

Momirović B.:

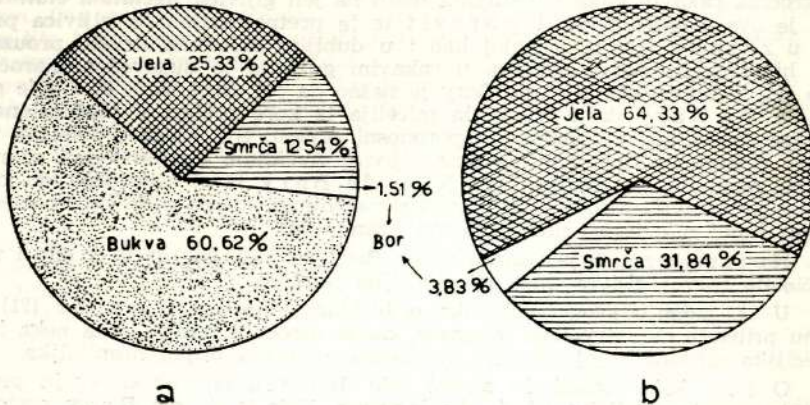
O JELINOM RAKU I RAZMEŠTAJU RAKAVIH GUKA DUŽ DEBLA

**ON THE FIR CANKER AND THE DISTRIBUTION
OF CANKER SWELLINGS ALONG THE TRUNK**

UVOD

U Bosni i Hercegovini se koliko mi je poznato srazmerno vrlo malo radilo na proučavanju bolesti šumskog drveća i šteta koje te bolesti nanose šumskoj privredi. Starija proučavanja bolesti šumskog drveća u Bosni i Hercegovini mogu se svesti jedino na nekoliko izveštajnih radova Fitopatološkog zavoda Zemaljskog muzeja u Sarajevu. U mnogim područjima Bosne i Hercegovine šume su veoma prореđene, a njihovo zdravstveno stanje nije takvo da bismo mogli biti sasvim zadovoljni i spokojni.

Razmotri li se sastav šuma u kojima učestvuju jela, smrča i bukva a te šume, kako navodi V. Matić (16), predstavljaju 55,5% od ukupne obrasle šumske površine Bosne i Hercegovine i činjenica, da su prinosi u drvetu u ostalim šumama relativno mali uočiće se, da jela, s obzirom na svoje učešće, predstavlja vrlo važnu vrstu drveća naših šuma, što se najbolje vidi iz odnosa zaliha pojedinih vrsta drveća koje rastu na navednih 55,5% obrasle šumske površine Bosne i Hercegovine (sl. 1).



Sl. 1. Odnos zaliha pojedinih vrsta drveća u šumama Bosne i Hercegovine u kojima učestvuju jela, smrča i bukva:

- 0% učešća pojedinih vrsta u ukupnim zalihama ovih šuma,
- uzajamni odnos jele, smrče i bora u zalihama četinarara.

Učešće u ukupnim zalihama drveta ovih šuma sa nešto preko 25%, kao i to da je jela među samim četinarima zastupljena sa 64%, dovoljno ukazuju

na njenu važnost za našu šumsku privredu i potrebu proučavanja uticaja koji na njoj mogu izvršiti različite bolesti.

S gledišta biologije uzročnika, jelin rak je dovoljno poznata i izvan naše zemlje dobro proučena bolest jelinih šuma. Kako se ova bolest prilično često susreće u našim sastojinama jele, smatram potrebnim, da na osnovu najvažnijih radova iz opsežne literature nešto opširnije izložim pregled istraživanja uzročnika pojave rakavih guka na jelinom deblu.

Opis bolesti i istorijski pregled istraživanja biologije uzročnika jelinog raka

Jelin rak sa veštičinim metlama je vrlo rasprostranjena bolest u našim šumama. Ova bolest je izražena u pojavi loptastih odnosno vretenastih ili i valjkastih zadebljanja debla i grana. Češće se javlja zaraza na granama nego na samom deblu. Ako je grana bila zaražena u svojoj osnovici bolest s grane prelazi na deblo prouzrokujući pri tom jednostrano zadebljavanje debla. Gljivica uzročnik jelinog raka prodire kroz pokožicu mladog izdanka koji upravo izbija iz pupoljka i, rastući dalje, širi se u kori mladog izdanka (Fischer 3, 4). Kasnije pod uticajem gljivice javljaju se rakave guke i na njima nenormalno i nepravilno razgranati izdanci žbunastog vida poznati pod nazivom veštičine metle ili vilini grmovi. Na zadebljalim mestima raspucava se kora i iz nje izranjaju kapi smole. Zadebljanje može da se prostire po celom obimu debla ili da zahvati samo jedan njegov deo.

Ovu bolest izaziva heterocijska gljivica *Melampsorella caryophyllacearum* (D. C.) Schroet.

Sve do vremena kada je Fischer (5) objavio da je uspeo naći prelaznu biljku hraniteljku ove gljivice i tako utvrdio potpuni ciklus razvika ove gljivice, gljivica uzročnik jelinog raka bila je poznata samo u svom ecidijskom stadiju te se opisuje kao *Aecidium elatinum* Alb. et Schw.

Još 1867. godine A. de Bary (1) je pored iscrpnog opisa rakavih guka na jeli, ukazao na vezu između milicije koja se razvija u rakavim gukama i micelije što se razvija u veštičinim metlama. A. de Bary je utvrdio, da je uzročnik rakavih guka i veštičinih metli na jeli gljivica *Aecidium elatinum* i da je ova gljivica pravi parazit te je pretpostavljao da gljivica prodire u zdravu koru, u kojoj kao i u dubljim delovima drveta prouzrokuje hipertrofiju. Sama micelija u rakavim gukama je dugovečna; naročito dugo živi u kori i kambiju; de Bary je našao da joj život traje 60 i više godina. A. de Bary dalje izlaže da micelija iz kore prelazi u bledezelene i krzljave četine gde se razvijaju sporonosni organi. Svi njegovi pokušaji da ostvari veštačku zarazu jele sporama gljivice *Aecidium elatinum* dali su negativne rezultate na osnovu čega je A. de Bary izveo zaključak da ova gljivica predstavlja samo jedan članak u razvojnom krugu neke heterocijske gljivice kojoj nije uspeo naći prelaznu hraniteljku.

Hoffmann (12) je ukazao na de Bary-jev rad, dao ga u izvodu i zaključio da razvoj gljivice nije još dovoljno proučen.

U II. izdanju svog Udžbenika o biljnim bolestima Sorauer (21) u svemu prihvata de Bary-jeva izlaganja, da je uzročnik jelinog raka neka heterocijska gljivica kojoj još nije pronađena prelazna biljka hraniteljka.

O tome kako dolazi do zaraze jele, Hartig (8) navodi svoju pretpostavku sasvim različitu od A. de Bary-a. Dok je A. de Bary pretpostavljao da gljivica, koja je pravi parazit, prodire u zdravu koru, nasuprot tome Hartig, opisujući gljivicu *Aecidium (Peridermium) elatinum* kao i njen razvoj u jeli, piše, da je u blizini mesta razvoja veštičine metle primetio sitne ozlede i novodi svoju pretpostavku da infekcija nastaje na mestima ozlede.

Koch (14) ističe da njegova posmatranja potvrđuju gledište koje mu je usmeno izneo De Bary kako zaraza nastaje verovatno samo na četinama i pupoljcima u razvoju. Na osnovu svojih opažanja Koch je izveo

zaključak da infekcija može nastati najverovatnije samo kroz četine odnosno pupoljke, a da je isključeno da bi gljivica prodirala kroz ozleđenu koru kao što to navodi Hartig. Za sitne ozlede o kojima govori Hartig, Koch, smatra da su posledica infekcije odnosno bujanja tkiva usled zaraze, a nikako njihov uzrok. Koch-ovo mišljenje kasnije je potvrdio i Fischer (4) navodeći da je Hartig možda imao u vidu sitne naprsline kore koje i prema Fischer-ovom nalazu nisu predispozicija već posledica infekcije.

U svojim istraživanjima o jelinom raku Weise (26) je pošao od Hartig-ove pretpostavke da bolest nastaje infekcijom kroz ozleđena mesta na kori. Njegova istraživanja su pokazala da za infekciju nije potrebno postojanje ozleđa kore i izričito iskazuje da infekcija nastaje kroz pupoljke kada se ovi nalaze u određenom stadiju svog razvika.

U opširnoj monografiji o jelinom raku Heck (9) se slaže s Weise-om da zaražavanje jele rakom dolazi kroz pupoljak odnosno mlade izdanke koji su baš u razvoju, ali smatra da je ipak potrebno da se na njima dogodi još nešto posebno — na primer ranjavanje — kako bi se omogućio ulazak gljivičnim sporama u trenutku kada ih ima u dovoljnom broju.

De Bary je jasno ukazao da se na jeli ne razvija stadij sa teleutosporama i da je gljivica *Aecidium elatinum* samo jedan stadij u razviću neke heteroecijske gljivice. Vrlo mnogo i dugo se tražila prelazna biljka hraniteljka kao i stadij s teleutosporama gljivice *Aecidium elatinum*. Posle niza neuspešnih pokušaja mnogih istraživača, Fischer (5) je 1901. godine dao kratko saopštenje da je uspeo naći toliko traženu formu gljivice *Aecidium elatinum* sa uredo i teleutosporama i da je to već odavno poznata *Melampsorella Cerastii* (Pers.) koja živi na biljkama iz porodice *Caryophyllaceae*. U Thanwalde-u kod Rüeggisberg-a (Kt. Bern) neposredno pored jela s veštičnim metlama našao je Fischer (3,4) na biljci *Stellaria nemorum* L. mnoštvo uredopustula gljivice *Melampsorella caryophyllacearum* (D. C.) Schroet. U isto doba i na drugim mestima, pored obolelih jela, našao je na prisustvo gljivice na istoj biljci. Ovaj nalaz ga je naveo da izvrši čitav niz ogleda u ostvarivanju veštačke zaraze jele bazidiosporama gljivice *Melampsorella caryophyllacearum* uzetih s biljke *Stellaria nemorum*, a zatim obratno prenošenjem ecidiospora gljivice *Aecidium elatinum* s jele na biljku *Stellaria nemorum*. Ovi ogledi su uspešno završeni pozitivnim rezultatima. Fischer (4) izričito kaže kako su »ovi ogledi dokazali da su početne hife iz bazidiospora u stanju da se bušenjem uvuku u epidermu mladog jelinog izdanka koji se upravo razvija iz pupoljka«. Tim je konačno rešeno pitanje kako samog uzročnika jelinog raka i veštičnih metli tako i njegove prelazne biljke hraniteljke i isključivog parazitizma navedene gljivice.

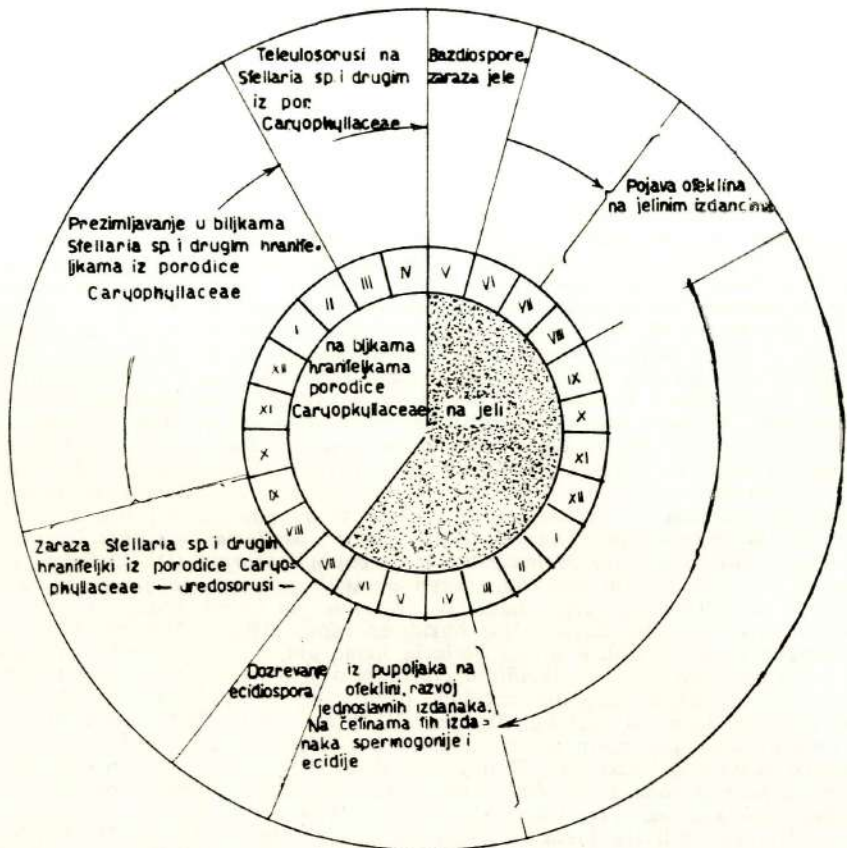
U opisu gljivice *Melampsorella caryophyllacearum* (D. C. Uredo), koja živi na raznim poimence nabrojanim vrstama *Stellaria* i *Cerastium*, između kojih se u radu spomenute vrste *Stellaria* većinom razmnožavaju pomoću prezimljenih pazušnih pupoljaka. Pošto kod *St. graminea* L. često i cela biljka prezimi, Schroeter (20) je izložio pretpostavku da micelija prezimljava u listovima i da stvara teleutospore s proleća. Pišući o istoj gljivici Magnus (15) navodi kako je i sam posmatrao na *Cerastium arvense* L. i *Stellaria graminea* L. da se posle listova na kojima su se s proleća razvile teleutopustule kasnije javljaju listovi s uredopustulama. Prema tome, na raznim vrstama *Stellaria* gljivica *M. caryophyllacearum* živi i održava se u nepotpunom ciklusu.

Vežu između gljivice *Aecidium elatinum* i *Melampsorella caryophyllacearum* koju je utvrdio Fischer kasnije je potvrdio i dopunio nizom vlastitih opažanja Klebahn (13), koji navodi da je to prvi slučaj heteroecijske povezanosti dveju višegodišnjih gljiva. Istu povezanost je kasnije potvrdio i von Tubeuf (23, 24).

Pored neznatne veličine i neupadljivosti biljaka *Stellaria* sp. i činjenica da se gljivica *M. caryophyllacearum* na svakoj od svojih prelaznih biljaka hraniteljki održava u nepotpunom ciklusu, verovatno je bila jedan od veoma važnih uzroka da se u traženju forme sa uredo i teleuto sporama gljivice

Aecidium elatinum toliko puta previdela mogućnost njene veze s gljivicom *M. caryophyllacearum*.

Životni ciklus razvića gljivice *Melampsorella caryophyllacearum* u celini, ukratko izloženo prema Fischer-u (3, 4), odvija se na sledeći način (sl. 2): jelu zaražavaju bazidiospore i na njoj se stvara svojstvena pojava ra-



Sl. 2. Ciklus razvića gljivica *Melampsorella caryophyllacearum*.

kavih guka i veštičinih metli. Bazidiospore se pojavljuju u mesecu maju baš u doba kada se i iz pupoljka upravo razvijaju nežni i meki mladi izdanci jele, a samo u takve izdanke može da proдре gljivica. Kada bazidiospora proklija, prvo se javlja početna hifa koja probivši membranu ćelija pokožice prođire u pokožicu odakle se, granajući se, dalje širi i razvija u kori mladog izdanaka dajući miceliju gljivice. U početku se na mladim izdancima ništa ne primećuje i oni se naizgled razvijaju sasvim normalno. Krajem jula i avgusta može se već primetiti da je zaraženi izdanak tek jedva neznatno nabubrio, a kasnije u toku jeseni na tom se mestu javlja sve veća oteklina. Ta oteklina nije ništa drugo do početak rakave guke na kojoj se često mogu videti i pupoljci. Od aprila pa do juna sledeće godine iz ovih pupoljaka se razvijaju jednostavni izdanci sa svih strana obrasli četinama. Na četinama tih izdanaka stvaraju se spermogonije i ecidije sa ecidiosporama. U sledećim godinama ovi se izdanci sve više razgranavaju dajući svojstveni žbunasti oblik veštičinih metli. Razvivši se na četinama veštičinih metli, ecidiospore dozrevaju u mesecu junu i julu (Fischer /6/) i pavši na prelazne biljke hraniteljke

raznih vrsta *Stellaria*, *Cerastium* i *Moehringia trinervia* (Klebahn /13/) (von Tubeuf /23/) klijaju, a početne hife prodiru u listove i izdanke navedenih biljaka gde se razgranavaju i šire dajući miceliju s uredosorusima. Posle obrazovanja uredosorusa micelija prezimljava u stabljici navedenih trajnica te s proleća iduće godine prelazi u nove izdanke obrazujući na donjoj strani listova u pokožici teleutosorusa s teleutosporama, dajući tim listovima bledo-crvenkastu ili oker žutu boju. Teleutospore klijaju u kratku promiceliju koja se, probivši se iz pokožice, podeli na četiri ćelije od kojih svaka daje po jednu bazidiosporu na kratkoj sterigmi i time se završava razvojni krug gljivice.

Iz navedenog opisa razvojnog kruga gljivice, proizlazi da je za pojavu rakavih guka i veštičnih metli na jeli neophodno prisustvo navedenih biljaka hraniteljki na kojima se razvijaju teleutosorusi i bazidiospore gljivice *Melampsorela caryophyllacearum* i da zaraza jele može nastati samo preko mladih izdanaka u doba kada se ovi upravo razvijaju iz pupoljka.

Još 1891. godine Koch je (14) na osnovu svojih opažanja ukazao da infekcija jele uvek nastaje na dotle još neozleđenim mestima, obično u blizini pršljena ili na vrhovima pupoljaka gde se kasnije stvara rakava izraslina. Ako se rakava guka razvija na izdanku glavne ose stabla, temeni izdanak produžava dalje da raste neozleđen, a na mestu infekcije zaostaje na deblu rakava guka. Posle Fischer-ovog otkrića prelazne biljke hraniteljke gljivice uzročnika jelinog raka, o postanku i poreklu raka na deblu Heck (10) je pisao da rakava guka na deblu nastaje bilo neposrednom infekcijom samoga debela i to na njegovom temenom izdanku za vreme dok u maju izdanak raste ili pak kada usled debljinskog prirasta debela urasta u deblo rakava guka koja se razvila u njegovoj neposrednoj blizini na nekoj bočnoj grani te se tako prenosi zaraza i na samo deblo. Postanak jednostrano razvijenih rakavih guka na deblu uglavnom se objašnjava urastanjem u deblo rakavih guka sa osnovicama bočnih grana.

RASPROSTRANJENOST I BROJNOST JELINOG RAKA U BOSNI I HERCEGOVINI

U svojim Izveštajima o posmatranju i proučavanju bolesti kultivisanih biljaka i šumskog drveća u Bosni i Hercegovini godine 1927. i 1928. Protić (18) navodi da se ova bolest — jelin rak — nalazi »u Zelen Gori, Ivan Planini, u gorama između Stambulčića i Pala kod Sarajeva, na Zvijezdi-Planini i istočno od Vareša«, zatim »u šumama između Nišića i Olova, na Konjuh Planini, u šumama oko Han Pijeska, između Olova i Zvijezde Planine i u ovoj i najzad u šumama između Vareša i Dubošćice«.

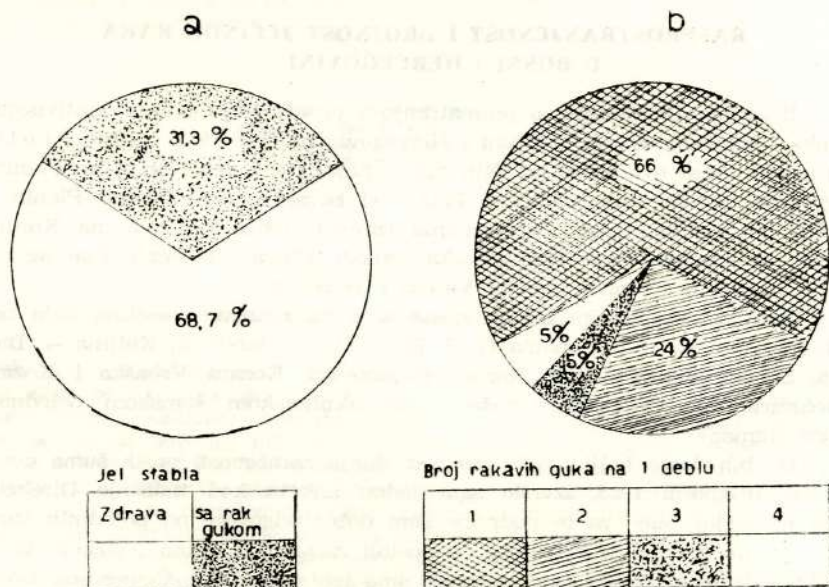
Jake zaraze jelinim rakom našao sam na mnogim mestima koja navodi Protić kao i u šumama G. J. Romanija — Jahorina, Kaljina — Bioštica, Semeć, Velika Usora, Kozara prijedorska, Kozara Vrbaška i Kozara Mlječanica. Istu bolest sam našao i na Fakultetskom šumskom oglednom dobru »Igman«.

Da bih dobio bolji uvid i pregled stanja zaraženosti naših šuma ovom bolešću, u godini 1955. izvršio sam jednu anketu kod tadašnje Direkcije šuma u Banjoj Luci; za to područje sam dobio odgovore od pojedinih šumskih uprava. Anketa je pokazala da postoji zaraza na celom području bivše Direkcije šuma u Banjoj Luci, gde god ima jele i to: G. J. Čemernica, Donji Ugar, Grmeč — Risovac, Plješivica, Grmeč, Klekovača — Risovac, Klekovača — Drvar, Klekovača — Drinić, Osječenica — Petrovac, Osječenica — Kulen Vakuf, Potoci — Resanovača, Šedinac — Glasinac, Ravna Gora — Vranovina, Šator, Jadovnik, Kozara — Mlječanica, Kozara — Vrbaška, Kozara prijedorska, Hrbline — Kujača, Manjača, Dno Luka i Janj.

Iz navedenog sledi zaključak da je jelin rak vrlo rasprostranjena bolest i, može se reći, nalazi se u šumama Bosne i Hercegovine svugde gdegod raste jela.

Nije mi moguće pružiti podatak s kolikim se procentom bolesnih stabala s rakavom gukom na deblu može u proseku računati za šume u Bosni i Hercegovini. Radi približnog uvida u stanje zaraženosti šumskih sastojina jelinim rakom koji se razvio samo na deblu a ne i na granama, vršio sam izbrajanje rakavih stabala u šumi »Grab« — G. J. Kaljina — Bioštica, »Kamenica — Potok« — G. J. Vel. Usora, »Ravna Planina« — G. J. Romanija—Jahorina, a u šumskom predelu »Mrakovica« G. J. Kozara Mlječanica, Kozara — prijedorska i Kozara — Vrbaška prikupio sam i najneophodnije osnovne taksacione podatke sa 6 primernih pruga.

a) Šuma »Grab« — G. J. Kaljina Bioštica. Valovita visoravan nadmorske visine 800—900 m, izgrađena iz krečnjaka koji mestimično i u manjim količinama izbija na površinu. Meštovite sastojine jele (0,51), smrče (0,27), bora (0,17) i bukve (0,05) sa nešto graba i javora, obrasta 0,6 — 0,8; podmladak, a naročito jele i smrče, je vrlo dobar. Na granici između odeljenja 222 i 223 izmerena je ogledna površina od $125 \cdot 60 = 6.250 \text{ m}^2$. S obzirom na pojavu rakavih guka na deblu stabala jele, izbrana ogledna površina, koja se nalazi oko sredine navedenih odeljenja kao i same šume »Grab«, okularno ocenjeno predstavlja prosek ove šume. Na oglednoj površini izbrojana su sva jelina stabla bez obzira na starost i debljinu. Od ukupnog broja izbrojanih jelinih stabala bilo je 31,3% stabala sa rakavom gukom na deblu. Između

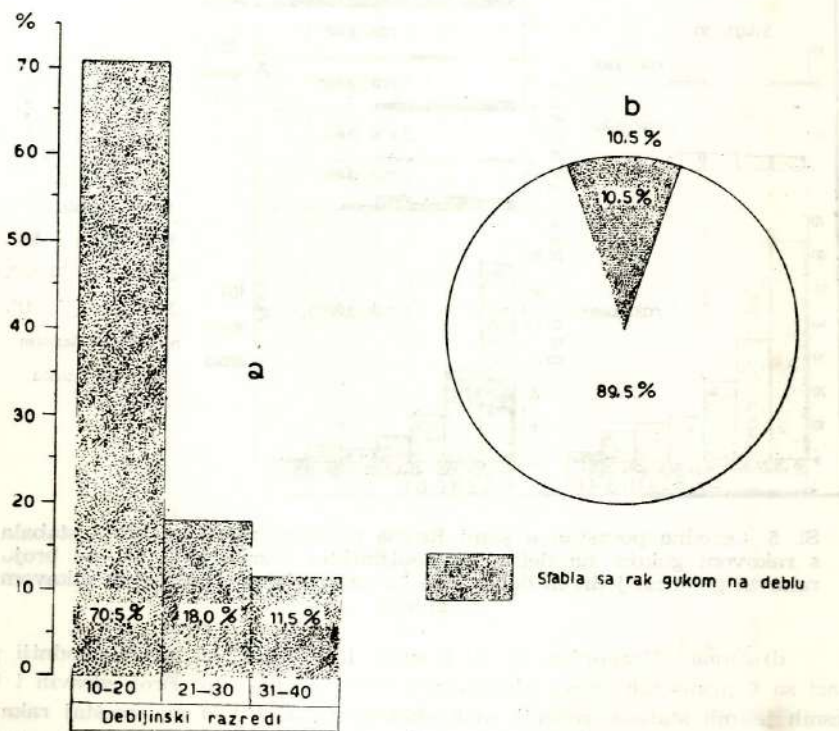


Sl. 3. Ogledna površina u šumi »Grab«
 a) odnos broja stabala sa rakavom gukom na deblu prema broju zdravih stabala u ‰,
 b) uzajamni odnos broj stabala sa 1, 2, 3 i 4 rakave guke na jednom deblu u ‰.

svih stabala sa rakavom gukom, bilo je 66,1% sa jednom, 24,2% sa dve, 4,8% sa tri i 4,8% sa četiri rakave guke na deblu jednog te istog stabla. Uzajamni odnos rakavih stabala sa 1, 2, 3 i 4 rakave guke na deblu na oglednoj površini u odeljenju 222/223 G. J. Kaljina Bioštica prikazan je na sl. 3.

b) *Šuma „Kamenica — Potok“ G. J. Vel. Usora.* Vrlo strma valovita strana, ekspozicija zapadna, nadmorska visina 600—940 m. Podloga sepeptin koji mestimično izbija na površinu u raznoliko izdrobljenim komadima. Mešovita sastojina jele (0,7) i Bukve (0,3) sa primesom smrče, breze, javora i jasike, smesa je stablimična, obrast 0,7. U ovoj šumi u od. 42 izabrana je ogledna površina od 0,833 ha, koja se nalazi pored granice odeljenja na ravni jednog grebena nagiba 3—5°, nadmorske visine 920 m. Podmladak potišten sa slabim visinskim prirastom. Podaci za jelu sa ove ogledne površine uzeti su iz elaborata za ispitivanje prirasta u šumama Bosne i Hercegovine u 1953. god. Od ukupnog broja jelinih stabala na oglednoj površini sa rakavom gukom na deblu bilo je 10,5%. Raspodela rakavih stabala po debljinskim razredima izražena u procentima vidi se na sl. 4.

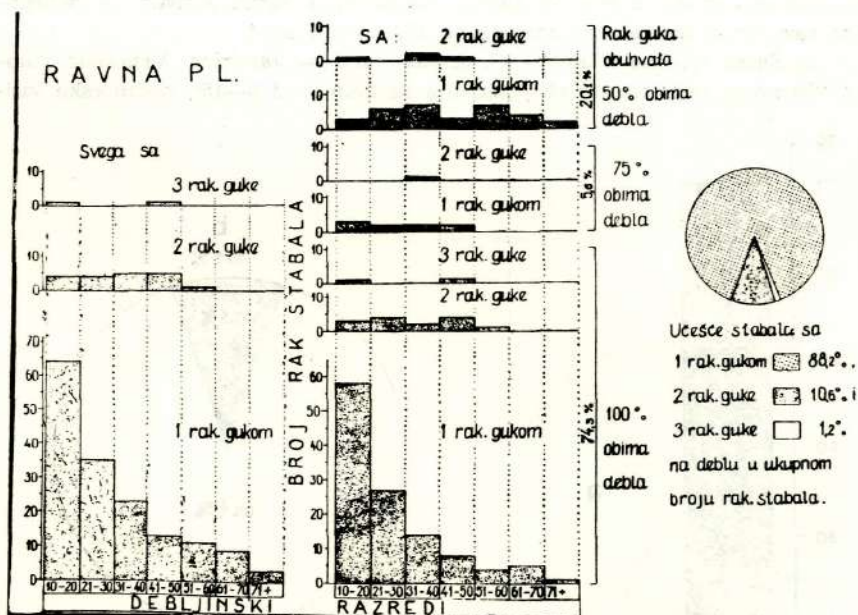
c) *Šuma »Ravna Planina« G. J. Romanija — Jahorina.* Vrtačasto valovita visoravan bez izrazite ekspozicije s nagibima od 0—15°, nadmorske visi-



Sl. 4. Ogledna površina u šumi »Kamenica — Potok«:

- a) raspodela sa rakavom gukom na deblu po debljinskim razredima,
 b) odnos broja stabala sa rakavim gukama na deblu prema broju zdravih stabala u %.

ne 1320 — 1490 m. Podloga krečnjak koji mestimično izbija na površinu. Mešovite sastojine jele (0.3), smrče (0.25) i bukve (0.45) sa primesom javora i bresta, smesa stablićna s manjim delovima čiste bukve. Ima dosta podmlatka, preovlada grupimično raspoređen podmladak jele i smrče. U odeljenju 123, 125, 136, 137 i 139 na prugama od po 20 m, (ukupna površina svih pruga 22,00 ha) uzeti su sledeći podaci samo za rakava stabla: prsni prečnik, visina stabla, smeštaj t. j. visina rakave guke na deblu iznad zemlje i procenat obima debla koji obuhvata rakava guka. Prsni prečnici su zaokružavani na 1 cm, visine stabala na 1 m, a visine smeštaja rakavih guka na deblu iznad zemlje zaokružene su na 1 dm. Procenti obima debla koji obuhvata rak zaokružavani su na četvrtine obima t. j. na 25% obima debla. Raspodela broja rakavih guka na deblu i procenat obima debla koji obuhvata rak kako po debljinskim razredima tako i po broju rakavih guka na deblu pojedinih stabala prikazani su na sl. 5.



Sl. 5. Ogledna površina u šumi Ravna planina; razdeoba broja stabala s rakavom gukom na deblu po debljinskim razredima i to: po broju rakavih guka na jednom deblu i po % obima debla zahvaćenog rakavom gukom

d) Šuma »Mrakovica« G. J. Kozara. Prikupljeni su najneophodniji podaci sa 6 primernih pruga ukupne površine 5,10 ha i to: Broj zdravih i bolesnih jelinih stabala, prečnik svih stabala u visini 1,30 m, smeštaj rakavih guka na pojedinom deblu, veličinu rakave guke po obimu debla i ukupni obim debla na mestu gde se razvila rakava guka na osnovu čega je obračunat procenat obima debla zahvaćenog rakavom gukom i zaokruženo na 1/4 obima. U tabeli 1 prikazan je broj zdravih i bolesnih stabala na primernim prugama. U šumskom predelu »Mrakovica« nađeno je da izvestan broj sta-

Tabela 1

Broj zdravih i rakavih jelinih stabala i površine njihovih poprečnih preseka na 1,30 m iznad zemlje na primernim prugama

Gospodarska jedinica	Broj odeljenja	Površina pri- merne pruge	Broj stabla										Površine poprečnog preseka na 1,30 m. iznad zemlje				
			Sa rakavom gukom na debalu					Bez rakave guke na deblu					% stabla sa rakavam gukom na deblu		m ²		% stabla sa rakavam gukom na deblu
1	2	3	1 rakava guga	2 rakave	3 guke	4	5 guke	6 guke	Svega vom gu- kom	7	8	9	10	11	12	13	14
Kozara — Mlječanica	88 a	1,60	112	13	8	133	730	863	15,4	10,1595	42,1959	52,3554	19,4				
	89 a	1,55	29	5	—	34	224	258	13,2	3,3283	18,0612	21,3895	15,6				
	89 c	0,25	19	5	1	25	72	97	25,8	2,9706	7,5307	10,5013	28,2				
Kozara prijedorska	31 a	0,60	18	3	—	21	105	126	16,7	2,0553	10,5032	12,5585	16,3				
	35 a	0,55	8	—	—	8	226	234	3,4	0,6187	10,9737	11,5924	5,3				
Kozara — Vrbaška	157 a	0,55	31	1	1	33	314	347	8,7	2,1291	17,3507	19,4798	10,9				
Ukupno:		5,10	217	27	10	254	1.671	1.925	13,2	21,2614	106,6153	127,8767	16,7				
Odnos stabala sa rakavom gukom na debalu u %			85,5	10,6	3,9	100,0											
Prosek po 1,0 ha obračunat iz svih primernih pruga			50	327	377	13,2	4,1689	20,9047	25,0736	16,6							

bala ima i po tri rakave guke na deblu. Kako se vidi iz tabele 1 od ukupnog broja rakavih stabala bilo je 85,5% stabala s jednom, 10,6% s dve i 3,9% s tri rakave guke na jednom deblu. Najveći broj bolesnih stabala ima po jednu rakavu guku na deblu. U istoj tabeli prikazane su i površine poprečnih preseka u 1,3 m iznad zemlje kao i procenat rakavih stabala po primernim prugama i ukupno. Ukupni podaci s ovih primernih pruga preračunati su i na prosečne vrednosti po 1,0 ha. Uzevši u razmatranje broj rakavih stabala, vidi se da je na primernim prugama prosečni procenat zaraženih stabala oko 13%.

JACINA NAPADA JELINOG RAKA NA POJEDINOM DEBLU

Kao merilo jačine napada jelinog raka na pojedinom deblu može se uzeti procenat obima debla koji je zahvaćen rakom.

Zaraza nastaje kroz mladi izdanak koji se upravo razvija iz pupoljka (Frischer, 4) i dalje se širi zahvatajući sve veći obim debla (Roth, 19). Izbrajanjem godova na preseku kroz rakavu guku koja je zahvatila ceo obim debla jedne jele u odeljenju 223 G. J. Kaljina — Bioštica, od vremena zaraze pa do vremena seče (jesen 1954. god.) rakava guka se s jedne strane razvija punih 28 godina a s protivne 16 godina. Od vremena zaraze pa do vremena kada je bio zahvaćen ceo obim debla proteklo je 12 godina.

Ukoliko je veći deo obima debla zahvaćen rakavom gukom utoliko se više snižava vrednost takvog debla.

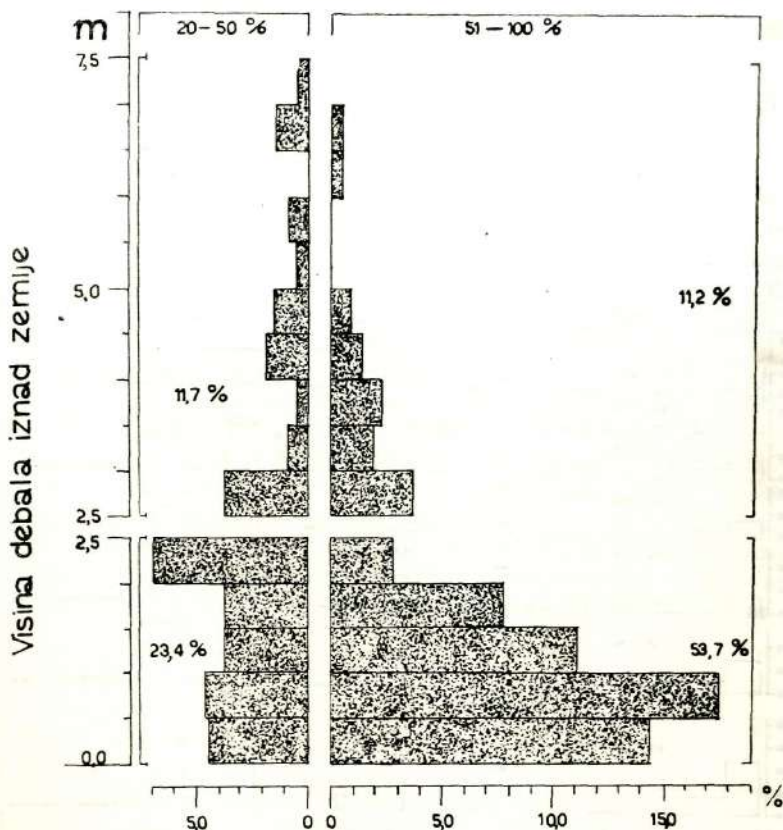
Od ukupnog broja 179 rakavih stabala iz Ravne Planine na kojima je meren procenat obima koji je zahvaćen rakavom gukom, sa 100% obima, t. j. ceo obim debla na mestu razvoja rakave guke, zahvaćeno je kod velike većine od 74,3% ukupnog broja svih rakavih stabala. Tri četvrtine obima debla zahvaćeno je kod 5,6% a polovina debla kod 20,1% ukupnog broja svih stabala.

Pogleda li se razdeoba broja rakavih guka na deblu po debljinskim razredima i po veličini procenta obima debla zahvaćenog rakavom gukom (sl. 5) zapaziće se u slučaju razvoja jedne rakave guke na deblu, kada rakava guka obuhvata 100% obima debla, da je broj takvih stabala, počev od I. debljinskog razreda (10—20 cm) u stalnom opadanju. Odstupanje od ovog zapaža se samo u slučajevima gde rakava guka zahvata do 50% obima debla. To se može objasniti time da je kod tih stabala razvoj rakave guke na deblu posledica zaraze živića i prenošenja na samo deblo urastanjem u deblo rakave guke koja se razvila u njegovoj neposrdnoj blizini, a takođe i malim brojem opažanih slučajeva.

Visina do koje dopiru rakave guke na deblu izdeljena je na odseke od po 0,50 m.

Na grafikonu sl. 6 prikazana je razdeoba rakavih stabala sa jednom rakavom gukom na deblu s obzirom na njen smeštaj na deblu odnosno visinu rakave guke iznad zemlje u odnosu na procenat obima debala po kome se prostire, a odnosi se na podatke dobivene iz šumskog predela Mrakovica. Ovaj grafikon je podeljen na četiri kvadranta; za granicu podele uzeto je 50% obima debla koji zahvata rakava guka i 2,50 m visine rakavog mesta iznad zemlje.

Deo obima debla koji obuhvata rak. guka

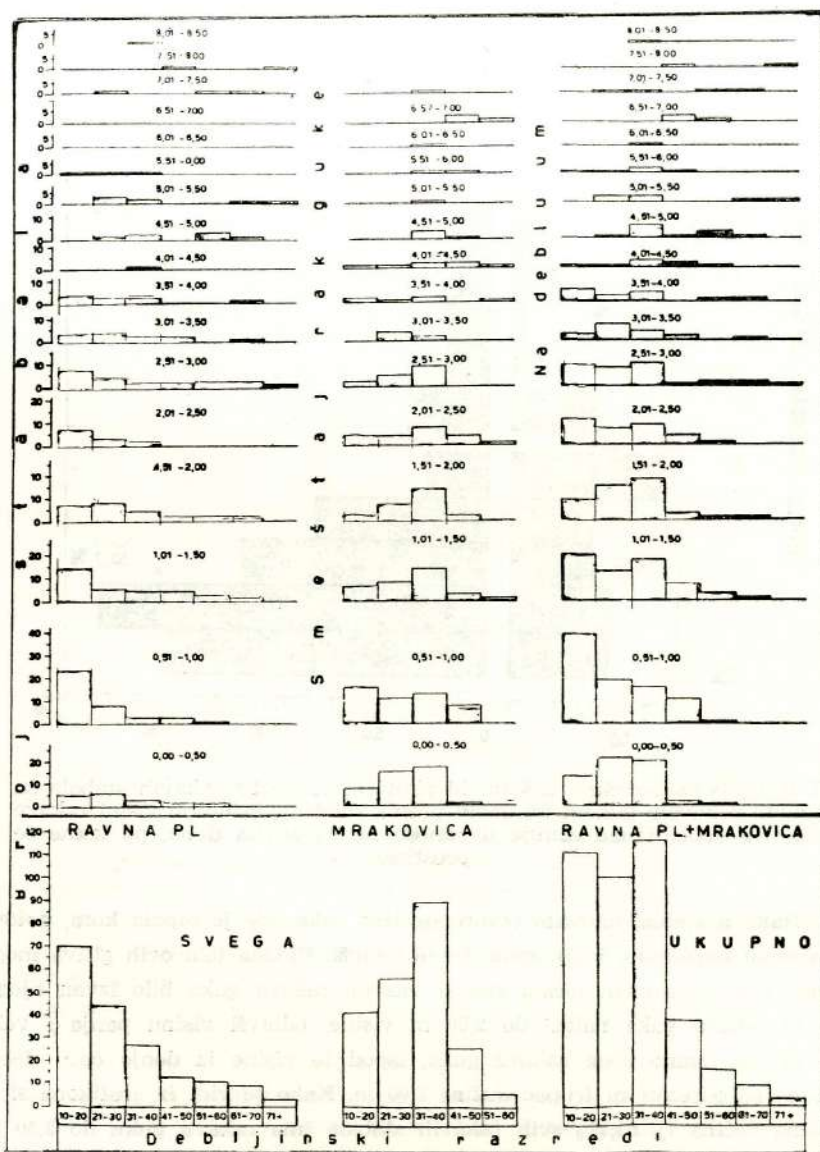


Sl. 6. Ogledna površina u šumi Mrakovica; razdeoba rakavih stabala sa jednom rakavom gukom na deblu prema smeštaju odnosno visini rakave guke na deblu iznad zemlje u odnosu na % obima debla po kome se prostire.

Rakava stabla, naročito otvorenog tipa raka gde je otpala kora, gotovo redovno su napadnute i gljivama drvene truleži. Plodna tela ovih gljiva mogu se naći bilo na samom mestu gde se razvila rakava guka bilo izvan njega. Ako se rakava guka nalazi do 2,50 m visine, odbivši visinu panja i veličinu otpatka samo zbog rakave guke, ispod te visine iz donje čestj debla ne može se odrezati ni trupac dužine 2,00 m. Kako se vidi iz grafikona sl. 6 pretežna većina tj. 53,7% svih rakavih stabala ima rakavu guku do 2,50 m visine, a prostire se između 50,1 do 100% obima debla. To znači da kod pretežne većine bolesnih stabala od jelinog raka na deblu, njihov pridanak — najvrednija čest debla — nije upotrebljiva za izradu pilanskih trupaca.

PODACI MERENJA SMEŠTAJA RAKAVE GUKE NA DEBLU

Na sl. 7 prikazana je razdeoba broja rakavih stabala po debljinskim razredima u pojedinim odsecima smeštaja rakave guke na deblu — veličina odseka je 0,50 m. Podaci merenja visine smeštaja rakave guke na deblu su iz

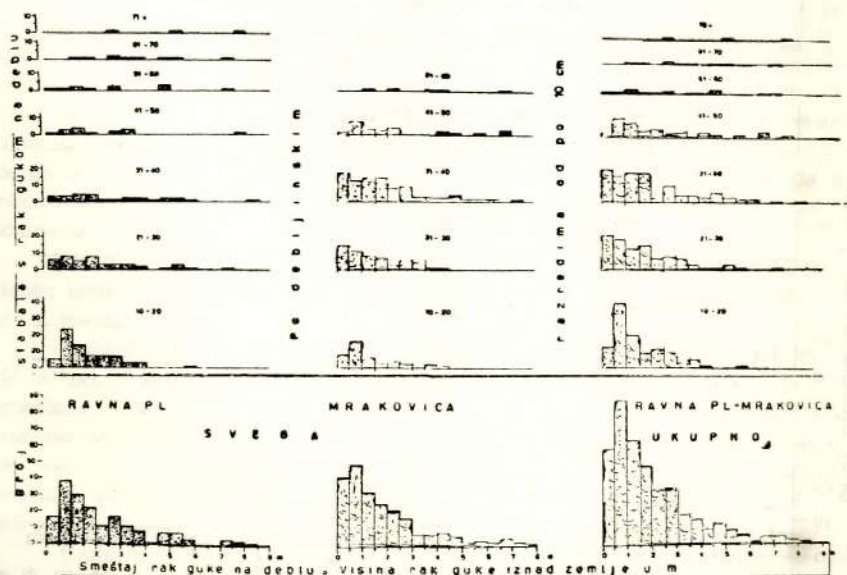


Sl. 7. Ogladna površina u šumi Ravna planina i Mrakovica; razdeoba broja rakavih stabala po debljinskim razredima u pojedinim odsecima visine smeštaja rakave guke na deblu i ukupno.

šumskih predela Ravna Planina i Mrakovica. Na sl. 8 pokazana je razdeoba istih stabala uzevši u obzir visinu smeštaja rakave guke na deblu u pojedinom debljinskom razredu.

Sa sl. 7 može se zapaziti da je u oba šumska područja (Ravna Planina i Mrakovica) po debljinskim razredima slična razdeoba broja rakavih stabala kod kojih se rakava guka nalazi nisko pri zemlji tj. na prva dva odseka odnosno na visinama između 0,00 — 0,50 m i 0,51 — 1,00 m iznad zemlje. U oba šumska područja u prvom odseku tj. na visini između 0,00 — 0,50 m iznad zemlje razdeoba rakavih stabala po debljinskim razredima pokazuje prvo težnju porasta broja tih stabala iz razreda u razred posle čega nastupa opadanje tog broja, dok u drugom odseku tj. na visini između 0,51 — 1,00 m razdeoba rakavih stabala po debljinskim razredima u oba područja pokazuje težnju neprekidnog opadanja broja tih stabala, počev već od prvog debljinskog razreda. U prva dva odseka tj. između 0,00 — 0,50 — 1,00 m visine debla iznad zemlje, na oglednim površinama u šumskom predelu Mrakovica nalazi se 41,1%, a u Ravnoj Planini 30,5%, odnosno ukupno za oba područja 36,2% svih rakavih stabala, što znači da se prosečno kod 1/3 svih bolesnih stabala rakava guka nalazi na visini do 1,00 m iznad zemlje.

Pogleda li se sl. 8 prikazana razdeoba rakavih stabala po visini smeštaja rakave guke na deblu u I debljinskom razredu kako za područje Ravne Planine tako isto i područje Mrakovice, uočiće se u tom debljinskom razredu izvesna prilično velika sličnost razdeobe tih stabala. Ista sličnost razdeobe broja rakavih stabala po visini smeštaja rakave guke na deblu može se zapaziti i u ukupnoj razdeobi tih stabala za oba područja bez obzira na deb-



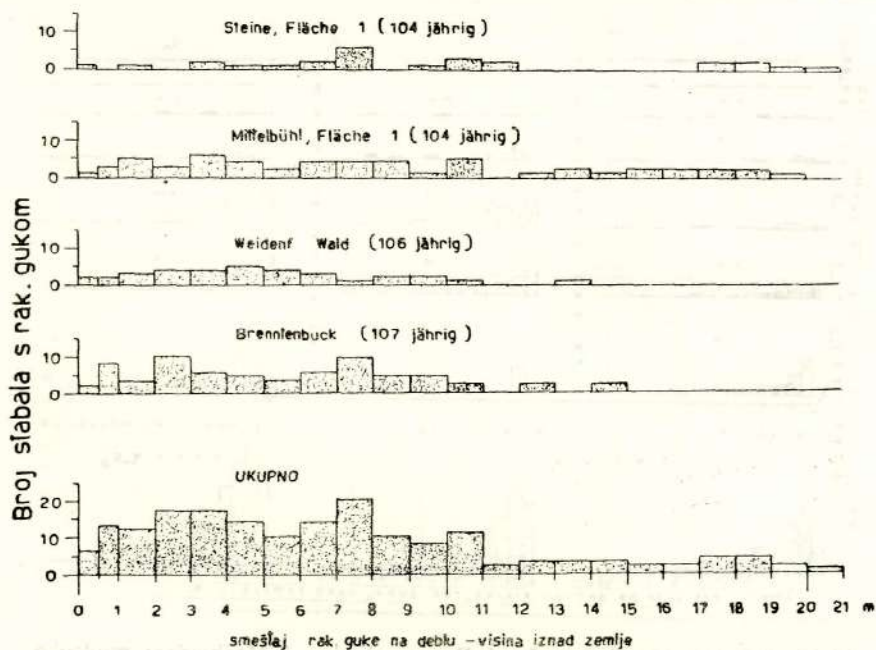
Sl. 8. Ogledna površina u šumi Ravna planina i Mrakovica; razdeoba broja rakavih stabala po visini smeštaja rakave guke na deblu u pojedinom debljinskom razredu i ukupno.

ljinski razred. Razmotri li se pak razdeoba stabala po visini smeštaja rakave guke na deblu svih rakavih stabala iz Ravne Planine i sa Mrakovice, može se zapaziti izvesna zakonitost u razdeobi. U visinskim odsecima 0,00 — 0,50 m i 0,51 — 1,00 m visine debla iznad zemlje naglo raste broj onih bolesnih stabala kod kojih se rakava guka nalazi baš na tim odsecima, dok je na ostalim odsecima od po 0,50 m taj broj ispočetka u brzom a potom u sve sporijem ali neprekidnom i stalnom opadanju. Kao što je već ranije izloženo, pojava rakavih guka na deblu jele je posledica ili neposredne zaraze temenog izdanka ili pak urastanja u deblo rakave guke s nekog bočnog izdanka. Da bi moglo doći do ovog urastanja, treba da se rakava guka na bočnom izdanku razvije vrlo blisko uz deblo, a to znači na primarnom izdanku koji se razvija iz bočnih pupoljaka pri vrhu.

Prema rečenom, može se zaključiti da između svih bolesnih stabala broj stabala kod kojih se rakava guka nalazi na izvesnoj visini debla zavisi od date visine i predstavlja izvesnu funkciju te visine. Ta visina je, uglavnom, visina temenog odnosno bočnog pupoljka pri vrhu ili drugim rečima visina jelinih stabala u trenutku zaraze.

Smatram nužnim da napomenem da Heck u svojim istraživanjima jelinog raka nije ispustio iz vida visinu iznad zemlje u kojoj se pojavljuje rak debla. Heck navodi da je ta visina srazmerno mala. Na str. 120 monografije o jelinom raku Heck (11) daje tabelarni pregled razdeobe stabala po

Raspodela rakavih guka po visini debla prema Heck - u



Sl. 9. Pregled razdeobe rakavih stabala po visini rakave guke na deblu po Heck-ovim podacima

visini rakave guke na deblu, koji sam radi bolje preglednosti prikazao grafički na sl. 9. Razmotri li se ova razdeoba, uočava se da rakava stabla, s obzirom na visinu rakave guke na deblu kako na pojedinim oglednim površinama tako i ukupno, imaju nepravilnu razdeobu; može se zapaziti postojanje nekoliko, više ili manje, izrazitih vrhova. I sam Heck navodi da su, zbog brojnih izuzetaka u razdeobi stabala po visini rakave guke na deblu, nepovoljni izgledi za donošenje nekog pravila. Teško je reći šta je uzrok takve raspodele, danas se može samo pretpostavljati da se tu možda radi ili o malom broju merenja položaja rakavih guka na deblu o čemu i Heck govori ili pak o uticaju čoveka na razvoj šumskih sastojina (čišćenja, prorede i dr.). Svakako su u pitanju promene jačine uticaja spoljašnjih činilaca u razvoju samih šumskih sastojina. Čišćenja, prorede i drugi zahvati u sastojinu vrše uticaj i na razvoj prizemnog biljnog pokrivača, čas s većim čas s manjim učešćem prizemnih prelaznih biljaka hraniteljki iz porodice *Caryophyllaceae*. Takva razdeoba nije davala mogućnost uočavanja veze između brojnosti stabala s rakavom gukom na deblu i visine na kojoj se one nalaze.

Materijal koji koristim u ovom radu veoma je skroman iako broj podataka merenja s ukupno 393 rakava stabla na navedenim površinama iz dva šumska područja predstavlja srazmerno veliki i dovoljan broj opažanja na osnovu čega bi se mogli izvesti izvesni verodostojni zaključci.

Razmatranje razdeobe visine smeštaja rakavih guka na deblu bolesnih stabala.

Duž debla jelinih stabala nalazio sam rakave guke na različitim visinama i to kako na samom panju neposredno pri zemlji tako i visoko u krošnji. Položaj rakave guke na deblu ima veliki uticaj na iskorišćavanje rakavog debla. Kod izrade trupaca iz rakavih stabala kod kojih se rakava guka nalazi duž prva dva metra debla, javlja se veliki otpadak ne toliko zbog neposrednog oštećenja debla od same rakave guke koliko kao posledica njenog nepovoljnog smeštaja i nastale potrebe da se odbaci i deo zdravog debla ispod rakave guke. Sgledišta iskorišćenja debla nije svejedno da li se rakava guka na deblu rakavih stabala razvila npr. na 1—2 m ili na 5 m visine iznad zemlje.

Opšta razdeoba rakavih stabala po visini smeštaja rakave guke na deblu iskazana u procentima ($= P \%$) može se izraziti kao funkcija visine ($= h$ metara).

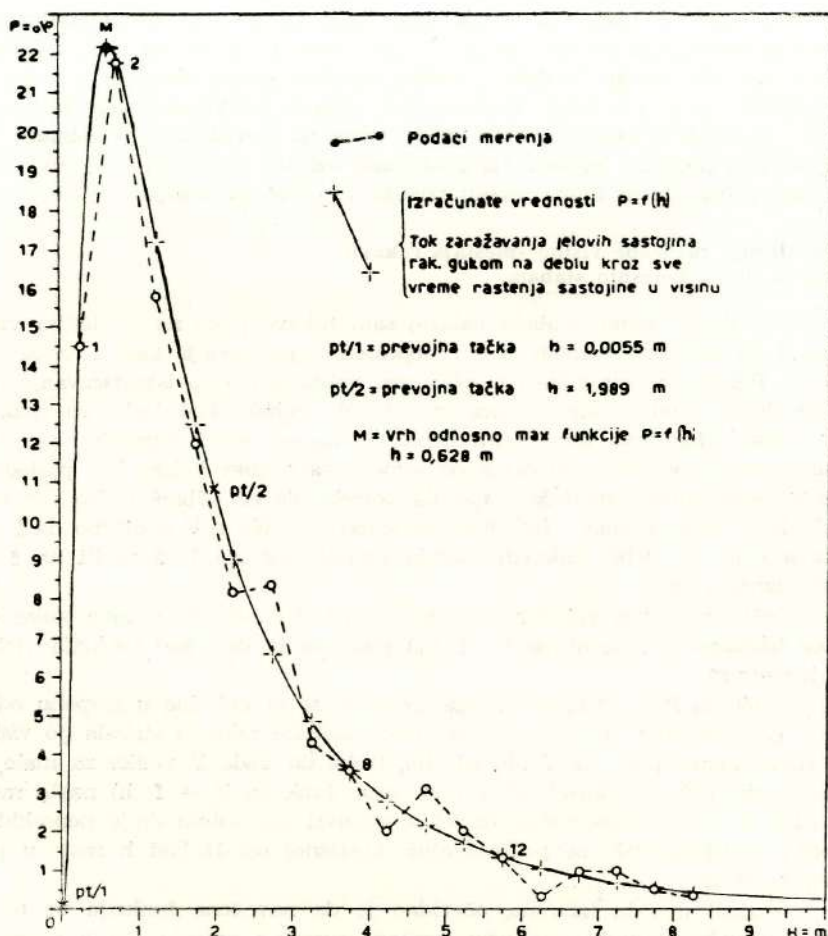
Funkcija $P = f(h)$ pre svega treba da je neprekidna u rasponu od 0 do $+\infty$, i, kako se može uočiti iz same razdeobe rakavih stabala po visini smeštaja rakave guke na deblu (sl. 10), treba da bude P veliko za male, a maleno za velike vrednosti od h . Sem toga, funkcija $P = f(h)$ naglo raste od nule do svog maksimuma, da bi, dostigavši ga, potom dalje neprekidno opadala asimptomatski se približavajući apscisnoj osi H kad h raste u pozitivnom smeru.

Imajući u vidu izloženo, očividno je da navedena funkcija ne može biti algebarska. Potrebno je prvo ispitati zavisnost između $\log h$ i $\log P$ (Ezekiel, 2). Vrednosti $\log h$ i $\log P$ obeležene su slovima x i y te ucrtane u grafikon. Iz grafikona sl. 11 vidi se da je ta zavisnost takva da se može predstaviti krivom linijom koja bi se mogla izraziti polinomom n -tog stepena.

$$y = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0 \quad (a_n \neq 0) \quad (I)$$

Koristeći se Newton-ovim obrascem za interpolaciju, koji se inače često koristi za prikazivanje empirijske funkcije pomoću polinoma; iz četiri tačke i to: dve za male i dve tačke za velike vrednosti h , dobija se polinom trećeg stepena. (Tačke 1, 2, 8, 12)

x	y=f(x)	1 stepen	2 stepen	3 stepen
-0,60206	1,16137	0,36906		
-0,12494	1,33646	-1,11615	-1,25433	
0,57403	0,55630	-2,38289	-1,43197	-0,13045
0,75967	0,11394			



Sl. 10. Opšta razdeoba rakavih stabala po visini ($H=m$) smeštaja rakave guke na deblu: kružićima su označeni podaci merenja, krstićima su označene izračunate vrednosti.

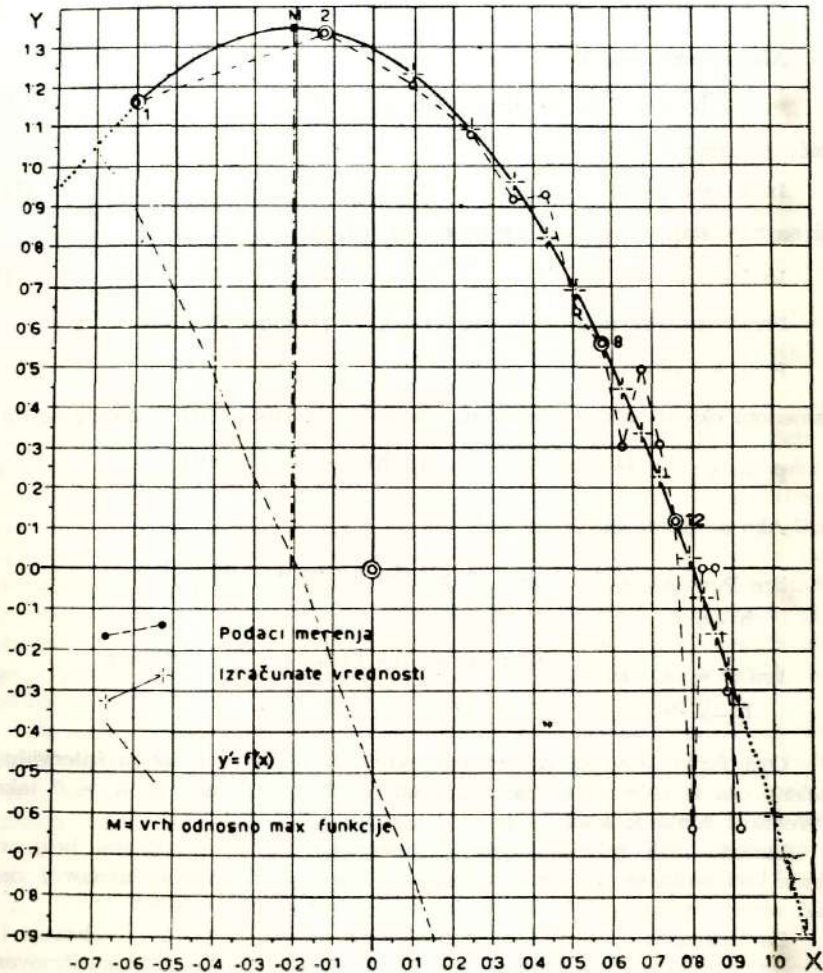
$$f(x) = 1,161137 + (x + 0,60206) \cdot 0,36906 + (x + 0,60206) \cdot (x + 0,12494) \cdot (-1,25433) + (x + 0,60206) \cdot (x + 0,12494) \cdot (x - 0,57403) \cdot (-0,13045)$$

izvršivši potrebne računске radnje traženi polinom je dobio sledeći vid:

$$y = 1,29485 - 0,49921 x - 1,27428 x^2 - 0,13045 x^3 \quad (\text{II})$$

ili napisano u opštem obliku

$$y = a_0 - (a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3) \quad (\text{II a})$$



Sl. 11. Opšte razdeobe rakavih stabala po visini smeštaja raskave guke na deblu izražen u logaritamskim veličinama: $\log h = X$, $\log P = Y$. Kružićima su označene logaritamske vrednosti podataka merenja a krstićima izračunate vrednosti.

Pomoću obrasca (II) izračunate su pojedine vrednosti y za odgovarajuće x . Izračunate vrednosti y odnosno $\log P$ takođe su ucrtane u grafikon sl. 11.

Upoređujući podatke merenja s izračunatim vrednostima uverio sam se u ispravnost postupka i u to da se u ovom slučaju zavisnost između $\log P$ i $\log h$ može izraziti polinomom trećeg stepena (kubnom parabolom).

Smenom vrednosti za x i y u izrazu (II) s njihovom stvarnom vrednošću tj. $y = \log P$ a $x = \log h$, te zamenivši dekadne logaritme — \log — prirodnim logaritmima — \ln —, navedeni izraz (II) može se napisati u opštem obliku

$$\ln P = a - [b \cdot \ln h + c \cdot (\ln h)^2 + d \cdot (\ln h)^3], \quad (\text{III})$$

Ako se stavi da je

$$b \cdot \ln h + c \cdot (\ln h)^2 + d \cdot (\ln h)^3 = u \quad (\text{III/1})$$

dobiće se izraz

$$\ln P = a - u, \quad (\text{III/2})$$

koji se množenjem sa $\ln e$ transformira u izraz

$$\ln P = a \cdot \ln e^{-u} \quad (\text{IV})$$

Posle antilogaritmovanja ovaj izraz (IV) prelazi u oblik

$$P = A \cdot e^{-u},$$

te smenom eksponenta u njegovom vrednošću iz izraza (III/1) dobija se da je

$$P = A \cdot e^{-[b \cdot \ln h + c \cdot (\ln h)^2 + d \cdot (\ln h)^3]} \quad (\text{V})$$

Ako se pređe na limes, biće

$$\lim_{h \rightarrow 0} P = A \cdot e^{-[b \cdot \ln h + c \cdot (\ln h)^2 + d \cdot (\ln h)^3]} = 0$$

$$\lim_{h \rightarrow +\infty} P = A \cdot e^{-[b \cdot \ln h + c \cdot (\ln h)^2 + d \cdot (\ln h)^3]} = 0$$

Ova funkcija vredi za interval od 0 do $+\infty$ i u istom intervalu je apscisna osa H asimptota kako za vrednost funkcije kada je $h = 0$ tako i za vrednost funkcije kada je $h = +\infty$.

Između svih rakavih stabala, procenat (= P %) odnosno broj onih stabala kod kojih se rakava guka na deblu javlja na izvesnoj njegovoj visini iznad zemlje menja se eksponencijalno sa visinom (= h met.)

Za izračunavanje vrednosti P , obrazac (II) je zgodniji od obrasca (V). Vrednosti $y = \log P$ izračunate pomoću izraza (II) posle antilogaritmovanja daju vrednosti P koje su grafički prikazane na sl. 10.

Kriva funkcije $P = f(h)$ grafički prikazana na sl. 10 ima dve prevojne tačke i to za $h = 0,0055$ i $h = 1,989$. Kriva je konveksna prema apscisnoj osi za sve vrednosti do $h = 0,0055$ i vrednosti veće od $h = 1,989$. Iz-

među prevojnih tačaka kriva je konkavna i u ovom njenom delu nalazi se vrh ili maksimum funkcije i to za $h = 0,628$ m. U predelu konkavnosti kriva leži ispod svoje tangente i pokazuje težnju okupljanja i gomilanja svojstava što ih karakteriše funkcija koju grafički predstavlja, dok u predelu konveksnosti kriva koja leži iznad svoje tangente ima suprotnu osobinu i pokazuje težnju rasturanja i rasipanja, te ublažavanja oštrote procesa koji grafički predstavlja.

Prelazne biljke hraniteljke, s kojih se prenosi zaraza parazitnom gljivicom uzročnikom jelinog raka na deblu, rastu ili u zajednici s jelom ili u njenoj neposrednoj blizini. Mnoge od tih prelaznih hraniteljki su višegodišnje biljke na kojima se, ako su već jednom zaražene, parazitna gljivica održava dugo u nepotpunom ciklusu razvika i, prema tome, te biljke su stalni i nepresušni izvor zaraze jelinih izdanaka u doba njihovog razvoja iz pupoljka. Pojava rakavih guka na jelinom deblu uglavnom je posledica zaraze temenih izdanaka u doba njihovog razvoja iz pupoljka. Uzevši ovo u obzir, očevidno je da nam kriva navedene funkcije $P = f(h)$ u stvari pokazuje tok zaražavanja jelinih sastojina rakavom gukom na deblu kroz sve vreme rastanja sastojine u visinu.

U području konkavnosti ove krive prema apscisnoj osi H može se naći odgovor na pitanje koji interval visina temenog vrha jele je najjače ugrožen od zaraze i kasnijeg razvoja rakave guke na deblu — to je između 0,0055 i 1,989 m.

Prema Matićevim podacima o visinskom prirastu jele (17), u doba kulminacije visinskog prirasta jela dostigne visinu od 11,2—22,5 m i debljinu u prsnoj visini ($h = 1,30$ m) od 20—27 cm (za V do I bonitet).

Visina jele odnosno njenog temenog izdanaka iznad zemlje u trenutku zaraze parazitnom glizavicom *Melampsorella caryophyllacearum* (D. C.) Schröt. je visina na kojoj se razvila te se i danas na toj visini debla nalazi rakava guka. Najveću visinu rakave guke na deblu jele našao sam na 10,4 m (Heck navodi da je našao najveću visinu rakave guke na deblu na 21,0 m). Uporedivši to sa visinama jele u doba kulminacije njenog visinskog prirasta, očevidno je da je kod svih posmatranih stabala s rakavom gukom na deblu temeni odnosno bočni temeni izdanak bio zaražen navedenom parazitnom gljivicom pre kulminacije visinskog prirasta jele tj. u doba njene pune životne snage i bujnog razvoja. Prema tome, jelin rak debla je akutna bolest jelinog podmlatka i mladika koja prelazi u hroničnu bolest zrelih sastojina.

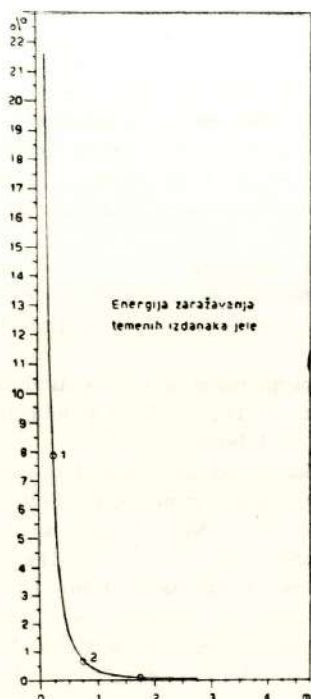
Parazitna gljivica *M. caryophyllacearum* raspolaže sposobnošću i moći da izvrši zarazu jelinih izdanaka, a ta sposobnost i moć odnosno potencijalna energija zaražavanja ($= E_z$) temenih izdanaka jele može se izraziti brzinom priraštaja broja stabala s rakavom gukom po jedinici visine debla iznad zemlje, drugim rečima, brzinom priraštaja broja stabala s rakavom gukom između uzastopnih vrednosti visine na deblu kada promena vrednosti visine (Δh) teži nuli.

Prema tome

$$E_z = \lim_{\Delta h \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta h} = \lim_{\Delta h \rightarrow 0} \frac{f(h + \Delta h) - f(h)}{\Delta h} = f'(h) \quad (VI)$$

energiju zaražavanja predstavlja brzina kojom se menja funkcija $P = f(h)$, a to je njena izvodna funkcija.

Izvodna funkcija $y' = f'(x)$ prikazana je svojim grafikom na sl. 11, a $P' = f'(h)$ na sl. 12. Grafik izvodne funkcije očigledno pokazuje kako izvodna funkcija $P' = f'(h)$ vrlo brzo opada asimptotski se približavajući apscisnoj osi H, što ukazuje na to da iz početka ogromna energija zaražavanja temenih izdanaka, dok su na malim visinama, naglo opada s porastom njihove visine iznad zemlje.



Sl. 12. Energija zaražavanja izdanaka jela — $P' = f'(h)$.

Na pitanje zašto naglo opada energija zaražavanja temenog izdanka, odnosno temenih bočnih izdanaka u neposrednoj blizini temenog izdanka, sa porastom visine iznad zemlje zasad je teško dati jasno određeni odgovor. Na to pitanje se još uvek mogu davati odgovori samo u vidu pretpostavki.

Još 1927. godine Heck (11) je naveo neke pretpostavke kao što je ta, da možda vrh starih jela, pošto dobije vid rodnog gnezda, ima vrlo gruba ili inače neka naročito nepovoljna svojstva, ili pak ima neku prevlaku od smole ili slično, zbog čega viši delovi debla ostaju stvarno bez guka jelinog raka mada se na mnogim granama u vrhu jeline krošnje mogu naći brojne veštičine metle. Čini mi se, da se ni jedna od navedenih pretpostavki ne može prihvatiti, pošto se zaraza gotovo svih temenih izdanaka dešava pre ili samo veoma izuzetno može da padne u doba kulminacije visinskog prirasta jela, što znači mnogo ranije od bilo kakve pojave starenja i razvoja vrha krošnje u vidu rodnog gnezda.

Kao što je već ranije navedeno funkcija $P = f(h)$ pokazuje tok zaražavanja jeline sastojine rakavom gukom na deblu kroz sve vreme rastenja sastojine u visinu; s promenom visine h menja se i vrednost funkcije. P . U obrascu (V) nalazi se jedna stalna veličina i tri različita parametra uz obeležje za visinu odnosno uz nezavisno, promenljivu veličinu. Prisustvo biljaka kliconoša parazitne gljivice jelinog raka (*Stellaria* sp. i druge) za svako stanište je više ili manje stalna veličina, dok su visina jelinog temenog izdanka iznad zemlje i uslovi okoline promenljive veličine kako u vremenu tako i u prostoru. U odnosu na visinu jele zaražljive spore parazitne gljivice uzročnika jelinog raka, polaze sa srazmerno malenih visina (visina prelaznih biljaka hraniteljki je prosečno ispod 0,50 m) i uzlaznim vazдушnim strujama dospevaju do krošnje i temenih izdanaka jele. Od uslova okoline koji imaju osnovni i veliki značaj za ostvarivanje zaraze jele u datom trenutku pre svega su brzina vetra, vlaga i temperatura. Prevelike brzine vetra u vreme rasejavanja spora onemogućavaju da se zaražljive spore zadrže na jelinom temenom izdanku, a svojim dejstvom isušavanja još im snižavaju i klijavost. Promene temperature i postotak relativne vlage vazduha utiču na klijavost i klijanje spora posejanih po izdanku u trenutku njegovog razvoja iz pupoljka. Sem toga, osunčavanjem jače se zagrevaju temeni izdanci zbog čega se zagrevaju i vazdušni slojevi neposredno oko izdanka; ovi slojevi su vrlo pokretljivi. Zagrejane čestice vazduha postavši specifički lakše počinju se kretati razvijajući uskomešana mikrostrujanja oko izdanka. Ova mikrostrujanja mogu biti dovoljno snažna da zaražljive vrlo lake spore, koje zbog svoje male težine prosto lebde u vazduhu, udaljavaju od osetljivog i srazmerno malenog dela temenog izdanka na kome bi te spore mogle ne samo proklijati već i njihova klica, probušivši pokožicu i prodrevši u unutrašnja tkiva izdanka, da ostvari zarazu. Posle kulminacije visinskog prirasta temeni izdanci postaju sve kraći i kraći, a samim tim smanjuje se i veličina prostora na kome može doći do zaraze. Prema izloženom može se uzeti da je uzrok opadanja energije zaražavanja temenih izdanaka s porastom visine jele neprekidna promena uslova okoline onog mesta na temenom izdanku gde posejane spore mogu ostvariti zarazu. Zašto opada energija zaražavanja temenog izdanka i pojava rakavih guka na deblu s porastom visine jele i nadalje ostaje otvoreno pitanje i zanimljiv predmet daljih istraživanja.

ZAKLJUČCI

Na osnovu izloženog mogu se izvesti sledeći zaključci:

1. Jelin rak je vrlo rasprostranjena bolest u šumama Bosne i Hercegovine i može se naći gotovo svuda gdegod raste jela.

2. Kod 1/3 svih rakavih stabala rakava guka se nalazi do 1,0 m visine iznad zemlje. Rakava guka koja obuhvata više od jedne polovine pa do celog obima debla, a smeštena je ispod 2,50 m visine debla može se naći kod preko 50% rakavih stabala. Bez obzira na zahvat obima debla, rakava guka je kod većine rakavih stabala smeštena do 2,50 m visine debla.

3. Smeštaj ili položaj rakave guke na deblu eksponencijalno se menja sa visinom.

4. Kriva funkcije $P = f(h)$ pokazuje tok zaražavanja sastojine rakavom gukom na deblu jele kroz sve vreme rastenja sastojine u visinu. Najveći broj zaraženih jelinih temenih izdanaka javlja se u doba kada su pojedina stabla, skupine stabala pa i cele sastojine narasli do visine 0,50—0,75 m; s daljim porastom njihove visine opada broj zaraženih temenih izdanaka a s tim i broj stabala s rakavom gukom na deblu.

5. Zaraza temenih izdanaka jele, a posledica te zaraze je razvoj rakave guke na deblu, dešava se redovno pre a samo veoma izuzetno i u doba kulminacije visinskog prirasta jele.

6. Energija zaražavanja temenog izdanaka naglo opada s porastom visine jele. Verovatno da je neprekidna promena uslova u vremenu i prostoru onog mesta na temenom izdanku, na kojem bi posejane spore mogle ostvariti zarazu, uzrok opadanja energije zaražavanja temenog izdanaka s porastom visine jele.

7. Od zaraze rakom na deblu najjače su ugrožene jele uzrasta do 2,00 m visine. Prema tome, jelin rak debela je bolest jelinog podmlatka i mladika koja prelazi u hroničnu bolest zrelih sastojina.

8. Mere zaštite od pojave rakavosti debela u sastojinama jele trebalo bi preduzimati počev od njenog ponika pa do uzrasta od 2,00 m visine.



Sl. 13. Ogledna površina u šumi Ravna planina G. J. »Romanija—Jahorina« od. 123; rakava guka na deblu sa ispucanom korom, vidi se isticanje smole, rakava guka se prostire po celom obimu debela, starost stabla 92 godine, visina do sredine rakave guke je 1,50 m.

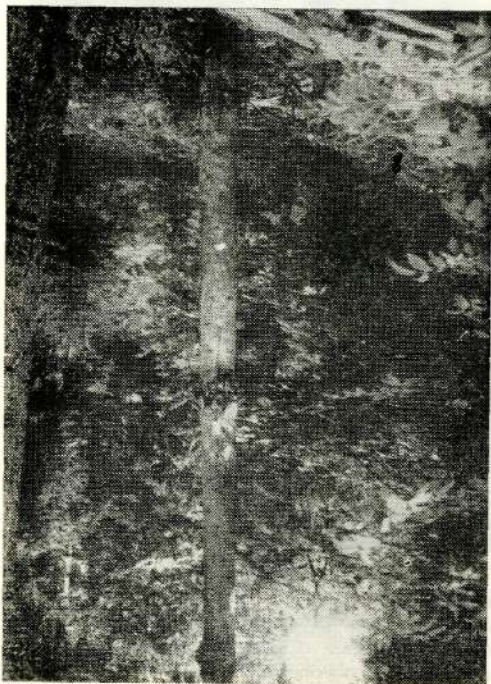
Sl. 14. ogledna površina u šumi Ravna planina G. J. »Romanija—Jahorina« od. 139; rakava guka na deblu sa »veštičinom meflom«, vidi se isticanje smole, $D_{1,30} = 16$ cm $h = 10,20$ m, starost stabla 77 godina, visina do sredine rakave guke j 2,30 m.



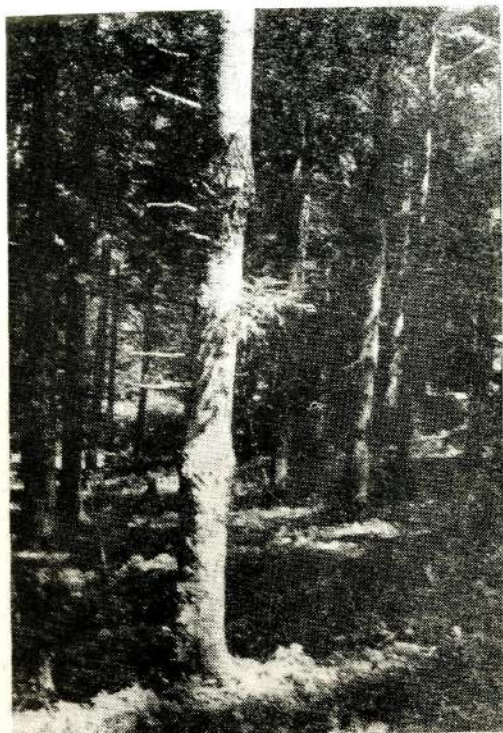
Sl. 15. Ogledna površina u šumi Mrakovica, G. J. »Kozara — Mlječanica« od. 89 c; rakava guka na deblu jele, visina do sredine rakave guke je 0,4 m, rakava guka se prostire po celom obimu debla, u predelu rakave guke otpada kora, tip otvorenog raka.



Sl. 16. Ogledna površina u šumi Mrakovica. G. J. »Kozara — Mlječanica« od 89 c; ispod rakave guke na deblu jela plodno telo gljive *Fomes robustus* Karst. f. *Hartigii* Bres., plodno telo gljive je izvan područja rakave guke na deblu, visina do sredine rakave guke je 1,90 m.



Sl. 17. Ogledna površina u šumi Ravna planina G. J. »Romanija—Jahorina« od. 137; jela sa 3 rakave guke smeštene na 0,60 m, 2,70 m i 4,90 m iznad zemlje. Sve tri rakave guke se prostiru po celom obimu debla, sa jedne strane imaju jako ispucanu koru, $D_{1,30} = 29$ cm, $h = 16,90$ m, starost stabla 129 godina.



Sl. 18. Ogledna površina u šumi Mrakovica, G. J. »Kozara—Mlječanica« od. 89 c, jela sa 2 rakave guke na deblu: I. rakava guka se nalazi na visini od 1,30 m a II. rakava guka na 2,70 m iznad zemlje.

LITERATURA

1. de Bary A.: Über den Krebs und die Hexenbesen der Weisstanne, (*Abies pectinata* D. C.), *Botanische Zeitung*, No 33, 1868.
2. Ezekiel M.: *Methods of Correlation Analysis*, New York, 1956.
3. Fischer E.: Der Urheber des Weisstannen = Hexenbesens und seine Lebensgeschichte, *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 1902, S. 97—103.
4. Fischer E.: *Aecidium elatinum* Alb. et Schw. der Urheber des Weisstannen = Hexenbesens und seine Uredo= und Teleuto= sporenform. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten*, 1901, S. 321—343; 1902, S. 193—202.
5. Fischer E.: Der Wirtwechsel des *Aecidium elatinum* (Weisstannen = Hexenbesen). *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 1901, S. 192.
6. Fischer E.: *Die Uredineen der Schweiz*, Bern, 1904.
7. Geiger R.: *Das Klima der Bodennahen Luftschicht*, Braunschweig, 1942.
8. Hartig R.: *Lehrbuch der Baumkrankheiten*, Berlin, 1882, S. 70.
9. Heck C.: *Der Weisstannenkrebs*, Berlin, 1894.
10. Heck C.: Vom Tannenkrebs, *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, Sept. — Okt. 1903, S. 455—472.
11. Heck C.: Muss man die Hexenbesen der Weisstanne verfolgen?, *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 1927, S. 132—140.

12. Hoffmann H.; A. de Bary: Über den Krebs und die Hexenbesen der Weisstanne, *Abies pectinata* D. C. Allgemeine Forst- und Jagd- Zeitung, 1868.
13. Klebahn H.: Kulturversuche mit Rostpilzen, X. Bericht (1901). IX. *Aecidium elatinum* Alb. et Schw. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, 1902. S. 139.
14. Koch: Beobachtungen über das Vorkommen und die Entwicklung des Hexenbesens bzw. des Krebses auf der Weisstanne. Forst- und Jagd- wesen, 1891.
15. Magnus P.: Beitrag zur Kenntniss der *Melampsorella Caryophyllacearum* (D. C.) Schroet. Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. XVII. Berlin, 1899. S. 337—343.
16. Matić V.: Prirast jele, smrče i bukve u šumama Narodne Republike Bosne i Hercegovine, Sarajevo, 1955.
17. Matić V.: Taksacioni elementi prebornih šuma jele, smrče i bukve na području Bosne. Radovi šumarskog fakulteta i instituta za šumarstvo i drvenu industriju u Sarajevu. God. IV. Br. 4. Sarajevo, 1959. S. 3—162.
18. Protić Đ.: Izveštaj o posmatranju i proučavanju bolesti i oštećenja kultivisanih biljaka i šumskog drveća u Bosni i Hercegovini u god. 1927. Izveštaj o posmatranju i proučavanju bolesti i oštećenja kultivisanih biljaka i šumskog drveća u Bosni i Hercegovini u godini 1928. Treći godišnji izveštaj Fitopatološkog Zavoda kod Zemaljskog muzeja u Sarajevu. Sarajevo, 1929. sv. III.
19. Roth C.: Die Wachstumsgeschwindigkeit von Weisstannenkröpfen. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen. 106 Jahrgang, 11—1955. S. 657—665.
20. Schroeter J.: *Melampsorella* eine neue Uredineen- Gattung. Hedwigia, No 6. 1874. S. 81—85.
21. Sorauer P.: Handbuch der Pflanzenkrankheit, II. Auflage, Berlin, 1886.
22. Strubecker K.: Einführung in die höhere Mathematik, Band I. München. 1956.
23. von Tubeuf C.: Infectionen mit *Aecidium elatinum* dem Pilze des Tannenkrebses, Arbeiten aus der biologischen Abteilung für Land- und Forstwirtschaft am Kaiserlichen Gesundheitsamte. Zweiter Band, Berlin, 1902. S. 368—372.
24. von Tubeuf C.: Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Band XIX. Berlin, 1901. Sitzung vom 26. Juli 1901. S. 433.
25. Vujević P.: Meteorologija, 1948. Beograd.
26. Weise W.: Zur Kenntniss des Weisstannenkrebses. Mündener Forstliche Hefte, Erstes Heft, Berlin, 1892.

Ing. Borivoje MOMIROVIĆ

ON THE FIR CANCER AND THE DISTRIBUTION OF CANCER SWELLINGS ALONG THE TRUNK

Summary

In the forests of Bosnia and Herzegovina where take part fir, spruce and beech, the fir with regard to its participation represents the very important economical tree species.

After some more detailed displaying of the historical review of the biological research of the fir's canker causer (*Melampsorella caryophyllacearum* /D. C./ Schroet.), in this paper, based on the consideration of the distribution of the height's position of the canker swellings along the fir's trunk. it cites the following deductions:

1. The fir canker is widely extended disease in the forests of Bosnia and Herzegovina, and it may be found nearly all over wheresoever firs are growing.
2. The canker swellings on the trunk may be found in one 1/3 of all canker's stems at the height of 1,00 m above the ground. The canker swellings encircling more of one half of the entire trunk's circumference and is placed between 0,00—2,50 m of the trunk's height may find in over 50% canker stems. Without regard to hold of the trunk's circumference the canker swelling is placed up to 2,50 m of the trunk's height by greater part of the canker stems.
3. The location or the position of the canker swelling along the trunk varies from the natural logarithm of the height in the exponent.
4. The curve of the function $P = f(h)$ indicates the course of the infection with canker swelling along the fir trunk in the forest stand at all time in the height's increment of the forest stand. The maximum of infected fir's top shoots occurs in the season when an individual stem, or group of stems and all forest stands are growing to the height of 0,50—0,75 m; a number of infected top shoots is decreased by the farther height's increment, and, in connection with this decrease, a number of stems with the canker swellings on the trunk too.
5. The infection of the fir top shoots and the effect of this one is the growth of canker swellings on the trunk, occurs regularly before and only very rarely also in the season of the culmination of the fir height's increment.
6. The infection's energy of the top shoot rapidly decreases with the height's increment of the fir. The cause of the decrease of the top shoot infection energy with the fir's growing in the height, it is, probably, continual change of the conditions in time and space of that area on the top shoot at which the sown spores are able to realize the contagion.
7. Up to 2,00 m of the high growth the firs are extremely brought into danger of the canker infection on the trunk. Accordingly, the fir trunk canker is the disease of a fir rising generation and of a fir youth that goes over in the chronic disease of the mature forest stands.
8. Against an appearance of the trunk canker in fir forest stands protection steps ought to start with the seedlings up to the fir's growing height of 2,00 m.