

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

Neža HABJAN

**GLIVNE ASOCIACIJE SMREKOVIH  
PODLUBNIKOV**

(Col.: *Ips typographus* (L.), *Pityogenes chalcographus* (L.))

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2009

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

Neža HABJAN

**GLIVNE ASOCIACIJE SMREKOVIH PODLUBNIKOV**  
**(Col.: *Ips typographus* (L.), *Pityogenes chalcographus* (L.))**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

**FUNGI ASOCIATIONS OF SPRUCE BARK BEETLES**  
**(Col.: *Ips typographus* (L.), *Pityogenes chalcographus* (L.))**

GRADUATION THESIS  
University studies

Ljubljana, 2009

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija gozdarstva na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Opravljeno je bilo v Laboratoriju za ekološke raziskave Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani ter v Laboratoriju za varstvo gozdov in v mikroskopirnici na Gozdarskem inštitutu Slovenije v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire je za mentorico diplomskega dela imenovala prof. dr. Majo Jurc, za somentorja doc. dr. Dušana Jurca in za recenzenta prof. dr. Stanislava Trdana.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Neža Habjan

### KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA (KDI)

ŠD Dn  
DK GDK 145.7+172.8(043.2)=163.6  
KG podlubniki/glive modrivke/*Ophistoma, Ceratocystis*  
KK  
AV HABJAN, Neža  
SA JURC, Maja (mentorica), JURC, Dušan (somentor)  
KZ SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83  
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire  
LI 2009  
IN GLIVNE ASOCIACIJE SMREKOVIH PODLUBNIKOV  
(Col.: *Ips typographus* [L.], *Pityogenes chalcographus* [L.])  
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)  
OP  
IJ sl  
JI sl/en  
AI Namen dela je bilo raziskati, ali smrekova podlubnika, tj. osmerozobi smrekov lubadar (*Ips typographus* [L.]) in šesterozobi smrekov lubadar (*Pityogenes chalcographus* [L.]), prenašata glive, katere so vrste asociacijskih gliv in s kolikšnimi deleži so zastopane. Podlubnike so nabrali na trenutnih žariščih lubadarja in jih inokulirali v del debla posekane zdrave smreke. Inokuliran les oziroma koščke tega lesa in skorje, nabrane okoli lukenj, v katere so predhodno vstavili lubadarja, so položili na agar. Ob delu, ki je zajemalo nabiranje podlubnikov na terenu, delo v laboratorijih in mikroskopiranje, pa so poskušali s pomočjo raziskav znanstvenikov v drugih državah ugotoviti, kakšna je medsebojna vloga gliv modrivk in podlubnikov, zakaj se pojavljajo skupaj tako pogosto in kakšen je njihov vpliv na drevo. Ugotovili so, da so bili vsi podlubniki okuženi z glivami, izmed 261 gliv, ki so se razvile v 240 preizkušancih, pa so potrdili le tri glive modrivke in verjetnost še štirih gliv modrivk. V rezultatih se ni pojavila v drugih državah najbolj pogosta in najbolj patogena *Ceratocystis polonica*, našli pa so glive *Ophiostoma penicillatum* in *Ophiostoma bicolor* ter 51 primerkov iz rodu *Gliocladium*. Slednjih niso zasledili v raziskavah, narejenih v drugih državah. Sicer pa so najbolj pogoste vrste pripadale rodu *Penicillium* spp. (145 primerkov). Proučili so tudi sanitarne sečnje zaradi podlubnikov in ugotovili, da se je v Sloveniji leta 2001 začela gradacija, imela kulminacijo v letu 2005 in se končuje.

#### KEY WORDS DOCUMENTATION (KWD)

DN Dd  
DC FDC 145.7+172.8(043.2)=163.6  
CX bark beetles/blue-stain fungi/*Ophistoma, Ceratocystis*  
CC  
AU HABJAN, Neža  
AA JURC, Maja (supervisor), JURC, Dušan (co-supervisor)  
PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83  
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and  
Renewable Forest Resources  
PY 2009  
TI FUNGI ASOCIATIONS OF SPRUCE BARK BEETLES  
(Col.: *Ips typographus* (L.), *Pityogenes calchographus* (L.))  
DT Graduation Thesis (University studies)  
NO  
LA sl  
AL sl/en  
AB The purpose of our work was to determine whether eight-toothed bark beetle (*Ips typographus* [L.]) and six-toothed bark beetle (*Pityogenes calchographus* [L.]) disseminate fungi, which associated fungi these are, and in what portions they are represented. The beetles were collected at current outbreak locations. They were inoculated into pieces of wood of a healthy, recently felled spruce. Pieces of wood and bark collected from around the holes in which the bark beetles had been previously placed, were afterwards placed on agar. Our work comprised picking the bark beetles in the field, laboratory work and microscopy, but we also tried to determine the relationship between bark beetles and blue-stain fungi, why they are associated so often and what their effect on the tree is. We found out that all beetles were infected with fungi. Among 261 fungi that had developed in 240 testers we confirmed the existence of only 3 species of blue-stain fungi and a probability of another 4 species of blue-stain fungi. Most common and most virulent *Ceratocystis polonica* has never appeared in the results, but we did find *Ophiostoma penicillatum* and *Ophiostoma bicolor* and also 51 fungi from the *Gliocladium* genus. The latter were not detected in researches, made in other countries. The most frequent fungus was *Penicillium spp.* (145 specimens). We studied the sanitary felling due to bark beetles and found out that in Slovenia the outbreak started in 2001, culminated in 2005 and is now in the process of ceasing.

## KAZALO VSEBINE

Ključna dokumentacijska informacija	III
Key word documentation	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII

<b>1 UVOD .....</b>	<b>1</b>	Izbrisano: 1
<b>2 NAMEN NALOGE.....</b>	<b>4</b>	Izbrisano: 4
<b>3 DELOVNE HIPOTEZE .....</b>	<b>5</b>	Izbrisano: 5
<b>4 PODLUBNIKI NA SMREKI .....</b>	<b>6</b>	Izbrisano: 6
4.1 PODLUBNIKI .....	<b>6</b>	Izbrisano: 6
4.1.1 Osmerozobi smrekov lubadar <i>Ips typographus</i> (Linneaeus, 1758) (red Coleoptera, druž. Scolytidae, poddruž. Ipinae).....	<b>9</b>	Izbrisano: 9
4.1.2 Šesterozobi smrekov lubadar <i>Pityogenes chalcographus</i> (Linneaeus, 1761) (red Coleoptera, druž. Scolytidae, poddruž. Ipinae) .....	<b>11</b>	Izbrisano: 11
4.2 Kontrola gostote populacij in zatiranje.....	<b>12</b>	Izbrisano: 12
<b>5 DOSEDANJA RAZISKOVANJA (PREGLED OBJAV) O ODNOSIH PODLUBNIKI – GLIVE .....</b>	<b>16</b>	Izbrisano: 16
5.1 GLIVE NA PODLUBNIKIH .....	<b>16</b>	Izbrisano: 16
5.1.1 Ekološke skupine podlubnikov.....	<b>16</b>	Izbrisano: 16
5.1.2 Glive modrivke .....	<b>18</b>	Izbrisano: 18
5.1.2.1 Splošno o glivah modrvkah.....	<b>18</b>	Izbrisano: 18
5.1.2.2 Taksonomija .....	<b>18</b>	Izbrisano: 18
5.1.2.3 Patogenost gliv modrvk .....	<b>19</b>	Izbrisano: 19
5.1.2.4 Odnos med glivami modrvkami in podlubniki .....	<b>21</b>	Izbrisano: 21
5.2 ODPORNOST DREVESA .....	<b>24</b>	Izbrisano: 24
5.2.1 Genetsko pogojena odpornost drevesa .....	<b>24</b>	Izbrisano: 24
5.2.2 Zunanji dejavniki, ki vplivajo na odpornost .....	<b>27</b>	Izbrisano: 27
<b>6 MATERIAL IN METODE .....</b>	<b>31</b>	Izbrisano: 31
6.1 Delo na terenu.....	<b>31</b>	Izbrisano: 31
6.2 Delo v laboratorijih in mikroskopirnici .....	<b>32</b>	Izbrisano: 32

6.2.1 Delo v Laboratoriju za ekološke raziskave na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete .....	<u>32</u>	Izbrisano: 32
6.2.2 Delo v laboratoriju Gozdarskega inštituta Slovenije .....	<u>33</u>	Izbrisano: 33
6.2.3 Delo v mikroskopirnici Gozdarskega inštituta Slovenije.....	<u>34</u>	Izbrisano: 34
<b>7 REZULTATI RAZISKAVE.....</b>	<u>37</u>	Izbrisano: 37
7.1 Število okuženih lukanj, v katerih se je razvil micelij gliv, ter oblika in barva micelija .....	<u>37</u>	Izbrisano: 37
7.1.1 Število inokuliranih lukanj, v katerih se je razvil micelij gliv.....	<u>37</u>	Toc232297568 Izbrisano: 37
7.1.2 Vrste gliv na preizkušancih in njihova determinacija .....	<u>42</u>	Izbrisano: 41
7.1.2.1 <i>Ophiostoma penicillatum</i> (Grosmann) Siemaszko, <i>Pl. Polon.</i> 7(no. 3): 24 (1939))	<u>42</u>	Izbrisano: 41
7.1.2.2 <i>Ophiostoma bicolor</i> R.W. Davidson & D.E. Wells (1955), [RSD]; Ophiostomataceae.....	<u>44</u>	Izbrisano: 43
7.1.2.3 Sphaeropsidales .....	<u>45</u>	Izbrisano: 44
7.2 Trajanje gradacije osmerozobega smrekovega lubadarja in šesterozobega smrekovega lubadarja .....	<u>46</u>	Izbrisano: 45
<b>8 RAZPRAVA IN SKLEPI.....</b>	<u>49</u>	Izbrisano: 48
8.1 RAZPRAVA.....	<u>49</u>	Izbrisano: 48
8.1.1 SKLEPI.....	<u>50</u>	Izbrisano: 49
<b>9 POVZETEK.....</b>	<u>52</u>	Izbrisano: 51
<b>10 SUMMARY .....</b>	<u>54</u>	Izbrisano: 53
<b>11 VIRI .....</b>	<u>56</u>	Izbrisano: 55

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Vrsta in oblika micelija glede na lokacijo inokulacije v lesu po vrsti podlubnika in kraju.....	<u>39</u>	Izbrisano: 39
Preglednica 2: Zastopanost vrst micelijev glede na obliko in barvo na posameznih lokacijah .....	<u>40</u>	Izbrisano: 39
Preglednica 3: Število okužb glede na vrsto lubadarja, lokacijo in vrsto micelija.....	<u>41</u>	Izbrisano: 40
Preglednica 4: Posek lesa zaradi napada žuželk (iglavci) v m <sup>3</sup> (Viri: Vilhar, Č. – podatki za podjetje Grča; ZGS 2008 – podatki za Slovenijo).....	<u>46</u>	Izbrisano: 45

## KAZALO SLIK

Slika št. 1: Sušenje alohtonih smrekovih sestojev v Prestrani zaradi podlubnikov (foto: B. Habjan) .....	2	
Slika št. 2: Lokacije nabiranja podlubnikov .....	<u>32</u>	Izbrisano: 32
Slika št. 3: Peritecij glive <i>Ophiostoma penicillatum</i> v petrijevki z zaporedno številko 41 S, pri 10-kratni povečavi.....	<u>43</u>	Izbrisano: 42
Slika št. 4: Konidiji glive <i>Ophiostoma penicillatum</i> v petrijevki z zaporedno številko 41 S, pri 80-kratni povečavi.....	<u>43</u>	Izbrisano: 42
Slika št. 5: Askokarpi glive <i>Ophiostoma bicolor</i> v petrijevki z zaporedno številko 5 S, pri 80-kratni povečavi .....	<u>44</u>	Izbrisano: 43
Slika št. 6: Peritecij glive <i>Ophiostoma bicolor</i> v petrijevki z zaporedno številko 5 S, pri 80-kratni povečavi .....	<u>44</u>	Izbrisano: 43
Slika št. 7: Micelija z oznako BR 1 in BZ, ki spadata med glive iz rodu <i>Gliocladium</i> in micelij glive z oznako G1, ki spada v podskupino Sphaeropsidales (foto: M. Jurc).....	<u>45</u>	Izbrisano: 44
Slika št. 7: Prilagoditev normalne porazdelitve količini poseka iglavcev in listavcev (posek zaradi žuželk, listavci zavzemajo cca 0,3 %) v Sloveniji (Vir: ZGS 2008) .....	<u>48</u>	Izbrisano: 47
Slika št. 8: Prilagoditev normalne porazdelitve količini poseka iglavcev (sanitarna sečna podjetja Grča) (Vir: pisna informacija Vilhar, Č.) .....	<u>48</u>	Izbrisano: 47

## 1 UVOD

V Sloveniji je smreka (*Picea abies* [L.] Karst) v lesni zalogi udeležena z 32 % glede na zastopanost rastišč, kjer se pojavlja kot naravna graditeljica fitocenoz, in sicer kot glavna ali pa primešana drevesna vrsta. Njen delež pa bi moral biti bistveno manjši, ocenujemo, da okoli 8 %. S svojim deležem v lesni zalogi je prevladujoča drevesna vrsta slovenskih gozdov (Poročilo o delu ..., 2008). Smreka je torej razširjena tudi zunaj svojega naravnega areala, in sicer zaradi svojega pospeševanja, ki je bilo posledica največje zemljiške rente oziroma pričakovanega največjega donosa. V času uveljavljanja principa največje zemljiške rente (pred približno 150 leti) so v Sloveniji nastale tudi obširne monokulture smreke, predvsem v veleposestniških gozdovih. Zunaj svojih naravnih rastišč pa se je smreka razširila tudi v gozdovih, ki so bili in so še v zasebni lasti, in sicer zaradi uporabnosti njenega lesa pri obnovi in vzdrževanju gospodarskih poslopij. Znatne površine smrekovih sestojev so nastale tudi pri neposredni in posredni premeni grmišč in opustošenih gozdov na rastiščih listavcev. Vitalnost smreke, ki raste na rastiščih zunaj svojega naravnega areala, je pogosto zmanjšana zaradi suš v rastni dobi, še posebno pa je to vidno v višjih starostih sestojev.

Razmeroma velike površine smrekovih gozdov zunaj njenih naravnih rastišč v Sloveniji so vzrok poškodb teh gozdov, ki jih povzročijo abiotski in biotski dejavniki. Posledica teh poškodb so t. i. sanitarni sečnje. Pri nas obsegajo sanitarni sečnje vetrolome, snegolome ter poseke zaradi napada žuželk in gliv. V tej posekani lesni masi v zadnjih letih prevladujejo iglavci, in to predvsem smreka. Tako je v letu 2007 v tem poseku delež smreke predstavljal kar 98,3 %, in to predvsem zaradi napada osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus* [L.]) (Poročilo o delu ..., 2008). Delež posekane lesne mase v Sloveniji zaradi napada podlubnikov v skupnem poseku lesa je v letu 2007 znašal 16 %, v gozdnogospodarskem območju (GGO) Ljubljana pa celo 40 %. Zaradi velikih stroškov sečnje in spravila dreves, ki so jih poškodovali podlubniki, in zaradi nižje cene tega lesa povzročijo podlubniki ogromno gospodarsko škodo. Zato je preprečevanje gradacij podlubnikov izredno pomembna in zahtevna strokovna naloga slovenskih gozdarjev. Pri zatiranju teh škodljivcev pa je pomembno, da poznamo njihovo avtekologijo, populacijsko ekologijo vrst in sinekologijo. Spoznati moramo način življenja posameznih vrst podlubnikov, ki povzročajo poškodbe, vse dejavnike, ki vplivajo na njihov razvoj in

razmnoževanje, ter odnose z ostalimi živalskimi in rastlinskimi vrstami, ki pomembno vplivajo na življenje proučevanih škodljivcev. Pomembno vlogo imajo pri tem glive, saj je znano, da je pri nekaterih vrstah podlubnikov njihov razvoj vezan na določene vrste gliv.



Slika št. 1: Sušenje alohtonih smrekovih sestojev v Prestrani zaradi podlubnikov (foto: B. Habjan)

V letih od 2004 do 2009 je bil lubadar v gradaciji, kar kaže tudi količina v Sloveniji posekane lesne mase zaradi napada žuželk. Te količine so bile naslednje: v letu 2003  $406.621 \text{ m}^3$ , v letu 2004  $573.557 \text{ m}^3$ , leta 2005  $747.123 \text{ m}^3$ , 2006  $702.725 \text{ m}^3$  in leta 2007  $512.136 \text{ m}^3$ . V tej količini lesne mase je 99,7 % iglavcev in od tega 98,3 % smreke (ZGS 2008). Pri smreki sta glavna povzročitelja poškodb osmerozobi smrekov lubadar in šesterozobi smrekov lubadar (*Pityogenes chalcographus* [L.]). Količine poseka poškodovanega drevja zaradi podlubnikov, tj. v glavnem zaradi navedenih dveh lubadarjev, kažejo, da je bil vrhunec gradacije teh dveh vrst v letu 2005 in da je številnost lubadarja v upadanju. Napad lubadarja ne povzroči razvrednotenja lesa, če drevo posekamo takoj po opaženem napadu, tj. poobarvanju krošnje. Ker pa navadno preteče

precej časa med napadom in posekom, še posebno v zasebnih gozdovih, pa pride zaradi okužbe z glivami do pomembnega razvrednotenja lesa (predvsem do modrenja). Za prikaz oziroma približen izračun neposredne gospodarske škode, tj. zaradi razvrednotenja lesa, vzemimo, da polovico dreves (lesne mase), ki jih je napadel lubadar, posekamo še pred razvrednotenjem zaradi napada gliv, pri polovici pa je razvrednotenje 20 € na m<sup>3</sup> izdelanega lesa (zelo optimistično). Če vzamemo, da smo v letih od 2003 do 2007 zaradi napada lubadarjev v povprečju posekali približno 580.000 m<sup>3</sup>/leto, potem znaša neposredna škoda ( $580.000 \times 0,5 \times 20$  €) 5,800.000 €. Prišteti moramo še stroške dražje izdelave gozdnih sortimentov (razpršenost sečišč), škodo zaradi nedoseganja gozdnogojitvenih ciljev ter stroške sanacije žarišč lubadarja.

V letu 2002, ko lubadar še ni bil v gradaciji, je znašal posek drevja, ki so ga poškodovali podlubniki, 169.382 m<sup>3</sup>, kar je bistveno manj kot v letih, ko sta bila smrekova lubadarja v gradaciji (Poročilo o delu ..., 2008).

Kot je razvidno iz približnega izračuna, je škoda, ki nam jo povzročata omenjena smrekova lubadarja, ogromna in je vsako novo znanje o življenju lubadarjev ter njihovem zatiranju velikega gospodarskega pomena. Ker razvrednotenje lesa povzročijo glive, ki so vnesene v drevo že z lubadarjem, je bistvenega pomena, da spoznamo, kakšna je povezanost med glivo in lubadarjem ter katere glive (vrste) so vezane nanj. S predloženim delom (raziskavo) skušamo doprinesti delček novega znanja k tej problematiki. Podlubniki so sestavni del gozdnega ekosistema, zato bodo vedno zastopani v naših gozdovih. Vsaka gradacija podlubnikov pomeni motnjo v funkcioniranju gozdnega ekosistema in te motnje nam nakazujejo stresne situacije oziroma napačno ravnanje z gozdnim ekosistemom. Za gradacijo podlubnikov v Sloveniji sta vzrok razširjenost smreke zunaj njenih naravnih rastišč ter pogoste suše med rastno dobo, kot dodaten vzrok pa lahko navedemo še neupoštevanje oziroma neizvrševanje gozdnega reda v času letnih sečenj, še posebno to velja za gozdove v zasebni lasti.

## **2 NAMEN NALOGE**

Namen naloge je raziskati, ali smrekova podlubnika, tj. osmerozobi smrekov lubadar in šesterozobi smrekov lubadar, prenašata glive, ugotoviti, katere so vrste teh asociacijskih gliv in s kolikšnimi deleži so zastopane. V ta namen je bilo potrebno odvzeti lubadarje iz okolja, jih inokulirati v del debla smreke, ki je bilo popolnoma zdravo oziroma za katero ni bilo verjetno, da bi se v njem že pojavljale kakšne glive, še posebno ne glive modrivke. Ob predpostavki, da je inokuliran les okužen z glivami, smo koščke tega lesa položili na hranilni medij, primeren za rast gliv, še posebno gliv modrivk. Ob tem delu, ki je obsegalo nabiranje podlubnikov na terenu, delo v laboratorijih in mikroskopiranje, pa smo poskušali s pomočjo raziskav znanstvenikov v drugih državah ugotoviti, kakšna je vloga gliv modrivk v življenju podlubnikov, zakaj se pojavljata skupaj tako pogosto in kakšen je njihov vpliv na drevo. Nadaljnji namen naloge je ugotoviti, ali se pri nas pojavljajo tudi glive, ki jih v sosednjih državah niso zasledili, in to zaradi drugačnih rastišč, na katerih raste smreka.

### 3 DELOVNE HIPOTEZE

Raziskave, opravljene v tujini (predvsem v Avstriji, Franciji, na Poljskem, v Nemčiji, na Finskem in Norveškem pa tudi v ZDA, na Japonskem ter Kitajski), so dokazale prisotnost gliv modrivk na lesu, ki so ga napadli smrekovi lubadarji. Glivne trose so zasledili tako na pokrovkah in vratnem ščitu kot tudi v prebavnem traktu teh podlubnikov. Najpogosteje Ophiostomoidne gliche, ki jim z drugim nazivom rečemo gliche modrivke, ker ustvarijo modro obarvanje beljave drevesa, so bile po dozdajšnjih raziskavah iz rodov *Ceratocystis* (*Ceratocystis polonica*), *Ophiostoma* (*Ophiostoma bicolor*, *O. piceiperda*, *O. penicillatum*) in nespolnega rodu *Leptographium* (Kirisits, 2004).

Bistveno pa so se raziskave razlikovale po deležih, ki jih je zastopala posamezna vrsta gliche. Ponekod je prevladovala gliva *Ceratocystis polonica*, ki še vedno velja za najbolj patogeno, drugje, na primer v naši bližini v Avstriji, pa je bila to vrsta *Ophiostoma bicolor*. Obstajajo različne domneve, zakaj je tako. Izsledki raziskav kažejo, da je *Ceratocystis polonica* najbolj pogosta na zdravih drevesih, ki jih smrekov lubadar napada le, kadar je v gradaciji. V Avstriji pa je bila močno dominantna gliva *Ophiostoma bicolor*. Možno pojasnilo za to izjemo bi bilo, da je bila okužba določena v območju temperaturnega maksimuma gliche *Ceratocystis polonica* in je zaradi tega dejstva dominirala gliva *Ophiostoma bicolor*. Če ta domneva drži, potem lahko podobne rezultate pričakujemo v marsikaterih krajih v Sloveniji.

Na osnovi raziskav, ki so bile izvedene v evropskih državah, postavljam naslednje hipoteze:

1. osmerozobi smrekov lubadar (*Ips typographus* [L.]) in šesterozobi smrekov lubadar (*Pityogenes chalcographus* [L.]) sta prenašalca glivnih spor, ki okužijo napaden les;
2. najbolj pogosto zastopane so gliche iz rodov *Ceratocystis*, *Ophiostoma* in *Leptographium*;
3. najbolj pogosto zastopani sta gliche *Ceratocystis polonica* in *Ophiostoma bicolor*;
4. gradacija osmerozobega smrekovega lubadarja in šesterozobega smrekovega lubadarja ima svoj začetek v letu 2001, kulminacijo pa v letu 2005.

## 4 PODLUBNIKI NA SMREKI

### 4.1 PODLUBNIKI

Gozd je obširen ekosistem, v katerem vladajo zapleteni medsebojni odnosi, kot so mutualizem, predatorstvo, komenzalizem, kompeticija in zajedalstvo. Udeleženci v teh odnosih so tudi podlubniki, ki so sestavni del gozdov po vsem svetu.

Večina jih živi na lesnatih rastlinah, zato jih imenujemo dendrobionti, čeprav jih nekaj najdemo celo na zeliščih. Med podlubniki razlikujemo polifagne, oligofagne in monofagne vrste. Polifagne vrste napadajo več rastlinskih vrst iz različnih družin, oligofagi napadajo samo drevesa iz ene družine, monofagi pa napadajo le en rod ali celo le eno rastlinsko vrsto. Znani so tudi skrajni polifagi, ki napadejo tako listavce kot tudi iglavce. Gostitelj jim predstavlja vir hrane in prostor za razmnoževanje. Poleg gozdnega drevja napadajo nekatere vrste tudi sadno drevje. Pri izbiri dreves gostiteljev je pomembna tudi debelina lubja. Načeloma gredo večje vrste podlubnikov na debelolubne drevesne vrste in manjše vrste podlubnikov na tenkolubne drevesne vrste, razporedijo pa si tudi prostor na gostitelju, ki je prav tako definiran z debelino lubja. V Sloveniji sta smreka in bor gostitelja največ različnih vrst podlubnikov in pri obeh se vrste delijo na tiste, ki zasedajo spodnji del debla, zgornji del debla in debelejše veje, tanjše veje in vejice, ter tiste, ki zasedajo koreninski vrat in korenine na površju tal.

Nadalje se podlubniki delijo na floemofagne in ksilomicetofagne (Titovšek, 1988). Kirisits navaja še floemomicetofage, ki se hranijo tako z glivami kot lesom (Kirisits, 2004). Floemofagi živijo v območju ličja in kambija, hranijo pa se z živim in odmrlim tkivom. Njihove bobilnice se lahko plitvo zajedajo v beljavo. S prekomerno namnožitvijo lahko postanejo nevarni fiziološki škodljivci gozdnega drevja. Ksilomicetofagi pa se prehranjujejo le z micelijem in trosi »ambrozijskih gliv«, ki se razraščajo v njihovih hodnikih. Tja jih prinesejo samice, ki ustvarjajo zarodne hodnike. Ti segajo od 5 do 6 cm globoko v les, lahko pa celo do 12 cm globoko; les za rast gliv pa mora biti dovolj vlažen. S tako globokim vrtanjem v les se le-ta razvrednoti in že ob majhni gostoti podlubnikov je gospodarska škoda precejšnja. V Sloveniji so ksilomicetofagi zastopani z rodovoma *Xyloterus* in *Xyleborus*.

Podlubnike ločimo na primarne, sekundarne in terciarne, glede na življenjsko moč gostitelja ob napadu in kakovost hranilnih snovi v tkivu, s katerim se hranijo. Obrambni mehanizmi zdravih dreves pa so tako močni, da tudi primarni podlubniki pri normalni gostoti na njih ne morejo osnovati zaroda, lahko pa z zrelostnim in regeneracijskim hranjenjem z vitalnimi organi drevesa ali pa le s prezimovanjem v njih drevo tako oslabijo, da je to že primerno za zaledanje njihovih potomcev.

Brestov beljavar z bolnih dreves na zdrava prenaša patogeno glivo *Ophiostoma ulmi* (prej *Ceratocystis ulmi*), ki povzroča holandsko bolezen brestov, in ta namesto njega slabí zdrava drevesa. Gliva se razrašča v hodnikih in rovih beljavarjev in tu tudi fruktificira; ličinke in hrošči pa se nato prehranjujejo tako z rastlinskim tkivom kot tudi z micelijem in sporami teh gliv. Gliva *Ceratocystis ulmi* v rovih razvije nespolno obliko *Graphium ulmi*, ki se z lepljivimi konidiji, oblikovanimi na vrhu koremijev, oprime dlačic in teles mladih hroščkov. Ti zapustijo matično drevo, preletijo na krošnje zdravega drevesa, tu spolno dozorijo, medtem pa se prehranjujejo z nežnim lubjem na mladih poganjkih, z iztrebki pa izločajo tudi konidije. Izločeni konidiji in tisti s telesa se naselijo v ranah drevesa, tu začnejo kaliti in povzročijo okužbo lesa. Gliva se v lesu razvija naprej. Iz hif izloča toksine, ki spodbujajo nastanek til, ki zamašijo ksilemske cevi, povzročijo pa tudi odmrtje živih celic v območju prevodnega sistema. Ta oblika bolezni se imenuje traheomikoza, rezultat tega pa je, da do listov ne pride dovolj vode in le-ti ovanejo. Takšno drevo zatem naslednje generacije beljavarjev nemoteno zaledajo, medtem ko imajo zdravi bresti premočan tlak za ovipozicijo brestovih lubadarjev, čeprav jih prištevamo med primarne floemofage (Titovšek, 1988). Nekoč so domnevali, da posedeje gliva *Ophiostoma ulmi* agresivni in neagresivni sev, kasnejše raziskave pa so pokazale, da je pravzaprav umestno razlikovanje dveh različnih vrst. Vrsta *Ophiostoma ulmi* je sicer povzročala epifitocijo v Evropi in Severni Ameriki med letoma 1920 in 1940, zdajšnje epifitocije na klonih brestov, ki so bili odporni proti glivi *Ophiostoma ulmi*, pa povzroča *Ophiostoma novo-ulmi* s svojimi močno patogenimi sevi (Maček, 1998).

Večina podlubnikov je sekundarnih gozdnih škodljivcev, ki naseljujejo fiziološko oslabela ali pa posekana drevesa, katerih pretok sokov je popolnoma prekinjen. Ko pa takšni podlubniki prestopijo prag latence in če v okolju ni dovolj dreves, ki jih zaledajo v

običajnih okolišinah, takrat postanejo primarni škodljivci. Prvi naleti so navadno neuspešni in hrošči v smoli ali soku poginejo; z naslednjimi naleti, ko drevo oslabi pa so čedalje bolj uspešni. Takšni sekundarni podlubniki so zastopani z rodovi *Ips*, *Pityogenes*, *Polygraphus*, *Xyloterus*, *Xyleborus*. Terciarne vrste naseljujejo odmrla drevesa z biokemično spremenjenimi tkivi floema in kambija (Titovšek, 1988).

Podlubniki v primerjavi z drugimi žuželkami nimajo velike natalitete, v ugodnih razmerah pa se lahko kljub temu močno namnožijo; pravimo, da so v gradaciji. Dejavnik, ki lahko na populacijo podlubnika vpliva zaviralno ali pa ugodno, je temperatura. Višje temperature pospešujejo njegov razvoj in tako lahko ustvari več rodov v letu, nizke temperature pa privedejo do večje mortalitete, še posebno škodljiva so velika temperaturna nihanja in spomladanske ohladitve. Največji omejujoči dejavnik je pomanjkanje gostiteljev za zaleganje oziroma gozd z vitalnimi drevesi. Razni škodljivi biotski in abiotiski dejavniki pa povzročijo, da je lahko v posameznih letih veliko oslabljenih dreves. Veter, žled, suša, mraz, požari in emisije so tisti dejavniki, ki s svojim negativnim delovanjem oslabijo drevo in ga tako naredijo ustreznegra za zaleganje sekundarnih napadalcev, podlubnikov. Drevesa, ki se nahajajo izven svojih rastišč, pa so za te dejavnike še bolj dovetna, na primer smreka s svojim plitvim koreninskim sistemom za suše. Podlubniki, ki zalegajo oslabljena drevesa, le pospešijo procese v naravi in sami po sebi tako ne prinašajo gospodarske škode (razen ksilomicetofagov, ki vrtajo v globino lesa), ker pa na sebi prenašajo glive, ki povzročajo obarvanost lesa, se vrednost tega lesa zmanjša. Ko pa so podlubniki prekomerno namnoženi in napadajo zdrava drevesa, in to še preden so ta doseglj svojo sečno zrelost, ter poleg vsega še oboroženi z glivami modrkvami, takrat je gospodarska škoda že zelo velika. Že leta 1876 je bila v Ljubljani izdana knjižica z naslovom Kratek popis smrekovega lubadarja s podukom njegovega pokončevanja, spisal pa jo je Ivan Salzer (c. kr. gozdni nadzornik) (Titovšek, 1988).

Knjižica vsebuje opis lubadarja, ki ga imenuje tudi knaver (opuščeno domače ime za osmerozobega smrekovega lubadarja), kako le-ta živi in kje prebiva ter kako se ga pokončuje. V tem poglavju je opisano napadeno drevo, kako je potrebno izvajati gozdni red, opis lovnih dreves ter kako ravnati z lubadarkami. Knjižica vsebuje tudi Posnetek iz gojzdne postave in Oznanilo, ki ravno tako kot naši današnji zakoni poveljuje, kakšen

mora biti gozdni red, rok, do katerega je potrebno gozdni red izvesti, tretiranje lubadark in še nekaj drugih navodil (Titovšek, 1988).

Leta 1951 je izšla knjižica priznanega gozdarskega strokovnjaka na področju zatiranja podlubnikov, inž. Jožeta Šlandra: »Zatiranje lubadarjev« (Šlander, 1951). V letih po 2. svetovni vojni, v času »planskih sečenj«, so premalo upoštevali gozdni red in tako je lubadar prešel v gradacijo in povzročil veliko gospodarsko škodo.

#### **4.1.1 Osmerozobi smrekov lubadar *Ips typographus* (Linnaeus, 1758) (red Coleoptera, druž. Scolytidae, poddruž. Ipinae)**

Razvoj vrste poteka v štirih razvojnih stadijih. To so jajče, ličinka (larva), buba in hrošč (imago). Odrasel hrošč meri od 4,2 do 5,5 mm (Jurc, 2006), najprej je svetlo rjave barve, s starostjo prehaja v temnejšo (Šlander, 1951). Prepoznaven je po štirih zobcih na vsaki strani koničnika; od teh je največji tretji zobec, ki je tudi glavičasto odebeljen. Taodebelitev pa je večja pri samčkih. Takšna zgradba verjetno pripomore k izrivanju čvine iz rovov. Pokrovki sta punktirani v brazdah, čelo pa je zrnato z majhno štrlečo grbico v sredini. Imajo prelomljeno betičaste tipalke z zastavico iz petih členov. Larva je dolga od 5 do 6 mm, je apodna, bele barve z rjavo glavo. Prosta buba je ravno tako bela, enako dolga kot odrasla larva in ima na zadnjem koncu dva trnasta izrastka (Jurc, 2006).

Vrsta je floemofagna in specializirana na rod *Picea*. Najbolj ogroža starejše smrekove stedoje, tj. med 70 in 100 leti, na osončenih legah, oslabljene zaradi vetrolomov in snegolomov ter neurij in požarov, predvsem pa suš. V podlubnikovo korist delajo tudi foliofagne žuželke ter smrekova rdeča trohnoba v kombinaciji s smrekovo grizlico. K namnožitvi močno pripomore neizvajanje ali napačno izvajanje gozdnega reda. Je sekundarna vrsta, ob velikih namnožitvah zaradi prekrivanja več ugodnih dejavnikov pa postane primarna (Jurc, 2006).

Hrošči napadajo živa drevesa, to so lahko poškodovana stoječa drevesa ali sveže podrta. Zalega predvsem dele dreves z debelim lubjem, prvi predstavniki te vrste, ki priletijo na drevo, začnejo delati rove tik pod krošnjo. Živijo v predelu ličja, kambija in lesa, tu pa se

prehranjujejo z živim in odmrlim tkivom. Materinski rovi, rovi ličink in bobilnice se nahajajo v ličju in plitvo v beljavi (Jurc, 2006).

Podlubniki so mrzlokrvne živali, odvisne od temperature okolja. Hrošči prezimujejo v bližini lubadark, nekaj centimetrov globoko v tleh, v hodnikih pod skorjo korenovca, lahko pa tudi kar pod lubjem lubadark ali v sečnih ostankih. Ličinke in bube prezimujejo tam, kjer so bile izležene, preživijo pa zimo, če jih ne pokonča mraz pri temperaturah pod –13 oziroma –17 °C. Zima v povprečju povzroči okoli 50-odstotno smrtnost. S spomladanskim prehranjevanjem začnejo pri temperaturah od 12 do 14 °C, rojiti pa pri temperaturnem pragu 16,5 °C. Da jim uspe napad na živo drevje, mora biti temperatura nad 15 °C vsaj tri ali štiri dni. Razvoj ne poteka pri temperaturah nižjih od 6 do 8,3 °C, ovipozicija pa ne pri 11,3 °C in manj. V naših krajih traja razvoj enega rodu navadno od 8 do 10 tednov, v enem letu pa se razvijeta dva čista in en sestrski rod, v zanje ugodnih razmerah pa celo 3 + 2 rodovi, v višjih nadmorskih višinah se razvije samo en čisti rod. Drevo najprej naseli samček, privabijo ga hlapni atraktanti gostitelja, on pa z agregacijskimi feromoni – *cis*-verbenolom, metil butenolom in ipsdienolom privabi od dve do tri samice. Ko je drevo že popolnoma zasedeno, začnejo oddajati antiagregacijska feromona verbenol in ipsenol. Optimalna gostota materinskih rovov je okoli 500 na kvadratni meter. Ko so podlubniki v progradaciji, je samičk več kot samčkov, ko pa so v retrogradaciji, je število pri obeh spolih približno enako. Samice delajo od eno- do trikrake rove, pri tem pa sproti odložijo med 50 in 150 jajčec. Osmerozobi smrekov lubadar lahko neprekinjeno leti tudi do šest ur, dosega hitrosti okoli dveh metrov na sekundo, ker pa lahko leti več dni zaporedoma, uspe preleteti tudi več deset kilometrov (Jurc, 2006).

Znak napadenosti smreke po spomladanskom rojenju je v prvem stadiju črvina ob vhodnih odprtinah, ki je temnejše rjave barve. Zatem se začne drevo smoliti, manj ali bolj intenzivno. Tretji znak napada, ko je drevo že praktično premagano, pa je spremenjena barva krošnje, ki posivi in nakazuje venenje, pa tudi bolj siva barva skorje, ki začne odpadati. Včasih iglice v zadnjem stadiju pordečijo, včasih pa se usujejo še zelene. Pri poznoletnem in jesenskem napadu so ob pazljivem opazovanju vidne spremembe na barvi skorje, spremembe v krošnji pa so vidne šele naslednje leto (Jurc, 2006).

Osmerozobi smrekov lubadar ima tudi naravne sovražnike, parazite in predatorje. To so virusi (entomopoksvirusi), bakterije (*Bacillus thuringiensis*), glice (*Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. idr.), entomopatogene ogorčice, praživali (*Chytridiopsis typographi* Weiser, *Nosema typographi* Weiser, *Gregarina typographi* Fuchs), pršice iz družine Tarzonemidae, žuželke (družina muh (Lonchaeidae), *Nudobius latus* Geov. in *Quedius plagiatus* Mannh iz družine kratkokrilcev (Staphylandidae), *Platiysoma oblongum* F. (Histeridae), mravljinčasti pisanec (*Thanasimus formicarius* L.) in *T. femoralis* (Zett.) iz družine pisancev (Cleridae), mnogožilna kamelovratnica (*Phaeostigma notata* F.) iz družine kamelovratnic (Raphidioptera), mala rdeča gozdnna mravlja (*Formica polyctena* Först.), planinska temno rdeča gozdnna mravlja (*F. lugubris* Zett.), vrsti *Tomicobia seitneri* Ruschka in *Caeloides bostrichorum* Gir. iz družine kožekrilcev (Hymenoptera) in ptice, npr. črna žolna (*Dryocopus martius* [L.]), mali detel (*Dendrocopos minor* [L.]), triprsti detel (*Picoides tridactylus* [L.]) (Jurc, 2006).

#### **4.1.2 Šesterozobi smrekov lubadar *Pityogenes chalcographus* (Linnaeus, 1761) (red Coleoptera, druž. Scolytidae, poddruž. Ipinae)**

Hrošček je dolg med 1,8 in 2,8 mm, ima paralelni pokrovki s slabše vidnimi punktiranimi linijami. Vratni ščit je bolj temno rjavo obarvan kot pokrovke. Na prvi polovici je zrnat, na zadnji punktiran. Ima prelomljeno betičaste tipalke s petčleno zastavico. Samica se od samčka loči po čelu, ki je bolj oblo kot ravno samčeve čelo, in trije pari ostrih zobčkov na koničniku so pri samički le nakazani. Izlegajo drobna jajčeca, iz njih pa se izlegajo apodne, od 2,5 do 3 mm dolge larve. Buba je prosta in brez nastavkov na zadku (Jurc, 2006).

Je poligamna vrsta, vendar se različne populacije med seboj ne združujejo. Izletati začne aprila in maja oz. pri temperturnem pragu 13 °C (po nemških avtorjih, drugi navajajo vrednosti 16 ali 20 °C). Ko samček izdela kotilnico, se mu pridruži od tri do šest, včasih celo osem samičk, te pa po oploditvi izdelajo materinske hodnike, dolge od 2 do 6 cm, vsaka v svojo smer, tako da dobi rovni sistem zvezdasto obliko. Ker je posledica to, da je vsaj nekaj rovov poševnih, ti večkrat prekinejo smolne kanale in občutljivost smreke se poveča, izločanje smole po številnih ranitvah pa se zmanjša. Ličinke delajo na gosto posejane, od 2 do 4 cm dolge rove. V srednji in južni Evropi se navadno razvijeta dva čista in dva sestrška rodova, v nižinah lahko tudi 3 + 3, bolj severno in v višjih nadmorskih

legah pa manj (2 + 2). Prezimuje lahko v vseh stadijih razen kot jajčece, in sicer v lesu, kjer se tudi hrani, v odpadli skorji ali stelji. Prav tako kot osmerozobi smrekov lubadar je tudi ta floemofag. Najdemo ga predvsem na tankolubnih delih dreves, kot so veje in vrhači, in pa tudi na debelcih smrek starih od 8 do 12 let ter tudi pod skorjo starejših dreves (od 60 do 80 let). V slednjem primeru je kamrica izdelana v ličju, pri rovnih sistemih pod tanjšo skorjo pa so kamrice v lesu. Gostitelj je predvsem rod *Picea*, še posebno navadna smreka, in šesterozobi smrekov lubadar pokriva praktično celoten areal te vrste. Redko ga lahko najdemo tudi na iglavcih iz drugih rodov, npr. *Pinus*, *Larix* in *Abies*. Ogroža predvsem sestoje smrekovih letvenjakov in mlajših drogovnjakov, napadel pa je že tudi mlajše borove sestoje. Seveda so za napad bolj dovtreti sestoji na neustreznih rastičih in drevesa pod vplivom različnih negativnih biotskih in abiotskih dejavnikov. V takšnih razmerah se lahko sicer sekundarni škodljivec spremeni v primarnega (Jurc, 2006).

Naravni sovražniki, bodisi plenilci bodisi zajedalci, na ličinkah in hroščih podlubnikov so ogorčice, pršice, žuželke iz družin Carabidae, Staphylinidae, Histeridae, Tenebrionidae, Cleridae, Nitidulidae, Rhizophagidae, larve dvokrilcev (Diptera) in kožekrilcev (Hymenoptera), med vsemi je največji plenilec ličink tega podlubnika vrsta *Nemosoma elongatum* (L.). Med patogenimi glivami so najpomembnejše iz skupin Amoebidae in Ophryocystidae, najbolje raziskane pa so tiste iz skupine Mikrosporidia. Gliva *Beauveria bassiana* je sposobna v 3 do 10 dneh povzročiti do 100-odstotno zmanjšanje vseh stadijev šesterozobega smrekovega lubadarja (Jurc, 2006).

#### 4.2 KONTROLA GOSTOTE POPULACIJ IN ZATIRANJE

Proti osmerozobemu (v večji meri) in proti šesterozobemu smrekovemu lubadarju se borimo s preventivnim ukrepanjem, nadzorovanjem in profilakso (preprečevalnim zatiranjem) ter zatiranjem in sanacijo žarišč. Preventiva je sestavljena iz nadzorovanja zdravja gozda, ki bi v optimalnih razmerah morala obsegati pregled gozda v zimski sezoni enkrat na mesec in v poletni sezoni dvakrat mesečno. Temu bi morala slediti posek in izdelava bolnih, poškodovanih in oslabljenih dreves, še preden začnejo podlubniki rojiti, ali pa imunizacija teh dreves. Poleg tega je potrebno ravnati odgovorno tudi z nenapadenimi posekanimi drevesi. Iglavce iz zimske sečnje je potrebno izdelati in obeliti

pred začetkom rojenja podlubnikov, iglavce iz letne sečnje pa takoj oziroma v treh tednih po sečnji. Po opravljeni sečnji je potrebno poskrbeti tudi za gozdni red. Napadene sečne ostanke poškropimo z insekticidi ali pa zažgemo; pri prvem je potrebno paziti na zakonske omejitve (te so pogosto premile, zato se lahko oziramo tudi na moralne omejitve), pri drugem pa na požarno ogroženost. Za nadzorovanje gostote populacij se uporablajo kontrolno-lovne pasti, opremljene s feromoni, in pa kontrolno-lovne nastave, to so lahko kontrolno-lovna drevesa ali kontrolno-lovna debla. Postavljalci naj bi jih marca, preden začne podlubnik rojiti, optimalna postavitev pa je na vsakih 250 ali vsaj vsakih 500 m, lahko pa tudi na najbolj ogrožena mesta v gozdu. Ker je osmerozobi smrekov lubadar od leta 2003 v gradaciji, se nadzor sedaj izvaja v vseh sestojih, kjer je smreka zastopana z vsaj 20-odstotki, in ki so starejši od 60 let. Uporablajo se tako pasti kot nastave, in sicer ena na 5 do 25 ha. Takšen nadzor se izvaja tudi, kadar je v gradaciji šesterozobi smrekov lubadar, ravno tako v sestojih z več kot 20-odstotnim deležem smreke, pasti ali nastave pa postavljamo eno na vsakih 5 ha. Kontrolno-lovne pasti se pregledujejo na en ali dva tedna, postavljene pa so mejne vrednosti za osmerozobega smrekovega lubadarja v eni pasti, in sicer v maju in juniju, ki nam pojasnijo ogroženost zaradi podlubnikov. Če je v pasti manj kot 1000 hroščev, je stopnja napada nizka, kar pomeni, da tudi v naslednjem rodu, tj. v juliju in avgustu istega leta, ne bo visoka. Do 4000 hroščev v pasti predstavlja srednjo stopnjo napada in majhno verjetnost velikega števila v prihajajočih mesecih, ko pa število osebkov v pasti presega številko 4000, je to visoka stopnja napada in v tekočem letu pričakujemo gradacijo. To je signal, da moramo uporabiti vsa razpoložljiva sredstva za ustavitev gradacije. Ovrednotenje ulova si poenostavimo tako, da hrošče izmerimo volumensko, en mililiter predstavlja 40 osebkov osmerozobega smrekovega lubadaja. Za šesterozobega smrekovega lubadarja veljajo druge vrednosti. Nizka stopnja napada je definirana z do 5000 osebkov v pasti, srednja stopnja z do 20.000 osebkov in visoka stopnja napada z več kot 20.000 osebkov v pasti. Slednja mora biti alarm za prihajajočo gradacijo v poletnih mesecih. Volumensko en mililiter predstavlja 600 hroščkov šesterozobega smrekovega lubadarja. Pri nas uporabljamo prestrezne, črne, režaste Theysohnove pasti z vloženim sintetsko izdelanim agregacijskim feromonom, njegovi glavni sestavini pa sta *cis*-verbenol in metil butenol za osmerozobega smrekovega lubadarja ter feromona halkogram ter metil dekadienoat za šesterozobega smrekovega lubadarja. Takšne vabe delujejo od šest do osem tednov, med rojenjenjem pa jih moramo pregledovati enkrat na

teden. Novejše raziskave so pokazale, da določeni agregacijski feromoni na drugo vrsto delujejo odbijajoče, zato ni smiselno, da bi v eno past poskušali z različnimi feromoni privabljati več vrst (Jurc, 2006).

Zatiranje in sanacija žarišč zajemata izdelavo od novembra do marca nastalih lubadark, še preden hrošči začnejo rojiti, takojšnji posek in izdelavo prepozno (med aprilom in oktobrom) odkritih lubadark in uničenje zaroda na takih drevesih ter takojšnji posek in izdelavo dreves (smrek), ki so bila zaradi ujm ali drugih abiotskih dejavnikov prizadeta v poletnem času. Če so bube pod ljubjem še brez pigmenta, je oblovino dovoljeno beliti v gozdu, drugače moramo hlodovino odpeljati v skladisča in tam zarod uničiti na druge načine, z insekticidi. Pri strojnem lupljenju skorje uničimo 93 % osmerozobih smrekovih lubadarjev. Dodatne ukrepe za preprečevanje širjenja in zatiranja podlubnikov ureja tudi zakon. Ta narekuje, da morajo lastniki ali upravljavci najpozneje do 20. marca tekočega leta posekat s podlubniki napadeno drevje in opraviti zatiralne ukrepe ter posekat podrto ali polomljeno drevje iglavcev, do 15. aprila tekočega leta pa urediti sečišče iglavcev (Jurc, 2006).

Lov hroščev, ki so že izleteli, in njihovo uničevanje opravljamo z lovнимi nastavami. Ker lubadarji iščejo smreke, pri katerih je pretakanje sokov moteno, so pa še žive, morajo te lastnosti imeti tudi tista, ki smo jim namenili vlogo lovne nastave. To preprosto dosežemo tako, da požagamo živa, stoječa in nenapadena drevesa ali pa izruvana nenapadena drevesa požagamo pri koreninah. Debelina lovnega drevesa naj bo taka, kot je debelina lubadark, osmerozobemu smrekovemu lubadarju ustrezajo čim debelejša drevesa. Drevesa lahko oklestimo in za šesterozobega smrekovega lubadarja pripravimo lovne kupe, napadal pa bo tudi veje, ki jih pustimo pri lovnom drevesu. Lovno drevo ne sme imeti velike krošnje, kajti velika krošnja povzroči hitro izsušitev debla in s tem postane le-to neustrezno za naselitev šesterozobega smrekovega lubadarja. Zelo pomembno pa je, da gozd dobro očistimo, tj. posekamo vse lubadarke, obelimo vse šture in ves les odpeljemo iz gozda, preden pripravimo lovne nastave (Šlander, 1951). Z lovнимi drevesi nato obkrožimo žarišča lubadark v oddaljenosti do 50 m. Lovne nastave, s katerimi nameravamo loviti prezimljene hrošče, postavljamo zgodaj spomladi, ko se začne topiti sneg, oziroma najpozneje do začetka aprila. V gozdu jih ne postavljamo v čisto senčne lege, lahko pa jih

postavimo tudi ob gozdni rob, in sicer na prisojno stran, zamaknjene v gozd za eno drevesno višino, na osojno pa za pol drevesne višine. Za vsako lubadarko mora biti nastavljeno eno lovno drevo, kot kontrola pa sta priporočljivi še ena do dve takšni lovni nastavi na vsakih  $10\text{ m}^3$  pravočasno izdelanih lubadark. Če so lovna drevesa srednje ali močno oblegana, to pomeni, da sta na  $2\text{ dm}^2$  ena ali dve vhodni odprtini oziroma nad dve vhodni odprtini, potem takoj po rojenju nastavimo dodatna lovna drevesa, in sicer eno na pet obstoječih. Drugo serijo lovnih dreves, namenjeno lovnu naslednjega rodu podlubnikov, postavimo vsaj en teden pred pričakovanim rojenjem. Če je bila obleganost lovnih dreves z osmerozobim smrekovim lubadarjem v prvi seriji nizka, manj kot ena vhodna odprtina na  $2\text{ dm}^2$ , potem nam lovnih dreves ni potrebno postavljati. Če je več kot ena in manj kot dve vhodni odprtini na  $2\text{ dm}^2$ , potem postavimo pol toliko dreves, kot v prejšnji seriji, če pa sta 2 vhodni odprtini ali več na  $2\text{ dm}^2$ , moramo položiti ravno toliko lovnih debel, kot smo jih ob koncu zime, lahko pa tudi več. Pri šesterozobem smrekovem lubadarju za iste kriterije upoštevamo enkrat večje število vhodnih odprtin, uporabljamo pa tanjša drevesa ali lovne kupe. Če predvidevamo napad podlubnikov tretjega rodu, polagamo lovna drevesa po istem principu, kot lovna drevesa druge serije. Lovne nastave je potrebno pregledovati od začetka rojenja do sanacije vsak teden ali vsaj na 14 dni. Lovna drevesa je dobro opremiti s populacijskimi feromoni, na ta način naj bi se namreč ulovilo več kot 30 % populacije (Jurc, 2006). Lovne nastave moramo izdelati še preden se ličinke zavrtajo v les oziroma preden (od 3 do 4 tedne po zavrtanju) izleti samica odlagat nova jajčeca. Beljenje lovnih nastav v gozdu poteka nad podloženo plahto, ki prestreže izpadle hrošče, vsebino plahte in lubje nato zažgemo. Kadar je razglašena nevarnost požarov, lubje obrnemo tako, da je notranja stran izpostavljena soncu, ki uniči ličinke in bube. Nova lovna debla pripravljamo istočasno kot izdelujemo stara (Šlander, 1951).

Prav tako kot pri ostalih delih v gozdarstvu, je tudi tu potrebno beležiti vse podatke o lovnih drevesih. Lovne pasti so, v nasprotju z lovnimi nastavi, namenjene le nadzoru številčnosti populacije in ne zatiranju podlubnikov, raziskave so pokazale tudi to, da so feromoni bolj učinkoviti pri privabljanju osebkov z manjšo telesno maso, večji osebki pa se nanje ne odzivajo, s čimer te lovne pasti opravlja negativno selekcijo (Jurc, 2006).

## 5 DOSEDANJA RAZISKOVANJA (PREGLED OBJAV) O ODNOSIH PODLUBNIKI – GLIVE

### 5.1 GLIVE NA PODLUBNIKIH

#### 5.1.1 Ekološke skupine podlubnikov

Povezava med glivami in podlubniki je bila ugotovljena že v 19. stoletju. Schmidberger je leta 1836 odkril »ambrozijo« v rovih podlubnika *Xyleborus dispar*. Leta 1844 je Hartig ugotovil, da je ta ambrozija pravzaprav tvorba gliv, v letu 1878 pa je ugotovil še medsebojno razmerje med škodo zaradi žuželk, razbarvanje lesa in glivami. Münch (1907, 1908) pa je opazil, da obstaja povezava med glivami modrkvami na stopečih drevesih ter stavbnem lesu in podlubniki (Kirisits, 2004).

Do sedaj so odkrili tri ekološke tipe podlubnikov, omenjena razvrstitev pa se ne ujema nujno s taksonomsko razvrstitvijo podlubnikov. Prva ekološka skupina so ksilomicetofagni podlubniki, ki jih uvrščamo med ambrozijske hrošče (Francke-Grosman, 1966, 1967, cit. po Kirisits, 2004; Postner, 1974, cit. po Kirisits, 2004; Beaver, 1989, cit. po Kirisits, 2004; Pfeffer, 1995, cit. po Kirisits, 2004), med slednje pa spada tudi hrastov strženar (*Platypus cylindrus*) iz družine strženarjev (Platipodidae), kot edini tak predstavnik platipodidnih hroščev v Evropi (Postner, 1974, cit. po Kirisits, 2004; Pfeffer, 1995, cit. po Kirisits, 2004). Ambrozijski hrošči v svojih rovih gojijo glive in se z njimi prehranjujejo, kajti njihov metabolismus ni prilagojen za prebavo lignina, celuloze in hemiceluloze. (Francke-Grosman, 1967, cit. po Kirisits, 2004; Graham, 1967, cit. po Kirisits, 2004; Beaver, 1989, cit. po Kirisits, 2004) Tako je bila ustvarjena ektosimbioza z nutricionalno obligatornimi glivami (Francke-Grosman, 1966, 1967, cit. po Kirisits, 2004; Graham, 1967, cit. po Kirisits, 2004; Postner, 1974, cit. po Kirisits, 2004; Beaver, 1989, cit. po Kirisits, 2004; Berryman, 1989, cit. po Kirisits, 2004; Six, 2003, cit. po Kirisits, 2004).

Druga skupina so floemomicetofagni podlubniki, katerih hrana sta floem in asociacijske glive. V Evropi prištevamo v to skupino dve vrsti podlubnikov, to sta mali borov strženar (*Tomicus minor*) in ostrozobi borov lubadar (*Ips acuminatus*), ki živita v asociaciji z vrstami iz rodu *Ambrosiella* (Francke-Grosman, 1952, 1966, 1967 cit. po Kirisits, 2004).

V tretjo skupino uvrščajo floemofagne podlubnike, ki so asocirani z mnogimi glivami, predvsem z glivami modrivkami (Jacobs in Wingfield, 2001). Povezava tega mutualističnega razmerja ni povsem jasna, najbolj zagovarjana teorija pa je naslednja: podlubnik mora drevo, ki bo primerno za razmnoževanje, najprej oslabiti, torej v prvi vrsti premagati njegovo obrambo. Strategija večine podlubnikov je množičen napad velikega števila posameznikov (iz tega razloga so le gradacije podlubnikov tiste, ki so res nevarne za sestoj), kar oslabi anatomske in biokemične obrambe drevesa in povzroči smrt. K tej oslabitvi pa pripomorejo tudi glice modrivke. V to skupino ne spada orjaški smrekov ličar (*Dendroctonus micans*), ki se obnaša kot pravi parazit na živem drevesu in napada kot posameznik. Glice modrivke pri njegovem razmnoževanju nimajo vloge, vendar pa jih tudi najdemo na njem (Kirisits, 2004).

Asociativne glice podlubnikov so kvasovke, bazidiomicete, askomicete in anamorfne glice brez spolnih stadijev (Kirisits, 2004). Če hranilno podlago – agar – neposredno okužimo s podlubnikom, so glice kvasovke bolj pogoste kot glice modrivke, če pa inokuliramo les z glivami, ki so na podlubniku, pa se razvije več glice modrivk (Furniss in sod., 1990, cit. po Kirisits, 2004; Solheim, 1992b, cit. po Kirisits, 2004). Bazidiomicete, ki so se pojavljale v raziskavah drugih avtorjev, so zastopane predvsem z vrsto *Gloeocystidium ipidophilum*, ki so bile ugotovljene v rovih osmerozobega smrekovega lubadarja najprej na Poljskem (Siemaszko, 1939, cit. po Kirisits, 2004), potem pa še v Nemčiji (Kirschner, 1998, cit. po Kirisits, 2004) in Avstriji (Grubelnik, 1998, cit. po Kirisits, 2004). Podobna vrsta pa je bila najdena na Norveškem (Solheim, 1992b, cit. po Kirisits, 2004). Občasno se pojavlja v teh raziskavah tudi borova rdeča trohnoba (*Heterobasidion annosum*) (Bakshi, 1950, cit. po Kirisits, 2004; Harding, 1989, cit. po Kirisits, 2004; Kirschner, 1998, cit. po Kirisits, 2004), pri kateri domnevajo, da je podlubnik le naključni vektor (Kirisits, 2004). Kirschnerju pa je uspelo izolirati 20 bazidiomicet iz žuželk ali rogov, večinoma taksonomsko novih, avtor pa meni, da je vsaj nekaj teh v asociaciji s podlubniki (1998, 2001, cit. po Kirisits, 2004). Možno je tudi, da so to mikoparaziti ali mikofilne glice (Kirschner, 1998, 2001, cit. po Kirisits, 2004). Skoraj vse anamorfne glice, ki so povezane s podlubniki, spadajo med hipomicete (deblo Deutromycota), med njimi je večina takih, ki so z njimi povezane naključno in nekonsistentno, nekaj pa jih je vseeno pravih asociacijskih glic. Interakcije med njimi, podlubniki in drugimi glivami so še neznane,

tako so med njimi morda tudi take, ki bi bile antagonistične glivam modrivkam (Kirisits, 2004).

### 5.1.2 Glive modrivke

#### 5.1.2.1 Splošno o glivah modrivkah

Ophiostomoidne glive, ki so v asociaciji s podlubniki, so splošno znane kot glive modrivke (Münch, 1907, cit. po Kirisits, 2004; Lagerberg in sod., 1927, cit. po Kirisits, 2004). Mednje spadajo glive iz rodov *Ophiostoma*, *Ceratocystis*, *Ceratocystiopsis* ter nespolne glive iz rodov *Leptographium*, *Pesotum*, *Hyalorhinocladiella*, *Sporothrix* in *Thielaviopsis*, pa tudi druge askomicete (Wingfield in sod., 1999). Imenovane so po modrem, sivem, rjavem ali celo črnem razbarvanju beljave lesa, predvsem iglavcev (Seifert, 1999), pri trdolesnih drevesnih vrstah pa povzročajo mašenje žil in venenje (Kile, 1999). Madež na beljavi povzročijo hife gliv, ki so skoncentrirane v trakovnem tkivu in smolnih kanalih, v poznejših fazah okužbe pa so kolonizirane tudi traheide. Iz trakovnega tkiva črpajo asimilate, ki so tam shranjeni. V nasprotju z glivami razkrajajočega lesa, glive modrivke ne razkrajajo strukturnih komponent lesa, tj. celuloze, lignina in hemiceluloze (Seifert, 1999).

Za razvoj gliv modrivk je zelo pomemben dejavnik vlaga lesa. Rast gliv se odvija pri vsebnosti vlage na intervalu med 30-40 % in 130-140 % suhe teže lesa (Münch, 1908, cit. po Kirisits, 2004; Lagerberg in sod., 1927, cit. po Kirisits, 2004; Butin, 1996, cit. po Kirisits, 2004). Različne vrste gliv modrivk imajo različne potrebe. Patogene ophiostomoidne glive so sposobne okužiti svežo beljavo pri visoki vsebnosti vlage in majhnih vsebnosti kisika (Münch, 1908, cit. po Kirisits, 2004; Lagerberg in sod., 1927, cit. po Kirisits, 2004; Scheffer, 1986, cit. po Kirisits, 2004; Solheim, 1991, cit. po Kirisits, 2004).

#### 5.1.2.2 Taksonomija

Glive iz rodov *Ophiostoma* in *Ceratocystis* imajo veliko skupnih morfoloških karakteristik. Peritecij je okroglast ali hruškast z dolgim vratom, aski so zelo majhni. Askospore so

prosojne, enocelične in ravno tako zelo majhne. So različnih oblik, z ovojem ali brez njega (Jacobs in Wingfield, 2001). Iz tega razloga sta bila ta dva rodova dolgo sinonima. Rod *Ceratocystiopsis* je dobro definiran. Askokarpi so majhni, peritecialni vrat je kratek, hife pa so konvergentne in ostiolarne. Askospore so srpaste oblike in imajo ovoj (Upadhyay, 1981).

Raziskave sekvenc rDNK so presenetljivo pokazale, da si rodova *Ophiostoma* in *Ceratocystis* sploh nista taksonomsko blizu, ker prva spada v monofletično skupino, druga pa med mikroaskale (Spatafora in Blackwell, 1999, cit. po Kirisits, 2004), *Ceratocystiopsis* pa drugi strani, čeprav tako specifična po svoji obliki, pa spada v isto skupino kot *Ophiostoma* (Hausner in sod., 1993a, cit. po Kirisits 2004). Rodovi se ločijo tudi po anamorfem stanju. Rod *Ophiostoma* ima anamorfne robove *Leptographium*, *Pesotum* (nekoč *Graphium*), *Hyalorhinocladiella*, *Sporothrix*, vrste iz rodu *Ceratocystiopsis* imajo anamorce *Hyalorhinocladiella* in *Sporothrix*, vrste *Ceratocystis* pa imajo anamorce *Thielaviopsis*; pred kratkim so bili še znani pod imenom *Chalara* (Upadhyay, 1981).

#### 5.1.2.3 Patogenost gliv modrив

Vrste iz rodu *Ceratocystis* se pojavljajo predvsem v tropskih in subtropskih gozdovih, le nekaj vrst okuži lesnate rastline v zmernih in borealnih gozdovih (Kile, 1999). Okužijo lahko tako lesnate kot zelnate rastline (Kile, 1999). Vektorji vrst iz rodu *Ceratocystis* so poleg podlubnikov tudi druge žuželke, kot so muhe, vrste iz družine Nitidulidae in tako dalje (Harrington, 1987, cit. po Kirisits, 2004). Odnos med njimi je ohlapen in nespecifičen, razen pri nekaj vrstah, ki so redno asocirane s podlubniki na iglavcih (Kirisits, 2004).

Vrste iz rodov *Ophiostoma* in *Ceratocystiopsis* ter njuni anamorfi se nahajajo predvsem v zmernih in borealnih gozdovih severne poloble. Večina vrst živi v floemu beljave iglavcev in listavcev, le redko na zeliščih. Vrste iz rodu *Ophiostoma* imajo s floemofagnimi podlubniki zelo specifičen odnos, asocirane pa so tudi z »ambrozijskimi« hrošči, kozlički in rilčkarji (Jacobs in Wingfield, 2001).

Ophiostomoidne glive so primarni kolonizatorji beljave umirajočih in nedavno odmrlih dreves. Najbolj virulentne so tiste, ki se pojavijo prve, sledijo jim manj virulentne glive modrivke. Ker so oboje slabo prilagojene za saprofitsko življenje, jih kmalu zamenjajo druge glive, med drugim tudi glive, ki povzročajo trohnobe lesa ter saprotofične glive (Kirisits, 2004).

Med glivami modrivkami pa niso najbolj patogene tiste na iglavcih, ampak tiste, ki povzročajo venenje na listavcih. Vsem je znana holandska bolezen brestov, ki jo povzročata glivi *Ophiostoma ulmi* in *Ophiostoma novo – ulmi* (Kirisits, 2004). Večina gliv modrivk, ki kužijo beljavo iglavcev, je zmerno oziroma šibko virulentnih patogenov (Harrington 1999). Vzrok za to je motnja v pretoku snovi v drevesu, ko je kolonizirano prevodno tkivo. Kolonizacija floema in ksilema nastopita v poznejših fazah. Slednje povzroči tudi obročkanje skorje. Patogene glive, ki povzročajo venenje, tako kot na primer vrsti *Ophiostoma ulmi* in *Ophiostoma novo – ulmi*, povzročijo okužbo z ene točke in sistematično napredujejo. Glive modrivke, ki naseljujejo iglavce, pa so ob masovnem napadu podlubnikov na gostiteljsko drevo simultano inokulirane v takšno drevo (Webber in Gibbs, 1989, cit. po Kirists, 2004). Če je takšnih inokulacij le nekaj, za drevo ne predstavlja večje nevarnosti. Pojavi se nekaj ločenih poškodb v floemu in omejena izsušitev v beljavi (Redfern in sod., 1987, cit. po Kirisits, 2004; Lieutier in sod., 1989a, 1989b, cit. po Kirisits, 2004; Krokene, 1996, cit. po Kirisits, 2004; Lieutier, 2002, cit. po Kirisits, 2004). Pri množičnih inokulacijah z določenimi vrstami gliv modrivk, vsaj tako so pokazale raziskave, pa obrambni sistem drevesa oslabi in odmre (Horntvedt in sod., 1983, cit. po Kirisits, 2004; Christiansen, 1985, cit. po Kirisits, 2004; Christiansen in sod., 1987, cit. po Kirisits, 2004; Croisé in sod., 1998, cit. po Kirisits, 2004; Lieutier, 2002, cit. po Kirisits, 2004). V floemu se razvijejo nekrotične poškodbe, beljava seobarva in postane nefunkcionalna (Kirisits, 2004). Takšne, v Evropi zastopane glive so vrsta *Ceratocystis polonica* na smrekah, njen vektor je *Ips* spp. (Krokene in Solheim, 1998), vrsta *Ceratocystis laricicola* na macesnih, prenaša jo veliki macesnov lubadar (*Ips cembrae*) (Redfern in sod., 1987, cit. po Kirisits, 2004; Kirisits in sod., 2000, cit. po Kirisits, 2004) ter vrsti *Leptographium wingfieldii* in *Ophiostoma minus*, ki se pojavljata na borih, njun prenašalec pa je veliki borov strženar (*Tomicus piniperda*) (Solheim in sod., 1993, 2001, cit. po Kirisits, 2004; Croisé in sod., 1998, cit. po Kirisits, 2004). Obstajajo pa tudi glive

modrivke, ki so načeloma manj virulentne, a rezultati virulence v raziskavah se razlikujejo. Ob zelo visokem številu inokulacij včasih drevo odmre tudi zaradi gliv, kot so *Ambrosiella* sp., *Ophiostoma bicolor*, *Ophiostoma penicillatum*, *Ophiostoma piceaperdum*, *Ophiostoma piceae* in *Pesotum* sp.. Vse omenjene vrste lahko okužijo smreko (Kile in Solheim, 2001, cit. po Kirisits, 2004). V splošnem kažejo poskusi zelo variabilne rezultate virulence različnih izolatov iste Ophiostomatoidne glive. Pri raziskavah, ki so bile opravljene z različnimi sevi glive *Ceratocystis polonica*, se je pojavila na primer že zelo nizka virulenta in celo popolna izguba virulence (Krokene in Solheim, 2001). V njenih izolatih so našli tudi okužbo z mikovirusi dsRNK, ki povzročajo hipovirulenco (Marin, 2004, cit. po Kirisits, 2004). To odkritje je pomembno tako za prihodnje možno vplivanje na glivo kot tudi za odnos med glivo in podlubnikom (Kirisits, 2004).

#### 5.1.2.4 Odnos med glivami modrivkami in podlubniki

Določeni podlubniki so se specializirali za prenos gliv in z evolucijo pridobili na integumentu posebne vdolbine različnih oblik, prevlečene z žleznnimi celicami. Te strukture se imenujejo mikangiji, najdemo pa jih na ksilemicetofagnih in floemicetofagnih vrstah podlubnikov. Floemofagni podlubniki nimajo takšnih mikangijev (Jurc, 2004). Raznašanje pri njih je epizoično (konidiji in askospore se držijo žuželčjega eksoskeleta) ali endozoično (spore gredo neprebavljene skozi prebavila) (Määthiesen-Käärik, 1953, cit. po Kirisits, 2004; Francke-Grosmann, 1967, cit. po Kirisits, 2004; Whitney, 1982, cit. po Kirisits, 2004; Furniss in sod., 1990, cit. po Kirisits, 2004; Paine in sod., 1997, cit. po Kirisits, 2004). Glede na to, da se tudi na tem tipu podlubnikov nahaja relativno specifična in stalna sestava gliv, je pravzaprav presenetljivo, da ni kakšnega bolj specializiranega načina prenosa gliv. Pogosto imajo pomembno vlogo pri prenosu gliv tudi pršice na podlubnikih (Bridges in Moser, 1983, 1986, cit. po Kirisits, 2004; Lévieux in sod., 1989, cit. po Kirisits, 2004; Moser in sod., 1989, 1997, cit. po Kirisits, 2004). Prilagoditve gliv modrivk na prenos z žuželkami pa so dolg peritelialni vrat ter lepljive askospore in konidiji. Ob tem je možno tudi, da imajo ovoji okoli askospor funkcijo zaščite le-teh proti prebavi podlubnikov (Malloch in Blackwell, 1999). Naslednja domneva pa je, da so glive razvile ekstremno adaptacijo za simbiozo s podlubnikom, izgubo spolnega stadija (Six, 2003, cit. po Kirisits, 2004).

Za podlubnike na iglavcih je intenzivna povezanost z glivami modrivkami skoraj pravilo.

Izbrisano: 1

Najbolj pogoste spremeljevalke osmerozobega smrekovega lubadarja so vrste *Ceratocystis polonica*, *Ophiostoma bicolor*, *Ophiostoma penicillatum*, *Ophiostoma piceaperdum* in *Ophiostoma ainoae* (Kirisits, 2004).

Po raziskavah najbolj patogena gliva *Ceratocystis polonica* je bila do sedaj pogosto najdena na Poljskem (Siemaszko, 1939, cit. po Kirisits, 2004), na Norveškem (Solheim, 1986), v Belgiji (Harding, 1989, cit. po Kirisits, 2004) in Avstriji (Kirisits 1996, 2001, cit. po Kirisits, 2004; Grubelnik, 1998, cit. po Kirisits, 2004; Kirisits in sod., 2000, cit. po Kirisits, 2004). V študijah izvedenih na Švedskem (Määthiesen-Käärik, 1953, cit. po Kirisits, 2004; Harding, 1989, cit. po Kirisits, 2004), v Nemčiji (Harding, 1989, cit. po Kirisits, 2004; Kirschner, 1998, cit. po Kirisits, 2004), na Finskem (Viiri, 1997, cit. po Kirisits, 2004), Danskem (Harding, 1989, cit. po Kirisits, 2004) ter v Franciji (Salle in sod., 2003, cit. po Kirisits, 2004) je bila zasledena redko ali pa sploh ne. Tudi v državah, kjer je bila v skupnem seštevku pogosta, je bila v določenih regijah močno zastopana, drugje pa so jo samo zasledili. Iz teh raziskav je razvidno, da geografskega vzorca za to vrsto glive pravzaprav ni. Delno pojasnilo razlik so lahko različne metodologije dela pri raziskavah, vendar ni pričakovati, da bi ob enaki metodologiji dobili geografski vzorec. (Kirisits, 2004). Hipoteza, da je gliva močneje zastopana takrat, ko so tudi podlubniki v gradaciji (Harding, 1989, cit. po Kirisits, 2004; Solheim, 1993, cit. po Kirisits, 2004), je bila negirana z raziskavami, opravljenimi v Avstriji, kjer je bila bolje zastopana na naravnih rastiščih smreke, kjer veliki smrekov lubadar ni bil v gradaciji (Grubelnik, 1998, cit. po Kirisits, 2004; Kirisits in sod., 2000, cit. po Kirisits, 2004; Kirisits, 2001, cit. po Kirisits, 2004). Vendar ima tudi ta primer možno razlago. Temperaturni maksimum vrste *Ceratocystis polonica* je že pri 31 ali 32 °C (Marin, 2004, cit. po Kirisits 2004) (tu ima več možnosti na primer vrsta *Ophiostoma bicolor* (Solheim, 1991, cit. po Kirisits 2004)), rastišča v Avstriji, kamor je bila smreka umetno vnesena in kjer se pojavljajo gradacije podlubnikov, pa so v poletnih mesecih deležna tudi višjih temperatur (Kirisits, 2004).

Gliva modrivka in podlubnik sta sopotnika praktično ves čas. Na kratko se ločita, ko se podlubnik v fazi larve v floemu prehranjuje hitreje, kot se razvija micelij glive (Whitney, 1971, cit. po Kirisits, 2004; Yearian in sod., 1972, cit. po Kirisits, 2004). V fazi

zabubljenja podlubnika se kontakt ponovno vzpostavi. Gliva v bobilnicah pogosto oblikuje goste sloje konidioforov in včasih celo askospor. S tem se mladi hrošči takoj po izleganju inokulirajo s konidiji in askosporami (Whitney, 1971 cit. po Kirisits, 2004; Yearian in sod., 1972, cit. po Kirisits, 2004; Webber in Gibbs, 1989, cit. po Kirisits, 2004). Korist, ki jo imajo glive modrivke od podlubnika, je očitna; transport, raznašanje in inokulacija (Upadhyay, 1981). Bolj zagonetna je vloga, ki jo glive modrivke predstavljajo podlubnikom floemofagnega tipa. Znanstveniki razpravljajo o štirih možnostih oz. teorijah. Prva je že v začetku omenjena pomoč pri oslabitvi in povzročitvi smrti drevesa (e.g. Berryman, 1972, cit. po Kirisits, 2004; Whitney, 1982, cit. po Kirisits, 2004; Christiansen in sod., 1987, cit. po Kirisits, 2004; Christiansen in Bakke, 1988, cit. po Kirisits, 2004; Harding, 1989, cit. po Kirisits, 2004; Raffa in Klepzig, 1992, cit. po Kirisits, 2004; Krokene, 1996, cit. po Kirisits, 2004; Paine in sod., 1997, cit. po Kirisits, 2004). Nekateri celo trdijo, da je agresivnost določenih vrst podlubnikov, med katere spada tudi osmerozobi smrekov lubadar, povezana s povezanostjo podlubnika s fitopatogenimi glivami in celo predpogojo, da podlubniki povzročijo sušenje drevesa (Christiansen in sod., 1987, cit. po Kirisits, 2004; Krokene, 1996, cit. po Kirisits, 2004). Nasprotno drugi razmišljajo, da se je virulenza razvila kot adaptacija na habitat podlubnikov na živih drevesih in je rezultat kompeticije med različnimi vrstami gliv modrivk. Ta adaptacija naj bi se kazala v hitri rasti, toleranci na kemikalije gostitelja in rast v anaerobnih razmerah v vlažni beljadi (Harrington, 1999).

Hrana je druga možnost. Čeprav floemofagni podlubniki nimajo mikangijev za prenos gliv in niso obligatno odvisni od asociacijskih gliv, jim morda te predstavljajo dodatno hrano za larve in mlade hrošče pred izletom (Francke-Grosmann, 1967, cit. po Kirisits, 2004; Harding, 1989, cit. po Kirisits, 2004; Whitney, 1982, cit. po Kirisits, 2004; Six, 2003, cit. po Kirisits, 2004). Dosedanje raziskave tega ne potrjujejo. Pokazal se je sicer pozitiven vpliv gliv kvasovk, ki vsebujejo vitamine skupine B, na razvoj larv v odrasle hrošče, odsotnost gliv modrivk pa se pri razvoju podlubnikov ni poznala (Grosmann, 1931, cit. po Kirisits, 2004; Harding, 1989, cit. po Kirisits, 2004; Colineau in Lieautier, 1994, cit. po Kirisits, 2004; Simsek in Führer, 1993, cit. po Kirisits, 2004; Simsek, 1994, cit. po Kirisits, 2004). Larve brestovega beljavarja se izogibajo delov brestove skorje, ki je bila poprej okužena s holandsko boleznjijo brestov (Webber in Gibbs, 1989, cit. po Kirisits, 2004). V

ZDA so raziskave pokazale, da ima vrsta *Ophiostoma minus* negativen vpliv na razvoj določenih vrst podlubnikov (Barras, 1970, cit. po Kirisits, 2004; Klepzig in sod., 2001a, 2001b, cit. po Kirisits, 2004). Evropa je zaenkrat še neznanka, vzgoja aseptičnih podlubnikov na katere bodo inokulirane bodisi glive modrivke bodisi katere druge, pa je izziv prihodnosti (Kirisits, 2004).

Tretja možnost je, da glive modrivke s svojo hitro kolonizacijo nastalih rovnih sistemov in okoliškega floema okupirajo to ekološko nišo in varujejo hrošče v razvoju pred glivami, ki bi temu razvoju lahko škodovale (Klepzig in sod., 2001a, 2001b, cit. po Kirisits, 2004).

Četrta teorija pa opravičuje prisotnost gliv modrivk na podlubniku, ker bi bile te povezane s produkcijo feromonov. Več vrst gliv iz rodov *Ophiostoma* in *Ceratocystis* proizvaja hlapne metabolite, ki dajo glivnim kulturam specifične vonje. To so kratkoverižni alkoholi, estri, mono- in seskviterpeni ter razne druge sestavine (Hanssen, 1999). Ti vonji naj bi privabljali različne žuželke, ki so nespecifično vključeni v razširjanje teh gliv (Kile, 1999). Teorija, ki sledi tej, pa je, da imajo hlapi gliv modrivk pomen pri kemični komunikaciji med podlubniki (Hanssen, 1999). Nasproten učinek ima kvas, ki cis/trans-verbenol, kopulacijski feromon spremeni v verbenon, ki funkcioniра kot antikopulacijski feromon (Leufvén in Nehls, 1986, cit. po Kirisits, 2004).

## 5.2 ODPORNOST DREVESA

### 5.2.1 Genetsko pogojena odpornost drevesa

Pri nizki številčnosti populacij je napad na drevesa manj intenziven in uspešno kolonizirana so samo padla ali zelo oslabljena drevesa. S številom takšnih dreves je v povezavi tudi številčnost populacije podlubnikov. Če število poškodovanih dreves zaradi kakšnih posebnih okoliščin ne naraste, se populacija ne povečuje oziroma se celo zmanjša, ker je hrane in življenskega prostora čedalje manj, hrošči pa morajo potovati dlje, da najdejo primerno mesto in se pri tem porazgubijo. Če pa večje število dreves oslabi ali propade, se populacija hitro poveča in v kratkem času preseže prag, ki je potreben, da premaga zdravo drevo. Tako se število podlubniku dostopnih dreves še poveča. Gradacija

se konča, ko odmrejo vsa primerna drevesa, ali število hroščev tako upade, da ne morejo več napasti zdravih dreves (pogin med zimo) (Lieutier, 2004).

Drevesa imajo proti napadalcem ustvarjenih nekaj obrambnih mehanizmov, kateri pa so ti mehanizmi, je odvisno od posamezne vrste drevesa. Debelina skorje, zaplate lignina (Wainhouse in sod., 1990, 1997, 1998a, cit. po Lieutier, 2004), nizka vlaga v floemu (Storer in Speight, 1996, cit. po Lieutier, 2004) in kristali kalcijevega oksalata v kombinaciji z vrstami vlaken predstavljajo že vgrajeno pasivno obrambo pri smreki (Hudgins in sod., 2003b, cit. po Lieutier, 2004). Obramba, ki je sicer predhodno vgrajena, sproži pa se ob napadu oz. ranitvi konkretno teh sistemov, je sestavljena iz smolnih kanalov, ki shranjujejo različne zmesi terpenov (Johnson in Croteau, 1987, cit. po Lieutier, 2004) in specializiranih parenhimskih celic v floemu, ki shranjujejo fenolne zmesi (Franceschi in sod., 1998, cit. po Lieutier, 2004). Smolni kanali so v floemu usmerjeni radialno, v beljavi pa radialno in vertikalno; med seboj pa so povezani v mrežo oziroma sistem. Okoli kanalov se nahajajo celice, ki sintetizirajo smolo. Vertikalnih kanalov je veliko več kot radialnih, zato imajo ob ranitvi tudi večjo obrambno vlogo (Lieutier, 2004). Zaradi tega dejstva so tudi bolj uspešni podlubniki, ki vrtajo vertikalne rove (Berryman, 1972, cit. po Lieutier, 2004; Lieutier, 1992, cit. po Lieutier, 2004); mednje spada tudi osmerozobi smrekov lubadar. V tem primeru tok smole ogroža samo začetek rovov ličink (Lieutier in sod., 1988b, 1995, cit. po Lieutier, 2004; Schroeder, 1990, cit. po Lieutier, 2004). Tok smole v enem do treh dneh po ranitvi usahne (Lieutier, 2004). Polifenolne parenhimske celice se nahajajo v floemu, in sicer v paralelnih koncentričnih krogih, število teh celic in vsebnost določenih topnih fenolov pa sta v korelaciji z odpornostjo drevesa (Brignolas in sod., 1998).

Ob napadu se pričnejo sintetizirati sekundarni metaboliti, ki so potrebni za obrambo, izvajata pa se tudi gradnja novih struktur, kakršnih nenapadeno drevo ne pozna. To obliko imenujemo inducirana odpornost drevesa. Pri borih, ki rastejo v Sredozemlju, se sproži tok smole, pri smreki (in tudi mnogih borih) pa poznamo hipersenzibilno reakcijo (Lieutier, 2004). Ta povzroči impregnacijo celotne, bodisi s podlubniki bodisi z glivami okužene cone. Impregnirna snov je smola, v coni pa je malo sladkorjev, a veliko terpenov in fenolnih spojin, ki napolnijo intercelularne prostore, sitaste celice in traheide (Brignolas in

sod., 1995a). Na novo sintetiziranih terpenov ne ustvarajo iste celice kot pri predhodni zaščiti (Chencllet in sod., 1988, cit. po Lieutier, 2004; Lieutier in Berryman, 1988, cit. po Lieutier, 2004), fenole pa ustvarajo vse čas iste celice (Franceschi in sod., 1998, cit. po Lieutier, 2004). Vendar pa pride pri tem do velikih sprememb v metabolizmu (Brignolas in sod., 1995b), ne pa tudi do delitve ali diferenciacije celic, pri tem pa se koncentracija določenih sestavin poveča in koncentracija drugih zmanjša (Lieutier, 2004). Takšno tkivo seveda odmre, od ostalega drevesa pa ga loči ranitveni periderm (Lieutier, 1999). Nekaj časa so velikost takšnih reakcijskih con uporabljeni kot merilo odpornosti drevesa (Lieutier, 2004), vendar so nadaljnje raziskave privedle do ugotovitev, da bolj odporno drevo lahko zatre agresorja, preden se ta močno razširi, in v tem primeru je reakcijska cona pravzaprav manjša (Krokene in Solheim, 1999, cit. po Lieutier, 2004). Za reakcijo takšnega obsega je potrebno veliko energije, domneve, od kod drevo dobi to energijo, pa so različne (Lieutier, 2004). Morda jo dobi iz sladkorjev, katerih koncentracija okoli reakcijske cone je zmanjšana (Christiansen in Ericsson, 1986, cit. po Lieutier, 2004; Langström in sod., 1992, cit. po Lieutier, 2004), lahko pa da jih porabijo glice za svojo rast. Večina raziskav nakazuje, da je vir energije le trenutna fotosinteza (Christiansen in Ericsson, 1986, cit. po Lieutier, 2004; Miller in Berryman, 1986, cit. po Lieutier, 2004; Christiansen in sod., 1987, cit. po Lieutier, 2004; Christiansen, 1992, cit. po Lieutier, 2004; Dunn in Lorio, 1992, cit. po Lieutier, 2004; Christiansen in Fjorne, 1993, cit. po Lieutier, 2004), neka raziskava pa je z obarvanjem ogljikovodikov pri rdečem boru nakazovala pomembno vlogo rezerv drevesa (Guérard, 2001, cit. po Lieutier, 2004).

Pri smreki so znanstveniki odkrili še eno obliko odpornosti, t. i. zakasnjeno odpornost. Ta vrsta odpornosti ne pride v poštev pri aktualnem napadu, vendar se drevo, če le ni smrten napad, v roku enega tedna tako spremeni, da je še eno leto varno pred nadaljnji napadi, tudi takšnimi, ki bi bili v normalnih okoliščinah smrtni (Christiansen in sod., 1999). Glavno vlogo imajo predvsem smolni kanali, ki jih kambijalne celice zgradijo na novo (Christiansen in sod., 1999), zgodijo pa se tudi modifikacije v polifenolnih parenhimskih celicah (Krokene in sod., 2003, cit. po Lieutier, 2004).

Smola ima za naloge prekriti ranjeno tkivo in zapečatiti rano skozi postopek kristalizacije (Berryman, 1972, cit. po Lieutier, 2004) ter s tem napadalcem onemogočiti dostop do

hranilnih snovi (Lieutier, 2004). Poleg tega fizičnega vpliva je tu še kemični vpliv v obliki toksičnosti terpenov (Reid in Gates, 1970, cit. po Lieutier, 2004; Raffa in sod., 1985, cit. po Lieutier, 2004; Paine in Hanlon, 1994, cit. po Lieutier, 2004; Raffa in Smalley, 1995, cit. po Lieutier, 2004) in motnji prenosa feromonov (Raffa in Berryman, 1983a, cit. po Lieutier, 2004). Večina podlubnikov pa smolo vsaj tolerira, če ne že dobro prenaša. V ZDA izvedene raziskave so pokazale, da so monoterpeni strupeni za podlubnike in inhibicijski za glive, pa naj bo to s kontaktom ali le s hlapi (Smith, 1963, cit. po Lieutier, 2004; Cobb in sod., 1968a, cit. po Lieutier, 2004; Schrimpton in Whitney, 1968, cit. po Lieutier, 2004; Bordash in Berryman, 1977, cit. po Lieutier, 2004; Raffa in Berryman, 1983a, cit. po Lieutier, 2004; Raffa in sod., 1985, cit. po Lieutier, 2004; Bridges, 1987, cit. po Lieutier, 2004; Raffa in Smalley, 1995, cit. po Lieutier, 2004), vendar smreka v člankih ni omenjena (Lieutier, 2004).

Fenoli so se v raziskavah *in vitro* pokazali kot inhibitorji asociacijskih gliv, če pridejo le-te v stik z njimi, s tem da imajo nekatere sestavine večji vpliv kot druge, delujejo pa tudi sinergijsko (Brignolas in sod., 1995a). Kakšen vpliv imajo v naravi, še ni dognano, vendar je ravno raznolikost osnovnih fenolov v floemu in sposobnost sprožitve sinteze fenolov obranitvi tista, ki je do sedaj najboljši kazalec odpornosti smreke v evropskem prostoru (Brignolas in sod., 1998).

### **5.2.2 Zunanji dejavniki, ki vplivajo na odpornost**

Vsako drevo ima določen prag odpornosti, ki je definiran s številom podlubnikov (gostota napada), ki so potrebni, da premagajo drevo in da to posledično propade. Ta prag je različen za različne vrste podlubnikov na različnih drevesnih vrstah, razlikuje pa se tudi pri posameznih drevesih iste vrste (Lieutier, 2004). V Evropi je prag odpornosti smreke in rdečega bora med 300 in 850 napadov podlubnikov na kvadratni meter (Mullock in Christiansen, 1986, cit. po Lieutier, 2004; Langström in sod., 1992, cit. po Lieutier, 2004; Langström in Hellqvist, 1993a,b, cit. po Lieutier, 2004; Guérard in sod., 2000a, cit. po Lieutier, 2004). Na prag odpornosti vplivajo tudi lokalne razmere, zdravje drevesa in genetski dejavniki, kot so monoterpeni in smolne kisline (Hanover, 1966, 1978, cit. po Lieutier, 2004; Bernard-Dagan in sod., 1971, cit. po Lieutier, 2004; Tobolski in Hanover,

1971, cit. po Lieutier, 2004; Baradat in sod., 1975, 1978, cit. po Lieutier, 2004; Katoh in Croteau, 1998, cit. po Lieutier, 2004), celotna producija smole (Mergen in sod., 1955, cit. po Lieutier, 2004; Rudinsky, 1966, cit. po Lieutier, 2004), njena viskoznost, stopnja kristalizacije (Mergen in sod., 1955, cit. po Lieutier, 2004; Buijtenen in Van Santamour, 1972, cit. po Lieutier, 2004; Nebeker in sod., 1992, cit. po Lieutier, 2004) in tok (Nebeker in sod., 1992, cit. po Lieutier, 2004). Rastnost drevesa je v korelaciji s pragom odpornosti (Larsson in sod., 1983, cit. po Lieutier, 2004; Hard, 1985, cit. po Lieutier, 2004; Ferrell in sod., 1994, cit. po Lieutier, 2004), vendar ne takrat, ko so podlubniki v gradaciji (Christiansen, 1981, cit. po Lieutier, 2004; Bakke, 1983, cit. po Lieutier, 2004). Gnojenje povečuje debelinsko rast, pri tem pa se zmanjša moč predhodne zaščite, sprožena odpornost pa se poveča (Baier in sod., 2002 cit. po Lieutier, 2004). Redčenje ima pozitiven vpliv na povečanje primarnega smolnega toka, na ostale aspekte odpornosti pa nima vpliva (Baier in sod., 2002 cit. po Lieutier, 2004). V mešanih sestojih je primarni smolni tok večji kot v čistih sestojih, reakcijska cona je manjša, manjši je tudi relativni porast smolnega toka kot odziv na inokulacije z glivo (Baier in sod., 2002 cit. po Lieutier, 2004). Raziskani so bili tudi nekateri fitosanitarni problemi oziroma njihov vpliv na odpornost drevesa. Tako so na primer ugotovili, da okuženost drevesa z borovo rdečo trohnobo ne vpliva na odpornost smreke (Christiansen in Huse, 1980, cit. po Lieutier, 2004), defoliatorji zmanjšajo odpornost smreke, kadar je defoliacija 90- in večodstotna (na navadni smreki v Evropi je ta defoliator na primer vrsta *Zeiraphera diniana* (Grodska, 1997, cit. po Lieutier, 2004)), padec odpornosti pride do izraza z zamudo (Wright in sod., 1984 cit. po Lieutier, 2004; Raffa in sod., 1998 cit. po Lieutier, 2004; Cedervind in sod., 2003 cit. po Lieutier, 2004). Močno obrezovanje ima podoben učinek, kajti z njim pride do zmanjševanja fotosinteze (Langström in Hellqvist, 1993, cit. po Lieutier, 2004; Christiansen in Fjorne, 1993, cit. po Lieutier, 2004), podobno velja tudi za močan veter (Fredericksen in sod., 1995 cit. po Lieutier, 2004). Udar strele močno zmanjša prag odpornosti (Hodges in Picard, 1971, cit. po Lieutier, 2004; Blanche in sod., 1985 cit. po Lieutier, 2004), vendar si drevo opomore že v treh tednih (Blanche in sod., 1985 cit. po Lieutier, 2004). Požari imajo negativen vpliv na odpornost še dve leti po dogodku (Ehnström in sod., 1995 cit. po Lieutier, 2004; Langström in sod., 1999 cit. po Lieutier, 2004), še posebno občutljiva so drevesa z ožgano krošnjo (Langström in sod. 2003 cit. po Lieutier, 2004), povečajo se napadi fitofagov na vršičke (Amezaga, 1997, cit. po Lieutier, 2004), pa tudi deblo je v

takih primerih bolj napadano, kot bi bilo deblo zdravega drevesa (Langström in sod., 2003 cit. po Lieutier, 2004). Odpornost zmanjšuje tudi onesnaženje, je pa zanimivo, morda tudi razumljivo, da si podlubniki med odmrlimi drevesi raje izbirajo tista, ki so bila manj prežeta s strupi (Dahlsen in Rowney, 1980, cit. po Lieutier, 2004). Na Češkem se je izkazalo, da je bila smreka na območju polucije z žveplovim dioksidom bolj dovzetna za napade s sekundarnim napadalcem šesterozobim smrekovim lubadarjem (Christiansen, 1992, cit. po Lieutier, 2004).

Veliko pozornosti znanstvenikov je bilo namenjene vplivu sušnega stresa na drevesa, kajti gozdarji so že leta opazovali sovpadanje suše in gradacij podlubnikov. Metode povzročanja suše so bile različne, zavzemale so kopanje jarkov, pokrivanje tal, da jih padavine ne bi dosegle, hlajenje debla s suhim ledom in po drugi strani zalivanje v dobi, ko je za sušo poskrbela narava (Lieutier, 2004). Pri vrsti *Pinus taeda* v ZDA se je pokazalo da hudo pomanjkanje vode privede do zmanjšanja smolnega toka in manjše reakcijske cone (Lorio in Hodges, 1977, cit. po Lieutier, 2004; Dunn in Lorio, 1993, cit. po Lieutier, 2004; Lorio in sod., 1995, cit. po Lieutier, 2004). V Evropi pri rdečem boru, podvrženem suši, ni prišlo do sprememb v fenolni sestavi, ki bi se zgodile, če drevo ne bi bilo pod stresom, rezultat pa je bil, da glivna rast ni bila prizadeta. Rezultati raziskav v splošnem so pokazali, da se pri majhnem sušnem stresu, takšnem, ki traja le nekaj mesecev, odpornost drevesa poveča, pa naj bo to smreka ali bor, pri velikem stresu pa se odpornost bora zmanjša (Christiansen in Glosli, 1996, cit. po Lieutier, 2004; Dreyer in sod., 2002, cit. po Lieutier, 2004). Po drugi strani smreka, tri leta zaporedoma podvržena suši, ni utrpela nobenih negativnih posledic, kar napeljuje na sklep, da si drevo, takoj ko je na voljo dovolj vode, opomore (Christiansen, 1992, cit. po Lieutier, 2004).

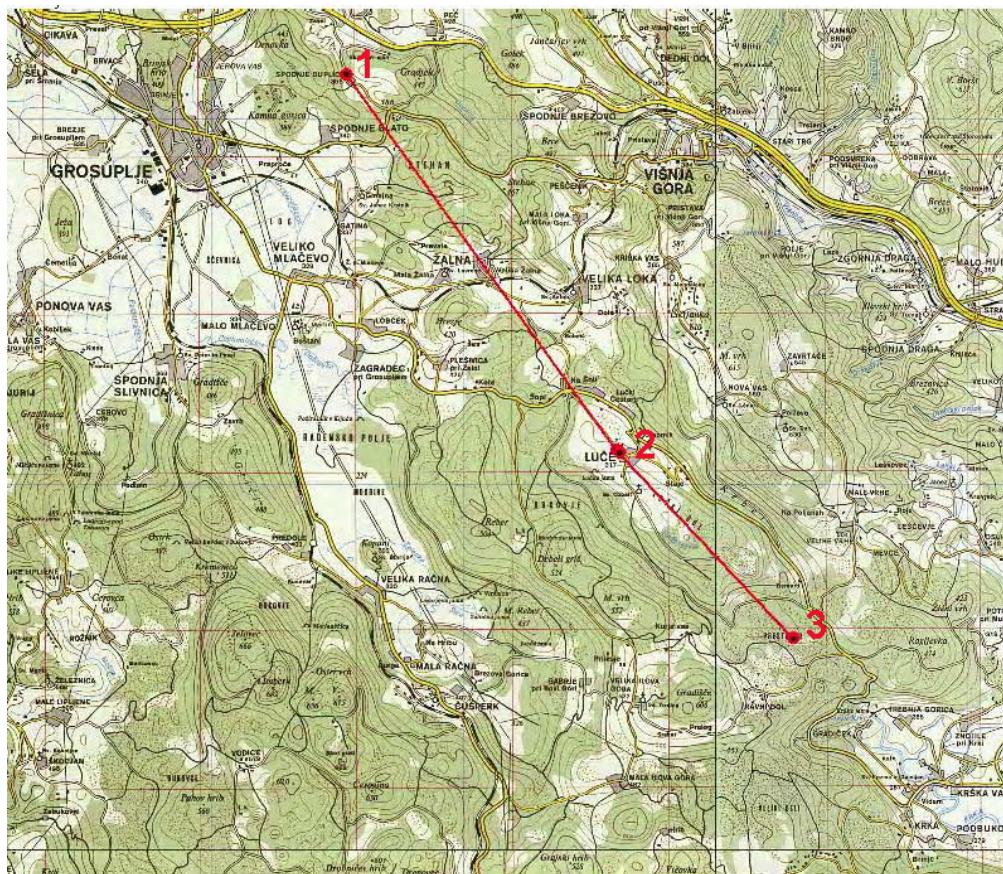
Za uspešno nastanitev populacije podlubnikov v drevesu in uspešno ovipozicijo ter razvoj zaroda je potrebno drevo pripeljati do propada. Strategija za dosego tega cilja je hitro izprazniti vire energije gostitelja, tako da se poveča potreba po energiji do stopnje, nad katero drevo ne more več povečevati mobilizacije energije. Pri tem je dobrodošlo vse, kar pripomore k dodatni porabi energije (na primer glive modrivke). Pogoji za uspešen napad so združevanje, orientacija rogov, asociacijske glive (kar ni dokazano) in letni čas (Lieutier, 2004). Po logiki bi morala biti najbolj kritična pomlad, ko je dosti energije

usmerjene v rast drevesa, vendar se je pri večini drevesnih vrst, vključno z navadno smreko, izkazalo, da imajo najmanjšo odpornost poleti, spomladi in jeseni pa napade bolje odbijajo (Horntvedt, 1988, cit. po Lieutier, 2004).

## 6 MATERIAL IN METODE

### 6.1 DELO NA TERENU

Na treh različnih lokacijah (sečiščih) v okolici Grosupljega, Sp. Duplice, Luče in Prestrana, za katere velja zahteva, da so druga od druge oddaljene vsaj 3 km, smo nabrali po 20 hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus* [L.]) in 20 hroščev šesterozobega smrekovega lubadarja (*Pityogenes chalcographus* [L.]). Sečišče pri Spodnjih Duplicah je imelo južno lego, pri Lučah severovzhodno lego, na Prestrani pa vzhodno lego. Hrošči so bili 24. avgusta in v jutru 25. avgusta 2006 nabrani na sveže posekanem drevju smreke. Osmerozobi smrekov lubadar se je nahajal pod lubjem hlodovine, šesterozobega smrekovega lubadarja pa smo poiskali na vejaju, ki je ostalo po sečnji. Orodje, s katerim smo si pomagali, so bili sekirica, žepni nož in pinceta. Spravili smo jih v čiste steklene kozarčke, iz vsake lokacije posebej in vsako vrsto posebej, ter kozarčke primerno označili.



Slika št. 2: Lokacije nabiranja podlubnikov.

## 6.2 DELO V LABORATORIJIH IN MIKROSKOPIRNICI

### 6.2.1 Delo v Laboratoriju za ekološke raziskave na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete

V Laboratoriju za ekološke raziskave na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete, smo jih dne 25. avgusta 2006 vložili v les zdrave, sveže posekane smreke. Izbrali smo tri kose smreke z debelejšo skorjo in tri kose s tanjšo skorjo. V en kos smo vložili hrošče iz ene lokacije, posebej vrsto osmerozobi smrekov lubadar, ki so ji bili namenjeni kosi z debelejšo skorjo, posebej vrsto šesterozobi smrekov lubadar, ki so bili vstavljeni v kose s tanjšo skorjo. V kos lesa smreke dolžine cca 60 cm smo z luknjačem in kladivom naredili 20 lukanj, in sicer po 5 v koloni na štirih straneh. Ko smo podlubnika

vložili v luknjo, smo luknjo pokrili s čepkom skorje, ki je nastal pri luknjanju, luknje pa smo nato nepredušno ovili s parafilmom. Na kose smo tudi napisali vrsto podlubnika in lokacijo nabiranja, jih nato postavili pokonci v večjo vrečo in jo zatesnili, da bi se ohranila vlaga, ki pripomore k boljšemu razvoju gliv.

Čez 7 tednov oz. natančneje 12. oktobra 2006 smo s kladivom in dletom začeli razkosavati les. Okoli lukenj, predvsem na zgornji in spodnji strani, smo odluščili kose lesa do globine 4 mm in skorje ter jih shranili v petrijevke. Petrijevko smo označili z vrsto podlubnika, lokacijo ter datumom, kajti to delo smo opravljali še 13. in 16. oktobra 2006. Na lesu in notranjem delu skorje so bile ponekod že okularno vidne okužbe oziroma obarvanje, po nekaj urah pa se je na lesu, ki smo mu odstranili skorjo, pojavila tudi modrina, ki je tipična za glive modrivke.

### **6.2.2 Delo v Laboratoriju za varstvo gozdov Gozdarskega inštituta Slovenije**

Petrijevke smo 17. oktobra 2006 prenesli na Gozdarski inštitut Slovenije, v Laboratorij za varstvo gozdov. Tu smo začeli z močnim ostrim nožem izrezovati manjše koščke lesa velikosti okoli  $2 \times 2 \times 15$  mm in prav tako skorje oziroma bolj natančno ličja. Les smo rezali (razkosavali) na steriliziranem vpojnem papirju.

Irezane koščke lesa in skorje smo odlagali na manjše kose steriliziranega vpojnega papirja in na papir napisali zaporedno številko ter oznako L za les in S za skorjo. Zaporedne številke od 1 do vključno 20 so predstavljale les in skorjo, domnevno okužena z glivami, ki jih je prenašal osmerozobi smrekov lubadar iz lokacije Luče, od 21 do vključno 40 iz lokacije Prestrana in od 41 do vključno 60 iz lokacije Spodnje Duplice. Številke od 61 do vključno 120 so predstavljale les in skorjo, domnevno okužena z glivami, ki naj bi jih prenašal šesterozobi smrekov lubadar, in sicer v enakem vrstnem redu, od 61 do vključno 80 iz Luč, od 81 do vključno 100 iz Prestrane in od 101 do vključno 120 iz Spodnjih Duplic. Pri tem je prišlo do pomote in zamenjali smo petrijevke 23 in 41.

Lističe z lesom smo prenesli v laboratorij. V mikrobiološki zaščitni komori smo koščke lesa s skalpelom, razkuženim z etanolom in ožganim nad plamenom, obrezali z vseh strani in sredico razčetverili. Te štiri koščke smo z razkuženo pinceto položili v petrijevko na

agar. Na pokrovček petrijevke smo prepisali oznako z listka. Po končanem postopku smo vsako od 240 petrijevk ovili s parafilmom. Postopek smo opravljali od 17. do 19. in 24. oktobra 2006.

Vse primerke smo poslali na Dunaj, na Inštitut za gozdno entomologijo, gozdno patologijo in varstvo gozdov, da bi si jih ogledal prof. Thomas Kirisits. Ta jih je pregledal in dal nasvet, da bi jih nekaj precepili na les. Za te je slutil, da pripadajo vrsti *Grosmannia piceaperda* (zdajšnje ime je *Ophiostoma piceaperda*).

Nasvet smo upoštevali in v ta namen nasekali na majhne koščke svež les smreke. Koščke smo nato sterilizirali. V avtoklavu so se 15 minut kuhalo v pari pri temperaturi 120 °C, čemur je sledilo 40-minutno ohlajanje. Zatem smo jih v mikrobiološki zaščitni komori dali v veče petrijevke in prelili z agarjem. Naslednji dan smo jih, prav tako v mikrobiološki zaščitni komori, precepili, in sicer po enkrat en primerek vsakega tipa micelija na agar z lesom, primerke, katerih precepitev nam je predlagal prof. T. Kirisits, pa dvakrat. Postopek je potekal tako kot poprej pri precepljanju na sam agar, potrebno je bilo torej paziti na sterilnost prostora in predvsem orodja, torej skalpela. Prav tako je bilo potrebno prepisati podatke z izvorne petrijevke na tisto s precepljeno vsebino. Petrijevke smo povili s parafilmom in jih postavili za dva tedna v inkubator, nastavljen na 22 °C. Po dveh tednih smo si ogledali rast micelija in trosič, a se nam ni zdela zadovoljiva, zato smo postavili petrijevke še za en teden pod UV-luč.

### **6.2.3 Delo v mikroskopirnici Gozdarskega inštituta Slovenije**

Prvič smo si ogledali rezultate rasti gliv na agarju 23. oktobra 2006 in ugotovili, da jih je veliko okuženih z glivo *Penicillium* spp. Tiste, ki niso kazale znakov te okužbe, smo precepili v nove petrijevke z agarjem. Poleg prej omenjene, je prevladovala še ena okužba, katere obliko smo pozneje opisali kot belorumen in ji dali oznako BR1. Iz izvorne petrijevke smo precepili v nove petrijevke toliko gliv, kolikor jih je delovalo okularno različnih. V nekaterih primerih so bili vsi štirje koščki lesa iz izvorne petrijevke okuženi z na videz enako glivo, v takem primeru smo naredili samo eno kopijo izvorne okužbe. Kjer so bili miceliji v izvorni petrijevki po videzu različni, smo naredili za vsak micelij samostojno kopijo, v vseh primerih, razen enega, pa se je iz enega koščka lesa oz. skorje

razraščala le ena oblika micelija. Iz te izjemne izvorne petrijevke smo izolirali šest različnih micelijev.

Les, v katerega so bili vstavljeni hrošči vrste šesterozobi smrekov lubadar iz Spodnjih Duplic, je bil položen na agar 24. oktobra 2006, precepljen pa že tri dni kasneje, 27. oktobra, kar je morda vplivalo na to, da je bilo mnogo manj okužb z glivami *Penicillium* spp.

Potem, ko so se miceliji razvili, je sledilo njihovo razvrščanje po zunanjem videzu.

Sestavili smo naslednji seznam:

1. BR 1 – belorumen, hitro rastoč micelij – ta je bil najbolj pogost

BZ – bel, zvezdast micelij – je bil naslednji najbolj pogost in precej podoben prvemu, tako da bi lahko predstavljal isto vrsto glive, mikroskopske raziskave so ta sum potrdile.

2. PBS – puhat, bel, siv micelij

3. SM 1 – sivomoder micelij

4. SR 1 – siv micelij s fluorescentno rumenimi izrastki

5. R 1 – rjav micelij

6. BSK – belosivi kupčki

7. G 1 – micelij gorčične barve

8. US 1 – umazano siv micelij

9. ČK – črn, kosmat micelij

10. SK – siv, kosmat micelij

11. S 1 – siv micelij

12. SP 1 – siv puder, agar se je obarval oranžno

13. SKK – siv micelij s koncentričnimi krogi

14. MV – mareljen, vatast micelij

15. BV – bel, vatast micelij

16. OR – micelij olivno zelene in rumene barve

17. SRČ – siv micelij z radialnimi črtami

18. SjK – sajast, kosmat micelij

19. SM 2 – sivo mareljen micelij

20. B 1 – bel micelij

21. UK – umazani kolobarji

22. SUŠI – micelij podoben sušiju

23. TS – tanek, siv micelij

Oblikovano: Označevanje in oblikovanje

- 24. SBK – siv micelij z belimi krogci
- 25. KP – micelij podoben peni na kapučinu
- 26. P 1 – prozoren
- 27. BP – belkast, puhast micelij
- 28. Dipl – micelij, ki spominja na diplodijo
- 29. NER – nerazvrščeni miceliji
- 30. Pen – micelij glive *Penicillium* spp.

Determiniranje gliv je sledilo pod lupo in mikroskopom. V glavnem je delo potekalo tako, da smo pod lupo poiskali možna trosišča spolnih ali nespolnih trosov. Ko smo našli kakšnega od takšnih trosišč, smo ga z ustreznim orodjem položili na objektno steklo, na katerega smo poprej s kapalko kanili kapljico sterilizirane vode, ter nanj položili krovno stekelce. Trosišče smo si pogledali pod 10-kratno, 20-kratno in 40-kratno povečavo. Iskali smo predvsem lepe oziroma specifične primere askov, katerim bi lahko s pomočjo ključev določili vrsto glive. Ko smo najlepše možne aske pri vseh primernih povečavah poslikali, smo objektno stekelce vzeli izpod mikroskopa in rahlo potolkli po krovnem stekelcu nad trosiščem, da bi se sprostile askospore. Preparat smo ponovno položili pod mikroskop in si askospore pogledali pri 40-kratni in  $40 \times 2$ -kratni povečavi. Naredili smo tudi posnetke s kamero Nikon in v računalniškem programu NIS Elements naredili po dvajset izmer dolžin in širin askov. Srednji vrednosti sta nam pomagali pri določevanju gliv po determinacijskih ključih v monografiji *Leptographium species* avtorjev K. Jacobs in M. J. Wingfield (2001) ter *Ceratocystis and Ceratocystiopsis* avtorja H.P. Upadhyaya (1981).

## 7 REZULTATI RAZISKAVE

### 7.1 ŠTEVILO OKUŽENIH LUKENJ, V KATERIH SE JE RAZVIL MICELIJ GLIV, TER OBLIKA IN BARVA MICELIJA

#### 7.1.1 Število inokuliranih lukanj, v katerih se je razvil micelij gliv

Kot je navedeno že v metodi dela, smo v šestih kosih debla naredili 120 lukanj, v katere smo vnesli (inokulirali) lubadarje, in sicer v 60 lukanj osmerozobega smrekovega in v 60 lukanj šesterozobega smrekovega lubadarja. Po treh tednih smo pri vsaki lukanji odvzeli košček skorje in košček lesa (v globini od 3 do 4 mm). Te koščke lesa in skorje smo prenesli na hranilni medij (agar) ter jih po 10 dneh ponovno precepili, zopet na hranilni medij (agar). Po približno enem tednu, ko se je razvil micelij, smo pričeli ugotavljati oblike in barve micelija, kar nam je služilo za determinacijo vrst gliv. Glede na obliko in barvo micelija smo le-te razvrstili v 31 skupin (30 skupin micelija + 1 skupina nerazvrščenih), kot so prikazani v razdelku, ko obravnavamo metodo dela (poglavlje 6).

Kot je razvidno iz preglednice št. 1, je od skupno 120 lokacij inokulacije oziroma od skupno 240 preizkušancev kar 235 preizkušancev razvilo micelij glive oz. gliv. Zato lahko trdimo, da lubadar vedno prenaša tudi spore gliv. Vsi lubadarji, ki smo jih uporabili v poizkusu, so prinesli s seboj tudi trose (100 %), ker se je micelij glive oz. gliv razvil ali v skorji ali v lesu, skoraj vedno pa v skorji in v lesu.

Od vseh vrst micelija glede na obliko in barvo je bil najbolj pogost micelij gliv *Penicillium* spp., ki se je pojavil kar 145-krat od skupno 240 preskusov (petrijevk), to je kar v 60 % (preglednica št. 2). Iz preglednic št. 1 in 2 je tudi razvidno, da se je v nekaterih petrijevkah razvilo več vrst micelija hkrati. Dodati moramo, da obstaja možnost, da se je v posameznih primerkih lahko v petrijevki razvil še pred časom ugotavljanja vrste micelija še kateri micelij druge glive, vendar ga je prerasel micelij ugotovljene glive. Še posebno je to verjetno v petrijevkah, kjer smo našli micelij gliv *Penicillium* spp., ki oblikuje plašč (prevleko), ki je lahko prekril micelij neke druge glive (Jurc in Habjan, 2007). Najbolj pogost micelij (55,6 %), ki smo ga zasledili, je micelij gliv *Penicillium* spp., sledi mu micelij BR 1 (belorumen, hitrorastoč), in sicer s 16,5 %. Temu sledita BZ ter SR 1, ki sta zastopana vsak s 3,4 %. Vendar so kasnejše mikroskopske analize pokazale, da predstavlja

micelij BZ (bel in zvezdast) isto glivo kot micelij BR 1. Zato lahko zaključimo, da je BR 1 (+ BZ) zastopan z 19,9 %.

V preglednici št. 3 pa so prikazane okužbe glede na vrsto lubadarja, lokacijo ter vrsto micelija.

Preglednica 1: Vrsta in oblika micelija glede na lokacijo inokulacije v lesu po vrsti podlubnika in kraju.

<i>Ips typographus</i>									<i>Pityogenes chalcographus</i>								
Luče			Prestrana			Sp. Duplice			Luče			Prestrana			Sp. Duplice		
Pr.	skorja	les	Pr.	skorja	les	Pr.	skorja	les	Pr.	skorja	les	Pr.	skorja	les	Pr.	skorja	les
1	Pen	Pen	21	Pen		23	BR	Pen	61	Pen	NER	81	UK	Pen	101	BR1	Pen
2	Pen	Pen	22	Pen	Pen	42		RPK	62	UK	Pen	82	Pen	MV, OR	102	BR1,SP1	Pen
3	NER	Pen	41	ČK	Pen	43	SR1, BZ	Pen	63	Pen	Pen	83	Pen	BP	103	BR1	Pen
4	Pen	Pen	24	P1	Pen	44	SR1	Pen	64	čK, SR1	Pen	84	Pen	BSK	104	BR1	BR1
5	ČBO	Pen	25	P1	Pen	45	BZ	Pen	65	NER	Pen	85	SM1, R1	Pen	105	BR1	BR1
6	Pen	Pen	26	SR1, BP	Pen	46	BZ, ČK, UK, SP1, SJK, B1	Pen	66	Pen	Pen	86	SBK	Pen	106	BR1	BV
7	OR	Pen	27	Pen	Pen	47	Pen	Pen	67	TS	Pen	87	Pen	Pen	107	BR1	BR1
8	Pen	Pen	28	Dipl	Pen	48	PBS, G1	Pen	68	Pen	Pen	88	SBK	UP	108	BR1	BR1, SK
9	Pen	Pen	29	SR1		49	BR1, BZ, US1, SKK	Pen	69	BZ	Pen	89	Pen	Pen	109	BR1	BR1
10	Pen	Pen	30	ČBO	Pen	50	BR1	Pen	70	SBK	Pen	90		Pen	110	BR1	BR1
11	Pen	Pen	31	Pen	Pen	51	BR1	Pen	71	Pen	Pen	91	UK	UK	111	BR1	BR1
12	Pen	Pen	32	ČK	Pen	52	BZ, UK	Pen	72	SR1	Pen	92	Pen	Pen	112	BR1	Pen
13	Pen	Pen	33	Pen	Pen	53	BR1, BZ	Pen	73	BZ, S1	Pen	93	Pen	Pen	113	BR1, SR1	BR1, SM2
14	Pen	Pen	34	Pen	Pen	54	BR1	Pen	74	Sjk	Pen	94	Pen	Pen	114	SR1, SP1, SUŠI	BR1
15	Pen	Pen	35	BR1	Pen	55	BR1	BZ	75	Pen	Pen	95	Pen	Pen	115	BR1	BR1
16	Pen	Pen	36	Pen	Pen	56	Pen	NER	76	Pen	Pen	96	Pen	Pen	116	BR1	BR1
17	Pen	Pen	37	KP	Pen	57	Pen	Pen	77	Pen	Pen	97	BP	Pen	117	BR1	Pen
18	Pen	Pen	38	Pen	Pen	58	BR1	Pen	78	Pen	Pen	98	Pen	Pen	118	BR1, SR1	BR1, SRČ
19	suši, SJK	Pen	39	Pen	Pen	59	Pen	Pen	79	NER	Pen	99	UK	Pen	119	BR1	BR1
20	Pen	Pen	40		Pen	60	BR1	Pen	80	Pen	Pen	100	Pen	Pen	120	BR1	BR1

Pr. = preizkušanec (številka luknje)

Preglednica 2: Zastopanost vrst micelijev glede na obliko in barvo na posameznih lokacijah

	Ips typographus				Pityogenes chalcographus				Vsota					
	Luče		Prestrana		Sp. Duplice		Luče		Prestrana		Sp. Duplice			
	skorja	les	skorja	les	skorja	les	skorja	les	skorja	les	skorja	les		
BR1			1		9				19	14	29	14	43	
BZ					6	1	2				8	1	9	
PBS					1						1	0	1	
SM1							1				1	0	1	
SR1		2		2		2			3		9	0	9	
R1							1				1	0	1	
BSK								1			0	1	1	
G1					1						1	0	1	
US1					1						1	0	1	
ČK	1		3		1	1	1				6	1	7	
SK									1		0	1	1	
S1						1					1	0	1	
SP1					1				2		3	0	3	
SKK					1						1	0	1	
MV							1				0	1	1	
BV									1		0	1	1	
OR	1							1			1	1	2	
SRČ									1		0	1	1	
SJK	1				1		1				3	0	3	
SM2									1		0	1	1	
B1					1						1	0	1	
UK					2		1		3	1		6	1	7
SUŠI	1								1		2	0	2	
TS						1					1	0	1	
SBK						1		2			3	0	3	
KP			1								1	0	1	
P1			2								2	0	2	
BP			1					1	2		2	2	4	
Dipl			1								1	0	1	
NER	1					1	2	1			3	2	5	
Pen	16	20	9	18	4	17	10	19	12	15	0	5	51	
SUM	21	20	20	18	31	20	22	20	20	21	25	23	139	
											122		261	

Preglednica 3: Število okužb glede na vrsto lubadarja, lokacijo in vrsto micelija

Vrsta podlubnika	Kraj	Mesto okužbe	Ne-okuženo	Okuženo	Pen	BR 1	BZ	SR 1	UK	ČK	OR	SUŠI	BP	SP 1	SBK	SjK	OSTALO
<i>Ips typographus</i>	Luče	SKORJA	0	20	16					1	1	1				1	NER
		LES	0	20	20												
<i>Ips typographus</i>	Prestrana	SKORJA	1	19	9	1		2		3			1				2x P 1, Dipl., KP
		LES	2	20	18												
<i>Ips typographus</i>	Sp. Duplice	SKORJA	1	19	4	9	6	2	2	1				1		1	B 1, PBS, US 1, SKK,G1
		LES	0	18	17		1			1							NER
<i>Pityogenes chalcographus</i>	Luče	SKORJA	0	20	10		2	2	1	1				1	1	1	TS, S 1, 2xNER
		LES	0	20	19												NER
<i>Pityogenes chalcographus</i>	Prestrana	SKORJA	1	19	12				3				1		2		SM 1, R 1
		LES	0	20	15				1		1		1				MV, BSK, UP
<i>Pityogenes chalcographus</i>	Sp. Duplice	SKORJA	0	20	0	19		3				1		2			
		LES	0	20	5	14											BV, SK, SM 2, SRČ

### 7.1.2 Vrste gliv na preizkušancih in njihova determinacija

Od skupno 31 vrst micelijev, ki so se razvili v petrijevkah (preizkušanci lesa oz. skorje v petrijevkah), smo lahko zanesljivo determinirali le glive, ki so imele micelij ČK, ker smo našli trosiča. Ta trosiča smo našli v petrijevkah št. 5 S (skorja, osmerozobi smrekov lubadar, Luče), 41 S (skorja, osmerozobi smrekov lubadar, Prestrana [ker sta 41 in 23 zamenjeni]) in 42 L (les, osmerozobi smrekov lubadar, Duplica). V petrijevki 5 S smo ugotovili glivi *Ophiostoma bicolor* in *Ophiostoma penicillatum* (Grosmann) Siemaszko; v petrijevkah 41 S in 42 L pa *Ophiostoma penicillatum* (Grosmann) Siemaszko.

Glive, katerih micelij smo uvrstili v BR 1 in BZ, ki nastopita v 52 primerkih, pa je doc. D. Jurc uvrstil v rod *Gliocladium*.

Podobno smo uvrstili micelij Pen v rod *Penicillium* spp., in sicer v 145 preizkušancih. Micelij G 1, ki je nastopil le v enem primerku, smo uvrstili v rod *Sphaeropsidales* (M. Jurc).

V nadaljevanju podajamo postopek določevanja in značilnosti gliv, ki smo jih determinirali.

#### 7.1.2.1 *Ophiostoma penicillatum* (Grosmann) Siemaszko, *Pl. Polon.* 7(no. 3): 24 (1939))

Najprej smo pod lupo locirali peritecij na miceliju, ki se je razraščal v petrijevki z zaporedno številko 41 S, s sterilizirano iglo smo ga vzeli ven, postopek pa smo opravljali pod lupo, kajti s prostim očesom se peritecij ni videl tako izrazito. Peritecij in konidije smo mikroskopirali in s kamero poslikali ter z računalniškim programom izmerili premer peritecija, ki je znašal 230 mikrometrov, nato pa še dvajset trosov.

Dolžina trosov:

Srednja dolžina: 13,36 µm

Standardna deviacija: 2,04 µm

Minimalna dolžina: 10,60 µm

Maksimalna dolžina: 19,49 µm

Širina trosov:

Srednja širina: 4,28 µm

Standardna deviacija: 0,73 µm

Minimalna širina: 3,06 µm

Maksimalna širina: 5,54 µm



Slika št. 3: Peritecij glive *Ophiostoma penicillatum* v petrijevki z zaporedno številko 41 S, pri 10-kratni povečavi

Slika št. 4: Konidiji glive *Ophiostoma penicillatum* v petrijevki z zaporedno številko 41 S, pri 80-kratni povečavi

Identifikacije smo se lotili po ključih iz monografije K. Jacobs in M. J. Wingfield Leptographium species. Ključ najprej opredeljuje gostitelja, ki je v našem primeru iglavec, nato določuje obliko konidijev, naši so podolgovati, včasih ukrivljeni. Tretji kriterij, ki določa vrsto, pa je dolžina konidijev, ki naj bi bila (4-) 6–10 (-12)  $\mu\text{m}$ . In vrsta je *Ophiostoma penicillatum*.

Glive v petrijevki 42 L smo se lotili po enakem postopku. Ni nam sicer uspelo dobiti tako lepega peritecija, ki bi bil primeren za izmero, a konidiji so bili dovolj značilni. Po spodaj navedenih izmerah in po videzu smo jih lahko po istem ključu kot 41 S uvrstili h glivi *Ophiostoma penicillatum*.

Dolžina trosov:

Srednja dolžina: 11,10  $\mu\text{m}$

Standardna deviacija: 1,31  $\mu\text{m}$

Minimalna dolžina: 7,03  $\mu\text{m}$

Maksimalna dolžina: 12,74  $\mu\text{m}$

Širina trosov:

Srednja širina: 3,93  $\mu\text{m}$

Standardna deviacija: 0,57  $\mu\text{m}$

Minimalna širina: 3,01  $\mu\text{m}$

Maksimalna širina: 5,36  $\mu\text{m}$

Vrsta je redno omenjana v študijah našega tipa, torej asociacije s smrekovimi lubadarji. Gliva je zelo lahko degenerativna in v kulturi ne tvori več konidijev. Med glivami iz rodu *Ophiostoma* je vrsta *Ophiostoma polonica* najbolj virulentna, pri množičnih inokulacijah pa lahko tudi vrsta *Ophiostoma penicillatum* povzroči smrt drevesa (pisna informacija prof. Kirisits).

7.1.2.2 *Ophiostoma bicolor* R.W. Davidson & D.E. Wells (1955), [RSD];  
Ophiostomataceae

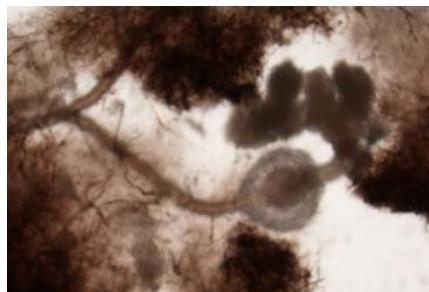
Petrijevka 5 S je bila bolj zagonetna. Videz pod mikroskopom je dajal vtis, da je gliva vrste *Ophiostoma bicolor*, ni pa ustrezala barva micelija. Po temeljitejšem raziskovanju smo prišli do zaključka, da sta prisotni tako *Ophiostoma bicolor* kot *Ophiostoma penicillatum*, ki je dajala miceliju temnejšo barvo.

Dolžina trosov:

Srednja dolžina: 8,76 µm  
Standardna deviacija: 1,87 µm  
Minimalna dolžina: 5,80 µm  
Maksimalna dolžina: 11,99 µm

Širina trosov:

Srednja širina: 2,64 µm  
Standardna deviacija: 0,41 µm  
Minimalna širina: 1,87 µm  
Maksimalna širina: 3,35 µm



Slika št. 5: Askokarpi glive *Ophiostoma bicolor* v petrijevki z zaporedno številko 5 S, pri 80-kratni povečavi

Slika št. 6: Peritecij glive *Ophiostoma bicolor* v petrijevki z zaporedno številko 5 S, pri 80-kratni povečavi

Micelij glive *Ophiostoma bicolor* je lahko brezbarven, bel, redko svetlo rjav. Barva peritecija in pravokotni trosi so odločilni pri identifikaciji glive *Ophiostoma bicolor* in ravno oblika trosov je tudi nam pomagala do končne odločitve, katero glivo pravzaprav opazujemo. V mešanih kulturah se vrsta *Ophiostoma bicolor* zaradi brezbarvnega micelija in dolge dobe za oblikovanje peritecijev težko zazna in ravno to je bilo tudi v našem primeru. Gliva je sposobna kolonizirati beljavo drevesa in ustvariti poškodbe precejšnjih velikosti, ko jo inokuliramo na navadno smreko, vendar je smrt drevesa malo verjetna, raziskave na Japonskem pa so pokazale majhno odpornost smreke yezo proti tej vrsti (pisna informacija prof. Kirisits).

### 7.1.2.3 Sphaeropsidales

Edina gliva, ki je imela zelo izrazito razvita trosiča, je nosila oznako G 1. Ustrezala je opisu podskupine Sphaeropsidales (informacijo podala prof. Maja Jurc), ki spada v deblo Deuteromycota (Fungi imperfecti). Podskupina tvori nespolne spore, t. i. konidije, ki se oblikujejo v piknidijih, ti pa imajo na temenu odprtino (porus). (Maček, 2008)

### 7.1.2.4 *Gliocladium* spp.

Pod mikroskopom smo si ogledali tudi glive, ki smo jim dali oznako BZ in BR 1. Z dolgimi postopno razvejanimi phialidami niso spominjale na vrste iz rodu *Ceratocystis*. Kljub mnogim primerkom, glive z micelijem tega tipa so se razvile v 51 inokulacijah agarja, nismo našli spolnih trosič, morda pa bi morali dati več primerkov pod UV-luč. Konidiji so bili ovalni.

Micelij je bele do kremne barve, hife pa so brezbarvne in ločene, konidiofori se v členkih razvejujejo, terminalne veje pa nosijo phialide čutarastih oblik. Na vrhu je skupek okrogle oblike z enoceličnimi konidiji, kar je tipično za rod *Gliocladium*, v nasprotju z rodом *Penicillium*, kjer so konidiji postavljeni v verige. Najbolj značilne iz rodu *Gliocladium* so vrste *Gliocladium penicilloides*, *Gliocladium virens*, *Gliocladium roseum* ter *Gliocladium deliquescent* ([www.doctorfungus.org/thefungi/Gliocladium.htm](http://www.doctorfungus.org/thefungi/Gliocladium.htm)).



Slika št. 7: Micelija z oznako BR 1 in BZ, ki spadata med glive iz rodu *Gliocladium* in micelij glive z oznako G1, ki spada v podskupino Sphaeropsidales (foto: M. Jurc).

## 7.2 TRAJANJE GRADACIJE OSMEROZOBEGA SMREKOVEGA LUBADARJA IN ŠESTEROZOBEGA SMREKOVEGA LUBADARJA

Osmerozobi smrekov lubadar in šesterozobi smrekov lubadar sta se v Sloveniji že večkrat pojavila v velikem številu, kar je imelo za posledico velike količine posekanega lesa. Govorimo o t. i. gradaciji teh dveh podlubnikov. Vzrokov, ki pripeljejo do gradacije, je lahko več, navadno pa sta glavna oslabljena življenska moč smreke ter ugodno okolje za razvoj podlubnikov (vreme, slab gozdn red). Gradacija se začne podobno kot izbruh epidemije bolezni, le da gradacija traja več let. Tako lahko iz podatkov o količini poseka lesa zaradi napada lubadarja sklepamo na številnost lubadarja. V preglednici št. 4 so prikazane količine posekanega lesa iglavcev (od tega je v letu 2007 smreke 98,3 %, podobno tudi v prejšnjih letih) zaradi napada lubadarjev, in sicer za celotno Slovenijo (ZGS 2008) ter za Gozdno gospodarstvo Grča (Kočevje) (pisna informacija Vilhar, Č.) .

Preglednica 4: Posek lesa zaradi napada žuželk (iglavci) v m<sup>3</sup> (osebni vir: Vilhar, Č. – podatki za podjetje Grča; (Poročilo o delu ..., 2008) – podatki za Slovenijo)

Leto	Grča	Slovenija
1997	6095	81000
1998	4769	167000
1999	2750	102500
2000	3328	118550
2001	8267	132732
2002	45042	169382
2003	70354	406621
2004	110508	573557
2005	116981	747132
2006	97198	702275
2007	68269	512136
2008	30404	320110

Kot je razvidno, se je količina lesa iglavcev (smreke) začela opazno povečevati v letu 2001, in to tako v Sloveniji kot v Kočevju. Najvišje vrednosti je dosegl v letu 2005; in sicer tako v Sloveniji kot v Kočevju. V letu 2006 sledi zmanjšanje poseka in ta trend se nadaljuje vse do leta 2008. Iz tega sklepamo dvoje, in sicer:

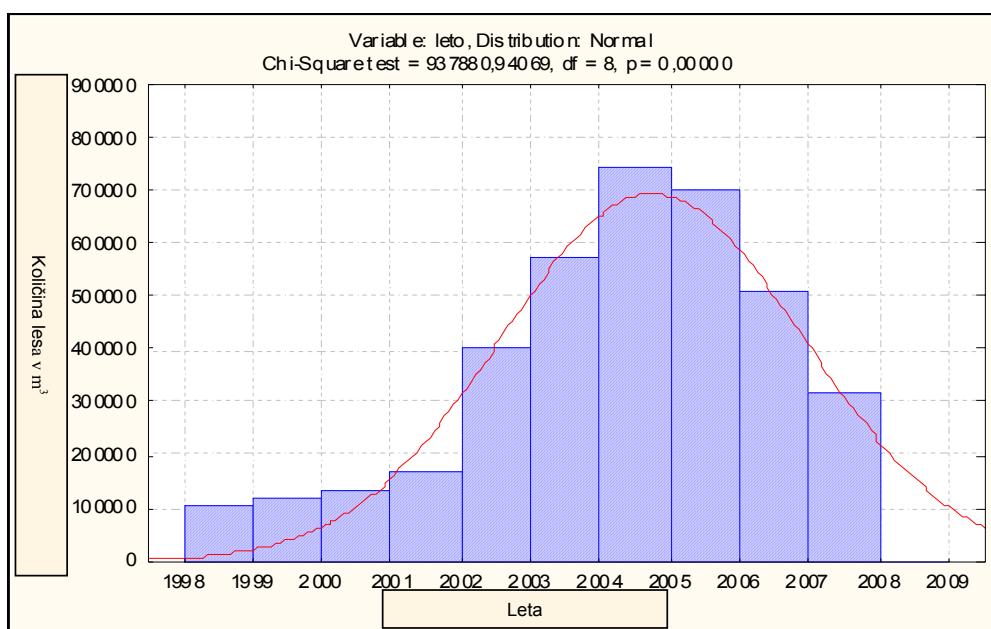
1. maksimum gradacije lubadarjev je bil v letu 2005,

2. gradacija lubadarjev je bila vseslovenska, kar nakazujejo količine posekane lesne mase zaradi napada lubadarjev, ker je trend gibanja teh posekanih količin zelo podoben tako v Kočevju kot v Sloveniji.

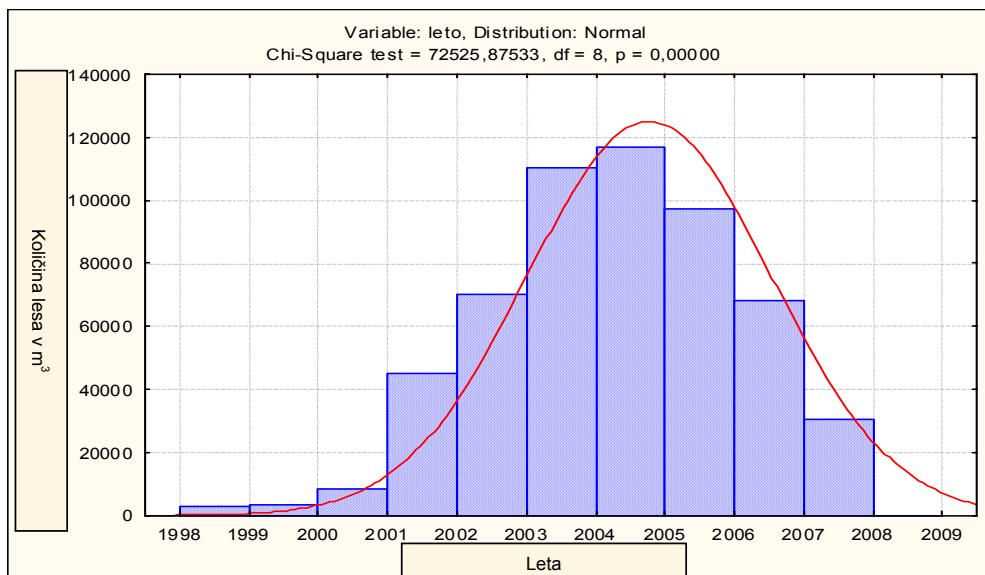
**Oblikovano:** Označevanje in oblikovanje

Trend gibanja posekane lesne mase zaradi napada podlubnikov smo ponazorili na slikah št. 6 in 7. Podatkom smo prilagodili krivuljo normalne porazdelitve.

Med prilagojeno normalno porazdelitvijo ter empiričnimi podatki nastopajo v posameznih letih znatne razlike, vendar je zakonitost pojava podana približno z zvonasto porazdelitvijo. Če bi razpolagali s podatkom o številu dreves in ne samo o lesni masi – ki so bila posekana zaradi napada lubadarjev –, bi pri prilagoditvi lahko uporabili Neymanovo ali pa Pascalovo (negativno binomsko) porazdelitev, ki nam podajata zakonitosti razmerja pri pandemijah (Kotar, 2008).



Slika št. 7: Prilagoditev normalne porazdelitve količini poseka iglavcev in listavcev (posek zaradi žuželk, listavci zavzemajo cca 0,3 %) v Sloveniji (Vir: (Poročilo o delu ..., 2008))



Slika št. 8: Prilagoditev normalne porazdelitve količini poseka iglavcev (sanitarna sečnja podjetja Grča) (osebni vir: Vilhar, Č.)

## 8 RAZPRAVA IN SKLEPI

### 8.1 RAZPRAVA

Osmerozobi smrekov lubadar (*Ips typographus* [L.]) in šesterozobi smrekov lubadar (*Pityogenes chalcographus* [L.]) sta sekundarna škodljivca, ki napadata le oslabljena ali sveže podrta drevesa in v tem primeru ne povzročata večje gospodarske škode. Kadar sta prerazmnožena, pa se naselita tudi na zdrava drevesa, pravimo, da sta v gradaciji. Takšna gradacija je prvič po letu 1991 nastopila leta 2001, kulminirala je v letu 2005, sedaj pa se počasi končuje.

Napad lubadarja se zrcali kot škoda zaradi nedoseganja gospodarskih ciljev, tj. predčasno sečnjo posameznih dreves, drevesnih skupin ali celo sestojev (če so smrekovi sestoji čisti). Poleg te škode pa imamo pri napadu lubadarjev še škodo zaradi zmanjšane vrednosti lesa, ker ga okužijo glive. Najbolj pogosto razvrednotenje lesa nastopi zaradi modrenja, ki ga povzročijo glive modrivke.

Čeprav so bile glive modrivke odkrite že v začetku 20. stoletja in je bilo v Evropi in po svetu o njih že marsikaj raziskanega in zapisanega, pa tudi gospodarske škode, ki jo prinaša modroobarvan les, se že dolgo zavedamo, je bilo do sedaj v Sloveniji o glivah modrivkah le malo raziskav in te še niso bile objavljene. Tuje raziskave so dokazale, da so podlubniki vektorji (prenašalci) ophiostomatoidnih gliv, isto smo ugotovili tudi v naši raziskavi. Ni pa nam uspelo ugotoviti, čemu so floemofagni podlubniki povezani z glivami modrivkami oz. v kakšnem odnosu so. V tujih raziskavah se pojavljajo različni zaključki o pogostosti različnih vrst gliv modrivk oziroma medsebojni zastopanosti ter o njihovi virulenci. V naši raziskavi je bila pogostost gliv modrivk zelo majhna. Med 120 inokulacijami so bile le tri dokazano okužene z ophiostomatoidno glivo, še štiri pa bi glede na obliko in barvo micelija lahko spadale mednje, a niso tvorile spolnih trosič peritecijev ali nespolnih trosič, ki so potrebni kot dokazilo za takšno domnevo. Med odkritimi ophiostomatoidnimi glivami ni bilo glive *Ceratocystis polonica*, ki je bila najbolj pogosta v raziskavah, narejenih v različnih državah po Evropi, in so ji tudi dokazali največjo virulenco, čeprav se ta razlikuje med različnimi sevi. O njej je znano, da naseljuje povsem svež les (z veliko vsebnostjo vlage) ter da ima temperaturni maksimum pri vrednosti 31–32

°C, slednji od teh dveh dejavnikov ji morda pri nas ni ustrezal. Glivi, ki sta se v naši raziskavi pojavili, sta bili *Ophiostoma penicillatum* in *Ophiostoma bicolor*. Ti dve sta manj virulentni, vendar pa slednjo znanstveniki uvrščajo med patogene na smreki, kajti njena rast v beljavo je hitra in sega globoko, povzroča pa le rahlo obarvanje beljave.

Poleg plesni *Penicillium* spp., ki je bila ugotovljena na 55,6 % (145-krat) preizkušancev, je bila zelo pogosta gliva iz anamorfnega rodu *Gliocladium*. Med 240 preizkušanci se je pojavila 51-krat. Med tujimi raziskavami, ki so raziskovale asociativne glive na podlubnikih (in so nam bile na voljo), je nismo zasledili. Najbolj očitna trosiča je oblikovala gliva, ki smo jo uvrstili v deblo Deuteromycota (Fungi imperfecti), torej med nepopolne glive, ter v podskupino Sphaeropsidales.

## 8.1 SKLEPI

V okviru našega dela smo prišli do naslednjih sklepov:

1. V delu smo potrdili hipotezo, da sta osmerozobi smrekov lubadar in šesterozobi smrekov lubadar prenašalca glivnih spor, ki okužijo napaden les. Od 240 preizkušancev je bil napad z glivami potrjen v 235 primerih oziroma od 120 inokulacij kar 100 %.
2. Kljub temu da so glive modrivke v splošnem pogosto prisotne ob napadih podlubnikov, pa so bile v našem primeru zastopane zelo skromno. Determinirali smo le tri glive iz rodu *Ophiostoma*, kar pri 120 inokulacijah predstavlja 2,50 %. Torej druge hipoteze nismo potrdili.
3. Hipoteza, da bosta glivi *Ceratocystis polonica* in *Ophiostoma bicolor* najbolj pogosti, se ni izkazala za resnično, kajti prve glive sploh nismo determinirali, drugo pa smo ugotovili le enkrat. Iz rezultatov sklepamo, da je ta hipoteza zavrnjena.

Tudi če bi vse nedeterminirane glive predstavljalate katero od gliv modrivk, kar je glede na raznolikost oblik micelijev, ki večinoma niso prav nič tipični za glive modrivke, malo verjetno, bi bil delež gliv modrivk razmeroma majhen. Vrste iz rodov *Penicillium* (145 preizkušancev) in *Gliocladium* (51 preizkušancev) skupaj predstavlja 81,7 % gliv v naši

raziskavi, le-ti dve gotovo ne spadata med glive modrivke. Možno pa je, da bi z drugačnimi metodami dela (drugačen hrnilni medij) prišli do drugačnih rezultatov.

4. Hipoteza, da se je leta 2001 začela gradacija osmerozobega smrekovega lubadarja in šesterozobega smrekovega lubadarja ter da je ta leta 2005 dosegla kulminacijo, je potrjena. To je razvidno iz podatkov o količinah lesa, ki je bil posekan zaradi napada podlubnikov. Enak trend količine posekanega lesa zaradi lubadarjev, ki ga nakazujeta Slovenija ter Gozdno gospodarstvo Grča (Kočevje), dokazuje, da je gradacija lubadarja zajela celotno Slovenijo.

## 9 POVZETEK

Smreka se v Sloveniji pogosto nahaja na zanjo nenanaravnih rastiščih, kar je razvidno iz lesne mase, s katero je zastopana. Ta bi morala znašati okoli 8 % vse lesne mase, njen delež pa je v resnici pri 32 %. Na nenanaravnih rastiščih je smreka bolj dovzetna za negativne vplive različnih biotskih in abiotskih dejavnikov. Ti oslabijo njeno zdravje in jo naredijo dovzetno za sekundarne škodljivce, kamor spadata osmerozobi smrekov lubadar in šesterozobi smrekov lubadar. Ta dva pa ob ugodnih razmerah (vreme, veliko hrane in prostora za zaledo) postaneta primarna in tako še bolj nevarna za smreko. Lubadarja prenašata tudi glive modrivke, ki lesu smreke zmanjšajo vrednost in tako še dodatno pripomorejo h gospodarski škodi, ki se pojavi že zaradi predčasnega poseka dreves.

V okviru našega dela smo nabrali podlubnike vrst osmerozobi smrekov lubadar (po 20 osebkov na treh lokacijah) in šesterozobi smrekov lubadar (ravno tako po 20 osebkov na treh lokacijah) ter jih vstavili v les sveže posekane zdrave smreke. Vsako vrsto podlubnika iz vsake lokacije smo vstavili v svoj kos lesa, torej skupaj v 6 kosov lesa in vsakega podlubnika v svojo luknjo (torej skupaj 120 lukenj oz. inokulacij). Domnevno okužen les in skorjo smo kasneje položili na hranilni medij (agar), les posebej in skorjo posebej. Tako smo napolnili 240 petrijevk oziroma preizkušancev. Ko so v njih zrasli miceliji gliv, smo poizkušali determinirati glive. To delo je potekalo pod lupo in mikroskopom ter ob uporabi morfoloških determinacijskih ključev.

Glive *Penicillium* spp., so se razvile 145-krat in smo jih prepoznali že okularno. Naslednja najbolj pogosta tipa micelija, ki sta se le malo razlikovala, smo označili kot belorumen micelij (oznaka BR1) in bel, zvezdast micelij (oznaka BZ). Predstavljalata glivo iz anamorfnegarodu *Gliocladium* in ta je bila zastopana 51-krat. Uspelo nam je določiti še tri izmed sedmih gliv z oznako ČK (črn, kosmat micelij). V dveh petrijevkah se je nahajala vrsta *Ophiostoma penicillatum*, v eni petrijevki pa je bila ta ista gliva v kombinaciji z glivo *Ophiostoma bicolor*; ti dve spadata med glive modrivke, katere smo tudi pričakovali med rezultati naše raziskave, pričakovali pa smo jih v večjem deležu. Še eno glivo smo uvrstili v podskupino Sphaeropsidales, v deblo Deuteromycota. Od 240 petrijevk z agarjem inokuliranih z domnevno okuženim lesom oziroma skorjo, se le v petih ni razvil micelij glive, to predstavlja 2 % vseh preizkušancev. Med temi petimi primeri se

ni primerilo, da bi petrijevki lesa in skorje imeli enako zaporedno številko, kar bi pomenilo, da določen podlubnik ni prenašal gliv.

V delu smo opisali tudi bionomijo podlubnikov, metode njihovega zatiranja in zastopanost v zadnjih 11 letih oziroma kalamiteto, ki so jo povzročili in iz česar lahko sklepamo o njihovi številnosti. Iz zadnjega podatka smo sklepali na razvoj populacije oziroma gradacije.

## 10 SUMMARY

In Slovenia spruce is often found on sites, where it does not belong. This is seen from its share of wood mass, which amounts to 32%. If it grew only on natural sites only, its share would be about 8%. At unnatural sites spruce is more susceptible to various negative impacts of different biotic and abiotic influences. These influences weaken its health and make it sensitive to secondary invaders, among which the eight-toothed spruce bark beetle (*Ips typographus* (L.)), and the six-toothed spruce bark beetle (*Pityogenes calchographus* (L.)) become primary attackers, and thus more dangerous for spruce, in certain suitable conditions (suitable weather, enough food and place to breed). Bark beetles carry blue-stained fungi, which diminish the value of the wood, and by doing so contribute to the economical damage considerably. The latter is already decreased by premature cut down of the trees.

Within the framework of our research we collected 60 eight-toothed spruce bark beetle specimens, 20 from each of the 3 locations, and the same number of six-toothed spruce bark beetle, gathered by 20 at each of the 3 different locations. Then we inoculated them into the wood of the freshly felled spruce. Six pieces of wood were used for each of the bark beetle species taken from each different location. We made 20 holes in each log and inserted each beetle into one of them (so we made 120 holes altogether). We kept the wood in a bag for 7 weeks, so that moisture could be preserved. Then we collected pieces of sapwood and bark around each hole, cut them into finer pieces and then cut them again aseptically from all sides. Afterwards we cut the core into 4 pieces and placed them on agar in a Petri dish. Wood and bark around each hole was treated separately and was put into separate Petri dishes. Thus we accumulated 240 Petri dishes inoculated with wood or bark. We call them testers. When the fungi mycelia grew in them we first sorted them by appearance and then tried to define which species they belong to. We had to help ourselves by using a magnifying lens and a microscope but also by the use of determination keys.

In 145 Petri dishes the developed fungi were actually a mould *Penicillium* spp. That was determined ocularly. The next most common fungus that has been determined belonged to an anamorphous genus *Gliocladium*. It appeared 51- times and it had two slightly different

types of mycelium. We also determined 3 out of 7 fungi, tagged as ČK. In 2 Petri dishes *Ophiostoma penicillatum* was found but in the third we found both the perithecia that belonged to *Ophiostoma penicillatum* and *Ophiostoma bicolor* although the colour of the mycelium was typical for the first one. These two species belong to genus *Ophiostoma*, which belong among blue-stained fungi and we expected them to appear, only on a larger scale. The other 4 fungi did not make any reproductive structures so we could not determine them. We examined one more fungus and placed it into Deuteromycota (Fungi imperfecti) and among Sphaeropsidales. Out of 240 testers only 5 did not develop any kind of mycelium but this does not mean that bark beetle did not carry any fungus, because in all 120 cases the mycelium of the fungi grew at least from the wood if not from the bark.

We also presented the bionomy of the spruce bark beetles, ways of repressing them and the density of the population over the last eleven years on the ground of calamity caused. On the basis of the data gathered we could evidence the development of their population or gradation.

## 11 VIRI

Brignolas F., Lieutier F., Sauvard D., Yart A., Drouet A., Claudot A. C. 1995a. Changes in soluble-phenol content of Norway spruce (*Picea abies*) phloem in response to wounding and inoculation with *Ophiostoma Polonicum*. European journal of forest pathology, 25: 253–265

Brignolas F., Lacroix B., Lieutier F., Sauvard D., Drouet A., Claudot A. C., Yart A., Berryman A. A., Christiansen E. 1995b. Induced responses in phenolic metabolism in two norway spruce clones after wounding and inoculations with *Ophiostoma polonicum*, a bark beetle-associated fungus. Plant physiology, 109: 821–827

Brignolas F., Lieutier F., Sauvard D., Christiansen E., Berryman A. A. 1998. Phenolic predictors for Norway spruce resistance to the bark beetle *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae) and an associated fungus, *Ceratocystis polonica*. Canadian journal of forest research, 28: 720–728

Christiansen R., Krokene P., Berryman A. A., Franceschi V. R., Krekling T., Lieutier F., Löneborg A., Solheim H. 1999. Mechanical injury and fungal infection induce acquired resistance in Norway spruce. Tree physiology, 19: 399–403

Gliocladium spp. 2007. Doctorfungus (1. julij 2007)  
<http://www.doctorfungus.org/thefungi/Gliocladium.htm> (18. maj 2009)

Hanssen H.-P. 1999. Volatile metabolites produced by species of *Ophiostoma* and *Ceratocystis*. V: *Ceratocystis* and *Ophiostoma*. Taxonomy, ecology, and pathogenicity. Wingfield M. J. Seifert K. A., Webber J. F. (ur.). 2nd ed.. St. Paul, Bia: 117–125

Harrington T.C. 1999. Diseases of conifers caused by species of *Ophiostoma* and *Leptographium*. V: *Ceratocystis* and *Ophiostoma*. Taxonomy, ecology, and pathogenicity. Wingfield M. J. Seifert K. A., Webber J. F. (ur.). 2nd ed. St. Paul, Bia: 161–171

Jacobs K., Wingfield M. J. 2001. Leptographium species. Tree pathogens, insect associates, and agents of blue-stain. St. Paul, The American Phytopathological Society: 207 str.

Jurc M. 2005. Gozdna zoologija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 348 str.

Jurc M. 2006. Navadna smreka – *Picea abies* (L.) Karsten. Žuželke na deblih, vejah in v lesu. Gozdarski vestnik, 64, 1: 21–36

Jurc M., Habjan N. 2007. Asociacijske glice potkornjaka (*Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*) smeke. Glasilo biljne zaštite: 31 - 32

Kile G. A. 1999. Plant diseases caused by species of *Ophiostoma* and *Leptographium*. V: *Ceratocystis* and *Ophiostoma*. Taxonomy, ecology, and pathogenicity. Wingfield M. J., Seifert K. A., Webber J. F. (ur.). 2nd ed. St. Paul, Bia: 173–183

Kirisits T. 2001. »Reference strains of ophiostomatoid fungi associated with *Ips typographus* and other bark beetles in Austria«. (osebni vir, 24. okt. 2001)

Kirisits T. 2004. Fungal associates of european bark beetles with special emphasis on the ophiostomatoid fungi. V: Bark and Wood boring insects in living trees in Europe. Lieutier F. (ed.). Netherlands, Bia: 181–235

Kotar M. 2008. Raziskovalne metode v upravljanju z gozdnimi ekosistemi. Ljubljana, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 340 str. (tipkopis)

Krokene P., Solheim H. 2001. Loss of pathogenicity in the blue-stain fungus *Ceratocystis polonica*. Plant Pathology, 50: 497–502

Krokene P., Solheim H. 1998. Pathogenicity of four blue-stain fungi associated with aggressive and nonaggressive bark beetles. Phytopatology, 88: 39–44

Lioeutier F. 1999. Induced defence reaction of conifers to bark beetles and their associated *Ophiostoma* species. V: *Ceratocystis* and *Ophiostoma*. Taxonomy, ecology, and pathogenicity. Wingfield M.J., Seifert K. A., Webber J.F. (ur.). 2nd ed. St. Paul, Bia: 225–233

Lieutier F. 2004. Host resistance to bark beetles and its variations. V: Bark and Wood boring insects in living trees in Europe. Lieutier F. (ur.). Netherlands, Bia: 135–180

Maček J. 2008. Gozdna fitopatologija. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije in Zveza gozdarskih društev – Gozdarska založba: 448 str.

Malloch D., Blackwell M. 1999. Dispersal biology of the Ophiostomatoid fungi. V: *Ceratocystis* and *Ophiostoma*. Taxonomy, ecology, and pathogenicity. Wingfield M. J., Seifert K. A., Webber J. F. (ur.). 2nd ed. St. Paul, Bia: 195–206

Seifert K. A. 1999. Sapstain of commercial lumber by species of *Ophiostoma* and *Ceratocystis*. V: *Ceratocystis* and *Ophiostoma*. Taxonomy, ecology, and pathogenicity. Wingfield M. J., Seifert K. A., Webber J. F. (ur.). 2nd ed. St. Paul, Bia: 141–151

Solheim H. 1986. Species of *Ophiostomataceae* isolated from *Picea abies* infested by the bark beetle *Ips typographus*. Nordic journal of botany, 6, 2: 199–207

Šlander, J. 1951. Zatiranje lubadarjev. Maribor, Les: 60 str.

Titovšek, J. 1988. Podlubniki (Scolytidae) Slovenije. Obvladovanje podlubnikov. Ljubljana, Zveza društev inženirjev in tehnikov gozdarstva in lesarstva Slovenije, Gozdarska založba: 127 str.

Upadhyay H. P. 1981. Ceratocystis and Ceratocystiopsis. Athens, University of Georgia press: 176 str.

Vilhar, Č. 2009. »Podatki o sanitarnih sečnjah v letih 1998-2008, ki jih je opravilo Gozdnogospodarsko podjetje Grča (Kočevje)«. Kočevje. (osebni vir, maj 2009)

Poročilo o delu Zavoda za gozdove Slovenije za leto 2007. 2008. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije: 120 str.

INDEX FUNGORUM. 2009.  
<http://www.indexfungorum.org/index.htm> (29.5.2009)

## ZAHVALA

Za vsestransko pomoč in usmerjanje pri izdelavi diplomskega dela ter za predanost tej nalogi se iskreno zahvaljujem mentorici prof. dr. Maji Jurc. Zahvaljujem se tudi somentorju doc. Dr. Dušanu Jurcu, predvsem za pomoč pri determinaciji gliv.

Za hiter in natančen pregled diplomskega dela se najlepše zahvaljujem prof. dr. Stanislavu Trdanu.

Za pomoč pri delu v Laboratoriju Gozdarskega inštituta Slovenije se najlepše zahvaljujem Vesni Rajh. Neizmerno pomoč pri mikroskopiranju, determinaciji gliv in drugih nasvetih mi je nudila tudi mag. Andreja Repe in za to se ji prisrčno zahvaljujem.

Zahvaljujem se tudi Danielu Borkoviču za pomoč v Laboratoriju za ekološke raziskave na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive vire Biotehniške fakultete v Ljubljani ter za izdelavo fotografij.

Za podporo se zahvaljujem tudi svojemu očetu in mami ter obema bobicama pa tudi ljubemu Andreju ter njegovim staršem, ki so mi stali ob strani in me spodbujali.



