

POPOVIĆ BUDIMIR:

**GODIŠNJE PROMJENE SADRŽAJA HRANJIVIH MATERIJA U
IGLICAMA SMRČE I BIJELOG BORA NA ĐUBRENIM I NEĐUBRENIM
POVRŠINAMA**

PREDGOVOR

Ovaj rad, koji se objavljuje u skraćenom obimu, rađen je kao doktorska disertacija u Institutu za šumarsku pedologiju Šumarskog fakulteta u Hann. Mündenu, Univerziteta u Göttingenu (Zapadna Njemačka). Rad je odbranjen 24. februara 1961. godine na Šumarskom fakultetu u Hann. Mündenu, pred komisijom sastavljenom od: Prof. Dr. Dr. h. c. W. Wittich-a, Prof. Dr. E. Schober-a i Prof. Dr. Ackermann-a. Referenti za disertaciju su bili: Prof. Dr. W. Wittich i Prof. Dr. R. Themnitz, sa Šumarskog fakulteta u Hann. Mündenu. Ovom prilikom želim posebno da se zahvalim Prof. Dr. W. Wittich-u, pod čijim rukovodstvom sam mogao uspješno da završim ovaj rad, kao i Prof. Dr. R. Themnitz-u za dragocjenu pomoć i savjete ukazane prilikom rada. Također posebnu zahvalnost dugujem zaštitnici Alexander von Humboldt u Bonn-u, koja mi je dodjelom stipendije u trajanju od dvije godine omogućila da započnem i uspješno završim ovaj rad.

Uvod

Nastojanje da se putem đubrenja poveća prirast u šumarstvu dobija sve veći značaj. U novije vrijeme vrše se pokušaji da se objasne odnosi u ishrani šume i da se pronađu metode kojima će se ocijeniti stanje obezbijeđenosti tla hranjivim materijama, odnosno utvrditi nedostatak ovog ili onog elementa. Pokazalo se pri tome da obične hemijske metode istraživanja tla primijenjene u šumarstvu često podbace (33a), što osobito pokazuju istraživanja Wittich-a (46a) o produkcionoj sposobnosti pjeskovitih zemljišta sjevernonjemačkog diluvija. Ako bi za grubopjeskovita tla sa 30% sadržaja silikata primijenili uobičajena mjerila, koja su za poljoprivredu sasvim ispravna, to bismo ih morali ocijeniti kao sasvim nepovoljna (neznatan sadržaj hranjivih materija). U stvari, pomenuti autor je na tlima te vrste našao sastojine sa izvrsnim prirastom. Objašnjenje za to može se naći u izvanrednoj propusnosti za korijen onih trošnih sedimenata koji drveću dozvoljavaju da apsolutno neznatan sadržaj hranjivih materija u težinskoj jedinici tla izjednače visokom pristupačnošću silikata. Vrlo duboki korijenov sistem objašnjava i dobru snabdjevenost vodom. Visoka »naknadna snaga« (potencijalna plodnost) ovog tla izražava se, pored ostalog, i u sadržaju hranjivih materija u asimilacionim organima. Mogućnost da se namjesto analize tla primijeni analiza lista i tako utvrdi potreba đubrenja podstakla je na poljoprivrednom sektoru Lundegardh-a (16) da izvrši brojne ogledе. Scharrer i Lemme (24) zastupaju ipak gledište da naliza lišća ne može da isključi analizu tla pri određivanju potreba đubrenja poljoprivrednih kultura. Doduše, između zaliha hranjivih materija u tlu i njihovih sadržaja u listu postoji određena korelacija, ali u najboljem slučaju analizom lišća mogu se utvrditi donje (najniže) granične vrijednosti pri kojima je normalan razvoj biljke još moguć. Wittich (48) vjeruje da će analiza lišća, uprkos nekih nedostataka, prodrijeti kao pomoćno dijagnostičko sredstvo, pri čemu je bez značaja pitanje iz kojih slojeva to drveće, koje često ima jako duboko korijenje, izvlači svoje hranjive materije. Na osnovu istraživanja toga autora (47) jasno je da su biljni organi, sudeći po količini lako rastvorljivih hranjivih materija u težinskoj jedinici tla, nesrazmjerno bogati hranjivim elementima.

Interpretacija analize lišća nije jednostavna. Jedan razlog za to je, što količina i odnos nađenih hranjivih materija u listu nije uvijek izraz stvarnog uzimanja hranjivih materija. Tako, naprimjer, pri jakom nedo-

statku fosfora sadržaj azota u listu može biti vrlo velik, iako je azot uziman u umjerenoj količini. Lišće tada bude preplavljeno rastvorljivim jedinjenjima azota, jer za njegovu dalju preradu u nukleinske kiseline i proteide nedostaje fosfor kao vezivajući element. Slično djelovanje ima i nedostatak kalijuma. Ova strana analize neće ovdje biti tretirana.

Dalje teškoće proizlaze zbog kolebanja sadržaja hranjivih materija u lišću. Ta kolebanja mogu biti uslovljena različitim količinama padavina u pojedinim godinama, kao i normalnim sezonskim promjenama u izmjeni materija, zatim razlikama između različitih stabala-individa na istom tlu, i na istom stablu između raznih dijelova krošnje. Već su klasična istraživanja Ebermayr-a (5a) i Rammann-a (23a) pokazala da sadržaj hranjivih materija u lišću podliježe kolebanjima u toku vegetacijske sezone. Sistematska istraživanja su vršena tek u posljednjih 30 godina. Priloge za to su dali Goodall i Gregory (7), kao i Mitchell i Chandler (19). Ove posljednje je osobito zanimalo pitanje graničnih vrijednosti pri kojima se može očekivati pojava nedostatka hrane. Chandler (4) je istraživao lišće, dijelove stabla, grane i korijenje od jabuke. Nakon visokog nivoa u proljeće opao je sadržaj kalija u lišću u julu. Poslije toga se mogla primijeniti tendencija porasta sadržaja. Za sadržaj azota utvrđen je, naprotiv, stalni pad u toku vegetacijske sezone. Također su utvrđena kolebanja između dana i noći. Mitchell (18) je našao na smrči i hrastu smanjenje sadržaja azota, fosfora i kalija od maja do oktobra, a za sadržaj kalcija suprotnu tendenciju. Međutim, obračunati sadržaj za svaki list pojedinačno je pokazao stalni porast. Altonen (1) je pri svojim istraživanjima, koja je vršio radi utvrđivanja mogućnosti primjene analize lišća pri bonitiranju šumskog tla, opazio također kolebanja sadržaja hranjivih materija u iglicama bijelog bora i smrče koja su uslovljena godišnjim dobima. Tamm (31) je našao da sadržaj azota, fosfora i kalija u bijelom boru i smrči podliježe ciklusnim promjenama u toku godine, pri čemu je utvrdio jako izraženi minimum u rano ljeto (juni-juli) i maksimum u toku jeseni i zime. Sa izuzetkom iglica mladih izbojaka, različita godišta iglica u ovom pogledu ponašaju se slično, iako sadržaj pomenutih hranjivih materija sa starošću opada. Promjene sadržaja hranjivih materija najvećim dijelom su uslovljene i težinom iglica. Autor smatra da se produkti asimilacije za vrijeme proljeća u iglicama nagomilavaju i za vrijeme ljeta u vrijeme intenzivnog rasta odnose prema dolje. Istovremeno nastaje izvjesno premještanje hranjivih materija, i to prema dolje za vrijeme proljeća i ljeta, a u obrnutom pravcu u jesen. Za uzimanje proba radi dijagnoze smatra se najpovoljnije doba kasna jesen i zima, pošto je tada sadržaj hranjivih materija podvrgnut neznatnim kolebanjima. U daljim istraživanjima ukazuje Tamm (30) na to da padavine mogu uticati na sadržaj hranjivih materija, pri čemu se hranjive materije ispiraju. White (51) je stekao slična iskustva u pogledu sezonskih kolebanja sadržaja azota, fosfora i kalija na *Pinus strobus*-u i *Pinus resinosa* kao i Tamm. On je, dalje, ukazao na ovisnost sadržaja hranjivih materija u iglicama od mjesta uzimanja u krošnji i od načina uzimanja proba. Čepel (50) smatra da je za lišće bukve uzimanje proba najpovoljnije u julu-avgustu. Za istraživani hrast, jelu i crni bor nije mogao da dâ pogodan termin usljed jakog i neravnomjernog kolebanja hranjivih

materija. Wehrmann (44) je našao na 20-godišnjoj smrči da je analiza iglica pogodna za utvrđivanje djelovanja azotnih đubriva, ali iglice moraju biti uzete sa iste visine izbojaka, pošto se sadržaj azota smanjuje idući od vrha prema dolje. Visoka koncentracija azota dopušta zaključak o dobroj snabdjevenosti drveća azotom. Nije potpuno sigurno samo u slučaju ako iglice potiču sa stabala neznatnog prirasta, tj. ako drugi faktori rasta djeluju zaprečavajući na prirast. Isti autor (45) je utvrdio u borovim sastojinama jednu sigurnu ovisnost visinskog boniteta i koncentracije azota u mladim iglicama. Kao najpovoljniji termin za uzimanje iglica smatra Wehrmann (46) vrijeme od konca septembra do novembra. Pri tome treba uzeti jednakovrijedne iglice stabala istog socijalnog položaja u sastojini i sa dovoljnog broja individua. Za analize azota i fosfora potrebno je, prema njegovim istraživanjima, uzeti iglice sa 10 stabala, za analize kalija i magnezija najmanje 30 i za određivanje kalcija oko 100 stabala. Konačno je ukazao na to da jednogodišnje istraživanje može dovesti do pogrešnih dijagnoza zbog godišnjih, klimom uslovljenih, kolebanja sadržaja hranjivih materija. Djelovanje azotnog đubrenja na sadržaj azota u lišću ispitivao je Mitchell (19). On je također mogao utvrditi porast azota sa povećanjem doza. Chandler (4) je opazio nakon NPK-đubrenja jabuka povećanje koncentracije azota i kalija u lišću, ali ne i povećanje prirasta, što ga navodi na zaključak o luksuznoj potrošnji tih hranjivih materija. Fosforna kiselina nije pri tom spomenuta. Ovaj element izgleda da ne podliježe luksuznoj potrošnji. Tako su istraživanja Nemec-a (22) na mladoj smrči doduše pokazala usku povezanost između količine rastvorljive fosforne kiseline u tlu i sadržaja fosfora u iglicama, ali u tlu siromašnom fosforom, prouzrokovalo je đubrenje fosforom povećanje sadržaja fosfora u iglicama. Po pravilu, dodavanje jednog elementa koji se nalazi u minimumu jasno se odražava u porastu njegovog sadržaja u lisnom organu. To ipak ne mora uvijek da bude slučaj. Steenbjerg (28) je opazio da je koncentracija nedostajućeg elementa (u minimumu) nakon dodavanja toga elementa još opala, jer je rast bio više ubrzan nego što bi to količini dodatog đubriva odgovaralo. Ovaj Steenbjerg-ov efekt, koji važi prije svega za azot, mogli su da potvrde pri svojim istraživanjima sa đubrenjem Tamm (32) i Wittich (47).

Poznata je činjenica da se nedovoljna ishrana ovim ili onim elementom odražava na specifičnom obojenju lišća i da se ona može putem dodavanja nedostajućeg elementa otkloniti. Ovdje treba spomenuti oglede Becker — Dillingen-a starijeg datuma, sa nedostatkom kalija i magnezija, kao i u novije doba date priloge Brüning-a (3a), Tamm-a (33) i Themnitz-a (37). Na sličan način kao Lundegardh (16) za poljoprivredne kulture dokazao je Tamm (32) da putem đubrenja azotom nastaje kao posljedica jako ubrzanog rastjenja efekat razblaživanja u odnosu na druge elemente. Wittich (47), koji je također opazio takve efekte, utvrdio je da povećanje nivoa koncentracije jednog elementa putem jednostranog đubrenja može da izazove pojave nedostatka koje prije nisu postojale. Osobito je to jasno iz oglede Themnitz-a (37) sa mladim borom, koji je na đubrenje azotom i azotom i fosforom (NP) reagirao intenzivnim žutilom vrhova iglica kao simptomom nedostatka kalija. Prema Chapman-u (5) đubrenje fosforom izaziva opadanje

sadržaja azota i kalija u lišću. Đubrenje kalijem snizilo je sadržaj fosfora, ako nije i fosfor dodat. Wittich (47) ističe stoga sa pravom da je za pravilnu ocjenu potrebe đubrenja važno vršiti analizu lišća ne samo prije nego i nakon đubrenja — u izvjesnim razmacima, jer zbog mjera đubrenja može da dođe do nepovoljnog pomjeranja odnosa hranjivih materija (14,15).

Za pravilni razvoj biljke nije važna samo apsolutna količina hranjivih materija u organima lista nego i njihov odnos međusobno. Najpoznatije su štete koje se pojavljuju nakon prejake kalcifikacije četinara. Pored ostalog, Themlitz- (34,36) je pokazao da se pojavljuje ne samo poznati antagonizam između kalcija i kalija, nego da nastaju i smetnje u snabdijevanju fosforom. Na posljedice prevelikog uzimanja aluminija u odnosu na preradu fosfora u biljci ukazao je Süchting (29a), a i Wittich (46b) ističe, kao i Leyton (13,14) značaj ujednačenog odnosa azota i fosfora. Prema Wittich-u (46b) ključ za uspješno đubrenje leži u tome da se o svakom tlu zna koliko je snabdijevanje pojedinim elementom ispod optimuma, kako bi taj nedostatak odgovarajuće popunili đubrenjem i otklonili štetne disharmonije u raspodjeli jona.

I pored istraživanja vršenih sa raznih strana u oblasti šumskog đubrenja ne može se dati zadovoljavajući odgovor na mnogostruka pitanja. Predmet ovog rada je da se prošire znanja o godišnjim kolebanjima sadržaja hranjivih materija u iglicama bijelog bora i smrče i da se ispita uticaj đubrenja na njih. Cilj je, također, bio da se pronađe povoljan termin za uzimanje proba za dijagnostičke svrhe i da se utvrdi uticaj faktora koji mogu djelovati na visinu koncentracije hranjivih materija. Pri mijenjene kombinacije đubriva su namjerno prilagođene onim uobičajenim u praksi. Uzet je u obzir nedostatak da međusobni uticaji preuzetih materija neće doći jasno do izražaja, kao pri primjeni jačih doza đubriva.

OGLED SA ĐUBRENJEM U ŠUMSKOJ UPRAVI — KATTENBÜHL

Stanišne prilike

Ogledna površina leži na području Šumske uprave Kattenbühl (u odjelu 70 a₂), blizu Hann. Mündena, na 400 m nadm. visine. U blizini se nalazi meteorološka stanica Steinberg (500 m nad morem), čije temperature su preračunate na 400 m nadmorske visine i zajedno sa padavinama prikazane u tabeli I. U godini 1957. bile su padavine u maju, junu i julu upadljivo niske prema 5-godišnjem prosjeku, u augustu i septembru, naprotiv, vrlo visoke. Također u odnosu na 40-godišnji prosjek vladale su nenormalne prilike u padavinama. Za ogled je uzeta jedna 3-godišnja kultura bijelog bora sa neujednačenim primjesama smrče iz prirodnog naleta sjemena. Površina je bila ograđena. Na toj površini je prije bila smrča, koja je posječena 1945. god. golom sječom. Tip tla je slabo opodzoljeno smeđe tlo, stvoreno na šarenom pješčaru iz trijasa, prekrivenom tanjim slojem lesa, čija moćnost se kreće između 10 do 50 cm. Prema mehaničkom sastavu tlo je skeletoidna ilovača (tabela II). Tlo je srednje duboko do duboko. Podaci elementarne silikatne analize

su prikazani u tab. IIC. Pri jako kiseloj reakciji vrijednosti za lako zamjenjivi kalij u mineralnom dijelu tla su vrlo niske (tab. IIB). Također i P_2O_5 rastvorljiv u citronske kiseline je prema graničnim vrijednostima od S ü c h t i n g - a (29) veoma neznatan. Međutim, treba imati u vidu ograničenu vrijednost ovih graničnih vrijednosti za ocjenu stanja ishrane šumskih tala, na što je ukazao i W i t t i c h (48). Debljina naslaga sirovog humusa iznosi 5—10 cm. Sadržaj azota u humusu obračunat na organske materije objašnjava se promjenama koje su nastale poslije skidanja šumskog drveća (gola sječa), te se zbog toga ne može uzeti u obzir za dijagnostičke svrhe.

Postavljanje ogleda

Za ogled je bilo izabrano 5 parcela u pomenutoj 8-godišnjoj kulturi bijelog bora sa primjesom smrče. Uglovi su markirani letvama i malim jarcima. Đubrenje je vršeno 26. aprila 1957. godine u 4 kombinacije: NPK-, NP- i PK-. Osim toga je uzeta i jedna O-parcela. Norme đubrenja su iznosile: 60 kg/ha N u obliku amonijum-sulfata, 60 kg/ha K_2O u obliku patentkalija i 150 kg/ha P_2O_5 u obliku superfosfata. Mjerenje prirasta je vršeno samo kod smrče u septembru 1958. godine. Kod bora se zbog napada Lophodermium-a od toga odustalo. Iglice su uzimane za analizu svakog mjeseca do novembra 1957. godine. Prvo uzimanje iglica za analizu je izvršeno 10. aprila 1957. godine, dakle prije đubrenja. Probe iglica su uzimane sa bora na drugom pršljenu, a na smrči sa 3-ćeg pršljena, bez glavnog izbojka. Stabla sa kojih su probe uzimane bila su numerisana, i to na svakoj parceli po 20 borova i 10 smrča. Kasni mraz u proljeće 1957. godine (5. maja) ošteti je izbojke smrče, ali ne i bora. U kasno ljeto je došlo do napada Lophodermium-a na bor. S obzirom na uputstva W h i t e - a (51), zadržano je isto vrijeme uzimanja proba (9—12 sati, prije podne) i primijenjen isti način sušenja i dalje obrade proba.

Poslije uzimanja iglice bora su još svježije odvojene od grančica i sušene na sobnoj temperaturi (18—20° C) 10—14 dana. Iglice smrče su tek nakon sušenja odvojene od grančica. Prije usitnjavanja probe su sušene 5—6 sati na temperaturi od 60° C u termostatu. Od tako pripremljenih iglica je izbrojeno 2×500 komada za iznalaženje težine 1000 iglica nakon sušenja na 105° C. Usitnjavanje iglica je vršeno u jednom specijalnom mlinu, koji je reguliran na dosta grubo usitnjavanje da bi se obezbijedilo brže spaljivanje nego što se to postiže kod fino usitnjenog materijala.

Primijenjene analitičke metode

Usitnjeni materijal spaljen je u platinskoj zdjelici pri temperaturi od 650° C nakon prethodnog spaljivanja na bunzenovom plameniku. Pepeo je izvagan i sa razblaženom HCl otparivan na vodenoj kupelji tri puta. Silicijska kiselina (SiO_2) odijeljena je filtracijom kroz filter crne trake, nakon toga je žarena na 850° C i otparena sa HF. Određivanje azota je vršeno po Kjeldahlu. Kalij i natrij su određeni flamenfotometrijski, a fosforna kiselina kolorimetrijski, po Zinzadze-u. Kalcij je određen na uobičajeni način titrimetrijski, a magnezium kao fosfat-gravime-

trijski. Mangan je utvrđen kao permanganat kolorimetrijski. U tlu ogleadne površine su određeni: pH-vrijednost, gubitak žarenja, te u 1% rastvoru NH_4Cl izmjenjivi elementi K-, Ca-, Mg-, i Mn-, zatim P_2O_5 rastvorljiva u citronske kiseline. Mehanička analiza je izvršena kombiniranom metodom sita i pipetiranja sa LiCO_3 kao disperzionim sredstvom. Za elementarnu analizu je primijenjen alkalni izvadak i nakon toga iste metode kao i pri analizi iglica. Kod iglica je izvršeno obračunavanje analitičkih podataka, kako u % suve materije tako i na težinu od 100 iglica, kako je to, pored drugih, i Zöttl (52) preporučio, da bi smo otklonili efekat razblaživanja. Ovo je bilo potrebno zbog činjenice da se đubrenje, osobito pri nedostatku azota, odražava u jakom porastu težine iglica.

Prethodna istraživanja sadržaja hranjivih materija u iglicama iz raznih dijelova krune

Opisanom programu oglada prethodila su predistraživanja. Njihov cilj je bio da se upoznaju prirodna — ne godišnjim dobima uslovljena — kolebanja sadržaja hranjivih materija u iglicama, da bi smo vrstom uzimanja proba iglica mogli ispitati tačnost. Pošto su u međuvremenu objavljena znatno opširnija istraživanja Wehrmanna (46) o tom pitanju, to donosimo samo podatke dviju 35-godišnjih smrča sa istog staništa u blizini ogleadne površine. Istraživan je sadržaj hranjivih materija odvojeno za pojedine pršljene od vrha pa nadolje. Podaci su dati u tabeli III.

Sadržaj pepela u iglicama smrče, uopšte uzevši, opada sa visinom odozgo nadolje. Slično važi za sadržaj kalija, posebno za smrču I, kod koje također sadržaj magnezija pokazuje tendenciju opadanja, ali ne i kod smrče II. Ova pokazuje opadanje sadržaja silicija sa opadanjem visine pršljena. Smrča I. pokazuje izvjesnu tendenciju u tom pravcu. U pogledu na sadržaj kalcija i magnezija nastaju za smrču II. obrnuti odnosi, dok visina mjesta uzimanja proba kod P_2O_5 u iglicama praktično nema uticaja. Na smrči I. porastao je sadržaj azota sa neznatnim opadanjem visine, na smrči II. nalazimo obrnutu tendenciju. Iz toga možemo vidjeti da između dvije smrče odrasle pod približno istim uslovima postoje znatne razlike ne samo u apsolutnom sadržaju hranjivih materija u iglicama, već i u tendenciji toka krivulja. To govori u prilog razlikama u fiziološkom ponašanju. One mogu biti uslovljene, npr., tim da su na osnovu genetskih razlika obuhvaćena dva različita stadija u procesu izmjene materijala. Uzroci ovih razlika se razumljivo ne mogu objasniti. Da bi smo individualne razlike izjednačili i dobili pouzdane prosječne vrijednosti za ocjenu staništa ili djelovanje đubrenja, neizbježno je uzimanje proba sa većeg broja individua. Tako, npr., Wehrmann navodi, da je za određivanje azota potrebno 8—9 stabala, za određivanje kalija i magnezija pak 30 stabala. Iz istog razloga smo mi izabrali 20 stabala i sa istog pršljena uzimali probe.

Istraživanja iglica smrče sa ogleadne površine i iz botaničke bašte

Istraživane su iglice godišta 1956. i 1957. Sadržaj hranjivih elemenata u iglicama pokazuju tabele IV—X. Rezultati su prikazani i grafički (dijagrami 1—9).

Tabela I

Temperatura i padavine 1957. godine. Meteorološka stanica Steinberg, 500 m nad morem, temperature preračunate

Vrijeme	Januar	Februar	Mart	April	Maj	Jun	Juli	August	Septem- bar	Okto-bar	Novem- bar	Decem- bar
Temperature u C°												
1—10	1,4	5,4	3,3	7,0	4,6	14,2	21,7	16,2	13,1	8,1	6,6	0,1
11—20	—3,5	1,1	7,7	4,3	12,2	17,2	14,7	13,8	9,0	10,0	2,6	2,6
21—30	—0,7	0,2	5,6	9,4	8,9	14,9	12,7	10,8	8,2	7,6	1,4	6,4
Mjesečni prosjeck	—0,9	2,2	5,5	6,8	8,6	15,5	16,3	13,5	10,5	8,6	3,5	0,4
Petogo- dišnji prosjeck	—2,5	—3,5	1,5	5,1	9,9	12,7	14,7	13,9	11,7	8,2	2,8	0,9
Odstupa- nje 1957 prema petogo- dišnjem prosjecku	+1,6	+5,7	+4,0	+1,7	+1,3	+2,8	+1,5	+0,4	+1,2	+0,4	+0,7	—0,5
Padavine mm												
1—10	31,3	31,9	6,3	17,7	14,5	7,4	14,0	8,9	13,3	11,2	27,0	16,6
11—20	15,9	47,7	29,5	13,1	13,8	18,9	20,4	29,4	53,1	22,5	1,8	44,0
21—30	11,3	26,6	18,5	28,6	33,9	38,2	81,5	55,8	83,5	15,8	8,7	19,1
Mjesečni prosjeck	58,5	106,2	74,3	57,4	62,2	64,5	115,9	124,1	149,9	49,5	37,5	79,7
Petogo- dišnji prosjeck	59,8	57,9	44,2	61,4	94,2	128,5	156,9	89,7	100,8	82,1	36,7	76,9
	97,82	183,41	168,1	93,48	66,0	50,2	73,9	138,4	148,7	60,3	102,2	103,6

Relativne padavine
za petogodišnji prosjeck = 100

Tabela II

Analiza tla

a) Mehanički sastav

Dubina u cm	Grubi i srednji pijesak 2,0—0,2	Fini pijesak 0,2—0,06	Prah 0,06—0,02	Grubi mulj 0,02—0,006	Fini mulj 0,006—0,002	Glina 0,002	Teksturna oznaka
0—10	35,04	6,84	25,69	15,60	5,41	11,42	pjesk. ilovača
10—20	34,70	6,22	26,91	15,30	7,35	9,52	pjesk. ilovača
30—40	33,31	5,99	27,57	15,96	7,77	9,40	pjesk. ilovača
40—50	39,01	5,14	15,95	11,32	8,06	20,52	ilovača

b) Reakcija tla i hranjive materije

Dubina u cm	pH		Gubitak žarenja	N %	mg u 100 g tla izmjenjivih				U citr. kis. P ₂ O ₅
	H ₂ O	n-KCl			K ₂ O	CaO	MgO	MnO	
Naslaga humusa	4,05	3,00	66,52	2,35	10,5	155,4	27,0	18,0	—
0—10	3,80	3,00	9,54	0,29	1,8	42,4	3,7	1,2	7,2
10—20	4,32	3,75	6,65	0,11	0,8	13,6	1,5	0,2	5,7
30—40	4,50	4,18	4,60	0,13	0,6	7,1	0,9	—	4,9

„ — obračunato na organsku materiju.

c) Elementarna analiza (fino tlo)

Dubina u cm	Gubitak žarenja	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅
30—40	4,60	78,61	7,56	4,70	0,11	0,69	0,45	0,80	0,40	0,04
40—50	—	79,03	10,01	4,60	0,09	0,69	0,48	1,02	0,30	0,04

Težina iglica u zavisnosti od godišnjeg doba i dubrenja.

Prve probe iglica godišta 1956. uzete su u aprilu 1957, prve iglice mladih izbojaka u junu 1957., tj. 2 mjeseca nakon dubrenja. Težina 1000 iglica za jednogodišnje iglice date su u tabeli VII, a za dvogodišnje u tabeli VI. Pokazalo se da početne težine iglica godišta 1956. za pojedine parcele jedne od drugih odstupaju u priličnim razmjerama. Težina iglica je najveća kod NKP-parcele, dok je kod NK- i NP- parcele niža nego kod O-parcele. U odnosu na godišnja kolebanja, težina jednogodišnjih iglica iz dijagrama 1., u kome su predstavljene relativne težine iglica u odnosu na prve probe uzete kao 100, pokazuje vrlo neujednačenu tendenciju. Ovo pada u oči osobito za mjesec avgust. Za mjesec septembar se može utvrditi jedno opšte povećanje težine iglica u odnosu na početnu težinu, na koje se nastavlja u oktobru gubitak težine, izuzevši suprotnu pojavu kod NPK-dubrenja, koji kod NK-parcele vodi čak sniženju i ispod početne vrijednosti.

Tabela III

Sadržaj hranjivih materija u iglicama sa pršljenova različite visine % u suhoj materiji

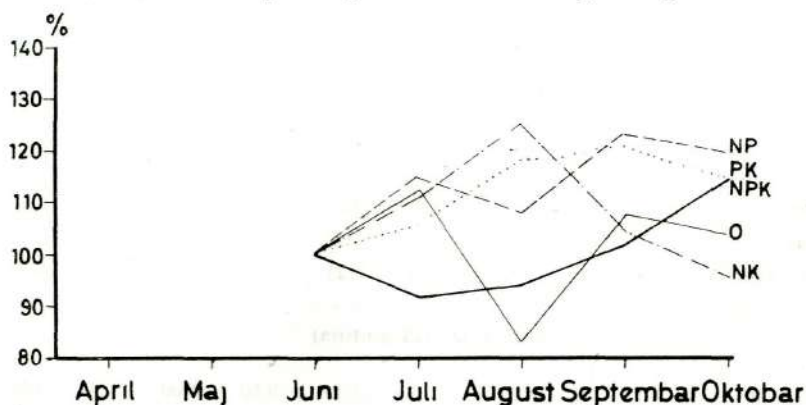
Proba	Pepeo	Si	Mn	Ca	Mg	K	P	N
Smrča I. (35 godina)								
Pršljen 2.	3,88	0,29	0,15	0,41	0,12	0,93	0,18	1,34
Pršljen 3.	3,87	0,37	0,16	0,42	0,11	0,82	0,18	1,46
Pršljen 4.	3,34	0,28	0,20	0,49	0,10	0,69	0,17	1,49
Pršljen 5.	3,44	0,28	0,15	0,44	0,10	0,65	0,17	1,46
Pršljen 7.	2,84	0,29	0,16	0,47	0,10	0,57	0,16	1,44
Pršljen 9.	2,81	0,27	0,15	0,46	0,10	0,54	0,15	1,49
Pršljen 11.	2,90	0,26	0,15	0,44	0,09	0,65	0,17	1,52
Smrča II. (35 godina)								
Pršljen 2.	4,13	0,48	0,16	0,34	0,10	1,00	0,20	1,82
Pršljen 3.	4,08	0,49	0,14	0,34	0,09	0,93	0,20	1,83
Pršljen 4.	3,81	0,39	0,15	0,34	0,09	0,88	0,20	1,80
Pršljen 5.	3,74	0,39	0,21	0,36	0,09	0,91	0,20	1,84
Pršljen 7.	3,82	0,36	0,26	0,36	0,10	0,93	0,21	1,63
Pršljen 9.	3,45	0,32	0,22	0,38	0,10	0,91	0,20	1,68

Kod 2-godišnjih iglica vlada do juna jedan kontinuirani gubitak težine (dijagram 1) koji posebno pogađa O-parcelu i PK-parcelu. Za avgust je, kao i kod 1-godišnjih iglica, moguće utvrditi najveće odstupanje u razvoju krivulje, pri čemu opet krivulja za NK-parcelu odstupa najviše nagore, a za O-parcelu najdalje nadolje. Objašnjenje za ovu pojavu nije moguće dati. Pri NK-đubrenju je početna težina 2-godišnjih iglica čak i nešto premašena. U septembru, naprotiv, težina ovih iglica je veoma reducirana. Za sve đubrene površine ona je između 85 i 89% početne težine, a za O-parcelu još za 10% niža (75%). Od septembra do oktobra može se za 2-godišnje iglice smrče, koje su primile azot u kombinaciji sa kalijem ili fosforom opaziti jasan porast težine, pri čemu ipak nije sasvim postignuta početna težina, dok se na PK- parceli i neđubrenoj parceli težine smanjuju. Relativno i apsolutno najjači gubitak težine su pretrpjele iglice sa O-parcele. Gubitak težine u vremenu od aprila do jula je u skladu sa rezultatima istraživanja T a m m-a (31). Opadanje suhe težine dovodi taj autor u vezu sa premještanjem hranjivih materija u mlade izbojke za stvaranje novih iglica. Prema C h a p m a n-n-u (5), treba da postoji odnos između težine lista i sadržaja azota. Ako se uporede rezul-

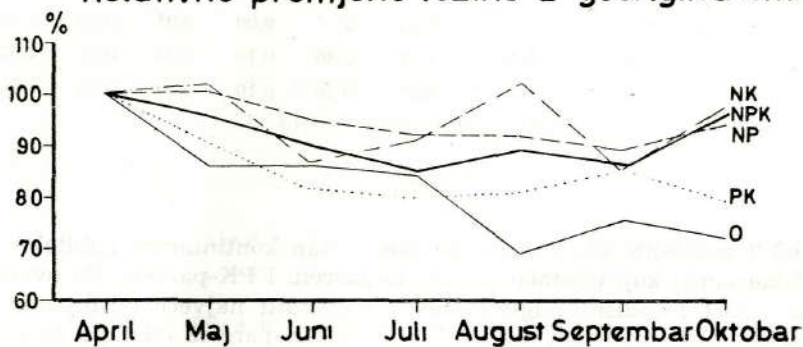
tati težine iglica i sadržaja azota pri našem ogledu (tab. IV—VIII), tada to vrijedi samo za jednogodišnje iglice i to samo ako se sadržaj azota odnosi na isti broj iglica.

Diagram 1.

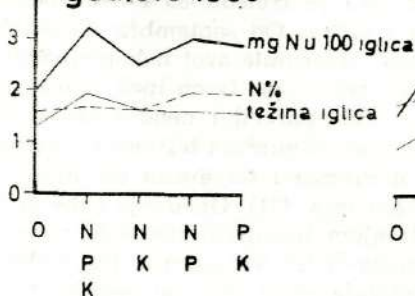
Relativne promjene težine 1-god. iglica smrčće



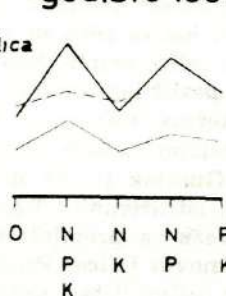
Relativne promjene težine 2-god. iglica smrčće



Oktober godište 1956



Oktober godište 1957



Uopšte uzevši, o uticaju đubrenja na godišnje promjene težine iglica može se kazati slijedeće: Kod 1-godišnjih iglica NPK-đubrenje izazvalo je od juna do oktobra stalan porast težine. Ako se azot izostavi (PK-đubrenje), tada je to slučaj samo do septembra. Za ostale vrste đubrenja miješa se slika uslijed jakog odstupanja rezultata u avgustu. Ipak proizlazi da pri svakom đubrenju samo za dvije vrste đubriva i kod neđubrenog težina iglica podliježe gubitku. Ovaj gubitak dostiže prema težini iglica u septembru najveći razmjer, sa 9%, pri NK-đubrenju (O — 4%, NP — 2%, PK — 5%). Ovom stoji nasuprot porast od 11% težine pri punom đubrenju.

Kod 2-godišnjih iglica veza između đubrenja i težine iglica utoliko je jasna, što se vidi da je relativni gubitak najveći kod O-parcele. U vremenu od aprila do septembra reducira se težina iglica ovdje za 25%, u ostalim slučajevima samo za 11—15%. Od septembra do posljednjeg mjerenja u oktobru jasan je porast težine iglica na svim parcelama đubrenim azotom, koji iznosi pri NPK-, NK- i NP-đubrenju 10, 14 odnosno 5% za naznačeno vrijeme, dok je pri O-đubrenju i PK-đubrenju utvrđeno opadanje od 4 odnosno 8%.

Vrijedno je primijetiti, da je težina iglica godišta 1957. zaostala za težinom iglica godišta 1956. Pošto je smrča stradala uslijed mraza 1957. godine, to se slabiji razvoj iglica ovog godišta može time objasniti.

Visinski prirast

Visinski prirast je mjereno u septembru 1958. godine. Podaci u tabeli III pokazuju da je, zapravo, samo NPK-đubrenje i NP-đubrenje povećalo, i to ne potpuno sigurno, visinski prirast izbojaka 1958. godine, prema neđubrenoj parceli. Pri NK- i PK-đubrenju razlike su prema neđubrenoj parceli tako neznatne, da se mogu smatrati kao beznačajne.

Tabela III

Podaci mjerenja visine smrče

Vrsta đubrenja	Broj stabala	Srednje stablo 1958 godine cm	Obračun greške		Godišnji izbojak u cm	Obračun greške		Visinski prirast u %	Index prirasta
O	13	264,4	37,0	10,0	47,6	11,0	3,0	18,02	100
NPK	13	270,5	52,2	14,5	57,2	11,9	3,3	21,15	117
NK	20	265,1	42,7	9,7	49,6	11,0	2,5	18,72	103
NP	11	259,7	44,2	13,3	53,9	12,5	3,8	21,58	119
PK	10	263,9	70,0	22,5	46,8	11,1	3,5	17,73	98

Sadržaj azota

Ako uzmemo srednje vrijednosti svih parcela za razmatranje sezonskih kolebanja azota (tabela IX), tada proizlazi da sadržaj azota u % S. M. (suhe materije!) 1-godišnjih iglica od juna do jula opada. Kako je dalje

prikazano, radi se o jednom efektu razblaživanja. Od jula do avgusta penje se sadržaj azota iznad početne vrijednosti i dostiže u oktobru najveći stepen. Također je Tam m (31) opazio u rano proljeće minimum, dak je prilikom istraživanja smrče iz botaničke bašte u Hann. Mündenu (tab. XI) utvrđen kontinuirani porast sadržaja azota. Ovdje su iglice uzimane stalno sa istog stabla i sa istog mjesta u krošnji. Slične rezultate kao u botaničkoj bašti je postigao i Aaltonen (1).

Kod 2-godišnjih iglica (tab. IX) nema minimuma u julu. Štaviše, sadržaj azota se stalno povećava od aprila do oktobra, nasuprot Tam m-u (31), koji je također kod 2-godišnjih iglica u ranom ljetu utvrdio minimum. Svakako je sadržaj azota pri njegovim istraživanjima bio znatno niži — sa 0,82-1,17% N. Također i drveće je bilo dvostruko starije. Kod smrče iz botaničke bašte je porastao sadržaj azota (tab. XI), kao i u ovom ogledu kod 2-godišnjih iglica, od juna do oktobra, pri čemu se mora izdvojiti primjetni skok od jula prema avgustu i uporedno veći sadržaj azota — (1,61-1,90%). Kod 3-godišnjih iglica iz botaničke bašte (tab. XI) održao se znatno manji sadržaj azota za vrijeme od juna do oktobra nego kod jednogodišnjih i dvo-godišnjih iglica, ali na približno istom nivou. Ako se obračuna sadržaj azota iglica iz našeg ogleda na težinu od 100 iglica, to se slika unekoliko mijenja (tab. X) i nema minimuma u julu za jednogodišnje iglice. To znači da je u tom vremenu efekat razblaživanja postao jasan, u kome je procentualni sadržaj azota opao, a težina iglica porasla. Pored nekih pojedinačnih dosta velikih odstupanja, od jula dalje prevladuje tendencija porasta sadržaja azota u 100 iglica. Za 2-godišnje iglice je slika isto tako neujednačena. U prosjeku je količina azota u 100 iglica od maja do septembra nešto manja, u oktobru neznatno niža nego u aprilu. Ova prosječna tendencija uglavnom je karakterisana vrijednošću za O-parcelu i PK-parcelu.

Ako se količina azota u 100 iglica za april uzme kao 100, tada se dobiju za O-parcelu i PK-parcelu, sa jedne strane, i NPK- NK-parcelu i NP-parcelu, s druge strane, slijedeće prosječne relativne vrijednosti:

Parcele	April	Maj	Juni	Juli	Avgust	Septembra	Oktobar
O, PK	100	92	86	85	80	87	86
NPK, NK, NP	100	104	99	102	110	100	113

Na O-parceli i PK-parceli količina azota u prvo vrijeme skoro sukcesivno opada. Također i na kraju vegetacije početne vrijednosti nisu dostignute. Naprotiv, količina azota se u prosjeku za vrijeme čitavog trajanja vegetacije održala na približno istom nivou i premašila je u oktobru znatno početne vrijednosti.

Djelovanje đubrenja na sadržaj azota. — U skladu sa opažanjima Tam m-a (32), nalazimo na jednogodišnjim iglicama (tab. V dijagram 2.) na brzo djelovanje azotnog đubrenja. Već u junu je sadržaj azota pri NPK-, NK-đubrenju i NP-đubrenju znatno iznad vrijednosti O-parcele i PK-parcele. Ovaj jasan razmak prema O-parceli ostaje za vrijeme cijele vegetacijske periode zadržan. Pri PK-đubrenju je sadržaj azota skroz veći nego O-parcele. Za vrijeme od juna do jula za ovu (O-parcelu) i za sve azotom đubrene parcele postaje jasan pad sadržaja azota u iglicama,

Diagram 2.

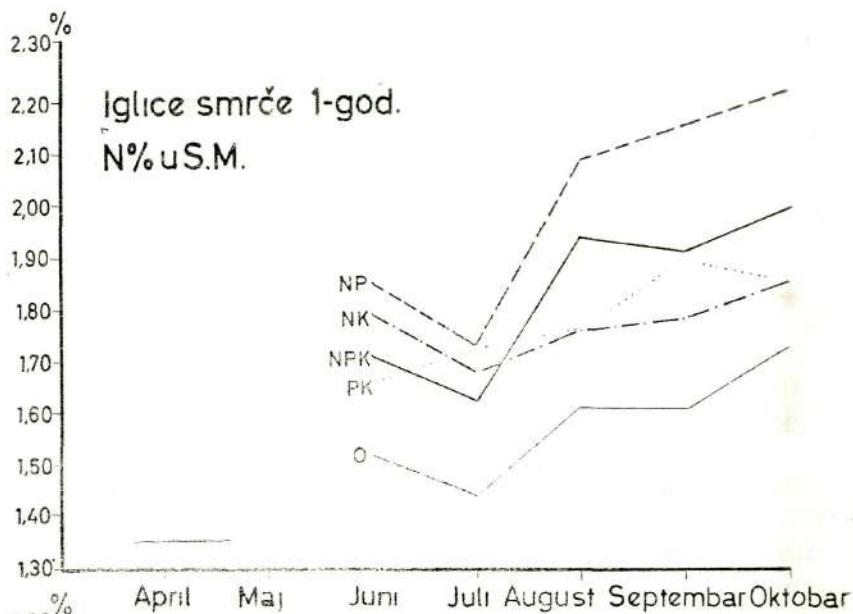


Diagram 3.

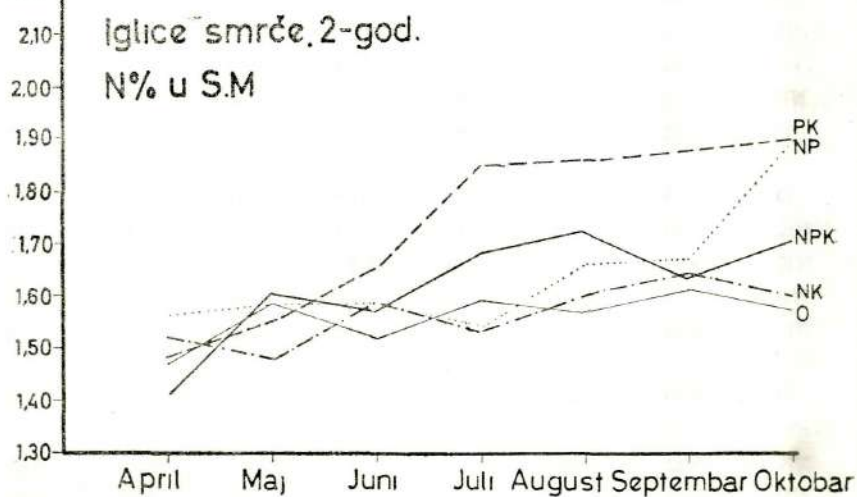


Tabela IV

Igljice smrčje 1956. godišta — Hranjivi elementi u % suhe materije

Dubrenje	April	Maj	Juni	Juli	Avugst	Septembar	Oktoabar
	N%						
O	1,47	1,58	1,52	1,59	1,57	1,61	1,57
NPK	1,41	1,60	1,57	1,68	1,72	1,58	1,70
NK	1,52	1,48	1,59	1,53	1,60	1,64	1,60
NP	1,48	1,55	1,65	1,85	1,86	1,88	1,90
PK	1,56	1,58	1,57	1,54	1,66	1,67	1,90
	P%						
O	0,13	0,11	0,11	0,11	0,12	0,14	0,14
NPK	0,17	0,14	0,14	0,14	0,17	0,18	0,18
NK	0,17	0,14	0,14	0,13	0,14	0,18	0,19
NP	0,17	0,16	0,17	0,19	0,19	0,19	0,22
PK	0,16	0,16	0,18	0,18	0,21	0,21	0,22
	K%						
O	0,70	0,96	0,81	0,81	0,92	0,87	0,89
NPK	0,71	0,81	0,81	0,83	0,91	0,97	0,87
NK	0,70	0,71	0,96	0,69	0,95	0,96	0,82
NP	0,70	0,75	0,71	0,69	0,85	0,88	0,79
PK	0,70	0,81	0,91	0,79	0,94	0,90	0,86
	Ca ^{0/0}						
O	0,63	0,75	0,89	0,87	0,85	0,88	0,81
NPK	0,70	0,87	0,92	0,89	0,93	0,88	0,96
NK	0,62	0,74	0,98	0,84	0,78	0,74	0,78
NP	0,59	0,70	0,87	0,79	0,85	0,89	0,81
PK	0,68	0,79	0,99	1,12	0,84	0,94	1,02
	Mg%						
O	0,08	0,08	0,08	0,08	0,10	0,08	0,08
NPK	0,08	0,08	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10
NK	0,08	0,08	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10
NP	0,08	0,08	0,10	0,09	0,10	0,11	0,11
PK	0,08	0,08	0,10	0,11	0,08	0,10	0,10
	Mn%						
O	0,19	0,29	0,33	0,33	0,29	0,30	0,35
NPK	0,25	0,39	0,41	0,41	0,45	0,38	0,48
NK	0,22	0,30	0,37	0,31	0,33	0,37	0,37
NP	0,23	0,33	0,36	0,34	0,39	0,36	0,42
PK	0,28	0,37	0,43	0,46	0,37	0,42	0,56

Tabela V

Iglice smrče 1957. godišta. — Hranjivi elementi u % suhe materije

Dubrenje	Juni	Juli	Avgust	Septem- bar	Oktobar
N%					
O	1,52	1,44	1,61	1,61	1,73
NPK	1,71	1,62	1,94	1,91	1,99
NK	1,79	1,68	1,76	1,78	1,85
NP	1,85	1,73	2,09	2,15	2,22
PK	1,66	1,72	1,76	1,89	1,88
P%					
O	0,14	0,12	0,15	0,14	0,17
NPK	0,21	0,19	0,20	0,20	0,23
NK	0,18	0,14	0,17	0,20	0,20
NP	0,22	0,19	0,21	0,20	0,25
PK	0,24	0,23	0,24	0,23	0,26
K%					
O	0,86	0,58	0,85	0,78	0,96
NPK	0,84	0,58	0,88	0,89	0,93
NK	1,03	0,64	0,86	0,88	0,86
NP	0,77	0,66	0,80	0,78	0,76
PK	0,95	0,80	0,94	0,97	0,91
Ca ⁰ / _o					
O	0,31	0,41	0,60	0,70	0,79
NPK	0,35	0,42	0,48	0,53	0,56
NK	0,52	0,45	0,49	0,54	0,58
NP	0,33	0,49	0,47	0,54	0,50
PK	0,45	0,56	0,49	0,64	0,70
Mg%					
O	0,08	0,08	0,08	0,09	0,11
NPK	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11
NK	0,09	0,10	0,09	0,12	0,11
NP	0,09	0,09	0,10	0,09	0,12
PK	0,10	0,09	0,10	0,12	0,11
Mn%					
O	0,10	0,12	0,17	0,18	0,30
NPK	0,12	0,11	0,19	0,21	0,30
NK	0,18	0,12	0,17	0,23	0,31
NP	0,19	0,19	0,19	0,20	0,21
PK	0,13	0,20	0,30	0,30	0,40

dok je pri PK-đubrenju obrnut slučaj. Ova tendencija odstupanja može se naslutiti također i za vrijeme avgust-septembar, bez mogućnosti da se da jedno uvjerljivo objašnjenje, kao npr., u vezi sa težinom iglica. Također prosječne vrijednosti za ukupno vrijeme istraživanja (tab. VIII) pokazuju jasno djelovanje svih vrsta đubriva na povećanje sadržaja azota uključivši i PK-đubrenje. Možda se može povećanje postotka sadržaja azota pri PK-đubrenju objasniti mobilizacijom azota iz organskih materija tla putem ovog đubrenja. Na dvogodišnjim iglicama djelovanje đubriva znatno je manje izraženo nego na jednogodišnjim (tab. IV i dijagram 3). Sa izuzetkom NP-đubrenja, sadržaj azota iglica đubrenih parcela do septembra uopšte uzevši odstupa sasvim neznatno od neđubrene parcele. Tek u oktobru pojavljuje se također za NPK-đubrenje i još više za PK-đubrenje jasna razlika, dok NK-đubrenje se jedva primjećuje. Prosječne vrijednosti za sadržaj azota (tab. VIII) kreću se pri NPK-, NK-đubrenju i PK-đubrenju unutar analitičke greške skoro na istoj visini kao i neđubrene parcele i samo su kod NP-parcele znatno više.

Ako se obračuna na težinu od 100 iglica kod iglica 1957. godišta pri upoređenju prosječne vrijednosti dolazi da se do rezultata da su se sve vrste đubriva pozitivno odrazile na sadržaj azota, također i PK-đubrenje. Isto važi za 2-godišnje iglice, pri čemu se za sadržaj azota u jednom progresivnom redu dobija isti raspored kao i kod 1-godišnjih iglica: O-đubrenje, PK-đubrenje, NP-đubrenje i NPK-đubrenje (tab. VIII). Sadržaj azota u 100 iglica 1956. godišta, tj. 2-godišnjih iglica znatno je veći nego kod 1-godišnjih iglica (1597), dok za procentualni sadržaj azota važi suprotno, ako se izuzme O-parcela. Ova pojava se može objasniti, jer, kako je već spomenuto, težina 1-godišnjih iglica, vjerovatno kao posljedica djelovanja mraza, zaostaje sasvim iza 2-godišnjih iglica (tab. VIII).

Sadržaj fosfora

Godišnja kolebanja sadržaja fosfora mogu se najbolje vidjeti na dijagramu br. 4., u kome su početne vrijednosti uzete za 100%. Pri tome se mora uzeti u obzir da je nasuprot 2-godišnjim iglicama, početna količina kod jednogodišnjih iglica (juni-vrijednost) već pod uticajem đubrenja. Kod 1-godišnjih iglica može se raspoznati kod svih parcela opadanje sadržaja fosfora od juna prema julu i porast od jula prema septembru. U većini slučajeva tada nastaje do septembra opet neznatno opadanje, nakon koga slijedi znatno povećanje sadržaja fosfora, tako da su pri NK-đubrenju u septembru, a inače u oktobru, dostignute maksimalne vrijednosti. Ova godišnja kolebanja su apsolutno neznatna, tako da se u većini slučajeva može govoriti samo o tendenciji porasta ili opadanja. To dolazi do izražaja također u mjesečnim srednjim veličinama za sve parcele (tab. IX), pri čemu je utvrđen za juli najmanji, a za oktobar najviši sadržaj fosfora u %. Kod dvogodišnjih iglica slika je manje ujednačena. Osim jednog izuzetka (PK-parcela), sadržaj fosfora opada od aprila do maja neznatno (dijagram 4). Za O-parcelu i NPK-parcelu zadržava se snižena količina do jula, a za NK-parcelu sve do avgusta, dok pri NP-đubrenju i PK-đubrenju sadržaj fosfora već u junu opet je veći nego u maju. U septembru odnosno oktobru konačno su postignute najveće količine, koje pri NP-đubrenju i PK-đubrenju jasno premašuju početne količine (tab.

Tabela VI

Iglice smrčće 1956. godišta — mg N, P, K, Ca i Mn u 100 iglica

Đubrenje	April	Maj	Juni	Juli	Avгust	Septem- bar	Oktobar
N mg							
O	2,66	2,45	2,37	2,42	1,96	2,19	2,04
NPK	2,85	3,09	2,86	2,87	3,10	2,75	3,28
NK	2,46	2,44	2,24	2,25	2,66	2,26	2,53
NP	2,49	2,64	2,62	2,87	2,88	2,82	3,00
PK	3,03	2,80	2,50	2,39	2,61	2,79	2,93
P mg							
O	0,24	0,17	0,17	0,16	0,15	0,19	0,18
NPK	0,34	0,27	0,26	0,24	0,31	0,31	0,35
NK	0,28	0,23	0,20	0,19	0,23	0,25	0,30
NP	0,29	0,27	0,27	0,30	0,30	0,29	0,35
PK	0,31	0,28	0,29	0,28	0,33	0,35	0,34
K mg							
O	1,27	1,49	1,26	1,23	1,15	1,18	1,16
NPK	1,43	1,56	1,47	1,42	1,64	1,69	1,68
NK	1,13	1,17	1,35	1,01	1,58	1,33	1,30
NP	1,18	1,28	1,13	1,07	1,32	1,32	1,25
PK	1,36	1,43	1,45	1,22	1,48	1,50	1,32
Ca mg							
O	1,14	1,16	1,39	1,32	1,06	1,20	1,05
NPK	1,41	1,68	1,67	1,52	1,67	1,53	1,85
NK	1,00	1,22	1,38	1,24	1,29	1,02	1,23
NP	0,99	1,19	1,38	1,23	1,32	1,34	1,28
PK	1,32	1,40	1,58	1,74	1,32	1,57	1,57
Mn mg							
O	0,34	0,45	0,52	0,50	0,36	0,41	0,46
NPK	0,51	0,75	0,75	0,70	0,81	0,66	0,93
NK	0,36	0,50	0,52	0,46	0,55	0,51	0,59
NP	0,39	0,56	0,57	0,57	0,61	0,54	0,66
PK	0,54	0,66	0,68	0,71	0,58	0,70	0,86
Težina iglica u gr. (1000 iglica)							
O	1,81	1,55	1,56	1,52	1,25	1,36	1,30
NPK	2,02	1,93	1,82	1,71	1,80	1,74	1,93
NK	1,62	1,65	1,41	1,47	1,66	1,38	1,58
NP	1,68	1,70	1,59	1,55	1,55	1,50	1,58
PK	1,94	1,77	1,59	1,55	1,57	1,67	1,54

Tabela VII

Igljice smrčje 1957. godišta — mg N, P, K, Ca i Mn u 100 iglica

Dubrenje	Junj	Juli	Avqust	Septembar	Oktohar
N mg					
O	1,30	1,40	1,14	1,50	1,54
NPK	2,22	1,93	2,36	2,55	2,95
NK	1,72	1,80	2,10	1,78	1,70
NP	1,90	2,03	2,32	2,72	2,76
PK	1,54	1,74	1,96	2,17	2,05
P mg					
O	0,12	0,12	0,11	0,14	0,15
NPK	0,28	0,23	0,24	0,27	0,34
NK	0,18	0,13	0,20	0,20	0,19
NP	0,22	0,23	0,23	0,25	0,32
PK	0,23	0,23	0,26	0,27	0,28
K mg					
O	0,74	0,57	0,60	0,72	0,86
NPK	1,09	0,70	1,07	1,18	1,34
NK	0,99	0,68	1,03	0,89	0,79
NP	0,79	0,77	0,89	0,99	0,94
PK	0,90	0,81	1,05	1,12	1,00
Ca mg					
O	0,26	0,40	0,43	0,65	0,71
NPK	0,45	0,51	0,58	0,71	0,83
NK	0,50	0,48	0,58	0,54	0,53
NP	0,34	0,57	0,52	0,69	0,62
PK	0,43	0,56	0,54	0,73	0,76
Mn mg					
O	0,09	0,12	0,12	0,17	0,27
NPK	0,16	0,13	0,23	0,28	0,45
NK	0,17	0,13	0,20	0,23	0,29
NP	0,20	0,22	0,21	0,25	0,26
PK	0,12	0,20	0,33	0,34	0,44
Težina iglica u gr. (1000 iglica)					
O	0,86	0,97	0,71	0,93	0,89
NPK	1,30	1,20	1,22	1,33	1,48
NK	0,96	1,07	1,20	1,01	0,92
NP	1,03	1,18	1,11	1,27	1,24
PK	0,95	1,01	1,11	1,15	1,09

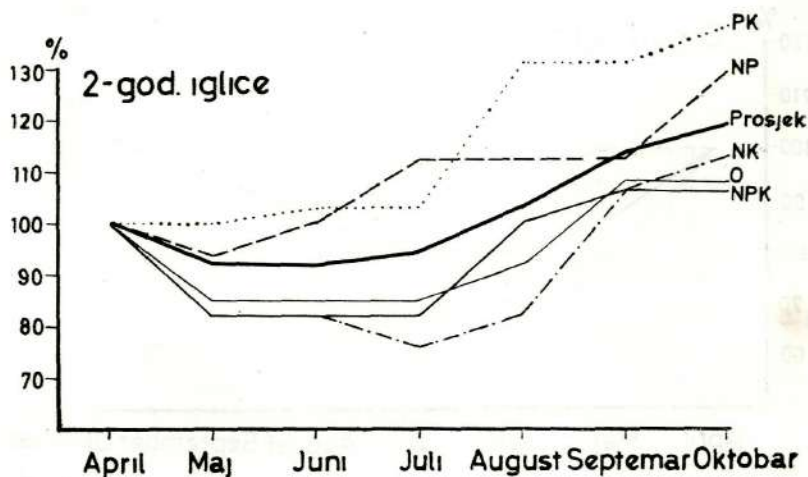
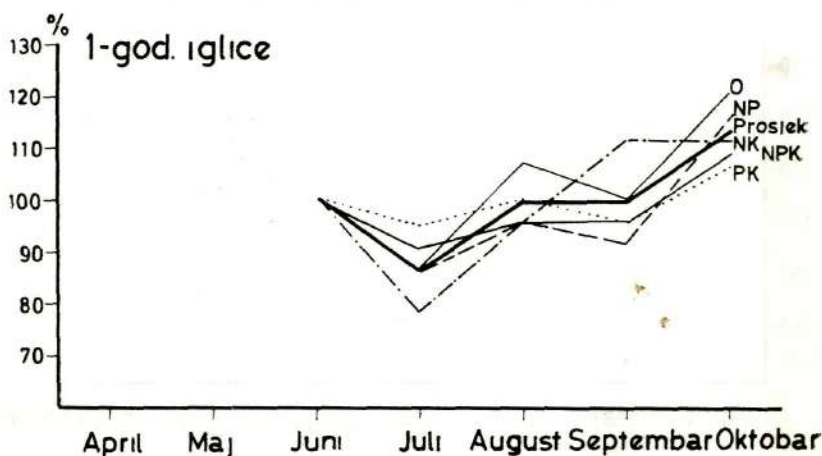
IV). Prema prosječnim količinama (tab. IX ili dijagram 4), postoji kod sadržaja fosfora (u %) u dvogodišnjim iglicama u maju i junu tendencija minimuma. Nakon toga rastu količine do maksimuma u oktobru.

Naprijed spomenuto opadanje sadržaja fosfora jednogodišnjih iglica od juna do jula nalazimo također i na smrči iz botaničke bašte (tab. XI).

Diagram 4.

Iglice smrče

Relativna godišnja kolebanja P%



Na kraju vegetacionog perioda, i to u septembru, dostignut je ovdje maksimum. Također kod dvogodišnjih iglica postaje jasno izraženo smanjenje sadržaja fosfora od juna ka julu, dok trogodišnje iglice svoj nivo fosfora zadržavaju sve do avgusta. Za dvogodišnje i trogodišnje iglice dobijena je najveća količina u oktobru, pri čemu sadržaj fosfora i starost iglica stoje u obrnutom odnosu. Ovo se odnosi također i na ogled sa du-

Diagram 5.

Relativna kolebanja sadržaja fosfora (P) u iglicama smrče

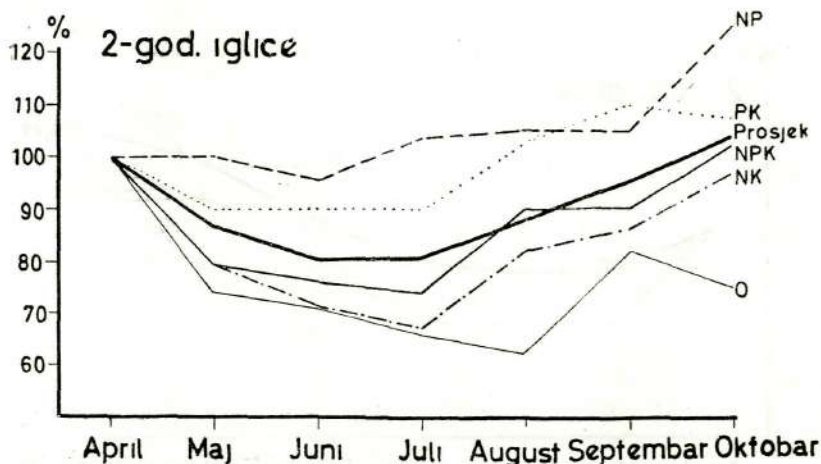
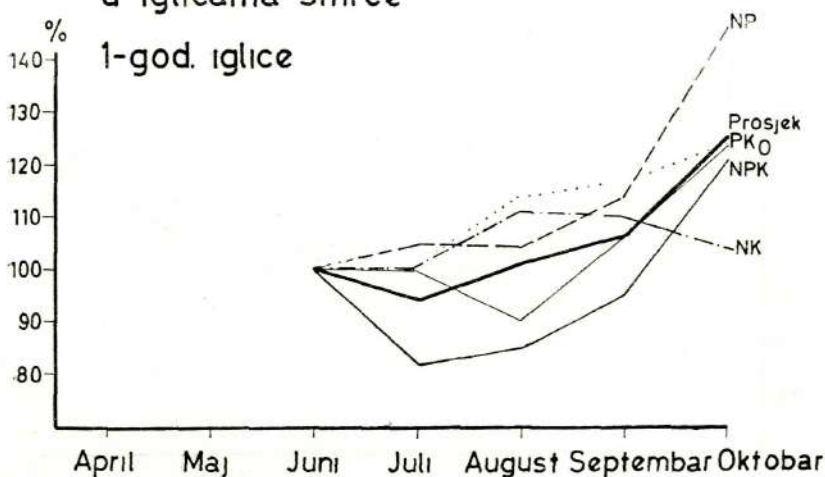


Tabela VIII

Iglice smrčce. Prosječne vrijednosti hranjivih elemenata u % S. M.* i mg/100 iglica

Đubrenje	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Težina iglica u gr.
u % (suhe materije)							
Godište 1956.							
O	1,62	0,12	0,86	0,86	0,08	0,32	1,39
NPK	1,65	0,16	0,87	0,92	0,10	0,42	1,80
NK	1,59	0,15	0,87	0,82	0,10	0,35	1,50
NP	1,82	0,19	0,78	0,84	0,10	0,37	1,55
PK	1,66	0,20	0,88	0,98	0,10	0,44	1,58
Godište 1957.							
O	1,58	0,15	0,81	0,56	0,09	0,17	0,87
NPK	1,83	0,21	0,82	0,46	0,09	0,17	1,31
NK	1,77	0,18	0,85	0,52	0,10	0,20	1,03
NP	2,01	0,21	0,75	0,46	0,09	0,19	1,16
PK	1,78	0,24	0,91	0,57	0,10	0,27	1,06
mg u 100 iglica							
Godište 1956.							
O	2,29	0,18	1,24	1,19	0,12	0,43	—
NPK	2,97	0,29	1,55	1,62	0,18	0,73	—
NK	2,40	0,24	1,26	1,20	0,14	0,50	—
NP	2,76	0,29	1,26	1,25	0,15	0,55	—
PK	2,72	0,31	1,39	1,55	0,16	0,68	—
Godište 1957.							
O	1,38	0,13	0,70	0,49	0,08	0,15	—
NPK	2,40	0,27	1,08	0,62	0,12	0,25	—
NK	1,82	0,18	0,88	0,53	0,10	0,20	—
NP	2,35	0,25	0,88	0,55	0,11	0,23	—
PK	1,90	0,26	0,97	0,61	0,11	0,29	—

brenjem (tab. IV i V). Ako se ovdje obračuna sadržaj fosfora u 100 iglica (dijagram 5), to je tendencija sezonskog kolebanja količina fosfora pojedinačno nešto drukčija nego procentualnog sadržaja fosfora. Prema prosječnim vrijednostima (tab. X i dijagram 5) proizlazi kod sadržaja fosfora

* suhe materije

Tabela IX

Iglice smrče. Mjesečne srednje vrijednosti svih parcela (% suhe materije)

Mjesec	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn %	Težina iglica gr.
Godište 1956.							
April	1,48	0,16	0,70	0,64	0,08	0,23	1,82
Maj	1,56	0,14	0,81	0,77	0,08	0,33	1,72
Juni	1,58	0,15	0,84	0,93	0,09	0,38	1,60
Juli	1,64	0,15	0,76	0,90	0,10	0,37	1,56
Avgust	1,68	0,17	0,93	0,85	0,10	0,36	1,56
Septem- bar	1,68	0,18	0,92	0,87	0,10	0,36	1,53
Oktobar	1,73	0,19	0,85	0,87	0,10	0,43	1,59
Godište 1957.							
Juni	1,71	0,20	0,89	0,39	0,09	0,14	1,02
Juli	1,64	0,18	0,65	0,46	0,09	0,15	1,09
Avgust	1,83	0,19	0,87	0,50	0,09	0,20	1,07
Septem- bar	1,86	0,19	0,86	0,59	0,10	0,22	1,13
Oktobar	1,93	0,22	0,88	0,33	0,11	0,30	1,13

u 100 jednogodišnjih iglica također minimum u julu i maksimum u oktobru. Kod dvogodišnjih iglica dobija se skoro ista krivulja za srednje vrijednosti sezonskih kolebanja količina fosfora u 100 iglica i procentualnog sadržaja fosfora (dijagram 4 i 5). Ipak se može utvrditi da procentualni sadržaj fosfora u dvogodišnjim iglicama u septembru i oktobru većinom jasno premašuje početnu količinu, dok to nije slučaj kod sadržaja fosfora u 100 iglica. Srednja vrijednost se ovdje nalazi samo neznatno iznad (dijagram 4), što se može objasniti nestankom mase kod iglica (tab. VI).

Pri ovom ogledu utvrđena godišnja kolebanja sadržaja fosfora stoje u saglasnosti sa rezultatima istraživanja Tam m-a (31), koji je također našao opadanje sadržaja fosfora u rano ljeto, i to povezano tada brzim stvaranjem organske supstance. Nasuprot našim rezultatima ogleda opazio je Mitchell (18) također na smrči tendenciju opadanja sadržaja fosfora od maja do septembra. Aaltonen (1) navodi tendenciju opadanja sadržaja fosfora za jedan duži period vremena, i to sa minimumom u oktobru i novembru, kod smrče dobro obezbijedene fosforom. Kod smrče siromašne fosforom penje se sadržaj sve do septembra.

Utica j dubrenja na sadržaj fosfora. Ćubrenje dolazi jasno do izražaja u odnosu na neđubrenu O-parcelu u većem sadržaju fosfora kod jednogodišnjih iglica (tab. IV i VIII). Zanimljivo je da iglice pri NK-đubrenju također sadrže više fosfora nego iglice neđubrene smrče, ipak bez jednog izuzetka (septembar) manje nego pri P-đubrenju. Pri tome se mora ukazati na činjenicu da su količine fosfora dvogodišnjih iglica (tab. IV) pri NK-đubrenju veće nego kod neđubrene parcele i već u aprilu, kad o nekom djelovanju đubrenja ne može biti ni riječi. Sadržaj fosfora neđubrene parcele 2-godiš-

Tabela X

Srednje mjesečne vrijednosti od svih parcela.
Hranjive materije u mg/100 iglica smrče.

Mjesec	N mg	P mg	K mg	Ca mg	Mg mg	Mn mg
Godište 1956.						
April	2,70	0,29	1,27	1,17	0,15	0,42
Maj	2,68	0,25	1,39	1,33	0,14	0,56
Juni	2,52	0,24	1,33	1,48	0,15	0,61
Juli	2,56	0,23	1,19	1,41	0,15	0,58
Avgust	2,64	0,26	1,43	1,33	0,15	0,58
Septembar	2,56	0,27	1,41	1,33	0,15	0,56
Oktoabar	2,75	0,30	1,34	1,39	0,16	0,71
Godište 1957.						
Juni	1,75	0,20	0,90	0,40	0,09	0,15
Juli	1,79	0,19	0,71	0,51	0,10	0,16
Avgust	1,98	0,21	0,93	0,53	0,10	0,22
Septembar	2,15	0,22	0,98	0,67	0,12	0,25
Oktoabar	2,20	0,25	0,99	0,69	0,12	0,34

Srednje vrijednosti za jednogodišnje i dvogodišnje iglice iz oktobra

Đubrenje	Težina 100 iglica	mg P u 100 iglica	P %
O	0,110 gr	0,17	0,16
NPK	0,171 „	0,35	0,21
NK	0,120 „	0,25	0,20
NP	0,141 „	0,34	0,23
PK	0,132 „	0,31	0,24

njih iglica zadržava se cijelo vrijeme vegetacije ispod količine u iglicama sa đubrenih parcela. Đubrenje fosforom je samo u kombinaciji sa kalijem ili azotom doprinijelo nekom znatnijem povećanju sadržaja fosfora u iglicama i pad početnih količina u rano ljeto, koji se inače zapažao, bio je spriječen (tab. IV). Ako se polazi od količina fosfora u 100 iglica, tada se dobija sličan rezultat u pogledu djelovanja đubrenja kako za 1-godišnje tako i za 2-godišnje iglice (tab. VI, VII i VIII). Kao što je spomenuto, 1-godišnje iglice obračunato procentualno u svim slučajevima su bogatije fosforom od 2-godišnjih (tab. VIII). Obrnuti odnosi se dobijaju ako se uzme količina fosfora u 100 iglica (tab. VIII). Ovdje nailazimo na istu sliku kao kod azota. Kao graničnu vrijednost za sadržaj fosforne kiseline, ispod koga se mora računati sa nedostatkom fosfora, smatraju Wittich (47) i Thémilitz (34) za smrču iznos od 0,28—0,30% P_2O_5 = 0,12—0,13% P. Ova granična vrijednost je ovdje prekoračena. Đubrenje fosforom kiselinom jasno se može raspoznati kod jednogodišnjih iglica. Poznato je da se probe lišća uzimaju za dijagnostičke svrhe na kraju vegetacione sezone, kad se sadržaj hranjivih materija stabilizovao. Ako se to primijeni ovdje, da bi smo uzeli u obzir samo iglice iz oktobra

Tabela XI

Smrča iz botaničke bašte u Hann. Münden-u.
Hranjivi elementi u % S. M. *) Godina uzimanja proba: 1953.

Iglice	Juni	Juli	Av gust	Septembar	Oktobar
N %					
1-godišnje	1,52	1,76	1,84	1,86	2,11
2-godišnje	1,61	1,68	1,80	1,81	1,90
3-godišnje	1,41	1,54	1,57	1,48	1,51
P %					
1-godišnje	0,27	0,20	0,20	0,30	0,28
2-godišnje	0,19	0,15	0,15	0,20	0,24
3-godišnje	0,14	0,14	0,14	0,17	0,18
K %					
1-godišnje	0,76	0,78	0,86	0,92	1,25
2-godišnje	0,95	0,99	1,02	1,09	1,32
3-godišnje	0,82	1,00	1,06	1,06	1,19
Ca %					
1-godišnje	0,41	0,61	1,02	0,86	0,89
2-godišnje	0,79	0,96	1,19	1,09	0,86
3-godišnje	0,78	1,22	1,27	1,23	0,80

i uporedili sa količinom fosfora u 100 iglica i procentualni sadržaj fosfora jednogodišnjih i dvogodišnjih iglica, to izlazi prema slijedećem pregledu na vidjelo bolje snabdijevanje fosforom putem dubrenja superfosfatom, osobito u sadržaju fosfora u 100 iglica i u porastu težine iglica.

Sadržaj kalija

Sezonska kolebanja u 1-godišnjim iglicama nalazimo također i kod kalija, i tu kao i kod azota i fosfora može se primijetiti izraženi minimum u julu. U avgustu i septembru biva zatim prethodni sadržaj kalija u prosjeku svih kombinacija đubriva opet dostignut. Ipak se pojedine vrste đubriva ponašaju različito, pri čemu se te razlike ne bi mogle objasniti.

Kod dvogodišnjih iglica je zapažena za vrijeme od aprila do jula neujednačena tendencija. Od jula ka avgustu nastaje pak za sve parcele porast sadržaja kalija. Mora se primijetiti da početni nivo sadržaja kalija suprotno jednogodišnjim iglicama, za čitavo vrijeme ni u jednom slučaju nije bio manji. Količine dostignute u avgustu mijenjaju se do septembra, uopšte uzevši, vrlo malo, od septembra ka oktobru izuzev O-parcele nešto opadaju. I pored neujednačene tendencije porasta i opadanja sadržaja kalija za vrijeme od aprila do juna-jula, i za taj vremenski period obračunate su mjesečne srednje vrijednosti (tab. IX). Sadržaj kalija dvogodišnjih iglica raste od aprila do juna, smanjuje se neznatno u julu, i raste tada do maksimalnih količina, koje su u avgustu i septembru veće za 30%, a u oktobru za oko 20% od početne količine.

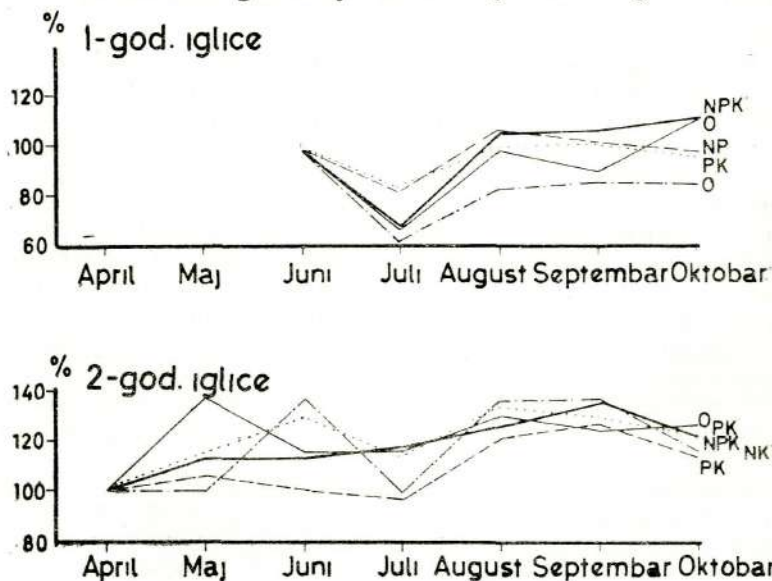
Sezonsko kretanje koncentracije kalija u iglicama smrče iz botaničke bašte (tab. XI) pokazuje sasvim drugu sliku. Sadržaj kalija 1-godišnjih iglica raste stalno, i to od jula vrlo intenzivno, pri čemu je utvrđeno da

*) suhe materije

je početni sadržaj ovdje znatno ispod vrijednosti O-parcele ogleda sa đubrenjem. U oktobru su, obrnuto tome, iglice posljednjeg bile znatno siromašnije kalijem nego u botaničkoj bašti. Ovdje se povećava stalno sadržaj kalija također kod 2-godišnjih iglica. To isto važi, u cjelini gledano, i za 3-godišnje iglice. Jednogodišnje iglice su nasuprot sadržaju azota i fosfora siromašnije kalijem nego dvogodišnje. Između dvogodišnjih i trogodišnjih iglica postoji u junu i oktobru, u stvari, razlika utoliko što su trogodišnje iglice siromašnije kalijem nego dvogodišnje. Neka opštevažeća zakonomjernost za sezonsko kretanje koncentracije kalija ne može se iz dobijenih rezultata ispitivanja izvući. Ovo pokazuju, također, i rezultati drugih autora. T a m m (31) je utvrdio minimum sadržaja kalija u rano ljeto, koji pak nije bio osobito izražen (maj 0,53% K, juli 0,51 K, avgust 0,59% K). On objašnjava opadanje koncentracije kalija, kao i azota i fosfora, pored ostalog, i premještanjem hranjivih materija iz lisnih organa. A l t o n e n (1) je opazio u jednom slučaju tendenciju opadanja do avgusta i tada laki porast, u drugom slučaju, sasvim slično kao i u našem ogledu sa đubrenjem, zapazio je pad sadržaja kalija u julu, koji je potrajao do septembra — oktobra. M i t c h e l l (18) je našao najniži nivo koncentracije kalija u septembru (juni 0,91% K, juli 0,85% K, septembar 0,78% K).

Diagram 6.

Relativna godišnja kolebanja K% u iglicama smrčve



Prosječna sezonska kolebanja sadržaja kalija u 100 iglica (dijagram 6) slična su uprkos nekoliko izuzetaka tendenciji kod procentualno izraženeog sadržaja kalija. Mora se primijetiti, da je kod jednogodišnjih iglica količina kalija sadržana u 100 iglica, nasuprot procentualnom sadržaju

kalija, od septembra većinom znatno veća od početnog stanja, pošto je težina iglica u prosjeku porasla više nego što to odgovara opadanju sadržaja kalija u procentima. Za dvogodišnje iglice, kod kojih su odnosi obrnuti, (dijagram 6, dolje), opada prosječni sadržaj kalija u 100 iglica u junu nešto ispod početne količine, inače se održava malo iznad te količine. Ovo posljednje vrijedi osobito za avgust.

Utjecaj đubrenja na sadržaj kalija. U jednogodišnjim iglicama nalazimo praktično pri NPK-đubrenju isti sadržaj kalija kao i kod neđubrene parcele u junu mjesecu, isto to također u julu, avgustu i oktobru. Pri NK-đubrenju vrijedi to za avgust. Dok udio kalija pri spomenutom đubrenju u junu, julu i septembru stoji iznad neđubrene parcele, dotle on u oktobru znatno opada ispod toga. Samo je pri PK-đubrenju slika ujednačena, gdje vrijednosti sadržaja kalija neđubrene parcele od juna do septembra dijelom znatno premašuju, ali ne i u oktobru. Pri NP-đubrenju su u upoređenju sa neđubrenom parcelom količine kalija u junu, avgustu i osobito u oktobru niže, u julu su, naprotiv, utvrđene veće količine. U septembru ne postoji razlika. U ovom mjesecu, i to samo u ovom, izdižu se sve kalijem đubrene parcele znatno iznad analitičke greške višim sadržajem kalija od neđubrenih. Jasna razlika postoji između svih parcela đubrenih kalijem i NP-parcele. U svim mjesecima istraživanja osim jednog (juli) sadržaj procenta kalija pri ovom đubrenju je niži nego pri NPK-đubrenju, NK-đubrenju i PK-đubrenju.

Dvogodišnje iglice imaju u aprilu, tj. prije đubrenja, na svim parcelama isti sadržaj kalija. Nakon toga počinju količine vrlo jako da odstupaju. Jedno zakonomjerno djelovanje đubrenja u odnosu na neđubrenu parcelu javlja se samo u septembru. Kao i jednogodišnje iglice, također i dvogodišnje iglice đubrene NPK, NK ili PK bogatije su kalijem nego neđubrene.

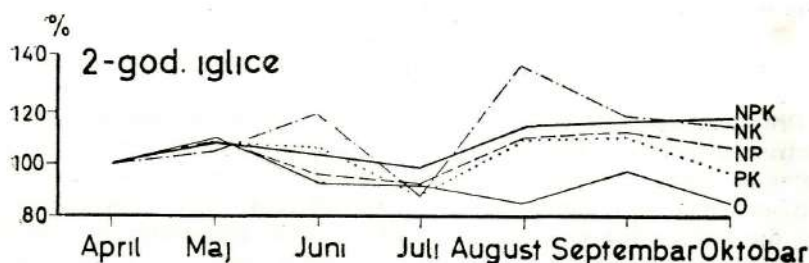
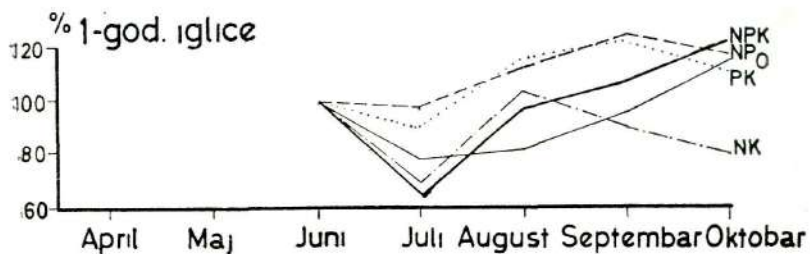
Na NP-parceli sadrže iglice sa izuzetkom aprila i septembra, znatno manje kalija nego na O-parceli i PK-parceli. Pri NPK-đubrenju razlika prema NP-đubrenju od maja je u korist NPK-đubrenja, dok se NK-đubrenje u poređenju sa NP-đubrenjem samo u junu, avgustu i septembru odrazilo u očekivanom pravcu djelovanja.

Pojedinačno vrlo nepregledni odnosi između đubrenja i sadržaja kalija mogu se na bazi rezultata u tabeli VIII tako obuhvatiti da đubrenje kalijem dolazi do izražaja u procentima sadržaja kalija dvogodišnjih iglica samo ako se ne uporedi sa O-parcelom, nego sa NP-parcelom. To isto važi za jednogodišnje iglice, ipak sa izuzetkom PK-đubrenja, koje je također u odnosu na neđubrenu parcelu izazvalo značajno bogaćenje kalijem. Isto tako, samo u ovom slučaju premašuje srednja vrijednost (tab. VIII) za procentni sadržaj kalija u jednogodišnjim iglicama, iako neznatno, srednju vrijednost za dvogodišnje iglice. Inače je moguće zapaziti obrnuti odnos.

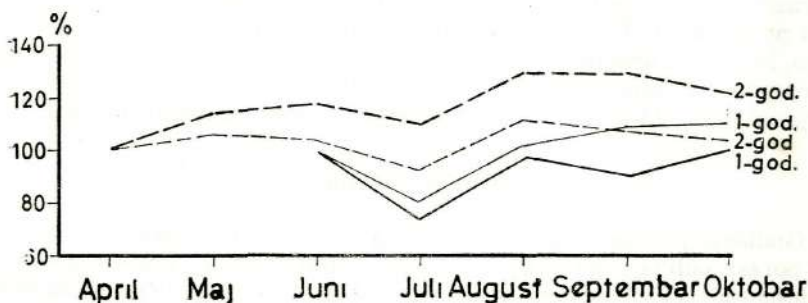
U suprotnosti sa sadržajem kalija u procentima, količina kalija u 100 iglica obračunata, u slučaju O-parcele najmanja je od svih sa izuzetkom oktobra, u kome NK-đubrenje pokazuje još niži iznos (tab. VII). Izuzmemo li juli, tada se dobija za NPK-đubrenje i PK-đubrenje stalno veći sadržaj također i u odnosu na NP-đubrenje. Pri NK-đubrenju u različitim mjesecima, i to u septembru i oktobru, pada u oči podbačaj nađene količine kalija u 100 iglica pri NP-đubrenju. U prosjeku svih mjeseci sadržaj kalija u 100 jednogodišnjih iglica kao posljedica NPK-đu-

Diagram 7.

Relativna godišnja kolebanja količine K u 100 iglica



Upoređenje K% u S.M. i K mg/100 iglica



brenja, NK-đubrenja odnosno PK-đubrenja za 52,24 odnosno 39% je veći nego kod neđubrene parcele, prema NP-đubrenju za 22% odnosno 12%. Ova jako izražena velika nadmoć NPK-đubrenja pripisuje se najvećoj težini iglica, dok pri PK-đubrenju porast sadržaja procenta kalija u iglicama daje osnovnu prevagu. Dok je procentualni sadržaj kalija kod dvogodišnjih iglica u aprilu na različitim parcelama isti, dotle sadržaj kalija u 100 iglica pokazuje znatne razlike. Ove razlike su posljedica različite težine iglica, jer nema još efekta razblaživanja. Od avgusta nalazi se u neđubrenim iglicama znatno manja količina kalija nego u svim đubrenim.

Najveća razlika postoji opet u odnosu na iglice NPK-parcele, kod koje su težine iglica najviše. Ako želimo uz pomenute rezerve, interpretirati srednje količine (tab. VIII) dolazimo do sličnog rezultata kao i kod jednogodišnjih iglica, tj. pri NPK-đubrenju je količina kalija u 100 iglica najveća. Zatim se priključuju ostale parcele u slijedećem redu: PK-đubrenje, NK-đubrenje i NP-đubrenje. Vrijednost NP-parcele se jedva razlikuje od neđubrene. Pošto jednogodišnje iglice u 1957. godini nisu dostigle težinu dvogodišnjih (tab. VIII), i sadržaj kalija u procentu prosječno jedva nešto odstupa, to je količina kalija u 100 iglica kod dvogodišnjih iglica izrazito veća nego kod jednogodišnjih iglica (tab. VIII), a da u nekim razlikama nije moguće zapaziti jasno djelovanje đubrenja. Da se đubrenje kalijem, u cjelini uzeto, ne odražava jako, na sadržaj kalija u iglicama, razumljivo je, pošto je on i bez đubrenja znatno iznad granične vrijednosti koju je dao Wittich. Ovo dokazuje, s druge strane, neznatnu vrijednost analize tla, na osnovu koje je mineralno tlo izrazito siromašno izmjenjivim kalijem (tab. II).

Sadržaj magnezija

Promjene sadržaja magnezija uslovljene godišnjim dobima mogu se vidjeti iz brojeva u tabeli IV i V i označiti kao neznatan porast u toku vegetacije. Maksimum se nalazi u septembru — oktobru. Depresija N, P i K, opažena uglavnom kod jednogodišnjih iglica u julu, ovdje otpada. Neko djelovanje đubrenja na procentni sadržaj magnezija nije ni kod jednogodišnjih iglica kao ni kod dvogodišnjih dokazano i jedva bi se moglo očekivati, pošto je gornji sloj tla (tab. II) srazmjerno dobro obezbijeđen izmjenjivim magnezijem, i to bolje nego kalijem. U pogledu sadržaja procenta magnezija praktično se jednogodišnje i dvogodišnje iglice ne razlikuju međusobno. Primjera radi, jednogodišnje iglice sadrže u junu prosječno 0,09% Mg, dvogodišnje također toliko (tab. IX). Ova količina, koja se u drugim mjesecima mijenja maksimalno za 0,01 do 0,03% Mg na gore ili dolje, relativno je visoka ako se pomisli da sadržaj magnezija od 0,06—0,07% u prosjeku odgovara dobroj obezbijeđenosti.

Sadržaj kalcija

Godišnje promjene sadržaja kalcija u procentima okarakterisane su kao porast sadržaja kalcija u jednogodišnjim (tab. V) i u dvogodišnjim iglicama (tab. IV). Kod jednogodišnjih iglica slika je prilično ujednačena, a kod dvogodišnjih znatno manje. Kod posljednjih je vrijedno istaći nagli porast sadržaja kalcija od aprila do juna, tako da je maksimum, npr., za O-parcelu i NK-parcelu skoro u junu dostignut, a mjesečne srednje vrijednosti su tada najviše (tab. IX). U procentualnom porastu sadržaja kalcija jednogodišnje iglice premašuju dvogodišnje znatno. U prosjeku povećao se procentualni sadržaj tamo za 67%, ovdje samo za 36%. Apsolutna razlika je svakako neznatna. Uopšte je sadržaj kalcija dvogodišnjih iglica u pojedinim mjesecima znatno veći nego jednogodišnjih iglica. U prosjeku je dostignut sadržaj posljednjih iz oktobra, koji su dvogodišnje iglice imale u aprilu (tab. IX). Usljed njihove veće težine i sadržaja kalcija u procentima, 100 dvogodišnjih iglica sadrže u poređenju sa jednogodišnjim

dišnjim, stalno znatno više kalcija (tab. VI i VII). U jednogodišnjim iglicama raste količina kalcija u prosjeku od mjeseca do mjeseca (tab. X), u dvogodišnjim iglicama ona raste od aprila do maksimuma u junu i opada opet na srednju vrijednost od maja.

Rezultati istraživanja smrče iz botaničke bašte pokazali su također porast sadržaja kalcija u procentima u jednogodišnjim i dvogodišnjim, kao i trogodišnjim iglicama (tab. XI). Maksimum je dostignut kod svih već u avgustu. Sve do oktobra opada nivo sadržaja kalcija opet vrlo jasno. U oktobru postoji između pojedinih godišta iglica samo neznatna razlika. U ovo vrijeme su jednogodišnje iglice nešto bogatije kalcijem nego dvogodišnje, a ove opet bogatije od trogodišnjih. Sve do septembra odnosi su obrnuti: od juna, i to osobito u tom vremenu, do septembra sadržaj kalcija dvogodišnjih iglica znatno premašuje sadržaj jednogodišnjih iglica. Sa izuzetkom oktobra, nalazimo u skladu sa nalazima drugih autora (1a), iste zakonomjernosti kao i u ovdje opisanom ogledu đubrenja. Dvogodišnje iglice sadrže u junu tačno toliko kalcija kao i trogodišnje, od jula do septembra ove su posljednje primjetno bogatije kalcijem.

Uticao đubrenja na sadržaj kalcija. Od septembra nastaje uticaj đubrenja utoliko što je sadržaj kalcija u procentu jednogodišnjih iglica znatno manji na svim sa azotom đubrenim parcelama nego na O-parceli i PK-parceli (tab. VIII). T a m m (32) je mogao utvrditi pri azotnom đubrenju iste vrste jedno smanjenje koncentracije kalcija i objašnjava to sa efektom razblaživanja. O takvom efektu može se tada govoriti ako produkcija organske supstance ide brže od uzimanja hranjivih materija. To ovdje nije slučaj. Mnogo više je porastao sadržaj kalcija nego težina iglica, tako da se mogu izračunati slijedeći relativni odnosi ako se svakom relativnom porastu težine iglica za upoređenje suprotstavi sadržaj kalcija u procentima od juna do septembra-oktobra:

Đubrenje	Porast težine iglica	Porast Ca %
O	5.8 %	241.9 % (1 : 47.7)
NPK	7.7 %	57.1 % (1 : 7.9)
NK	1.0 %	7.7 % (1 : 7.7)
NP	22.3 %	57.6 % (1 : 2.6)
PK	17.9 %	48.9 % (1 : 2.7)

Ovo bi mogla biti posljedica antagonističkog djelovanja NH_4 -jona i K-jona, na što ukazuju razlike sadržaja kalcija (tab. VIII) jednogodišnjih iglica između različito đubrenih površina. Kod dvogodišnjih iglica uopšte se ne može opaziti zakonomjerna veza između đubrenja i sadržaja kalcija u procentu.

Količina kalcija koja se u prosjeku nalazi u 100 iglica (tab. VIII) najmanja je kod O-parcele, i to je uslovljeno neznatnom težinom iglica. Pri NK-đubrenju i NP-đubrenju količine su tek nešto više, ali zato pri NPK-đubrenju i PK-đubrenju su znatno više, koje se inače međusobno malo razlikuju.

Kod vrijednosti za pojedine mjesece stoje NPK-parcela i PK-parcela iznad O-parcele, iako samo neznatno (tab. VII). Izrazitije to nastaje u dvogodišnjim iglicama (tab. VI). Ove sadrže uslijed njihove veće težine i sadržaja kalcija u procentu u svakom slučaju veću količinu kalcija u 100 iglica.

Sadržaj mangana

Sezonska kolebanja. U jednogodišnjim iglicama preovlađuje trajni porast sadržaja mangana u procentu za vrijeme vegetacije (tab. V i IX, dijagram 8). U dvogodišnjim iglicama raste sadržaj mangana od aprila do maja vrlo jako, od maja do juna još dosta jako. Od juna do septembra javljaju se odstupanja vrijednosti na gore ili dolje. U septembru sadržaj je na približno istoj visini kao i u junu. Sve do jednog izuzetka (NK-đubrenje) raste sadržaj mangana u oktobru opet dalje (tab. IV, odnosno dijagram 9). U prosjeku ostaje sadržaj mangana nakon porasta od aprila do juna za vrijeme od juna do septembra praktično nepromijenjen i dostiže konačno u oktobru svoj maksimum (tab. IX). Ako se izuzmu pojedina odstupanja, za promjene kojima količina mangana u 100 iglica u zavisnosti od vremena vegetacije podliježe dobijaju se sasvim slični zaključci kao i za sadržaj mangana u procentima (tab. VI, VII i X).

Uticao đubrenja na sadržaj mangana kod jednogodišnjih iglica je jedva primjetan: sadržaj mangana pri PK-đubrenju od jula je iznad sadržaja za ostale parcele (tab. IV, dijagram 8). Najvećim dijelom to vrijedi i za dvogodišnje iglice (tab. IV, dijagram 9). Ako se taj sadržaj obračuna na 100 iglica, to je povezanost (korelacija) manje jasna. Uslovljena manjom težinom iglica, kod O-parcele količina mangana je znatno niža nego na svim drugim parcelama (tab. VIII). Kod ovih parcela na prvom mjestu stoji PK-parcela sa najvećom količinom mangana u 100 iglica. Dvogodišnje iglice su pak pri NPK-đubrenju najbogatije manganom.

Upoređen sa rezultatima istraživanja Wittich-a (47) i Thémilitz-a (35), sadržaj mangana je kod jednogodišnjih i dvogodišnjih iglica izrazito velik, osobito u oktobru. Kao i sadržaj kalcija, također i sadržaj mangana dvogodišnjih iglica premašuje sadržaj jednogodišnjih iglica. Ovu zakonomjernost pominje već Aaltonen (1a). Poznato je da uzimanje mangana usko zavisi od reakcije tla, tako da će pri niskoj pH-vrijednosti lakše nego pri visokim vrijednostima mangan biti uziman, pri čemu neznatne, npr., uslijed kalcifikacije izazvane razlike mogu imati izvjesnu ulogu. U ovom ogledu nije se očekivalo odlučujuće djelovanje primijenjenih đubriva na reakciju tla i time na uzimanje mangana, iako su ona data kao površinsko đubrenje.

Uzroci depresije sadržaja kalija u julu

O toku sadržaja hranjivih materija iglica smrče za vrijeme trajanja istraživanja može se, u cjelini gledano, za ovaj ogled sa đubrenjem reći slijedeće:

U jednogodišnjim iglicama penje se sadržaj azota, mangana i kalcija vrlo izrazito, dok je sadržaj kalija, fosfora i magnezija u oktobru tek

Diagram 8.

Sezonska kolebanja sadržaja Mn%

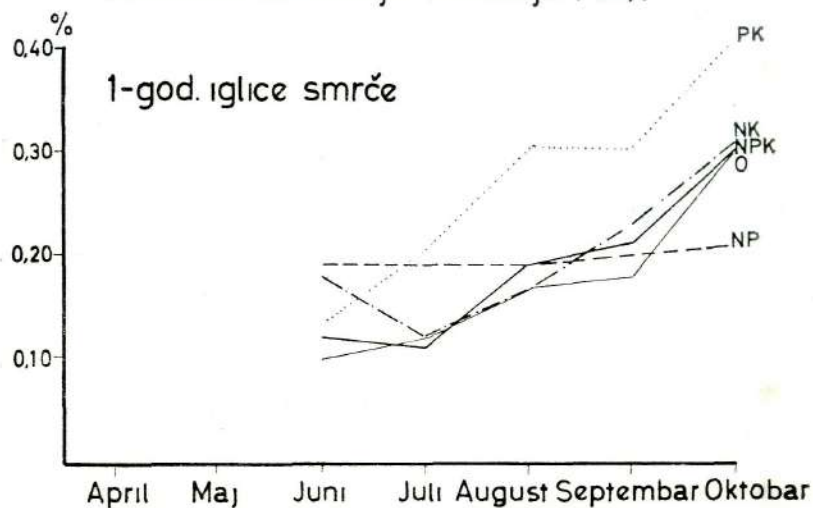
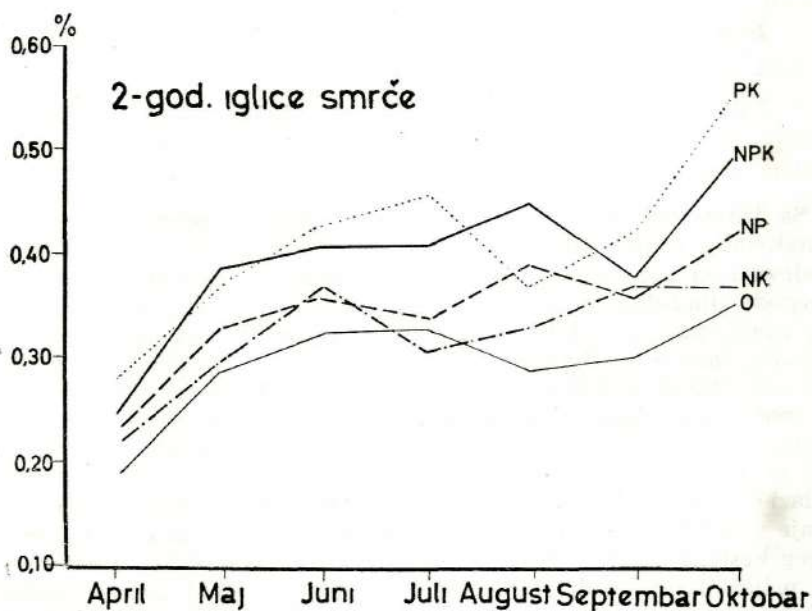


Diagram 9.

Sezonska kolebanja Mn% sadržaja



nešto bio veći nego u junu. U odnosu na azot i osobito kalij utvrđena je depresija hranjivih elemenata u julu (tab. X). U dvogodišnjim iglicama također raste sadržaj azota, kalcija i mangana. Glavni porast sadržaja mangana pada također u vrijeme od aprila do juna, sadržaj fosfora i magnezija povećava se u vidu tendencije, dok je za kalij nešto izrazitiji porast moguće zabilježiti, ali sa depresijom u julu. Depresija azota kod jednogodišnjih iglica u julu jedva je primjetna (tab. X).

Uzroci ove depresije nivoa kalija osobito jasno izražene kod jednogodišnjih iglica djelimično se dovode u vezu sa porastom težine iglica, tj. sa jednim efektom razblaživanja, kao i sa nestajanjem kalija.

Ako se uporede relativne promjene težine iglica i one sadržaja kalija u procentima za vrijeme od juna do jula, kao i sadržaja kalija u 100 iglica, tada nastaju slijedeće relacije:

Relativne promjene od juna ka julu

Dubrenje	težina iglica jednogodišnjih	K %	mg K u 100 iglica
O	+ 13 %	— 23 %	— 23 %
NPK	— 8 %	— 31 %	— 26 %
NK	+ 11 %	— 28 %	— 31 %
NP	+ 15 %	— 14 %	— 3 %
PK	+ 6 %	— 16 %	— 10 %
dvogodišnje iglice			
O	— 3 %	0 %	— 2 %
NPK	— 6 %	+ 2 %	— 4 %
NK	+ 4 %	— 28 %	— 25 %
NP	— 3 %	— 3 %	— 6 %
PK	— 3 %	— 13 %	— 15 %

Sa izuzetkom NP-parcele, u mladim iglicama premašuje relativni gubitak kalija znatno promjene težine iglica. Ovo također važi u nekoliko slučajeva i za dvogodišnje iglice. Ovaj nestanak kalija osobito jak kod jednogodišnjih iglica može se samo nedovoljno objasniti raspodjelom kalija na povećanu masu iglica. Prije se mora pomisliti na ispiranje putem padavina, kako je to Schönnamsgrubber po podacima u literaturi i jednom ličnom saopštenju utvrdio. Također Tamm (30) navodi da kiša može rastvorljive materije da ispere iz lista. Ogledi Arens-a (2) pokazali su da dugotrajnije kiše dovode do gubitka kalija i kalcija, pri čemu je trajanje padavina — kiše od većeg značaja nego njena količina, a dolazi do izražaja tek nakon 5—6 časova kiše. Nestajanje kalija od tada nastaje vrlo brzo. Nakon jedne kiše utvrdio je ovaj autor kod bukve i divljeg kestena gubitak 50% kalija. Nekoliko dana poslije dostignut je opet prijašnji nivo sadržaja kalija. On označava ovaj proces ispiranja kalija kao kutikularnu ekskreciju, koja navodno može nastati i kod rose.

Prema meteorološkim podacima iz 1957. godine (tab. I) u stvari je količina kiše koja je pala u julu u poređenju sa mjesecima april-juni dvostruko veća. Osobito u posljednjoj dekadi mjeseca pale su obilne kiše. Kako je naprijed rečeno (tab. XI), nije kod iglica iz botaničke bašte uzetih 1953. godine mogla biti utvrđena depresija sadržaja kalija, nego je utvrđen za jednogodišnje i dvogodišnje iglice znatan porast. Uporedba količina padavina pokazuje da je juli 1957. godine bio približno dvostruko bogatiji padavinama nego isti mjesec 1953. godine. Pošto su iglice za probe uzete na 31. jula 1957. godine, što znači na kraju padavinama najbogatije dekade mjeseca, jedva bi se smjelo sumnjati da depresiju sadržaja kalija velikim dijelom treba pripisati iznošenju putem obilne kiše. Ovaj jaki gubitak kalija izgleda da biljke opet mogu da naknade (tab. I, odnosno IX), uprkos obilnih padavina.

Vrijeme	Kattenbühl, 1957. godine	Botanička bašta, 1953. godine
	P a d a v i n e	
Juli 1—10	14.0 mm	13.5 mm
Juli 11—20	20.4 mm	30.2 mm
Juli 21—31	81.5 mm	24.3 mm

Odnos hranjivih elemenata jednih prema drugim

Leyton (14) ukazuje na to da odnos hranjivih materija međusobno može da ima veliku ulogu u razvoju biljke i da promjene toga odnosa mogu dovesti do smetnji. Wittich (47) izvještava da je sa poboljšanjem ishrane azotom, i time povećane produkcije organske mase, nastao relativni nedostatak fosfora i kalija, koji prije nije postojao. Kao što Wittich smatra, nije važan samo apsolutni sadržaj hranjivih materija, nego i odnos hranjivih materija međusobno. Ovo pokazuju, pored ostalih, rezultati ogleđa Thémilitz-a (37). Van Goor (40—43) pridaje N/P odnosu vrlo veliki značaj, te misli da postoji uzak raspon u kome je najpovoljniji rast omogućen. Obračunati odnosi hranjivih materija iz postojećeg ogleđa sa đubrenjem u šumskoj upravi Kattenbühl prikazani su u tabeli XII. Iz tih brojeva može se vidjeti da N/P odnos, N/K odnos i K/P odnos pod kombinovanim uticajem godišnjeg doba i đubrenja pokazuju kolebanja do 50⁰%, pa i preko toga.

Pošto je svaki od tih odnosa hranjivih materija zavisian gotovo od kolebanja obiju komponenata, postaju odnosi vrlo komplikovani. Osim toga, u nadenim brojevima, na koje je još mogao da djeluje i mraz, ne mogu da se naslute opšte zakonomjernosti. Iz toga razloga se odustalo od šire interpretacije tabele XII.

Tabela XII

N/P, N/K i K/P — odnos kod smrče.

Dubrenje	April	Maj	Juni	Juli	Avgust	Septem- bar	Okto-bar
Godište 1956.							
N/P							
O	11,2	13,9	13,9	15,1	13,3	11,2	11,6
NPK	8,3	11,4	10,9	11,7	10,1	9,0	9,5
NK	8,9	11,0	11,4	11,7	10,4	9,4	8,6
NP	8,9	9,5	9,7	9,8	9,7	9,8	8,7
PK	9,6	10,1	9,0	8,4	8,1	8,1	8,9
N/K							
O	2,1	1,7	1,9	2,0	1,7	1,8	1,8
NPK	2,0	2,0	1,9	2,0	1,9	1,6	1,9
NK	2,2	2,1	1,7	2,2	1,7	1,7	1,9
NP	2,1	2,1	2,3	2,7	2,2	2,1	2,4
PK	2,2	1,9	1,7	2,0	1,8	1,9	2,2
K/P							
O	5,3	8,4	8,3	7,8	7,8	6,1	6,6
NPK	4,2	5,8	5,7	5,8	5,4	5,5	4,9
NK	4,1	5,3	6,8	5,3	6,8	5,5	4,4
NP	4,2	4,6	4,2	3,7	4,4	4,6	3,6
PK	4,3	5,2	5,2	4,3	4,6	4,4	4,0
Godište 1957.							
N/P							
O	—	—	10,6	11,8	10,5	11,2	10,2
NPK	—	—	8,0	8,6	9,9	9,5	8,6
NK	—	—	9,8	12,0	10,4	9,1	9,2
NP	—	—	8,6	9,0	10,0	10,9	8,8
PK	—	—	7,0	7,4	7,5	8,2	7,3
N/K							
O	—	—	1,8	2,5	1,9	2,1	1,8
NPK	—	—	2,0	2,8	2,2	2,2	2,1
NK	—	—	1,7	2,6	2,0	2,0	2,2
NP	—	—	2,4	2,6	2,6	2,8	2,9
PK	—	—	1,8	2,2	1,9	1,9	2,1
K/P							
O	—	—	6,0	4,8	5,5	5,4	5,7
NPK	—	—	3,9	3,1	4,5	4,4	4,0
NK	—	—	5,6	4,6	4,6	4,5	4,3
NP	—	—	3,6	3,4	3,8	4,0	3,0
PK	—	—	4,0	3,5	4,0	4,2	3,5

Istraživanje iglica bijelog bora iz ogleda Kattenbühl

Kako je u uvodu pomenuto, paralelno sa iglicama smrče istraživane su iglice bijelog bora, i to godište 1956. od aprila do oktobra, godište 1957. od juna do novembra 1957. i u aprilu 1958. godine.

Težina iglica

Iako težine 1000 iglica bijelog bora iz pojedinih parcela istog termina više ili manje odstupaju jedna od druge (tab. XV i XVI), prikazane opšte tendencije promjene težine odgovaraju mjesečnim srednjim vrijednostima u tab. XV. Na bazi njih povećava se težina jednogodišnjih iglica od mjeseca do mjeseca, tako da u novembru iznosi više od 300% od početne vrijednosti u junu. Slijedeći pregled relativnih vrijednosti na bazi početne težine pokazuje veoma veliki porast težine od oktobra ka novembru, dakle u vrijeme za koje se smatra da je prirast zaključen.

1957.

Iglice	Maj	Juni	Juli	Av- gust	Sep- tem- bar	Oktobar	Novem- bar	April 1958.
jednogo- dišnje	—	100	144	202	230	266	328	318%
dvogo- dišnje	100	94	89	103	96	99	—	—

Tako je Wehrmann (46) opazio u borovim šumama Bavarske da nakon mjeseca avgusta nema više znatnijih promjena težine. U ovom ogledu ostala je praktično nepromijenjena težina iglica poslije novembra sve do aprila. U skladu sa rezultatima Tamma-a (31), opala je težina kod 2-god. iglica najprije u rano ljeto, a zatim je od jula do avgusta opet porasla na početnu vrijednost i poslije toga se veoma malo mijenjala sve do posljednjeg termina uzimanja proba. Težina 2-godišnjih iglica u maju slaže se potpuno sa težinom, koju su 1-godišnje iglice imale na kraju vegetacijske periode (tab. XV i XVI).

Dubrenje i težina iglica. Apsolutne promjene težine 1000 iglica prikazane u dijagramu 17. ne pokazuju kod 1-godišnjih iglica od juna do septembra jasno diferenciranje u korist jedne vrste dubrenja. U oktobru premašuje porast težine na O-parceli znatno težinu iglica na svim dubrenim parcelama. U novembru važi isto, sa izuzetkom NK-parcele, kod koje pada u oči sada još veća proizvodnja organske supstance nego na O-parceli. Ovdje se radi o izuzetku, koji se teško može objasniti, i uklopiti u opštu sliku. U aprilu 1958. godine razlike u porastu težine iglica kod pojedinih parcela dosta su izjednačene. NK-parcela se nalazi na prvom mjestu, kao i u novembru, ali sa znatno manjom prednošću. Uporede li se početne težine jednogodišnjih iglica u junu međusobno (tab. XVI), to utvrđena težina iglica za NPK-parcelu ispada iz okvira. Ona je za oko 25% veća od ostalih parcela. Ovaj povećani iznos mogao bi se posmatrati

kao efekat punog đubrenja. Međutim vidimo da je ovaj povećani iznos već u junu — julu prilično izjednačen i da je porast težine prema kraju vegetacionog perioda pri NPK-đubrenju tako reći manji nego u svim ostalim slučajevima (dijagram 17). Slika krivulje u dijagramu 17 pokazuje nam već pomenuti gubitak težine dvogodišnjih iglica od maja do jula. On je u julu najveći pri PK-đubrenju, a također je kod nedubrene parcele veći nego u ostalim slučajevima. Đubrenje azotom je očigledno zadržalo gubitak organske supstance sve do tog vremena. Porast težine iglica od jula do avgusta za sve parcele postiže pri NPK-đubrenju najveću vrijednost, a pri NP-đubrenju kao i PK-đubrenju veći razmjer nego na nedubrenoj parceli, ali ne i pri NK-đubrenju. Ove se razlike nakon opšteg preovladavajućeg gubitka organske materije od avgusta do septembra opet izjednačuju. Od septembra do oktobra veoma malo se mijenjaju težine iglica pri đubrenju azotom u kombinaciji sa PK, K ili P. Na PK-parceli opada težina još nešto malo, na O-parceli, naprotiv, znatno raste. Ovaj upadljivi porast težine kod slučaja nedubrene parcele od septembra ka oktobru iznenadio je već kod jednogodišnjih iglica.

Fiziološko obrazloženje za ovu pojavu se ne može dati.

Suma težine 1000 iglica

Jednogo- dišnje iglice	Dvogo- dišnje iglice	Đubrenje				
		O	NPK	NK	NP	PK
u	u					
junu 1956.	junu 1957.	18.45	18.52	18.59	18,32	16.97
julu „	julu „	19.44	19.24	19.51	18,51	20.56
avgustu „	avgustu „	23.28	25.17	23.07	24.82	23.87
septembru	septembru	24.86	25.61	24.76	23.30	23.08
oktobru	oktobru	30.91	27.87	23.83	24.85	23,74
novembru	novembru	32.30	27.95	31.40	26.58	27.27
aprilu 1958.	aprilu 1957.	30.57	28.60	28.75	27.72	27.68

Ako se saberu težine jednogodišnjih i dvogodišnjih iglica u raznim mjesecima, kao što je to ovdje učinjeno, dolazi se do zaključka da nijedna vrsta đubrenja nije uticala na težinu iglica. Pri tome se mora uzeti u obzir da količine đubriva nisu bile relativno velike, a usljed toga ni sadržaj hranjivih materija u iglicama (tab. XV i XVI) đubrenjem nije bio promijenjen u znatnijoj mjeri. Također se ne smije izgubiti iz vida da je bor bio napadnut od *Lophodermium*-a. Ova nije dospjela u prostor iz koga su uzimane probe iglica. Ove razlike koje se javljaju u raznim vremenima istraživanja, jednom u korist jedne vrste đubrenja, drugi put u korist druge, teško da ovdje počivaju na nesigurnosti koju ističe Wehrman (46), a koja nastaje uslijed uzimanja proba sa različitim stabala, pošto su probe uzimane stalno sa istih stabala. Svakako ne treba izgubiti iz vida da se uzimanje sa pojedinih stabala vršilo po okularnoj ocjeni, pa udio svakog stabla u prosječnoj probi nije apsolutno jednak.

Tabela XIII

Iglice bijelog bora 1956. godišta — Količina hranjivih elemenata u % suhe materije

Dubre- nje	April	Maj	Juni	Juli	Avgust	Septem- bar	Oktobar
N %							
O	1,67	1,67	1,55	1,50	1,37	1,14	1,35
NPK	1,79	1,84	1,54	1,55	1,42	1,27	1,47
NK	1,71	1,66	1,46	1,43	1,43	1,22	1,35
NP	1,71	1,74	1,50	1,51	1,44	1,13	1,44
PK	1,70	1,66	1,43	1,41	1,30	1,07	1,27
P %							
O	0,15	0,13	0,11	0,10	0,10	0,10	0,18
NPK	0,17	0,15	0,11	0,12	0,12	0,12	0,15
NK	0,16	0,14	0,11	0,11	0,11	0,12	0,14
NP	0,16	0,14	0,11	0,12	0,12	0,11	0,14
PK	0,16	0,14	0,11	0,12	0,12	0,11	0,16
K %							
O	0,53	0,47	0,49	0,45	0,53	0,38	0,53
NPK	0,57	0,55	0,49	0,52	0,60	0,54	0,57
NK	0,54	0,52	0,49	0,48	0,60	0,46	0,46
NP	0,58	0,52	0,49	0,49	0,57	0,47	0,51
PK	0,57	0,52	0,52	0,62	0,72	0,55	0,57
Ca %							
O	0,26	0,50	0,62	0,64	0,60	0,70	0,59
NPK	0,33	0,48	0,56	0,57	0,62	0,65	0,71
NK	0,34	0,51	0,62	0,62	0,69	0,78	0,74
NP	0,34	0,52	0,53	0,59	0,62	0,74	0,70
PK	0,29	0,48	0,53	0,59	0,62	0,69	0,67
Mg %							
O	0,07	0,10	0,09	0,09	0,08	0,10	0,08
NPK	0,08	0,11	0,09	0,10	0,08	0,09	0,10
NK	0,08	0,12	0,10	0,08	0,09	0,10	0,09
NP	0,10	0,10	0,09	0,08	0,09	0,08	0,08
PK	0,07	0,09	0,09	0,07	0,08	0,07	0,07
Mn %							
O	0,20	0,14	0,16	0,20	0,22	0,21	0,21
NPK	0,25	0,15	0,18	0,19	0,23	0,27	0,24
NK	0,26	0,14	0,16	0,22	0,23	0,29	0,23
NP	0,24	0,16	0,18	0,22	0,22	0,25	0,24
PK	0,25	0,17	0,19	0,23	0,25	0,25	0,25
Težina 1000 iglica u gr.							
O	—	14,99	14,38	13,10	14,58	14,77	17,16
NPK	—	14,12	13,18	12,73	15,98	13,99	14,07
NK	—	14,09	14,25	12,72	13,70	13,64	13,72
NP	—	14,43	13,82	13,20	15,33	13,60	13,47
PK	—	15,52	12,87	13,39	15,45	14,36	13,81

Tabela XIV

Igllice bora 1957. godišta — Hranjivi elementi u % suhe materije

Đubre- nje	Juni	Juli	Av gust	Septem- bar	Oktobar	Novem- bar	April 1958.
				N %			
O	1,86	1,81	1,67	1,82	1,78	1,79	1,85
NPK	1,95	1,92	1,89	1,97	1,98	1,93	1,83
NK	1,91	1,87	1,79	1,92	1,87	1,78	1,85
NP	1,96	1,77	1,87	1,92	1,96	1,85	1,80
PK	1,94	1,76	1,72	1,86	1,85	1,83	1,80
				P %			
O	0,19	0,16	0,13	0,18	0,18	0,18	0,17
NPK	0,19	0,19	0,17	0,20	0,20	0,21	0,19
NK	0,19	0,16	0,18	0,18	0,22	0,18	0,18
NP	0,21	0,19	0,17	0,20	0,20	0,20	0,18
PK	0,20	0,19	0,19	0,20	0,21	0,19	0,18
				K %			
O	0,81	0,69	0,65	0,63	0,65	0,70	0,60
NPK	0,74	0,76	0,76	0,68	0,71	0,74	0,62
NK	0,79	0,75	0,69	0,65	0,72	0,66	0,61
NP	0,84	0,69	0,69	0,71	0,71	0,72	0,63
PK	0,90	0,78	0,81	0,77	0,81	0,81	0,63
				Ca %			
O	0,24	0,34	0,38	0,46	0,37	0,38	0,43
NPK	0,23	0,26	0,34	0,38	0,45	0,40	0,42
NK	0,24	0,27	0,38	0,43	0,51	0,40	0,46
NP	0,24	0,26	0,34	0,42	0,49	0,34	0,46
PK	0,25	0,26	0,32	0,40	0,49	0,39	0,35
				Mg %			
O	0,10	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09
NPK	0,09	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09
NK	0,10	0,09	0,09	0,10	0,08	0,09	0,09
NP	0,10	0,08	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09
PK	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,10	0,08
				Mn %			
O	0,08	0,11	0,15	0,15	0,12	0,15	0,17
NPK	0,08	0,12	0,09	0,14	0,16	0,17	0,17
NK	0,07	0,10	0,12	0,14	0,15	0,14	0,18
NP	0,08	0,09	0,11	0,13	0,14	0,17	0,17
PK	0,09	0,12	0,09	0,16	0,14	0,17	0,19
				Težina 1000 iglica u gr.			
O	4,07	6,34	8,70	10,09	13,75	15,14	13,41
NPK	5,34	6,51	9,19	11,62	13,80	13,88	14,53
NK	4,34	6,79	9,37	11,12	10,11	17,68	14,98
NP	4,50	5,38	9,49	9,70	11,38	13,11	14,25
PK	4,10	7,17	8,42	8,72	9,93	13,46	13,87

Sadržaj azota

U isto vrijeme, u sadržaju azota ne postoje kod iglica sa različito đubrenih parcela tako velike razlike (tab. XIII, XIV, XV i XVI) da se ne bi mogle obračunati srednje mjesečne vrijednosti. Kod jednogodišnjih iglica sadržaj azota, kao što pravilu odgovara, u pojedinim mjesecima znatno je veći od sadržaja dvogodišnjih iglica (tab. XX). Sadržaj azota jednogodišnjih iglica pokazuje kod raznih termina istraživanja relativno neznatne razlike. Od juna do avgusta je utvrđen pad, a od avgusta ka septembru porast skoro na početnu vrijednost. Od septembra do aprila slijedeće godine sadržaj azota u jednogodišnjim iglicama još se veoma malo mijenja. To vrijedi također i za period od oktobra do novembra, u kome je težina iglica još znatno porasla. Interpretacija sadržaja azota u procentima u oktobru za analizu lišća bi bila tako pogodna, ali ne i za sadržaj azota u 100 iglica. Veće promjene pokazuju dvogodišnje iglice, kod kojih sadržaj azota opada od aprila do septembra kontinuelno. Od septembra ka oktobru nastaje lagani porast sadržaja azota. Već je naprijed ukazano na opažanja Tamma (31) i Aaltonen-a (1) u odnosu na koncentraciju azota u zavisnosti od godišnjeg doba, tako da razmatranje tih opažanja na ovom mjestu nije potrebno.

Obračuna li se sadržaj azota u 100 iglica, to se slika mijenja (tab. XX). Zahvaljujući porastu težine jednogodišnjih iglica sa odmicanjem godišnjeg doba (tab. XIII i XIV), raste količina azota u 100 iglica sve do novembra sukcesivno. Od tada se ona do aprila neznatno mijenja. Težina dvogodišnjih iglica samo se neznatno koleba. Za količinu azota u 100 iglica postoji ista tendencija u odnosu na godišnja doba kao za sadržaj azota u procentima, tj. opadanje od maja do septembra i zatim lagani porast.

Posmatrajući godišnji tok kretanja sadržaja azota u procentima u zavisnosti od đubrenja (tab. XIV), možemo opaziti da ljetni minimum i kod jednogodišnjih iglica pri NP-đubrenju nastaje već u julu, a kod ostalih parcela u avgustu. Najveći pad sadržaja azota pokazalo je PK-đubrenje, a daleko najmanji NPK-parcela. Kod posljednje je tok čitave krivulje azota najujednačeniji. Promjena sadržaja azota od novembra 1957. godine do aprila 1958. u cjelini je vrlo neznatna. Ona apsolutno najveća kod NPK-parcele, opada ovdje kao i kod NP-parcele i PK-parcele, tj. kod svih đubrenih parcela kod kojih je dodat fosfor. Obrnuto važi za O-parcelu i NK-parcelu. Moglo bi se u ovom slučaju pomisliti da je za dalju preradu aminokiselina u lišću fosfor kao vezujući element svojom funkcijom prouzrokovao premještanje azotnih jedinjenja na mjestu skladištenja. Krivulja za nivo azota u toku godine pokazuje kod dvogodišnjih iglica razvoj sasvim neovisan od đubrenja (tab. XIII). Opadanje sadržaja azota, mjereno prema početnoj vrijednosti u aprilu, pri PK-đubrenju je najjače izraženo sve do septembra. Pošto se i težine iglica pri PK-đubrenju procentualno manje mijenjaju nego sadržaj azota, na taj se način jasno pokazuje premještanje azota iz starijih iglica. Pri opštem ponovnom porastu sadržaja azota od septembra do oktobra ne mogu se otkriti zakonomjerne povezanosti sa đubrenjem.

Količina azota u 100 iglica bila je na početku opažanja u junu najveća pri NPK-đubrenju (tab. XVI). Uzrok ovome nije sadržaj azota u

Tabela XV

Igllice bora 1956. godišta — mg N, P, K, Ca, Mg, i Mn u 100 iglica

Dubrenje	Maj	Juni	Juli	Avgust	Septembar	Oktobar	
			N mg				
O	25,03	22,29	19,64	19,97	16,84	23,17	
NPK	25,98	20,31	19,73	22,69	17,76	20,69	
NK	23,40	20,81	18,19	19,59	16,65	18,53	
NP	25,11	20,73	19,93	22,06	15,37	19,39	
PK	25,77	18,40	18,89	20,09	15,37	17,54	
			P mg				
O	1,95	1,58	1,31	1,46	1,48	3,09	
NPK	2,12	1,45	1,53	1,92	1,68	2,11	
NK	1,97	1,57	1,40	1,51	1,64	1,92	
NP	2,02	1,52	1,58	1,84	1,50	1,89	
PK	2,17	1,42	1,61	1,85	1,58	2,21	
			K mg				
O	7,05	7,05	5,30	7,73	5,61	9,09	
NPK	7,77	6,46	6,62	9,59	7,55	8,02	
NK	7,33	6,98	6,11	8,22	6,27	6,31	
NP	7,50	6,77	6,46	8,74	6,39	6,87	
PK	8,07	6,69	8,30	11,12	7,90	7,87	
			Ca mg				
O	7,50	8,92	8,38	8,75	10,34	10,18	
NPK	6,78	7,38	7,26	9,91	9,09	9,99	
NK	7,19	8,89	7,89	9,45	10,64	10,15	
NP	7,50	7,32	7,79	9,50	10,06	9,43	
PK	7,45	6,82	7,90	9,58	9,91	9,25	
			Mg mg				
O	1,50	1,29	1,18	1,17	1,48	1,37	
NPK	1,55	1,19	1,27	1,28	1,26	1,41	
NK	1,69	1,43	1,02	1,23	1,36	1,23	
NP	1,44	1,24	1,06	1,38	1,09	1,08	
PK	1,40	1,16	0,94	1,24	1,01	0,97	
			Mn mg				
O	2,10	2,30	2,62	3,21	3,10	3,60	
NPK	2,12	2,37	2,42	3,68	3,77	3,38	
NK	1,97	2,28	2,80	3,15	3,96	3,16	
NP	2,31	2,49	2,90	3,37	3,40	3,23	
PK	2,64	2,45	3,08	3,86	3,59	3,45	

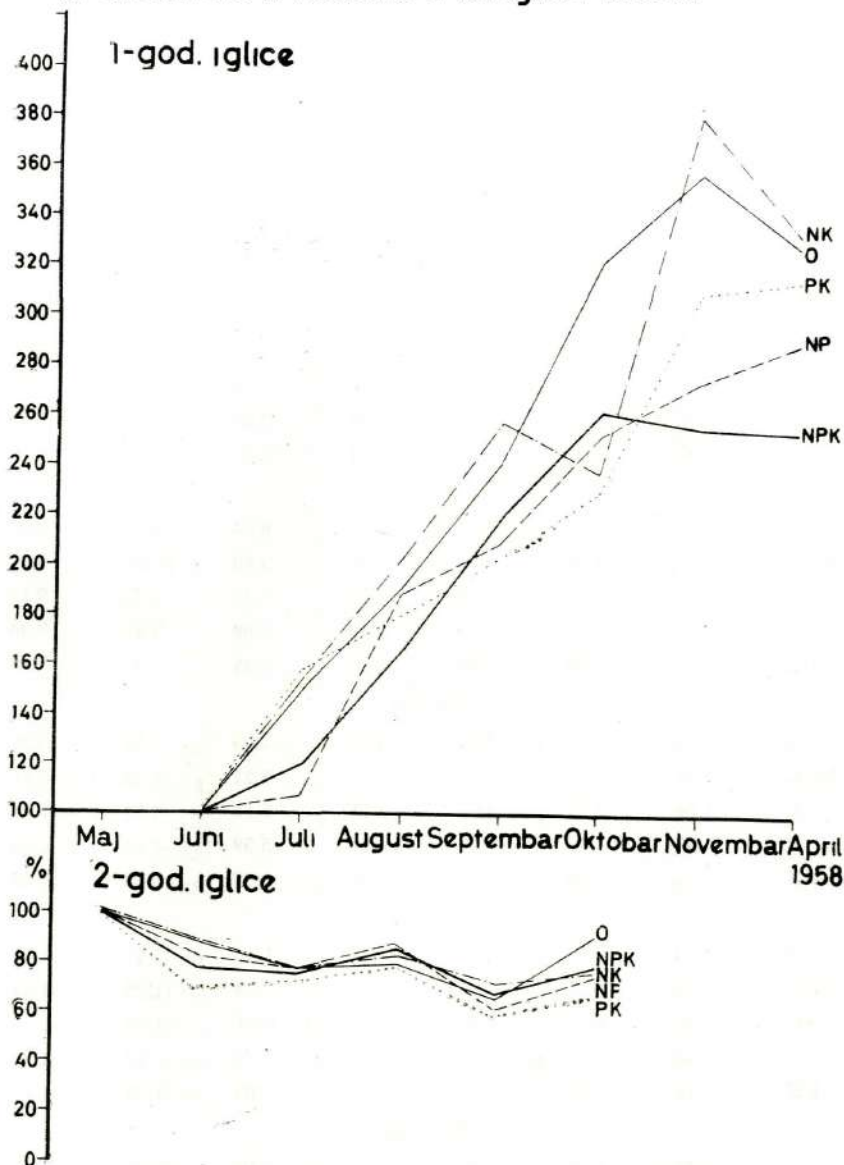
Tabela XVI

Igljice bora 1957. godišta — mg N, P, K, Ca, Mg i Mn u 100 igljica

Dubre- nje	Juni	Juli	Av gust	Septem- bar	Oktobar	Novem- bar	April 1958.
N mg							
O	7,57	11,47	14,53	18,38	24,48	27,10	24,80
NPK	10,41	12,52	17,37	22,89	27,32	26,79	26,58
NK	8,29	12,69	16,77	21,35	19,64	31,49	27,72
NP	8,84	9,52	17,77	18,64	22,30	24,25	25,64
PK	7,95	12,34	14,48	16,22	18,36	24,63	24,97
P mg							
O	0,77	1,01	1,13	1,82	2,48	2,73	2,28
NPK	1,03	1,24	1,56	2,32	2,76	2,91	2,76
NK	0,82	1,09	1,69	2,00	2,22	3,18	2,70
NP	0,95	1,02	1,61	1,94	2,28	2,62	2,57
PK	0,82	1,36	1,60	1,74	2,09	2,56	2,50
K mg							
O	3,30	4,37	5,66	6,36	8,94	10,60	8,05
NPK	3,95	4,95	6,98	7,90	9,80	10,27	9,01
NK	3,42	5,09	6,47	7,22	7,23	11,67	9,14
NP	3,78	3,71	6,55	6,89	8,08	9,44	8,98
PK	3,60	3,59	6,82	6,71	8,04	10,90	8,74
Ca mg							
O	0,98	2,16	3,31	4,64	5,09	5,75	5,77
NPK	1,23	1,69	3,12	4,42	6,21	5,55	6,10
NK	1,04	1,83	3,56	4,78	5,16	7,07	6,84
NP	1,08	1,40	3,23	4,07	5,58	4,46	6,56
PK	1,03	1,86	2,69	3,49	4,87	5,25	4,85
Mg mg							
O	0,41	0,51	0,70	0,91	1,10	1,21	1,21
NPK	0,48	0,65	0,92	1,16	1,24	1,25	1,31
NK	0,43	0,61	0,84	1,11	0,81	1,59	1,35
NP	0,45	0,43	0,85	0,87	1,14	1,18	1,28
PK	0,41	0,72	0,84	0,87	0,89	1,35	1,11
Mn mg							
O	0,33	0,70	1,30	1,51	1,65	2,26	2,28
NPK	0,43	0,78	0,83	1,63	2,21	2,08	2,47
NK	0,30	0,68	1,12	1,56	1,58	2,48	2,70
NP	0,36	0,48	1,04	1,26	1,59	2,23	2,42
PK	0,37	0,86	0,76	1,39	1,39	2,29	2,64

Diagram 10.

% Relativne N-količine u 100 iglica b.bora



procentima, koji je u to vrijeme bio jednak za sve vrste dubrenja, nego znatno veća težina iglica (tab. XIV). Ako se polazi od relativne promjene količine azota u 100 iglica, dobija se slijedeća slika (dijagram 10): sadržaj azota u 100 jednogodišnjih iglica dostiže u naglom porastu na neđubrenoj parceli i pri NK-dubrenju najveće vrijednosti sa maksimumom u

novembru, slijede ga PK-parcela i NP-parcela, sa maksimumom u aprilu slijedeće godine. Pri NPK-dubrenju postignuta je najveća vrijednost već u oktobru. Potom se ona vrlo malo mijenja. Primjećuje se da težine iglica pri NPK-dubrenju ne rastu u razmjeri kao i bez dubrenja (tab. XIV). Apsolutni porast težine je samo pri NK-dubrenju iznad onog kod neđubrene parcele. Iz toga proizlazi da, u cjelini uzevši, nijedna vrsta đubriva ne vrši osobito izraženi uticaj na godišnje promjene količina azota u 100 iglica. Skoro do istog rezultata došlo se kod dvogodišnjih iglica, čija je količina azota obračunata na 100 iglica (tab. XV) u različitom vremenu više pod uticajem opadanja sadržaja azota u procentima, tj. premještanja azota, nego godišnjih promjena težine iglica (uporedi tab. XIII). Količina azota u 100 dvogodišnjih iglica je nakon PK-dubrenja najmanja, što ne predstavlja iznenađenje. Dalje zavisnosti od dubrenja nisu utvrđene.

Prosječne vrijednosti za sadržaj azota u procentima (tab. XVII) u jednogodišnjim kao i u dvogodišnjim iglicama najviše su za NPK-dubrenje. Mora se primijetiti da su iglice već prije dubrenja tu najbogatije azotom (tab. XIII). Ovo je vrlo vjerovatno od značaja za činjenicu da je prosječni sadržaj azota u procentu oba godišta iglica pri NPK-dubrenju neznatno viši nego pri NK-dubrenju i NP-dubrenju. Ipak su razlike također u odnosu na nedubrenu parcelu i PK-dubrenje tako neznatne da se ne može govoriti o sigurnom djelovanju dubrenja na srednji nivo koncentracije azota u iglicama. Slično vrijedi za prosječne količine azota u 100 iglica (tab. XVII). Vrlo je vjerovatno da se neznatno djelovanje srazmjerno malih doza đubriva na nivo sadržaja azota u iglicama može objasniti relativno dobrom obezbijedenošću azotom iz prirodnih zaliha azota u tlu, koje su bile aktivirane golom sječom. Primjera radi pominjemo da su Wittich (47) Aaltonen (1) Tam m (31, 33) i Hattisser (47) našli pri svojim istraživanjima znatno manje azota u iglicama.

Sadržaj fosfora

Sadržaj fosfora u jednogodišnjim iglicama u junu je na svim parcelama skoro jednak (tab. XIV), i to jasno iznad graničnih vrijednosti koje su našli za jesen kao početak nedostatka fosfora Wittich (46) i Tam m (32) (0.11—0.13% P odnosno 0.26—0.30% P_2O_5). Također i u toku trajanja vegetacije nije sadržaj spao ispod tih graničnih vrijednosti. Kod dvogodišnjih iglica ne postoje na početku istraživanja u aprilu međusobne odlučujuće razlike (tab. XIII). Uopšte uzevši, jednogodišnje iglice su, prema iskustvu (1a), bogatije fosforom od dvogodišnjih. Godišnja kolebanja sadržaja fosfora mogu se ocijeniti na osnovu prosječnih mjesečnih vrijednosti, jer su razlike između pojedinih vrsta đubriva relativno neznatne (tab. XVIII). U jednogodišnjim iglicama opada najprije sadržaj fosfora od juna do avgusta neznatno, a zatim raste sve do oktobra do početne vrijednosti. Od oktobra ka novembru i od novembra do aprila slijedeće godine opada sadržaj neznatno. Kod dvogodišnjih iglica smanjuje se sadržaj fosfora od aprila do juna, zatim sve do septembra ostaje jednak, a u oktobru opet raste do početne vrijednosti. Nasuprot tome opazio je Tam m (31) porast sadržaja fosfora već u avgustu. Srednja količina fosfora u 100 iglica je određena u prvom redu već spomenutim

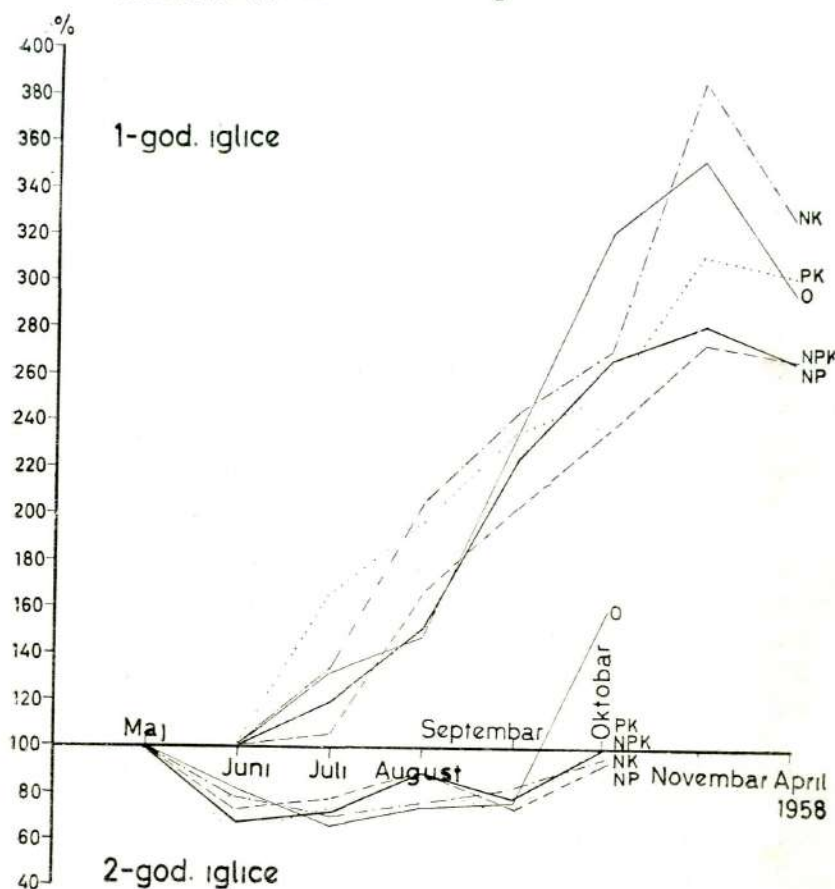
kontinuelnim porastom težine od juna do novembra (uporedi tab. XVIII). Usljed toga penje se prosječna količina fosfora po iglici stalno sve do oktobra te se od novembra 1957. do aprila 1958. godine samo neznatno smanjuje. Težina iglica povećava se od juna do novembra od 100 na 328⁰/₀, količina fosfora od 100 na 318⁰/₀, znači skoro jednako. U aprilu 1958. godine povećanje je na 318⁰/₀, odnosno 290⁰/₀. Kod dvogodišnjih iglica su, naprotiv, najvećim dijelom godišnje promjene sadržaja fosfora u procentima, tj. premještanje fosforne kiseline za količinu fosfora u 100 iglica značajnije nego kolebanja težine. To nam pokazuje slijedeće upoređenje:

	Maj	Juni	Juli	Av gust	Septem- bar	Oktobar
Relativna težina iglica	100	94	89	103	96	99
relativni sadržaj P-%	100	79	79	79	79	107
relativna količina fosfora u 100 iglica	100	74	70	81	76	106

Količina fosfora u dvogodišnjim iglicama je najmanja u julu, tj. u vrijeme kad nastaju zajedno minimalni nivo sadržaja fosfora u procentima i najmanja težina iglica. Pri sadržaju fosfora u procentima, koji je do septembra jednako nizak, količina fosfora penje se jasno srazmjerno težini iglica od jula do avgusta, u septembru opet lagano opada, raste u oktobru usljed povećanja nivoa sadržaja fosfora u procentima sve do približno početne količine. Djelovanje đubrenja na sadržaj fosfora u procentima izražava se kod jednogodišnjih iglica u junu u tome što je sadržaj fosfora pri NP-đubrenju i PK-đubrenju nešto veći nego u svim ostalim slučajevima, za koje u tom vremenu ne postoje međusobne razlike (tab. XIV). Objašnjenje zašto i kod NPK-parcele nije porastao sadržaj fosfora daju težine iglica kod NPK-parcele: težina jednogodišnjih iglica bila je, naime, u junu znatno veća nego ostalih đubrenih parcela, tako da je pri NPK-đubrenju očigledno bio po srijedi efekat razblaživanja. U julu je sadržaj fosfora svih borova đubrenih fosforom znatno veći nego na O-parceli i NK-parceli. U avgustu nalazimo kod svih đubrenih parcela skoro jednake, i u odnosu na O-parcelu znatno povećane količine. Na toj parceli (O-) opada sadržaj fosfora na najmanju količinu koja je uopšte bila utvrđena kod jednogodišnjih iglica. U septembru izdvaja se također NK-parcela od svih parcela đubrenih fosforom po manjem sadržaju fosfora u iglicama. U oktobru opet se izjednačuju količine za sve đubrene parcele i premašuju količine O-parcele. U novembru dobija se praktično ista slika kao i u septembru, u aprilu 1958. godine nalazimo pri preovlađujućoj tendenciji opadanja jedva još razliku u korist bilo koje vrste đubrenja. Uglavnom se može reći da je, u poređenju sa O-parcelom, od jula više ili manje jasno povećan sadržaj fosfora jednogodišnjih iglica svih parcela đubrenih fosforom. Pri NK-đubrenju su u 50⁰/₀ slučajeva iste količine kao i kod neđubrene parcele, inače je sadržaj fosfora u procentima veći. Sa izuzetkom avgusta, djelovanje svih vrsta đubriva na nivo fosfora u

Diagram 11.

Relativne količine P u 100 iglica



jednogodišnjim iglicama je neznatno. Također i NK-dubrenje je spriječilo opadanje nivoa sadržaja fosfora, koje je opaženo kod O-parcele u avgustu. Inače nisu utvrđene veze između godišnjih promjena nivoa sadržaja fosfora i mjera đubrenja (tab. XIV).

Iz tabele XIII može se lako vidjeti da đubrenje nema neko značenje za godišnje promjene sadržaja fosfora u procentima i u dvogodišnjim iglicama. Zapravo je u oktobru opšte primijećeni porast sadržaja fosfora od septembra do oktobra kod O-parcele znatno veći nego na svim đubrenim parcelama. Ovo je tim upadljivije što također raste i težina iglica samo na neđubrenoj parceli u to vrijeme, i to znatno (tab. XIII). Kod prosječnih vrijednosti za ukupno trajanje oglada (tab. XVII) đubrenje praktično ne dolazi do izražaja. Vrijednosti za srednji sadržaj fosfora u

Tabela XVII

Iglice bora — Prosječne vrijednosti hranjivih elemenata u % suhe materije i mg/100 iglica.

Dubrenje	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Težina iglica
% u S. M.							
Godište 1956.							
O	1,46	0,12	0,48	0,55	0,09	0,19	14,83
NPK	1,55	0,13	0,55	0,56	0,09	0,21	14,01
NK	1,47	0,13	0,51	0,61	0,09	0,22	13,69
NP	1,50	0,13	0,52	0,58	0,09	0,22	13,98
PK	1,41	0,13	0,58	0,55	0,08	0,23	14,23
Godište 1957.							
O	1,80	0,17	0,68	0,37	0,09	0,13	10,21
NPK	1,92	0,19	0,72	0,36	0,09	0,13	10,70
NK	1,86	0,18	0,70	0,38	0,09	0,13	10,63
NP	1,88	0,19	0,71	0,36	0,09	0,13	9,69
PK	1,82	0,19	0,79	0,35	0,10	0,14	9,38
mg u 100 iglica							
Godište 1956.							
O	21,16	1,81	7,12	9,01	1,33	2,82	—
NPK	21,19	1,80	7,71	8,40	1,33	2,96	—
NK	19,53	1,67	6,98	9,04	1,33	2,89	—
NP	20,45	1,73	7,27	8,60	1,22	2,95	—
PK	19,34	1,81	8,25	8,48	1,12	3,18	—
Godište 1957.							
O	18,33	1,75	6,94	3,95	0,86	1,43	—
NPK	20,53	2,08	7,70	4,05	1,01	1,49	—
NK	19,71	1,96	7,44	4,34	0,96	1,48	—
NP	18,13	1,86	6,88	3,76	0,88	1,34	—
PK	17,04	1,81	7,41	3,45	0,88	1,38	—

procentima jednogodišnjih odnosno dvogodišnjih iglica odstupaju jedne od drugih nešto malo više od analitičke tolerancije.

Zavisnost između đubrenja i količine fosfora u 100 iglica vidi se kod srednjih vrijednosti (tab. XVII) utoliko što količina kod jednogodišnjih iglica NPK-parcele premašuje količinu O-parcele za 20%. Razlike između O-parcele i NK-parcele odnosno NP-parcele ili PK-parcele su oko 12%, odnosno 6%, odnosno 3%, tako da one nisu ni relativno ni apsolutno od većeg značaja (tab. XVII). U odnosu na sadržanu količinu fosfora u 100 iglica u različitim odsjecima vremena u vezi sa đubrenjem moguće je utvrditi slijedeće: Apsolutne količine fosfora jednogodišnjih iglica kod NPK-parcele u svim vremenskim odsjecima su više nego kod O-parcele. Isto to važi sa izuzetkom oktobra također i za NK-đubrenje. Nakon NP-

Tabela XVIII

Mjesečne srednje vrijednosti svih parcela u % suhe materije iglica bora

April	Maj	Juni	Juli	Avgust	Septem- bar	Oktobar	Novem- bar	April 1958.
Godište 1956.								
N %								
1,71	1,71	1,49	1,48	1,39	1,16	1,37	—	—
P %								
0,16	0,14	0,11	0,11	0,11	0,11	0,15	—	—
K %								
0,56	0,52	0,50	0,51	0,60	0,48	0,53	—	—
Ca %								
0,31	0,50	0,57	0,60	0,63	0,71	0,68	—	—
Mg %								
0,08	0,10	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	—	—
Mn %								
0,24	0,15	0,17	0,21	0,23	0,25	0,23	—	—
Težina iglica u gr.								
—	14,63	13,70	13,02	15,01	14,08	14,45	—	—
Godište 1957.								
N %								
—	—	1,92	1,82	1,78	1,89	1,89	1,84	1,83
P %								
—	—	0,20	0,18	0,17	0,19	0,20	0,19	0,18
K %								
—	—	0,81	0,73	0,72	0,69	0,72	0,73	0,62
Ca %								
—	—	0,24	0,28	0,35	0,42	0,46	0,38	0,42
Mg %								
—	—	0,10	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09
Mn %								
—	—	0,08	0,11	0,11	0,14	0,14	0,16	0,18
Težina iglica u gr.								
—	—	4,47	6,44	9,04	10,25	11,89	14,65	14,21

Tabela XIX

Mjesečne srednje vrijednosti svih parcela — Hranjivi elementi u mg 100 iglica.

Maj	Jun	Juli	Av	Septem-	Oktobar	Novem-	April
			gust	bar		bar	1958
Godište 1956.							
N mg							
25,05	20,51	19,27	20,81	16,39	19,86	—	—
P mg							
2,04	1,51	1,49	1,72	1,58	2,24	—	—
K mg							
7,54	6,79	6,68	9,08	6,74	7,63	—	—
Ca mg							
7,28	7,86	7,84	9,44	10,01	9,79	—	—
Mg mg							
1,51	1,26	1,09	1,26	1,24	1,21	—	—
Mn mg							
2,23	2,38	2,76	3,45	3,56	3,36	—	—
Godište 1957.							
—	8,61	11,76	16,18	19,49	22,42	26,85	25,94
P mg							
—	0,88	1,14	1,52	1,96	2,37	2,80	2,56
K mg							
—	3,63	4,74	6,50	7,02	8,43	10,58	8,78
Ca mg							
—	1,07	1,79	3,18	4,28	5,62	6,03	5,97
Mg mg							
—	0,44	0,58	0,83	0,98	1,04	1,32	1,28
Mn mg							
—	0,36	0,78	1,01	1,47	1,68	2,27	2,42

đubrenja količine fosfora, upoređene sa neđubrenom parcelom samo u junu, avgustu i septembru 1957. godine i aprilu 1958. godine znatno su veće, nakon PK-đubrenja — samo u julu, avgustu 1957. godine i aprilu 1958. godine. Relativno najjače promjene količine fosfora utvrđene su, kako dijagram 11 pokazuje, kod parcela bez fosfora (O-parcela odnosno NK-đubrenje). Opšti porast količine fosfora opažen uslijed povećanja težine sve do novembra bio je kod naznačenih parcela relativno najveći, kao i gubitak fosfora od novembra 1957. godine do aprila 1958. godine. Prosječne vrijednosti količine fosfora u dvogodišnjim iglicama (tab. XVII) odstupaju međusobno još manje nego jednogodišnjih iglica. Vrijednost za iglice O-parcele je apsolutno najveća, na nju je najviše uticao nerasazmjerno veliki porast fosfora u procentima i težine iglica u oktobru, koji je moguće eventualno dovesti u vezu sa selekcijom iglica zbog napada *Lophodermium*-a. Stoga je svrsishodno samo prosječnu vrijednost za period maj-septembar međusobno upoređivati. Tada se pokazuje da je količina fosfora u 100 iglica, upoređena sa neđubrenom parcelom pri NPK-đubrenju, NK-đubrenju, NP-đubrenju, odnosno PK-đubrenju veća za oko 12%, odnosno 4%, odnosno 8%, odnosno 10%. Djelovanje đubrenja na prosječne količine fosfora u 100 iglica se primjećuje, ali neznatno. Ovo se pokazuje, također, ako slijedimo relativne promjene količina fosfora na bazi dijagrama 12. Od maja do septembra odstupaju krivulje za pojedine parcele samo malo jedna od druge. U oktobru razlikuju se đubrene parcele međusobno vrlo malo. Upoređenje sa O-parcelom je bez svrhe iz razloga već prije pomenutih. Razlog što različite vrste đubrenja nemaju odlučujući uticaj na sezonsku visinu nivoa fosfora i količinu fosfora u 100 iglica mogao bi biti u tome što je snabdijevanje fosforom bilo povoljno također i bez dodavanja fosfora.

Sadržaj kalija

U skladu sa drugim iskustvima (10,31) bio je sadržaj kalija u procentima u jednogodišnjim iglicama u svim slučajevima iznad sadržaja u dvogodišnjim iglicama. Kao najniža vrijednost bio je sadržaj kod jednogodišnjih iglica: 0.61% K odnosno 0.73% K_2O , a kod dvogodišnjih iglica: 0.38% K odnosno 0.46% K_2O . To pokazuje da je nivo kalija u jednogodišnjim iglicama skroz viši od 0.55—0.60% K_2O , što Wittich (47) smatra za jesen kao gornju granicu početka djelovanja kalijevih đubriva. Ako se želi ocijeniti tok kretanja sadržaja kalija na bazi srednjih vrijednosti, uprkos većem odstupanju kalijevih rezultata u uporedbi sa sadržajem azota i fosfora (većem rasipanju u odnosu na prosjek), to proizlazi za jednogodišnje iglice od juna do jula nagli pad sadržaja kalija i od jula do septembra dalji, ali umjereniji pad. Od septembra do novembra nastavlja se lagani porast, nakon koga sve do aprila slijedi osjetan pad nivoa kalija do najniže vrijednosti (tab. XVIII). Razlika između najviše vrijednosti u junu 1957. godine i minimalne u aprilu 1958. godine je oko 30%. Ovaj tok kretanja koncentracije kalija istovjetan je sa opažanjem Tam m-a (31). Također je Aaltonen (1) našao pad sadržaja kalija u toku trajanja vegetacije. Ovo se objašnjava time što snabdijevanje kalijem ne ide ukorak sa već pomenutom povećanom proizvodnjom organske supstance. Kalij ima upravo u proljeće važnu ulogu pri izgradnji or-

ganske supstance (29a). Sadržaj kalija u dvogodišnjim iglicama opada neznatno od aprila do juna, penje se tada do avgusta preko početne vrijednosti i opada u septembru do minimuma, kao kod jednogodišnjih iglica. U oktobru penje se opet primjetno do blizu količine, koja je utvrđena u aprilu iste godine. Za vrijeme od juna do avgusta naprema opadanju nivoa kalija kod jednogodišnjih iglica stoji porast kalija kod dvogodišnjih iglica. Za vrijeme od avgusta do oktobra utvrđena je, naprotiv, za oba godišta iglica ista tendencija, naime pad u septembru i porast sadržaja kalija u oktobru. Naprijed je bilo dosta govora o minimumu sadržaja kalija iglica smrče u julu, a za objašnjenje toga ukazano je na obilne padavine u tom mjesecu, koje su imale za posljedicu ispiranje hranjivih materija. Ovdje je približno moguće sa istim uzrokom dovesti u vezu i jak pad sadržaja kalija od juna ka julu kod 1-godišnjih iglica bora, pri čemu se masa iglica povećava za 44%, a količina kalija u 100 iglica samo za 31%. Dvogodišnje iglice ne podliježu tom efektu očigledno ili ne u istoj mjeri.

Sadržaj kalija u 100 jednogodišnjih iglica penje se kao i količina azota i fosfora od juna do novembra kontinuelno u zavisnosti od porasta težine iglica (tab. XVII). Nakon toga opada sadržaj kalija i sve do aprila slijedeće godine, i to relativno jače nego sadržaj azota i fosfora. Količina kalija kod 2-godišnjih iglica je, sa izuzetkom avgusta podložna neznatnim kolebanjima. U avgustu nastaje visok maksimum uslovljen prosječno najvišom vrijednošću sadržaja K-% (tab. XVIII), kao i najvećom težinom iglica u toku čitavog vremena opažanja.

Uticaj đubrenja na prosječni sadržaj K-% (tab. XVII) za oba godišta je jednak, kako nam to upoređenje relativnih vrijednosti pokazuje.

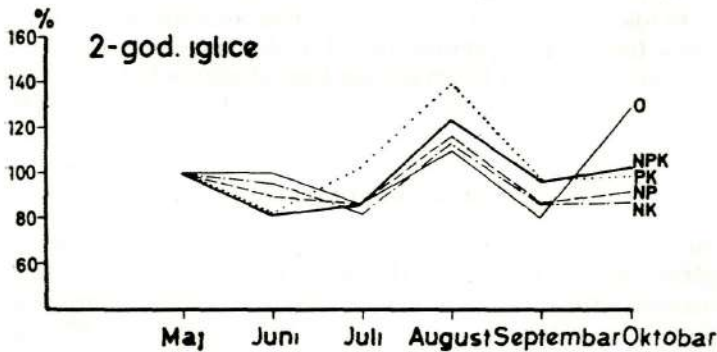
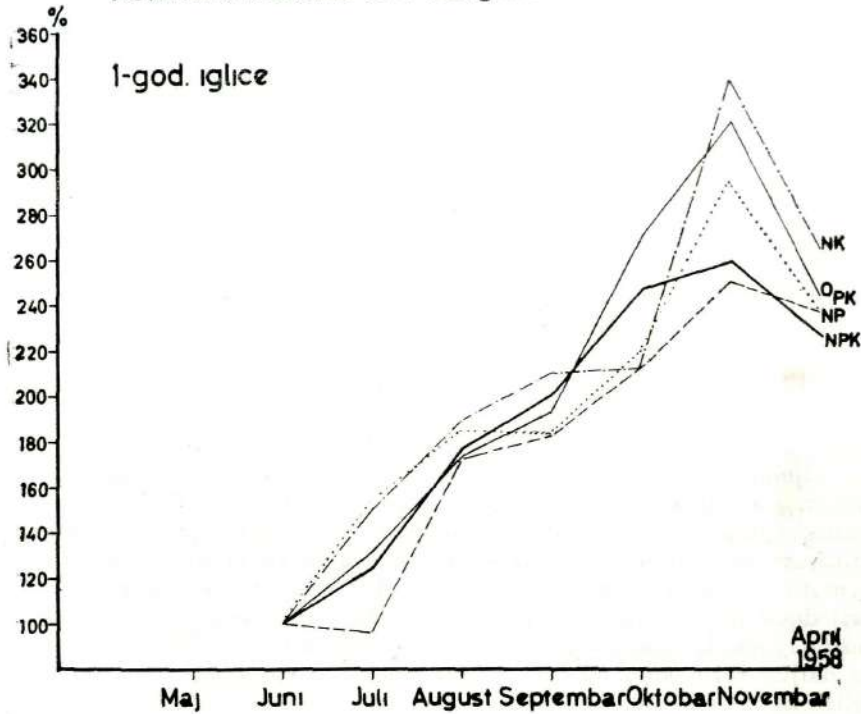
Relativni sadržaj K %

Dubrenje	jednogodišnje iglice	dvogodišnje iglice
O	100	100
NPK	106	114
NK	103	106
NP	104	108
PK	116	121

Iz ovog proizlazi korelacija utoliko što vrijednosti kod oba godišta rastu po istom redosljedu: O-, NK-, NP-, NPK-, PK-đubrenje. Godišnja kolebanja sadržaja K-% kod 1-godišnjih iglica su najmanja pri NPK-đubrenju, ukoliko se to vegetacione sezone u 1957. godini tiče. Ostale vrste đubrenja pokazuju veća kolebanja, koja se pojedinačno ne mogu objasniti. Za vrijeme čitavog trajanja vegetacije premašuje sadržaj kalija u % kod PK-parcele znatno sve ostale parcele. Kod 2-godišnjih iglica pojavljuje se najveće kolebanje prema gore pri PK-đubrenju, dok nadalje opadaju vrijednosti za neđubrenu parcelu relativno, a također apsolutno najviše ispod početne vrijednosti (tab. XIII). Početne vrijednosti u toku vegetacijske periode su samo tamo premašene gdje je bilo kalija u

Diagram 12.

Relativne količine K u 100 iglica



đubrivu, naime nakon PK-đubrenja u julu i avgustu, te nakon NPK-đubrenja i NK-đubrenja u avgustu. Ovdje bi se mogao objasniti upadljivi porast kalija dvogodišnjih iglica kod PK-parcele time, što se nije očekivao efekat razblaživanja uslijed odsustvovanja azota. Međutim, težine iglica ne dopuštaju takvo objašnjenje (tab. XIII), jer u julu razlika u težini iglica između PK-đubrenja i NPK-đubrenja iznosi oko 5%, u avgustu

3% prema relativnoj razlici sadržaja kalija od 19% odnosno 20% u navedenim mjesecima u korist PK-đubrenja. Uticaj đubrenja na prosječnu količinu kalija u 100 iglica ne ispoljava se jasno (tab. XVII). Zapravo NPK-i PK-đubrenje u odnosu prema neđubrenoj parceli pokazuju veći iznos kako kod 1-godišnjih tako i kod 2-godišnjih iglica. Ovo pokazuje slijedeći prikaz relativnih količina kalija:

Relativna količina kalija u 100 iglica

Đubrenje	jednogodišnjih	dvogodišnjih
O	100	100
NPK	111	108
NK	107	98
NP	99	102
PK	107	116

Djelovanje đubrenja na količinu kalija u 100 1-godišnjih iglica u različitim godišnjim dobima je slično kao i kod fosfora. Prema tab. XVI odnosno dijagramu 12 raste količina kalija u 1-godišnjim iglicama pod uticajem povećanja težine na svim parcelama ravnomjerno sve do novembra. Tek u ovom mjesecu dolazi do diferenciranja, u kome je najveća vrijednost dostignuta pri NK- đubrenju, što se pripisuje neobično velikoj težini iglica. U opadajućem redoslijedu priključuju se PK- i O-parcela i sa daljim razmakom NPK- i PK-parcela. Tok porasta težine 1-godišnjih iglica za vrijeme od juna pa do kraja vegetacionog perioda u novembru ne dozvoljava siguran zaključak o izrazitom efektu đubrenja. Zbog toga se ne može govoriti o određenom uticaju jedne vrste đubrenja na sadržanu količinu kalija u 100 iglica. Isto to važi i za količinu kalija u 2-godišnjim iglicama (tab. XV, dijagram 12). U cjelini gledano protiču krivulje i ovdje za sve parcele u istom smislu i razlikuju se kao i kod azota i fosfora iglice O-parcele od đubrenih parcela znatno većom količinom kalija u oktobru.

Sadržaj kalcija

Ako se uporede, kako je to uobičajeno, vrijednosti kalcija dobijene na kraju vegetacijske sezone (tab. XIII i XIV), onda se može utvrditi minimalna vrijednost od 0,37% Ca = 0,52% CaO kod jednogodišnjih iglica neđubrene parcele u oktobru, tj. iznos koji je Wittich (47) nakon kalcifikacije također u sastojini bijelog bora na diluvijalnom staništu pronašao. Prema svim iskustvima, obezbjeđenje kalcijem bijelog bora u ovom ogledu može se smatrati kao dovoljno. Kod 2-godišnjih iglica sadržaj kalcija O-parcele u istom vremenu imao je minimum 0,59% = 0,83% CaO. Suprotno od azota, kalija i fosfora sadrže 2-godišnje iglice, opet prema iskustvu, većinom znatno više kalcija nego 1-godišnje iglice. U pojedinim mjesecima nađene vrijednosti kalcija variraju više ili manje, ali ne u toj mjeri da bi mjesečne srednje vrijednosti dale pogrešnu sliku

o promjenama nivoa kalcija u toku vegetacije. Prosječne godišnje promjene procenta sadržaja kalcija od juna do oktobra pokazuju porast sadržaja kalcija (tab. XVIII). Ovaj porast iznosi približno 100%. Od oktobra do novembra opada sadržaj za 20%, ali u aprilu iduće godine je opet dostignuta skoro maksimalna vrijednost. Kod 2-godišnjih iglica vladaju slični odnosi. I ovdje se stalno povećava sadržaj kalcija. Maksimum je u septembru, a približno se zadržava do posljednjeg termina uzimanja proba 2-godišnjih iglica, do oktobra. Ako se uporede vrijednosti kalcija za mjesece međusobno, u kojima su oba godišta iglica istraživana, vidi se da se razlika između njih sužava od juna prema oktobru. Sadržaj kalcija 1-godišnjih iglica se u tom vremenu skoro udvostručio, kod 2-godišnjih iglica se povećao samo za oko 20%. U aprilu 1958. godine konačno su 1-godišnje iglice za oko 35% bogatije kalcijem nego 2-godišnje iglice na početku vegetacijske periode 1957. godine. Ako se vrijednosti jednogodišnjih i dvogodišnjih iglica za vrijeme od juna odnosno maja do oktobra postave jedne iza drugih, dobija se krivulja po kojoj se porast sadržaja kalcija 1-godišnjih iglica nastavlja u 2-godišnjim skoro kontinuelno (dijagram 13).

Kod prosječne količine kalcija u 100 iglica pri istom postavljanju odnosnih vrijednosti dobija se slična slika (dijagram 14). Pojedinačno posmatrano, raste količina kalcija u jednogodišnjim iglicama od mjeseca do mjeseca sve do oktobra skoro linearno, i to uslijed istovremenog porasta težine iglica (tab. XIX) znatno brže nego sadržaj Ca-%. Dok je ovaj posljednji od jula do oktobra, kako je već spomenuto, porastao za 100%, povećala se količina kalcija u 100 iglica u istom vremenu za više od 400%. Od oktobra do aprila slijedeće godine ostaje ova količina skoro nepromijenjena (tab. XIX).

Kod dvogodišnjih iglica kreće se količina kalcija u zavisnosti od sadržaja kalcija u procentu u pojedinim mjesecima. Izuzetak je za juli. U tom mjesecu je gubitak težine iglica upadljivo veći nego porast sadržaja Ca-%. Uostalom, T a m m (31) i A a l t o n e n (1) našli su za sadržaj kalcija tendenciju porasta za vrijeme vegetacije.

	Maj	Juni	Juli	Avgust	Septem- bar	Oktobar
Relativne težine						
iglica	100	94	89	103	96	99
„ Ca-%	100	104	120	126	142	136
„ Ca-količina	100	108	107	129	137	134

Djelovanje đubrenja na prosječni sadržaj Ca-% u iglicama pojedinih parcela ne može se ocijeniti na osnovu obračunatih apsolutnih vrijednosti za čitavu vegetacionu periodu, jer se sadržaj kalcija od mjeseca do mjeseca veoma mijenja. Iz tog razloga smo uzeli sadržaj kalcija u procentu iglica O-parcele u svakom mjesecu kao 100%. Tada smo dobili slijedeće relativne brojeve:

Srednje
vrijednosti

Dubrenje	Jun	Juli	Av-gust	Sep-tem-bar	Okto-bar	Novem-bar	April 1958.	Jun-tem-	Okto-bar april
O	100	100	100	100	100	100	100	100	100
NPK	96	76	89	82	122	105	98	86	108
NK	100	79	100	93	138	105	107	93	117
NP	100	76	89	91	132	89	107	89	109
PK	104	76	84	87	132	103	32	88	106

Iz tih brojeva se jasno vidi da primijenjeno đubrenje smanjuje sadržaj kalcija u odnosu na O-parcelu u pretežnom broju slučajeva sve do septembra. Ovo je vjerovatno posljedica antagonističkog djelovanja NH_4 i K-iona. Efekat razblaživanja ne može postojati, jer sadržaj Ca-% stalno raste. U narednom periodu vremena je odnos sadržaja Ca-% obrnut. Nijednoj od vrsti đubrenja ne može se pri tome dati prednost. Na isti način izračunate relativne vrijednosti za 2-godišnje iglice su slijedeće:

Srednje
vrijed-
nosti

Dubrenje	April	Maj	Jun	Juli	Av-gust	Sep-tem-bar	Okto-bar	Jun-sept.
O	100	100	100	100	100	100	100	100
NPK	127	96	90	89	103	93	120	94
NK	131	102	100	97	115	112	125	105
NP	131	104	85	92	103	106	118	98
PK	112	96	85	92	103	99	113	95

U aprilu 1957. godine tj. prije djelovanja đubrenja, sadržaj kalcija u iglicama je dijelom znatno veći na parcelama, koje su poslije đubrene od O-parcele. Ova razlika iščezava već u maju. Srednje vrijednosti od juna do septembra variraju u neznatnoj mjeri, a za to vrijeme ne nastupa jasan uticaj đubrenja na sadržaj kalcija jednogodišnjih iglica. U oktobru naprotiv, razlikuju se đubrene parcele od neđubrene znatno većim vrijednostima, kao što je to i u aprilu utvrđeno.

Uticaj đubrenja na godišnje promjene sadržaja kalcija prikazan je relativnim vrijednostima u tab. XIV. Po njemu se razlikuju 1-godišnje iglice neđubrene parcele od onih đubrenih time, što je maksimum porasta dostignut u septembru kod neđubrene, a kod đubrenih parcela tek u oktobru. Nagli pad, koji nastaje poslije maksimuma, javlja se također mjesec dana ranije nego kod đubrenih parcela, tako da je u oktobru razlika svih đubrenih i neđubrene parcele relativno najveća. Od novembra do aprila karakterističan je porast Ca-% sadržaja iglica kod NPK-, NK- i

NP-parcela, kao i O-parcele. Zapravo, samo kod PK-parcele opada sadržaj kalcija u to vrijeme. Dok je relativni porast sadržaja kalcija jednogodišnjih iglica sve do maksimalne vrijednosti praktično jednak, dotle to ne vrijedi i za 2-godišnje iglice. Ovdje je porast kod O-parcele znatno veći nego kod đubrenih površina. Depresija od jula ka avgustu opažena kod O-parcele ne javlja se kod đubrenih parcela. Od septembra ka oktobru nastaje pad sadržaja kalcija, koji je najjači kod O-parcele. Izuzevši odavde NPK-parcelu, koja postiže u jesen najveću vrijednost u oktobru. Izraziti uticaj đubrenja na količinu kalcija u 100 iglica ne dolazi do izražaja, kao što se nije ni očekivalo (tab. XV, odnosno XVI). Nagli porast količine kalcija u 1-godišnjim iglicama (dijagram 14, 15) je, kako je spomenuto, uslovljen stalnim porastom težine iglica, kao i sadržajem Ca-⁰%. Ispada iz okvira visoka vrijednost za NPK-đubrenje u novembru i aprilu. Ovdje je težina 100 iglica u novembru znatno više povećana nego u ostalim slučajevima (tab. XIV). Nemoguće je vjerovati, da bi ovaj porast mase bio isključivo efekat đubrenja. Kod 2-godišnjih iglica ne pojavljuje se neki specifičan uticaj đubrenja na količinu kalcija.

Sadržaj magnezija

U jednogodišnjim i dvogodišnjim iglicama održava se nivo magnezija u normalnom razmaku između 0,07—0,12⁰% Mg, što odgovara 0,12—0,20⁰% MgO (tab. XIII i XIV). Ako se polazi od mjesečnih srednjih vrijednosti (tab. XVIII), što je ovdje bez ograničenja moguće, dobijaju se za iglice u svim mjesecima praktično jednake vrijednosti Mg. Neka spomena vrijedna razlika između jednogodišnjih i dvogodišnjih iglica ne postoji, niti su jasne razlike u korist neke od vrsta đubrenja (tab. XVII). Time je razumljivo, da je količina magnezija (tab. XV, XVI odnosno XIX) gotovo proporcionalna težinama iglica, za koje opet nije utvrđena zavisnost od đubrenja.

Sadržaj mangana

Prema iskustvu, sadržaj mangana u organima lista koleba se u širokim granicama, prije svega pod uticajem pH-vrijednosti u tlu. Tako nalazi, npr., Th em litz (35) vrijednosti koje su išle na dolje do 0,02⁰%. Wittich (47) je utvrdio kod bora, također na diluvijalnom tlu, sadržaj od 0,03—0,06⁰% Mn. U našem ogledu su vrijednosti znatno veće i to kod jednogodišnjih iglica: 0,07—0,18⁰%, kod 2-godišnjih: 0,14—0,29⁰% Mn. U prosjeku je sadržaj mangana 2-godišnjih iglica veći nego jednogodišnjih. Ovo se slaže sa podacima A a l t o n e n - a (1a). Srednje mjesečne vrijednosti (tab. XVIII) pokazuju zavisnost sadržaja Mn-⁰% od godišnjeg doba: sadržaj mangana jednogodišnjih iglica povećava se od juna do novembra za 100%, još nešto raste od novembra 1957. godine do aprila 1958. godine. U 2-godišnjim iglicama je sadržaj u aprilu 1957. godine za oko 40% veći nego u 1-godišnjim iglicama u aprilu 1958. godine. On opada tada u maju naglo na oko 60% početne vrijednosti, raste u toku vegetacije do maksimuma u septembru, tako da između vrijednosti za april 1957. godine i oktobar 1957. godine postoji jedva neka razlika. Ako svrstamo mjesečne srednje vrijednosti sadržaja mangana jednogodišnjih i dvogodišnjih iglica

Diagram 13.

Srednji sadržaj Ca% i Mn% u iglicama b.bora

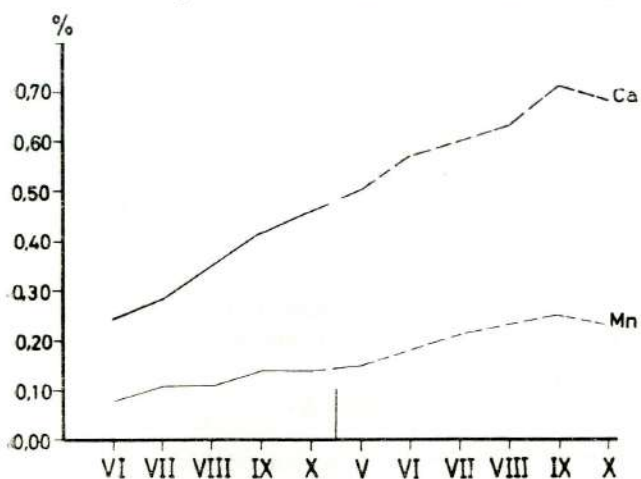
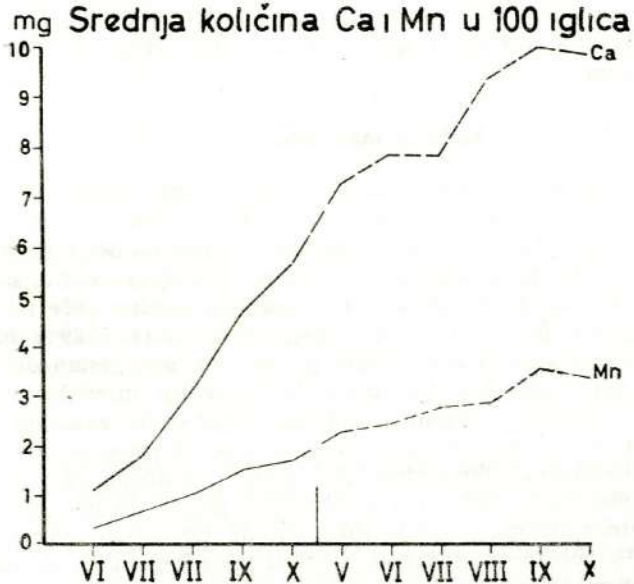


Diagram 14.

Iglice b.bora

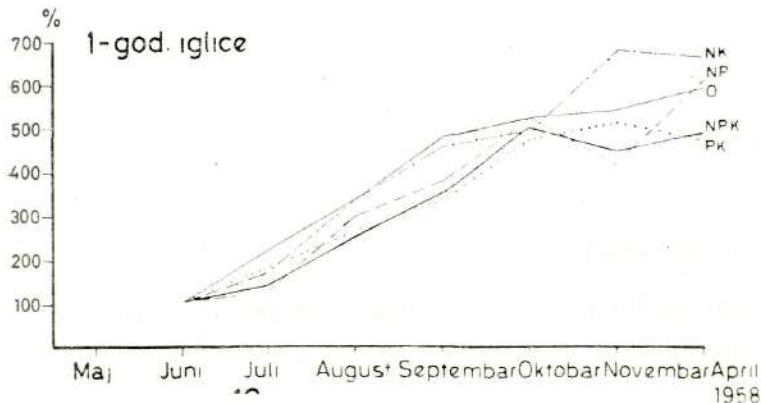
Srednja količina Ca i Mn u 100 iglica



za vrijeme od juna odnosno maja do oktobra 1957. godine jedne iza drugih (dijagram 13), može se reći da se porast Mn% sadržaja 1-godišnjih iglica nastavlja u 2-godišnjim. Dobiju se sasvim slične korelacije kao kod nivoa kalcija. To vrijedi također i za količinu mangana u 100 iglica, koja raste za oba godišta iglica (tab. XIX i dijagram 14). Vrijednost za april 1957. godine nije utvrđena.

Diagram 15

Relativna količina Ca u 100 iglica b bora



Uticaj đubrenja na sadržaj Mn-% se uslijed relativno velikih razlika između početnih i konačnih vrijednosti kod 1-godišnjih iglica (dijagram 15) ne može na osnovu aritmetičke srednje apsolutne vrijednosti ocijeniti. Ako se obračunaju relativne vrijednosti za svaki mjesec, kao kod kalcijuma, da se sadržaj Mn-% nedubrene parcele uzima za 100, dolazimo do slijedeće srednje vrijednosti za čitavo vrijeme trajanja istraživanja:

Đubrenje	jednogodišnje iglice	dvogodišnje iglice
O	100	100
NPK	101	113
NK	97	113
NP	96	113
PK	104	119

Đubrenje, dakle, nije izvršilo neki značajniji uticaj na nivo mangana jednogodišnjih iglica. Relativno niska vrijednost 2-godišnjih iglica kod nedubrene parcele je uslovljena neznatnim sadržajem Mn-%, koji pokazuju ove iglice već prije đubrenja (u aprilu) u poređenju sa iglicama ostalih parcela. Dvogodišnje iglice ne pokazuju također uticaj đubrenja

na nivo mangana u pojedinim mjesecima (dijagram 16). Okolnost da se količine mangana za oktobar izjednačuju sa početnim količinama u aprilu govori protiv efekta đubrenja. Neki specifični uticaj đubrenja na količinu mangana u 100 iglica se na osnovu brojeva u tabelama XV i XVI ne može utvrditi.

Godišnja kolebanja svih hranjivih elemenata

Krivulje u dijagramu 18 pokazuju, da se sadržaj azota i fosfora jednogodišnjih iglica skoro ravnomjerno mijenja. Minimum u avgustu, po tom slijedi porast, koji traje sve do oktobra, zatim pad u periodu novembar-april. Kod kalija je razvoj sličan, ali je minimum za 1 mjesec kasnije. Slijedi povećanje nivoa kalija sa maksimumom tek u novembru, umjesto u oktobru kao kod azota i fosfora. Nivo magnezija je jedva podložan promjenama. Korelacija sa težinom iglica je utoliko primjetna što se njihov nagli porast od juna do avgusta i od oktobra do novembra javlja u isto vrijeme kad i pad vrijednosti azota i fosfora. Srednje vrijednosti za azot, fosfor i kalij na kraju perioda vegetacije su niže, dok su za kalcij i mangan više nego početne vrijednosti u junu. U 2-godišnjim iglicama

Diagram 17

Apsolutna razlika težina prema početnoj težini od 1000 iglica b. bora

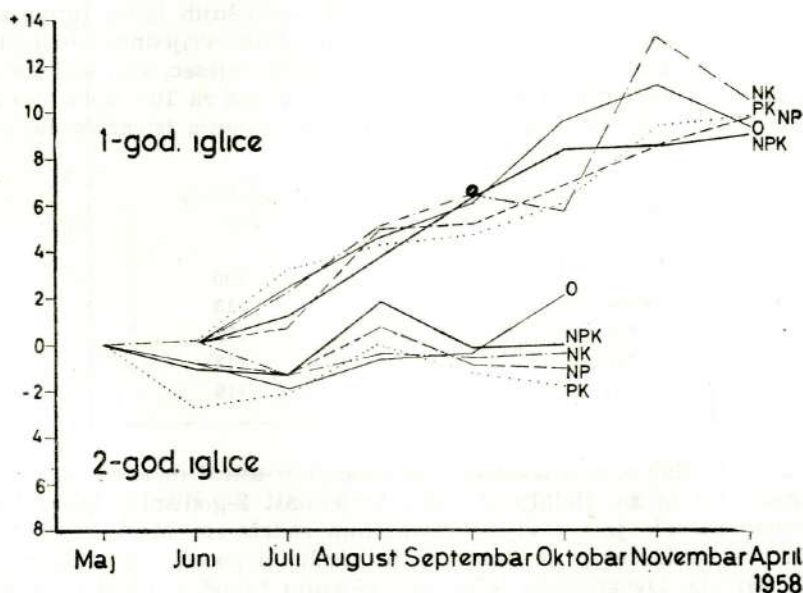
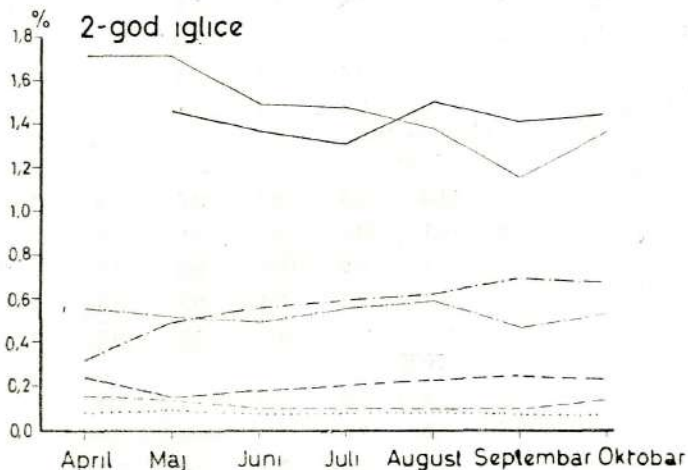
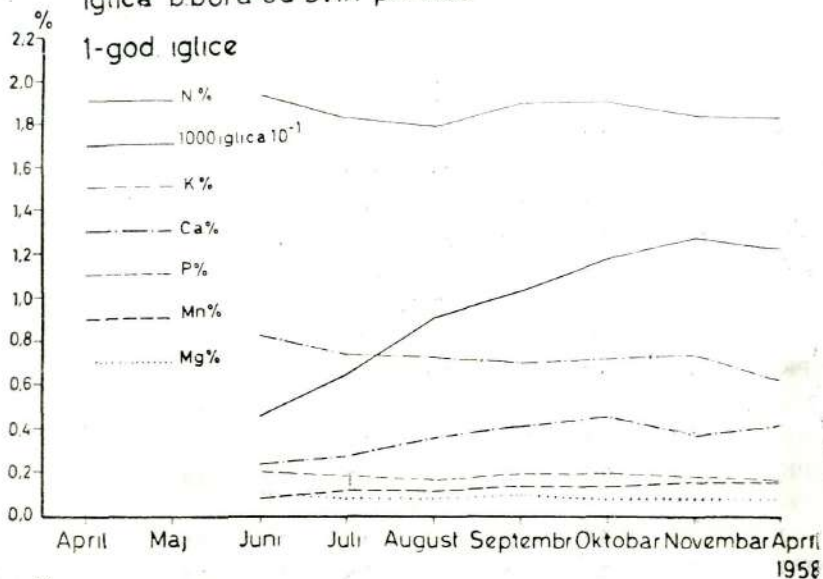


Diagram 18.

Mjesečni prosjek sadržaja hranj materija i težine iglica bbora od svih parcela



sadržaj azota, fosfora i kalija opada od aprila do juna. Dok se sadržaj azota dalje smanjuje do jasno izraženog minimuma u septembru, održava se sadržaj fosfora do septembra na istoj visini i nešto raste u oktobru. Za kalij je utvrđen porast od juna do avgusta, i to preko početne vrijednosti. Tek tada se smanjuje sadržaj kalija, minimalnu vrijednost dostiže kao i kod azota u septembru. Isto kao i kod azota raste nivo kalija od septembra ka oktobru. Kalcij i mangan mijenjaju se slično kao i kod 1-godišnjih iglica. Nivo magnezija ostaje u iglicama konstantan uprkos promjenama težina iglica.

Tabela XX
Odnos N/P, N/K i K/P kod iglica bijelog bora

Đubre- nje	April	Maj	Juni	Juli	Av- gust	Sep- tem- bar	Okto- bar	No- vem- bar	April 1958. godine
Godište 1956.									
N/P									
O	11,1	12,8	14,1	15,0	13,7	11,4	7,5	—	—
NPK	10,5	12,3	14,0	12,9	11,8	10,6	9,8	—	—
NK	10,7	11,9	13,3	13,0	13,0	10,2	9,6	—	—
NP	10,7	12,4	13,6	12,6	12,0	10,3	10,0	—	—
PK	10,7	11,9	13,0	11,8	10,8	9,7	7,9	—	—
N/K									
O	3,2	3,6	3,2	3,3	2,6	3,0	2,5	—	—
NPK	3,1	3,4	3,1	3,0	2,4	2,4	2,6	—	—
NK	3,2	3,2	3,0	3,0	2,4	2,7	2,9	—	—
NP	2,9	3,4	3,1	3,1	2,5	2,4	2,8	—	—
PK	3,0	3,2	2,8	2,3	1,8	2,0	2,2	—	—
K/P									
O	3,5	3,6	4,5	4,5	5,3	3,8	2,9	—	—
NPK	3,4	3,7	4,5	4,3	5,0	4,5	3,8	—	—
NK	3,4	3,7	4,5	4,4	5,5	3,8	3,3	—	—
NP	3,6	3,7	4,3	4,1	4,8	4,3	3,6	—	—
PK	3,6	3,7	4,7	5,2	6,0	5,0	3,6	—	—
Godište 1957.									
N/P									
O	—	—	9,8	11,3	12,8	10,1	9,9	9,9	10,9
NPK	—	—	10,3	10,1	11,1	9,8	9,9	9,2	9,6
NK	—	—	10,1	11,7	9,9	10,7	8,5	9,9	10,3
NP	—	—	9,3	9,3	11,0	9,6	9,8	9,3	10,0
PK	—	—	9,7	9,3	9,1	9,3	8,8	9,6	10,0
N/K									
O	—	—	2,3	2,6	2,6	2,9	2,7	2,6	3,1
NPK	—	—	2,6	2,5	2,5	2,9	2,8	2,6	3,0
NK	—	—	2,4	2,5	2,6	3,0	2,6	2,7	3,0
NP	—	—	2,3	2,6	2,7	2,7	2,8	2,6	2,9
PK	—	—	2,2	2,3	2,1	2,4	2,3	2,3	2,9
K/P									
O	—	—	4,3	4,3	5,0	3,5	3,6	3,9	3,5
NPK	—	—	3,9	4,0	4,5	3,4	3,6	3,5	3,3
NK	—	—	4,2	4,7	3,8	3,6	3,3	3,7	3,4
NP	—	—	4,0	3,6	4,1	3,6	3,6	3,6	3,5
PK	—	—	4,5	4,1	4,3	3,9	3,9	4,3	3,5

Odnos hranjivih elemenata međusobno

Kao i kod smrče, također su i kod bijelog bora izračunati odnosi N/P, N/K i K/P (tab. XX). Podaci odstupaju djelimično od saopštenja drugih autora. Pošto oni pokazuju pri ovom ogledu sa dubrenjem nejasne odnose, to se odustalo od detaljnije interpretacije.

ZAKLJUČAK

1. Godine 1957. postavljen je ogled sa dubrenjem u jednoj 8-godišnjoj sastojini bijelog bora i smrče, na slabo opodzoljenom smeđem tlu (tanak sloj lesa preko šarenog pješčara). Cilj ogleda je bio da se utvrde godišnja kolebanja u težini i sadržaju hranjivih elemenata u iglicama kao i veličina odstupanja prouzrokovana dubrenjem normalnog intenziteta. Također su za potpunija objašnjenja istraživana i godišnja kolebanja iglica smrče koje potiču iz jedne godine sa normalnim klimatskim prilikama 1953, te su vršena upoređenja.

2. Dubrenje je vršeno u aprilu 1957. godine sa 60 kg N, 60 kg K₂O i 150 kg P₂O₅ u formi amonijum-sulfata, odnosno patentkalija, odnosno superfosfata.

3. Da bi individualne razlike bile izjednačene, uzimane su probe sa istog pršljena od 20 markiranih stabala na svakoj oglednoj površini u isto vrijeme dana. Istraživane su 1-godišnje iglice smrče od juna do oktobra, 2-godišnje od aprila do oktobra, jednogodišnje iglice bora od juna do novembra i u aprilu naredne godine, 2-godišnje iglice od aprila do oktobra.

4. Težina (tab. IX, X) 1-godišnjih iglica porasla je u toku vegetacije u prosjeku kod smrče malo, kod bora veoma mnogo. Težina 2-godišnjih iglica je opadala od aprila/maja i dostigla kod smrče minimum prosjeka u septembru, kod bora u julu. Potom je opet porasla. Početna težina je ponovo dostignuta samo kod bora. Tok promjena težina 2-godišnjih iglica slaže se prilično sa nalazima Tamm-a. Neko jasno djelovanje dubrenja na težinu 1-godišnjih iglica ne može se utvrditi kod obe vrste. Kod 2-godišnjih iglica se naslućuje, u skladu sa Chapmann-om, smanjenje gubitka težine u rano ljeto pod uticajem dubrenja azotom.

5. Neki izraženi, zakonomjerni, uticaj dubrenja na godišnje promjene sadržaja hranjivih materija nije se mogao utvrditi.

6. Godišnja kolebanja prosječnog sadržaja hranjivih elemenata u iglicama svih parcela (tab. IX, X, XVIII i XIX).

a.) U skladu sa istraživanjima Tamm-a, utvrđen je i ovdje ljetni minimum za sadržaj azota u procentima jednogodišnjih iglica. Kod smrče je taj minimum bio u julu, a kod bora u avgustu. Potom su vrijednosti porasle ponovo. Sadržaj N-% 2-godišnjih iglica rastao je kod smrče skoro neprekidno od aprila do oktobra, kod bora je, naprotiv, opadao. Obračunat na 100 iglica, porastao je sadržaj azota u toku vegetacionog perioda kod 1-godišnjih iglica smrče i bora, kod posljednjih znatno više nego kod prvih. Kod bora je to bilo posljedica jakog prirasta težine iglica, prema kome laki pad sadržaja azota u procentima nije došao do izražaja. U 2-godišnjim iglicama smrče zadržala se količina azota za vrijeme čitavog vremena istraživanja na gotovo istom nivou, dok je ona u 2-godišnjim

iglicama bora otprilike u odgovarajućem stepenu smanjenja sadržaja N-% opadala. Vrlo izraženi minimum bio je u septembru.

b.) Sadržaj fosfora u procentima kod jednogodišnjih iglica zadržao se na približno istoj visini. Slabo izraženi minimum mogao se primijetiti u julu kod smrče, a u avgustu kod bora. Dvogodišnje iglice smrče pokazale su tendenciju porasta, dok su dvogodišnje iglice bora (sa izuzetkom oktobra) imale tendenciju opadanja, tako da su prve u oktobru bile izrazito bogatije fosforom, a posljednje nešto siromašnije nego u aprilu. Jednogodišnje iglice obiju vrsta su bogatije fosforom nego dvogodišnje, što dosadašnjim iskustvima odgovara. Obračunat na 100 iglica, sadržaj fosfora jednogodišnjih iglica dviju vrsta rastao je u toku vegetacijskog perioda prilično kontinuelno, u korelaciji sa porastom težine iglica. Kod dvogodišnjih iglica obiju vrsta smanjila se količina fosfora najprije minimumom u julu, uslovljenim opadanjem težine iglica.

c.) Sadržaj kalija u procentima jednogodišnjih iglica smrče pokazao je osjetan pad u julu, koji je najvećim dijelom posljedica ispiranja jakim padavinama. Ovaj gubitak je brzo izjednačen. Već u slijedećem mjesecu popeo se sadržaj kalija u procentima na prijašnju visinu. U jednogodišnjim iglicama bora opadao je sadržaj kalija u procentima od juna do septembra stalno i opet je poslije do novembra lagano porastao. Sadržaj kalija u procentima dvogodišnjih iglica bora pokazao je neravnomjeran tok, sa jasnim maksimumom u avgustu. Utvrđene godišnje promjene sadržaja kalija u procentima slažu se samo djelimično sa nalazima drugih autora. Sadržaj kalija u procentima kod iglica smrče i bora se nalazio na primjetno visokom nivou, uprkos nezatnog sadržaja lako rastvorljivog kalija u tlu. Iglice smrče bile su bogatije kalijem od iglica bora. Također obračunate na 100 iglica, jednogodišnje i dvogodišnje iglice smrče pokazuju depresiju uslovljenu ispiranjem u julu. Sadržaj kalija u 100 iglica bora kretao se približno paralelno sa težinom iglica.

d.) Procentualni i na 100 iglica obračunati sadržaj magnezija jednogodišnjih i dvogodišnjih iglica obiju vrsta, pokazao je vrlo nezatna kolebanja. Kod smrče su vrijednosti na kraju vegetacije bile nešto veće nego na početku.

e.) Sadržaj kalcija u procentima kod jednogodišnjih iglica smrče i bora je rastao stalno od juna do oktobra. Nakon toga je slijedio kod bora lagani pad. Dvogodišnje iglice smrče su pokazale jak porast sve do juna. Nakon toga se sadržaj mijenjao vrlo malo. Kod bora se zadržao porast sve do septembra. Od mjeseca do mjeseca izrazito rastući sadržaj kalcija u 100 iglica smrče i bora odgovara kod smrče sasvim porastu sadržaja kalcija u procentima, kod bora je djelovalo uz to i vrlo znatno povećanje težine iglica. Kod dvogodišnjih iglica obiju vrsta preovladao je uopšte uticaj sadržaja kalcija u procentima.

f.) Sadržaj mangana u procentima kod jednogodišnjih iglica rastao je kod obiju vrsta stalno, osobito mnogo kod bora. Ovakav razvoj nastao se u dvogodišnjim iglicama dalje. On je bio prekinut uslijed jake de-

presije na početku vegetacijskog perioda, kod smrče u aprilu, kod bora u maju. Sadržaj mangana kod smrče je veći nego kod bora. Za godišnja kolebanja sadržaja mangana u 100 iglica dobila se slična slika kao i za kalcij. To se slaže sa rezultatima drugih autora.

7. Uticaj đubrenja na prosječni sadržaj hranjivih materija (tab. VIII, XVII).

a.) Sadržaj azota u procentima u jednogodišnjim iglicama obiju vrsta bio je povezan putem azotnog đubrenja (kod smrče više nego kod bora). To je razumljivo pošto u prvom periodu vegetacije porast težine, koji prouzrokuje pojavu Steenbjerg-ovog efekta, još nije došao do izražaja. Također i PK-đubrenje se odrazilo kod smrče (mobilizacija azota), kod bora samo u tragovima. Kod dvogodišnjih iglica sadržaj azota se pod uticajem đubrenja tek malo promijenio. Izuzetak djelovanja NP-đubrenja kod smrče mogao bi, pored ostalog, biti posljedica neznatne težine iglica.

b.) U skladu sa iskustvima drugih autora, odrazilo se fosforno đubrenje kod jednogodišnjih iglica smrče u jasno povećanom sadržaju fosfora u procentima. To isto važi za dvogodišnje iglice smrče. Kod jednogodišnjih i dvogodišnjih iglica bora bio je takav efekat samo neznatno izražen.

c.) Sadržaj kalija u procentima u jednogodišnjim i dvogodišnjim iglicama smrče pokazuje odnos koji se očekivao uzevši u obzir antagonistički uticaj amon-jona i djelovanje kalijevih đubriva. Najveće vrijednosti pokazuje PK-đubrenje. NPK-đubrenje i NK-đubrenje stoje skoro na istom nivou kao neđubrena parcela, NP-đubrenje ispod toga, jednogodišnje i dvogodišnje iglice bora pod uticajem Lophodermium-a pokazuju samo približavanje ovom odnosu.

d.) Vrijednosti obračunate na 100 iglica za azot, fosfor i kalij jedva dopuštaju raspoznati uticaj đubrenja.

8. Sadržaj hranjivih materija u procentima kod iglica smrče iz botaničke bašte (tab. XI) pokazuje pretežno sličan tok razvoja kao i ogledna površina. Pošto ovdje nema drugih uticaja (kasni mraz, nejednaka konkurencija trava i sl.) i iglice su stalno uzimane iz istog dijela krune istog stabla, to je tendencija toka krivulja znatno jasnija. Nepostojanje depresije sadržaja kalija u julu i različiti tok padavina ukazuju na mogućnost da je depresija na oglednoj površini uslovljena ispiranjem zbog jakih padavina.

9. Vrijednosti sa ogledne površine pokazuju pojedinačno mnoge osobine i odstupanja od normalnog toka, koja iako leže iznad granice analitičke greške, ne mogu sasvim sigurno biti objašnjena. Upoređenje sa vrijednostima iz botaničke bašte u međuvremenu i sa drugim vrstama pokazuje da se ovdje radi o djelovanju posebnih faktora (kasni mraz, Lophodermium, trave, genetske razlike). Kod starijih sastojina ima i fruktifikacija veliku ulogu. Pri interpretaciji rezultata analize lišća ne smijemo se ograničiti na opšte zakonomjernosti u godišnjem toku sadržaja hranjivih materija, nego se mora uzeti u obzir i značaj u praksi vrlo jakih

posebnih uticaja. Godišnja kolebanja sadržaja hranjivih materija traju sve do novembra. Pošto naredni mjeseci nisu bili uzeti za istraživanje, ne može se dati ocjena o najpovoljnijem terminu za uzimanje iglica radi analize lišća.

10. N/P, N/K i K/P odnos (tabela XII i XX) pokazuju pod kombinovanim uticajem godišnjeg doba i đubrenja kolebanja do 50%. Interpretacija tog komplikovanog razvoja nije uslijedila.

ZUSAMMENFASSUNG

DIE JAHRESZEITLICHEN VERÄNDERUNGEN DES NÄHRSTOFFGEHALTES VON FICHTEN- UND KIEFERNNADELN AUF GEDÜNGTEN UND UNGEDÜNGTEN FLÄCHEN

1. Im Jahre 1957 wurde in einer 8-jährigen Dichtung von Kiefer und Fichte auf schwach podsolierter Braunerde (dünne Lösslehmdecke über mittlerem Buntsandstein) ein Düngungsversuch angelegt. Sein Ziel war, die jahreszeitlichen Schwankungen im Gewicht und Nährstoffgehalt der Nadeln und die Grösse der durch eine Düngung normaler Stärke hervorgerufenen Abweichungen festzustellen. Zur ursächlichen Klärung wurden ausserdem die jahreszeitlichen Schwankungen von Fichtennadeln, die in einem Jahr mit normaler Witterung (1953) entnommen worden waren, ermittelt und zum Vergleich herangezogen.

2. Die Düngung erfolgte im April 1957 in einer Menge von je ha 60 kg N, 60 kg K₂O und 150 P₂O₅ in Form von Ammonium-sulfat bzw. Patentkali bzw. Superphosphat.

3. Um die individuellen Unterschiede auszugleichen, wurden auf jeder Versuchsfläche von 20 markierten Bäumen Proben vom gleichen Quirl monatlich zur gleichen Tageszeit entnommen. Untersucht wurden die 1-jährigen Nadeln der Fichte von Juni bis Oktober, die 2-jährigen von April bis Oktober, die 1-jährigen der Kiefer von Juni bis November und im April des darauffolgenden Jahres, die 2-jährigen von April bis Oktober.

4. Das Gewicht (Tab. IX, X) der 1-jährigen Nadeln nahm im Verlaufe der Vegetationszeit im Durchschnitt bei Fichte wenig, bei Kiefer sehr stark zu. Das Gewicht der 2-jährigen Nadeln sank ab April/Mai und erreichte bei Fichte das Minimum im Durchschnitt im September, bei Kiefer im Juli. Danach stieg es wieder an. Das Anfangsgewicht wurde im Oktober nur von der Kiefer wieder erreicht. Der Verlauf der Gewichtsänderung der 2-jährigen Nadeln stimmt im wesentlichen mit den Befunden Tamms überein.

Eine deutliche Wirkung der Düngung auf das Gewicht der 1-jährigen Nadeln ist bei beiden Baumarten nicht zu erkennen. Bei den 2-jährigen Nadeln ist, übereinstimmend mit Chapman, eine Verringerung des frühsummerlichen Gewichtsschwunds unter dem Einfluss der N-Düngung angedeutet.

5. Ein eindeutiger, gesetzmässiger Einfluss der Düngung auf die jahreszeitlichen Veränderungen des Nährstoffgehaltes liess sich nicht erkennen.

6. **Jahreszeitliche Schwankungen des durchschnittlichen Nährstoffgehaltes der Nadeln aller Parzellen** (Tab. IX, X, XX, XXI):

a.) Übereinstimmend mit Untersuchungen von Tamm ergab sich ein Sommerminimum für den N-%-Gehalt der 1-jährigen Nadeln. Bei Fichte lag es im Juli, bei Kiefer im August. Danach stiegen die Werte wieder an. Der N-%-Gehalt der 2-jährigen Nadeln stieg bei Fichte fast kontinuierlich von April bis Oktober, bei Kiefer fiel er dagegen ab. Die 1-jährigen Nadeln waren N-reicher als die 2-jährigen.

Bezogen auf 100 Nadeln, nahm der N-Gehalt im Verlaufe der Vegetationszeit bei den 1-jährigen Fichten- und Kiefernnadeln zu, bei letzteren wesentlich stärker als bei den erstgenannten. Bei Kiefer war dies die Folge der starken

posebnih uticaja. Godišnja kolebanja sadržaja hranjivih materija traju sve do novembra. Pošto naredni mjeseci nisu bili uzeti za istraživanje, ne može se dati ocjena o najpovoljnijem terminu za uzimanje iglica radi analize lišća.

10. N/P, N/K i K/P odnos (tabela XII i XX) pokazuju pod kombinovanim uticajem godišnjeg doba i đubrenja kolebanja do 50%. Interpretacija tog komplikovanog razvoja nije uslijedila.

ZUSAMMENFASSUNG

DIE JAHRESZEITLICHEN VERÄNDERUNGEN DES NÄHRSTOFFGEHALTES VON FICHTEN- UND KIEFERNNADELN AUF GEDÜNGTEN UND UNGEDÜNGTEN FLÄCHEN

1. Im Jahre 1957 wurde in einer 8-jährigen Dichtung von Kiefer und Fichte auf schwach podsolierter Braunerde (dünne Lösslehmdecke über mittlerem Buntsandstein) ein Düngungsversuch angelegt. Sein Ziel war, die jahreszeitlichen Schwankungen im Gewicht und Nährstoffgehalt der Nadeln und die Grösse der durch eine Düngung normaler Stärke hervorgerufenen Abweichungen festzustellen. Zur ursächlichen Klärung wurden ausserdem die jahreszeitlichen Schwankungen von Fichtennadeln, die in einem Jahr mit normaler Witterung (1953) entnommen worden waren, ermittelt und zum Vergleich herangezogen.

2. Die Düngung erfolgte im April 1957 in einer Menge von je ha 60 kg N, 60 kg K₂O und 150 P₂O₅ in Form von Ammonium-sulfat bzw. Patentkali bzw. Superphosphat.

3. Um die individuellen Unterschiede auszugleichen, wurden auf jeder Versuchsfläche von 20 markierten Bäumen Proben vom gleichen Quirl monatlich zur gleichen Tageszeit entnommen. Untersucht wurden die 1-jährigen Nadeln der Fichte von Juni bis Oktober, die 2-jährigen von April bis Oktober, die 1-jährigen der Kiefer von Juni bis November und im April des darauffolgenden Jahres, die 2-jährigen von April bis Oktober.

4. Das Gewicht (Tab. IX, X) der 1-jährigen Nadeln nahm im Verlaufe der Vegetationszeit im Durchschnitt bei Fichte wenig, bei Kiefer sehr stark zu. Das Gewicht der 2-jährigen Nadeln sank ab April/Mai und erreichte bei Fichte das Minimum im Durchschnitt im September, bei Kiefer im Juli. Danach stieg es wieder an. Das Anfangsgewicht wurde im Oktober nur von der Kiefer wieder erreicht. Der Verlauf der Gewichtsänderung der 2-jährigen Nadeln stimmt im wesentlichen mit den Befunden Tamms überein.

Eine deutliche Wirkung der Düngung auf das Gewicht der 1-jährigen Nadeln ist bei beiden Baumarten nicht zu erkennen. Bei den 2-jährigen Nadeln ist, übereinstimmend mit Chapman, eine Verringerung des frühsummerlichen Gewichtsschwunds unter dem Einfluss der N-Düngung angedeutet.

5. Ein eindeutiger, gesetzmässiger Einfluss der Düngung auf die jahreszeitlichen Veränderungen des Nährstoffgehaltes liess sich nicht erkennen.

6. Jahreszeitliche Schwankungen des durchschnittlichen Nährstoffgehaltes der Nadeln aller Parzellen (Tab. IX, X, XX, XXI):

a.) Übereinstimmend mit Untersuchungen von Tamm ergab sich ein Sommerminimum für den N-%-Gehalt der 1-jährigen Nadeln. Bei Fichte lag es im Juli, bei Kiefer im August. Danach stiegen die Werte wieder an. Der N-%-Gehalt der 2-jährigen Nadeln stieg bei Fichte fast kontinuierlich von April bis Oktober, bei Kiefer fiel er dagegen ab. Die 1-jährigen Nadeln waren N-reicher als die 2-jährigen.

Bezogen auf 100 Nadeln, nahm der N-Gehalt im Verlaufe der Vegetationszeit bei den 1-jährigen Fichten- und Kiefernadeln zu, bei letzteren wesentlich stärker als bei den erstgenannten. Bei Kiefer war dies die Folge der starken

Zunahme des Nadelgewichtes, der gegenüber die leichte Abnahme des N-%-Gehaltes nicht ins Gewicht fiel. In den 2-jährigen Fichtennadeln hielt sich die N-Menge während der ganzen Untersuchungszeit auf annähernd gleichem Niveau, während sie in den 2-jährigen Kiefernadeln, ungefähr entsprechend der Verminderung des N-%-Gehaltes, abnahm. Das sehr deutliche Minimum lag im September.

b.) Der P-%-Gehalt der 1-jährigen Nadeln hielt sich auf annähernd gleicher Höhe. Angedeutet war ein Minimum im Juli bei Fichte, im August bei Kiefer. Die 2-jähr. Fichtennadeln zeigten steigende, die 2-jähr. Kiefernadeln (abgesehen vom Oktober) fallende Tendenz, so dass im Oktober die ersteren deutlich P-reicher, die letzteren etwas ärmer als im April waren. Die 1-jähr. Nadeln beider Baumarten sind P-reicher als die 2-jährigen, was der bisherigen Erfahrung entspricht.

Bezogen auf 100 Nadeln stieg der P-Gehalt der 1-jährigen Nadeln beider Baumarten im Verlauf der Vegetationszeit ziemlich kontinuierlich, massgeblich bestimmt durch die Zunahme der Nadelgewichte. In den 2-jährigen Nadeln beider Baumarten verringerte sich die P-Menge zunächst mit einem Minimum im Juli, bedingt durch die Abnahme der Nadelgewichte.

c.) Der K-%-Gehalt der 1-jährigen Fichtennadeln zeigte einen erheblichen Rückgang im Juli, der zum grössten Teil die Folge einer Auswaschung durch starke Niederschläge sein dürfte. Dieser Verlust wurde schnell ausgeglichen. Schon im folgenden Monat stieg der K-%-Gehalt auf die frühere Höhe. In den 1-jährigen Kiefernadeln ging der K-%-Gehalt von Juni bis September laufend zurück und stieg dann bis zum November wieder leicht an. Der K-%-Gehalt der 2-jähr. Kiefernadeln zeigte einen ungleichmässigen Verlauf mit einem deutlichen Maximum im August. Die festgestellten jahreszeitlichen Veränderungen des K-%-Gehaltes decken sich nur teilweise mit den Befunden anderer Autoren. Der K-%-Gehalt der Fichten- und Kiefernadeln lag trotz auffallend geringen Gehaltes des Bodens an löslichem K bemerkenswert hoch. Die Nadeln der Fichte waren reicher an K als die der Kiefer.

Auch bezogen auf 100 Nadeln, zeigen die 1- und 2-jährigen Fichtennadeln die durch Auswaschung bedingte Depression im Juli. Der K-Gehalt von 100 Kiefernadeln läuft annähernd den jeweiligen Nadelgewichten parallel.

d.) Der prozentuale und der auf gleiche Nadelzahl bezogene Mg-Gehalt der 1- und 2-jähr. Nadeln beider Baumarten unterlag nur geringen Schwankungen. Bei Fichte waren die Werte am Ende der Vegetationszeit etwas höher als zu Beginn.

e.) Der Ca-%-Gehalt der 1-jährigen Fichten- und Kiefernadeln nahm laufend von Juni bis Oktober zu. Danach folgte bei Kiefer ein leichter Abfall. Die 2-jährigen Fichtennadeln zeigten einen starken Anstieg bis zum Juni. Danach änderte sich der Gehalt nur wenig. Bei Kiefer hielt der Anstieg bis zum September an. Der von Monat zu Monat deutlich ansteigende Ca-Gehalt der 100 einjährigen Fichten- und Kiefernadeln entsprach bei Fichte weitgehend der Zunahme des Ca-%-Gehaltes, bei Kiefer wirkte sich zusätzlich die sehr wesentliche Gewichtszunahme der Nadeln aus. Bei den 2-jähr. Nadeln beider Baumarten überwog im allgemeinen der Einfluss des Ca-%-Gehaltes.

f.) Der Mn-%-Gehalt der 1-jährigen Nadeln stieg bei beiden Baumarten laufend an, besonders stark bei Kiefer. Diese Entwicklung setzte sich bei den 2-jähr. Nadeln fort. Sie wurde unterbrochen durch eine starke Depression zu Beginn der Vegetationszeit, bei Fichte im April, bei Kiefer im Mai beginnend. Der Mn-Gehalt von Fichte ist grösser als der von Kiefer. Für die jahreszeitlichen Schwankungen des Mn-Gehaltes von 100 Nadeln ergab sich ein ähnliches Bild wie für Calcium. Damit stimmen die Ergebnisse anderer Autoren überein.

7. Einfluss der Düngung auf den durchschnittlichen Nährstoffgehalt (Tab. VIII, XIX).

a.) Der N-%-Gehalt der 1-jährigen Nadeln beider Baumarten wurde durch die N-Düngung erhöht (bei Fichte mehr als bei Kiefer). Dies ist verständlich, da in der ersten Vegetationsperiode die Gewichtszunahme, die der

Steenbjergseffekt auslöst, noch nicht wesentlich in Erscheinung tritt. Auch die PK-Düngung wirkte sich bei Fichte deutlich aus (N-Mobilisierung), bei Kiefer nur andeutungsweise. Die 2-jährigen Nadeln beider Baumarten veränderten ihren N-Gehalt durch Düngung kaum. Eine Ausnahme, die Wirkung der NP-Düngung bei Fichte, könnte u. a. eine Folge des geringen Nadelgewichtes sein.

b.) Entsprechend den Erfahrungen anderer Autoren wirkte sich die P-Düngung bei den 1-jährigen Fichtennadeln in einem eindeutig höheren P-%-Gehalt aus. Das gleiche gilt für die 2-jähr. Fichtennadeln. Bei den 1- und 2-jährigen Kiefernadeln war ein solcher Effekt nur angedeutet.

c.) Der K-%-Gehalt der 1- und 2-jährigen Fichtennadeln zeigt das unter Berücksichtigung des antagonistischen Einflusses des Ammoniumions und der Wirkung der K-Düngung zu erwartende Verhältnis. Die PK-Düngung hat die höchsten Werte, NPK- und NK-Düngung stehen auf fast gleichem Niveau wie »ungedüngt«, die NP-Düngung darunter. Die unter dem Einfluss von Lophodermium stehenden 1- und 2-jähr. Kiefernadeln zeigen nur eine Annäherung an dies Verhältnis.

d.) Die auf 100 Nadeln bezogenen Werte von N, P, und K lassen den Einfluss der Düngung nur noch schwach erkennen.

8. Der Nährstoff-%-Gehalt der Fichtennadeln aus dem Botanischen Garten (Tab. XI) zeigt im grossen einen ähnlichen jahreszeitlichen Verlauf wie derjenige der Versuchsfläche. Da die Überlagerung durch andere Einflüsse (Spätfrost, ungleiche Konkurrenz durch Graswuchs u. a.) hier fehlt und die Nadeln stets aus dem gleichen Teil der Krone desselben Baumes entnommen wurden, ist die Tendenz des Kurvenverlaufes aber wesentlich klarer. Das Fehlen der Depression des K-Gehaltes im Juli und der unterschiedliche Witterungsverlauf machen es sehr wahrscheinlich, dass die Depression auf der Versuchsfläche durch Auswaschung infolge starker Niederschläge bedingt ist.

9. Die Werte der Versuchsfläche zeigen im einzelnen viele Besonderheiten und Abweichungen vom normalen Verlauf, die, obwohl sie ausserhalb der analytischen Fehlergrenzen liegen, nicht sicher erklärt werden können. Ein Vergleich mit den im Botanischen Garten — inzwischen auch an anderen Baumarten — gewonnenen Werten zeigt, dass es sich hier um die Wirkung von Sondereinflüssen (Spätfrost, Schütte, Graswuchs, genetische Verschiedenheiten u. a.) handelt. Bei älteren Beständen spielt auch die Fruktifikation eine grosse Rolle. Bei der Auswertung der Ergebnisse der Blattanalyse darf man sich nicht auf die Berücksichtigung der allgemeinen Gesetzmässigkeiten im jahreszeitlichen Verlauf des Nährstoffgehaltes beschränken, sondern man muss die Bedeutung der in der Praxis recht erheblichen Sondereinflüsse mit in Rechnung ziehen. Die jahreszeitlichen Schwankungen des Nährstoffgehaltes reichten bis in den November. Da die folgenden Monate bei den Untersuchungen nicht berücksichtigt waren, lässt sich ein Urteil über den günstigsten Zeitpunkt für die Entnahme der Nadeln zur Blattanalyse nicht abgeben.

10. Das N/P-, N/K-, und K/P-Verhältnis (Tab. XIII, XXII) weisen unter dem kombinierten Einfluss von Jahreszeit und Düngung Schwankungen bis zu 50% auf. Eine Interpretation des komplizierten Verlaufes erfolgte nicht.

L I T E R A T U R A

1. Aaltonen V. T.: Die Blattanalyse als Bonitierungsgrundlage des Waldbodens. Comm. Inst. Forest Finland 37/8. Helsinki 1950.
- 1a. Aaltonen V. T.: Boden und Wald. Verlag P. Parey, Berlin 1948.
2. Arens K.: Die kutikuläre Exkretion des Laubblattes. — Jahrbuchwissen. Botanik Bd. 80. S. 248. Leipzig 1934.
3. Becker-Dillingen: Die Ernährung des Waldes. Verlagsgesellschaft für Ackerbau. Berlin 1939.
- 3a. Brüning D.: Forstdüngung. Ergebnisse älterer und jüngerer Versuche. Neumann-Verlag, Radebeul, 1959.
4. Chandler R. F.: Adsorption, distribution and seasonal movement of potassium in young trees and the effect of potassium fertilizer on potassium and nitrogen content and growth of trees. Journal of Agricul. Research 53/II. 1936. S. 19.
5. Chapman G. W.: Leaf analysis and plant nutrition. Soil Science 52. 1941.
- 5a. Ebermayer: Die gesamte Lehre von der Waldstreu. Berlin. 1888.
6. Gäumann E.: Der Stoffhaushalt der Buche im Laufe eines Jahres. Bericht der Schweiz. Bot. Gesell. 44. 1936.
7. Goodall D. W. and Gregory F. C.: Chemical composition of plants as an index of their nutritional status. Imp. Bur. Hort. Plantation. Crops and Malling, Kent. Tech. Commun. No. 17 1947.
8. Mc Hargue J. S. and Roy W. R.: Mineral and Nitrogen Content of the Leaves of some forest trees at different time in the growing season. Botanical gazette 94. 1932.
9. Heiberg S. O. Stone E. L. White: Potash and magnesium fertilization of young pine and spruce trees. Pamphlet published by the college of forestry. Syracuse. 10 N. Y. 1954.
10. Heiberg S. O. White: Potassium deficiency of reforested pine and spruce stands in northern New York. Soil Science Amer. Proc. 1951.
11. Leyton L.: The diagnosis of minimal deficiencies in forest crops. London. 1957. Seventh british Commonwealth Forestry Conference.
12. Leyton L. and K. A. Armeen: Mineral composition of the foliage in relation to the growth of Scotch pine. Forest Science.
13. Leyton L.: Mineral nutrient relationships of forest trees For. Bastr. 9. 1946.
14. Leyton L.: The relationship between the growth and mineral composition of the foliage of Japanese larch. Plant and Soil VII. No 2. 1956.
15. Leyton L.: The growth and mineral nutrition of spruce and pine in heatland plantations. Inst. Pap. Imp. Forestry Inst. Oxford. 1954.
16. Lundegårdh H.: Die Blattanalyse. Jena 1945.
17. H. Arens: Kann man in allen Fällen aus den Ergebnissen der Aschenanalyse Schlüsse auf Lebensfunktion der Pflanzen ziehen? Landw. Jahrbuch Bd. 82. S. 453. Berl. 1936.
18. Mitchell H.: Trends in the nitrogen, phosphorus, potassium and calcium content of the leaves of some forest trees during the growing season. Black Rock Forest Pap. I. 6. 1936.
19. Mitchell H. and Chandler R. F.: The nitrogen nutrition and growth of certain deciduous trees of northeastern United States. Black Rock For. Bull. No. 11. 1939.
20. Mitchell H. L.: The growth and nutrition of white pine (Pinus strobus) seedlings in cultures with varying nitrogen, phosphorus potassium and calcium. Black Rock Forest Bull. No. 9. 1939.
21. Müller K.: Aschenanalyse über den standortlich verschiedenen Mineralstoffgehalt der Fichtennadeln. Dissert. (Herm. Prinz Buckeburg) Tharandt 1934.
22. Nemeč A.: Untersuchungen über den Einfluss der Phosphorsäure -düngung auf das Wachstum und auf die Ernährung der Fichte in den Waldbaumschulen. Zeitschr. für Düng. Bodenkunde und Pflanzenernährung. Nr. 11. 1938.

23. Olsen C.: The mineral nitrogen and sugar content of beech leaves and beech leaf sap at various time, *comptes rendus des travaux due Laboratoire Carlsberg (serie chimique) Compehagne* 26/5. 1948.
23. a. Ramann E.: Die zeitlich verschiedene Nährstoffaufnahme der Waldbäume und ihre praktische Bedeutung für Düngung und Waldbau. *Zeitschr. f. Forst und Jagdwesen*. 1911.
24. Scharrer K. und Lemme: Untersuchungen über die Brauchbarkeit der Blattanalyse von Lundegardh zur Ermittlung des Düngebedürfnisse II. Teil Pflanzenernährung. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart, 1955.
24. a. Scheffer-Welte: Lehrbuch der Agrikulturchemie und Bodenkunde, II. Teil. Pflanzenernährung. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart, 1955.
25. Schlichting: Bemerkungen zur Ausdeutung von Blattanalysen. *Plant and Soil*. Januar 1955.
26. Schönnamsgrubner H.: Studien über den Phosphathaushalt von jungen Holzpflanzen insbesondere von Pappeln. Stuttgart 1955.
27. Steenbjerg F.: Manuring, plant production and the chemical composition of the plant. *Plant and Soil*. 5. S. 226. 1954.
28. Steenbjerg F.: Yield curves and chemical plant analysis. *Plant and Soil*. Nr. 3. 1951.
29. Süchting, Jessen and Maurmann: Untersuchungen über die Ernährungsverhältnisse des Waldes. II. Ueber Nährstoffaufnahme und Nährstoffwanderung in den Organen bei Nadelhölzern. *Bodenkunde u. Pflanzenern.* 5. 1937.
29. a. Süchting H.: Ueber die Wirkung des löslichen (reaktionsfähigen) zweier Waldböden auf die Kiefer. *Z. f. Pflanzenern. Düng. u. Bodenkunde* Bd. 42 (87) 1948. S. 193—218.
30. Tamm C. O.: Seasonal Variation in Composition of Birch leaves. *Physiologia Plantarum*. Vol. 4. 1951.
31. Tamm C. O.: Seasonal Variation in the Nutrient Content of Conifer Needles. *Medd. Statens Skogsforskningsinstitut* 46/III. Stockholm 1956.
32. Tamm C. O.: The effects of supply of plant nutrient to a forest stand on a poor site. *Medd. fran Statens Skogsfor. Inst.* 46/III. Stockholm 1956.
33. Tamm C. O.: The effect of supply of potassium and phosphorus to a poor stand on drained peat. 46/4. 1956. *Medd. Statens Skogsf. Inst.* Stockholm. 1956.
33. a. Thémilitz R.: Bewertung von Bodenanalysen zur Beurteilung forstlich genutzter Standorte. *Pflanzenern. Düng. u. Bodenk.* 61 (106) 1953. S. 65.
34. Thémilitz R.: Zur Phosphorsäuredüngung junger Forstpflanzen. *Die Phosphorsäure*. Bd. 18. Folge 4/5. Tellus Verlag. Essen 1958.
35. Thémilitz R.: Der Einfluss einer Phosphatdüngung auf den Nährstoffgehalt der Nadeln bzw. Blätter verschiedener Holzpflanzen auf gleichem Standort und die Eignung des Thomasphosphates zur Manganversorgung von Nadelholzsämlingen. *Die Phosphorsäure*. Bd. 16. Folge 1/2. Essen 1956.
36. Thémilitz R.: Ein Beitrag zur Düngung in forstlichen Pflanzengärten — Beobachtungen zum Kalk-Kali-Antagonismus bei jungen Nadelholzpflanzen. *Kali-Briefe*, Fachgebiet 6. Folge 1. 1958.
37. Thémilitz R.: Untersuchungen zur Nährstoffwanderung in einem Heideboden und Nährstoffdynamik junger Kiefern (*Pin. silv.*). *Kali-Briefe*, Fachgebiet 6. Folge 2. September 1958.
38. Thomas W.: Present statut of diagnosis of mineral requirement of plants by means of leaf analysis. *Soil. Sc.* 59. 1945.
39. Ulrich: Plant analysis as a diagnostic procedure. *Soil. Science*. Nr. 55. 1943.
40. Van Goor G. P.: Groerimmingen bij de Japane lariks ten gevolge van kalkbestimmestingen. *Ned. Boschbeuwk. Tijdschr.* 25. 1953.
41. Van Goor G. P.: The influence of nitrogen on the growth of Japanese larch. *Plant and Soil*. 5. 1953.
42. Van Goor G. P.: Greei en greeiplaates van de Japane lariks. *Ned. Boschbouw. Tijdschr.* 26. 1954.
43. Van Goor G. P.: Kaligebrek als oorzaak van gelerpuntziekte van groveden (*Pin. silv.*) en corsicanse den (*Pinus nigra var. cors.*) *Nederl. Boschb.* — *Tijdschr.* 28. 21—31. 1956.

44. Wehrmann J.: Die Stickstoffgehalte von Fichtennadeln in Abhängigkeit von der Stickstoffversorgung der Bäume. Forstwiss. Hochschultagung in München. 1956.
45. Wehrmann J.: Mineralstoffernährung von Kiefernbeständen (Pin. silv.) in Bayern. Pflanzenern. Düng. u. Bodenk. Bd. 89 (129). 1959. S. 271—279.
46. Wehrmann J.: Methodische Untersuchungen zur Durchführung von Nadelanalysen in Kiefernbestände. Forstw. Cbl. Nr. 3/4. S. 79—97. Hamburg 1959.
46. a. Wittich W.: Natur und Ertragsfähigkeit der Sandböden im Gebiet des norddeutschen Diluviums. Z. f. Jagd und Forstwesen. 1942. 1—42.
46. b. Wittich W.: Stand und Aussichten der forstlichen Düngung. Die Phosphorsäure, 17. Essen 1957. Tellus-Verlag.
47. Wittich W.: Auswertung eines forstlichen Düngungsversuches auf einem Standort mit für weite Gebiete Deutschlands typischem Nährstoffhaushalt. Ruhrstickstoff A. G. Bochum. 1958.
48. Wittich W.: Bodenkundliche und pflanzenphysiologische Grundlagen der mineralischen Düngung im Walde und Möglichkeiten für die Ermittlung des Nährstoffbedarfes. A. F. Z. Nr. 10. 1958.
49. Viro P. Y.: Fertilisation trials an forest soil. Comm. Inst. Forest Fennl. No. 37/7. Helsinki 1950.
50. Cepel N.: Untersuchungen über die jahreszeitlichen Schwankungen mancher Nährelementen in Assimilationsorganen von Buche, Eiche, Tanne und Schwarzkiefer (Diss.) Istanbul. Revue de la Faculté des Science Forest de l'Université d'Istanbul. Terme 8. Fasciculecl. 1958.
51. White D.: Variation in the Nitrogen, Phosphorus and Potassium Contents of Pine Needles with Season, Crown Position and Sample Treatment. Soil Science Society of America Proceedings. Vol. 18. No. 3. July 1954.
52. Zöttl H.: Ein Vergleich zwischen Ammoniakgas und Stickstoffsalz- Düngung in Kiefern und Fichtenbeständen Bayerns. Forstw. Cbl. 77. Jg. No. 1/2. S. 1—64. 1958.

SADRŽAJ

	Strana
PREDGOVOR	5
Uvod	7
Ogled sa đubrenjem u šumskoj upravi Kattenbühl	10
Stanišne prilike	10
Postavljanje oglada	11
Primijenjene analitičke metode	11
Prethodna istraživanja sadržaja hranjivih materija u iglicama iz raznih dijelova kruna	12
Istraživanje iglica smrče sa ogledne površine i iz botaničke bašte	12
Težina iglica u zavisnosti od godišnjeg doba i đubrenja	14
Visinski prirast	17
Sadržaj azota	17
Sadržaj fosfora	22
Sadržaj kalija	30
Sadržaj magnezija	34
Sadržaj kalcija	34
Sadržaj mangana	36
Uzroci depresije sadržaja kalija u julu	36
Odnos hranjivih elemenata jednih prema drugim	39
Istraživanje iglica bijelog bora iz oglada Kattenbühl	41
Težina iglica	41
Sadržaj azota	45
Sadržaj fosfora	49
Sadržaj kalija	55
Sadržaj kalcija	58
Sadržaj magnezija	61
Sadržaj mangana	61
Godišnja kolebanja svih hranjivih elemenata	64
Odnos hranjivih elemenata međusobno	67
Zaključak	67
Zusammenfassung	70
Literatura	73