

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Barbara Lavka

**UČINKOVITOST BIOCIDNIH PROIZVODOV ZA ZAŠČITO LESA,
NA OSNOVI BOROVIH SPOJIN IN MONTANSKEGA VOSKA**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**EFFICACY OF BIOCIDAL PRODUCTS FOR WOOD PROTECTION
BASED ON BORON COMPOUNDS AND MONTAN WAX**

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega študija lesarstva. Opravljeno je bilo v laboratorijih Delovne skupine za patologijo in zaščito lesa, Oddelka za lesarstvo, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani, kjer so bili izvedeni poskusi in meritve.

Senat Oddelka za lesarstvo je za mentorja imenoval prof. dr. Miho Humarja, za somentorja doc. dr. Božjana Lesarja in za recenzenta prof. dr. Marka Petriča.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Lan:

Lan:

Datum zagovora:

Diplomsko delo 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.

Barbara LAVKA

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ČD	Vs
DK	UDK 630*841.1
KG	les/zaščita lesa/borove spojine/voski/glive razkrojevalke
AV	LAVKA, Barbara
SA	HUMAR, Miha (mentor)/LESAR, Boštjan (somentor)/PETRIČ, Marko (recenzent)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
LI	2016
IN	UČINKOVITOST BIOCIDNIH PROIZVODOV ZA ZAŠČITO LESA, NA OSNOVI BOROVIH SPOJIN IN MONTANSKEGA VOSKA
TD	Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij)
OP	VIII, 48 str., 2 pregl., 23 sl., 45 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	Borove spojine so že v majhnih koncentracijah zelo učinkoviti biocidi, ki podobno kot drugi biocidi, lahko negativno vplivajo na ljudi in okolje. V les se slabo vežejo in se zato iz njega izpirajo. V sklopu raziskave smo uporabili vodno raztopino borove kisline (H_3BO_3), ki smo jo kombinirali z emulzijo montanskega voska LGE. Vzorci so bili impregnirani s pripravki različnih koncentracij: H_3BO_3 (0,1 %; 0,2 %; 0,4 %; 0,8 %), LGE (0 %, 50 %, 100 %). Emulzijo montanskega voska LGE smo dodali borovi kislini H_3BO_3, ker smo s tem želeli izboljšati učinkovitost sistema proti lesnim glivam. Iz preteklih raziskav pa je že znano, da ta sistem zmanjša izpiranje iz lesa. Vzorci so bili izdelani iz bukovega in smrekovega lesa. Bukove vzorce smo izpostavili delovanju gliv bele trohnobe (<i>Hypoxylon fragiforme</i>, <i>Trametes versicolor</i>, <i>Pleurotus ostreatus</i>), smrekove pa glivam rjave trohnobe (<i>Antrodia vaillantii</i>, <i>Serpula lacrymans</i>, <i>Gloeophyllum trabeum</i>), kot to predpisuje nekoliko modificiran standard SIST EN 113. Po 13 tednih smo vzorce izolirali in jim gravimetrično določili izgubo mas. Iz rezultatov je razvidno, da raztopine nekaterih koncentracij voska LGE in borove kisline H_3BO_3, dobro zaščitijo les pred glivami razkrojevalkami. Emulzija voska in borova kislina na glive razkrojevalke delujeta sinergično.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Vs
DC	UDK 630*841.1
CX	Wood/ wood protection/ boron compounds/ waxes/ wood decay fungi
AU	LAVKA, Barbara
AA	HUMAR, Miha (supervisor)/LESAR, Boštjan (co-supervisor)/PETRIČ, Marko (reviewer)
PP	SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Wood Science and Technology
PY	2016
TI	Efficacy of biocidal products for wood protection based on boron compounds and montan wax
DT	Graduation Thesis (Higher professional studies)
NO	VIII, 48 p., 2 tab., 23 fig., 45 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	Boron compounds are very effective biocides. They perform well at rather low concentrations. However, boron compounds, like other biocides could have a negative impact on humans and in general on the environment. One of the most important weaknesses of boron compounds is the fact, that they do not react with wood, and thus they are easily leached out. The objective of the present Thesis, was to improve performance of boric acid treated wood with the addition of wax emulsion. The samples made of beech and Norway spruce wood were impregnated with the solutions of different concentrations: H_3BO_3 (0.1%, 0.2%, 0.4% and 0.8%), LGE (0%, 50% and 100%). The emulsion of montan wax LGE was together with boric acid H_3BO_3, as the past studies indicate, that this combination could result in reduced boron leaching. Beech wood samples were then exposed to the white-rot fungi (<i>Hypoxylon fragiforme</i>, <i>Trametes versicolor</i>, <i>Pleurotus ostreatus</i>), while the spruce wood was exposed to the brown-rot fungi (<i>Antrodia vaillantii</i>, <i>Serpula lacrymans</i>, <i>Gloeophyllum trabeum</i>), as it is prescribed by the modified EN 113 Standard. After 13 weeks of exposure, the samples were isolated and we gravimetrically determined their loss of mass. The results show that the solutions with the certain concentrations of LGE wax and boric acid H_3BO_3, well protect the wood from any fungal decay. Even more, they act synergistically.

KAZALO VSEBINE

	Str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
1 UVOD	1
1.1 UVODNA OBRAZLOŽITEV	1
1.2 CILJ DIPLOMSKE NALOGE	2
2 SPLOČNI DEL	3
2.1 DEJAVNIKI RAZKROJA LESA	3
2.1.1 Najpomembnejši razkrojevalci lesa - glive	3
2.1.2 Biocidna zaščita lesa	5
2.1.3 Borove spojine v zaščiti lesa	7
2.1.4 Voski v zaščiti lesa	8
2.1.4.1 Karnauba vosek	10
2.1.4.2 Montanski vosek	11
2.1.4.3 Lebelji vosek	11
2.1.4.4 Čelakov vosek	12
2.1.4.5 Sintetični vosek	12
2.1.4.6 Parafinski vosek	13
3 MATERIAL IN METODE	14
3.1 MATERIAL	14
3.1.1 Uporabljene aparature	14
3.1.2 Uporabljene kemikalije	15
3.1.3 Priprava vzorcev	15
3.1.4 Priprava raztopin, impregnacija ter določanje navzema	17
3.1.5 Priprava gojitvenih kozarcev in hranilnega gojišča	18
3.2 INOKULACIJA GOJIŠČA Z GLIVNIMI KULTURAMI	21
3.3 UPORABLJENE LESNE GLIVE	21
3.3.1 Ogljena kroglica ali jagodasti skorjeder (<i>Hypoxylon fragiforme</i>)	21
3.3.2 Pisana ploskocevka (<i>Trametes versicolor</i>)	22
3.3.3 Bukov ostrigar (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	23
3.3.4 Bela higná goba (<i>Antrodia vaillantii</i>)	26
3.3.5 Siva higná goba (<i>Serpula lacrymans</i>)	26
3.3.6 Navadna tramovka (<i>Gloeophyllum trabeum</i>)	27
3.4 IZPOSTAVITEV VZORCEV DELOVANJU GLIV	28
4 REZULTATI IN RAZPRAVA	31
4.1 MOKRI NAVZEM (VPLIV KONCENTRACIJE NA NAVZEM)	31
4.2 VPLIV IMPREGNACIJE NA FUNGICIDNE LASTNOSTI	33

4.2.1	Bela trohnoba	33
4.2.1.1	Odpornost impregniranega lesa proti delovanju ogljene kroglice (<i>Hypoxylon fragiforme</i>)	33
4.2.1.2	Odpornost impregniranega lesa proti delovanju pisane ploskocevke (<i>Trametes versicolor</i>)	35
4.2.1.3	Odpornost impregniranega lesa proti delovanju bukovega ostrigarja (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	36
4.2.2	Rjava trohnoba	38
4.2.2.1	Odpornost impregniranega lesa proti delovanju bele highe gobe (<i>Antrodia vaillantii</i>)	38
4.2.2.2	Odpornost impregniranega lesa proti delovanju sive highe gobe (<i>Serpula lacrymans</i>)	39
4.2.2.3	Odpornost impregniranega lesa proti delovanju navadne tramovke (<i>Gloeophyllum trabeum</i>)	41
5	SKLEPI	42
6	POVZETEK	43
7	LITERATURA IN VIRI	44
ZAHVALA		

KAZALO PREGLEDNIC

	Str.
Preglednica 1: Sestava razliĝ nih pripravkov na osnovi borove kisline (H_3BO_3) in emulzije montanskega voska	17
Preglednica 2: Uporabljeni izolati lesnih gliv	21

KAZALO SLIK

	Str.
Slika 1: Vzorec lesa smreke (<i>Picea abies</i>) in bukve (<i>Fagus sylvatica</i>).....	16
Slika 2: Elektronska tehnika Sartorius.....	16
Slika 3: Priprava hranilnega gojišča.....	19
Slika 4: Priprava gojitvenih kozarcev.....	20
Slika 5: Priprava mrežic iz HDPE.....	20
Slika 6: Ogljena kroglica ali jagodasti skorjeder (<i>Hypoxyylon fragiforme</i>), (Ogljena kroglica, 2014).....	22
Slika 7: Pisana ploskocevka (<i>Trametes versicolor</i>), (Pisana ploskocevka, 2014).....	23
Slika 8: Bukov ostrigar (<i>Pleurotus ostreatus</i>), (Bukov ostrigar, 2014).....	25
Slika 9: Micelij bele highe gobe (<i>Antrodia vaillantii</i>), (Micelij bele highe gobe, 2014).....	26
Slika 10: Siva highe goba (<i>Serpula lacrymans</i>), (Siva highe goba, 2014).....	27
Slika 11: Navadna tramovka (<i>Gloeophyllum trabeum</i>), (Navadna tramovka, 2014).....	28
Slika 12: Avtoklav SUTJESKA.....	29
Slika 13: Brezpražna komora ISKRA.....	29
Slika 14: Vzorci v rastni komori Kambil.....	30
Slika 15: Vzorci po izpostavitvi glivam.....	30
Slika 16: Vpliv koncentracije emulzije montanskega voska (LGE) in borove kisline (BK) na navzem biocidnega proizvoda pri smrekovih vzorcih.....	31
Slika 17: Vpliv koncentracije emulzije montanskega voska (LGE) in borove kisline (BK) na navzem biocidnega proizvoda pri bukovih vzorcih.....	32
Slika 18: Izgube mase bukovih impregniranih in neimpregniranih vzorcev po 12 tednih izpostavitve delovanju glive ogljena kroglica, v odvisnosti od koncentracije borove kisline in emulzije montanskega voska (n = 5).....	33
Slika 19: Izgube mase bukovih impregniranih in neimpregniranih vzorcev po 12 tednih izpostavitve delovanju glive pisane ploskocevke, v odvisnosti od koncentracije borove kisline in montanskega voska (n = 5).....	35
Slika 20: Izgube mase bukovih impregniranih in neimpregniranih vzorcev po 12 tednih izpostavitve delovanju glive bukov ostrigar, v odvisnosti od koncentracije borove kisline in emulzije montanskega voska (n = 5).....	36
Slika 21: Izgube mase smrekovih impregniranih in neimpregniranih vzorcev po 12 tednih izpostavitve delovanju bele highe gobe, v odvisnosti od koncentracije borove kisline in emulzije montanskega voska (n = 5).....	38
Slika 22: Izgube mase smrekovih impregniranih in neimpregniranih vzorcev po 12 tednih izpostavitve delovanju sive highe gobe, v odvisnosti od koncentracije borove kisline in emulzije montanskega voska (n = 5).....	39
Slika 23: Izgube mase smrekovih impregniranih in neimpregniranih vzorcev po 12 tednih izpostavitve delovanju glive navadna tramovka, v odvisnosti od koncentracije borove kisline in emulzije montanskega voska (n = 5).....	41

1 UVOD

1.1 UVODNA OBRAZLOŽITEV

Les je že od nekdaj ena najpomembnejših surovin v Sloveniji kot tudi v Evropi. Ima zelo pomembno vlogo v vsakodnevnem življenju človeka, saj ga zaradi njegovih fizikalnih in mehanskih lastnosti uporabljamo v najrazličnejše namene že tisoletja. Kot naraven material je les izpostavljen različnim biotičnim (glive, insekti, bakterije, morski škodljivci in človek) in abiotičnim (vremenski vplivi, mehanske sile in kemikalije) dejavnikom razgradnje. Da zagotovimo zadostno življenjsko dobo lesa, ga moramo na kakšen ali drugačen način zaščititi. Kakšno zaščito bomo uporabili, je odvisno od več dejavnikov (drevesne vrste, načina in uporabe lesa). Pogosto zadostuje že konstrukcijska zaščita, s katero dosežemo, da les ni izpostavljen direktnim vremenskim vplivom. Ker pa to ne zadostuje vedno, trajnost lesa podaljšamo z biocidno zaščito ali modifikacijo lesa. Pred lesnimi škodljivci varujemo les predvsem z globinsko zaščito oziroma z impregnacijo.

Zaščita lesa z biocidi lahko onesnažuje okolje ter škodljivo deluje na človeka. Če je le mogoče, naj bi se pri zaščiti lesa izogibali uporabi biocidnih zaščitnih sredstev.

Nebiocidni ukrepi zaščite imajo prednost pred biocidnimi, kar je in bo v prihodnosti še bolj aktualno, ko se bodo pogoji varstva še bolj zaostрили (Pohleven in Petrič, 1992). Biocidno zaščito tako uporabljamo čim manj in kadar ni mogoče zaščititi lesa z drugimi okolju prijaznimi načini.

Borove spojine so odlični fungicidi in insekticidi ter imajo zelo malo škodljivih vplivov na okolje. Njihova slaba stran je, da se iz lesa izpirajo in spodbujajo rast gliv in plesni. Zato se v praksi uporabljajo v kombinaciji z drugimi biocidnimi učinkovinami in hidrofobnimi premazi. Znano je da borove učinkovine delujejo, njihovo učinkovitost pa želimo izboljšati z dodajanjem LGE emulzij.

Zaradi vse večjega pomena varovanja okolja in ljudi, so pri nas in v večini evropskih držav že prepovedali uporabo nekaterih klasičnih biocidov kot so: lindan, pentaklorofenol, endosulfat, DDT, TBTO, CCA, CCFé. Tako so uvedli nove učinkovine in zmanjšali

nezaželjeni vpliv na okolje. Kljub prepovedi, pa nam še vedno pozorja tagave odslužen les, ki je bil pred desetletji zaščen s težkimi kovinami (Rep in Pohleven, 2002). Strokovniki razvijajo nove postopke zaščite lesa in so bolj prijazni okolju, obenem pa selektivno delujejo na škodljivce ter se bodo na koncu življenske dobe razgradili.

1.2 CILJ DIPLOMSKE NALOGE

Cilj diplomskega dela je določiti sinergijo med borovimi spojinami in vodnimi emulzijami voskov.

Določiti odpornost lesa impregniranega s pripravki na osnovi emulzij montanskega voska in borove kisline na lesne glive.

2 SPLOŠNI DEL

2.1 DEJAVNIKI RAZKROJA LESA

2.1.1 Najpomembnejši razkrojevalci lesa - glive

Glive (Fungi) so sistemsko samostojno kraljestvo živih organizmov, ki se po svojih značilnostih razlikujejo tako od živali, kot tudi od rastlin. Goba je splošno razgiban izraz za trosnjak (plodišče) višjih gliv kjer nastajajo trosi (Pohleven in Petrič, 2002). Značilnost gliv je, da z encimi razkrajajo komponente lesa ter se na ta način oskrbujejo z organskimi snovmi (Pohleven, Petrič in Zupin, 2000). Sestavljene so iz prehranjevalnega in razmnoževalnega dela, ki sta ločena, leprav sta oba sestavljena iz hif. Prehranjevalni ali vegetativni del tvorijo hife, ki se sčasoma pričnejo med seboj prepletati in na ta način tvoriti podgobje oziroma micelij. Posamezne hife s prostim očesom ne vidimo, micelij pa je navadno viden tudi s prostim očesom. Na njem se razvije razmnoževalni del ali trosnjak, ki je velikokrat viden kot klobuk oziroma goba, dejansko pa je tudi trosnjak sestavljen iz prepleta hif.

Glive najdemo prav v vseh ekosistemih. Nahajajo se na kopnem, v vodi in v zraku (kot spore). Glive niso sposobne same sintetizirati organskih snovi in se z njimi samostojno prehranjevati. Njihova značilnost je, da z encimi razkrajajo komponente lesa, ki jih kasneje vsrkajo, ter se na ta način oskrbujejo z energijo (Pohleven, Petrič in Zupin, 2000). To je značilno za heterotrofen način prehrane. Preživljajo se lahko na račun živih organizmov kot zajedavke (paraziti), simbionti (mikoriza) ali pa se hranijo s snovmi mrtvih organizmov, kot razkrojevalke (saprofiti) (Benko in sod., 1987). Razkrojevalke, so najbolj zanimive z vidika lesarstva, saj le te predstavljajo največjo grožnjo lesu v uporabi.

Glive se razmnožujejo s trosi, ki se razvijejo na trosnjaku in ob dozoritvi sprostijo v okolje (Schmidt, 1994). Za razvoj in obstoj gliv je pomembnih več dejavnikov, ki morajo biti čim bolj optimalni, da gliva uspeva. Najpomembnejši dejavniki so: vlažnost lesa (30 % do 60 %), relativna zračna vlažnost (90 %), temperatura (od 23 °C do 30 °C) in pH (4 do 5). Če v njihovem razvoju manjka eden od faktorjev, lahko gliva prične hirati in sčasoma tudi odmre. To dejstvo s pridom izkoristimo pri preventivni zaščiti lesa in sanaciji okužb v praksi, če je do njih že prišlo.

Okužbo z glivami prepoznamo po fizikalnih (izguba mase, mehanskih lastnosti in strukture) in kemičnih (barvne spremembe) spremembah, zaradi katerih les izgubi svoje naravne lastnosti. Spremembe se odražajo predvsem v razkroju lesne mase, kar imenujemo trohnenje. Dejansko se okužba z glivami najprej pokaže v spremembi naravne barve lesa, tako, da jih po tej karakteristiki lahko uvrstimo v naslednje skupine:

- glive plesni, povzročiteljice površinskih sprememb barv,
- glive modrivke, obarvajo površino in beljavo okuženega lesa,
- glive bele ali korozivne trohnobe in piravosti,
- glive povzročiteljice rjave ali destruktivne trohnobe.

Med najhujše uničevalke lesa sodijo glive rjave trohnobe. Najpogosteje jih najdemo na lesu iglavcev. V sili pa glive rjave trohnobe razkrajajo tudi les listavcev. Razkrajajo predvsem celulozo, medtem ko lignin le oksidirajo. Okužbo prepoznamo po temnejši rjavi barvi in razpokah v obliki prizem, pri čemer les izgublja na masi ter mehanskih lastnostih. V laboratorijskih razmerah se v 6 mesecih zmanjša udarna žilavost do 55 %, tlačna trdnost do 20 %, torzijska trdnost do 50 % (Seifert, 1968). V začetnih fazah razkroja se okužba širi po luminih celic, s prodiranjem hif preko pikenj, strženovih trakov in aksialnega parenhima. Sčasoma razgradijo celične stene in si s tem same ustvarijo prehode (Eaton in Hale, 1993). Posledično lahko trdimo, da je prodor hif v celično steno bolj kemičen, kot mehanske narave.

Medtem ko glive rjave trohnobe razkrajajo celulozo, so glive bele korozivne trohnobe specializirane za razkroj lignina, čeprav jim ustrezajo tudi ostale komponente lesa (sladkorji, hemiceluloze in proteini). Bela trohnoba je bolj značilna za les listavcev, vendar lahko razkrajajo tudi les iglavcev. Trohnoba je dobila ime po barvi okuženega lesa, ki je v največji meri posledica delovanja encima peroksidaza. Ta s pomočjo peroksida razgrajuje lignin, pri čemer les, zaradi oksidativne razgradnje, postaja vse svetlejši. Specifično belo trohno ali piravost pa prepoznamo tudi po temnih lrtah. Te ločujejo različne stopnje razkroja lesa oziroma barierne cone. Tak les je vlaknast, se lamelno cepi, oslabijo pa mu tudi mehanske lastnosti. V laboratorijskih razmerah se v 6 mesecih razkroja zmanjša udarna žilavost do 35 %, tlačna trdnost do 10 % in torzijska trdnost do 18 % (Seifert,

1968). V bivanjskem okolju Slovenije se pogosteje od gliv bele trohnobe pojavljajo glive rjave trohnobe.

2.1.2 Biocidna zaščita lesa

V zadnjem času se je v zaščiti lesa zgodilo več sprememb kot v celem stoletju. Uporaba najpomembnejših pripravkov, kot so CCA, kreozotno olje, PCP in Lindan, je v EU zaradi okoljskih vzrokov danes prepovedana ali zelo omejena. Pripravke, ki vsebujejo kromove spojine, se lahko uporablja le za kotelsko impregnacijo v posebnih, registriranih obratih. V Sloveniji se v te namene ni registriral noben obrat, zato danes teh pripravkov ni več na slovenskem trgu. Trenutno je na Evropskem uradu za kemikalije pod drobnogledom tudi kreozotno olje. Obstaja velika verjetnost, da bo zaradi velike vsebnosti stabilnih ogljikovodikov, njegova uporaba v zaščiti lesa prepovedana (Peek, 2008).

Klasične pripravke so nadomestili novi, ciljni biocidi, ki pa še daleč niso tako učinkoviti. Biocidna zaščita se uporablja le še v namene, ko delovanja biotskih dejavnikov razkroja ne moremo preprečiti na drug, okolju prijaznejši način. Glavni vzroki za te spremembe so naraščajoča okoljska zavest uporabnikov, spremembe življenjskega sloga, vedno strožja okoljska zakonodaja in nove možnosti uporabe lesa (Humar, 2004).

Ni se spremenila le sestava biocidnih pripravkov, ampak se je razširil tudi spekter uporabe zaščitnih izdelkov. Po drugi svetovni vojni se je zaščitni les uporabljal le za zaščito infrastrukture: železniških pragov, telekomunikacijskih drogov, vinogradniških kolov, mostov. Za izdelek kot so vrtno pohištvo, stavbno pohištvo, ostrežja in podobno, se je zaščita pričela šele sredi sedemdesetih let.

Najpomembnejši biocidi za zaščito lesa so:

- bakrove učinkovine (bakrov oksid, hidroksid in karbonat); bakrove spojine so edini preostali klasičen biocid, ki jih še danes uporabljamo v zaščiti lesa. Bakrovih spojin ne uporabljamo samostojno, saj se iz lesa izpirajo.

- borove učinkovine (borova kislina, boraks, dinatrijev oktaborat tetrahidrat (DOT), trimetilborat); za zaščito lesa uporabljamo borove spojine v treh oblikah: borova kislina, boraks in trimetilborat. Glavna lastnost borovih spojin je poleg dobre difuzivnosti, ki omogoča dobro zaščito slabo permeabilnih lesnih vrst, še širok spekter delovanja proti glivam in insektom. Slaba stran dobre difuzivnosti je, da se borove spojine izpirajo iz lesa, zato je uporaba borovih spojin za zaščito lesa omejena na uporabo v suhih pogojih z občasno zvižano vlažnostjo. V zaščitnih pripravkih uporabljamo borove spojine samostojno ali jih kombiniramo s kvartarnimi amonijevimi ter bakrovimi učinkovinami. Ena najpomembnejših lastnosti boratov je tudi nizka toksičnost. (Peylo in Willeitner, 2001).
- piretroidi (cipermetrin, deltametrin in permetrin); so sintetični analogi, ki jih v cvetni glavici akumulira rastlina bolhal (*Tanacetum cinerariifolium*). Naravni in sintetični piretroidi so učinkoviti za širok spekter žuželk. Naravni so sicer manj strupeni za sesalce, a so bolj manj stabilni in tudi njihovo pridobivanje je dražje.
- triazoli (propikonazol in tebukonazol); so odlični biocidi in se uporabljajo že skoraj dvajset let za zaščito stavbnega pohištva. Uvrščeni so v skupino okolju prijaznejših biocidnih učinkovin. Iz lesa se ne izpirajo in dobro prodirajo v les med postopkom zaščite.
- karbamati (IPBC); uporabljajo se že skoraj pol stoletja. Najpomembnejša aktivna snov v tej skupini je IPBC (3-jodo-2 propilbutil karbamat). To snov dodajajo za zunanjo uporabo, saj učinkovito preprečuje razvoj plesni in gliv modrivk ter izboljša delovanje triazolov. IPBC je trenutno eden izmed okolju najprijaznejših organskih fungicidov, uporabljenih za zaščito lesa. Slabost je, da ga v vlažnem okolju bakterije hitro razgradijo.
- izotiazoloni (kathone); imajo dobre fungicidne in baktericidne lastnosti ter so biorazgradljivi, kar je še posebno pomembno z vidika varnosti okolja.
- alkilamonijeve spojine (AAC); spojine AAC se uporabljajo za zaščito lesa, saj preprečujejo razvoj gliv razkrojevalk kot tudi modrivk. Nekatere spojine imajo tudi termiticidne in algicidne lastnosti. Za zaščito lesa v stiku z zemljo jih ne

uporabljamo samostojno, ker jih bakterije v stiku z zemljo v letu ali dveh razgradijo.

- juvenilni hormoni (fenoxycarb, flufenoxuron, diflubenzuron, pyriproxyfen); uporabljajo se za preventivno in kurativno zaščito lesa pred insekti.

Biocidne pripravke uporabljamo takrat, kadar delovanja škodljivcev ne moremo preprečiti na drug okolju prijaznejši način. Biocidne proizvode lahko uporabljamo v preventivni, naknadni kot tudi kurativni zaščiti lesa. Uporabo biocidnih učinkovin v EU obravnava Direktiva o biocidih (BPD, 1998). Ta direktiva natančno predpisuje, katere aktivne učinkovine lahko uporabljamo v zaščiti lesa. Veliko klasičnih učinkovin, ki so se več desetletij uporabljale v zaščiti lesa, bilo jih je kar 81, je danes umaknjenih s trga. Med okoli 42 dovoljenimi biocidi za zaščito lesa so tudi borove učinkovine; borova kislina, boraks in trimetilborat (Leithoff in Blancquaert, 2006). Na novo razvitih aktivnih učinkovin je relativno malo.

2.1.3 Borove spojine v zaščiti lesa

Bor je zelo razširjen kemijski element. Najpogostejše oblike so borova kislina, boraks in dinatrijev okta-borat tetrahidrat (DOT).

Poznanih je več kot 80 različnih mineralnih tipov borovih spojin, v zaščiti pa najpogosteje uporabljamo borovo kislino in boraks. Boraks je v naravni obliki belih kristalov, ki so slabo topni v vodi in netopni v etanolu. Je brez barve in vonja, ter relativno neškodljiv za človeka in okolje, ter odličen insekticid, fungicid, zadrževalec ognja in baktericid. Uporabljamo ga za zaščito lesa v I. in II. razredu uporabe, v kombinaciji z bakrovimi učinkovinami in etanolaminom, pa tudi za impregnacijo lesa v III. in IV. razredu izpostavitve. V sami sestavi se boraks razlikuje po mineralnih tipih strukture (Voh, 2001).

Borova kislina je brez barve in vonja, pri normalnih pogojih je v obliki kristalov ali belega prahu. Je dobro topna v etanolu ter glicerolu, slabše pa v vodi. Njeno 1 % raztopino uporabljamo, kot izredno zanesljiv insekticid ter fungicid. Za človeka in okolje je po navedbah literarnih podatkov praktično neškodljiva (Voh, 2001). Raztopino borove kisline v glicerolu uporabljamo v represivne namene.

Borove učinkovine so v devetnajstem stoletju zelo malo uporabljali, danes pa jih srečujemo na vsakem koraku. Prisotne so v gospodinjstvu, kozmetiki in farmacevtskih izdelkih, proizvodnji steklenih vlaken, gradbeništvu in lesarstvu za zaščito lesa in lesnih tvoriv in še kje.

Borove spojine spadajo med najvarnejše biocide za zaščito lesa. Imajo številne dobre lastnosti. Te učinkovine že pri nizkih koncentracijah delujejo kot učinkovit fungicid in insekticid. Iz literarnih podatkov je razvidno, da je delovanje bora proti glivam, insektom in termitom dobro raziskano. Do sedaj nobena gliva razkrojevalka ni tolerantna na borove spojine in ne more razkrajati z borovimi pripravki zaščitenega lesa (Findlay, 1956; Jonge, 1987; Dickinson in Murphy, 1989).

Učinkovitost borovih spojin je odvisna od deleža bora v posamezni spojini. Delež bora v borovi kislini znaša 17,48 %, v boraksu (dinatrijev oktaformat tetrahidrat) pa 11,34 %. Zato je mejna vrednost za boraks višja od mejne vrednosti borove kisline (Jonge, 1987).

Borove spojine delujejo tudi proti glivam modrivkam in plesnim. Mejna vrednost za plesni je veliko višja kot za glive razkrojevalke.

V zadnjem obdobju je na področju borovih spojin močno posegel zakonodajni paket REACH. Nekatere borove spojine so tako uvrščene med kemikalije, ki zbujajo veliko skrb (Substances of Very High Concern). Tako je uporaba biocidnih formulacij, ki vsebujejo več kot 5,5 % borove kisline, dovoljena le profesionalnim uporabnikom. Zaradi tega raba borovih spojin v EU nekoliko stagnira (Humar, 2008).

2.1.4 Voski v zaščiti lesa

V zaščiti lesa vedno bolj pridobivajo na pomenu tudi nebiocidne rešitve kot je modifikacija lesa, obdelava s hidrofobnimi pripravki kot so voski, olja. V preteklosti so imeli voski predvsem estetsko vlogo, danes pa nas zanima, kako učinkovito ti pripravki zaščitijo les pred trohnenjem (Smerdelj, 2009).

V lesarstvu uporabljamo kar nekaj voskov (lebelji, karnauba, montanski, gelakov, parafinski in sintetični vosek). Najprej so uporabljali naravne voske, zdaj pa vedno bolj prodirajo tudi sintetični voski, ker so cenejši in imajo lastnosti, prilagojene na uporabo (Lesar, 2011).

Vsi voski so vodoodbojni materiali, sestavljeni iz različnih sestavin in sicer: ogljikovodikov (nerazvejani ali razvejani alkani in alkeni), ketonov, diketonov, primarnih in sekundarnih alkoholov, aldehydov, estrov, sterolov, alkanoidskih kislin in terpenov (Wolfmeier, 2003).

Voske lahko razdelimo glede na njihov izvor; kemične, fizikalne ali tehnične lastnosti; ali glede na uporabo. Osnovna delitev voskov je glede na njihov izvor in sintezo. Razdelimo jih v dve skupini in sicer na naravne in sintetične. Naravni voski kažejo svoje voskaste lastnosti brez kemične obdelave, sintetični voski pa obilajno pridobijo lastnosti voskov v postopku sinteze, vendar pri delitvi ni jasne meje (Wolfmeier, 2003).

Vosek na površini lesa tvori plast, ki dobro zapolni pore in ne utrjuje kemijsko s premreževanjem (Petrič, 2000). Ker so filmi tanki, ne pride do njihovega luženja z lesa. Pri premazovanju kot pri vakuumsko-tlačnem postopku impregnacije z voskom v prečni smeri prodre le v lumne prvih poškodovanih celic lesa (Lesar in sod., 2008). V celotno steno voski pogosto ne morejo prodreti, temveč se na njo odložijo in tam tvorijo bariero, ki preprečuje prodiranje vode v les. Vendar se učinek odbojnega delovanja izgubi po ponavljanju, saj se odložene snovi postopoma raztapljajo in z vodo izpirajo (Treu in sod., 2004). Lesene površine, obdelane z voskom, so zmerno odporne proti različnim tekočinam ali reagentom (vodi, etanolu, olivnem olju, kavi) in toploti, učinkovitost je odvisna od vrste voska in dodatkov (topila, olja), ki so dodani vosku (Mihevc in sod., 1994).

V zadnjem času se je bolj uveljavila definicija, ki definira voske na osnovi fizikalnih lastnosti. Wolfmeier (2003) navaja, da so voski snovi, ki:

- se lahko polirajo pod majhnim tlakom in imajo gostoto in topnost močno odvisno od temperature

- so pri 20 °C gnetljive in niso drobljive, grobo do fino kristalne, transparentne do motne, toda neprozorne ali močno viskozne
- se nad 40 °C talijo, ne da bi se pri tem razgradile
- nad točko taljenja je viskoznost v negativni odvisnosti od temperature
- v večini primerov imajo točko taljenja med 50 °C in 90 °C (v izjemnih primerih nad 200 °C)
- gorijo s sajastim plamenom
- lahko tvorijo paste ali gele in so slab prevodnik toplote in elektrike (toplotni in električni izolatorji).

Kot smo že omenili, v lesarstvu uporabljajo kar nekaj voskov in sicer: karnauba, montanski, jelbelji, gelakov, sintetični in parafinski voski. Uporaba teh voskov v zadnjem obdobju narašča, zaradi povečanega interesa po okolju prijaznejših oblikah zaščite lesa.

2.1.4.1 Karnauba vosek

Karnauba vosek je rastlinskega izvora, pridobivajo ga iz listov palme *Copernicia cerifera*, ki raste v severovzhodnem delu Brazilije. Vosek služi kot zaščita listov pred ekstremnimi klimatskimi pogoji, je brez vonja in okusa, stabilen in nestrupen, je zlato rumene do rjave barve, odvisno od čistosti in kvalitete voska ter starosti listov (Foncepi, 2008). Zaradi nestrupenosti se uporablja za zaščito agrumov pred izsuševanjem. Sestavljen je iz mono- in di-hidroksi maščobnih kislin in alkoholov z 28 do 34 ogljikovimi atomi, hidroksilnih kislin in njihovih estrov ter poliestrov. Karnauba vosek je najtrši naravni vosek in ima najvišjo točko taljenja (80 °C do 86 °C) med naravnimi voski (Wolfmeier, 2003; Foncepi, 2008; Cyberlipid, 2008). Je kompatibilen s skoraj vsemi naravnimi in sintetičnimi voski in številnimi naravnimi in sintetičnimi smolami. Dobro se topi v nepolarnih topilih in se nad točko taljenja z njimi meša v vseh razmerjih, medtem ko je v polarnih topilih le delno topen celo pri povišanih temperaturah (Wolfmeier, 2003). Karnauba vosek pogosto uporabljajo kot dodatek drugim voskom, na primer jelbeljemu, za izboljšanje trdote, povečanje točke taljenja oziroma zmanjševanja lepljivosti površine ter za povečanje sijaja (Kregar, 1956; Leach, 1993). Uporablja se lahko tudi samostojno v trdni obliki, v obliki past ali emulzij. V

gradbeništvu ga uporabljajo za zaščito fasad, v avtomobilski industriji za zaščito karoserij.

2.1.4.2 Montanski vosek

Montanski vosek je fosiliziran vosek, ekstrahiran iz lignina oziroma premoga. Je mešanica voskov, smol in asfaltnih snovi. Večino tega voska pridobijo v Nemčiji, kot stranski produkt pri pridobivanju derivatov iz lignita. Surov montanski vosek je sestavljen iz estrov višjih karboksilnih kislin z višjimi alkoholi in prostih višjih kislin. Druge skupine kot so prosti alkoholi, voski in ketoni, parafini in terpeni, so prisotne le v manjših količinah (Matthies, 2001). Rafiniran montanski vosek je blede rumen, sestavljen v glavnem iz višjih karboksilnih kislin z dolžino verig med 22 in 34 ogljikovimi atomi. Takšen delno sintetičen produkt je izjemno trd, zelo dobro se polira in ni toksičen (Matthies, 2001; Heinrichs, 2003). Ena najbolj pomembnih lastnosti tega voska je tudi sposobnost tvorjenja odpornega filma (Warth, 1959). Montanski vosek je topen v številnih organskih topilih, še posebej v aromatskih in kloriranih ogljikovodikih, celo pri nizkih temperaturah (Heinrichs, 2003). Uporablja se kot polnovreden nadomestek za karnauba vosek (ChemCor, 2008). Razen v lesarstvu montanski vosek uporabljajo še za polirne paste za avtomobile, lakovje, električne izolacije in maziva v proizvodnji plastike ter papirni industriji (Cyberlipid, 2008).

2.1.4.3 Lebelji vosek

Je snov, ki jo izdelujejo medonosne čebele delavke v voskovnih žlezah. Glavna sestavina voska so estri nasičenih maščobnih kislin z enovalentnimi alifatskimi alkoholi, poleg tega pa vsebujejo še proste maščobne kisline, alifatske ogljikovodike ter barvila in aromatične snovi (Plut, 2008; Cyberlipid, 2008). Pri 32 °C do 35 °C je plastičen in upogljiv ter se z lahko gneto, pri malo nižji temperaturi (25 °C do 30 °C) pa je zelo trden. Vosek v vodi ni topen. Nekaj njegovih sestavin lahko raztopimo v hladnem etanolu, veliko bolje pa se topi v toplem etanolu in številnih drugih organskih topilih, kot na primer etru, bencinu in terpentinu (Wolfmeier, 2003). Tališne točke ima med 62 °C in 64 °C. Vosek je običajno rumene barve do rumenorjave barve, odvisno od starosti in prehrane čebel (Wolfmeier, 2003; Plut, 2008). Vosek se enostavno umili in emulgira zaradi prostih maščobnih kislin, diolov in

hidroksi kislin (Cyberlipid, 2008). Lebelji vosek ne zaščiti lesa pred glivami razkrojevalkami in lesnimi insekti (Leiße, 1996; Weissenfeld, 1988). Lebelji vosek ni toksičen in je eden od najpomembnejših voskov za voskanje lesa v stavbah; pohištvo, lesena tla in lesene igrače (Petrič, 2000). V opisanih primerih ima obdelava lesa z voskom le estetsko vlogo.

Uporablja se v isti obliki ali v mešanicah z drugimi voski, olji, smolami in topili. Pripravimo ga lahko v trdni obliki, v obliki paste ali kot tekoči pripravek. Razmerje med voskom, olji in topili določa trdota končnega premaza (Weissenfeld, 1988).

2.1.4.4 Čelakov vosek

Čelakova smola je izloček insektov (*Tachardia lacca*). Vsak čelak vsebuje 4 % do 5 % voska, ki ga lahko pridobimo z raztapljanjem v razredljenem natrijevem karbonatu ali 90 % do 95 % etanolu, kot netopno komponento. Čelakov vosek je trd rumen do rjav produkt (Wolfmeier, 2003). Glavna sestavina voska so estri maščobnih kislin (Cyberlipid, 2008). Topen je v vročem etanolu in vsebuje 72 % do 83 % snovi, ki se jih ne da umiliti. Ta lastnost se izkorišča za pripravo past in raztopin za matiranje (Kregar, 1956).

Uporablja se v proizvodnji lakov in politur (Cyberlipid, 2008). V večini primerov se čelakov vosek uporablja le še v specialne namene restavriranja starega pohištva.

2.1.4.5 Sintetični vosek

Sintetične voske so začeli proizvajati iz etilena. To so predvsem polietilenski (PE), polipropilenski (PP), polietilenski z visoko gostoto (HDPE), kopolimerni in homopolimerni etilenski ter politetrafluoretilenski (PTFE) voski (ChemCor, 2008). Sintetični voski so cenejši, imajo izboljšano uporabnost in so konstantne kakovosti v primerjavi z naravnimi voski, pri katerih kakovost zelo niha in so veliko dražji. Lastnosti sintetičnih voskov določa molska masa polimera, ki je odvisna od dolžine verig in njihove razvejanosti. Sintetični voski so brezbarvni, beli do transparentni in tvorijo isto talino. Kot drugi voski so pri segrevanju topni v nepolarnih topilih (alifatski, aromatski in v kloriranih ogljikovodikih), pri ohlajanju pa jih večina kristalizira v zelo fine delce. Odvisno od tipa in koncentracije voska tvorijo mobilne disperzije ali gele s tiskotropnimi lastnostmi

(Wolfmeier, 2003). Temperatura taljenja sintetičnih voskov je odvisna od vrste voska, doseže pa lahko tudi 130 °C ali celo več, kar je zelo koristno v nekaterih primerih.

2.1.4.6 Parafinski vosek

Parafinski vosek kemijsko ne sodi med voske, vendar ga zaradi fizikalnih lastnosti uvrščamo v to skupino snovi. Je brezbarven, brez vonja, kemijsko inherenten, tali pa se pri 48 °C do 66 °C (Wolfmeier, 2003). Njegove lastnosti zelo variirajo glede na stopnjo čistosti in kemijsko sestavo. Glavna sestavina tega voska so ravne alifatske verige, zaradi česar ima fino kristalinično strukturo, ki pa vosku daje odlično vodoodbojnost (SpecialChem, 2008). Topen je v bencinu, terpentinu in raznih drugih organskih topilih (Wolfmeier, 2003).

Uporabljajo ga na različnih področjih industrije. V lesarstvu ga uporabljajo kot dodatek lepilu pri proizvodnji vodoodpornih ivernih plošč. Za industrijo svetla, je lesna industrija največja uporabnica parafinskega voska. Uporablja se tudi v mehaniki z drugimi voski, smolami, pri proizvodnji barv in premazov za izboljšanje hidrofobnosti. Uporabljajo ga v trdnem stanju in v obliki emulzij.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL

3.1.1 Uporabljene aparature

Tehtnica:

Proizvajalec: Sartorius

Tip: elektronska tehtnica

Sušilnik:

Proizvajalec: KAMBI, (laboratorijska oprema)

Tip: sušilnik sterilizator

Brezpražna komora:

Proizvajalec: ISKRA

Tip: IBK 1 V2 brezpražna komora

Avtoklav:

Proizvajalec: SUTJESKA

Rastna komora:

Proizvajalec: LTH

Tip: rastna komora

In drugi laboratorijski pripomočki ki:

- eksikator
- žgarni gorilnik
- grelna ploča
- posoda za pripravo gojič
- aluminijasta folija
- gojitveni kozarci
- pipeta proizvajalca BIOHIT
- laboratorijska steklovina (epruvete, petrijevke, lonce, bučke, merilne valjci)
- plastične mrežice

3.1.2 Uporabljene kemikalije

➤ **Krompirjev glukozni agar (PDA) kot hranilno gojišče:**

Proizvajalec: Becton, Dickinson and Company

Tip: DifcoTM Potato Dextrose Agar

➤ **Emulzija LGE:**

Proizvajalec: SAMSON KAMNIK

Tip: Emulzija LGE (suha snov 12,5 %) na osnovi montanskega voska

➤ **Destilirana voda**

Delovna skupina za patologijo in zaščito lesa

➤ **Borova kislina**

Proizvajalec: MERCK

3.1.3 Priprava vzorcev

Za izvedbo testa smo uporabili les smreke (*Picea abies*) in bukve (*Fagus sylvatica*). Les za vzorce je bil zdrav, zrel, no suh, brez vidnih napak, grl, smolnih kanalov. Vzorcev je bilo 664, ki so bili radialno orientirani, dimenzije 1,0 cm × 1,5 cm × 4,0 cm (slika 1). Vse vzorce smo olistili, zbrusili, ogevilili in jih stehali. Ogevililne vzorce smo 24 ur sušili v laboratorijskem sušilniku pri temperaturi 103 °C. Po 24 urah smo jih vzeli iz sušilnika in jih ponovno stehali (slika 2).



Slika 1: Vzorec lesa smreke (*Picea abies*) in bukve (*Fagus sylvatica*)



Slika 2: Elektronska tehtnica Sartorius

3.1.4 Priprava raztopin, impregnacija ter določanje navzema

Za poskus je bilo potrebno pripraviti raztopine različnih koncentracij borove kisline (H_3BO_3), emulzije montanskega voska in destilirane vode.

Za pripravo posameznih raztopin različnih koncentracij smo potrebovali borovo kislino, emulzijo montanskega voska in destilirano vodo (preglednica 1). V lažjo smo natehtali izračunan delež borove kisline, emulzijo montanskega voska in dolili destilirano vodo, katere količina pa je bila odvisna od želene koncentracije, tako da je bila skupna masa 500 g. Raztopino smo postavili na magnetno mešalo in mešali toliko časa, da se je borova kislina popolnoma raztopila. Na ta način smo pripravili vseh štirinajst raztopin (preglednica 1).

Preglednica 1: Sestava različnih pripravkov na osnovi borove kisline (H_3BO_3) in emulzije montanskega voska (LGE)

Oznaka	Koncentracija		Zatehta		Destilirana voda (g)
	Borova kislina (%)	LGE (%)	Borova kislina (g)	LGE (g)	
1	0,8	0	0,500	0	500
2	0,4	0	0,250	0	500
3	0,8	100	0,500	500	0
4	0,8	50	0,250	250	250
5	0,4	50	0,250	250	250
6	0,4	100	0,250	500	0
7	0,2	0	0,125	0	500
8	0,2	50	0,125	250	250
9	0,2	100	0,125	500	0
10	0,1	0	0,125	0	500
11	0,1	50	0,125	250	250
12	0,1	100	0,125	500	0
13	0,0	50	0,000	250	250
14	0,0	100	0,000	500	0

Impregnacija vzorcev je potekala v vakuumsko tlačni komori Kambil. Vzorce smo zložili v posode ter jih prelili z izbranim zaščitnim pripravkom. V eni lažji smo impregnirali, po 15 smrekovih in 15 bukovih vzorcev na posamezno kombinacijo zaščitnega pripravka. Del vzorcev (244) pa je ostal neimpregniran. Te vzorce smo uporabili kot kontrolne vzorce.

Posode z vzorci smo postavili v komoro, kjer smo jih za 20 minut izpostavili podtlaku 0,9 bara. Po 20 minutah smo pritisk v komori izenačili z zunanjim ter za 20 minut vzpostavili še nadtlak 10 bar. Zatem smo vzorce ponovno 5 minut vakuumirali in vzorce po vzpostavitvi normalnega tlaka pustili namakati v raztopini še 2 uri. Sledilo je tehtanje mokrih vzorcev.

Po impregnaciji smo vzorcem določili mokri navzem. Navzem je količina zažlitenega pripravka, ki jo les vpije pri postopku impregnacije. Tako smo določili mokri navzem, kjer izračunamo celotno količino vpitega zažlitenega pripravka skupaj s topilom. Določanje je potekalo gravimetrično, s tehtanjem vzorcev pred impregnacijo in po njej, in sicer po naslednji formuli:

$$r^v = \frac{m_2 - m_1}{V} \quad [\text{kg/m}^3] \quad (1)$$

r^v je celotni navzem zažlitenega pripravka, v kg/m^3

V je volumen zažlitenega vzorca, v m^3

m_1 je masa vzorca pred impregniranjem, v kg

m_2 je masa vzorca po impregniranju, v kg

Impregnirane vzorce smo tri tedne sušili na zraku, prvi teden v zaprtih, drugi teden v polzaprtih in tretji teden v odprtih komorah.

3.1.5 Priprava gojitvenih kozarcev in hranilnega gojišča

Hranilna gojišča smo pripravili v gospodinjskih steklenih kozarcih, volumna 500 mL (slika 4). Vsakemu kozarcu je pripadal še aluminijasti pokrovček z luknjo, zamaženo z vato. Luknja omogoča dihanje, vata pa preprečuje kontaminacijo s sporami gliv. Kozarce in pokrovčke smo očiistili in jih razkužili z etanolom.

Hranilno gojišče smo pripravili iz krompirjevega glukoznega agarja (Difco Laboratories, PDA), po navodilih proizvajalca. V 1 L destilirane vrele vode smo zamešali 39 g hranilnega medija (slika 3). Med kuhanjem je potrebno gojišče ves čas mešati, da se ne prismodi. Nato smo v vsak kozarec nalili po 50 mL še vrelega gojišča. Zaprte kozarce z

vrelim gojiščem smo postavili v avtoklav, ter jih 30 minut sterilizirali pri 121 °C in tlaku 1,5 bar. Če vroče kozarce smo postavili v brezpražno komoro, kjer smo jih še dodatno obsevali z UV svetlobo in s tem zmanjšali verjetnost nezaželenih okužb. Sterilne mrežice izdelane iz HDPE, smo postavili neposredno na ohlajeno gojišče. Mrežice služijo temu, da vzorci niso direktno izpostavljeni gojišču in da ne pride do pretiranega navlaževanja vzorcev oziroma prevelike intenzivne difuzije vode in biocidnih učinkovin iz lesa v hranilno gojišče (slika 5).



Slika 3: Priprava hranilnega gojišča



Slika 4: Priprava gojitvenih kozarcev



Slika 5: Priprava mrežic iz HDPE

3.2 INOKULACIJA GOJIČLA Z GLIVNIMI KULTURAMI

Iz petrijevk z izhodišnimi kulturami smo s plutovrtom iz preraslega gojičla izrezali cepiče. Nato smo cepiče z laboratorijsko glivko prenesli v vnaprej pripravljene kozarce. S sprotnim razkuževanjem (alkohol, gorilnik) smo preprečili nezaželene okužbe s plesnimi ali bakterijami. Kozarce z inokuliranim hranilnim gojičlom smo za en teden postavili v rastno komoro z optimalnimi pogoji (temperatura = 25 °C, relativna zračna vlažnost = 85 %). Uporabljene glive so razvidne iz preglednice 2.

3.3 UPORABLJENE LESNE GLIVE

Uporabili smo 6 vrst gliv in sicer 3 glive rjave in 3 bele trohnobe (preglednica 2). Izolate kultur gliv smo dobili iz trajne zbirke na Delovni skupini za patologijo in zaščito lesa, Oddelka za lesarstvo na Biotehniški fakulteti.

Preglednica 2: Uporabljeni izolati lesnih gliv

Latinsko ime	Slovensko ime	okrajšava	trohnoba
<i>Hypoxylon fragiforme</i>	Ogljena kroglica	Hf	bela
<i>Trametes versicolor</i>	Pisana ploskocevka	Tv	bela
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Bukov ostrigar	Plo5	bela
<i>Antrodia vaillantii</i>	Bela higná goba	Av	rjava
<i>Serpula lacrymans</i>	Rjava higná goba	Sl5	rjava
<i>Gloeophyllum trabeum</i>	Navadna tramovka	Gt	rjava

V nadaljevanju so na kratko opisane lesne glive, ki smo jih uporabili v eksperimentalnem delu naloge.

3.3.1 Ogljena kroglica ali jagodasti skorjeder (*Hypoxylon fragiforme*)

Ogljena kroglica (*Hypoxylon fragiforme*) povzroča belo trohnobo in spada med zaprtotrošnice. Je zelo pogost primarni saprofit bukve in drugih listavcev. Na lesu povzroča piravost, to je netipična bela mozaična trohnoba oziroma temnenje lesa v

pasovih, ki so med seboj ločeni s temnimi lrtami. Trosnjake tvori v hemisferih njih do skoraj hemih njih stomah, ki imajo obliko l vrstih, trdnih kroglic, velikosti 2-7 mm × 2-5 mm (Vesel Tratnik, 1994).



Slika 6: Ogljena kroglica ali jagodasti skorjeder (*Hypoxylon fragiforme*), (Ogljena kroglica, 2014)

3.3.2 Pisana ploskocevka (*Trametes versicolor*)

Pisana ploskocevka (*Trametes versicolor*) povzroča belo korozivno trohnobo in sodi med najbolj razširjene glive. Povzroča pa tudi piravost. Najdemo jo na že odmrlih stojelih drevesih, gorih, drogovih, hlodovini, železniških pragovih in Okužuje les listavcev (hrastovino, bukovino, kostanjevino), redkeje pa tudi les iglavcev (smrekovino, borovino). Najdemo jo predvsem v beljavi.

Klobuk je pahljačaste konzolne oblike in vseh mogočih barv (od tod tudi ime). Himenij je sprva bel, s starostjo pa postaja siv. Spore so brezbarvne in cilindrične oblike. Optimalni pogoji za rast te glive so pri temperaturi 30 °C in lesni vlažnosti okoli 45 %.

Gliva razkraja lignin in delno tudi celulozo. Okužbo prepoznamo po belih pegah na površini lesa, v zadnji fazi pa les postane bel in precej lahek. V gozdu ne povzroča veliko škod, saj reciklira minerale in nitrane v lesu, le-ti pa so pomembni za rast novih rastlin. (Benko in sod., 1987).



Slika 7: Pisana ploskocevka (*Trametes versicolor*), (Pisana ploskocevka, 2014)

3.3.3 Bukov ostrigar (*Pleurotus ostreatus*)

Bukov ostrigar (*Pleurotus ostreatus*) je razširjen po vsem svetu. Gliva je tipičen saprofit, ki povzroča belo trohnobo. Najdemo ga predvsem na lesu listavcev (najpogosteje na bukovini) zelo redko pa tudi na iglavcih. V zadnjem letu pa so zasledili, da so z ostrigarjem okužene tudi vezane in iverne plošče.

Na lesu najdemo bel, usnjat micelij. Plodišča so sestavljena iz klobuka z betom. Klobuk je od sivo rjave do rumenkasto rjave barve. Po obliki spominja na gnojko. Lamelle na spodnji strani so belkasto rjave in so prirasle k betu. Spore so brezbarvne, cilindrične oblike, velike $(8 \text{ } \mu\text{m} \times (3 \text{ } \mu\text{m} \text{ } \text{ } 4,5) \text{ } \mu\text{m})$. Hife v notranjosti lesa so brezbarvne, tankostene, premera od $1 \text{ } \mu\text{m} \text{ } 3 \text{ } \mu\text{m}$ (Humar M., 2008).

Bukovemu ostrigarju ustreza temperatura okoli 27°C ter vlažnost lesa med 60 % do 80 %. Pri teh pogojih lahko gliva zraste tudi 7,5 mm dnevno. Gliva ne prenese sušnih obdobj. Plodišča v sušnem obdobju ne tvorijo spor. Bukov ostrigar je standardna gliva za testiranje odpornosti ivernih in OSB plošč proti lesnim glivam. Bukov ostrigar ima tudi okusna užitna plodišča, zato ga zelo pogosto gojijo v prehrabene namene. Micelij bukovega ostrigarja lahko uporabimo tudi za razstrupljanje zemlje, okužene z odpadnimi olji. V gozdu pa bi z micelijem bukovega ostrigarja lahko okužili goro in na ta na in prepreč ali vsaj omejili nezaželeno okužbo s parazitskimi glivami (gorovka, jelov koreninik) (Gorjak , 2001).



Slika 8: Bukov ostrigar (*Pleurotus ostreatus*), (Bukov ostrigar, 2014)

3.3.4 Bela hična goba (*Antrodia vaillantii*)

Bela hična goba (*Antrodia vaillantii*) povzroča rjavo destruktivno trohnobo. Okužuje predvsem zelo vlažen les iglavcev na prostem in v stavbah. Les listavcev razkraja zelo redko. Na okuženem delu se pojavi belo podgobje, ki ohrani barvo tudi, ko se goba postara. Optimalna pogoja za razvoj bele hične gobe sta temperatura 27 °C in 40 % vlažnost. Prenese tudi do pet let trajajoče sušno obdobje in nato zopet ogivi in začne razkrajati les, če le ta vsebuje vsaj 40 % vode (Benko in sod., 1987).



Slika 9: Micelij bele hične gobe (*Antrodia vaillantii*), (Micelij bele hične gobe, 2014)

3.3.5 Siva hična goba (*Serpula lacrymans*)

Siva hična goba (*Serpula lacrymans*) povzroča rjavo trohnobo. Je najbolj nevarna razkrojevka lesa v stavbah. Nahaja se predvsem v kletih, v pritličjih starih stavb in zlasti v lesu iglavcev. Les se okuži s sivo hično gobo, če znaša vlažnost vsaj 20 % in temperatura zraka od 3 °C do 26 °C, prostor pa je slabo prezračen. Les razkraja predvsem na notranji strani okenskih okvirjev, vratih podbojev, stenskih in talnih oblog. Največkrat odkrijemo to

gobo zaradi vonja po trohnobi. Poškodbe na pohištvu pogosto opazimo že takrat, ko les razpoka in premaz na lesu odstopi (Humar, 2006/07).



Slika 10: Siva hign goba (*Serpula lacrymans*), (Siva hign goba, 2014)

3.3.6 Navadna tramovka (*Gloeophyllum trabeum*)

Navadna tramovka (*Gloeophyllum trabeum*) povzroča rjavo trohnobo. Razširjena je v Evropi in Ameriki, najdemo pa jo tudi drugod po svetu. Je najhujša razkrojevalka hlodovine iglavcev (smreka, bor). Lesa listavcev na eloma ne okužuje. Razširjena je na lesnih skladiščih, najdemo pa jo tudi na obdelanem masivnem lesu, kot so drogovi, mostovi, strešna konstrukcija, jamski les. Navadna tramovka začne rasti pri temperaturi 25 °C do 35 °C. Spore vzklijejo po enem do treh dneh. Micelij je odporen proti segrevanju, vendar pri temperaturi 69 °C odmre v eni uri. Les ponavadi trohni v notranjosti in lahko tudi popolnoma propade, medtem ko zunanji del lesa ostane nespremenjen. Navadna tramovka je tipična razkrojevalka lesa iglavcev, ki je izpostavljen abiotskim dejavnikom, kot so zunanje ograje, vrtno pohištvo ... Okužuje beljavo in jedrovino (Humar M. 2006/07).



Slika 11: Navadna tramovka (*Gloeophyllum trabeum*), (Navadna tramovka, 2014)

3.4 IZPOSTAVITEV VZORCEV DELOVANJU GLIV

Pred izpostavitvijo glivam so bili vzorci posušeni na absolutno suho vlažnost, stehtani in sterilizirani v avtoklavu (30 min; 121 °C) (slika 12).

Izpostavitev vzorcev glivam je potekala v brezpražni komori (slika 13). Posamič ni glivi smo v gojitveni kozarec izpostavili dva impregnirana in en kontrolni neimpregniran vzorec. In sicer glivam bele trohnobe smo izpostavili bukove vzorce, glivam rjave trohnobe pa smrekove. Eksperiment je bil izveden v petih ponovitvah.



Slika 12: Avtoklav SUTJESKA



Slika 13: Brezpražna komora ISKRA



Slika 14: Vzorci v rastni komori Kambij

Vzorci (slika 14 in 15) smo po trinajstih tednih vzeli iz rastne komore, jih očiistili in stehali. Po 24 urah v sušilniku so se posušili na absolutno suho stanje ter smo jih ponovno stehali. Po končnem tehtanju smo podatke vpisali v tabelo in naredili grafe, iz katerih je razvidna izguba mas.

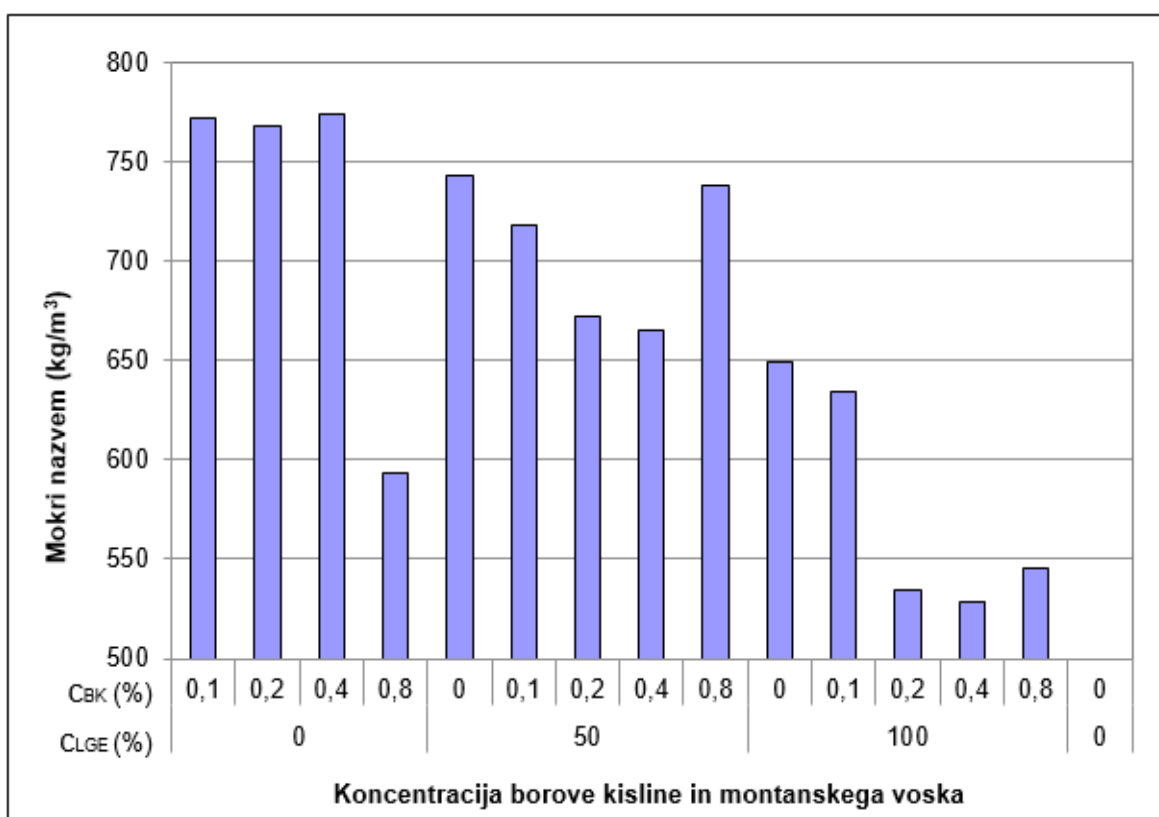


Slika 15: Vzorci po izpostavitvi glivam

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 MOKRI NAVZEM (VPLIV KONCENTRACIJE NA NAVZEM)

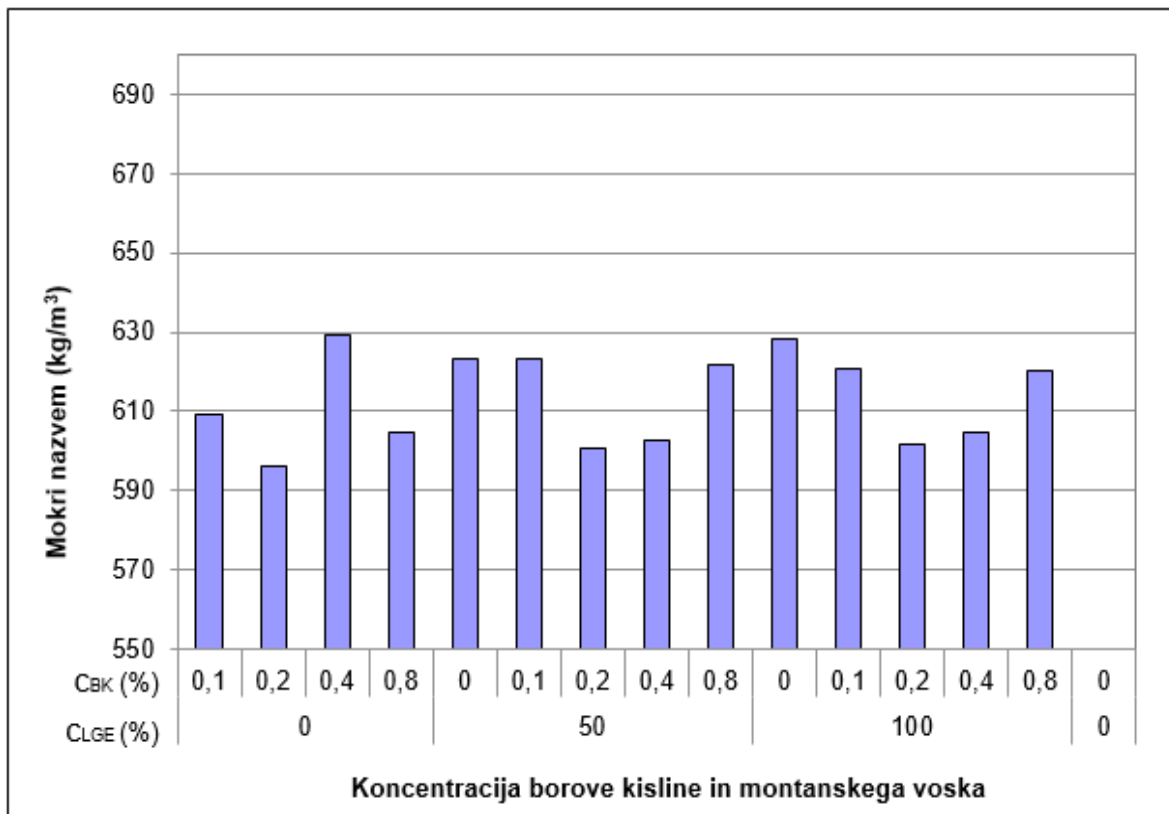
Med potapljanjem smo gravimetrično določili mokri navzem zaščitnega sredstva. Ta postopek nam pove, koliko zaščitnega pripravka smo nanесли na les med postopkom zaščite.



Slika 16: Vpliv koncentracije emulzije montanskega voska (LGE) in borove kisline (BK) na navzem biocidnega proizvoda pri smrekovih vzorcih

Na mokri navzem zaščitnega pripravka vplivata tako koncentracija borove kisline in delež emulzije LGE v pripravku. Pri smrekovini je mokri navzem značjal največ pri vzorcih, ki so bili impregnirani zgolj z raztopino borove kisline koncentracij od 0,1 % do 0,4 %. Najmanjše navzeme pa smo zabeležili pri vzorcih, impregniranih s 100 % emulzijo LGE od 0,2 % do 0,8 % (slika 16). Zaradi majhnih dimenzij vzorcev in velikega deleža lanelnih površin so bili navzemi relativno visoki. Kljub temu, da je smrekovina znana kot težko impregnabilna lesna vrsta (EN 350-2). Vendar pa je kljub majhnosti vzorcev, delež LGE

emulzije močno vplival na navzem. Do podobnih ugotovitev so prišli tudi Lesar in sodelavci 2008, ki so ugotovili, da montanski vosek iz prečne smeri prodre do 1 cm, medtem ko v prečni smeri prodre v prve poškodovane celice.



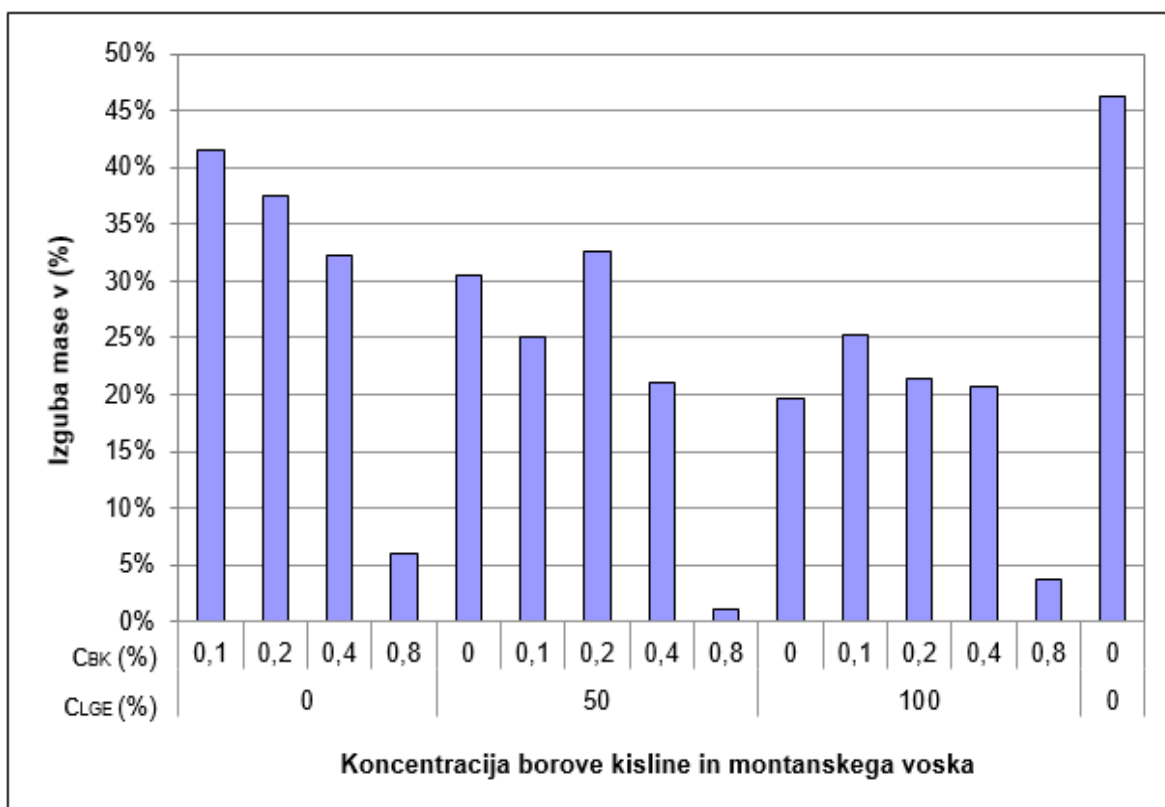
Slika 17: Vpliv koncentracije emulzije montanskega voska (LGE) in borove kisline (BK) na navzem biocidnega proizvoda pri bukovih vzorcih

Pri bukovih vzorci pa je razvidno, da so imeli bolj enakomerne navzeme zaščitnih pripravkov koncentracij od 0,1 % do 0,8 %. Pri teh vzorcih deleg emulzije LGE na mokri navzem ni imel vpliva. Predvidevamo, da je vzrok ta, da je bukovina veliko bolje impregnabilna kot smrekovina (EN 350-2).

4.2 VPLIV IMPREGNACIJE NA FUNGICIDNE LASTNOSTI

4.2.1 Bela trohnoba

4.2.1.1 Odpornost impregniranega lesa proti delovanju ogljene kroglice (Hypoxylon fragiforme)



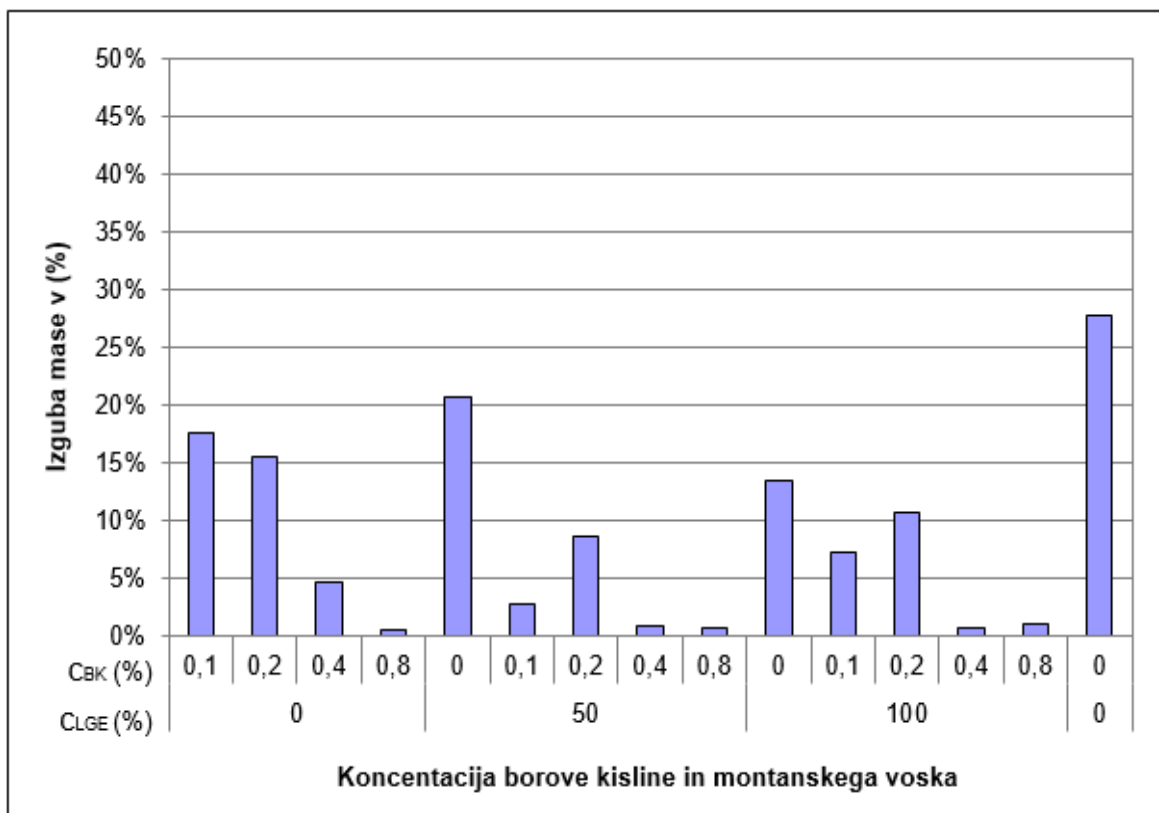
Slika 18: Izgube mase bukovih impregniranih in neimpregniranih vzorcev po 12 tednih izpostavitve delovanju glive ogljena kroglica, v odvisnosti od koncentracije borove kisline in emulzije montanskega voska (n = 5)

Kontrolni vzorci, izpostavljeni ogljeni kroglici so v treh mesecih delovanja glive v povprečju izgubili 46,3 % mase. Visok delež izgubljene mase nakazuje na visoko aktivnost glive. S slike 18 je lepo razvidno, da so vsi impregnirani vzorci v povprečju izgubili manjši delež mase kot kontrolni vzorci. Med impregniranimi vzorci so bili najbolj razkrojeni vzorci prepojeni z le 0,1 % raztopino borove kisline brez dodane emulzije. Na tem mestu velja omeniti, da je bila gliva ogljena kroglica, med vsemi glivami najbolj odporna na borove uljinkovine. Ta rezultat ni posebno problematičen, saj na srečo ogljena kroglica navadno ne razkraja lesa v uporabi.

Tudi impregnacija bukovine z zaščitnim pripravkom najvišje koncentracije borove kisline (0,8 %) ni povsem preprečila glivnega razkroja. Ti vzorci so v povprečju izgubili 2,0 %. Dodatek emulzije (50 %) v zaščitni pripravek je bistveno izboljšal odpornost impregniranih vzorcev proti glivi ogljeni kroglici. Na primer, vzorci zaščiteni z 0,4 % raztopino borove kisline, so izgubili 32,3 %, vzorci, ko pa smo jih impregnirali z raztopino iste koncentracije borove kisline, vendar smo v pripravek dodali še 50 % emulzije LGE, pa so izgubili 21,0 % mase (slika 18).

Tako smo najnižjo izgubo mase pri impregniranih vzorcih zabeležili pri bukovih vzorcih, prepojenih s pripravkom na osnovi 0,8 % raztopine borove kisline in 50 % emulzije LGE (1,2 %) (slika 18). V primeru, da smo vzorce impregnirali s pripravkom z raztopino najvišje koncentracije borove kisline in 100 % emulzijo LGE, smo opazili celo nekoliko višjo povprečno izgubo mase (3,8 %). Glavni vzrok za to je dejstvo, da so zaščitni pripravki z večjim deležem emulzije slabše prodrli v les, kar se odraža tudi v slabši odpornosti proti lesnim glivam (slika 16).

4.2.1.2 Odpornost impregniranega lesa proti delovanju pisane ploskocevke (*Trametes versicolor*)



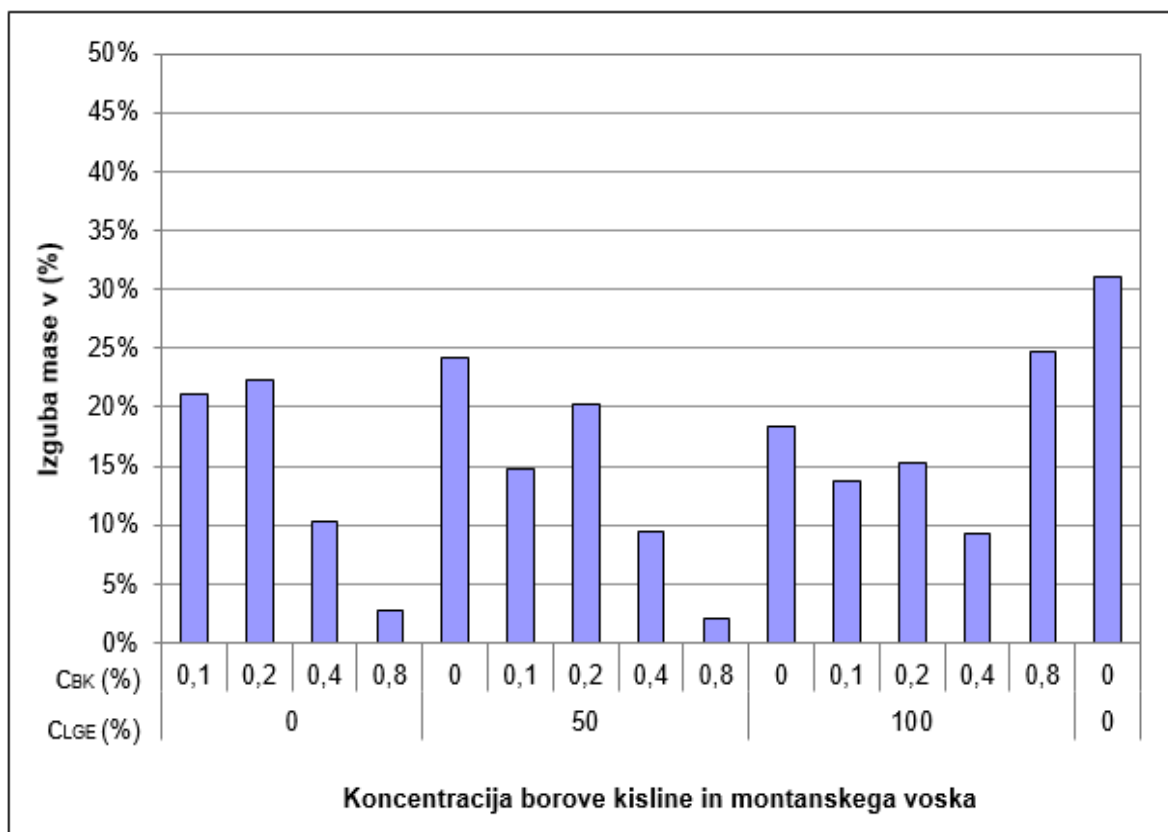
Slika 19: Izgube mase bukovih impregniranih in neimpregniranih vzorcev po 12 tednih izpostavitve delovanju glive pisane ploskocevke, v odvisnosti od koncentracije borove kisline in montanskega voska (n = 5)

Kontrolni vzorci, izpostavljeni pisani ploskocevki, so v treh mesecih delovanja glive v povprečju izgubili 27,8 % mase, kar je manj kot pri glivi ogljena kroglica. S slike 19 je razvidno, da so vsi impregnirani vzorci v povprečju izgubili manjši delež mase kot kontrolni vzorci. Med impregniranimi vzorci so bili najbolj razkrojeni vzorci, ki niso bili prepojeni z borovo kislino in vzorci, ki so bili prepojeni le z 0,1 % raztopino borove kisline brez dodane emulzije. Impregnacija bukovine z zaščitnim pripravkom najvišje koncentracije borove kisline (0,8 %) je preprečila glivni razkroj. Ti vzorci so v povprečju izgubili le 0,5 % mase. Dodatek emulzije (50 %) v zaščitni pripravek je izboljšal odpornost impregniranih vzorcev proti glivi pisana ploskocevka. Na primer, vzorci, zaščiteni z 0,4 % raztopino borove kisline so izgubili 4,7 %, ko pa smo jih impregnirali z raztopino enake

koncentracije borove kisline in dodali še 50 % emulzije LGE, pa so izgubili le 1,0 %. Tako nizke izgube mase standard SIST EN 113 smatra za zanemarljive.

Tako smo najnižjo izgubo mase pri impregniranih vzorcih zabeležili pri bukovih vzorcih, prepojenih s pripravkom na osnovi 0,8 % raztopine borove kisline in sicer le z 0,5 % izgubo (slika 19). V primeru, da smo vzorce impregnirali s pripravkom z najvišjo koncentracijo borove kisline in s 100 % emulzijo LGE, smo opazili primerljivo povprečno izgubo mase (1,1 %).

4.2.1.3 Odpornost impregniranega lesa proti delovanju bukovega ostrigarja (*Pleurotus ostreatus*)



Slika 20: Izgube mase bukovih impregniranih in neimpregniranih vzorcev po 12 tednih izpostavitve delovanju glive bukov ostrigar, v odvisnosti od koncentracije borove kisline in emulzije montanskega voska (n = 5)

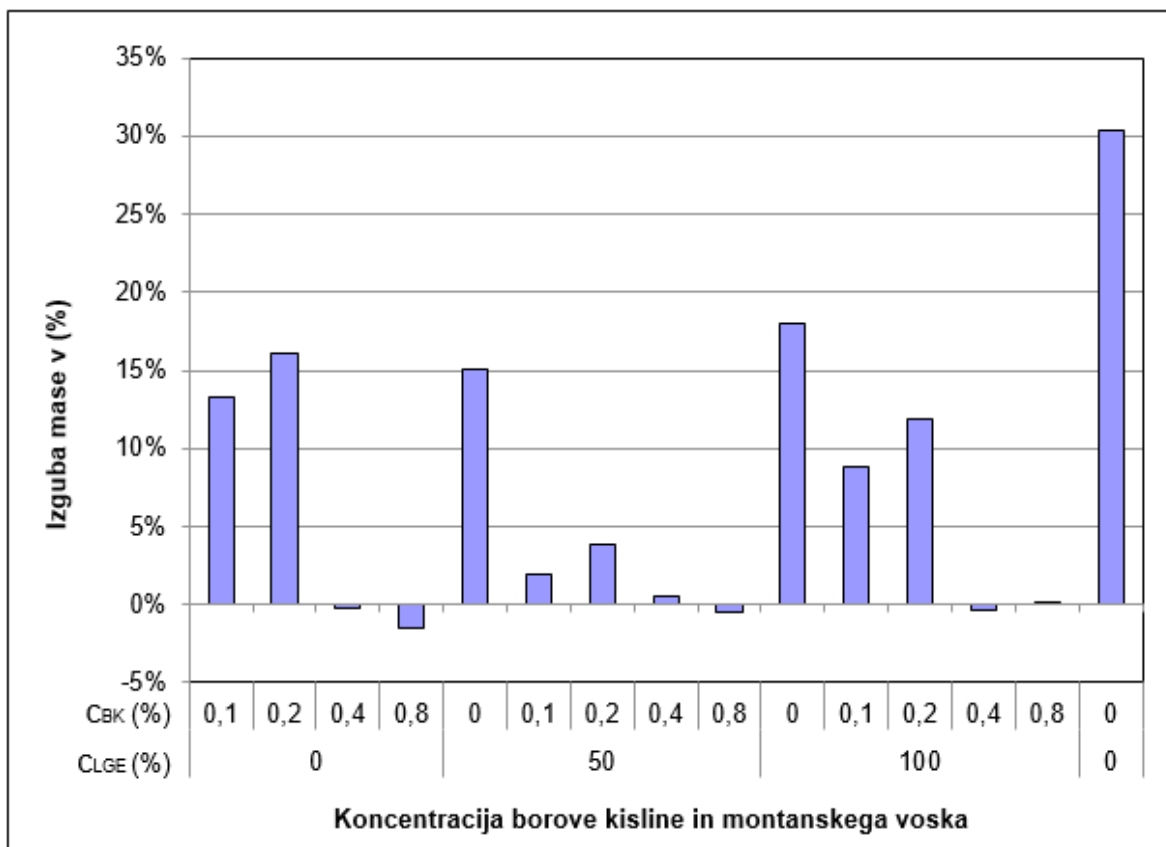
Kontrolni vzorci, izpostavljeni glivi bukov ostrigar so v treh mesecih delovanja glive v povprečju izgubili 30,4 % mase. S slike 20 je lepo razvidno, da so vsi impregnirani vzorci

v povprečju izgubili manjši delež mase kot kontrolni neimpregnirani vzorci. Med impregniranimi vzorci so bili najbolj razkrojeni vzorci prepojeni z 0,1 % in 0,2 % raztopino borove kisline brez dodane emulzije in z 0,1 % in 0,2 % raztopino borove kisline s 50 % dodane emulzije ter z 0,2 % in 0,8 % raztopino s 100 % dodane emulzije. Dodatek emulzije (50 %) v zaščitni pripravek je bistveno izboljšal odpornost impregniranih vzorcev proti glivi bukov ostrigar. Na primer, vzorci, zaščiteni z 0,4 % raztopino borove kisline so izgubili 10,4 %, ko pa smo jih impregnirali z raztopino enake koncentracije borove kisline, vendar smo v pripravek dodali še 50 % emulzije LGE, pa so izgubili primerljiv delež mase (9,5 %).

Najnižjo maso pri impregniranih vzorcih smo zabeležili pri bukovih vzorcih, prepojenih s pripravkom na osnovi 0,8 % raztopine borove kisline, pri katerih nismo dodali emulzije, oziroma smo biocidni proizvod obogatili s 50 % emulzijo LGE (2,1 %) (slika 20). V primeru, da smo vzorce impregnirali s pripravkom z najvišjo koncentracijo borove kisline in 100 % emulzijo LGE, smo opazili celo nekoliko višjo povprečno izgubo mase (25,0 %). Glavni vzrok za to je dejstvo, da so zaščitni pripravki z večjim deležem emulzije slabše prodrli v les, kar se odraža tudi v slabši odpornosti proti lesnim glivam.

4.2.2 Rjava trohnoba

4.2.2.1 Odpornost impregniranega lesa proti delovanju bele highe gobe (*Antrodia vaillantii*)

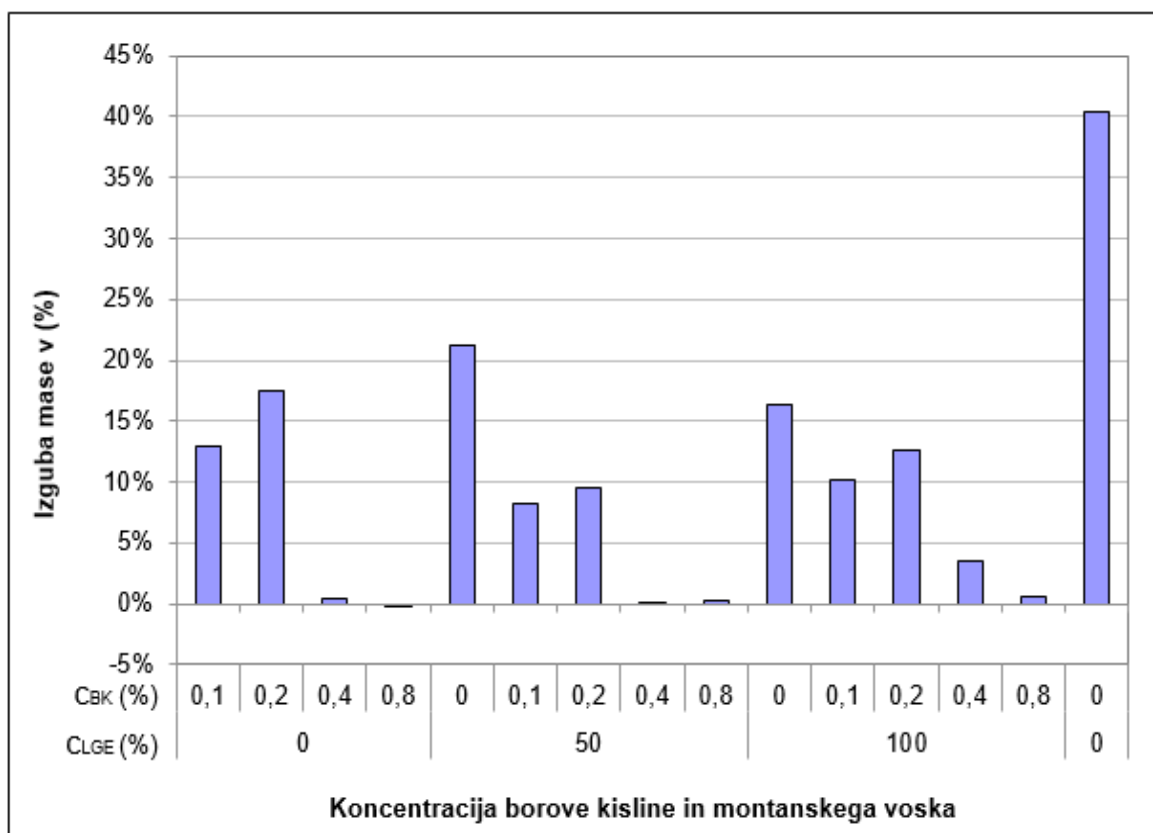


Slika 21: Izgube mase smrekovih impregniranih in neimpregniranih vzorcev po 12 tednih izpostavitve delovanju bele highe gobe, v odvisnosti od koncentracije borove kisline in emulzije montanskega voska (n = 5)

Kontrolni vzorci, izpostavljeni beli hični gobi, so v treh mesecih delovanja glive v povprečju izgubili 30,3 % mase. Delež izgubljene mase nakazuje na visoko aktivnost glive. S slike 21 je lepo razvidno, da so vsi impregnirani vzorci v povprečju izgubili manjši delež mase kot kontrolni vzorci. S te slike je tudi razvidno, da je bela hična goba bolj občutljiva na delovanje borove kisline kot glive bele trohnobe. Impregnacija smrekovine z zaščitnim pripravkom najvišje koncentracije borove kisline (0,8 %) je preprečila glivni razkroj. Ti vzorci so v povprečju celo pridobili 1,5 % mase. Razloga za to ne znamo v celoti pojasniti. Dodatek emulzije (50 %) v zaščitni pripravek je podobno kot pri ostalih glivah izboljšal odpornost impregniranih vzorcev proti beli hični gobi. Na primer, vzorci zaščiteni z 0,2 %

raztopino borove kisline so izgubili 16,1 % mase, ko pa smo jih impregnirali z raztopino enake koncentracije borove kisline, vendar smo v pripravek dodali še 50 % emulzije LGE, pa so izgubili bistveno manj mase (1,8 %). Izguba mase vseh vzorcev, impregniranih z 0,4 % ali 0,8 % raztopino borove kisline, ne glede na delež emulzije LGE, je bila zanemarljiva.

4.2.2.2 Odpornost impregniranega lesa proti delovanju sive hišne gobe (*Serpula lacrymans*)



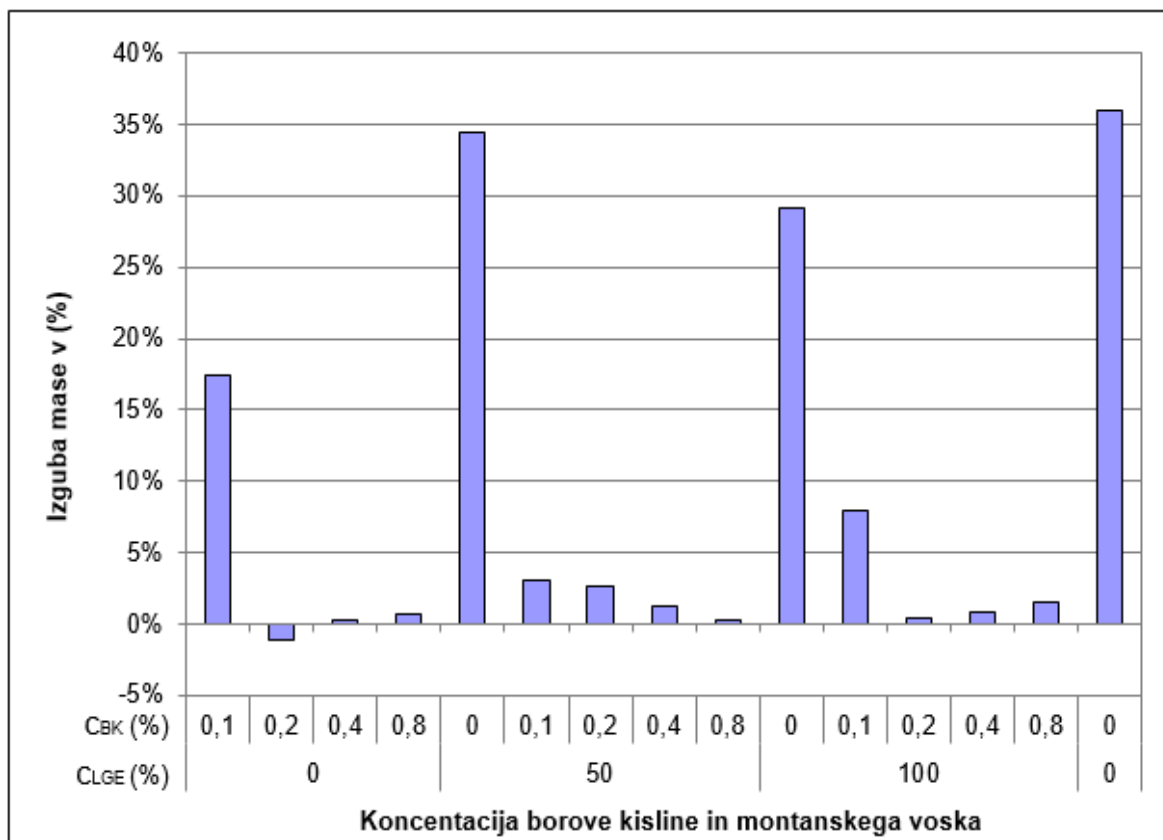
Slika 22: Izgube mase smrekovih impregniranih in neimpregniranih vzorcev po 12 tednih izpostavitve delovanju sive hišne gobe, v odvisnosti od koncentracije borove kisline in emulzije montanskega voska (n = 5)

Kontrolni vzorci, izpostavljeni sivi hišni gobi, so v treh mesecih delovanja glive v povprečju izgubili 40,5 % mase. Ta visok delež izgubljene mase nakazuje na visoko aktivnost glive. Siva hišna goba sodi med najbolj agresivne lesne glive, ki zelo ogroža les v bivanjskem okolju. S slike 22 je razvidno, da so vsi impregnirani vzorci v povprečju izgubili manjši delež mase kot kontrolni vzorci. Med impregniranimi vzorci so bili najbolj

razkrojeni vzorci prepojeni z le 0,1 % in 0,2 % raztopino borove kisline brez dodane emulzije.

Impregnacija bukovine z zaščitnim pripravkom srednje (0,4 %) in najvišje koncentracije borove kisline (0,8 %) je preprečila glivni razkroj. Slednji vzorci so v povprečju celo pridobili nekaj mase. Dodatek emulzije (50 %) v zaščitni pripravek je le rahlo izboljšal odpornost impregniranih vzorcev proti sivi hišni gobi. Na primer, vzorci, zaščiteni z 0,2 % raztopino borove kisline so izgubili 17,6 %, ko pa smo jih impregnirali z raztopino enake koncentracije borove kisline, vendar smo v pripravek dodali še 50 % emulzije LGE, pa so izgubili bistveno manj mase (9,6 %). V primeru, da smo vzorce impregnirali s pripravkom z 0,2 % koncentracijo borove kisline in s 100 % emulzijo LGE, smo opazili nekoliko višjo izgubo mase (12,6 %). Tudi v tem primeru je razlog za to dejstvo, da so pripravki z nižjo koncentracijo montanskega voska bolje prodrli v les kot pripravki z višjim deležem emulzije LGE.

4.2.2.3 Odpornost impregniranega lesa proti delovanju navadne tramovke (*Gloeophyllum trabeum*)



Slika 23: Izgube mase smrekovih impregniranih in neimpregniranih vzorcev po 12 tednih izpostavitve delovanju glive navadna tramovka, v odvisnosti od koncentracije borove kisline in emulzije montanskega voska (n = 5)

Kontrolni vzorci, izpostavljeni navadni tramovki, so v treh mesecih delovanja glive v povprečju izgubili 44,6 % mase. Visok delež izgubljene mase nakazuje na visoko aktivnost glive. S slike 23 je razvidno, da so vsi impregnirani vzorci v povprečju izgubili manjši delež mase kot kontrolni vzorci. Med impregniranimi vzorci so bili najbolj razkrojeni vzorci prepojeni le s 50 % in 100 % emulzijo LGE (34,4 % oziroma 28,2 %). Impregnacija smrekovine z zaščitnim pripravkom z 0,2 % ali večjo koncentracijo borove kisline je povsem preprečila glivni razkroj, ne glede na to, ali smo dodali emulzijo LGE ali ne.

5 SKLEPI

V raziskavi smo preučevali interakcije med lesom, borovo kislino in LGE emulzijo montanskega voska. Pri tem smo prišli do naslednjih sklepov:

Borovo kislino in emulzije voskov je mogoče zmešati med seboj. S pripravkom na osnovi borove kisline in emulzijo montanskega voska lahko impregniramo les.

Borova kislina in vodna emulzija voskov delujeta sinergistično. Odpornost lesa, impregniranega s pripravki na osnovi emulzij montanskega voska in borove kisline, proti lesnim glivam se poveča.

6 POVZETEK

Na področju zaščite lesa je vedno več biocidnih učinkovin prepovedanih. Na zakonodajnem področju se dogajajo številne spremembe. Prav tako se dviguje tudi okoljska zavest kupcev, ki se vedno bolj izogibajo kemikalijam. Ena od uspešnih alternativ je uporaba vodnih emulzij montanskega voska, ki ga lahko kombiniramo z borovimi učinkovinami. Borove spojine so odlični fungicidi in insekticidi, ter imajo zelo malo škodljivih vplivov na okolje. Njihova slabost pa je, da se močno izpirajo iz lesa. Po drugi strani pa spodbujajo rast gliv in plesni. V raziskavi smo montanskemu vosku dodali borove kisline in s tem izboljšali delovanje borovih učinkovin na najpomebnejše lesne glive.

7 LITERATURA IN VIRI

Benko R., Kervina ĩ Hamovĳ L., Gruden M. 1987. Patologija lesa. Lesna fitopatologija. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta. Odd. za lesarstvo: 122 str.

Biocidal Products Directive 1998/8/ EC of 16 February 1998 concerning the placing of biocidal products on the market. Official Journal of the European Communities, L 123: 1 ĩ 63

Bukov ostrigar, Wikipedija, 2014
<https://de.wikipedia.org/wiki/Austern-Seitling> (29.9.2014)

ChemCor 2008 About wax. <http://www.chemcor.net/wax%20types,vegetable%20wax.htm> (29.8.2008)

Commanster, Navadna tramovka, 2014. <http://www.commanster.eu>, (29.9.2014)

Cyberlipid 2008. Waxes. <http://www.cyberlipid.org/wax/wax0001.htm#top>, (19.8.2008)

Dickinson D.J., Murphy R. J. 1989. British Wood Preserves Association Annual Convention, Paper 6

Eaton R. A., Hale M. D. C. 1993. Wood decay, pests and protection. London, Chapman and Hall: 250 str.

European Committee for Standardization, 1989. Wood preservatives; determination of the toxic values against wood destroying basidiomycetes cultured an agar medium. EN 113, Brussels.

European Committee for Standardization, 2005. Durability of wood and woodbased products – natural durability of solid wood – part 2: guide to natural durability and treatability of selected wood species of importance in Europe. EN 350 – 1/2, Brussels

Findlay W. 1956: The toxicity of borax to wood-rotting fungi. Timber Technology and Machine Woodworking, 61: 275 – 276

Foncepi 2008. Carnauba. <http://www.foncepi.com.br/eng/products.asp#topo>, (27.8.2008)

Gorjak S. 2001. Poizkus gojenja ostrigarja (*Pleurotus* sp.) na substratih iglavcev za biološko zatiranje patogenih gliv. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 63 str.

Heinrichs F.L. 2003. Montan wax V: Ullman's encyclopedia of industrial chemistry, Vol. 39, 3. izdaja (Ur.), Bhonet M. Wiley-VCH, Weinheim: 154 – 159

Humar M. 2004. Zaščita lesa danes – jutri. Les, 56: 184 – 189

Humar M. 2006/07 Zaščita lesa; zapiski iz predavanj. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo

Humar M. 2008. Zaščita lesa- kam gremo? V: Gradnja z lesom – izziv in priložnost za Slovenijo. Manja Kitek Kuzman (ur.). Ljubljana: 102 – 107

Humar M. 2008. Bukov ostrigar – užitna goba, ki jo lahko gojimo tudi doma. Les, 60, 9: 353

Jonge I.J. 1987: The efficacy of wood preservative preparations. International Research Group for Wood Preservation. IRC/ WP 3400, 7str.

Kregar R. 1956. Površinska obdelava lesa: Načrt. II. Knjiga, Kmetijska knjiga, Ljubljana

Leach N.J., 1993. Modern wood finishing techniques. Stobard Davis, Hartford, U.K.

Leithoff H., Blancquaert P. 2006. The future of wood protection in the light of the BPD.
Bruselj, COST e37: 26 str.

Lesar B. 2011. Interakcija borovih spojin in emulzij voskov z lesom ter lesnimi glivami.
Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 20 str.

Lesar B., Zupančič M., Humar M. 2008. Mikroskopska analiza lesa
impregniranega z vodno emulzijo montana voska. Les, 60, 9: 320-326

Leiß B. 1996. Holz natürlich schützen. Heidelberg, C.F. Müller Verlag, Heidelberg, Germany:
153 str.

Matthies L. 2001. Natural montan wax and its raffinates. European Journal of lipid Science
and Technology, 103: 239 i www.bfaft.de/cost37.htm 248

Mihevc V. Tigler., Krajnc, A., 1994. Odpornost voskanih površin na reagente in toploto.
Les, 46, 1-2: 10-13

Ogljena kroglica, Wikipedija, 2014

https://de.wikipedia.org/wiki/R%C3%B6tliche_Kohlenbeere (29.9.2014)

Peek R.D. 2008. Creosote and the Biocidal Products Directive i Revised conclusion.
<http://www.bfafh.de/cost37.htm> (5.5.2008)

Petrič M. 2000. Natural oils and waxes for surface protection of wood. International
conference Ecological, biological and medical furniture i facts and misconceptions.
Zagreb, Šumarski fakultet: 6 str.

Plut S. 2008 Vosek. Ljubljanska zveza Slovenije.

http://www.czs.si/cebele_pridelki_vosek.php (29.8.2008)

Peylo A., Willeitner H. 2001: Bewertung von Boraten als Holzschutzmittel. Holz als Roh- und Werkstoff, 58: 476 i 482

Pisana ploskocevka, Wikipedija, 2014

<https://de.wikipedia.org/wiki/Schmetterlings-Tramete> (29.9.2014)

Pohleven F., Petrič M. 1992. Ekološka perspektiva zaščite lesa pred škodljivci. Nova proizvodnja, 43, 3: 94 i 98

Pohleven F., Petrič M., Zupin J. 2000. Effect of mini- block test conditions on activity of *Coniophora puteana*. The International Research Group on Wood Preservation. IRG/Wp 0230291: 12 str.

Rep G., Pohleven F. 2002. Wood modification i a promising method for wood preservation = Modifikacija drva i obelavejuća metoda za zaščiti drva. Drvna industrija, 52, 2: 71-76

Schmidt O. 1994. Holz- Bauenpilze. Berlin, Springer i Verlag: 246 str.

Seifert K. 1968. Zur Systematic der Holz- faulen Ihre Chemischen und aphysikalischen Kennzeichen Holz als Roh und Werkstoff: 215 i 280

Siva hična goba, Wikipedija, 2014

https://sl.wikipedia.org/wiki/Lesne_glive (29.9.2014)

Smrdelj G. 2009. Fungicidne lastnosti lesa impregniranega z vodnimi emulzijami voskov. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 40 str.

SpecialChem 2008. Wax Emulsions Center.

<http://www.specialchem4coatings.com/tc/wax/index.aspx?id=waxes> (27. 8. 2008)

Treu A., Luckers J., Militz H. 2004. Screening of modified linseed oils on their applicability in wood protection. International Research Group on Wood Preservation, IRG Document No: IRG/WP 04-30346: 17 str.

Vesel Tratnik N. 1994. Interakcija in encimska aktivnost gliv pri piravosti bukve. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Oddelek za lesarstvo: 161 str.

Voh B. 2001. Izpiranje spojine borove kisline in etanolamina iz lesa, premazanega z lazurami. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odelek za lesarstvo: 60 str.

Warth A.H. 1959. The chemistry and Technology of Waxes. Reinhold Publishing cooperation, New York (USA): 2 str.

Weissenfeld P. 1988. Holzschutz ohne gift? Staufen bei Freiburg, Ökobuch: 190 str.

Wolfmeier U. 2003. Waxes. V: Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry, Vol. 39, 3. izdaja, Bonnet M. (ur.) Wiley-VCH, Weinheim: 136-141

Zaščita lesa, Micelij bele higne gobe, 2014
<https://www2.arnes.si> (29.9.2014)

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Mihi Humarju za vso pomoč in strokovno vodenje pri izdelavi diplomskega dela, somentorju doc. dr. Boštjanu Lesarju za pomoč pri izvedbi poizkusov in podroben pregled diplome.

Zahvalila bi se tudi prof. dr. Marku Petriču za opravljeno recenzacijo diplomske naloge in vsemu osebju Katedre za patologijo in zaščito lesa, ki ste mi na kakršenkoli način pomagali pri izvedbi diplomske naloge.

Zahvalila bi se družini, sočolcem in prijateljem za vso podporo.