1. Vsebina, cilji in metoda dela posameznih nalog**

Delo na projektu je potekalo po zastavljenem planu po fazah:

1. Naloga 1: IZDELAVA USMERITEV ZA INTEGRALNO VARSTVO GOZDOV - od 1995 do 1999;
2. Naloga 2: POMEN PARAZITSKIH IN ENDOFITNIH GLIV V ŽIVLJENJSKEM KOMPLEKSU ČRNEGA BORA (*Pinus nigra* Arn.) - od 1995 do 1997. Zaradi povečanega trenda propadanja hrastov v Evropi in pri nas ter potrebe po pojasnitvi tega pojava smo zastavili in izvedli nalogo RAZISKAVA BIOLOGIJE IN EKOLOGIJE RODU *Phytophthora* V SLOVENIJI - od v 1996 do 1998;
3. Naloga 3: RAZŠIRJENOST IN EKOLOGIJA SMREKOVE RDEČE TROHNOBE TER GENETSKA STRUKTURA POPULACIJE PARAZITA - od 1995 do 1996;
4. Naloga 4: BIOTIČNO ZATIRANJE SMREKOVE RDEČE TROHNOBE - od 1997 do 1998;
5. Naloga 5: OBVLADOVANJE KOSTANJEVEGA RAKA (*Cryphonectra parasitica*)- I. FAZA - od 1998 do 1999.



Priloga 1: Fazni načrt dela na projektu po planu 1995

## Naloga 1

### IZDELAVA USMERITEV ZA INTEGRALNO VARSTVO GOZDOV

Racionalno varstvo gozdov počiva na integralnem konceptu (sistemu) določenih preventivnih, profilaktičnih in kurativnih ukrepov, ki se jih izvaja kombinirano ter sočasno, neprekinjeno in trajno v vseh razvojnih fazah gozdnih sistemov, v sklopu katerih imata preventiva in profilaksa dominantno mesto. V profilaksi in terapiji se uporabljajo selektivnejše, za okolje manj obremenjujoče mehanske, mehansko-kemične, biološke, biotehniške, kemične in integrirane gozdnovarstvene metode.

#### *Mesto in vloga preventive v integralnem varstvu gozdov*

Dolgoročna in kratkoročna preventiva proti škodam v gozdovih temelji na poznavanju procesov in mehanizmov delovanja gozda oziroma temelji na proučevanju posameznih segmentov, ki jih označujejo izrazi: naravni gospodarski gozd, malopovršinsko gozdno gospodarjenje, naravno pomlajevanje, sonaravno gospodarjenje in celovita nega gozdnih sistemov, mozaičnost, prepletenost in povezanost terestičnih in akvatičnih sistemov, biodiverziteteta ter struktura rastlinskega in živalskega sveta, odprtost in zaprtost gozdnih sistemov ter lesna zaloga, gozdni rob, ekoklima, habitati, ekološke niše in ekocalice za limitne živalske vrste, provenienca, avtohtone in tujerodne drevesne in živalske vrste, agromelioracije, gozdna higijena, gospodarjenje s populacijami velikih rastlinojedov in njihovih predatorjev, omejevanje gozdnih požarov, sečnja, spravilo lesa, gozdni red, gozdne komunikacije, delovna sredstva in čas sečnje, onesnaževanje gozda, zakonska regulativa, gozdna karantena.

#### *Profilaksa in njen pomen v integralnem varstvu gozdov*

Permanentno nadzorovanje zdravstvenega stanja gozdnih sistemov, PDP služba, kratkoročna prognoza, kontrola gostote populacije dominantnih specifičnih motečih organizmov, preprečevalno krčenje motečih organizmov v fazi progradacije, izbira in kombiniranje metod za profilaktično redukcijo pretečih organizmov.

#### *Mesto in vloga terapije v integralnem varstvu gozdov*

Terapija v biološko stabilnem naravnem gospodarskem gozdu, ki sledi praviloma stresnim situacijam abiotskega in antropogenega porekla. Kurativa v biološko nestabilnem gozdu, kot so močno spremenjeni in izmenjani gozdni sistemi.

Izbiranje in kombiniranje kurativnih metod za terapijo v biološko stabilnih in v destabiliziranih gozdnih tvorbah.

#### *Integrirana metoda za obvladovanje motečih organizmov.*

#### Metoda dela:

Kompleksna analiza in primerjava rezultatov o uspešnosti akcij ter nastalih motenj v okolju po uporabi različnih metod za obvladovanje posameznih škodljivih organizmov v preteklosti pri nas in v tujini. Sinteza izsledkov v usmeritve za integralno varstvo slovenskega gozda.

## Naloga 2

### POMEN PARAZITSKIH IN ENDOFITNIH GLIV V ŽIVLJENJSKEM KOMPLEKSU ČRNEGA BORA (*Pinus nigra* Am.)

Črni bor raste pri nas na majhnih in redkih naravnih rastiščih, široko pa je razširjen kot alohtona drevesna vrsta na Krasu. Njihova vitalnost in zdravstveno stanje sta

glede na rastišče zelo različni in sta odvisni od prisotnosti prazitskih in endofitnih gliv v iglicah. Doslej smo ugotovili, da živi v iglicah črnega bora pri nas več kot 40 vrst gliv, katerih pomen je v glavnem neznan. Nekatere so jasno patogene, druge morda simbiotske. Lastnosti rastišča ne pojasnjujejo v zadostni meri razlike v vitalnosti in zdravstvenem stanju črnega bora, menimo, da je razlaga tega pojava mogoče le s širokim vpogledom v življenjsko skupnost drevesa, katere integralni del so glive.

Naloga je zajemala:

- a) taksonomske raziskave gliv, ki jih izoliramo iz iglic črnega bora;
- b) ekološke raziskave dejavnikov, ki vplivajo na vrstno sestavo in številčnost endofitov (izbranih je sedem lokacij - dve naravni rastišči in pet nasadov). Izolacije endofitov smo opravljali marca, julija in oktobra. Ugotavljali smo vpliv nadmorske višine, starosti iglic, starosti vzorčnega drevesa, avtohtonosti in alohtonosti rastišča na vrstno sestavo endofitov;
- c) biološke raziskave petih najpogostejših vrst endofitov. V kontroliranih razmerah smo ugotavljali rast endofitov pri različnih temperaturah, kislosti podlage in različni količini dostopne vode;
- d) biokemijske raziskave encimatskih aktivnosti najpomembnejših endofitov. Uvajali smo metodo analize ergosterola za ugotavljanje prisotnosti gliv v vzorcu.

Metoda dela:

Raziskave smo opravili na sedmih lokacijah (2 naravni rastišči, 5 nasadov). Po površinski sterilizaciji iglic smo izolirali prisotne glive na hranilna gojišča. Ergosterol je bil analiziran s HPLC-jem (visokotlačna tekočinska kromatografija), za encimske teste smo uporabili API-ZYM teste, ki merijo aktivnost 19 encimov.

Naloga 3

### RAZŠIRJENOST IN EKOLOGIJA SMREKOVE RDEČE TROHNOBE TER GENETSKA STRUKTURA POPULACIJE PARAZITA

Smrekovo rdečo trohnobo štejemo za eno najpomembnejših bolezni iglavcev pri nas. Grobe ocene kažejo, da je zaradi te bolezni prizadete in razvrednotene vsaj 10 % smrekove hlodovine, v manjši meri pa bolezen prizadene tudi jelko in rdeči bor.

Bolezen povzroča gliva *Heterobasidion annosum*, ki ni enotna vrsta, temveč je genetsko diferencirana na tri intersterilne skupine oz. tipe: smrekov, jelov in borov tip, ki se med seboj razlikujejo po ekologiji in patogenosti.

Raziskava je vključevala ugotavljanje razširjenosti bolezni, njeno ekologijo (predvsem specializacijo na smreko, jelko in rdeči bor) ter laboratorijsko analizo biologije povzročitelja bolezni.

Metoda dela:

- Zbirali smo trosnjake in lesne izolate smrekove rdeče trohnobe z različnih rastišč in iz dreves z različnimi znaki obolelosti. S pomočjo križanj z referenčnimi izolati smo določili, kateri intersterilni skupini glive *H. annosum* izolati pripadajo. Trosnjake smo morfološko opisali in shranili v herbariju ter vnesli podatke o razširjenosti glive *H. annosum*, njenih gostiteljih in ekologiji v podatkovno bazo mikološke zbirke na Gozdarskem inštitutu Slovenije.
- Na raziskovalnih ploskvah, ki smo jih osnovali v avtohtonih smrekovih gozdovih, nižinskih smrekovih gozdovih in smrekovih kulturah na opuščeni pašnikih, smo proučevali epidemiologijo bolezni. S križanjem izolatov iz obolelih dreves smo določili velikost in število klonov koreninske gobe na različnih rastiščih in tako



ugotovili, kako je nastala okužba, na kakšen način se je širila ter kakšen je pomen primarnih okužb (s trosi) in sekundarnih okužb (z micelijem) pri širjenju bolezni.

- Genetsko strukturo populacije glive *H. annosum* (stopnjo sorodnosti med vsemi tremi intersterilnimi skupinami in variabilnost znotraj posameznih skupin) smo proučili z metodami molekularne biologije: z analizo DNA z naključnimi prajmerji (RAPD) ter z analizo izoenzimov.

#### Naloga 4

#### BIOTIČNO ZATIRANJE SMREKOVE RDEČE TROHNOBE

V dosedanjih raziskavah epidemiologije smrekove rdeče trohnobe je bilo ugotovljeno, da so glavni viri okužb in širjenja bolezni panji, ki pri redčenju ali po poseku ostanejo v sestoju. Da bi preprečili njihovo naselitev s trosi zajedavske glive *Heterobasidion annosum* ter razvoj in širjenje micelija v korenine zdravega drevja, jih premazujejo s kemičnimi sredstvi (urea, boraks), poskušajo pa tudi z vnosom antagonističnih gliv, ki panje hitro prerastejo in onemogočijo okužbo povzročitelju bolezni oz. ovirajo njegov nadaljnji razvoj.

Uporabi kemičnih sredstev za varstvo rastlin se v gozdarstvu izogibamo, zato imajo gojitveno preprečevalni in biotični ukrepi za zatiranje bolezni toliko večji pomen.

Med antagonističnimi glivami, ki so jih uporabili pri zatiranju smrekove rdeče trohnobe, je bila zelo učinkovita gliva *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jül. Njena uporaba pri zatiranju smrekove rdeče trohnobe nima le eksperimentalne vrednosti. Pred nedavnim so izdelali preparat s komercialnim imenom Rotstop, ki ga v Skandinaviji uspešno uporabljajo za zatiranje bolezni na smreki in rdečem boru. Preparat vsebuje 10<sup>7</sup> trosov glive *P. gigantea* / g. Njegova učinkovitost v različnih klimatskih in edafskih razmerah še ni dognana, nedvomno pa je v precejšnji meri odvisna od lokalnih razmer.

#### Metoda dela:

- Preizkušanje učinkovitosti biotičnega zatiranja smrekove rdeče trohnobe s preparatom Rotstop: v ta namen smo se pridružili delu mednarodne skupine, ki je proučevala delovanje preparata v različnih ekoloških razmerah po enotni metodologiji, ki je zajemala inokulacijo sveže posekanih panjev z glivo *P. gigantea* in ugotavljanje števila kolonij glive *H. annosum*, ki so se po šestih mesecih razvile na tretiranih panjih.
- Izolacija lokalnih sojev glive *P. gigantea* in primerjava učinkovitosti antagonističnega delovanja le-teh z učinkovitostjo soja, ki ga vsebuje preparat Rotstop.
- Izolacija in identifikacija gliv, ki naseljujejo površino panjev in preizkušanje njihovega antagonističnega delovanja (zlasti gliv iz rodov *Trichoderma* in *Resinicium*) proti glivi *Heterobasidion annosum* v laboratorijskih razmerah, na gojišču iz sladnega agarja in na segmentih smrekovega lesa.
- Spremljanje učinkovitosti širjenja mikroorganizmov, ki jih uporabljamo pri biotičnem zatiranju z molekularnimi diagnostičnimi tehnikami (PCR).

#### Naloga 5

#### OBVLADOVANJE KOSTANJEVEGA RAKA (*Cryphonectra parasitica*)- I. FAZA

Zatiranje kostanjevega raka z biotično metodo je operativno uvedeno v Franciji in Italiji. Zaradi pomena kostanjevega raka za naše gozdove bi morali poizkušati uvesti nova spoznanja v operativno delo tudi pri nas.

Hipovirulenca je pojav zmanjšanja zmožnosti patogena da izzove bolezen. Najbolje je proučena pri glivi *Cryphonectria parasitica*, ki povzroča kostanjevega raka. Osebkni glive, ki vsebujejo virusne delce (dsRNA), so hipovirulentni in niso patogeni. Virusi se prenašajo v vitalne, patogene osebkne s stikom okuženega in neokuženega podgobja. Pri praktični uporabi tega pojava je potrebno upoštevati obrambno sposobnost populacije glive proti širjenju virusov v njej, ki temelji na nekompatibilnosti sojev glive. Med nekompatibilnimi soji se virusi ne prenašajo, zato moramo v populaciji hipovirulentnih sojev najti take, ki imajo veliko konverzijsko sposobnost in so kompatibilni s čim večjim številom virulentnih sojev glive.

Metoda dela:

Ugotovljali smo razširjenost hipovirulence kostanjevega raka v Sloveniji, izolirali smo najtipičnejše hipovirulentne soje glive, proučili njihovo kompatibilnost z virulentnimi soji, ki smo jih izbrali na področju cele Slovenije. V drugi fazi bomo razvili metodo masovne proizvodnje hipovirulentnih sojev glive in ugotovili najprimernejše načine za razširjanje hipovirulence v populaciji zajedavske glive.

## 2.2 Ugotovitve projekta

Naloga 1

IZDELAVA USMERITEV ZA INTEGRALNO VARSTVO GOZDOV

### 1 A: OBVLADOVANJE VELIKEGA MACESNOVEGA LUBADARJA Z BIOTEHNIŠKO METODO.

Leto 1995:

Na pobočju Pece smo na petih lokacijah (nv. 1020-1385m) postavili 40 lovnih pasti znamke Theysohn, ki so bile opremljene s feromonom cemprax. Pasti so bile praznjene desetkrat. V laboratoriju je bila opravljena determinacija ulova iz leta 1994. Zastavljene so bile tudi raziskave o zoogeografiji vrste *Ips cembrae* v Sloveniji. Za ugotavljanje prisotnosti macesnovega lubadarja smo poleg jemanja vzorcev na napadenih deblih uporabljali tudi feromonske pasti.

- Poleg ciljne vrste so se v pasteh z cempraxom v znatnem številu lovili tudi podlubniki, ki so vezani zlasti na smreko. Analiza ulova je pokazala veliko pestrost favne hroščev v raziskovalnem območju. Med ujetimi žuželkami so zastopane tudi vrste, ki doslej v Sloveniji še niso bile ugotovljene. Struktura ulova odraža del še dokaj slabo raziskane subkortikalne življenjske združbe žuželk na macesnu. *Ips cembrae* je navzoč v sestojih z macesnom na območju Karavank, Savinjskih Alp, Julijskih Alp in tudi Pohorja. Več kot 30 novih najdišč v 22 različnih kvadratih UTM mreže daje nov pogled na razširjenost vrste *Ips cembrae* v Sloveniji, saj se je doslej smatralo, da je ta vrsta lubadarja pri nas razmeroma redka.

Leto 1996:

Tekom leta 1996 smo nadaljevali z raziskovanjem zoogeografije velikega macesnovega lubadarja (*Ips cembrae* Heer) v Sloveniji. Hrošče smo lovili z lovnimi pastmi, opremljenimi s sintetičnim feromonom cempraxom, poleg tega pa smo zbirali

primerke tudi iz lovnih debel, stoječih in podrtih napadenih dreves ter napadene hlodovine. Vrsto smo našli tudi na novih lokacijah v Julijskih Alpah, Karavankah in v Savinjskih Alpah. Novo najdišče pri Kalu nad Kanalom je doslej skrajno južna lokacija za omenjeno vrsto v Sloveniji. S sedmih lokacij smo nabrali tudi vzorce populacij macesnovih podlubnikov za genetske analize, ki bodo opravljene na univerzi za kulturo tal na Dunaju.

#### Leto 1997:

Analizirani so bili rezultati ulova ciljnega podlubnika na macesnu *Ips cembrae*, drugih podlubnikov in ostalih vrst žuželk, ki so naletele v s feromonom cemprax opremljene pasti tipa Teysohn na Peci. Na Univerzi za kulturo tal na Dunaju so bile pod mentorstvom prof. dr. E. Führerja opravljene genetske raziskave vzorcev iz sedmih populacij *Ips cembrae*, ki so bili v sodelovanju z Zavodom za gozdove zbrani na območju Slovenije. Delo je sredi pomladi zaradi hude bolezni in dolgotrajnega zdravljenja sodelavca Katedre za varstvo gozdov zastalo.

#### 1 B: SMREKOV PANJ KOT EKOLOŠKA NIŠA DENDROBIONTOV.

##### LETO 1995:

Na območju Selc v Selški dolini smo opravili analizo koloniziranih žuželčnih vrst na neobeljenih, pasasto obeljenih in obeljenih štorih iz zimske (36 + 36 + 30) in poletne (30 + 30 + 27) sečnje. Seciranje panjev, odvzem vzorčnih osebkov, ugotovitev gostote posameznih naseljenih vrst, razvojne faze in stopnje preživetja je bilo opravljeno pri 6 pregledih, ki so se zvrstili v razmaku 1,5 - 2 meseca. Hkrati s fitofagno je bila iz ravnih sistemov odvzeta tudi predatorska in detritofaga subkortikalna favna. Terensko delo je končano, determinirana je tudi zbrana favna.

- Od primarnih in sekundarnih floeofagnih za gozd potencialno nevarnih vrst se v neobeljenem in v pasasto obeljenem štoru razvijajo *Ips typographus*, *Hylastes cunicularius* in *Hylobius abietis*. Od destruktorjev lesa se v neobeljenem, pasasto obeljenem in obeljenem štoru razvijajo *Xyloterus lineatus*, *Hylecottus dermestoides* in *Xyleborus saxeseni*. Od sekundarnih in terciarnih floeofagnih za gozd nenevarnih vrst se v neobeljenih in v pasasto obeljenih štorih razvijajo *Orthotomicus laricis*, *Dryocoetes autographus*, *Hylurgops palliatus* in *Crypturgus pusillus*. V floemu panja poteka tudi razvoj terciarnega kozlička *Acanthocinus aedilis*.

##### Leto 1996:

V kabinetu je potekala obdelava na raziskovalnih ploskvah zbrane in v laboratoriju determinirane entomofavne iz leta 1995. Na pregledanih panjih (189) je bilo najdenih 35 vrst žuželk med njimi 12 vrst podlubnikov. Prevladoval je kosmati smrekov lubadar (*Dryocoetes autographus* Ratz), ki je bil prisoten na 58 % vseh panjev oziroma na 72 % neobeljenih panjev in takih, ki so bili obeljeni v pasove. *Hylurgops palliatus* Gyll., je naselil 15 % panjev, pogostejši je bil na panjih iz zimske kot poletne sečnje. Enak odstotek panjev je napadel tudi knaver (*Ips typographus* L.), ki je najnevarnejši podlubnik na smreki. V jakosti napada napada med neobeljenimi panji in panji obeljenimi v pasove ni bistvene razlike. Najdenih je bilo še 7 vrst floeofagnih podlubnikov, vendar je njihova prisotnost zelo majhna. Preostale tri vrste iz družine Scolytidae so lesarji, med katerimi je izstopal progasti lestvičar (*Xyloterus lineatus* O.), ki je bil prisoten na 34 % vseh treh skupin panjev izključno iz zimske sečnje.

Bukov vrtovin (*Hylecoetus dermestoides*) je bil tako kot progasti lestvičar ugotovljen le na panjih iz zimske sečnje. Ličinke kozličkov (*Cerambycidae*) so bile prisotne na vseh neobeljenih in panjih obeljenih v pasove. Od pleniških vrst je bil najpogostejši

mravljinčasti pisanec (*Clerus* sp.), ki se je pojavljal kot imago in kasneje kot larva (44 panjev). Sledi mu *Platysoma lineare* Er. na 28 panjih, *Pityophagus ferrugineus* L. na 17. panjih in *Syrphidae* na 15 panjih. Vse plenilske vrste (izjemi sta *Paromalus parallelopedus* Hbst. in *Silvanus bidentatus* F.) se pogosteje pojavljajo na panjih iz zimske sečnje; na njih je najdenih tudi več različnih vrst.

#### Leto 1997:

V laboratoriju in v kabinetu je bila dokončana obdelava in analiza rezultatov raziskave o fitofagni zoofagni in detritofagni kortikalni, subkortikalni in ksilofagni favni, ki je naselila 189 štorov iz zimske in poletne sečnje na več sečiščih v Selški dolini. Delo je zaključeno. Rezultati so zbrani v diplomski nalogi "Podlubniki in beljenje smrekovih panjev."

### 1 C: POJAV BUKOVEGA IN HRASTOVEGA LESTVIČARJA V JELOVO-BUKOVIH GOZDOVIH

#### LETO 1996:

V jelovo-bukovih gozdovih (Ab.-Fag.din.), v katerih bukev množično propada zaradi napada bukovega in hrastovega lestvičarja ter trohnjenja lesa, ki sta ga oba lestvičarja posredno izzvala, smo v gospodarski enoti Javornik analizirali 50 prizadetih bukev in na osnovi zbranih parametrov (značilnosti napadenih sestojev, nebesna stran in višinski interval napada, klimatske razmere v letu pojava) skušali pojasniti vzroke za napad na žive bukve in proučiti možne preventivne ukrepe. Vzroke za propadanje bukve v gospodarski enoti Javornik, ki so jih posredno izzvala bukov in hrastov lestvičar v čistih bukovih sestojih z vnosom spor trohnočnih gliv v debla je treba iskati v povečani gostoti hroščev, strukturi gozda in v specifičnih klimatskih razmerah, ki so vladale spomladi leta 1986 na visokem krasu. Vdor lestvičarjev skozi obrambni sistem bukve je uspel zaradi časovnega razkoraka med nastopom rojenja hroščev ter aktiviranjem bukve po zimskem mirovanju.

Vzroki izjemno zgodnjega rojenja so: nizek temperaturni prag rojenja (12-14<sup>0</sup> C), temperaturna inverzija v višjih predelih ter neposredno sončno obsevanje in ogrevanje razgaljenih bukovih debel, na katerih so diapavzirali mladi hroščki. V prvi dekadi aprila 1986 so se temperature zraka več dni gibale nad temperaturnim pragom rojenja hroščev. Zgodaj spomladi, ko se temperature zraka gibljejo okrog temperaturnega praga rojenja lestvičarjev, se v bukovih gozdovih edinole skorja na eksponirani strani debel prek dneva že toliko ogreje, da se hroščki, ki v tem območju debel prezimujejo, lahko aktivirajo in vanjo zavrtajo in nemoteno prodirajo skozi (v tem času) še neaktiviran prevodni sistem.

Napad lestvičarjev je bil omejen na bukove drogovnjake in debeljake v nadmorski višini 1050-1200 m, ki pripadajo gozdni združbi *Abieti-Fagetum dinaricum*.

Največja intenziteta napada lestvičarjev je bila na južni, jugozahodni in jugo-jugozahodni strani debela.

Povprečna srednja višina napada lestvičarjev je 101,7 cm, povprečni višinski interval napada pa 99,3 cm.

Bukova debela so razgrajevale lignivorne glive *Formes fomentarius*, *Peniophora* sp. in *Acremonium butyri*. Trohnoba je hitreje napredovala navzgor kot pa navzdol.

Bruto odkazana lesna masa bukve za obdobje 1991-1996 znaša 2.483,9m<sup>3</sup> ali 6,1m<sup>3</sup>/ha v napadenih in odkazanih odsekih. To zraša 1,9 % skupne lesne zaloge teh odsekov in 3,1 % lesne zaloge bukve. Dejanska vrednost sortimentov dobljenih iz napadenih bukev je za 19 % nižja od normalne.

Lestvičarja ogrožata bukev predvsem v čistih bukovih sestojih. Zastrtost bukovih debel s krošnjami iglavcev v mešanih gozdovih preprečuje ogrevanje debel zgodaj spomladi.

Kolonizacijo živih bukev z lestvičarjema je mogoče omejiti tudi z dolgoročnimi gozdnogojitvenimi posegi, ki bodo spremenili zgradbo čistih bukovih sestojev in njihovo drevesno sestavo. Odločilnega pomena pri tem sta vertikalni sklep in primešanost iglavcev.

#### 1 D: KOLONIZACIJA, TRANSLOKACIJA IN VARSTVO GOZDNIH MRAVELJ

##### LETO 1996:

Spremljali smo regeneracijo in razvoj ter učinkovitost zaščite materinskih gnezd in umetnih zasnov življev rdečih gozdnih mravelj *Formica aquilonia* in *F. lugubris* na Pokljuki, Jelendolu, v Grofiji in Pristavi.

Regeneracija materinskih gnezd poteka v močnih kolonijah po odvzemu dopustne količine gradiva z življem pri obeh boreoalpskih vrstah mravelj brez izgub. Zadostna je že pasivna zaščita gnezd. Poleg pasivne zaščite pa je za ohranitev, razmnožitev in kasnejšo kolonizacijo poligine *F. polyctena* v nižinskem in hribskem svetu potrebna tudi aktivna zaščita gnezd in preostalih kolonij ter vseh naravnih zasnov že v inicialni fazi.

##### Leto 1997:

V štirih mravljiščih gozdne mravlje *F. lugubris* na Rudnem polju in v 8 mravljiščih gozdne mravlje *F. aquilonia* v Medvedovi konti (Pokljuka) smo v določenih časovnih intervalih preko leta in preko dneva merili temperaturo v notranjosti gnezda v profilu na vsakih 10 cm od vrha pa do tal. Opravljenih je bilo 14 meritev. Potrebni sta še dve meritvi, ena proti koncu decembra in zadnja sredi februarja 1998, nakar bi terenski del raziskave zaključili.

#### 1E: VLOGA PROTIPOŽARNIH PROMETNIC V KONCEPTU INTEGRALNEGA VARSTVA GOZDNIH EKOSISTEMOV

##### LETO 1998:

V letu 1998 smo proučevali vlogo protipožarnih prometnic v konceptu integralnega varstva gozdnih ekosistemov. V ta namen smo preučili dostopno literaturo, na terenu pa ugotavljali dejansko stanje protipožarnih prometnic na apnenem in flišnem delu slovenskega Krasa. Proučevali smo razporeditev protipožarnih prometnic v prostoru glede na naravne dejavnike. Na tej osnovi smo predlagali rešitve, ki se vklapljujejo v sistem celovitega varstva pred požari v naravi.

Protipožarne gozdne preseke in protipožarne gozdne ceste so posebna vrsta gozdnih prometnic, ki so v Sloveniji najbolj prisotne na primorskem Krasu. Vloga protipožarnih gozdnih presek je preventivna, ker vmesne gole površine preprečujejo ali vsaj ovirajo širjenje gozdnih požarov. Protipožarne gozdne ceste služijo za dostop intervencijskih vozil do roba gozdnega požara. Razporeditev prometnic v prostoru je poleg njihove gostote odločilna za uspešnost intervencij. Ker gre tudi pri protipožarnih prometnicah za problem zadovoljivega financiranja, je večina protipožarnih presek v funkciji najpreprostejših prometnic, ki omogočajo vožnjo s terenskimi vozili, izjemoma zaradi konfiguracije terena tudi s kamioni. Pravih, utrjenih protipožarnih cest je malo oz. njihovo vlogo delno prevzemajo lokalne ceste. Sedanjí viri financiranja omogočajo počasno dograditev protipožarnih presek s takimi

tehničnimi elementi, da so prevozne s terenskimi vozili. Po prioriteti gradnje slemenskim protipožarnim presekom sledijo povezave levo in desno v dolino, zatem pa še etažne protipožarne preseke. Hrvaške raziskave kažejo, da je pas širine do 300 m od prometnice v vse smereh na meji obvladljivosti za intervencije. Za učinkovite intervencije bi moral ta pas biti širok le 50 m v vseh smereh. V drugem primeru dobimo preveliko gostoto prometnic, ki bi jo ekonomsko težko opravičili. Pač pa v prvem primeru (do 300 metrski pas) gostota protipožarnih presek znaša okoli 33 m/ha, kar ocenjujemo kot sprejemljivo. Cilj pa je vsaj najpomembnejše protipožarne preseke utrditi in usposobiti za kamionski prevoz. Že obstoječe razmere pa zahtevajo zahtevno sprotno vzdrževanje, predvsem odvodnjavanje (pomembno predvsem na flišnem Krasu) in košnjo. Primorski gozdovi in gozdnata krajina so ekološko in krajinsko tako pomembni in občutljivi, da se kratkoročno varčevanje pri vlaganjih vanje izdatno negativno obrestuje.

#### Leto 1999:

a) Nadaljevali smo z inventarizacijo škodljivcev in boleznih gozdnega drevja v Sloveniji.

b) Zastavili smo raziskavo entomofavne na pogoriščih in na nepogorelih površinah v neposredni bližini. Na izbranih pogoriščih / nepoškodovanih sestojih bomo spremljali entomofavno v teku treh let. Želimo ugotoviti sukcesije entomofavne in zakonitosti pojavljanja le-te. Izbrane lokacije so: Govci nad G. Trebušo - I. 1998 je talni in vršni požar zajel cca. 1 ha gozda črnega bora (*Fraxino omi-Pinetum nigrae*) in bukovja s slečem (*Rhododendro hirsuti-Fagetum*); Podgovec (občina Sežana, avgust 1998, talni, 7.53 ha, gozd črnega bora (*Seslerio autumnalis-Pinetum nigrae*); Vremščica (občina Divača, avgust 1997, talni in vršni, 281 ha, mestoma zaraščajoči se pašniki in gozd črnega bora); Kojnik (občina Koper, marec 1996 in april 1998, 316 ha, talni in vršni, pašniki ter gozd črnega bora in termofilnih listavcev; Sela (občina Piran, avgust 1994, talni, 3.05 ha, gozd puhastega hrasta in ostalih listavcev porašča rjava tla na flišu); Strma reber (občina Koper, april 1999, talni, 14.28 ha, gozd puhastega hrasta in ostalih listavcev na flišu).

Pri popisu entomofavne ugotavljamo, da je vrstna sestava in številčnost osebkov iste vrste na izbranih lokacijah revna, kar je značilno za letni čas vzorčenja (julij, avgust, september). Ugotovili smo, da se na lokaciji Kojnik pojavila, kot rezultat požara, gradacija dvnajsterozobega borovega lubadarja (*Ips sexdentatus* /Boerner/). Na isti lokaciji smo ugotovili 18 različnih vrst žuželk, na lokaciji Podgovec smo določili 12 vrst, na lokaciji Vremščica pa 7 vrst. Na lokaciji Kojnik smo zastavili raziskavo bionomije dvnajsterozobega borovega lubadarja (*Ips sexdentatus* /Boerner/). Ugotavljali smo abundanco populacije s ferominskimi pastmi, odnos te vrste do gostitelja (primarnost / sekundarnost) ter razvojno fazo prezimovanja ter način prezimovanja tega lubadarja

c) Spremljali smo razvoj populacij nekaterih škodljivcev, ki so se pojavljali v gradacijah v slovenskih gozdovih. Spremljali smo pojav bukove kobilice (*Miramella alpina* Koll.) na območju GE Polhov Gradec, vas Šijca. Na erodiranih apnenčastih pobočjih na črnem boru (območje GE Polhov Gradec) smo ugotovili gradacijo velikega in malega borovega strženarja (*Blastophagus piniperda* L. = *Myelophilus piniperda*, *Blastophagus minor* Hart. = *M. minor*). V revirju Polana, GE Murska Sobota, smo v letih 1998 / 99 spremljali gradacijo čremsovega zapredkarja (*Yponomeuta evonimella* L.) na čremsi, ki se pojavlja kod podstojna drevesna vrsta v sestojih hrasta. V Murski šumi smo na podrtih dobovih deblih ugotovili prenamnožitev

hrastovega strženarja (*Platypus cylindrus* F.). V bližini Sežane (lokacija Podgovci) smo spremljali razvoj zelenega hrastovega zvijača (*Tortrix viridana* L.) ter zmrzlikarjev (*Hibernia defoliaria* L., *Cheimatobia brumata* L.). Na območju celotne Slovenije spremljamo minerje listov (družini *Lithocolletidae* in *Tischeriidae*): na divjem kostanju (*Cameraia ohridella* Deschka & Dimić), minerje na robiniji (*Phyllonorycter robiniella*, *Parectopa robiniella*), na platani (*Phyllonorycter* /*Lithocolletis*/ *platani* Staud. ), na hrastu (*Tischeria complanella* Hb.) in druge.

## Naloga 2

### 2 a: POMEN PARAZITSKIH IN ENDOFITNIH GLIV V ŽIVLJENJSKEM KOMPLEKSU ČRNEGA BORA (*Pinus nigra* Arn.)

#### Leto 1995:

Raziskava je pokazala temeljne značilnosti skupnosti gliv, ki živijo kot endofiti v iglicah črnega bora, ugotovila biološke značilnosti najpomembnejših predstavnikov te skupnosti in razjasnila številne metodološke probleme, povezane z raziskavami endofitov. Poleg pomena v okviru temeljnih znanj o relativno novem področju raziskav endofitov smo dosegli pomemben naprecek v razumevanju intrakcije med gostiteljsko rastlino in njenim glivnim partnerjem v celotnem spektru odnosov od mutualizma do parazitizma.

- Opravili smo vzorčenje iglic na osmih izbranih lokacijah (Krnica, Kobjeglava, Vipava, Benko, Dolika Krvavice, Smolnik pri Jesenicah, Konjska dolina v Iškem Vintgarju, Veliko Trebeljevo) in determinirali glive iz 1080 segmentov iglic črnega bora. Determinirane glive smo shranili v obliki posušenih kultur v herbarijski zbirki GIS Glive 'fu1' in Žive kulture 'fu3'.

- Vpeljali smo metodo in opravili analize količine ergosterola endofitnih gliv v iglicah črnega bora in v petih vrstah najpogostejših endofitnih gliv s HPLC (visoko ločljiva tekočinska kromatografija).

- Opravili smo API-ZYM teste (test meri aktivnost 19. encimov) v ekstraktu petih najpogostejših endofitnih glivah

- Opravili smo analizo mineralne prehranjenosti enoletnih iglic (iz lokacij Vipava, Smolnik in Kobjeglava) in analizo prisotnosti nekaterih polutantov (Pb, S) v enoletnih in dvoletnih iglicah črnega bora.

- V juliju 95 smo na IMI (International Mycological Institute, Vel. Britanija) opravili taksonomske raziskave gliv, ki v normalnih pogojih niso sporulirale in jih doslej nismo mogli določiti.

#### Leto 1996:

V tem letu smo opravili kabinetno delo, ki je rezultiralo v izdelavi doktorske naloge:

- JURC, M., 1996. Endofitne glive in njihove značilnosti v iglicah črnega bora (*Pinus nigra* Arn.). Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Ljubljana, 198 s.

#### Abstrakt:

Raziskava endofitnih gliv v iglicah črnega bora je potekala na dveh avtohtonih in šestih alohtonih rastiščih črnega bora v razdobju treh let. Vzorčnim drevesom smo analizirali vsebnost hranil v iglicah (N, P, K, Ca, Mg) ter vsebnost S in Pb. Na spodnjih vejah 15-60 let starih dreves je bilo šestkrat opravljeno vzorčenje 1-8 let starih iglic (v štirimesečnih presledkih: marec, julij, oktober). Izbrali in prilagodili smo ustrezno metodo izolacije endofitnih gliv iz iglic črnega bora. Skupaj smo izolirali 99 različnih glivnih taksonov ter določili 56 vrst. Dominantne vrste so bile: *Cyclaneusma*

*niveum* (Pers.: Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter (17,2%), *Cenangium ferruginosum* Fr. (15,4%), *Phialophora hoffmannii* (Beyma) Schol-Schwarz (7,8%), *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter (5,2%), *Lophodermium conigenum* (Brunaud) Hilitz. (4,5%) ter *Hormonema dematioides* Lagerberg & Melin (4,2%). Celoten vzorec je bil okužen 39% (2187 izolatov iz 5592 segmentov 1864 iglic). Ugotovili smo, da obstaja specializiranost posameznih endofitov na nivoju rastlinskega rodu (*Pinus*) pa tudi, da je razlika med rastjo podgobja petih najpogostejših endofitov pri različnih temperaturah: 10<sup>0</sup> C, 20<sup>0</sup> C, 25<sup>0</sup> C, 30<sup>0</sup> C, 35<sup>0</sup> C; pri različni količini dostopne vlage v podlagi  $a_{w1} = 0,98$ ,  $a_{w2} = 0,96$ ,  $a_{w3} = 0,94$  ter pri kislosti podlage pH = 4,5 in pojavljanjem teh vrst v vzorčnih drevesih, ki rastejo v različnih ekoloških razmerah. Ni značilne razlike v skupnem številu izolacij vseh vrst glede na starost vzorčnih dreves in v vzorcih iz naravnih rastišč in iz kultur črnega bora. Obstaja značilna razlika v številu vseh izoliranih vrst glede na čas vzorčenja. Vrstna sestava in številčnost endofitne populacije je revnejša v bolj onesnaženih območjih. Pri dominantnih endofitnih vrstah smo ugotovili signifikantno razliko med izolacijami iz baze, sredine in vrha iglice, med starimi in mladimi iglicami. Določili smo količino ergosterola v popkih in iglicah (srednja vrednost ergosterola je v mejah od 0,0006 do 0,15 mg mg<sup>-1</sup> suhe teže iglice) ter v petih najpogostejših endofitih (od 0,064 do 0,57 mg mg<sup>-1</sup> suhe teže glive). Količina ergosterola je le delno uporabna za kvantifikacijo endofitov v iglicah. Ugotovili smo, da skladiščeno in neskladiščeno seme črnega bora ter kalus črnega bora ne vsebujejo endofitov. Z gojenjem *C. ferruginosum* v dvojni kulturi s kalusom črnega bora smo ugotovili, da gliva uniči kalus.

#### Leto 1997:

Že pri raziskavi endofitnih gliv iglic črnega bora iz različnih lokacij smo ugotovili, da se izolati glive (*Cenangium ferruginosum* Fr.) morfološko razlikujejo v kulturi. Domnevamo, da obstaja več sojev glive z različno stopnjo patogenosti. Raziskava razlik patogenosti populacije *C. ferruginosum* bi pomenila ne samo prispevek k poznavanju biologije te vrste temveč tudi iztočnico za ugotavljanje načinov njenega zatiranja. Aprila 1997 smo opravili vzorčenje iglic črnega bora na več lokacijah v Sloveniji ter izolirali glivo. Raziskali smo nekatere biološke značilnosti izolatov glive in sicer rast podgobja na različnih hranilnih podlagah (MEA, PDA, OA), temperaturah, pH, vlažnostih hranilne podlage ( $a_w$ ) in njihovih kombinacijah. Ugotavljali smo tudi vpliv različnih koncentracij monoterpenov in seskviterpenov iz iglic črnega bora iz lokacij Sevena in Korzika (Francija) in iz Bleda na rast glive. Ugotavljali smo ekofiziološke značilnosti patogene glive iglic črnega bora *Sphaeropsis sapinea* /Fr./ Dyko & Sutton in povzročiteljice modrenja lesa črnega bora *Phialophora hoffmannii* (Beyma) Schol-Schwarz.

Statistične analize rezultatov rasti glive *C. ferruginosum* v različnih koncentracijah monoterapenskih in seskviterpenskih mešanic kažejo, da obstaja signifikantna razlika v rasti glive v različnih koncentracijah terpenov in iz različnih lokacij. Za rast *C. ferruginosum* so ugodni pogoji: visoka koncentracija  $\alpha$ -pinena in germacrena-d, ki so tipični za črni bor iz Slovenije (*Pinus nigra* spp. *nigra*). Neugodni pogoji so: visoka vsebnost caryophyllena, myrcena,  $\gamma$ -ocimena, linalyl acetata in  $\alpha$ -humulena, ki so tipični za črni bor iz Korzike (*Pinus nigra* spp. *laricio*). V analiziranih koncentracijah mešanice terpenov ne vplivajo na dve drugi analizirani glivi.

#### Leto 1998:

Nadaljevali smo delo v zvezi z vplivom terpenov na rast endofitnih gliv.



Delo je bilo predstavljeno na 2. Slovenskem simpoziju o rastlinski fiziologiji, 30. 9. –2. 10. 1998 v Gozd Martuljku in pripravljeno za objavo v reviji *Phyton*.

## 2 b: RAZISKAVA BIOLOGIJE IN EKOLOGIJE RODU *Phytophthora* V SLOVENIJI

### Leto 1996:

Uvajali smo nove metode izolacij: definiranje gojišč, načinov izolacije iz tal in rastlin, uporabo vab (jabolka, dobovi listi itd.), preizkušali smo razmere gojenja in sporulacije te skupine gliv. Velike težave nam povzroča dejstvo, da od proizvajalca nismo uspeli dobiti antibiotika tachigarena (ta ni v prosti prodaji, ker je v fazi preizkušanja), ker je to edini antibiotik, ki omogoča izolacijo gliv iz rodu *Phytophthora* iz tal. Izbrali smo poskusne ploskve v Murski Šumi in navezali kontakte z nemškimi, avstrijskimi in madžarskimi raziskovalnimi skupinami, ki proučujejo enake probleme sušenja drevja. Ugotavljali smo značilnosti izoliranih gliv v kulturi.

### Leto 1997:

Nadaljevali smo poskuse uvajanja novih tehnik za izolacijo gliv iz rodu *Phytophthora*, ki smo jih začeli v letu 1996. Z vabami, opisanimi v literaturi (mladi dobovi listi, jabolka, hruške), z modificiranimi gojišči in z različnimi kombinacijami antibiotikov, smo iz korenin z vidnimi znamenji okužbe izolirali predvsem glive iz rodu *Pythium*, ki načeloma ne morejo povzročiti tako obsežnih odmiranj koreninskega sistema, kot ga opazimo v naravi pri nas. Zato je vodja naloge v septembru 1997 opravil enotedenski izpopolnjevalni obisk pri dr. Thomasu Jungu in njegovih sodelavcih na Oddelku za gozdno botaniko Univerze Ludwiga Maksimilijana v Münchnu. Pridobljene izkušnje so v fazi preverjanja v naših razmerah.

### Leto 1998:

V prvi polovici leta smo se intenzivno ukvarjali z uvajanjem nove tehnike izolacije gliv iz rodu *Phytophthora*.

Uspešno smo izolirali in gojili vrste rodu *Phytophthora* iz posameznih vzorcev tal. Kljub temu ocenjujemo, da uvajanje nove metode izolacije in gojenja tega rodu gliv pri nas ni bilo uspešno. Ponovitve izolacij običajno niso uspele, iz istih vzorcev so včasih izolacije uspele, včasih pa ne, uspešne izolacije niso bile povezane z izraženo simptomov sušenja hrastov in domačega kostanja in obratno, jasno izraženi simptomi okužbe z glivami iz rodu *Phytophthora* niso bili povezani s pozitivno izolacijo teh gliv iz tal v okolici korenin. Zato smo prekinili delo na tem področju in se sprijaznili z ugotovitvijo, da veljajo opozorila najbolj kompetentnih raziskovalcev rodu *Phytophthora* v svetu, da se je potrebno z njim ukvarjati specialistično, timsko, v posebej prilagojenih laboratorijih.

## Naloga 3

### RAZŠIRJENOST IN EKOLOGIJA SMREKOVE RDEČE TROHNOBE TER GENETSKA STRUKTURA POPULACIJE PARAZITA

#### Leto 1995:

Raziskava je zajemala ugotavljanje razširjenosti smrekove rdeče trohnoobe ter proučevanje njene ekologije in epidemiologije. Vključevala je tudi genetske analize populacij povzročitelja bolezni v Sloveniji.

- Primerke koreninske gobe (doslej jih je zbranih že več kot 200 iz smrekovih sestojev različnega nastanka in na različnih rastiščih) smo identificirali s pomočjo križanj s testnimi kulturami. Določili smo, kateri intersterilni skupini pripadajo.
- Na dveh raziskovalnih ploskvah (v smrekovem sestoju na Pokljuki in smrekovi kulturi na opuščnem pašniku na Peci) smo z analizo števila in velikosti klonov koreninske gobe ugotavljali, kakšen je način nastanka in širjenja boleznih v sestoju.
- Z molekularnimi laboratorijskimi tehnikami (RAPD) smo ugotavljali stopnjo interakcije med intersterilnimi skupinami koreninske gobe in variabilnost znotraj posameznih skupin.

Obseg boleznih je v posameznih primerih zelo različen ter odvisen od lokalnih rastiščnih razmer. Na njen pojav najbolj vplivata način nastanka sestoja in raba tal v preteklosti.

Med populacijami koreninske gobe prevladuje smrekov tip. Boprov tip, katerega primarni gostitelj je bor, zajeda pa tudi druge iglavce, smo ugotovili na 40 % okuženih smrek, v nižinskih smrekovih sestojih pa celo na 70 %. Jelov tip živi le na jelkah, na panjih in na starem, prezrelem drevju in ne povzroča večje škode. Poglavitni način nastanka in širjenja boleznih, tako na gozdnih tleh kot na opuščeni kmetijskih površinah, je okužba s trosi. Kloni (osebki) koreninske gobe na obeh poskusnih ploskvah so zelo majhni in v povprečju zajamejo eno drevo, največ pa štiri. Očitna je njihova povezava z ranami in poškodbami na koreninah in dnišču. Prvi rezultati genetskih raziskav kažejo, da so intersterilne skupine koreninske gobe jasno reproduktivno ločene, variabilnost je največja znotraj borovega tipa. Z molekularnimi metodami bomo lahko v veliki meri nadomestili dolgotrajne in zamudne postopke za identifikacijo intersterilnih skupin koreninske gobe.

#### Leto 1996:

V tem letu smo opravili kabinetno delo, ki je rezultiralo v izdelavi doktorske naloge:

- MUNDA, A., 1996. Smrekova rdeča trohnoba (*Heterobasidion annosum* [Fr.] Bref.). Doktorska disertacija, BF, Oddelek za agronomijo, Ljubljana, 123 s.

#### Abstrakt

S križanjem izolatov glive *Heterobasidion annosum* s testnimi kulturami smo ugotovili, da populacijo glive v Sloveniji sestavljajo tri intersterilne skupine: smrekov, borov in jelov tip. Opisali smo njihovo ekologijo, razširjenost pa prikazali v preglednici in na kartah za kartiranje evropske flore. Najbolj razširjen in najpogostejši povzročitelj trohnobe pri smreki je smrekov tip, v nižinskih gozdovih pa tudi borov tip. Jelov tip živi v jelovjih, kot saprofit na jelovih in smrekovih štorih. Z metodo RAPD smo preučili genetsko variabilnost med 56 izolati glive *H. annosum* iz vseh treh intersterilnih skupin. Uporabili smo dvanajst začetnih oligonukleotidov, ki so namnožili 62 ponovljivih, polimorfnih fragmentov DNK. Genetske povezave med proučevanimi izolati glive *H. annosum* smo iz vrednotili s koeficientoma podobnosti SM in DICE. Na dendrogramih, ki smo jih osnovali z metodo UPGMA, so se oblikovale tri ločene skupine, ki so ustrezale trem intersterilnim skupinam. Polimorfizem je bil najmanjši pri jelovem in največji pri borovem tipu. Dekamerna začetna oligonukleotida M 3 in M 13 sta namnožila specifične fragmente za smrekov, jelov in borov tip, kar potrjuje, da je analiza RAPD uporabna za identifikacijo intersterilnih skupin glive *H. annosum*. V dveh smrekovih monokulturah, ki se razlikujeta glede na način nastanka in ekološke parametre, smo proučevali epifitotologijo smrekove rdeče trohnobe. S križanji, ki temeljijo na somatski inkompatibilnosti, smo določili velikost osebkov glive *H. annosum*. Ugotovili smo, da se gostota populacije zmanjšuje in velikost osebkov

narašča s starostjo sestoja in številom generacij smreke. Povprečna velikost osebkov je bila v sestoji, ki je nastal na nekdanjem kmetijskem zemljišču 1,4, v sestoji na gozdnem rastišču pa 1,8 dreves na osebek glive. V obeh sestojih je bila okužba z bazidiosporami pomembna za širjenje bolezni.

#### Naloga 4

BIOTIČNO ZATIRANJE SMREKOVE RDEČE TROHNOBE (*Heterobasidion annosum* /FR./BREF.

##### Leto 1997:

V letu 1996 končane raziskave epifitotologije smrekove rdeče trohnobe kažejo, da so poglavitni vir okužb bazidiospore, ki jih raznaša veter in okužijo sveže posekane šture ter rane na koreninah in deblu. Okužbo z bazidiosporami preprečimo z nanašanjem preparata rotstop na sveže šture. V sodelovanju z raziskovalci s FBVA smo v letošnjem letu izdelali enotno zasnovo poskusa, z nanašanjem preparata rotstop pa bomo pričeli spomladi, ker je njegovo delovanje pri temperaturi pod 0<sup>0</sup> C slabo. Delo poteka na istih lokacijah, kot raziskave epidemiologije smrekove rdeče trohnobe. Na raziskovalnih ploskvah z aparaturo za lovljenje trosov spremljamo potek in intenzivnost sproščanja trosov tekom leta, da bi tako določili najprimernejši čas za zatiranje bolezni.

Sproščanje trosov glive *H. annosum* je najbolj intenzivno v poletnih mesecih (od junija do srede septembra). Takrat je nevarnost za okužbo največja in zatirajnje bolezni tudi najbolj smiselno. Menimo, da bomo z vnašanjem antagonistične glive *Phlebiopsis gigantea* na sveže šture lahko bistveno zmanjšali inokulum povzročitelja smrekove rdeče trohnobe v okuženem sestoji in s tem tudi tveganje za okužbo preostalega drevja.

##### Leto 1998:

Po obširnih pripravljalnih delih za testiranje novega preparata Rotstop za biotično zatiranje smrekove rdeče trohnobe (izbor ploskev, ugotavljanje časovnega okvira največjega infekcijskega potenciala zajedavske glive pri nas, stiki z raziskovalci in proizvajalci tega sredstva) je bilo delo na tej nalogi zaradi odhoda raziskovalke ustavljeno.

#### Naloga 5

OBVLADOVANJE KOSTANJEVEGA RAKA (*Cryphonectria parasitica*)-1. FAZA

##### Leto 1998:

Večina dela v letu 1998 bi po programu dela na projektu morala biti namenjena raziskavam hipovirulence kostanjevaga raka. Sodelavec, ki je ostal na GIS je tako v drugi polovici leta pregledal obstoječe raziskovalne ploskve (Janče, GIS, Gorjanci) in pričel sistematično zbirati virulentne in hipovirulentne seve glive *Cryphonectria parasitica* iz celotnega areala pravega kostanja pri nas. Ukvarjal se je z uvajanjem novih metod za ugotavljanje hipovirulence in kompatibilnosti med sevi (uporaba barvila bromkrezol zeleno v gojišču). Veliko dela je bilo opravljenega za prijavo INCO COPERNICUS projekta (Skupaj s sodelavci iz Italije, Francije, Slovaške in Madžarske) in projekt je bil sprejet za zaključna pogajanja z EU v decembru 1998.

##### Leto 1999:

Večina dela v letu 1999 je bila namenjena raziskavam hipovirulence kostanjevaga raka. Na območju celotne Slovenije smo sistematično zbirali virulentne in hipovirulentne seve glive *Cryphonectria parasitica*. Vzorce smo zbrali na naslednjih lokacijah: Stara gora - Vedermaj pri Novi Gorici (19. 1. 1999), Kobilja glava, revir Padež (19. 1. 1999), Pihavec pri Pučah blizu Koštabone (16. 3. 1999), Panovec pri Novi Gorici (9. 8. 1999), Črešnjice pri Senovem (24. 8. 1999), Boštanj pri Sevnici (24. 8. 1999), Zlate doline - Kras (30. 9. 1999), Janče (2. 12. 1999). Iz vzorcev okuženega lubja smo glivo izolirali in zbirka sevov obsega na koncu leta 1999 več kot 100 izolatov. Vsem izolatom merimo hitrost rasti, opišemo izgled v kulturi in v delu je ugotavljanje patogenosti na odrezkih kostanjevih poganjkov v laboratoriju. Začenjamo poskuse kompatibilnosti izolatov, da bomo ugotovili število inkompatibilnih skupin.

Podatki raziskav kostanjevega raka so v fazi zbiranja in obdelave, nekateri rezultati dela v prejšnjih letih pa so objavljeni v seznamu objav.

### **3. Izkoriščanje dobljenih raziskovalnih rezultatov**

#### **3.1. Kakšen je potencialni pomen rezultatov raziskovalnega projekta**

Vse naloge v okviru programa dela so sledile istemu osnovnemu cilju: na osnovi specialističnih, detajlnih in poglobljenih raziskav ugotoviti temeljne biološke zakonitosti proučevanih organizmov in ta znanja vključiti v sodobno, celostno varstvo gozdov.

a) Najbolj temeljna spoznanja so bila dosežena z raziskavami glivnih endofitov v iglicah črnega bora, ki jih lahko na kratko strnemo v ugotovitev, da je na osnovi teh raziskav potrebno redefinirati pojem patogena in se posvetiti dejavnikom, ki sprožijo bolezen. V več primerih, ki izhajajo iz opravljenih raziskav, so ti dejavniki ekološki, predvsem različni ekološki stres.

Z raziskavami smrekove rdeče trohnobe smo se vključili v družbo tistih evropskih držav, ki imajo najbolj poglobljeno proučeno to najškodljivejšo bolezen smreke. Z modernimi genetskimi metodami smo prispevali temeljna spoznanja o možnostih uporabe teh metod za determinacijo te bolezni, ki imajo široko mednarodno odmevnost.

Prva faza raziskav kostanjevega raka prav tako kaže na uspešnost izbranih metod dela za prva temeljna spoznanja o lastnostih hipovirulence kostanjevega raka v naših gozdovih.

Temeljni pomen imajo raziskave biologije gozdnih mravelj, njihove ekologije in možnosti preseljevanja.

b) Zaradi dejstva, da smo raziskave opravili na ozemlju Slovenije, so podatki in rezultati predvsem pomembni za naše gozdarstvo, zaradi ustreznih metod dela imajo mednarodni pomen.

c) V vsaki raziskavi je bil preizkušen nov metodološki instrumentarij, ki bo lahko uporabljen pri sorodnih raziskavah v prihodnost. Potencialno najpomembnejše metode so molekularne tehnike, uporabljene v raziskavi smrekove rdeče trohnobe, simulacije ekoloških parametrov stresa (doslopne vlage, temperature in prehranjenosti) na izolatih patogenov, uporabljene v raziskavah endofitnih gliv črnega bora, nove tehnike izolacij gliv iz rodu *Phytophthora*, kjer smo uvedli tehnike izolacij z vabami, nove molekularne tehnike so bile uporabljene tudi v raziskavah *Ips cembrae*.

d) Svoje temeljne raziskave sta najustrezneje razvili M. Jurc in A. Munda v raziskavah, ki sta jih opravili za doktorski disertaciji in ju uspešno obranili.

e) Ne vidimo vpliva naših raziskav na razvoj drugih temeljnih znanosti

f) Opravljene raziskave imajo največji pomen za aplikativno uporabo. Z njimi smo pojasnili nenavadna bolezenska dogajanja s črnim borom na Krasu, po enakih principih, izgleda, lahko razložimo še številne doslej nerazjasnjene pojave sušenj različnih drevesnih vrst pri nas. Metodologija, uporabljena v bodočih raziskavah teh problemov, bo enaka že uporabljeni. Raziskave smrekove rdeče trohnobe so odprle možnosti za smiselne ukrepe in aplikacijo zatiralnih tehnik brez uporabe kemijskih sredstev. Dognanja raziskav favne smrekovih panjev dajejo neposredne možnosti uporabe v novih zakonskih določilih o varstvu gozdov. Feromoni so potencialno najperspektivnejša aplikativna možnost neškodljivega odstranjevanja ciljnih škodljivcev in raziskave kažejo na možnosti njihove uporabe proti celi vrsti le-teh. Tudi uporaba hipovirulence kostanjevega raka je, kljub pomanjkanju znanja o temeljnih lastnostih pojava, že zrela za aplikativno uporabo.

V okviru projekta so bili izbrani raziskovalni problemi, pri katerih smo slutili možnosti aplikativne uporabe v smislu celostnega, integriranega varstva gozdov. V vseh raziskavah smo našli te možnosti in uvajanje teh aplikacij v gozdarstvo je popolnoma v skladu z dolgoročnim ciljem gozdarstva – sonaravnost naših gozdov.

g) Endofitne glive, ki smo jih pridobili v naših raziskavah, sintetizirajo številne biološko aktivne snovi in nekatere preizkušajo po njihovih farmakoloških učinkih na Fakulteti za farmacijo.

### **3.2. Sovpadanje dela in rezultatov raziskovalnega projekta z mednarodnim raziskovalnim projektom INCO-COPERNICUS programa Evropske unije**

Metode dela in plan dela za prihodnost je bil razlog, da so bile naše raziskave hipovirulence kostanjevega raka vključene v 3-letni EU, INCO – COPERNICUS program raziskav z naslovom: Integrated study of factors involved in degraded chestnut forests in Central and Mediterranean Europe. Biological criteria for a sustainable development (CHESUD). Program poteka od leta 1999 in je po ciljih in metodah dela enak kot potekajoča raziskovalna naloga. Z vključitvijo v INCO – COPERNICUS program bodo naši rezultati kakovostnejši in uporabnejši, saj se po enaki metodi raziskava opravlja na Madžarskem, Slovaškem, v Italiji, Franciji in pri nas.

### **3.3. Neposredni rezultati raziskovalnega projekta**

Neposredni rezultati so pojasnitev bolezenskih pojavov pri črnem boru in iz tega izhajajoča navodila za gospodarjenje z njim. Omogočena je prognoza o neperspektivnosti te drevesne vrste na najslabših rastiščih. V zvezi s smrekovo rdečo trohnobo je pomembno spoznanje o različni škodljivosti treh intersterilnih skupin koreninske gobe, o možnostih za preventivno varstvo in o zakonitostih razvoja tega patogena pri nas. Neposredno uporabna so spoznanja o pomenu smrekovega panja za vzdrževanje populacij pomembnih škodljivcev v zdravem, stabilnem gozdu, ki lahko ob kakršnokoli motnji predstavljajo vir prenamnožitve. Rezultati raziskav kostanjevega raka so omogočili priporočitev drugačnega gojitvenega principa pri vzgoji pravega kostanja. Novi princip temelji na ugotovitvi, da le dovoj številčna populacija hipovirulentnih osebkov glive *Cryphonectria parasitica* omogoča sprotno

spreminjanje virulentnih osebkov v hipovirulentne. Spoznanja o protipožarnih prometnicah so bila operativno uporabljena.

Poleg teh obširnejših raziskav so bili v okviru posameznih nalog obravnavani tudi manj zamotani raziskovalni problemi, običajno na pobudo delavcev Zavoda za gozdove Slovenije. O ugotovitvah je bilo izdelanih večje število strokovnih prispevkov, ki so navedeni v bibliografiji.

### **3.4. Dolgoročni rezultati raziskovalnega projekta**

### **3.5. Izkoriščenost doseženih znanstvenih spoznanj**

Spoznanja, ki smo jih pridobili v okviru projekta so bila uporabljena pri predlogih za Pravilnik o varstvu gozdov, ki je tik pred dokončanjem. Poleg tega smo o rezultatih obveščali strokovno javnost v prispevkih, navedenih v bibliografiji. Gozdarji so bili, zlasti v okviru Zavoda za gozdove Slovenije, vedno zainteresirani za rezultate in so jih sproti vključevali v redno strokovno delo, tako pri planiranju v okviru varstva gozdov, kot tudi v operativnem gozdo-gojitvenem delu.

### **3.6. Odziv v znanstvenih krogih**

Objavljena dela so bila citirana v SCI (M. Jurc 3X, D. Jurc 3X, A. Munda 46X)

### **3.7. Interes po izsledkih raziskovalnega projekta**

Sodelovanje sodelavcev projekta na mednarodnih ter domačih znanstvenih in strokovnih srečanjih ter poročanje o rezultatih dela.

### **3.8. Število diplomantov, magistrantov in doktorantov, ki so zaključili študij z vključenostjo v raziskovalni projekt?**

1. MUNDA, Alenka. Smrekova rdeča trohnoba (*Heterobasidion annosum* [Fr.] Bref.) : doktorska disertacija = The root rot fungus (*Heterobasidion annosum* [Fr.] Bref.) : dissertation thesis. Ljubljana: [A. Munda], 1996. X, 123 f., ilustr., tabele. [COBISS-ID 202406]

2. JURC, Maja. Endofitne glive in njihove značilnosti v iglicah črnega bora (*Pinus nigra* Arn.) : doktorska disertacija = Endophytic fungi and their characteristics in the needles of austrian pine (*Pinus nigra* Arn.) : dissertation thesis. Ljubljana: [M. Jurc], 1996. XVII, 198 f., ilustr., graf. prikazi. [COBISS-ID 256335]

3. JECL, Stanko. Zaščita skladišč hlodovine s feromonsko vabo Linoprax : višješolska diplomska naloga = Protection of timber storage yards with the pheromonic bait Linoprax : high school work, (Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana, Višješolske diplomske naloge, VN 260). Ljubljana: [S. Jec], Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, 1996. VIII, 39 f., graf. prikazi, tabele, ilustr. [COBISS-ID 117385]

4. BIŠČAK, Tadej. Pojav bukovega in hrastovega lestvičarja v gospodarski enoti Javornik : višješolska diplomska naloga = *Xyloterus domesticus* L. and *Xyloterus signatus* F. in the Javornik district : high school work, (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, Višješolske diplomske naloge). Ljubljana: [T. Biščak]:

Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, 1996. VIII, 31 f., graf. prikazi, tabele, ilustr.

5. JAGODIČ, Franci. Podlubniki in beljenje smrekovih panjev : diplomska naloga = Bark beetles and debarking of spruce stumps : graduation thesis. Ljubljana: [s.n.], 1997. IX, 70 str., ilustr., tabele, graf. prikazi. [COBISS-ID 347302]

6. LOGAJ, Liljana. Varstvo gozdov kot strošek gozdne proizvodnje : diplomska naloga = Forest protection as a profit loss for forest production : graduation thesis. Ljubljana: [s. n.], 1998. IX, 59 str., graf. prikazi. [COBISS-ID 431526]

7. ANDRIJANIČ, Barbara. Ugotavljanje možnih vzrokov za propadanje dlakavega sleča (*Rhododendron hirsutum* L.) na območju Triglavskega narodnega parka : diplomska naloga = Investigation of possible reasons for decline of *Rhododendron hirsutum* L. in the Triglav National Park : graduation thesis. Ljubljana: [B. Andrijanič], 1999. XI, 88 f., ilustr. [COBISS-ID 551759]

8. TERNIFI, Mustapha. Intenzivnost razkroja lesa s štorovko (*Armillaria mellea* [Vahl:Fr.] Kummer) in smrekovo rdečo trohno ( *Heterobasidion annosum* [Fr.] Bref.) : diplomska naloga = Intensity of wood decay caused by *Armillaria mellea* (Vahl:Fr.) Kummer and *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. : graduation thesis. Ljubljana: [M. Ternifi], 1999. XIV, 99 str., ilustr., graf. prikazi. [COBISS-ID 538278]

#### **4. Sodelovanje z inozemnimi partnerij:**

Za posamezne raziskave vlada pri nekaterih tujih raziskovalcih veliko zanimanje. Zaradi tega smo z njimi sodelovali pri konkretnih raziskovalnih problemih v okviru projekta. Opravljene so bile bilateralne izmenjave in rezultat so objavljena dela v strokovni in znanstveni periodiki v soavtorstvu s temi raziskovalci (Magan, Bojović, Sieber, Hrašovec, Diminič).

##### **4.1. Število in oblika formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujimi raziskovalnimi inštitucijami.**

- Universität München, Lehrstuhl für Forstbotanik, Hohenbachernstraße 22, D-85354 Freising, prof. dr. H. Blaschke, dr. TH. Jung) – enotedensko delo v laboratoriju v Freisingu za uvajanje tehnik izolacije fitoftor - D. Jurc
- Institut für forstentomologie, forstpathologie und forstschutz. UNI-BOKU, Wien, Österreich, dr. C. Stauffer) – stalno sodelovanje pri raziskavah podlubnikov – R. Pavlin.
- UFRO sekcija 7.03.10 Methodology of forest insect and disease survey in Central Europe. – aktivno sodelovanje na delovnih srečanjih sekcije s prispevki (M. Jurc, D. Jurc, V. Rajh)
- Istituto per la Patologia degli Alberi Forestali (IPAF CNR), Firenze, Italia (prof. dr. T. Turchetti). – Delovni obisk T. Turchettija v našem laboratoriju, sodelovanje v projektu INCO - COPERNICUS
- IUFRO sekcija 7.02.06 Disease/Environment interactions in forest decline, sedež Forstl. Bundesversuchsanstalt, Institut für Forstschutz, Schönbrunn, A-1131 Wien (dr. T. Cech) – D. Jurc je cochairman sekcije

- Evropska in mediteranska organizacija za varstvo rastlin (European and Mediterranean Plant Protection Organisation - EPPO) – D. Jurc je v soavtorstvu z T. Turchettijem sestavil Protocol for the diagnosis of caranthine pest – *Cryphonectria parasitica*.
- ALIS LINK PROJECT No. 28: *Study of Endophytic Fungal Populations in the Needles of Norway Spruce (Picea abies (L.) Karst.) with Special Reference to Species as Indicators of Atmospheric Pollutants (British Council)*, Prof. dr. N. Magan, Cranfield Biotechnology Centre, University of Cranfield, U.K., (1 april 1996 -31 marec 1999) - izmenjava po treh dvostranskih enotedenskih delovnih obiskov s predavanji v teku treh let, skupne objave
- The University of Alberta Microfungus Collection & Herbarium, Devonian Botanic Garden, University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada T6G 2E1 (Lynne Sigler, Curator, UAMH) – aktivno sodelovanje pri determinaciji gliv, M. Jurc
- Katedra za zaščito šuma i lovstvo, Sveučilište u zagrebu, Šumarski fakultet, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska (prof. dr. M. Glavaš, dr. D. Diminić, dr. Boris Hrašovec, mag. J. Margaletić) – številni delovni stiki, ki potekajo večkrat letno z obojestranskimi izmenjavami. Poleg skupnih objav je rezultat sodelovanja objava cca. 40 barvnih slik bolezni gozdnega drevja D. Jurca v knjigi M. Glavaš: *Bolesti šumskog drveča*, Zagreb, 1999, organizacija strokovnega posvetovanja *Zaštita šuma od požara na području Istre i Kvarnera*, 14. 6. 1996.
- IUFRO sekcija 7.02.00 Pathology, sedež Forstl. Bundesversuchsanstalt, Institut für Forstschutz, Schönbrunn, A-1131 Wien (dr. C. Tomiczek)
- Swiss Federal Institute of Technology, Department of Forest and Wood Sciences, Forest Pathology and Dendrology, ETH-Zentrum, Zuerich, Switzerland (dr. T.N.Sieber) – skupno delo je bilo objavljeno, M. Jurc, D. Jurc
- Institute of Forest Entomology, Forest Pathology and Forest Protection, Uni-Boku Vienna, A-1190 Vienna, Austria (prof. dr. E Halmschlager) – enotedensko delo pri uvajanju raziskav endofitov, M. Jurc
- Ecole Normale Supérieure de Lyon, Reproduction et Développement des Plantes-LR5 46, Allée d'Italie, 69364 Lyon, Cedex 7, France (dr. S. Bojović). Skupno raziskovalno delo je bilo objavljeno, M. Jurc, D. Jurc

#### 4.2. Kakšni so rezultati tovrstnega sodelovanja?

Glej bibliografijo

### 5. Bibliografija in drugi raziskovalni rezultati:

#### 5.1. Bibliografski rezultati:

#### JURC MAJA (OSEBNA BIBLIOGRAFIJA 1994-1999)

##### ČLANKI IN SESTAVKI

##### 1.01 Izvirni znanstveni članek

1. JURC, Maja, JURC, Dušan. Endophytic fungi in the needles of healthy-looking Austrian Pine (*Pinus nigra* Arn.). *Acta pharm.* (Zagreb), 1995, 45, no. 2, suppl. 1, str. 341-345. [COBISS-ID 33958]

2. JURC, Maja. 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, 1996, str. 175-188. [COBISS-ID 203942]

3. JURC, Maja, JURC, Dušan, GOGALA, Nada, SIMONČIČ, Primož. Air pollution and fungal endophytes in needles of Austrian pine. *Phyton* (Horn), vol. 36, fasc. 3, special ed.: Bioindication of stress in forest trees..., str. 111-114. [COBISS-ID 157606]  
JCR IF: 0.169; SE, x: 1.198 (116/128), plant sciences

4. JURC, Maja, GOGALA, Nada. Biokemijske analize (API ZYM testi) dominantnih parazitskih in saprofitskih gliv črnega bora (*Pinus nigra* Arn.) = Biochemical analysis (API ZYM tests) of dominant pathogenic and saprophytic fungi of Austrian pine needles (*Pinus nigra* Arn.). *Zb. gozd. lesar.*, 48, str. 35-51, tabele. [COBISS-ID 108710]

5. JURC, Maja, GOGALA, Nada, REGVAR, Marjana. Ergosterol content of endophytic fungi from the needles of the Austrian pine (*Pinus nigra* Arn.) = Ergosterol endofitnih gliv v iglicah črnega bora (*Pinus nigra* Arn.). *Acta biol. slov.*, 1997, vol. 41, št. 4, str. 23-32, ilustr. [COBISS-ID 333734]

6. JURC, Dušan, JURC, Maja. Influence of moisture, temperature and growth medium on *Cenangium dieback* of pine (*Cenangium ferruginosum* Fr., Ascomycotina) = Vpliv vlage, toplote in hranilne podlage na sušico borovih vej (*Cenangium ferruginosum* Fr., Ascomycotina). *Zb. gozd. lesar.*, 1997, #Št. #54, str. 109-124, ilustr. [COBISS-ID 331430]

#### 1.02 Pregledni znanstveni članek

7. JURC, Maja. Glivni endofiti v višjih rastlinah. *Zb. gozd. lesar.*, 1994, 44, str. 5-43. [COBISS-ID 1702]

8. JURC, Maja, JURC, Dušan, BATIČ, Franc, SIRK, Igor. Zbirka gliv, lišajev in višjih rastlin Gozdarskega inštituta Slovenije = Collection of fungi, lichens and higher plants on the Slovenian forestry institute. *Zb. gozd. lesar.*, 1998, #Št. #55, str. 63-95, ilustr. [COBISS-ID 386982]

#### 1.04 Strokovni članek

9. JURC, Maja. Listna sušica (*Guignardia aesculi* /Peck./ Stev.) in listni zavrtič divjega kostanja (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimić) ogrožata navadni divji kostanj v Sloveniji = Besides the leaf blotch of horse chestnut (*Guignardia aesculi* /Peck./ Stev.) the horse chest in Slovenia is threatened by the horse chestnut leafminer (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimić). *Gozd. vestn.*, 1997, vol. 55, no. 9, str. 428-434, ilustr. [COBISS-ID 326822]

10. JURC, Maja, KALAN, Polona, JURC, Dušan, ČAS, Miran. Strokovno posvetovanje Protipožarna in integralna zaščita gozdov na območju Gozdne uprave senj, 14.-16. maja 1998. *Gozd. vestn.*, 1998, let. 56, št. 5-6, str. 297-300, ilustr. [COBISS-ID 420006]

11. JURC, Maja, KOBLEK, Andrej, JAKŠA, Jošt. Mednarodna znanstvena konferenca UNESCO "Ogenj v sredozemskih gozdovih: preprečevanje - gašenje - erozija tal - pogozdovanje". *Gozd. vestn.*, 1999, let. 57, št. 5-6, str. 272-275, ilustr. [COBISS-ID 517286]

12. JURC, Maja. Biologija in naravna regulacija čremsovega zapredkarja (*Yponomeuta evonymella* L., Yponomeutidae, Microlepidoptera). *Gozd. vestn.*, 1999, let. 57, št. 9, str. 394-399, ilustr. [COBISS-ID 566182]

#### 1.08 Objavljeno predavanje na znanstveni konferenci

13. JURC, Maja, JURC, Dušan, GOGALA, Nada, SIMONČIČ, Primož. Endophytes of Austrian pine needles as indicators of pollution. V: KRAIGHER, Hojka (ur.), BATIČ, Franc (ur.), HANKE, David E. (ur.), AGERER, Reinhard (ur.), GRILL, Dieter (ur.). *Proceedings of the International Colloquium on Bioindication of Forest Site Pollution: Development of Methodology and*

**Training (BIOFOSP), August 22-31 1995, Ljubljana, Slovenia, (Tempus M-JEP 04667). Ljubljana: Slovenian Forestry Institute: Biotechnical Faculty, Agronomy Department, 1995, str. 165-172, ilustr. [COBISS-ID 24998]**

14. JURC, Maja, JURC, Dušan. Fungal endophytes as a measure of growing site biodiversity. V: Forest ecosystems of the National parks : monograph on the subject inclusive of the conference report. Belgrade: Ministry of Environment of the Republic of Serbia, 1997, str. 246-253, ilustr. [COBISS-ID 369574]

15. JURC, Maja. Patogeni - simbionti - endofiti: sinonimi ali samostojne kategorije organizmov?. V: MAČEK, Jože (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, 1997, str. 285-290. [COBISS-ID 309414]

**16. JURC, Maja, MAGAN, Naresh. Razlika v in vitro rasti gliv *Cyclaneusma niveum* (Pers.:Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter in *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter kot pokazatelj njihove vrstne različnosti = Difference on in vitro growth of fungi *Cyclaneusma niveum* (Pers.:Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter and *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter as an indicator of their species differences. V: JURC, Maja (ur.), HOČEVAR, Milan (ur.). Znanje za gozd : zbornik ob 50. obletnici obstoja in delovanja Gozdarskega inštituta Slovenije : proceedings on the occasion of 50 years of the existence and activities of the Slovenian Forestry Institute. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1997, str. 221-232. [COBISS-ID 294822]**

17. JURC, Maja, JURC, Dušan. Collection of data and samples on diseases of forest trees in Slovenia. V: FORSTER, Beat (ur.), KNÍŽEK, Miloš (ur.), GRODZKI, Wojciech (ur.). Methodology of forest insect and disease survey in Central Europe : proceedings of the Second Workshop of the IUFRO Working Party 7.03.10 : April 20-23, 1999, Sion-Château-neuf, Switzerland. Birmensdorf: Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, 1999, 1999, str. 198-204, ilustr. [COBISS-ID 551078]

#### 1.09 Objavljeno predavanje na strokovni konferenci

**18. JURC, Maja, HRAŠOVEC, Boris. Primerjava pojavljanja pomembnih škodljivcev v hrastovih gozdovih v Sloveniji in na Hrvaškem. V: SMOLEJ, Igor (ur.), GRECS, Zoran (ur.). Raziskave nižinskih hrastovih gozdov : III. delavnica Javne gozdarske službe z mednarodno udeležbo : Murska Sobota, 12.-13.oktober 1999. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1999, str. 43-46, fotogr. [COBISS-ID 536486]**

#### 1.11 Objavljeni razširjeni povzetek predavanja na strokovni konferenci

19. JURC, Dušan, JURC, Maja. Bolezni in škodljivci črnega bora in njihov vpliv na gospodarjenje z gozdovi na Krasu. V: FERLIN, F. (ur.). Gozdna rastišča in razvoj sestojev na (Sežansko-Komenskem) Krasu. [Ljubljana]: Gozdarski inštitut Slovenije: Zavod za gozdove Slovenije, 1998, str. 35. [COBISS-ID 437414]

#### 1.12 Objavljeni povzetek predavanja na znanstveni konferenci

20. JURC, Maja, JURC, Dušan. Fungal endophytes as a measure of a growing site biodiversity. V: Plenarna predavanja i apstrakti. Bajina Bašta: Nacionalni park Tara, 1996, str. 100. [COBISS-ID 242854]

21. JURC, Maja. Patogeni - simbionti - endofiti : sinonimi ali samostojne kategorije organizmov. V: Izvlečki referatov na 3. slovenskem posvetovanju o varstvu rastlin. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 1997, str. 26-27. [COBISS-ID 243622]

#### 1.14 Objavljeni poster ali povzetek posterja na znanstveni konferenci

22. JURC, Maja, JURC, Dušan, GOGALA, Nada, SIEBER, Thomas N. Fungal Endophytes in the needles of austrian pine (*Pinus nigra* Arn.) in Slovenia. V: IUFRO XX World Congress, 6-12 August 1995, Tampere, Finland. Caring for the forest : research in a changing world : poster abstracts. Jyväskylä: The Finish IUFRO World Congress Organising Committee, 1995, str. 76-77. [COBISS-ID 15526]
23. JURC, Maja, BOJOVIĆ, Srdjan, JURC, Dušan. Influence of endogenous terpenes on growth of three endophytic fungi from the needles of Austrian pine (*Pinus nigra* Arn.). V: Workshop : [of the] Eurosilva forest tree physiology research : Thursday, September 4th - Sunday, September 7th, 1997 in Finland at Ivalo, Saariselkä : programme : abstracts. Oulu: University of Oulu, 1997, str. [34]. [COBISS-ID 293542]
24. JURC, Dušan, JURC, Maja, BATIČ, Franc, SIRK, Igor. Mikoteka in herbarij Gozdarskega inštituta Slovenije, del herbarija LJU = Mikoteka and herbarium of Slovenian Forestry Institute, part of LJU herbarium. V: JURC, Maja (ur.), HOČEVAR, Milan (ur.). Znanje za gozd : zbornik ob 50. obletnici obstoja in delovanja Gozdarskega inštituta Slovenije : proceedings on the occasion of 50 years of the existence and activities of the Slovenian Forestry Institute. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1997, str. 463-464. [COBISS-ID 271014]
25. JURC, Maja, NARESH, Magan, JURC, Dušan. Study of endophytic fungi from the needles of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) with special reference to species as indicators of atmospheric pollutants. V: Abstracts : IMC6 : Jerusalem, Israel, August 23-28, 1998. [Jerusalem]: [Kenes], 1998, str. 61. [COBISS-ID 419494]
26. JURC, Dušan, BOJOVIĆ, Srdjan, JURC, Maja. Vpliv hlapnih terpenov črnega bora na glivne endofite = Response of fungal endophytes to volatile terpenes of Austrian pine. V: VODNIK, Dominik (ur.), ŽEL, Jana (ur.). 2. Slovenski simpozij o rastlinski fiziologiji z mednarodno udeležbo, Gozd Martuljek, 30. september - 2. oktober 1998. Knjiga povzetkov. Gozd Martuljek: Društvo za rastlinsko fiziologijo, 1998, str. 128 (OP-21). [COBISS-ID 408998]
27. DIMINIĆ, Danko, JURC, Maja. Nekateri značilnosti *Sphaeropsis sapinea* na borih na Hrvaškem in v Sloveniji = Some aspects of *Sphaeropsis sapinea* presence on pines in Croatia and Slovenia. V: VODNIK, Dominik (ur.), ŽEL, Jana (ur.). 2. Slovenski simpozij o rastlinski fiziologiji z mednarodno udeležbo, Gozd Martuljek, 30. september - 2. oktober 1998. Knjiga povzetkov. Gozd Martuljek: Društvo za rastlinsko fiziologijo, 1998, str. 140 (P-64). [COBISS-ID 410022]
28. JURC, Dušan, JURC, Maja, RAJH, Vesna. The occurrence of *Cenangium ferruginosum* Fr. (Ascomycota) as an endophyte from the needles of Austrian pine in Slovenia. V: FORSTER, Beat (ur.), KNÍŽEK, Miloš (ur.), GRODZKI, Wojciech (ur.). Methodology of forest insect and disease survey in Central Europe : proceedings of the Second Workshop of the IUFRO Working Party 7.03.10 : April 20-23, 1999, Sion-Châteauneuf, Switzerland. Birmensdorf: Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, 1999, str. 278. [COBISS-ID 545190]
29. ČEVNIK, M., JURC, Maja, VODNIK, D. Endophytic fungi from the roots of *Erica herbacea* L. from the influential area of lead smelter Žerjav (Slovenia). V: Root - soil interactions in trees : abstracts. Ljubljana: Slovenian Forestry Institute, 1999, str. 52. [COBISS-ID 525478]
30. JURC, Dušan, JURC, Maja, SIEBER N., Thomas, BOJOVIĆ, Srdjan. Endophytic *Cenangium ferruginosum* (Ascomycota) as a reservoir for epidemic of *Cenangium dieback* of Austrian pine. V: Root - soil interactions in trees : abstracts. Ljubljana: Slovenian Forestry Institute, 1999, str. 53 (tu napačna objava, zato priložen popravek brez paginacije). [COBISS-ID 525734]

#### 1.25 Drugi članki ali sestavki

31. KRAIGHER, Hojka, JURC, Maja, ČATER, Matjaž, JURC, Dušan, KALAN, Polona, KUTNAR, Lado, SIMONČIČ, Primož, URBANČIČ, Mihej, BOGATAJ, Nevenka, KRALJ, Anton, MUNDA, Alenka, SMOLEJ, Igor, RIBARIČ-LASNIK, Cvetka, AL SAYEGH-PETKOVŠEK, Samar, LEVANIČ, Tom,

TITOVŠEK, Janez, SINKOVIČ, Tomaž, DRUŠKOVIČ, Blanka, BAVCON, Jože, JAKŠA, Jošt, GRILL, Dieter, HANKE, David H., AGERER, Reinhard. Vpliv onesnaženega zraka in drugih stresnih dejavnikov na gozdno drevje in gozdne ekosisteme : podprojekt 2 : Ekološke in fiziološke raziskave vplivov onesnaženega zraka in drugih stresnih dejavnikov na gozdno drevje in gozdne ekosisteme : 1487/8. V: Letno poročilo 1995. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1996, str. 23-28. [COBISS-ID 160422]

32. JURC, Maja. Obisk prof. dr. N. Magana v Sloveniji. Gozd. vestn., 1998, let. 56, št. 4, str. 234-235, ilustr. [COBISS-ID 420262]

33. JURC, Dušan, JURC, Maja. Topolov škrlup v Ljubljani. Gozd. vestn., 1998, let. 56, št. 7-8, str. 368-369, ilustr. [COBISS-ID 419750]

34. JURC, Maja. The Cranfield / Ljubljana link. Quarterly news, April, May, June 1998, let. 8, str. [5]. [COBISS-ID 420774]

35. JURC, Maja. Druga mednarodna delavnica sekcije IUFRO 7.03.10 Methodology in forest insect and disease survey in Central Europe v Švici, Sion-Chateauneuf. Gozd. vestn., 1999, let. 57, št. 7-8, str. 341-343, fotogr. [COBISS-ID 530086]

#### MONOGRAFIJE IN DRUGA ZAKLJUČENA DELA

##### 2.03 Univerzitetni učbenik

36. JURC, Maja. Uporabna zoologija in zoekologija : študijsko gradivo. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire, 1999. 136 str., ilustr. [COBISS-ID 508326]

##### 2.08 Doktorska disertacija

37. JURC, Maja. Endofitne glive in njihove značilnosti v iglicah črnega bora (*Pinus nigra* Arn.) : doktorska disertacija = Endophytic fungi and their characteristics in the needles of austrian pine (*Pinus nigra* Arn.) : dissertation thesis. Ljubljana: [M. Jurc], 1996. XVII, 198 f., ilustr., graf. prikazi. [COBISS-ID 256335]

##### 2.12 Poročilo o razvojno-raziskovalni nalogi

38. GOMIŠČEK, Sergej, GOMIŠČEK, Boštjan, LEVART, Alenka, POMPE, Matevž, PRISTOV, Janko, PRISTOV, Neva, BATIČ, Franc, SINKOVIČ, Tomaž, ŠIRCELJ, Helena, JURJEVEC, Boštjan, KRAIGHER, Hojka, SIMONČIČ, Primož, URBANČIČ, Matej, BOŽIČ, Gregor, KUTNAR, Gregor, JURC, Maja, PILTAVER, Andrej, AL SAYEGH-PETKOVŠEK, Samar, SMOLEJ, Igor, ŠOLAR, Martin, ŠOLAR, Marjan, BRANCELJ, Anton, GABERŠČIK, Alenka, URBANČIČ, Olga, ŠIŠKO, Milijan, JEREBIČ, Andreja. Onesnaženost zraka v Triglavskem narodnem parku in njen vpliv na gozd in vode - Atmosfera in nacionalni park : zaključno poročilo o rezultatih opravljenega znanstveno-raziskovalnega dela na področju aplikativnega raziskovanja. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor, 1997. 133 str., graf. prikazi, tabele. [COBISS-ID 18391301]

39. JURC, Maja. Biotska raznovrstnost glivnih endofitov v biokemijsko definiranih smrekah, njihove ekofiziološke značilnosti in antagonistične aktivnosti proti škodljivcem : letno poročilo o rezultatih opravljenega znanstveno-raziskovalnega dela na področju temeljnega raziskovanja. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1998. 40 f. loč.pag. [COBISS-ID 383910]

40. JURC, Maja, ADAMIČ, Miha, BATIČ, Franc, DAKSKOBLER, Igor, GLAVAN, Brane, JAKŠA, Jošt, JURC, Dušan, KOBLER, Andrej, KRAIGHER, Hojka, MIKULIČ, Vid, SIMONČIČ, Primož, URBANČIČ, Mihej. Gozdni požari v Sloveniji : letno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta v letu 1999. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 1999. 7 str., 8 pril. [COBISS-ID 586662]

41. HOČEVAR, Milan, BEHIN, Leon, JURC, Maja, KOVAČ, Marko, FERLIN, Franc, KUTNAR, Lado, ČAS, Miran, BOŽIČ, Gregor, MEDVED, Mirko, OGULIN, Andreja. Zaključno poročilo: UN - ECE/FAO

temperate and boreal forest resources assessment 2000 for Slovenia. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1999. 1 mapa. [COBISS-ID 592550]

## 2.13 Elaborat, predštudija, študija

42. JURC, Maja, JURC, Dušan, MUNDA, Alenka, TORTIČ, Milica, HOČEVAR, Stana, PILTAVER, Andrej. Katalog gliv mikoteke in herbarija Gozdarskega inštituta Slovenije : poročilo. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1994. 146 f. [COBISS-ID 37798]

43. JURC, Maja, KRAIGHER, Hojka, MUNDA, Alenka. Katalog živih glivnih kultur mikoteke in herbarija Gozdarskega inštituta Slovenije : poročilo. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1994. 32 f. [COBISS-ID 37030]

44. JURC, Maja, BATIČ, Franc, JURC, Dušan, KRAIGHER, Hojka, SIRK, Igor, KRALJ, Anton. Mikoteka in herbarij Gozdarskega inštituta Slovenije : elaborat. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1994. loč. pag., ilustr. [COBISS-ID 37542]

45. JURC, Maja. Poročilo o ugotavljanju vzroka poškodovanosti javorolistne platane (*Platanus x acerifolia* /Ait./ Wild.). Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1994. [2] f. [COBISS-ID 111526]

46. JURC, Maja. Poročilo o ugotavljanju vzrokov poškodovanosti sadik *Picea omorika* (Panč.) Purkyne, *Thuja* sp., *Chamaecyparis* sp., *Prunus avium* L. in *Prunus padus* L. v gozdni in okrasni drevsnici semesadike Mengeš. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1994. [3] f. [COBISS-ID 106150]

47. MUNDA, Alenka, JURC, Maja, JURC, Dušan, PILTAVER, Andrej, TORTIČ, Milica, HOČEVAR, Stana, KRAIGHER, Hojka, BEAUHEN, L., DIMINIČ, Danko. Katalog gliv mikoteke in herbarija Gozdarskega inštituta Slovenije : poročilo. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1995. 94 f. [COBISS-ID 298406]

48. JURC, Maja. Katalog živih glivnih kultur mikoteke in herbarija Gozdarskega inštituta Slovenije : poročilo. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1995. 7 f. [COBISS-ID 298918]

49. JURC, Maja. Mehurjevka iglic rdečega bora (*Coleosporium* sp.). Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije: Gozdarski oddelek Biotehniške fakultete, 1995. [2] f. [COBISS-ID 31910]

50. JURC, Dušan, JURC, Maja. Neobičajni ožigi lista in iglic v juniju 1996 na območju območne enote Slovenj Gradec in Kranj. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1996. 5 f. [COBISS-ID 59302]

51. JURC, Dušan, JURC, Maja. Rjavenje in odpadanje bukovega listja na Gorjancih. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1996. 4 f. [COBISS-ID 155558]

52. JURC, Dušan, JURC, Maja. Sušenje črnega bora, macesna in zelenega bora ter hiranje gradna v območni enoti Sežana. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1996. 5 f. [COBISS-ID 155302]

53. JURC, Maja, JURC, Dušan. Zdravstveni pregled sadik pravega kostanja (*Castanea sativa*), ki so bile uvožene iz Italije. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1996. [2] f. [COBISS-ID 112038]

54. JURC, Maja. Bolezni na črnem boru v GE Trnovo, k.o. Koritnice. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1997. 3 f. [COBISS-ID 295078]

55. JURC, Dušan, JURC, Maja. Smrekov osip na Pohorju. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1997. [2] f. [COBISS-ID 288422]

56. JURC, Maja, ČATER, Matjaž. Sušenje doba (*Quercus robur* L.) na parceli št. 1400 k.o. Kostanjevica pri galeriji "Božidar Jakac" Kostanjevica. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1997. 4 f. [COBISS-ID 295590]

57. SIMONČIČ, Primož, FERLIN, Franc, KOVAČ, Marko, KRAIGHER, Hojka, VESELIČ, Živan, MATIJAŠIČ, Dragan, GOLOB, Aleksander, JURC, Maja, KUTNAR, Lado, MEDVED, Mirko, ČAS,

Miran, BOŽIČ, Gregor, OGULIN-ISKRA, Andreja, JAKŠA, Jošt. National Questionnaire - Slovenia : (Multi country report of forestry). Ljubljana: Slovenian Forestry Institute: Slovenian Forestry Service: Ministry for Agriculture, Forestry and Food, 1998. 56 str. [COBISS-ID 436646]

58. KRAIGHER, Hojka, BOŽIČ, Gregor, ČATER, Matjaž, ČAS, Miran, JURC, Dušan, JURC, Maja, KALAN, Polona, KUTNAR, Lado, KRALJ, Anton, ROBEK, Robert, SIMONČIČ, Primož, SMOLEJ, Igor, URBANČIČ, Mihej, RUPEL, Matej, DIACI, Jurij, ŠIRCELJ, Helena, SINKOVIČ, Tomaž, RIBARIČ-LASNIK, Cvetka, AL SAYEGH-PETKOVŠEK, Samar, BERIČNIK-VRBOVŠEK, Julija, PILTAVER, Andrej, AGERER, Reinhard, TROŠT, Tadeja, VILHAR, Urška. Raziskave gozdnih tal in rizosfere ter njihov vpliv na nekatere fiziološke parametre gozdnega drevja v izbranih gozdnih ekosistemih, sestojnih tipih in razvojnih stadijih gozda : elaborat. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1999. 184 str., ilustr., graf. prikazi, 5 pril. [COBISS-ID 576422]

## 2.20 Druge monografije in druga zaključena dela

59. HOČEVAR, Milan, KRAIGHER, Hojka, JURC, Maja, SMOLEJ, Igor, KALAN, Polona, MEDVED, Mirko, ROBEK, Robert, ŽGAJNAR, Alojz, BITENC, Borut, KOVAČ, Marko, KEREK-KOVAČ, Marija Dolores, BOGATAJ, Nevenka, OGULIN, Andreja. Gozdarski inštitut Slovenije = Slovenian Forestry Institute. 1. izd. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1997. [40] str., ilustr. [COBISS-ID 68078848]

**60. JURC, Maja. Izboljšanje terenskega pouka pri predmetu varstvo gozdov : seminarska naloga. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 1999. 6 str. [COBISS-ID 442790]**

61. JURC, Maja, JURC, Dušan. Zanimivosti iz področja varstva gozdov v Slovenskem Primorju. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Poročevalska, diagnostična in prognostična služba za varstvo gozdov, 1999. 5 f. [COBISS-ID 583334]

---

## IZVEDENA IN DRUGA NEDOSTOPNA DELA

### 3.05 Poročilo o raziskovalni ali razvojni nalogi

62. RIBARIČ-LASNIK, Cvetka, AL SAYEGH-PETKOVŠEK, Samar, KOPUŠAR, Nataša, KRAIGHER, Hojka, SIMONČIČ, Primož, JURC, Maja, MUNDA, Alenka, KALAN, Polona, JURC, Dušan, SMOLEJ, Igor, BATIČ, Franc. Raziskave gozdnih tal in rizosfere ter njihov vpliv na nekatere fiziološke parametre drevja v izbranih gozdnih ekosistemih, sestojnih tipih in razvojnih stadijih gozda : letno poročilo. Velenje: ERICO, 1997. 10 f., [21] f. pril., vzorci. [COBISS-ID 32726]

### 3.13 Organiziranje znanstvenih in strokovnih sestankov

63. JURC, Maja. Znanje za gozd : Mednarodni simpozij ob 50-letnici obstoja in delovanja Gozdarskega inštituta Slovenije. Knowledge for the forest : International scientific conference dedicated to 50 years of existence and activity of Slovenian Forestry Institute. 26.-27. maj 1997; Ljubljana. [COBISS-ID 516006]

64. JURC, Maja. Zaščita šuma od požara i integralna zaščita šuma na področju uprave šuma Senj : Stručno svetovanje. 14-16 svibnja, 1998; Senj, Rab. [COBISS-ID 420518]

65. JURC, Maja. Study of endophytic fungal populations in the needles of norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) with the special reference to species as indicators of atmospheric pollutants : ALIS LINK project No. 28. 1997-1999; Cranfield, U.K. [COBISS-ID 515750]

### 3.15 Prispevek na konferenci, brez natisa

66. JURC, Maja, JURC, Dušan. Research on *Cenangium ferruginosum* Fr. on Austrian pine (*Pinus nigra* Arn.) in Slovenia : referat predstavljen na IUFRO S2.06-00 Pathology, Finland. 4.-6.8.1995. [COBISS-ID 202150]

67. JURC, Maja. Požari in njihov vpliv na strukturo in obnovo gozdnih fitocenoz : Pregledni referat na mednarodnem posvetovanju Zaštita šuma od požara na področju Istre i Kvarnera, Rijeka. 14. lipnja 1996. [COBISS-ID 294310]

68. JURC, Maja. Endofitne glive v višjih rastlinah ter njihov pomen v varstvu rastlin : [vabljeni predavanja]. Ljubljana, 1999. [COBISS-ID 516262]

69. JURC, Maja, KOBLEK, Andrej. Research of forest fires in Slovenia : [poster na International scientific conference "Fires in the Mediterranean forests: prevention - suppression - soil erosion - reforestation", Athens, 3-6 February, 1999]. Ljubljana: [s. n.], 1999. 1 str. [COBISS-ID 562086]

### 3.20 Druga dela

70. JURC, Maja. Glivni endofiti v višjih rastlinah : predavanje v okviru Botanične sekcije. Ljubljana: Društvo biologov Slovenije, 25.11.1995. [COBISS-ID 201894]

---

## SEKUNDARNO AVTORSTVO

### 4.01 Urednik

71. JURC, Maja (ur.), HOČEVAR, Milan (ur.). Znanje za gozd : zbornik ob 50. obletnici obstoja in delovanja Gozdarskega inštituta Slovenije = Knowledge for the forest : proceedings on the occasion of 50 years of the existence and activities of the Slovenian Forestry Institute. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1997. 2 zv. ([XXIV], 683 str.), ilustr. ISBN 961-90316-3-6. [COBISS-ID 67019008]

### 4.02 Mentor

#### Diplomska dela

72. ANDRIJANIČ, Barbara. Ugotavljanje možnih vzrokov za propadanje dlakavega sleča (*Rhododendron hirsutum* L.) na območju Triglavskega narodnega parka : diplomska naloga = Investigation of possible reasons for decline of *Rhododendron hirsutum* L. in the Triglav National Park : graduation thesis. Ljubljana: [B. Andrijanič], 1999. XI, 88 f., ilustr. [COBISS-ID 551759]

### 4.11 Komentor

#### Diplomska dela

73. TERNIFI, Mustapha. Intenzivnost razkroja lesa s štorovko (*Armillaria mellea* [Vahl:Fr.] Kummer) in smrekovo rdečo trohnobo (*Heterobasidion annosum* [Fr.] Bref.) : diplomska naloga = Intensity of wood decay caused by *Armillaria mellea* (Vahl:Fr.) Kummer and *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. : graduation thesis. Ljubljana: [M. Ternifi], 1999. XIV, 99 str., ilustr., graf. prikazi. [COBISS-ID 538278]

### 4.53 Pisec recenzij

74. ŽNIDARŠIČ, Andraž. Gozdni požar nad naseljem Koritnice in njegove posledice : višješolska diplomska naloga = The forest fire above the village Koritnice and its consequences : higher school work. Ljubljana: [s. n.], 1999. IX, 46 f., Graf. prikazi, ilustr., pregl. [COBISS-ID 515238]

75. ZELENKO, Katja. Razširjenost in življenjski cikel listnega zavrtača divjega kostanja (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić, 1986) v Sloveniji (Lepidoptera: Lithocolletidae) : diplomsko delo, (Pedagoška fakulteta, Maribor, Biologija). Maribor: [K. Zelenko], 1999. 42 f., ilustr. [COBISS-ID 8590600]

### 4.99 Drugo

76. JURC, Maja. Zaštita šuma od požara i integralna zaštita šuma na području uprave šuma Senj : Stručno savjetovanje. 14-16 svibnja, 1998; Senj, Rab. [COBISS-ID 420518]

## TITOVŠEK JANEZ (OSEBNA BIBLIOGRAFIJA 1994-1999)

### ČLANKI IN SESTAVKI

#### 1.01 Izvirni znanstveni članek

1. PAVLIN, Roman, TITOVŠEK, Janez, KOTAR, Marijan. Test ranje piretroidnih insekticidov za obvladovanje osmerozobnega smrekovega lubadarja (*Ips typographus* L.) = The testing of pyrethroid insecticides for the controlling of the Norway spruce bark beetle (*Ips typographus* L.). *Gozd. vestn.*, 1994, 52, no. 3, str. 145-152. [COBISS-ID 68518]

2. TITOVŠEK, Janez. Gradacije škodljivih gozdnih insektov v Sloveniji = Gradation of forest pest in Slovenia. *Zb. gozd. lesar.*, 1994, št. 43, str. 31-76. [COBISS-ID 42867968]

3. TITOVŠEK, Janez. Rdeče gozdne mravlje v Sloveniji = Red forest ants in Slovenia. *Zb. gozd. lesar.*, 1994, =Št. 43, str. 77-107. [COBISS-ID 42868224]

#### 1.05 Poljudni članek

4. TITOVŠEK, Janez. Težave z lipo. *Moj mali svet*, 1996, 28, št. 5, str. 17. [COBISS-ID 203174]

5. TITOVŠEK, Janez. Platane. *Moj mali svet*, 1996, 28, št. 6, str. 8. [COBISS-ID 203430]

#### 1.08 Objavljeno predavanje na znanstveni konferenci

6. TITOVŠEK, Janez. Gozdne mravlje v gorskem gozdu = Forest ants in mountain forest. V: DIACI, Jurij (ur.). *Gorski gozd : zbornik referatov : conference proceedings*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: = Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 1998, str. 357-373, ilustr. [COBISS-ID 375718]

#### 1.25 Drugi članki ali sestavki

7. TITOVŠEK, Janez. Podlubniki ogrožajo gozdove. *Koled. - Mohorjeve druž. Celovcu*, (1995), str. 85-91. Ilustr. [COBISS-ID 52085248]

8. TITOVŠEK, Janez. Vloga in zaščita rdečih gozdnih mravelj. *Kmeč. glas*, 1996, 53, št. 47, str. 13. [COBISS-ID 156838]

9. KRAIGHER, Hojka, JURC, Maja, ČATER, Matjaž, JURC, Dušan, KALAN, Polona, KUTNAR, Lado, SIMONČIČ, Primož, URBANČIČ, Mihej, BOGATAJ, Nevenka, KRALJ, Anton, MUNDA, Alenka, SMOLEJ, Igor, RIBARIČ-LASNIK, Cvetka, AL SAYEGH-PETKCVŠEK, Samar, LEVANIČ, Tom, TITOVŠEK, Janez, SINKOVIČ, Tomaž, DRUŠKOVIČ, Blanka, BAVCON, Jože, JAKŠA, Jošt, GRILL, Dieter, HANKE, David H., AGERER, Reinhard. Vpliv onesnaženega zraka in drugih stresnih dejavnikov na gozdno drevje in gozdne ekosisteme : podprojekt 2 : Ekološke in fiziološke raziskave vplivov onesnaženega zraka in drugih stresnih dejavnikov na gozdno drevje in gozdne ekosisteme : 1487/8. V: *Letno poročilo 1995*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1996, str. 23-28. [COBISS-ID 160422]

### MONOGRAFIJE IN DRUGA ZAKLJUČENA DELA

#### 2.11 Poročilo o znanstvenoraziskovalni nalogi



10. TITOVŠEK, Janez. Letno poročilo o rezultatih opravljenega znanstveno -raziskovalnega dela na področju aplikativnega raziskovanja, Bolezni in moteči dejavniki v konceptu integralnega varstva gozdnih sistemov. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: Gozdarski inštitut Slovenije, 1997. [54] f. [COBISS-ID 247718]

11. POKLUKAR, Janez, KOVAČ, Marko, TITOVŠEK, Janez, CUNDER, Tomaž, ČUHALEV, Igor, BOŽIČ, Janko. Medonosnost gozdov in mejnih kmetijskih zemljišč v Sloveniji = Honey capacity of forests and inactive agricultural land in Slovenia : zaključno poročilo o rezultatih opravljenega znanstveno - raziskovalnega dela na področju aplikativnega raziskovanja : št. pogodbe L4-7097, (KIS - Poročila o raziskovalnih nalogah, 150). Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, 1997. 1 zv. (loč. pag.). [COBISS-ID 354920]

#### 2.12 Poročilo o razvojno-raziskovalni nalogi

12. TITOVŠEK, Janez. Bolezni in moteči dejavniki v konceptu integralnega varstva gozdnih ekosistemov : letno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta v letu 1997. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije: BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 1998. 12 f. [COBISS-ID 383142]

#### 2.13 Elaborat, predštudija, študija

13. JURČ, Dušan, TITOVŠEK, Janez. Sušenje zelenega bora : ekspertiza. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije: Gozdarski oddelek Biotehniške fakultete, 1995. [4 f.]. [COBISS-ID 31398]

---

#### IZVEDENA IN DRUGA NEDOSTOPNA DELA

#### 3.15 Prispevek na konferenci, brez natisa

14. TITOVŠEK, Janez. Gozdne mravlje v gorskem gozdu. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 1998. [COBISS-ID 350374]

---

#### SEKUNDARNO AVTORSTVO

#### 4.02 Mentor

#### Diplomska dela

15. JAGODIČ, Franci. Podlubniki in beljenje smrekovih panjev : diplomska naloga = Bark beetles and debarking of spruce stumps : graduation thesis. Ljubljana: [s.n.], 1997. IX, 70 str., ilustr., tabele, graf. prikazi. [COBISS-ID 347302]

#### 4.11 Komentor

#### Diplomska dela

16. JECL, Stanko. Zaščita skladišč hlodovine s feromonsko vabo Linoprax : višješolska diplomska naloga = Protection of timber storage yards with the pheromonic bait Linoprax : high school work, (Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana, Višješolske diplomske naloge, VN 260). Ljubljana: [S. Jec]: Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, 1996. VIII, 39 f., graf. prikazi, tabele, ilustr. [COBISS-ID 117385]

17. LOGAJ, Liljana. Varstvo gozdov kot strošek gozdne proizvodnje : diplomska naloga = Forest protection as a profit loss for forest production : graduation thesis. Ljubljana: [s. n.], 1998. IX, 59 str., graf. prikazi. [COBISS-ID 431526]

4.53 Pisec recenzij

**18. VODENIK, Vladimir. Postopek zaščite hlodovine in učinkovitost insekticida "Decis" za zatiranje podlubnikov : visokošolska diplomska naloga = Proceeding of logs protection and efficiency insecticide "Decis" for killing bark beetles : graduation thesis, (Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana, Visokošolske diplomske naloge, DN 523). Ljubljana: [V. Vodenik], 1994. VIII, 62 f., tabele, ilustr. [COBISS-ID 340105]**

## **JURC Dušan (bibliografija 1994-1999)**

### **ČLANKI IN SESTAVKI**

#### **1.01 Izvirni znanstveni članek**

**1. JURC, Maja, JURC, Dušan. Endophytic fungi in the needles of healthy-looking Austrian Pine (Pinus nigra Arn.). Acta pharm. (Zagreb), 1995, 45, no. 2, suppl. 1, str. 341-345. [COBISS-ID 33958]**

2. JURC, Maja, JURC, Dušan, GOGALA, Nada, SIMONČIČ, Primož. Air pollution and fungal endophytes in needles of Austrian pine. Phytion (Horn), vol. 36, fasc. 3, special ed.: Bioindication of stress in forest trees..., str. 111-114. [COBISS-ID 157606]  
JCR IF: 0.169; SE, x: 1.198 (116/128), plant sciences

**3. JURC, Dušan, JURC, Maja. Influence of moisture, temperature and growth medium on Cenangium dieback of pine (Cenangium ferruginosum Fr., Ascomycotina) = Vpliv vlage, toplote in hranilne podlage na sušico borovih vej (Cenangium ferruginosum Fr., Ascomycotina). Zb. gozd. lesar., 1997, #Št. #54, str. 109-124, ilustr. [COBISS-ID 331430]**

#### **1.02 Pregledni znanstveni članek**

4. JURC, Maja, JURC, Dušan, BATIČ, Franc, SIRK, Igor. Zbirka gliv, lišajev in višjih rastlin Gozdarskega inštituta Slovenije = Collection of fungi, lichens and higher plants on the Slovenian forestry institute. Zb. gozd. lesar., 1998, #Št. #55, str. 63-95, ilustr. [COBISS-ID 386982]

#### **1.04 Strokovni članek**

5. JURC, Dušan. Inventarization of diseases. V: HAGER, Herbert (ur.), SMOLEJ, Igor (ur.). Oak decline in Slovenia : Zwischenbericht zum Forschungsprojekt. Wien: Institut für Waldökologie an der Universität für Bodenkultur, 1994, str. 8. [COBISS-ID 176294]

6. JURC, Dušan. Definition of oak decline signs and symptoms. V: HAGER, Herbert (ur.), SMOLEJ, Igor (ur.). Oak decline in Slovenia : Zwischenbericht zum Forschungsprojekt. Wien: Institut für Waldökologie an der Universität für Bodenkultur, 1994, str. 9. [COBISS-ID 176550]

7. ŠOLAR, Marjan, JURC, Dušan, DRUŠKOVIČ, Blanka. Kako ohraniti gozdove. V: LAH, Avguštin (ur.). Okolje v Sloveniji : zbornik. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 1994, str. 466-474. [COBISS-ID 101798]

8. JURC, Dušan. Inventarization of diseases : interim report. V: SMOLEJ, Igor (ur.), HAGER, Herbert (ur.). Oak decline in Slovenia : Endbericht über die Arbeiten 1994. Ljubljana; Wien: [Gozdarski inštitut Slovenije]: Institut für Waldökologie, 1995, str. 69. [COBISS-ID 52902]

9. JURC, Dušan. Definition of oak decline signs and symptoms : interim report. V: SMOLEJ, Igor (ur.), HAGER, Herbert (ur.). Oak decline in Slovenia : Endbericht über die Arbeiten 1994. Ljubljana; Wien: [Gozdarski inštitut Slovenije]: Institut für Waldökologie, 1995, str. 70. [COBISS-ID 53158]

10. JURC, Maja, KALAN, Polona, JURC, Dušan, ČAS, Miran. Strokovno posvetovanje Protipožarna in integralna zaščita gozdov na območju Gozdne uprave senj, 14.-16. maja 1998. Gozd. vestn., 1998, let. 56, št. 5-6, str. 297-300, ilustr. [COBISS-ID 420006]

11. JURC, Dušan. *Cryphonectria parasitica* - gliva, ki povzroča kostanjevega raka. Proteus, dec. 1999, letn. 62, št. 4, str. 183-186, ilustr. [COBISS-ID 575398]

#### 1.05 Poljudni članek

12. JURC, Dušan. Kostanjev rak je bolan. Kmeč. glas, 13. nov. 1996, let. 53, št. 46, str. 12. [COBISS-ID 141478]

#### 1.08 Objavljeno predavanje na znanstveni konferenci

13. JURC, Maja, JURC, Dušan, GOGALA, Nada, SIMONČIČ, Primož. Endophytes of Austrian pine needles as indicators of pollution. V: KRAIGHER, Hojka (ur.), BATIČ, Franc (ur.), HANKE, David E. (ur.), AGERER, Reinhard (ur.), GRILL, Dieter (ur.). *Proceedings of the International Colloquium on Bioindication of Forest Site Pollution: Development of Methodology and Training (BIOFOSP), August 22-31 1995, Ljubljana, Slovenia, (Tempus M-JEP 04667)*. Ljubljana: Slovenian Forestry Institute: Biotechnical Faculty, Agronomy Department, 1995, str. 165-172, ilustr. [COBISS-ID 24998]

14. JURC, Maja, JURC, Dušan. Fungal endophytes as a measure of growing site biodiversity. V: *Forest ecosystems of the National parks : monograph on the subject inclusive of the conference report*. Belgrade: Ministry of Environment of the Republic of Serbia, 1997, str. 246-253, ilustr. [COBISS-ID 369574]

15. JURC, Dušan. Biotično zatiranje kostanjevega raka z uporabo hipovirulence. V: MAČEK, Jože (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, 1997, str. 291-297. [COBISS-ID 309670]

16. JURC, Dušan. Pregled raziskovalnega dela na področju varstva gozdov in lovstva na Gozdarskem inštitutu Slovenije = Review of research work on forest protection and game management at the Slovenian Forestry Institute. V: JURC, Maja (ur.), HOČEVAR, Milan (ur.). *Znanje za gozd : zbornik ob 50. obletnici obstoja in delovanja Gozdarskega inštituta Slovenije : proceedings on the occasion of 50 years of the existence and activities of the Slovenian Forestry Institute*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1997, str. 181-196. [COBISS-ID 264614]

17. BOJOVIČ, Srdjan, JURC, Dušan. Modern genetic methods in the research of biodiversity in forestry = Sodobne genetske metode v raziskavah biodiverzitete v gozdarstvu. V: JURC, Maja (ur.), HOČEVAR, Milan (ur.). *Znanje za gozd : zbornik ob 50. obletnici obstoja in delovanja Gozdarskega inštituta Slovenije : proceedings on the occasion of 50 years of the existence and activities of the Slovenian Forestry Institute*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1997, str. 197-210. [COBISS-ID 264870]

18. JURC, Maja, JURC, Dušan. Collection of data and samples on diseases of forest trees in Slovenia. V: FORSTER, Beat (ur.), KNÍŽEK, Miloš (ur.), GRODZKI, Wojciech (ur.). *Methodology of forest insect and disease survey in Central Europe : proceedings of the Second Workshop of the IUFRO Working Party 7.03.10 : April 20-23, 1999, Sion-Châteauneuf, Switzerland*. Birmensdorf: Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, 1999, 1999, str. 198-204, ilustr. [COBISS-ID 551078]

#### 1.09 Objavljeno predavanje na strokovni konferenci

19. JURC, Dušan, BOGATAJ, Nevenka. Preučevanje propadanja gozdov in spremembe v ekosistemih v Sloveniji. V: BATIČ, Franc (ur.). *Varstvo zraka : stanje in ukrepi za izboljšanje stanja v Sloveniji : Bled, 28. - 30. 3. 1994 : state of the art in Slovenia and measurements for its improvement : [Bled, 28. - 30. 3. 1994]*. Ljubljana: Zavod za tehnično izobraževanje, [1994], str. 10/1-10/8. [COBISS-ID 36081921]

20. JURC, Dušan. Bolezni in sušenje hrastov v Evropi in pri nas. V: SMOLEJ, Igor (ur.), GRECS, Zoran (ur.). Raziskave nižinskih hrastovih gozdov : III. delavnica Javne gozdarske službe z mednarodno udeležbo : Murska Sobota, 12.-13.oktober 1999. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1999, str. 37-40. [COBISS-ID 536230]

#### 1.11 Objavljeni razširjeni povzetek predavanja na strokovni konferenci

21. JURC, Dušan. Analiza poškodb gozdov zaradi abiotičnih in biotičnih dejavnikov. V: Delavnica "Monitoring gozdnih ekosistemov - propadanje gozdov v obdobju 1985-1995" : povzetki referatov. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1996, str. 8-9. [COBISS-ID 179110]

22. JURC, Dušan, JURC, Maja. Bolezni in škodljivci črnega bora in njihov vpliv na gospodarjenje z gozdovi na Krasu. V: FERLIN, F. (ur.). Gozdna rastišča in razvoj sestojev na (Sežansko-Komenskem) Krasu. [Ljubljana]: Gozdarski inštitut Slovenije: Zavod za gozdove Slovenije, 1998, str. 35. [COBISS-ID 437414]

#### 1.12 Objavljeni povzetek predavanja na znanstveni konferenci

23. JURC, Maja, JURC, Dušan. Fungal endophytes as a measure of a growing site biodiversity. V: Plenarna predavanja i apstrakti. Bajina Bašta: Nacionalni park Tara, 1996, str. 100. [COBISS-ID 242854]

24. JURC, Dušan. Biotično zatiranje kostanjevega raka z uporabo hipovirulence. V: Izvlečki referatov na 3. slovenskem posvetovanju o varstvu rastlin. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 1997, str. 27. [COBISS-ID 243878]

#### 1.13 Objavljeni povzetek predavanja na strokovni konferenci

25. JURC, Dušan, JAKŠA, Jošt, BOGATAJ, Nevenka. Škodljivi biotični in abiotični dejavniki v slovenskem gozdu. Gozd. vestn., 1998, let. 56, št. 1, str. 38. [COBISS-ID 355750]

#### 1.14 Objavljeni poster ali povzetek posterja na znanstveni konferenci

26. JURC, Maja, JURC, Dušan, GOGALA, Nada, SIEBER, Thomas N. Fungal Endophytes in the needles of austrian pine (*Pinus nigra* Arn.) in Slovenia. V: IUFRO XX World Congress, 6-12 August 1995, Tampere, Finland. Caring for the forest : research in a changing world : poster abstracts. Jyväskylä: The Finish IUFRO World Congress Organising Committee, 1995, str. 76-77. [COBISS-ID 15526]

27. JURC, Maja, BOJOVIĆ, Srdjan, JURC, Dušan. Influence of endogenous terpenes on growth of three endophytic fungi from the needles of Austrian pine (*Pinus nigra* Arn.). V: Workshop : [of the] Eurosilva forest tree physiology research : Thursday, September 4th - Sunday, September 7th, 1997 in Finland at Ivalo, Saariselkä : programme : abstracts. Oulu: University of Oulu, 1997, str. [34]. [COBISS-ID 293542]

28. JURC, Dušan, JURC, Maja, BATIČ, Franc, SIRK, Igor. Mikoteka in herbarij Gozdarskega inštituta Slovenije, del herbarija LJU = Mikoteka and herbarium of Slovenian Forestry Institute, part of LJU herbarium. V: JURC, Maja (ur.), HOČEVAR, Milan (ur.). Znanje za gozd : zbornik ob 50. obletnici obstoja in delovanja Gozdarskega inštituta Slovenije : proceedings on the occasion of 50 years of the existence and activities of the Slovenian Forestry Institute. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1997, str. 463-464. [COBISS-ID 271014]

29. JURC, Maja, NARESH, Magan, JURC, Dušan. Study of endophytic fungi from the needles of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) with special reference to species as indicators of atmospheric pollutants. V: Abstracts : IMC6 : Jerusalem, Israel, August 23-28, 1998. [Jerusalem]: [Kenes], 1998, str. 61. [COBISS-ID 419494]

30. JURC, Dušan, BOJOVIĆ, Srdjan, JURC, Maja. Vpliv hlapnih terpenov črnega bora na glivne endofite = Response of fungal endophytes to volatile terpenes of Austrian pine. V: VODNIK, Dominik (ur.), ŽEL, Jana (ur.). 2. Slovenski simpozij o rastlinski fiziologiji z mednarodno udeležbo, Gozd Martuljek, 30. september - 2. oktober 1998. Knjiga povzetkov. Gozd Martuljek: Društvo za rastlinsko fiziologijo, 1998, str. 128 (OP-21). [COBISS-ID 408998]

31. JURC, Dušan, JURC, Maja, RAJH, Vesna. The occurrence of *Cenangium ferruginosum* Fr. (Ascomycota) as an endophyte from the needles of Austrian pine in Slovenia. V: FORSTER, Beat (ur.), KNÍŽEK, Miloš (ur.), GRODZKI, Wojciech (ur.). Methodology of forest insect and disease survey in Central Europe : proceedings of the Second Workshop of the IUFRO Working Party 7.03.10 : April 20-23, 1999, Sion-Châtauneuf, Switzerland. Birmensdorf: Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, 1999, str. 278. [COBISS-ID 545190]

32. JURC, Dušan, JURC, Maja, SIEBER N., Thomas, BOJCVIĆ, Srdjan. Endophytic *Cenangium ferruginosum* (Ascomycota) as a reservoir for epidemic of *Cenangium dieback* of Austrian pine. V: Root - soil interactions in trees : abstracts. Ljubljana: Slovenian Forestry Institute, 1999, str. 53 (tu napačna objava, zato priložen popravek brez paginacije). [COBISS-ID 525734]

1.19 Objavljena recenzija, prikaz knjige, kritika

33. JURC, Dušan. Dobili smo Seznam gliv Slovenije. Gozd. vestn., 1999, let. 57, št. 2, str. 108-110. [COBISS-ID 562854]

1.25 Drugi članki ali sestavki

34. KRAIGHER, Hojka, BOŽIČ, Gregor, ČATER, Matjaž, JURC, Dušan, KALAN, Polona, KUTNAR, Lado, SIMONČIČ, Primož, URBANČIČ, Mihej, PILTAVER, Andrej, ŠOLAR, Martin. Onesnaženost zraka v Triglavskem narodnem parku in njen vpliv na gozd in vode - atmosfera in nacionalni park : L2-6241-0404/95. V: Letno poročilo 1995. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1996, str. 18-22. [COBISS-ID 159910]

35. KRAIGHER, Hojka, JURC, Maja, ČATER, Matjaž, JURC, Dušan, KALAN, Polona, KUTNAR, Lado, SIMONČIČ, Primož, URBANČIČ, Mihej, BOGATAJ, Nevenka, KRALJ, Anton, MUNDA, Alenka, SMOLEJ, Igor, RIBARIČ-LASNIK, Cvetka, AL SAYEGH-PETKOVŠEK, Samar, LEVANIČ, Tom, TITOVŠEK, Janez, SINKOVIČ, Tomaž, DRUŠKOVIČ, Blanka, ZAVCON, Jože, JAKŠA, Jošt, GRILL, Dieter, HANKE, David H., AGERER, Reinhard. Vpliv onesnaženega zraka in drugih stresnih dejavnikov na gozdno drevje in gozdne ekosisteme : podprojekt 2 : Ekološke in fiziološke raziskave vplivov onesnaženega zraka in drugih stresnih dejavnikov na gozdno drevje in gozdne ekosisteme : 1487/8. V: Letno poročilo 1995. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1996, str. 23-28. [COBISS-ID 160422]

36. KRAIGHER, Hojka, PAVLE, Marjana, ČATER, Matjaž, JURC, Dušan, BOŽIČ, Gregor, HORVAT-MAROLT, Sonja, PUHEK, Vladimir, BRUS, Robert, BREZNIKA, Andrej, JAVORNIK, Branka, SINKOVIČ, Tomaž, GRECZ, Zoran. Populacijsko-genetske in ekofiziološke raziskave gospodarsko pomembnih drevesnih vrst ter rasti in razvoja gozdnega semenja in sadik : V9-6912-0404/95. V: Letno poročilo 1995. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1996, str. 31-36. [COBISS-ID 160166]

37. JURC, Dušan, JURC, Maja. Topolov škrlup v Ljubljani. Gozd. vestn., 1998, let. 56, št. 7-8, str. 368-369, ilustr. [COBISS-ID 419750]

---

## MONOGRAFIJE IN DRUGA ZAKLJUČENA DELA

2.02 Strokovna monografija

38. BOGATAJ, Nevenka, JURC, Dušan, KRČ, Janez. Navodila za popis poškodovanosti gozdov (in stanja lesnih zalog) v Republiki Sloveniji v letu 1994. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1994. 35 str., ilustr. [COBISS-ID 121510]

2.05 Ostalo učno gradivo (zapiski predavanj, zbirka vaj ...)

39. JURC, Dušan. Gozdna fitopatologija : delovno gradivo. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 1999. 10 f., ilustr. [COBISS-ID 583590]

2.06 Priročniki, slovarji, leksikoni

40. KOVAČ, Marko, SIMONČIČ, Primož, BOGATAJ, Nevenka, BATIČ, Franc, JURC, Dušan, HOČEVAR, Milan. Monitoring propadanja gozdov in gozdnih ekosistemov : priročnik za terensko snemanje podatkov. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1995. 64 str., ilustr. [COBISS-ID 18598]

2.12 Poročilo o razvojno-raziskovalni nalogi

41. JURC, Maja, ADAMIČ, Miha, BATIČ, Franc, DAKSKOBLER, Igor, GLAVAN, Brane, JAKŠA, Jošt, JURC, Dušan, KOBLER, Andrej, KRAIGHER, Hojka, MIKULIČ, Vid, SIMONČIČ, Primož, URBANČIČ, Mihej. Gozdni požari v Sloveniji : letno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta v letu 1999. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 1999. 7 str., 8 pril. [COBISS-ID 586662]

2.13 Elaborat, predštudija, študija

42. BATIČ, Franc, JURC, Dušan, KALAN, Janko, KOVAČ, Marko, KRALJ, Anton, MIKULIČ, Vid. Impact of polluted gasses from Thermal Power Plant in Šoštanj, Slovenia, on forest environment : a brief expertise on cause-consequence relationship in forest decline studies carried out on Slovenian Forestry Institute : World Bank Report : expertise. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1994. 36 f., tabele, zvd. [COBISS-ID 107174]

43. JURC, Maja, JURC, Dušan, MUNDA, Alenka, TORTIČ, Milica, HOČEVAR, Stana, PILTAVER, Andrej. Katalog gliv mikoteke in herbarija Gozdarskega inštituta Slovenije : poročilo. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1994. 146 f. [COBISS-ID 37798]

44. JURC, Maja, BATIČ, Franc, JURC, Dušan, KRAIGHER, Hojka, SIRK, Igor, KRALJ, Anton. Mikoteka in herbarij Gozdarskega inštituta Slovenije : elaborat Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1994. loč. pag., ilustr. [COBISS-ID 37542]

45. JURC, Dušan. Poškodbe navadnih gabrov (*Carpinus betulus* L.) na Žalah. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1994. 4 f. [COBISS-ID 105894]

46. JURC, Dušan, KRALJ, Anton, MEDVED, Mirko, MIKULIČ, Vid, ŽGAJNAR, Lojze. Stanje in perspektive oskrbe s kostenjem lesom iz domačih virov v tovarni "Tanin" Sevnica : elaborat. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1994. 35 f., ilustr. [COBISS-ID 65958]

47. MUNDA, Alenka, JURC, Maja, JURC, Dušan, PILTAVER, Andrej, TORTIČ, Milica, HOČEVAR, Stana, KRAIGHER, Hojka, BEAUHEN, L., DIMINIČ, Danko. Katalog gliv mikoteke in herbarija Gozdarskega inštituta Slovenije : poročilo. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1995. 94 f. [COBISS-ID 298406]

48. JURC, Dušan, TITOVŠEK, Janez. Sušenje zelenega bora : ekspertiza. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije: Gozdarski oddelek Biotehniške fakultete, 1995. [4 f.]. [COBISS-ID 31398]

49. JURC, Dušan. Določitev neznanega organizma, ki naj bi padal z neba. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1996. 2 f. [COBISS-ID 59558]

50. JURC, Dušan, JURC, Maja. Neobičajni ožigi lista in iglic v juniju 1996 na območju območne enote Slovenj Gradec in Kranj. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije 1996. 5 f. [COBISS-ID 59302]

51. JURC, Dušan, JURC, Maja. Rjavenje in odpadanje bukovega listja na Gorjancih. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1996. 4 f. [COBISS-ID 155558]

52. JURC, Dušan, JURC, Maja. Sušenje črnega bora, macesna in zelenega bora ter hiranje gradna v območni enoti Sežana. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1996. 5 f. [COBISS-ID 155302]
53. JURC, Maja, JURC, Dušan. Zdravstveni pregled sadik pravega kostanja (*Castanea sativa*), ki so bile uvožene iz Italije. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1996. [2] f. [COBISS-ID 112038]
54. JURC, Dušan. Bolezen azelej in škodljivci na hrastu. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1997. [2] f. [COBISS-ID 287654]
55. JURC, Dušan. Jesenov rak v GE Dravograd. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1997. [3] f. [COBISS-ID 287910]
56. JURC, Dušan. Poškodbe vrb zaradi vrbove zapljunkarice - *Aprophora salicina* Goeze. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1997. [2] f. [COBISS-ID 288166]
57. JURC, Dušan, JURC, Maja. Smrekov osip na Pohorju. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1997. [2] f. [COBISS-ID 288422]
58. JURC, Dušan. Sušenje vej navadnega gabra v Kranjski gori. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1997. [2] f. [COBISS-ID 288678]
59. KRAIGHER, Hojka, BOŽIČ, Gregor, ČATER, Matjaž, ČAS, Miran, JURC, Dušan, JURC, Maja, KALAN, Polona, KUTNAR, Lado, KRALJ, Anton, ROBEK, Robert, SIMONČIČ, Primož, SMOLEJ, Igor, URBANČIČ, Mihej, RUPEL, Matej, DIACI, Jurij, ŠIRCELJ, Helena, SINKOVIČ, Tomaž, RIBARIČ-LASNIK, Cvetka, AL SAYEGH-PETKOVŠEK, Samar, BERIČNIK-VRBOVŠEK, Julija, PILTAVER, Andrej, AGERER, Reinhard, TROŠT, Tadeja, VILHAR, Urška. Raziskave gozdnih tal in rizosfere ter njihov vpliv na nekatere fiziološke parametre gozdnega drevja v izbranih gozdnih ekosistemih, sestojnih tipih in razvojnih stadijih gozda : elaborat. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1999. 184 str., ilustr., graf. prikazi, 5 pril. [COBISS-ID 576422]

## 2.20 Druge monografije in druga zaključena dela

60. JURC, Dušan. Sušenje smrekovih sadik po presaditvi na teren. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1997. 2 f. [COBISS-ID 315302]
61. JURC, Dušan. Varstveni problemi na Pokljuki. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1997. 3 f. [COBISS-ID 315046]
62. JURC, Dušan. Sušenje vrhov hrastov in bukev nad smetiščem v Leskovcu : [ekspertiza]. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1999. 2 f. [COBISS-ID 580006]
63. JURC, Maja, JURC, Dušan. Zanimivosti iz področja varstva gozdov v Slovenskem Primorju. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Poročevalska, diagnostična in prognostična služba za varstvo gozdov, 1999. 5 f. [COBISS-ID 583334]

---

## IZVEDENA IN DRUGA NEDOSTOPNA DELA

### 3.05 Poročilo o raziskovalni ali razvojni nalogi

64. SMODIŠ, Borut, BATIČ, Franc, JURC, Dušan, STROPNIK, Boris. Raziskava onesnaženosti okolja v Šaleški dolini pred pričetkom obratovanja odžveplevalne naprave v Termoelektrarni Šoštanj : končno poročilo, (S2-6255). Velenje: Termoelektrarna Šoštanj; Rudnik lignita Velenje, 1996. loč. pag., ilustr. [COBISS-ID 12251]
65. RIBARIČ-LASNIK, Cvetka, AL SAYEGH-PETKOVŠEK, Samar, KOPUŠAR, Nataša, KRAIGHER, Hojka, SIMONČIČ, Primož, JURC, Maja, MUNDA, Alenka, KALAN, Polona, JURC, Dušan, SMOLEJ, Igor, BATIČ, Franc. Raziskave gozdnih tal in rizosfere ter njihov vpliv na nekatere fiziološke parametre drevja v izbranih gozdnih ekosistemih, sestojnih tipih in razvojnih stadijih gozda : letno poročilo. Velenje: ERICO, 1997. 10 f., [21] f. pril., vzorci. [COBISS-ID 32726]

### 3.07 Izvedensko mnenje, arbitražna odločba, recenzija

66. JURC, Dušan, OVEN, Primož. Sušenje vrhov dveh mamutovcev (*Sequoiadendron giganteum* /Lind./Buchh.) na Ruperč vrhu. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije: Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, 1998. 2 f. [COBISS-ID 392073]

67. JURC, Dušan. *Argyresthia thuiella* Packard na kleku v Mengšu. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Poročevalska, diagnostična in prognostična služba za varstvo gozdov, 1999. 1 f. [COBISS-ID 582566]

68. JURC, Dušan. Laboratorijski pregled vzorcev rastlin v zvezi s kostanjevim rakom. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1999. 1 f. [COBISS-ID 581286]

69. JURC, Dušan. Presajeni klek se suši. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Poročevalska, diagnostična in prognostična služba za varstvo gozdov, 1999. 2 f. [COBISS-ID 582310]

70. JURC, Dušan. Sušenje bresta (*Ulmus glabra*) pred planinskim domom v Kamniški Bistrici. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Poročevalska, diagnostična in prognostična služba za varstvo gozdov, 1999. 2 f. [COBISS-ID 582054]

71. JURC, Dušan. Sušenje listov bukovih sejank. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Poročevalska diagnostična in prognostična služba za varstvo gozdov, 1999. 1 f. [COBISS-ID 581798]

72. JURC, Dušan, OVEN, Primož. Sušenje vrhov dveh mamutovcev (*Sequoiadendron giganteum* /Lind./Buchh.) na Ruperč vrhu. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Biotehniška fakulteta Oddelek za lesarstvo, 1999. 2 f. [COBISS-ID 580774]

73. JURC, Dušan. Uvoz lončnic z imenom "Castano Magnifico". Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Poročevalska, diagnostična in prognostična služba za varstvo gozdov, 1999. 1 f. [COBISS-ID 583078]

74. JURC, Dušan. Zdravstveno stanje senčnike (*Sciadopitys verticillata*/Thunb./S.&Z.). Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Poročevalska, diagnostična in prognostična služba za varstvo gozdov, 1999. 2 f. [COBISS-ID 582822]

### 3.15 Prispevek na konferenci, brez natisa

75. JURC, Maja, JURC, Dušan. Research on *Cenangium ferruginosum* Fr. on Austrian pine (*Pinus nigra* Arn.) in Slovenia : referat predstavljen na IUFRO S2.06-00 Pathology, Finland. 4.-6.8.1995. [COBISS-ID 202150]

### 3.20 Druga dela

76. JURC, Dušan, SMOLEJ, Igor, BOGATAJ, Nevenka. Ogroženost gozdov v Sloveniji : poster. Kranj: Kmetijsko-gozdarski sejem, 1994. [COBISS-ID 218278]

77. SMOLEJ, Igor, JURC, Dušan, BOGATAJ, Nevenka. Varujmo gozd - gozd nam bogati življenje : poster. Ljubljana: Mednarodni sejem Tehnika za okolje, 1994. [COBISS-ID 218534]

78. KOVAČ, Marko, JURC, Dušan, SMOLEJ, Igor, BOGATAJ, Nevenka, KRALJ, Anton, ŠUBIC, Andreja, KOBLEK, Andrej. Poročilo o propadanju gozdov 1995 in integralni monitoring gozdnih ekosistemov : poster - Festival znanosti 1995, Ljubljana. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1995. [COBISS-ID 27814]

---

## SEKUNDARNO AVTORSTVO

### 4.14 Oblikovalec ščitnega ovitka



79. JURC, Maja (ur.), HOČEVAR, Milan (ur.). Znanje za gozd : zbornik ob 50. obletnici obstoja in delovanja Gozdarskega inštituta Slovenije = Knowledge for the forest : proceedings on the occasion of 50 years of the existence and activities of the Slovenian Forestry Institute. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1997. 2 zv. ([XXIV], 683 str.), ilustr. ISBN 961-90316-3-6. [COBISS-ID 67019008]

4.53 Pisec recenzij

80. HOČEVAR, Stana, BATIČ, Franc, PISKERNIK, Milan, MARTINČIČ, Andrej. Glive v pragozdovih Slovenije. 3, Dinarski gorski pragozdovi na Kočevskem in v Trnovskem gozdu = Fungi in the virgin forest reserves in Slovenia. 3, The Dinaric mountain virgin forest reserves of Kočevsko and Trnovski gozd, (Strokovna in znanstvena dela, 117). Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije: = Slovenian Forestry Institute, 1995. XXIV, 320 str., ilustr. ISBN 961-90316-0-1. [COBISS-ID 57244416]

## MUNDA Alenka (osebna bibliografija 1994-1999)

### ČLANKI IN SESTAVKI

#### 1.02 Pregledni znanstveni članek

1. DOLNIČAR, Danica, GOMBOC, Stanislav, KRUMPAK, Aleksandra, MILEVOJ, Lea, UREK, Gregor, VRTAČNIK, Margareta, CELAR, Franci, MUNDA, Alenka, PAJMON, Aleš, ŠABEC-PARADIŽ, Marta, WEILGUNY, Helena, ŽERJAV, Metka. Slovenian information system for plant protection (FITO-INFO). Zb. Bioteh. fak. Univ. Ljubl., Kmet. (1990), 1999, 73 (Issue 2), str. 259-269. [COBISS-ID 2678393]

#### 1.08 Objavljeno predavanje na znanstveni konferenci

2. MUNDA, Alenka. Biotično zatiranje smrekove rdeče trohnobe \*Heterobasidion annosum [Fr.] Bref.). V: MAČEK, Jože (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, 1997, str. 299-303. [COBISS-ID 309926]

3. MUNDA, Alenka. Raziskave štorovk (Armillaria (Fr.:Fr.) staude) v Sloveniji = Research on honey fungus (Armillaria (Fr.:Fr.) staude) in Slovenia. V: JURC, Maja (ur.), HOČEVAR, Milan (ur.). Znanje za gozd : zbornik ob 50. obletnici obstoja in delovanja Gozdarskega inštituta Slovenije : proceedings on the occasion of 50 years of the existence and activities of the Slovenian Forestry Institute. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1997, str. 221-220. [COBISS-ID 265382]

4. MUNDA, Alenka, MAČEK, Jože, JAVORNIK, Branka. Distribution, ecology and genetic variability of Heterobasidion annosum (Fr.) Bref. in Slovenia. V: DELATOUR, B... (ur.). Root and butt rots of forest trees, (). Versailles: INRA, 1998, str. 102-111, graf. prikazi. [COBISS-ID 630376]

5. MUNDA, Alenka. Colletotrichum acutatum Simmonds - povzročitelj antraknoze na jagodah v Sloveniji = Colletotrichum acutatum Simmonds - strawberry anthracnose inducer in Slovenia. V: MAČEK, Jože (ur.). Zbornik predavanj in referatov 4. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin v Portorožu od 3. do 4. marca 1999. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 1999, str. 209-214. [COBISS-ID 835688]

#### 1.12 Objavljeni povzetek predavanja na znanstveni konferenci

6. ŠKERLAVAJ, Vojko, MUNDA, Alenka. Argyresthia thuiella Packard - nov škodljivec na kleku v Sloveniji. V: MAČEK, Jože (ur.). Zbornik predavanj in referatov 4. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin v Portorožu od 3. do 4. marca 1999. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 1999, str. 451. [COBISS-ID 836456]

#### 1.13 Objavljeni povzetek predavanja na strokovni konferenci

7. MUNDA, Alenka. Raziskave smrekove rdeče trohnobe. V: JAKŠA, Jošt (ur.), URBANČIČ, Mihej (ur.). Gozdna tla - temeljna sestavina gozdnega ekosistema : posvetovanje : 25.- 26. september 1997, Poljče, Pokljuka, Ljubno. [Ljubljana]: Zavod za gozdove Slovenije, 1997, f. [24], ilustr. [COBISS-ID 341158]

8. MUNDA, Alenka. Biotično zatiranje smrekove rdeče trohnobe (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.). V: Izvlečki referatov na 3. slovenskem posvetovanju o varstvu rastlin. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 1997, str. 27. [COBISS-ID 244134]

1.16 Poglavje ali samostojni sestavek v znanstveni knjigi

9. MUNDA, Alenka. The role of *Armillaria* root rot in oak decline. V: SMOLEJ, Igor (ur.), HAGER, Herbert (ur.). Oak decline in Slovenia : Endbericht über die Arbeiten 1994. Ljubljana; Wien: [Gozdarski inštitut Slovenije]: Institut für Waldökologie, 1995, f. 88-91. [COBISS-ID 201638]

1.25 Drugi članki ali sestavki

10. KRAIGHER, Hojka, JURC, Maja, ČATER, Matjaž, JURC, Dušan, KALAN, Polona, KUTNAR, Lado, SIMONČIČ, Primož, URBANČIČ, Mihej, BOGATAJ, Nevenka, KRALJ, Anton, MUNDA, Alenka, SMOLEJ, Igor, RIBARIČ-LASNIK, Cvetka, AL SAYEGH-PETKOVŠEK, Samar, LEVANIČ, Tom, TITOVŠEK, Janez, SINKOVIČ, Tomaž, DRUŠKOVIČ, Blanka, BAVCON, Jože, JAKŠA, Jošt, GRILL, Dieter, HANKE, David H., AGERER, Reinhard. Vpliv onesnaženega zraka in drugih stresnih dejavnikov na gozdno drevje in gozdne ekosisteme : podprojekt 2 : Ekološke in fiziološke raziskave vplivov onesnaženega zraka in drugih stresnih dejavnikov na gozdno drevje in gozdne ekosisteme : 1487/8. V: Letno poročilo 1995. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1996, str. 23-28. [COBISS-ID 160422]

---

## MONOGRAFIJE IN DRUGA ZAKLJUČENA DELA

2.02 Strokovna monografija

11. ŠABEC-PARADIŽ, Marta, MUNDA, Alenka, PAJMON, Aleš, ŠKERLAVAJ, Vojko, UREK, Gregor, WEILGUNY, Helena, URBANČIČ-ZEMLJIČ, Marjetica, ŽERJAV, Metka. Bakterijski hrušev ožig : *Erwinia amylovora* (Burrill, 1882) Winslow et al., 1920, (Tehnološki list, 76). Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, 1998. 6 str., fotogr. ISBN 961-6224-35-2. [COBISS-ID 711272]

12. UREK, Gregor, MUNDA, Alenka, PAJMON, Aleš, ŠABEC-PARADIŽ, Marta, ŠKERLAVAJ, Vojko, WEILGUNY, Helena, URBANČIČ-ZEMLJIČ, Marjetica, ŽERJAV, Metka. Koruzni hrošč : *Diabrotica virgifera virgifera* le Conte, (Tehnološki list, 74). Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, 1998. 6 str., fotogr., tabele. ISBN 961-6224-31-X. [COBISS-ID 621416]

13. UREK, Gregor, MUNDA, Alenka, PAJMON, Aleš, ŠABEC-PARADIŽ, Marta, ŠKERLAVAJ, Vojko, WEILGUNY, Helena, URBANČIČ-ZEMLJIČ, Marjetica, ŽERJAV, Metka. Stebelna ogorčica : *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) Filipjev, 1936, (Tehnološki list, 73). Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, 1998. 6 str., fotogr. ISBN 961-6224-30-1. [COBISS-ID 621672]

14. ŠKERLAVAJ, Vojko, MUNDA, Alenka, PAJMON, Aleš, ŠABEC-PARADIŽ, Marta, UREK, Gregor, WEILGUNY, Helena, URBANČIČ-ZEMLJIČ, Marjetica, ŽERJAV, Metka. Šarka : Plum pox potyvirus (PPV), (Tehnološki list, 75). Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, 1998. 6 str., fotogr., tabele. ISBN 961-6224-33-6. [COBISS-ID 632168]

15. UREK, Gregor, MUNDA, Alenka, LAPAJNE, Simon, PAJMON, Aleš, ŠABEC-PARADIŽ, Marta, ŠKERLAVAJ, Vojko, WEILGUNY, Helena, URBANČIČ-ZEMLJIČ, Marjetica, ŽERJAV, Metka. Pšenična ogorčica : *Anguina tritici* (Steinbuch, 1799) Chitwood, 1935, (Tehnološki list, 77). Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, 1999. 6 str., fotogr., ilustr. ISBN 961-6224-48-4. [COBISS-ID 822632]

2.08 Doktorska disertacija

**16. MUNDA, Alenka. Smrekova rdeča trohnoba (Heterobasidion annosum [Fr.] Bref.) : doktorska disertacija = The root rot fungus (Heterobasidion annosum [Fr.] Bref.) : dissertation thesis. Ljubljana: [A. Munda], 1996. X, 123 f., ilustr., tabele. [COB.SS-ID 202406]**

#### 2.11 Poročilo o znanstvenoraziskovalni nalogi

17. MILEVOJ, Lea, CELAR, Franci, GOMBOC, Stanislav, VRTAČNIK, Margareta, DOLNIČAR, Danica, KRUMPAK, Aleksandra, UREK, Gregor, PAJMON, Aleš, WEILGUNY, Helena, MUNDA, Alenka, ŽERJAV, Metka. Razvoj modela interaktivnega multimedijskega informacijskega sistema za fitomedicino : zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta v letu 1999. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 1999. 1 zv. (loč. pag.). [COBISS-ID 2684281]

#### 2.13 Elaborat, predštudija, študija

18. JURC, Maja, JURC, Dušan, MUNDA, Alenka, TORTIČ, Milica, HOČEVAR, Stana, PILTAVER, Andrej. Katalog gliv mikoteke in herbarija Gozdarskega inštituta Slovenije : poročilo. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1994. 146 f. [COBISS-ID 37798]

19. JURC, Maja, KRAIGHER, Hojka, MUNDA, Alenka. Katalog živih glivnih kultur mikoteke in herbarija Gozdarskega inštituta Slovenije : poročilo. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1994. 32 f. [COBISS-ID 37030]

20. MUNDA, Alenka, JURC, Maja, JURC, Dušan, PILTAVER, Andrej, TORTIČ, Milica, HOČEVAR, Stana, KRAIGHER, Hojka, BEAUHEN, L., DIMINIČ, Danko. Katalog gliv mikoteke in herbarija Gozdarskega inštituta Slovenije : poročilo. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1995. 94 f. [COBISS-ID 298406]

21. GREGORČIČ, Ana, HRŽIČ, Aleksander, MUNDA, Alenka, PAJMON, Aleš, SUŠIN, Janez, ŠABEC, Marta, ŠKERLAVAJ, Vojko, URBANČIČ-ZEMLJIČ, Marjeta, UREK, Gregor, WEILGUNY, Helena, DOLINŠEK, Sonja, DOLNIČAR, Peter, GALIČ, Tadej, JUŽNIK, Marjan, KMECL, Veronika, KOMATAR, Elizabeta, MECHORA, Marko, SKET, Tomaž, ŠKOF, Mojca. Poročilo o strokovnih nalogah s področja varstva rastlin za leto 1998, (KIS - Poročila o strokovnih nalogah, 42). Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, 1998. 1 zv. (loč. pag.). [COBISS-ID 717672]

#### 2.20 Druge monografije in druga zaključena dela

22. MUNDA, Alenka. Povzročitelji trohnobe v smrekovih sestojih v GE Mežica. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 1997. 8 f., [2] pril., zvd. [COBISS-ID 314790]

#### IZVEDENA IN DRUGA NEDOSTOPNA DELA

#### 3.05 Poročilo o raziskovalni ali razvojni nalogi

23. RIBARIČ-LASNIK, Cvetka, AL SAYEGH-PETKOVŠEK, Samar, KOPUŠAR, Nataša, KRAIGHER, Hojka, SIMONČIČ, Primož, JURC, Maja, MUNDA, Alenka, KALAN, Polona, JURC, Dušan, SMOLEJ, Igor, BATIČ, Franc. Raziskave gozdnih tal in rizosfere ter njihov vpliv na nekatere fiziološke parametre drevja v izbranih gozdnih ekosistemih, sestojnih tipih in razvojnih stadijih gozda : letno poročilo. Velenje: ERICO, 1997. 10 f., [21] f. pril., vzorci. [COBISS-ID 32726]

#### 3.15 Prispevek na konferenci, brez natisa

24. MUNDA, Alenka. Ecology of root rot Heterobasidion annosum (Fr.) Bref. in spruce stands on Pokljuka : predavanje na ICALPE: Stability and mountain forest management, Bled - Postojna - Kočevje, 19.-22. junija 1996. Pokljuka, 1996. [COBISS-ID 300966]

25. MUNDA, Alenka. Razširjenost, ekologija in zatiranje parazitskih vrst štorovk (Armillaria/Fr./Fr Staude) : predavanje na sestanku Društva za varstvo rastlin Slovenije, Žalec, 13. maja 1997. Ljubljana, 1997. [COBISS-ID 300710]

26. MUNDA, Alenka. Koreninska goba : [Predavanje na] 13. srečanje slovenskih botanikov, Društvo botanikov Slovenije, 28. november 1998, Biološko središče, Ljubljana. 1998. [COBISS-ID 730472]

-----

#### NERAZPOREJENO

27. ŠABEC-PARADIŽ, Marta, LAPAJNE, Simon, MUNDA, Alenka, PAJMON, Aleš, ŠKERLAVAJ, Vojko, UREK, Gregor, WEILGUNY, Helena, URBANČIČ-ZEMLJIČ, Marjetica, ŽERJAV, Metka. Bakterijski rak koreninskega vratu na vinski trti : *Agrobacterium vitis* Ophel in Kerr, 1990, (Tehnološki list, 78). Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, 1999. 1 zloženka ([6] str.), fotogr. ISBN 961-6224-49-2. [COBISS-ID 822888]

### PAVLIN ROMAN (OSEBNA BIBLIOGRAFIJA 1994-1999)

#### ČLANKI IN SESTAVKI

##### 1.01 Izvirni znanstveni članek

1. PAVLIN, Roman, TITOVŠEK, Janez, KOTAR, Marijan. Testiranje piretroidnih insekticidov za obvladovanje osmerozobnega smrekovega lubadarja (*Ips typographus* L.) = The testing of pyrethroid insecticides for the controlling of the Norway spruce bark beetle (*Ips typographus* L.). *Gozd. vestn.*, 1994, 52, no. 3, str. 145-152. [COBISS-ID 68518]

**2. PAVLIN, Roman. Nova nahajališča velikega macesnovega lubadarja (*Ips cembrae* Heer) v Sloveniji = New localities of the larch bark beetle *Ips cembrae* Heer (Col.:Scolytidae) in Slovenia. *Gozd. vestn.*, 1997, let. 55, št. 7-8, str. 336-342, ilustr. [COBISS-ID 321702]**

##### 1.04 Strokovni članek

3. PAVLIN, Roman. Razširjenost smrekovih lubadarjev v Sloveniji. *Ujma* (Ljublj.), 1994, št. 8, str. 67-68, ilustr. [COBISS-ID 1171254]

##### 1.05 Poljudni članek

4. PAVLIN, Roman. Požar ob Reki črnega zmaja. *Gea* (Ljublj.), 1994, let. 4, št. 9, str. 9. [COBISS-ID 143782]

5. PAVLIN, Roman. Kako daleč smo z obvladovanjem lubadarja. *Kmeč. glas*, 1994, 51, št. 1, str. 9. [COBISS-ID 98470]

6. PAVLIN, Roman. Podlubnikov je veliko vrst. *Kmeč. glas*, 1994, 51, št. 12, str. 12. [COBISS-ID 98214]

#### 5.2. Druge reference odgovornega nosilca in ostalih raziskovalcev na raziskovalnem projektu:

##### Organiziranje znanstvenih in strokovnih sestankov

1. JURC, Maja. Znanje za gozd : Mednarodni simpozij ob 50-letnici obstoja in delovanja Gozdarskega inštituta Slovenije. Knowledge for the forest : International scientific conference dedicated to 50 years of existence and activity of Slovenian Forestry Institute. 26.-27. maj 1997; Ljubljana. [COBISS-ID 516006]

2. JURC, Maja. Zaštita šuma od požara i integralna zaštita šuma na području uprave šuma Senj : Stručno savjetovanje. 14-16 svibnja, 1998; Senj, Rab. [COBISS-ID 420518]

3. JURC, Maja. Study of endophytic fungal populations in the needles of norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) with the special reference to species as indicators of atmospheric pollutants : ALIS LINK project No. 28. 1997-1999; Cranfield, U.K. [COBISS-ID 515750]

4. JURC, Maja: Organiziranje sodelovanja SOCRATES PROGRAMME, European Commission, 1999/2000, z organizacijo Institut für forstentomologie, forstpathologie und forstschutz. UNI-BOKU, Wien, Österreich (dr. C. Stauffer).

5. JURC, Dušan. Organiziranje 3-letnega EU, INCO – COPERNICUS program raziskav z naslovom: Integrated study of factors involved in degraded chestnut forests in Central and Mediterranean Europe. Biological criteria for a sustainable development (CHESUD).

## REKAPITULACIJA

*raziskovalnih rezultatov vseh raziskovalcev na projektu*

<b>VRSTA RAZISKOVALNEGA REZULTATA</b>	<i>Skupno število</i>
<b>I. OBJAVLJENI ČLANKI V:</b>	
<b>1. Znanstveni reviji:</b>	
a) domači;	4
b) tuji;	1
- s faktorjem vpliva SCI ali SSCI do 0,5	2
- s faktorjem vpliva SCI ali SSCI nad 0,5	
<b>2. Strokovni reviji:</b>	
a) domači;	1
b) tuji;	
<b>II. IZDANE KNJIGE:</b>	
<b>1. Znanstvena knjiga:</b>	
a) samostojna knjiga pri domači založbi;	
b) sestavek v knjigi domače založbe;	1
c) samostojna knjiga pri mednarodno uveljavljeni tuji založbi;	
d) sestavek v knjigi mednarodno uveljavljene tuje založbe;	
<b>2. Strokovna knjiga:</b>	
a) samostojna knjiga pri domači založbi;	
b) sestavek v knjigi domače založbe;	
c) samostojna knjiga pri mednarodno uveljavljeni tuji založbi;	
d) sestavek v knjigi mednarodno uveljavljene tuje založbe;	
<b>III. OBJAVLJENI PRISPEVKI IZ ZNANSTVENIH KONFERENC IN SESTANKOV, VABLJENA PREDAVANJA:</b>	
<b>1. Referati - razprave iz znanstvenih konferenc in sestankov:</b>	
a) v zborniku mednarodnih konferenc in sestankov;	
b) v zborniku domačih konferenc in sestankov;	

<p><b>2. Uvodno vabljeno predavanje:</b>  a) na mednarodni konferenci;  b) na domači konferenci;</p>	
<p><b>IV. PRENOS RAZISKOVALNIH SPOZNANJ IN DOSEŽKOV V PRAKSO:</b></p>	
<p><b>1. Patenti:</b>  a) podeljeni doma;  b) podeljeni v tujini;  c) prijavljeni doma;  d) prijavljeni v tujini;</p>	
<p><b>2. Drugi prenosi spoznanj in dosežkov (opisati):</b></p> <p>a) Objavljena predavanja na znanstveni konferenci 4  b) Objavljena predavanja na strokovni konferenci 1  c) Objavljen poster ali povzetek posterja na znanstveni konferenci 5  d) Drugi članki in sestavki 3  e) Monografije in druga zaključena dela 3  f) Elaborati, predštudije, študije 3  g) Prispevki na konferenci brez natisa 1  h) Mentorstvo 6</p>	
<p><b>3. Ostalo (opisati):</b>  Organiziranje znanstvenih in strokovnih sestankov</p> <p>1. JURC, Maja. Zaščita šuma od požara i integralna zaščita šuma na področju uprave šuma Senj : Stručno svetovanje. 14-16 svibnja, 1998; Senj, Rab. [COBISS-ID 420513] 1</p> <p>2. JURC, Maja. Study of endophytic fungal populations in the needles of norway spruce (<i>Picea abies</i> L. Karst.) with the special reference to species as indicators of atmospheric pollutants : ALIS LINK project No. 28. 1997-1999; Cranfield, U.K. [COBISS-ID 515750] 1</p> <p>3. JURC, Maja: Organiziranje sodelovanja SOCRATES PROGRAMME, European Commission, 1999/2000, z organizacijo Institut für forstentomologie, forstpathologie und forstschutz. UNI-BOKU, Wien, Österreich (dr. C. Stauffer). 1</p> <p>4. JURC, Dušan. Organiziranje 3-letnega EU, INCO – COPERNICUS program raziskav z naslovom: Integrated study of factors involved in degraded chestnut forests in Central and Mediterranean Europe. Biological criteria for a sustainable development (CHESUD). 1</p>	

**NAVEDENI SO LE TISTI RAZISKOVALNI REZULTATI, KI IZHAJAJO NEPOSREDNO IZ NAVEDENEGA PROJEKTA.**

**DOKAZILA O BIBLIOGRAFSKI USPEŠNOSTI V OKVIRU RAZISKOVALNEGA  
PROJEKTA : Bolezni in moteči dejavniki v konceptu integralnega varstva  
gozdnih ekosistemov - V9-6913-95**



## A c k n o w l e d g e m e n t s

The cooperative research has been performed within a frame of the Czech-Slovenian inter-governmental cooperation programme (Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech republic, grant ME254 and Ministry of Education of Slovenia).

## R e f e r e n c e s

- BRADLEY R., BURT A.J. & READ D.J. 1982. The biology of mycorrhiza in the *Ericaceae*. VIII. The role of mycorrhizal infection in heavy metal resistance. - *New Phytol.* 91: 197-209.
- CHANG D.C. 1994. What is the potential for management of vesicular-arbuscular mycorrhizae in horticulture? - In: ROBSON A.D., ABBOT L.K. & MALAJCZUK N. (Eds.), *Management of mycorrhizas in agriculture, horticulture and forestry*, pp. 187-190. - Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- GIOVANNETTI M. & MOSSE B. 1980. An evaluation of techniques to measure VA infection in roots. - *New Phytol.* 84: 489-500.
- LEAKE J.R. & READ D.J. 1990. Proteinase activity in mycorrhizal fungi. I. The effect of extracellular pH on the production and activity of proteinase by ericoid endophytes from soils of contrasted pH. - *New Phytol.* 115: 243-250.
- MITCHELL D.T. & READ D.J. 1981. Utilization of inorganic and organic phosphates by the mycorrhizal endophytes of *Vaccinium macrocarpon* and *Rhododendron ponticum*. - *Trans. Br. Mycol. Soc.* 76: 255-260.
- NEMEC S. 1987. VA Mycorrhizae in horticultural systems. - In: SAFIR G.R. (Ed.), *Ecophysiology of VA mycorrhizal plants*, pp. 193-212. - CRC Press, Boca Raton, Florida.
- PEARSON V. & READ D.J. 1973. The biology of mycorrhiza in the *Ericaceae*. II. The transport of carbon and phosphorus by the endophyte and the mycorrhiza. - *New Phytol.* 72: 1325-1331.
- PHILLIPS J. M. & HAYMAN D. S. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. - *Transact. British Mycol. Soc.* 55: 158-161.
- POWELL C.L. 1982. The effect of the ericoid mycorrhizal fungus *Pezizella ericeae* (Read) on the growth and nutrition of seedlings of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). - *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107(6): 1012-1015.
- 1984. Field inoculation with VA mycorrhizal fungi. - In: POWELL C.L. & BAGYARAJ D.J. (Eds.), *VA - Mycorrhiza*, pp. 205 - 220. - CRC Press, Boca Raton, Florida.
- SMITH S.E. & READ D.J. 1997. *Mycorrhizal symbiosis* (2nd edition). - Academic Press, San Diego, CA. 1997. 606 pp.
- STRIBLEY D.P. & READ D.J. 1974. The biology of mycorrhiza in the *Ericaceae*. IV. The effect of mycorrhizal infection on uptake of <sup>15</sup>N from labelled soil by *Vaccinium macrocarpon* Ait. - *New Phytol.* 73: 1149-1155.
- SYLVIA D. M. & WILLIAMS S. E. 1992. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and environmental stresses. - In: BETHLENFALVAY G. J. & LINDERMAN R.G. (Eds.), *Mycorrhizae in sustainable agriculture*, pp. 101-123. - ASA No 54, Madison, Wisconsin, USA.
- VOSATKA M. 1995. Influence of inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi on the growth and mycorrhizal infection of transplanted onion. - *Agric. Ecosyst. Environ.* 53: 151-159.
- XIAO G. & BERCH S.M. 1995. The ability of known ericoid mycorrhizal fungi to form mycorrhizae with *Gaultheria shallon*. - *Mycologia* 87: 467-470.

Phyton (Austria) Special issue: "Plant Physiology"	Vol. 39	Fasc. 3	(225)-(229)	30. 11. 1999
--	---------	---------	-------------	--------------

## Influence of Endogenous Terpenes on Growth of Three Endophytic Fungi from the Needles of *Pinus nigra* Arnold

By

Dušan JURČ<sup>1)</sup>, Srdjan BOJOVIĆ<sup>2)</sup> & Maja JURČ<sup>3)</sup>

Key words: *Pinus nigra* needles, terpenes, endophytic fungi.

S u m m a r y

JURČ D., BOJOVIĆ S. & JURČ M. 1999. Influence of endogenous terpenes on growth of three endophytic fungi from the needles of *Pinus nigra* Arnold. - *Phyton* (Horn, Austria) 39 (3): (225) - (229).

The influence of crude terpenoid extract of needles from three subspecies of *Pinus nigra* Arn. (*P. nigra* ssp. *laricio* from Corsica - France, *P. nigra* ssp. *valzmannii* from Cevennes, France and *P. nigra* ssp. *austrica* from Bled - Slovenia) on growth of endophytic fungi (isolated in Slovenia) was investigated. Growth experiments were conducted with a latent pathogen (*Cenangium ferruginosum*), with a facultative pathogen (*Sphaeropsis sapinea*) and with a saprob (*Phialophora hoffmannii*) which regularly occur as endophytes in Austrian pine needles.

The growth of *S. sapinea* and *P. hoffmannii* in different concentrations of terpenoid extract from all three subspecies of pine is not inhibited. The growth of *C. ferruginosum* is stimulated in high concentration of terpenoid extract of *P. nigra* ssp. *austrica*, from which it was isolated, but it is not stimulated in extracts from the other subspecies of pine. The terpenoid extract of *P. nigra* ssp. *austrica* is characterized by higher amount in  $\alpha$ -Pinene and Germacrene-d, which are probably responsible for the stimulatory effect.

<sup>1)</sup> Slovenian Forestry Institute, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenia. Fax: : 00386 61 273589, e-mail: dusan.jurc@gozdis.si

<sup>2)</sup> Permanent address: Institute of Forestry, Kneza Višeslava 3, 11000 Belgrade, Yugoslavia; present address: Laboratoire de Reconnaissance Cellulaire et d'Amélioration des Plantes, Ecole Normale Supérieure de Lyon UMR 9938 CNRS - INRA, 69364 Lyon, France.

<sup>3)</sup> Department of Forestry and Renewable Forest Resources, Biotechnical Faculty, University of Ljubljana, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, Slovenia.

## Introduction

In previous work endophytic fungal population of *Pinus nigra* Am. needles in Slovenia was investigated (JURC 1996). In the same time the population diversity of *P. nigra* in the Mediterranean region by genetic analysis using terpenes as a primary tool was investigated (BOJOVIĆ 1995). The aim of the work presented here was to find out whether there is an influence of terpenoid compounds from the needles of *P. nigra* from different geographical locations (having specific terpene profiles and here treated as subspecies) on growth of three endophytic fungi: *Cenangium ferruginosum* Fr., *Sphaeropsis sapinea* Fr./ Dyko et Sutton and *Phialophora hoffmannii* (Beyma) Schol-Schwarz. The fungi were chosen for the following reasons: *C. ferruginosum* was found the second most frequent endophyte in healthy needles of Austrian pine (15.4% of all isolations belonged to this species), it is designated as facultative parasite, which kills the bark and cambium of branches weakened by environment, pests and pathogens (SINCLAIR & al. 1987). *S. sapinea* is the most obvious disease of Austrian pine in Slovenia causing tip blight and it is severely damaging to plantations of Austrian pine. As an endophyte it is rare being isolated in 0.8% of all isolations. The ecological status of *Ph. hoffmannii* is not clear and it might be mutualist in Austrian pine. It was isolated in 7.8% of all isolations and 75% of these isolations were located in the base segments of needles (JURC 1996).

The hypothesis that variable endogenous terpene contents of black pine needles from three subspecies differently influence the growth of endophytic fungi with different ecological status was postulated.

## Materials and Methods

Sampling of *P. nigra* ssp. *austriaca* Höss/ Vid. needles for isolation of endophytic fungi was performed in Kobjeglava (N: 45° 50', E: 13° 47', Slovenia, ) in January 1996. Sampling of pine needles for terpene extractions was performed at two locations in France (*P. nigra* ssp. *salzmannii* /Dunal/ Franco, Cevennes, N: 44° 02', E: 3° 45' and *P. nigra* ssp. *laricio* /Poir./ Schwarz, Corsica, N: 42° 38', E: 6° 58') and at one location in Slovenia (*P. nigra* ssp. *austriaca* Höss/ Vid., Bled, N: 46° 25', E: 14° 08') in 1995. Details about fungal isolation are given by JURC 1996 and JURC & JURC 1997. Crude terpene extract was made from 50 needles which were macerated and extracted overnight with 15 ml n-pentane. Decanted extract was dried with sodium sulfate and analysed by gas chromatography (BOJOVIĆ 1995).

100 ml of molten tap water agar was poured into 19 cm Petri dishes where three 7 cm Petri dishes with 25 ml of 2% malt extract agar medium (MEA, pH=6.2-6.5) were placed. In each of the small Petri dishes one of the endophytic species tested was inoculated with 2mm agar plugs taken from the growing margin of 14-days old colonies of listed species of fungi. They were grown in the air with different concentrations of crude terpene extract of the needles (control without terpenes; 32.5 ml<sup>-3</sup>, 130 ml<sup>-3</sup>, 260 ml<sup>-3</sup> terpenes diluted in n-pentane in the air volume of 1075 cm<sup>3</sup>) at 22°C for 21 days. In all experiments the diameter of the colonies was measured in two directions at right angles to each other, every two days for up to the 21<sup>st</sup> day. All experiments were carried out in three replicates.

## Results

The terpene profile of *P. nigra* ssp. *austriaca* from Bled, Slovenia is characterised by higher amount in  $\alpha$ -Pinene and Germacrene, that of *P. nigra* ssp. *salzmannii* from Cevennes, France by  $\gamma$ -Cadinene and  $\delta$ -Cadinene, and the terpene profile of *P. nigra* ssp. *laricio* from Corsica, France is characterised by higher amount in Caryophyllene, Myrcene, trans-Ocimene, Linalyl acetate and  $\alpha$ -Humulene.

Growth of *Sphaeropsis sapinea* and *Phialophora hoffmannii* in the presence of terpene extracts from all three subspecies of Austrian pine did not differ from the control. The difference in growth appears only in *Cenangium ferruginosum* which is stimulated by the highest concentration of terpene extract from *P. nigra* ssp. *austriaca*. For the growth of *C. ferruginosum* the most favourable conditions are: higher amount in  $\alpha$ -Pinene and Germacrene-d which are typical for *Pinus nigra* ssp. *nigra* from Slovenia, and the most unfavourable conditions are: higher amount in Caryophyllene, Myrcene, trans-Ocimene, Linalyl acetate and  $\alpha$ -Humulene which are typical for *Pinus nigra* ssp. *laricio* from Corsica.

The growth of *C. ferruginosum* in different concentrations of terpene extract from *P. nigra* ssp. *nigra* is presented in Fig. 1.

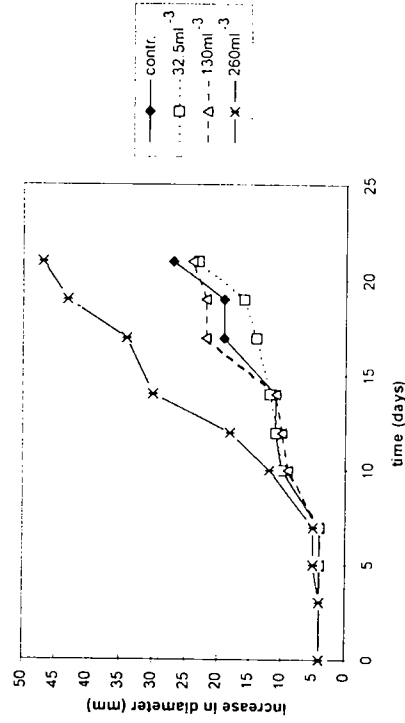


Fig. 1. Growth of *C. ferruginosum* in different concentrations of terpene extract from the needles of *P. nigra* ssp. *austriaca*.

### Discussion

Endogenous terpenes may inhibit the growth of fungi in high concentrations especially in those which are near saturation. In low concentrations they can stimulate the growth of fungi. Endogenous content of terpenes vary with age of plant tissues and it is lower in senescent or dying off tissues (COBB & al. 1968, FLODIN & FRIES 1978, THIBAULT-BALESDENT & DELATOUR 1985, ESPINOSA-GARCIA & LAGENHEIM 1991a, b). Low concentrations of terpenes used in presented growth experiments did not have any effect on facultative pathogen *S. sapinea* and on saprob *P. hoffmannii*, but significant stimulatory effect on latent pathogen *C. ferruginosum*. This fungus invade only stressed tissues of its host, fructifications appear in short time after necrotisation of branches. Lowering the terpene concentrations in host tissues during the dying off process may be the reason for the enhanced growth activity of the fungus. Ability to tolerate or even to be stimulated by inhibitory secondary substances of the host is of great selection advantage for the pathogen. Its frequent endophytic presence in healthy needles of the host enables this fungus to invade quickly the nearby bark tissues when the concentration of the inhibitory substances falls.

Terpene composition of phenotypes of certain species vary and it can have different effect on endophytes. In *Pinus nigra* population the terpene composition of phenotypes can be used to group the population in several subpopulations (designated here as subspecies). Only the terpene extract from *P. nigra* ssp. *ausriaca* exhibit stimulatory effect on growth of *C. ferruginosum*, which was isolated from the same subspecies. This fact can be explained by the adaptation of the fungus to the specific terpene composition of one subspecies. ESPINOSA-GARCIA & LAGENHEIM 1991a hypothesized that strains of the endophyte would be adapted to specific terpene phenotypes, but their results did not support the hypothesis. Our results support their hypothesis although the differences in composition of terpene profiles of subspecies of pine used in our experiments were greater than differences of terpene profiles of four trees used in their experiments.

### Acknowledgements

The work was funded by The Ministry of Science and Technology of the Republic of Slovenia (No. S34-0404-00/249/93) and The British Council of Slovenia (ALIS link No.28 1996/99). We thank Dr. N. MAGAN for constructive comments and V. RAJH for her help in the laboratory work.

### References

BOJAVIĆ R.S. 1995. Biodiversité du pin noir (*Pinus nigra* Arn.) en région méditerranéenne. - These de doctorat. Biologie et Physiologie Végétale. Université d'Aix-Marseille III. Marseille, France.

- COBB F.W., KRSTIĆ M., ZAVARIN E. & BARBER H.W. 1968. Inhibitory effects of volatile oleoresin components on *Fomes annosus* and four *Ceratocystis* species. - Phytopathology 58: 1327-1335.
- ESPINOSA-GARCIA F.J. & LANGENHEIM J.H. 1991a. Effect of some leaf oil phenotypes in coastal redwood on the growth of several fungi with endophytic stages. - Biochem. Syst. and Ecol. 19 (8): 629-642.
- & — 1991b. Effect of some leaf essential oil phenotypes from coastal redwood on growth of its predominant endophytic fungus, *Pleuroplaconema* sp. - J. Chem. Ecol. 17 (9): 1837-1857.
- FLODIN K. & FRIES N. 1978. Studies on volatile compounds from *Pinus silvestris* and their effect on wood-decomposing fungi. II. Effects of some volatile compounds on fungal growth. - Eur. J. For. Path. 8: 300-310.
- JURC M. 1996. Endophytic fungi and their characteristics in the needles of Austrian pine (*Pinus nigra* Arn.). - Dissertation thesis, Biology department of the biotechnical faculty, University of Ljubljana, Ljubljana, 198 pp.
- JURC D. & JURC M. 1997. Influence of moisture, temperature and growth medium on *Cenangium dieback* of pine [*Cenangium ferruginosum* Fr., *Ascomycotina*]. - Zbor. gozd. in les. Ljubljana 54: 109-124.
- 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 pp.
- THIBAULT-BALESDENT M. & DELATOUR C. 1985. Variability of *Heterobasidium annosum* (Fr.) Bref. Behaviour to three monoterpenes. - Eur. J. For. Path. 15: 301-307.

Phyton (Austria) Special issue: "Plant Physiology"	Vol. 39	Fasc. 3	(231)-(234)	30. 11. 1999
--	---------	---------	-------------	--------------

## Some Aspects of *Sphaeropsis sapinea* Presence on Austrian Pine in Croatia and Slovenia

By

Danko DIMINIĆ<sup>1)</sup> & Maja JURČIĆ<sup>2)</sup>

**Key words:** *Sphaeropsis sapinea*, *Pinus nigra*, endophyte, dieback, pathogenicity.

### Summary

DIMINIĆ D. & JURČIĆ M. 1999. Some aspects of *Sphaeropsis sapinea* presence on Austrian pine in Croatia and Slovenia. - *Phyton* (Horn, Austria) 39 (3): (231) - (234).

The fungus *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton causes different types of diseases on conifers. In 1992 it turned out as the major cause of Austrian pine dieback in Istria (Croatia). Up-to-date pine dieback symptoms have been observed in the North Adriatic area and in the region of Zagreb city. In Slovenia fungus was isolated as an endophyte from green needles of Austrian pine collected on few localities in 1993-95. Inoculation experiment confirmed the fungus pathogenicity and revealed no difference between Croatian and Slovenian isolates.

### Introduction

Wide spread in the temperate and tropical regions all over the world the fungus *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton causes different types of diseases on conifers: stuning of a new growth, browning of needles, shoot blight, twig and branch dieback, crown wilt, bark cankers, root disease, damping-off, root rot, and as saprophyte blue stain of sapwood of fallen or freshly cut timbers (BROWNE 1968, PUNITHALINGAM & WATERSTON 1970). Among different hosts *Pinus* species (specially *P. nigra* Arnold, *P. radiata* Don. and *P. sylvestris* L.) have been found as the most susceptible to the fungus attack (PUNITHALINGAM & WATERSTON 1970).

Research on the health condition of pine plantations in Istria (Croatia) in 1992 revealed significant Austrian pine (*P. nigra*) dieback on some localities. The symptoms observed in the field were dieback of young and older shoots, branches

<sup>1)</sup> Faculty of Forestry University of Zagreb, Svetošimunska 25, P.O.Box 178, 10000 Zagreb, HR.

<sup>2)</sup> Slovenian Forestry Institute, Večna pot 2, P.O.Box 523-X, 1001 Ljubljana, SLO.

and hole crowns of pine trees. *S. sapinea* turned out as the major cause of pine dieback on these localities (DIMINIĆ 1994).

The study on endophytic fungi in the needles of Austrian pine have been done in Slovenia by JURC & JURC 1995. Authors reported of the presence of different fungi among which *S. sapinea* was also found.

The aim of this study is to find out where and under what conditions the fungus *S. sapinea* is present on Austrian pine trees in Croatia and Slovenia, and to reveal by performed inoculation experiment if there are any differences among Croatian and Slovenian isolates.

#### Materials and Methods

Field observations of randomly selected pine trees and plantations have been done. Needles from pines with no dieback symptoms, and needles, shoots, branches and cones from pines with dieback symptoms were collected.

To isolate *S. sapinea*, from the pine trees with dieback symptoms, necrotic needles up to 2 year-old with developed mature pycnidia collected from diseased shoots were used. The pure cultures were obtained from pycnidia. Malt Extract Agar (CM 59) "Oxoid" (MEA) has been used as media. To isolate the fungus, from the pine trees with no dieback symptoms, collected green needles (1-8 year-old) were prepared using the methods described by JURC & JURC 1995.

Inoculation experiment was carried out with *S. sapinea* isolates DP 04-1 (needles collected in 1992) and DP 06-3 (needles collected in 1995) from Austrian pine tree with dieback symptoms, and VIPAVA from healthy-looking Austrian pine tree (needles collected in 1994).

2.5 year-old Austrian pine seedlings were used in inoculation experiment. 30 seedlings were inoculated by fungus isolates, and 10 were used for control. The seedling's bark in diameter of 3 mm was removed with a special tool. Disc of 3 mm, contained mycelium and agar (MEA), was than placed in the fresh wound. The inoculation place was covered with cotton wool moisten in distilled water, and wrapped with parafilm. Control seedlings were inoculated only with agar discs, and the rest procedure was the same. After 2 days parafilm and cotton wool were removed. Analyses of the inoculated seedlings were done after 20 days. The bark was removed with scalpel starting at the inoculation place. Length of the developed necrosis were measured. Obtained data were analysed under the software program STATISTICA StatSoft® 1993. An analysis of variance (at  $p < 0.05$ ) was performed.

#### Results

*S. sapinea* was found in Slovenia as an endophyte in green Austrian pine needles on a few localities (Fig. 1). In Croatia the fungus was found on dead needles, dieback shoots and branches, and on cones. The presence of *S. sapinea* on some localities was with no damaging influence on Austrian pine trees, found in crowns and on fallen dead needles and branches on the ground. On other investigated localities the fungus was found as causal agent of shoots, branches and crowns dieback (Fig. 1).

Morphological characteristics of the obtained fungus isolates were similar to characteristics of virulent morphotype A, described by PALMER & al. 1987.

Analysis of inoculated pine seedlings with fungus isolates after 20 days revealed tissue necrosis in different lengths under the bark of all inoculated plants.

Each necrosis girdled the seedling stem. On all inoculated seedlings, except one seedling inoculated with VIPAVA isolate, developed pycnidia were noticed on the bark. Approximately 1/3 necrosis length was developed below the inoculation place, and 2/3 necrosis length was developed above the inoculation place in all inoculated seedlings. In the Table 1 measured necrosis length are given.

Analysis of control plants after the experiment period showed no needle chlorosis and under the bark no signs of necrotic tissues.

Performed analysis of variance (at  $p < 0.05$ ) revealed no significant differences between height of inoculated seedlings and necrosis length.

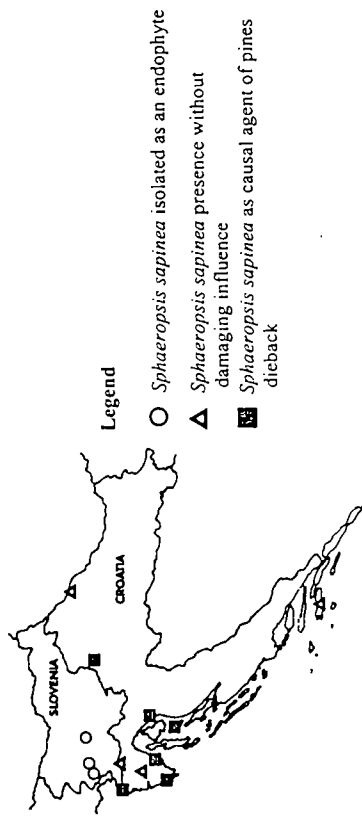


Fig. 1. *Pinus nigra* research localities on which *Sphaeropsis sapinea* presence was established.

Table 1. Height of inoculated *Pinus nigra* seedlings and length of measured necrosis under the bark per each isolate.

Seedling's height (cm)	Isolate DP 04-1		Isolate DP 06-3		Isolate VIPAVA	
	Necrosis length (mm)	Seedling's height (cm)	Necrosis length (mm)	Seedling's height (cm)	Necrosis length (mm)	Seedling's height (cm)
15.0	54	16.0	167	11.5	116	11.5
14.5	103	11.5	146	14.0	109	14.0
11.0	105	12.5	119	13.0	122	13.0
13.0	82	12.0	106	13.0	130	13.0
13.0	92	10.0	127	11.0	67	11.0
11.0	110	12.0	132	10.5	138	10.5
11.5	100	11.5	115	12.0	52	12.0
10.5	108	9.5	99	9.5	77	9.5
10.5	105	8.5	68	11.5	136	11.5
12.0	129	10.0	128	11.0	115	11.0

Underlined number = necrosis which couldn't be measured precisely, because it was longer than seedling's height (above the ground).

## Discussion

Results of the study revealed that *S. sapinea* could live as an endophyte in green needles, causing no damage, and it could also be a causal agent of shoots and branches dieback.

In inoculation experiment isolates DP 04-1, DP 06-3 and VIPAVA showed capability to attack pine seedlings through wounds on the bark, and cause the tissue necrosis, which led to seedlings dieback.

According to CARROLL 1986 endophytic fungus lives in the tissue of an health plant, causing not scorable, nonsymptomatic infection. Some parasitic fungi spend a part of their life cycle in latent condition, without causing visible damage, but in stress situations or in ageing tissues of the host plant they produce symptoms of disease.

Stress as pines predisposing factor to *S. sapinea* attack has been considered by different authors (PUNITHALINGAM & WATERSTON 1970, BACHI & PETERSON 1985, NICHOLLS & OSTRY 1990, DE KAM & al. 1991, STANOSZ 1994). Drought and poor site conditions have been assumed as main stress factors on some localities in Croatia in 1992 (DIMINIĆ 1994).

Based on these preliminary study it could be supposed that *S. sapinea* has the latent part of its life cycle, living in the health pine tissues as an endophyte, and that it could turn to serious pathogen, causing shoots and branches dieback, under the specific stress conditions.

## References

- BACHI P.R. & PETERSON J.L. 1985. Enhancement of *Sphaeropsis sapinea* stem invasion of pines by water deficits. - Plant Disease 69 (9): 798-799.
- BROWNE F.G. 1968. Pests and diseases of forest plantation trees. - Clarendon Press, Oxford, 1330 pp.
- CARROLL G. C. 1986. The biology of endophytism in plants with particular reference to woody perennials. - In: FOKKEMA N. J. & VAN DEN HEUVEL J. (Eds.), Microbiology of the Phyllosphere, pp. 205-222. - Cambridge University Press.
- DE KAM M., VERSTEEGEN C.M., VAN DEN BURG J. & VAN DER WERF D.C. 1991. Effects of fertilisation with ammonium sulphate and potassium sulphate on the development of *Sphaeropsis sapinea* in Corsican pine. - Neth. J. Pl. Path. 97: 265-274.
- DIMINIĆ D. 1994. Prilog poznavanju mikroza borovih kultura u Istri. - Glas. šum. pokuse 30: 21-60.
- JURČ M. & JURČ D. 1995. Endophytic fungi in the needles of healthy-looking Austrian pine (*Pinus nigra* Arn.). - Acta Pharm. 45 (2) suppl. I: 341-345.
- NICHOLLS T.H. & OSTRY M.E. 1990. *Sphaeropsis sapinea* cankers on stressed red and jack pines in Minnesota and Wisconsin. - Plant Disease 74 (1): 54-56.
- 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.
- PUNITHALINGAM E. & WATERSTON J.M. 1970. *Diplodia pinea*. - C.M.I. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria No. 273, p. 2.
- STANOSZ G.R. 1994. Factors influencing *Sphaeropsis* shoot blight and canker epidemics in central Wisconsin, USA. - In: CAPRETTI P., HEINIGER U. & STEPHAN R. (Eds.), Shoot and foliage diseases in forest trees, pp. 254-262. - Istituto di Patologia e Zoologia Forestale e Agraria, Firenze.

Phyton (Austria) Special issue: "Plant Physiology"	Vol. 39	Fasc. 3	(235)-(241)	30.11.1999
--	---------	---------	-------------	------------

## Amine Oxidase, Peroxidase, Catalase and Acid Phosphatase Activities in Powdery Mildew Infected Plants of *Cucumis sativus*

By

Lenka LUHOVÁ<sup>1)</sup>, Dagmar JANČOVÁ<sup>1(2)</sup>, Ivo FRÉBORT<sup>1)</sup>, Aleš LEBEDA<sup>2)</sup>,  
Marek ŠEBELA<sup>1)</sup>, Eva KRÍSTKOVÁ<sup>3)</sup> & Pavel PEČ<sup>1)</sup>

**Key words:** *Cucumis sativus*, *Sphaerotheca fuliginea*, peroxidase, amine oxidase, acid phosphatase, catalase.

## Summary

LUHOVÁ L., JANČOVÁ D., FRÉBORT I., LEBEDA A., ŠEBELA M., KRÍSTKOVÁ E. & PEČ P. 1999. Amine oxidase, peroxidase, catalase and acid phosphatase activities in powdery mildew infected plants of *Cucumis sativus*. - *Phyton* (Horn, Austria) 39 (3): (235) - (241).

The plants of *Cucumis sativus* infected by powdery mildew *Sphaerotheca fuliginea* showed significant increase in the peroxidase activity and extractable protein content five days after the inoculation and about two-fold increase in the amine oxidase activity thirteen days after the inoculation. Changes of the activities of acid phosphatase and catalase in healthy and infected plants were not evident. Histochemical detection of peroxidase confirmed the increased activity of the enzyme that is located in the cell wall and epidermis of infected plants. Expression of three stress-related peroxidase isoenzymes after infection by powdery mildew were observed by native electrophoresis in polyacrylamide gel.

## Introduction

Powdery mildew is one of the most destructive foliar diseases of cucurbits in both temperate and subtropical climate conditions (SITTERLY 1978). In temperate growing areas, powdery mildew is caused by two fungi from the class

<sup>1)</sup> Department of Biochemistry, Faculty of Science, Palacký University, Šlechtitelů 11, 783 71 Olomouc, Czech Republic. E-mail: luhova@ritise.upol.cz; fax: +420-68-5221332.

<sup>2)</sup> Department of Botany, Faculty of Science, Palacký University, Šlechtitelů 11, 783 71 Olomouc, Czech Republic.

<sup>3)</sup> Research Institute of Crop Production Prague, Genebank Division, Olomouc.

UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA FARMACIJO

MIRANDA BEGUŠ

**PRIPRAVA IN INHIBITORNO DELOVANJE IZVLEČKOV  
ENDOFITNIH GLIV NA PAPAIN**

**CULTIVATION, PREPARATION AND INHIBITORY  
ACTION OF ENDOPHYTIC FUNGI ON PAPAIN**

DIPLOMSKA NALOGA

Ljubljana, 1999

## POVZETEK

Naravna bivališča endofitnih gliv so notranja tkiva rastlin. Po izolaciji smo te glive gojili na trdnih in v tekočih gojiščih. Tekoče gojišče je raztopina sladnega ekstrakta v prečiščeni vodi, trdna gojišča pa smo pripravili z dodatkom agarja k raztopini sladnega izvlečka. Glive smo nacepili na tako pripravljena gojišča in počakali, da so se dovolj razrasla.

Po ekstrakciji prvih nekaj vrst gliv iz trdnih gojišč s 50% metanolom se je izkazalo, da je dobljena količina izvlečka nezadostna zaradi nabrekanja agarja. Zato je bilo potrebno način ekstrakcije izboljšati. Nabrekanje agarja smo preprečili z dodajanjem NaCl h gojišču in glivi pred ekstrakcijo. Ugotovili smo tudi, da glivo z gojiščem ter izvleček po ekstrakciji lahko ločimo le s filtriranjem pri znižanem tlaku. Enostavnejša je ekstrakcija iz tekočih gojišč, saj lahko po končani ekstrakciji glivni micelij in izvleček ločimo s centrifugiranjem. Poleg tega tu ni potreben dodatek NaCl, ki lahko vpliva na ekstrakcijo spojin iz gliv ali na encim med testiranjem.

Želeli smo ugotoviti, pri katerem načinu gojenja endofitnih gliv (trdno ali tekoče gojišče) dobimo več sekundarnih metabolitov. Za to smo uporabili dve metodi: tehtanje suhega ostanka po odparitvi topila za ekstrakcijo in snemanje absorpcijskih spektrov glivnih izvlečkov. Pri prvi metodi se mase suhih ostankov glivnih izvlečkov skoraj niso razlikovale od mas suhih ostankov gojišč. Tudi absorpcijski spektri glivnih izvlečkov ne kažejo bistvenih razlik od absorpcijskih spektrov samih gojišč.

Pripravljene metanolno - vodne izvlečke endofitnih gliv smo z že razvito metodo s pomočjo fluorescenčne spektroskopije preizkusili na inhibicijo papaina in ugotovili, da nekaj gliv zelo dobro inaktivira encim. Izmed glivnih izvlečkov smo naredili ožji izbor najbolj aktivnih in te ponovno z isto metodo testirali na inhibicijo papaina. Izkazalo se je, da imajo izolati gliv 29, 34 in 32 največje inhibitorno delovanje na papain. Izvlečki teh gliv so pokazali močno inhibicijo tako iz trdnih kot tekočih gojiščih, kar pomeni, da glive tvorijo aktivne sekundarne metabolite v obeh vrstah gojišč. To pa ne velja za izolat 9, katere izvlečki iz trdnih gojišč imajo zelo močno inhibicijo na papain, medtem ko v tekočem gojišču sekundarni metaboliti, ki bi inhibirali ta encim, očitno niso nastajali.



UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA FARMACIJO

MILENA CIGLARIČ

ISKANJE INHIBITORJEV SERINSKIH PROTEINAZ V  
EKSTRAKTIH GLIV

SCREENING FOR SERINE PROTEINASE INHIBITORS IN  
EXTRACTS OF MUSHROOMS

DIPLOMSKA NALOGA

Ljubljana, 1999

## 1. POVZETEK / ABSTRACT

Bolezni srca in žilja so glavni vzrok smrti v razvitem svetu. Trombin je serinska proteinaza, ki ima osrednjo vlogo v hemostazi. S specifičnim in selektivnim inhibitorjem bi lahko pripomogli k uspešnemu zdravljenju bolezni srca in žilja.

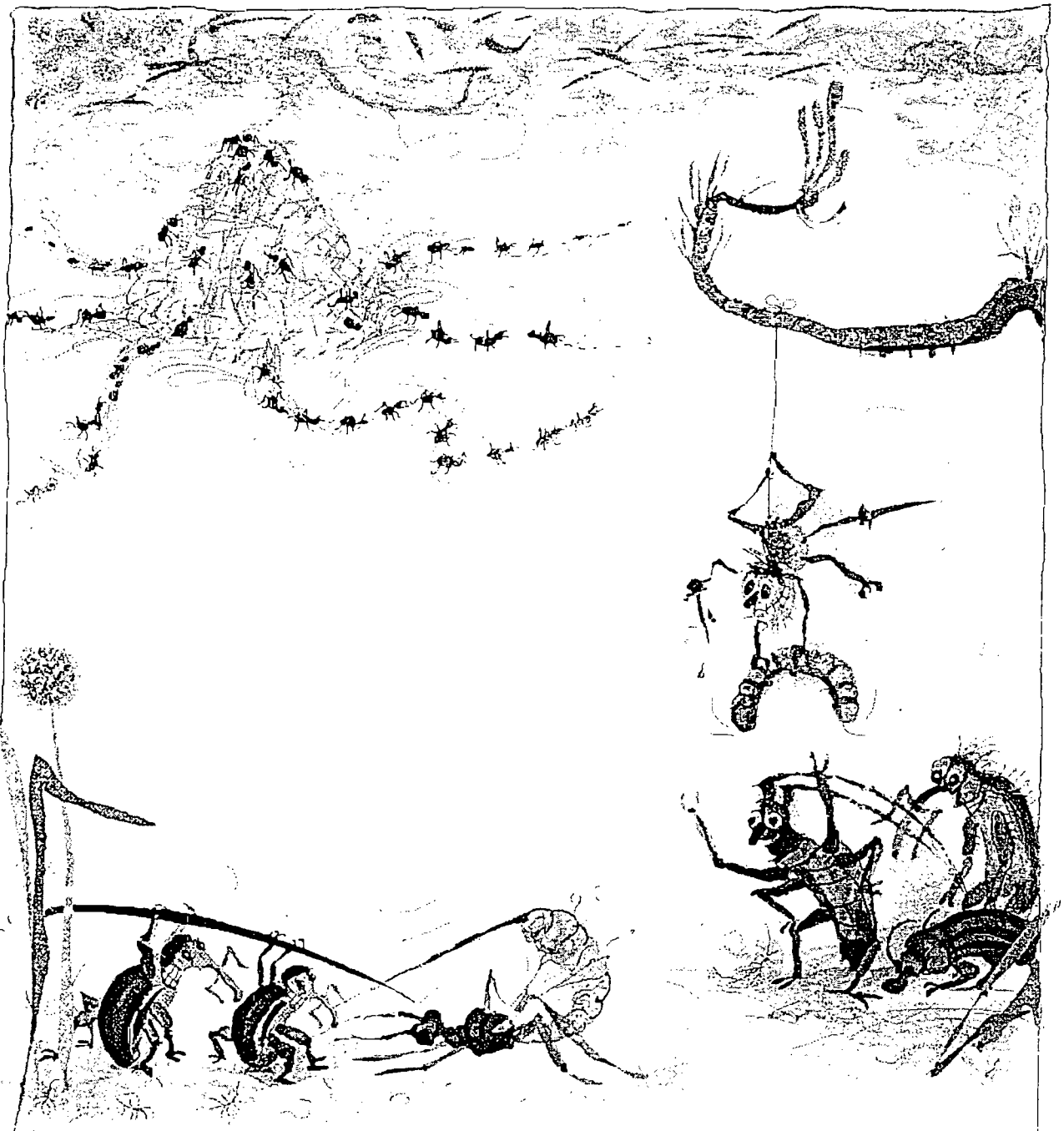
Razvili smo metode za "in vitro" test inhibitorne aktivnosti izvlečkov gliv na trombin in tripsin, ki sta temeljili na merjenju absorbance p-nitroanilina, ki ga trombin ali tripsin odcepljata s substrata.

Iz rezultatov meritev smo izračunali inhibitorno aktivnost 126 izvlečkov gliv na trombin in tripsin. Najmočnejše inhibitorno delovanje ima vodni izvleček glive *Gleophyllum odoratum*, ki je inhibiral več kot 70 % tripsina in več kot 60 % trombina. Izvlečka gliv *Clitocybe gibba* in *Amanita virosa* inhibirata trombin približno 50%, tripsina pa ne inhibirata.

Cardiovascular diseases are the most common cause of death in developed world. Thrombin is serine proteinase, which plays the central role in hemostasis. A safe and effective thrombin inhibitor could be useful in treatment of cardiovascular disease.

We have developed methods for "in vitro" test for inhibitor activity of extracts from mushrooms for thrombin and trypsin based on absorbance measurements of p-nitroaniline cleaved from substrate. Inhibitor activity of 126 mushrooms extracts on thrombin and trypsin has been calculated from the results of measurements. The highest inhibitory activity was about 70% on trypsin and 60% on thrombin shown by water extract of *Gleophyllum odoratum*.

Extracts of *Clitocybe gibba* and *Amanita virosa* inhibited by approximately 50% of thrombin activity but they did not inhibit trypsin.



# UPORABNA ZOOLOGIJA IN ZOOEKOLOGIJA

doc. dr. MAJA JURČ  
FEBRUAR 1999



Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, BF



## I. DEL

### SPLOŠNO

ZOOLOGIJA (gr. *zoon* – žival, + *logos* – znanost).

Zoologija je veda o živalih. Uporabna zoologija proučuje samo »koristne« in »škodljive« živali, ki sestavljajo gozdne ekosisteme.

ENTOMOLOGIJA (gr. *entomon* - žuželka, + *logos* - znanost).

Veda, ki proučuje žuželke, t.j. njihov ustroj, način življenja in razmnoževanja in njihov odnos do žive in mrtve narave. Entomologija je veda o nekaterih skupinah členonožcev.

Deli se na splošno in uporabno entomologijo.

UPORABNA ENTOMOLOGIJA proučuje samo »koristne« in »škodljive« žuželke kakor tudi načine in metode za njihovo zatiranje. Deli se v:

- kmetijsko (veje čebelarstvo, svilogojstvo),
- gozdarsko,
- medicinsko,
- veterinarsko entomologijo.

#### Pomen in naloge entomologije

Poškodbe na kmetijskih in gozdnih rastlinah povzročajo dejavniki nežive narave (rastiščne razmere, klimatske razmere, ...) in organizmi kot del žive narave (žuželke, glive, barterije, fitoplazme, virusi, virusom podobni organizmi, viroidi, mikoplazme).

(Poškodbe ⇒ naravoslovni pojem, posledica delovanja škodljivih biotskih in abiotskih dejavnikov, izražajo se opisno ali v natura nih merskih enotah.

Škode ⇒ ekonomski pojem, izraz poškodb v merskih enotah).

Naloga Uporabne gozdarske entomologije je preprečevanje in zmanjševanje škode, ki jo na gozdnem drevju povzročajo žuželke. In še:

- raziskovanje bionomije škodljivcev,
- proučevanje biologije-odnosa škodljivca do okolja,
- ugotavljanje in predpisovanje zaščitno-preventivnih ukrepov za zaviranje pojava oziroma širjenja škodljivca,
- predpisovanje zatiralnih - represivnih ukrepov v primeru množičnega pojava škodljivca,
- ugotavljanje in raziskovanje koristnih organizmov (žuželk, gliv, bakterij, virusov ...) z antagonističnim delovanjem proti žuželkam - razvijanje in preizkušanje metod biološke borbe proti škodljivcem,
- raziskovanje in preizkušanje kemičnih sredstev (insekticidov, akaricidov) za zatiranje škodljivcev kakor tudi delovanje le-teh na živalstvo in rastlinstvo,
- ugotavljanje in raziskovanje odpornih vrst in ras gozdnega drevja.

Interdisciplinarnost Uporabne entomologije - povezovanje z zoologijo, pedologijo, fitocenologijo, bctaniko, genetiko, mikrobiologijo, meterologijo, kemijo....

ZOOEKOLOGIJA: veda, ki se ukvarja z ocnosi živali ⇒ okolje.

$m = 2662$   
ID = 442790

Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Biotehniška fakulteta, Večna pot 83, 1000 -  
Ljubljana

IZBOLJŠANJE TERENKEGA POUKA PRI PREDMETU VARSTVO GOZDOV  
Seminarska naloga

doc. dr. Maja Jurc

Seminarska naloga je izdelana v okviru **Seminarja Osnove visokošolske didaktike 1998/99**  
(Modul I.: 26. do 28. 11. 1998, Radovljica, Modul II.: 19. do 20. 1. 1999), Univerza v  
Ljubljani, Filozofska fakulteta, Center za pedagoško izobraževanje.  
Vodja seminarja prof. dr. Barica Marentič Požarnik

Januar, 1999

Ljubljana

UNIVERZA V LJUBLJANI

Biotehniška fakulteta

Oddelek za gozdarstvo

Ljubljana, Večna pot 83

Jurc, M., 1999: Izboljšanje terenskega pouka pri predmetu Varstvo gozdov. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Seminarska naloga, 2 str.

## Izboljšanje terenskega pouka pri predmetu Varstvo gozdov

### Izvleček:

Opisan je način poučevanja pri predmetih Uporabna zoologija in zoоекologija ter Varstvo gozdov za študente visoke strokovne šole; Uporabna zoologija in zoоекologija (I. del, II. del), Gozdna fitopatologija in Varstvo gozdov za študente univerzitetnega študija na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.

Predstavljeni so rezultati ankete med študenti o izboljšavah študijskega procesa in predlagane so spremembe. Z intenzivnejšim in drugačnim načinom terenskega dela študentov, ki bi zahtevalo predvsem več aktivnega dela študentov, bi dosegli kakovostni premik v znanju študentov.

Ključne besede: gozdarstvo, varstvo gozdov, pedagogika, terenski pouk študentov

The improvement of students' field practice in the teaching of the subject Protection of forests

### Abstract:

The mode in which the teaching of Practical zoology and zoоекology and Protection of forests for the students of high school, Forest pathology and Forest protection for students of university studies is performed on the Department of Forestry and renewable forest sources, Biotechnical Faculty, Ljubljana University is described. The results of the questionnaire among students about quality renewal of study process are presented and some changes in the teaching process are suggested. With the intensification and changes of student's field practice it is supposed that the quality of knowledge of the students would be higher.

Key words: forestry, forest protection, pedagogics, student's field work

## UVOD

Na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete v Ljubljani poteka v okviru Katedre za varstvo gozdov pouk predmetov, ki interdisciplinarno obravnavajo vpliv biotskih in abiotskih dejavnikov na gozd ter tehnik, načinov in ukrepov varstva gozdov.

V prvem letniku Visoke strokovne šole (VŠŠ) študentje v zimskem semestru poslušajo predmet Uporabna zoologija in zoekologija (2+3+2TD) ter v tretjem letniku VŠŠ v zimskem semestru predmet Varstvo gozdov (4+2+2TD).

V pouku Univerzitetnega študija (UŠ) študenti v prvem letniku zimskega semestra poslušajo predmet Uporabna zoologija in zoekologija (I. del), v drugem letniku poletnega semestra Uporabna zoologija in zoekologija (II. del), v zimskem semestru drugega letnika poslušajo predmet Gozdna fitopatologija (2+2+2TD) in v četrtem letniku poletnega semestra predmet Varstvo gozdov (2+2+2TD).

Področje **varstva gozdov** torej zajema znanja **gozdne entomologije** (spoznavanje žuželk, njihove bionomije, pomena ter škod, ki jih povzročajo v gozdnih ekosistemih), **gozdne fitopatologije** (spoznavanja z osnovnimi pojmi mikologije, najbolj pomembnimi vrstami gliv, ki povzročajo bolezenske spremembe pri rastlinah, spoznavanje z lesnimi trohnobami, z nekaterimi patogenimi bakterijami in virusi). Pri predmetih Varstvo gozdov (VŠŠ, UŠ) se integrirano obravnavajo škodljivi vplivi biotskih (spoznavanje predstavnikov kraljestva *Animalia* - živali in kraljestva *Fungi* - gliv) in škodljivih abiotskih dejavnikov (klimatski, rastiščni, gojitveni ukrepi) na gozd.

### Vaje

*Uporabna zoologija in zoekologija - I del (UŠ), Uporabna zoologija in zoekologija - II del (UŠ) in Uporabna zoologija in zoekologija (VŠŠ)*

Vaje pri predmetih Uporabna zoologija in zoekologija - I del (UŠ), Uporabna zoologija in zoekologija - II del (UŠ) in Uporabna zoologija in zoekologija (VŠŠ) so vsebinsko podobne, vendar se razlikujejo v obsegu. Sestojijo iz kabinetnih vaj ter terenskih vaj. Pri kabinetnih vajah študentje spoznajo pomembnejše predstavnike gozdnih žuželk (makroskopsko) in znakov poškodb, ki jih le-te povzročajo. Kabinetne vaje potekajo v bogati Entomološki zbirki gozdarskega oddelka. Terenske vaje naj bi teoretični del (spoznavanje posameznih vrst žuželk in simptomov poškodb, ki jih povzročajo) povezale s primeri poškodb v naravi - gozdu.

### Gozdna fitopatologija

Vaje pri predmetih Gozdna fitopatologija (UŠ) so razdeljene na laboratorijski del in terenski del. Laboratorijski del zajema makroskopsko spoznavanje bolezenskih znakov-simptomov, ki jih povzročajo zajedavske glive in spoznavanje trosnjakov lesnih gob. Pri mikroskopskem delu the vaj študentje izdelajo mikroskopske preparate najpomembnejših trosišč patogenih gliv gozdnega drevja, preparate opazujejo pod različnimi povečavami mikroskopa in jih rišejo - vsaka risba bolezní obsega makroskopsko risbo simptomov na rastlinskem materialu in mikroskopsko risbo trosišč glive, ki je bolezen povzročila.

### Varstvo gozdov (UŠ), (VŠŠ).

Podobne vaje, ki zajemajo makroskopsko in mikroskopsko spoznavanje najpomembnejših bolezní gozdnega drevja, vendar v manjšem obsegu, smo v šolskem letu 1998/99 uvedli pri predmetu Varstvo gozdov (VŠŠ).



Opažamo, da so predmeti, ki so vključeni v širši sklop varstva gozdov, za študente zanimivi, pri pouku in pri vajah kažejo zanimanje. Prinašajo vzorce poškodb rastlinskega materiala in sprašujejo po vzrokih. Pri vajah sprašujejo o podrobnostih mikroskopiranja, povezujejo mikroskopske slike z videnimi simptomi v naravi.

Po zaključenem študiju je praksa, da se mladi inženirji gozdarstva in diplomirani inženirji gozdarstva vključijo v praktično delo kot revirni gozdarji (delo v Zavodu za gozdove Slovenije), kot pripravniki načrtovalci ali v izvajalske gozdarske organizacije.

V prvih letih po zaključenem študiju in tudi kasneje se gozdarji obračajo na strokovnjake Oddelka za gozdarstvo in Gozdarskega inštituta Slovenije s prošnjami po determinaciji - določanju vrst žuželk in gliv ter poškodb, ki jih le-te povzročajo. Opažamo, da je bilo pri večini študentov poznavanje vrst žuželk in gliv ter simptomov v zbirkah zelo dobro, na terenu pa relativno slabo.

Menimo, da je bil prenos kabinetno pridobljenega znanja na prepoznavanje naučenega na terenu - s terenskimi vajami - nezadosten. Dejstvo je tudi, da je raznovrstnost organizmov, ki povzročajo poškodbe rastlin tolikšna, da predstavlja izjemno spominsko obremenitev študentov in menim, da memoriranje tolikšnega števila vrst zahteva več ur namenjenih vajam, kot pa jih je namenjenih sedaj. Če študentje pridobljenega znanja na kasnejšem delovnem mestu ne obnavljajo, potem z leti njihovo znanje blede in izginja.

#### NAMEN NALOGE

V naši seminarski nalogi smo želeli domisliti, kako pridobljeno teoretično znanje pri omenjenih predmetih narediti bolj "uporabno". Kako doseči praktično uporabo kabinetno pridobljenega znanja?

#### METODE DELA

- I. Opraviti anketo o kvaliteti pouka (predavanja in vaje) med študenti, ki so že poslušali predmete Uporabna zoologija in zoоекologija (UŠ, VSS), Gozdna fitopatologija (UŠ), Varstvo gozdov (UŠ, VSS).
- II. Izdelati program povezovanja teoretičnih znaj in praktičnih uporab teh znaj na terenu - v gozdu.

#### REZULTATI DELA

I. Opravili smo anketo: Kvaliteta pouka pri predmetu Varstvo gozdov (opravljena s študenti 3. Letnika VSS Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF, 23.11.1998, število anketiranih študentov =14, vsi vpisani v letnik)

##### Povzetek odgovorov:

Ad. I. "Dobra študijska izkušnja"

- a) Terenski pouk (spoznavanje praktičnega dela v gozdu, "v najkrajšem času se največ naučiš").
- b) Vaje v laboratoriju pri predmetu Varstvo gozdov (mikologija - mikroskopiranje pomembnejših bolezni in škodljivcev).

Ad.2. "Slaba študijska izkušnja"

- a) Slabi študijski izkušnji so najbližja "dolgočasna predavanja", zaradi tem, ki študenta ne zanimajo ali zaradi predavatelja.
- b) Obvezna predavanja in vaje.
- c) Nekorekten odnos profesorjev ("nedoumljiva vprašanja").
- d) Prisilna prisotnost na predavanjih.

Ad.3. "Kako bi profesorji /asistenti/ izboljšali svoja predavanja, vaje"

- a) Več praktičnih znanj, več mikroskopiranja in poučevanja zakonitosti narave v gozdu samem.
- b) Prikazovanje filmov in posnetkov (več kot sedaj).
- c) Izboljšati "komunikacijo" s študenti.
- d) Večja uporaba videokaset, dijakozitivov, fotografij
- e) Vsako snov predstaviti z diapozitivi.

Ad.4. "Splošna ocena vrednosti pouka"

- a) Večji poudarek bi bilo potrebno dati prepoznavanju bolzni in škodljivcev na terenu (predmet Varstvo gozdov)
- b) Samostojni študij je najslabša oblika študija (vaje+seminarji+predavanja so prava pot do kvalitetnega študija).
- c) Pri predavanjih se malo naučijo, vendar so v pomoč pri kasnejšem študiju.
- d) Predavanja nekaterim študentom pomenijo približno toliko kot televizija. Televizija ima prednost - televizijo lahko ugasneš.
- e) Vrednost predavanj je srednje dobra.
- f) Predavanja bi morala biti časovno prilagojena zmožnostim sledenja študentov. Izogibati bi se kazalo "blok uram", pričetek predavanj pa bi moral biti ob 9<sup>00</sup>.

Ugotavljamo, da že sami študentje čutijo nesigurnost pri aplikaciji konkretnega znanja v konkretnem delovnem okolju revirnega gozdarja - v gozdu.

## II. Izdelati program povezovanja teoretičnih znanj in praktičnih uporab teh znanj na terenu - v gozdu.

Pri predmetu Varstvo gozdov (VSS, UŠ) so dvodnevne terenske vaje potekale tako, da so vsi študentje (od 15 do 30 učencev) prišli na teren, učitelj je pojasnil, kaj je namen vaj in je v prehodu od lokacije do lokacije pojasnjeval posamezne simptome poškodb. Če so na terenu bile prisotne posamezne žuželke ali bolezni so si jih ogledali in tudi določili.

Menimo, da je za študente taka organizacija vaj nezahtevna, neosebna in tudi relativno neučinkovita.

Koncept izboljšanih terenski vaj pri predmetu Varstvo gozdov (VSS, UŠ):

A. Delo študentov pri vajah naj bo *samostojno-skupinsko delo*. Potekalo naj bi po eksaktno izdelanem planu, ki ga izdelata predavatelj in asistent. Izvajajo ga študenti sami (v skupini - največ štirje študenti), brez prisotnosti profesorja ali asistenta. Tako bi se študenti navajali samostojnosti, odgovornosti, koordinacije s kolegi - torej dela v timu. Študenti lahko izvedejo vaje sicer v določenem časovnem okviru (npr. v teku enega meseca - takrat ko so simptomi in poškodbe, ki naj bi jih opazovali, najbolj

vidni), vendar termin izvajanja vaj sami določijo glede na študijske in druge obveznosti.

- B. Ta tip vaj zahteva veliko predpriprav predavatelja in asistenta. Potrebno je natančno in ustrezno določanje lokacije terenskih vaj, pri čemu morajo biti izpolnjeni številni pogoji. Lokacija mora biti dostopna, ne preveč zahtevna glede orientacije in bogata z ustreznim učnim materialom: na dolžini 1-1,5 km moramo dobiti najmanj 15-20 usteznih "šolskih" eksponatov- simptomov poškodb, ki jih povzročajo škodljive žuželke ali bolezni, vidna trosišča in trosnjake gliv, poškodbe gozdnega drevja, ki jih povzročajo abiotični dejavniki (npr. razne razpoke, spremembe barve asimilacijskih organov, ki jih povzroča pomanjkanje hranil v tleh, polucijski ožigi listja in iglic in dr.). Profesor in asistent natančno pregledata določeno lokacijo, izdelata plan premikanja skupine študentov, vidno markirata posamezna drevesa s simptomi in določita vzroke poškodb (npr. glive, žuželke, abiotični dejavniki). Na licu mesta naredita terenske zapiske, ki so kasnejša natančna navodila za premikanje in determinacije študentov.
- C. Skupina študentov dobi natančna navodila posneta na kaseti v obliki zvočnega zapisa (za "walkman"). Navodila se sestojijo iz:
- a) Časovnega okvira vaj (npr. vaje lahko opravite v času od 15.5. do 15.6. - to je v času, ko so najbolj vidni simptomi, ki jih opazujemo)
  - b) Natančne določitve lokacije terenskih vaj, smeri premikanja in opise markacij dreves ali rastja kjer so uzorci za opazovanje in herbariziranje.
  - c) Študenti morajo vzorce poškodb ali drugi material (trosnjake, zoocecidije, minirano listje, obžrte poganjke in dr.) nabrati in herbarizirati.
  - d) Pri vsakem nabranem vzorcu so tudi navečeni ključi za določanje vzrokov poškodb.
  - e) Skupina študentov izdela poročilo v katerem so določeni povzročitelji poškodb na nabranem materialu. Za vsakega povzročitelja napišejo opazovane simptome poškodb. Poročilo se oceni skupinsko - z eno oceno, vsak študent sam predlaga svojo oceno glede na delež, ki ga je opravil pri skupnem delu. Ostali študenti skupine s konsenzom sprejmejo ali zavrnejo predlog vsakega študenta.

## ZAKLJUČEK

Predlagane spremembe v izvajanju terenskega pouka bi spodbujale samostojno delo v timu, pripomogle k objektivni samooceni vsakega posameznika, napotile študente v zapleteno delo določanja vzrokov poškodb rastja po simptomih in tudi pri ugotavljanju vrst bolezni in škodljivcev po ključih.

Tako delo pomeni visoko stopnjo samostojnosti, predstavlja dobro predpripravo za samostojno delo na terenu to končanju študija.

Tako izveden terenski pouk upošteva tudi obremenjenost študentov, ki bi tako lahko prilagodili termin izvajanja vaj študijskim in drugim obveznostim.

ANDRIJANIČ, B., 1999: Ugotavljanje možnih vzrokov za propadanje dlakavega sleča (*Rhododendron hirsutum* L.) na območju Triglavskega narodnega parka. Dipl. nal., Ljubljana, BF, Oddelek za biologijo

---

Diplomska naloga je bila opravljena v laboratoriju Gozdarskega inštituta Slovenije, v laboratoriju Oddelka za fizikalno in organsko kemijo na Inštitutu Jožef Stefan v Ljubljani ter na Katedri za fiziologijo rastlin Oddelka za biologijo na Biotehniški fakulteti.

Študijska komisija Oddelka za biologijo je za mentorja diplomske naloge imenovala doc. dr. Majo Jurc.

Mentor: doc. dr. Maja Jurc  
Somentor: prof. dr. Nada Gogala

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: doc. dr. Nina Gunde-Cimerman

Član: prof. dr. Nada Gogala

Član: doc. dr. Maja Jurc

Član: prof. dr. Andrej Martinčič

Datum zagovora: 19. oktober 1999

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 581.5:579:582.28:582.912(043.2) = 863
KG	dlakavi sleč ( <i>Rhododendron hirsutum</i> L.) / endofitne glive / patogene glive / določanje vrst / ekologija / onesnaženost ozračja / Triglavski narodni park
KK	
AV	ANDRIJANIČ, Barbara
SA	JURC, Maja mentor
KZ	1000 Ljubljana, SLO, Večna pot 111
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
LI	1999
IN	UGOTAVLJANJE MOŽNIH VZROKOV ZA PROPADANJE DLAKAVEGA SLEČA ( <i>Rhododendron hirsutum</i> L.) NA OBMOČJU TRIGLAVSKEGA NARODNEGA PARKA
TD	diplomska naloga
OP	XI, 88 s., 4 gr., 53 sl., 22 tab., 1 pril., 81 ref.
IJ	SL
JJ	sl/en
AI	V diplomski nalogi smo skušali opredeliti najverjetnejše dejavnike, ki vplivajo na sušenje dlakavega sleča ( <i>Rhododendron hirsutum</i> L.) v Triglavskem narodnem parku in izključiti dejavnike, ki za pojav niso pomembni. Glivno floro dlakavega sleča smo proučevali na listih in vejicah zdravih in poškodovanih poganjkov. Nekatere smo določili neposredno na rastlinskem materialu, druge pa iz glivnih kultur, izraslih iz notranjih tkiv vejic. Vzorčenje je potekalo julija in septembra 1997 na petih različnih lokacijah. Skupaj smo izolirali 11 različnih taksonov gliv. Okuženost celotnega vzorca je bila relativno visoka, 76.4 % (220 izolatov iz 288 vzorcev). Pokazala se je bistvena razlika v številu vseh izoliranih gliv glede na čas vzorčenja in vitalnost gostitelja. Vrste, ki smo jih določili v glivnih kulturah, so opisane kot kozmopolitske in epifitne in ne morejo biti vzrok za sušenje dlakavega sleča. Vrste, ki smo jih našli na rastlinskem materialu so opisane kot patogene. Te bi lahko povzročale sušenje. Proučili smo tudi koncentracije polutantov, ki so antropogenega izvora in so pri nas najbolj vplivni. Uporabili in prilagodili smo metodo, ki po izsledkih literature zaznava najvišje vrednosti, ki jih koncentracije polutantov v opisanih pogojih (rosa) lahko dosežejo. Menimo, da z uporabljenno metodo lahko ocenimo velikostni razred koncentracij ionov na listih rastlin. Ugotovili smo, da sodijo povprečne vrednosti izmerjenih koncentracij preiskovanih polutantov v vzorcih rose v povišane kategorije po Smidtu (Smidt 1984), vendar pa menimo, da področja raziskovanih ploskev polucija ne prizadeva v takšni meri, da bi lahko povzročila obsežnejše sušenje dlakavega sleča. Domnevamo, da so predvsem ekstremne klimatske razmere tisti dejavnik, ki bi lahko imel na sušenje največji vpliv.

Diplomska naloga je bila izdelana na Univerzi v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire in na Oddelku za lesarstvo, na Katedri za patologijo in zaščito lesa.

Komisija za študijska in študentska vprašanja na Oddelku za gozdarstvo je za mentorja diplomske naloge imenovala prof. dr. Franca Pohlevena, in za recenzentko doc. dr. Majo Jurc.

Mentor: prof. dr. Franc Pohleven

Recenzentka: doc. dr. Maja Jurc

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član: prof. dr. Franc Pohleven

Član: doc. dr. Maja Jurc

Datum zagovora:

---

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn
- DK GDK 844.2 *A. mellea*: 844.2 *H. annosum*: 1728: (043.2)
- KG bolezen drevja / hlodovina / povzročitelj bolezni / gliva / štorovka / *A. mellea* / smrekova rdeča trohnoba / *H. annosum* / razkroj lesa / kemijski proces / merjenje /
- KK
- AV TERNIFI, Mustapha
- SA POHLEVEN, Franc ment.
- KZ 1000 Ljubljana, SLO, Večna pot 83
- ZA Univ. v Ljubljani, Biotehniška fak., Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
- LI 1999
- IN INTENZIVNOST RAZKROJA LESA S ŠTOROVKO (*ARMILLARIA MELLEA* [Vahl: Fr.] Kummer) IN SMREKOVO RDEČO TROHNOBO (*HETEROBASIDION ANNOSUM* [Fr.] Bref.)
- TD diplomska naloga
- OP 113 s., 15 pregl., 35 sl., 21 graf., 92 ref.
- IJ SL
- JI sl / en
- AI Štorovko in smrekovo rdečo trohnobo smatramo kot najpomembnejši boleznidreves in hlodovine. Zato smo z nalogo skušali ugotoviti intenzivnost razkroja lesa s tema glivama. Razvili smo metodo za merjenje parametrov, povezanih s procesom razkrajjanja lesa. Ti parametri so: poraba kisika, nastajanje ogljikovega dioksida ter spremembe temperature in vlage v lesu. Ugotovili smo, da se s povečanjem porabe kisika poveča sproščanje ogljikovega dioksida, prav tako se povišata tudi temperatura in vlaga v lesnem vzorcu in obratno, le da se vlaga proti koncu poskusa ne zniža, zaradi kondenza. Pri štorovki je intenzivnost razkroja lesa večja in čas razkroja lesa daljši kot pri smrekovi rdeči trohnobi. Izguba lesne mase je večja pri štorovki (15 %) kot pri smrekovi rdeči trohnobi (8 %). Štorovka je v sedemintridesetem dnevu dosegla največjo porabo kisika (1,644 mg/l/h), količina nastalega ogljikovega dioksida pa je znašala 0,043 mg/l/h. Smrekova rdeča trohnoba je v enaintridesetem dnevu dosegla največjo porabo kisika (1,34 mg/l/h), količina nastalega ogljikovega dioksida pa je znašala 0,035mg/l/h. Metoda za spremljanje aktivnosti

Ternifi, M. Intenzivnost razkroja lesa s štorovko (*A. mellea* [Vahl: Fr.] Kummer) in smrekovo rdečo trohnobo (*H. annosum* [Fr.] Bref.) IV  
Dipl. nal., Ljubljana, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 1999

---

glive se je izkazala za uspešno, končni rezultati kažejo, da so merjeni parametri v tesni medsebojni povezavi.



UNIVERZA V MARIBORU

PEDAGOŠKA FAKULTETA

Oddelek za biologijo

**RAZŠIRJENOST IN ŽIVLJENJSKI CIKEL LISTNEGA  
ZAVRTAČA DIVJEGA KOSTANJA (*Cameraria ohridella* Deschka  
& Dimić, 1986) V SLOVENIJI (Lepidoptera: Lithocolletidae)**

**DIPLOMSKO DELO**

Katja ZELENKO

Mentor: izr. prof.dr. Dušan DEVETAK

Maribor, 1999

ZELENKO, K. : Razširjenost in življenjski cikel listnega zavrtača divjega kostanja (*Cameraria ohridella* Deschka-Dimić, 1986) v Sloveniji (Lepidoptera: Lithocolletidae). Diplomsko delo, Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta, Oddelek za biologijo, 1998.

#### IZVLEČEK

Raziskovali smo razširjenost vrste *Cameraria ohridella* v Sloveniji. Z opazovanjem izoliranih osebkov na drevesih divjega kostanja in opazovanjem osebkov na prostem, smo raziskovali razvoj populacij od aprila do novembra. Ugotovili smo, da se v Sloveniji pojavljajo tri generacije. Opravili smo analizo gostote posameznih generacij na različnih lokalitetah ter analizo mortalitete larv in pup. Zabeležili smo manjše število parazitov.

Deskriptorji: *Aesculus hippocastanum*, *Cameraria ohridella*, entomologija, Lepidoptera, Slovenija, življenjski cikel

ZELENKO, K.: Distribution and life cycle of horse chestnut leafminer (*Cameraria ohridella* Deschka-Dimić, 1986) in Slovenia (Lepidoptera: Lithocolletidae). Diploma, Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta, Oddelek za biologijo, 1998.

#### ABSTRACT

The distribution of *Cameraria ohridella* in Slovenia was investigated. We observed the populations development in the period from April to November 1997. Isolated individuals on horse chestnut trees and individuals on free land were investigated. In Slovenia there have been found three generations of *C. ohridella*. The analysis of generations density at different localities and analysis of larval and pupae mortality have also been carried out. Some parasites of *C. ohridella* have been found.

Descriptors: *Aesculus hippocastanum*, *Cameraria ohridella*, entomology, Lepidoptera, life cycle, Slovenia

# MAJ

5 Maj – veliki traven  
Letnik 28 – 1996

Cena 600 SIT • Cena za naročnike 540 SIT  
Poštšina plačana v gotovini

SI ISSN 0580-8197



*Darilo: vzorec Bioten kreme*

*Nagradni razpis za najbolj slovenski balkon*



*Zlata cvetlica*

*Goščava na vrtu*

*Slive in češplje*

*Modri nitkar*

*Kje gnezdiijo ptice?*

## *'i sprašujete – mi odgovarjamo*

### *Težave z lipo*

*Na dvorišču stoji velika lipa, ki pa je nekoliko nagnjena, in ker se bojim, da bi se morala prevrniti, razmišljam, da bi odrezal spodnji vrh drevesa. Je to sploh potrebno, ker veje vsako leto obrezujemo, predvsem na spodnji strani? Ali bi drevo preveč prizadel s takšnim posegom? Skrbi pa me, da se lipa ne bi prevrnila, ker daje poleti pravo hladno senco. Stara je 65 let in upam, da bo še dolgo rasla. Prosim vas za odgovor se vam že vnaprej zahvaljujem.*

*Jože Kodrič, Žalec*

Dvovrha lipa na vašem dvorišču je, kot kaže slika, res nekoliko nagnjena, pri čemer spodnje deblo s svojo krošnjo še dovolj odmiha položaj drevesne težiščnice od sredine podnožišča debela. Stojnost nagnjenih dreves je v primerjavi s pokončnimi šibkejša, in to tem bolj, čim večji je odmik drevesne težiščnice od sredine debela pri koreninskem vratu. Njihova uspešna glede mehanske stabilnosti je odvisna od številnih, tudi naključnih dejavnikov. Na stabilnost vplivajo vremenske razmere, položaj zemljišča, vrsta tal, koreninski sistem, velikost in oblika krošnje, trdnost debela in vej in še bi lahko našteval. V izrednih vremenskih pogojih celo normalno rasla drevesa težko vzdržijo silne

obremenitve, posebno, če nastopi več razdiralnih dejavnikov hkrati. Naravne razdiralne sile pa v naših krajih pustošijo vsako leto. Tudi v zadnji zimi je bilo tako. Med leti 1966 in 1981 je bilo v gozdovih zaradi poškodb po ujmah na območju Slovenije prizadetih in posekanih več kot 2,5 milijona m<sup>3</sup> lesa. Žled je pred leti samo na območju Brkinov v pičlih dveh dneh polomil in izruval za približno pol milijona m<sup>3</sup> drevja, prav toliko je v eni sami uri leta 1984 na Gorenjskem opravil tudi vihar, ki je imel moč orkana.

Težko je potemtakem napovedati usodo vaši priljubljeni lipi, ki vam čez zimo pomaga k zdravju, poleti pa daje prijetno, hladno senco. Tokrat bi odgovadali vsi poreroki in vse vedeževalke. Sicer pa je za naši dve drevesni vrsti iz rodu *Tilia* (velikolistna in malolistna lipa ali lipovec) značilno, da lahko dočakata visoko, tudi več stoletno starost in dosežeta izjemne dimenzije. Velikolistna lipa lahko zraste do 40 m visoko in dočaka vsem svojim sovražnikom navkljub tudi blizu tisoč let. Takšnih častitljivih stark pri nas res ni, pač pa je naš rekorder Najevnikov stric lipovec z Ludranskega vrha nad Črno na Koroškem, ki je preživel turške vpade in se od takrat pa do današnjih dni zredil tako, da je v prsni višini meril v premeru 3,2 m in bilo ga je za 43 m<sup>3</sup>. V času te visoke starosti je bil orjaški sedemvrhi lipovec že precej načet, saj je imel odlomljenih več vrhov, pošteno so ga zdelale tudi trohnbne glive, in to tako močno, da je bil v sredini votel, v votlini pa je bilo prostora za tri odrasle može. In vendar je še stal! Take sreče pa ni bila deležna mlajša in drobnejša lipa v Pristavi pri Trziču, ki jo je podrl že omen-

jeni vihar. Na srečo krajanov je pačila mimo hiš. Na Slovenskem stoji oz. kmečkih hišah še pri cerkvah kar precej močnejših lip in lipovcev. Ta drevesa so stojela dolgo kljubovala vsem vremenskim ujmah in, kljub poškodbam, ki se jim jih prizade ali zlomi, preživela. Za to se imajo lipe in lipovci zahvaliti predvsem svojemu močnemu koreninskemu pletežu, ki je sestavljen iz več močnejših navpičnih in številnih krepkih bočnih korenin. V tleh so ta Slovenskem simbolna drevesa torej zelo globoko zasidrana in tako odporna proti vetru, ki jih zlepa ne more izruvati, le vrhove jim lomi. Slabo se jim piše le na plazovitih zemljiščih.

Iz pisma sem razbral, da ste že sami zelo dobro ocenili položaj vaše lipe, in tudi prav ste ravnali z njo. Z obrezovanjem vej na spodnji strani levega debela ste drevo razbremenjevali na pravi strani in tako zavirali obrnjanje težiščnice. Odstranitve spodnjega dela debela za zdaj ne bi priporočal, kajti z obveznim poševnim rezom bi zazijala na drevesu velika rana, ki bi jo kljub sanaciji rane in nanosu zaščitnega premaza (kambisan ali cepilna smola) slej ko prej okazile trohnbne glive. Torej bi ostali lipe, ki in mi vsi brez vsake moči, lipa pa bi morala prezgodaj usahnuti. Z vašo lipo bo torej še vse dobro.

*Janez Titovšek*

### *Novo na knjižnih policah*

Na začetku pomladi nam je Cankarjeva založba predstavila nekaj svojih novih jezikovnih priročnikov in modernih, dvojezičnih slovarjev. Tako je Elza Jereb našla najsodobnejši priročnik za francosko slovnico s slovenskimi razlagami z naslovom **Francoska slovnica po naše**. Namenjena je dijakom, študentom in drugim za utrjevanje znanja francoščine. **Govorimo angleško** je priročnik, ki nam pomaga hitro osvojiti besede in fraze z določenega področja ter nam tako prihrani mnogo katere zadrego v vsakdanjem življenju. Sestavila in uredila ga je Mojca Hočevar, iz angleščine pa prevedel Andrej Skubic.

Podjetjem, ki poslujejo z angleško in nemško govorečimi partnerji, sta namenjena **Angleščina za poslovno uspešne** in **Nemščina za poslovno uspešne**. Prvi je prevedel, drugi avtorsko delo. Z obema si

bodo lahko pomagali mnogi zaposleni najrazličnejših strok!

Velika pridobitev med slovarji je delo Elizabete Brnjak – **Madžarsko-slovenski in slovensko-madžarski moderni slovar**, ki zajema kar 49 tisoč gesel.

**Zasebno življenje rastlin** pa je svetovna uspešnica Davida Attenborougha, ki je izšla v prevodu Nade Pantič Starič. Razkriva nam osupljiva dejstva o življenju rastlin, ki jih je omogočil spoznati šele razvoj filmske in videotehnik. Dejavnosti rastlin, ki jih s prostim očesom ne opazimo, tehnika naredi vidne in očitne. Knjigo so natisnili v Veliki Britaniji, ob televizijski nadaljevalki, ki je pred kratkim na sporedu tudi na naši televiziji, pa bo lepo dopolnjevala vedenje in znanje o rastlinah tudi s tiskarovo besedo vsakemu, ki jo bo dobil za darilo, si jo kupil sam ali izposodil v knjižnici.

*L. U.*



# MAJMALI SVET

6 Junij – rožnik  
Letnik 28 – 1996

Cena 600 SIT • Cena za naročnike 540 SIT

Poština plačana v gotovini

SI ISSN 0300-0177

K



9 770580 819712



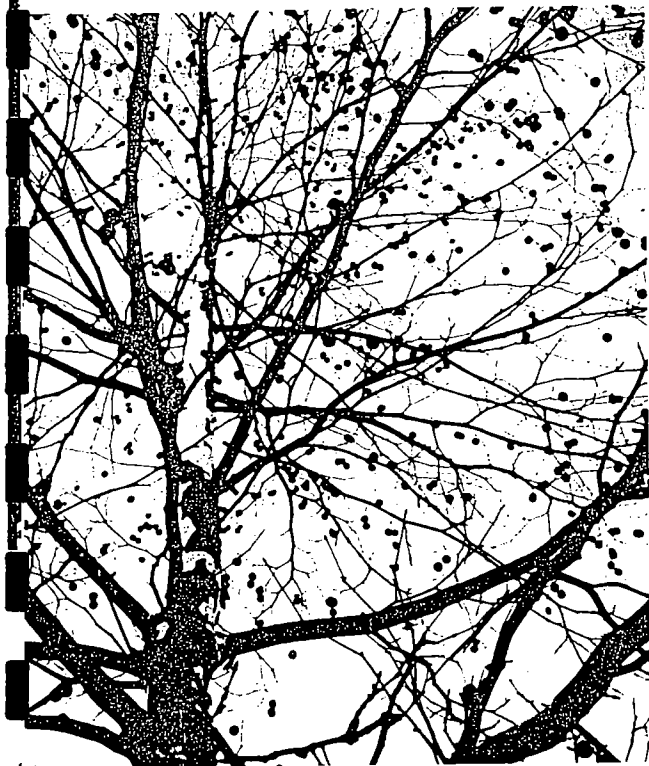
*Darilo: seme radiča  
Nagradna akcija ASEF 3-3-1*

- Zelene hoste žare*
- Ptice na vrtu*
- Pokanje češenj*
- Kokoš vorwerk*
- Hortikulturno društvo Kranj*

Priljubljeno  
parkovno  
drevje

# Platane

Platane so zaradi hitre rasti, izjemnih mer, ki jih dosežejo, obilne krošnje, svojstvene oblike listov in soplodij, lepe bave skorje, ki je gladka in se v značilnih velikih tankih luskah lušči z debel, zelo priljubljeno listopadno parkovno drevje.



Njihova domovina so Severna Amerika, juhozahodna Azija in južni del Balkanskega polotoka. Pri nas so bile kultivirane v parkih in drevoredih. Tam najpogosteje srečamo javorolistno platano (*Platanus acerfolia* Wild.), ki je domnevno hibridna vrsta; križanec med vzhodno (*P. orientalis* L.) in ameriško platano (*P. occidentalis* L.). Na ameriško platano v Sloveniji bolj redkoma naletimo. V mestnem okolju se je še posebno izkazala javorolistna platana, ki med svojimi vrstnicami še najbolje prenaša nizke temperature in onesnažen zrak.

## Nekaj je narobe

Zadnji desetletji opažamo, da je z našimi platanami nekaj narobe. Njihova klavrna drža in splošna prizadetost kažeta, da životarijo pod bremenom motečih dejavnikov. V mestnem okolju so obsojene na življenje v manj ugodnih ekoloških pogojih. Zajeda jih gliva *Apiognomonia veneta* (Sacc.) Höhn, ki povzroča listno sušico in odmiranje vej, življenjski sok jim pije platanina čipkarka (*Corythuca ciliata* Say.), liste pa jim votli platanin zavrtač (*Lithocolletis platani* Stgr.). Omenjeni zajedalci se pojavljajo na platanah vsako leto, iz leta v leto se spreminja le jakost njihovega napada.

## Gliva *A. veneta*

Do primarnih okužb listov in mladih poganjkov s sporami glive *A. veneta*, ki jih veter prenese z lanskih odpadlih listov in z prezimelega micelija v vejah, pride, ko platane brstijo. Vlažno in hladno vreme pospešuje izbruh in širjenje bolezni. Po okužbi mladi listi in poganjki odmerjo že v nekaj dneh, nato pa se posušijo in odpadejo. Tkiva na starih listih porjavijo in odmerjo le vzdolž glavnih žil. V odmrlim tkivu se razvijejo plodišča, njihove spore opravijo sekundarne okužbe. Bolezen se v epidemničnem obsegu pojavlja v vlažnih in hladnih pomladih. Tedaj krošnje mozaično že kmalu po olistanju porjavijo. Po izgubi odmrtih listov in poganjkov ter vnovičnem listanju si bolj ali manj izčrpane platane navidezno opomorejo.

## Zavrtač in čipkarka

Skoraj sočasno z brstenjem in okužbo zajedalske glive se iz zimskega sna prebujata platanin zavrtač in platanina čipkarka. Iz bub v odpadlih listih se razvijejo metuljčki zavrtača, ki zaležejo jajčeca na spodnjo stran listov. Izlegle gosenice se zavrtajo v liste in jih votlijo. Živijo na račun soka in listnega tkiva. Kačasto zaviti hodniki v mezofilu lista postanejo ovalni in veliki do štiri cm<sup>2</sup>. V treh tednih se gosenica po šestih levitvah razvije in zabubi v hodniku. V listu se lahko razvija na desetine ličink. Tedaj je list ves v mehurjih in zvit. Razvije štiri rodove na leto in se v pogojih okrnjenega odpora okolja do jeseni močno namnoži, zlasti v spodnjem delu krošnje. Močna razširitev pojava plataninega zavrtača sledi milim zimam še zlasti tam, kjer pomladi pred izletom metuljev niso odstranili odpadlega listja.

## Iz Amerike v Evropo

Leta 1964 se je platanina čipkarka iz Severne Amerike prikradla v Evropo in se bliskovito razširila tudi po Sloveniji. Izjemno hitro se razmnožuje in zelo spretno smukne v pod platanami parkirane avtomobile, s katerimi se »zelo rada vozi«. Sivobela mrežasta membrana, ki pokriva telo in glavo od zgoraj, napravi to komaj štiri milimetre veliko stenico nenavadno lepo. Toda krepki, temni trni na robovih membrane vzbudijo zlo slutnjo o njeni pravi naravi. Stenice prezimujejo v velikih skupnostih, večinoma pod odstopajočo skorjo na deblih platan. Po ozelenitvi se preselijo na liste, kjer sesajo rastlinski sok. Njihovo življenje poteka na spodnji strani listov. Tam zalegajo jajčeca v kote listnih žil, kjer se s sesanjem sokov preživljajo tudi z značilnimi bodicami obdane ličinke, ki se v 5 do 6 tednih po štirih levitvah preobrazijo v razvite osebkke. Prvemu sledi še drugi



Platanin zavrtač – mehurjaste mine na listu platane



Sušica plataninih listov



Sivenje plataninih listov zaradi sesanja rastlinske soka platanine stenice

rod. Prezimujejo le razvite živali. Stenice njihov zarod pustijo za seboj iztrebke, pikice, ki so posute po vsej spodnji strani in svetle pikice ob vbodnih mestih zgornji strani lista, ki se vzdolž glavnih stranskih žil postopoma spojijo v svet sivkasto brezklorofilno polje. Premo izsesani listi se predčasno osujejo in suho vreme godi stenici, ki prizadene platane – če se preveč namnoži – že v polovici vegetacijske dobe. To pa se zgodi letih, ki sledijo milim zimam, kajti mrzlo odločilen dejavnik odpora okolja, saj stenice v novem okolju doslej lotili le. Platanina čipkarka je v urbanem okolju zelo nadležen molestant. Moteča stanovanju in na ulici, pri počitku rekreaciji in ne nazadnje tudi kot trdovratni onesnaževalec pod platanami parkiranih avtomobilov.

Platane, ki se odlikujejo z obilno, gostoto krošnje, so doslej še nekako kljub vsem obremenitvam. Negotova pa bi bila njihova usoda v izjemnih podnebnih razmerah, ki bi omogočile izbruh več stresnih dejavnikov hkrati ali posameznih dejavnikov več let zaporedoma. Zavedati je namreč treba, da je zatiranje zavrtača čipkarke v urbanem okolju pogojeno določenimi omejitvami.

Janez Titovšek

17.1.7 Poročilo št. 1. (L. J.) 17.2: (492. B. - 1995)  
fornit. št. 17.1.7 Poročilo št. 1. (L. J.) 17.2: (492. B. - 1995)

Poročevalska, diagnostična in prognostična  
služba za varstvo gozdov  
Gozdarski inštitut Slovenije in Gozdarski oddelek BF  
Večna pot 2  
61000 Ljubljana

Zavod za gozdove Slovenije  
Območna enota Sežana  
Partizanska 49  
Sežana

Zadeva: Sušenje zelenega bora.

V januarju 1995 nam je vodja za gojenje in varstvo gozdov kraške območne enote Zavoda za gozdove Slovenije dipl. inž. gozd. Boštjan Košiček poslal vzorce vej zelenega bora (*Pinus strobus* L.), ki se suši na širšem območju Ilirske Bistrice. Ker na vzorcih ni bilo drugih bolezenskih znamenj kot močno smolenje in zmanjšan dolžinski letni prirastek, smo si 2. 3. 1995 ogledali prizadete sestoje: Jošt Jakša, CE ZGS, Boštjan Košiček, ZGS OE Sežana, Franc Fajfar, vodja KE Ilirska Bistrica, Silvo Frankovič, revirni vodja, in mag. Dušan Jurc, GIS. Zaradi slabe rasti in sušenja zelenega bora sva si Stane Žunič, ZGS OE Novo Mesto in D. Jurc, kasneje ogledala še en sestoj na območju OE Novo mesto. Po prvih laboratorijskih izsledkih pa smo si ogledali še enkrat sestoje pri Ilirski Bistrici 21. 4. 1995: prof. dr. Janez Titovšek, BF, Franc Fajfar, mag. Alenka Munda, GIS in D. Jurc.

V okolici Ilirske Bistrice so opazili začetek sušenja zelenega bora na cca 400 ha v KO Velika Bukovica in KO Mala Bukovica po koncu zime 1993/1994. V poletju 1994 se je sušenje v manjšem obsegu nadaljevalo, močno pa se je pojavilo v zimi 1994/1995 in letos spomladi. Ogledali smo si objekt Madergoc, kjer so predhodno posekali sušice in še žive hirajoče zelene bore in objekt Vodarna, kjer je obširni semenski sestoj zelenega bora z imenom Kraljevi hrib. Tu se zeleni bor izredno uspešno pomlajuje, vendar številna odrasla drevesa, stara 30-40 let več dreves pa celo 60-70 let, kažejo znamenja hiranja. Na območni enoti Novo mesto, GGE Žužembark, KO Veliko Lipje pa cca 76 ha velik nasad zelenega bora hira in delež sušic se povečuje. To je objekt Smerjak, kjer



so okoli leta 1965 posadili na rastišču hrasta in gabra smreko in zeleni bor (danes je lesna zaloga le 90m<sup>3</sup>/ha, zelenega bora je 47%, smreke 40% , rdečega hrasta 8%, ostalo pa so domači listavci).

Simptomi sušenja malo variirajo od osebka do osebka, vendar so vsaj pri starejših drevesih v končni fazi vedno prisotni podlubniki. Variabilnost bolezenskih znamenj je posledica različnih povzročiteljev. Na kratko bi lahko označili zdravstveno stanje obsežnih pregledanih nasadov in naravno pomlajenega zelenega bora kot izločanje tuje drevesne vrste s kompleksom bolezni in škodljivcev, ki so se v relativno dolgem obdobju prisotnosti zelenega bora v teh sestojih uspeli razširiti v takem obsegu, da postajajo najpomembnejši dejavnik izločanja te drevesne vrste iz gozda.

Menimo, da so bolezni zelenega bora (štorovka, smrekova rdeča trohnoba, venenje zelenega bora) le včasih edine povzročiteljice sušenja. Najpogosteje oslabijo drevje, ki tako oslabele in hirajoče predstavlja primeren material za prenamnožitev podlubnikov. Ti lahko prenamnoženi sami uničijo preostala vitalna drevesa. Seveda pa neizvajanje gozdnega reda tudi lahko povzroči njihovo prenamnožitev.

Simptomi odmiranja zelenega bora so značilni za bolezni korenin: dolžinski prirastek poganjkov se zmanjšuje nekaj let, igličavost krošenj se zmanjšuje, lubje se guba in izsušuje zaradi pomanjkanja vode, na dnu debla pogosto opazimo smolenje. Na vzorcih, ki smo jih odvzeli iz dreves s takimi simptomi smo določili tri nevarne zajedavske glive, ki jih na kratko predstavljamo:

*Leptographium procerum* (Kendrick) Wingfield (staro, uveljavljeno ime v gozdni fitopatologiji je *Verticicladiella procera* Kendrick). V Sloveniji smo glivo tokrat določili prvič, je pa verjetno že dolgo prisotna. Bolezen smo poimenovali venenje zelenega bora. V 70. letih je na hrvaškem povzročila obsežna sušenja zelenega bora v mladih nasadih, zato so se raziskovalno precej ukvarjali z njo in rezultati so zbrani v publikaciji Radovi, Vol. 19, 1984, št. 55, 90 str. z naslovom: Sušenje američkog borovca u kulturama. Simptomi bolezni so predvsem posledica pomanjkanja vode v krošnji - iglice venijo, nato porumenijo in se posušijo. Gliva je razraščena v koreninah in prodira po beljavi v dnu debla. Tu se deblo pogosto rahlo odebeli in značilna je razpokanost lubja, kjer se močno izceja smola. Pri prečnem prerezu okuženega dnu debla opazimo v beljavi sive ali skoraj črne lise. Kambij odmira v navpičnih pasovih iste barve. Mlado drevesce se posuši v treh do 12 mesecih, pri starem drevesu je bolezen kronična in traja več let. Na Hrvaškem so opazili močna sušenja predvsem na vlažnih, težkih tleh, kjer se drevesca sušijo v velikih skupinah. V ZDA se bolezen pojavlja



predvsem v južnih predelih, redko v severnih državah. Kuži številne bore, med njimi tudi črni in rdeči bor, vendar je najpogostejša in najškodljivejša na zelenem boru. Najpogosteje povzroča sušenje zelenega bora do starosti 20 let, pogosto povzroča celo 20-50% mortaliteto v nasadih. Gliva okuži drevo skozi korenine ali koreninski vrat. Tu se razrašča (lahko veliko število let) dokler ni večina koreninskega sistema preraščena in šele takrat lahko opazimo značilna znamenja bolezni v krošnji. *L. procerum* oblikuje čopičaste trosonosce na katerih so drobne bledorumene kapljice z množico drobnih, brezbarvnih konidijev. Uvrščamo jo med nepopolne glive (Deuteromycotina), v razred Hyphomycetes. Lepljivi nespolni trosi so prilagojeni na razširjanje z žuželkami. Nastajajo na odmrlih koreninah, v rovih žuželk v lesu in lubju in na ranah. Glivo so v ZDA izolirali iz številnih vrst hroščev, najpomembnejši prenašalci pa so podlubniki (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.)

*L. procerum* je po ameriških izsledkih gliva, ki povzroča največje poškodbe drevesom oslabilnim zaradi neustreznega rastišča (predvsem prevlažnih tal), klimatskih ekstremov, ran na dnišču debla in na koreninah, napača žuželk in onesnaženega zraka. V okolici Ilirske Bistrice smo jo našli na vzorcih iz sestoja Madergoc (pribl. 20 let staro drevo v zadnji fazi sušenja in močno napadeno s podlubniki vrste *Pityogenes chalcographus*), pri vodarni na mladem drevesu (pri dnišču značilno odebeljeno in z močnim izcejanjem smole, krošnja preredčena in rahlo rumena, vendar brez poškodb zaradi podlubnikov). Sicer pa so se tudi na objektu Vodarna pojavila v sestojih zelenega bora žarišča podlubnikov. *Pityogenes chalcographus* je naselil sečne ostanke in napadel tudi živa drevesa, *Ips sexdentatus* pa skoraj izključno le debelejši posekan les. V objektu Smerjak smo jo našli na enem vzorcu iz dnišča debla.

*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. Smrekova rdeča trohnoba je dobro znana pri nas, saj je verjetno gospodarsko najpomembnejša bolezen iglavcev. Določili smo jo po konidijih, ki so se razvili na okuženih vzorcih lesa iz dnišč debel. Presenetljiva je njena pogostnost, saj je bila od treh določenih gliv najpogostnejša, kljub temu, da je zeleni bor na večini pregledanih rastišč prisoten v prvi generaciji. To kaže na veliko dovzetnost zelenega bora za to bolezen in na črno perspektivo za njegovo zdravstveno stanje v prihodnosti. Kot gniloživka namreč po poseku okuženih dreves ostaja v sestoju in bo okuževala naslednje generacije vnešenih ali naravno pomlajenih iglavcev. Izolate iz nabranih vzorcev bo A. Munda uporabila za nadaljne raziskave v okviru svoje doktorske disertacije in določila bo tip te bolezni (vrsta je diferencirana v smrekov, borov in jelov tip, ki se razlikujejo po ekologiji in patogenosti).



Armillaria spp. Štorovka je bila najredkejša in verjetno ne vpliva bistveno na zdravstveno stanje odraslih zelenih borov, našli smo jo na nekaj primerkih mladih borov, ki jih je uničila. Zato vrste niti nismo določili (laboratorijski postopki so dolgotrajni in zato dragi).

#### Zaključki in priporočila

Kompleks bolezni in škodljivcev v pregledanih nasadih ogroža obstoj zelenega bora. Kot tuja drevesna vrsta zeleni bor ni dovolj prilagojen rastišču in kaže tudi, da tudi ni odporen in prilagojen na naše bolezni in škodljivce, ki na njem najdejo ustrezen življenjski prostor. Rastišča pri Ilirski Bistrici so sicer bogata in tudi klimatske razmere izgleda ustrezne za njegov razvoj in pomlajevanje, vendar bodo v prihodnosti bolezni in škodljivci tisti, ki bodo omejevali njegovo sposobnost vključevanja v naše gozdove. V kolikor je zasajen na neustreznem rastišču (kot npr. na objektu Smerjak), pa hira in ni konkurenčen domačim drevesnim vrstam že zaradi neustreznega rastišča. Tam, kjer se zeleni bor uspešno pomlajuje je njegova prihodnost zelo negotova. Z veliko gotovostjo lahko predvidimo, da bodo okužbe s patogeni in napadi škodljivcev pogostejši. Načelno lahko rečemo, da je verjetnost uspešne vzgoje zelenega bora mnogo večja v prvi generaciji na nekem rastišču kot v naslednjih.

sestavila

mag. Dušan Jurc, dipl. biol.

in prof. dr. Janez Titovšek, dipl. inž. gozd.

Ljubljana, 11. 5. 1995

V vednost: CE ZGS

*litovšek*

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN  
OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Liljana LOGAJ

**VARSTVO GOZDOV KOT STROŠEK GOZDNE  
PROIZVODNJE**

**DIPLOMSKA NALOGA**


**FOREST PROTECTION AS A PROFIT LOSS FOR FOREST PRODUCTION**

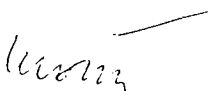
**GRADUATION THESIS**

Ljubljana, 1998

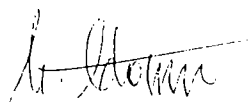
Diplomska naloga je bila izdelana na Biotehniški fakulteti, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire je za mentorja diplomske naloge imenovala prof. dr. I. Winklerja in za recenzenta prof. dr. J. Titovška.

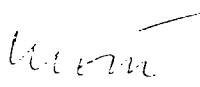
Mentor: prof. dr. Iztok Winkler 

Recenzent: prof. dr. Janez Titovšek 

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: 

Član: 

Član: 

Datum zagovora: 11. 5. 1998

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 4 : 651.6 : (497.12) (043.2)
KG	varstvo gozdov / poškodba gozda / varstveno sanacijski posek / vrste varstva / odgovornost / vlaganja / strošek / financiranje / pomoč države
KK	
AV	LOGAJ, Liljana
SA	WINKLER, Iztok ment.
KZ	1000 Ljubljana, SLO, Večna pot 83
ZA	Univ. v Ljubljani, Biotehniška fak., Odd. Za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	1998
IN	VARSTVO GOZDOV KOT STROŠEK GOZDNE PROIZVODNJE
TD	diplomska naloga
OP	IX, 59 s. 28 preglednic, 7 grafikonov
IJ	SL
JI	sl / en
AI	Slovenski gozdovi so neprestano podvrženi delovanju škodljivih abiotskih in biotskih dejavnikov. Varstvo gozdov skrbi za ohranjanje in izboljševanje stanja gozdov. Od uspešnega varstva je mnogokrat odvisen ekonomski uspeh gospodarjenja, kakor tudi zadovoljevanje vseh ostalih funkcij, ki nam jih nudi gozd. V zadnjih letih so stroški vlaganj v varstvo gozdov narastli, kar se negativno odraža pri ostalih vlaganjih v gozdove. Zaradi nezainteresiranosti lastnikov gozdov za opravljanje varstvenih del v gozdovih bo potrebno s strani države ponovno pretehtati učinkovitost sistema subvencioniranja.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Gt
- DC FDC 4 : 651.6 : (497.12) (043.2)
- CX Forest protection / forest damage / protection sanitation fell / protection methods / responsibility / investment / cost / financing / state subsidy
- CC
- AU LOGAJ, Liljana
- AA WINKLER, Iztok supervisor
- PP 1000 Ljubljana, SLO, Večna pot 83
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources
- PY 1998
- TI FOREST PROTECTION AS A PROFIT LOSS FOR FOREST PRODUCTION
- DT graduation thesis
- NO IX, 59 p., 28 tab., 7 graph.
- LA SL
- AL sl / en
- AB Forests in Slovenia are constantly submitted to effects of different biotic and abiotic factors. The role of forest protection is to preserve and improve the forests condition. A succesful protection ground economic as well as all other functions of forests. The investment costs for forest protection have increased in the last years which has negative impact on all other investments into forests. For the forest owners are not interested in forest protection activities, there efficiency of subsidization system should be reconsidered.

## KAZALO VSEBINE

Ključna dokumentacijska informacija (KDI) z izvlečkom	III
Key words documentation (KWD) include Abstract	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo grafikonov	IX
1 UVOD	1
2 OPREDELITEV PROBLEMA IN NAMEN NALOGE	3
3 METODA DELA	4
4 DEJAVNIKI, KI OGROŽAJO GOZDOVE	5
4.1 SPREMEMBA KLIME, ONESNAŽEVANJE ZRAKA	5
4.2 NARAVNE UJME	8
4.3 GOZDNI POŽARI	13
4.4 RASTLINOJEDA DIVJAD	16
4.5 BOLEZNI GOZDNEGA DREVJA	17
4.6 ŠKODLJIVI INSEKTI	19
4.7 POŠKODBE, KI NASTANEJO PRI PRIDOBIVANJU LESA	22
4.8 PRIMERJAVA MED DEJAVNIKI, KI OGROŽAJO GOZDOVE TER VARSTVENO SANACIJSKI POSEK PO GOZDNO GOSPODARSKIH OBMOČJIH	23
5 VRSTE VARSTVA GOZDOV	25
5.1 VARSTVENO DELO V ZVEZI Z PROSTOŽIVEČIMI ŽIVALMI	26
5.2 VARSTVO PRED POŽARI	30
5.3 VARSTVO PRED BOLEZNIMI IN ŠKODLJIVCI	33

5.3.1	Zatiranje rastlinskih bolezní	33
5.3.2	Zatiranje podlubnikov	33
5.4	VARSTVO GOZDOV V PRIMERU UJM	34
6	ODGOVORNOST ZA VARSTVO GOZDOV	37
6.1	ODGOVORNOST LASTNIKOV GOZDOV	37
6.2	ODGOVORNOST JAVNE GOZDARSKE SLUŽBE	38
6.2.1	Naloge Zavoda za gozdove Slovenije	38
6.2.2	Naloge Gozdarskega inštituta Slovenije	40
6.2.3	Naloge gozdarske inšpekcije	41
7	NARAVA VARSTVA GOZDOV KOT EKONOMSKE KATEGORIJE	43
8	FINANCIRANJE VARSTVA GOZDOV	45
8.1	STROŠKI VARSTVA GOZDOV V SLOVENIJI	46
8.2	PRIMERJAVA STROŠKOV VARSTVA GOZDOV MED SLOVENIJO, AVSTRIJO IN DEŽELO HESSEN	46
8.3	DRŽAVNA MATERIALNA POMOČ ZA VARSTVO GOZDOV	47
8.3.1	Subvencije	47
8.3.2	Krediti	49
8.3.3	Svetovalna tehnična pomoč	50
8.3.4	Davčne olajšave in oprostitve	50
8.3.5	Proračunska sredstva za varstvo gozdov	51
8.4	PROBLEMATIKA FINANCIRANJA VARSTVA GOZDOV OB IZREDNIH DOGODKIH	51
9	SKLEPNE UGOTOVITVE	53
10	POVZETEK	54
11	ZAHVALA	55
12	VIRI IN LITERATURA	56



## KAZALO PREGLEDNIC

<i>Preglednica 1: Povprečna osutost z intervali zaupanja po letu 1987</i>	6
<i>Preglednica 2: Povprečna osutost (POS) in povprečni delež poškodovanih dreves (IND) v letu 1995</i>	7
<i>Preglednica 3: Varstveno sanacijski posek zaradi vremenskih nezgod, primerjava s skupnim posekom in celotnim varstveno sanacijskem posekom ( m<sup>3</sup>)</i>	9
<i>Preglednica 4: Poškodovanost gozdov po ujmah v letih 1995/96 in 1996/97</i>	11
<i>Preglednica 5: Poškodovana lesna masa po ujmah v letih 1995/96 in 1996/97</i>	12
<i>Preglednica 6: Število in površina požarov v obdobju od 1991 do 1996</i>	13
<i>Preglednica 7: Število požarov in njihovi vzroki v obdobju od leta 1991 do 1996</i>	14
<i>Preglednica 8: Varstveno sanacijski posek zaradi požarov, primerjava z skupnim posekom in celotnim varstveno sanacijskem posekom (m<sup>3</sup>)</i>	15
<i>Preglednica 9: Varstveno sanacijski posek zaradi rastlinskih bolezni, primerjava z skupnim posekom in celotnim varstveno sanacijskim posekom (m<sup>3</sup>)</i>	18
<i>Preglednica 10: Število posekanih dreves in napadla lesna masa zaradi podlubnikov</i>	20
<i>Preglednica 11: Varstveno sanacijski posek zaradi insektov, primerjava z skupnim posekom in celotnim varstveno sanacijskim posekom (m<sup>3</sup>)</i>	20
<i>Preglednica 12: Sanitarni posek zaradi poškodb pri pridobivanju lesa v letu 1996</i>	22
<i>Preglednica 13: Vzroki varstveno sanacijskega poseka (v m<sup>3</sup>)</i>	23
<i>Preglednica 14: Posek lesa po drevesnih vrstah v 1009m<sup>3</sup></i>	23
<i>Preglednica 15: Delež varstveno sanacijskega poseka v primerjavi z skupnim posekom</i>	24
<i>Preglednica 16: Varstveno sanacijski posek po GGO v m<sup>3</sup></i>	24
<i>Preglednica 17: Porabljena materialna sredstva za varstvo pred divjadjo v letu 1996</i>	28
<i>Preglednica 18: Varstvena dela s področja pomoči prosto živečim živalim v letu 1996</i>	28

<i>Preglednica 19: Ukrepi in normativi varstvenih del</i>	29
<i>Preglednica 20: Biomeliorativna dela – ukrepi in normativi</i>	29
<i>Preglednica 21: Porabljeno število delovnih dni za varstvena dela v letu 1996</i>	30
<i>Preglednica 22: Varstveni ukrepi in normativi</i>	32
<i>Preglednica 23: Ukrepi in normativi za ztiranje podlubnikov</i>	34
<i>Preglednica 24: Ukrepi in normativi pri sanaciji ujm</i>	36
<i>Preglednica 25: Dela preventivnega varstva po GGO po ujmah v letih 1995/96 in 1996/97</i>	36
<i>Preglednica 26: Ocena vlaganj v varstvo gozdov v letu 1996 v 000 SIT</i>	46
<i>Preglednica 27: Primerjava stroškov varstva gozdov med Avstrijo, Hessnom in Slovenijo</i>	46
<i>Preglednica 28: Porabljena proračunska sredstva za varstvo gozdov po stalnih cenah 1996 v 000 SIT</i>	51

## KAZALO GRAFIKONOV

<i>Grafikon 1: Gibanje deležev (v %) močnejše poškodovanega drevja (osutost nad 25%)</i>	7
<i>Grafikon 2: Primerjava deleža osutosti (nad 25%) med sosednjimi državami po podatkih iz leta 1995</i>	8
<i>Grafikon 3: Varstveno sanacijski posek zaradi vremenskih nezdod</i>	10
<i>Grafikon 4: Varstveno sanacijski posek zaradi požarov</i>	15
<i>Grafikon 5: Varstveno sanacijski posek zaradi bolezni</i>	18
<i>Grafikon 6: Varstveno sanacijski posek zaradi insektov</i>	21
<i>Grafikon 7: Število izdanih odločb v letih 1994, 1995 in 1996</i>	40

lm = 2474

ID = 78719744

DRC

*Družba za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije*

---

# 4. slovenski kongres o cestah in prometu

---

*zbornik referatov*

---

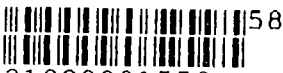
*Ljubljana - Portorož, 1998*

UNIVERZA V LJUBLJANI  
GOZDARSKA KNJIŽNICA

K UDK

II 1222 1

625.7/.8(063)



21998001558



# SLOVENSKI KONGRES

## O CESTAH IN PROMETU

Portorož, 26.-28. oktobra 1998

je organizirala

DRC, Družba za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije,  
v sodelovanju z društvi cestnih in prometnih strokovnjakov.

Referate je pregledal in uvrstil v program kongres in zbornik  
Strokovni svet Družbe za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije.

Zbornik referatov je uredil Pedja Ašanin Gole

Oblikovanje in računalniški prelom besedila: Andreja Gostinčar

Založila in izdala:

DRC, Družba za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije

Zanjo: Matija Vilhar, univ. dipl. inž.

Tisk: Birografika Bori, Ljubljana

Naklada: 1000 izvodov

Ljubljana, 1998

CIP - Kataložni zapis o publikaciji  
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

625.7/8(063)

656.1(063)

061.3(497.4):625.7/.8

SLOVENSKI kongres o cestah in prometu (4 ; 1988 ; Portorož)

Zbornik referatov / 4. slovenski kongres o cestah in prometu, Portorož, [26. - 28. oktobra] 1998;  
[organizirala] DRC - Družba za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije [v sodelovanju z društvi cestnih in  
prometnih strokovnjakov] ; [uredil Pedja Ašanin Gole]. - Ljubljana : Družba za raziskave v cestni in prometni  
stroki Slovenije, 1998-10-12

ISBN 961-90496-5-9

1. Ašanin-Gole, Pedja 2. Družba za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije. - I. Gole, Pedja Ašanin- glej  
Ašanin-Gole, Pedja  
78719744

Objavljeni prispevki so oblikovno poenoteni, niso pa lektorirani.  
Za jezikovno in vsebinsko ustreznost posameznih prispevkov so odgovorni avtorji.

Po mnenju Ministrstva za kulturo št. 415-603/98 z dne 29.4.1998 kongresni zbornik šteje  
med proizvode, za katere se plačuje 5 % davek od prometa proizvodov.

# Protipožarne prometnice kot preventiva proti gozdnim požarom na slovenskem Krasu

doc.dr. **Igor Potočnik**, univ.dipl.inž.

*Biotehniška fakulteta, oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire*

## Povzetek

Protipožarne gozdne preseke in protipožarne gozdne ceste so posebna vrsta gozdnih prometnic, ki so v Sloveniji najbolj prisotne na primorskem Krasu. Vloga protipožarnih gozdnih presek je preventivna, ker vmesne gole površine preprečujejo ali vsaj ovirajo širjenje gozdnih požarov. Protipožarne gozdne ceste služijo za dostop intervencijskih vozil do roba gozdnega požara. Razporeditev prometnic v prostoru je poleg njihove gostote odločilna za uspešnost intervencij. Ker gre tudi pri protipožarnih prometnicah za problem zadovoljivega financiranja, je večina protipožarnih presek v funkciji najpreprostejših prometnic, ki omogočajo vožnjo s terenskimi vozili, izjemoma zaradi konfiguracije terena s kamioni. Pravih, utrjenih protipožarnih cest je malo oz. njihovo vlogo delno prevzemajo lokalne ceste. Sedanji viri financiranja omogočajo počasno dograditev protipožarnih presek s takimi tehničnimi elementi, da so prevozne s terenskimi vozili. Po prioriteti gradnje slemenskim protipožarnim presekam sledijo povezave levo in desno v dolino, zatem pa še etažne protipožarne preseke. Hrvaške raziskave kažejo, da je pas širine do 300 m od prometnice v vse smereh na meji obvladljivosti za intervencije. Za učinkovite intervencije bi moral ta pas biti širok le 50 m v vseh smereh. V drugem primeru dobimo preveliko gostoto prometnic, ki bi jo ekonomsko težko opravičili. Pač pa v prvem primeru (do 300 metrski pas) gostota protipožarnih presek znaša okoli 33 m/ha, kar ocenjujemo kot sprejemljivo. Cilj pa je vsaj najpomembnejše protipožarne preseke utrditi in usposobiti za kamionski prevoz. Že obstoječe razmere pa zahtevajo zahtevno sprotno vzdrževanje, predvsem odvodnjavanje (pomembno predvsem na flišnem Krasu) in košnjo. Primorski gozdovi in gozdnata krajina so ekološko in krajinsko tako pomembni in občutljivi, da se kratkoročno varčevanje pri vlaganjih vanje izdatno negativno obrestuje.

## Summary

The fire-prevention straight clearings and fire-prevention forest roads are a special sort of forest communications that are mostly presented on the Slovenian Karst area. The role of fire-prevention straight clearings is preventive one: uncovered area prevents or at least hinders spreading of forest fire. The fire-prevention forest roads are used for accessibility the fired forest area, beside the density of the communications the space alignment is the most important. Majority of fire-prevention straight clearings are due to financial problems technically that very simple and allow accessibility by special 4 WD vehicles and exceptionally by trucks. The share of fire-prevention forest roads is low; their role is partly being taking over by the local roads. Financing sources enable construction of fire-prevention straight clearings with technical elements adequate to special vehicles. On the hilly terrain the top roads have the construction priority, followed by the connections to valley roads and finally slope roads. Experiences from Croatia show that the width of forest area of 300 m is hardly reached; for effective interventions the width of the forest area should not exceed 50 m in both directions from the communication. When consider the total width of the forest area of 300 m the density of fire-prevention straight clearings amounts 33 m/ha what is reasonable. The main goal is to enable the most important fire-prevention straight clearings for truck transport. The existing situation requires permanent maintenance, especially draining and grass cutting. The seaside and Karst forests and forest landscape are so important and delicate that decreasing of investment to infrastructure in that area will not bring the result.

## 1. Uvod

Zavod za gozdove Slovenije ugotavlja, da je v Sloveniji povprečno 54 požarov v naravnem okolju v katerih je požarno prizadetih 703.5 ha gozda (Jakša 1997). Požarno najbolj ogroženo področje v Sloveniji je širše področje Krasa s Primorjem in Istro. Zanimivo je tudi, da je kar 90 % vseh pogorelih gozdnih površin na kraško-obalnem prostoru. To so podatki in dimenzije, ki morajo siliti k iskanju celovitih in trajnih rešitev.

Dimitrov (1987) je gozdni požar opredelil kot stihijsko in nekontrolirano širjenje ognja po gozdnati površini, ne glede na intenziteto širjenja. Ko govorimo o gozdnih požarih, mislimo praktično le na kompleksne ali vršne požare. Vendar so glede na vrsto in obliko gorljivega materiala opredeljene štiri vrste gozdnih požarov:

- podzemni ali podtalni gozdni požar: gori suha snov v tleh, zaradi prizadetosti korenin so posledice na sestojih, odkrivanje je težko,
- talni ali nizki gozdni požar: ogenj se širi le po tleh, gori opad, brez vetra se počasi širi, lahko se razširi v vršni požar,
- vršni ali kompleksni gozdni požar: gori ves gorljiv material, težko ga je fizično omejiti in pogasiti, posebej ob vetru se hitro širi,
- debelni požar: gre za požar na posameznih drevesih (zaradi strele npr.).

Ukrepe proti gozdnim požarom delimo v tri večje skupine (Vajda 1974):

- preventivni ukrepi s ciljem preprečevanja nastanka požara,
- priprave za gašenje požara,
- ukrepi fizičnega gašenja.

Najbolj zanimivi so preventivni ukrepi za preprečevanje požarov (Bilandžija 1988):

- zakonska regulativa,
- vzgojni in izobraževalni ukrepi,
- prisotnost v medijih,
- usposabljanje in organizirano vključevanje lokalnega prebivalstva na področju zaščite pred požari,
- organizirana opazovalna služba,
- biološki ukrepi:
  - gozdnogojitveni,
  - gozdnonačrtovalski,
- tehnični ukrepi:

- gradnja in vzdrževanje protipožarnih presek,
- gradnja in vzdrževanje protipožarnih gozdnih cest,
- gradnja priročnih akumulacij in črpališč vode ter njihovo vzdrževanje.

V prispevku bomo prikazali predvsem preventivne tehnične ukrepe znotraj katerih bo poudarek na polaganju, gradnji in vzdrževanju protipožarnih gozdnih cestah in presekah oz. protipožarnih gozdnih prometnicah.

## 2. Sto gozdnih prometnic v boju proti gozdnim požarom

Med protipožarne gozdne prometnice štejemo protipožarne gozdne ceste in protipožarne preseke. Na Hrvaškem imajo, zaradi obširnega priobalnega dela veliko požarno ogroženih površin, s protipožarnimi gozdnimi cestami veliko izkušenj. Protipožarne gozdne ceste so opredeljene kot gozdne ceste, ki so primarno projektirane in grajene s ciljem zaščite pred gozdnimi požari, v primeru nastanka požara pa omogočajo pogoje za gašenje (Pičman, Pentek 1996). Njihovi tehnični elementi so taki, da omogočajo vožnjo s kamioni. Protipožarne gozdne ceste opravljajo tudi druge funkcije (proizvodne, socialne itd.) tako, da so prave mnogonamenske gozdne ceste s poudarjene protipožarno funkcijo. Po teoriji je osnovni namen protipožarnih presek fizično preprečevanje širitve požara s preseko brez gorljivega materiala. Pri talnih in podtalnih požarih je ta vloga izpolnjena, če je le preseka vzdrževana oz. čiščena - na njej namreč ne sme biti gorljive materije. Pri vršnih požarih pa praktično nobena protipožarna preseka ni učinkovita, ker ogenj dobesedno preskakuje iz krošnje na krošnjo, ogorki pa se z vetrom prenašajo daleč čez širino protipožarne preseke. Le-te ležijo približno pravokotne na protipožarne gozdne ceste. Po tehničnih elementih so protipožarne preseke podobne vlakam, so brez zgornjega ustroja in so prevozne le s terenskimi vozili in traktorji. Zato jih upravičeno uvrščamo med protipožarne prometnice.

Protipožarne gozdne prometnice omogočajo dostop specialnih gasilskih vozil ob intervencijah - protipožarne gozdne ceste lahko uporabljajo praktično vsa vozila, protipožarne gozdne preseke pa le terenska vozila. S protipožarnimi prometnicami je možno priti čim-

bliže požaru, omogočajo pa tudi premike ljudi in tehnike v smeri širjenja požara. V normalnih razmerah so to gozdne prometnice, ki služijo mnogonamenski rabi gozdnega prostora.

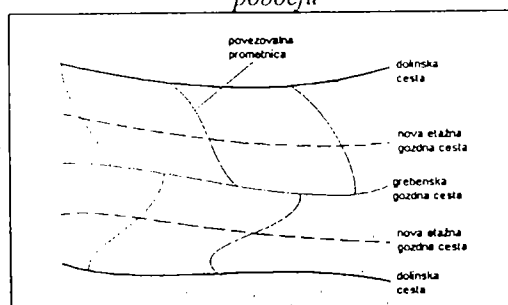
### 3. Prostorska razporeditev protipožarnih gozdnih prometnic

Prostorska razporeditev protipožarnih prometnic je ključnega pomena za obvladovanje gozdnega prostora. Enakomerna razporeditev protipožarnih prometnic v požarno omejenem gozdnem prostoru je ključna za uspeh intervencije ob požarih. Tu se linijska oz. podolžna funkcija prometnic (povezovanje dveh krajev) kombinira s površinsko funkcijo oz. odpiranjem prostora. Protipožarna gozdna prometnica svojo pravo vlogo pokaže z možnostjo dostopa gozdnega prostora levo in desno od nje. Zato mora biti polaganje protipožarnih gozdnih prometnic še toliko bolj domišljeno, da ne pride do pregoste mreže oz. neracionalnega podvajanja pokrivanja prostora ali do »sivih lis«, kjer dostop ni možen oz. omogočen. V prispevku bomo omenili najbolj tipične prostorske razporeditve protipožarnih prometnic glede na značilnosti reliefa.

#### 3.1. Razporeditev protipožarnih prometnic na pobočju

Pri polaganju protipožarnih prometnic na pobočju se je uveljavil sistem »ribje kosti«. Tu gre za eno osnovno protipožarno prometnico (gozdno cesto), ki poteka vzdolž grebena in po dolini. Dolinske ceste so večinoma javne prometnice. Od javne prometnice do grebenske gozdne ceste poteka več relativno strmih, vendar kratkih povezav. Glavna črta obrambe proti požaru poteka po vrhu grebena, kjer je možno delovanje na obe strani in navzdol, odvisno tudi od smeri vetra.

Slika 1: Razporeditev protipožarnih prometnic na pobočju

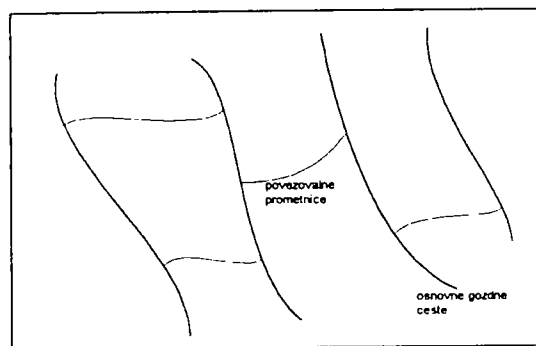


Na daljših pobočjih je treba razmišljati tudi o dodatni etažni gozdni cesti na obeh straneh grebena tako, da je razdalja med posameznimi protipožarnimi prometnicami čim bližje akcijskemu dosegu gasilske tehnike.

#### 3.2. Razporeditev protipožarnih prometnic v ravnini

V ravnini je način razmišljanja pri polaganju protipožarnih prometnic drugačen kot na pobočju. Tu se je uveljavil princip »mreže«. Gre za tako polaganje protipožarnih prometnic, da potekajo čimbolj vzporedno na smer prevladujočih vetrov, kraki pa so povezani tako, da je omogočeno umikanje požaru in krepitev gasilskih zmogljivosti po globini požara.

Slika 2: Razporeditev protipožarnih prometnic v ravnini



Na tem mestu bi omenili še dodaten gozdnogojitveni ukrep v borbi proti požarom, katerega tudi omogočajo protipožarne prometnice. Gre za biotsko raznovrstnost, kjer se izogibamo velikopovršinskim monokulturam, ampak gre tako za biotsko kot starostno raznolikost. Različne drevesne in grmovne vrste ter zeli so različno občutljive na vpliv požara. Bori imajo npr. debelo lubje, ki je precej odporno na ogenj, hkrati pa smolnati opad deluje kot katalizator požara. Na drugi strani so različni termofilni listavci, ki so po tej plati odpornejši. To kaže, da je treba na požarno ogroženih površinah razmišljati o enakomernem odpiranju gozdnega prostora s prometnicami ter o gozdnogojitvenih ukrepih spreminjanja drevesne sestave in starostne strukture dreves. Protipožarne gozdne prometnice v tem primeru služijo kot prave gozdne prometnice, ker racionalizirajo gospodarjenje z gozdom.



### 3.3. Širina pasu gozdne površine, ki jo odpira protipožarna prometnica

Širina pasu gozdne površine, ki jo odpira protipožarna prometnica je tista širina, ki je iz vidika gasilske tehnike še dosegljiva in obvladljiva levo in desno od protipožarne prometnice. Na Hrvaškem so tem problemom posvečali precej pozornosti (Pičman, Pentek 1997). Ugotovili so, da je treba protipožarne gozdne ceste graditi v medsebojni razdalji od 300 do 600 m, kar v prvem primeru pomeni 150 m v drugem pa 300 m levo in desno od protipožarne prometnice. Dodatno vlogo ima še naklon terena ter razgibanost terena oz. razmerje med teoretično razdaljo od prometnice do roba dosega (zračna razdalja) in dejansko razdaljo zaradi umikanja oviram. Trenutno razpoložljiva tehnika omogoča uporabo visokotlačnih črpalk z do 150 m dolgimi cevmi (Mušič 1997). To teoretično pomeni, da je iz protipožarne prometnice, kjer stijo gasilsko vozilo, možno obvladovati gozdni prostor 150m levo in desno. Z drugimi besedami to pomeni, da je na takih površinah potrebna gostota protipožarnih gozdnih prometnic okoli 33 m/ha. To pa je gostota, ki je dosežena v najboljših in intenzivno gospodarjenih gozdovih. Tako ni ekonomske podlage, da bi požarno ogroženi gozdovi sami iz lesno proizvodnega vidika opravičili takšna vlaganja v prometni infrastrukturo. Tu bi se moral pokazati splošni interes za obstoj takih gozdov, kajti lesna masa je morda najmanjša korist iz njih. Gre za ekološke vplive (npr. vodovarstvena funkcija), ki jih finančno težko ovrednotimo.

### 4. Vzdrževanje protipožarnih prometnic

Ni dovolj, da protipožarne gozdne prometnice zgradimo, treba jih je tudi vzdrževati. Neutrjene protipožarne preseke je treba kositi in obsekovati, ker se sčasoma zarastejo - s tem nastaja gorljiv material, izgublja pa se tudi občutek, kje se sme z vozilom peljati. Padavinsko vodo je treba odvesti s planuma s prečnimi jarki. Protipožarnim gozdnim cestam je treba redno vzdrževati vozišče in odvodnjavanje ter jih obsekovati. Na ta način se ohranja njihova prevoznost in stabilnost. Pri zagotavljanju sredstev za vzdrževanje protipožarnih gozdnih cest je zakonsko določen

prispevek lastnikov daleč premajhen, da bi zagotovil normalno vzdrževanje.

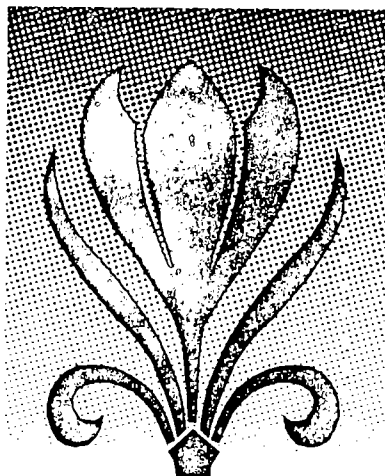
### 5. Zaključek

V zaključku je treba poudariti, da gre na slovenskem obalno-kraškem območju za edinstven in unikatni biotop, čigar ohranitev in razvoju bi morali posvetiti vso pozornost. Ta del je že bil poraščen z gozdom, bil je tudi že povsem gol, sedaj je spet v fazi vračanja gozdov. Izkušnja je boleča, posledice tudi tako, da ni dvoma ali je tu gozd potreben ali ne. Renta iz takih gozdov je tako nizka, da ne more pokriti velikih zahtev po odprtosti z gozdnimi prometnicami zaradi omogočanja požarne varnosti. Najkrajše lahko glavne smeri delovanja za dobro obalno-kraškega gozdnega prostora strnemo:

- kompleksno in mnogonamensko gospodarjenje z gozdnatim prostorom,
- z gozdnogojitvenimi ukrepi doseči biološko raznovrstnost in raznodobnost,
- dolgoročno prehod iz borovih sestojev v mešane listnato-iglaste,
- doseganje optimalne gostote in razmestitve protipožarnih prometnic; njihovi tehnični elementi morajo omogočiti vožnjo z gasilskimi vozili v vseh razmerah,
- ureditev financiranja gradnje in vzdrževanja protipožarnih prometnic.

### Literatura

- Jakša, J. 1997. Obseg in posledice gozdnih požarov v Sloveniji v letih 1991 do 1996 ter vloga gozdarstva v varstvu pred požari. -Gozdarski vestnik 55, 9, s. 386 - 395
- Dimitrov, T. 1987. Šumski požari i sistemi procjene opasnosti od požara. -Osnove zaštite šuma od požara, CIP, Zagreb, s. 181-256
- Vajda, Z. 1974. Nauka o zaštiti šuma. Zagreb, 211 s.
- Bilandžija, J., 1988. Organizacija preventivnih mjera zaštite šuma od požara. - Zbornik radova Drugo savjetovanje o naučno-istraživačkom radu Šumarskog instituta Jastrebarsko, jastrebarsko, s. 205-213
- Pičman, D., Pentek, T., 1996. Fire-prevention roads in the area of the forest enterprise Buzet. -Zbornik gozdarstva in lesarstva, 49, Ljubljana, s. 187-203
- Pičman, D., Pentek, T., 1997. Fire prevention forest roads on the karst area of republic of Croatia. -International scientific conference Forest-Wood-Environment, Zvolen, Group 1: Forest ecology and integrated forest protection, s. 287-295
- Mušič, D., 1997. Požari in gasilstvo na obalno-kraškem področju Slovenije. - Gozdarski vestnik 55, 9, s. 435 - 437



JURC

**2. SLOVENSKI  
SIMPOZIJ  
O RASTLINSKI  
FIZIOLOGIJI**  
z mednarodno udeležbo

30. september - 2. oktober 1998  
Gozd Martuljek  
Hotel Špik

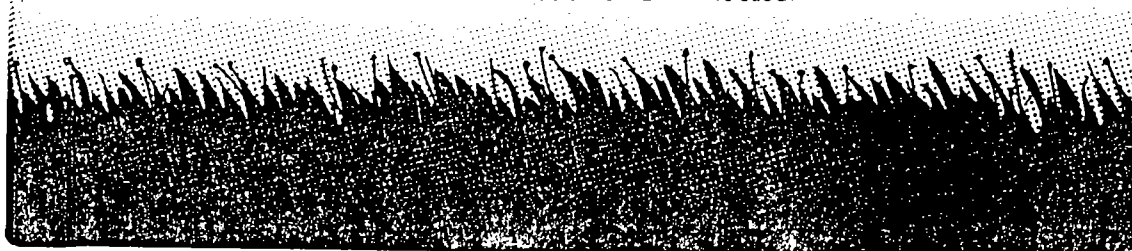
**2<sup>nd</sup> SLOVENIAN  
SYMPOSIUM  
ON PLANT  
PHYSIOLOGY**  
with International Participation

September 30 - October 2, 1998  
Gozd Martuljek, Slovenia  
Hotel Špik

**KNJIGA POVZETKOV  
BOOK OF ABSTRACTS**

Organizator  
DRUŠTVO ZA RASTLINSKO FIZIOLOGIJO SLOVENIJE

Organised by  
THE SLOVENIAN SOCIETY OF PLANT PHYSIOLOGY



## VPLIV HLAJNIH TERPENOV ČRNEGA BORA NA GLIVNE ENDOFITE

DUŠAN JURČ<sup>1</sup>, SRDJAN BOJOVIĆ<sup>2</sup>, MAJA JURČ<sup>1</sup><sup>1</sup>Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija, <sup>2</sup>Institute of Forestry, Belgrade, Yugoslavia in Ecole Normale Supérieure de Lyon, Francija

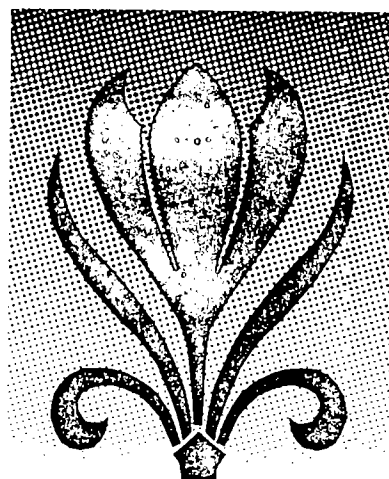
Proučevan je bil vpliv grobega terpenkega ekstrakta iglic iz treh podvrst črnega bora (*Pinus nigra* Arn.: ssp. *laricio* /Poir./ Schwarz, ssp. *salzmannii* /Dunal/ Franco in ssp. *austriaca* /Höss/ Vid.) na rast endofitnih gliv, ki so bile izolirane iz iglic *P. nigra* ssp. *austriaca*. Poskusi rasti so bili opravljeni z latentnima patogenoma (*Cenangium ferruginosum* Fr. and *Sphaeropsis sapinea* /Fr./ Dyko et Sutton) in saprofitsko glivo (*Phialophora hoffmannii* /Beyma/ Schol-Schwarz), ki se pogosto pojavljajo kot endofiti v iglicah črnega bora. Rast *S. sapinea* in *P. hoffmannii* v različnih koncentracijah terpenkega ekstrakta vseh treh podvrst črnega bora ni različna od kontrole. Rast *C. ferruginosum* je pospešena v relativno visoki koncentraciji terpenkega iz *P. nigra* ssp. *austriaca*, iz katerega je bila izolirana, ni pa bila stimulirana z ekstrakti ostalih podvrst borov. Značilnosti terpenkega ekstrakta *P. nigra* ssp. *austriaca* so večje količine  $\alpha$ -pinena in germacrena-d, ki sta verjetno povzročitelja stimulatívne učinka.

## RESPONSE OF FUNGAL ENDOPHYTES TO VOLATILE TERPENS OF AUSTRIAN PINE

DUŠAN JURČ<sup>1</sup>, SRDJAN BOJOVIĆ<sup>2</sup>, MAJA JURČ<sup>1</sup><sup>1</sup>Slovenian Forestry Institute, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenia, <sup>2</sup>Institute of Forestry, Belgrade, Yugoslavia and Ecole Normale Supérieure de Lyon, France

The influence of crude terpene extract of needles from three subspecies of *Pinus nigra* Arn. (ssp. *laricio* /Poir./ Schwarz, ssp. *salzmannii* /Dunal/ Franco and ssp. *austriaca* /Höss/ Vid.) on growth of endophytic fungi isolated from the needles of *P. nigra* ssp. *austriaca* was investigated. Growth experiments were conducted with two latent pathogens (*Cenangium ferruginosum* Fr. and *Sphaeropsis sapinea* /Fr./ Dyko et Sutton) and one saprophyte (*Phialophora hoffmannii* /Beyma/ Schol-Schwarz) which regularly occur as endophytes in Austrian pine needles.

The growth of *S. sapinea* and *P. hoffmannii* in different concentrations of terpene extract from all three subspecies of pine is not inhibited. The growth of *C. ferruginosum* is stimulated in relatively high concentration of terpene extract of *P. nigra* ssp. *austriaca*, from which it was isolated, and it is not stimulated with extracts from the other subspecies of pine. The terpene extract of *P. nigra* ssp. *austriaca* is characterised by higher amount in  $\alpha$ -pinene and germacrene-d, which are probably responsible for the stimulatory effect.



JURC

**2. SLOVENSKI  
SIMPOZIJ  
O RASTLINSKI  
FIZIOLOGIJI**  
z mednarodno udeležbo

30. september - 2. oktober 1998  
Gozd Martuljek  
Hotel Špik

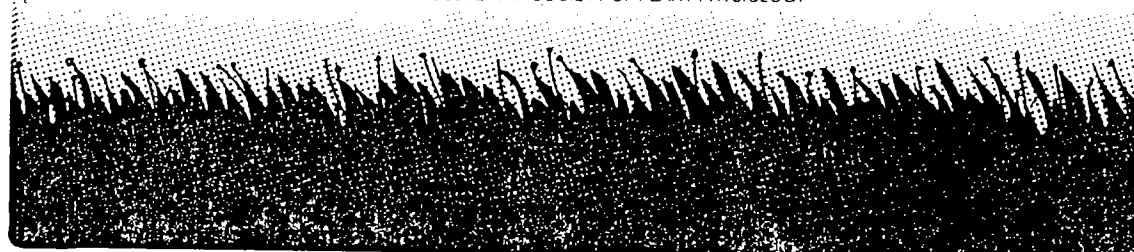
**2<sup>nd</sup> SLOVENIAN  
SYMPOSIUM  
ON PLANT  
PHYSIOLOGY**  
with International Participation

September 30 - October 2, 1998  
Gozd Martuljek, Slovenia  
Hotel Špik

**KNJIGA POVZETKOV  
BOOK OF ABSTRACTS**

Organizator  
DRUŠTVO ZA RASTLINSKO FIZIOLOGIJO SLOVENIJE

Organised by  
THE SLOVENIAN SOCIETY OF PLANT PHYSIOLOGY



**NEKATERE ZNAČILNOSTI *SPHAEROPSIS SAPINEA* NA BORIH NA HRVAŠKEM IN V SLOVENIJI**

DANKO DIMINIĆ<sup>1</sup>, MAJA JURČ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Forestry University of Zagreb, Department of Forest Protection and Wildlife Management, Svetošimunska 25, HR-10000 Zagreb, Croatia

<sup>2</sup>Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 - Ljubljana, Slovenija

Gliva *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton je splošno razširjena v zmernem in tropskem pasu celega sveta. Fries jo je opisal leta 1823 in ji dal ime *Sphaeria sapinea*. Gliva povzroča različne oblike bolezni iglavcev. V letu 1992 je bila ugotovljena kot poglavitna povzročiteljica odmiranja črnega bora v Istri (Hrvaška). Nadaljna proučevanja so odkrila, da je prisotna na borih v različnih delih Hrvaške. Od leta 1992 do danes so bili simptomi odmiranja borov opaženi v območju severnega Jadrana in v okolici Zagreba. Predvsem je pogostno odmiranje vršičkov, vej, delov krošenj in celo celih dreves. V Sloveniji je bila gliva izolirana kot endofit iz zelenih iglic črnega bora iz nekaterih lokacij v letih 1993-1995. Opravljene so bile raziskave bioloških značilnosti različnih izolatov *Sphaeropsis sapinea*. Poskusi inokulacije so potrdili patogenost glive in pokazali, da ne obstaja razlika med izolati iz Hrvaške in iz Slovenije.

**SOME ASPECTS OF *SPHAEROPSIS SAPINEA* PRESENCE ON PINES IN CROATIA AND SLOVENIA**

DANKO DIMINIĆ<sup>1</sup>, MAJA JURČ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Forestry University of Zagreb, Department of Forest Protection and Wildlife Management, Svetošimunska 25, HR-10000 Zagreb, Croatia

<sup>2</sup>Slovenian Forestry Institute, Večna pot 2, 1000 - Ljubljana, Slovenia

The fungus *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton is wide spread in temperate and tropical regions all over the world. Fries described it in 1823 under the name *Sphaeria sapinea*. The fungus causes different types of diseases on conifers. In 1992 it turned out as the major cause of Austrian pine dieback in Istria (Croatia). Further investigation revealed its presence on pines in different parts in Croatia. From 1992 and up-to-date pine dieback symptoms has been observed in the North Adriatic area and in the region of Zagreb city. Dieback of shoots, branches, parts of crown and hole pine trees were notified. In Slovenia fungus was isolated as an endophyte from green needles of Austrian pine collected on few localities in 1993-95. Research on different biological aspects of *Sphaeropsis sapinea* isolates has been done. Inoculation experiment confirmed the fungus pathogenicity and revealed no difference between Croatian and Slovenian isolates.

GOZDARSKA KNJIŽNICA  
LJUBLJANA

GK II 1191

# Oak decline in Slovenia

## Endbericht über die Arbeiten 1994

Gozdarski Institut Slovenije - Slovenian Forestry Institute  
Vecna pot 83  
SLO - 61000 LJUBLJANA

und

Institut für Waldökologie - BOKU  
Peter Jordanstraße 82  
A - 1190 WIEN

Mai 1995

## IV.1. THE ROLE OF ARMILLARIA ROOT ROT IN OAK DECLINE

Alenka MUNDA

### 1. Introduction

Decline of forest trees is a complex phenomenon depending on many casual factors. Secondary action organisms such as *Armillaria* species are an integral component of the decline syndrome. They are generally believed to be secondary pathogens, which act in the decline as long term contributing factors (MANION 1981). Despite of the apparent significance of *Armillaria* species in the decline cycles, little information is available on their parasitism and role in oak decline. The decisive role in oak decline is usually attributed to *A. mellea*, but undoubtedly other species (*A. gallica*, *A. cepistipes*, *A. ostoyae*, *A. tabescens*) can also cause root and butt rot in various oak forest communities.

The aim of this study was, to determine the species of the genus *Armillaria*, which are present in oak stands, and to discuss, what effect, if any, they have on the health and vigour of oak trees.

### 2. Material and methods

On the permanent research plots a search was made for fruit bodies and rhizomorphs of *Armillaria*. Most of the research material was collected during the fruiting season of *Armillarias* from September to November. The substrate (the host and its condition) on which they were growing was recorded and notes were made on the morphological characteristics of fruit bodies. Several samples were collected on each research plot from roots and butts of living trees and from stumps. Samples which showed morphological differences or which were growing in separate groups, were selected for further study. Basidiospores were collected from fruit bodies by plating the caps over an empty petri dish for 24 hours. Basidiospores were diluted in sterile distilled water and spread over malt agar plates. After germination, single spore germs were transferred individually to malt agar plates. Samples of rhizomorphs and infected wood were plated on 1,5 % malt extract agar after immersion in 5 % sodium hypo chlorite for 1 - 2 minutes.

*Armillaria* specimens were identified in pairing tests as described initially by KORHONEN (1978) and later by SIEPMANN (1987) and GUILLAUMIN, BERTHELAY (1981). For testing, unknown isolates were paired in culture with tester isolates of known European species of *Armillaria*. All isolates were maintained and tested on 1,5 % malt extract agar in petri dishes. Isolates were paired and tested with 24 testers (four for each species of *Armillaria*). After four

weeks of incubation, pairings were scored for compatible or incompatible reactions. Compatible pairings yielded diploid colonies with dark crustose mycelium, while in incompatible pairings the colonies remained distinct, white and fluffy (KORHONEN 1978; GUILLAUMIN, BERTHELAY 1981).

21 samples from four permanent research plots (Krakovski gozd, Panovec, Polom, Bukovnica, Hraščica) were identified. Two more samples from oak trees growing in the vicinity of the research plots were also included. The list of identified samples is presented in table 1.

Table 1. List of Armillaria species from the sampled oak stands

*Common oak (Quercus robur L.)*

Locality	Substrate	Species
KRAKOVSKI GOZD	Quercus, stump	A. gallica
	Carpinus, standing tree	A. gallica
	Quercus, standing tree	A. gallica
	Acer campestre, log	A. gallica
	Quercus, rotten branch	A. gallica
	Quercus, stump	A. gallica
	Quercus, stump	A. gallica
	Quercus, on the ground	A. tabescens
HRAŠČICA	Quercus, standing tree	A. gallica
	Quercus, standing tree	A. gallica
POLOM	Quercus, stump	A. mellea

*Sessile oak (Quercus petraea L.)*

Locality	Substrate	Species
PANOVEC	Pinus sylvestris, standing tree	A. tabescens
	Quercus, stump	A. tabescens
	Quercus, log	A. mellea
	Quercus, standing tree	A. mellea
	Quercus, standing tree	A. tabescens
BUKOVNICA	Quercus, standing tree	A. gallica
	Quercus, stump	A. gallica
	Quercus, rotten stump	A. gallica
	Quercus, old stump	A. gallica
	Quercus, stump	A. tabescens
	Quercus, stump	A. mellea
	Quercus, roots	A. tabescens



### 3. Results and discussion

Fruit bodies of *Armillaria* were found to be abundant in all investigated oak stands.

Two species of the genus *Armillaria* were identified in pairing tests: *A. mellea* and *A. gallica*. *A. tabescens* was identified on the basis of fruit body morphology. This species has no ring and clearly differs from the annulate *Armillaria* species.

*A. gallica* appears to be the most common and widely distributed species in oak forests. This species has often been found on the root system of healthy trees as an epiphyte. No damage to the underlying tissue was observed in such cases. *A. mellea* was less frequently found, except for the research plot Panovec, where this species grew abundantly on the roots and at the base of oaks, that showed clear signs of decline.

Pathogenicity tests (RISHBETH 1984) indicate, that *A. mellea* is by far the most pathogenic species present in broad-leaved stands. Although sound and vigorous trees are rarely damaged, this species is the one usually involved in such. Most authors conclude that *A. mellea* is an indigenous secondary pathogen depending upon the predisposing effects of drought or other stress. Also from our experience it seems likely, that this species can enhance the decline of trees, which could otherwise probably survive the damage caused by drought, insects, primary pathogens etc.

*A. gallica* is a much less pathogenic species, well known to attack suppressed trees (RISHBETH 1982). It develops an extensive rhizomorph system, which enables it to invade new resources, as soon as they become available. Despite of its common occurrence in oak trees, it plays only a minor role in oak decline. It infects oak trees mostly in the last stages of decline or grows as an epiphyte on the roots of sound trees. *A. gallica* often fruits also on the ground between the trees, where its fruit bodies develop from rhizomorphs. On the contrary fruit bodies of *A. mellea* nearly always develop directly on roots or stumps.

A similar role as for *A. gallica* can be attributed also to *A. tabescens*. This species infects only dying or senescent material. It is the first one to fruit, often already in September. It is considered a thermophilic species and is most frequently found in the Mediterranean region.

The limited data from our study suggest, that *Armillaria* species can not be considered the primary cause of oak decline. Root rot caused by *Armillaria* is an endemic disease, which may become aggravated, when the balance between host resistance and pathogen virulence is altered by some disturbance or stress upon the host. The precise role of *Armillaria* species in oak decline still remains largely unclear.

#### 4. References

GUILLAUMIN, J. J., BERTHELAY, S., 1981. Détermination spécifique des armillaires par la méthode des groupes de compatibilité sexuelle. *Agronomie*, 1, p. 897 - 908.

KORHONEN, K., 1978. Interfertility and clonal size in the *Armillariella mellea* complex. *Karstenia*, 18, p. 31- 42.

MANION, P. D., 1981. *Tree disease concepts*. New Jersey, Prentice-Hall.

RISHBETH, J., 1982. Species of *Armillaria* in southern England. *Plant Pathology*, 31, p. 9 - 17.

RISHBETH, J., 1984. Pathogenicity tests for *Armillaria*. In: *Proceedings of the Sixth International Conference on Root and Butt Rots of Forest Trees*, August, 1983, Melbourne, Australia.

SIEPMANN, R., 1987. Kriterien zur Beurteilung der Reaktion haploider Tester mit diploiden *Armillaria*-Isolierungen. *Eur. J. For. Path.*, 17, p. 308 - 311.

## Endophytes of Austrian pine needles as indicators of pollution

Maja Jurc<sup>1</sup>, Dušan Jurc<sup>1</sup>, Nada Gogala<sup>2</sup>, Primož Simončič<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Slovenian Forestry Institute, Večna pot 2, P.O. Box 523-X, 61001 Ljubljana, Slovenia

<sup>2</sup> Biology Department of Biotechnical Faculty, University of Ljubljana, 61000 Ljubljana, Slovenia

---

**Key words:** *Pinus nigra* Arn., fungal endophytes, air pollution.

### Abstract

Endophytic fungi species composition in healthy needles of Austrian pine (*Pinus nigra* Arn.) was investigated at eight locations in Slovenia. Results from October 1994 and January 1995 isolations were compared with analyses of macronutrients, sulphur and lead content of the needles. About 80 species of microfungi were revealed. From the observations and measurements described it was not possible to discriminate between the effects of environmental factors and effects of air pollutants. The pollution load of all measured elements is low and the environmental factors are very diverse. From the dendrogram of isolation frequencies it seems that the age of the tree affects the species composition and frequencies of endophytes to the greatest extent.

### Introduction

The importance of fungi in forest ecosystems as decomposers, pathogens, endophytes and mycorrhizal partners makes them of vital interest in the research of mechanisms of forest life. Of these different fungal functions the least known about is the ecological role of endophytes. These are fungi that in a certain phase of their life cycle invade inner tissues of plants without causing visible symptoms of damage to their host. There is evidence that some endophytic fungi may live in a mutualistic symbiosis with their host (Petrini 1986, Carroll 1988), either acting directly as antagonists or inducing plant response against plant pathogens and herbivores. Fungal endophytes have been isolated in a wide range of plants: most conifers examined so far host endophytic fungi (Carroll, Muller & Sutton 1977, Carroll & Carroll 1978, Sieber-Canavesi & Sieber 1987, Sieber 1989). There are indications that endophytic species composition and the frequency of colonisation are significantly dependent from the vitality of the host and from the degree of air pollution being negatively correlated with the degree of air pollution (Barklund & Rowe 1983). Simulated acid rain treatment reduced the number of isolated endophytes in birch leaves by approximately 25% (Helander et al. 1993). Sieber (1989) reports that air pollutants are suspected as a possible cause of changes in endophyte populations of Norway spruce and white fir.

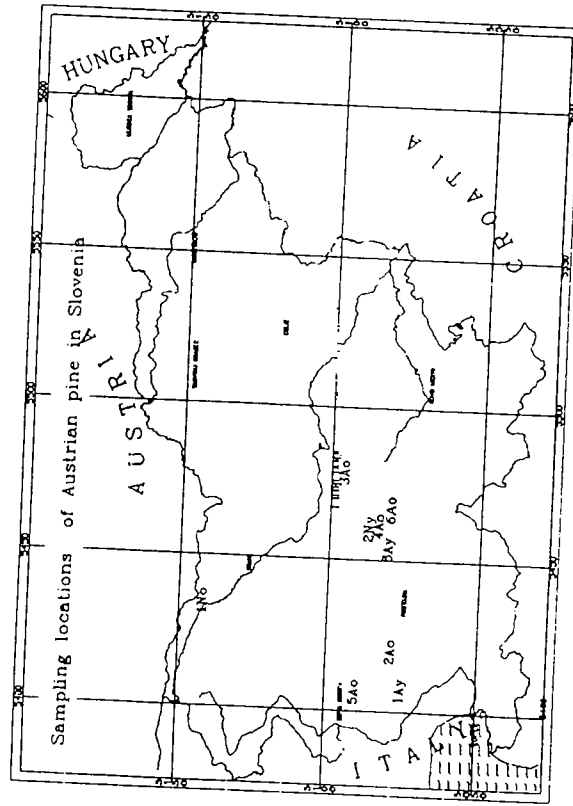
During three years research of fungal endophytes in healthy needles of Austrian pine (*Pinus nigra* Arn.) in Slovenia, we inevitably came to the question: does air pollution affect the observed diversity in populations of endophytic fungi at different locations in Slovenia?

Austrian pine is restricted in Slovenia to small, scattered natural stands but it is planted and sown on more than 20 000 ha<sup>2</sup> as allochthon tree species in the Karst region near the Adriatic coast. Its vitality and health status differ from place to place and depend mostly on the quality of the growing site. As collecting sites of needles are situated in areas with different air pollution loads we supposed that the analyses of certain pollutants in needles could provide insight into the reasons for the great diversity in fungal populations in needles from different locations.

#### Material and methods

The populations of endophytic fungi in the needles of Austrian pine were investigated from 1993 to 1995. For this report the data of sampling in October 1994 and in January 1995 were treated. One to eight years old, healthy looking needles were collected from the lower branches of tree crowns at eight locations (Map 1).

Map 1. Sampling locations in Slovenia



Legend:

A- artificial stand, N- natural stand, y- young tree, o- old tree

Two locations are natural stands of Austrian pine - designated N in the map, six are artificial stands designated A in the map. The trees from which the samples were taken were 15 to 60 years old (designated y- young and o-old). In one day after collecting the sample, four needles from every age class were washed in running tap water for one hour. From every needle three 0.3 cm long segments were taken (from the base, the middle part and from the tip of the needle). They were surface sterilised (1 min. in 50% ethanol v/v, 5 min. in

sodium hypochlorite-2.6% of active Cl<sup>-</sup>, 1 min. 50% ethanol v/v). The segments were placed in petri dishes on different growing media (MEA, OA, PDA), grown at room temperature and checked at regular intervals for three months. Mycelial outgrowths from segments were subcultured and the cultures determined. All together 2016 segments were analysed and approximately 80 species of fungi were established.

Macronutrients (P, K, Ca, Mg), total sulphur and Pb content in needles were determined by routine laboratory methodology (Simončić, 1992).

#### Results

Sampling locations differ in many ecological parameters:

Location code	Location name	Height a.s.l. (m)	Phytogeographical region	Notes
1AY	Kobjeglava	350	submediterranean	dry, natural regeneration
2Ao	Vipava	125	submediterranean	near the main road
3Ao	Veliko Trebeljevo	560	prealpine	shallow soil
4Ao	Benko	800	dinaric	thinned forest stand
5Ao	Krnica	994	prealpine	windy, south slope
2Ny	Smolnik	1075	alpine	windy, low winter temp.
6AY	Dolina Kravice	450	prealpine	bottom of deep canyon, wet
6Ao	Konjska dolina	790	prealpine	solitary tree, edge of the forest

Table 1. Species composition of fungal endophytes at different locations (October 1994, January 1995)

Fungal species	1AY	2Ao	3Ao	4Ao	5Ao	6AY	2Ny	6Ao	Total
<b>Ascomycotina</b>									
<i>Anthostomella formosa</i> Kirscht				1			1		3
<i>Genangium ferruginosum</i> Fr.	9		6		13		2	18	37
<i>Chaetomium globosum</i> Kunze ex Steud.								1	1
<i>Cyclaneusma minus</i> (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter			3		2		1	20	4
<i>Cyclaneusma niveum</i> (Pers. Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter	11	3	39	24	62		4	13	17
<i>Cyclaneusma</i> sp.								2	2
<i>Hypoxyylon fragiforme</i> (Pers. ex Fr.) Kickx								3	3
<i>Hypoxyylon</i> sp.			2						2
<i>Lophodermium conigenum</i> (Brunaud) Hiltiz	14							9	3
<i>Wydoria</i> sp.								16	2
<b>Deuteromycotina</b>									
<i>Heladium ramosissimum</i> (Berk. & Curt.) M.H. Ellis								4	4
									5
									1

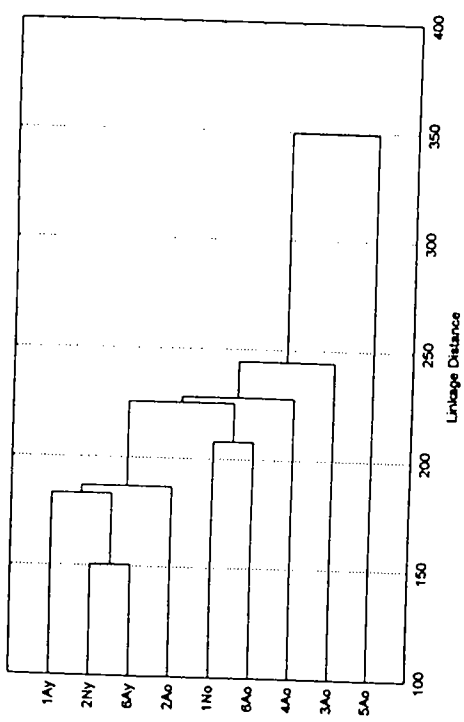
Fungal species	1AY	2AO	3AO	4AO	5AO	1NO	2NY	6AY	6AO	Total
<i>Acremonium kilense</i> Grütz			1		6					7
<i>Altemaria alternata</i> (Fr.) Keissler	1	3								5
<i>Aposphaera</i> sp. - 1	7	1			3					12
<i>Aposphaera</i> sp. - 2	2	1				6		4	4	17
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary) Arn. var. <i>melanigenum</i> Hermandides-Nijhof				1						2
<i>Ceraoctyxis fimbriata</i> Ellis & Halst			1							2
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) de Vries	1	7	1	6	3	2		2		22
<i>Cladosporium tenuissimum</i> Cooke	1									2
<i>Coniosporium olivaceum</i> Link ex Fr.								2		2
<i>Coniothyrium</i> sp. - 2		3		1	5					9
<i>Coniothyrium</i> sp. - 1									2	3
<i>Cylindrocladium scoparium</i> Morg										3
<i>Cytodendron</i> sp.				1						2
<i>Digitosporium piniphilum</i> Grenum							1			1
<i>Dohiostroma pini</i> Hulbary										1
<i>Encocelia petraeki</i> Grenum			1							1
<i>Epicoccum purpurascens</i> Ehrenb.										1
<i>Exophiala</i> sp. - 1	2		1							3
<i>Exophiala</i> sp. - 2										3
<i>Geotrichum</i> sp.	3	1	3							10
<i>Haplosporella</i> sp. - 1	4		3							8
<i>Hendersonula pini</i> (Fr.) Dyko & Sutton	8									9
<i>Homonema dematioides</i> Lagerberg & Melin	5	1	1	5	1	1	1	1	6	32
<i>Humicola grisea</i> Traaen			4							4
<i>Kabatina</i> sp.	2									4
<i>Libertella</i> sp. - 1										1
<i>Libertella</i> sp. - 2										1
<i>Lichenocoonium boreale</i> (Karst.) Petrak & Syd.										1
<i>Monilia cinerea</i>	1			6						7
<i>Monocillium indicum</i> Sak-sena										1
<i>Nectria</i> sp. ( <i>Aquilifolii</i> group)										1
<i>Penicillium</i> sp. - 1										1
<i>Penicillium</i> sp. - 2				3		2	2		2	9
<i>Pestalotiopsis funerea</i> (Desm.) Steyaert	4									5
<i>Phacidium lacinum</i> Fr.										1
<i>Phialophora (Lecytophora) hoffmannii</i> (Beyma) Schol-Schwarz	5	5	3	3	12	23	3	4	9	67
<i>Phialophora bubakii</i> (Laxa) Schol-Schwarz	1	2			5	8				18
<i>Phialophora hoffmannii</i> grup										4
<i>Phoma cava</i> Schütz										1
<i>Phoma eupyrena</i> Sacc.										1
<i>Phoma</i> sp. - 1n	1	2	4	1	4				3	15
<i>Phoma</i> sp. - 2										1
<i>Phoma tropica</i> Schneider & Boerema										1
<i>Phomopsis lokoyae</i> Hahn										1
<i>Phomopsis</i> sp. - 1	1	5	10	11			3	3	3	36
<i>Phomopsis</i> sp. - 2										1
<i>Phomopsis state</i> ( <i>Diaporthe</i> cf. <i>eres</i> group)										5
<i>Pyrenopeziza resiniae</i> (Ehrenb. ex Fr.) Holm.										1
<i>Pyrenochaeta</i> sp.										1
<i>Ramichloridium pini</i> de Hoog & Rabhan	1									2

Fungal species	1AY	2AO	3AO	4AO	5AO	1NO	2NY	6AY	6AO	Total
<i>Rhizosphaera kalkhoffii</i> Bub			1							1
<i>Scytalidium lignicola</i> Pesante										1
<i>Trichoderma polysporium</i> (Link ex Pers.) Rifai										1
<i>Trichothecium roseum</i> (Pers.) Link ex Gray										1
<i>Trimastixstroma betulinum</i> (Corda) Huglies										2
<i>Tryblidiopycnis pinastri</i> Holm.										3
<i>Zytriostroma pinastri</i> (Karst.) Holm.										1
rose mycelium										1
sterile black mycelium										1
sterile brown mycelium										6
sterile grey mycelium - 1										40
sterile grey mycelium - 2										10
sterile white mycelium - 1										35
sterile white mycelium - 2										5
sterile yellow mycelium										3
yellow mycelium ( <i>Acremonium</i> ?)										1
<b>Basidiomycotina</b>										
white mycelium - 1 ( <i>Poria</i> sp.)										6
white mycelium - 2 ( <i>Coriariaceae</i> )										15
sterile white basidiomycete - 1										2
sterile white basidiomycete - 2										4
Total infections	95	37	118	102	195	90	101	76	127	941
Segments	192	144	240	264	240	264	192	192	288	2016

The most frequently isolated fungi are: *Cyclaneusma niveum* (9.6%), *Uromyces ferrugineus* (5.3%), *Phialophora hoffmannii* (3.3%), *Lophodermium conigenum* (2.5%), *Phomopsis* sp. (1.8%), *Cyclaneusma minus* (1.6%) and *Homonema dematioides* (1.6%). These fungi can be regarded as typical endophytes for Austrian pine because their presence is constant at all collecting sites and over the whole period of investigation. Other fungi appear rarely, irregularly or only at certain locations.

The similarity of isolated species frequencies from all locations is shown on Fig. 1

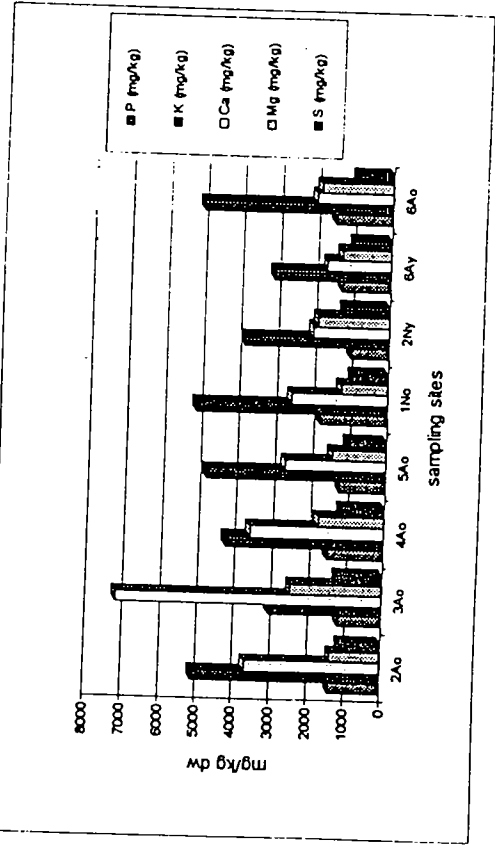
Fig. 1. Dendrogram of the hierarchical cluster analysis (Euclidean distances, single linkage clustering) of the isolated species frequencies (locations codes correspond to Map 1 and Table 1)



Most similarities occur among isolation frequencies from young trees (1Ay, 2Ny, 6Ay), out of all the sites Krnica (5Ao) differs the most.

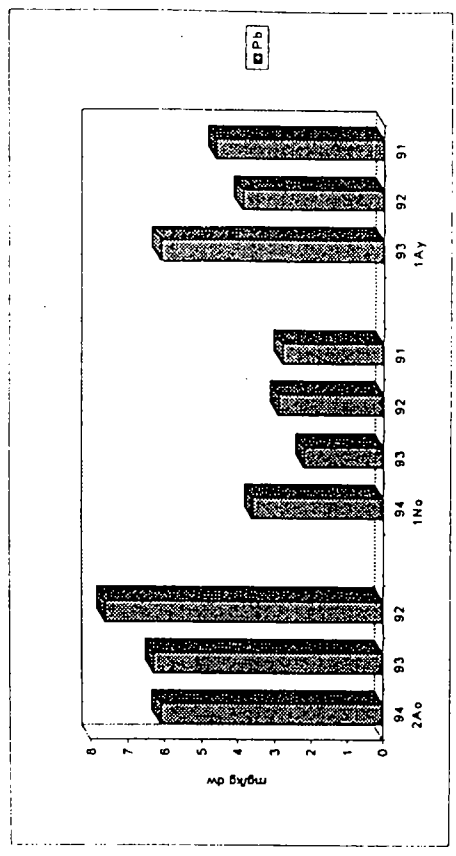
Analyses of macronutrients and sulphur show only slightly disturbed composition (Fig. 2).

Fig. 2. Content of macronutrients and sulphur in one year old needles



Contents of phosphorus in needles are not sufficient at locations 3Ao and 5Ao where they are slightly under the values of 1300 mg/kg dw under which the tree is considered as not enough supplied with P. Potassium contents are low in two samples (3Ao and 6Ay). Samples from all other locations show satisfactory supply with K (content is about 5000 mg/kg dw). Contents of calcium are in the optimum class if the classification of Huetl (1992) is used, but are rather high in the sample from 3Ao and low in the samples from 6Ay, 6Ao, 1No and 5Ao if modified classification of Gussone is used (Gussone 1964, Simončić 1992). Sulphur contents in needles are in the lowest class (class 1) after Kalan (1990) and these values are not considered as possible cause of damage. The highest amount of sulphur is found in samples from 3Ao which lies in pollution zone of Ljubljana and Trbovlje.

Fig. 3. Lead content in needles of different age (indicated as: 94-1 year old needles, 93-2 years old needles, 92-3 years old needles, 91-4 years old needles)



Lead content is rather low considering that the location 2Ao is situated near the main road Postojna-Vipava. The average content of lead in spruce needles in forest in Germany is 3.6 mg/kg dw, in forest near agricultural land it is 6 mg/kg dw, in towns 9.8 mg/kg dw and near highway it is 40.2 mg/kg dw (Keller et al. 1986). The content of 4 mg/kg dw is considered as amount over which the harmful effects of lead are expected (Knabe 1984). This level is exceeded in samples from locations 2Ao and 1Ay.

Discussion

From the observations and measurements described we could not discriminate between the effects of environmental factors and the effects of air pollutants. The pollution load of all measured elements is relatively low and the environmental factors are very diverse. From the dendrogram of isolation frequencies it seems that the age of the tree affects the endophytes to the greatest extent. Sastad & Jensen (1993) supposed that the difficulties of measuring the effect of air pollution on forest mycota can be partly overcome by considering the effects of atmospheric pollution on fungal communities instead of the effects on single species. This approach was used in presented work but the knowledge of endophytic populations, the factors affecting their composition are scarce and unsure. In such an unexplored field of investigations as fungal endophytes are, it is

probably also impossible (as with macrofungi) to deduce the mechanisms causing changes in fungal biota without testing the mechanisms by experimental manipulation.

#### References

- Barklund P, Rowe J (1983) Endophytic fungi in Norway spruce possible use in bioindication of vitality. Proceedings of the 12th International Meeting for Specialists in Air Pollution Damages in Forests, IUFRO Section 2.09, Oulu, Finland, 23-30 August 1982. *Aquilo Botanica* 19 228-232
- Carroll G (1988) Fungal endophytes in stems and leaves: from latent pathogen to mutualistic symbiont. *Ecology* 69 2-9
- Carroll G C, Carroll F E (1978) Studies on the incidence of coniferous needle endophytes in the Pacific Northwest. *Canadian Journal of Botany* 56 3014-3043
- Carroll F E, Mueller E, Sutton B C (1977) Preliminary studies on the incidence of needle endophytes in some European conifers. *Sydowia* 29 87-103
- Gussone H A (1964) Faustzahlen fuer Dungung im Walde. BLW Bayerischer Landwirtschafts Verlag, Muenchen 98pp
- Heiander M L, Neuvonen S, Sieber T, Petrin O (1993) Simulated acid rain affects birch leaf endophyte populations. *Microb. Ecol.* 26 227-234
- Huettl R F (1992) Die Blattanalyse als Diagnose- und Monitoringinstrument in Waldökosystemen. *Freiburger Bodenkundliche Abhandlungen, Institut fuer Bodenkunde und Waldernaerungslehre, Universitaet Freiburg* 30 31-59
- Kalan J (1990) Obremenjenost gozfov z zveplom. *Zbornik gozd. in les., Ljubljana*, 34 99-120
- Keller T, Bajo S, Wyttenbach (1985) Gehalte an Einigen Elementen in den Ablagerungen auf fichtenbadelein als Nachweis der Luftverschmutzung. *Allg. Forst- und J.-Ztg.* 3/4 69-77
- Knabe W (1984) Merkblatt zur Entnahme von Blatt- und Nadelproben fuer Chemische Analysen. *Allgem. Forst Zeitschr.* 33/34 847-848
- Petrini O (1986) Taxonomy of endophytic fungi of aerial plant tissues. In *Microbiology of the phyllosphere*. N.J. Fokkema & J. van den Heuvel (eds) Cambridge University Press, Cambridge, England pp 175-187
- Saestad S M, Jensen H B (1993) Interpretation of regional differences in the fungal biota as effects of atmospheric pollution. *Mycol. Res.* 97 12 1451-1458
- Sieber T N (1989) Endophytic fungi in twigs of healthy and diseased Norway spruce and white fir. *Mycol. Res.* 92 3 322-326
- Sieber-Canavesi F, Sieber T N (1987) Endophytische Pilze in Tanne (*Abies alba* Mill.) - Vergleich zweier Standorte im Schweizer Mittelland (Naturwald - Aufforstung). *Sydowia* 40 250-273
- Simončič P (1992) Raznere mineralne prehrane za smreko na distričnih javnih tleh na tonalitu v vplivnem območju TE Šoštanj. Master of Science Thesis, Univ. of Ljubljana, Biotechnical Fac., Agronomy Dept., 134 pp

UDC 615

Coden: ACPHIE

ISSN 1330-0075

# ACTA PHARMACEUTICA

## 2, suppl. I/95

PUBLISHED BY — IZDAVAČ

CROATIAN PHARMACEUTICAL SOCIETY  
HRVATSKO FARMACEUTSKO DRUŠTVO



## Endophytic fungi in the needles of healthy-looking Austrian Pine (*Pinus nigra* Arn.)

MAJA JURČ\*  
DUŠAN JURČ

Slovenian Forestry Institute,  
Večna pot 2, 61000 Ljubljana,  
Slovenia

Fungal infections in plant tissues are typically accompanied by macroscopically visible changes as necrosis or hypertrophy, or can be inferred the presence of external fungal hyphae or fruiting bodies.

In cases in which the infecting fungi are nonpathogenic and mutualistic symbiosis is suspected, infections have been termed endophytic, originally defined by de Bary (1). Symptomless fungal infections of plant tissues have been described from needles of several conifers in western Europe (2, 3) and U.S.A. (4, 5).

These studies suggest that endophytic fungi are widespread but their role in the tissues of vascular plants is not yet clear.

The present investigation was undertaken in order to document the endophytic mycota in the needles of *Pinus nigra* Arn. in Slovenia.

### MATERIALS AND METHODS

Samples were taken twice from six sites in Slovenia (Kobjeglava, Senodolice, Križ, Vipava, Trebeljevo and Krnica) in March and April 1993.

Within each site individual branches were cut from the lower parts of the tree crowns of 30-40 year old trees and transferred to the laboratory. Needles used for isolating procedure were taken on the basis of age classes and one to six-year old needles were collected. Needles were cut with a scalpel into 0.5 cm long segments (from the top of the needle, from midst of the needle and from the base of the needle) and were surface sterilised. Two methods of surface-sterilisation were used:

*Method 1)* Segments of needles were surface sterilised for 30 s in sodium hypochlorite solution (1.5% active Cl<sup>-</sup>), rinsed three times in sterile water and blotted with sterile filter paper to remove external water (modified method after 6,7).

\* Correspondence

*Method 2)* Segments of needles were dipped for 1 min. in 50% ethanol to wet the surface, then surface sterilised for 3-5 min. in sodium hypochlorite solution (2.6% active Cl<sup>-</sup>) and finally rinsed in 50% ethanol for 1 min. (8).

The segments were transferred to agar medium (2% malt extract, 1.5% agar) in Petri dishes. 12 segments were placed on each plate and were incubated at room temperature.

Segments were scored for fungal growth at daily intervals for the first 3 weeks after the beginning of incubation and weekly for a period of 2 months thereafter.

After this time no further growth of endophytes was found. Single and multiple infections were scored on each individual segment.

#### IDENTIFICATION AND NOMENCLATURE

Identification of the fungal taxa was performed on the basis of cultural characteristics, morphology of fruiting bodies and spores when these ultimately developed (9-13). Approximately 25% of the isolates did not fruit, making their identification impossible.

#### RESULTS

The species of endophytes revealed from needle segments and infection rates of needles grouped in needle age classes are presented in Table 1.

In Table 1 differences in infection frequencies and in present fungal species between method 1 and method 2 of surface sterilisation are apparent. It can be seen that with the use of method 1 *Coniophlyrium* sp., *Sclerophoma pithyophila* and *Pestalotia funerea* accounted for the majority of infections, if method 2 is used *Cyclaneisima* sp. and *Cenangium ferruginosum* are predominant.

If method 1 of surface sterilisation was used, the outgrowth of fungal species from the segments is predominant in first and second age classes. In the case of using method 2 of surface sterilisation the prevailing endophytes revealed from the segments are grouped in older age classes (Fig. 1, Fig. 2).

#### DISCUSSION

The occurrence and distribution of endophytes in conifer needles have been investigated extensively (2, 4, 14), research on internal fungi of *Pinus nigra* var. *maritima* has been reported by Millar (15) and some taxa of endophytes in pine needles are reported by Carroll and Carroll (4).

Comparison with previous studies shows that the internal species composition in investigated pine needles is similar to our list of species. Carroll and Carroll (4) reported the occurrence of *Nectriaceus* sp. (*Cyclaneisima* anamorph), *Dactilizia pithyophila* (Corda) Petr. (syn. *Sclerophoma pithyophila*), *Leptostroma* sp. and *Cladosporium* sp. Rack and Scheide-mann (2) found six prevalent species in needles of *Pinus sylvestris*, of which three are the same as in our investigation.

Our results indicate that different composition of endophyte species is detected in pine needles with different methods of surface sterilisation.

This research point out the importance of surface sterilisation method and this problem did not get sufficient attention in previous research.

Table 1. Relative frequencies of observed fungal taxa. Fungi signed by code name were not identified. Results represent the data collected up to 1. 6. 1993.

Host and fungal taxa	Proportion of each fungi in the whole material					
	method 1 of surface steril. used		method 2 of surface steril. used		%	
<i>Pinus nigra</i> Arn. (1292)*	n	%	n	%	n	%
<b>Helotiales</b>						
<i>Cenangium ferruginosum</i>	1	0.08	1	3.25		
<b>Sphaeropsidales</b>						
<i>Coniophlyrium</i> sp.	41	3.27		0.46	6	0.46
<i>Phiomopsis</i> -like sp.	1	0.08		0.15	2	0.15
<i>Haplosporella</i> sp.	1	0.08		0.08	1	0.08
<i>Pyrenochaeta</i> sp.	1	0.08				
<i>Phyllosticta</i> sp.					1	0.08
<i>Sphaeropsis sapinea</i> (Fr.) Dyko et Sutton	2	0.15				
<i>Sclerophoma pithyophila</i> (Corda) Höhn.	15	1.16				
<i>Cyclaneisima anamorph</i>	1	0.08			50	3.86
<i>Leptostroma</i> sp.					3	0.23
<b>Melanconiales</b>						
<i>Pestalotia funerea</i> Desm.	10	0.78				
<b>Moniliales</b>						
<i>Fusarium</i> sp.	1	0.08			2	0.15
<i>Cladosporium</i> sp.						
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	1	0.08				
<i>Trinmatostroma</i> sp.	1	0.08				
<b>Summary</b>	76	5.88		8.52	110	8.52
Steril. type 1	35	2.70				
Steril. type 2	8	0.61			1	0.08
III. TR3					1	0.08
IV. TR4					1	0.08

\* Number of needle segments analysed

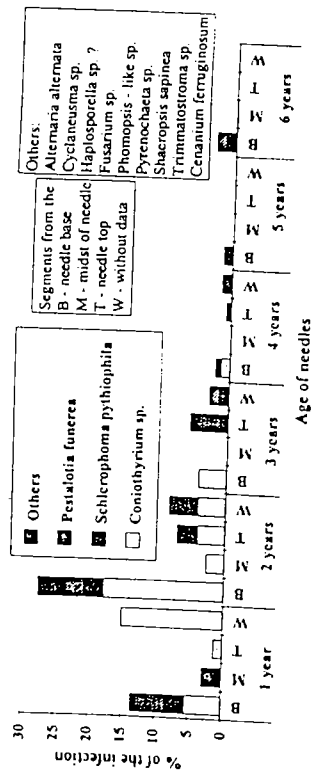


Fig. 1. Relative infection frequencies (%) of fungi isolated from needles of Austrian pine (*Pinus nigra* Arn.) by method 1 surface sterilization (N = 76)

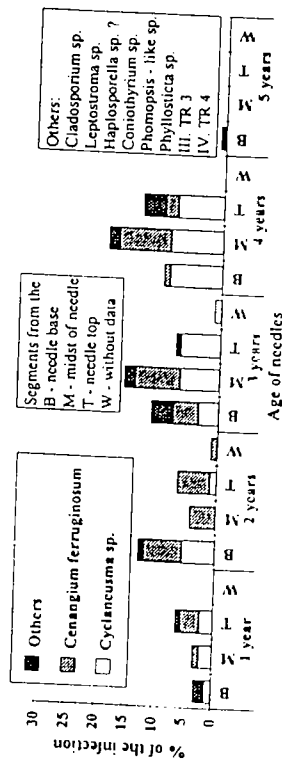


Fig. 2. Relative infection frequencies (%) of fungi isolated from needles of Austrian pine (*Pinus nigra* Arn.) by method 2 surface sterilization (N = 110)

REFERENCES

1. G. C. Carroll, *Microbiology of the Phyllosphere*, N. J. Fokkema and J. Vandenheuvel, Cambridge University Press, London 1986, 205.
2. K. Rack and U. Scheidemann, *Eur. J. For. Path.* 17 (1987) 2.
3. T. Steber, *Eur. J. For. Path.* 18 (1988) 6.
4. G. C. Carroll and F. E. Carroll, *Can. J. Bot.* 56 (1978) 24.
5. L. T. McQuicheon, G. C. Carroll and S. Schwab, *Mycology* 85 (1993) 2.
6. P. Barklund and J. Rowe, *J. For. Path.* 11 (1981) 2.
7. E. M. Benstein and G. C. Carroll, *Can. J. Bot.* 55 (1977) 6.
8. D. Cabral, J. K. Stone and G. C. Carroll, *Mycol. Res.* 97 (1993) 3.
9. J. A. Arx, *Genom of Fungi Sporulating in Pure Culture*, J. Cramer, In der A. R. Gantner Verlag GmbH mandigellschaft, FL-9490 VADUZ, 1981, 424.
10. M. B. Ellis and J. P. Ellis, *Microfungi on land plants. An identification Handbook*, Croom Helm, London and Sydney 1985, 818.

11. M. B. Ellis, *Dematiaceous Hyphomycetes*, Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, land 1971, 608.
12. M. B. Ellis, *More Dematiaceous Hyphomycetes*, Commonwealth Mycological Institute, Kew, Su England 1976, 507.
13. C. B. Sutton, *The Coelomycetes. Fungi imperfecti with Pycnidia, Acervuli and Stromata*, Comr wealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England 1980, 696.
14. O. Petrini and G. C. Carroll, *Can. J. Bot.* 59 (1981) 5.
15. C. S. Millar, *Biology of plant litter decomposition*. Edited by C. H. Dickinson and D. J. F. P. Academic Press, New York 1974, Vol. 1, 108



UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA GOZDARSTVO

Tadej BIŠČAK

POJAV BUKOVEGA IN HRASTOVEGA LESTVIČARJA V  
GOSPODARSKI ENOTI JAVORNIK

VIŠJEŠOLSKA DIPLOMSKA NALOGA

XYLOTERUS DOMESTICUS L. AND XYLOTERUS SIGNATUS F. IN  
THE JAVORNIK DISTRICT

GRADUATION THESIS

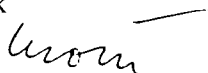
Ljubljana, 1996

Terenska dela so bila opravljena na območju gospodarske enote Javornik, in sicer v odsekih 2d, 5c, 5d in 8a.

Višješolska diplomska naloga je bila izdelana na Oddelku za gozdarstvo, Biotehniške fakultete.

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo je za mentorja diplomske naloge imenovala prof. dr. J. Titovška.

Mentor: prof. dr. J. Titovšek



Recenzent: prof. dr. I. Winkler

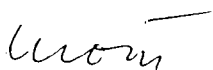


Komisija za oceno in zagovor:

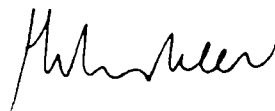
Predsednik:



Član:



Član:



Datum zagovora:

7. 10. 1996

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Vdn  
 DK GDK 145.7 Xyloterus domesticus L.:145.7 Xyloterus signatus F.:443:453:652.54  
 KG gospodarska enota Javornik / bukov lestvičar / hrastov lestvičar / bukev / glive / trohnoha / razvrednotenje lesa  
 KK  
 AV BIŠČAK, Tadej  
 SA TITOVŠEK, Janez ment.  
 KZ 1000 Ljubljana, Večna pot 83, SLO  
 ZA Univ. v Ljubljani, Biotehniška fak., Odd. za gozdarstvo  
 LI 1996  
 IN POJAV BUKOVEGA IN HRASTOVEGA LESTVIČARJA V GOSPODARSKI ENOTI JAVORNIK. -  
 TD višješolska diplomska naloga  
 OP VIII, 31 s., 13 tab., 7 fot., 1 shema, 3 skice, 1 graf.  
 IJ SL  
 JI sl / en  
 AI Specifične klimatske, vegetacijske, trofične in združbene razmere ter nesmoterni gozdnogospodarski posegi omogočajo in pospešujejo razmnoževanje dendrobiontov, ki lahko kasneje nastopijo tudi v gradacijah. Vzroke za propadanje bukve v gospodarski enoti Javornik, ki so jih posredno izzvala bukov in hrastov lestvičar v čistih bukovih sestojih, z vnosom spor trohnohbnih gliv v debla, kaže iskati v povečani gostoti hroščev, v strukturi gozda in specifičnih klimatskih razmerah, ki so vladale spomladi leta 1986. Na podlagi terenskih meritev, kabinetnih in laboratorijskih analiz, so bile ugotovljene značilnosti napadenih sestojev, nebesna stran napada lestvičarjev na debla, višinski interval napada, vrste gliv, ki so naselile bukev, hitrost in smer širjenja trohnohe v deblu ter stopnja razvrednotenja lesa oz. ekonomska izguba. Napad lestvičarjev je mogoče omejiti tudi z dolgoročnimi gozdnogojitvenimi posegi, ki bodo spremenili zgradbo čistih bukovih sestojev in njihovo drevesno sestavo.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Gt.
- DC FDC 145.7 Xyloterus domesticus L.:145.7 Xyloterus signatus F.:443:453:652.54
- CX Javornik district / Xyloterus domesticus L. / Xyloterus signatus F. / beech tree /  
fungi / putrefaction / devaluation of wood
- CC
- AU BIŠČAK, Tadej
- AA TITOVŠEK, Janez supervisor
- PP 1000 Ljubljana, Večna pot 83, SLO
- PB Univ. of Ljubljana, Biotechnical Fac., Forestry Dep.
- PY 1996
- TI XYLOTERUS DOMESTICUS L. AND XYLOTERUS SIGNATUS F. IN THE  
JAVORNIK DISTRICT. -
- DT graduation thesis
- NO VIII, 31 p., 13 tab., 7 phot., 1 scheme, 3 sketch, 1 graph.
- LA SL
- AL sl / en
- AB The multiplying of pests is possible and increased by specific climate, vegetal and  
trophic circumstances in forestal systems which are cultivated unreasonably.  
Sometimes this process even appears in gradation. In the Javornik economic unit  
Xyloterus domesticus L. and Xyloterus signatus F. have indirectly caused the  
decay of beches in pure beech tree systems since they put putrefacient fungi spores  
into tree trunks. The reasons for this are larger number of beetles, forestal  
structure and specific climate circumstances in the spring of 1986. The results of  
measurments in forests, laboratorial and other analyses showed which are the  
characteristics of damaged systems, cardinal points and the hight interval of  
damage, the species of fungi, which populated beech trees, the speed and the  
direciton of putrefaciton process in trunks as well as the economic loss according  
to worse wood quality. Damage, caused by Xyloterus domesticus L. and  
Xyloterus signatus F. can be limited by long-term cultivating of forests so that  
they will change the structure of beech tree systems.

## KAZALO VSEBINE

	STRAN
Ključna dokumentacijsa informacija (KDI) z izvlečkom	III
Key words documentation (KWD) include abstract	IV
Kazalo tabel	VII
Kazalo fotografij	VII
Kazalo shem	VIII
Kazalo skic	VIII
Kazalo grafikonov	VIII
<b>1 UVOD</b>	<b>1</b>
<b>2 ZNAČILNOSTI BUKOVEGA IN HRASTOVEGA LESTVIČARJA</b>	<b>2</b>
2.1 SISTEMATSKA RAZVRSTITEV	2
2.2 OPIS HROŠČA	2
2.2.1 <i>Opis bukovega lestvičarja (Xyloterus domesticus L., syn. Trypodendron domesticum L.)</i>	2
2.2.2 <i>Opis hrastovega lestvičarja (Xyloterus signatus F., syn. Trypodendron signatum F.)</i>	2
2.3 EKOLOGIJA	5
2.3.1 <i>Ekologija bukovega lestvičarja</i>	5
2.3.2 <i>Ekologija hrastovega lestvičarja</i>	5
2.4 ROVNI SISTEM	5
2.4.1 <i>Rovni sistem bukovega lestvičarja</i>	5
2.4.2 <i>Rovni sistem hrastovega lestvičarja</i>	7
2.5 GOSPODARSKI POMEN	7
2.5.1 <i>Gospodarski pomen bukovega lestvičarja</i>	7
2.5.2 <i>Gospodarski pomen hrastovega lestvičarja</i>	7
<b>3 NASTANEK PIRAVOSTI NA BUKOVINI</b>	<b>8</b>
3.1 OBARVANJE (DISKOLORACIJA) LESA, RDEČE SRCE IN PIRAVOST	8
3.2 MEHANIZEM RAZKROJA LESA	9
3.3 OBRAMBA DREVESA OB POŠKODBI	9
3.4 GLIVE POVZROČITELJICE PIRAVOSTI	10
<b>4 RAZISKOVALNO OBMOČJE IN RAZISKOVALNI OBJEKTI</b>	<b>12</b>
4.1 GEOGRAFSKI POLOŽAJ IN GEOGRAFSKI ZNAČAJ ENOTE	12



4.2	<b>EKOLOŠKE RAZMERE</b>	12
4.2.1	<i>Klimatski značaj</i>	12
4.2.2	<i>Matična podlaga in tla</i>	13
4.3	<b>JAVORNIŠKI GOZDOVI</b>	14
4.3.1	<i>Vegetacija</i>	14
4.3.2	<i>Gozdni fondi</i>	14
4.4	<b>FUNKCIJE GOZDOV V GE JAVORNIK</b>	15
4.5	<b>RAZISKOVALNI OBJEKTI</b>	15
<b>5</b>	<b>RAZISKOVALNE METODE</b>	17
5.1	TERENSKÉ RAZISKOVALNE METODE	17
5.2	LABORATORIJSKE RAZISKOVALNE METODE	20
<b>6</b>	<b>REZULTATI</b>	21
6.1	ZNAČILNOSTI NAPADENIH SESTOJEV	21
6.2	ZUNANJI ZNAKI NAPADA	21
6.3	NEBESNA STRAN NAPADA LESTVIČARJEV	22
6.4	VIŠINSKI INTERVAL NAPADA LESTVIČARJEV	23
6.5	TROHNOBNE GLIVE - RAZGRAJEVALKE BUKOVINE	23
6.6	ŠIRJENJE TROHNOBE V DEBLU	23
6.6.1	<i>Širjenje trohnobe v radialni smeri</i>	23
6.6.2	<i>Širjenje trohnobe v vertikalni smeri</i>	24
6.7	EKONOMSKO OVREDNOTENJE NASTALE ŠKODE	25
6.7.1	<i>Areal napada lestvičarjev in pregled odkazane lesne mase bukve za obdobje od 1991 do 1996</i>	25
6.7.2	<i>Izračun nastale škode</i>	26
<b>7</b>	<b>RAZPRAVA IN SKLEPI</b>	28
<b>8</b>	<b>POVZETEK</b>	29
<b>9</b>	<b>ZAHVALA</b>	30
<b>10</b>	<b>LITERATURA</b>	31

## KAZALO TABEL

	STRAN
Tabela št. 1:	Število dreves na ha po letih revizije 14
Tabela št. 2:	Lesna zaloga v (m <sup>3</sup> ) na ha po letih revizije 14
Tabela št. 3:	Prirastek (m <sup>3</sup> ) na ha po letih revizije 15
Tabela št. 4:	Analiza v preteklosti opravljenih sečenj 15
Tabela št. 5:	Izbrano število dreves 17
Tabela št. 6:	Število dreves po debelinskih stopnjah 17
Tabela št. 7:	Debelinska stopnja in oznaka izbranih dreves 18
Tabela št. 8:	Oznaka razdalje trohnobe na posameznih premerih 19
Tabela št. 9:	Povprečna vrednost merjenih elementov 25
Tabela št. 10:	Pregled odkazane lesne mase in števila dreves po oddelkih in odsekih za obdobje 1991-1996 26
Tabela št. 11:	Pregled odkazane lesne mase in števila dreves bukve po razširjenih debelinskih razredih za obdobje 1991-1996 26
Tabela št. 12:	Pregled deležev odkazane lesne mase in števila dreves bukve po razširjenih debelinskih razredih za obdobje 1991-1996 26
Tabela št. 13:	Izračun nastale škode 27

## KAZALO FOTOGRAFIJ

Fotografija št. 1:	Rovni sistem bukovega lestvičarja, diskoloracija in destrukcija lesa pod vplivom gliv 6
Fotografija št. 2:	Začetek procesa destrukcije bukovine. Poleg spor simbiotske glive je samica vnesla v materinski hodnik tudi trose trohnobne glive. 6
Fotografija št. 3:	Plodišča gliv 11
Fotografija št. 4:	Drevo se je zaradi trohnobe prelomilo. 11
Fotografija št. 5:	Označitev kolobarja 20
Fotografija št. 6:	Zunanji znaki napada 22
Fotografija št. 7:	Širjenje trohnobe v vertikalni smeri 24

## KAZALO SHEM

	STRAN
Shema št. 1: Prikaz obravnavanih znakov	19

## KAZALO SKIC

Skica št. 1: Bukov lestvičar ( <i>Xyloterus domesticus</i> L.), hrošč, tipalnica	4
Skica št. 2: Hrastov lestvičar ( <i>Xyloterus signatus</i> F.), hrošč, tipalnica	4
Skica št. 3: Nebesna stran napada lestvičarjev	22

## KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon št. 1: Maksimalne dnevne temperature spomladi leta 1986	13
--	----

- ROLFE, G.L., 1973 Lead uptake by selected tree seedlings - J. envir. Qual. 2, s 153-157
- ROOMANS, G.M., 1980 Localization of divalent cations in phosphate-rich cytoplasmic granules in yeast. - Physiologia Plantarum, 48, s 47-50.
- SCHÜEPP, H / DEHN, B. / STICHER, H., 1987 Interaktionen zwischen VA-Mykorrhizen und Schwermetallbelastungen - Angew. Botanik 61, s 85-96
- SOUVENT, P., 1992. Svinec, metalurgija svinca, okolje. - Rudarsko metalurški zbornik, 39, 3-4, s 447-469
- STEFFENS, J.C., 1990 The heavy metal-binding peptides of plants - Annu Rev Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 41, s 553-575
- TAM, P.C.F., 1995 Heavy metal tolerance by ectomycorrhizal fungi and metal amelioration by *Pisolithus tinctorius* - Mycorrhiza, 5, s 181-187
- TRUBY, P., 1988 Bleivertailungen in Waldbaumen unterschiedlich belasteter Sandorte - Angew. Botanik 62, s 93-104
- TURNAU, K / DEXHEIMER, J., 1995 Acid phosphatase activity in *Pisolithus arrhizus* mycelium treated with cadmium dust - Mycorrhiza, 5, s 205-211
- TURNAU, K / KOTKE, I. / DEXHEIMER, J. / BOTTEN, B., 1994 Element distribution in mycelium of *Pisolithus arrhizus* treated with cadmium dust - Annals of Botany, 74, s 137-142
- UREDBA o ugotavljanju onesnaženosti kmetijskih zemljišč in gozda Uradni list SRS, leto XLVII, 6, 1990, s 355-357
- VODNIK, D / BOŽIČ, M. / GOGALA, N. / GABROVŠEK, K (1996) Growth response of ectomycorrhizal spruce seedlings transplanted onto Pb-polluted soil - Phytol. Ann. Rei Botanicae (sprejeto v tisk)
- WIERZBICKA, M., 1994, Resumption of mitotic activity in *Allium cepa* L. root tips during treatment with lead salts - Environmental and Experimental Botany, 34, 2, s 173-180
- WONG, B. L. / MELHUISH, J. H. / MCQUATTIE, C. J., 1987 Response of mycorrhizal and non mycorrhizal loblolly pine seedlings to different pH and Pb concentrations - Mycorrhizae in the next Decade, Proceedings of the 7<sup>th</sup> NACOM, Gainsville, 110 s
- WOZNY, A. / KRZESLOWSKA, M., 1993 Plant cell responses to lead - Acta Societatis Botanicorum Poloniae, 66, 2, s 101-105

GDK 172.8+174.7 *Pinus nigra* Arn 228 7 /B 120-161 38 (497 12)

BIOKEMIJSKE ANALIZE (API ZYM TESTI) DOMINANTNIH PARAZITSKIH IN SAPROFITSKIH GLIV IGLIC ČRNEGA BORA (*Pinus nigra* Arn.)

Maja JURČ, Nada GOGALA\*\*

Izvleček

Prispevek obravnava uporabo nekaterih biokemijskih analiz (API ZYM testov) pri pojasnjevanju vloge petih dominantnih endofitnih gliv (*Cyclaneusma niveum* (Pers. Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter, *Cenangium ferruginosum* Fr., *Phialophora hoffmannii* (Beyma) Schol-Schwarz, *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter ter *Hormonema dematioides* Lagerberg & Melin), izoliranih iz iglic črnega bora. Ugotovljena je podobnost intracelularne in ekstracelularne encimske aktivnosti analiziranih gliv. Pri vseh glivah je ugotovljena lipolitska aktivnost. Biokemijske analize podgobja lahko le delno nakažejo, v katero prehranjevalno skupino uvrščamo glivo (parazit, šibek parazit, saprofit).

Ključne besede: endofitne glive, črni bor (*Pinus nigra* Arn.), encimi, latentna okužba, patogenost

BIOCHEMICAL ANALYSIS (API ZYM TESTS) OF DOMINANT PATHOGENIC AND SAPROPHYTIC FUNGI OF AUSTRIAN PINE NEEDLES (*Pinus nigra* Arn.)

Abstract

The article deals with the use of some biochemical analysis (API ZYM tests) in the explanation of the characteristics of five dominant endophytic fungi (*Cyclaneusma niveum* (Pers. Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter, *Cenangium ferruginosum* Fr., *Phialophora hoffmannii* (Beyma) Schol-Schwarz, *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter and *Hormonema dematioides* Lagerberg & Melin), which were isolated from healthy needles of Austrian pine. The similarity between intracellular and extracellular enzymatic activity was established. All analysed fungi showed lipolytic activity. It is suggested that biochemical analyses of fungal mycelium only partially indicate the broad trophic group in which the fungus can be classified (parasite, weak parasite, saprophyte).

Key words: endophytic fungi, Austrian pine (*Pinus nigra* Arn.), enzymes, latent infection, pathogenicity

## VSEBINA

1	UVOD	37
2	PREDSTAVITEV IN OPIS OBJEKTA RAZISKAVE	39
3	TER OPIS RAZISKOVALNIH METOD	39
4	METODE DELA	41
5	REZULTATI	45
6	RAZPRAVA IN SKLEPI	46
	POVZETEK	47
	SUMMARY	48
	ZAHVALA	49
	VIRI	49

## 1 UVOD

Črni bor porašča v Sloveniji več kot 20.000 ha Krasa, kjer so ga pričeli saditi in sejati na ekstremna in degradirana rastišča že pred več kot 100 leti. Naravno se pojavlja redko in na majhnih površinah.

Na Krasu se uspešno pomlajuje na opuščenih travnikih, vendar predstavljajo njegovi sestoji le prehodno obliko med travišči in grmišči in naravnim hrastovogabrovim gozdom. Njegova neprilagojenost rastišču se kaže v neuspešnem pomlajevanju starih sestojev, kjer v pomladku prevladujejo avtohtoni listavci pa tudi v občasnih gradacijah škodljivcev in epifitocijah boleznih (ŠKULJ 1988). Pri proučevanju bolezni črnega bora na Krasu ugotavljamo splošno razširjenost sušice najmlajših borovih poganjkov (*Sphaeropsis sapinea* Dyko & Sutton), leta 1986 pa je skoraj celotni areal črnega bora na Krasu prizadela epifitocija sušice borovih vej (*Cenangium ferruginosum* Fr.) (JURC, D 1986).

Vitalnost in zdravstveno stanje črnega bora pri nas sta glede na rastišče zelo različna. Lastnosti rastišča ne pojasnjujejo te razlike v žadostni meri, zato menimo, da je razloga tega pojava mogoča le s širokim vpogledom v življenjsko skupnost drevesa, katere integralni del so tudi endofitne glive, ki smo jih uporabili v teh raziskavah.

V skupino endofitnih gliv (gr. *endon* notri, notranji; gr. *phyton* rastlina) so vključeni vsi organizmi, ki v določeni fazi svojega razvojnega cikla lahko naselijo notranja tkiva rastline brez povzročanja vidnih poškodb gostitelja (PETRINI 1986).

Pri raziskavah endofitnih gliv so pričeli uporabljati biokemijske analize v začetku osemdesetih let. Pretežno so raziskave potekale v dveh smereh: taksonomske raziskave glivnih vrst in ekofiziološke raziskave, ki so imele namen pojasniti vlogo endofitov v rastlinah.

Encimske analize so se pokazale kot uspešna metoda diferenciacije posameznih vrst gliv v podvrste, soje in tipe (SIEPMANN, ZYCHA 1968; MICALES in sod. 1986; KURTZMAN 1987; PETRINI in sod. 1990; SIEBER in sod. 1991; CHRISTENSEN in sod. 1993; LEUCHTMANN 1994; LECOURE in sod. 1994).

Glede na ugotovitve raziskav, da nekatere saprofitne glive izkoriščajo za vir ogljika več različnih snovi, vključno s celulozo in ligninom (HANKIN, ANAGNOSTAKIS 1975; CARROLL, PETRINI 1983), glivni partner v ektonikorizni mutualistični simbiozi pa kaže omejeno sposobnost dekompozicije kompleksnih substratov, so raziskovalci endofitov sklepali, da bi biokemijske raziskave endofitov lahko pomenile ključ za razlago njihovega pomena pri rastlinah.

Iglice iglavcev vsebujejo visok odstotek polisaharidov (predvsem celuloze) in lignina (MILLAR 1974). Raziskave so bile usmerjene predvsem v ugotavljanje sposobnosti endofitnih gliv, da razgradijo te in nekatere druge snovi (CARROLL, PETRINI 1983; SIEBER 1989; SIEBER-CANAVESI in sod. 1991; PETRINI in sod. 1992). Skoraj vsi analizirani endofiti kažejo lipolitsko aktivnost, ki omogoča glivi, da razkroji kutikularno voščeno plast. Splošna toleranca na galovo kislino pomeni prilagojenost endofitov na fenolne snovi, ki so ponavadi prisotne v živih iglicah. Vse glive, ki imajo lipolitsko aktivnost in so tolerantne na galovo kislino, imajo biokemijske značilnosti, povezane s penetracijo v iglice in dolgotrajno latentno rezistenco v živih iglicah.

Endofite glede na encimsko aktivnost v grobem razdelimo v dve skupini. V prvi so glive, ki lahko razgradijo celulozo. Uvrščamo jih med latentne patogene, ki so sposobne prodreti v žive rastlinske celice ali v dekompozitorje, ki nasedijo odpadle iglice. V drugo skupino spadajo glive, ki imajo omejene sposobnosti razgradnje celuloze. Nekatere kažejo rahlo aktivnost razgrajevanja ksilitana ali pektina ali zelo rahlo celulo-litsko aktivnost. Sklepajo, da te vrste niso sposobne penetracije v žive celice.

API ZYM teste so začeli uporabljati za analize encimske aktivnosti gram-negativnih anaerobnih bakterij (HUMBLE in sod. 1977, cit. po SATYANARAYANA in sod. 1985). V osemdesetih letih so ugotovili (SATYANARAYANA in sod. 1985), da so ti testi uporabni v analizah ekstracelularnih in intracelularnih encimov nekaterih skupin gliv. Danes uporabljajo API ZYM teste za rutinske analize glivne encimske aktivnosti tudi pri raziskavah endofitov (SIEBER in sod. 1991, JAIN in sod. 1991, PETRINI in sod. 1992, HALMSCHLAGER 1993). Najnovejše raziskave rodu *Trametes* (MSWAKA 1994) kažejo, da se API ZYM testi lahko uporabijo kot taksonomska metoda za ločevanje posameznih vrst.

## 2 PREDSTAVITEV IN OPIS OBJEKTA RAZISKAVE TER OPIS RAZISKOVALNIH METOD

Vzorci iglic smo nabirali s spodnjih vej 15-60 let starih dreves črnega bora marca, junija in oktobra, od marca 1993 do januarja 1995, skupaj šest vzorčenj na osmih lokacijah (šest alohtonih rastišč Kobjeglava /y=54 08800, x=50 75700 po Gaus-Krügerju/, Vipava /y=54 19706, x=50 78672/, Veliko Trebeljevo /y=54 80100, x=50 96250/, Benko /y=54 60450, x=50 83500/, Krmica /y=54 06250, x=50 90300/, Konjska dolina /y=54 60250, x=50 85300/, dve avtohtoni rastišči: Smolnik /y=54 34300, x=51 42100/, Dolina Kravice /y=54 60700, x=50 84750/)

## 3 METODE DELA

### Metoda izolacije endofitov.

V laboratoriju smo zbrane (1-8 let stare) iglice sortirali po letnikih in iz vsakega letnega segmenta veje izbrali po štiri pare zdravih in nepoškodovanih iglic, jih 30 min spirali pod tekočo vodo, sterilno razrezali vsako iglico na 3 mm (ali 5 mm) dolge segmente (iz baze, sredine in vrha iglice); jih površinsko sterilizirali (prilagojena metoda po BARKLUND, ROWE 1981; BERNSTEIN, CARROLL 1977; CABRAL in sod. 1993) in položili v petrijevke na hranilno podlago (sladni, ječmenov in krompirjev agar). V vsako petrijevko smo položili 12 segmentov ter jih gojili na sobni temperaturi. Če se trsišča niso oblikovala, smo glive stimulirali z uporabo črnih UV-luč (JOHNSTON, BOOTH 1983). Rast gliv iz segmentov smo nadzorovali v prvih treh tednih dnevno, v naslednjih treh mesecih pa tedensko. Po treh mesecih smo sterilne kulture shranili pri + 4°C in jih občasno nadzorovali. Identifikacijo taksonov gliv smo opravili na osnovi značilnosti laboratorijskih kultur, morfologije trsišč in trosov, če so se le-ti oblikovali.

Vse izolirane glive smo shranili kot posušene čiste kulture v Mikoteki in herbariju Gozdarskega inštituta Slovenije, ki je del Herbarija LJU. Žive kulture so shranjene v okviru iste zbirke na gojiščih pri + 4°C (JURC, M. in sod. 1994). Referenčno gradivo je shranjeno tudi v herbariju in zbirki živih kultur na International Mycological Institute, Egham, Surrey, Velika Britanija ter v Mikrobiološki zbirki Kemijskega inštituta v Ljubljani.

Podatke o izolatih gliv, ki smo jih uporabili za analize encimske aktivnosti prikazuje preglednica 1.

Preglednica 1 Izolati endofitnih gliv, uporabljenih v analizah encimske aktivnosti  
Table 1. Isolates of endophytic fungi used in analysis of enzymatic activity

Vrsta glive	Izolati v žvi. kolekciji GIS	Nahajališče	Substrat (iglica)	Datum vzorčenja
<i>Cyclaneusma niveum</i>	LJUFu3-021	Vel Trebeljevo Smolnik	3 leta, srednji segment 4 leta, srednji segment	21.6.1994
<i>Cyclaneusma minus</i>		Benko	4 leta, vršni segment	29.6.1994
<i>Cenangium ferruginosum</i>		Smolnik	4 leta, vršni segment	17.1994
<i>Phialophora hoffmannii</i>		Vipava	2 leta, vršni segment	9.3.1994

Metoda analize intracelularnih in ekstracelularnih encimov micelijev z API ZYM testi

API ZYM test (API System S.A., La Balme les Grottes, 38390 Montalieu-Vercieu, France) je semikvantitativna metoda, ki omogoča hkratno in hitro meritev aktivnosti 19 encimov z uporabo majhnih količin ekstrakta glivnega micelija (za analize intracelularnih encimov) in glivnega eksudata (za analize ekstracelularnih encimov). Substrati so v nosilnem traku, ki omogoča stik med encimom in substratom. Vzorec ekstrakta ali eksudata vnesemo v okna nosilnih trakov, kjer reagira s substratom štiri ure pri 25°C. Encimske aktivnosti vzorca se pokažejo po dodajanju ustreznih indikatorjev.

Priprava in analiza glivnega vzorca

Iz rastne cone čistih kultur petih najpomembnejših endofitov smo sterilno izrezali s plutovrtom 3 mm velike inokulate, jih prenesli v epruvete (Ø= 9 mm) ter gojili v 15 ml tekoče hranilne podlage (5% sladni ekstrakt) 14 dni v temi pri 25°C. Vsebine epruvet smo prefiltrirali skozi filter papir Whatman No.1 in tekočo hranilno podlago uporabili za analizo ekstracelularnih encimov. Micelije gliv smo trikrat sprali z destilirano vodo (s pomočjo vodne-vakumske črpalke), jim dodali 3 ml fosfatno-solnega pufra (8g NaCl; 0.2g KCl; 1.14g Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>; 0.24g KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; 800 ml destilirane H<sub>2</sub>O; pH = 7.4 umerjena s HCl, mešanica sterilizirana z avtoklavanjem na 15 p.s.i. 20 min.) Glivni micelij smo macerirali

pri + 4°C v tarlinici. V vsako okno nosilnega traku smo vnesli 2 kapljici (65 µl) vzorca ter opravili analizo intracelularnih encimov po navodilih proizvajalca.

Za analizo ekstracelularnih encimov smo uporabili vzorec tekočega sladnega agarja, v katerem smo gojili micelij gliv (metoda povzeta po MSWAKA 1994, SATYANARAYANA in sod. 1985).

#### 4 REZULTATI

Iz iglic smo v celotnem delovnem obdobju izolirali skupaj 99 različnih taksonov glivnih endofitov. Določili smo 56 vrst, 30 taksonov smo določili do nivoja rodu, ostalih 13 pa do višjih taksonomskih kategorij. 12 različnih izolatov je bilo sterilnih (ne glede na stimulacijo sporulacije), tako da teh vrst ni bilo mogoče določiti. Dominantne vrste, ki se pojavljajo v več kot 4% glede na vse izolate, so bile: *Cyclaneusma niveum* (Pers. Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter (17,2%), *Cenangium ferruginosum* Fr. (15,4%), *Phialophora hoffmannii* (Beyma) Schol-Schwarz (7,8%), *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter (5,2%), *Lophodermium conigenum* (Brunaud) Hllitz (4,5%) ter *Hormonema dermatoides* Lagerberg & Melin (4,2%). Okuženost celotnega vzorca je bila 39% (2187 izolatov na 5592 segmentov).

Analiza intracelularnih encimov micelijev z API ZYM testi

Analiza intracelularnih encimov kaže na relativno visoko stopnjo sorodnosti petih endofitnih gliv. Osem encimov (alkalna fosfataza, esteraza /C4/, esteraza-lipaza /C8/, levcin aminopeptidaza, valin aminopeptidaza, kisl. fosfataza, fosfoamidaza, D-glukozidaza) vsebuje vseh pet analiziranih gliv. Štirih encimov (tripsin, himotripsin, D-glukuronidaza, D-fukozidaza) iste glive ne vsebujejo (preglednica 2)

Preglednica 2 Aktivnost intracelularnih encimov endofitnih gliv  
Table 2 Intracellular enzymatic activity of endophytic fungi

Analizirani encimi	Substrat	Intracelularna encimska aktivnost gliv						
		CF	CN	CM	PF	HD		
1. Kontrola								
2. alkalna fosfataza (EC 3.1.3.1)*	2-naftil fosfat	1	2	4	2	5		
3. esteraza (C4) (EC 3.1.1.3)	2-naftil butirat	1	1	1	1	1		
4. esteraza - lipaza (C8) (EC 3.1.1.3)	2-naftil kaprilat	1	1	1	1	1		
5. esteraza - lipaza (C14) (EC 3.1.1.3)	2-naftil miristat	1	1	+	+	1		
6. levcin aminopeptidaza (EC 3.4.11.1)	L-leucil-2-naftilamid	1	3	3	2	5		
7. valin aminopeptidaza (EC 3.4)	L-valil-2-naftilamid	1	1	1	1	1		
8. cistin aminopeptidaza (EC 3.4)	L-cistimil-2-naftilamid			1		1		
9. tripsin (EC 3.4.21.4)	N-benzil-DL-arginin-2-naftilamid							
10. himotripsin (EC 3.4.21.1)	N-benzil-DL-fenilalanin-2-naftilamid							
11. kislota fosfataza (EC 3.1.3.2)	2-naftil fosfat	4	2	4	3	3		
12. fosfoamidaza (EC 3.9.1.1)	naftil-AS-Bi-fosfodiamid	1	1	3	1	1		
13. α-galaktoksidaza (EC 3.2.1.22)	6-Br-2-naftil-aD-galaktopiranozid			1		1		
14. β-galaktoksidaza (EC 3.2.1.23)	2-naftil-bD-galaktopiranozid	1	1	1	1	1		
15. β-glukuronidaza (EC 3.2.1.31)	naphthol-AS-Bi-bD-glukuronat							
16. α-glukozidaza (EC 3.2.1.20)	2-naftil-aD-glukopiranozid			1	1	2		
17. β-glukozidaza (EC 3.2.1.21)	6-Br-2-naftil-bD-glukopiranozid	1	1	1	1	1		
18. β-glukozaminidaza (EC 3.2)	1-naftil-N-acetil-bD-glukozamid		1	1	1	1		
19. α-manozidaza (EC 3.2.1.24)	6-Br-2-naftil-aD-manopiranozid		+	1	1	1		
20. α-fukozidaza (EC 3.2.1.51)	2-naftil-aL-fukopiranozid							

CF-Cenangium ferruginosum, CN-Cyclaneusma niveum, CM-Cyclaneusma minus, PH-Phialophora hoffmannii, HD-Hormonema dematioides

1 = 5 nanomolov, 2 = 10 nanomolov, 3 = 20 nanomolov, 4 = 30 nanomolov, 5 = 40 nanomolov hidroliziranega substrata, + komaj opazna reakcija, / dvomisljiva reakcija, - ni reakcije  
\*(EC 3.1.3.1) - standardne oznake v encimski nomenklaturi (Enzyme Nomenclature 1978)

### Analiza ekstracelularnih encimov micelijev z API ZYM testi

Analiza ekstracelularnih encimov kaže na sorodnost v encimski aktivnosti endofitov in podobnost z aktivnostjo intracelularnih encimov. Vse analizirane glive izločajo šest encimov (alkalna fosfataza, esteraza /C4/, esteraza lipaza /C8/, esteraza lipaza /C14/, kislota fosfataza, fosfoamidaza), enega pa ne izločajo (β-glukuronidaza) (preglednica 3). Večja encimska aktivnost kot v glivnih eksudatih je zabeležena v miceliju (preglednici 2, 3).

API ZYM testi so testi za encime iz skupine hidrolaz, ki cepijo vezi npr. amidov, estrov, glikozidov. Vključujejo teste na proteinaze (EC 3.4), ki hidrolizirajo proteine z cepitvijo peptidnih vezi; na lipaze (EC 3.1), ki hidrolizirajo masčobe (estre) s cepitvijo estrskih vezi in na glikozidaze (EC 3.2), ki hidrolizirajo glikozidne vezi škroba, glikogena, sladkorjev, celuloze, hitina, pektina, ksilana in drugih snovi (SALISBURY, ROSS 1991).

Vse analizirane glive vsebujejo esteraze intracelularno (oznake v preglednicah 2 in 3: 2.3.4.11) in ekstracelularno (2.3.4.5.11) Intracelularne aktivnosti esteraz so intenzivnejše kot ekstracelularne. Posebno je zanimiva intracelularna in ekstracelularna aktivnost nespecifične C4 esteraze (3) in C8 esteraze-lipaze (4) v vseh analiziranih endofitih.

Pri vseh analiziranih glivah so intracelularno aktivne peptidaze (6.7) Ekstracelularna aktivnost peptidaz (6.7.8.9.10) je pri analiziranih glivah redkeje ugotovljena. Zanimiva je ekstracelularna prisotnost tripsinu (9) in himotripsinu podobnih encimov (10), to pa so encimi, ki so tipični za živali.

Vse analizirane glive vsebujejo intracelularno in ekstracelularno fosfoamidazo (12), ki cepi fosforo-dušikove vezi

Glikozidaze so prisotne posamično intracelularno (13,14,16,17,18,19) in ekstracelularno (13,14,16,17,18,19,20) v vseh analiziranih glivah Encim β-glukozidaza (17) je prisoten intracelularno pri vseh analiziranih glivah, ekstracelularno pa samo pri dveh (Cyclaneusma niveum in Phialophora hoffmannii)



Preglednica 3 Aktivnosti ekstracelularnih encimov endofitnih gliv  
Table 3 Extracellular enzymatic activity of endophytic fungi

Analizirani encimi	Substrat	Ekstracelularna encimska aktivnost gliv						
		CF	CN	CM	PF	HD		
1. Kontrola		-	-	-	-	-	-	-
2. alkalna fosfataza (EC 3.1.3.1)*	2-naftil fosfat	1	1	1	1	1	1	1
3. esteraza (C4) (EC 3.1)	2-naftil butirat	1	1	1	1	1	1	1
4. esteraza - lipaza (C8) (EC 3.1.1.3)	2-naftil kaprilat	1	1	1	1	1	1	1
5. esteraza - lipaza (C14) (EC 3.1)	2-naftil miristat	1	1	1	1	1	1	1
6. levcin aminopeptidaza (EC 3.4.11.1)	L-leucil-2-naftilamid	1	1	1	1	1	1	1
7. valin aminopeptidaza (EC 3.4)	L-valil-2-naftilamid	1	-	1	1	1	1	-
8. cistin aminopeptidaza (EC 3.4)	L-cistinil-2-naftilamid	1	-	1	1	1	1	-
9. tripsin (EC 3.4.21.4)	N-benzoil-DL-arginin-2-naftilamid	1	1	-	-	-	-	-
10. himotripsin (EC 3.4.21.1)	N-benzoil-DL-fenilalanin-2-naftilamid	1	2	-	-	-	-	1
11. kiselna fosfataza (EC 3.1.3.2)	2-naftil fosfat	5	2	3	1	1	1	1
12. fosfoamidaza (EC 3.9.1.1)	naftol-AS-Bi-fosfodiamid	5	1	3	1	1	1	1
13. α-galaktozidaza (EC 3.2.1.22)	6-Br-2-naftil-aD-galaktopiranozid	*	-	-	-	-	-	-
14. β-galaktozidaza (EC 3.2.1.23)	2-naftil-bD-galaktopiranozid	2	-	-	-	-	-	1
15. β-glukuronidaza (EC 3.2.1.31)	naptiol-AS-Bi-bD-glukuronat	-	-	-	-	-	-	-
16. α-glukozidaza (EC 3.2.1.20)	2-naftil-aD-glukopiranozid	*	1	-	-	-	-	-
17. β-glukozidaza (EC 3.2.1.21)	6-Br-2-naftil-bD-glukopiranozid	*	1	-	1	1	1	1
18. β-glukozaminidaza (EC 3.2)	1-naftil-N-acetil-bD-glukozamid	+	-	-	-	-	-	-
19. α-manozidaza (EC 3.2.1.24)	6-Br-2-naftil-aD-manopiranozid	/	/	/	/	/	/	/
20. α-fukozidaza (EC 3.2.1.51)	2-naftil-aL-fukopiranozid	+	-	-	-	-	-	-

CF-Cenangium ferruginosum, CN-Cyclaneusma niveum CM-Cyclaneusma minus PH-Phialophora hoffmannii, HD-Hormonema dematioides

1-5 jasna razvidna reakcija (1 = 5 nanomolov, 2 = 10 nanomolov, 3 = 20 nanomolov, 4 = 30 nanomolov, 5 = 40 nanomolov hidroliziranega substrata), \* komaj opazna reakcija, / dvomisljiva reakcija, - ni reakcije

(EC 3.1.3.1) - standardne oznake v encimski nomenklaturi (Enzyme Nomenclature 1978)

## 5 RAZPRAVA IN SKLEPI

Analiza ekstracelularnih in intracelularnih encimov kaže na sorodnost petih analiziranih endofitov, izoliranih iz iglic črnega bora. Podobna encimska aktivnost vseh petih testiranih vrst je verjetno povezana s specializiranostjo endofitnih gliv na isto ekološko nišo. Večja encimska aktivnost je zabeležena v notranjosti micelija kot v njegovem eksudatu. Posebno je zanimiva intracelularna in ekstracelularna aktivnost nespecifične C5 esteraze in C8 esteraze v vseh analiziranih endofitih. Menijo (SIEBER in sod. 1991), da so ti encimi pomembni pri prodiranju gliv v kutikularno plast povrhnjice iglic gostitelja. Sklepamo lahko, da kažejo naši izolati endofitnih gliv biokemijske lastnosti, povezane s prodiranjem v kutikularne plasti povrhnjice živih iglic in dolgočasno naseljenostjo v živih iglicah.

Encim β-glukozidaza sodeluje pri razgradnji celuloze prek celobioze v glukozo (HUDSON 1986). Zanimivo je, da analizirane endofitne glive, ki živijo v navidez zdravih iglicah, vsebujejo encim, ki je značilen za saprofitne glive HUDSON (1986) navaja tudi podatek, da trohnenje lesa (mekha trohnoba - oblika bele trohnobe lesa) povzročajo glive iz skupine Ascomycotina npr *Chaetomium* in *Ceratocystis* ter glive iz skupine Deuteromycotina npr *Alternaria* in *Phialophora*. Vrste vseh omenjenih rodov smo izolirali iz iglic kot endofitne glive, rod *Phialophora* z vrsto *Phialophora hoffmannii* pa spada v tretjo najpogostejšo izolirano endofitno vrsto.

Populacija endofitov, ki naseljujejo zelene, navidez zdrave iglice, predstavlja uravnovešeno skupnost določenih vrst do trenutka, ko se spremenijo metabolne razmere v iglici (na primer staranje iglic). Starajoča se ikva porjaveli iglici, ki so še na vejicah, naseli nova skupnost gliv, ki je sestavljena večinoma iz saprofitnih vrst. Endofitna skupnost je podvržena nenehnemu sukcesijskemu razvojnemu spreminjanju. V enem ali dveh mesecih po odpadu iglic prejšnje skupnosti popolnoma nadomesti populacija glivnih saprofitov značilnih za opad. V iglicah torej poteka nenehno spreminjanje glivnih populacij v odvisnosti od biokemijskih in fizioloških procesov v njej. Iglisce v prvi, endofitni fazi, naseljujejo nepatogene vrste ali vrste, ki so sicer opisane kot patogene, v iglici pa živijo latentno in ne kažejo patogenih lastnosti. Z analizami nekaterih biokemijskih aktivnosti (npr. encimske aktivnosti) posameznih endofitov lahko le v grobem

ugotovimo, v katero prehranjevalno skupino uvrščamo določeno vrsto (saprofit, latentni parazit, parazit).

## 6 POVZETEK

Črni bor raste pri nas na majhnih in redkih naravnih rastiščih, široko pa je razširjen kot alohtona drevesna vrsta na Krasu. Njegova vitalnost in zdravstveno stanje sta glede na rastišče zelo različna in odvisna tudi od prisotnosti parazitskih in endofitnih gliv v iglicah. Raziskovali smo endofitno glivno populacijo v iglicah črnega bora.

Vzorci iglic smo nabirali iz spodnjih vej 15-60 let starih dreves črnega bora marca, junja in oktobra, od marca 1993 do januarja 1995, skupaj šest vzorčenj na osmih lokacijah (šest alohtonih rastišč: Kobjeglava, Vipava, Veliko Trebeljevo, Benko, Krnica, Konjska dolina; dve avtohtoni rastišči: Smolnik, Dolina Krvavice).

Iz iglic smo v celotnem delovnem obdobju izolirali skupaj 99 različnih taksonov glivnih endofitov. Določili smo 56 vrst, 30 taksonov smo določili do nivoja rodu, ostalih 13 pa do višjih taksonomskih kategorij. 12 različnih izolatov je bilo sterilnih (ne glede na stimulacijo sporulacije), tako da teh vrst ni bilo mogoče določiti. Dominantne vrste, ki se pojavljajo v več kot 4% glede na vse izolate, so bile: *Cyclaneusma niveum* (Pers.; Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter (17.2%), *Cenangium ferruginosum* Fr. (15.4%), *Phialophora hoffmannii* (Beyma) Schol-Schwartz (7.8%), *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter (5.2%), *Lophodermium conigenum* (Brunaud) Hilitz (4.5%) ter *Harmonema dematioides* Lagerberg & Melin (4.2%). Okuženost celotnega vzorca je bila 39% (2187 izolatov na 5592 segmentov).

V okviru raziskav biokemijskih lastnosti dominantnih gliv (*C. niveum*, *C. ferruginosum*, *P. hoffmannii*, *C. minus*, *H. dematioides*) in pojasnjevanju njihove vloge v gostitelju smo opravili nekatere biokemijske analize z pomočjo API ZYM testov (API System S.A., La Balme les Grottes, 38390 Montalieu-Vercieu, France). To je semikvantitativna metoda, ki omogoča sočasno in hitro meritev aktivnosti 19 encimov z uporabo majhnih količin ekstrakta micelija glive (za analize intracelularnih encimov) in glivnega eksudata (za analize

ekstracelularnih encimov). API ZYM testi so testi za encime iz skupine hidrolaz, ki cepijo vezi amidov, estrov in glikozidov. Ugotovljena je podobnost intracelularne in ekstracelularne encimske aktivnosti analiziranih gliv, kar razlagamo s specializiranosijo gliv na isto habitatno nišo. Večja encimska aktivnost kot v eksudatih je zabeležena v miceliju. Pri vseh glivah je ugotovljena lipolitska encimska aktivnost, ki je pomembna za penetracijo gliv v kutikularne plasti povrhnjice iglic gostitelja. Sklepamo lahko, da kažejo endofitne glive, katere smo izolirali, biokemijske lastnosti, povezane s sposobnostjo prodiranja v kutikularne plasti povrhnjice živih iglic in dolgotrajno naseljenostjo v živih iglicah. Menimo, da biokemijske analize lahko le delno nakazujejo, v katero prehranjevalno skupino uvrščamo endofitno glivo (parazit, šibek parazit, saprofit).

## SUMMARY

Austrian pine grows on small and rare natural growing sites in Slovenia. It is widely distributed as allochthonous tree species on Kras of Slovensko Primorje. Its vitality and health status are very different regarding the growing site and relate also on the presence of parasitic and endophytic fungi in needles. Research of endophytic fungi population in the needles of Austrian pine is described. Samples of needles were gathered from the lower branches of 15-60 years old Austrian pine trees in March, June and October (from March 1993 till January 1995, altogether seven samplings), on eight locations (six allochthonous growing sites: Kobjeglava, Vipava, Veliko Trebeljevo, Benko, Krnica, Konjska dolina, two autochthonous growing sites: Smolnik, Dolina Krvavice).

Altogether 99 taxa of fungal endophytes were isolated. 56 species were determined, 30 taxa were determined to the level of the genus and 13 to the higher taxonomic units. 12 isolates remained sterile (regardless the stimulation of sporulation) so that these isolates could not be determined. The dominant species which appear in more than 4% of all isolations were: *Cyclaneusma niveum* (Pers.; Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter (17.2%), *Cenangium ferruginosum* Fr. (15.4%), *Phialophora hoffmannii* (Beyma) Schol-Schwartz (7.8%), *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter (5.2%), *Lophodermium conigenum* (Brunaud) Hilitz (4.5%) and *Harmonema dematioides* Lagerberg & Melin (4.2%). The whole sample was infected 39% (2187 isolations from 5592 segments)

In the frame of research of biochemical characteristics of dominant fungi (*C. niveum*, *C. ferruginosum*, *P. hoffmannii*, *C. minus*, *H. dematioides*) and in attempt to clear their role in the host some biochemical analysis were done by API ZYM tests (API System S.A., La Balme les Grottes, 38390 Montalieu-Vercieu, France). This is semiquantitative method which enables the contemporary and quick measuring of 19 enzymes by using of small quantities of mycelium extract (for analyses extracellular enzymes). API ZYM tests are the tests for enzymes from the group of hydrolases which split the links of amides, esters and glykozides. The similarity of intracellular and extracellular enzymes activities of analysed fungi was found out what can be explained by specialisation of fungi on the same habitate niche. Higher enzymatic activity as in exudates is noticed in mycelium in all fungi the lipolytic activity was found out which is important for the penetration of fungi in the cuticular epidermis strata of host's needles. The conclusion can be that our endophytic fungi show biochemical characteristics which show the ability of fungi for penetration into cuticular epidermis strata of alive needles and longlasting colonisation of alive needles. We mean that the biochemical analysis can only partly show in which group endophytic fungus (parasite, weak parasite, saprophyte) is ranged.

#### ZAHVALA

Delo je bilo opravljeno na Oddelku za ekološke in fiziološke raziskave gliv Univerze Cranfield, Velika Britanija, pod mentorstvom dr. N. MAGANA, kateremu se najlepše zahvaljujemo. Za koristne sugestije se zahvaljujemo tudi dr. A. MSWAKA iz iste univerze.

#### VIRI

- BARKLUND, P./ROWE, J., 1981 *Gremmeniella abietina* (*Scleroterris lagerbergii*), a primary parasite in a Norway spruce die-back Eur J For Path., 11, 2, s 97-108
- BERNSTEIN, M.E./CARROLL, G.C., 1977 Internal fungi in old-growth Douglas fir foliage Can J Bot., 55, 6, s 644-653
- CABRAL, D./STONE, J.K./CARROLL, G.C., 1993 The internal mycobiota of *Juncus* spp. microscopic and cultural observations of infection patterns Mycol Res., 97, 3, s 367-376
- CARROLL, G.C./PETRINI, O., 1983 Patterns of substrate utilization by some fungal endophytes from coniferous foliage Mycologia, 75, 1, s 53-63
- CHRISTENSEN, M./LEUCHTMANN, A./ROWAN, D./TAPPER, B.A., 1993 Taxonomy of *Acremonium* endophytes of tall fescue (*Festuca arundinacea*), meadow fescue (*F. pratensis*) and perennial ryegrass (*Lolium perenne*) Mycol Res., 97, 9, 1083-1092
- JAIN, P.C./LACEY, J./STEVENS, L., 1991 Use of APY-Zym strips and 4-nitrophenyl substrates to detect and quantify hydrolytic enzymes in media and grain colonized with *Aspergillus Eurotium* and *Penicillium* species Mycol Res 95, 7, s 834-842
- JOHNSTON, A./BOOTH, C., 1983 Plant Pathologist's Pocketbook Second Edition, Commonwealth Mycological Institute, UK, 439 s
- JURC, D., 1986 The epiphytic of *Cenangium ferruginosum* Fr. in Slovenia in 1986 18th IUFRO World Congres, Ljubljana, 17-21 9 1986
- JURC, M./BATIČ, F./JURC, D./KRAIGHER, H./SIRK, I./KRALJ, T., 1994 Mikoteka in herbarij Gozdarškega inštituta Slovenije - Raziskovalna naloga, GIS, Ljubljana, 28 s., 64 pril
- KURTZMAN, C.P., 1987 Impact of nucleic acid comparisons on the classification of fungi Proc Indian Acad Sci (Plant Sci), 97, 3, 185-201
- LECOURS N./TOTI, L./SIEBER, T.N./PETRINI, O., 1994 Pectic enzyme patterns as a taxonomic tool for the characterization of *Gremmeniella* spp. isolates Can J Bot., 72, s 891-896
- LEUCHTMANN, A., 1994 Isozyme relationships of *Acremonium* endophytes from twelve *Festuca* species Mycol Res 98, 1, s 25-33
- HALMSCHLAGER, E., 1993 Enzymatische Tests mit Pilzkulturen Institut für Forstentomologie Forstpathologie und Forstschutz der Universität für Bodenkultur Wien (10 s. fipk@bokuw.ac.at)

- HANKIN, L./ANAGNOSTAKIS, S. L., 1975. The use of solid media for detection of enzyme production by fungi. *Mycologia*, 67, 3, s. 597-607.
- HUDSON, H. J., 1986. Fungal Biology. Contemporary Biology. A.J. Williams & M.A. Sleigh (Eds.), Edward Arnold, 298 s.
- MICALES, J. A./BONDE, M. R./PETERSON, G. L., 1986. The use of isozyme analysis in fungal taxonomy and genetics. *Mycotaxon*, 27, s. 405-449.
- MILLAR, C. S., 1974. Decomposition of coniferous leaf litter. *Biology of plant litter decomposition*. C. H. Dickinson & G. J. Pugh (eds) Academic Press, New York and London, s. 105-128.
- MSWAKA, A., 1994. Studies on *Trametes* species from the indigenous forests of Zimbabwe. PhD Thesis, Cranfield University, Biotechnology Centre, UK, s. 17-47 (tipkopsis).
- PETRINI, O., 1986. Taxonomy of endophytic fungi of aerial plant tissues. V: *Microbiology of the Phyllosphere*. N. J. Fokkema & J. van den Heuvel (eds). Cambridge University Press, Cambridge, England, s. 175-187
- PETRINI, O./TOTI, L./PETRINI, L. E./HEINIGER, U., 1990. *Gremmeniella abietina* and *G. farcinia* in Europe: characterization and identification of isolates and laboratory strains by soluble protein electrophoresis. *Can. J. Bot.*, 68, 12, s. 2629-2635
- PETRINI, O./SIEBER, T. N./TOTI, L./VIRET, O., 1992. Ecology, Metabolite Production, and Substrate Utilization in Endophytic Fungi. *Natural Toxins*, 1, s. 185-196.
- SALISBURY, F. B./ROSS, C. W., 1991. Plant physiology. Fourth edition, Wadsworth Publishing Company, Belmont, California, 682 s.
- SIEBER, T., 1989. Substratabauvermögen endophytischer Pilze von Weizenkörnern. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 96, 6, s. 627-632.
- SIEBER-CANAVESI, F./PETRINI, O./SIEBER, T. N., 1991. Endophytic *Leptostroma* species on *Picea abies*, *Abies alba*, and *Abies balsamea*: a cultural, biochemical, and numerical study. *Mycologia*, 83, 1, s. 89-96.
- SIEBER, T. N./SIEBER-CANAVESI, F./DORWORTH, C. E., 1991. Endophytic fungi of red alder (*Alnus rubra*) leaves and twigs in British Columbia. *Can. J. Bot.*, 69, 2, s. 407-411.
- SIEPMANN, R./ZYCHA, H., 1968. Artidiagnose einiger holzerstörender Hymenomyzeten an Hand von Reinkulturen. *Nava Hedwigia*, 15, 2-4, s. 559-571.
- SĀTYANARAYANA, T./CHAVANT, L./MONTANT, C., 1985. Applicability of API ZYM for screening enzyme activity of thermophilic moulds. *Trans. Br. mycol. Soc.*, 85, 4, s. 727-730

- ŠKULJ, M., 1988. Pomlajevanje in kalitev črnega bora (*Pinus nigra* Arn.) na slovenskem Krasu. Magistrska naloga. VTOZD za biologijo BF, Ljubljana, 139 s
- Enzyme Nomenclature. Recommendations (1978) of Nomenclature Committee of the International Union of Biochemistry. Academic Press, Inc., 606 s

GDK 43 : 431.6 : 434 : (4-015) : (048.8)

POŽARI IN NJIHOV VPLIV NA STRUKTURO IN OBNOVO GOZDNIH  
FITOCENoz  
(Pregledni članek)

Maja JURC\*

UVOD

Raziskave gozdnih požarov v zadnjih 40-ih letih v temeljih spreminjajo naše gledanje na gozdne požare kot ekološke dejavnike. Raziskovalci ugotavljajo, da požari niso majhen ali izjemen temveč najpomembnejši dejavnik, ki je skozi stoletja deloval v večini kopenskih ekosistemov kot sestavni dejavnik vseh vplivov na gozd, ki jih obravnavamo v okviru vplivov 'klime'. Požari se pojavljajo bolj ali manj redno v naravnih cikličnih vegetacijskih sukcesij. Pogojujejo naravno pomlajevanje nekaterih rastišč in kreirajo mozaičnost rastlinskih združb (ODUM 1971, TRABAUD 1988).

PODATKOVNA ZBIRKA CAB INTERNATIONAL - TREECD 1939-10/95

Iskanje referenc, ki se nanašajo na požare v Mednarodni podatkovni zbirki za področje Biotehnike in sicer v CAB International - TREECD 1939-10/95 za 56 letno obdobje je pokazalo na izredno obsežnost problematike. Ključni besedi '*fires*' smo zasledili v 5087 povzetkih in '*forest fires*' v 3173 povzetkih.

Ključna beseda '*fires*' se pojavlja najpogosteje v kombinaciji z besedami delovanje-obnašanje, vzroki (strele, žage, železnice), klasifikacija požarov, socio-ekonomski dejavniki, mere preprečevanja in borbe, uporaba računalniškega modeliranja in simuliranja v raziskavah požarov, dokumentiranje-kartiranje požarov, zavarovanje, uporaba fotografije in satelitskega zaznavanja v raziskavah požarov, statistika požarov, perimetri - obsegi požarov, kalorične vrednosti drv.

Pri kombinaciji ključnih besed '*forest fires*' obravnava največ referenc ekološke učinke gozdnih požarov (vpliv na tla, na rastlinske združbe, živalske habitate), tipe gozdnih požarov, datiranje gozdnih požarov glede na letnice - dendrokronologija, kvalitativne opise požarov, učinke na topografijo, lokalne in vrtinčaste vetrove, dejavnike, ki vplivajo na širjenje požarov (vnetljivost listja, hlapna eterična olja), požiganje za pripravo naravne obnove, požiganje za pripravo umetne obnove, požiganje za zmanjšanje požarne nevarnosti, požiganje za nadzor nad glivnimi in bakterijskimi boleznimi, sanacije devastiranih območij.

VPLIV POŽAROV NA STRUKTURO IN OBNOVO GOZDNIH FITOCENoz

V nekaterih gozdnih ekosistemih požari kontrolirajo - pogojujejo - starost, strukturo in vrstno sestavo rastja. Požari delujejo z različno frekvenco in intenziteto v odvisnosti od vegetacije in od klimatskih razmer rastišča. Tako je vegetacijska zgradba in struktura odvisna od podnebja, frekventnosti, intenzitete in tipa požarov, z druge strani pa je

\*Asist. dr. mag. dipl.ing.gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, Ljubljana, SLO

frekvenca in intenziteta požarov odvisna od vegetacijske strukture in podnebne režima.

Največ raziskav požarov je bilo opravljenih v ZDA, Kanadi, SZ in državah Mediteranskega bazena (Španija, Francija, Italija, Grčija, Izrael, Sirija, Libanon). V našem prispevku se bomo zaradi tematike posvetovarja omejili predvsem na reference, ki obravnavajo gozdne požare v Sredozemlju. Požari so imeli prav na tem območju odločilno vlogo v oblikovanju vegetacijskih združb in značilne pokrajine. Aridnost podnebja je vsekakor igrala pomembno, ne pa tudi predominantno vlogo; v kombinaciji z delovanjem požarov in na tleh, revnih s hranili, so se tukaj oblikovale značilne vegetacijske združbe: *matorral* in *tomillares* v Španiji, *maquis* in *garrigues* v Franciji, *macchia* v Italiji, *xerovuni* in *phrygana* v Grčiji, *choresh* in *batha* v Izraelu, *gatha* in *nabati* v Siriji in Libanonu (TRABAUD 1988).

Vplivi požarov na gozdne ekosisteme, ki veljajo za najbolj zapletene ekosisteme, so izredno široki. Na obnovo in strukturo gozdnih združb požari vplivajo posredno z delovanjem na fizikalno-kemične in biološke lastnosti gozdnih tal (pedofauna, mikorizna simbioza, prisotna semena rastlin), habitate in prehranjevanje prostoživečih živali, spreminjanje mikro- in mezo-klimatskih razmer rastišča in neposredno z delovanjem na rastline.

Prve razlage regresijske dinamike vegetacije pod vplivom gozdnih požarov najdemo v delih švicarskega botanika in očeta ciriško-monpelješke fitosociološke šole Josiasa BRAUN-BLANQUET-a (1935, 1936). Opisuje degradacijske razvojne faze od gozda *Quercus ilex* do travišč.

Kot posledica raziskav neposrednega vpliva požara na posamezne rastlinske vrste definira KUHNHOLTZ-LORDAT (1938, 1952) pojem pirofit ('*pyrophytes*' - na ogenj odporne rastline) in podaja seznam pirofitnih združb. Navaja, da je celotno območje Provanse v Franciji pirofitno območje, pirofitne vrste pa so: *Quercus coccifera*, *Erica multiflora*, *Cistus monspeliensis* in *Pinus halepensis*. Isti avtor leta 1958 natančno definira pojem in klasifikacijo pirofitov. Deli jih na a/ pirofite s pasivno rezistenco (zaradi njihove konstitucije - visoka vsebnost vode v tkivih: sukulenti npr. *Agave* ali debele skorje *Quercus suber*); b/ vegetativno regenerativni pirofiti (ki se širijo z pomočjo spečih poganjkov kot je *Arbutus unedo* ali s ponovnim odganjanjem kot so *Quercus coccifera*, *Pteridium aquilinum* in nekatere trajnice); c/ pirofiti z indirekto rezistenco (ustvarjajo neugodne razmere v neposredni okolici za druge rastline); d/ socialni pirofiti, ki masovno zasedejo življenjski prostor s svojo nasemenitvijo (kot so *Pinus* sp. in *Cistus* sp.).

KORNAS (1958) raziskuje razvojno progresijsko sukcesijo travne združbe (*Brachypodium ramosi*), ki je nastala na pogorišču, v gozdno združbo *Quercetum ilicis*. MOLINIER (1953, 1968) ter MOLINIER in MOLINIER (1971) obravnavajo degradacije rastlinskih združb kot posledico gozdnih požarov.

V sedemdesetih letih zasledimo študije dinamike pogorelih gozdnih ekosistemov. GARCIA NOVO (1977) opisuje pet razvojnih faz *matorral* združbe v Španiji, MANSANET TEROL (1982) pa obravnava desetletno dinamiko razvoja pogorišča *matorral* združbe z vrstami *Rosmarinus officinalis*, *Ulex parviflorus* in *Pinus halepensis* kot nadstojno drevesno vrsto. Ugotavlja, da se združba regenerira po desetih letih.

PAPPIO (1984, 1985) raziskuje triletno razvojno dinamiko pogorišča (*garrigue* *Quercus coccifera*) na apnenčasti podlagi rastišča južno od Barcelone, ugotavlja, da se je večina rastlinskih vrst pojavila že po 18 mesecih rasti.

Diverzitetu in stabilnost rastlinske združbe *garigue* v Franciji raziskujejo TRABAUD in LEPART 1980, 1981, TRABAUD in sod. 1985. Ugotavljajo, da je bilo po enem letu

po požaru 70% raziskovalnih ploskev poraščenih s 75% vrst, ki so bile prisotne na tem rastišču 10-12 let pozneje. Po dveh letih po požaru je bil ta odstotek že čez 80%, in po petih letih 100%. Obravnavana rastlinska združba doseže stabilnost po 15. letih. Vrstno diverzitetu in številčnost v prvih treh letih po požaru pojasnjujejo z odpiranjem rastišča, izginotjem opada in obogatitvijo zgornje plasti tal s hranili.

PRODON in sod. (1984) v območju francoskih Pirinejev sočasno raziskujejo razvoj rastlinskih združb od travnišč do gozda *Quercus ilex* in *Quercus suber*. Ugotavljajo, da so v prvih dveh letih po požaru opazne velike modifikacije življenskih form: terofiti se pojavljajo v skrajno majhnem številu.

Popožarno regeneracijo rastlinske združbe *phryganas* v Grčiji raziskuje več avtorjev (PAPANASTASIS 1977 a, 1977 b, ARIANOUTSOU 1984 in drugi). Ugotavljajo, da regeneracija poteka vglavnem s pomočjo podzemnih vegetativnih organov in semena vrst rodu *Trifolium* in *Medicago*, združba se regenerira po sedmih letih.

Vlogo in dominantnost enoletnih rastlin v prvih dveh letih po požarih v Izraelu raziskujejo NAVEH in DAN (1973) in NAVEH (1975). S podobnimi problemi se ukvarja DEVAZAC (cit. po TRABAUD 1988) na pogoriščih združbe *Quercus suber* v Tuniziji. Ugotavlja, da je bila pokrovnost enoletnic po enem letu 100%, v destih letih se je združba regenerirala. O dominantnosti vrst rodu *Cistus* in *Pinus* ('socialnih pirofitov') v od požara motenih območjih Francije poroča TRABAUD (1995).

Večina avtorjev povdarja, da so značilnosti regeneracije pogorišč v večini območij mediteranskega bazena naslednje:

- povečanje abundance zeljnatih rastlin (predvsem enoletnih) v prvih letih po požaru
- rastlinske vrste, ki sodelujejo v vzpostavitvi prvotne, predpožarne rastlinske združbe so večinoma prisotne na pogoriščih že v prvih letih po požaru
- reintegracija prejšnje rastlinske združbe je hiter proces.

Še številnejše so raziskave o vplivih požarov na abiotske in biotske komponente gozdnih rastišč. Tako so npr. vpliv gozdnih požarov na organske snovi **gozdnih tal** raziskovali ALMENDROS in sod. (1984 a). Ugotavljajo, da je v tleh gozdne združbe *Pinus/Quercus* po požaru prisoten manjši delež prostih organskih snovi in fulvinskih kislin ter povečan delež huminskih kislin in humina. Vpliv požarov različnih jakosti v laboratorijskih kontroliranih pogojih na transformacijo humusa v petih tipih gozdnih tal raziskujejo ALMENDROS in sod. (1984 b). Ugotavljajo različne stopnje izgube inicialnega ogljika (18 -78 %). Učinke požara na izmenljive katione na rastišču *Pinus pinaster* v Španiji raziskujejo IGLESIAS in sod. (1994). O vplivu visokih temperatur na kalitev semen *Pinus pinaster*, *Pinus radiata* in *Pinus sylvestris* poročata REYES in CASAL (1995). VALBUENA in TRABAUD (1993, 1995) poročata o sposobnosti kalitve semena iz do 5 cm globoke plasti tal na pogorišču združbe *Quercus pyrenaica* v Španiji, ugotavljata, da so bila semena trajnic v večini (hemikriptofite, 59%), sledila so semena enoletnic (terofite, 23%). Večina kalečega semena je izvirala iz egzogenih rastlinskih združb.

Vpliv gozdnih požarov na habitate **prostoživečih živali** raziskujejo številni raziskovalci. GALAN-PUCHADES in sod. (1992) poročajo o prehranjevalnih začilnosti rumenogrdle gozdne miši (*Apodemus sylvaticus*) na gozdnih pogoriščih Francije. O vplivu gozdnih požarov na **mikorizno** komponento gozdnega rastišča poročajo VILARINO in ARINES (1991), ugotavljajo redukcijo razmnoževanja glive *Acaulospora laevis* v vezikularno-arbuskularni mutualistični simbiozi. O vplivu požarov na mikorizne tipe v treh različnih gozdnih združbah v Italiji poročata PUPPI in TARTAGLINI (1991)

## ZAKLJUČEK

Večina študij povdarja, da razvoj vegetacije mediteranskih območij po požaru sledi modelu 'inicialne floristične kompozicije', ki ga je opisal EGLER (1954) ali 'inhibicijskem' modelu CONNELL in SLATYER-ja (1977): vse pred-požarne vrste so prisotne na pogorišču takoj po požaru, ne glede na to, da se relativna abundanca teh vrst pozneje spreminja. Na pogoriščih ni dejanske (realne) sukcesije ali zamenjave rastlinske združbe. Mediteranska vegetacija tako predstavlja ponovno oživljanje vegetacije z 'direktnim' endogenim procesom (vrste, ki so bile tukaj prisotne pred požari ponovno naselijo pogorišča).

Floristična kompozicija in struktura pogorelih združb je usmerjena k enakemu metastabilnemu ravnotežju, ki je na tem rastišču obstajal pred požarom ali na njem obstaja brez požara. Rastline mediteranskega ozemlja se upirajo požarom z različnimi vegetativnimi in generativnimi preživetvenimi mehanizmi. Realne vegetacijske združbe Mediterana so rezultat večtisočletne evolucije, v kateri so rastline pridobile mehanizme za obvladovanje negativnih učinkov požarov in tudi klimatskih ekstremov (posebej poletne suše). Ta evlucijski vpliv se kaže v sposobnosti rastlin, da se izognejo direktnim vplivom požara, spremljan pa je z ustrezno vegetativno in generativno reprodukcijo. Vsak tip rastline je razvil različne preživetvene mehanizme, ki so ji omogočile preživetje motenj in njihovo trajno ohranjanje v združbi, ki jo oblikujejo.

Vendar vse povedano velja za naravne gozdne združbe na področju Mediterana. Na rastiščih Slovenskega Primorja in Krasa pa je stoletni človekov vpliv naravne gozdne združbe spremenil, tako, da danes obširne površine pokrivajo nenaravni, umetni gozdovi črnega bora (*Pinus nigra* Arn.). Ti gozdovi danes prekrivajo več kot 20.000 ha in so pripomogli k izjemno hitri ozelenitvi prej degradiranih površin, k vrnitvi gozda na Kras. Vendar so biološko izjemno nestabilni: ogrožajo jih epifitocije sušice borovih vej (*Cenangium ferruginosum* Fr.), sušice najmlajših borovih poganjkov (*Sphaeropsis sapinea*/Fr./ Dyko & Sutton), pinijev sprevodni prelec (*Thaumatopoea pityocampa* Schiff.) in druge bolezni in škodljivci. Njihova požarna ogroženost je bistveno večja, kot je požarna ogroženost naravnih gozdnih združb na tem območju. Velika količina opada borovih iglic se kopiči v sestojih, ker se počasi razgrajujejo, suhe, odmrle veje v gostih sestojih še povečujejo količino gorljivega materiala. Predvsem zato je po našem mnenju naloga gozdarjev, da spremenijo odnos do borovih monokultur: namen gozdarstva ne sme biti povečevanje teh površin, ampak njihovo zmanjševanje. Z ozirom na gospodarski pomen črnega bora, ki prinaša večji dohodek v določenem času kot naravni sestoji listavcev, namen gozdarstva ne sme biti izločevanje črnega bora iz tega področja, ampak njegovo omejevanje na določene prostore, ločene z dovolj širokimi pasovi naravnih gozdnih združb. Požarno manj ogrožen gozd kot so borove monokulture, bi bil gozd, kjer so borove kulture mozaično umeščene v celoto naravnega gozda listavcev. Temeljne raziskave naravnih združb glede požarne sukcesije na področju Slovenije niso bile opravljene, vendar lahko predvidevamo, da so tudi te združbe (kot vse v mediteranskem območju) prilagojene na periodično ponavljajoče se požare. Zato domnevamo, da bi naravna sukcesija bila dovolj uspešen dejavnik, ki bi zagotavljal tudi po požaru obnovo in uspevanje naravnih gozdnih združb.



## VIRI

1. ALMENDROS, G. / POLO, A. / IBANEZ, J.J. / LOBO, MC., 1984 a. Effect of forest fires on the soil organic matter. *Revue-d'Ecologie-et-de-Biologie-du-Sol.*, 21,1, s.7-20.
2. ALMENDROS, G. / POLO, A. / LOBO, MC. / IBANEZ, J.J., 1984 b. Effect of forest fires on the soil organic matter. 2. Humus transformations by burning in control laboratory conditions. *Revue-d'Ecologie-et-de-Biologie-du-Sol.*, 21,2, s. 145-160.
3. ARIANOUTSOU, M., 1984. Post-fire successional recovery of a phrygianic (east Mediterranean) ecosystem. *Acta Oecol. Oecol. Plant.*, 5, s. 387-394.
4. BRAUN-BLANQUET, J., 1935. Un problème économique et forestier de la garrigue languedocienne. *Comm. SIGMA*, 35, s. 11-22.
5. BRAUN-BLANQUET, J., 1936. La forêt d'Yeuse languedocienne (*Quercion ilicis*). Monographie phytosociologique. *Mem. Soc. Etud. Sci. Nat. Nimes*, 5, 147 s.
6. CONNELL, J.H. / SLATYER, R. O., 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *Amer. Natur.*, 111, s. 1119-1144.
7. EGLER, F.E., 1954. Vegetation science concepts. I. Initial floristic composition, a factor in old field vegetation development. *Vegetatio*, 4, s. 412-417.
8. GARCIA NOVO, F., 1977. The effects of fire on the vegetation of Donana National Park, Spain, *Symp. Environm. Consequences Fire and Fuel Manage, Medit. Ecosyst. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. Wo-3*, s. 318-325.
9. GALAN-PUCHADES, M.T. / MAS-COMMA, S. / FUENTES, M.V. / JIMENEZ, A.M. / PONS, R., 1992. Helminth population dynamics in communities of field mice, *Apodemus sylvaticus* (Linnaeus, 1758) (Rodentia: Muridae), from ecosystems disturbed by fires. V: In memoriam al Profesor Doctor D. Francisco de Paula Martinez Gomez, Cordoba, Argentina s. 465-480.
10. IGLESIAS, M.T. / FERNANDEZ-BERMEJO, M.C. / PALOMAR, M.L. / GONZALEZ- PARRA, J., 1994. Effects of a forest fire in a *Pinus pinaster* stand on the exchangeable cations and state of the iron in the soil. *Ecologia-Madrid*, No.8, s. 63-69.
11. KORNAS, J., 1958. Succession régressive de la végétation des garrigues sur les calcaires compacts dans la Montagne de la Gardiole, près de Montpellier. *Acta Soc. Bot. Pol.*, 27, s. 563-596.
12. KUHNHOLTZ-LORDAT, G., 1938. La terre incendiée. *Maison Carrée, Nimes*, 361 s.
13. KUHNHOLTZ-LORDAT, G., 1952. Le tapis végétal dans ses rapports avec les phénomènes actuels de surface en Basse-Provence. *Le Chevallier, Paris*, 208 s.
14. KUHNHOLTZ-LORDAT, G., 1958. L'écran vert. *Mém. Mus. Natl. Hist. Nat.*, 9, 276 s.
15. MANSANET TEROL, C.M., 1982. Contribucion al estudio de la evolucion de la vegetacion tras el incendio forestal en algunas comarcas de la provincia de Alicante. *Approximacion a la problematica de los incendios forestales en esta provincia. Mem. Licenciatura, Ciencias Biol. Univ. Valencia*, 124 s.
16. MOLINIER, R., 1953. Le feu et l'avenir des forêts de Provence. *Rev. Gen. Sci. pures et appliquées*, 60, s. 199-208.

17. MOLINIER, R., 1968. La dynamique de la végétation provençale. Collect. Bot., 7, s. 817-844.
18. MOLINIER, R. / MOLINIER, R., 1971. La forêt méditerranéenne en Basse-Provence. Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille, 31, 76 s.
19. NAVEH, Z. / DAN, J., 1973. The human degradation of Mediterranean landscapes in Israel. Medit. Types Ecosyst. F. di Castri, H.A. Mooney (eds). Ecological Studies, 7, Springer. New York, s. 372-390.
20. NAVEH, Z., 1975. The evolutionary significance of fire in the Mediterranean region. Vegetatio, 29, s. 199-208.
21. ODUM, E.P., 1971. Fundamentals of Ecology. Third edition, Saunders College Publishing, Philadelphia, 574 s.
22. PAPANASTASIS, V. P., 1977 a. Early succession after fire in a maquis-type brushland of Northern Greece. Forest, 30, s. 19-26.
23. PAPANASTASIS, V. P., 1977 b. Fire ecology and management of phrygana communities in Greece. Symp. Environm. Consequences Fire and Fuel Manage. in Medit. Ecosyst. USDA Forestry Serv. Gen. Tech. Rep. WO-3, s. 476-482.
24. PAPIO, C., 1984. La regeneració de la vegetació després de l'incendi de juliol de 1982 al Parc Natural de Garraf. Dept. Ecol. Univ. Aut. Barcelona, 124 s.
25. PAPIO, C., 1985. La regeneració de la vegetació del massís de Garraf després de l'incendi de juliol de 1982. Dept. Ecol. Univ. Aut. Barcelona, 56 s.
26. PRODON, R. / FONS, R. / PETER, A.M., 1984. L'impact du feu sur la végétation, les oiseaux et les micro-mammifères dans diverses formations méditerranéennes des Pyrénées Orientales: premiers résultats. Rev. Ecol. Terre et Vie., 39, s. 129-158.
27. PUPPI, G. / TARTAGLINI, N., 1991. Mycorrhizal types in three Mediterranean communities affected by fire to different extents. Acta Oecologica, 12, 2, s. 295-304.
28. REYES, O. / CASAL, M., 1995. Germination behaviour of 3 species of the genus *Pinus* in relation to high temperature suffered during forest fires. Annales des Sciences Forestières, 52, 4, s. 385-392.
29. TRABAUD, L. / LEPART, J., 1980. Diversity and stability in garrigue ecosystems after fire. Vegetatio 43, s. 49-57.
30. TRABAUD, L. / LEPART, J., 1981. Floristic changes in a *Quercus coccifera* L. garrigue according to different fire regimes. Vegetatio, 46, s. 105-116.
31. TRABAUD, L. / GROSMAN, J. / WALTER, T., 1985. Recovery of burnt *Pinus halepensis* Mill. forests. Understorey and litter phytomass development after wildfire. Forest Ecol. MANAGE., 12, s. 269-277.
32. TRABAUD, L., 1988. Dynamics after Fire of Sclerophyllous Plant Communities in the Mediterranean Basin. C.N.R.S./C.E.P.E.L. Emberger B.P. 5051 - route de Mende 34033 - MONPELLIER Cedex France, s. 1-16.
33. TRABAUD, L., 1995. Germination of *Cistus* spp. and *Pinus* spp. on disturbed Mediterranean sites. Rev. Ecol. Terre et Vie., 50, 1, s. 3-14.
34. VALBUENA, L. / TRABAUD, L., 1993. Study of the seed bank in a burnt plantation of *Pinus radiata*. Studio Oecologica, 10/11, s. 359-365.
35. VALBUENA, L. / TRABAUD, L., 1995. Comparison between the soil seed banks of a burnt and an unburnt *Quercus pyrenaica* Willd. forest. Vegetatio, 119, 1, s. 81-90.
36. VILARINO, A. / ARINES, J., 1991. Numbers and viability of vesicular-arbuscular fungal propagules in field soil samples after wildfire. Soil-Biology-and-Biochemistry, 23, 11, s. 1083-1087.

PRILOGA 5a

ŠUMARSKI FKULTET  
Zavod za zaštitu šuma i  
lovstvo  
Svetošimunska 25

DR. MAJA JURC

Broj: 23/97.  
Zagreb, 31.1.1997.

Gozdarski inštitut Slovenije  
LJUBLJANA  
Večna pot 2

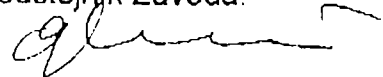
Dana 14.6.1996. godine u Rijeci je održano međunarodno savjetovanje "Zaštita šuma od požara na području Istre i Kvarnera".

Među sudionicima savjetovanja bila je i dr. sc. Maja Jurc iz Gozdarskog inštituta Slovenije s referatom "POŽARI IN NJIHOV VPLIV NA STRUKTURU IN OBNOVO GOZDNIH FITOCENOZ". Referat je napisan na 6 stranica, uključujući popis literature.

Obavještavam Vas da je navedeni rad prošao pozitivnu recenziju i da se nalazi u tisku Zbornika radova s nevedenog savjetovanja. Zbornik će biti tiskan u JP "Hrvatske šume" Zagreb.

Uz pozdrav

Predstojnik Zavoda:



Izv. prof. dr. sc. Milan Glaveš

Prof. dr. sc. Milan Glavaš, Šumarski fakultet  
Zagreb

Mr. sc. Boris Hrašovec, Šumarski fakultet  
Zagreb

Dipl. inž. Dejan Švob, Šumarja Rijeka

Slavko Gauš, Odjel za vatrogastvo Rijeka  
Dipl. inž. Jošt Jakša, Zavod za gozdove  
Slovenije, Ljubljana

Mjesto, adresa i vrijeme održavanja:  
Rijeka, Policijski dom, Trinajstićeva 2.

Početak savjetovanja u 10.00 sati,  
završetak oko 17 sati

Međunarodno savjetovanje

Rijeka, 14. lipnja 1996. godine

**ZAŠTITA ŠUMA OD POŽARA  
NA PODRUČJU ISTRE I  
KVARNERA**

Organizator:

Sveučilište u Zagrebu - Šumarski fakultet  
Zagreb

Zavod za zaštitu šuma i lovstvo

VPILICA: 16  
DR. MAJA JURC

ŠUMARSKI FKULTET  
Zavod za zaštitu šuma i  
lovstvo  
Svetošimunska 25

Broj: 23/97.  
Zagreb, 31.1.1997

Gozdarski inštitut Slovenije  
LJUBLJANA  
Večna pot 2

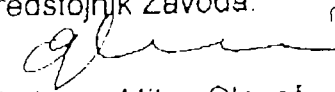
Dana 14.6.1996. godine u Rijeci je održano međunarodno savjetovanje "Zaštita šuma od požara na području Istre i Kvarnera".

Među sudionicima savjetovanja bila je i dr. sc. Maja Jurc iz Gozdarskog inštituta Slovenije s referatom "POŽARI IN NJIHOV VPLIV NA STRUKTURU IN OBNOVO GOZDNIH FITOCENOZ". Referat je napisan na 6 stranica, uključujući popis literature.

Obavještavam Vas da je navedeni rad prošao pozitivnu recenziju i da se nalazi u tisku Zbornika radova s nevedenog savjetovanja. Zbornik će biti tiskan u JP "Hrvatske šume" Zagreb.

Uz pozdrav

Predstojnik Zavoda:

  
Izv. prof. dr. sc. Milan Glavaš

81

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

mag. Maja JURC, dipl. inž. gozd.

ENDOFITNE GLIVE IN NJIHOVE ZNAČILNOSTI V IGLICAH ČRNEGA BORA  
(*Pinus nigra* Arn.)

DOKTORSKA DISERTACIJA

ENDOPHYTIC FUNGI AND THEIR CHARACTERISTICS IN THE NEEDLES OF  
AUSTRIAN PINE (*Pinus nigra* Arn.)

DISSERTATION THESIS

Ljubljana, 1996

### Ključna dokumentacijska informacija (KDI) z izvlečkom

- ŠD Dd  
 DK GDK 172.8 + 174.7 *Pinus nigra* Arn. : 228.7i.8 : 120 : 161.38 (497.12) (043.3)  
 KG endofitne glive/ črni bor (*Pinus nigra* Arn.)/ biologija endofitov/ ekologija endofitov/ ergosterol/ dvojne kulture/ latentna okužba/ patogenost/ mutualistična simbioza
- KK  
 AV JURC, Maja  
 SA GOGALA, Nada mentor  
 KZ 1 000- Ljubljana, Slovenija, Večna pot 111  
 ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo  
 LI 1996  
 IN ENDOFITNE GLIVE IN NJIHOVE ZNAČILNOSTI V IGLICAH ČRNEGA BORA (*Pinus nigra* Arn.).  
 TD Doktorska disertacija  
 OP XVII, 198 s., 57 tab., 56 sl., 38 pril., 349 lit.  
 IJ sl  
 JI sl / en  
 AI Raziskava endofitnih gliv v iglicah črnega bora je potekala na dveh avtohtonih in šestih alohtonih rastiščih črnega bora v razdobju treh let. Vzorčnim drevesom smo analizirali vsebnost hranil v iglicah (N, P, K, Ca, Mg) ter vsebnost S in Pb. Na spodnjih vejah 15-60 let starih dreves je bilo šestkrat opravljeno vzorčenje 1-8 let starih iglic (v štirimesečnih presledkih: marec, julij, oktober). Izbrali in prilagodili smo ustrezno metodo izolacije endofitnih gliv iz iglic črnega bora. Skupaj smo izolirali 99 različnih glivnih taksonov ter določili 56 vrst. Dominantne vrste so bile: *Cyclaneusma niveum* (Pers.: Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter (17,2%), *Cenangium ferruginosum* Fr. (15,4%), *Phialophora hoffmannii* (Beyma) Schol-Schwarz (7,8%), *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter (5,2%), *Lophodermium conigenum* (Brunaud) Hilitz. (4,5%) ter *Hormonema dematioides* Lagerberg & Melin (4,2%). Celoten vzorec je bil okužen 39% (2187 izolatov iz 5592 segmentov 1864 iglic). Ugotovili smo, da obstaja specializiranost posameznih endofitov na nivoju rastlinskega rodu (*Pinus*) pa tudi, da je razlika med rastjo podgobja petih najpogostejših endofitov pri različnih temperaturah: 10<sup>o</sup> C, 20<sup>o</sup> C, 25<sup>o</sup> C, 30<sup>o</sup> C, 35<sup>o</sup> C; pri različni količini dostopne vlage v podlagi  $a_{w1} = 0,98$ ,  $a_{w2} = 0,96$ ,  $a_{w3} = 0,94$  ter pri kislosti podlage pH = 4,5 in pojavljanjem teh vrst v vzorčnih drevesih, ki rastejo v različnih ekoloških razmerah. Ni značilne razlike v skupnem številu izolacij vseh vrst glede na starost vzorčnih dreves in v vzorcih iz naravnih rastišč in iz kultur črnega bora. Obstaja značilna razlika v številu vseh izoliranih vrst glede na čas vzorčenja. Vrstna sestava in številčnost endofitne populacije je revnejša v bolj onesnaženih območjih. Pri dominantnih endofitnih vrstah smo ugotovili signifikantno razliko med izolacijami iz baze, sredine in vrha iglice, med starimi in mladimi iglicami. Določili smo količino ergosterola v popkih in iglicah (srednja vrednost ergosterola je v mejah od 0,0006 do 0,15  $\mu\text{g mg}^{-1}$  suhe teže iglice) ter v petih najpogostejših endofitih (od 0,064 do 0,57  $\mu\text{g mg}^{-1}$  suhe teže glive). Količina ergosterola je le delno uporabna za kvantifikacijo endofitov v iglicah. Ugotovili smo, da skladiščeno in neskladiščeno seme črnega bora ter kalus črnega bora ne vsebujejo endofitov. Z gojenjem *C. ferruginosum* v dvojni kulturi s kalusom črnega bora smo ugotovili, da gliva uniči kalus.

### Key words documentation (KWD) incl. abstract

- ND Dd  
 DC FDC 172.8 + 174.7 *Pinus nigra* Arn. : 228.7i.8 : 120 : 161.38 (497.12) (043.3)  
 CX endophytic fungi/ Austrian pine (*Pinus nigra* Arn.)/ biology of endophytes/ ecology of endophytes/ ergosterol/ double cultures/ latent infection/ pathogenicity/ mutualistic symbiosis  
 AU JURC, Maja  
 AA GOGALA, Nada supervisor  
 PP 1 000- Ljubljana, Slovenia, Večna pot 111  
 PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Biology Department  
 PY 1996  
 TI ENDOPHYTIC FUNGI AND THEIR CHARACTERISTICS IN THE NEEDLES OF AUSTRIAN PINE (*Pinus nigra* Arn.)  
 DT Dissertation thesis  
 NO XVII, 198 pp., 57 tab., 56 graf., 38 anex., 349 ref.  
 LA sl  
 AL sl / en  
 AB Research on endophytic fungi in needles of Austrian pine was conducted on two autochthonous and six allochthonous growing sites of Austrian pine in the period of three years. Contents of nutrients (N, P, K, Ca, Mg), sulphur (S) and lead (Pb) in the needles of sampled trees were analysed. Samples of 1-8 years old needles were taken from lower branches of 15-60 years old trees six times (in four months intervals: March, July, October). Suitable method for isolation of endophytic fungi was chosen and adapted. Altogether 99 fungal taxa were isolated and 56 fungal species were determined. Dominant species were: *Cyclaneusma niveum* (Pers.:Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter (17,2%), *Cenangium ferruginosum* Fr. (15,4%), *Phialophora hoffmannii* (Beyma) Schol-Schwarz (7,8%), *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter (5,2%), *Lophodermium conigenum* (Brunaud) Hilitz. (4,5%) and *Hormonema dematioides* Lagerberg & Melin (4,2%). The whole sample was infected 39% (2187 isolations from 5592 segments of 1864 needles). It was established that there exists specialisation of certain endophytes on the level of hosts genus (*Pinus*). There are differences in the growth of mycelia of five most frequent endophytes on different temperatures: 10<sup>o</sup> C, 20<sup>o</sup> C, 25<sup>o</sup> C, 30<sup>o</sup> C, 35<sup>o</sup> C, or: different amounts of available water in growing media:  $a_{w1} = 0,98$ ,  $a_{w2} = 0,96$ ,  $a_{w3} = 0,94$  and on acidified growing medium pH = 4,5. The occurrence of endophytes was different in trees growing on sites with different ecological conditions. There are no significant differences in number of isolations from trees from natural and artificial origin of stands and no differences regarding the age of trees. The species composition and the number of endophytes depend on the time of sampling, they are diminished in more polluted areas. Significant differences in species composition and in the number of isolated dominant endophyte species exist among isolations from the base, from the midst and from the top of the needles and with some fungal species between young and old needles. The content of ergosterol in buds and needles was determined (it was in the range from 0,006 up to 0,15  $\mu\text{g mg}^{-1}$  d.w. of needles) and also in five most frequent endophytes (it was from 0,064 to 0,57  $\mu\text{g mg}^{-1}$  d.w. of the fungi). Ergosterol content is only partially suitable measure for quantification of fungal endophytes in needles. It was established that stored seed, fresh seed and callus of Austrian pine do not contain endophytes. Fungus *C. ferruginosum* destroys the callus in double cultures.



## KAZALO VSEBINE

	stran
Ključna dokumentacijska informacija (KDI) z izvlečkom.....	III
Key words documentation (KWD) incl. abstract.....	IV
Kazalo preglednic.....	VIII
Kazalo slik.....	XII
Kazalo prilog.....	XV
<b>1 UVOD.....</b>	<b>1</b>
1.1 GLIVNI ENDOFITI.....	2
1.1.1 Kaj so glivni endofiti.....	2
1.1.2 Odkrivanje endofitnih gliv.....	2
1.1.3 Izolacija in določanje endofitnih gliv.....	3
1.1.4 Naselitev endofitnih gliv v gostiteljsko rastlino.....	5
1.1.5 Razširjenost endofitov v kraljevstvu rastlin.....	7
1.1.5.1 Endofiti v iglavcih.....	7
1.1.5.2 Endofiti v vresnicah.....	8
1.1.5.3 Endofiti v travah.....	9
1.1.5.4 Endofiti v drugih rastlinah.....	9
1.1.6 Ekologija endofitov.....	9
1.1.7 Endofiti kot mutualistični simbioti.....	12
1.2 ČRNI BOR V SLOVENIJI.....	15
1.3 ERGOSTEROL GLIVNIH MEMBRAN.....	17
<b>2 PREDSTAVITEV VZORČNIH OBJEKTOV, MATERIALA IN METOD DELA.....</b>	<b>19</b>
2.1 PREDSTAVITEV VZORČNIH OBJEKTOV.....	19
2.2 METODE DELA.....	25
2.2.1 Metode izolacije endofitnih gliv.....	25
2.2.2 Metode raziskav bioloških lastnosti endofitnih gliv.....	26
2.2.2.1 Analiza bioloških značilnosti: rasti glivnega micelija pri različnih temperaturah, vlažnosti podlage, pH = 4,5 ter vpliv le-teh na sporulacijo petih najpomembnejših endofitnih gliv.....	26
2.2.2.2 Biokemijske analize: analiza intracelularnih in ekstracelularnih encimov micelijev z API ZYM testi.....	28
2.2.3 Analiza ergosterola v glivnem miceliju ter v popkih in iglicah.....	29
2.2.4 Metoda ugotavljanja prisotnosti endofitnega micelija v semenu in tkivnih kulturah apikalnega meristema, vzpostavitev dvojne kulture kalus / gliva.....	31
2.2.5 Metode analiz prehranjenosti vzorčnih dreves (N, P, K, Ca, Mg) ter vsebnosti svinca (Pb) in žvepla (S) v iglicah.....	32

2.3	OBDELAVA REZULTATOV .....	32
3	REZULTATI .....	34
3.1	MINERALNA PREHRANJENOST VZORČNIH DREVES .....	34
3.2	IZBOR METODE IZOLACIJE ENDOFITNIH GLIV IZ IGLIC ČRNEGA BORA .....	34
3.3	DETERMINIRANE ENDOFITNE VRSTE .....	36
3.4	DOMINANTNE ENDOFITNE VRSTE IN NJIHOVE EKOLŠKE ZNAČILNOSTI .....	49
3.4.1	<i>Cyclaneusma niveum</i> (Pers. : Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter .....	49
3.4.2	<i>Cenangium ferruginosum</i> Fr. ....	52
3.4.3	<i>Phialophora hoffmannii</i> (Beyma) Schol-Schwarz .....	55
3.4.4	<i>Cyclaneusma minus</i> (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter .....	57
3.4.4.1	<i>Cyclaneusma</i> sp. ....	60
3.4.5	<i>Hormonema dematioides</i> Lagerberg & Melin .....	62
3.5	BIOLOŠKE IN BIOKEMIJSKE ZNAČILNOSTI POSAMEZNIH ENDOFITNIH GLIV .....	68
3.5.1	Analiza bioloških značilnosti: rasti glivnega micelija pri različnih temperaturah, vlažnosti podlage, pH = 4,5 ter vpliv le-teh na sporulacijo petih najpomembnejših endofitnih gliv .....	68
3.5.1.1	<i>Cyclaneusma niveum</i> .....	68
3.5.1.2	<i>Cenangium ferruginosum</i> .....	73
3.5.1.3	<i>Phialophora hoffmannii</i> .....	77
3.5.1.4	<i>Cyclaneusma minus</i> .....	81
3.5.1.5	<i>Hormonema dematioides</i> .....	91
3.5.1.6	Primerjava rasti petih endofitnih gliv ( <i>C. niveum</i> , <i>C. ferruginosum</i> , <i>P. hoffmannii</i> , <i>P. hoffmannii</i> , <i>C. minus</i> , <i>H. dematioides</i> ) pri različnih temperaturah (10,20,25,30,35 <sup>0</sup> C) .....	96
3.5.1.7	Primerjava rasti petih endofitnih gliv ra pH = 4,5 ter pri različnih temperaturah (10, 25, 35 <sup>0</sup> C) .....	101
3.5.2	Analiza ergosterola v glivnem miceliju ter v popkih in iglicah .....	102
3.5.3	Biokemijske analize: analiza intracelularnih in ekstracelularnih encimov micelijev z API ZYM testi .....	109
3.6	DVOJNE KULTURE MICELIJA ENDOFITA TER APIKALNEGA MERISTEMSKEGA TKIVA .....	111
4	DISKUSIJA .....	112
4.1	SPECIALIZIRANOST ENDOFITNIH GLIV NA NIVOJU RASTLINSKEGA RODU (PINUS) .....	112
4.2	MINERALNA PREHRANJENOST VZORČNIH DREVES .....	113
4.3	IZBOR USTREZNE METODE IZOLACIJE ENDOFITNIH GLIV IZ IGLIC ČRNEGA BORA .....	114
4.4	DETERMINIRANE DOMINANTNE ENDOFITNE VRSTE .....	115
4.5	ZNAČILNOSTI POSAMEZNIH ENDOFITNIH GLIV V IGLICAH ČRNEGA BORA .....	115
4.6	BIOLOŠKE IN BIOKEMIJSKE ZNAČILNOSTI POSAMEZNIH ENDOFITNIH GLIV .....	125

4.6.1	Analiza bioloških značilnosti: rasti glivnega micelija pri različnih temperaturah, vlažnosti podlage, pH = 4,5 ter vpliv le-teh na sporulacijo petih najpomembnejših endofitnih gliv.....	125
4.6.2	Analiza ergosterola v glivnem miceliju ter v popkih in iglicah .....	125
4.6.3	Biokemijske analize endofitnih gliv.....	127
5	ZAKLJUČKI.....	129
6	POVZETEK .....	133
7	SUMMARY .....	139
8	ZAHVALA.....	144
9	PRILOGE.....	145
10	REFERENCE.....	182

e427

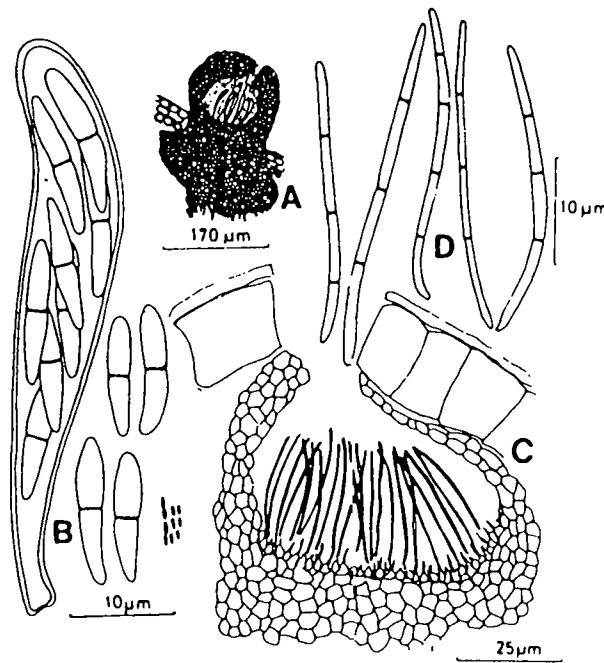
55 + 57

Gozdarski inštitut Slovenije

M. JURC, H. KRAIGHER, A. MUNDA

Katalog živih glivnih kultur mikoteke in herbarija Gozdarskega  
inštituta Slovenije

*Poročilo*



SDK

172.8 : 170.1

- *Mycophyta* (glive)
- katalog
- herbarij
- ziva kultura

Ljubljana, 1994, 1995

e434

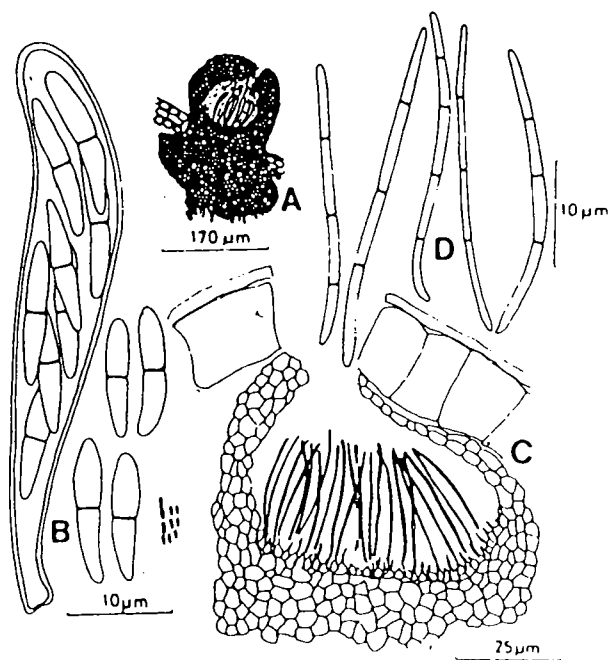
Gozdarski inštitut Slovenije

6

A. MUNDA, M. JURC, D. JURC, A. PILTAVER, M. TORTIČ, S. HOČEVAR,  
H. KRAIGHER, L. BEAUHEN, D. DIMINIČ

Katalog gliv mikoteke in herbarija Gozdarskega inštituta Slovenije

*Poročilo*



SDK

172.8 ; 170.1

- Mycophita (glive)
- herbarij
- katalog
- mikoteke

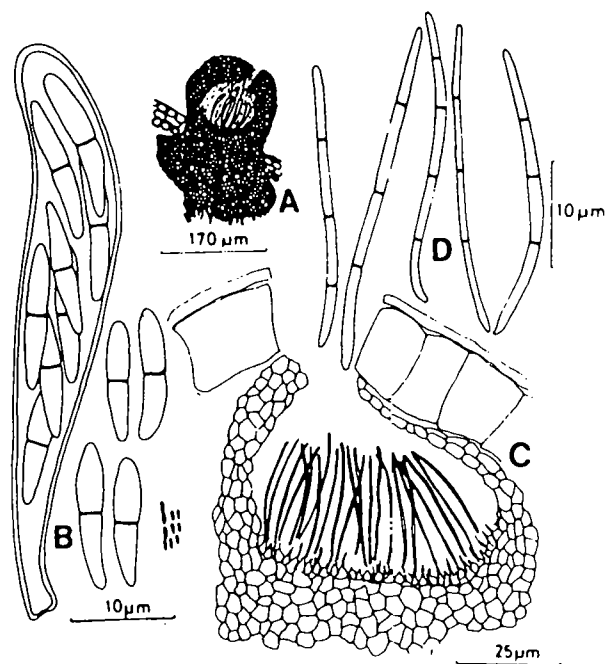
Ljubljana, 1995

Gozdarski inštitut Slovenije

JURC, D. PILTAVER, A. HUDOKLIN-ŠIMAGA, V. JURC, M.

Katalog gliv mikoteke in herbarija Gozdarskega inštituta Slovenije

*Poročilo*



Ljubljana, 1996

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

mag. Alenka MUNDA, dipl. inž. kmet.

**SMREKOVA RDEČA TROHNOBA**  
*(Heterobasidion annosum [Fr.] Bref.)*

DOKTORSKA DISERTACIJA

**THE ROOT ROT FUNGUS**  
*(Heterobasidion annosum [Fr.] Bref.)*

DISSERTATION THESIS

LJUBLJANA, 1995

Doktorska disertacija je nastala na Gozdarskem inštitutu v Ljubljani in v laboratorijih Centra za rastlinsko biotehnologijo in žlahtnjenje na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Senat Biotehniške fakultete in Senat Univerze v Ljubljani sta na seji dne 7. 5. 1996 za mentorja doktorske disertacije imenovala akademika prof. dr. dr. dr. Jožeta Mačka.

Mentor: akademik prof. dr. dr. dr. Jože Maček

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: prof. dr. Branka Javornik

Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

Član: akademik prof. dr. dr. dr. Jože Maček

Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

Član: prof. dr. Franc Pohleven

Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Rožna dolina c. VIII / 34, 1000 Ljubljana

Datum zagovora: 13. 12. 1996

Doktorska disertacija je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Doktorandka:

*Aluša Munda*



## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dd  
DK UDK 581.2:582.47:575.17/.8:504(497.4)(043.3)=863  
KG iglavci / smreka / smrekova rdeča trohnoba / epifitotologija / koreninska goba / *Heterobasidion annosum* / intersterilne skupine / genetska variabilnost / RAPD / molekularni markerji / ekologija / Slovenija / razširjenost  
KK AGRIS H 20  
AV MUNDA, Alenka  
SA MAČEK, Jože, mentor  
KZ 1000 Ljubljana, SLO, Jamnikarjeva 101  
ZA Univ. v Ljubljani, Biotehniška fak., Odd. za agronomijo  
LI 1996  
IN SMREKOVA RDEČA TROHNOBA (*Heterobasidion annosum* [Fr.] Bref.).  
TD doktorska disertacija  
OP X, 123 strani, 16 tabel, 22 slik, 5 zemljevidov, 3 priloge, 155 referenc  
IJ sl  
JI sl / an
- AI S križanjem izolatov glive *Heterobasidion annosum* s testnimi kulturami sem ugotovila, da populacijo glive v Sloveniji sestavljajo tri intersterilne skupine: smrekov, borov in jelov tip. Opisala sem njihovo ekologijo, razširjenost pa prikazala v preglednici in na kartah za kartiranje evropske flore. Najbolj razširjen in najpogostejši povzročitelj trohnobe pri smreki je smrekov tip, v nižinskih gozdovih pa tudi borov tip. Jelov tip živi v jelovjih, kot saprofit na jelovih in smrekovih štorih. Z metodo RAPD sem preučila genetsko variabilnost med 56 izolati glive *H. annosum* iz vseh treh intersterilnih skupin. Uporabila sem dvanajst začetnih oligonukleotidov, ki so namnožili 62 ponovljivih, polimorfnih fragmentov DNK. Genetske povezave med proučevanimi izolati glive *H. annosum* sem iz vrednotila s koeficientoma podobnosti SM in DICE. Na dendrogramih, ki sem jih osnovala z metodo UPGMA, so se oblikovale tri ločene skupine, ki so ustrezale trem intersterilnim skupinam. Polimorfizem je bil najmanjši pri jelovem in največji pri borovem tipu. Dekamerna začetna oligonukleotida M 3 in M 13 sta namnožila specifične fragmente za smrekov, jelov in borov tip, kar potrjuje, da je anal. za RAPD uporabna za identifikacijo intersterilnih skupin glive *H. annosum*. V dveh smrekovih monokulturah, ki se razlikujeta glede na način nastanka in ekološke parametre, sem proučevala epifitotologijo smrekove rdeče trohnobe. S križanji, ki temeljijo na somatski inkompatibilnosti, sem določila velikost osebkov glive *H. annosum*. Ugotovila sem, da se gostota populacije zmanjšuje in velikost osebkov narašča s starostjo sestoja in številom generacij smreke. Povprečna velikost osebkov je bila v sestoji, ki je nastal na nekdanjem kmetijskem zemljišču 1,4, v sestoji na gozdnem rastišču pa 1,8 dreves na osebek glive. V obeh sestojih je bila okužba z bazidiosporami pomembna za širjenje bolezni.

---

KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Dd  
DC UDC 581.2:582.47:575.17/.8:504(497.4)(043.3)=863  
CX conifers / Norway spruce / root rot / epifitotology / *Heterobasidion annosum* / intersterility groups / genetic variability / RAPD / molecular markers / ecology / Slovenia / distribution /  
CC AGRIS H 20  
AU MUNDA, Alenka  
AA MAČEK, Jože, supervisor  
PP 1000 Ljubljana, SLO, Jamnikarjeva 101  
PB Univ. of Ljubljana, Biotechnical Fac., Dep. of Agronomy  
PY 1996  
TI THE ROOT ROT FUNGUS (*Heterobasidion annosum* [Fr.] Bref.).  
DT dissertation thesis  
NO X, 123 pages, 16 tables, 22 figures, 5 maps, 3 appendages, 155 references  
LA sl  
AL sl/ en
- AB The results of the mating tests confirmed the existence of three intersterility groups of *Heterobasidion annosum* in Slovenia: spruce, pine and fir type. The ecology of each group is described and their distribution is presented. Spruce type is the most frequent one and the most important decay causing agent in spruce. In lowland spruce forests the pine type is of great importance too. The fir type grows as a saprophyte on fir and spruce stumps in fir stands. Genetic variability among 56 isolates from all three intersterility groups was investigated using RAPD analysis. Twelve primers were used for amplification and yielded a total of 62 repeatable polymorphic bands. RAPD products obtained were further analysed using similarity coefficients SM and DICE. Spruce, pine and fir types were clearly distinguishable on the dendrograms constructed by UPGMA clustering. The lowest rate of polymorphism was detected in the fir type and the highest rate in the pine type. Specific RAPD bands were detected for each of the intersterility groups using primers M 3 and M 13 thus confirming the effectiveness of RAPD analysis for the identification of intersterility groups. The modes of infection with *H. annosum* were investigated in two pure Norway spruce forests, which differ in ecological properties and history of the stands. Somatic incompatibility tests were used for identification of clones of *H. annosum*. The density of clones decreases and the number of clones increases with the age of the stand and the number of generations of spruce. The mean number of trees infected by the same clone was 1,4 in the stand that grows on former agricultural land and 1,8 in native spruce stand that grows on forest site. The importance of basidiospores in the epifitotology of the disease was confirmed in both stands.

KAZALO VSEBINE		stran
	Ključna dokumentacijska informacija (KDI) z izvlečkom	III
	Key words documentation (KWD) incl. abstract	IV
	Kazalo slik	VII
	Kazalo razpredelnic	VIII
	Kazalo zemljevidov	IX
	Kratice in okrajšave	X
1	<b>UVOD</b>	1
2	<b>PREGLED DOSEDANJIH RAZISKAV</b>	3
2.1	RAZŠIRJENOST IN GOSPODARSKI POMEN BOLEZNI	3
2.2	TAKSONOMSKA OZNAKA GLIVE <i>HETEROBASIDION ANNOSUM</i> IN NJENE MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI	4
2.3	INTERSTERILNE SKUPINE GLIVE <i>H. ANNOSUM</i> , NJIHOVA RAZŠIRJENOST IN EKOLOGIJA	6
2.4	EPIFITOTIOLOGIJA BOLEZNI	9
2.4.1	<u>Simptomi bolezni</u>	9
2.4.2	<u>Nastanek okužbe</u>	11
2.4.3	<u>Širjenje bolezni v sestoji</u>	12
2.4.4	<u>Dejavniki, ki vplivajo na širjenje bolezni</u>	14
2.5	BIOLOGIJA GLIVE <i>H. ANNOSUM</i>	15
2.5.1	<u>Razvojni krog</u>	15
2.5.2	<u>Heterokarion</u>	18
3	<b>MATERIAL IN METODA DELA</b>	21
3.1	ZBIRANJE RAZISKOVALNEGA MATERIALA	21
3.2	OPIS POSKUSNIH PLOSKEV	22
3.3	IZOLACIJA GLIVE <i>H. ANNOSUM</i>	27
3.3.1	<u>Izolacija sekundarnega micelija</u>	27
3.3.2	<u>Izolacija primarnega micelija</u>	27
3.4	IDENTIFIKACIJA INTERSTERILNIH SKUPIN GLIVE <i>H. ANNOSUM</i>	28
3.5	PROUČEVANJE VARIABILNOSTI POPULACIJ GLIVE <i>H. ANNOSUM</i> Z RAPD MARKERJI	30
3.5.1	<u>Priprava kultur za ekstrakcijo DNK</u>	30
3.5.2	<u>Ekstrakcija DNK in merjenje njene koncentracije</u>	32
3.5.3	<u>Namnoževanje DNK</u>	33
3.5.4	<u>Elektroforeza in obdelava podatkov</u>	34
3.6	DOLOČANJE ŠTEVILA IN VELIKOSTI OSEBKOV GLIVE <i>H. ANNOSUM</i>	36

---

4	<b>REZULTATI</b>	38
4.1	IDENTIFIKACIJA INTERSTERILNIH SKUPIN GLIVE <i>H. ANNOSUM</i> S KRIŽANJI	38
4.1.1	<u>Identifikacija homokariotičnih izolatov</u>	38
4.1.2	<u>Identifikacija heterokariotičnih izolatov</u>	39
4.1.3	<u>Delna fertlnost med intersterilnimi skupinami</u>	41
4.2	IDENTIFIKACIJA IZOLATOV GLIVE <i>H. ANNOSUM</i> Z RAPD MARKERJI	43
4.3	VARIABILNOST V POPULACIJI GLIVE <i>H. ANNOSUM</i> IN GENETSKE POVEZAVE MED INTERSTERILNIMI SKUPINAMI	47
4.4	RAZŠIRJENOST INTERSTERILNIH SKUPIN GLIVE <i>H. ANNOSUM</i> V SLOVENIJI	53
4.5	EKOLOGIJA INTERSTERILNIH SKUPIN GLIVE <i>H. ANNOSUM</i>	63
4.6	EPIFITOTIOLOGIJA SMREKOVE RDEČE TROHNOBE	65
4.6.1	<u>Določanje velikosti osebkov glive <i>H. annosum</i></u>	65
4.6.2	<u>Obseg trohnobe in najbolj pogosti povzročitelji</u>	66
4.6.3	<u>Število in velikost osebkov koreninske gobe</u>	68
4.6.3.1	Poskusna ploskev pod Peco	68
4.6.3.2	Poskusna ploskev na Pokljuki	71
5	<b>RAZPRAVA</b>	78
5.1	RAZŠIRJENOST GLIVE <i>H. ANNOSUM</i> V SLOVENIJI IN EKOLOGIJA NJENIH INTERSTERILNIH SKUPIN	78
5.2	IDENTIFIKACIJA INTERSTERILNIH SKUPIN GLIVE <i>H. ANNOSUM</i>	80
5.3	GENETSKA SESTAVA POPULACIJ GLIVE <i>H. ANNOSUM</i>	83
5.4	EPIFITOTIOLOGIJA SMREKOVE RDEČE TROHNOBE	86
6	<b>POVZETEK</b>	91
	<b>SUMMARY</b>	94
7	<b>ZAHVALA</b>	97
8	<b>LITERATURA</b>	98
9	<b>PRILOGE</b>	112
	Kemijske in mehanske lastnosti tal na raziskovalni ploskvi na Pokljuki	112
	Izidi križanj izolatov glive <i>H. annosum</i> s testnimi kulturami	113
	Križanje izolatov glive <i>H. annosum</i> (domnevnih hibridov med smrekovim in borovim tipom) s testnimi kulturami	123

KAZALO SLIK	stran
Slika 1. Bazidiospore, generativne in skeletne hife pri glivi <i>H. annosum</i>	5
Slika 2. Konidiji nespolne oblike koreninske gobe	6
Slika 3. Razširjenost intersterilnih skupin koreninske gobe v Evropi	8
Slika 4. Okužen smrekov les v začetni stopnji trohnobe	9
Slika 5. Razkrojen smrekov les	10
Slika 6. Trosnjak na smrekovem štoru	11
Slika 7. Širjenje okužbe s koreninsko gobo	13
Slika 8. Razvojni krog pri glivi <i>H. annosum</i>	16
Slika 9. Primarni (levo) in sekundarni (desno) micelij koreninske gobe v kulturi na sladnem agarju	17
Slika 10. Nastanek heterokariona pri glivi <i>H. annosum</i>	20
Slika 11. Hifa glive <i>H. annosum</i> z zaponkami	29
Slika 12. Identifikacija intersterilnih skupin koreninske gobe s križanji	38
Slika 13. Križanje heterokariotičnega izolata koreninske gobe s homokariotičnim testnim izolatom	40
Slika 14. Križanje reizoliranega micelija z izhodiščnima kulturama	41
Slika 15. RAPD vzorec, dobljen pri namnoževanju primerkov smrekovega tipa koreninske gobe z začetnim oligonukleotidom ATG 5X	47
Slika 16. Genetske povezave med izolati koreninske gobe (dendrogram je osnovan na enostavnih koeficientih podobnosti SM)	50
Slika 17. Genetske povezave med izolati koreninske gobe (dendrogram je osnovan na koeficientih podobnosti DICE)	51
Slika 18. Križanje izolatov glive <i>H. annosum</i> iz štirih sosednjih dreves	65
Slika 19. Odvisnost deleža trohnobe na štoru od premera štora	67
Slika 20. Razporeditev osebkov koreninske gobe na poskusni ploskvi pod Peco	70
Slika 21. Razporeditev osebkov koreninske gobe na poskusni ploskvi na Pokljuki	72 -76
Slika 22. Porazdelitev osebkov koreninske gobe po velikosti na poskusnih ploskvah pod Peco in na Pokljuki	77

---

KAZALO RAZPREDELNIC	stran
Razpredelnica 1. Križanje med homokarioni, ki izvirajo iz istega trosnjaka, pri bipolarnih in tetrapolarnih glivah	18
Razpredelnica 2. Genotip evropskih in ameriških populacij glive <i>H. annosum</i>	19
Razpredelnica 3. Testne kulture, uporabljene pri identifikaciji intersterilnih skupin koreninske gobe	28
Razpredelnica 4. Izolati, uporabljeni za analizo RAPD	30
Razpredelnica 5. Kompatibilnost slovenskih izolatov koreninske gobe s testnimi kulturami smrekovega, borovega in jelovega tipa iz različnih geografskih območij	42
Razpredelnica 6. Začetni oligonukleotidi, uporabljeni pri identifikaciji intersterilnih skupin in proučevanju genetske variabilnosti v populaciji koreninske gobe	43
Razpredelnica 7. Identifikacija intersterilnih skupin koreninske gobe z RAPD markerji	44
Razpredelnica 8. Identifikacija intersterilnih skupin koreninske gobe v križanjih s testnimi kulturami in z RAPD markerji	46
Razpredelnica 9. Rezultati analize RAPD, dobljeni pri namnoževanju z dvanajstimi začetnimi oligonukleotidi	48
Razpredelnica 10. Zbirne vrednosti koeficientov podobnosti SM in DICE	48
Razpredelnica 11. Razširjenost smrekovega, borovega in jelovega tipa koreninske gobe v Sloveniji	54
Razpredelnica 12. Pogostost smrekovega in borovega tipa koreninske gobe v smrekovih monokulturah in mešanih smrekovih sestojih z različnim deležem bora	64
Razpredelnica 13. Porazdelitev dreves po obsegu in stopnji trohnobe na poskusni ploskvi pod Peco	66
Razpredelnica 14. Glive, izolirane iz okuženega drevja na poskusni ploskvi na Pokljuki	68
Razpredelnica 15. Velikost, število in starost osebkov glive <i>H. annosum</i> na poskusni ploskvi pod Peco	69
Razpredelnica 16. Velikost, število in starost osebkov glive <i>H. annosum</i> na poskusni ploskvi na Pokljuki	71

KAZALO ZEMLJEVIDOV	stran
Zemljevid 1. Poskusna ploskev pod Peco	23
Zemljevid 2. Poskusna ploskev na Pokljuki	24
Zemljevid 3. Razširjenost smrekovega tipa koreninske gobe v Sloveniji	60
Zemljevid 4. Razširjenost borovega tipa koreninske gobe v Sloveniji	61
Zemljevid 5. Razširjenost jelovega tipa koreninske gobe v Sloveniji	62

## Nova nahajališča velikega macesnovega lubadarja (*Ips cembrae* Heer) v Sloveniji

New Localities of the Larch Bark beetle *Ips cembrae* Heer (Col.: Scolytidae) in Slovenia

Roman PAVLIN\*

### Izvleček:

Pavlin, R.: Nova nahajališča velikega macesnovega lubadarja (*Ips cembrae* Heer) v Sloveniji. Gozdarski vestnik št. 7-8/1997. V slovensčini, s povzetkom v angleščini, cit. lit. 12.

Vrsta *I. cembrae* je bila v zoogeografskem smislu doslej v Sloveniji malo raziskana. Članek podaja nova nahajališča velikega macesnovega lubadarja v alpskem in predalpskem zoogeografskem območju. Kartiranje smo vršili na podlagi podatkov o razširjenosti macesna kot drevesa gostitelja. Del hroščev smo zbrali tudi s pomočjo feromonskih pasti. Rezultati potrjujejo domnevo, da je *I. cembrae* razširjen v celotnem območju naravnega areala macesna.

**Cljučne besede:** *Ips cembrae* (Heer), Scolytidae, zoogeografija, *Larix decidua* (Mill.), feromon.

### 1 UVOD

#### 1.1 INTRODUCTION

Veliki macesnov lubadar (*Ips cembrae* Heer) je podlubnik, katerega gostitelj je pri nas zlasti evropski macesen (*Larix decidua* Mill.). V naravnem arealu macesna naseljuje posekana oz. podta drevesa, neobdeljeno hlobovino, redkeje pa tudi oslabljena (hirajoča) stoječa drevesa.

V Evropi je vrsta razširjena znotraj naravnega areala macesna (SCHEDL 1981), torej zlasti v Alpah in Karpatih. Po drugi svetovni vojni so vrsto, najverjetneje z napadeno hlobovino, iz Nemčije prenesli v Veliko Britanijo (CROOKE 1955), v sedemdesetih letih pa se je *I. cembrae* začel pojavljati tudi v macesnovih nasadih na Nizozemskem (LUITJES 1974). V začetku devetdesetih letih so macesnovega lubadarja našli prvič tudi na Danskem. Posamezni avtorji (POSTNER 1974, PFEFFER 1995) navajajo, da je vrsta razširjena tudi v večjem delu severne Azije in da je *Ips subelongatus* Motsch. njen sinonim.

\* R. P., dipl. inž. gozd., Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire Biotehniške fakultete, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, SLO

mu lubadarju (*I. typographus*) in malemu (montanskemu) smrekovemu lubadarju (*I. amitinus*). Vse tri vrste podlubnikov imajo na obronku pokrovk po šlin pare zobcev, vendar se med seboj razlikujejo zlasti po detajlnih naipalnicah in na zadnjem delu pokrovk. Pri *I. cembrae* sta oba šiva na betu tipalnice močno upognjena. Koničnik pokrovk je bleščec, dve vrsti dilač rastela ob celotni dolžini šiva pokrovk.

Ekologijo *I. cembrae* je podrobno opisal Schimitschek (1931). Vrsta roji konec aprila ali v začetku maja, drugič pa konec julija ali v začetku avgusta. V naravnem arealu razširjenosti macesna, na višjih nadmorskih višinah, navadno razvije samo eno generacijo na leto. Rovni sistem leži v lubju, iz kotlinice izhaja običajno 2-5 materinskih hodnikov, ki tvorijo valne razmere ob bublinici niso ugodne, lahko mladi hrošči opravljajo zrelostno žitje v poganjkih in (tanjših vejah sosednjih (zdravih) macesnov. Izdobljene veje lomli veter, tako da so poškodbe podobne kot pri zavrtavanju borovih siržerjav (*Blastophagus minor* in *B. piniperda*). Tako oslabljena drevesa so primerna za kasnejši napad in naseljevanje.

V naravnem arealu razširjenosti macesna *I. cembrae* praviloma ne povzroča večje gospodarske škode. Izven naravnega areala macesna, zlasti če so drevesa oslabljena zaradi dolgotrajnejše suše, lahko pride do močnejšega napada. Ob masovnih namnožitvah napada hrošč tudi zdrava, stoječa drevesa. Za razliko od osmerozobega smrekovega lubadarja (*I. typographus*) naseljuje poleg debelega tudi tanjši material (NIERHAUS-WUNDERWALD 1995, SCHNEIDER 1977). V Sloveniji doslej še nismo zabeležili močnejšega napada.

### 3 METODE ZBIRANJA IN DETERMINACIJE HROŠČEV

#### 3.1 METHODS OF COLLECTING AND DETERMINING OF BEETLES

Podlubniki so življenjsko vezani na tesnate rastline, zato predstavljajo podatki o razširjenosti gostiteljske drevesne vrste nepogrešljivo informacijo za sistematično kartiranje. Razširjenost macesna v Sloveniji smo povzeli po datoteki Zavoda za gozdove Slovenije s podatki iz gozdnogospodarskih načrtov. Gauss-

Krugerjeve koordinatne težišč odsekov smo umestili v kvadrante UTM mreže s straniciami 10 x 10 km, ki se uporabljajo za kartiranje živalstva. Karta št. 1 prikazuje UTM kvadrante, v katerih so zastopani odseki s površino nad 1 ha, lesna zaloga macesna pa presega 50 m<sup>3</sup>/ha. Pri zbiranju hroščev smo se omejili na alpsko in predalpsko območje Slovenije.

Nabiranje *I. cembrae* je potekalo na macesnovih hlohah, lovnih deblih, drveh in sečnih ostankih. Na enem mestu (Kai) smo hrošče našli tudi na stoječem napadenem drevesu in v poganjkih, odlomljenih zaradi zrelostnega žrtja mladih hroščev. Kjer nismo dobili primernega napadenega materiala in smo kljub temu pričakovali, da je vrsta prisotna, smo postavili standardne barierne rezaste lovne pasti znamke Theysohn in jih opremili z vrstno specifičnim sintetičnim feromonom Cembra-om® (proizvajalec Cyanamid Agrariz Nemčije) za privabljanje velikega macesnovega lubadarja. Praznjenje pasti je potekalo 10 do 14 dni po vstavitvi feromonskih vrečk.

Podlubnike smo določili s stereo lupo Reichert z možnostjo stokratne povečave.

### 4 REZULTATI

#### 4.1 RESULTS

Velikega macesnovega lubadarja smo našli na 51 lokacijah v 26 UTM kvadrantih, od tega v 24 kvadrantih sploh prvič (preglednica 1). Nova mesta nahajališča *I. cembrae* v Julijskih Alpah. Med novimi najdišči so tudi doslej najjužnejše, najvzhodnejše in najzahodnejše nahajališče vrste v Sloveniji (karta 2). Prevladujejo zlasti najdišča na nadmorskih višinah nad 1000 m, ker je tam tudi večina macesnovih sestojev. Pri nekaterih lokacijah ni izključeno, da so se hrošči naselili v hlobovino pred transportom v nižje lege (nahajališča pod zaporednimi številkami 12, 23, 30, 49). *I. cembrae* se je ujel v večino postavljenih feromonskih pasti. Izjema so bile štiri pasti, nameščene avgusta 1995 v UTM kvadrantih VM 03, VM 22, VM 94 in WM 04. V zadnjih dveh kvadrantih smo vrsto našli naslednje leto na hlobovini ob cesti. V posameznih pasteh so bili ujeti hrošči močno poškodovani zaradi sočasno ujetih plenilskih vrst, zlasti *Thanasimus formicivorus* in *T. pectoralis* (Cleridae, Coleoptera).



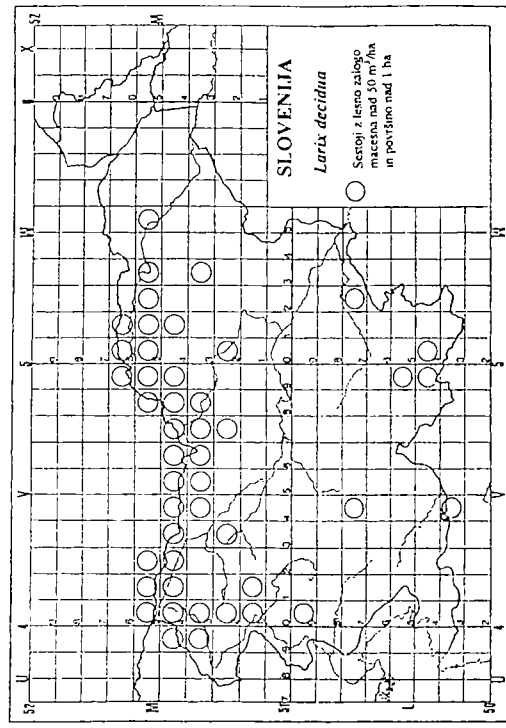
Preglednica 1: Najdišča *Ips cembrae* v Sloveniji v letih 1994-1996

Table 1: Localities of *Ips cembrae* found in Slovenia between 1994-1996

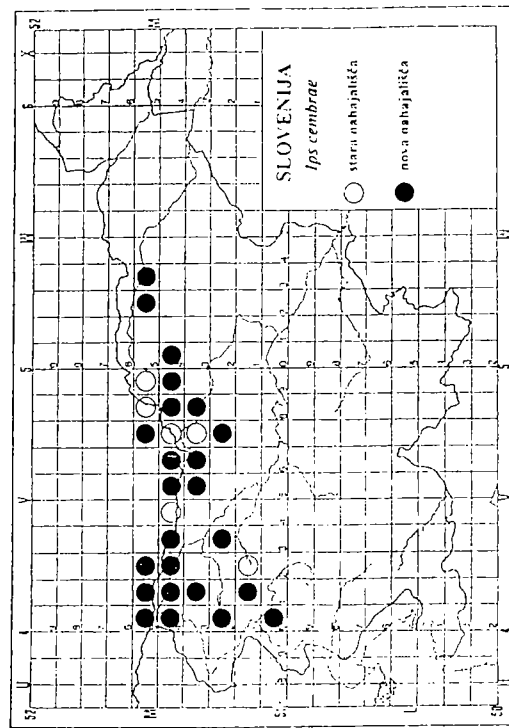
Št. Nahajališče No. Locality	UTM UTM	Nadmorska višina / Altitude	Datum Date	Nacin zbiranja hroščev Beetle collecting way
1 Cvetraž, Kal nad Kanalom	VM 00	825 m	9.8.1996	stoječe drevo <sup>1</sup>
2 Tolminske Ravne	VM 02	960 m	20.8.1995	veje
3 Vršič, pri ovinku št. 41	VM 04	1000 m	5.8.1995	sečni ostanki
4 Vršič, nad koč na Gozdu	VM 04	1360 m	16.6.1994	past
5 Vršič, nad koč na Gozdu	VM 04	1360 m	10.6.1996	lovno deblo
6 Gozd Maruljek	VM 05	770 m	10.6.1996	lovno deblo
7 Macesnovec, Planica	VM 05	1110 m	16.6.1994	past
8 Grišča	VM 05	1330 m	16.6.1994	past
9 Dolč, Jureževa planina	VM 05	1370 m	16.6.1994	past
10 Jureževa planina, pod Vošco	VM 05	1415 m	16.6.1994	past
11 Jureževa planina, pod Blekovo	VM 05	1510 m	16.6.1994	past
12 Koninica, odcep za Rut	VM 11	310 m	20.8.1995	hiodovina
13 Krma, Pri Lesi	VM 13	1000 m	19.8.1995	past
14 Krma, Zasijska planina	VM 14	970 m	19.8.1995	past
15 Dolina Belce, pri Belem poloku	VM 15	1100 m	19.8.1995	past
16 Planina Mikulovica, pobočje	VM 15	1290 m	19.8.1995	podirto drevo
17 Planina pod Golico <sup>2</sup>	VM 24	940 m	28.7.1995	hiodovina
18 Savske jame, Dom tabornikov	VM 24	1040 m	28.7.1995	drva
19 Mežakla, pod Jerebikovcem	VM 24	1480 m	12.8.1996	podirto drevo
20 Savske jame, ob poti na Golico	VM 25	1180 m	19.8.1995	past
21 Privoč pod Ralitovcem	VM 32	1015 m	14.8.1995	hiodovina
22 Ljubelj, Šentanska dolina	VM 44	895 m	15.6.1996	hiodovina
23 Potok Reka pod Macesnovecem	VM 53	720 m	15.8.1995	hiodovina
24 Macesnovec, odcep za Kozji vrh	VM 53	1000 m	10.9.1995	past
25 Komateva, pod Robniško pečjo	VM 54	1260 m	15.8.1995	past
26 Kokra, pri odcepu za Suhadolnik	VM 63	580 m	30.7.1995	hiodovina
27 Jezersko, Ravenska Kofna	VM 63	1000 m	30.7.1995	hiodovina
28 Jezersko, proti Jezerškemu Vrhju	VM 64	1070 m	25.5.1995	hiodovina
29 Kašni vrh	VM 72	1230 m	6.8.1995	hiodovina
30 Luče ob Savinji	VM 73	520 m	6.8.1995	hiodovina
31 Kunšperski vrh	VM 73	1130 m	6.8.1995	hiodovina
32 Sv. Ana, pri potoku Koprivni	VM 75	1210 m	18.8.1995	sečni ostanki
33 Jelenov vrh, kmetija Jelen	VM 75	1280 m	18.8.1995	sečni ostanki
34 Krnica, pod Hirberskim vrhom	VM 83	780 m	6.8.1996	hiodovina
35 Koprivna, kmetija Haderlap	VM 84	1173 m	18.8.1995	drva
36 Kasnjakov vrh, Sv. Helena	VM 85	895 m	27.5.1994	past
37 Pod Jesenikom, pri kmetiji Mitnik	VM 85	980 m	27.5.1994	past
38 Podpeca, kmetija Trčovo	VM 85	1015 m	27.5.1994	past
39 Pod Riško goro, pri karavi	VM 85	1025 m	27.5.1994	past
40 Peca, pod Tomaževo koč	VM 85	1150 m	11.6.1996	hiodovina
41 Peca, Mirjance, pod žičnico	VM 85	1225 m	27.5.1994	past
42 Peca, nad Mihevom	VM 85	1285 m	27.5.1994	past
43 Podpeca, proti Tomaževi koči	VM 85	1305 m	27.5.1994	past
44 Peca, nad Začnovim hlevom	VM 85	1305 m	27.5.1994	past
45 Peca, Jakobe, pri parknišču	VM 85	1385 m	27.5.1994	past
46 Javorje, kmetija Klavž	VM 94	950 m	12.8.1995	hiodovina
47 Sp. Sleme	VM 94	1030 m	11.6.1996	hiodovina
48 Zavodnje	VM 04	680 m	11.6.1996	hiodovina
49 Janževski vrh, Ribnica na Pohorju	VM 25	640 m	5.6.1995	past in hiodovina
50 Janževski vrh, Ribnica na Pohorju	VM 25	640 m	11.6.1996	lovno deblo
51 Puščava, kmetija Jesenik	VM 35	450 m	17.8.1995	veja

Tudi hrošči iz odlomljenih pogankov. <sup>1</sup> Hodi pripeljani z žičnico s Španovega vrha (1334 m)

stoječe drevo - standing tree, veje - branches, sečni ostanki - cutting remains, past - trap, lovno deblo - trap trunk, hiodovina - logwood, podirto drevo - fallen tree, past in hiodovina - trap and logwood, veja - branch



Karta 1: Razširjenost macesna (*Larix decidua*) v Sloveniji  
Map 1: European Larch (*Larix decidua*) occurrence in Slovenia



Karta 2: Nahajališča velikega macesnovnega lubadarja (*Ips cembrae*) v Sloveniji  
Map 2: Localities of larch bark beetle (*Ips cembrae*) in Slovenia

venčar je bilo možno zanesljivo določiti hrošče tudi s pomočjo ostankov pokrovk.

## 5 RAZPRAVA IN SKLEPI

### 5 DISCUSSION AND CONCLUSION

Nova nahajališča potrjujejo, da je veliki macesnov lubadar prisoten na celotnem področju naravnega areala macesna v Sloveniji, ki je hkrati tudi jugovzhodni rob naravnega macesnovega areala v Alpah. *I. cembrae* je torej prisoten v Karavankah, Julijskih Alpah in Savinjskih Alpah.

Sicer pa že Fuchs (1905) v popisu podlubnikov Koroške in obmejnih pogorij omenja, da je vrsta v Karavankah pogosta.

Nekoliko preseneča najdba *I. cembrae* pri Kalu, kjer je macesen v gozdnih sestojih primešan le posamično.

Tregubov (1962) navaja, da naravni sestoji macesna v Sloveniji na vzhodu segajo do Pece. Nahajališča velikega macesnovega lubadarja na Pohorju torej ležijo izven naravnega macesnovega areala. Primerek *I. cembrae* z oznako Bachergeb (=Pohorje) se nahaja tudi v Gspanovi zbirki Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Podrobnejša lokacija in čas najdbe ništa navedena.

V Gspanovi zbirki je tudi primerek z lokacijo Carniola, Rakitna, ujetl. 1929. Če so ti podatki točni, je to doslej edino znano najdišče *I. cembrae* v tem delu Slovenije.

Zelo verjetno obstajajo v Sloveniji še druga nahajališča *I. cembrae*, ki niso zajeta v tem prispevku. Primerjava med kartama 1 (gozdni sestoji z znanejšim deležem macesna) in 2 (že znana nahajališča *I. cembrae*) kaže, da lahko dodatna najdišča pričakujemo zlasti v severozahodni Sloveniji (Julijske Alpe) in na obeh bregovih Drave (Pohorje, Kobansko). Velikega macesnovega lubadarja doslej še nismo našli v maloštevilnih izoliranih nasadih macesna v južnem delu Slovenije.

## POVZETEK

Veliki macesnov lubadar (*Ips cembrae* Heer) živi v Sloveniji zlasti na evropskem macesnu (*Larix decidua* Mill.). V naravnem arealu macesna naseljuje podira drevesa in neobdelano hiodovino, redkeje tudi oslabljena stoječa drevesa. V Sloveniji

doslej še nismo zabeležili močnejšega napada. Razširjenost *I. cembrae* je bila v Sloveniji razmeroma slabo raziskana, zato je bilo do nedavnega znanih le nekaj njegovih nahajališč. Predvidevali smo, da je zaradi močne zastopanosti macesna v gozdnih severne Slovenije vrsta razširjena v pretežnem delu alpskega in predalpskega zoogeografskega območja.

Iskanje nahajališč *I. cembrae* je temeljilo na podatkih o zastopanosti macesna v posameznih gozdnih odsekih. Zbrali smo hrošče z macesnovih hiodov, lovnih debel, sečnih ostankov, stoječih napadenih dreves in odlomljenih poganjikov. Del hroščev se je ujetl tudi v režaste lovne pasti, opremljene s sintetičnim feromonom Cemprexom® proizvajalca Cynamid Agrar. Hrošče smo zbirali s presledki v letih od 1994 do 1996.

Velikega macesnovega lubadarja smo našli na skupaj 51 nahajališčih v 26 UTM kvadrantih. Vrsto smo sploh prvič našli v Julijskih Alpah, med novimi nahajališči pa so tudi doslej najjužnejša, najvzhodnejša in najzahodnejša v Sloveniji. Večina nahajališč je na nadmorski višini nad 1000 m.

Za uspešno se je izkazala tudi metoda kartiranja s pomočjo feromonov, saj so se osebk *I. cembrae* ujeli v večino postavljenih pasti. Ujeti hrošči so bili v posameznih pasteh poškodovani zaradi prisotnosti plenilcev, zlasti vrst *Thanasimus formicarius* in *T. pectoralis*.

Nova nahajališča potrjujejo domnevo, da vrsta *I. cembrae* naseljuje celotno področje naravnega areala macesna v Sloveniji in je tako prisotna v Karavankah, Julijskih Alpah in Kamniških Alpah. Posamezna nahajališča so tudi izven naravnega macesnovega areala (Pohorje, Kal) in potrjujejo nekatere starejše najdbe iz muzejskih zbirk. Verjetno obstajajo v Sloveniji še druga nahajališča, zlasti v Julijskih Alpah in na Pohorju, vendar jih ta prispevek ne zajema.

## NEW LOCALITIES OF THE LARCH BARK BEETLE *IPSCEMBRAE* HEER (COL.: SCOLYTIDAE) IN SLOVENIA

### Summary

The larch bark beetle (*Ips cembrae* Heer) mainly inhabits the European larch (*Larix decidua* Mill.). In the natural area of the larch it dwells in felled trees and unpeeled logwood.

rarely in weak standing trees. A stronger attack has not been registered in Slovenia yet. The occurrence of the *I. cembrae* has not been much investigated, so only a few localities had been known until recently. It has been assumed that, due to a high rate of the larch in the forests of the northern Slovenia, the species occurs in the major part of the alpine and subalpine zoogeographical region.

Searching for localities of the *I. cembrae* was based on the data regarding the occurrence of the larch in individual forest sections. Beetles from larch logs, trap stems, cutting remains, standing attacked trees and broken shoots were collected. Some beetles were also caught in slot traps, equipped with synthetic pheromone Cemprex produced by Cynamid Agrar. Beetles were collected periodically from 1994 to 1996.

The larch bark beetle (*Ips cembrae* Heer) was found in 51 localities in 26 UTM quadrants in total. The species itself was first found in the Julian Alps, the new localities, however, include the most southern, most eastern and most western ones in Slovenia. Most of the localities are situated at altitudes of more than 1000m.

The mapping method by means of pheromones proved to be successful as well since the *I. cembrae* subjects got trapped in most of the traps set. Trapped beetles got damaged in some traps due to the presence of predators, especially those of the *Thanasimus formicarius* and *T. pectoralis* species.

New localities speak for the hypothesis that the *I. cembrae* inhabits the entire region of the natural larch range in Slovenia, thus being present in the Karavanke, Julian Alps and Kamnik Alps. Some localities are also situated outside the natural larch range (the Pohorje, Kal) and confirm some older findings from museum collections. It is most probably that there are still other localities in Slovenia, especially in the Julian Alps and on the Pohorje, yet they have not been comprised by this article.

## ZAHVALA

### ACKNOWLEDGEMENTS

Zahvaljujem se štovišnim gozdarjem, predvsem dr. Zvezdu za gozdbna Slovenija.

pomoč pri iskanju novih nahajališč in podjetju M plus iz Maribora, ki je dobavilo testne vzorce feromona. Savu Breilhu se zahvaljujemo za dovoljenje za objavo še neobjavljenih podatkov. Delo je nastalo v okviru projekta "Bolezni in moteči dejavniki v konceptu integralnega varstva gozdnih ekosistemov" ob financiranju Ministrstva za znanost in tehnologijo in Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije (pogodba št. V9-6913-96).

## VIRI

- CROOKE, M., 1955. *Ips cembrae*: a First Record. FAO FAO Plant Protection Bulletin, 4, 2, s. 30.
- FUCHS, G., 1905. Die Borkenkäfer Kärntens und der angrenzenden Gebirge - Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Land- und Forstwirtschaft, Stuttgart, 3, 6, s. 225-239.
- GRÜNE, S., 1979. Handbuch zur Bestimmung der europäischen Borkenkäfer. Verlag M. & H. Schaper, Hannover, 182 s.
- LUITJES, J., 1974. *Ips cembrae* een nieuw schadelijk bosinsect in Nederland. - Nederlands Bosbouwjdschrift 46, 11, s. 244-246.
- NIERHAUS-WUNDERWALD, D., 1995. Der Grosse Lärchenborkenkäfer. Biologie, Überwachung und forstliche Massnahmen. - Wald und Holz 76, 11, s. 8-12.
- PFEFFER, A., 1995. Zentral- und westpalaarktische Borken- und Kernkäfer (Coleoptera: Scolytidae, Platypodidae). - Pro Entomologia, Naturhistorisches Museum Basel, 310 s.
- POSTNER, M., 1974. Scolytidae (=Ipidae). Borkenkäfer. - Die Forstschädlinge Europas, Bd. II. Paul Parey, Hamburg und Berlin, s. 334-481.
- SCHEDL, K. E., 1981. Die Käfer Mitteleuropas. - Band 10, Scolytidae. Goecke & Evers, Krafeld, s. 34-99.
- SCHMITSCHEK, E., 1931. Der achtzählige Lärchenborkenkäfer *Ips cembrae* Heer. Zur Kenntnis seiner Biologie und ökologie sowie seiner Lebensweise. - Z. ang. Entomol., 27, s. 253-344.
- SCHNEIDER, H. J., 1977. Erfahrungen bei der Bekämpfung des grossen Lärchenborkenkäfers in Schwachholzbeständen. - Allgemeine Forstzeitschrift 32, 45, s. 1115-1116.
- TITOVSEK, J., 1983. Prispevek k poznavanju zoogeografije podlubnikov (Scolytidae) Slovenije. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 23, s. 378-438.
- TREGUBOV, V., 1962. Naravni sestoji macesna v Sloveniji in gospodarjenje z njimi. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 3, s. 29-145.



Kašni vrh v Savinjskih alpah, novo nahajališče *I. cembrae* v Sloveniji.  
The Kašni Peak in the Savinjske Alps, a new *I. cembrae* locality in Slovenia.



Vzdolžni zvezdasti rovni sistem iz kobilnice izhajajo materski hodniki  
Longitudinal star-like tunnel system. Maternal tunnels lead from a breeding place.



Regeneracijsko žnje samice v sterilnem hodniku, brez odlaganja jajčec (vse foto: Roman Pavlin)  
Regeneration devouring of the female in a sterile tunnel, without egg laying (all photo by: Roman Pavlin)

GDK: 589

## GPS – novo orodje v gozdarstvu

### GPS – a new Tool in Forestry

Andrej KOBLER\*

#### Izvleček:

Kobler, A.: GPS - novo orodje v gozdarstvu. Gozdarski vestnik, št. 7-8/1997. V slovensčini s povzetkom v angleščini, cit. lit. 8.

V članku je na kratko podan splošni pregled tehnologije GPS. Predstavljena so osnovna načela delovanja, natančnost in viri napak ter osnovna načela uporabe, dosežani razvoj in usmeritev v prihodnosti. Prispeva se tudi priložnost, iz katerih je mogoče pridobiti digitalnih letalskih fotografij v gozdarstvu.

Ključne besede: GPS, gozdarstvo.

#### Abstract:

Kobler, A.: GPS - a new Tool in Forestry. Gozdarski vestnik, No. 7-8/1997. In Slovene with a summary in english, lit. quot. 8.

The paper gives a general overview of the GPS technology. The inner workings of the system are summarized as well as the accuracy and the sources of errors. The basic fields of use, the past developments and the future trends are presented. Also some practical experiences are outlined concerning the use of GPS in the production of the digital aerial orthophotos in forestry.

Key words: GPS, forestry.

## 1 UVOD

### 1.1 INTRODUCTION

GPS je kratica za Global Positioning System (svetovni sistem za pozicioniranje). GPS je ameriški vojaški sistem, ki temelji na satelitih v zemeljski krožnici. Ti oddajajo signale s podatki o svojem položaju in uveljavljeni času. Ko je v vidnem polju uporabnika s sprejemnikom GPS dovolj satelitov, mu njihovi signali omogočajo natančno pozicioniranje, navigacijo in določanje časa. Sistem GPS že dlujši dvajset let razvija obrambno ministrstvo ZDA. Namenjen je torej predvsem ameriški vojski, vendar pa se je v preteklih desetih letih močno uveljavil tudi na civilnem področju. Pozicijske informacije zagotavlja 24 ur na dan, 365 dni na leto, kjer koli na svetu in v vsakem vremenu. Danes je že široko uporabljen globalni informacijski vir. Postal je orodje za navigacijo, zemljepisstvo, avtomatično kartiranje na terenu, sledenje vozil ali ljudi. Prenosnost, avtonomnost in natančnost so lastnosti, zaradi katerih je v gozdarstvu še posebej primeren.

Na Gozdarskem inštitutu Slovenije preizkušamo uporabnost GPS v gozdarstvu. Še posebej nas zanima vključitev GPS v sodoben gozdarski informacijski sistem. V nadaljevanju bom na kratko

predstavil najvažnejše vidike te tehnologije ter povzel prve izkušnje, ki smo si jih na Gozdarskem inštitutu Slovenije pridobili z njeno uporabo.

## 2 KAKO DELUJE GPS

### 2.1 HOW THE GPS WORKS

Sistem GPS sestavljajo trije segmenti: 24 satelitov v zemeljski orbiti (vsoljski segment), nadzorni in povezovalni centri na Zemlji (nadzorni segment) in sprejemniki GPS z dopolnilno opremo (uporabniški segment). Sateliti oddajajo dve vrsti signala: P- in C/A-koda. Pivo lahko sprejemajo le pooblaščen vojaški uporabnik in je podlaga tako imenovanega PPS (Precise Positioning System - precizno pozicioniranje). P-koda je natančnejša in je šifrirana, zato nepooblaščenim uporabnikom ni dostopna. Manj precizna C/A-koda je javno dostopna. Vemitarja ameriška vojska vanjo namenoma vnaša motnje in tako še znižava natančnost, ki je dostopna brez omejitev. Ilemu ukrepu pravi SA (Selective Availability - omejena dostopnost).

Sateliti so v orbiti razporejeni tako, da jih je v vsakem trenutku kjer koli na Zemlji vidnih od pet do osem. Sistem deluje po načelu triangulacije - iz znanih oddaljenosti od satelitov in položajev satelitov izračuna položaj sprejemnika na Zemlji. Teoretično bi lahko razdaljo do posameznega satelita izračunali zgolj z

A. K., dipl. ing. gozd. Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SLO

# Ogroženost in varstvo gozdnih mravelj (Formicoidea)

## Threat status and protection of wood ants

Janez TITOVŠEK

Oddelek za gozdarstvo, Biotehniška fakulteta, Večna pot 83, 1000 Ljubljana

---

### IZVLEČEK

V okviru skupine *Formicoidea* so v Sloveniji raziskane le mravlje iz subg. *Formica*: *F. polycetena*, *F. rufa*, *F. aquilonia*, *F. ligubris*, *F. truncorum*, in *F. pratensis*; prve štiri imajo pomembno regulacijsko vlogo v gozdnih sistemih. V sestavku so prikazani zoogeografija, habitati, vidiki ogroženosti, stanje in trendi gibanja populacij posameznih vrst, zavarovanje z zakonskimi akti in predlogi za aktivno varstvo gozdnih mravelj.

*Ključne besede:* gozdne mravlje, habitati, ogroženost, Slovenija, varstvo, vloga gozdnih mravelj.

### ABSTRACT

The only ants investigated in Slovenia within the *Formicoidea* group are those from the subgenus *Formica*: *F. polycetena*, *F. rufa*, *F. aquilonia*, *F. ligubris*, *F. truncorum*, and *F. pratensis*; the first four play an important role in forest systems. Presented in the paper are the zoogeography, habitats, threat status, status and movement trends of the populations of single species, legal protection, and suggestions for active future protection of wood ants.

*Key words:* habitats, protection, role of wood ants, Slovenia, threat status, wood ants.

---

Biološka stabilnost naravnih in sonaravnih gozdnih življenjskih združb, ki so v strukturnem in funkcijskem pogledu visoko organizirane in zapletene organske tvorbe, v katerih so skupnosti rastlin in živali med seboj povezane z brezštevlnimi razmerji, počiva na ubranem in polnem delovanju regulacijskih mehanizmov, ki omogočajo vzdrževanje razmeroma stabilne trofične strukture. Gozdne mravlje (subg. *Formica*) kot eden izmed regulacijskih dejavnikov učinkovito prispevajo k uravnavanju strukturnega razmerja v svetu žuželk. V preventivnem varstvu gozdov imajo posebno mesto: njihova varstvena funkcija je neprecenljiva.

Gozdne mravlje so omnivori. Kot neselektivni predatorji se lotevajo tudi mnogih "škodljivih" žuželk in nekaterih manjših živali iz drugih živalskih skupin; prizanašajo le mirmekofilom in simbiontom. V svoja bivališča tovorijo majhne poginule živali in njihove ostanke in tako skrbijo tudi za gozdno higieno. Napadajo celo živali, ki jih po velikosti in po moči večkrat prekašajo, torej take, ki jih morejo le kolektivno obvladati.

Obdobja, ko v lovnem območju primanjkuje mesne hrane, preživijo z nabiranjem mane, ki je proizvod homopterov, predvsem različnih uši in kaparjev. S producenti sladkih ekskrementov, ki so njihov stalen in zanesljiv vir hrane, živijo gozdne mravlje v tesnem sožitju. Precejšnja stabilnost vira hrane rastlinskega porekla, na katero morejo mravlje tudi same vplivati, ter sposobnost prehranjevalnega prilagajanja pogojujeta dokajšnjo ustaljenost njihovih populacij; gostota populacije gozdnih mravelj namreč ni odvisna samo od količine potencialnega plena, kot je to pogosto pri mnogih drugih entomofagih. Relativno

stabilne populacije gozdnih mravelj pa morejo učinkovito in trajno obvladovati "škodljive" rastlinojede žuželke in jim preprečiti, da bi se preveč razširile.

V posameznih naselbinah "združuje delo" tudi nekaj 100.000 osebkov. Opazovanja (Forel 1948) so pokazala, da lahko zrosijo delavke večjega mravljišča v svoje gnezdo dnevno do 100.000 žuželk. Pavan je ocenil, da more 300-milijardna armada gozdnih mravelj v italijanskih Alpah uničiti dnevno 72 ton, letno pa 14.000 ton žuželk. Zaradi prehranjevalnih značilnosti in toflične prilagodljivosti, relativno stabilne gostote, stalnosti, ki je pogojena s sposobnostjo termoregulacije v bivališčih, in množičnosti sodijo potemtakem gozčne mravlje med najučinkovitejše varovalne mehanizme v gozdu. Ni nenavadno, da so Kitajci že v 13. stoletju naše ere z njimi varovali nasade limon in pomaranč pred škodljivimi gosenicami.

Poleg neposredne in najpomembnejše varovalne funkcije, ki se kaže v uravnavanju populacij žuželk, se njihova dejavnost izraža tudi v vplivu na hitrejšo kroženje snovi v naravi, na izboljšanje gozdnih tal, na širjenje semen mirmekohornih rastlin in s tem tudi na prehranjevalne pogoje rastlinojedih živali. Gozdne mravlje pa ne nastopajo le kot plenilci, temveč se pojavljajo tudi kot plen drugih živali. Z njimi in z njihovim zarodom se prehranjujejo gozdne kure, žolne, medved in še nekatere živali.

Skupina Formicoidea v Sloveniji še ni proučena. Doslej so bile predmet raziskovanj le mravlje iz subg. *Formica*, *Coptoformica* in *Raptiformica* s poudarkom na subg. *Formica*, iz katerega je na območju Slovenije znanih pet vrst gozdnih mravelj: *F. polycтена*, *F. rufa*, *F. aquilonia*, *F. lugubris* in *F. truncorum* ter travniška vrsta *F. pratensis*, ki pa se pojavlja tudi v gozdu. Na transektih je bilo popisanih 1345 mravljišč. Pri popisu so bili zbrani bioekološki parametri. Podrobnejše raziskave so bile opravljene le za tri poligine in polidomne vrste: *F. polycтена*, *F. aquilonia* in *F. lugubris*. Obe boreoalpinski vrsti sta bili poskusno naseljeni v kolinskem vegetacijskem pasu.

Številčnost gozdnih mravelj iz subg. *Formica* je največja v alpskem fitogeografskem območju. Sledijo mu predalpsko, subpanonsko, preddinarsko, dinarsko in submediteransko območje.

V alpskem in predalpskem fitogeografskem območju so prisotne vse našete vrste, v dinarskem manjkata *F. aquilonia* in *F. truncorum*, v preddinarskem pa poleg prejšnjih dveh še *F. lugubris*. V subpanonskem svetu se pojavljajo *F. polycтена*, *F. rufa* in *F. pratensis*, v submediteranskem pa le *F. pratensis*. Gomile gozdnih mravelj srečujemo v razponu 10-1870 m nm. v. Najštevilnejše so v montanskem vegetacijskem pasu, in to v višinskem razredu 1251-1500 m. Sledijo mu kolinski, planarni, submontanski in subalpinski vegetacijski pas.

V gozdovih nižinskega in hribskega vegetacijskega pasu prevladujeta *F. rufa* in *F. polycтена*, pojavlja pa se tudi *F. pratensis*. Podobno je v predgorskem vegetacijskem pasu, kjer pa je *F. polycтена* pogostejša kot *F. rufa*. V gorskem vegetacijskem pasu sta doma boreoalpinski vrsti *F. aquilonia* in *F. lugubris*, čeprav ne manjka tudi *F. polycтена*. V visokogorski pas se povzpeta le *F. aquilonia* in *F. lugubris*, tam je številna tudi *Coptoformica exsecta*.

Več kot 90% vseh gnezd je na prisojnih vzhednih, južnih in zahodnih legah. Uveljavljajo se v 36 gozdnih združbah in v nekaterih travniških asociacijah, predvsem na zaraščajočih se gorskih tratah.

Gozdne mravlje so navežane na sestoje, v katerih med drevesnimi vrstami prevladujejo iglavci (75%) in med njimi smreka (72%). Od vseh opisanih mravljišč jih je v čistih listnatih gozdovih le 0,4%.

V gozdu se mravlje uveljavljajo predvsem na njegovem robu ter v sestojih s pretrganim in vrzelastim sklepom krošenj. Pri popolni zastrtosti tal s krošnjami se mravlje ne morejo uveljaviti. V sestojih s tesnim sklepom krošenj je le 1,4% mravljišč.

*F. polycтена* se pojavlja v 29, *F. rufa* pa v 24 gozdnih združbah, ki se zvrstijo od planarnega do altimontanskega vegetacijskega pasu. Obe sta najštevilnejši v

kolinskem pasu (*F. polycтена* 36,6%, *F. rufa* 54,7%). Več kot 90% gnezd *F. polycтена* je opisanih v 16 gozdnih združbah; največ v izmenjanih in močno spremenjenih sestojih združb *Anemone trifoliae-Fagetum* in *Blechno-Fagetum*. *F. rufa* pa se v pretežni meri uveljavlja v 13 gozdnih združbah, največ v *Quercus petraeae-Fagetum* in *Blechno-Fagetum*. V sestojih s prevlado iglavcev je 79,3% gomil *F. polycтена* in 80,8% gnezd *F. rufa*. V čistih sestojih listavcev nastopata omenjeni mravlji le izjemoma. Od vseh vrst gozdnih mravelj še najbolj prenaša zasenčenost *F. polycтена*, saj se pojavlja pri zastrtosti tal s krošnjami 0,9 še vedno 10,8% mravljišč, sledi ji *F. rufa* z 8,6% bivališč. Obe vrsti sta tesno navezani na gozdne sisteme (*F. polycтена* 93,5%, *F. rufa* 93%). Vrsti naseljujeta široko območje vseh klimatskih tipov slovenskega ozemlja. Manjkata le v območju hladne morske in zmerne subpolarne klime. Kolonije *F. polycтена* štejejo večinoma le 2-3 življev.

Boreoalpinski vrsti *F. aquilonia* in *F. lugubris* prevladujeta v alpskem, precej manj številni pa sta v predgorjih v predalpskem fitogeografskem območju. *F. lugubris* naseljuje tudi mrazišča dinarskega gorskega sveta. Višinski razpon za vrsto *F. aquilonia* je 950-1870 m, *F. lugubris* pa 850 (dolina Vrata)-1650 m. V območju montanskega vegetacijskega pasu je kar 95% vseh gnezd *F. aquilonia* in 88,5% mravljišč *F. lugubris*. *F. aquilonia* se uveljavlja v 13, *F. lugubris* pa v 14 gozdnih združbah in na zaraščajočih se tratih v območju montanskega in subalpenskega vegetacijskega pasu. Več kot 90% mravljišč *F. aquilonia* je opisanih v 6 gozdnih združbah (*Anemone trifoliae-Fagetum*, *Adenostylo glabrae-Piceetum*, *Adenostylo glabrae-Fagetum prealpinum*, *Savensi-Fagetum*, *Rhodothamnio-Rhododendretum* in *Abieti-Fagetum praealpinum*) ter na gorskih tratih. Za *F. lugubris* pa velja, da se velika večina mravljišč pojavlja v 7 gozdnih združbah (*Anemone trifoliae-Fagetum*, *Adenostylo glabrae-Fagetum praealpinum*, *Adenostylo glabrae-Piceetum*, *Savensi-Fagetum*, *Abieti-Fagetum praealpinum*, *Izopyro-Fagetum*, *Villosae-Piceetum subalpinum inversionum*) ter na gorskih tratih. Večina mravljišč obeh vrst je v izmenjanih in močno spremenjenih sestojih, v katerih se z visokim deležem uveljavljajo iglavci, zlasti smreka (*F. aquilonia* 90,0%, *F. lugubris* 86,9%). V čistih sestojih listavcev in v sestojih s tesnim sklepom krošenj manjkata. Kot poligini in polidomni vrsti razvijata številčno bogate kolonije. Naseljujeta območje, v katerem vlada alpska humidna klima, ki prehaja ob zgornji gozdni meji in pri *F. lugubris* tudi v alpskih dolinah in dinarskih mraziščih v zmerno subpolarno in proti vzhodu v humidno celinsko klimo. Z gozdnovarstvenega vidika sta *F. truncorum* in *F. pratensis* manj zanimivi. Opisanih je le pet gnezd vrste *truncorum*: štiri v alpskem in eno v predalpskem svetu. Za *F. pratensis* je značilno, da se uveljavlja zlasti v negozdnih asociacijah (70,9%), v gozdnih pa pretežno na gozdnem robu. Je edina vrsta, ki domuje na območju vse Slovenije. Ni je le v altimontanskem in v subalpinskem vegetacijskem pasu. Manjka torej v območju, kjer vlada zmerna subpolarna klima.

Gozdne mravlje so izpostavljene mnogoterim motečim, razdiralnim in uničujočim dejavnikom v svojem okolju. Med njimi izstopa zlasti človek, ki od nekdaj uveljavlja v gozdu in na njegovem robu svoje gospodarske in druge interese. S poseljevanjem prostora, urbanizacijo, industrializacijo, nesmotnim gozdnim gospodarjenjem, neposrednim izkoriščanjem mravelj in z vse večjimi zahtevami do gozda se je stoletja stopnjeval pritisk tudi na gozdne mravlje. S svojim delovanjem za zdaj še ni iztrebil nobene vrste, toda ponekod je močno vplival na znižanje njihove gostote. V nižinskem in hribskem svetu, kjer je bil stik človeka z gozdom najbolj tesen, je bila favna mravelj tudi najbolj prizadeta. *F. polycтена* in *F. rufa*, ki poseljujeta prav ta prostor, sta danes na robu preživetja. Gostota njunih življev je v nekaterih biotopih že blizu spodnje meje reprodukcijske zmožnosti, v mnogih drugih pa je že iztrebljena. Slabo je kazalo tudi boreoalpinskima vrstama *F. aquilonia* in *F. lugubris*, ki sta bili v nedavni preteklosti v nekaterih predelih že močno zdecimirani, vendar sta si po zakonski zaščiti precej opomogli. Izročilo o

izropanosti gozdnih mravelj na Pohorju je zapustil Koprivnik (1923). Takole piše: "Rjava mravlja (*F. rufa*), ena izmed večjih domačih mravelj, si dela po črnih (iglavih) gozdih iz suhih igel, suhih vejic in njih delov, iz skorjinih luskin in drugih drobnih gozdnih odpadkov mravljinke, ki so na vznožju po 3 m široki, do 2 m visoki in po več 100 let stari. Iz takih mravljinek dobivajo ljudje mravljinatji "mravljinja jajca", to so namreč mravljinke bube, s katerimi pitajo tičarji v kletke zaprte ptice žužkojede. Neki mariborski trgovec mi je pravil, da je dobival v prejšnjih letih s Pohorja na leto po 40-50 hl mravljinih bub, za katere je izplačal mravljinarjem po 1600-1800 K denarja. Zdaj so po pohorskih gozdih veliki mravljinki že redki, pohorski mravljinarji hodijo v novejšem času nabirat mravljinke bube v obširne gozde v okrožju Golice na štajersko-koroški meji."

Mravljinke bube so še pred nedavnim nabirali po vsej Sloveniji in ne le na Pohorju. Uporabljali jih niso le za hrano ptičem, temveč tudi kot hrano za eksotične ribe v akvarijih, kebčke fazanov v fazanarijah in celo za vzrejo piščancev domače perjadi po domačijah. Mnogo so jih tudi izvozili. Po drugi svetovni vojni je bilo nabiranje mravljinih bub omejeno le še na del Pohorja, posebno na južni predel Rogle. Po podatkih, ki jih je Sekirnik (1959) dobil pri Gosadu v Ljubljani, so leta 1957 odkupili okrog 2.000 kg suhih mravljinih bub. Sekirnik je slikovito opisal pripomočke za nabiranje, ločevanje in sušenje mravljinih bub ter tehniko, ki so jo pri delu uporabljali pohorski "mravljinarji". Da bi preprečili nadaljnje uničevanje favne gozdnih mravelj, je bil na pobudo prof. J. Šlandra izdan odlok o prepovedi razdiranja mravljišč in nabiranja mravljinih bub (Ur. l. SRS 42/1957).

Gozdne mravlje pa niso bile ogrožene samo od "mravljinarjev", ki so razdirali velike "mravljinke", da bi dobili mravljinke bube, temveč tudi od množice revmatikov, ki so si z domačim žganjem od znotraj in s tinkturo iz žganja in gozdnih mravelj od zunaj lajšali bivanje na tem svetu.

Človek je delal gozdnim mravljam škodo z neposrednim izkoriščanjem življa, s krajo mravelj in njihovega naraščanja, posredno pa z nespametno rabo prostora in z nesmotrnim gozdnim gospodarjenjem.

Pri ravnanju z gozdom je še dandanes v ospredju rastlinski svet, živalski pa se pozablja. Od velikopovršinskega gozdnega gospodarjenja, od golih in podobnih sečenj, s katerimi se na veliko uničujejo tudi habitati gozdnih mravelj, se je gozdarstvo večinoma res že poslovilo. Toda pri malopovršinskem gospodarjenju, pri negi in pri izločanju drevja iz sestojev se še vedno ne upoštevajo življenjske zahteve živalskih vrst in se ne razmišlja o vplivu in posledicah posegov v živalski svet. Gozdne mravlje so življenjsko odvisne od svojih simbiotov, slednji pa od določenih gostiteljev. Spremembe v fitocenozah vedno sprožajo tudi sukcesije v zoocenozah. Od načina nege gozda in gozdnega roba so posredno odvisne tudi svetlobno-toplotne razmere v območju gnezda, ki lahko porajajo motnje v življenju življa in cele kolonije. Od toplotnih pogojev na gomili in v njej so odvisni nastop faze sončenja, termoregulacija notranjih prostorov, zaleganje in vzreja spolnih živali in delavk ter seksualni indeks. Tudi pri poseku drevja, izdelavi gozdnih sortimentov in spravilu lesa, pri vzpostavljanju gozdnega reda, pri gradnji gozdnih cest in vlak, pri steljarjenju in drugih opravilih v gozdu se kaže malomaren odnos do gozdnih mravelj. Gozdni požari, talni in totalni, jih celo uničijo. Pesticidi v našem gozdu nimajo in tudi nikoli niso imeli domovinske pravice. Uporabljani so bili le izjemoma, v izrednih razmerah, lokalno ter v zanemarljivem obsegu in količini. Tudi zaradi specifičnega načina aplikacije favna gozdnih mravelj in druga favna v gozdu ni bila motena, še manj ogrožena od fitofarmaceutskih sredstev. Nezaželen spremljajoč pojav razvoja civilizacije je kontaminacija atmosfere z ekshalacijami. Vemo, da polucije škodljivo delujejo na vegetacijo, manj pa poznamo njihov vpliv na svet insektov, na gozdne mravlje in njihove simbiote. Mravljišča so poleg ptičjih gnezd hvaležen "raziskovalni" objekt tudi za otroke. Varno se take raziskave opravijo s palico, bolj cagavi pa si pomagajo tudi s kamni.

Mravlje in njihovi sprebivalci dopolnjujejo jedilni list mnogim mesojedom. Gozdne kure rade vodijo svoje kebkčke na mravljišča. V arealu medveda so mravljišča prav redka. Za ogrci cetoninov stikata po mravljiških lisica in jazbec. Najbolj nevarne pa so jim prav gotovo žolne, ki kopljejo globoko v notranjost gnezd široke hodnike, da se dokopljejo do nagrmdenih prezimujočih mravelj. Često so prav žolne tiste, ki dokončno uničijo kolonije gozdnih mravelj, ko se je poprej število gnezd zaradi razdiralnega vpliva drugih dejavnikov, predvsem človeka, usodno skrčilo.

Z deagrarizacijo višjih predelov in s postopnim zaraščanjem opuščeni površin se je življenjski prostor za *F. aquilonia* in *F. lugubris* v zadnjih 50 letih celo razširil. Tudi zasmrečevanja so pripomogla k razcvetu kolonij obeh vrst. Antropogeni vpliv v življenjskem območju *F. polycтена* in *F. rufa* pa je bil premočan, da bi se to posrečilo tudi njima. Seveda pa zaradi pospeševanja favne gozdnih mravelj ni smiselno pospeševati smreko in snovati komplekse nestabilnih smrekovih sestojev. Sicer pa je uspevanje gozdnih mravelj potencialno zagotovljeno že s skupinsko in šopasto primesjo smreke v biološko in statično bolj stabilnih mešanih gozdovih.

Zaradi neprecenljive gozdnovarstvene funkcije in splošne ogroženosti so bile gozdne mravlje iz subg. *Formica* že leta 1957 zaščitene z zakonom. Od tedaj pa do danes se je gostota življev in kolonij pri *F. aquilonia* in *F. lugubris* vidno povečala, pri *F. polycтена* in *F. rufa* pa kljub zaščiti poslabšala.

Danes so gozdne mravlje zavarovane z dvema podzakonskima aktoma: z Uredbo o urejanju posameznih razmerij iz Zakona o gozdovih (Ur. l. SRS št. 31/1986) in s Pravilnikom o gozdnem redu (Ur. l. SRS št. 31/1986). Pasivna zakonska zaščita, ki prepoveduje razdirati mravljišča in nabirati mravljinje bube, se je izkazala kot zadostna le za favno mravelj v gorskem svetu, predvsem za obe boreoalpinski vrsti. Vendar velja tudi v montanskih gozdovih dosledneje upoštevati določila zakona, zlasti pri gozdnem delu. Pred začetkom gradnje cest in vlak kaže premestiti mravljišča, ki so na trasi in kažejo napredujočo razvojno težnjo, pri obvladovanju podlubnikov pa še nadalje smotno rabiti fitofarmaceutvske pripravke, kar pomeni, da se jim je treba izogibati v arealu aktivnosti kolonije gozdnih mravelj. Pri negi sestojev in izločanju drevja in sestojev je večinoma mogoče upoštevati tudi ekološke zahteve mravelj in primerno dozirati svetlobo v območju njihovih bivališč. Dopolniti bo treba 9. člen Pravilnika o gozdnem redu in obvezati lastnike gozdov, da bodo varovali gozdne mravlje in njihova gnezda, še zlasti na parcelah, kjer se tudi steljari.

Za preživetje in rast posameznih življev in kolonij *F. polycтена* in *F. rufa* pa je potrebno poleg pasivnega tudi aktivno varovanje. Z zamreženjem matičnih in hčerinskih gnezd že v inicialni fazi razvoja ali z jesenskim prekritjem z osutimi vejami iglavcev je mogoče zaščititi mravljišča pred žolnami in drugimi živalmi, razen pred medvedom.

V korist gozdnim mravljam bi veljalo kaj več spregovoriti tudi v sredstvih javnega obveščanja, predvsem pa pri pouku biologije v šoli. Prvi pogoj za naseljevanje vrste *F. polycтена* v gozdne sisteme, v katerih je bila v preteklosti iztrebljena, pa je naravna pomnožitev gnezd v obstoječih kolonijah.

## OECD KATEGORIJE

V Sloveniji živi 6 vrst mravelj iz podvrste *Formica*. Ogroženi sta 2 vrsti *F. polycтена* in *F. rufa*. Številčno upadajo vsaj 4 vrste: *F. polycтена*, *F. rufa*, *F. lugubris* in *F. aquilonia*.



## SUMMARY

Wood ants regulate structural relationships in the world of insects, thereby contributing to the self-regulation capacity of the forest. Attributes, such as omnivorousness, trophic adaptability, relative stability of population density assured by stable food sources in the form of manna, stability resulting from their ability of thermoregulation, and massiveness, place wood ants among the most efficient protection mechanisms in the forest. Zoogeographic investigations were performed on the species of the subgenus *Formica*, *Coptoformica*, and *Raptiformica*, while bioecological investigations were restricted to certain species of the subgenus *Formica*. The following species appear in Slovenia: *F. polycтена*, *F. rufa*, *F. aquilonia*, *F. lugubris*, *F. pratensis*, and *F. truncorum*. Present in the Alpine and the prealpine phytogeographic regions are all of the aforementioned species. Missing from the Dinaric region are *F. aquilonia* and *F. truncorum* and from the predinaric region also *F. lugubris*. In the subpannonic phytogeographic territory, there also appear *F. polycтена*, *F. rufa*, and *F. pratensis*, whereas in the submediterranean only *F. pratensis*. Prevailing in the lowland and promontory vegetation belts are *F. rufa*, *F. polycтена* and *F. pratensis*. In the premontane belt, *F. polycтена* is more frequent than *F. rufa*. The montane vegetation belt is populated by the boreoalpine species *F. aquilonia* and *F. lugubris*, as well as *F. polycтена*. The only ant to reach the high-mountainous belt are *F. aquilonia* in *F. lugubris*.

*F. polycтена* appears in 29, *F. rufa* in 24 forest associations, above all in substantially changed stands of *Anemone trifoliae-Fagetum*, *Blechno-Fagetum* and *Quercus petraea-Fagetum* with the prevalence of coniferous trees.

*F. aquilonia* is common in 13, *F. lugubris* in 14 forest associations in seriously changed stands of the associations *Anemone trifoliae-Fagetum*, *Adenostylo glabrae-piceetum*, *Adenostylo glabrae-Fagetum praealpinum*, *Savensi-Fagetum* in *Abieti-Fagetum praealpinum*, with the prevalence of conifers, especially spruce.

Wood ants are threatened by numerous destructive and damaging factors, the leading role among them being held by man. Through his intrusions into the environment have not as yet exterminated any species of wood ants, he has, in certain areas, distinctly affected their density. *F. polycтена* and *F. rufa*, inhabiting above all the lowland and promontory world, where in the past man used to be in closest contact with the forest, are now decimated, in many a place on the very verge of survival. In the mountainous world, *F. aquilonia* and *F. lugubris* used to be in a similar situation because collectors of formic pupae had been robbing their ant-hills, as well as those of *F. polycтена*. After the enforcement of the Decree on the Prohibition of Destroying Ant-Hills and Collecting Formic Pupae, the populations of the three species are on the way of regaining their former density.

Priorities of forest management have always been on the side of forest vegetation, while animal life seems to be shoved off to the background. In cultivating forest areas, the living requirements of ants are perfectly neglected. Man shows an attitude of neglect to wood ants also at felling trees, preparing assortments and gathering timber, building forest roads and trails, collecting fodder and elsewhere. A restrictive effect on wood ants is exerted also by some endogenous factors such as bear and woodpeckers. The bear's area is almost free of ants, while woodpeckers are the ones to definitely ruin the already reduced colonies of wood ants.

In Slovenia, wood ants are protected by two sublegal acts of the Law on Forests.

The circumstances such as observed in the populations of *F. polycтена* and *F. rufa* show that by passive legal protection alone it is impossible to put a stop to the destruction of the above species. It is imperative to enforce an protection of parental anti-hill and filial nests in the initial development phase, permanent protection by putting up suitable nets, and seasonal protection of mounds by bare coniferous branches. After multiplying nests within colonies, the next step would be recolonization of the species *F. polycтена* in forest systems from which it was banished in the past. The mass media should do more in reminding people of the importance and protection of wood ants, and the same applies to biology lectures at school.

## LITERATURA

- Brelih, S., J. Gregori, 1980: Redke in ogrožene živalske vrste v Sloveniji. - Prirodoslovni muzej Slovenije, Ljubljana, 263 s.
- Dumpert, K., 1978: Das sicialleben der Ameisen. - Berlin und Hamburg, 253 s.
- Forel, A., 1948: Die Welt der Ameisen. - Rotapfel, Zurich, 275 s.
- Goesswald, K., 1989: Die waldameise, Bd. 1, Biologische Grundlagen, Oecologie und Verhalten. - Aula-Verlag Wiesbaden, 660 s.
- Koprivnik, J., 1923: Pohorje. - Ponatis iz Planinskega vestnika 1913-1919, Maribor.

f) Ocene po metodi  $M_k$  in varianti te metode  $M_{2k}$  na osnovi prvih nekaj razmikov so v vseh primerih enakomerne - regular oblike razmestitve dreves preizkne. To velja še posebej za ocene na osnovi razmikov drevo  $\rightarrow$  drevo (d - d), kjer so povprečne ocene gostote preizkne tudi pri višjih zaporednih razmikih.

g) Ne glede na metodo razmika ali njeno varianto so v primerih agregirane oblike razmestitve ocene na osnovi razmikov d - d previsoke na celotnem intervalu zaporednih razmikov, medtem ko so ocene na osnovi razmikov 0 - d na celotnem intervalu preizkne. Razlike med ocenami in pravo vrednostjo so na začetku intervala lahko zelo velike. Kaže, da v primerih agregirane oblike razmestitve od metod razmika ne smemo pričakovati točnih in zanesljivih ocen gostote, kar še posebej velja za ocene na osnovi razmikov d - d.

h) Razlike med ocenami iz razmikov 0 - d in d - d so brez izjeme večje kot pa razlike med ocenami po A in B metodi ali med metodo  $M_k$  in njeno varianto  $M_{2k}$ .

## VIRI

- Borland International, 1989: Turbo Pascal. Reference Guide, User's Guide, Object-oriented programming Guide. USA.
- CEDILNIK, A. / KOTAR, M., 1992: Razmestitev dreves v sestoji. Zbornik gozdarstva in lesarstva 40: 15-40, Ljubljana.
- CLARK, P. J. / EVANS, F. C., 1954: Distance to Nearest Neighbour as a Measure of Spatial Relationships in populations. Ecology 35: 445-453.
- COX, T. F. / LEWIS, T., 1976: A conditioned distance ratio method for analyzing spatial patterns. Biometrika 63: 483-691.
- COX, G. W., 1987: Nearest-Neighbour Relationship of Overlapping Circles and the Dispersion Pattern of Desert Shrubs. J. Ecol. 75: 193-199.
- EBERHARDT, J. I., 1967: Some Developments in Distance Sampling. Biometrics 23: 207-215.
- FISHER, R. A., 1970: Statistical Methods for Research Workers (14th Edition, Edinburgh).
- GRABEC, I. / SACHSE, W., 1997: Synergetics of Measurement, Prediction and Control. Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York.
- HOPKINS B. / SKELLAM, J. G., 1954: A New Method for Determining the Type of Distribution of Plant Individuals. Annals of Botany 18: 213-227.
- HORVAT-MAROLJ, T. S., 1984: Kakovost snirekovega mlajda v subalpskem smrekovem gozdu Julijskih alp. Zbornik gozdarstva in lesarstva 24: 5-64.
- KOTAR, M., 1993: Določanje načina razmestitve dreves v optimalni razvojni fazi gozda. Zbornik gozdarstva in lesarstva 42: 121-133.
- PATIL, S. / A., BURHAM, K. / P., KOVNER, J. I., 1979: Nonparametric Estimation of Plant Density by the Distance Method. Biometrics 35: 597-604.
- PUJHEK, V., 1993: Preizkus veljavnosti metod razmika za ocenjevanje gostote in temeljnice sestojev. Zbornik gozdarstva in lesarstva 42: 155-198.
- StatSoft, 1994: Statistica.
- THOMPSON, H. R., 1956: Distribution of distance to the nth neighbour in a population of randomly distributed individuals. Ecology 37: 391-394.

GDK 228.9 + 145.796 (subg. Formica) : 150 / 152 (497.12)

## GOZDNE MRAVLJE V GORSKEM GOZDU

FOREST ANTS IN MOUNTAIN FOREST

Janez TITOVŠEK\*

### Izvleček

Prispevek obravnava gozdne mravlje (subg. Formica) v gorskem gozdu na območju Slovenije. Poudarek je na vrstni sestavi, razširjenosti in navezanosti posameznih vrst na vegetacijske pasove in rastlinske združbe, prehranskih značilnostih, razmerjih do soprovalcev, življenjskem ritmu, vlogi v gozdnih življenjskih združbah in na varstvu gozdnih mravelj v gorskem gozdu.

**Ključne besede:** gorski gozd, gozdne mravlje, varstvo gozdnih mravelj, Slovenija

### Abstract

The article debates forest ants (subg. Formica) in mountain forest of Slovenia. Significance is given to the structure of species, to spread-out of species, and to coherence of individual species with vegetation zones and plant associations. Nourishment characteristics, relations to cohabitants, life rhythm, role in forest life associations, and protection of forest ants in mountain forest are discussed.

**Key words:** mountain forest, forest ants, protection of forest ants, Slovenia

\* Izredni profesor, dr. BF. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, Slovenija

## UVOD

Pod pojmom gozdne mravlje razumemo vrste mravelj, ki pripadajo subg. Formica. V Sloveniji se pojavljajo *F. polyctena* Först., *F. rufa* L., *F. aquilonia* Yarr., *F. lugubris* Zett., *F. pratensis* Retz. in *F. truncorum* Fabr. Z gozdnovarstvenega vidika so zanimive tudi mravlje iz drugih taksonomskih skupin in še zlasti gozdnim mravljam sorodne vrste iz podrodov *Coptoformica*, *Raptiformica* in *Serviformica*, ter iz roda *Camponotus* in *Dendrolabus*. V gorskem gozdu nastopa vseh šest vrst gozdnih mravelj; *F. pratensis* in *F. rufa* le na mejnem območju s predgorskim gozdom. V gorskem svetu imajo pomembno regulacijsko vlogo tri tam živeče poligine in polikalitčne vrste: *F. aquilonia*, *F. lugubris* in *F. polyctena*.

## RAZŠIRJENOST GOZDNIH MRAVELJ V GORSKEM GOZDU

V gorskem gozdu je favna gozdnih mravelj še relativno dobro ohranjena. Gozdnata območja Julijskih Alp, Karavank, Kamniško-Savinjskih Alp in Pohorja so prava domovina gozdnih mravelj. Vrzelasto grajeni gozdni sistemi, v katerih prevladujejo iglavci: smreka, macesen in rušje, nudijo državitornim gozdnim mravljam, ki so si same sposobne urejati svoje "toplotno in prehransko gospodinjstvo", zelo dobre življenjske pogoje. Nasprotno, pa so sklenjeni sestoji sencovzdržnih drevesnih vrst, kot so montanski dinarski jelovobukovi gozdovi, neprijazni gozdnim mravljam.

Na območju Slovenije je bilo na transektih popisanih 1345 mravljišč in od tega analiziranih 405 življev *F. aquilonia*, 212 gnezd *F. lugubris* in 204 mravljišča *F. polyctena*. Popis je pokazal, da je alpski fitogeografski teritorij najbolj bogato naseljen z mravljami iz roda *Formica* (51,6 %). V njem prevladuje *F. aquilonia* (47,8 %). Sledijo ji *F. lugubris* (20,2 %), *F. polyctena* (13,5 %), *Coptoformica* sp. (10,5 %), *F. rufa* (3,7 %), *F. pratensis* (2,7 %), *Raptiformica sanguinea* (1,0 %) in *F. truncorum* (0,6 %). Vrste iz subg. *Serviformica* niso bile zajete v popisu.

*F. aquilonia* nastopa v alpskem (82,2 %) in v predalpskem fitogeografskem območju (17,7 %). *F. lugubris* srečamo v alpskem (67,8 %), predalpskem (29,6 %) in v dinarskem fitogeografskem (2,6 %) območju. *F. polyctena* se pojavlja v vseh fitogeografskih območjih; v submediteranskem le na njegovem severnem robu. Največ njenih gomil je v alpskem območju (45,2 %).

Gozdne mravlje dosežejo največjo gostoto v montanskem vegetacijskem pasu. Tam je več kot polovica gnezd. V njem prevladujeta *F. aquilonia* (50,4 %) in *F. lugubris* (24,5 %). Gomil *F. polyctena* je le 8,7 %. *F. aquilonia* se pojavlja v montanskem, altimontanskem in v subalpskem vegetacijskem pasu; dominira v altimontansko-montanskem pasu, v katerem je kar 94,5 % vseh gomil. Uveljavlja se v višinskem diapazonu 950 - 1870 m. *F. lugubris* naseljuje submontanski, montanski, altimontanski in spodnjo mejo subalpskega vegetacijskega pasu. Prevladuje v montansko-altimontanskem pasu (88,8 %). Višinski razpon te vrste je 850 m (Vrata) - 1650 m. *F. polyctena* gradi mravljišča v plananem, kolinskem, submontanskem in v montanskem vegetacijskem pasu. Najštevilnejša je v kolinskem pasu (36,6 %). Pojavlja se v območju 200 - 1250 m n.v.

## GOZDNE MRAVLJE V GOZDNIH ZDRUŽBAH

Več kot 90 % mravljišč *F. aquilonia* je opisanih v šestih gozdnih združbah (*Anemone trifoliae* - *Fagetum*, *Adenostylo glabrae* - *Piceetum*, *Adenostylo glabrae* - *Fagetum* *praecipuum*, *Savensi* - *Fagetum*, *Rhododendretum* in *Abieti* - *Fagetum* *praecipuum*). Velika večina gnezd *F. lugubris* je v 7 gozdnih združbah (*Anemone trifoliae* - *Fagetum*, *Adenostylo glabrae* - *Fagetum* *praecipuum*, *Adenostylo glabrae* - *Piceetum*, *Savensi* - *Fagetum*, *Abieti* - *Fagetum* *praecipuum*, *Isopyro* - *Fagetum* in *Villosae* - *Piceetum* *subalpinum* *inversionum*). Večina mravljišč obeh boreoalpskih vrst se pojavlja v izmenjanih in močno spremenjenih sestojih, v katerih se z visokim deležem uveljavljajo iglavci, zlasti smreka (*F. aquilonia* 90,0 %, *F. lugubris* 86,9 %). V čistih sestojih listavcev manjkata. Naseljujeta območje, v katerem vlada alpska humidna klima, ki prehaja ob zgornji gozdni meji (pri *F. lugubris* tudi v na severno usmerjenih alpskih dolinah in v dinarskih mraziščih) v zmerno subpolarno in proti vzhodu v humidno celinsko klimo. *F. polyctena* se pojavlja v 29 gozdnih združbah, ki se zvrstijo od plananega do altimontanskega pasu. Več kot 90 % gnezd je opisanih v 16 združbah; največ v izmenjanih in močno spremenjenih sestojih združb *Anemone trifoliae* - *Fagetum* in *Blechno* - *Fagetum*, v katerih prevladuje smreka (70,2 %). V gorskem svetu se pojavlja v združbah: *Anemone trifoliae* - *Fagetum*, *Abieti* - *Fagetum* *praecipuum*, *Savensi* - *Fagetum*, *Adenostylo glabrae* - *Fagetum* *praecipuum* in v *Adenostylo glabrae* - *Piceetum*.

## BIVALIŠČA GOZDNIH MRAVELJ IN URAVNAVANJE TOPLOTE V GNEZDU

Mrzla klima, ki vlada v zmerni klimatski coni in še zlasti v gorskem gozdu, je prisilila gozdne mravlje na življenje v zavarovanem kombiniranem nadzemno-podzemnem bivališču. V njihovi zgradbi se odvijajo eksistenčno pomembni dogodki. Tam živijo kraljice zarodnice in se razvijajo potomstvo. Preživetje kraljic, naraščanja in vsega življa ni odvisno samo od oskrbe, nege in varstva, temveč je pogojeno tudi z bivalinimi razmerami, to je s položajem, konstrukcijo, vzdrževanjem, dograjevanjem in obnavljanjem gnezda.

Gozdne mravlje se uveljavljajo v sestojih s pretrganim in vrzelastim sklepom krošenj. Pri zastrtosti tal s krošnjami 0,9 - 1,0 najdemo le še 10,8 % gnezd *F. polyctena*, 6,1 % gomil *F. lugubris* in 2,5 % mravljišč *F. aquilonia*. Neomejene možnosti za izbiro prostora nudijo gozdnim mravljam vrzelasti sestoji subalpskega in altimontanskega sveta. Gorski gozdni mravlji *F. aquilonia* in *F. lugubris* imata dobre svetlobne razmere za snovanje gnezd. Njihove zgradbe vzniknejo na vzvišenih mestih, ob panjih, deblih ali pod krošnjami iglavcev, zlasti smreke, na kupih osutih vej iglavcev, skratka tam, kjer sonce spomladi kmalu z gomile vzame sneg. S spreminjanjem združbenih razmer v sestoji se spreminjata tudi gostota in razpored mravljinjih zgradb, kajti svetlobne razmere imajo poleg prehrambenih pogojev odločilen vpliv na njihove življenjske možnosti. Večina gnezd je zgrajenih na prisojnih V-JV-J legah in najmanj na osojnih S položajih. Na V-JV-J legah leži 3/5 mravljišč *F. polyctena*, 2/3 gomil *F. aquilonia* in kar 3/4 gnezd *F. lugubris*. Na S legah je le 2,5 % gnezd *F. lugubris*, 2,8 % mravljišč *F. aquilonia* in 6,3 % gomil *F. polyctena*. Pri izbiri lokacije za svoje bivališče iščejo gozdne mravlje v gozdnih sistemih takšne svetlobne in s tem termične pogoje, v katerih bo njihova normalna življenjska aktivnost lahko potekala ob najmanjši izgubi energije. Ker pa so gozdne mravlje termične in vlažnostne pogoje v bivališču sposobne tudi same uravnati z oblikovanjem in preoblikovanjem gomil in

ventilacijskega sistema v njih ter z oddajanjem telesne toplote po sončenju v toplomnih centrih zgradbe (fizična termoregulacija) in z lasno produkcijo toplote, ki se sprošča po presnovnih procesih delavk in zaroda (kemična termoregulacija), lahko naseljujejo tudi klimatsko manj ugodne habitate na manj ugodnih lokacijah. Na takih lokacijah preživijo le na življu dovolj bogata gnezda.

Gozdne mravlje gradijo nadzemno podzemna bivališča, ki lahko segajo globoko v mineralni del tal, celo do podtalnice. Predstavljajo specifičen ekofiziološki sistem. Gomila je zgrajena predvsem iz suhega rastlinskega opada. Osnovno gradivo, ki mu vse tri vrste gozdnih mravelj pri zbiranju dajejo prednost, so iglice in kratki koščki drobnih vejic iglavcev. Ob cestah nabirajo celo drobne kamenčke. Gorski gozdni mravlji *F. lugubris* in še zlasti *F. aquilonia* radi prinašata na gnezdo tudi drobce smole, ki ima stabilizacijsko, antibakterijsko in antifungicidno vlogo.

Trdnost in funkcionalnost gomile temelji na vgrajenih, grobih koščkih vejic, ki so po obodu gomile prekrite s plastjo iglic. V notranjosti gomile prevladuje grobo, na površini pa fino gradivo. Večinoma zasnujejo gozdne mravlje svoj dom ob štoru. Mravljinja zgradba je dimaničen sistem, ki je v nenehnem dozidavanju in prezidavanju. Ne glede na vrsto mravlje sta tako oblika kot velikost mravljišča odvisna od lokacije. Oblikovana so tako, da prestrežejo čim več sončnih žarkov. Prevladuje kopasta oblika gnezda. Tudi višina gomil je odvisna od osvetljenosti. V pogojih manjše osvetljenosti so mravljišča višja in obratno. V bolj senčnih, vlažnih in hladnih lokacijah so visoko kopasta in zvonaste oblike. Gozdne mravlje v gorskem gozdu ne gradijo velikih bivališč. Največ gomil meri v premeru pri tleh 1,1 - 1,2 m. Maksimalni premer znaša pri *F. polyctena* 3,6 m in pri *F. lugubris* 1,9 m. Med 0,3 m in 0,6 m višine se zvrsti 73,9 % gnezd *F. aquilonia*, 63,5 % gomil *F. lugubris* in 66,3 % mravljišč *F. polyctena*. Najvišje izmerjeno gnezdo pri *F. aquilonia* je 1,5 m, pri *F. polyctena* 1,2 m in pri *F. lugubris* 1,0 m. Maksimalni volumen gomile je pri *F. polyctena* 6560 dm<sup>3</sup>, pri *F. aquilonia* 3240 dm<sup>3</sup> in pri *F. lugubris* 1679 dm<sup>3</sup>. Že same lokacije, oblike in velikosti gomil kažejo na to, da je življenje gozdnih mravelj kljub lastnim sposobnostim fiziološkega uravnavanja toplote v gnezdu vendarle močno odvisno od zunanje sončne toplote. Za ohranitev in razvoj naselbin gozdnih mravelj v pogojih difuzne svetlobe je potrebno večje število življa v gnezdu, da bi lahko uravnaval fiziološko toploto v bivališču, ki je prepotrebna za razvoj naraščanja, saj na osončenih legah sončna toplota nadomešča velik del fiziološke toplote v gnezdu. Presvetlitve sestojajo po sečnjah in ujmah pospešujejo naravno snovanje življenja zlasti v območju dobro osvetljenih panjev. Gomila ne deluje le kot regulator toplote, temveč tudi vlažnosti. Pred nastopom deževnega vremana delavke zatesnijo vse izhodne odprtine in tako zavarujejo notranjost gnezda pred mokroto. Čim bolj senčna in vlažna je lokacija mravljišča, tem višje in strmeje je zgrajeno, da bi prestreglo čimveč sončnih žarkov in da bi metoma voda bolj in hitreje odtekla z gomile. Klima je v vseh stratumih fino uravnavana tako, da pospešuje razvoj vseh razvojnih stopenj zaroda.

Po Kneitz-ovi (1964) teoriji o vzpostavitvi in ohranitvi toplotnih razmer v državi gozdnih mravelj ima odločilni pomen prvi toplotni vir, tj. sončno žarčenje, ki dvigne telesno temperaturo delavk med sončenjem in pojača intenziteto presnove snovi. Po izginotju snega z osončene strani gomile in z naraščanjem maksimalnih dnevnih temperatur se namreč začnejo delavke zbirati in grmaditi na kopnem delu gomile. V času 1-2 tedenskega sončenja se po nenehni izmenjavi na površini segrelih in v notranjosti gomile ohlajenih delavk

dviguje toplota v toplotnem centru gnezda. Na rast temperature v toplotnem centru vpliva tudi neposredno žarčenje. Drugi toplotni vir je toplota, ki se sprošča pri presnovi snovi množice v tesnem prostoru nagrmadenih delavk. Pri nenehnem gibanju v zarodnih kamrih se sprošča toplota in ko doseže temperatura v zbirališču optimum (26-30°C), upade gostota delavk v kamrih. Tako se temperature v toplomnih centrih lahko že v času pojavljanja poznih mrazov in še pri delno zasneženih gomilah dvignejo na okoli 25-26°C. Po močnejših ohladihvalah preneha zunanja aktivnost delavk, pade temperatura v gnezdu in podaljša se trajanje sončenja. Temperaturni prag aktivnosti delavk je pri gozdnih mravljah med 5 do 6°C.

## PREHRANSKE ZNAČILNOSTI GOZDNIH MRAVELJ

Stabilnost kolonij gozdnih mravelj je zagotovljena z njihovim širokim trofičnim spektrom. Kot omnivori živijo pretežno od izločkov listnih uši (Lachnidae) in kparjev (Coccidae) ter od majhnih plenskih živali. Zagotovitev prehranske podlage je pogoj za obstanek gozdnih mravelj. Redno dobavo hrane si zagotavljajo s tem, da zunaj gnezda kot "živinorejci" gojijo listne uši, ki jih kot "molzne krave" oskrbujejo z mano. Mana sodi med osnovne prehranske vire gozdnih mravelj in mravlje so z listnimi ušmi in kparji vstopile v mutualistično razmerje. Gozdne mravlje potrebujejo za razvoj potomstva tudi beljakovine živalskega porekla. Pridobijo jih z lovom na majhne živali in z nabiranjem ostankov poginulih živali. Tako sodijo žuželke, predvsem njihove ličinke, med primarne vire hrane gozdnih mravelj. V neznatni meri izkoriščajo ekstrastoralne nektarje, rastlinske sokove, spore in hife gliv ter oljne snovi iz semen. Občasno se hranijo tudi z lastnim življem: z zalego, ki zamuja v razvoju in s poginulimi samčki, ki so že opravili svoje poslanstvo. Medeno roso (mano) nabirajo le za tekoče potrebe, medtem ko vnašajo žuželke v času gradacije celo v večjem številu, kot je potreba življa po beljakovinah (Gösswald, 1989). Raziskave Zobelein-a (1956) so pokazale, da se hrana *F. polyctena* v letih z normalno gostoto populacije žuželk, sestoji iz: 62 % mane, 33 % žuželk ter 5 % ekstrastoralnih izločkov in rastlinskih semen. Letna potrošnja navedenih sestavin v mravljišču je znašala: 290-320 kg mane oz. 60-65 kg suhe sladke snovi in 165 kg žuželk. Podobnih raziskav je bilo opravljenih veliko. Vse pa govorijo o tem, da imajo v prehrani formicid, tako ekskrementi listnih uši in kparjev, kot tudi plenske živali eksistenčni pomen. Otto (1967) je podal pregled plena gozdnih mravelj iz sveta žuželk. Pripadal je predvsem redovom žuželk: Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera in Hymenoptera. Na jedilnem listu so se seveda znašli tudi mnogi drugi členonožci. Pleniške odlike gozdnih mravelj so neselektivnost, prilagodljivost in sposobnost kolektivnega lova. Vrsta, ki prevladuje v lovnem območju življa, navadno prevladuje tudi v plenu. Slednja lahko v času gradacije neke vrste predstavlja celo do 90 % vsega plena. Nestabilna gostota plenskih živali jim ne omogoča stalnega bivanja v lovnem območju. Pač pa jim omogočajo stalnost bivanja njihovi glavni producenti mane. S pospeševanjem lahnidov si same zagotavljajo relativno zanesljiv in stalen vir hrane. Trofična kapaciteta v arealu aktivnosti gozdnih mravelj je v kvalitativnem in kvantitativnem pogledu odvisna od sestave gozdnega rasja in trofičnih razmerij s sesajočimi insekti ter od strukture in gostote rastlinojedih in mesojedih žuželk. Hladna in subpolarna klima, ki vlada v montanskem in subalpskem gozdu, je omejujoč dejavnik, ki ima velik vpliv tako na diverzitero kot tudi na gostoto in dinamiko populacije žuželk. V gorskem gozdu je tako ponudba mesne hrane relativno

majhna in ima v življenju tam živečih gozdnih mravelj manjši pomen kot mana. Vendar samo od ogljikovih hidratov mravlje ne morejo preživeti. Beljakovine so potrebne še zlasti za vzrejo zalege. Pri izbiri dajejo prednost beljakovinski hrani, ki jo je nekaj tudi v mani. Oskrba z ogljikovimi hidrati in beljakovinami rastlinskega porekla je za gozdne mravlje v gozdnih sistemih, še zlasti v montansko subalpskem svetu, mnogo bolj zanesljiva kot s proteini živalskega porekla. Sestava hrane se spreminja prek sezone. V drugi polovici aprila in maja vnašajo rastlinske sokove, v drugi polovici maja in junija imajo na voljo že ličinke žuželk, v juniju, juliju in avgustu je delež insektov že zelo visok, kulminira pa julija. Septembra upade delež žuželk, poveča se delež mane. Za zimo si gozdne mravlje ne zbirajo rezervne hrane v gnezdu. To si delavke v jeseni po zabubljenju zadnjih ličink nabirajo v telesih. Mlade notranje delavke so še posebno dobro hranjene. Spomlati se med sončenjem njihov tolsčen del telesa aktivira, v zlezlah pa se tvori hranilna mezza, ki se steka v goišo. Z njo delavke spomlati v času ovipozicije oskrbujejo krajice in pozneje tudi zalego spolnih živali.

Za razliko od solitarno živečih žuželk, ki si brez pomoči tovarišev pridobivajo hrano le za svoje lastne potrebe, je pridobivanje hrane pri socialno živečih državotvornih gozdnih mravljah naravnano na ves živelj. Zunanje delavke, ki pridobivajo živež iz revirja, tekočega in mehkega iz golše oz. socialnega želodca na trofalakčni način predajajo notranjim delavkam, ki ga potem nadalje razdeljujejo svojim tovarišicam, zalegi in krajlicam. Krajice in ličinke spolnih živali dobijo visokovredne beljakovine, ki so produkt žlez mladih delavk. Hrana imagov sestoji predvsem iz ogljikovih hidratov, hrana larv pa predvsem iz proteinov. Pri vseh treh poliginih in polikalčnih prebivalkah gorskega gozda razdeljevanje hrane ni omejeno samo na živelj enega gnezda, temveč se odvija tudi med več življi, ki so povezani v zvezo držav.

## RAZMERJA MED GOZDNIMI MRAVLJAMI IN SOPREBIVALCI

V metabolizmu ekosistemov izstopajo prehranjevalni odnosi. Gozdne mravlje se v prehranjevalnem spletu gozdnih življskih združb pojavljajo v številnih prehranjevalnih verigah na različnih trofičnih nivojih. V mutualističnem razmerju z lahmi nastopajo kot potrošniki primarne produkcije (mana), nadalje kot potrošniki sekundarne produkcije (plenilci drobnih rastlinjedih živali), kot potrošniki terciarne produkcije (plenilci mesojedih živali in celo lastnega življa), kot plen ali gostitelj drugih živali, kot nekrofagi (konzumenti ostankov živalskega porekla) itd.. Za gozdne mravlje so trofobiotski in plenilski odnosi prav gotovo dominantni. Kot neselektivni predatorji se mravlje lotevajo mnogih živali. Izjema so le njihovi simbioiti. Toda v gozdu je tudi veliko prebivalcev, ki so v prehranskem pogledu tesno navezani na gozdne mravlje, drugi si jih privoščijo le priložnostno. Z njimi in njihovim zarodom se hranijo nekateri sesalci, mnogi ptiči ter plazilci in žuželke. Nekateri med njimi razdirajo ali vdirajo v njihova bivališča, da pridejo do zalege, drugi zopet brskajo po gnezdih in se lotevajo mirmekofilov. Med ptiči, ki poleg razdiranja mravljišč uživajo tudi njihove prebivalce, izstopajo žolne in gozdne kure. V pretežnem delu naših gorskih gozdov so prav žolne glavni potrošniki gozdnih mravelj; nekatere izmed njih so prav specializirane na prehrano s temi mravljami. V pozni jeseni in pozimi kopljejo žolne v mravljišča, ki ostajajo v zavetju krošnji iglavcev kopna, do 0,5 m dolge tunele do v jedru gomile nagradenih prezimovajočih mravelj. Mravljam sta nevarni zlasti zelena in siva (pivka) žolna, v nekoliko manjši meri tudi črna žolna in včasih

celo detel. Te žolne se ne lotevajo gozdnih mravelj samo pozimi temveč tudi poleti. Gozdne mravlje in njihova zalega so pomembna beljakovinska hrana gozdnim kuram. Takšna hrana je zlasti potrebna piščancem v prvem mesecu življenja, odraslim živalim pa v času formiranja jajc in v času goltive. Za gozdne kure so gozdne mravlje in njihov zarod odločilne za vzrejo kebekov (Bürner, 1974). Za valjenje izbirajo mesta, ki so blizu mravljišč, da bi imela piščeta v neposredni bližini na voljo dovolj beljakovinske hrane. V primerjavi z žolnami in gozdnimi kurami so izgube mravelj zaradi drugih vrst piščev relativno majhne. Poškodbe mravljišč so za prebivalce še zlasti usodne v času, ko mravlje vzrejajo naraščaj in med prezimovanjem. Z razdiralnim delovanjem lahko ptiči in sesalci onemogočijo obstoj gozdnih mravelj. V dinarskem gorskem svetu se kot omejujoč dejavnik gozdnih mravelj pojavlja rjava medved. Po gomili rada brskata jazbec in lisica, ki siskata za ogrci *Cetonia floricola*. Nad mravljišči se znaša smrijad in jelenjad, kvarijo jih celo divji prašiči. Zanimiva so simbiotska, plenilska, zajedalska, priskledniška in druga razmerja med gozdnimi mravljami in njihovimi najbližjimi soprebivalci mirmekofilij v gnezdu. Od nekaterih mirmekofilov dobijo mravlje eksudate, kratokrlici in ličinke *Clytra quadripunctata* jih plenijo, koprofagi se hranijo z njihovimi odpadki, pršice, najezdniki in entomopatogene glive jih zajedajo. Moteč in omejujoč dejavnik poliginih gozdnih mravelj so celo monogine vrste gozdnih mravelj in mravlje iz nekaterih drugih taksonomskih enot. Tako se delavke nespravljive vrste *F. rufa* nenehno spopadajo s sicer spravljivimi delavkami *F. polycyena*. Roparska mravlja *Raptiformica sanguinea* krade bube gozdnim mravljam, neprijeten vojnj vrste *Dendrolastus fuliginosus* jih odbija. Daleč najbolj sovražna in nevarna gozdnim mravljam je *Camponotus herculeanus*, ki vsevprek mori gozdne mravlje, tudi v njihovem lastnem gnezdu.

## RAZMNOŽEVANJE, RAZVOJ IN ŽIVLJENJSKI RITEM GOZDNIH MRAVELJ

Razmnoževanja socialno živečih gozdnih mravelj ni naravnano le na produkcijo novih osebkov, kot je to pri solitarno živečih žuželkah, temveč hkrati tudi na snovanje novih življskih skupnosti, kajti le tako lahko gozdne mravlje ohranijo svojo vrsto. Pri reprodukciji imata krilata samica, ki postane po parjenju brezkrilna matica oz. kraljica in krilati samček temeljno nalogo produkcije oplodjenih (kraljica zalega tudi neoplojena jajčeca) jajčec, vendar imajo tudi spolno nerazvite samice (delavke) nepogrešljivo vlogo v življu. Tj. skrb za razvoj zalege in vse skupnosti. Edina naloga samčkov je oploditev samic, nakar zaključijo svojo življenjsko pot v krilati formi. Kraljice hranijo sprejeto spermo živo konzervirano v semenskem mešičku vse svoje življenje. Živijo do 25 let in vsako leto posrbijo za potomstvo. Delavke živijo le 4-5 let. V mravljiščih poliginih gozdnih mravelj producirata jajčeca hkrati veliko število kraljic. Negovani naraščajo v zavetju gnezda, zato so njegove izgube in izgube zarodnic v primerjavi s solitarno živečimi žuželkami prav neznatne. Kritična faza izgub nastopi pri gozdnih mravljah v času rojenja. Spolne živali zdesetkajo plenilci in morebitne neugodne klimatske razmere v času rojenja. Čeprav izleti iz številčno bogatih življev na tisoče samic, jih zarodnic postane le malo: morda vsaka tisoča. Velike izgube doživijo kraljice in zarod tudi v začetni fazi snovanja novega zaroda. Delavke in brezkrilne kraljice prezimujejo sitinsjane druga k drugi globoko v mravljišču v gnezdnih kamnicah, posamezne delavke tudi v zgornjih stratumih gomile. Zimo prebijejo v napol otrplem stanju. Delavke otrpejo pri 0°C, prenesejo pa tudi -30°C (Gösswald, 1989). Zimsko mirovanje traja od konca oktobra do sredine aprila. Spomlati

(april, maj), ko v montanskem svetu sonce stopi sneg na osončni strani gomile, se delavke postopoma aktivirajo ter se začnejo zbirati in grmaditi v gruclah na kopnem delu gomile. Pozneje se jim pridružijo še kraljice, ki se sicer zadržujejo v hodnikih pod površino mravljišča. To je faza pasivnega sončenja, ki ji sledi faza aktivnega sončenja, ko se delavke odpravljajo v revir. Sončenje traja 1-2 tedna. V času pasivnega sončenja se v zarodnih kamričah postopoma dvigne temperatura v toplotnem centru na 26-28°C. Kraljice začnejo zalagati že pri 19-20°C. Zalagajo zimska jajčeca, iz katerih se bodo razvile samo spolne živali. Ker porabijo delavke gozdnih mravelj prek zime pri zmanjšani produkciji telesne toplote zelo malo v jeseni zbrane rezervne maščobe, preostane slednja na voljo za zgodnje spomladansko aktivnost, za aktivnost v času, ko v biotopu še ni mogoče pridobiti hrane. Na osnovi te rezerve, inkamirane predvsem v telesih mladih delavk, ki se aktivira med sončenjem, poteka aprila in maja produkcija zimskih jajčec in razvoj iz njih izleglega naraščaja, ki se ob kvalitetni hrani, ki poteka po presnovi maščobne rezerve iz žlez, pre-senetljivo hitro preobrazijo v razvite krilate spolne živali tako, da se že v prvi polovici junija pojavijo na gomili rojenju predani imagi. Toda še pred eklozijo mladih spolnih živali se stare brezkrilne kraljice v matičnem gnezdu lotijo zalaganja poletnih jajčec, iz katerih se bodo razvile samo delavke. Iz njih izlegle ličinke dobijo le hrano, pridobljeno neposredno iz okolja - mano in plen iz golše. Iznašanje olevkov bub napoveduje eklozijo spolnih živali v gomili. V zasenčenih mravljiščih F.polyctena, F.lugubris in F.aquilonia se razvijajo samo samčki, v močno osončenih samo samičke, v manj osončenih pa oba spola; najprej samčki (protandrija). V času izletavanja poslednjih spolnih živali najdemo v gomili že razvite larve in celo prve bube delavk. V času, ko se v montanskem svetu šele prekinja diapavza solitarnih žuželk, se pri gozdnih mravljah že zaključuje postembrionalni razvoj spolnih živali. Na materinskih gnezdih se pojavi na tisoče krilatih osebkov. Z zvišenih mest odletavajo na svadbeni let.

Pri proučevanju življenjskega ritma vrste F.aquilonia v gozdnih združbah Abieti - Fagetum praealpinum in Adenostylo glabrae - Piceetum in Piceetum subalpinum F.lugubris v gozdni združbi Adenostylo glabrae - Piceetum v družbi Blechno - Fagetum (Področnik, 370 m n.v.) v letih 1981 - 1984 smo ugotovili naslednje biološke datume:

**Preglednica 1:** Pregled bioloških datumov F.aquilonia, F.lugubris in F.polyctena v času spomladanske aktivnosti

Faze v življenjskem ritmu	Časovni nastop posamezne razvojne faze pri vrsti mravelje	
	F. aquilonia 1300-1450 m n.v.	F. lugubris 1300 m n.v.
Sončenje delavk, ogrevanje kamrič, zalaganje zimskih jajčec	3. dekada aprila ter 1 in 2. dekada maja	2 in 3. dekada aprila ter 1. dekada aprila
Bube spolnih živali, zalaganje poletnih jajčec	3. dekada maja	3. dekada maja
Prve krilate spolne živali, l. 4, bube in množica poletnih jajčec	1. dekada junija	1. dekada junija
Kulminacija rojenja	2. dekada junija	2. dekada junija
Zadnje spolne živali, l. 4 in prve bube delavk	3. dekada junija	3. dekada junija

Svabtenemu izletu sledi kopulacija, pri čemer sprejemajo samice več milijonov semenčic, ki ostanejo konzervirane v spermoteki in uporabne ves čas življenja kraljic. Opoljene samice se znebijo kril in v varnem zavetju materinskega ali hčerinskega gnezda ali v okolici bližnjega razpadajočega štora, kupa vej ipd. zasnujejo lastni živelj. F.lugubris snuje nove življe tudi na socialparazitiski način. Fertiliteta je odvisna od bioloških posebnosti posameznih vrst. F.polyctena zaleže dnevno okoli 10 jajčec, letno okoli 1800 in v 20 letih okoli 36000. Ker živi v gnezdu te poligine mravlje nekaj 100 do nekaj 1000 kraljic, je produkcija jajčec v mravljišču ogromna. V sezoni april - september se lahko prebivalstvo v mravljišču poveča za okoli 600.000 osebkov. Kraljice zalagajo oplojena in neoplojena jajčeca, večja zimska in manjša poletna. Del jajčec propade; rabi pa tudi mlademu naraščaju kot železna zaloga hrane. Ovipozicije so sposobne tudi delavke, vendar le v odsonosti kraljic. Fekunditeta le-teh je neznatna - do 10 neoplojenih jajčec, iz katerih se razvijajo le samčki. Razvoj ličinke poteka prek širih larvalnih stopenj. Pred hrizalidacijo se ličinke zapredujejo v kokon (prosta buba v kokonu). Bube delavk so znatno manjše kot bube spolnih živali. Pri gozdnih mravljah traja razvoj zaroda okoli 5 - 6 tednov. Delavke, ki predstavljajo pretežno večino živilja v mravljišču, nenehno skrbijo za kraljice, za zarod, za zgradbo in za lasten obstoj. V okolju zbirajo hrano, s katero oskrbujejo sodelavke, ličinke in kraljice na trofalaktičen način. Negujejo kraljice, jajčeca, ličinke in bube tako, da jih čedijo in očeden naraščaj razvrščajo po razvojnih stopnjah v ustrezne kamrice, da nenehno in neumorno predstavljajo zalogo iz klimatsko manj primernih prostorov v primernejše, da v vlažnih pogojih ventilirajo prostore in zračijo zarod, da aktivno branijo naraščaj, da pomagajo pri ekloziji mladih osebkov, da dograjujejo, predeležujejo in pravilno razdrtje gomile. V mravljišču je zaloga skladiščena takole: najgloblje so gredice belih jajčec, nad njimi mlade in še višje starejše ličinke. Bube najdemo v zgornjem, najbolj suhem delu zgradbe. Avgusta je z zabubljanjem zadnjih ličink delavk zaključena faza hranjenja zaroda. Vsa v septembru in oktobru zbrana hrana se deponira kot zimska rezerva predvsem v telesih mladih delavk. Kraljice F.aquilonia, F.lugubris in F.polyctena niso sposobne, da bi samostojno snovale nove življe. Mlade kraljice potrebujejo na začetku pomoč delavk lastne vrste.

Širjenje polgimnih vrst poteka predvsem z ustanavljanjem hčerinskih gnezd tako, da se nekaj starih brezkrilnih kraljic v spremstvu množice delavk iz kakega na življu bogatega gnezda preseli na novo lokacijo. V bližini materinskega gnezda vznikne hčerinsko gnezdo. Njegove prebivalke pa ostanejo v tesni zvezi z glavnim življem v materinskem gnezdu. Med obema življema poteka nato nenehna izmenjava kraljic, zalege in hrane. Nadaljnjo prosperiteto mlade državnice ter pomlajevanje obeh ter življev iz sosednjih gnezd omogočajo nato z vseljevanjem mlade kraljice. Tako je kontinuiteta družbe zagotovljena, četudi so že davno odmrle vse začetne zarodnice in graditeljice. Zaradi mešanega vonja po številnih kraljicah so delavke vseh polgimnih vrst gozdnih mravelj spravljive med seboj, do mladih kraljic in zalege iz lastnega in drugih v zvezo držav povezanih življev. Spravljivost omogoča trajno pomlajevanje gnezda z mladimi kraljicami in zarodom, povečanje števila delavk na milijon in še čez. Ustanavljanja hčerinskih gnezd in povezovanja posameznih življev v zvezo držav. Poleg običajnega ustanavljanja hčerinskih gnezd si F.lugubris pri širjenju priložnostno pomaga tudi na socialparazitiski način. Mlada kraljica ustanovi novo državo tako, da se zateče v mravljišče Serviformica sp., usmrti njihovo edino kraljico in se adoptira na njeno mesto. S postopnim odmiranjem delavk prvotnega življa in s produkcijo

življa adoptirane kraljice, ki ga neprepoznavno vzgajajo delavke pomočnice Serviformica sp. se v nekaj letih razvije čisti živelj F. lugubris.

Državotvornost in povezovanje življenj polginih in polikaličnih gozdnih mravelj v zvezo držav je prav gotovo višek prilagoditve življenja posameznih osebkov v družbeno življenje v živalskem svetu. Življenje v državi in v zvezi držav poteka po dedno fundiranem vedenjskem vzorcu. V življenjski skupnosti vlada zavidljiv red v navideznem neravnem vedenjskem vzorcu. V življenjski skupnosti temelji na kasti spolnih živali, ki predstavljajo raznoževalni potencial. Pravzaprav na kasti množice kraljic zarodnic (in njihovem vonju), kajti sami sploh niso sestavni del skupnosti, saj je v državi mravelj trajno prisotna le njihova sperma v semenskih mešičkih kraljic, ter na kasti spolno zakrnelih samic, torej na nepregledni množici delavk, ki predstavlja delovni potencial skupnosti. Med kraljicami in delavkami vlada popolno sožitje, saj spolno okrnjene delavke ne kažejo lastnega zarodnega egoizma, temveč le skrb za zalego in kraljice. S feromoni je uravnano parjenje ter ravnanje ličink, delavk in kraljic. V gnezdu je zgoščenost osebkov lahko neizmerno visoka le zaradi socioloških lastnosti življa in učinkovitih higienskih ukrepov, ki ovirajo izbruhne kužnih bolezni. Intraspecifična kompeticija je mravljam tuja. Delavke delujejo složno in vzajemno pri vzgoji in negi naraščaja, pridobivanju hrane, gradnji doma in pri njegovi obrambi. Zunanje delavke nabirajo hrano v takimenovani "socialni želodec", in je potem porazdeljena med ves živelj. Z regulacijo potomstva v okviru zveze držav preprečujejo prenaseljenost, z dinamičnim spreminjanjem seksualnega indeksa številnosti življenj. Da bi preživele v izrednih razmerah, se lotijo tudi svojega lastnega zaroda. V okviru zveze držav vzpostavijo tesno zvezo med sosednimi državami, ki se kaže v izmenjavi hrane, zalege in kraljic med gnezdi, saj so delavke zaradi mešanega vonja po kraljicah med seboj spravljive.

## VLOGA GOZDNIH MRAVELJ V GORSKEM GOZDU

Gozdne življenjske združbe so v strukturi in v funkcijskem pogledu zapleteni in visoko organizirani sistemi, v katerih so skupnosti rastlin in živali med seboj povezane z brezštevimi razmerji. Njihova biološka in ekološka stabilnost temeljita na ubranem delovanju uravnalnih vzvodov, ki omogočajo vzdrževanje relativno stabilne trofične strukture. V življenju naravnega gozda prihaja v orografsko razgibanem in klimatsko tako raznolikem svetu, kot ga predstavlja Slovenija, često do motenj zaradi razdiralnega delovanja naravnih sil, v gospodarskem gozdu tudi zaradi okrnjene vrstne raznolikosti, spremenjenosti in izmenjenosti sistemov, skratka, zaradi nesmotrnih gozdnogospodarskih ukrepov v preteklosti, ko je gospodarski način mišljenja prevladal nad ekološkim. Vzrok za motnje v samodejnem delovanju gozda so lahko tudi žuželke s primarnim ali sekundarnim statusom. V gozdni terapiji je sicer v največjem času mogoče uporabiti tudi navidezno zelo selektivne in okolju relativno prijazne pesticide, kot so biinsekticidi in inhibitorji razvoja ter biotehniške metode z uporabo sintetičnih feromonov, vendar z njimi ni mogoče vplivati na dispozicijo gozdne življenjske združbe, kar pomeni, da slednja po terapiji ni nič bolj stabilna, kot je bila pred njo in da grozijo v njej nove erupcije škodljivcev. Pri vzdrževanju biološke stabilnosti naravnih gozdnih tvorb in obnavljanju samoregulacijske sposobnosti gospodarskega gozda ima pomembno vlogo heterotrofni živalski svet in odločilno njegova zoofagna komponenta. Njen neprecenljiv sestavni del so gozdne mravlje iz subg. Formica, še zlasti polgine in polkalične vrste.

Nesporno je, da večja diverziteta organskih vrst, ki pripadajo določnemu biotopu ustrezni življenjski združbi, krepi njeno biološko stabilnost. Pri tem so učinkovitejše tiste omnivorne vrste, ki so manj odvisne od gostote populacije plenskih vrst. Slednje morejo v gozdu trajno obstajati v zadostni gostoti in v stalni pripravljenosti, da lahko učinkovito nadzorujejo tudi populacije motečih oziroma škodljivih insektov. Poligine gozdne mravlje so takšna velišla v svetu žuželk. Položaj velišle v svetu žuželk so si poligine in polikalične gozdne mravlje zagotovile s svojim socialnim, državotvornim in v zvezi držav povezanim načinom življenja. Njihova velika prednost glede gozdne higijene pred drugimi predatorji se kaže v krajevni stalnosti in relativni konstantnosti življa, ki je pogojena z omnivornostjo in prilagodljivostjo na spreminjajočo se ponudbo hrane ter v sposobnosti uravnavanja toplotnih razmer v gnezdu, saj so s tem manj odvisne od trenutnih vremenskih pogojev, kar jim omogoča daljšo dobo aktivnosti, ki traja od zgodnje pomladi do pozne jeseni. Tako se glede na trenutno ponudbo delavke ukvarjajo ali pretežno z lovom ali pa s pridobivanjem izločkov pri lahidah. Z neselektivnim plenjenjem gozdne favne, pri čemer nobene vrste ne iztrebijo, uravnavajo struktura razmerja v svetu žuželk in tako urjujejo harmonijo življenjske združbe. Insekte plenijo v vseh stratumah gozda, na tleh in v krošnjah dreveja, pri čemer poligine in polikalične vrste svoje habitate prostorsko in časovno bolj obvladujejo kot monogine in monokalične vrste. Njihova moč je v naborni sili, saj so v milijonskih hordah nenehno v pripravljenosti, da se spopadejo z gozdnimi škodljivci in to v času ko, se slednji šele poskušajo prebiti iz latence v progradacijo.

Glubok vtis o regulacijski vlogi gozdnih mravelj v gorskem gozdu zapusti podatek iz obračuna plena F. lugubris v italijanskih Alpah (Gösswald 1989 cit Pavan 1959). Gnezdo s 300.000 delavkami sprejme dnevno 120 gr. žuželk. V italijanskih Alpah živi, kot je pokazalo kartiranje mravljišč, okoli milijon življenj s skupno okoli 300 milijardami mravelj. Te porabijo na dan 120 ton mesne hrane. V 200 pleniških dnevih v letu uplenijo tako za 24000 ton žuželk. Chrenx 1978 (cit. Gösswald 1990) je v švicarski Juri dognal, da morejo prebitivalkе središnjevelikega gnezda F. lugubris v eni lovni sezoni upleniti na območju okoli 0,5 ha 8 milijonov insektov. Pri pridobivanju hrane dajo gozdne mravlje prednost beljakovinski hrani živalskega porekla, če je ta na voljo, pred ogljikovimi hidrati in rastlinskimi beljakovinami, četudi je slednje v izobilju. Tako se na jedinem listu gozdnih mravelj v gorskem gozdu pojavljajo celo hrošči z močnim oklepom (Hylobius abietis) in gosence v tulcih (Colleophora laricella). Sposobnost gozdnih mravelj za učinkovito obrambo gozda pred nevarnimi defoliatorji dokazujejo neobrtčene oaze imenovane »zeleli otoki«, ki so se v gradacijskih letih pokrivala z lovniimi območji gozdnih mravelj.

Gozdne mravlje obiskujejo in pospešujejo večinoma sesače, ki sesajo iz sitastega cevoja, kar le v neznamni meri moti delovanje gostitelja in gozda. Od organske snovi, ki poteka prek lahidov od gostiteljskih rastlin, porabijo zase bore malo, a so kljub temu pri volji gozd neprekinjeno varovati pred drugimi potrošniki, med katerimi so nekateri za gozdne sisteme hudo moteči. Višek mane, ki je večji del v gozdu propade, nabirajo čebele (opraševanje) in še številne druge žuželke z različnim ekološkim statusom (najezdniki, metulji, itd.). Gozdne mravlje pripomorejo tako s pospeševanjem lahidov tudi k boljši paši za čebele. Po Ruppertsstohenu (1972) so kolonije lahidov, ki jih obiskujejo mravlje, v povprečju 10 krat številnejše kot druge kolonije v gozdu. Če obisk izostane, so take kolonije tudi prek 90 % parazitirane z najezdniki. Izsledke o čebelji paši v Ennstalu na Štajerskem je objavila Fossel-ova (1972). V maju je med 100 % zbran od cvetnih nektar-



jev, že junija je 75 % medu iz gozda, julija že 90 % in avgusta kar 100 % iz gozda. Smreka macesen, cemprin in rušje so bili glavni gostitelji lahnikov.

Z graditvijo kombiniranih bivališč prispevajo gozdne mravlje tudi k fizičnemu, kemičnemu in biološkemu izboljšanju tal. S popravljanjem tal in s prenašanjem semen pospešujejo vegetacijo in omogočajo tako tudi velikim rastlinojedom boljše življenjske možnosti; poškodbe po divjadi so znosnejše.

Boj proti sovražniku je navadno uspešen le, kadar delujejo vse vrste bojnih enot sočasno in usklajeno. V gozdu tedaj, kadar mesojedi pešaki, kot so krešiči, pajki, rovkje napadejo "sovražnike" gozdnega drevja na tleh, nepregledne trume gozdnih mravelj, ki so oborožene celo z mrvaljino kislino, na tleh in v krošnjah gozdnega drevja, in kadar tiste sovraže, ki jih pehota ne more doseči, napade letalstvo: ptiči, netopirji, kačji pastirji, najezdniki in gosencičarke. »Mormarica« - v njeni sestavi so ribe in žabe - po uničujočem napadu pehote in letalstva, skorajda nima več kaj početi. In v boju z gozdnimi "škodljivci" vedno nastopajo vse tri vrste bojnih enot, ki se v svojem delovanju med seboj dopolnjujejo in v primerih podobnih ekoloških niš tudi nadomeščajo. Gozdne mravlje tvorijo tako skupaj z drugimi regulacijskimi in redukcijjskimi dejavniki biotske in abiotske narave odpor okolja, ki preprečuje, da bi se katerakoli organska vrsta v gozdnih sistemih mogla neomejeno razmnoževati na račun drugih.

## VARSTVO GOZDNIH MRAVELJ V GORSKEM GOZDU

Zaradi nesmotnega ravnanja z gozdom v preteklosti in iztrebljanja gozdnih mravelj skozi stoletja so močno prizadete nekatere vrste v gospodarskih gozdovih nižinskega in hribskega sveta. To velja še posebno za najbolj delovno in učinkovito vrsto med gozdnimi mravljami, za *F. polyctena*. Obe boreoalpinski vrsti *F. aquilonia* in *F. lugubris* sta precej dobro ohranjeni v montanskem, alimontanskem in še zlasti v subalpinskem gozdu; v montanskem tudi *F. polyctena*. Neglede na zadovoljujoče stanje gozdnih mravelj v gorskem gozdu in zakonsko zaščito, velja tudi v gorskem svetu kaj postoriti, da bi vsaj ohranili, če že ne zgotlili obstoječe kolonije.

V gozdnih sistemih, ki se ponašajo s številnimi kolonijami, zadostuje že pasivna zaščita mravelj, ki jo je ob dobri volji in nekaj znanja mogoče opraviti pri rednem gozdnem gozdarjenju, saj je favna mravelj njihov integralni del. Upoštevati jo kaže pri negi sestojev, nabiranju gozdne stelje, pripravi vlak, gradnji gozdnih cest, podiranju drevja, izdelavi sortimentov, vzpostavljanju gozdnega reda, spravitu in skladiščenju oblovine ter pri obvladovanju motečih dejavnikov, zlasti lubadarjev. Malopovršinsko gozdarjenje je za gozdne mravlje manj moteče kot velikopovršinsko, ki jih celo ogroža. Doziranje svetlobe v območju gnezda je za obstoj mrzlokrvnih gozdnih mravelj prav tako pomembno kot prisotnost iglavcev s simbiotiskimi lahniidi. Stopnja osonečnosti mravljišč vpliva tudi na razmerje spolov, saj se v bolj osonečenih gnezdih razvije več samic, v manj osonečenih pa več samčkov. Zato je treba že do aprila (sončenje) preprečiti zasenečenje gnezd z odstranitvijo preraslega grmovja in neproduktivnega drevja. Toda premočno osonečenje lahko izzove selitve življev. Zato velja postopno spreminjati stopnjo zasenečenosti gnezd. Odkazanim drevesom z gnezdom ob debelu je treba pri poseku pustiti višje panje. S trase vlak in cest ter s prcdvidenih krlišč je potrebno gnezda preložiti pred pričetkom del. Prelaganje se mora opraviti strokovno med sončenjem delavk, tj aprila ali maja. Sečne ostanke (vejni

kupi) je smiselno zložiti v bližini mravljišč in nikar prek izdelanih mravljinjih stez ali celo same gomile. Izgibati se je treba zlaganju gozdnih sortimentov v bližini mravljišč. Priporočljivo je v bližnji okolici gomile maja in junija, odstraniti gosto podrast, da bodo imelje zunanje delavke lažje delo pri transportu, kajti za nemotena potovanja delavk po revirju so najbolj prikladna gladka tla, prekrita s steljo, idealna pa območja, kjer so tla posuta z drobnim opadom iglavcev in brez zeliščnega sloja. Taka okolica gnezda najmanj ovira delavke pri preskrbi z gradivom in hrano. Ker so gozdne mravlje zelo občutljive na insekticide, se jim je treba v določenih primerih odredi tudi pri obvladovanju podlubnikov. Napadena drevesa, ki ležijo v lovnem območju kolonije, velja izdelati klasično. V času, ko je zarod še bel, lahko posamezna lovna drevesa belimo na tla. Delavke bodo kaj kmalu opravile z razgaljeno zalego. S preprečevanjem gozdnih požarov varujemo tudi gozdne mravlje.

V gozdnih predelih z močnejše okrnjenim življem so gozdne mravlje potrebne aktivnega varstva. Zavarovati je treba vsa naravna materska gnezda s številčno bogatim življem in v začetni fazi nastajanja tudi vsa hčerinska gnezda. Najpreprostejši način sezonskega zavarovanja gnezd prek zime je prekrivanje gomil z dračvjem - z osutimi vejami iglavcev - jeseni, da bi preprečili žolnam dostop do gnezd. Učinkoviteje so mravlje zavarovane pred žolnami, če položimo prek dračva še gosto spleteno mrežo, ki mora biti ob robu v tesnem stiku s tlemi. Dolgoročno zavarovanje mravljišča je mogoče doseči z lesenimi ali kovinskimi ogradjem in z gnezdnim prekrivalom, to je s pocinkano kovinsko ali s posebno perforirano mrežo, ki ima okenca velika 2-4 cm. Mreža mora biti prek ogrodja nad mravljiščem napeta ohlapno, da jo mravlje pri nadaljni graditvi svojega doma ne bi vgradile. V stiku s podlago mora tesniti in biti sploh dobro vsidrana v tleh. Končni cilj varstva in pospeševanja gozdnih mravelj je doseči v gozdu tako gostoto gnezd z bogatimi življi, da bodo lovna območja posameznih življev med seboj v stiku.

Varovanje in pospeševanje gozdnih mravelj je odličen pripomoček za renaturiranje denaturiranega gozda, saj pripomore k izboljšanju tal, širjenju semen in s tem k večji diverziteti rastlin, širjenju gliv, trofični kapaciteti za divjad, medenju, večji diverziteti živali in seveda predvsem k urejanju strukturnih razmerij v svetu žuželk. Trajno krepijo in bogatijo celoten ekosistem, varujejo zdravje gozda, ki pomeni tudi njihov habitat, njihovo lastno eksistenco, sicer ne bi mogle obstajati.

## POVZETEK

Na območju Slovenije se v gorskem gozdu in na zaraščajočih pašnikih pojavlja šest vrst mravelj iz subg. Formica; *F. rufa* in *F. pratensis* le na meji z predgorskim gozdom ter *F. truncorum* v sledovih. V gorskem gozdu je favna gozdnih mravelj relativno dobro ohranjena v primerjavi z nižinskim, hribskim in predgorskim gozdom. Izjema je dinarski gorski gozd, v katerem prevladujejo sencozdržne drevesne vrste in tomasti rjavi medved.

Alpsko fitogeografsko območje je prava domovina gozdnih mravelj. V njem je kar 51,6 % od vseh 1345 popisanih mravljišč na območju Slovenije. Z 28,5 % deležem mu sledi predalpsko območje. V alpskem fitogeografskem območju prevladujeta boreoalpinski vrsti *F. aquilonia*, ki je zastopana z 47,8 % in *F. lugubris* z 20,2 % deležem. Gnezd *F. polyctena* je le 13,5 %.

F. aquilonia in F. lugubris dominirata v montansko altimontanskem pasu, F. polycyctena v kolinskem pasu. Več kot 90 % mravljišč F. aquilonia je opisanih v šest, F. lugubris v sedem in F. polycyctena v 16 gozdnih združbah.

Gozdne mravlje se uveljavljajo zlasti v sestojih s pretrganim in vrzelastim sklepom krošenj ter na prisojnih V-JV-J legah. Pri zastrtosih tal s krošnjami 0,9 - 1,0 najdemo le še 10,8 % gnezd F. polycyctena, 6,1 % gomil F. lugubris in 2,5 % mravljišč F. aquilonia. Na S legah je samo 2,5 % gnezd F. lugubris, 2,8 % mravljišč F. aquilonia in 6,3 % gomil F. polycyctena.

Podzemno nadzemne zgradbe gozdnih mravelj predstavljajo specifičen ekofiziološki sistem, ki se od pomladi do jeseni v nenehnem dozidavanju in prezidavanju. Pri vseh treh vrstah prevladujejo kopaste oblike gomil. Le na bolj senčnih in vlažnih lokacijah so gomile višje in zvonastega tipa. Izračuni so pokazali, da znaša maksimalni volumen gomile pri F. polycyctena 6,56 m<sup>3</sup>, pri F. aquilonia 3,24 m<sup>3</sup>, in pri F. lugubris 1,68 m<sup>3</sup>. Lokacije, oblike in velikosti gomil kažejo na to, da je življenje gozdnih mravelj kljub lastnim sposobnostim fiziološkega uravnavanja toplote v gnezdu vendarle močno odvisno od zunanje sončne toplote, saj preživijo v pogojih difuzne svetlobe le življi z ogromnim številom delavk. Krajevna stalnost in stabilnost kolonij gozdnih mravelj je zagotovljena tudi z njihovim širokim trofičnim spektrom. V prehrani formicid imajo ekskretni listnih uši in kaparjev in plenske živali eksistenčni pomen. S pospeševanjem lahnidov kot glavnih producentov mane na v gorskem gozdu prevladujočih iglavcih, si gozdne mravlje same zagotovijo relativno stalen vir hrane. Oskrba z ogljikovimi hidrati in beljakovinami rastlinskega porekla je za gozdne mravlje v montansko-subalpinskem svetu tako mnogo bolj zanesljiva kot s proteini živalskega porekla, saj je ponudba mesne hrane v pogojih hladne in subpolarne klime relativno majhna.

Gozdne mravlje se v prehranjevalnem spletu pojavljajo na različnih trofičnih nivojih. Kot neselektivni predatorji se lotevajo zlasti žuželk, tudi takih, ki jih zmorejo obvladati le kolektivno. Izjema so simbionti in mirmekoflii. Kot plen se pojavljajo na jedilnem listu ptičev, sesalcev, žuželk in plazilcev. Pravi specialistki sta zelena in siva žolna, ki vdirata tudi v mravljišča. Nič bolj obzirni niso gozdne kure in medved. Med omejujočimi dejavniki gozdnih mravelj srečamo tudi druge vrste gozdnih mravelj, kot so Camponotus herculeanus, Raptiformica sanguinea in Dendrolasius fuliginosus.

Namen razmnoževanja gozdnih mravelj ni le produkcija novih osebkov temveč tudi snovanje novih življenjskih skupnosti. Pri reprodukciji imajo odločilno vlogo spolne živali in nepogrešljivo delavke. V montanskem svetu krajice vseh treh polgimnih vrst po fizični in kemični termoregulaciji toplotnih centrov zalegajo že koncem aprila zimska jajčeca, iz katerih se bodo že v prvi dekadi junija razvile spolne živali. Pred njihovo eklozijo so zaležena tudi prva poletna jajčeca, ki bodo dala delavke. Razvoj zaroda traja 5 - 6 tednov.

Poligine vrste gozdnih mravelj imajo kot velesila v svetu žuželk pomembno vlogo pri vzdrževanju biološke stabilnosti naravnih gozdnih tvorb in pri obnavljanju samoregulacijske sposobnosti gospodarskega gozda. Položaj velesile so si zagotovile s svojim državnostvom in v zveze držav povezanim načinom življenja. Za neselektivnim plenjenjem gozdne favne, pri čemer nobene vrste ne iztrebijo, uravnavajo struktura razmerja v svetu žuželk in tako utrjujejo harmonijo gozdnih življenjskih združb.

V gorskih predelih z okrnjeno favno mravelj je potrebna aktivna, zaščita gozdnih mravelj sicer pa zadostuje že pasivna. Pasivno zaščito kaže upoštevati pri negi sestojev, nabiranju gozdne stelje, pripravi viak, gradnji gozdnih cest, podiranju drevja, izdelavi sortimento vzpostavljanju gozdnega reda, spravilu in skladiščenju oblovine ter pri obvladovanju motečih dejavnikov, zlasti lubadarjev. Pri aktivni zaščiti je treba zavarovati vsa naravna materinska in že v začetni fazi nastajanja tudi vsa hčerinska gnezda. Gre za sezonsko prekrivanje gomil z osutimi vejami iglavcev in z gosto spleteno mrežo ali pa za do goročno zavarovanje mravljišč z ogradjem in s kovinsko ali perlon mrežo.

Varovanje in pospeševanje gozdnih mravelj je odličen pripomoček za renaturiranje denaturiranega gozda, saj pripomore k izboljšanju tal, širjenju semen in s tem k večji diverzite rastlin, širjenju gliv, trofični kapaciteti za divjad, medenju, večji diverziteti živali in seveda predvsem k urejanju strukturnih razmer v svetu žuželk. Gozdne mravlje trajno krepijo in bogatijo celoten ekosistem in s tem varujejo zdravje gozda.

### SUMMARY

In Slovenian mountain forest and on mountain pasture-grounds six species of ants from subgroup Formica are apparent. F. rufa and F. pratensis are apparent only on borders of sub-mountain forest, and only some traces of F. truncorum are found. In mountain forests the fauna of forest ants is relatively well preserved compared to lowlands, collin and sub-mountain forest area. The exception is Dinaric range with shade-tolerant tree species where brown bear tramples.

Alpine phytogeographic region is real home of forest ants, and the region comprises as much as 51.6 % of 1345 registered ant-hills in Slovenia. The pre-Alpine region comprise 28.5 % of them. In the Alpine phytogeographic region two boreoalpine species are dominant (F. aquilonia - 47.8 %, F. lugubris - 20.2 %). There are only 13.5 % of F. polycyctena ant-hills.

F. aquilonia and F. lugubris are dominant in altemountain forest zone, and F. polycyctena in collin zone. More than 90 % of F. aquilonia ant-hills are described in six forest associations, F. lugubris in seven, and F. polycyctena in sixteen forest associations.

Forest ants assert their position mostly in forest gaps and on sunny E-SE-S exposures. On shaded ground (grade 0.9-1.0) there are only 10.8 % of F. polycyctena ant-hills, 6.1 % of F. lugubris ant-hills, and 2.5 % of F. aquilonia ant-hills. On northern exposures there are only 2.5 % of F. lugubris, 2.8 % of F. aquilonia ant-hills, and 6.3 % of F. polycyctena ant-hills. Underground and above ground forest ant structures represent a specific ecophysiological system, which is in constant construction and reconstruction. Mound-like ant-hills are characteristic for the three species. On shaded and humid spots ant-hills are higher and have more bell like shapes. Measurements show a maximum of 6.56 m<sup>3</sup> volume of F. polycyctena ant-hill, a 3.24 m<sup>3</sup> volume of F. aquilonia ant-hill, and a 1.68 m<sup>3</sup> of F. lugubris ant-hill. Location, form and size of ant-hills show that the survival of forest ants largely depends on solar heat in spite of the fact that they are capable of regulating the temperature inside an ant-hill. Only societies with enormous number of ant-workers can survive under conditions of diffused light.

The stability of location and colonies of forest ants is assured by their wide trophic spectrum. In the nutrition of Formicids excrement of leaf lice and shield-shaped lice and prey are of existential importance. Ants stimulate the development of Lachnidae, which are the main producers of manna in coniferous forest. This way ants provide them selves with relative constant source of food. Meat food offered in cold and subpolar climate conditions is relatively poor. The provision with carbohydrates and proteins of vegetal origin is much more reliable for subalpine mountain region forest ants.

Forest ants appear on different trophic levels in the nutrition chain. They are unselective predators and they assault particularly insects, including much bigger that they can master only collectively. Symbionts and mirmecofils are an exception. As a plunder ants are eaten by birds, mammals, insects and reptiles. Green and grey woodpeckers are real specialists for braking into ant-hills. Forest hen and bear are harmful too. Other types of forest ants, like *Camponotus herculeanus*, *Raptiformica sanguinea* and *Dendrolasius fuliginosus*, prevent the growth and progress of forest ants.

The purpose of the reproduction of forest ants is not only a production of new individuals, but also a foundation of new life communities. Sexual animals and ant-workers play a decisive role in the reproduction process. After physical and chemical thermal regulation of heat centers, already at the end of April, queens of all three polygine species in mountain region start to lay winter eggs. In the first decade of June, sexual animals will develop from this eggs. Ant-workers are hatched from summer eggs, which are laid before the eclosion of sexual animals. Brood development lasts 5-6 weeks.

Polygine species of forest ants have an important role in maintaining biological stability in natural forest and in the regeneration of autoregulative capacity of economical forest. With unselective plunger of forest fauna, without an extermination of any species, they regulate structural relations in the world of insects and so strengthen the harmony of forest life associations.

Active protection of forest ants is necessary in mountain regions with reduced ant fauna. A passive protection is sufficient in other areas. When tending, collecting forest litter, building forest roads, felling trees, producing assortments, restoring forest order, gathering and storing wood shavings, as well as mastering bark-beetle, we must think about passive protection of forest ants. Active protection of all mother nests and the beginning phase of all daughter nests is necessary. It means seasonal covering of ant-hills with shed branches of coniferous trees and a dense knitted net, or the long term protection of ant-hills with a frame and metallic or perlon net.

Protection and promotion of forest ants is an excellent remedy for the renaturation of denatured forest, as it contributes to forest ground improvement, spreading of seeds, greater plant diversity, spreading of fungus, trophic capacity for wild animals, mellowing, greater animal diversity and especially the regulation of structure in the world of insects. Forest ants permanently enrich and strengthen forest ecosystem and protect forest health.

## VIRI

- BÜTTNER, K., 1974. Möglichkeiten der Biotopverbesserung des Auerwildes durch Waldameisenhege. - *Hygiene*, 10, s. 227-229.
- FOSSEL, A., 1972. Die Populationsdichte einiger Honigtauerzeuger und ihre Abhängigkeit von der Betreuung durch Ameisen. - *Waldhygiene*, 9, s. 185-191.
- GÖSSWALD, K., 1989. Die Waldameise, Bd. 1, Biologische Grundlagen, Ökologie und Verhalten. - AUL Verlag Wiesbaden, 660 s.
- GÖSSWALD, K., 1990. Die Waldameise, Bd. 2, Die Waldameise im Ökosystem Wald, ihr Nutzen und Hege. - AULA - Verlag Wiesbaden, 510 s.
- KNEITZ, G., 1964. Untersuchungen zum Aufbau und zur Erhaltung des Nestwärmehaushaltes bei *Formica polyctena* (Hym. Formicidae). Dissertation, Inst. f. Angew. Zool. Univ. Würzburg, 156 s.
- OTTO, D., 1967. Zur Schutzwirkung von *Formica polyctena* Förster in einem Massenvermehrungsgebiet *Diprion pini* L. - *Zeit. f. Angew. Zool.*, 54, s. 1967-172.
- RUPPERTSHOFEN, H., 1972. Der summende Wald, Waldimkerei und Waldhygiene. Ehrenwirth Verlag München, 180 s.
- TITOVŠEK, J., 1994. Rdeče gozdne mravlje v Sloveniji. - *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 43, s. 77-107.
- ZOEBELEIN, G., 1956. Der Honigtau als Nahrung der Insekten. - *Zeit. f. angew. Entomologie*, 38, s. 369-411.
- ZOEBELEIN, G., 1956. Der Honigtau als Nahrung der Insekten. - *Zeit. f. angew. Entomologie*, 39, s. 129-16

## ZAHVALA

Delo je nastalo v okviru projekta »Bolezni in moteči dejavniki v konceptu integralnega varstva gozdnih ekosistemov« ob financiranju Ministrstva za znanost in tehnologijo in Ministrstva kmetijstva, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije (pogodba št. V9-6913-97). Za sofinanciranje se obema ministrstvom najljepše zahvaljujemo.

### Ergosterol content of endophytic fungi from the needles of the Austrian pine (*Pinus nigra* Arn.)

Ergosterol endofitnih gliv v iglicah črnega bora (*Pinus nigra* Arn.)

Maja JURC, \*Nada GOGALA, \*Marjana REGVAR

Slovenian Forestry Institute, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, p.p., 523-X, Slovenia  
E-mail: maja.jurc@gozdis.si

\*Department of Biology, Biotechnical Faculty, University of Ljubljana,  
Večna pot 111, 1000 Ljubljana, Slovenia

**Abstract.** The use of ergosterol found in needles was evaluated as an indicator of needle infection by endophytic fungi and as an indicator of infection intensity or the amount of fungal mycelia in the host tissue. The amount of ergosterol was determined in buds and needles: the mean amount of ergosterol was found to be between 0.0006 and 0.145 µg mg<sup>-1</sup> dry bud or needle weight. In the mycelium of five the most common endophytic fungi (*Cyclaneusma niveum* (Pers.: Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter, *Cenangium ferruginosum* Fr., *Phialophora hoffmannii* (Beyma) Schol-Schwarz, *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter, *Hormonema dematioides* Lagerberg & Melin) the amounts of ergosterol were between 0.064 to 0.57 µg mg<sup>-1</sup> dry fungal weight. The method of ergosterol determination is only partially useful for the quantitative evaluation of endophytic fungi in needles.

**Key words:** ergosterol, endophytic fungi, needles, buds, Austrian pine, *Pinus nigra* Arn.

**Izvleček.** Ugotavljali smo, ali je količina ergosterola v iglicah ustrezen pokazatelj okuženosti iglic z endofitnimi glivami in pokazatelj jakosti okužbe oziroma količine glivnega micelija v tkivih gostitelja. Določili smo količino ergosterola v popkih in iglicah: srednja vrednost ergosterola je bila v mejah od 0.0006 do 0.145 µg mg<sup>-1</sup> suhe teže popka ali iglice. V miceliju petih najpogostejših endofitnih gliv (*Cyclaneusma niveum* (Pers.: Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter, *Cenangium ferruginosum* Fr., *Phialophora hoffmannii* (Beyma) Schol-Schwarz, *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter, *Hormonema dematioides* Lagerberg & Melin) so bile vrednosti ergosterola v mejah od 0.064 do 0.57 µg mg<sup>-1</sup> suhe teže glive. Metoda določanja ergosterola je le delno uporabna za kvantifikacijo endofitov v iglicah.

**Ključne besede:** ergosterol, endofitne glive, iglice, popki, črni bor, *Pinus nigra* Arn.

### Introduction

*Fungal membrane ergosterol*

In the past there have been several attempts at developing chemical methods for the determination and quantitative evaluation of fungal biomass. These were developed mainly

for use in early determination of fungi in grain intended for food production. The methods involved measurement of the main fungal components such as chitin (PLASSARD *et al.* 1983) or adenosine 5'-triphosphate (ATP) (KASPERSON 1986, quote after TOTHILL *et al.* 1992). These methods did not give satisfactory results because the analyzed compounds are not specific only to fungi. Quantitative determination and following of  $^{14}\text{C}$  in fungal components also gave unsatisfactory results (JACOBSEN & ROSENDAHL 1990).

The later characterization of ergosterol ( $\beta$ -ergosta-5,7,22-triene-3-ol), a steroid lipid (SALISBURY & ROSS 1991), rare among the main sterols of higher plants (BURNETT 1968, SALISBURY & ROSS 1991, NEWELL *et al.* 1987) and sterols of nonfungus saprophyte microbes (WEST & GRANT 1987, NEWELL *et al.* 1987), allowed its use for fungal biomass determination. The use of ergosterol was based on the relatively quick determination of its 5,7 double bond by UV absorption spectroscopy at 282 nm in neutral lipid extracts.

Ergosterol in fungi is found in its pure form in certain extracts (*e.g.* in yeast fungi), as crystal inclusions (*e.g.* in *Neurospora* sp.) or as the palmitate component (in *Penicillium chrysogenum*) (BURNETT 1968).

Ergosterol has an important role in fungal development and reproduction. The structural component of the cytoplasmic fungal membrane together with phospholipids has an especially important role in membrane permeability regulation. It has also been isolated from mitochondrial membranes of molds (ELLIOT 1977, PARKS 1978, quoted after CAHAGNIER *et al.* 1990). The researchers have established a correlation between the presence of ergosterol and respiration of fungi, *e.g.* in yeast fungi (PARKS 1978, quote after CAHAGNIER *et al.* 1990). Sterols have a vital role in sexual reproduction, *e.g.* as precursors of sex hormones such as artemidiol in the fungus *Achlya bisexualis* and in the regulation of spore germination (HENDRIX 1965).

Ergosterol is used as a quantitative chemical index used for determination of fungal biomass (SEITZ *et al.* 1977, 1979; OSSWALD *et al.* 1986, NEWELL *et al.* 1987, 1988; GRENKORT & HELSPER 1993). The research on fungal biomass determination is most widespread in food production for the evaluation of grain quality, especially infections with molds (SEITZ *et al.* 1977, 1979; CAHAGNIER *et al.* 1990; MARFLEET *et al.* 1991, TOTHILL *et al.* 1992), evaluation of fodder (MANSFIELD & BARLOCHER 1993) and in the research of mycorrhizal symbiosis (ANTIBUS & SINSABAUGH 1993; MARTIN *et al.* 1990; JOHNSON & MCGILL 1990). The techniques of ergosterol determination are an aid in environmental studies dealing with quantitative determinations of fungal biomass (OSSWALD *et al.* 1986; SCHNURER 1993).

Information on the usefulness of ergosterol analysis for quantitative determinations of endophytic infections is very scarce (OSSWALD *et al.* 1986, SMITH 1993).

In our research we have attempted to determine whether the amount of ergosterol found in needles may be used as an appropriate indicator of needle endophytic fungi infection and as an indicator of the severity of the infection or the amount of fungal mycelia in host tissues.

## Materials and Methods

### The Preparation and Growth Conditions of Fungal Isolates

In the analysis of ergosterol we have used isolates of the five most common endophytic fungi from the needles of Austrian pine (JURC 1996) (data on the fungi used are given in Table 1).

Table 1. Endophytic fungal isolates used in ergosterol analysis  
Preglednica 1. Izolati endofitnih gliv, uporabljeni v analizah ergosterola

Fungi type	Isolate in a living collection	Location	Substrate (needle)	Sampling date
<i>Cyclaneusma niveum</i>	LJUfu3-133	Krnica	2 years, basal segment	11 <sup>th</sup> Jan. 1995
<i>Cyclyneusma minus</i>	LJUfu3-134	Konjska dolina	4 years, middle segment	10 <sup>th</sup> Jan. 1995
<i>Cenangium ferruginosum</i>	LJUfu3-131	Smolnik	4 years, basal segment	10 <sup>th</sup> Jan. 1995
<i>Phialophora hoffmannii</i>	LJUfu3-130	Konjska dolina	3 years, basal segment	11 <sup>th</sup> Jan. 1995
<i>Hormonema dematioides</i>	LJUfu3-132	Smolnik	2 years, basal segment	10 <sup>th</sup> Jan. 1995

The mycelia growing from needle segments (the segments were on a nutrient substrate from 12<sup>th</sup> Jan. to 24<sup>th</sup> Jan. 1995) were transferred to a nutrient substrate (2% malt + 1.5% agar) where the pure cultures were allowed to grow for 14 days at room temperature. The fungi were identified and placed in the Myco-collection and herbarium of the Slovenian Forestry Institute and the Collection of living cultures (LJUfu3 130, 131, 132, 133, 134). From the growth zone of certain fungi we cut 3 mm samples by means of a cork puncher under sterile conditions. These were placed in test tubes and were grown in 30 ml of liquid nutrient substrate (2% malt) for 21-22 days in the absence of light at 25°C. Fungi were grown in three parallel samples. The mycelia were separated from the substrate by filtration (Whatman No. 1, filter paper). After filtration they were lyophilized on the filter, weighed and stored dry at -20°C until extraction.

### Preparation of Buds and Needles

Samples from three locations were used in ergosterol analyses (data on samples are given in Table 2).

Table 2. Bud and needle samples used in ergosterol analyses  
Preglednica 2. Vzorci popkov in iglic, uporabljeni v analizah ergosterola

Location	Substrate (buds and needles)	Sampling date
Vipava	buds, 1-2-, 3-years old needles	11 <sup>th</sup> Jan. 1995
Smolnik	buds, 1-2-, 3-, 4-, 5- years old needles	10 <sup>th</sup> Jan. 1995
Kobjeglava	buds, 1-2-, 3-, 4- years old needles	11 <sup>th</sup> Jan. 1995

We collected 2 - 4 g of buds and needles from each present yearly generation of needles on the branch (bud samples /Vipava, Kobjeglava/ and 5-year needles /Smolnik/ were smaller). Samples were brought to the laboratory in dark plastic bags and then stored in a refrigerator. The following day they were rinsed with tap water for three hours and finally with distilled water. Samples were then dried to constant weight at 40°C. Next they were ground in a Brabender mill, sifted through a 1 mm sieve, lyophilized and stored at -20°C until extraction.

### Extraction and Ergosterol Analyses

In our work we followed the extraction and ergosterol analyses methods of SMITH (1993) who used them for endophytic fungal ergosterol analyses in Sitka needles. The method used was adjusted according to the work of SEITZ *et al.* 1977, NEWELL *et al.* 1988 and TOTHILL *et al.* 1992.

The analyses of ergosterol in fungi and needles were performed in the same manner: 20 ml 80% methanol and 20% hexane (gradient grade HPLC, Merck) were added to bud or needle samples (20 mg) in 100 ml Erlenmeyer flasks which were then shaken for 30 min. at 10.000 vibrations  $\text{min}^{-1}$ . Fungal samples were rinsed into 100 ml Erlenmeyer flasks with 20 ml 80% methanol and 20% hexane (gradient grade HPLC, Merck) after which the shaking procedure was followed.

The extract was filtered through a paper filter (Whatman 541) into 50 ml measuring cylinders. The sample was first rinsed with 15 and then with 10 ml of a 60 : 40 methanol : hexane mixture to achieve a final volume of 40 ml. The filtrate was transferred into 100 ml flasks, 4 g of KOH were then added and the solution was heated for 30 min. under reflux at 70°C on a water bath. The sample was then cooled to room temperature, transferred into a separating funnel and 10 ml of water and 10 ml of hexane were added to it. After 15-30 min. of vigorous shaking with occasional pressure release the sample was left to settle, after which we separated the aqueous - methanol and hexane fractions. The lower aqueous fraction was discarded and the extraction repeated with 10 and 5 ml of hexane. The hexane fractions were collected and dried on a rotary evaporator (Büchi) at 40°C. The sample was then dissolved in 2 ml of methanol and filtered through a 0.22 mm filter (Millipore, GV, Bedford, UK). Samples were then stored in a refrigerator.

The amount of ergosterol was determined by HPLC (High Performance Liquid Chromatography) (system LDC/ Milton Roy composed of a constametric III pump, spectro monitor D, MP 3000 computer and a printer). The column used was Waters Nova-Pac C18 60 Å, 4 mm, 3.9 x 150 mm, with methanol (100% gradient grade HPLC, Merck) as the mobile phase at a flow rate of 1.6  $\text{ml min}^{-1}$  and temperature 30°C. The amount of ergosterol was measured with a UV detector at 280 nm. The retention time for ergosterol varied between 3 and 4 min. Three repeats of 20  $\mu\text{l}$  samples were injected. The column was rinsed for a minimum of 10 min. between analyses. The concentration of ergosterol was then calculated according to a calibration curve of pure ergosterol (Sigma Ltd, London, UK).

Part of the needle samples, that were not used for ergosterol analyses (described in Table 1) were used for isolation of endophytic fungi (method described in JURC & GOGALA 1996) so that a comparison for the same sample was possible between fungal type compositions and the results of ergosterol analyses.

The data obtained were processed on the STATISTICA™ software package, StatSoft, 1994. Plots were made using the same software package (Stats 2D Graphs: Box Plots, Line Plots).

## Results

### Ergosterol analyses in fungal mycelia and in buds and needles

The amount of ergosterol found in fungi from pure cultures grown in the absence of light at 25°C is shown in Figure 1.

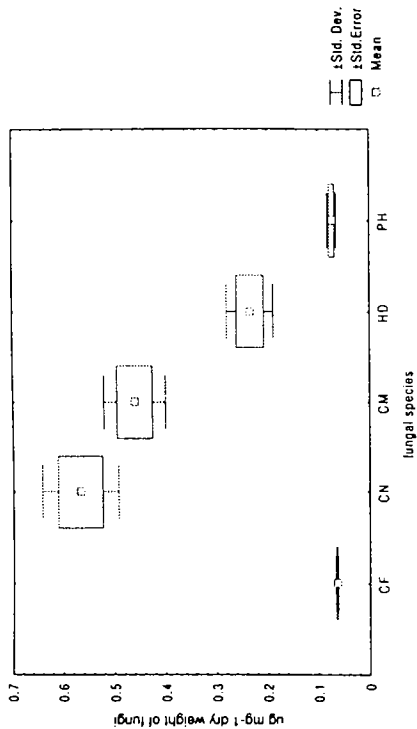


Figure 1. The amount of ergosterol in endophytic fungi (expressed in  $\mu\text{g mg}^{-1}$  dry weight of fungi, CF - *Cenangium ferruginosum*; CN - *Cyclaneusma niveum*; CM - *Cyclaneusma minus*; HD - *Hormonea dematoides*; PH - *Phialophora hoffmannii*, number of replicates, 3)

Slika 1. Prikaz količine ergosterola v endofitnih gljivah (izraženo v  $\mu\text{g mg}^{-1}$  suhe teže gljive, CF - *Cenangium ferruginosum*; CN - *Cyclaneusma niveum*; CM - *Cyclaneusma minus*; HD - *Hormonea dematoides*; PH - *Phialophora hoffmannii*, število ponovitev, 3)

We have established that the mean amounts of ergosterol in endophytic fungi vary in the range from 0.57  $\mu\text{g mg}^{-1}$  to 0.064  $\mu\text{g mg}^{-1}$  dry weight of fungal mycelium. On an average the fungus *Cyclaneusma niveum* (Appendix A) contains almost a tenfold amount of ergosterol compared to the fungi *Cenangium ferruginosum* and *Phialophora hoffmannii* (Appendix B).

The standard error of the measurement procedure (variance analysis) is 0.029 with an assumption that the instrument measurements are of the same accuracy at all levels of ergosterol content.

The amounts of ergosterol in buds and needles collected in Kobjeglava in January 1995 are shown in Figure 2.

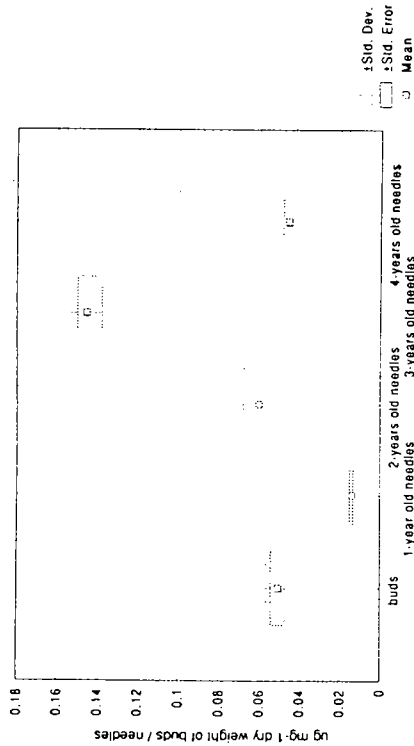


Figure 2. The amounts of ergosterol in buds and needles, Kobjeglava, January 1995  
Slika 2. Prikaz količine ergosterola v popkih in iglicah, Kobjeglava, januar 1995

Mean amounts of ergosterol detected in Austrian pine buds and 1 - 4 year needles are in the range from 0.145  $\mu\text{g mg}^{-1}$  dry weight of needles for three year needles to 0.015  $\mu\text{g mg}^{-1}$  for first year needles.

The standard error of the measurement procedure (variance analysis) is 0.0044 with the assumption that the instrument measurements are of the same accuracy at all levels of ergosterol content.

The amounts of ergosterol in buds and needles collected in Smolnik in January 1995 are shown in Figure 3.

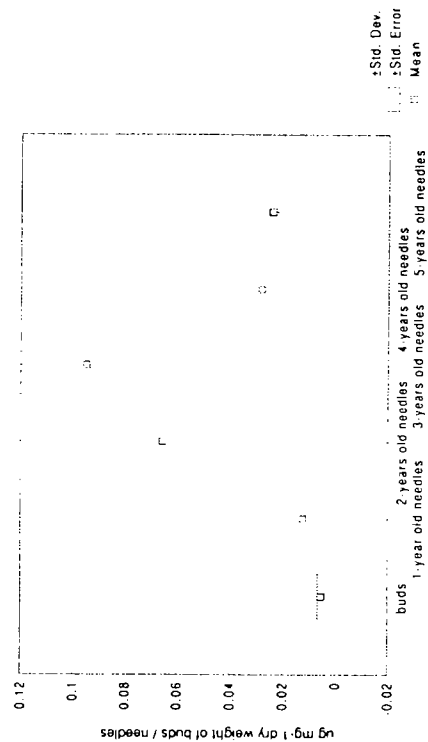


Figure 3. The amounts of ergosterol in buds and needles, Smolnik, January 1995  
Slika 3. Prikaz količine ergosterola v popkih in iglicah, Smolnik, januar 1995

Mean amounts of ergosterol detected in Austrian pine buds and 1 - 5 year needles are in the range from 0.095  $\mu\text{g mg}^{-1}$  dry weight of needles for three year needles to 0.005  $\mu\text{g mg}^{-1}$  for buds.

The standard error of the measurement procedure (variance analysis) is 0.0041 with the assumption that the instrument measurements are of the same accuracy at all levels of ergosterol content.

The amounts of ergosterol in buds and needles collected in Vipava in January 1995 are shown in Figure 4.

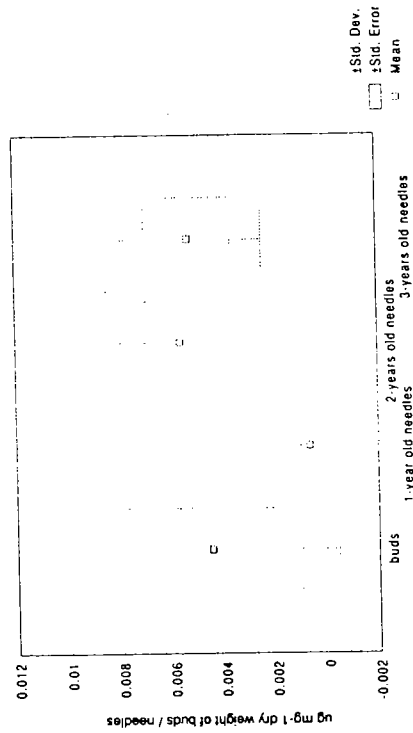


Figure 4. The amounts of ergosterol in buds and needles, Vipava, January 1995  
Slika 4. Prikaz količine ergosterola v popkih in iglicah, Vipava, januar 1995

Mean amounts of ergosterol detected in Austrian pine buds and 1 - 3 year needles are in the range from 0.0056  $\mu\text{g mg}^{-1}$  dry weight of needles for two year needles to 0.0006  $\mu\text{g mg}^{-1}$  for first year needles.

The standard error of the measurement procedure (variance analysis) is 0.0019 with the assumption that the instrument measurements are of the same accuracy at all levels of ergosterol content.

Simultaneously with the collection of needles for ergosterol content analyses we collected needles for the isolation and determination of endophytic fungi in needles. The endophytic type composition as well as the amounts from Kobjeglava, Smolnik and Vipava are given in Jurc (1996).

## Discussion

Three different methods of ergosterol determination of fungal biomass based on ergosterol contents are currently being used.

SEITZ *et al.* (1977, 1979) extracted ergosterol from grain and fungal samples by homogenization (2 min.) in methanol after which ergosterol was analyzed by HPLC. LEE *et*

al. (1977, 1980, quote after NEWELL 1988) extracted ergosterol from leaf and wood samples in a continuous extractor (96 hrs.) with a toluene-methanol mixture. Ergosterol was analyzed as its acetate derivative by capillary gas chromatography. GRIFFITHS *et al.* (1985, quote after NEWELL 1988) performed a simultaneous extraction and saponification of leaf samples (ethanol - KOH, 1 hour); ergosterol was analyzed by HPLC. It is not yet clear which of these methods is most suitable for ergosterol analysis in natural substrate samples. This question should be given more thought since ergosterol analyses are becoming increasingly used as the quantitative method of fungal biomass determination in natural samples. At the same time, the instability of ergosterol compounds when exposed to light, heat and chemical reagents should be taken into account (NEWELL *et al.* 1988). Our extraction and analysis method was adopted from SMITH (1993), who performed ergosterol analysis in Sitka needles. The adopted method is an adjusted method (SEITZ *et al.* 1977, NEWELL *et al.* 1988, TOTHILL *et al.* 1992).

Our research shows that endophytic fungi from Austrian pine needles contain ergosterol with mean values from 0.57 to 0.064  $\mu\text{g mg}^{-1}$  dry fungal weight. The amounts of ergosterol from needles are substantially lower with mean values in the range from 0.145 to 0.0006  $\mu\text{g mg}^{-1}$  dry needle weight. The highest amount of ergosterol was found in three years old needles.

Literature reports on the amounts of ergosterol in fungi from the Ascomycotina and Deuteriomycotina groups are very scarce (the analyzed fungi in our work are of these two groups). OSSWALD *et al.* (1986) reported data on ergosterol amounts in three fungal types isolated from spruce and pine needles with visible symptoms of infection. The amount of ergosterol in the fungus *Rhizosphaera kalkoffii* Bubak was 0.255  $\mu\text{g mg}^{-1}$  dry weight, in *Lophodermium piceae* (Fuekel) Höhnelt 0.119  $\mu\text{g mg}^{-1}$  dry weight and in *Sirococcus* Type II 0.095  $\mu\text{g mg}^{-1}$  dry weight. These results are comparable with our own results. The researchers also performed an analysis of ergosterol content in ground needles (a common sample of needles with visual symptoms of infection together with visually healthy needles). They concluded that needles contain a significantly lower amount of ergosterol than fungi and that needles that appear healthy also contain a small amount of ergosterol. ANTIJUS & SINSABAUGH (1993) reported that the fungus *Cenococcium geophilum* Fr. from the group Deuteriomycotina contained 3.00  $\pm$  0.14  $\mu\text{g ergosterol mg}^{-1}$  dry weight.

Several literature reports deal with the amount of ergosterol found in fungi of the Basidiomycotina group. SALMANOWICZ & NYLUND (1988) reported data for a group of ectomycorrhizal fungi. *Laccaria laccata* was found to contain 3.18  $\mu\text{g ergosterol mg}^{-1}$  fungal mass; *Amanita muscaria* 6.69; *Inocybe geotrichum* 3.75 and *Tricholoma album* 2.62. Ergosterol amounts found in some other ectomycorrhizal fungi range from 17.55  $\pm$  3.75 to 2.93  $\pm$  0.99  $\mu\text{g mg}^{-1}$  fungal mass (ANTIJUS & SINSABAUGH 1993). MARTIN *et al.* (1990) also reported data that certain ectomycorrhizal fungi contained 2 - 15  $\mu\text{g ergosterol mg}^{-1}$  dry weight. The average ergosterol content in the fungal culture *Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker & Couch was 1.2  $\mu\text{g mg}^{-1}$  dry weight (DOLENC 1994). Fungi from the Basidiomycotina group contained considerably more ergosterol than endophytic fungi of the Ascomycotina group.

The content of ergosterol in some saprophyte fungi of the Ascomycotina group (*Phaeosphaeria*, *Leptosphaeria* and *Buergeneria*) was in the range 1.9 to 2.5  $\mu\text{g g}^{-1}$  dry weight (NEWELL *et al.* 1987).

The amount of ergosterol found in seeds (oats, wheat, corn) was reported to be between 0.12 and 6  $\mu\text{g g}^{-1}$  dry weight (CAHAGNIER *et al.* 1990). But MARLEET *et al.* (1991) reported significantly lower amounts of ergosterol found in grains: 10.0 to 23.3  $\mu\text{g mg}^{-1}$  dry weight. TOTHILL *et al.* (1992) concluded that grain seeds with no visible signs of fungal infections (with species *Alternaria alternata*, *Penicillium aurantiogriseum* and *Eurotium ansteladami*)

contained 4 to 6  $\mu\text{g ergosterol g}^{-1}$ . Seeds with mycelia visible under the microscope contained 7.5 to 10  $\mu\text{g g}^{-1}$ ; seeds with macroscopically visible mycelia contained in excess of 10  $\mu\text{g ergosterol g}^{-1}$ .

## Conclusions

We have determined the amounts of ergosterol in buds and needles of Austrian pine (the mean content of ergosterol is 0.0006 to 0.145  $\mu\text{g mg}^{-1}$  dry bud or needle weight) and in the five most common endophytic fungi from the needles of Austrian pine (0.064 to 0.57  $\mu\text{g mg}^{-1}$  dry fungi weight). The used method is only partially useful for quantitative determination of endophytic fungi in needles.

The ergosterol content differed considerably between fungi belonging to different taxonomic groups. Due to this we cannot use the ergosterol content in plant tissue directly as a measure of the amount of fungal mycelia in the host. This may be done only if we know the fungus species infecting the host and the amount of ergosterol in this fungus species. The results of ergosterol analyses and quantitative determinations performed by various authors may not be compared without a preliminary evaluation of the methods used.

## Povzetek

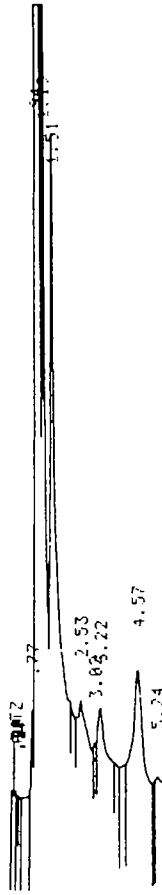
V preteklosti so večkrat poizkušali razviti kemične metode za ugotavljanje in kvantificiranje glivne biomase. Potrebovali so jih v prehrambeni industriji za čimbolj zgodnje odkrivanje gliv v žitih. Uporabljali so metode meritve glivnih sestavin, na primer hitina ali adenozin 5' - trifosfata, ki niso dale zadovoljivih rezultatov. Šele po ugotovitvah, da je ergosterol redek med steroli višjih rastlin in steroli neglavnih mikrobov, je bilo mogoče ergosterol uporabiti za ugotavljanje glivne biomase. V naši raziskavi smo poizkušali ugotoviti, ali je količina ergosterola v iglicah ustrezen pokazatelj okuženosti iglic z endofitnimi glivami in pokazatelj jakosti okužbe oziroma količine glivnega micelija v tkivih gostitelja. Za določanje ergosterola v popkih in iglicah črnega bora smo uporabili vzorce nabrane januarja 1995 na lokacijah Vipava, Smolnik in Kobjeglava. Srednje vrednosti ergosterola so bile v mejah od 0.0006 do 0.145  $\mu\text{g mg}^{-1}$  suhih tež popkov ali iglic. Za analizo ergosterola petih najpogostejših endofitnih gliv smo uporabili izolate iz iglic črnega bora, ki smo jih nabrali na lokacijah Krnica, Konjska dolina in Smolnik januarja leta 1995. Vse uporabljene glive so shranjene v živi kolekciji Mikoteke in herbarija Gozdarskega inštituta Slovenje. V miceliju analiziranih endofitnih gliv (*Cyclaneusma niveum* (Pers.: Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter, *Cenangium ferruginosum* Fr., *Phialophora hoffmannii* (Beyma) Schol-Schwarz, *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter, *Hormionema dematioides* Lagerberg & Melin) so bile vrednosti ergosterola v mejah od 0.064 do 0.57  $\mu\text{g mg}^{-1}$  suhe teže glive. V glivah iz različnih taksonomskih skupin se količine ergosterola bistveno razlikujejo, zato količine ergosterola v rastlinskem tkivu ne moremo neposredno uporabiti kot merilo količine glivnega micelija v gostitelju. To lahko storimo le, če vemo, s katero vrsto glive je gostitelj okužen in kolikšna je količina ergosterola v tej vrsti glive. Menimo, da je metoda določanja ergosterola le delno uporabna za kvantifikacijo endofitov v iglicah.



## References

- ANTIBUS, K. R. & r. L. SINSABAUGH 1993: The extraction and quantification of ergosterol from ectomycorrhizal fungi and roots. *Mycorrhiza* 3: 137-144.
- BURNETT, J. H. 1968: Fundamentals of Mycology, Edward Arnold Ltd., London, 546 pp.
- CAHAGNIER, B., L. LESAGE & D. RICHARD-MOLARD 1990: Microbiological quality of grains and ergosterol content. In: Proceedings 5th international working conference of stored-product protection, Volume I, F. Fleurat-Lessard & Ducom (Eds.), Bordeaux, France, September 9-14, 692 pp.
- DOLENC, J. 1994: Analiza ergosterola v mikoriznih koreninah s tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti. Diplomsko naloga. Univ. v Lj., Bioteh. Fakulteta, Oddelek za biologijo, 43 pp.
- GRETENKORT, M. A. & J. P. F. G. HELSPER 1993: Disease assessment of pea lines with resistance to foot rot pathogens: protocols for *in vitro* selection. *Plant Pathology* 42: 676-685.
- HENDRIX, W. J. 1965: Influence of Sterols on Growth and Reproduction of *Pythium* and *Phytophthora* sp. *Phytopathology* 55: 790-797.
- JOHNSON, B. N. & W. B. MCGILL 1990: Comparison of ergosterol and chitin as quantitative estimates of mycorrhizal infection and *Pinus contorta* seedlings response to inoculation. *Can. J. For. Res.* 20: 1125-1131.
- JAKOBSEN, I. & L. ROSENDAHL 1990: Carbon flow into soil and external hyphae from roots of mycorrhizal cucumber plants. *New Phytol.* 115: 77-83.
- JURC, M. & N. GOGALA 1996: Biokemijske analize (API ZYM testi) dominantnih parazitskih in saprofitskih gliv iglic črnega bora (*Pinus nigra* Arn.). Zbornik gozdarstva in lesarstva 48: 35-51.
- JURC, M. 1996: Endofitne glive in njihove značilnosti v iglicah črnega bora (*Pinus nigra* Arn.). Doktorska teza. Oddelek za biologijo BF, Univerze v Ljubljani, Ljubljana, 198 pp.
- MANSFIELD, S. D. & F. BÄRLOCHER 1993: Seasonal Variation of Fungal Biomass in the Sediment of a Salt Marsh in New Brunswick. *Microbial Ecology* 26: 37-45.
- MARFLEET, I., N. MAGAN & J. LACEY 1991: The relationship between fungal biomass, ergosterol and grain spoilage. V: Proceedings 5th international working conference of stored-product protection, Volume I, F. Fleurat-Lessard & Ducom (Eds.), Bordeaux, France, September 9-14, 692 pp.
- MARTIN, F., C. DELARUELLE & J.-L. HILBERT 1990: An improved ergosterol assay to estimate fungal biomass in ectomycorrhizas. *Mycol. Res.* 94: 1059-1064.
- NEWELL, S. Y., T. L. ARSUFFI & R. D. FALLON 1988: Fundamental Procedures for Determining Ergosterol Content of Decaying Plant Material by Liquid Chromatography. *Applied and Environmental Microbiology* 54(7): 1876-1879.
- NEWELL, S. Y., D. MILLER & R. D. FALLON 1987: Ergosterol content of salt-marsh fungi: effect of growth conditions and mycelial age. *Mycologia* 79(5): 688-695.
- OSSWALD, W. F., W. HOLL & E. F. ELSTNER 1986: Ergosterol as a Biochemical Indicator of Fungal Infection in Spruce and Fir Needles from Different Sources. *Z. Naturforsch* 41c: 542-546.
- PLASSARD, C., D. MOUSAIN & L. SALSAC 1983: Dosage de la chitine sur des ectomycorhizes de pin maritime (*Pinus pinaster*) a *Pisolithus tinctorius*: evaluation de la masse mycelienne et de la mycorrhization. *Can. J. Bot.* 61: 692-699.
- SALISBURY, F. B. & C. W. ROSS 1991: *Plant physiology*. Fourth edition, Wadsworth Publishing Company, Belmont, California, 682 pp.
- SALMANOWICZ, B. & J.-E. NYLUND 1988: High performance liquid chromatography determination of ergosterol as a measure of ectomycorrhiza infection in Scots pine. *Eur. J. For. Path.* 18(5): 291-298.
- M. Jurc, N. Gogala, M. Regvar: Ergosterol content of endophytic fungi ...
- SCHNURER, J. 1993: Comparison of Methods for Estimating the Biomass of Three Fungal Species with Different Growth Patterns. *Applied and Environmental Microbiology* 59: 552-555.
- SEITZ, L. M., H. E. MOHR, R. BURROUGHS & D. B. SAUER 1977: Ergosterol as an indicator of fungal invasion in grains. *Cereal Chem.* 54(6): 1207-1217.
- SEITZ, L. M., D. B. SAUER, R. BURROUGHS, H. E. MOHR & J. D. HUBBARD 1979: Ergosterol as a Measure of Fungal Growth. *Phytopathology* 69(11): 1202-1203.
- SMITH, M. K. 1993: The Effects of Air Pollution and Environmental Factors on Endophytic Fungi of Sitka Spruce Needles. Cranfield University, Biotechnology Centre, U.K., PhD Thesis, 205 pp.
- TOTHILL, I. e., D. HARRIS & N. MAGAN 1992: The relation between fungal growth and ergosterol content of wheat grain. *Mycol. Res.* 96(11): 965-970.
- WEST, A. W. & W. D. GRANT 1987: Use of ergosterol, diaminoimelic acid and glucosamine contents of soils to monitor changes in microbial populations. *Soil Biol. Biochem.* 19: 607-612.

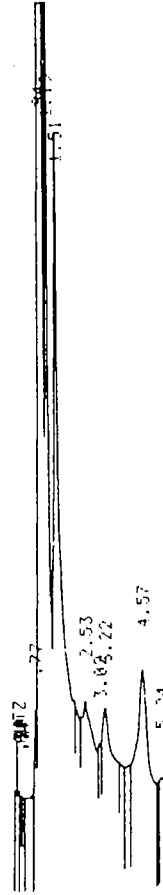
SAMP ANALYSIS PSI ML/M 'C A S NP C TIME DATE  
17 PRESET 800 1.600 15:04:46 21:02:95



(Appendix A)

Chromatography plot of an endophytic fungus *Cyclaneusma niveum* (Pers.: Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter extract

SAMP ANALYSIS PSI ML/M 'C A S NP C TIME DATE  
17 PRESET 800 1.600 15:04:46 21:02:95



(Appendix B)

Chromatography plot of an endophytic fungus *Phialophora hoffmannii* (Beyma) Schot-Schwarz extract  
Kromatogram ekstrakta endofitne glive *Phialophora hoffmannii* (Beyma) Schot-Schwarz

GDK 411.16 : 172.8 (*Cenangium ferruginosum* Fr.) + 181.22 + 181.31

Prispelo / Received: 10. 10. 1997  
Sprejeto / Accepted: 28. 10. 1997

Izvirni znanstveni članek  
Original scientific paper

## INFLUENCE OF MOISTURE, TEMPERATURE AND GROWTH MEDIUM ON CENANGIUM DIEBACK OF PINE (*CENANGIUM FERRUGINOSUM* FR., *ASCOMYCOTINA*)

Dušan JURČ, Maja JURČ

### Abstract

*C. ferruginosum* culture was grown in vitro on MEA medium at 10, 20, 25, 30 and 35° C, on media with water activity modified to 0,98, 0,96 and 0,94 and on MEA, PDA and OA media at 23° C. The fungus grows at temperatures between 10° C and 25° C and on media with available water between 0,98 and 0,96. The optimal temperature for growth is 25° C, while at 30° C it doesn't grow at all. The best growth occurs on PDA medium, the second best on MEA medium and the lowest growth on OA medium. Composition of growth medium is an important factor and influences growth rate considerably. These results explain the ability of the fungus to invade the tissues of its host during colder periods of year and when the substrate is highly moistened. High summer temperatures are unsuitable for its growth.

**Key words:** *Cenangium* dieback of pines, *Cenangium ferruginosum* Fr., temperature, moisture, growth medium.

## VPLIV VLAGE, TOPLOTE IN HRANILNE PODLAGE NA SUŠICO BOROVIH VEJ (*CENANGIUM FERRUGINOSUM* FR., *ASCOMYCOTINA*)

### Izveček

Izolat *C. ferruginosum* smo gojili na hranilni podlagi MEA pri 10, 20, 25, 30 in 35° C, na gojiščih z vodno aktivnostjo uravnano na 0,98, 0,96 in 0,94 in na hranilnih podlagah MEA, PDA in OA pri 23° C. Gliva uspeva na temperaturah od 10° C do 25° C in na hranilnih podlagah z vodno aktivnostjo med 0,98 in 0,96. Optimalna temperatura za rast je 25° C, vendar pri 30° C ne uspeva več. Najbolje raste na hranilni podlagi PDA, manj na MEA in najmanj na OA. Sestava hranilne podlage je pomemben dejavnik, ki močno vpliva na hitrost rasti glive. Ugotovitve pojasnjujejo sposobnost glive, da prerašča tkiva gostitelja v hladnejših letnih obdobjih in ob visoki vlažnosti substrata. Visoke poletne temperature so neustrezne za njeno rast.

**Ključne besede:** sušica borovih vej, *Cenangium ferruginosum* Fr., toplota, vlaga, hranilna podlaga.

## CONTENTS / KAZALO

1	INTRODUCTION / UVOD	111
2	MATERIAL AND METHODS / MATERIAL IN METODE	112
2.1	COLLECTING SITE / MESTO VZORČENJA	112
2.2	SAMPLING PROCEDURE AND ISOLATION / NAČINI VZORČENJA IN IZOLACIJA	112
2.3	MEASUREMENT OF FUNGAL GROWTH IN VITRO / MERJENJE RASTI GLIVE IN VITRO	113
3	RESULTS / REZULTATI	113
3.1	EFFECTS OF TEMPERATURE AND AVAILABLE WATER ON GROWTH OF <i>C. FERRUGINOSUM</i> / VPLIV TEMPERATURE IN DOSTOPNE VODE NA RAST <i>C.</i> <i>FERRUGINOSUM</i>	115
3.2	DIFFERENCE IN GROWTH ON MEA, PDA AND OA / RAZLIKA V RASTI NA MEA, PDA AND OA	118
4	DISCUSSION / RAZPRAVA	119
5	POVZETEK	121
6	ACKNOWLEDGEMENTS / ZAHVALA	122
7	REFERENCES / VIRI	122

## 1 INTRODUCTION

Austrian pine grows in very small scattered natural stands in the Alpine regions and also in central and southern parts of Slovenia. It is widely distributed as an allochthonous tree species in the Karst region near the Adriatic coast, where it has been planted on more than 20 000 ha of degraded land beginning more than 100 years ago.

The epidemic of *Cenangium ferruginosum* Fr. in 1986 affected the greater part of the region and caused the felling of approximately 10 000 m<sup>3</sup> of Austrian pine (JURC 1987). Although only trees with more than 80 % of the crown dead were cut, numerous trees with dead branches in the crowns remained. Since that time the *Cenangium* dieback of pines has only appeared occasionally and locally.

Analysis of climatic factors for 1985, in comparison with 10 year averages, showed that the relative humidity had reached a 10 year minimum in all months from July to October, registered precipitations reached a 10 year minimum in September and October, while in August temperatures reached a 10 year maximum. This unusually dry, hot weather was proceeded by an unusually wet period. The first signs of dying in Austrian pine branches were noticed in December 1985. The largest mortality occurred in 1986 on the southern and south-western slopes and in areas with shallow soil. All observations were in accordance with other well-described examples from the literature where drought stress is regarded as a decisive factor in *C. ferruginosum* dieback (JURC 1987).

*C. ferruginosum* is usually regarded as ubiquitous and opportunistic fungus which kills the bark and cambium of twigs and branches weakened by environment, other pests and pathogens, or natural senescence (BUTIN 1996, SINCLAIR / LYON / JOHNSON 1987). Outbreaks of *Cenangium* dieback occur only once in several years. The fungus is usually a competent saprobe on pine twigs killed by various agents. Its saprobic existence ensures a supply of spores and it seems likely that incipient infections begin each year in the summer and autumn and are held in check by host defenses unless these are overcome by environmental damage or by other pests (SINCLAIR / LYON / JOHNSON 1987). This common view of repeated yearly infections was overturned by the results of JURC (1996) who revealed the constant endophytic existence of *C. ferruginosum* in the healthy needles of Austrian pine.



The objectives of our laboratory study were to determine the temperature and available water requirements for the growth of *C. ferruginosum* in culture and to test its growth on different artificial nutrient media.

We hoped that these data would reveal the ecological factors which are decisive in fungal growth and are prerequisites for outbreaks of the disease. Such factors should enable the fungus to break its quiescent endophytic state and to spread quickly through weakened tissues of its host.

## 2 MATERIAL AND METHODS

### 2.1 COLLECTING SITE

A sampling of Austrian pine needles was performed in a natural stand of Austrian pine on Smolnik hill near the town of Jesenice (1075 m above sea level,  $y=54$  343000,  $x=51$  42100, projection G.-K., UTM MV43) in January 1995. This forest belongs to plant association *Pinetum subillyricum* Schmidt 1936 and grows on limestone.

### 2.2 SAMPLING PROCEDURE AND ISOLATIONS

The tree from which the samples were taken was about 60 years old. A branch was cut from the lower whorl of the southern part of the crown using tree loppers. Needles were transported in cold boxes at 4°C in clean polyethylene bags and processed within 24 hours. Four needles of each age class, without any signs of damage, were washed in running tap water for one hour. From every needle three 0.3 cm long segments were taken - one from the base, one from the middle part and one from the tip of the needle. They were then surface-sterilised (1 min in 50 % ethanol v/v, 5 min in sodium hypochlorite with 2.6 % of active chlorine, 1 min in 50 % ethanol v/v). The segments were blotted dry and plated onto 2 % malt extract agar (Malt Extract, Biolife S.r.l., 20 g l<sup>-1</sup>, Agar Bios Special LL, Biolife S.r.l., 20 g l<sup>-1</sup>). Twelve segments per plate and 2 replicate plates per age class were plated out. Petri dishes were then incubated at 23°C and examined weekly for six weeks. Mycelial outgrowths from the segments were subcultured and identified.

The fungus used in all further experiments was isolated from the base segment of a four year old needle and it fit, in all details, to the description of *C. ferruginosum* anamorf (KUJALA 1950).

### 2.3 MEASUREMENT OF FUNGAL GROWTH IN VITRO

1 % malt extract agar medium was used (MEA, Lab M Ltd, pH 4.5) to measure fungal growth. In all cases 25 ml of molten agar was poured into 9 cm diameter Petri dishes and inoculated with 4 mm diameter agar plugs of *C. ferruginosum* cultures taken from the growing margin of 14 day old colonies. The diameter of the colonies was measured in two directions at right angles to each other. All experiments were carried out in triplicates. The effect of temperature was examined by placing inoculated MEA agar plates in darkness at 10, 20, 25, 30 and 35°C. The effect of water availability (aw) was examined by modifying the media with glycerol to the values of 0.98, 0.96 and 0.94 aw (DALLYN / FOX 1980, MAGAN / LACEY 1984). Plates with the same aw were enclosed in clean polyethylene bags and incubated at 10, 20, 25, 30 and 35°C for 29 days.

To compare the growth rate on different growth media the fungus was incubated at 23°C on 2 % MEA (Malt Extract, Biolife S.r.l., 20 g l<sup>-1</sup>, Agar Bios Special LL, Biolife S.r.l., 20 g l<sup>-1</sup>), 3.9 % PDA (Potato dextrose agar, bioMérieux 51411, 39 g l<sup>-1</sup>) and 3 % OA (oatmeal 30 g l<sup>-1</sup>, Agar Bios Special LL, Biolife S.r.l., 20 g l<sup>-1</sup>)

## 3 RESULTS

Colonies of *C. ferruginosum* in culture have characteristics which make the growth tests less comparable and reliable. The growth of the mycelial colony is irregular and outgrowths can develop from some parts while in other parts the growth can be slower or halted. This is the reason for the great variation seen among some of the experiments. Photo 1 shows the morphology of *C. ferruginosum* cultures on MEA, OA and PDA media, while photo 2 shows slimy conidial masses on mycelium.

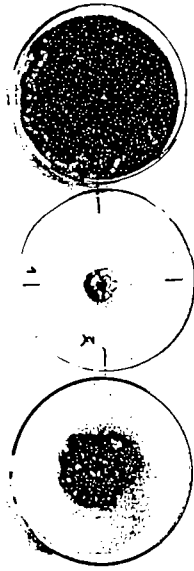


Photo 1: Differences in growth of 41 days old *C. ferruginosum* cultures on OA, MEA and PDA media (from left to right).

Fotografija 1: Razlike v rasti 41 dni starih kultur *C. ferruginosum* na gojišču OA, MEA in PDA (od leve proti desni).

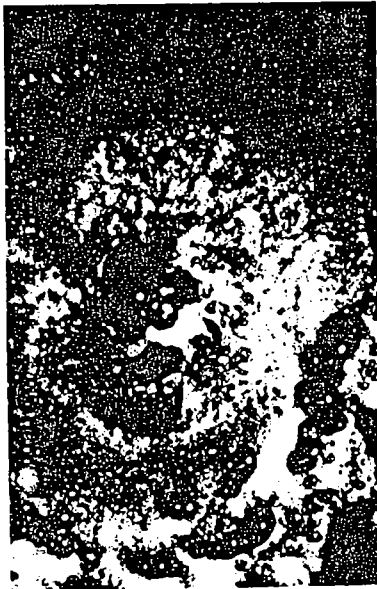
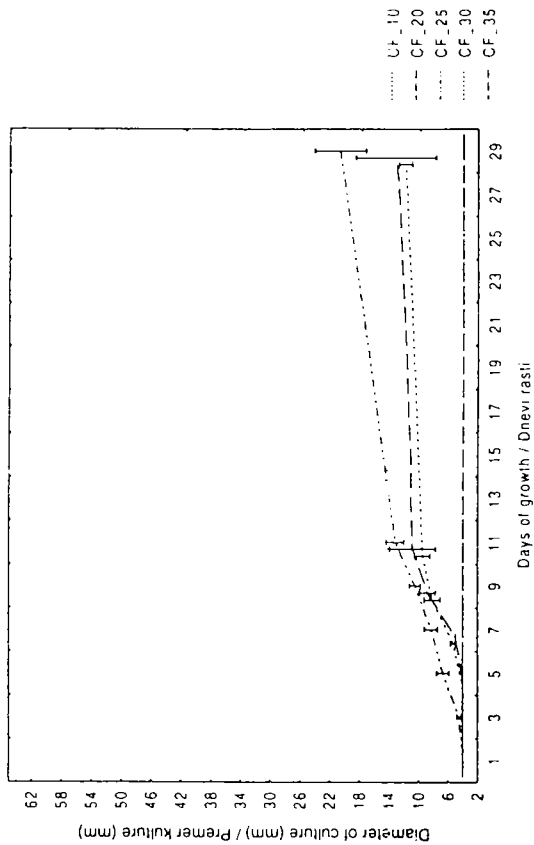


Photo 2: Slimy conidial masses on culture of *C. ferruginosum* (all photos by D. Jurc).

Fotografija 2: Sluzaste mase konidijev na kulturi *C. ferruginosum* (vse fotografije: D. Jurc).

### 3.1 EFFECTS OF TEMPERATURE AND AVAILABLE WATER ON GROWTH OF *C. FERRUGINOSUM*

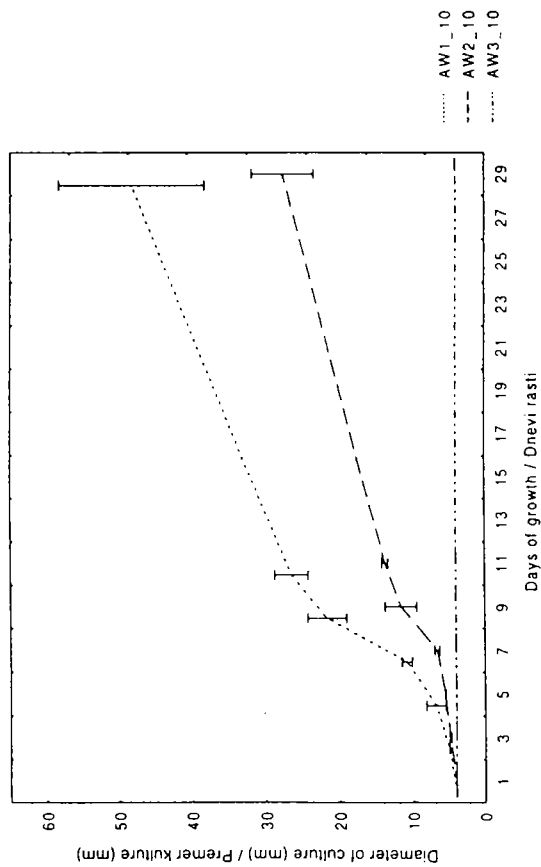
At 10° C and 20° C the growth of *C. ferruginosum* is similar, while the highest growth rate occurs at 25° C. High temperatures (30° C and 35° C) are not suitable for the growth of the fungus. In fact, at these temperatures, it doesn't grow at all (Graph 1).



Graph 1: Diameter (mean ± S.E.) of *C. ferruginosum* culture at temperatures 10, 20, 25, 30 and 35° C.

Grafikon 1: Premer (srednja vrednost ± S.E.) kulture *C. ferruginosum* pri temperaturah 10, 20, 25, 30 in 35° C.

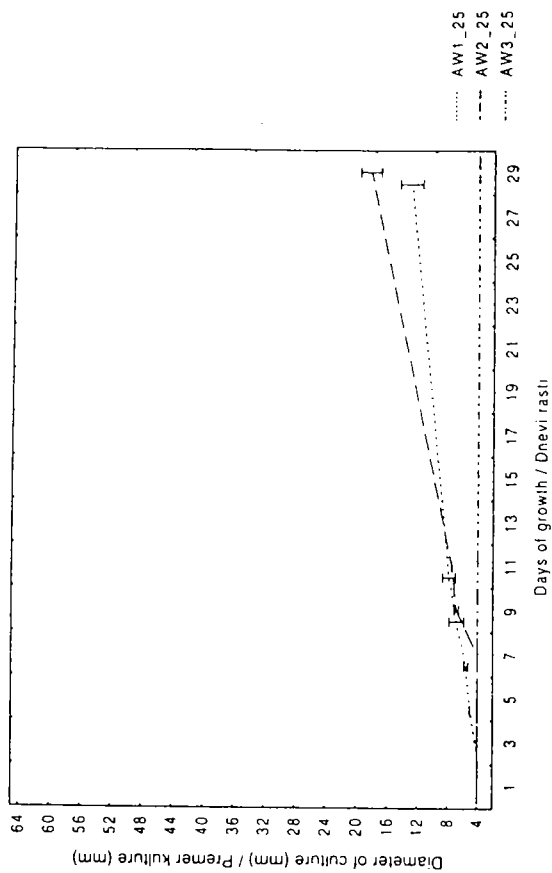
At 10° C *C. ferruginosum* grows well on relatively humid growth medium (aw1, aw2), it doesn't grow in relatively dry conditions (aw3) (Graph 2).



Graph 2: Diameter (mean  $\pm$  S.E.) of *C. ferruginosum* culture on medium with different available water (aw1 = 0,98, aw2 = 0,96, aw3 = 0,94), at 10° C.

Grafikon 2: Premer (srednja vrednost  $\pm$  S.E.) kulture *C. ferruginosum* na podlagi z različnimi količinami dostopne vlage (aw1 = 0,98, aw2 = 0,96, aw3 = 0,94), pri 10° C.

Growth rate of the fungus at 25° C and higher aw (aw1, aw2) is less than that at 10° C. As at 10° C the fungus doesn't grow at aw3 (Graph 3).



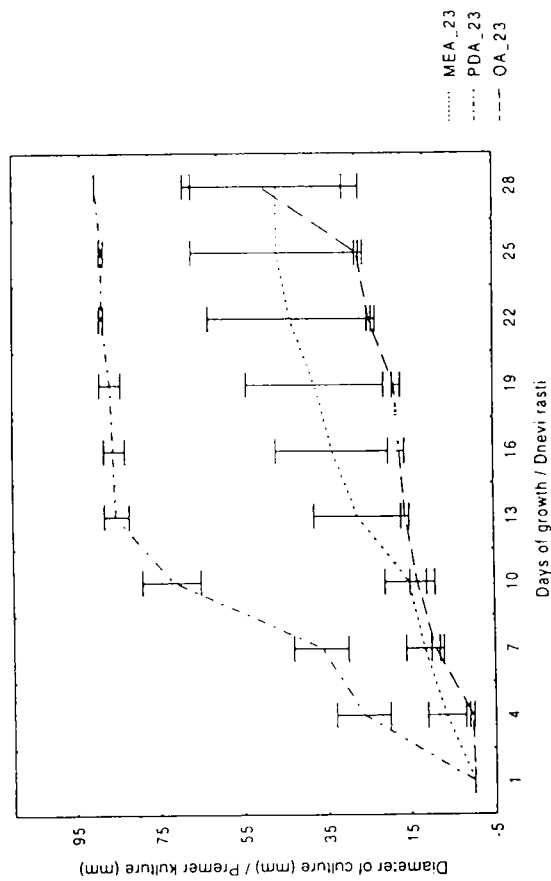
Graph 3: Diameter (mean  $\pm$  S.E.) of *C. ferruginosum* culture on the medium with different available water (aw1 = 0,98, aw2 = 0,96, aw3 = 0,94), at 25° C.

Grafikon 3: Premer (srednja vrednost  $\pm$  S.E.) kulture *C. ferruginosum* na podlagi z različnimi količinami dostopne vlage (aw1 = 0,98, aw2 = 0,96, aw3 = 0,94), pri 25° C.

At 30° C and 35° C there is no growth on any medium no matter what the aw.

### 3.2 DIFFERENCE IN GROWTH ON MEA, PDA AND OA

The growth of *C. ferruginosum* cultures on different growth media is presented in Graph 4. The growth on MEA medium is irregular, often with rather quick outgrowths of parts of a colony, which leads to a high level of variability in the results. In culture, the fungus forms conidiomata which begin to appear on the 14<sup>th</sup> day of subculturing on PDA and OA and on the 20<sup>th</sup> day on MEA.



Graph 4: Diameter (mean  $\pm$  S.E.) of *C. ferruginosum* culture on the MEA, PDA and OA at 23 $^{\circ}$  C.

Grafikon 4: Premer (srednja vrednost  $\pm$  S.E.) kulture *C. ferruginosum* na podlagi MEA, PDA and OA pri 23 $^{\circ}$  C.

The growth rate of the fungus is highest on PDA medium, while on MEA it is higher than on OA up to the end of the experiment, when the growth rate is equalised.

### 4 DISCUSSION

The biology and pathogenicity of *C. ferruginosum* has been thoroughly investigated in numerous works. It is defined as a facultative parasite of many pine species, although it rarely occurs in fir and spruce species (KUJALA 1950, LORENZ 1967, SMERLIS 1973). Its occurrence and ecological role is mostly regarded as saprobic and, as such, it cannot be harmful to its host if it grows under favourable climatic and site conditions (KOBAYASHI / MAMIYA 1963, LUKOMSKI 1968). The interpretation of its definition as a facultative parasite is based on numerous examples of its epidemic spreads after prolonged droughts, severe winters or other ecological disturbances in previous seasons, (LENGYEL 1963, PETRAK 1961, DONAUBAUER 1974, TORRES 1972, CAPRETTI / PANCONESI / PARRINI 1987, JURC 1987, SINCLAIR / LYON / JOHNSON 1987) such as epidemics of *C. ferruginosum* after attacks of harmful insects (DOMINIK 1976, LORENZ 1966, 1967).

*C. ferruginosum* fructifications are found on pine branches. If branches with immature ascomata are kept in moist conditions numerous conidiomata with masses of conidia can be found on the bark (JURC, D., unpublished observation). Stromatic tissues are formed in the bark and ascomata are formed on the scars of dropped needles, in bark cracks, or over entire branch surfaces. Millar (1981) supposed that infection occurs through, or in the vicinity of, the terminal bud in the succulent terminal region. Mechanical damage from insects as possible entrance points are also mentioned. Gremmen's (1959) statement that this fungus is a pioneer organism of branches still attached to the tree and that it only seems to inhabit branches suffering from primary parasitic attack, e.g. after damage by *Gremeniella abietina* or after insect damage (*Cecidomya brachyntera*), is also well-accepted.

*C. ferruginosum* is frequently isolated from Scots pine. Its endophytic occurrence in needles of *P. sylvestris* in plantations was reported by Rack and Scheidemann (1987). In parallel research of healthy and diseased needles they established that the fungus is more frequently isolated from the top and bottom of the crown, although there was no difference in the frequencies of isolation between old and young trees, and none among different age classes of the needles. Helander et

al. (1994) found that the highest number of *C. ferruginosum* infections occur in the base segments of needles of Scots pine. They suppose that the fungus either systematically colonizes the needles beginning with the twigs and moving through the petioles into the needle base or that colonisation starts from spores invading the needle base and proceeding systematically into the twigs.

We presume that the relatively high *C. ferruginosum* infection rate of the needles enables this fungus to invade the twigs of drought stressed Austrian pine trees and that its constant presence as an endophyte explains why the epidemics can occur suddenly over such large areas, as occurred in Slovenia in 1986. Our results explain the ability of the fungus to invade the tissues of its host during colder periods of year and when the substrate is highly moistened. High summer temperatures are unsuitable for its growth. Suitable conditions for its spread from the needles to the twigs occurs more often in the wet and relatively warm winter conditions of a submediterranean climate than in Nordic countries where the epidemic dying of pines doesn't occur. The optimal humidity for growth of this fungus is high and even at 10° C it still grows considerably. The symptoms of *C. ferruginosum* dieback of twigs occurs in Slovenia during the winter months (December through March) when the average monthly temperatures varies between 3° C to 7° C and when more than half of the yearly precipitation falls (1.643 mm). A prerequisite condition for the outbreak of a *Cenangium* dieback of pines is a previous drought which modifies or damages the host. The nature of these damages are not defined but are inevitably connected with host defense mechanisms.

There are no comparative literature data about the growth of *C. ferruginosum* on different nutrient sources. Based on our data it has been established that the substrate is an important factor and influences the growth rate of the fungus considerably.

## 5 POVZETEK

Namen laboratorijskih poskusov je bil določiti toplotne in vlažnostne razmere za rast *C. ferruginosum* v kulturi in ugotoviti rast glive na različnih hranilnih gojiščih. Predvidevali smo, da bodo ti podatki odkrili tiste ekološke dejavnike, ki so odločilni za rast glive in so pogoj za izbruh bolezni. Ti dejavniki omogočajo glivi, da prekine svoje mirujoče endofitno stanje in hitro preraste oslabela tkiva gostitelja.

Rast *C. ferruginosum* je pri 10° C in 20° C podobna, najhitrejša je pri 25° C. Visoke temperature (30° C in 35° C) niso ustrezne in pri teh temperaturah gliva ne raste (grafikon 1).

Pri 10° C *C. ferruginosum* dobro raste na relativno vlažni hranilni podlagi (aw1, aw2), ne raste pa na relativno suhi podlagi (aw3) (grafikon 2).

Pri 25° C in višji dostopni vlagi (aw1, aw2) je rast manjša kot pri 10° C. Gliva ne raste na aw3 (grafikon 3).

Pri 30° C in 35° C gliva ne raste ne glede na količino dostopne vode.

Najhitreje raste na gojišču PDA. Na gojišču MEA je rast večja kot na gojišču OA vse do konca poskusa, ko se izenači.

Domnevamo, da relativno močna, stalna okuženost zdravih iglic s *C. ferruginosum* omogoča tej glivi razrast iz iglic v vejice črnih borov, ki so oslajeni zaradi suše. Njena stalna endofitna prisotnost je razlog, da epidemije nastopijo nenadno na tako velikih območjih, kot v Sloveniji v letu 1986. Naši rezultati pojasnjujejo sposobnost glive, da okuži tkiva gostitelja med hladnimi letnimi obdobji in takrat, ko je podlaga dovolj vlažna. Visoke poleine temperature so neustrezne za njeno rast. Ustrezne razmere za njeno razraščanje iz iglic v vejice so pogostejše v vlažnem in relativno toplim zimskem obdobju submediteranskega podnebja kot pa v hladnem podnebnju nordijskih držav, kjer se epidemije bolezni ne pojavljajo. Optimalna vlažnost za rast glive je visoka, pri njej znatno raste še pri 10° C. Simptomi sušice borovih vej se pojavljajo v



Sloveniji v zimskih mesecih (od decembra do marca), ko so povprečne mesečne temperature med 3° C in 7° C in ko pade več kot polovica letnih padavin (1.643 mm). Pogoji za izbruh sušice borovih vej je predhodna suša, ki spremeni oziroma poškoduje gostitelja. Narava teh poškodb ni znana, vendar so neobhodno povezane z obrambnimi mehanizmi gostitelja.

V literaturi niso opisani primerljivi podatki o rasti kulture *C. ferruginosum* na različnih hranilnih podlagah. Na osnovi naših podatkov ugotavljamo, da je hranilna podlaga pomemben dejavnik, ki močno vpliva na rast glive.

## 6 ACKNOWLEDGEMENTS

The work was funded by The Ministry of Agriculture and Forestry, The Ministry of Science and Technology of the Republic of Slovenia (No. V9-6913-040) and The British Council of Slovenia (ALIS link No 28 1996/99).

## 7 REFERENCES

- BUTIN, H., 1996. Krankheiten der Wald- und Parkbäume. Diagnose - Biologie - Bekämpfung.- Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New-York, 261 s.
- CAPRETTI, P. / PANCONESI, A. / PARRINI, C., 1987. Dieback of Aleppo and Maritime pine in plantations in northern Maremma, Italy.- Monti e Boschi, 38, s. 42-46.
- DALLYN, H. / FOX, A., 1980. Spoilage of materials of reduced water activity by xerophilic fungi.- In: Microbial Growth and Survival Extremes of Environment (ed. G. H. Guild & J. E. L. Corry). London, Academic Press, s. 129-139.
- DOMINIK, J., 1976. Insect pests and fungus diseases in young plantations and thickets of *Pinus ponderosa*, *P. jeffreyi*, *P. flexilis* and *P. resinosa* in the experimental forest at Rogów.- Sylwan 120, s. 14-18.
- DONABAUER, E., 1974. Dieback of Pines in Austria caused by *Scleroderma lagerbergii* and *Cenangium ferruginosum*.- In 100 Jahre Forstliche Bundesversuchsanstalt, Vienna, Austria. Forstliche Bundesversuchsanstalt, s. 67-98.

- GREMMEN, J., 1959. A Contribution to the Mycoflora of Pine Forests in the Netherlands.- Nova Hedwigia, B1, 3n., 4, s. 267-287.
- 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.- Can. J. Bot. 72, s. 1108-1113.
- JURC, D., 1987. Zanimivosti naše mikoflore. 2 Povzročitelj sušice borovih vej.- Proteus, Prorodoslovno društvo Slovenije, Ljubljana, s. 183-187.
- JURC, M., 1996. Endofitne glive in njihove značilnosti v iglicah črnega bora (*Pinus nigra* Arn.). (Endophytic fungi and their characteristics in the needles of Austrian pine (*Pinus nigra* Arn.)).- Dissertation thesis, University of Ljubljana, Department of biology, 198 s.
- KUJALA, V., 1950. Über die Kleinpilze der Koniferen in Finland.- Communicationes Instituti Forestalis Fenniae, Helsinki, 38, 121 s.
- KOBAYASHI, T. / MAMIYA, Y., 1963. A *Cenangium* causing dieback of Japanese Pines.- Bull. For. Exp. Sta., Meguro, Tokyo, No. 161, s. 133-150.
- LENGYEL, G., 1963. Dieback of *Pinus nigra* var. *ausriaca* in Hungary, 1960-1962. Erdész.- Kutatás, Budapest 59, s. 55-75.
- LORENZ, I., 1966. The condition affecting the infection and development of Pine dieback (*Cenangium ferruginosum* Fr.) - Arch. Forstw 15, s. 725-734.
- LORENZ, I., 1967. Studies on the biology and pathogenicity of *Cenangium ferruginosum* Fr.- Arch. PflSch., Berl. 3, s. 143-153.
- LUKOMSKI, S., 1968. Studies on biology and harmfulness of the fungus *Cenangium ferruginosum* Fr. ex Fr.- Prace Instytutu Badawczego Lesnictwa, Warszawa. No. 352, s. 55-96.
- MAGAN, N. / LACEY, J., 1984. Effect of temperature and pH on water relations of field and storage fungi.- Trans. Br. mycol. Soc., 82, s. 71-81.
- MILLAR, C. S., 1981. Infection processes on conifer needles.- In Microbial Ecology of the Phylloplane, ed. J.P. Blakeman, London, Academic Press, s. 185-209.
- PETRAK, F., 1961. Critical remarks on the mortality of Pines in Austria.- Sydowia 15, s. 152-158.
- RACK, K. / SCHEIDEMANN, U., 1987. Über Sukzession und pathogene Eigenschaften Kiefernadeln bewohnender Pilze - Eur. J. For. Path., 17, s. 102-109.

- SINCLAIR, W. A. / LYON, H. H. / JOHNSON, W. T., 1987. Diseases of trees and shrubs.- Comstock Publishing Associates, Cornell University Press, Ithaca London, 575 s.
- SMERLIS, E., 1973. Pathogenicity tests of some discomycetes occurring on conifers.- Canadian Journal of Forest Research 3, s. 7-16.
- TORRES, J., 1972. *Cenangium ferruginosum* as a factor in natural selection.- Boletín de la Estación Central de Ecología 1, s. 29-30.

GDK 811.4 + 812.15 + 174 7 *Abies alba* (Mill.) (497 12 Ravnik)

Prispelo / Received. 30. 9. 1997  
Sprejeto / Accepted. 10. 10. 1997

Izvirni znanstveni članek  
Original scientific paper

## ZVEZA MED ŠIRINO BRANIKE IN ELEKTRIČNO UPORNOSTJO ŽIVIH TKIV PRI JELKI (*ABIES ALBA* MILL.) NA RAVNIKU

Tom LEVANIČ, Niko TORELLI, Martin ZUPANČIČ\*\*\*

### Izvleček

Na Ravniku smo sistematično raziskali 40 različno prizadetih jelk (*Abies alba* Mill.). Ugotovili smo, da je zveza med električno upornostjo živih tkiv (ER) in širino branike, nastale v istem letu, obratnosorazmerna in ni tesna. Višina odčitka se med leti spreminja in je v veliki meri odvisna od klime v preučevanem letu. S poškodovanostjo se je variabilnost odčitkov povečevala in to neodvisno od klimatskih razmer v preučevanem letu. Velika variabilnost odčitkov vodi ob nepoznavanju ekoloških dejavnikov v preučevanem letu k napačni ocenitvi fiziološkega stanja drevesa.

Ključne besede: električna upornost živih tkiv, propadanje gozda, jelka (*Abies alba* Mill.), dendroekologija, Slovenija

## RELATIONSHIP BETWEEN ELECTRICAL RESISTANCE OF THE LIVING TISSUE AND TREE-RING WIDTH IN SILVER FIR (*ABIES ALBA* MILL.) ON RAVNIK (SLOVENIA)

### Abstract

On the research plot Ravnik 40 systematically selected silver firs (*Abies alba* Mill.) were analysed. It was established that the relationship between electrical resistance of living tissues (ER) and tree-ring formed in the year of measuring was negative and not high ( $r^2=0,47$ ). Year to year variation of ER is highly variable and is strongly influenced by climate. The variability of ER measurements increases with decreasing tree vitality and is independent of the climate. High variability together with improper interpretation of ecological factors can lead to false assessment of physiological tree condition.

Key words: electrical resistance of living tissues, forest decline, silver fir (*Abies alba* Mill.), dendrochronology, Slovenia

Dr. Biotehniška fakulteta, oddelek za lesarstvo, 1001 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34, SLO  
Prof. dr. Biotehniška fakulteta, oddelek za lesarstvo, 1001 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34, SLO  
Spec. dipl. inž., Biotehniška fakulteta, oddelek za lesarstvo, 1001 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34, SLO

SMITHIES, O., 1955. Zone electrophoresis in starch gels. Group variations in the serum proteins at normal human adults.- *Biochemical Journal*, 61, pp. 629-641.

STAMMLER, G. / SEEMÜLLER, E., 1994. Detection of *Phytophthora fragariae* var. *rubi* in infected raspberry roots by PCR.- In: Schots, A., Dewey, F.M., Oliver, R.P. (Eds): *Modern assays for plant pathogenic fungi. Identification, detection and quantification*. CAB International, Wallingford, pp. 135-139.

STRAUS, S. H. / HOWE, G. T., 1990. An investigation at somatic variability Por ribosomal RNA gene number in old - growth Sitka spruce.- *Can. J. For. Res.*, 20, pp. 853-856.

SUGIYAMA, J. / NISHIDA, H. / SUH, S.-O., 1993. The paradigm of fungal diagnoses and descriptions in the era of molecular systematics: *Saitoella complicata* as an example.- In: Reynolds, D.R., Taylor, J.W. (Eds) *The fungal holomorph: mitotic, meiotic and pleomorphic speciation in fungal systematics*. CAB International, Wallingford, pp. 261-269.

TAYLOR, J., W., 1993. A contemporary view of the holomorph: nucleic acid sequence and computer databases are changing fungal classification.- In: Reynolds, D.R., Taylor, J.W. (Eds) *The fungal holomorph: mitotic, meiotic and pleomorphic speciation in fungal systematics*. CAB International, Wallingford, pp. 3-13.

VOGLER, D. R. / BRUNS, T.D., 1993. Use of molecular characters to identify holomorphs: an example from rust genus *Cronartium*.- In: Reynolds, D.R., Taylor, J.W. (Eds) *The fungal holomorph: mitotic, meiotic and pleomorphic speciation in fungal systematics*. CAB International, Wallingford, pp. 237-245.

WAGNER, D. B., 1992. Nuclear, chloroplast, and mitochondrial DNA polymorphisms as biochemical markers in population genetic analyses of forest trees.- *New Forests*, 6, pp. 373-390.

WILSON, E. O., 1989. Threats to biodiversity.- *Sci. Am.*, 261, pp. 108-116.

GDK 172.8 *Armillaria* spp., 443: (497, 12)

## RAZISKAVE ŠTOROVK (ARMILLARIA [FR.: FR.] STAUDE) V SLOVENIJI

Alenka MUNDA\*

### Izlevček

V raziskavi smo ugotovili, da je v Sloveniji razširjenih šest vrst štorovk: *Armillaria borealis*, *A. cepistipes*, *A. gallica*, *A. mellea*, *A. ostoyae* in *A. tabescens*. Vrste štorovk smo identificirali s križanjem s testnimi kulturami ter z analizo morfoloških značilnosti trosnjakov in micelija v čisti kulturi. V sestavku obravnavamo njihovo razširjenost, virulentnost in ekologijo. Najbolj pogosti in tudi najbolj virulentni sta vrsti *A. ostoyae* in *A. mellea*; prva povzroča odmiranje sadik in trohnobo v koreninah in dnušču debela pri iglavcih, druga pa sušenje listavcev, predvsem hrastov in sadnega drevja. Preostale vrste štorovk so pretežno saprofitske glive in zajedajo le oslabele dreveje.

*Ključne besede:* *Armillaria* spp., poškodbe drevesnega rastiša, ekologija, Slovenija

## RESEARCH ON HONEY FUNUS (ARMILLARIA [FR.: FR.] STAUDE) IN SLOVENIA

### Abstract

Six species of the genus *Armillaria* have been found in Slovenia: *Armillaria borealis*, *A. cepistipes*, *A. gallica*, *A. mellea*, *A. ostoyae* and *A. tabescens*. Compatibility tests as well as morphological studies of fruitbodies and mycelium in culture were used for species identification. Their distribution, pathogenicity and host range is discussed. The most common and the most virulent species are *A. ostoyae* and *A. mellea*, the first one killing young conifers and causing butt rot in spruce, the second one causing damage to oaks in oak forests and to fruit trees. Other species are mostly saprophytic and infect only senescent and weak trees.

*Key words:* *Armillaria* species, damage to tree growth, fungal ecology, Slovenia

## 1 UVOD

Štorovke sodijo med najbolj pogoste in razširjene glive pri nas. Njihova vloga v gozdnem ekosistemu je zelo pestra. Žive kot paraziti na živem drevju, kot saprofiti pa razkrajajo les v odmrlih drevesnih delih. Parazitske vrste povzročajo trohnobo v koreninah in spodnjem delu debla. Zajedajo iglasto in listnato drevje, precejšnje škodo pa povzročajo tudi na kmetijskih zemljiščih.

Rod štorovk po Ainsworthovi delitvi uvrščamo v poddeblo prostotrosnic (*Basidiomycotina*), razred kožastih gliv (*Hymenomycetes*), red lističark (*Agaricales*) in družino kolobarnic (*Tricholomataceae*). Rod je taksonomsko zelo težaven, saj združuje glive, ki so izredno variabilne in jih težko razlikujemo po morfoloških značilnostih trosnjakov. V literaturi najdemo opisanih več kot petdeset vrst štorovk. Zaradi enostavnosti so jih obravnavali kar kot zbirno vrsto *Armillaria mellea* s. l. in pri tem poudarjali, da gre za zelo polimorfen takson, ki ga po vsej verjetnosti sestavlja več vrst. Leta 1978 je finski raziskovalec Korhonen ugotovil, da je populacija štorovk v Evropi sestavljena iz sedmih genetsko izoliranih skupin, torej je iz sedmih vrst. Imenovali so jih *Armillaria borealis* Marxm. et Korh., *A. cepistipes* Velen., *A. ostoyae* (Romagn.) Herink, *A. mellea* (Vahl : Fr.) Kummer, *A. gallica* Marxm. et Romagn., *A. tabescens* (Scop. : Fr.) Dennis, Orton, Hora in *A. ectypa* (Fr.) Moreau (WATLING KILE GREGORY 1982, TERMORSHUIZEN ARNOLDS 1987).

V Sloveniji je prvi omenil štorovke Scopoli v delu Flora Carniolica (1772): na rastiščih v okolici Idrije je opisal vrsti *Agaricus tabescens* in *Agaricus putridus*. Kasneje so številni proučevalci mikoflore slovenskih pokrajin v popisih gliv omenjali, da so štorovke pogoste in zelo razširjene: vendar pa so navedli le malo njihovih najdišč: v Ljubljani in okolici (VOSS 1889 -1892), na rudniškem lesu v rudnikih v Trbovljah in Velenju (ŠARIČ 1957), v predninarskih gorskih pragozdovih (HOČEVAR 1885, HOČEVAR TORTIČ 1975). V teh raziskavah so štorovke obravnavali kot zbirno vrsto *A. mellea*.

Namen našega dela je bil proučiti rod *Armillaria* s sodobnega taksonomskega gledišča ter raziskati razširjenost, ekologijo in virulentnost posameznih vrst štorovk.

## 2 METODA DELA

V letih 1988 - 1992 smo zbrali 168 primerkov štorovk s 115 lokacij. Nabirali smo trosnjake (v času fruktifikacije, od septembra do novembra), rizomorfe in primerke okuženega lesa s štorov in stoječih dreves. Zabeležili smo gostitelje in substrat, na katerem so rasi. Opisali smo morfološke značilnosti trosnjakov, jih posušili in shranili v herbariju na Gozdarskem inštitutu Slovenije.

Iz nabranih primerkov štorovk smo izolirali micelij v čisti kulturi. Za izolacijo smo uporabili gojišče iz sladnega agarja (1.5 %). Opazovali smo značilnosti micelija v čisti kulturi, predvsem obliko, razvejenost in hitrost rasti rizomorfov ter barvo in trdnost micelija.

Pri določevanju vrst smo uporabljali laboratorijsko metodo, t. i. mating test (KORHONEN 1978). Izolate štorovk smo križali s testnimi kulturami - haploidnimi izolati iz vseh evropskih vrst štorovk, katere kot referenčne izolate uporabljamo pri identifikaciji štorovk. Testne kulture nam je iz svoje zbirke poslal Korhonen. Uporabili smo štirindvajset testnih kultur - štiri za vsako vrsto štorovk. Križali smo jih v petrijevkah na gojišču iz sladnega agarja. Petrijevke smo inkubirali pri sobni temperaturi in v temi. Rezultate križanja smo ocenili prvič po treh tednih in znova po šestih tednih. Opazovali smo makroskopske in mikroskopske spremembe, ki so nastale pri križanju in po tem skleпали ali izolata pripadata isti ali različni vrstama. Pri križanju primerkov iz iste vrste (kompatibilno križanje) je nastala homogena kolonija, prekrila jo je skorjasta psevdostroma, rasti so začeli rizomorfi. Pri križanju izolatov iz različnih vrst (inkompatibilno križanje) teh znamenj ni bilo, izolata se nista zrasla, med njima se je oblikovala izrazita razmejitvena proga.

Patogenost izolatov smo ocenili ob vzorčenju. Pri tem smo kot patogene obravnavali izolate, ki smo jih pridobili iz okuženega lesa, micelija in podlubnih

rizomorfov na stoječem drevju, kot saprofitske pa izolate iz podzemnih rizomorfov in trosnjakov, ki so rasli na štorih in lesnih ostankih.

Zemljepisno razširjenost vrst štorovk smo prikazali na kartah za kariranje evropske flore (MUNDA 1992).

### 3 REZULTATI

Na podlagi križanj izolatov štorovk s testnimi kulturami in analize morfoloških značilnosti trosnjakov ter micelija v čisti kulturi smo ugotovili, da v Sloveniji raste šest vrst štorovk: *A. borealis*, *A. cepistipes*, *A. gallica*, *A. mellea*, *A. ostoyae* in *A. tabescens*. Najbolj pogosta je bila vrsta *A. ostoyae*. Našli smo jo na 48 najdiščih (57 primerkov). Druge vrste štorovk so bile manj pogoste in so se pojavljale lokalno. Vrsto *A. mellea* smo zabeležili na 32 najdiščih (36 primerkov), vrsto *A. cepistipes* na 26 najdiščih (30 primerkov), vrsto *A. gallica* na trindvajsetih (35 primerkov), vrsto *A. tabescens* na peth (šest primerkov) in vrsto *A. borealis* na treh najdiščih (štirje primerki). Pogostost posameznih vrst štorovk je bila odvisna od nadmorske višine, rastišča in biotskih dejavnikov (kompeticija antagonističnih gliv za hrano in prostor).

Vrste štorovk smo lahko zanesljivo identificirali le s križanjem s testnimi izolati, po morfoloških kriterijih pa le deloma. Za identifikacijo vrst so pomembne naslednje značilnosti trosnjakov: barva klobuka, razporeditev lusk na klobuku in betu, značilnosti zastralca, oblika beta in zadebelitev dničša beta, številnost in oblika rizomorfov, način njihove rasti ter prisotnost zaponk na septah hif. Po velikosti trosrov ne moremo prepoznati in razlikovati vrst štorovk.

Vrste *A. borealis*, *A. cepistipes* in *A. ostoyae* smo izolirali večinoma iz iglavcev, vrste *A. mellea*, *A. gallica* in *A. tabescens* pa iz listavcev. Posamezne vrste štorovk so bile deloma specializirane na različne gostitelje, vendar specializacija ni bila popolna. Bolj izrazita je bila pri parazitskih vrstah oz. v parazitski fazi njihovega razvoja.

Tabela 1: Razporeditev izolatov štorovk po gostiteljih in patogenosti  
Table 1: *Armillaria* sp. classified according to their hosts and pathogenicity

VRSTA ŠTOROVK	GOSTITELJI	št. patogenih izolatov	št. nepatogenih izolatov
<i>A. borealis</i>	<i>Abies alba</i> , <i>Picea abies</i> <i>Fagus sylvatica</i>	1	3
<i>A. cepistipes</i>	<i>Abies alba</i> , <i>Picea abies</i> <i>Corylus avellana</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Quercus sp.</i> , <i>Sambucus nigra</i> , <i>Salix sp.</i>	9	9
<i>A. gallica</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Castanea sativa</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Malus domestica</i> , <i>Populus tremula</i> , <i>Prunus avium</i> , <i>Quercus sp.</i> , <i>Salix caprea</i> , <i>Picea abies</i>	5	25
<i>A. mellea</i>	<i>Abies alba</i> , <i>Picea abies</i> <i>Acer pseudoplatanus</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Juglans regia</i> , <i>Malus domestica</i> , <i>Prunus avium</i> , <i>P. domestica</i> , <i>Pyrus communis</i> , <i>Quercus sp.</i> , <i>Tilia cordata</i> , <i>Vitis vin.</i>	1	6
<i>A. ostoyae</i>	<i>Abies alba</i> , <i>Picea abies</i> , <i>P. omorika</i> , <i>Pinus strobus</i> , <i>Pseudotsuga menziesii</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Prunus domestica</i> , <i>Quercus sp.</i>	28	10
<i>A. tabescens</i>	<i>Pinus sylvestris</i> <i>Quercus sp.</i>	6	13
		1	4
		1	4

### 4 RAZPRAVA IN SKLEPI

Rod štorovk v Evropi obsega le sedem vrst, vendar je taksonomsko zelo težaven. Edini zanesljiv način način za identifikacijo vrst štorovk je križanje s testnimi kulturami. Metoda je zapletena in zamudna, vezana je na delo v laboratoriju in je za uporabnike največkrat preveč zahtevna. Po morfoloških značilnostih trosnjakov ni mogoče vselej z gotovostjo prepoznati vrst štorovk. Izjema je vrsta *A. tabescens*, za katero je značilno, da na belu nima zastralca in

jo zato zlahka razlikujemo od drugih vrst. Med vrstami, ki imajo zastiralce, pa nekoliko laže prepoznamo le vrsto *A. mellea* - po bazidijih, na katerih nikoli ni zaponk, najtežje pa razlikujemo med vrstama *A. cepistipes* in *A. gallica*.

Najbolj pogosta vrsta štorovk pri nas je *A. ostoyae*. Raste predvsem na iglavcih in je razširjena povsod po Sloveniji. Je parazitska gliva, vendar le redko primarni parazit. Večjo škodo povzroča na drevju, ki raste na neprimernih rastiščih, je izpostavljeno neugodnim podnebnim razmeram in drugim dejavnikom, ki slabe vitalnost dreves. Zaradi okužbe s to glivo pogosto propadejo sadike, ki jih posadijo na okuženem rastišču. V sestojih iglavcev je ta vrsta dominantna in pogosto tudi edina vrsta štorovk. Na listavcih živi kot gniloživka na starem in odmrlem drevju in ne povzroča škode. Največkrat jo najdemo na hrastih. Iz številnih raziskav je znano, da so odmrli deli listavcev zelo dober substrat za saprofitički razvoj štorovk, tudi vrst, ki v parazitski fazi žive na iglavcih (GUILLAUMIN in sod. 1993).

Nasprotno pa vrsta *A. mellea* zajeda večinoma listavce. Raste v nižinah, redkeje v hribovitem svetu in do 900 m nadmorske višine. Pogosta je v hrastovih gozdovih, kjer raste skupaj s vrsto *A. gallica*. Za to vrsto lahko ugotovimo, da med gozdnim drevjem najbolj ogroza hrast, na kmetijskih zemljiščih pa povzroča sušenje sadnega in okrasnega drevja ter grmičevja. Njena vloga pri propadanju hrastov je še v veliki meri nepojasnjena. Pojavlja se tudi na iglavcih, največkrat na smreki, a le kot gniloživka na odmrlem lesu. Pogosto pa povzroči sušenje sadik iglavcev, ki jih posadijo na krčevino okuženega listnatega gozda.

Druge vrste štorovk so pretežno saprofiti in redko povzročijo trohnobo. Vrsti *A. gallica* in *cepistipes* živita kot gniloživki na štorih in na odmrlem drevju in zajedata le oslabele drevje. Vrsti sta v Sloveniji pogosti in razširjeni. *A. gallica* pogosto živi kot fakultativni parazit na hrastih. V hrastovih sestojih je veliko pogostejša kot bolj patogena vrsta *A. mellea*. Značilno za to vrsto je, da povpišinsko okuži korenine in živi na njih kot epifit vse dokler korenine toliko ne oslabiljo, da jih lahko okuži. Vrsta *A. cepistipes* pa raste večinoma na iglavcih, pogosto skupaj z vrsto *A. ostoyae*. Pri nas ima širši krog gostiteljev in je pogostejša kot drugod po Evropi, kjer raste predvsem v hribovitem svetu, v

nižinah pa prevladuje vrsta *A. gallica* (GUILLAUMIN in sod. 1993). Za obe vrsti je značilno, da obkujeta veliko rizomorfov. Gost preplet rizomorfov najdemo pod lubjem starih štorov (podlubni rizomorfi) in v zgornji plasti tal (podzemni rizomorfi). So čvrsti, debeli in v tleh zelo obstojni. Pri vrsti *A. gallica* zrastejo 0,3 - 0,6 m na leto (RISHBETH 1991).

Nastanek in širjenje okužbe sta pri različnih vrstah štorovk različna. Odvisna sta od njihove virulentnosti, tvorbe rizomorfov, hitrosti razgrajevanja lesa, fruktifikacije. Vrsti *A. gallica* in *A. cepistipes* imata dolge, robustne in hitro rastoče podzemne rizomorfe, s katerimi se hitro širita in naselita v nov substrat. Nasprotno pa bolj virulentna vrsta *A. ostoyae* oblikuje manj rizomorfov. Razširja se predvsem z bazidiosporami, ki naselijo površino sveže posekanih štorov, okužijo pa tudi večje rane na stoječem drevju. Posamezni osebkii so pri tej vrsti manjši kot pri drugih vrstah štorovk, kar potrjuje, da so za njeno razširjanje pomembne predvsem bazidiospore in manj vegetativni micelij ter podzemni rizomorfi. Tudi pri vrsti *A. mellea* najdemo le malo rizomorfov, so krhki in neobstojni ter zato za širjenje okužbe manj pomembni. Gliva se razširja največ z micelijem, ki preide iz okuženih v zdrave korenine na mestih, kjer se le-te zraščaajo.

V hrastovih gozdovih raste tudi vrsta *A. tabescens*. Gobarji jo imenujejo dobova mraznica ali brezobročna štorovka. Njeni trosnjaki v septembru in oktobru rastejo v gostih šopih na dnižjih odmrlih dreves in na štorih. Ta vrsta štorovk raste v sredozemskih deželah in v Angliji, pojavlja pa se lokalno, praviloma v nižinskih hrastovih gozdovih (GUILLAUMIN in sod. 1993).

Zanimivo je, da pri nas raste tudi vrsta *A. borealis*. To je borealna vrsta in je razširjena predvsem v Skandinaviji, posamezna najdišča pa so tudi v hribovitem svetu na Irskem, v Nemčiji, Avstriji in na severu Francije (GUILLAUMIN in sod. 1993). Pri nas jo najdemo na Pokljuki in v dolini Male Pišnice, na nadmorski višini nad 1000 m. Ta najdišča so med najbolj južnimi, kar so jih doslej odkrili in predstavljajo južne meje areala razširjenosti vrste *A. borealis* v Evropi. Tudi vrsta *A. borealis* je pretežno saprofitna gliva. V skandinavskih deželah, kjer je najbolj

razširjena, pa povzroča trohnobo na oslabelem drevju na slabših rastiščih (KORHONEN 1978).

Izmed vrst, ki so jih doslej našli in opisali v Evropi, pri nas nismo našli le vrste *A. ectypa*. Tako kot *A. tabescens* tudi ta vrsta nima zastiralca. Raste na šotnem mahu na visokih barjih ponekod v srednji in severni Evropi (KORHONEN 1978). Poznajo le malo njenih rastišč in so jo uvrstili na seznam ogroženih vrst gliv.

## 5 SUMMARY

Members of the genus *Armillaria* are parasitic fungi that cause root rot and, often, the dying of trees. The intention of this research was to study the species composition, ecology and virulence of the *Armillaria* species in Slovenia. From 1988 to 1992 we collected 168 specimens from different climatic and geographical regions of Slovenia. The species of the *Armillaria* genus are very variable and their identification is possible only through compatibility tests using the method introduced by the Finnish researcher KORHONEN (1978). We have used this method to identify Slovenian species of the *Armillaria* genus. Six species were found: *Armillaria borealis*, *A. cepistipes*, *A. gallica*, *A. mellea*, *A. ostoyae* and *A. tabescens*. The most widely spread and common is *A. ostoyae*. Other species are less common and appear locally. Individual species of the *Armillaria* genus have adapted to various hosts but the adaptations are not complete. In the saprophytic phase they live on stumps and in the wooden remains of various tree species, while in the parasitic phase of development they become more specialised. *A. ostoyae* infects conifers, particularly spruce trees, and causes rot in the roots and butt, as well as dying of younger trees. *A. mellea* infects deciduous trees, most often oaks. It is also very common on farming lands where it causes the dying of orchard trees and vines. Other species of the *Armillaria* genus are mostly saprophytes or facultative parasites which infect trees that are weakened by other factors. *A. gallica* grows mostly on deciduous trees and *A. cepistipes* on conifers. The species *A. tabescens* and *A. borealis* are very rare in our region, the former is found only in oaks, while the latter is a boreal species and is found in spruce, fir and beech trees in the alpine

phytogeographical area. The growth sites of this fungus in Slovenia are at the most southern boundary of the spread of this species in Europe.

## 6 VIRI

- GUILLAUMIN, J. J./ MOHAMMED, C./ ANSELMINI, N./ COURTECUISSIE, R./ GREGORY, S. C./ HOLDENRIEDER, O./ INTINI, M./ LUNG, B./ MARXMÜLLER, H./ MORRISON, D./ RISHBETH, J./ TERMORSHUIZEN, A. J./ TIRRO, A./ VAN DAM, B., 1993. Geographical distribution and ecology of the *Armillaria* species in Western Europe. - Eur. J. For. Path., 23, 6, s. 321 - 341.
- HOČEVAR, S., 1985. Predinarski gorski pragozdovi. Strokovna in znanstvena dela - Ljubljana. Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo in Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, s. 142 - 239.
- HOČEVAR, S./ TORTIČ, M., 1975. Višja mikoflora v Krakovskem gozdu. - Gozdarski vestnik, 33, 7 - 8, s. 337 - 365.
- KORHONEN, K., 1978. Infertility and clonal size in the *Armillariella mellea* complex. - Karstenia, 18, s. 31 - 42.
- MUNDA, A., 1992. Rod štorovk *Armillaria* (Fr.: Fr.) Staude. Vrsta sestava in razširjenost v Sloveniji ter poskusi križanja. - Magistrsko delo, Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 87 s.
- RISHBETH, J., 1991. *Armillaria* in an ancient broadleaved woodland. - Eur. J. For. Path., 21, 4, s. 239 - 249.
- SCOPOLI, J. A., 1772. Flora Carniolica. - Ed. secunda. Vindobonae.
- ŠARIČ, A., 1957. Prilog poznavanju mikoflore nekih jugoslavenskih rudnika ugljena. - Acta bot croat., 16, s. 113 - 128.

TERMORSHUIZEN, A./ ARNOLDS, E., 1987. On the nomenclature of the European species of the *Armillaria mellea* group. - Mycotaxon, 30, s. 101 - 116.

VOSS, W., 1889 - 1892. Mycologia Carniolica. - Berlin, R. Friedländer und Sohn.

WATLING, R./ KILE, G. A./ GREGORY, N. M., 1982. The genus *Armillaria* - nomenclature, typification, the identity of *Armillaria mellea* and species differentiation. - Trans. Br. mycol. Soc., 78, 2, s. 271 - 285.

GDK 172.8 *Cyclaneusma niveum*:172.8 *Cyclaneusma minus*

RAZLIKA V IN VITRO RASTI GLIV *Cyclaneusma niveum* (Pers.: Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter IN *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter KOT POKAZATELJU NJHOVE VRSTNE RAZLIČNOSTI

Maja JURČ\*, Nareš MAGAN\*\*

Izvleček

Vrsti *Cyclaneusma niveum* (Pers.: Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter in *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter so opisali kot različni vrsti šele leta 1973, dotlej so ju obravnavali kot eno vrsto. Obstaja precejšnja morfološka podobnost micelijev, spolnih in nespolnih trosišč ter spolnih in nespolnih trosov. V prispevku je ugotovljeno, da je rast micelija teh dveh vrst signifikantno različna. Razlika je opazna na 1% sladnem agarju (MEA) s pH=6,3-6,5 pri različnih temperaturah rasti (10, 20, 25, 30, 35<sup>0</sup>C) in tudi pri pH = 4,5 in različnih temperaturah rasti (10, 25, 35<sup>0</sup>C).

*Ključne besede:* *Cyclaneusma niveum*, *Cyclaneusma minus*, mikologija, rast, in vitro, vrstna različnost

DIFFERENCE ON IN VITRO GROWTH OF FUNGI *Cyclaneusma niveum* (Pers.: Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter AND *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter AS AN INDICATOR OF THEIR SPECIES DIFFERENCES

Abstract

Fungal species *Cyclaneusma niveum* (Pers.: Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter and *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter were only described as different species in 1973, up to that time they were treated as one species. Considerable morphological similarity of mycelia, anamorphs and teleomorphs, asexual and sexual spores exists between species. There is a significant difference between the speed of growth of mycelia of *C. niveum* and *C. minus*. The difference is noticeable on 1% MEA with pH=6,3-6,5, at all analysed temperatures (10, 20, 25, 30, 35<sup>0</sup>C) and pH=4,5 at the temperatures (10, 25, 35<sup>0</sup>C).

*Key words:* *Cyclaneusma niveum*, *Cyclaneusma minus*, mycology, growth, in vitro, species differences

\* dr., dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SLO  
 \*\* dr., dipl. inž. agr., Cranfield Biotechnology Centre, University Cranfield, UK



GDK 172.8 *Cyclaneusma niveum*; 172.8 *Cyclaneusma minus*  
 RAZLIKA V IN VITRO RASTI GLIV *Cyclaneusma niveum* (Pers.: Fr.) DiCosmo,  
 Peredo & Minter IN *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter KOT  
 POKAZATELJ NJIHOVE VRSTNE RAZLIČNOSTI

Maja JURČ\*, Naresh MAGAN\*\*

Izvleček

Vrsti *Cyclaneusma niveum* (Pers.: Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter in *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter so opisali kot različni vrsti šele leta 1973, dotlej so ju obravnavali kot eno vrsto. Obstaja precejšnja morfološka podobnost micelijev, spolnih in nespolnih trosišč ter spolnih in nespolnih trosov. V prispevku je ugotovljeno, da je rast micelija teh dveh vrst signifikantno različna. Razlika je opazna na 1% sladnem agarju (MEA) s pH=6,3-6,5 pri različnih temperaturah rasti (10, 20, 25, 30, 35°C) in tudi pri pH = 4,5 in različnih temperaturah rasti (10, 25, 35°C).

*Ključne besede:* *Cyclaneusma niveum*, *Cyclaneusma minus*, mikologija, rast, in vitro, vrstna različnost

DIFFERENCE ON IN VITRO GROWTH OF FUNGI *Cyclaneusma niveum* (Pers.: Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter AND *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter AS AN INDICATOR OF THEIR SPECIES DIFFERENCES

Abstract

Fungal species *Cyclaneusma niveum* (Pers.: Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter and *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter were only described as different species in 1973, up to that time they were treated as one species. Considerable morphological similarity of mycelia, anamorphs and teleomorphs, asexual and sexual spores exists between species. There is a significant difference between the speed of growth of mycelia of *C. niveum* and *C. minus*. The difference is noticeable on 1% MEA with pH=6,3-6,5, at all analysed temperatures (10, 20, 25, 30, 35°C) and pH=4,5 at the temperatures (10, 25, 35°C).

*Key words:* *Cyclaneusma niveum*, *Cyclaneusma minus*, mycology, growth, in vitro, species differences

\* dr., dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SLO  
 \*\* dr., dipl. inž. agr., Cranfield Biotechnology Centre, University Cranfield, UK

## 1 UVOD

Vrsti *Cyclaneusma niveum* (Pers.: Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter in *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter so definirali šele leta 1973, dotlej so ju obravnavali kot eno vrsto (BUTIN 1973).

*Cyclaneusma niveum* (Pers.: Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter (Rhytismataceae, Discomycetes, Ascomycotina).

Do leta 1983 je bila vrsta znana pod imenom *Naemacyclus niveus* (Pers.: Fr.) Fuck. ex Sacc. Ni jasno, ali material, iz katerega je bila izolirana in opisana ta vrsta, še obstaja. Če ne, bi lahko Persoonova ilustracija iz leta 1822 služila kot lektotip (DICOSMO PEREDO MINTER 1983). Butin je leta 1973 na osnovi morfoloških razlik micelija ter spolnih in nespolnih trosišč dokazal, da je *Naemacyclus niveus* razdeljena na dva tipa: A in B. Tip A je že opisana vrsta *N. niveus*, tip B je nova vrsta *Naemacyclus minor*. DiCosmo s sod. je leta 1983 preimenoval rod *Naemacyclus* v *Cyclaneusma*, vrsto *Naemacyclus niveus* v *Cyclaneusma niveum*, *Naemacyclus minor* pa v *Cyclaneusma minus*. Referenčni material za *C. niveum* so fruktifikacije na iglicah črnega bora, Hedemünden, West Germany, 17.VI. 1971, leg. H. Peredo, ZT, neotip; IMI 12104, 30578, 174939, 243596 (DICOSMO PEREDO MINTER 1983). Na naravnem materialu (predvsem na iglicah *Pinus halepensis* Mill., *Pinus nigra* Arn., *Pinus pinaster* Mill.) oblikuje piknidijske široke 120-220 µm, piknospore dolžine 12-16 µm ter apotecije velikosti 560-900 x 230-340 µm in askospore 91,0-100 x 2,5-3,5 µm. Večina avtorjev, ki so raziskovali *C. niveum*, meni, da je vrsta nepatogena (SINCLAIR LYON JOHNSON 1987, KARADŽIĆ 1986, GREMMEN 1959). O nejasnostih glede patogenosti *C. niveum* poroča GLAVAŠ (1981), KARADŽIĆ (1983) ugotavlja, da v nepreučenenemu, 15-20 let staremu pomladku črnega bora ta vrsta povzroča osip iglic vseh letnikov, razen iglic tekoče vegetacijske sezone.

*Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter (Rhytismataceae, Discomycetes, Ascomycotina).

Referenčni material za *C. minus* so trosišča na iglicah *Pinus radiata*, Valdivia, Čile, 12.XI. 1969, leg. H. Peredo, ZT, holotip; na iglicah *Pinus sylvestris*, IMI 224261, 225823, 229735, 229736, 230371, 230372, 232182, 233581b; Saccardo

Myc. Ital. 681, FH (DICOSMO PEREDO MINTER 1983). Na naravnem materialu oblikuje piknidijske s premerom 100-120 µm, piknospore dolžine 6-9,5 µm apotecije dolge 190-580 µm in široke 140-240 µm, askospore pa dolge 81,8-92,1 µm in široke 2,5-3,0 µm. Vrsta *C. minus* ima številne gostitelje iz rodu *Pinus* (*F. caribaea* Morelet, *P. contorta* Loud., *P. flexilis* James, *P. jeffreyi* Grev. et Balf., *P. montana* Mill., *P. patula* Schlechtend. et Cham., *P. ponderosa* Dougl. ex Laws, *P. radiata* D. Don, *P. sabiniana* Dougl., *P. strobus* L., *P. sylvestris* L., *P. uncinata* Mill. ex Mirb., *P. wallichiana* Jacks. in *P. nigra* Arn.) (BUTIN 1973). *C. minus* je patogen, ker povzroča nekrozo in osip iglic vrst rodu *Pinus* (KISTLER MERRILL 1978, KARADŽIĆ ZORIĆ 1981, KARADŽIĆ 1980, 1983, 1986, GADGIL 1984, WENNER MERRILL 1986, 1990, BULLMAN 1988, KOWALSKI 1988, MERRILL s sod. 1990, PETERSON 1981, MILLAR 1980).

## 2 METODE DELA

### 2.1 METODE IZOLACIJE GLIV

Metoda izolacije je opisana (JURC GOGALA 1996).

### 2.2 METODA RAZISKAVE RASTI GLIV PRI RAZLIČNIH TEMPERATURAH TER PRI pH=4,5 IN pH=6,3-6,5.

#### Glivni izolati

Uporabljeni glivni izolati in njihov izvor so prikazani v preglednici 1. Glivi, ki smo ju uporabili v analizah, sta bili do pričetka poskusov gojeni na 2% sladnem agarju (Malt Extract, Biolife S.r.l., 20 g l<sup>-1</sup>; Agar Bios Special LL, Biolife S.r.l., 20 g l<sup>-1</sup>) v epruvetah pri temperaturi +40 °C v hladilniku. Da bi dobili večjo količino inokuluma, smo glive precepljali na 2% sladni agar v plastične petrijevke s premerom 90 mm ter jih gojili na sobni temperaturi do uporabe.

Preglednica 1: Glivi, uporabljeni v analizah njihovih bioloških značilnosti, ter njihov izvor

Table 1: *Fungi, used in analysis of their biological activity and their sources*

Vrsta glive	Izolati v živi kolekciji	Nahajališče	Substrat (iglice)	Datum vzorčenja
<i>Cyclaneusma niveum</i>	LJUfu3-135	Krnica	2 leti, bazni segment	11.1.1995
<i>Cyclaneusma minus</i>	LJUfu3-21	Smolnik	4 leta, srednji segment	7.03.1994

#### Hranilna podlaga

V vseh poskusih smo uporabili sladni agar ( $10 \text{ g l}^{-1}$  Malt Extract,  $20 \text{ g l}^{-1}$  agar, Lab. M. Bury, Lancs. pH=6,3-6,5). Odtehtani količini sladnega ekstrakta in agarja smo dodali 1 l destilirane vode in mešanico 20 min. sterilizirali z avtoklaviranjem na  $15 \text{ p.s.i.}$  (Portoclave).

#### Inokulacija in meritve

Delno ohlajen medij smo prelili v 90 mm široke petrijevke ter ga inokulirali z 2 mm velikim izvrtkom agarja z glivnim micelijem, ki smo ga vzeli z zunanjega roba 14 dni stare čiste glivne kulture.

V vseh poskusih smo premer podgobja merili radialno v dveh pravokotnih smereh do 57. dneva rasti podgobja. Med inkubacijo so bile petrijevke shranjene v sterilnih plastičnih vrečkah, da bi preprečili morebitne okužbe micelija in izhlapevanje vode. Hitrost rasti in standardna napaka sta bili izračunani iz linearnih delov rastne krivulje (MAGAN LACEY 1984, 1985). Vsi poskusi so bili opravljeni v treh ponovitvah.

#### Vpliv temperature na rast gliv

1% sladni agar (1% malt, 2% agar, v nadaljevanju 1% MEA) smo prelili v 90 mm široke petrijevke. Testine glivne vrste smo inokulirali, kot je opisano zgoraj, in jih gojili v temi pri temperaturah 10, 20, 25, 30 in  $35^{\circ}\text{C}$  v klimakomorah.

#### Vpliv kislosti podlage in temperature na rast gliv

Steriliziranemu 1% MEA smo umerili pH vrednost na 4,5 z 1M HCl in 1M NaOH, ki smo ju sterilizirali s filtriranjem (Millipore,  $20 \mu\text{m}$ ) (DAWSON s sod. 1986). Na tako pripravljen medij smo inokulirali testne glive ter jih 57 dni gojili pri temperaturah 10, 20, 25, 30 in  $35^{\circ}\text{C}$  v klimakomorah.

#### Vpliv temperature ter pH in temperature na sporulacijo gliv

Sporulacijo smo registrirali na osnovi mikroskopskega pregleda kultur kot prisotno ali odsotno, nismo pa je količinsko opredeljevali.

#### Statistične metode

Primerjanje hitrosti rasti gliv *C. niveum* in *C. minus* smo opravili z ocenjevanjem povprečne rasti gliv in primerjanjem njihovih standardnih napak (Faktorska analiza: Multipla Regresija).

### 3 REZULTATI

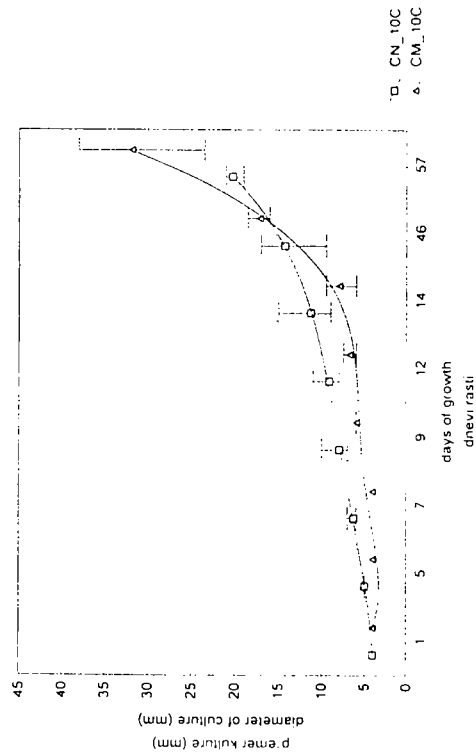
*C. niveum* oblikuje v kulturi na MEA bel, gost in enakomerno razraščen micelij, piknidijske s premerom  $250\text{-}600 \mu\text{m}$ , piknospore dolžine  $9,0\text{-}15,5 \mu\text{m}$ , v kulturi na omenjeni hranilni podlagi ne oblikuje apotecijev (BUTIN 1973). V naših poskusih so se oblikovali apoteciji na segmentih iglic, ki so bili položeni na hranilno podlago. *C. niveum* prirašča optimalno pri temperaturah  $20\text{-}25^{\circ}\text{C}$ . Trošišča oblikuje pri vseh temperaturah (razen pri  $10^{\circ}\text{C}$ ), pri  $30^{\circ}\text{C}$  po 11. dneh rasti, pri  $35^{\circ}\text{C}$  pa po 15. dneh rasti. Pri pH = 4,5 raste pri vseh analiziranih temperaturah ( $10, 25, 35^{\circ}\text{C}$ ) in ne oblikuje trošišč.

*C. minus* oblikuje v kulturi na MEA bel, neenakomerno razraščen, vrzelast micelij, piknidijske s premerom  $150\text{-}250 \mu\text{m}$ , piknospore dolžine  $6,5\text{-}8,0 \mu\text{m}$ , v kulturi na omenjeni podlagi oblikuje apotecije (BUTIN 1973). V naših poskusih so se apoteciji oblikovali samo na segmentih iglice, ki so bili položeni na hranilno podlago in v njihovi neposredni bližini. Gliva *C. minus* optimalno raste pri temperaturi  $25\text{-}35^{\circ}\text{C}$ , trošišča začenja oblikovati pri  $20^{\circ}\text{C}$ , intenzivno jih oblikuje

pri temperaturi 25°C, pojavljajo se še pri temperaturi 30°C. Pri pH = 4,5 raste pri vseh analiziranih temperaturah (10, 25, 35°C).

Primerjava rasti gliv *C. niveum* in *C. minus*

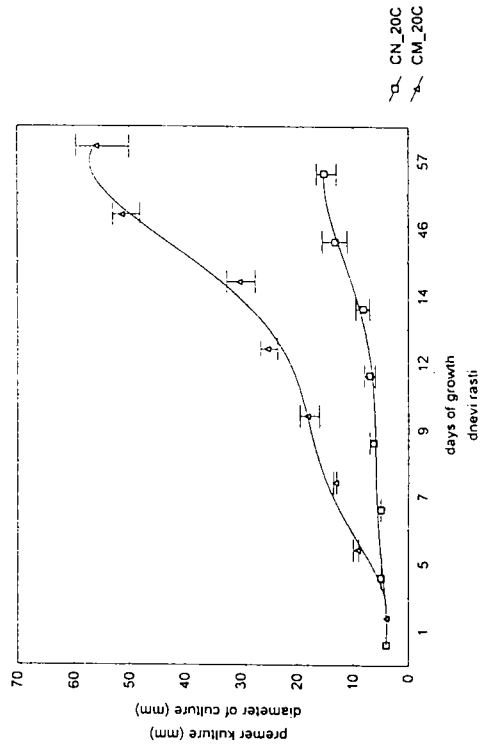
Obstaja precejšnja morfološka podobnost micelijev, spolnih in nespolnih trosišč ter spolnih in nespolnih trosov. Ugotavljamo pa, da je rast micelija teh dveh vrst signifikantno različna. Razlika je opazna na standardnem gojišču (1% sladni agar /MEA, pH=6,3-6,5) pri različnih temperaturah rasti (10, 20, 25, 30, 35°C) in tudi na pH = 4,5 pri različnih temperaturah rasti (10, 25, 35°C).



Grafikon 1: Primerjava rasti micelija *C. niveum* in *C. minus* pri temperaturi 10°C (prikazane srednje, maksimalne in minimalne vrednosti)

Graph 1: Comparison of growth of *C. niveum* and *C. minus* on 10°C (mean, maximum and minimum values are represented)

Ocena povprečne rasti *C. niveum* je  $B = 0,3494$ , standardna napaka pa 0,0358, za *C. minus* je  $B = 0,7064$ , standardna napaka pa 0,7260.



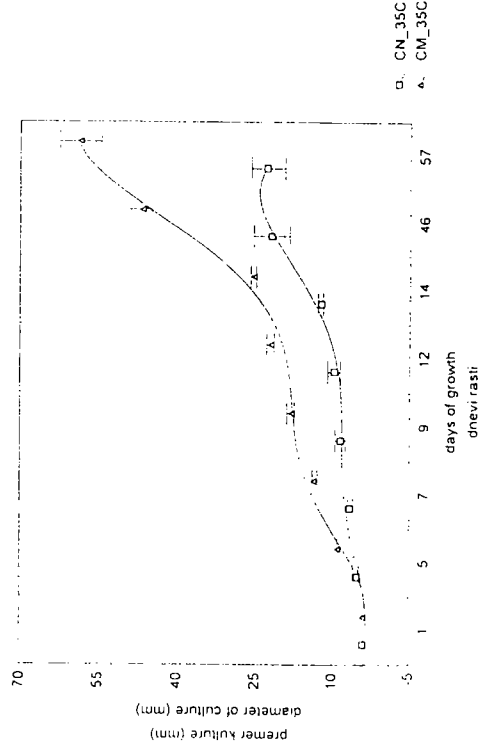
Grafikon 2: Primerjava rasti micelija *C. niveum* in *C. minus* pri temperaturi 20°C (prikazane srednje, maksimalne in minimalne vrednosti)

Graph 2: Comparison of growth of *C. niveum* and *C. minus* on 20°C (mean, maximum and minimum values are represented)

Ocena povprečne rasti *C. niveum* je  $B = 0,2697$  in standardna napaka 0,0193, pri *C. minus* pa je  $B = 1,2055$  in standardna napaka 0,0786.

Pri 25°C je ocena povprečne rasti *C. niveum*  $B = 0,5808$  in standardna napaka 0,0356, ocena povprečne rasti *C. minus* pa je  $B = 1,2155$  in standardna napaka 0,2034.

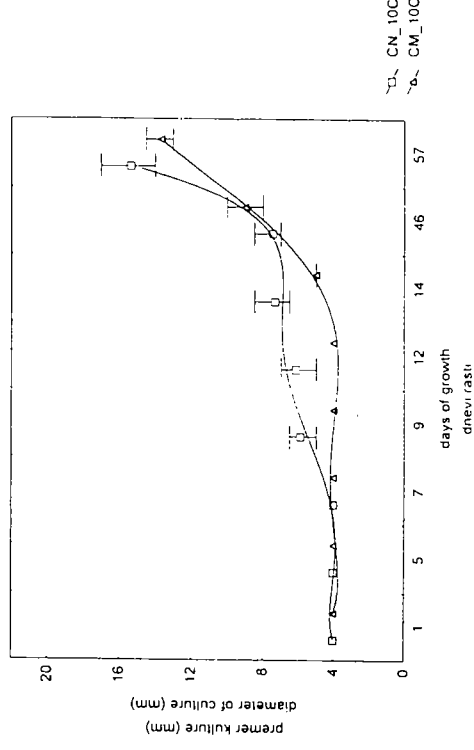
Pri 30°C je ocena povprečne rasti *C. niveum*  $B = 0,9459$  in standardna napaka 0,0836, ocena povprečne rasti *C. minus* pa je  $B = 1,2560$  in standardna napaka 0,1320.



Grafikon 3: Primerjava rasti micelija *C. niveum* in *C. minus* pri temperaturi 35<sup>0</sup> C (prikazane srednje, maksimalne in minimalne vrednosti)

Graph 3: Comparison of growth of *C. niveum* and *C. minus* on 35<sup>0</sup>C (mean, maximum and minimum values are represented)

Ocena povprečne rasti *C. niveum* je B = 0,4788 in standardna napaka 0,0375, pri *C. minus* pa je B = 1,2312 in standardna napaka 0,0393.



Grafikon 4: Primerjava rasti micelija *C. niveum* in *C. minus* na pH = 4,5 pri temperaturi 10<sup>0</sup> C (prikazane srednje, maksimalne in minimalne vrednosti)

Graph 4: Comparison of growth of *C. niveum* and *C. minus* on pH=4,5 and 10<sup>0</sup>C (mean, maximum and minimum values are represented)

Ocena povprečne rasti *C. niveum* je B = 0,2208 in standardna napaka 0,0422, pri *C. minus* pa je B = 0,2836 in standardna napaka 0,0250.

Na pH = 4,5 ter pri temperaturi 25<sup>0</sup> C je ocena povprečne rasti *C. niveum* B = 0,2382 in standardna napaka 0,0281, pri *C. minus* pa je B = 0,3933 in standardna napaka 0,0236.

Na pH = 4,5 ter pri temperaturi 35<sup>0</sup> C je ocena povprečne rasti *C. niveum* B = 0,5972 in standardna napaka 0,0941, pri *C. minus* pa je B = 0,2987 in standardna napaka 0,0270.

Primerjava rasti obeh gliv na 10<sup>0</sup>C kaže, da *C. niveum* raste pri tej temperaturi hitreje, pri vseh ostalih testiranih temperaturah pa zaostaja v rasti za *C. minus*. Pri pH=4,5 in 10<sup>0</sup>C raste *C. niveum* hitreje kot *C. minus*, pri ostalih testiranih temperaturah pa v rasti zaostaja.

Ugotovljamo, da obstaja signifikantna razlika v povprečni rasti micelijev *C. niveum* in *C. minus*, ki rasteja pri različnih temperaturah (10, 20, 25, 30, 35°C) ter pH = 4,5 in različnih temperaturah (10, 25, 35°C).

#### 4 RAZPRAVA IN SKLEPI

Ekofiziologija nižjih gliv je relativno slabo raziskana. Predstavlja pa pomembno področje za razumevanje pojavljanja, delovanja in tudi sistematske opredelitve glivnih taksonov. Raziskave nekaterih bioloških lastnosti glive *C. minus* (KARADŽIĆ ZARIĆ 1981) potrjuje naše izsledke o optimalnih temperaturah rasti glive *C. minus*. Primerjavo rasti micelijev gliv *C. niveum* in *C. minus* v kontroliranih pogojih smo uporabili za potrditev sistematske opredelitve teh glivnih taksonov.

Signifikantna razlika med hitrostjo rasti micelijev gliv *C. niveum* in *C. minus* pri vseh analiziranih temperaturah (10, 20, 25, 30, 35°C) ter na pH=4,5 in temperaturah 10, 25 in 35°C potrjuje trditve, da sta *C. niveum* in *C. minus* dve različni vrsti.

#### 5 SUMMARY

Fungal species *Cyclaneusma niveum* (Pers.: Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter and *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter were only described as separate species in 1973. Until then they were considered to be a single species. There is a considerable morphological similarity among mycelia, anamorphs, teleomorphs, asexual and sexual spores (BUTIN 1973). We have studied the *in vitro* effect of various temperatures (10, 20, 25, 30, 35°C) and acidity of the nutrient substrat pH=4,5 and temperatures 10, 25 and 35°C for *C. niveum* and *C. minus* on the standard nutrient substrat (1% MEA, pH=6.3 - 6.5).

A significant difference in mycelium growth rates in *C. niveum* and *C. minus* fungi at all experimental temperatures, combinations of temperatures, and substrate acidity pH=4,5 confirms the assumption that *C. niveum* and *C. minus* are two different species.

#### 6 VIRI

- BULLMAN, L. S., 1988. Incidence and severity of *Cyclaneusma* needle-cast in fifteen *Pinus radiata* plantations in New Zealand. - New Zealand Journal of Forest Science, 18, 1, s. 92-100.
- BUTIN, H., 1973. Morphologische und taxonomische Untersuchungen an *Naemacyclus niveus* (Pers. ex Fr.) Fuck. ex Sacc. und verwandten Arten. - Eur. J. For. Path., 3, s. 146-163.
- DAWSON, R. M. C. / ELLIOTT, C. D. / ELLIOTT, W. H. / JONES, M. K., 1986. Data for Biochemical Research. - Third Edition. Oxford Science Publications, Oxford University Press, New York, 427 s.
- DICOSMO, F. / PEREDO, H. / MINTER, D. W., 1983. *Cyclaneusma* gen. nov., *Naemacyclus* and *Lasiosictis*, a nomenclatural problem resolved. - Eur. J. For. Path., 13, s. 206-212.
- GADGIL, P. D., 1984. *Cyclaneusma* (*Naemacyclus*) needle-cast of *Pinus radiata* in New Zealand. 1: Biology of *Cyclaneusma minus*. New Zealand Journal of Forest Science, 14, 2, s. 179-196.
- GLAVAŠ, M., 1981. Prilog poznavanju proširenosti glive *Naemacyclus niveus* Fuck. ex Sacc. na borovim iglicama u SR Hrvatskoj. - Zaštita bilja, 32, 2, s. 155-159.
- GREMMEN, J., 1959. A Contribution to the Mycoflora of Pine Forests in the Netherlands. - Nova Hedwigia, 1, 3-4, s. 267-287.
- JURC, M. / GOGALA, N., 1996. Biokemijske analize (API ZYM testi) dominantnih parazitskih in saprofitskih gliv iglic črnega bora (*Pinus nigra* Arn.). - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 48, s. 35-51.
- KARADŽIĆ, D. / ZORIĆ, R., 1981. Prilog poznavanju biologije gljive *Naemacyclus minor* Butin.-prouzrokovača osipanja četina belog bora. - Zaštita bilja, 32, 1, s. 79-90.
- KARADŽIĆ, D., 1980. Current research on conifer needle diseases. - Proc. IUFRO W. P. on Needle Diseases, Sarajevo, 1980, s. 99-101.

- KARADŽIĆ, D., 1983. Bolesti četina crnog bora (*Pinus nigra* Arn.). - Zaštita bilja, 34,3, s. 329-342.
- KARADŽIĆ, D., 1986. Proučavanje bioekologije gljive *Dothistroma pini* Hulbary - prouzrokovača osipanja četina crnog bora. - Doktorska disertacija, Beograd, 327 s.
- KISTLER, B. R. / MERRILL, W., 1978. Etiology, Symptomology, Epidemiology, and Control of *Naemacyclus* Needlecast of Scotch Pine. - Phytopathology, 68, s. 267-271.
- KOWALSKI, T., 1988. *Cyclaneusma (Naemacyclus) minus* an *Pinus sylvestris* in Polen. - Eur. J. For. Path., 18, s. 176-183.
- MAGAN, N. / LACEY, J., 1984. Effect of temperature and pH on water relations of field and storage fungi. - Trans. Br. mycol. Soc., 82, 1, s. 71-81.
- MAGAN, N. / LACEY, J., 1985. Interactions between field, and storage fungi on wheat grain. - Trans. Br. mycol. Soc., 85, 1, s. 29-37.
- MERRILL, W. / ZANG, L. E. / BRAEN, S. N. / WENNER, N. G., 1990. Formation and Maturation of Apothecia of *Cyclaneusma Minus*. - V: Recent Research on Foliage Diseases, U.S. Dept. Agr. For. Serv. Gen. Tech. Rept. WO-56, s. 22-26.
- MILLAR, C. S., 1980. Infection processes on conifer needles. - V: Microbial Ecology of the Phylloplane, Academic Press, London, s. 185-209.
- PETERSON, G. W., 1981. Pine and juniper diseases in the Great Plains. - USDA Forest Service General Technical Report RM-86, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Fort Collins, Colo, 47 s.
- SINCLAIR, W. A. / LYON, H. H. / JOHNSON, W. T., 1987. Diseases of trees and shrubs. - Comstock Publishing associates, a division of Cornell University Press, Ithaca and London, 574 s.
- WENNER, N. G. / MERRILL, W., 1986. *Cyclaneusma* Needlecast in Pennsylvania: A Review. V: Recent Research on Conifer Needle Diseases, U.S. Dept. Agr. For. Serv. Gen. Tech. Rept., s. 35-40.
- WENNER, N. G. / MERRILL, W., 1990. Control of *Cyclaneusma* Needlecast on Scots Pine in Pennsylvania. V: Recent Research on Foliage Diseases, U.S. Dept. Agr. For. Serv. Gen. Tech. Rept. WO-56, s. 27-33.

29-novo



COST Action E 6

EUROSILVA

FOREST TREE PHYSIOLOGY RESEARCH

EUR  SILVA 

WORKSHOP



Thursday, September 4th - Sunday, September 7th, 1997  
in Finland at IVALO, SAARISELKÄ

Programme  
Abstracts



aves  
on carbon assimilation to summer stress (water deficits, high night and temperature) in four Mediterranean tree species.

Hawranek, W.M. & Wieser, G. Federal Forest Research Centre, Institute of Air Pollution Research & Forest Chemistry, Div. Forest Plant Physiology: Does ozone affect *Pinus cembra* trees at the timberline?

Iivonen, S., Vapaavuori E., Ryyppö, A. and Rikala, R., The Finnish Forest Research Institute, Suonenjoki research Station, Finland: Effects of root zone temperature and nutrient availability on growth, gas exchange and plasma membrane properties in Scots pine seedlings.

Jargeat, P., Marmeisse, R., Gav G. and Debaud, J.C. Université Lyon, Villeurbanne, France: Isolation, characterization and transcriptional regulation of genes involved in nitrate assimilation in the ectomycorrhizal basidiomycete *Hebeloma cylindrosporum*.

Jokela, A., Saajala, T. and Huttunen, S. University of Oulu, Finland: Structure and function of Scots pine seedlings at different K availabilities.

Jurc, M., Bojovic, S., Jurg, D., Slovenian Forestry Institute, Ljubljana, Slovenia: Influence of endogenous terpenes on growth of three endophytic fungi from the needles of Austrian pine (*Pinus nigra* Arn.)

Kätzel, R., Apel K.-H. & Luttschwager, D. Forestry Research Institute Eberswalde, Germany: Tree physiological investigations on the host selection of the Blue Flatheaded Borer (*Phaenops cyanea*, Insecta, Coleopt.) in Scots pine forests.

Kukkola, E., Rautio, P. & Huttunen, S. Botany, University of Oulu, Oulu, Finland: Experimental study of copper and nickel induced injuries to Scots pine seedlings after one summer.

Kytöviita, M.M., Blaudez, D., Chalot, M., Dizengremel P. & Botton B., University of H. Poincaré, Nancy I, Laboratory of Forest Biology, Vandoeuvre, France: Interactions between environmental stresses and mycorrhizal symbiosis.

Lahti, M., Lehto, T., Aphalo P.J., University of Joensuu, Faculty of Forestry, Joensuu, Finland: Effect of UV-B radiation on growth and mycorrhizas of *Picea abies* seedlings.

Laitat, E., Bousard, H., Maudoux, J.-Ph., Hirvijärvi, E., Loosveldt, P. and Van Oosten J.-J., Unite de Biologie végétale, Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, Belgium: Analysis of Norway spruce response (*Picea abies* (L.)Karst.) in the Vielsalm experiment after five years of continuous CO<sub>2</sub> enrichment.

Oswald, W., Hieser, I., Albrecht A., Giefing M., Baker R., Jung T., Matyssek R. and Elstner, E.F. Forest Phytopathology, LMU-Munich, Germany: Effects of *Fusarium solani* and *Phytophthora* toxins on Tobacco Leaves and Spinnach Chloroplasts.

Oven, P. Department of Wood Science and Technology, University of Ljubljana, Slovenija: Wound response of the vascular cambium in four conifers.

Lehtonen J., Lehtonen J., & Rääkkönen T., University of Joensuu, Faculty of Forestry, Joensuu, Finland: Spectral impedance analysis of woody plants: intracellular resistance correlates with frost hardiness in Scots pine.

Ribaric Lasnik C., Batic F. and Dejanovic B. ERICo Velenje, Ecological Research and Industrial Cooperation, Velenje, Slovenia: Forest ecosystem stress determination on the basis of the biochemical Norway spruce needle analyses after reduction of SO<sub>2</sub> emission of the thermal power plant Sostanj.

Sutinen, M.-L., Ritari, A., Holappa, T. & Kujala, K., The Finnish Forest Research Institute, Rovaniemi Research Station, Rovaniemi, Finland: The Role of Lichen Cove in Winter Changes in Soil Temperature and in the Frost Hardiness of Scots Pine Root under Subarctic Conditions.

Tuhkanen, E.-M., Laitinen, K., Kellomäki, S., Lappi, J. and Vapaavuori E., Finnish Forest Research Institute, Suonenjoki Research Station, Finland: Effects of elevated CO<sub>2</sub> and nitrogen availability on biochemical aspects of photosynthesis in field-grown Scots pine.

Villar B., Boudet A.M. & Teulieres Centre de Biologie et Physiologie Vegetales, Université Paul Sabatier, Toulouse, France: Development of a procedure for routine gene transfer into *Eucalyptus globulus*.

Zaspel, J. Federal Research Centre for Forestry and Forest Products, Institute for Forest Tree Breeding, Waldsteyersdorf, Germany: Complex investigations on *Quercus* species for the selection of stable genotypes.

QDP 101-1-2

Vrh... ..

**Influence of endogenous terpenes on growth of three endophytic fungi from the needles of Austrian pine (*Pinus nigra* Arn.)**

JURC, M. \*, S. BOJOVIĆ\*\* AND D. JURC\*

\*Slovenian Forestry Institute, Ljubljana, Slovenia \*\*Institute of Forestry, Belgrade, Yugoslavia and Laboratoire RDP, CNRS, INRA France

The investigation was undertaken in order to establish the influence of terpenoid compounds from the needles of Austrian pine (needles collecting sites for terpenes analysis: Cevennes-France, Bled-Slovenia, Corsica-France) on growth of endophytic fungi (needles collecting sites for isolation of endophytes: Karst region in Slovenia). Three endophytic species: *Cenangium ferruginosum* Fr., *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton and *Phialophora hoffmannii* (Beyma) Schol-Schwarz were grown on 2% MEA (pH=6.2-6.5) in the air with different concentrations of crude terpenoid extract of the needles (control without terpenes; 32.5 µl; 130 µl; 260 µl terpenes diluted in *n*-pentane in the air volume of 3040 cm<sup>3</sup>) at 22°C for 21 days. Statistical analyses indicate that there exists significant differences in growth of *C. ferruginosum* in different concentrations of terpenes and in the air with terpenes from different locations of Austrian pine needles. *C. ferruginosum* is known as facultative parasite of Austrian pine and the terpenes are the substances which inhibit its growth. For the growth of *C. ferruginosum* the most favourable conditions are: higher amount in  $\alpha$ -pinene and germacrene-d which are typical for black pine from Slovenia (*Pinus nigra* ssp. *nigra*), and the most unfavourable conditions are: higher amount in caryophyllene, myrcene, 1-ocimene, linalyl acetate and  $\alpha$ -humulene which are typical for black pine from Corsica (*Pinus nigra* ssp. *laricio*). Different situation is with more pathogenic *S. sapinea* and saprophytic *P. hoffmannii*, which are not inhibited.

## BIOTIČNO ZATIRANJE SMIREKOVE RDEČE TROHNOBE (*Heterobasidium annosum* [Fr.] Bref.)

Alenka Munda<sup>1</sup>

### IZVLEČEK

Smrekova rdeča trohnoba je najpomembnejša in najbolj razširjena bolezen iglavcev pri nas. Za njeno zatiranje so pomembni predvsem gojitveni in preprečevalni ukrepi, saj boleznini ne moremo neposredno zatirati s fungicidi. Raziskave epifitologije smrekove rdeče trohnobe kažejo, da so poglaviti viri okužb bazidiospore, ki okužijo sveže posekane štore ter rane na koreninah in deblu. S površine štorov se micelij razraše v korenine, od tam pa preide v korenine zdravega drevoja. Okužbe z bazidiosporami preprečimo s premazovanjem štorov s kemičnimi sredstvi in z vnosom antagonističnih gliv, ki sveže štore hitro prerastejo in tako preprečijo, da bi jih okužili povzročitelji smrekove rdeče trohnobe. Med antagonističnimi glivami, ki so jih uporabili pri zatiranju smrekove rdeče trohnobe, je najbolj učinkovita gliva *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jül. Iz izolata te glive so pred nedavnim izdelali biotični fungicid rotstop, ki ga uspešno uporabljajo za zatiranje trohnobe na smreki in boru.

Ključne besede: biotično zatiranje, *Heterobasidium annosum*, smreka, smrekova rdeča trohnoba

### ABSTRACT

#### BIOLOGICAL CONTROL OF THE ROOT ROT FUNGUS (*Heterobasidium annosum* [Fr.] Bref.)

Root rot caused by *Heterobasidium annosum* is the most important and widespread disease affecting conifers in our forests. Silvicultural considerations and protective measures are of most importance in controlling the disease since direct control measures are not possible. Research on epidemiology of the disease has indicated that basidiospores are the most important sources of inoculum. They colonise fresh stumps and wounds produced by felling operations. The fungus then grows into the roots and attacks live trees through roots in contact with infected stumps. Stumps can be protected from infection by treatment with chemical protectants and by inoculation of antagonistic fungi. They colonise stumps surface rapidly and prevent the root rot fungus from becoming established in stumps. The most effective antagonistic fungus is *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jül. A strain of this fungus has recently been formulated as biological fungicide Rotstop which is successfully used in protection of spruce and pine from root rot.

Key words: biological control, *Heterobasidium annosum*, root rot, spruce.

### 1 UVOD

Slovenija ima približno 1 077 000 ha gozdov, od tega je slaba polovica iglastih. V njih prevladuje smreka. Njen delež v lesni zalogi slovenskih gozdov je 35 %, razširjena pa je od nižin do subalpskega pasu. Večina smrekovih sestojev je nastala v prejšnjem stoletju, ko so smreko zaradi gozdarskih koristi močno pospeševali in razširili daleč čez njen naravni areal. Smrekovi nasadi in zasmrečeni gozdovi obsegajo približno

<sup>1</sup> Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana

150.000 ha. Ti sestoji so zaradi umetnega načina nastanka in neprimerne rastišča izpostavljene boleznim, med katerimi je najpogostejša in najnevarnejša smrekova rdeča trohnoha. Povzročajo jo gliva *Heterobasidium annosum* (Fr.) Bref. Slovensko jo imenujemo koreninska goba. Bolezen napravi večjo škodo le na iglavcih, čeprav jo najdemo tudi na listavcih. Pri smreki povzroči trohnenje korenin in koreninika. Iz korenin se trohnoha razširi navzgor po deblu deset in več metrov visoko ter zajame do osemdeset odstotkov prostornine drevesa. Okužena drevesa ostanejo na videz zdrava, les pa je povsem razvrednoten. Za zatiranje smrekove rdeče trohnohe so pomembni predvsem gojitveni in preprečevalni ukrepi, od izbire primerne rastišča, odpornih drevesnih vrst in genotipov, skrajševanja obhodnje, do vnašanja protektivnih fungicidov in antagonističnih gliv. Neposredno zatiranje bolezni s fungicidi ni mogoče. Kemičnim sredstvom pa se v naravnih ekosistemi, kakršen je gozdni, tudi sicer izogibamo in jih uporabimo le izjemoma, npr. ob prereznožljivah populacij žuželk, pa še tedaj le lokalno in v majhnem obsegu (Zakon o gozdovih s komentarjem, 1994). Zato so za zatiranje bolezni toliko bolj pomembni biotični ukrepi, podlaga tem ukrepom pa je podrobno proučevanje biologije in ekologije povzročitelja bolezni, njegovih antagonistov in vpliva dejavnikov okolja na nastanek in širjenje okužbe.

V sestavku obravnavam razširjenost, ekologijo in epifitologijo smrekove rdeče trohnohe v smrekovih sestojih in povzemam ukrepe za biotično zatiranje te bolezni.

## 2 MATERIALI IN METODE

V letih 1992 do 1994 smo zbrali 140 primerkov glive *H. annosum* z 92 lokacij. Izolirali smo jih večinoma iz smrek, pa tudi iz jelk, borov in macesnov. Primerke okuženega lesa iz stoječih dreves in štorov smo jemali z ročnim Preslerjevim svédrom ali električnim vrtilnikom. Vrtali smo 0,3 - 0,5 m nad tlemi, na dveh do treh mestih na obodu drevesa. Za izolacijo gliv iz okuženega lesa in iz trosnjakov smo uporabili gojišče iz sladnega agarja (1,5 %) izolate koreninske gobe in štorov smo identificirali v križanih s testinimi kulturami (angi. mating test), po metodi, ki jo je vpeljal Korhonen (1978). Druge glive pa po determinacijskih ključih. Nastanek in širjenje okužbe s koreninsko gobo smo proučevali v dveh smrekovih monokulturah, starih 80 do 90 let, na Pokljuki in pod Peco. Sestojajo se razlikujeta po načnu nastanka, številu generacij smreke in rastiščnih razmerah. S križanjem med izolati iz vseh okuženih dreves in štorov smo na poskusnih ploskvah določili število osebkov koreninske gobe ter ocenili njihovo velikost in starost, iz tega pa sklepali, na kakšen način je nastala in se širi okužba v proučevanih sestojih.

## 3 REZULTATI IN DISKUSIJA

Gliva *H. annosum* je v slovenskih gozdvih zelo razširjena, saj jo najdemo v domala vsakem smrekovem sestoju. Pri nas sta zanjo najbolj občutljiva smreka in evropski macesen. Pojavi se tudi na boru in jelki, vendar v veliko manjšem obsegu. Populacija glive *H. annosum* v Sloveniji je diferencirana na tri tipe: smrekov, borov in jelov tip. V saprofitski obliki žive na štorih različnih drevesnih vrst, v parazitski obliki pa so posamezni tipi specializirani na različne gostitelje. Najbolj razširjen in pogost je smrekov tip. Njegov glavni gostitelj je smreka, živi pa tudi na macesnu in jelki. Najpogostejše okuži smreke v starosti od 50 do 70 let, povzroča pa centralno trohnoho v koreninah in deblu. Redko zajema tudi mlajše smreke in povzroča njihovo sušenje. V splošnem lahko rečemo, da ogroža smrekove sestojne na vseh rastiščih, kjer smreka ni primarna drevesna vrsta. V nižinskih smrekovih gozdvih je pogost tudi borov tip

koreninske gobe. Njegov primarni gostitelj je bor, vendar je pri nas bolj pomemben kot parazit smreke. Na borih se pojavlja redko in povzroči sušenje drevoja, vendar le redko in v majhnem obsegu. Jelov tip živi večinoma kot siprofit na jelovih in smrekovih štorih ter le redko okuži jelke v nasadih zunaj njihovega naravnega areala.

Iz številnih raziskav je znano, da se smrekova rdeča trohnoha v sestoji širi s primarnimi in sekundarnimi okužbami (Rishbeth, 1951). Primarno okužbo opravijo bazidiospore, ki jih raznaša veter in naselejo sveže posekane štore. Vzrnilj micelij preraste s površine štorov v korenine. Gliva nato več deset let živi kot gniloživka v mrtvih štorih (Greig, Pratt, 1976). S primarnimi okužbami se bolezen širi predvsem po rdečenju in končnem poseku. Zaradi letnih sečenj postaja okužba z bazidiosporami še pomembnejša, saj je koncentracija trosov koreninske gobe v zraku največja poleti in jeseni (Kallio, 1970). Bazidiospore okužijo tudi večje površinske rane, ki nastanejo na koreninah in dnušju stoječega drevoja zaradi mehaničnih poškodb pri spravilu. Živih in nepoškodovanih korenin bazidiospore ne morejo okužiti, ker nimajo dovolj velikega infekcijskega potenciala. Sekundarno okužbo opravi vegetativni micelij, ki po koreninah preide iz okuženega v zdravo dreveje na mestih kjer se korenine zraščajo. Pogostost ene in druge vrste okužbe je odvisna od razmer v rastišču, zlasti od talnih dejavnikov. V sestojih, kjer smo proučevali epifitologijo smrekove rdeče trohnohe, so prevladovali majhni osebki koreninske gobe, ki so indikator primarnih okužb. Posamezni osebki je v povprečju okužil 1,6 dreves, največ pa šest sosednjih dreves, kar kaže, da se micelij ne širi po koreninah na večje razdalje in da so za razširjanje bolezni pomembne predvsem okužbe z bazidiosporami. Zatiranje koreninske gobe je zato najbolj smiselno na štorih. Za preprečevanje okužbe se je uveljavilo premazovanje štorov s kemičnimi sredstvi ter mehanično odstranjevanje okuženih štorov, ki so vir okužbe. Slednji ukrep se zaradi visokih stroškov in neracionalnosti opušta. Premazovanje štorov je leta 1952 vpeljal Rishbeth. V ta namen je učinkovitejši več kemičnih sredstev. Sprva so uporabljali kreozotno olje, danes pa največ boraks in sečnino (Greig, 1976). Štore navadno premazujejo ročno takoj po poseku. Kot alternativo kemičnemu zatiranju je Rishbeth leta 1963 predlagal inokulacijo štorov z antagonistično glivo *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jülich (*Basidiomycesina*, *Corticaceae*, sin.: *Phlebia gigantea* (Fr.) Donk, *Peniophora gigantea* (Fr.) Masseuse) in tako vpeljal koncept biotičnega zatiranja smrekove rdeče trohnohe. *P. gigantea* je pogosta saprofitska gliva, ki razgrajuje les iglavcev, zlasti bora. Je zelo učinkovita in hitra razgrajevalka lesa. Je močan antagonist glive *H. annosum* in preprečuje naselitev njenih trosov na površini sveže posekanih štorov (Rishbeth, 1963). Razširjena je tudi pri nas, vendar njena rastišča še niso podrobneje raziskana. Trosnjaki glive je skorjast, sivkast, ima značilne strožaste čistide, ki štrlijo iz lumena. Čisto kulturo glive prepoznamo po inkustriranih hifah in oidijih, ki se oblikujejo v verigah (Nables, 1965). *P. gigantea* naseli borove štore po naravnih poti, vendar okužba ni vse leto dovolj intenzivna. Najmočnejša je pozimi, poleti, ko se trosnjaki posuše, pa zelo skromna (Greig, 1976). Tedaj je v zraku premalo trosov, da bi zanesljivo preprečili okužbo z glivo *H. annosum*, zato na površino svežih štorov nanesejo suspenzijo oidijev. Biotično zatiranje smrekove rdeče trohnohe se v največjem obsegu uporablja v Veliki Britaniji, kjer letno tretirajo 62.000 hektarov borovih gozdov (Greig, 1976). Uporabljajo ga predvsem za preventivno varstvo v sestojih, kjer boleznini še ni. Učinkovito pa je tudi v sestojih, kjer je smrekova rdeča trohnoha že zastopana, ker zmanjšuje inokulum koreninske gobe v sestoji in s tem tudi tveganje za okužbo drevoja v naslednjih generacijah. Povsem pa boleznini na ta način ne moremo izkoreniniti.

V smrekovih štorih gljiva *P. gigantea* ni tako učinkovita kot na borovih, zato so jo doslej uporabljali skoraj izključno za tretiranje borovih štorov. Gljiva kolonizira smrekov les veliko počasneje in v manjšem obsegu kot borovega (Holdenrieder, 1984). Za zatiranje trohnohe na smreki moramo zato uporabiti veliko večjo koncentracijo oidijev (vsaj 500 oidijev na cm<sup>2</sup>). Nasprotno pa na Finskem ugotavljajo, da nekateri izolati gljive *P. gigantea* učinkovito delujejo kot antagonisti koreninski gobi tudi na smrekovih štorih (Korhonen *et al.*, 1994). Iz enega takih izolatov so izdelali preparat rotstop (Kemira OY). Formuliran je kot vodotopen prašek, ki vsebuje 10<sup>7</sup> oidijev gljive na gram pripravka. Pripravek je najbolje učinkoval, če so ga nanесли na površino štorov takoj po poseku, najkasneje pa dve do tri ure po poseku. Učinkovitost pripravka rotstop so ugotavljali po treh mesecih. V primerjavi s kontrolo je bilo okuženih 93 % manj štorov, kolonij koreninske gobe je bilo 97 % manj, delež površine štora, ki ga je prerasla koreninska goba pa je bil za 95 % manjši kot pri netretiranih štorih. Miceelij gljive *P. gigantea* je v treh mesecih prerasel večji del površine štora in se razširil približno dvajset centimetrov navzdol in v notranjost štora ter tako preprečil, da bi se koreninska goba širila v korenine in po njih na sosednje drevje (Korhonen *et al.*, 1994).

Koreninska goba je izpostavljena tudi kompetitiji drugih talnih saprofitičkih gljiv. Teh je manj v tleh, ki so jih v preteklosti uporabljali v kmetijske namene, več pa v gozdnih tleh, zlasti na silikatni matični podlagi (Capretti in Mugnai, 1989). To je eden od razlogov, da doseže okužba s smrekovo rdečo trohnobo v sestojih, ki so osnovani na opuščeni kmetijskih zemljiščih zelo velik obseg. V naši raziskavi je bilo v sestoji, ki je nastal na nekdanjem kmetijskem zemljišču okuženih 89 % dreves (poskusna ploskev pod Peco), na pravem gozdnem rastišču pa 28 % dreves (ploskev na Pokljuki). V sestoji na Pokljuki smo na štorih ugotovili poleg koreninske gobe tudi saprofitičke vrste štorovk (*Armillaria borealis* in *A. cepistipes*), vrsti *Hypholoma fasciculare* in *Resinicium bicolor* ter gljive iz rodov *Penicillium*, *Trichoderma* in *Graphium*. Te gljive naselijo odmrle in odmirajoče smrekove korenine in konkurirajo koreninski gobi za hrano in prostor. V tem pogledu so še posebej pomembne gljive, ki oblikujejo rizomorfe, ker se zelo hitro in učinkovito širijo po tleh in naselijo v nov substrat. Z ohranjanjem pestrosti biotične skupnosti in razširjanjem gljiv, ki imajo podobno življenjsko nišo kot koreninska goba, vplivamo na dinamiko nasecljevanja gljiv na štorih in tako zmanjšamo možnost za okužbo s koreninske gobo ter omejujemo njeno širjenje.

#### 4 LITERATURA

- Capretti, P., Mugnai, L., 1989. Saprophytic growth of *Heterobasidium annosum* on silver-fir logs infested in different types of forest soils. - Eur. J. For. Path., 1989, 5 - 6, s. 257 - 262.
- Greig, B. J. W., 1976. Biological control of *Fomes annosus* by *Peniophora gigantea*. - Eur. J. For. Path., 1976, 2, s. 56 - 71.
- Greig B. J. W., Pratt, J. E., 1976. Some observations on the longevity of *Fomes annosus* in conifer stumps. - Eur. J. For. Path., 1976, 6, s. 193 - 203.
- Holdenrieder, O., 1984. Untersuchungen zur biologischen Bekämpfung von *Heterobasidium annosum* an Fichte (*Picea abies*) mit antagonistischen Pilzen. - Eur. J. For. Path., 1984, 14, s. 137 - 153.
- Kallio, T., 1970. Aerial distribution of the root-rot fungus *Fomes annosus* (Fr.) Cooke in Finland. - Acta For. Fenn., 1970, 107, s. 1 - 55.

Korhonen, K., 1978. Intersterility groups of *Heterobasidium annosum*. - Commun. Inst. For. Fenn., 1978, 94, 25 s.

Korhonen, K., Lipponen, K., Johansson, M., Ryen, I., Venn, K., Sieskari, P., Niemi, M., 1994. Control of *Heterobasidium annosum* by stump treatment with 'Rotstop', a new commercial formulation of *Phlebiopsis gigantea*. - V: Proceedings of the eighth international conference on root and butt rots. Sweden and Finland, August, 1993. Uppsala, Swedish University of Agricultural Sciences, 1994, s.675 - 685.

Munda, A., 1996. Smrekova rdeča trohnoha (*Heterobasidium annosum* [Fr.] Bref.). - Doktorska disertacija. Ljubljana, BF, Oddelek za agronomijo, 1996, 123 s.

Nobles, M. K., 1965. Identification of cultures of wood-inhabiting hymenomycetes. - Can. J. Bot., 1965, 43, s. 1097 - 1139.

Rishbeth, J., 1951. Observations on the biology of *Fomes annosus*, with particular reference to East Anglian pine plantations. II. Spore production, stump infection, and saprophytic activity in stumps. - Ann. Bot., 1994, 15, s. 1 - 21.

Rishbeth, J., 1952. Control of *Fomes annosus* Fr. - Forestry, 1952, 25, s. 41 - 50.

Rishbeth, J., 1963. Stump protection against *Fomes annosus*. III. Inoculation with *Peniophora gigantea*. - Ann. appl. Biol., 1963, 52, s. 63 - 77.

Zakon o gozdovih s komentarjem, 1994. Ljubljana, Gozdarska založba, 1994, 43 s.

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA GOZDARSTVO

Franci JAGODIC

PODLUBNIKI IN BELJENJE SMREKOVIH PANJEV

DIPLOMSKA NALOGA

BARK BEETLES AND DEBARKING OF SPRUCE  
STUMPS

GRADUATION THESIS

Ljubljana, 1997

Diplomska naloga je bila izdelana na Biotehniški fakulteti, Oddelek za gozdarstvo.

Odbor za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo je za mentorja diplomske naloge imenoval prof. dr. Janeza Titovška in za recenzenta prof. dr. Franca Pohlevna.

Mentor: prof. dr. Janez Titovšek



Recenzent: prof. dr. Franc Pohleven



Komisija za oceno in zagovor:

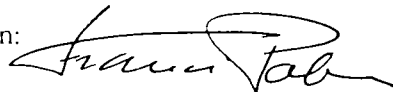
Predsednik:



Član:



Član:



Datum zagovora:

### KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn
- DK GDK 174.7 *Picea abies* Karst. : 453 : 145.7 Coleoptera : 413.9
- KG *Picea abies* Karst., pokšodbe gozda zaradi žuželk, Coleoptera, beljenje panjev
- KK
- AV JAGODIĆ, Franci
- SA TITOVŠEK, Janez ment.
- KZ 1000 Ljubljana, SLO, Večna pot 83
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo
- LI 1997
- IN PODLUBNIKI IN BELJENJE SMREKOVIH PANJEV
- TD Diplomska naloga
- OP IX, 70 s., 14 preg., 4 graf., 11 sl., 1 karta, 65 lit.
- IJ SL
- Jl sl / en
- AI Raziskava je prispevek k poznavanju žuželk, ki napadajo obeljene, progasto obeljene in neobeljene smrekove panje iz zimske in poletne sečnje. Panje je naselilo 9 vrst floeofagnih in 3 vrste ksilomicetofagnih podlubnikov. Najpogostejši je bil *Dryocoetes autographus*, ki je bil prisoten na 58,7 % panjev, najnevarnejši pa *Ips typographus*, ki je bil najden na 15,3 % manj vlažnih velikih panjih. Ksilomicetofaga *Trypodendron lineatum* in *Hylocoetes dermestoides* sta se zavrtala v vlažne panje iz zimske sečnje. Ličinke kozličkov so gosto naselile vse panje. V ravnih sistemih fitofagnih insektov so se zadrževali njihovi plenilci. Najpogostejši je bil *Thanasimus formicarius*, dokaj pogoste pa so bile tudi ličinke iz družine *Syrphidae*, za katere se je izkazalo, da so plenilci podlubnikov.



### KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Gt
- DC FDC 174.7 Picea abies Karst. : 453 : 145.7 Coleoptera : 413.9
- CX Picea abies Karst., forest damage by insects, Coleoptera, debarking of stumps
- AU JAGODIĆ, Franci
- AA TITOVŠEK, Janez supervisor
- PP 1000 Ljubljana, SLO, Večna pot 83
- PB Univ. of Ljubljana, Biotechnical Fac., Forestry Dep.
- PY 1997
- TI BARK BEETLES AND DEBARKING OF SPRUCE STUMPS
- DT graduation thesis
- NO IX, 70 p., 14 tab., 4 ch., 11 pic., 1 map, 65 ref.
- LA SL
- AL sl/en
- AB The research is a contribution to the knowledge of insects, which attack debarking, striped debarking and nondebarking spruce's stumps from winter and summer cut. The stumps were colonized by 9 species of phloeophagous and 3 species of xylomycetophagous bark beetles. The most frequent bark beetle *Dryocoetes autographus* was settled in 58,7 % of stumps and the dangerous *Ips typographus* colonized 15,3 % of less wet big stumps. Xylomycetophagous *Trypodendron lineatum* and *Hylocoetes dermestoides* were drilled in moist stumps from winter cut. Larvae of *Cerambycidae* were very dense on all of the stumps. In the galleries of phytophagous insects their predators retained. The most frequent were *Thanasimus formicarius*. Very often there were also the larvae of *Syrphidae*. They turned out to be predators of bark beetles.

## KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION.....	IV
KAZALO VSEBINE.....	V
KAZALO GRAFIKONOV.....	VII
KAZALO PREGLEDNIC.....	VIII
KAZALO SLIK.....	IX
KAZALO KART.....	IX
1 UVOD.....	1
2 BELJENJE SMREKOVIH PANJEV.....	3
3 RAZISKOVALNO OBMOČJE.....	6
3.1 ZGODOVINA.....	6
3.2 GOZDNOGOSPODARSKA ENOTA SELCA.....	8
3.2.1 <i>Relief in vodovje</i> .....	8
3.2.2 <i>Geološka podlaga in tla</i> .....	8
3.2.3 <i>Podnebje</i> .....	9
3.2.4 <i>Gozdni sestoji</i> .....	9
3.2.5 <i>Pojavljanja podlubnikov</i> .....	10

4	<b>METODE DELA</b> .....	12
4.1	<b>TERENSKE METODE DELA</b> .....	12
4.1.1	<i>Izločitev raziskovalnih ploskev</i> .....	12
4.1.1.1	Raziskovalne ploskve na sečiščih zimske sečnje.....	14
4.1.1.2	Raziskovalne ploskve na sečiščih poletne sečnje.....	15
4.1.2	<i>Zbiranje podatkov</i> .....	16
4.2	<b>LABORATORIJSKE METODE DELA</b> .....	17
4.2.1	<i>Determinacija vrst</i> .....	17
4.2.2	<i>Vzgoja bub <i>Rhagium inquisitor</i> L.</i> ....	17
4.3	<b>KABINETNE METODE DELA</b> .....	17
4.3.1	<i>Zbiranje informacij</i> .....	17
4.3.2	<i>Obdelava podatkov</i> .....	18
5.	<b>REZULTATI</b> .....	19
5.1	<b>PREGLED FLOEOFAGNIH, KSILOMICETOFAGNIH, ZOOFAGNIH IN DETRITOFAGNIH INSEKTOV IZ SMREKOVIH PANJEV</b> .....	19
5.2	<b>FLOEOFAGNI PODLUBNIKI V SMREKOVIH PANJIH, NJIHOVA EKOLOGIJA IN VLOGA</b> .....	21
5.2.1	<i>Delež napadenih panjev</i> .....	21
5.2.2	<i>Ekologija in vloga posameznih vrst</i> .....	29
5.3	<b>KSILOMICETOFAGNI PODLUBNIKI IN DRUGE KSILOMICETOFAGNE VRSTE V SMREKOVIH PANJIH, NJIHOVA EKOLOGIJA IN VLOGA</b> .....	33
5.3.1	<i>Delež napadenih panjev</i> .....	33
5.3.2	<i>Ekologija in vloga posamezne vrste</i> .....	37
5.4	<b>KOZLIČKI (Cerambycidae) IN RILČKARJI (Curculionidae) NA SMREKOVIH PANJIH, NJIHOVA EKOLOGIJA IN VLOGA</b> .....	40
5.4.1	<i>Kozlički</i> .....	40
5.4.2	<i>Rilčkarji</i> .....	44

5.5	ZOOFAGNE IN DETRITOFAGNE VRSTE NA SMREKOVIH PANJIH, NJIHOVA EKOLOGIJA IN VLOGA.....	46
5.5.1	<i>Colcoptera</i> .....	46
5.5.2	<i>Diptera</i> .....	56
5.5.3	<i>Rhaphidides</i> .....	57
6	UGOTOVITVE.....	58
7	RAZPRAVA IN USMERITVE ZA NADALJNA RAZISKOVANJA.....	60
8	POVZETEK.....	63
9	SUMMARY.....	64
10	ZAHVALA.....	65
11	LITERATURA.....	66

#### KAZALO GRAFIKONOV

GRAFIKON 1:	Delež panjev zimske sečnje, napadenih s progastim lestvičarjem.....	33
GRAFIKON 2:	Delež panjev zimske sečnje, napadenih z bukovim vrtovinom.....	36
GRAFIKON 3:	Delež progasto obeljenih in neobeljenih smrekovih panjev z naseljenimi ličinkami kozličkov.....	40
GRAFIKON 4:	Hrošči in ličinke <i>Thanasimus sp.</i> na smrekovih panjih.....	46

## KAZALO PREGLEDNIC

PREGLEDNICA 1: Pojav floeofagnih podlubnikov na smrekovih panjih glede na čas sečnje.....	21
PREGLEDNICA 2: Pojav floeofagnih podlubnikov na smrekovih panjih iz zimske sečnje glede na stopnjo obeljenosti.....	22
PREGLEDNICA 3: Pojav floeofagnih podlubnikov na smrekovih panjih iz poletne sečnje glede na stopnjo obeljenosti.....	23
PREGLEDNICA 4: Pojav floeofagnih podlubnikov na smrekovih panjih iz zimske in poletne sečnje glede na stopnjo obeljenosti.....	23
PREGLEDNICA 5: Delež panjev, ki so bili napadeni s smrekovemu gozdu potencialno nevarnimi vrstami podlubnikov.....	24
PREGLEDNICA 6: Delež smrekovih panjev, naseljenih z <i>Ips typographus</i> , glede na vrsti <i>Dryocoetes autographus</i> in <i>Hylurgops palliatus</i> .....	25
PREGLEDNICA 7: Rovni sistemi knaverja na panjih iz zimske sečnje, analizirani julija.....	26
PREGLEDNICA 8: Rovni sistemi knaverja na panjih iz zimske sečnje, analizirani v septembru.....	26
PREGLEDNICA 9: Rovni sistemi knaverja na panjih iz poletne sečnje, analizirani v avgustu.....	27
PREGLEDNICA 10: Rovni sistemi knaverja na panjih iz poletne sečnje, analizirani v oktobru.....	27
PREGLEDNICA 11: Število vhodnih odprtín in koeficient variacije (%) progastega lestvičarja na panjih.....	34
PREGLEDNICA 12: Število izmetnih odprtín in koeficient variacije (%) bukovega vrtovina na panjih.....	37
PREGLEDNICA 13: Pojav pisancev na progasto obeljenih in neobeljenih panjih.....	47
PREGLEDNICA 14: Delež panjev iz zimske sečnje z žerkami trepetavk.....	56

## KAZALO SLIK

SLIKA 1: Progasto obeljen panj.....	13
SLIKA 2: Zelo napaden neobeljen panj po odstranitvi skorje. Panj je pri tleh zažagan z motorno žago.....	13
SLIKA 3: <i>Ips typographus</i> in njegovi rovni sistemi.....	28
SLIKA 4: Družinski hodnik lesarja <i>Xyloterus saxeni</i> (zgoraj) in rovni sistem progastega lestvičarja ( <i>Trypodendron lineatum</i> ) (spodaj).....	35
SLIKA 5: Ličinki bukovega vrtovina ob izmetnih odprtinah.....	39
SLIKA 6: Izmetne odprtine ličink bukovega vrtovina med rizomorfi in micelijem <i>Armillaria mellea</i> .....	39
SLIKA 7: Ličinke kozličkov v rovnih sistemih nabitih s črvino.....	41
SLIKA 8: Ličinka kozlička <i>Rhagium inquisitor</i> v bubilnici.....	43
SLIKA 9: Rovni sistemi kozličkov rodu <i>Tetropium</i> se končajo v lesu, kjer se ličinke zabubijo.....	43
SLIKA 10: Veliki rjavi rilčkar ( <i>Hylobius abietis</i> ) na panju med ovipozicijo.....	45
SLIKA 11: Ličinka <i>Clerus sp.</i> mlajšega razvojnega stadija v rovnem sistemu podlubnika.....	48

## KAZALO KART

Raziskovalno območje z raziskovalnimi ploskvami.....	11
--	----

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA LESARSTVO

Stanko JECL

ZAŠČITA SKLADIŠČ HLODOVINE S FEROMONSKO VABO  
LINOPRAX

VIŠJEŠOLSKA DIPLOMSKA NALOGA

PROTECTION OF TIMBER STORAGE YARD WITH THE  
PHEROMONIC BAIT LINOPRAX

HIGHER SCHOOL WORK

Ljubljana , 1996

Jecl, S. Zaščita skladišč hlodovine s feromonsko vabo Linoprax.

Višješol. dipl. nal., Ljubljana, B.F., Odd. za lesarstvo, 1996

---

Raziskave so bile opravljene na skladišču hlodovine " LI Savinja" Celje. Analiza in determinacija vrst škodljivcev je bila izvedena na Katedri za patalogijo in zaščito lesa, Oddelek za lesarstvo, Biotehniška fakulteta.

Mentor: Prof. dr. Franci POHLEVEN

Recezent: Prof. dr. Janez TITOVŠEK

Komisija za študijske in študentske zadeve je določila komisijo za zagovor višješolske diplomske naloge, ki jo sestavljajo:

Datum zagovora: 28 -06- 1996



Jecl, S. Zaščita skladišč hlodovine s feromonsko vabo Linoprax.

Višješol. dipl. nal., Ljubljana, B.F., Odd. za lesarstvo, 1996

---

### KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Vn
- DK UDK 630\*845.52
- KG ukrepi zaščite lesa/ lovne pasti/ učinek lova/ vpliv vremena
- AV JECL, Stanko
- SA POHLEVEN, Franci mentor/ TITOVŠEK, Janez recenz.
- KZ 1000 Ljubljana, SLO, Rožna dolina, c.VIII/34
- ZA Univ., Biotehniška fak., Oddelek za lesarstvo
- LI 1996
- IN ZAŠČITA SKLADIŠČ HLODOVINE S FEROMONSKO VABO LINOPRAX
- TD višješolska diplomska naloga
- OP VIII, 39 s., 4 tab., 2 graf., 4 sl., 15 ref.
- IJ SI
- Jl sl / en
- AI Naloga obravnava uporabo ploščatih in cevnih lovnih pasti in feromona LINOPRAX pri zatiranju progastega lestvičarja (*Xyloterus lineatus* Oliv.) na skladišču hlodovine Li Savinja d.o.o. Celje v letu 1991. Ugotavljali smo vpliv postavitve pasti, vrste pasti in vpliv vremenskih dejavnikov na ulov podlubnikov. Poudarek je na biološki zaščiti lesa, ki postaja v zadnjih letih predvsem zaradi varstva okolja in ekonomičnosti, vse bolj pomembna. Dobljeni rezultati kažejo, da so feromonske vabe učinkovite pri privabljanju in redukciji populacije podlubnikov. Hkrati so dovolj selektivne in so z ekološkega vidika primernejše kot kemična zaščita lesa. S spremljanjem ulova podlubnikov lahko kontroliramo gostoto populacije in ogroženost hlodovine na skladišču. Najpogostejši določeni insekti so bili lestvičarji in sicer *Xyloterus lineatus* 35%, 65% pa lubadarji in drugi insekti.

Jecl, S. Zaščita skladišč hlodovine s feromonsko vabo Linoprax.

Višješol. dipl. nal., Ljubljana, B.F., Odd. za lesarstvo, 1996

---

#### KEY WORD DOCUMENTATION

- ND Vn
- DC UDC 630\*845.52
- CX Measures for wood protection/ pheromone baited traps/ effect of trapping/ influence of weather/
- AU JECL, Stanko
- AA POHLEVEN, Franci supervisor/ TITOVŠEK, Janez co-advisor
- PP 1000 Ljubljana, SLO, Rožna dolina c.VIII/34
- PB Univ., Biotechnical fac., Dept. of Wood Sci. and Technol.
- PY 1996
- TI PROTECTION OF TIMBER STORAGE YARDS WITH THE PHEROMONIC BAIT LINOPRAX
- DT higher school woork
- NO VIII, 39 p., 4 tab., 2 graf., 4 fig., 15 ref.
- LA Sl
- AL sl / en
- AB In this thesis, we describe the use of cylindric and planar traps and pheromone LINOPRAX for control of the lineate bark beetle (*Xyloterus lineatus* Oliv.) on the timber storage yard Li Savinja d.o.o. Celje in 1991. We investigated the influence of location and type of the traps, and weather on capture of bark beetles. Biological wood pest control was emphasised. In recent years, biological control gained on importance, due to environmental demands and economic reasons. The results show, that the pheromonic traps efficiently attract bark beetles and reduce their population. They are selective and ecologically more suitable than chemical wood preservation. By combining the temporal and spatial distribution of captured scolytids, the density of bark beetle population can be controlled. The most frequently caught was the lineate bark beetle (*Xyloterus lineatus* Oliv.) (35%).

Jecl, S. Zaščita skladišč hlodovine s feromonsko vabo Linoprax.

Višješol. dipl. nal., Ljubljana, B.F., Odd. za lesarstvo, 1996

---

## KAZALO VSEBINE

	s.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI) z izvlečkom	III
Key words documentation (KDI) incl. abstract	IV
Kazalo tabel	VII
Kazalo grafikonov	VIII
Kazalo slik	IX
1 <u>UVOD</u> .....	1
2 <u>PREGLED OBJAV</u> .....	3
2. 1 <u>PREPREČEVALNO - ZATIRALNI UKREPI</u> .....	4
2. 2 <u>VABA</u> .....	5
2. 3 <u>LOVNE PASTI</u> .....	7
2. 3. 1 <u>Cevna past</u> .....	7
2. 3. 2 <u>Ploščata režasta past</u> .....	8
2. 4 <u>PODLUBNIKI</u> .....	10
2. 4. 1 <u>Lestvičarji (<i>Xyloterus</i> sp.)</u> .....	11
2. 4. 2 <u>Progasti lestvičar (<i>Xyloterus lineatus</i> Oliv.)</u> .....	11
3. <u>METODE DELA</u> .....	14
3. 1 <u>POSKUSNO OBMOČJE</u> .....	14
3. 2 <u>UREJENOST SKLADIŠČA</u> .....	15
3. 3 <u>ZLAGANJE IN SORTIRANJE HLODOVINE</u> .....	15
3. 4 <u>RAZPOREDITEV PASTI</u> .....	16
3. 5 <u>LOKACIJE</u> .....	18
3. 6 <u>VSTAVITEV VABE</u> .....	19

Jecl, S. Zaščita skladišč hlodovine s feromonsko vabo Linoprax.

Višješol. dipl. nal., Ljubljana, B.F., Odd. za lesarstvo, 1996

---

3. 7 KONTROLA IN DETERMINACIJA.....	21
4. <u>REZULTATI</u> .....	22
4. 1 ULOV V PLOŠČATI IN CEVNI PASTI.....	22
4.2 VPLIV LOKACIJE NA ULOV INSEKTOV.....	27
4.3 VPLIV VREMENA NA ULOV INSEKTOV.....	29
5. <u>RAZPRAVA IN SKLEPI</u> .....	31
5. 1 EKOLOŠKI VIDIK ULOVA INSEKTOV.....	31
5. 2 DISKUSIJA O SESTAVI ULOVA.....	32
5. 3 SELEKTIVNOST ULOVA.....	32
5. 4 VRSTE PASTI.....	33
5. 5 LOKACIJE.....	33
5. 6 TEMPERATURA.....	34
5. 7 SKLEPI.....	35
6. <u>POVZETEK</u> .....	37
7. <u>ZAHVALA</u> .....	38
8. <u>REFERENCE</u> .....	39

Jecl, S. Zaščita skladišč hlodovine s feromonsko vabo Linoprax.

Višješol. dipl. nal., Ljubljana, B.F., Odd. za lesarstvo, 1996

---

## KAZALO TABEL

	s.
Tab. 1. Stanje na skladišču hlodovine v "LI Savinja" Celje glede na ukrepe zaščite lesa v letu 1991	20
Tab. 2: Število ulovljenih progastih lestvičarjev na 15-ih pasteh na dan praznjenja v letu 1991	24
Tab. 3: Število ulovljenih insektov na 15-ih pasteh na dan praznjenja v letu 1991	25
Tab. 4: Determinacija vzorčnega ulova insektov ulovljenih na feromonsko past z vabo Linoprax dne, 11. 4. 1991	28

Jecel, S. . Zaščita skladišč hlodovine s feromonsko vabo Linoprax.

Višješol. dipl. nal., Ljubljana, B.F., Odd. za lesarstvo, 1996

---

## KAZALO GRAFIKONOV

	s.
Graf. 1: Kvantitativni ulov progastega lestvičarja na Theysohn-ovi in cevni pasti glede na čas praznjenja v letu 1991 - primerjalna	26
Graf. 2: Maksimalne dnevne temperature za leto 1991 v Celju in število ujetih insektov na dan ulova	30

Jecl, S. Zaščita skladišč hlodovine s feromonsko vabo Linoprax.

Višješol. dipl. nal., Ljubljana, B.F., Odd. za lesarstvo, 1996

---

## KAZALO SLIK

	s.
Sl. 1: Cevna past domače izdelave	9
Sl. 2: Ploščata, režasta past, znamke Theysohn	9
Sl. 3: Progasti lestvičar ( <i>Xyloterus lineatus</i> Oliv.)	13
Sl. 4: Skica skladišča hlodovine na žagi "LI Savinja" Celje, z označenimi lokacijskimi mesti Theysohn-ovih in cevnih pasti.	17

