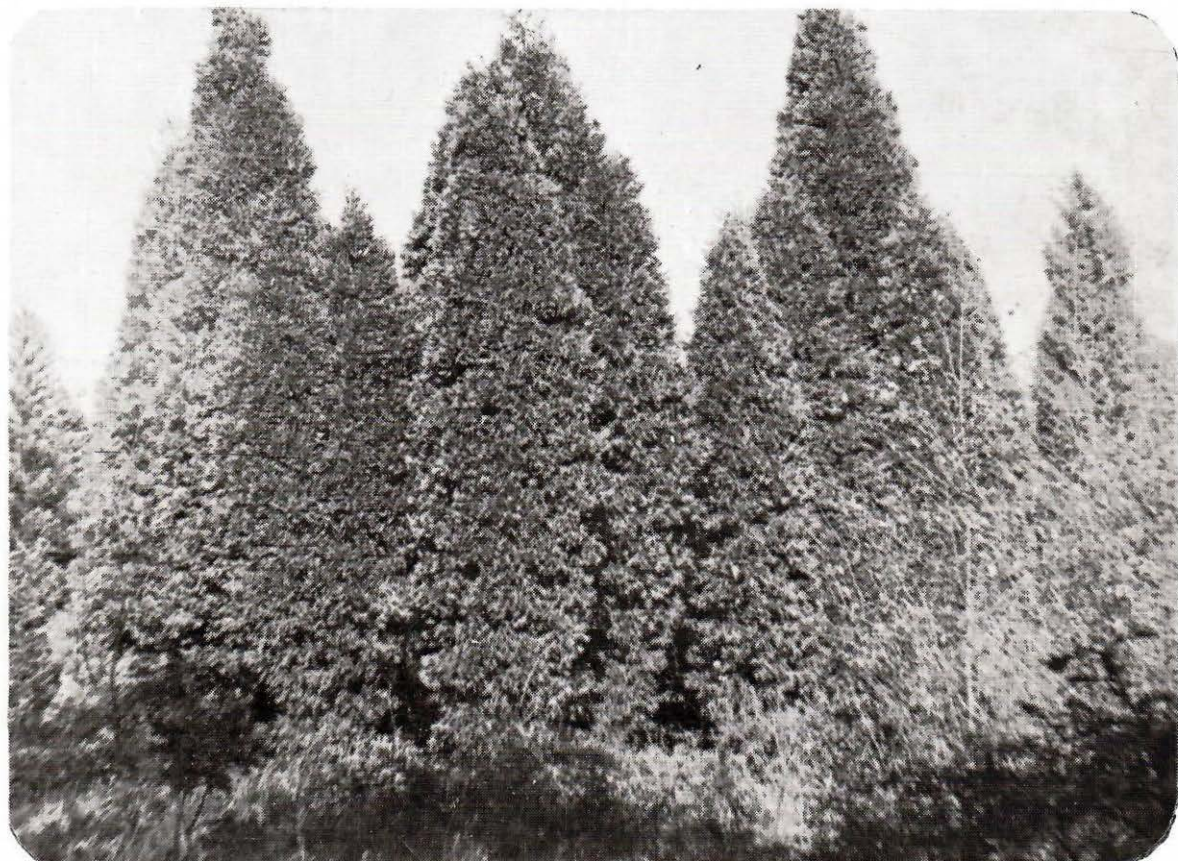


INSTITUT ZA ŠUMARSTVO I DRVNU INDUSTRIJU — BEOGRAD

# ZBORNİK RADOVA



INSTITUT ZA ŠUMARSTVO  
I DRVNU INDUSTRIJU  
BEOGRAD

INSTITUTUM SILVICULTURAE  
ET LIGNI PRAEFABRICANDI  
BEOGRAD

INSTITUTE OF FORESTRY  
AND WOODWORKING  
INDUSTRY — BEOGRAD

ZBORNİK RADOVA

COLLECTANEA

COLLECTION

TOM XX — XXI

BEOGRAD

1983.

INSTITUT ZA ŠUMARSTVO I DRVNU INDUSTRIJU — BEOGRAD

---

INSTITUTE OF FORESTRY AND WOODWORKING INDUSTRY — BEOGRAD

# ZBORNIK RADOVA

COLLECTION

XX — XXI

BEOGRAD

1983.

INSTITUT ZA ŠUMARSTVO I DRVNU INDUSTRIJU — BEOGRAD

---

INSTITUTE OF FORESTRY AND WOODWORKING INDUSTRY — BEOGRAD

Glavni i odgovorni urednik:

Dr ing. MILKA PENO

Redakcioni odbor:

Dr Milutin, Jovanović, naučni savetnik,

Dr Radenko Lazarević, naučni savetnik,

Mr Srđan Tanasković, stariji asistent,

Ing. Pavle Čuković, stručni savetnik,

Ing. Milun Topalović, asistent.

Urednik — lektor:

MILUTIN VUJOVIĆ, novinar

Uredništvo: Beograd, Kneza Višeslava br. 3

---

Štampa: Zavod za kartografiju „GEOKARTA”, Beograd, Bul. voj. Mišića 39

SADRŽAJ

Jelica Popović:

HEMIJSKE PROMENE U DRVETU *PICEA EXCELSA* L. I *PINUS SILVESTRIS* L. PRIRODNO I VEŠTAČKI INFICIRANIH GLJIVOM *FOMES ANNOSUS* (FR.) COOKE — — — — — 5

Chemical changes of spruce and scots pine wood, naturally and artificially infected by *Fomes annosus* — — — — — 21

Dragan Vuletić, Milutin Jovanović:

FENOLOŠKA OSMATRANJA I VISINSKI RAST DVOGODIŠNJIH SADNICA DUGLAZIJE RAZLIČITIH PROVENIJENCIJA — — — — — 23

Phenological observations and height growth of 2-year old Douglas — fir seedlings of different provenances — — — — — 29

Darinka Vrcelj-Kitić, Milutin Jovanović:

UVOĐENJE TAMJAN KEDRA (*Calocedrus decurrens* Torr./Florin) U ŠUME SRBIJE, SA OSVRTOM NA MOGUĆNOST KORIŠĆENJA NAJSTARIJIH STABALA ZA PRODUKCIJU SEMENA — — — — — 31

Introduction of Incense cedar (*Calocedrus decurrens* Torr./Florin) in Serbia with the reference to the possibility of using the oldest trees for seed production — — — — — 42

Tihomir Milosavljević:

MOGUĆNOSTI PRIMENE TOPOLE U INDUSTRIJSKOJ PROIZVODNJI LAMELIRANIH LEPLJIVIH KONSTRUKCIJA ZA STAMBENU IZGRADNJU — — — — — 43

Possibilities of using poplars in industrial production of laminated glued beams in housing construction — — — — — 50

Ljubisav Marković:

PRILOG PROUČAVANJU REZISTENTNOSTI KLONOVA SMRČE (*PICEA ABIES* KARST) NA NAPAD INSEKATA IZ RODA *CHERMES* — — — — — 51

Contribution to the study of the resistance of spruce clones to <i>Chermes</i> attack — — — — —	58
Vera Plavšić:	
UTICAJ IZVORA UGLJENIKA I AZOTA NA MORFOLOŠKE I PATOGENE ODLIKE <i>FUSARIUM OXYSPORUM</i> VAR. <i>ORTHO-CERAS F. PINI</i> — — — — —	59
Influence of the sources of Carbon and Nitrogen on morphological pathogenic characteristics of <i>Fusarium oxysporum</i> var. <i>orthoceras f. pini</i> — — — — —	70
Dragica Vilotić:	
UTICAJ GUSTINE SETVE NA FORMIRANJE KORENOVOG SISTEMA SEJANACA CRNOG I BELOG BORA — — — — —	71
Influence of sowing density to root system formation of Black and Scots pine seedlings — — — — —	79
Milomir Vasić:	
REZULTATI ISPITIVANJA MOGUĆNOSTI SUZBIJANJA KOROVA U SEMENIŠTU <i>PICEA EXCELSA</i> — — — — —	81
Study of the possibility of weed control in seed-beds of <i>Picea excelsa</i> — — — — —	87
Milka Peno, Nada Veselinović:	
REZULTAT ISPITIVANJA PROIZVODNJE SEMENA — MICELIJE ŠAMPINJONA ( <i>AGARICUS</i> SPP.) — — — — —	89
Investigation of Mycellia production of the fungi <i>Agaricus</i> spp.	100
Dragan Vuletić, Ljubisav Marković:	
REZULTAT KONTROLISANE MEĐUVRSNE HIBRIDIZACIJE NEKIH VRSTA RODA <i>JUGLANS</i> L. — — — — —	101
Controlled interspecific hybridization of different species in the genus <i>Juglans</i> L. — — — — —	107
Radenko Lazarević:	
VREDNOVANJE RELJEFA SR SRBIJE — — — — —	109
Evaluation of the relief of S. R. of Serbia — — — — —	130
Naslovna strana:	
Grupa stabala tamjan-kedra ( <i>Calocedrus decurrens</i> Florin) na „Šupljoj steni”, u starosti od 29 godina.	
(Foto: Darinka Vrcelj-Kitić).	

**HEMIJSKE PROMENE U DRVETU PICEA EXCELSA L. I PINUS SIL-  
VESTRIS L, PRIRODNO I VEŠTAČKI INFICIRANIH GLJIVOM FOMES  
ANNOSUS (FR.) COOKE**

*Jelica Popović*

**U V O D**

Tokom evolucije viših gljiva nastali su i diferencirani, veoma složeni fermentni kompleksi, pomoću kojih one transformišu osnovne komponente drveta i time prouzrokuju fizičke i hemijske promene koje uslovljavaju gubitak normalnih svojstava drvne mase. Veliki broj epiksilnih gljiva sposoban je da izvrši degradaciju organskih molekula (lignin, celuloza), najrezistentnijih polimera sintetizovanih u biljnim ćelijama i time utiču na smanjenje ili potpuno onemogućće kompleksno iskorišćavanje drveta.

Hemijska svojstva komponenata drveta: celuloze, hemiceluloze, lignina i ekstraktivnih supstanci su dosta složena, pa je ispitivanje njihove transformacije i mikroorganizama koji u tome učestvuju vrlo delikatno i mora da se izvodi kompleksno.

Prve informacije o procesima razgradnje drveta pod uticajem gljivičnih organizama dao je Schacht (1863). Raspadanje zidova ćelija biljaka pod delovanjem gljiva i formiranje encima koji razlažu celulozu eksperimentalno je dokazao u svojim radovima Bary (1886), a Hartig (1878) dao je detaljan prikaz o značaju viših gljiva kao prouzrokovala oštećenja biljaka i prva tumačenja klasifikacije tipova truleži. Ove osnovne postavke u klasifikaciji i danas koristi veći broj istraživača.

Prve podatke o hemijskim promenama u drvetu pod dejstvom gljiva dao je Buller (1906). Parametri ovih promena izraženi su u sadržaju ugljenika, kiseonika, vodonika i azota u zdravom i veoma oštećenom drvetu *Acer pseudo-platanus* zbog napada gljive *Polyporus squamosus*.

Ispitivanja Rosea i Lisa prema Campbellu (1952) pokazala su da pod uticajem gljivičnih organizama nastaju veće kvantitativne promene osnovnih komponenata drveta. Navedeni autori su prvi istraživači u ovoj oblasti. Oni su postavili i osnovne metode za analizu zaraženog drveta i dokazali da gljive razgrađuju ugljene hidrate.

Na osnovu promene boje drveta koje nastaju pod uticajem gljive, razlikujemo dve kategorije truleži, belu i mrku.

U zavisnosti od toga u kakvim odnosima se razlaže ligninski i polisaharidni deo drveta, Campbell (1930, 1931. i 1932) deli gljive prouzrokovaoće bele truleži u tri grupe. Gljive prve grupe razlažu u prvom redu lignin i slobodne pentozane. Razlaganje celuloze počinje nešto kasnije, odnosno u drugoj fazi, dok u trećoj fazi nastaje razlaganje pentozana povezanih sa celulozom. Proces razlaganja drveta kod druge grupe ide sledećim redom: a) celuloza i pentozani sa njom, b) lignin i c) slobodni pentozani koji duže ostaju nerazloženi. Gljive treće grupe razlažu lignin i polisaharide drveta istovremeno. Sa celulozom i ligninom istovremeno se razlažu i obe grupe pentozana.

Prema podacima Manskaja i Kodina (1975) fermentativni mehanizam procesa razgradnje molekula lignina je nedovoljno proučen. Nije utvrđen ni ferment koji specifično deluje na molekul lignina ili njegove delove. Vodeća uloga u razgradnji lignina verovatno pripada kompleksu oksidativnih fermenta — peroksidaze i lakaze. Kompleksu ovih fermenta pripisuje se depolimerizacija i demetoksilacija lignina.

Prema većem broju autora, kod mrke truleži su na prvom mestu napadnuti hemiceluloze i celuloza, dok je lignin manje ili više pošteđen.

Bray i Andres, prema Campbellu (1952), navode da gljive prouzrokovaoći mrke truleži mogu neznatno da utiču na smanjenje lignina.

Prema Findlay-u (1932), hemiceluloza i celuloza su glavne komponente koje se transformišu u procesu mrke truleži. Gubitak lignina određen analizom zdravog i oštećenog drveta postaje signifikantan kad je izgubilo 50—60% od svoje početne težine.

Prema najvećem broju objavljenih radova, gljiva *Fomes annosus* je svrstana u kategoriju gljiva koje prouzrokuju belu trulež. Falck i Haag (1927) dali su prve podatke hemijske analize drveta *Picea* spp. oštećenog gljivom *F. annosus*. Prema ispitivanjima ovih autora, ona prouzrokuju belu trulež, što je dokazano sadržajem ugljenika u oštećenom drvetu smrče koji je iznosio 41,4%, a u zdravom 44,51%. U svim ispitivanim stadijumima razlaganja drveta, sadržaj lignina je bio niži u zaraženom drvetu.

#### MATERIJAL I METOD RADA

Hemijske analize drveta napadnutog gljivom *F. annosus* obavljene su na uzorcima smrče i belog bora uzetih iz prirodno zaraženih stabala i drvenih epruveta inokulisanih gljivom *F. annosus*, izolatima Fa<sub>1</sub> i Fa<sub>2</sub>.

Prirodno zaraženo drvo bora izdvojeno je sa Deliblatske peščare, a smrča sa Kopaonika. Uzorci prirodno zaraženog drveta smrče izdvojeni su sa

dva stabla približne starosti. Prvo stablo karakterisala je početna i vidna trulež, a drugo je bilo u završnoj fazi truleži. Iz stabla koje je imalo vidnu fazu, izdvojena su dva uzorka, jedan sa vidnom promenom boje, a drugi u njegovoj neposrednoj blizini. Sa stabla koje je bilo u završnoj fazi truleži, uzorci su uzeti iz panja, zatim sa visine stabla od 70, 100 i 140 cm.

Iz zaraženog drveta bora uzeto je ukupno četiri uzoraka, koji su prema makroskopskoj proceni pripadali početnoj, vidnoj odmakloj i završnoj fazi truleži.

Veštačka infekcija epruveta dimenzije 5 x 2,5 x 1,5 cm obavljena je u bocama (po Coleu), a ogled je trajao 90 dana. Epruvete su prethodno sterilisane na 105°C, a potom stavljene na već dobro razvijenu kulturu izolata Fa<sub>1</sub> i Fa<sub>2</sub>. Posle tri meseca inkubacije epruvete su izvađene, očišćene od micelije gljive i ručno usitnjene i samlevene u mikromlinu. Posle mlevenja uzorci su prosejani kroz sito Ø 0,5 mm, i tako pripremljeni za hemijsku analizu.

a) **Određivanje rastvorljivosti drveta u smeši benzol-alkohol po metodi Tappi T-6m-59**

Dva grama vazdušno suvih opiljaka stavi se u stakleni filter i ekstrahuje smešom benzol-alkohol (2 : 1) u Soxlet-aparatu u toku 6 časova. Ekstrakt se potom prebaci u porculansku šolju, koja je prethodno dovedena do stalne težine, ispari na vodenom kupatilu i suši na 105°C do konstantne težine.

b) **Određivanje rastvorljivosti drveta u 1%-nom natrijum-hidroksidu**

Dva grama vazdušno suvih opiljaka prelije se sa 100 ml 1%-nog natrijum-hidroksida. Posle tri časa filtruje se kroz stakleni filter br. 2 i ispira najpre sa 100 ml 10%-ne sirćetne kiseline, a zatim toplom vodom do neutralne reakcije. Ostatak se suši do konstantne težine.

c) **Određivanje lignina sa 72%-nom sumpornom kiselinom po modifikovanoj metodi Komarova**

Jedan gram vazdušno suvih opiljaka, prethodno obesmoljenih smesom benzol-alkohol, tretira se u koničnom balonu sa 15 ml sumporne kiseline u toku 2,5 časa, na temperaturi 24—25°C. Sadržaj balona se povremeno meša, zatim se smeša lignina sa sumpornom kiselinom razblaži sa 200 ml destilovane vode i ključa u balonu sa povratnim hladnjakom jedan čas. Zatim se lignin filtruje kroz prethodno osušen i izmeren stakleni filter No-2, ispira vrelom vodom do neutralne reakcije i suši do konstantne težine.

d) **Određivanje celuloze po metodi Kurschner-a i Hoffer-a**

Jedan gram vazdušno suvih opiljaka stavi se u konični balon, zapremine 200—250 ml i prelije sa 25 ml smeše azotne kiseline i etilalkohola (1 : 4).

Zatim se ostavi da ključa u toku jednog časa u balonu sa povratnim hladnjakom na vodenom kupatilu. Posle ključanja tečnost se odlije kroz stakleni filter prethodno doveden do stalne težine. Ovako tretiranje ponovi se 3—4 puta, zatim se celuloza odfiltruje kroz stakleni filter, ispira sa 10 ml sveže smeše alkohol-azotna kiselina, pa onda vrelom vodom do neutralne reakcije i suši na 105°C do konstantne težine.

#### e) Određivanje vlage drveta

Uzorci od jednog grama suše se u toku 16 časova na 105°C do konstantne težine. Sadržaj vlage se određuje na osnovu gubitaka težine.

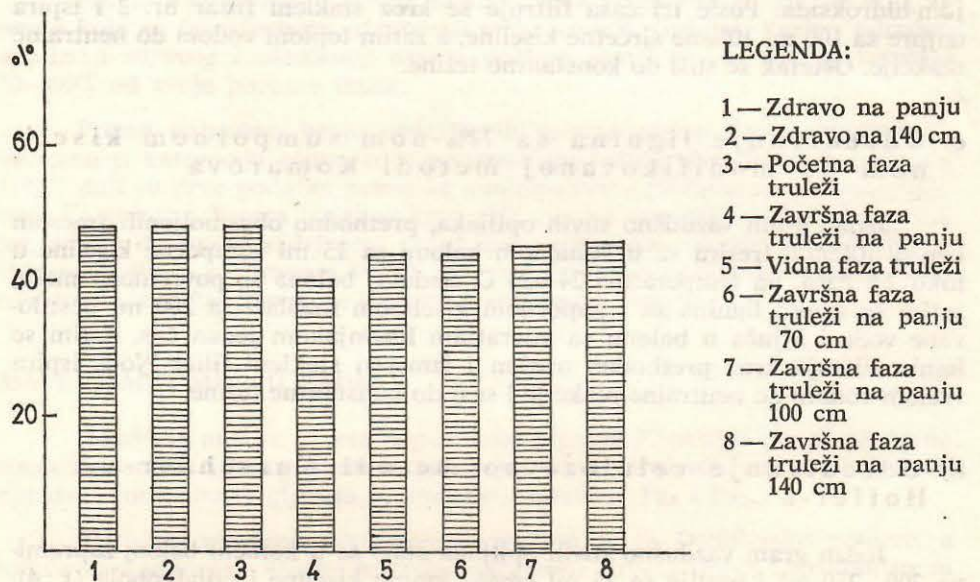
### REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA (P. EXCELSA)

#### a) Određivanje celuloze

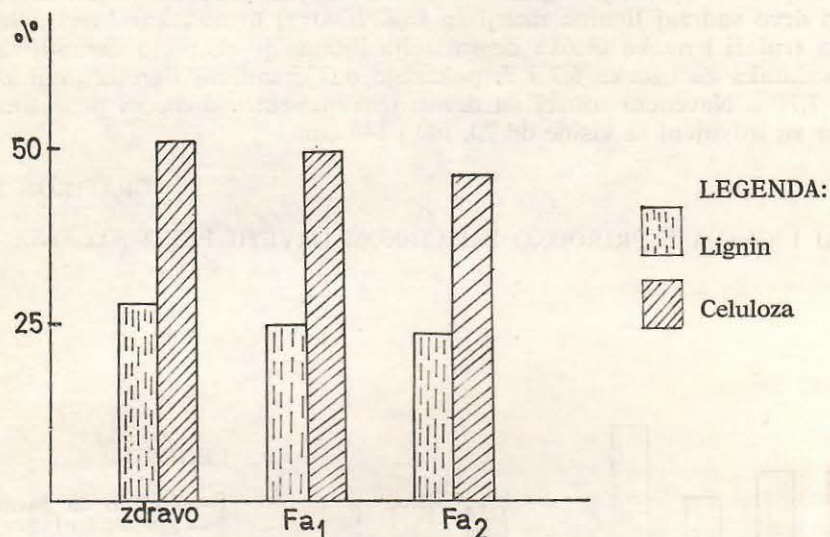
Sadržaj celuloze u zdravom drvetu je dosta različit, ali se u drvnom tkivu obično nalazi 40—50%. U našim uzorcima smrče sadržaj celuloze u zdravom drvetu pri osnovi stabla iznosio je 48,94%, a na visini od 140 cm 47,83% (graf. 1). Najveći stepen degradacije celuloze kod stabla završne faze truleži, utvrđen je u uzorku broj 5. Ukupno smanjenje celuloze iznosio je 9,83%. Sa povećanjem visine stabla sadržaj celuloze se menja, tako da na visini od 140 cm ukupno smanjenje sadržaja celuloze iznosi 4,39%.

GRAFIKON 1.

#### SADRŽAJ CELULOZE U PRIRODNO ZARAŽENOM DRVETU *PICEA EXCELSA*



GRAFIKON 2.

SADRŽAJ LIGNINA I CELULOZE U VEŠTAČKI INFICIRANOM DRVETU *PICEA EXCELSA* IZOLATIMA Fa<sub>1</sub> I Fa<sub>2</sub>

Analiza podataka veštački inficiranih uzoraka *Picea excelsa* (graf. 2) pokazuje da je sadržaj celuloze opao, ali diferencija zavisi od vrste izolata. Izolat Fa<sub>1</sub> u toku tri meseca imao je slabiji uticaj na smanjenje sadržaja celuloze (2,18%). Međutim, izolat Fa<sub>2</sub> pokazao je mnogo jače delovanje na razgradnju celuloze, pošto je celuloza smanjena za tri puta više, ili u odnosu na zdravo drvo smanjenje iznosi 7,35%.

Analizom podataka sadržaja celuloze u uzorcima broj 5, 6, 7 i 8 utvrđeno je da se procenat razgradnje celuloze smanjuje sa visinom (graf. 1).

Hemijske promene u razgrađenom drvetu nastale pod dejstvom gljiva prouzrokovaca bele i mrke truleži proučavali su mnogi istraživači. Posebno treba istaći radove K i r k a i saradnika (1973), koji su pružili detaljne podatke i tumačenja o biohemijskim promenama u procesu dezintegracije glavnih komponenata drveta. Istraživanja K i r k a i njegovih saradnika (1965, 1973, 1975) utvrdila su da gljive prouzrokovaci bele truleži razgrađuju mikromolekul celuloze, što je i potvrđeno našim istraživanjima.

Na osnovu istraživanja nekih autora (R i p a č e k 1967), sadržaj celuloze u prvom stadijumu razlaganja se ne menja, već u tom stadijumu gljive razlažu hemiceluloze koje su za njih lakše pristupačne. Sadržaj celuloze počinje primetno da se smanjuje posle gubitka težine drveta iznad 10%.

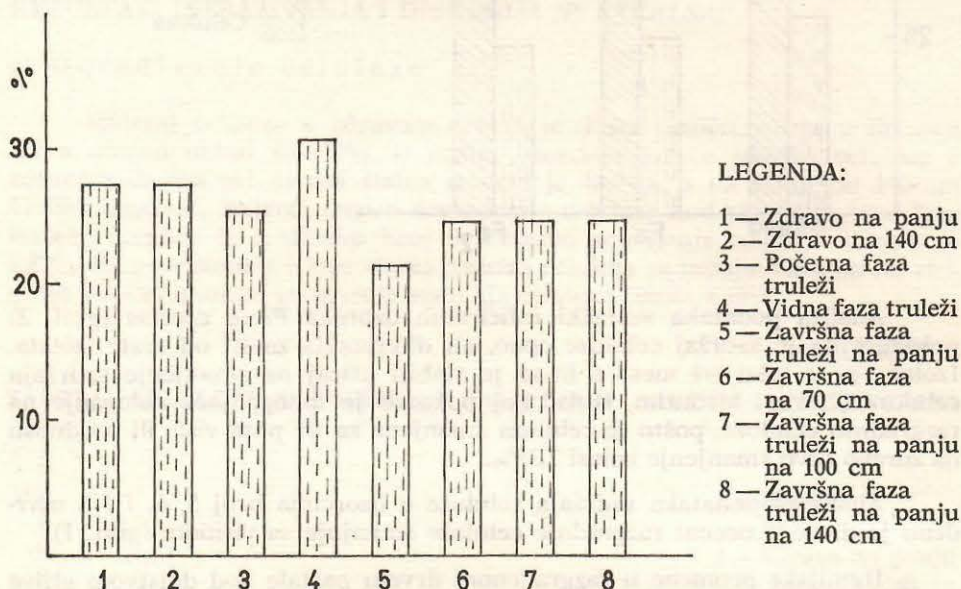
K i r k i saradnici (1973) ispitivali su kvantitativne promene glavnih komponenata kod nekih vrsta četinarskog drveta koje je bilo zaraženo sa belom truleži i dokazali da se u početnom stadijumu truleži celuloza malo razgrađuje. Na osnovu ovog zaključka može se objasniti razlika u stepenu razgradnje celuloze, koje su registrovane u našim istraživanjima.

## b) Određivanje lignina

Podaci prikazani u grafikonu 3 pokazuju da je gljiva *F. annosus* prouzrokovala najveću razgradnju lignina u uzorku broj 5, tako da je u odnosu na zdravo drvo sadržaj lignina manji za 16,83%. Ovaj uzorak karakteriše završna faza truleži i ovako visoka degradacija lignina je potpuno razumljiva. Analiza podataka za uzorke 6,7 i 8, pokazuje da je sadržaj lignina manji za 5,41% do 7,71%. Navedeni uzorci su u manjem stepenu zahvaćeni procesom truleži, jer su izdvojeni sa visine od 70, 100 i 140 cm.

GRAFIKON 3.

### SADRŽAJ LIGNINA U PRIRODNO ZARAŽENOM DRVETU *PICEA EXCELSA*



Analiza podataka o sadržaju lignina u veštački inficiranim uzorcima pokazuje da je gljiva *F. annosus* imala veći uticaj na degradaciju lignina, nego na celulozu, Izolat Fa<sub>1</sub> uticao je na smanjenje sadržaja lignina za 8,8%, a izolat Fa<sub>2</sub> za 9,45% u odnosu na zdravo drvo (graf. 2).

Aleksander (1961) ovaj proces razgradnje lignina tumači kao depolimerizaciju koja daje prosta aromatična jedinjenja, kao što su: vanilin, vanilinska kiselina ili neka druga aromatična jedinjenja. U krajnjem stadijumu razgradnje lignina nastaje gubitak metoksilnih grupa i obrazovanje oksiderivata benzola kod kojih dolazi do raskidanja prstena i nastaju organske kiseline male molekulske težine.

Manskaja i Kodin (1975) eksperimentalno su potvrdili da gljive prouzrokovajući bele truleži izazivaju veom duboke promene u molekulu lignina. Gljive mrke truleži isto tako razgrađuju lignin, ali one nisu sposobne da prouzrokuju veće promene u samom molekulu lignina.

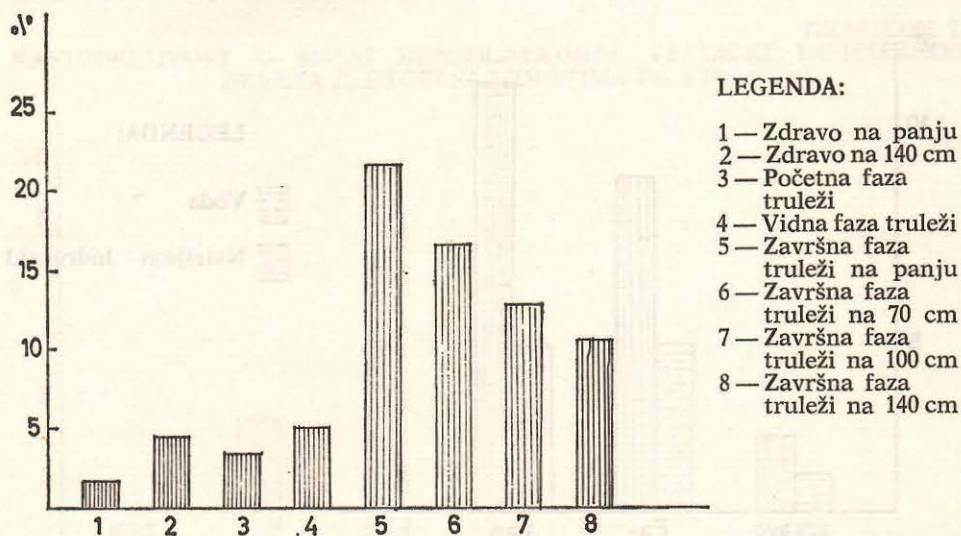
Tumačenje razgradnje lignina pod uticajem gljiva koje izazivaju belu ili mrku trulež izložio je u svojim radovima i Kirk (1973). Poznato je da su osnovne građevne jedinice u makromolekulu lignina vezane etarskim vezama (C—O—C) ili vezama C—C. Glavne funkcionalne grupe su metoksilne, fenolne, alkoholne, karbonilne i karboksilne. Kirk navodi promene u sadržaju pojedinih funkcionalnih grupa kao glavni kriterijum za razgradnju lignina. U procesu bele truleži sadržaj metoksilnih grupa je smanjen za 25%. Potvrđeno je i smanjenje sadržaja karboksilno-fenolnih i alifatičnih grupa, ali su zato znatno povećane karboksilne i karbonilne grupe.

#### c) Rastvorljivost drveta u 1%-nom natrijum-hidroksidu

Podaci o rastvorljivosti drveta u 1%-nom natrijum-hidroksidu su vrlo pozitivan indikator za promene u drvetu koje su nastale pod uticajem gljiva prouzrokovaca truleži. Bray (1920) je objasnio odnos između povećanja rastvorljivosti drveta u 1%-nom natrijum-hidroksidu i smanjenja sadržaja celuloze u toku oštećenja kod mrke truleži.

GRAFIKON 4.

#### RASTVORLJIVOST PRIRODNO ZARAŽENOG DRVETA *PICEA EXCELSA* U NATRIJUM HIDROKSIDU



Rastvorljivost zdravog drveta smrče u 1%-nom natrijum-hidroksidu kretala se od 1,75% do 4,67%, dok je u prirodno zaraženom drvetu iznosila znatno više. Najveće povećanje rastvorljivosti (21,07%) dobijeno je kod uzoraka broj 5 (graf. 4). Sa povećanjem visine, sa koje su uzeti uzorci, rastvorljivost se smanjuje. Na visini stabla od 140 cm rastvorljivost komponentata u natrijum-hidroksidu iznosila je 10,7%. U uzorcima vidne truleži konstatovana su manja povećanja rastvorljivosti drveta u natrijum-hidroksidu.

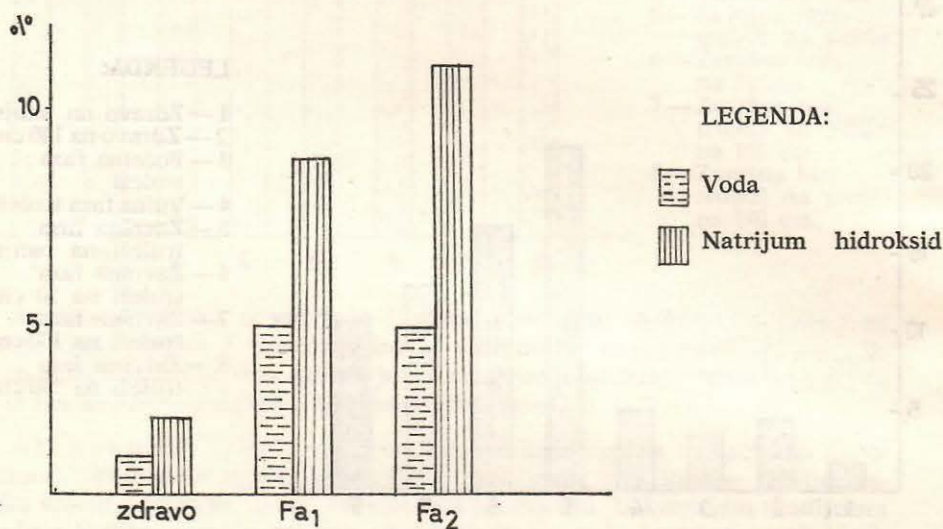
Radzajeva i Usakov (1973) navode da se rastvorljivost drveta jele, napadnutog gljivom *Fomes pinicola*, povećala u natrijum-hidroksidu od 21,8% na 39,16%. Prema Falcku i Haagu (1929), smrča napadnuta gljivom *F. annosus*, imala je 25% veću rastvorljivost drveta u natrijum-hidroksidu.

#### d) Rastvorljivost drveta u toploj vodi

Iz grafikona 5 i 6 se vidi da se rastvorljivost drveta u vodi menja na isti način kao i u natrijum-hidroksidu, s tim što su ovde vrednosti znatno manje. U zdravom drvetu smrče rastvorljivost u vodi kreće se od 0,98% do 1,31%, a u prirodno zaraženom od 0,76% do 13,96%, što zavisi od faze truleži, kao i od visine sa koje je uzet uzorak za analizu. U stablu koje je karakterisala završna faza truleži, rastvorljivost drveta u vodi kretala se od 5,12% do 13,96%, s tim što je uzorak broj 5 pokazivao najveću rastvorljivost. Sa povećanjem visine, ovaj procenat se smanjuje, tako da na 140 cm iznosi samo 5,12%. U stablu koje je imalo vidnu fazu truleži nisu evidentirane promene. Ovo ukazuje na kasnije stvaranje materija koje se rastvaraju u vodi. Uzorci inficirani izolatima Fa<sub>1</sub> i Fa<sub>2</sub> imali su približno istu rastvorljivost drveta u vodi (4,88% i 4,99%).

GRAFIKON 5.

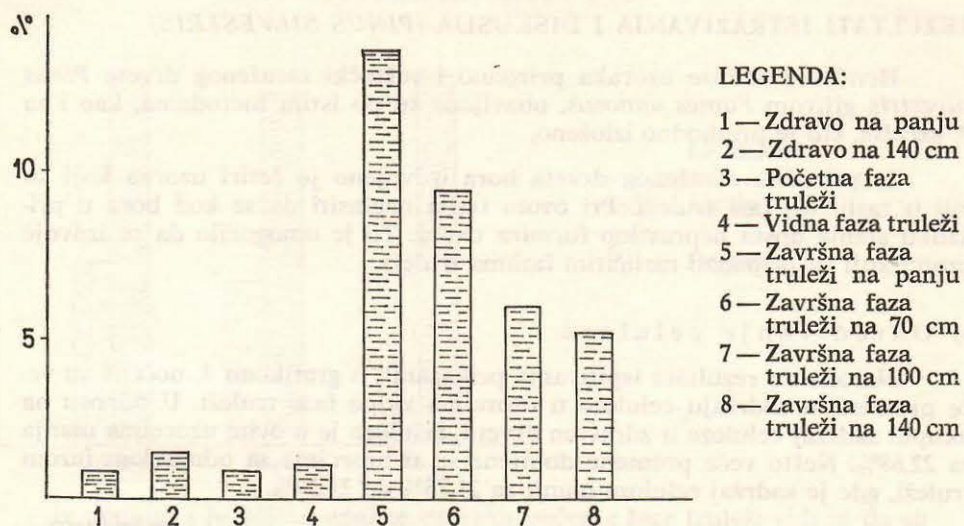
RASTVORLJIVOST U VODI I NATRIJUM HIDROKSIDU VEŠTAČKI INFICIRANOG DRVETA *P. EXCELSA* IZOLATIMA Fa<sub>1</sub> I Fa<sub>2</sub>



#### e) Rastvorljivost drveta u smesi benzol-alkohol

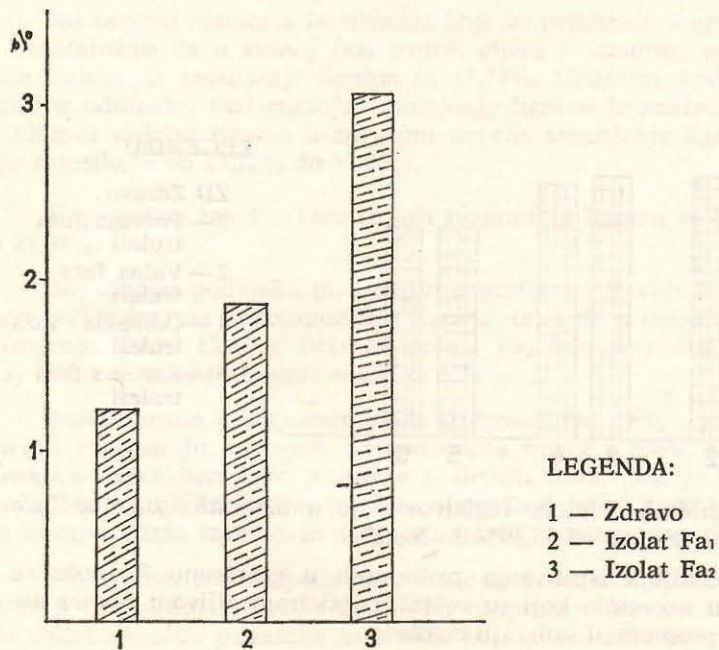
Analiza podataka o rastvorljivosti drveta u smeši benzol-alkohol pokazuje da ne postoje veće razlike kod uzoraka uzetih sa drveta koje je imalo završnu ili vidnu fazu truleži. Kod zdravog drveta procenat smole iznosio je 3,05—3,07%, a kod prirodno zaraženog od 2,2% do 4,03%.

GRAFIKON 6.  
 RASTVORLJIVOST PRIRODNO ZARAŽENOG DRVETA *PICEA EXCELSA* U  
 TOPLOJ VODI



Uzorak inficiran izolatom Fa<sub>2</sub> imao je rastvorljivost drveta u smeši benzol-alkohol 2,41%, a uzorak izolata Fa<sub>1</sub>, 1,83% (graf. 7). Ovi podaci pokazu-

GRAFIKON 7.  
 RASTVORLJIVOST U SMEŠI BENZOL-ALKOHOL VEŠTAČKI INFICIRANOG  
 DRVETA *P. EXCELSA* IZOLATIMA Fa<sub>1</sub> I Fa<sub>2</sub>



ju da je i u ovom slučaju izolat Fa<sub>2</sub> imao jače delovanje na veštački inficirano drvo *Picea excelsa*.

#### REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA (*PINUS SILVESTRIS*)

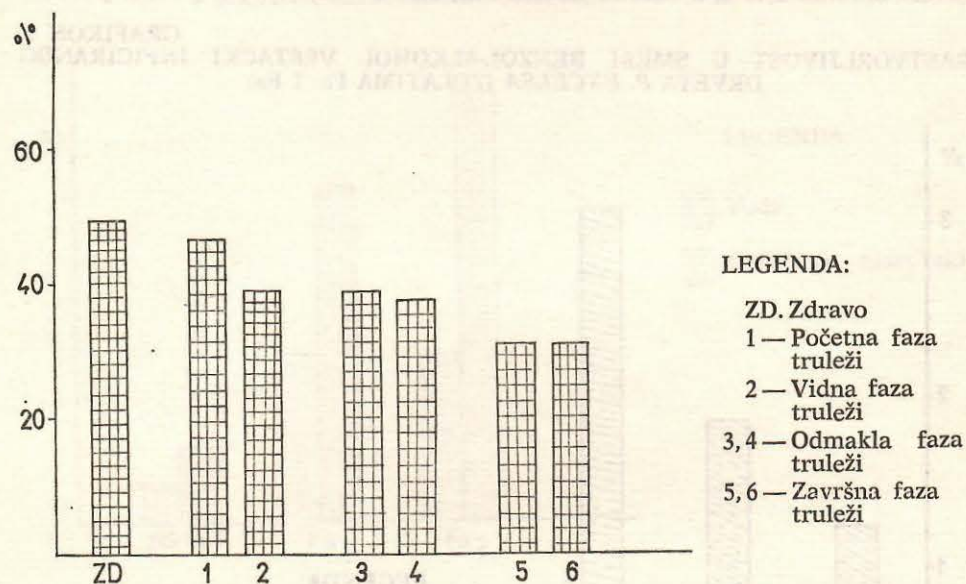
Hemijske analize uzoraka prirodno i veštački zaraženog drveta *Pinus silvestris* gljivom *Fomes annosus*, obavljene su po istim metodama, kao i za *P. excelsa*, što je prethodno izloženo.

Iz prirodno zaraženog drveta bora izdvojeno je četiri uzorka koji su bili u različitoj fazi truleži. Pri ovom treba naglasiti da se kod bora u pri-danku stabla dosta nepravilno formira trulež. To je omogućilo da se izdvoje uzorci koji su pripadali različitim fazama truleži.

##### a) Određivanje celuloze

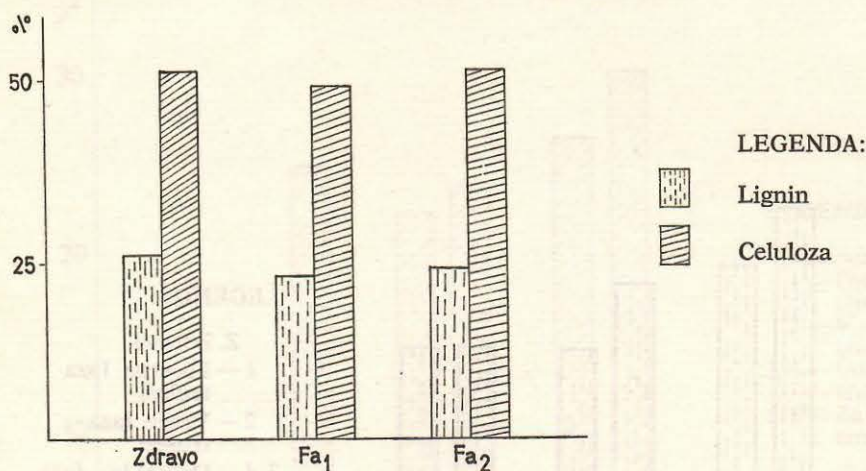
Na osnovu rezultata ispitivanja prikazanih u grafikonu 8, uočene su veće promene u sadržaju celuloze u uzorcima vidne faze truleži. U odnosu na ukupni sadržaj celuloze u zdravom drvetu, celuloza je u ovim uzorcima manja za 22,68%. Nešto veće promene dobijene su u uzorcima sa odmaklom fazom truleži, gde je sadržaj celuloze manji za 21,75% do 24,39%.

GRAFIKON 8.  
SADRŽAJ CELULOZE U PRIRODNO ZARAŽENOM DRVETU *PINUS SILVESTRIS*



Maksimalni gubitak celuloze registrovan je u uzorcima završne faze truleži, gde je gubitak iznosio od 36,49% do 36,82%.

Na osnovu rezultata ispitivanja prikazanih u grafikonu 9, može se konstatovati da su u uzorcima koji su veštački inficirani gljivom *Fomes annosus*, nastale male promene u sadržaju celuloze.

SADRŽAJ LIGNINA I CELULOZE U VEŠTAČKI INFICIRANOM DRVETU *PINUS SILVESTRIS* IZOLATIMA Fa<sub>1</sub> I Fa<sub>2</sub>

Iz podataka hemijske analize uzoraka početne faze truleži vidi se da su nastale male promene u sadržaju osnovnih komponenata drveta. Podaci o sadržaju celuloze takođe pokazuju da su u ovoj fazi nastale promene, što je sasvim i razumljivo, jer uzorak nije pokazivao nikakve makroskopske promene.

## b) Određivanje lignina

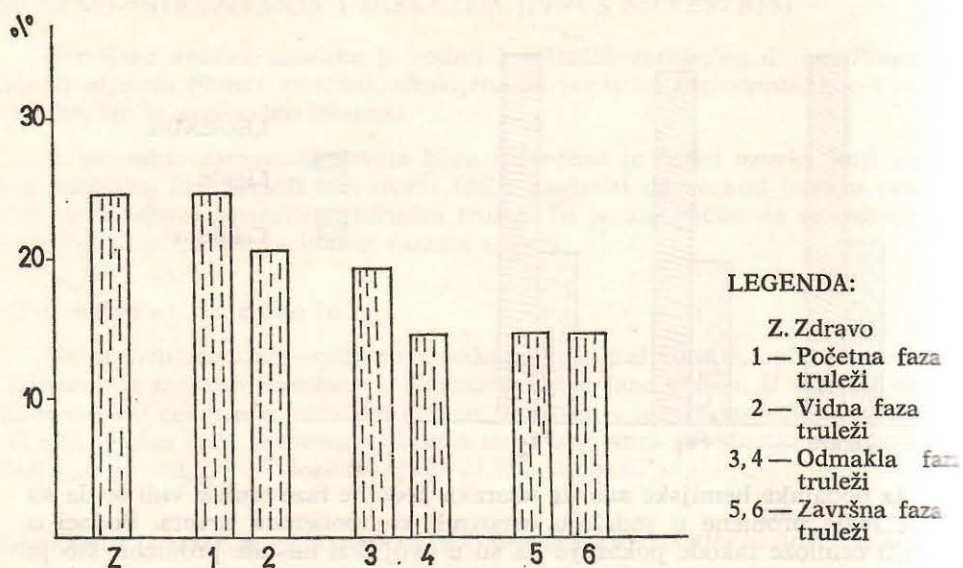
Na osnovu rezultata ispitivanja koji su prikazani u grafikonu 10, može se konstatovati da u vidnoj fazi truleži gljiva *F. annosus* u prirodnim uslovima, deluje na smanjenje lignina za 17,71%. Međutim, kod uzoraka gde je trulež u odmakloj fazi razvoja, smanjenje lignina je znatno veće. U odnosu na ukupni sadržaj lignina u zdravom drvetu, smanjenje lignina u ovom slučaju iznosilo je od 23,12% do 29,06%.

U uzorcima završne faze truleži razgradnja lignina se kretala od 27,24% do 28,99%.

Na osnovu podataka prikazanih u grafikonu 9, vidi se, da je izolat Fa<sub>1</sub> imao veći uticaj na dekompoziciju lignina, tako da u odnosu na zdravo drvo smanjenje iznosi 13,48%. Dejstvo izolata Fa<sub>2</sub> bilo je nešto slabije, odnosno ovaj izolat je smanjilo lignin samo za 6,86%.

Interesantno je napomenuti da su izolati Fa<sub>1</sub> i Fa<sub>2</sub> u različitom stepenu izazvali razgradnju osnovnih komponenata smrče i bora. Izolat Fa<sub>1</sub> je prozrokovao veće hemijske promene u drvetu bora, dok je njegov uticaj na smrču bio manji. Izolat Fa<sub>2</sub> imao je obrnuto dejstvo, veću razgradnju osnovnih komponenata izazvao je u drvetu smrče, a znatno manju u drvetu bora.

Na osnovu iznetih podataka, može se konstatovati da gljiva *Fomes annosus* u prirodnim uslovima deluje na razgradnju lignina, izuzev u početnoj fazi truleži. Analiza podataka za uzorke koji su veštački inficirani gljivom, po-

SADRŽAJ LIGNINA U PRIRODNO ZARAŽENOM DRVETU *PINUS SILVESTRIS*

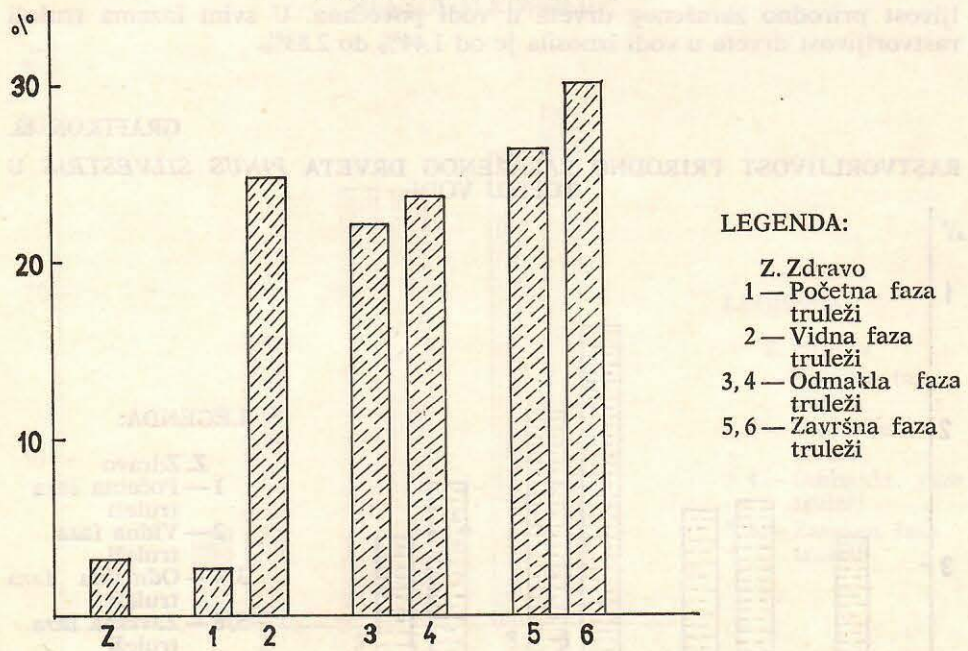
kazuje da u periodu od tri meseca, izolati imaju veći uticaj na razgradnju lignina nego celuloze.

## c) Rastvorljivost drveta u 1%-nom natrijum-hidroksidu

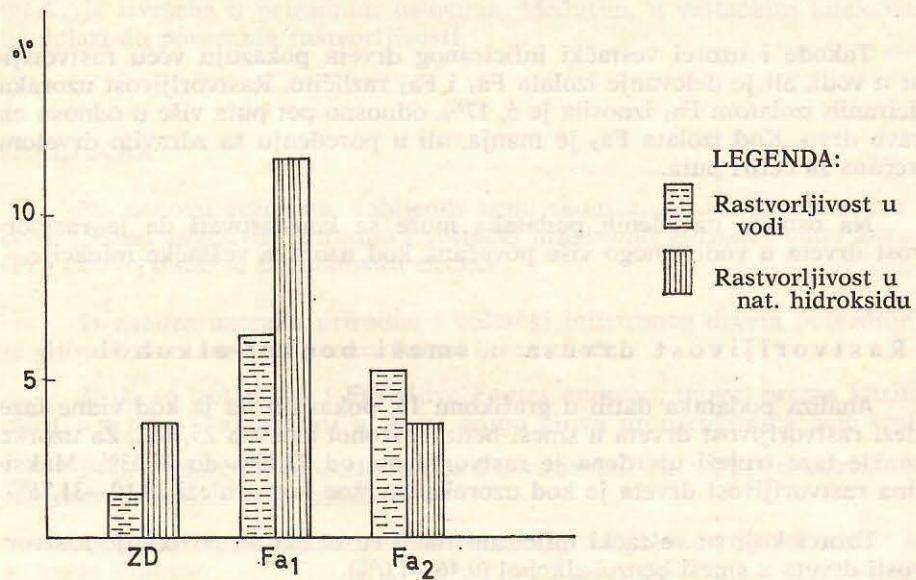
Podaci o rastvorljivosti drveta u 1%-nom rastvoru natrijum-hidroksida (graf. 11) pokazuju da je u svim uzorcima prirodno zaraženog drveta došlo do povećanja rastvorljivosti. U početnoj fazi truleži rastvorljivost je povećana za 2%, a u vidnoj fazi truleži ona je iznosila 16,69%, što je u odnosu na zdravo drvo povećano za 13,14%. Kod uzoraka odmakle faze truleži rastvorljivost je iznosila 26,75%. Maksimalni procenat rastvorljivosti dobijen je kod uzoraka koji su pripadali završnoj fazi truleži, i to je povećanje u odnosu na zdravo drvo iznosilo 28,64%.

Hemijskom analizom veštački inficiranog drveta utvrđeno je da su izolati  $Fa_1$  i  $Fa_2$  različito delovali na rastvorljivost drveta u natrijum-hidroksidu. Pod uticajem izolata  $Fa_1$  rastvorljivost u 1%-nom natrijum-hidroksidu iznosila je 8,45% (graf. 12). Izolat  $Fa_2$  nije povećao rastvorljivost drveta. Navedeni podaci pokazuju povezanost rastvorljivosti drveta u natrijum-hidroksidu sa razgradnjom celuloze.

GRAFIKON 11.  
 RASTVORLJIVOST PRIRODNO ZARAŽENOG DRVETA *PINUS SILVESTRIS* U  
 NATRIJUM HIDROKSIDU



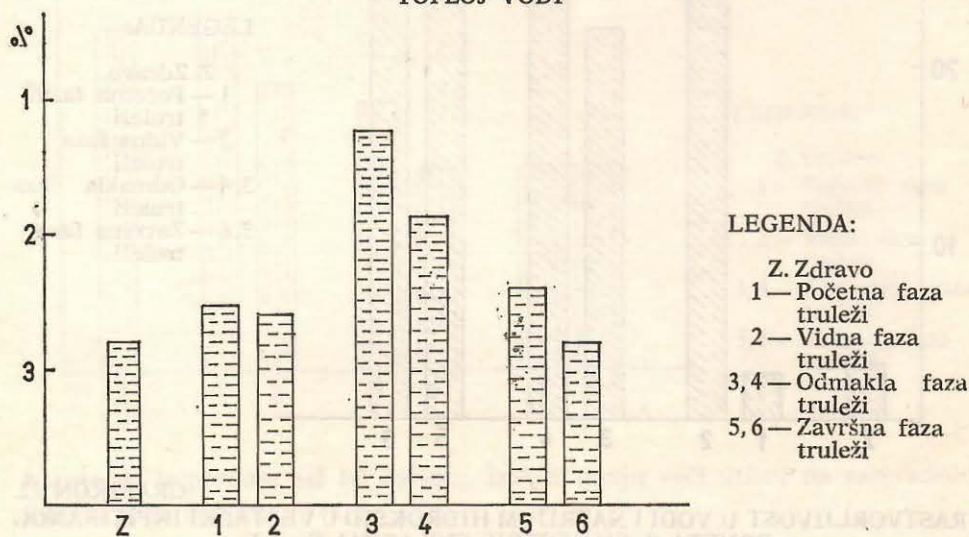
GRAFIKON 12.  
 RASTVORLJIVOST U VODI I NATRIJUM HIDROKSID U VEŠTAČKI INFICIRANOG  
 DRVETA *P. SILVESTRIS* IZOLATIMA Fa<sub>1</sub> I Fa<sub>2</sub>



#### d) Rastvorljivost drveta u toploj vodi

Na osnovu rezultata prikazanih u grafikonu 13 vidi se da je rastvorljivost prirodno zaraženog drveta u vodi povećana. U svim fazama truleži rastvorljivost drveta u vodi iznosila je od 1,44% do 2,83%.

GRAFIKON 13.  
RASTVORLJIVOST PRIRODNO ZARAŽENOG DRVETA *PINUS SILVESTRIS* U  
TOPLOJ VODI



Takođe i uzorci veštački inficiranog drveta pokazuju veću rastvorljivost u vodi, ali je delovanje izolata  $Fa_1$  i  $Fa_2$  različito. Rastvorljivost uzoraka inficiranih izolatom  $Fa_1$  iznosila je 6,17%, odnosno pet puta više u odnosu na zdravo drvo. Kod izolata  $Fa_2$  je manja, ali u poređenju sa zdravim drvetom povećana za četiri puta.

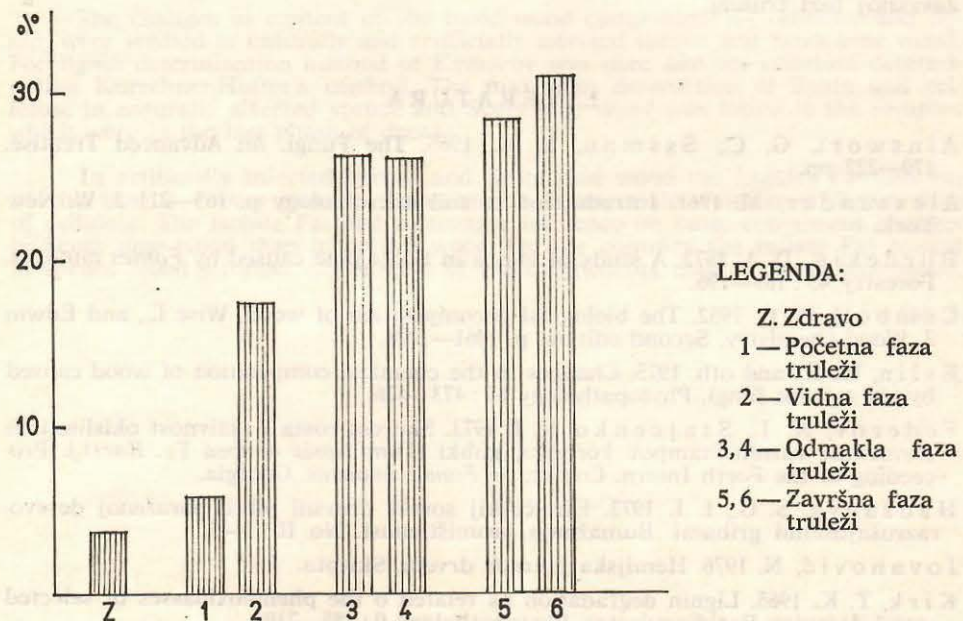
Na osnovu navedenih podataka može se konstatovati da je rastvorljivost drveta u vodi mnogo više povećana kod uzoraka veštačke infekcije.

#### e) Rastvorljivost drveta u smeši benzol-alkohol

Analiza podataka datih u grafikonu 14, pokazuju da je kod vidne faze truleži rastvorljivost drveta u smeši benzol-alkohol iznosila 25,78%. Za uzorke odmakle faze truleži utvrđena je rastvorljivost od 23,19% do 24,63%. Maksimalna rastvorljivost drveta je kod uzoraka završne faze truleži 28,10—31,76%.

Uzorci koji su veštački inficirani imali su neznatno povećanje rastvorljivosti drveta u smeši benzol-alkohol (0,46—1,0%).

RASTVORLJIVOST PRIRODNO ZARAŽENOG DRVETA *PINUS SILVESTRIS* U  
BENZOL-ALKOHOLU



Na osnovu iznetih podataka može se konstatovati da *Fomes annosus* utiče na povećanje rastvorljivosti drveta u smeši benzol-alkohol, ukoliko je infekcija izvršena u prirodnim uslovima. Međutim, u veštačkim infekcijama ne dolazi do povećanja rastvorljivosti.

#### ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata dobijenih hemijskom analizom drveta *Picea excelsa* i *Pinus silvestris*, prirodno i veštački inficiranih gljivom *Fomes annosus* (Fr.) Cooke, može se konstatovati sledeće:

- 1) analiza uzoraka prirodno i veštački inficiranog drveta potvrđuje da je gljiva *Fomes annosus* prouzrokovatelj bele truleži;
- 2) da se izolati Fa<sub>1</sub> i Fa<sub>2</sub> gljive *Fomes annosus*, mogu, prema klisifikaciji Campbell, svrstati u treću grupu gljiva prouzrokovaca bele truleži.
- 3) pri veštačkoj infekciji smrče i bora izolati Fa<sub>1</sub> i Fa<sub>2</sub> su izazvali veću razgradnju lignina nego celuloze;
- 4) Izolati Fa<sub>1</sub> i Fa<sub>2</sub> izazvali su veću razgradnju one vrste drveta iz koje je izolat izolovan;

5) da rastvorljivost drveta u 1%-nom rastvoru natrijum-hidroksida zavisi od faze truleži;

6) maksimalna razgradnja glavnih komponenata drveta utvrđena je u završnoj fazi truleži.

#### LITERATURA

- Ainswort, G. C., Sssman, S. A. 1965. The Fungi. An Advanced Treatise. 179—222 pp.
- Alexsander, M. 1961. Introduction to soil microbiology p. 163—211 J. W. New York.
- Burdekin, D. A. 1972. A study of losses in Scots pine caused by *Fomes annosus*. Forestry 45 : 189—196.
- Cambell, W. G. 1952. The biological decomposition of wood. Wise L., and Edwin J. Wood chemistry. Second edition. p. 1061—1098.
- Eslin, W. E., and oth. 1975. Changes in the chemical composition of wood caused by six soft-rot fungi. Phytopathology 65 : 473—476.
- Federov, N. I., Stajčenko, N. I. 1973. Skorost rosta i aktivnost oksidativnih fermentov raznih štampov kornevoj gubki (*Fomitopsis annosa* Fr. Karst.). Proceeding of the Forth Intern. Confer. on *Fomes annosus*. Georgia.
- Hadžaeva, S. G., I. I. 1973. Himičeskij sostav drevsni pihti, poraženoj derevo-razrušavajušćimi gribami. Bumažnaja promišljenost. No 10 : 4—5.
- Jovanović, N. 1976. Hemijska prerada drveta. Skripta.
- Kirk, T. K. 1965. Lignin degradation as related o the phenoloxidasses of selected wood decaying Basidiomycetes. Phytopathology 9 : 185—210.
- Kirk T. K., Highley, T. L. 1973. Quantitative changes in structural components of conifer woods during decay by white and brown rot fungi. Phytopathology 63 : 1338—1342.
- Kirk, T. K. 1973. P-lysacharide integrity af related to the degradation of lignin in wood by white-rot fungi. Phytopathology 63 : 1500—1507.
- Kirk, T. K. 1975. Decomposition of lignin by white-rot fungi. Characterization of heavily degraded lignins from decayed spruce. Holzforschung 29 : 56—23.
- Manskaja, S. M., Kodina, L. A. 1975. Biologičeskoe razruženie lignina. Geoximija lignina. st. 97—106. Izdatelstvo. Moskva.
- Marinković, P. 1973. Development of disease and dynamic of pine dieback caused by *Fomes annosus* (Fr.) Cooke during 1971 and 1972 at Deliblato Sand. Proceeding of the Forth Inter. Confer. on *Fomes annosus*. Georgia.
- Morris, C. L. 1970. Volume losses from *Fomes annosus* in lobloly pine in Virginia. J. Forestry 68 : 283—284.
- Nord, F. F., Vitucci, 1947. On the mechanism of enzyme action. Part 29. The acetate metbölism of certain wood destroying molds and the mechanism of wood decay. Arch. Biochem. 14 : 229—241.
- Perrin, R., Sylvestre, O. 1975. Comparative in vitro study of the wood destroying capacity of some Basidiomycetes causing heart rot in spruce. European Journal of Forest Pathology. 5 : 344—348.
- Popović, J. 1978. Ispitivanje produkata metabolizma gljive *Fomes annosus* (Fr.) Cooke na živa tkiva *Pinus silvestris* L. i *Picea excelsa* L., sa posebnim osvrtom na sintezu famanozima. Doktorska disertacija.
- Ripaček, V. 1967. Biologija derevorazrušaiušćih gribov. Izdatelstvo Lesnaja promišljenost. Moskva.

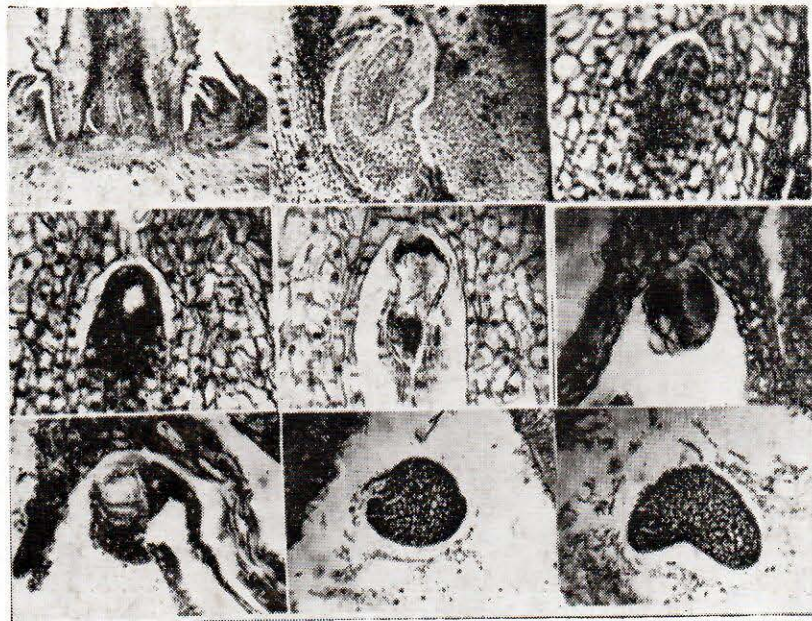
## CHEMICAL CHANGES OF SPRUCE AND SCOTS PINE WOOD, NATURALLY AND ARTIFICIALLY INFECTED BY FOMES ANNOSUS

### Summary

The changes in content of the basic wood components — cellulose and lignin, were studied in naturally and artificially infected spruce and Scots pine wood. For lignin determination method of Komarov was used and for cellulose determination Kurschner-Hoffer's method. The maximum destruction of lignin and cellulose in naturally affected spruce and Scots pine wood was found in the samples which were in the last phase of decay.

In artificially infected spruce and Scots pine wood the isolates Fa<sub>1</sub> and Fa<sub>2</sub> of the fungus *Fomes annosus* have caused stronger destruction of lignin than of cellulose. The isolate Fa<sub>1</sub> had a stronger influence on basic component changes in Scots pine wood than in spruce wood. On the contrary the isolate Fa<sub>2</sub> caused in spruce wood stronger destruction of the components than in Scots pine wood.

M. J.



MAKROSPOROGENEZA, GAMETOGENEZA I RANA EMBRIOGENEZA KOD LUZNIJAKA

MIKROSPOROGENEZA KOD LUZNIJAKA (QUERCUS ROBUR L.)

