

UPLIV GLIV MERULIUS LACRIMANS
IN CONOPHORA CEREBELLI A
NA ODPORNOST NEKATERIH DOMAČIH
VRST LESA PRED TERMITI
REIDULTERMES LUOHUGUS

Oxf. 845.3:844.2:841.3

Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri Biotehniški fakulteti
v Ljubljani

VPLIV GLIV MERULIUS LACRIMANS IN CONIOPHORA CEREBELLA
NA ODPORNOST NEKATERIH DOMAČIH VRST LESA PRED TERMITI
RETICULITERMES, LUCIFUGUS

Sestavljalec:



Direktor:

dr. Ljerka KERVINA, dipl.ing.

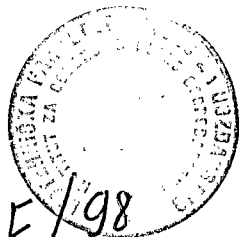
Milan KUDER, dipl.ing.

Kervina

Kuder

Ljubljana, 1975

G T 1531



F/98

[Handwritten signature]

Nalogo: "Vpliv gliv *Merulius laevis* in *Coniophora cerebella* na odpornost nekaterih domačih vrst lesa pred termiti *Reticulitermes lucifugus*"
je financiral Sklad Borisa Kidriča v letih 1973-75

Nosilec: dr. Ljerka KERVINA, dipl.ing., asistent pri
Biotehniški fakulteti, Ljubljana

Sodelavec: Mojca Gruden, tehniški sodelavec pri Biotehniški
fakulteti, Ljubljana

V S E B I N A

Str.

Sinopsis	
1. Uvod in pregled literature	1
2. Laboratorijske raziskave	4
2.1. Poskus z <i>Merulis lacrimans</i>	4
2.2. Poskus s <i>Coniophora cerebella</i>	12
3. Analiza rezultatov	33
4. Zaključki	37
5. Resume	38
6. Literatura	40

SINOPSIS

V delu je obdelano vprašanje odnosa našega zemnega termita Reticulitermes lucifugus do lesa, ki so ga predhodno napadle glive Merulius lacrimans in Coniophora cerebella. Poskusi so pokazali, da termiti raje napadajo les v procesu trahnjenja, v kolikor dekompozicija ne preide določeno mejo. Ta je odvisna od vrste lesa in vrste glive, ki povzroča gnilobo.

SYNOPSIS

The behaviour of Reticulitermes lucifugus against wood previously infected by Merulius lacrimans and Coniophora cerebella is described. It is shown that the termites belonging to this species prefer to attack decaying wood unless the decay surpasses a certain intensity. This depends on the species of wood and fungus causing the rot.

1. UVOD IN PREGLED LITERATURE

Les uporabljajo za svojo hrano termiti in glive in je v naravi večkrat napaden z enimi in z drugimi. Ta pojav v Hamburg-Altoni omenja S c h m i d t (1956), v južni Nigeriji B a m p t o n, B u t t e r w o r t h in M a c N u l t y (1966), mi pa smo ga tudi našli v Slovenskem Primorju.

Prva dela o medsebojnem odnosu termitov in gliv je objavil 1933 in 1934. leta H e n d e e (B e c k e r, 1965). Temu sledijo dela C i f f e r i - a, nekaj del B e c k e r - ja in drugi. Zaključki njihovih raziskav so, da nekatere glive delujejo privlačno in ugodno na termite in jih celo uporabljajo pri njihovi vzreji, nekatere delujejo indiferentno, nekatere pa strupeno. Delovanje nekaterih gliv Basidiomyceteae na termite, pojasnjuje delo B e c k e r - ja (1965), v katerem med ostalim zaključuje, da je jakost napada termita na les, ki je predhodno napaden z raznimi glivami odvisen od vrste termitov, vrste gliv, porekla gliv, stopnje napada gliv in drugih faktorjev.

Kaloterms flavicolis n. pr. posebno privlači gliva Lenzites tra-bea. Les napaden s to glivo se celo uporablja za privabljanje termitov satemlnamenom, da se jih pokonča z insekticidi (L u n d, 1969). Vpliv mikroorganizmov na les v zemlji in delovanje termitov na ta les sta preiskovala S c h u l z in R i e w e n d (1967), strupeno delovanje mlajših kultur plesni Aspergillus flavus in Aspergillus niger na nekatere termitske vrste pa je obdelal L e n z (1969).

V delu B e c k e r - ja (1965) je poleg ostalega dognano tudi to, da Reticulitermes lucifugus iz Rima raje napada borov les, ki je napaden z glivama Merulius lacrimans in Coniophora cerebella kot pa zdrav les. Zato smo vzporedno s preizkušanjem naravne odpornosti

domačih petih drevesnih vrst pred našim Reticulitermes lucifugus preizkusili, kako se ta odpornost menja, če je les teh drevesnih vrst prenapaden z glivami.

V ta namen je bil les beljave bora - (Pinus silvestris L.), jelke - (Abies alba Mill. = pectinata D.C.), smreke - (Picea abies L. Karst. = excelsa Link.), bukve - (Fagus silvatica L.) in črnjave hrasta - (Quercus robur L. = pedunculata Ehrh.) izpostavljen mesec in pol in tri mesece glivi Merulius lacrimans in mesec in pol in tri mesece glivi Coniophora cerebella, nato pa termitu Reticulitermes lucifugus iz Pirana.

Naštete drevesne vrste so zanimive za te poskuse, ker se najpogosteje uporabljajo pri nas v gradbeništvu in se vgrajujejo na termitskem področju, kjer jih napada Reticulitermes lucifugus. Glivi Merulius lacrimans in Coniophora cerebella sta zelo razširjeni saprofitski glivi pri nas in spadata med najvažnejše razkrojevalce iglastega in listnatega lesa in povzročata rjavo trohnobo (K r s t i ć 1961, 1962; M a r i n k o v i ć , 1964, 1965). Obe glivi napadata les v vlažnih pogojih in v teh pogojih lahko živi in deluje tudi ta termitska vrsta.

Najvažnejši podatki za ti dve uporabljeni glivi so naslednji: Merulius lacrimans Fr. (Gyrophana lacrymans /Wulf./ Pat.) iz vrste Basidiomyceteae, družine Polyporaceae, rodu Merulius, domače ime je "hišna goba". Optimalna temperatura za to glivo je 18-22°C, maksimalna pa 25-26°C. Njeno razkrajajoče delovanje prične že pri 20% vlagi lesa, optimalna vlaga pa je 30-40%. Coniophora cerebella (Pers.) D u b y, je tudi vrste Basidiomyceteae družine Telephoraceae, rodu Coniophora, pri nas imenovana "kletna goba". Optimalna temperatura za to glivo je 23°C, maksimalna pa 35°C. Za svoj razvoj potrebuje visoko vlago v lesu in to 50-60% in več. (K r s t i ć, 1962; B a v e n d a m m, 1969).

Za te poskuse je uporabljena gliva Merulius lacrimans iz Ilidže z oznako M.49 in Coniophora cerebella iz Vrbasa z oznako C.58, iz mikoteke Zavoda za fitopatologiju Šumarskog fakulteta v Beogradu.

Raziskave so izvedene samo v laboratorijskih pogojih. Les je bil izpostavljen delovanju omenjenih gliv v Zavodu za zaščito šuma, Šumarskog fakulteta v Beogradu. Izpostavljanje termitom in kemijske analize lesa pa so izdelane v laboratoriju Katedre za kemično predelavo lesa Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Stopnja napada gliv je merjena z določanjem vsebnosti celuloze in lignina v posameznih drevesnih vrstah. Vsebnost celuloze je določena z acetilacetonsko metodo po S e i f e r t -u (1956, 1962), vsebnost lignina pa po metodi K o m a r o v a (v R y p a č e k, V., 1967). Rezultati poskusa so okularno ocenjeni po B u t t e r -w o r t h in M a c N u l t y (1966) nato pa obdelani z analizo variance.

2. LABORATORIJSKE RAZISKAVE

Nastavljeni so bili 4 poskusi. Termitom je bil v prvem poskusu dan les na katerega je 6 tednov, oziroma 1,5 meseca delovala gliva Merulius lacrimans (označeno z M.l. 1,5), v drugem les, ki je bil 3 mesece izpostavljen isti glivi (označeno z M.l. 3), v tretjem les, ki je bil podvržen 1,5 meseca delovanju glive Coniophora cerebella (označeno s C.c. 1,5) in četrtem poskusu les, ki je bil 3 mesece izpostavljen isti glivi, (označeno s C.c. 3). Vrste lesa, število vzorcev, vrsta in število termitov, kot tudi vsi ostali pogoji so bili pri vseh poskusih enaki. Vzoredno so bile izvedene raziskave naravne odpornosti istih drevesnih vrst pred termiti.

2.1. Poskusi z Merulius lacrimans

2.1.1. Poskus M.l. 1,5

Po 15 klimatiziranih vzorcev dimenzij 5,0 x 2,5 x 1,5 cm vsake posamezne drevesne vrste in to bora, jelke, smreke, bukve in hrasta, torej vseh skupaj 75 vzorcev, je bilo izpostavljeno delovanju glive Merulius lacrimans 6 tednov. Preden so bili vzorci izpostavljeni glivi, pa so bili sterilizirani 2 uri pri 105 °C.

Po 10 vzorcev vsake posamezne drevesne vrste je bilo uporabljeno za poskus s termiti, po 5 vzorcev pa za kemične analize.

Les je bil izpostavljen glivi Merulius lacrimans na podlagi iz krompirja in zemlje. Krompirjeva podlaga je vsebovala 40% krompirja, 10-15% glukoze in 20% agar-agar na 1 liter vode. Sestava podloge je bila muskovitski-monocitni granit. pH podloge je bil 6,5. Povprečna temperatura pri izpostavljanju vzorcev glivi je bila 16-18°C.

Po 6 tednih so vzorci očiščeni micelijev gliv in podloge in osušeni pri 105 °C do konstantne teže.

Z gravimetrijsko metodo ni bilo mogoče izmeriti izgub na teži posameznih vzorcev po delovanju gliv, ker nekateri vzorci po izpostavlja-

nju glivam in transportu niso ostali celi. Zato je stanje lesa po obdelavi z glivami določeno s kemijskimi analizami določanja vsebine celuloze in lignina. Po 5 vzorcev vsake drevesne vrste je bilo z nožem ročno nacepljeno, mleto na mlinu (Konduks) in nato še na laboratorijskem mikromlinu (Culatti). Vsak posamezni vzorec je nato presejan skozi sito 250 μ m. Zmlet, presejan in osušen les je bil 8 ur ekstrahiran z zmesjo benzol-alkohol. V ekstrahiranem lesu je bila določena vsebnost celuloze in lignina po že prej navedenih metodah.

Tab. 1 Vsebnost celuloze in lignina v ekstrahiranem suhem lesu po 6 tedenskem napadu glive Merulius lacrimans

Vrsta lesa	Pred napadom		Po napadu		Razlika	
	% celuloze	% lignina	% celuloze	% lignina	% celuloze	% lignina
bor	49,44	22,26	40,11	28,88	9,33	6,62*
jelka	49,03	26,83	40,27	30,78	8,76	3,95
smreka	48,98	25,01	39,49	28,30	9,49	3,29
bukev	42,15	21,85	36,40	23,33	5,75	1,48
hrast	34,26	26,88	32,77	27,25	1,49	0,37

* Lignin se je relativno povečal v odnosu na celulozo

Ostalih 50 vzorcev, to je po 10 komadov vsake posamezne drevesne vrste, ki so bili 6 tednov izpostavljeni glivi Merulius lacrimans, torej les s spremenjenimi kemičnimi in tehničnimi lastnostmi, je bilo omočenih v vodi in pokončno položenih v stekleno posodo dimenzij 24,5 x 15,8 x 11,5 cm. Vzorci so bili prekriti s humusno zemljo s podnožja Krma iz okolice Ljubljane, ki je bila prej osušena, presejana in ponovno navlažena. Na zemljo je bilo danih 2.000 Reticulitermes lucifugus z naravno zastopanostjo vseh oblik, t.j. 83,7% delavcev, 0,7% vojakov, 10,0% larv in 5,6% nimf in neoteničnih individuov, ki so bili dan prej prineseni iz svojega naravnega bivališča v Piranu. Posoda je bila prekrita s stekleno ploščo, opremljena s fino mrežico in postavljena v kad z vodo, v zatemnjenem prostoru, kjer je bila v času poskusa, t.j. 6 mesecev temperatura 25-26°C in okoli 80% vlaga.

Termiti so tako kot v posodi z zdravim lesom izgradili številne hodnike in komore vidne na spodnji strani steklene posode in na stenah. Površina zemlje je postala neravna, na nekaterih mestih so termiti zgradili celo hribočke z odprtinami v višini do 1 cm.



Sl. 1 Posoda z laboratorijskim poskusom M.1. 1,5, s strani

Po 6 mesecih je bil odstranjen zgornji del zemlje, vzorci pa so bili izvlečeni ven in očiščeni zemlje in termitov.

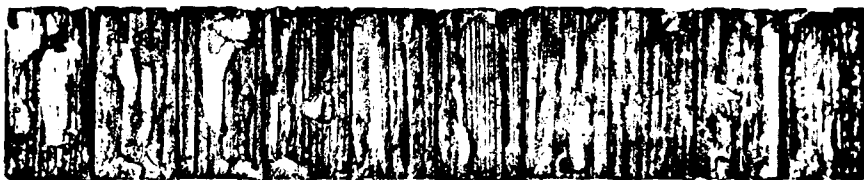
Za časa tega poskusa so se insekti dobro razvijali, mnogi so se zavrtali v poškodovan les, iz katerega se jih ni dalo izvleči. Zato je po končanem poskusu odpadlo predvideno štetje insektov. Med posameznimi vzorci lesa so se na nekaj mestih nahajale komore polne termitov, posebno neoteničnih matic in samcev, na površini lesa pa so se nahajale gomilice tudi po 200 jajčk. Da se je razvilo tako veliko število neoteničnih individuov, je verjetno vzrok prenašanje termitov v novo bivališče brez matice.

Očiščeni vzorci so se sušili v termostatu 2 uri, da bi termiti, ki so se zavrtali v les in vsa jajčka pomešana z zemljo, preostalo v vzorcih, poginili. Vzorci so bili nato pregledani in poškodbe okularno ocenjene.

M/45



1



2



3



4



Sl. 2 1. borov, 2. jelkin, 3. smrekov, 4. bukov, 5. hrastov les, najprej napaden mesec in pol z glivo *Merulius lacrimans* in nato še 6 mesecev s termiti *Reticulitermes lucifugus* (ležeči vzorci)

2.1.2. Poskus M.1. 3

Ta poskus je bil izveden prav tako kot prejšnji, samo da je les, ki je bil namenjen termitom kot hrana, bil prej izpostavljen 3 mesece delovanju glive Merulius lacrimans. Tudi za ta poskus je bila uporabljena ista kultura glive.

Les je bil podvržen glivi 3 mesece na isti podlagi kot pri poskusu M.1. 1,5, in prav tako pri temperaturi 16-18°C.

Vsebnost celuloze in lignina v lesu po 3 mesečnem napadu te glive je bila določena na isti način, kot je opisano pri poskusu M.1. 1,5.

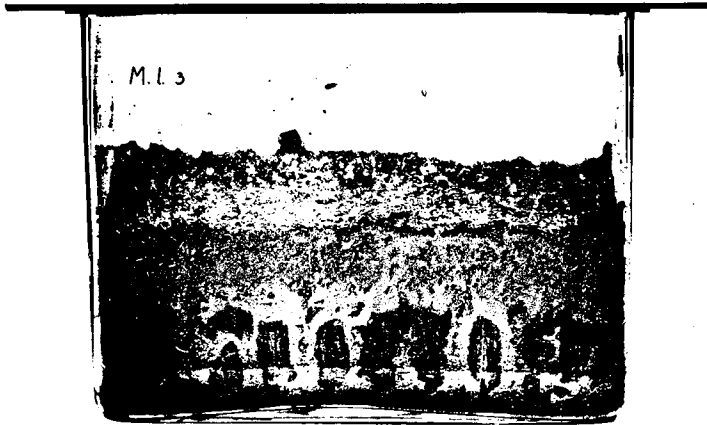
Tab. 2 Vsebnost celuloze in lignina v ekstrahiranem suhem lesu pred in po 3 mesečnem napadu glive Merulius lacrimans

Vrsta lesa	Pred napadom		Po napadu		Razlika	
	% celuloze	% lignina	% celuloze	% lignina	% celuloze	% lignina
bor	49,44	22,26	33,43	31,95	16,01	9,69
jelka	49,03	26,83	33,60	34,05	15,43	7,22
smreka	48,98	25,01	34,54	33,35	14,44	8,34
bukev	42,15	21,85	32,20	26,48	8,95	4,63
hrast	34,26	26,88	32,48	27,75	1,78	0,87

Po delovanju glive je bil les enako tretiran kot v prejšnjem poskusu in enako izpostavljen 6 mesecev termitom Reticulitermes lucifugus. Za časa tega poskusa so termiti izgradili na površini zemlje 4 odprtine v obliki majhnih kraterjev višine 1 cm, širine ok. 2mm. Na nekaterih mestih se je zemlja vzpenjala ob stenah posode kot fina čipka.

Po poskusu so bili vzorci očiščeni zemlje in termitov. Gnezdo s številnimi termiti in jajčki se je nahajalo v enem vzorcu bora,

a ostala gnezda v vzorcih jelke in smreke. V tem poskusu je bil v notranjosti poškodovan celo 1 vzorec hrastovega lesa. V gnezdu, ki je bilo v lesu smreke, se je nahajalo 7 neoteničnih matic. Veliko število jajčk je bilo zalepljenih v notranje stene lesa jelke.



Sl. 3 Posoda z laboratorijskim poskusom M.1. 3,
s strani



1



2



3



Sl. 4 1. borov, 2. jelkin, 3. smrekov, 4. bukov, 5. hrastov les
po 3 mesečnem delovanju glive Merulius lacrimans
in 6 mesečnem delovanju Reticulitermes lucifugus v
laboratorijskih pogojih (ležeči vzorci)

2.2. Poskus s Coniophora cerebella

2.2.1. Poskus C.c. 1,5

Ta poskus je bil izveden kot prejšnja že opisana, le s to razliko, da je bil termitom dan les za hrano prej izpostavljen 6 tedenskem razkrajanju glive Coniophora cerebella.

Tudi tej glivi je bil les izpostavljen na krompirjevi podlagi, ki je vsebovala 100 cm³ krompirja in 30 g zemlje. Povprečna temperatura med poskusom je znašala 16-18°C.

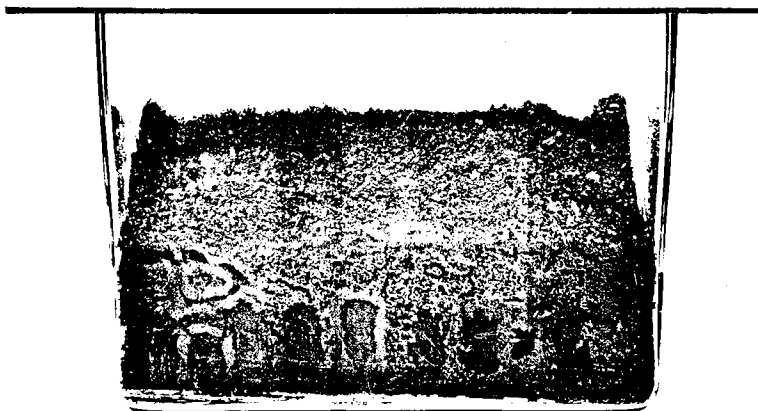
Po 6 tednih so bili izvlečeni vzorci očiščeni micelijev gliv in podlage in osušeni pri 105°C do konstatne teže.

Vsebnost celuloze in lignina je določena po že prej navedenih metodah.

Tab. 3 Vsebnost celuloze in lignina v ekstrahiranem suhem lesu pred in po 6 tedenskem napadu glive Coniophora cerebella

Vrsta lesa	Pred napadom		Po napadu		Razlika	
	%celuloze	%lignina	%celuloze	%lignina	%celuloze	%lignina
bor	49,44	22,26	40,45	30,90	8,99	8,64
jelka	49,03	26,83	42,37	30,30	6,66	3,47
smreka	48,98	25,01	44,09	32,43	4,89	7,42
bukev	42,15	21,85	35,48	24,93	6,67	3,08
hrast	34,26	26,88	33,13	27,63	1,13	0,75

Navlažen les je bil nato podvržen 6 mesecev termitu Reticulitermes lucifugus, kot je opisano v prejšnjih poskusih, nato pa očiščen in poškodbe okularno ocenjene.



Sl. 5 Posoda z laboratorijskim poskusom C. c. 1, 5,
s strani



Sl. 6 1. borov, 2. jelkin, 3. smrekov, 4. bukov, 5. hrastov les najprej napaden mesec in pol z glivo Coniophora cerebella in nato 6 mesecev s termiti Reticulitermes lucifugus (ležeči vzorci)

2.2.2. Poskus C.c. 3

Ta poskus je bil izveden kot prejšnji že opisani, samo da je les, ki je bil namenjen termitom za hrano, bil prej podvržen 3 mesečnem delovanju glive Coniophora cerebella.

Vsebnost celuloze in lignina po 3 mesečnem napadu te glive je bila določena na isti način kot je opisano pri poskusu M.l. 1,5 in ostalih poskusih.

Tab. 4 Vsebnost celuloze in lignina v ekstrahiranem suhem lesu pred in po 3 mesečnem napadu glive Coniophora cerebella

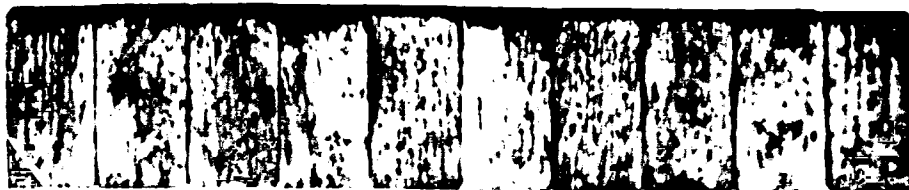
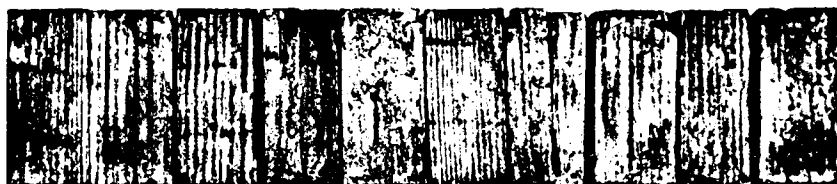
Vrsta lesa	Pred napadom		Po napadu		Razlika	
	%celuloze	%lignina	%celuloze	%lignina	%celuloze	%lignina
bor	49,44	22,26	31,41	34,65	18,03	12,39
jelka	49,03	26,83	32,07	33,80	16,96	6,97
smreka	48,98	25,01	30,34	34,23	18,64	9,22
bukev	42,15	21,85	29,78	26,95	12,37	5,10
hrast	34,26	26,88	32,22	28,90	2,04	2,02

Po delovanju glive Coniophora cerebella je bil les enako tretiran kot v prej opisanih poskusih, enako izpostavljen 6 mesecev termitom Reticulitermes lucifugus in po končanem poskusu na isti način ocenjen.



Sl. 7 Posoda z laboratorijskim poskusom C.c. 3,
s strani

C c 3



Sl. 8 1. borov, 2. jelkin, 3. smrekov, 4. bukov, 5. hrastov les po 3 mesečnem delovanju glive *Coniophora cerebella* in 6 mesečnem delovanju *Reticulitermes lucifugus* v laboratorijskih pogojih (ležeči vzorci)

BOR



PRIREDNA



M. l. 5



M. l. 3



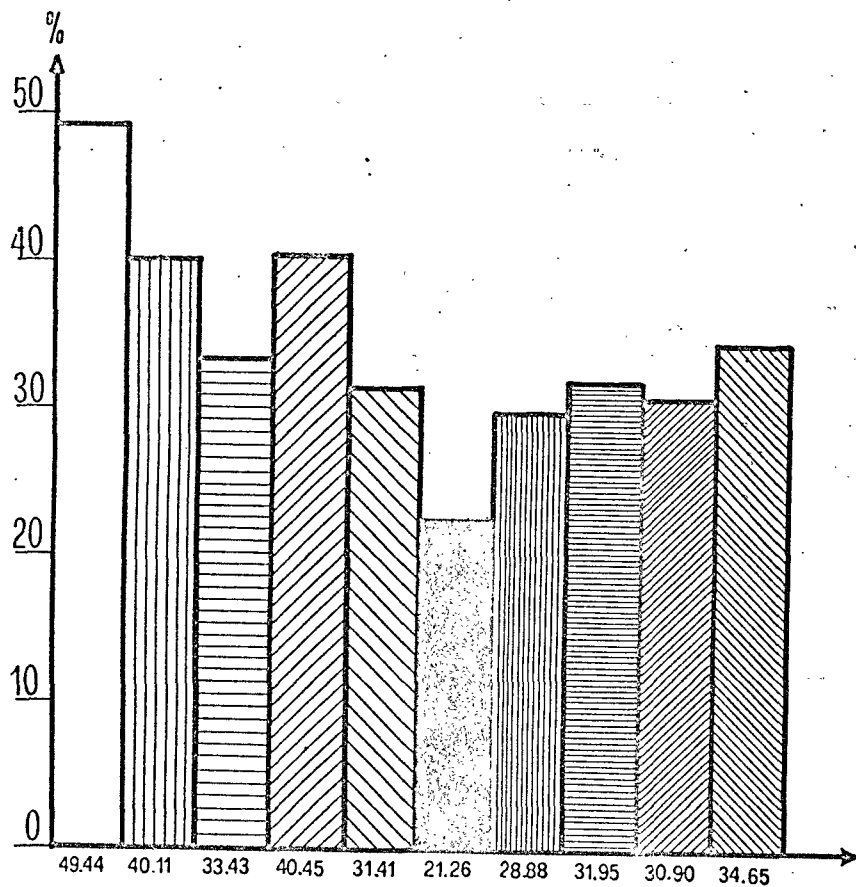
C. c. 5



Sl. 9 Borov les pred in po 6 tedenskem delovanju glive Merulius lacrimans (M. l. 1, 5) in glive Coniophora cerebella (C. c. 1, 5), 3 mesečnem delovanju glive Merulius lacrimans (M. l. 3) in glive Coniophora cerebella (C. c. 3) in po 6 mesečnem delovanju termitov Reticulitermes lucifugus (ležeči vzorci).

Graf.1

Spremembe v vsebnosti celuloze in lignina v borovem lesu, zaradi delovanja gliv *Merulius lacrimans* in *Coniophora cerebella*.



CELULOZA

naraven les

1.5 M.I.

3 M.I.

1.5 C.c.

3 C.c.

LIGNIN

naraven les

1.5 M.I.

3 M.I.

1.5 C.c.

3 C.c.

JELA



PRIRODNO



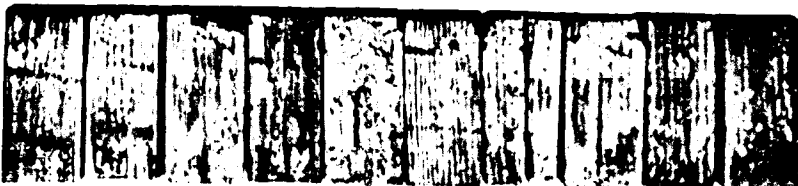
M.l. 1, 5



M.l. 3



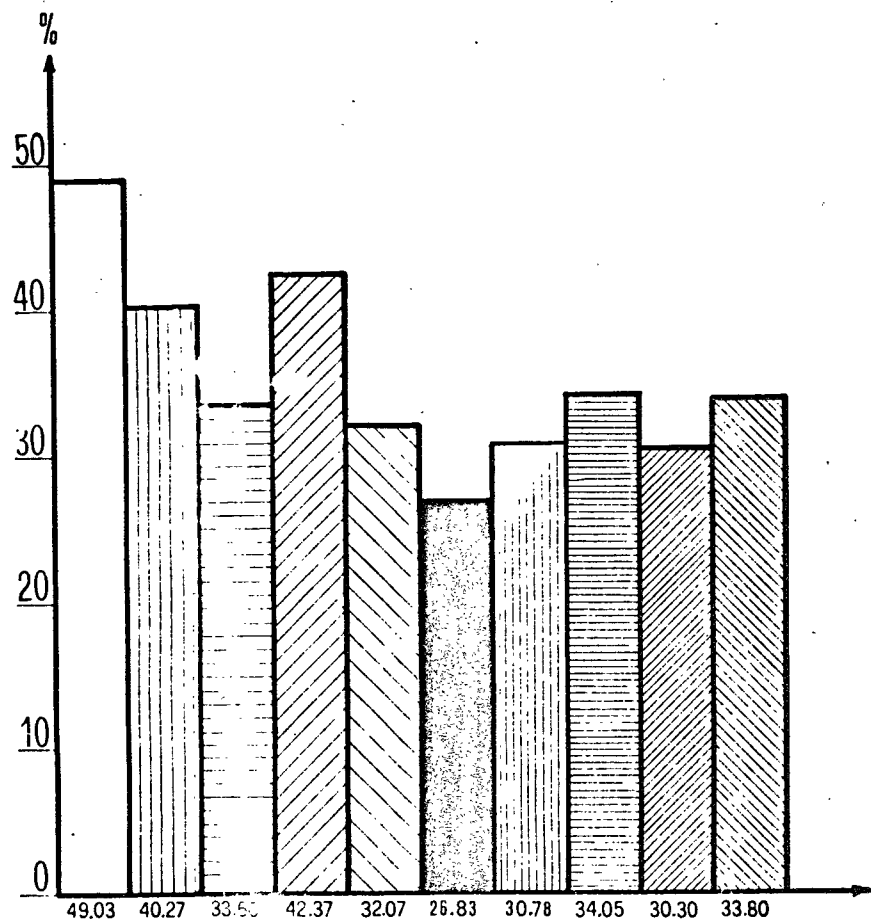
C.c. 1, 5



Sl. 10. Jelkin les pred in po 6 tedenskem delovanju glive Merulius lacrimans (M.l. 1, 5) in glive Coniophora cerebella (C.c. 1, 5), 3 mesečnem delovanju glive Merulius lacrimans (M.l. 3) in glive Coniophora cerebella (C.c. 3) in po 6 mesečnem delovanju termitov Reticulitermes lucifugus (ležeči vzorci).

Graf.2

Spremembe v vsebnosti celuloze in lignina v jelkinem lesu, zaradi delovanja gliv *Merulius lacrimans* in *Coniophora cerebella*.



CELULOZA

naraven les

1.5 M.I.

3 M.I.

1.5 C.c.

3 C.c.

LIGNIN

naraven les

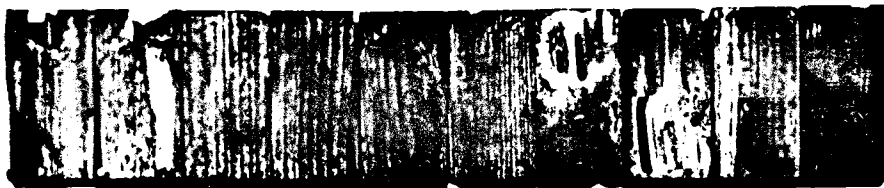
1.5 M.I.

3 M.I.

1.5 C.c.

3 C.c.

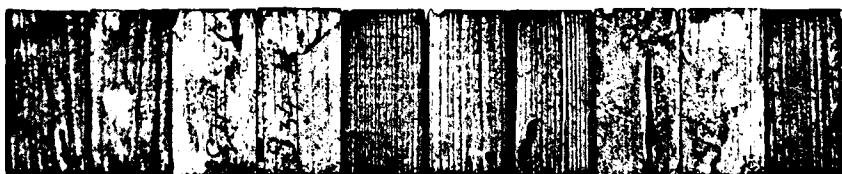
SMREKA



PRIRODNO



M.l. 45



M.l. 3



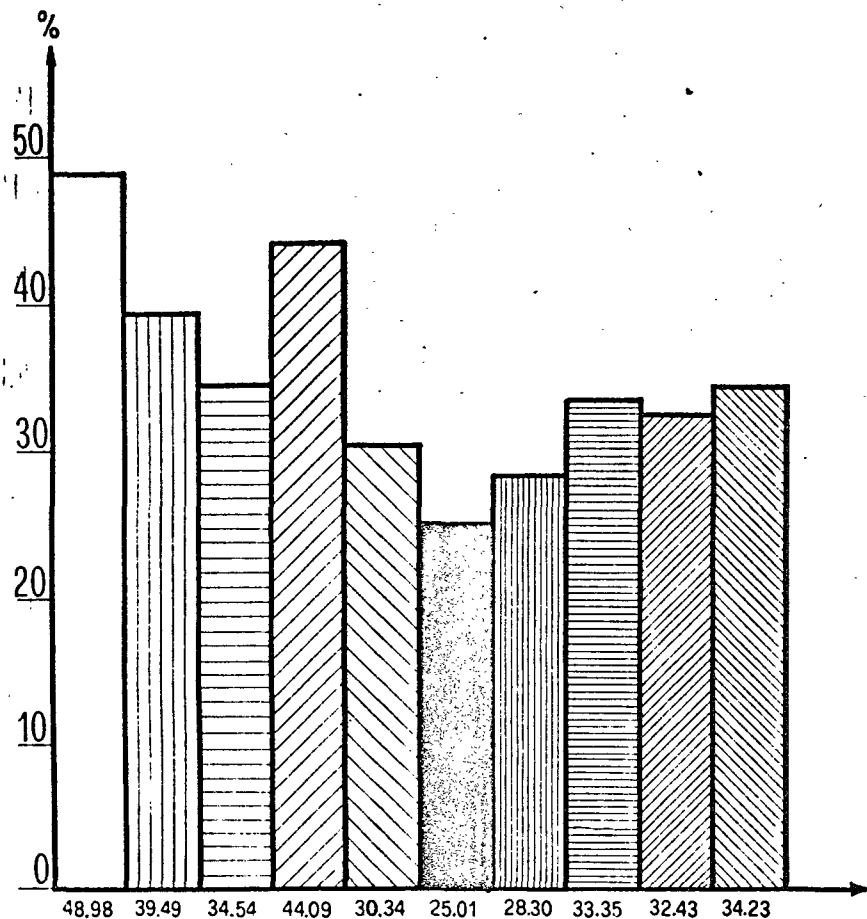
C.c. 45



Sl. 11. Smrekov les pred in po 6 tedenskem delovanju glive Merulius lacrimans (M.l. 1, 5) in glive Coniophora cerebella (C.c. 1, 5), 3 mesečnem delovanju glive Merulius lacrimans (M.l. 3) in glive Coniophora cerebella (C.c. 3) in po 6 mesečnem delovanju termitov Reticulitermes lucifugus (ležeči vzorci).

Graf.3

Spremembe v vsebnosti celuloze in lignina v smrekovem lesu, zaradi delovanja gliv *Merulius lacrimans* in *Coniophora cerebella*.



CELULOZA

□ naraven les

▨ 1.5 M.I.

▨ 3 M.I.

▨ 1.5 C.c.

▨ 3 C.c.

LIGNIN

■ naraven les

▨ 1.5 M.I.

▨ 3 M.I.

▨ 1.5 C.c.

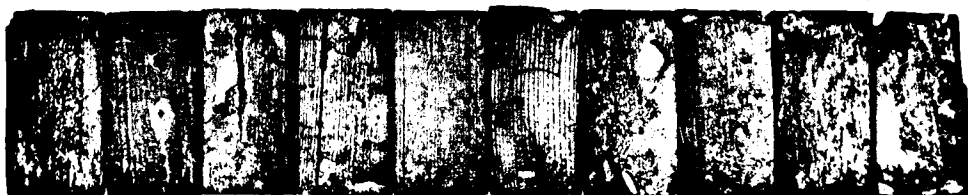
▨ 3 C.c.



M.l. 1,5



M.l. 3



C.c. 1,5



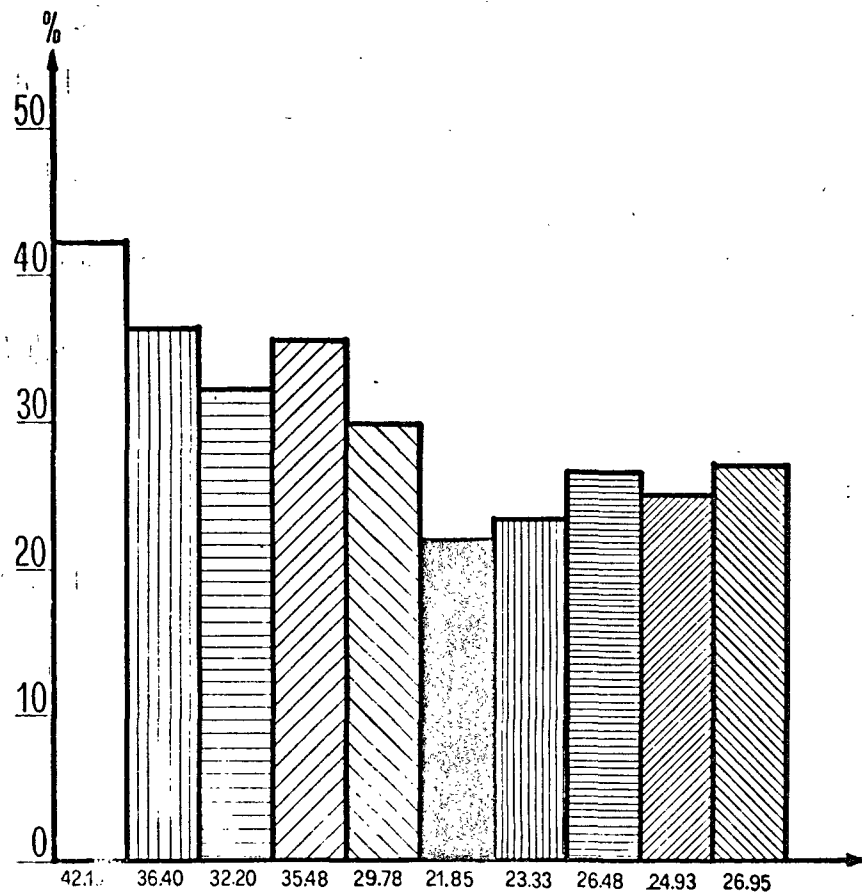
C.c. 3



Sl. 12. Bukov les pred in po 6 tedenskem delovanju glive Merulius lacrimans (M.l. 1,5) in glive Coniophora cerebella (C.c. 1,5), 3 mesečnem delovanju glive Merulius lacrimans (M.l. 3) in glive Coniophora cerebella (C.c. 3) in po 6 mesečnem delovanju termitov Reticulitermes lucifugus (ležeči vzorci).

Graf.4

Spremembe v vsebnosti celuloze in lignina v bukovem lesu, zaradi delovanja gliv *Merulius lacrimans* in *Coniophora cerebella*.



CELULOZA

□ naraven les

▨ 1.5 M.I.

▨ 3 M.I.

▨ 1.5 C.c.

▨ 3 C.c.

LIGNIN

▨ naraven les

▨ 1.5 M.I.

▨ 3 M.I.

▨ 1.5 C.c.

▨ 3 C.c.

HRAST



PRIRODNO



M.l. 1,5



M.l. 3



C.c. 3

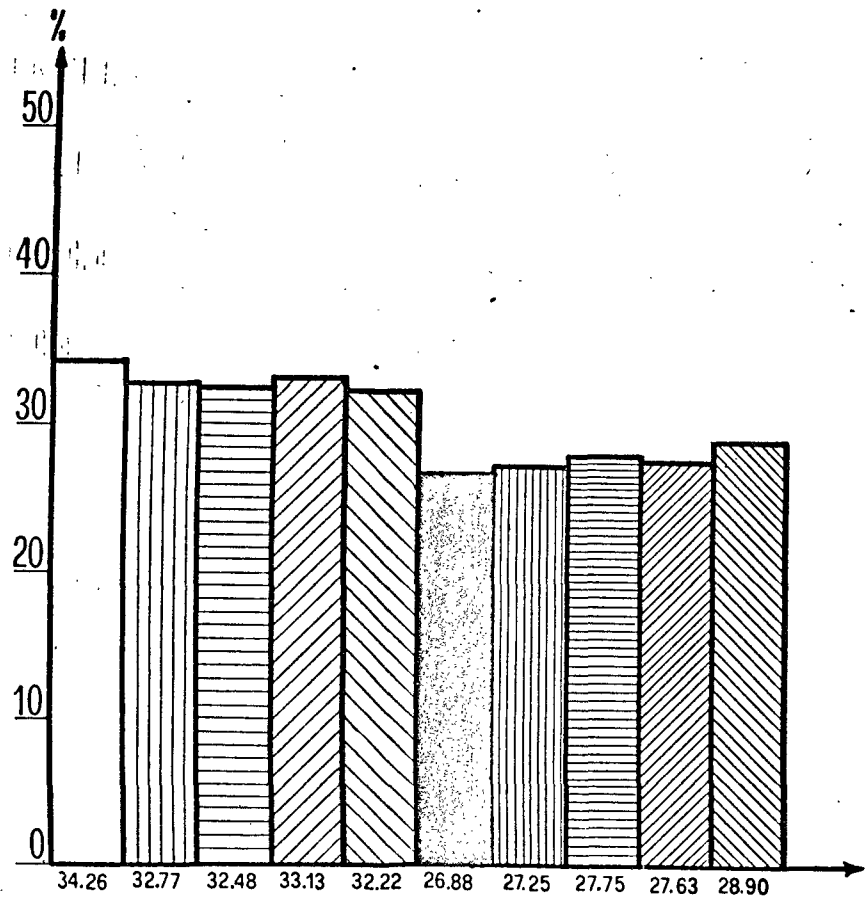


3

Sl. 13. Hrastov les pred in po 6 tedenskem delovanju glive *Merulius lacrimans* (M.l. 1,5) in glive *Coniophora cerebella* (C.c. 1,5), 3 mesečnem delovanju glive *Merulius lacrimans* (M.l. 3) in glive *Coniophora cerebella* (C.c. 3) in po 6 mesečnem delovanju termitov *Reticulitermes lucifugus* (ležeči vzorci).

Graf.5

Spremembe v vsebnosti celuloze in lignina v hrastovem lesu, zaradi delovanja gliv *Merulius lacrimans* in *Coniophora cerebella*.



CELULOZA

naraven les

1.5 M.I.

3 M.I.

1.5 C.c.

3 C.c.

LIGNIN

naraven les

1.5 M.I.

3 M.I.

1.5 C.c.

3 C.c.

Tab. 5 Analiza variance

Vir variance	VK	SP	VKO	F _{rač.}	F _{tab.}	
					P = 5%	P = 1%
<u>bor</u>						
postopki (poskusi)	8,20	4	2,05	1,34	2,65	3,92
repeticije	14,80	9	1,64	1,08	2,17	2,98
napaka	55,00	36	1,53			
Total	78,00	49				
<u>jelka</u>						
postopki (poskusi)	8,68	4	2,17	1,82	2,65	3,92
repeticije	7,78	9	0,86	0,72	2,17	2,98
napaka	42,92	36	1,19			
Total	59,38	49				
<u>smreka</u>						
postopki (poskusi)	5,40	4	1,35	1,45	2,65	3,92
repeticije	5,70	9	0,63	0,68	2,17	2,98
napaka	33,40	36	0,93			
Total	44,50	49				
<u>bukev</u>						
postopki (poskusi)	3,92	4	0,98	1,31	2,65	3,92
repeticije	3,52	9	0,52	0,52	2,17	2,98
napaka	26,88	36	0,75			
Total	34,32	49				
<u>hrast</u>						
postopki (poskusi)	8,92	4	2,23	3,38	2,65	3,92
repeticije	6,82	9	0,76	1,15	2,17	2,98
napaka	23,88	36	0,66			
Total	39,62	49				

Tab. 6 Srednje vrednosti stopnje poškodb po poskusu z Reticulitermes lucifugus

Vrsta lesa	Narav.	M.l. 1, 5	M.l. 3	C.c. 1, 5	C.c. 3
bor	2,30	2,90	1,80	2,20	1,80
jelka	2,50	3,50	3,00	2,80	2,30
smreka	3,70	3,60	3,10	3,30	2,80
bukev	3,10	3,30	3,60	3,90	3,30
hrast	2,10	2,30	1,60	1,60	1,10

Tab. 7 Odstopanja srednjih vrednosti ocen stopnje poškodb lesa prejenapadenega z glivami, od srednjih vrednosti ocen stopnje poškodb naravnega lesa (v %)

bor	+ 26,1	- 21,7	- 4,3	- 21,7
jelka	+ 40,1	+ 20,0	+12,0	- 8,0
smreka	- 2,7	- 16,2	-10,8	- 24,3
bukev	+ 6,5	+ 16,1	+25,8	+ 6,5
hrast	+ 9,5	- 23,8	-23,8	- 47,6

LMD za hrast

$LMD_{5\%} = 0,73$

Bistvena razlika nastopa med srednjima vrednostima:

$$2,30 - 1,10 = 1,20$$

$$2,10 - 1,10 = 1,00$$

Tab. 8 Število vzorcev z enako stopnjo napada v posameznih poskusih

Stopnja poškodbe	Število vzorcev v istem poskusu				
	Narav.	M.l. 1,5	M.l. 3	C.c. 1,5	C.c. 3
<u>borov les</u>					
1	2	2	6	5	7
2	5	1	2	1	-
3	1	3	-	1	1
4	2	4	2	3	2
<u>jelkin les</u>					
1	2	-	2	1	2
2	3	1	2	3	5
3	3	3	-	3	1
4	2	6	6	3	2
<u>smrekov les</u>					
1	-	-	-	-	3
2	1	1	3	2	1
3	1	2	3	3	1
4	8	7	4	5	5
<u>bukov les</u>					
1	-	-	-	-	1
2	2	3	1	-	2
3	5	1	2	1	-
4	3	6	7	9	7
<u>hrastov les</u>					
1	-	2	6	5	2
2	9	3	3	4	3
3	1	5	-	1	1
4	-	-	1	-	-

Tab. 9 Stopnje poškodb v času 6 mesečnih poskusov z Reticulitermes lucifugus, v odnosu na kemijske spremembe zaradi delovanja Merulius lacrimans in glive Coniophora cerebella

Vrsta lesa	Poskus	Celuloza v %	Lignin v%	Š od ocene poškodbe
bor	narav.	49,44	22,26	2,3
"	M.l. 1,5	40,11	28,88	2,9
"	M.l. 3	33,43	31,95	1,8
"	C.c. 1,5	40,45	30,90	2,2
"	C.c. 3	31,41	34,65	1,8
jelka	narav.	49,03	26,83	2,5
"	M.l. 1,5	40,27	30,78	3,5
"	M.l. 3	33,60	34,05	3,0
"	C.c. 1,5	42,37	30,30	2,8
"	C.c. 3	32,07	33,80	2,3
smreka	narav.	48,89	25,01	3,7
"	M.l. 1,5	39,49	28,30	3,6
"	M.l. 3	34,54	33,35	3,1
"	C.c. 1,5	44,09	32,43	3,3
"	C.c. 3	30,34	34,23	2,8
bukev	narav.	42,15	21,85	3,1
"	M.l. 1,5	36,40	23,33	3,3
"	M.l. 3	32,20	26,48	3,6
"	C.c. 1,5	35,48	24,93	3,9
"	C.c. 3	29,78	26,95	3,3
hrast	narav.	34,26	26,88	2,1
"	M.l. 1,5	32,77	27,25	2,3
"	M.l. 3	32,48	27,75	1,6
"	C.c. 1,5	33,13	27,63	1,6
"	C.c. 3	32,22	28,90	1,1

3. ANALIZA REZULTATOV

Glivi Merulius lacrimans in Coniophora cerebella sta v laboratorijskih pogojih povzročili na borovem, jelkinem, smrekovem, hrastovem in bukovem lesu manjše ali večje tehnološke in kemijske spremembe. Z njunim delovanjem menja les naravno barvo, postane krhkejši in mehkejši, spremembe pa nastopajo tudi v gostoti in vsebnosti posameznih kemijskih sestavin lesa.

Posledice delovanja gliv Merulius lacrimans in Coniophora cerebella t.j. povzročiteljev rjave trohnobe kažejo rezultati kemijskih analiz zdravega in z glivami napadenega lesa. To se kaže v močnem zmanjšanju vsebnosti celuloze in ker glivi razkrajata zelo majhne količine lignina, se v napadenem lesu zato relativno poveča vsebnost lignina v primerjavi z vsebnostjo v zdravem lesu.

Količina celuloze in lignina je v poskusnih drevesnih vrstah različna. Zdravo drevo iglavcev je vsebovalo nekaj manj kot 50% celuloze, bukov les 42%, a hrastov 34%, vsebnost lignina se je gibala od 22% pri bukvi do 27% pri hrastu (tabela 1).

Iz graf. 1, 2, 3, 4, 5 in tabel 1, 2, 3, 4, se vidi, da se z daljšim delovanjem posamezne glive do 3 mesecev, vsebnost celuloze vse bolj zmanjšuje a vsebnost lignina vse bolj večja. Čeprav je bilo izvedeno delovanje gliv na les pod istimi pogoji, so bile nastale spremembe v kemijskih sestavinah pri posameznih drevesnih vrstah različne. Zaradi delovanja glive Merulius lacrimans so preizkušani iglavci izgubili med 6 tedenskim delovanjem okoli 9%, bukev okoli 6%, a hrast 1,5% celuloze. (tab.1). Po 3 mesecih je padel % celuloze pri boru, jelki in smreki za 14 - 16%, pri bukvi za 9% in hrastu za 1,8% (tab.2). Bukov in hrastov les sta se pokazala bolj odporna pod pogoji naših poskusov pred glivo Merulius lacrimans, kot borov, smrekov in jelkin les.

Coniophora cerebella je bila v 6 tedenskem delovanju približno enako agresivna proti borovemu lesu, ki je v tem času izgubil ok. 9% celuloze, manj agresivna pa proti jelkinem in smrekovem lesu, malo bolj agresivna proti bukovem lesu in manj agresivna proti hrastovem lesu, ki je v tem primeru izgubil samo 1,1% celuloze (tab. 3).

Primerjava rezultatov 3 mesečnega delovanja ene in druge glive pokaže, da se je bolj zmanjšala vsebnost celuloze pri naših iglastih vrstah pri delovanju kletne gobe. Medtem ko so se izgube na celulozi pri iglavcih zaradi delovanja hišne gobe gibale okoli 14-16%, so bile pri kletni gobi 17-19%. Tudi bukev je po delovanju glive Coniophora cerebella izgubila več celuloze kot zaradi delovanja glive Merulius lacrimans. Zaradi delovanja glive Merulius lacrimans je izgubila 9%, a zaradi delovanja glive Coniophora cerebella čez 12%. Pri hrastovem lesu je prišlo pri delovanju glive Coniophora cerebella do izgube 2% celuloze, t.j. zelo podobno kot pri delovanju glive Merulius lacrimans (tab. 2 in 4).

Posledica delovanja gliv na les, oz. velike spremembe, ki jih te povzročajo, je tudi sprememba odpornosti lesa pred Reticulitermes lucifugus.

Iz tabel 7, 8 in 9 in grafikona 6 je razvidno sledeče:

Borov les je bil videti v opisanih poskusih najneodpornejši, ko je nanj najprej delovala mesec in pol gliva Merulius lacrimans, t.j. ko je vseboval 40,11% celuloze in 28,88% lignina. Z analizo variance pa je dokazano, da med stopnjami poškodb pri raznih poskusih ni bilo pomembnih razlik.

Jelkin les je bil videti po prvih treh poskusih malo manj odporen, po četrtem pa celo bolj odporen pred termiti, vendar med stopnjami poškodb ni bilo opaznih razlik.

Pri smrekovem lesu prevladujejo v vseh poskusih globinske poškodbe. Videti je bilo, da se je njegova odpornost pred termiti v prime-

rih, da je bil najprej napaden z glivami, nekoliko povečala. Z analizo variance je dokazano, da med stopnjami poškodb pri raznih poskusih ni bilo signifikantnih razlik.

Tudi pri bukovem lesu prevladujejo globinske poškodbe v vseh poskusih. Na splošno pa je bil videti nekoliko manj odporen, če je bil pred napadom termitov napaden s saprofitskimi glivami. Med stopnjami poškodb pa ni bilo bistvenih razlik.

Pri vseh poskusih so pri hrastovem lesu prevladovale samo površinske poškodbe. Nekoliko neodpornejši pred termiti je bil videti v poskusu, kjer je bil les najprej 6 tednov izpostavljen glivi Merulius lacrimans, pri drugih poskusih z glivami pa je bil videti nekoliko odpornejši kot zdrav hrastov les.

Pri 5% tveganju. torej s 95% verjetnostjo je bilo dokazano, da je hrastov les po 3 mesečnem napadu glive Coniophora cerebella signifikantno odpornejši kot zdrav hrastov les in kot hrastov les, ki je bil pred napadom s termiti 6 tednov izpostavljen glivi Merulius lacrimans.

Torej so borov, jelkin in hrastov les videti pri določenih pogojih manj odporni pred termiti, ko na njih najprej deluje 6 tednov gliva Merulius lacrimans, bukov pa, ko najprej nanj 6 tednov deluje gliva Coniophora cerebella, kot pa zdrav les. Zatem se njihova odpornost poveča. Pri smrekovem lesu se je zaradi delovanja gliv odpornost nekoliko povečala. Mogoče je pri tej drevesni vrsti majhno zmanjšanje odpornosti nastopilo že po krajšem časovnem obdobju delovanja gliv, kot je mesec in pol.

Zmanjšanje odpornosti lesa pred termiti, če ga najprej napadejo glive, si razlagamo s tem, ker les zaradi napada gliv postane mehkejši (U g r e n o v i ć, 1932), termiti pa po pravilu raje napadejo mehkejši les kot tršega (S c h u l z e - D e w i t z, 1960, a, b, c.). To se tudi sklada z zaključkom B e c k e r-ja (1965), da splošno

Rhinotermitidae raje izbirajo les, ki je napaden z glivo Merulius lacrimans ali glivo Coniophora cerebella. To je razumljivo zaradi dejstva, da z razgradnjo celuloze in hemiceluloz, zaradi delovanja teh gliv, nastanejo različni ogljikovi hidrati (S e i f e r t , 1962), ki so za ksilofagne insekte lažje prebavljivi (V a s i ć , 1971). Razen tega nastanejo pri delovanju gliv, ki povzročajo rjavo gnilobo razne kisline, kot vanilinska, protokatehin in p-oksibenzolova kislina, ki v zelo majhnih količinah delujejo na termite atraktivno (B e c k e r , 1964).

Majhno povečanje odpornosti lesa pred termiti - v naših raziskavah - pri daljšem napadu gliv si razlagamo s tem, da Merulius lacrimans in Coniophora cerebella izkoriščata iste lesne komponente kot termiti in sicer celulozo, hemiceluloze in lignin in pri tem izčrpavata hranljive sestavine v lesu. Razen tega pa pri delovanju gliv na les pride do različnih snovi, ki ne teknejo termitom. Tako je po podatkih

S m i t h - o v e (K r s t i ć , 1962) končni proizvod razgradnje celuloze zaradi delovanja glive Merulius lacrimans oksalna kislina, katero je s pomočjo kromatografije dokazal tudi po delovanju glive Coniophora cerebella S e i f e r t , (1962). Po S c h m i d t - u (1955) je ravno oksalna kislina velikokrat vzrok odpornosti tropskih vrst lesa pred termiti. V delno razkrojenem lesu z glivo Merulius lacrimans in glivo Coniophora cerebella nastaja tudi p-oksibenzaldehyd, ki v določenih koncentracijah odbijajoče deluje na termite sorodne našim (B e c k e r , 1964).

4. ZAKLJUČKI

Glivi Merulius lacrimans in Coniophora cerebella spreminjata kemijske in tehnološke lastnosti lesa in tudi njegovo odpornost pred termiti Reticulitermes lucifugus.

Spremembe, ki nastanejo zaradi delovanja gliv Merulius lacrimans in Coniophora cerebella v vsebnosti posameznih kemijskih komponent, kažejo na različno odpornost raziskanih drevesnih vrst pred temi glivami.

Les s spremenjenimi lastnostmi zaradi delovanja gliv lahko postane v začetnih fazah trohnobe nekoliko manj odporen, v poznejših pa celo nekoliko bolj odporen pred termiti Reticulitermes lucifugus.

Spremembe v odpornosti lesa pred termiti Reticulitermes lucifugus, nastopajo v raznih fazah gnilobe, odvisne pa so od vrste lesa, vrste glive, stopnje dekompozicije lesa in drugih faktorjev.

RESUME

Raziskane so bile posledice delovanja glive Merulius lacrimans in glive Coniophora cerebella na borov, jelkov, smrekov, bukov in hrastov les in spremembe odpornosti teh vrst lesa pred termiti Reticulitermes lucifugus.

Primerjalne analize kemične sestave zdravega in od gliv napadenega lesa so v napadenem lesu pokazale močno zmanjšanje vsebnosti celuloze in relativno povečanje vsebnosti lignina, ker sta omenjeni glivi povzročitelja t.im. rjave trohnobe. Te spremembe so odvisne od vrste lesa in vrste glive, vsekakor pa tudi od časa delovanja gliv.

Posledica tehnoloških in kemičnih sprememb v lesu vsled delovanja gliv je tudi zmanjšanje kakor tudi povečanje odpornosti posamezne drevesne vrste pred termiti. Te spremembe v odpornosti lesa pred termiti po napadu gliv so pa odvisne od številnih faktorjev.

SUMMARY

The research encompassed the consequences of the action of the fungi Merulius lacrimans and Coniophora cerebella on the wood of Pine, Fir, Spruce, Beech and Oak as well as the respective changes in the power of resistance of those woods against Reticulitermes lucifugus.

The comparative analyses of the chemical composition of the sound and infected wood showed that the fungi produced a reduction of cellulose and an increase of lignin since both species of fungi cause the "brown rot". These changes depend on the species of wood and fungi, as well as on the duration of the action of the fungi.

The consequence of technological and chemical changes in the wood induced by the fungi consists in the diminishing resp. increasing of the power of resistance of the individual tree species against termites. The changes in the power of resistance of the wood against termites depend also on many other factors.

L I T E R A T U R A

1. B a m p t o n, S.S., B u t t e r w o r t h, D., M a c N u l t y, B.J., 1966:
Testing materials for resistance to termite attack. The resistance of some Nigerian timbers to attack by subterranean termites.
Material und Organismen 1, 185 - 197.
2. B a v e n d a m m, W., 1969:
Der Hausschwamm und andere Bauholzpilze.
Stuttgart
3. B e c k e r, G., 1964:
Termiten - anlockende Wirkung einiger bei Basidiomyceten - Angriff in Holz entstehender Verbindungen.
Holzforschung Bol 18, H.6.
4. B e c k e r, G., 1965:
Versuche über den Einfluss von Braunfäulepilzen auf Wahl und Ausnutzung der Holznahrung durch Termiten.
Material und Organismen 1, 95 - 156.
5. B u t t e r w o r t h, D., M a c N u l t y, B.J., 1966:
Testing materials for resistance to termite attack. Quantitative field test.
Material und Organismen 1, 173 - 184.
6. K r s t i ć, M., 1961:
Prouzrokovajući truleži drveta.
U Zborniku referata sa seminara "Savremeni načini zaštite drveta", Beograd 1-22.
7. K r s t i ć, M., 1962:
Zaštita drveta.
Prouzrokovajući truleži o obojenosti drveta II.
Beograd.
8. L e n z, M., 1969:
Zur schädigende Wirkung einiger Schimmelpilze auf Termiten.
Material und Organismen 4, 109 - 122.

9. L u n d, A. E., 1969: Termite attractants and repellents.
B. W. P. A. Termite Symposium,
Cambridge.
10. M a r i n k o v i ć, P., 1964:
Kontrola zaraženosti drveta od gljiva
destruktora drvene membrane pre upo-
trebe i u toku upotrebe.
U Zborniku referata sa seminara
"Aktuelni problemi zaštite drveta".
Beograd, 1-8.
11. M a r i n k o v i ć, P., 1965:
Truleži klasičnih i savremenih drvnih
konstrukcija.
U Zborniku referata sa seminara "Za-
štita drveta u gradjevinarstvu", Beograd,
1-18.
12. R y p a č e k, V., 1967:
Biologija derevorazrušavajućih gribov.
Lesnaja promišljenost, 5 - 249.
13. S c h m i d t, H., 1955:
Die Termiten.
Akad. Verlagsges. Leibzig.
14. S c h m i d t, H., 1956:
Die Termitenfrassschaden in Hamburg
Altona.
Holz als Roh- u. Werkstoff 14, 325 - 328.
15. S c h u l z, W. O., R i e w e n d t, M., 1967:
Experimentelle Untersuchungen über Beein-
flussung des Angriffes von Reticulitermes
lucifugus (Rossi) aus Kiefernspiltholz durch
die in Frühstorfer Einheitserde natürlich
vorkommenden Mikroorganismen.
Material und Organismen 2, 109 - 120.
16. S c h u l z e - D e w i t z, G., 1960:
Form und Intensität des Termitenangriffes
an Hölzern verschiedener Struktur und
Rohdichte.
1. Mitt.: Prüfungen an getrenntem Früh-
und Spätholz.

17. S c h u l z e - D e w i t z, G., 1960:
2. Mitt.: Prüfungen von Hölzern mit verschiedenen Jahrringbreite, und verschiedenem Spätholzanteil.
18. S c h u l z e - D e w i t z, G., 1960:
3. Mitt.: Einfluss der Rohdichte des Holzes auf den Termitenangriff.
Holz als Roh- u. Werkstoff 18, 365 - 367, 413 - 415, 445 - 446.
19. S e i f e r t, K., 1956:
Das Papier.
10, 301.
20. S e i f e r t, K., 1962:
Die chemische Veränderung der Holzzellwand-Komponenten unter dem Einfluss pflanzlicher und tierischer Schädlinge.
Holzforscher 16ff. Nr. 4e
21. U g r e n o v i ć, A., 1932:
Tehnologija drveta
Zagreb
22. V a s i ć, K., 1971: Zaštita drveta I. deo (ksilofagni insekti).
Naučna knjiga Beograd, 192 - 204.

265

84