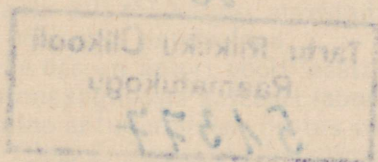


V. RITSLAID

**EESTI NSV  
KIKKAPUUDE  
GUTAPERTŠI-  
SISALDUSE  
UURIMINE**

V. RITSLAID  
Tartu Riikliku Ülikooli dotsent

EESTI NSV KIKKAPUUDE  
GUTAPERTŠISISALDUSE  
UURIMINE



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS  
TALLINN 1961

2

Tartu Riikliku Ülikooli  
Raamatukogu  
51377

~~ARHIIVKOGU~~

## Eessõna

Käesolev teaduslik uurimistöö kikkapuude (*Evonymus*) gutapertšisisalduse kohta on esimene sellelaadiline töö Eesti NSV-s. Töö teostamisele asuti selleks, et selgitada kikkapuuliikide kultiveerimise ja ekspluateerimise otstarbekust Eesti NSV-s ning võimalusi NSV Liidu gutapertši tootmise toorainebaasi suurendamiseks Eesti NSV kikkapuude arvel.

Kikkapuude juurte kooses leiduv heade tehniliste omadustega produkt — gutapertš — on üsna raskesti uuritav aine. Seda asjaolu tuli töö käigus arvestada ja leppida ka töösse jäävate võimalike puudustega.

Töö katseline osa on autori poolt teostatud Tartu Riikliku Ülikooli farmakognoosia kateedri laboratooriumis.

Töö teostamine antud ulatuses osutus võimalikuks tänu Tartu Riikliku Ülikooli juhtkonna igakülgsele abile. Suurt kaasabi osutasid ka Saaremaa, Valga, Võru jt. Eesti NSV metsamajandid, eriti kohapeal uurimisobjekti selgitamisel ja katsematerjali kogumisel.

Uurimistöö annab esialgse ülevaate Eesti NSV kikkapuude gutapertšisisalduse kohta. Töö käigus osutus võimalikuks täpsustada kikkapuude areaali Eesti NSV-s ja üldse nõukogude Baltikumis. Uurimistöö autor on arvamusel, et tal on õnnestunud mõningal määral täiendada kikkapuude gutapertšisisalduse määramise meetodikat.

Töö käigus osutatud abi eest avaldab autor tänu töö juhendajale akadeemik professor A. Tomingale, dotsent J. Tammeorule, dotsent A. Sossile, vanemõpetaja U. Merestele ja teistele.

Autor vahetab asjast huvitatutega meelsasti informatsiooni aadressil Eesti Riiklik Kirjastus või Tartu Riiklik Ülikool.

*Detsember 1958*

*Autor*

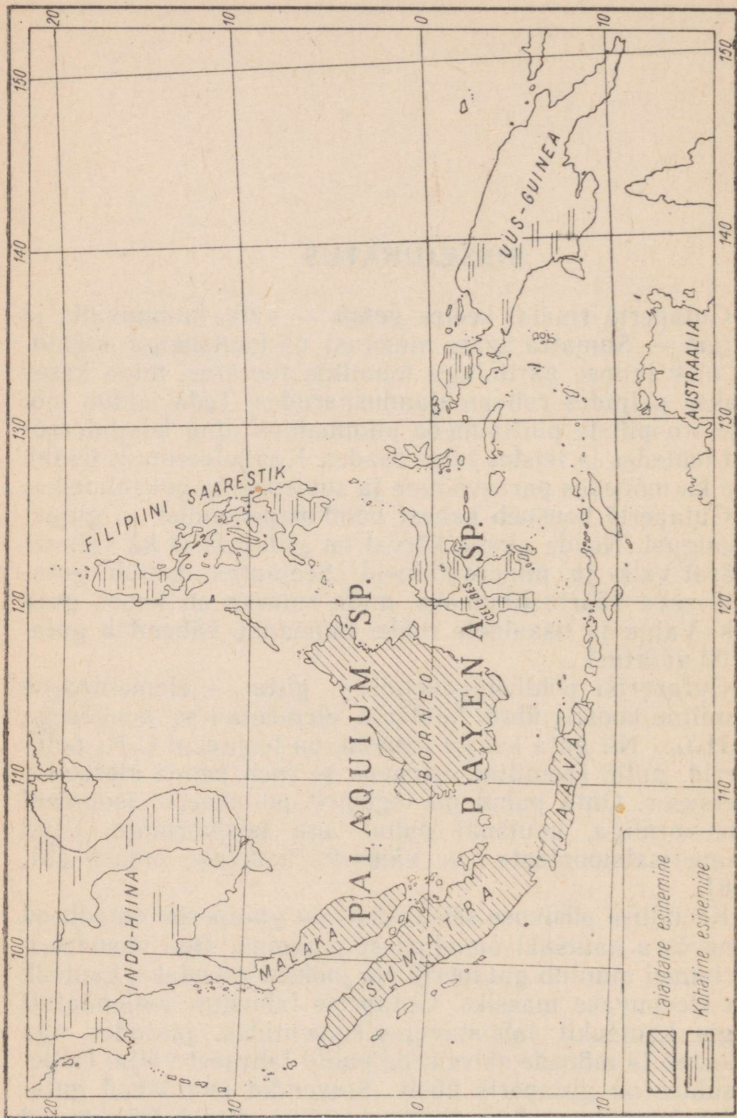
## SISSEJUHATUS

Gutapertš (malai keeles *ġetah* — vaik, kummivaik, ja *pěrtjah* — Sumatra saare nimetus) on kautšukiga suguluses olev taimse päritoluga tehniline tooraine, mida kasutatakse paljudes rahvamajandusharudes. Teda leidub mõnede troopiliste puittaimede piimmahlas ning koaguleerunult lehtedes ja teistes taimeosades. Koaguleerunult leidub teda ka mõnedes parasvöötme ja subtroopika puittaimedes.

Gutapertš koosneb kahest põhikomponendist — gutast ja vaigust. Nende ainete kõrval on gutapertšis ka vähesel määral valk- ja mineraalaineid. Seejuures osutub gutapertš seda väärtuslikumaks, mida suurem on temas guta hulk. Vaigu ja lisaainete rohke esinemine vähendab gutapertši väärtust.

Gutapertši põhikomponendi — guta — elementaarne keemiline koostis ühtib kautšuki elementaarse koostisega  $(C_5H_8)_n$ . Nii guta kui ka kautšuk on isopreeni  $C_5H_8$  polümeerid, mille keemiline erinevus seisneb nende stereoisoomeersuses. Guta puhul on tegemist polümeerse isopreeni trans-vormiga, kautšuki puhul aga tsis-vormiga. Guta polümerisatsiooniasete on väiksem kautšuki omast [31, lk. 8].

Keemilise püsivuse seisukohalt on gutapertši omadused mõnevõrra kautšuki omadustest paremad. Öhu oksüdeerival toimel muutub gutapertš aja jooksul rabedaks, kautšuk aga kleepuvaks massiks. Gutapertš lahustub soojendatult kõigis kautšukit lahustavates solventides, jahtudes aga sadestub ta mõnede solventide puhul lahusest välja. Hapete suhtes on gutapertš püsiv. Solvendid avaldavad gutapertši komponentidele erinevat mõju. Gutat lahustavad kloroform, väävelsüsinik, bensool jt. Vaiku lahustavad atsetoon, etüülalkohol ja kloroform. Guta ja vaigu erineval



Joon. 1. Gutapertšipuude (*Palaquium*'i ja *Payena*) liikide levik Kagu-Aasias.

lahustumisel solventides põhinevadki taimede gutapertšisisalduse määramise meetodid.

Gutapertš on parem elektrivoolu isolaator kui kautšuk. Ka mõned tema teised füüsikalised ning mehaanilised omadused on kautšuki omadustega võrreldes paremad. Temperatuuril üle 35—45°C muutub gutapertš pehmeks ja plastiliseks vormitavaks massiks. Temperatuuril üle 135°C algab tema lagunemine. Vees püsib gutapertš väga pikka aega muutumatult. Ta ei ole hügrokoopne ega ima praktiliselt üldse vett.

Kirjandusandmeist selgub, et gutapertši kasutatakse nii puhtalt kui ka segus teiste ainetega. Gutapertši ning kautšuki segu tuntakse para-guta ja gutapertši ning teatavate naftafraktsioonide segu k-guta nimetuse all. Gutapertši kasutatakse ka vulkaniseeritult.

Gutapertši on kasutatud allveekaablite isolatsioonimaterjalina, keemiatööstuse seadmete ja kirurgiliste aparaatide ning instrumentide materjalina, sünteetilisest kautšukist eboniidi tootmisel [31, lk. 10] ja mujal.

Meditšiinis kasutatakse kaasajal gutapertši õhukese paberina *guttapercha lamellata* ja pulgakestena *guttapercha in bacillis* nimetuse all [3, lk. 173].

Sünteetiliste materjalide kõrval pakub gutapertš ka praegu huvi tehnilise materjalina.

Gutapertši tootmise esimesteks allikateks olid troopika- maades — Indoneesias, Tais, Birmas, Vietnamis — kasvavad sugukonna *Sapotaceae* perekondade *Palaquium* ja *Payena* puu- ja põõsakujulised liigid. Gutapertši sisaldab nende taimede koore ja lehtede piimmahlakäikudes leiduv piimmahl [31, lk. 40 ja 41].

Kesk- ja Lääne-Hiinas esineb gutapertši sisaldav ja tema tootmise allikaks olev sugukonna *Eucommiaceae* ainus esindaja *Eucommia ulmoides* L. (eukommia). Selle puittaimede lehtedes ja tüve, okste ning juurte kooses paikneb gutapertš rohketes üksteisest eraldatud gutapertšimahutites [31, lk. 31—35]. NSV Liidus on eukommia kasvatamist katsetatud Krimmis, Kaukaasias ja Lõuna-Ukrainas [11, lk. 5].

Eeltoodud gutapertšiallikad, esmajoones Indoneesia gutapertšitaimed, andsid veel kuni käesoleva sajandi kolmekümnendate aastate alguseni maailmaturule peamise hulga kogu toodetavast gutapertšist. Euroopasse toodi esimesed gutapertšiproovid Ida-Indiast 1656. aastal [11, lk.

5]. Kasutama hakati teda aga alles kakssada aastat hiljem, s. o. XIX sajandi keskpaiku.

1931. aastal avastas Nõukogude Liidu teadlane G. G. Bosse kautšukit ja gutapertši sisaldavate taimede leidmise eesmärgil korraldatud NSV Liidu floora analüüsimisel, et gutapertši leidub märgataval hulgal *Celastraceae* (kikkapuuliste) sugukonda kuuluvate *Evonymus europaea* L. (harilik kikkapuu) ja *Evonymus japonica* L. (jaapani kikkapuu) juurekooses. Selgus ka, et gutapertši leidub *Evonymus verrucosa* Scop. (naastune kikkapuu) juurekooses [9, lk. 129; 11, lk. 6].<sup>1</sup>

Kikkapuuliikides sisaldub gutapertš peamiselt juurekoore ja väiksemal määral ka varrekoore vastavates üksteisest eraldatud gutapertšimahutites. Väga piiratult leidub gutapertši ka kikkapuude lehtedes rakkude eritusproduktina [9, lk. 127]. Kikkapuude gutapertšisisaldust iseloomustab tabel 1 [11, lk. 7].

Tabel 1

Jrk. nr.	Liigi nimetus	Juurekooses		Varrekooses		Lehtedes	
		Guta %	Vaik %	Guta %	Vaik %	Guta %	Vaik %
1.	<i>Evonymus verrucosa</i> Scop. (naastune kikkapuu)	10,8	4,4	2,69	5,1	0,75	4,69
2.	<i>Evonymus europaea</i> L. (harilik kikkapuu)	8,9	5,8	2,1	5,2	2,1	6,3
3.	<i>Evonymus japonica</i> L. (jaapani kikkapuu)	7,3	3,4	2,2	2,0	1,0	4,5
4.	<i>Evonymus latifolia</i> Mill. (laialehine kikkapuu)	6,0	4,5	3,4	5,3	1,7	5,3
5.	<i>Evonymus nana</i> M. B. (väike kikkapuu)	1,3	4,3	2,3	3,5	1,4	5,4

Täpsustades kautšukit ja gutapertši sisaldavate taimede mõistet, klassifitseerisid M. M. Iljin ja P. A. Jakimov *Evonymus*'e liigid Indoneesia gutapertšipuude — *Palaquium*'i liikide — kõrval esimesse kautšuki- ja gutapertšitaimede rühma, kus taimeosades leidub gutapertši või kaut-

<sup>1</sup> Vanemas kirjanduses nimetatakse kikkapuid ka sajakooretteks.

šukit üle 10% vastava taimeosa kuivkaalust. Need on nn. efektiivsed kautšuki- ja gutapertšitaimed, millest tööstus on kaasajal huvitatud. Teise rühma koondati potentsiaalselt perspektiivsed kautšuki- ja gutapertšitaimed, milles kõnealuseid aineid on 5—10%. Nende taimeliikide vastu võib tööstusel huvi tekkida edaspidi. Kolmandasse rühma eraldati perspektiivsed kautšuki- ja gutapertšitaimed, mille gutapertši- või kautšukisisaldus on 1—5% [9, lk. 61—62].

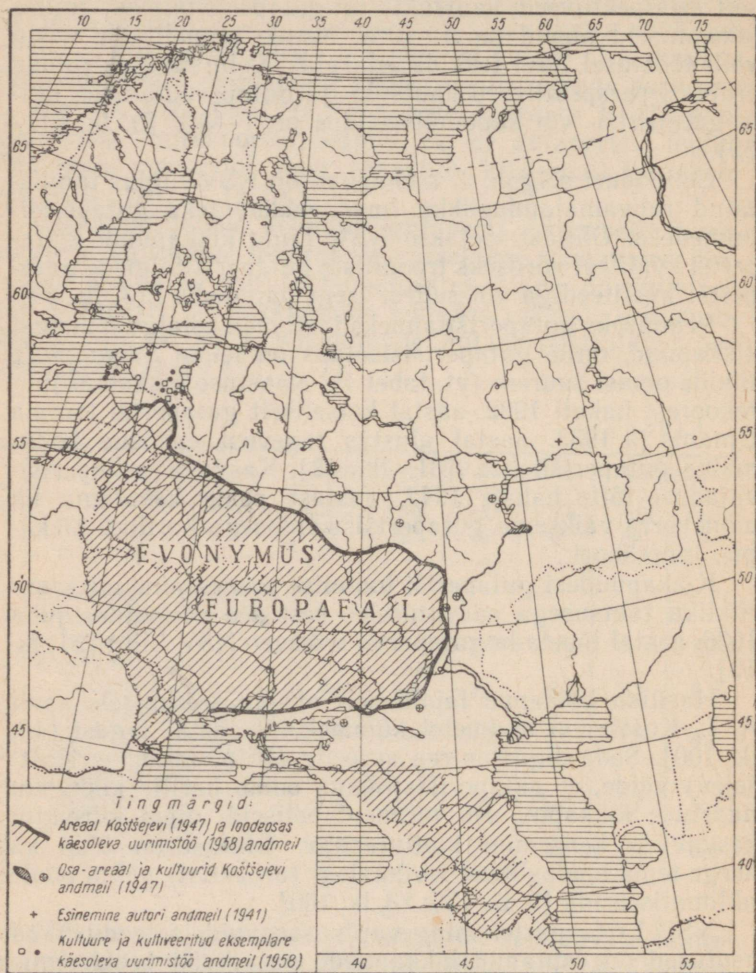
Eeltoodust selgub, et kikkapuud on NSV Liidus tunnistatud rahvamajanduslikku huvi pakkuvateks gutapertšitaimedeks. Ühtlasi loetakse NSV Liidu kikkapuude gutapertši kvaliteet võrdseks troopiliste gutapertšitaimede gutapertši kvaliteediga või sellest isegi paremaks [13, lk. 99].

Peamiseks gutapertšitaimeks loeti meil esialgu naastust kikkapuud, mille gutapertšisisaldus on teiste *Evonymus*'e liikide omast suurem (vt. tabel 1). Naastuse kikkapuu juurekoorest hakati 1932. aastal katseliselt gutapertši tootma Umanis ja 1933. aastal alustas tegevust esimene kodumaine gutapertšitehas [31, lk. 12]. Kasvava gutapertšivajaduse tõttu hakati 1942. aastast peale kasutama ka mõnevõrra väiksema gutapertšisisaldusega hariliku kikkapuu juurekoort.

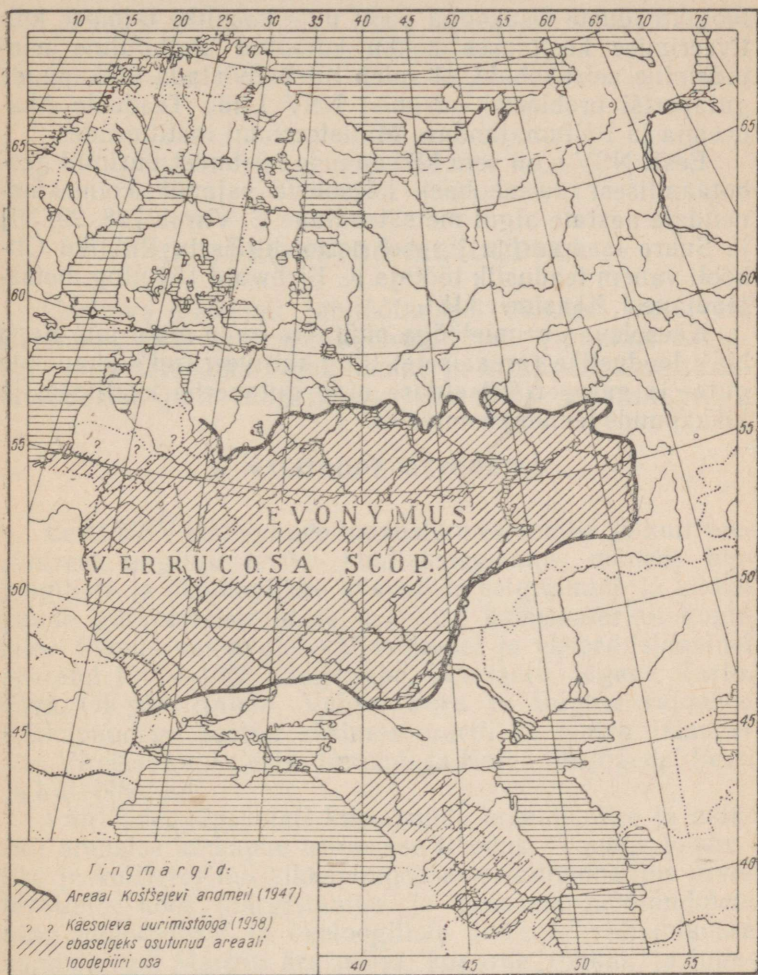
Kikkapuudest gutapertši tootmise arendamine oli suureriikliku tähtsusega saavutuseks, sest see võimaldas juba 1936. aastal lõpetada gutapertši sisseveo NSV Liitu [31, lk. 12].

Hariliku kikkapuu laialdasele ekspluaterimisele asuti A. L. Koštšjejevi andmetel kümmekond aastat tagasi [13, lk. 100]. Seda õigustas rea autorite (Iljin, Jakimov, Koštšjejev) väide, et gutapertšiallikana omab harilik kikkapuu naastuse kikkapuu ees mitmeid eeliseid, olles kiiremini kasvav ja kergemini kultiveeritav. Ühtlasi on teda ka kerge tema looduslikust levikualast (areaalist) põhja poole aklimatiseerida [9, lk. 135; 13, lk. 100].

NSV Liidu partei- ning valitsusorganid ja teaduslikud asutused on osutanud kikkapuude gutapertši probleemile suurt tähelepanu. Vastavate teaduslike uurimistöödega on selgitatud kikkapuude gutapertšisisaldust ja gutapertši määramise metoodikat, on uuritud kikkapuuliikide areaali ja kultiveerimise ning gutapertši rahvamajanduses kasutamise küsimusi [22, lk. 5—10; 23, lk. 5—10]. Senised uurimistööd on hõlmanud NSV Liidu Euroopa-osa lääne- ja



Joon. 2. Hariliku kikkapuu (*Evonymus europaea* L.) areaal NSV Liidu Euroopa-osas.



Joon. 3. Naastuse kikkapuu (*Evonymus verrucosa* Scop.) areaal NSV Liidu Euroopa-osas.

keskrajoone, Krimmi, Kaukaasiat ja Kaug-Ida [23, lk. 8; 27].

1956. aastal asus NSV Liidu Teaduste Akadeemia Bioloogiateaduste Osakonna poolt uute kasulike taimede kultiveerimise küsimuses kokku kutsutud üleliiduline nõupidamine seisukohale, et tuleb intensiivistada kikkapuude gutapertši probleemi uurimist NSV Liidu Teaduste Akadeemia ja Põllumajanduse Ministeeriumi instituutides.

Eesti NSV-s on seni kikkapuude küsimust uurinud geobotaanilisest seisukohast käesoleva sajandi kolmekümnendate aastate algul metsateadlane E. Viirok [28, 29, 30] ja Suure Isamaasõja järgsel perioodil Tartu Riikliku Ülikooli vanem teaduslik töötaja K. Eichwald [5] ning metsateadlane J. Laasimer [18].

Käesoleva uurimistööga püütakse anda materjale Eesti NSV looduslike (areaalsete) ning kultiveeritud kikkapuude guta- ja gutapertšisisalduse ning gutapertši kvaliteedi ja kikkapuude leviku küsimustes.

## I. UURIMISTÖÖ METOODIKA

Uuritava materjali läbitöötamisel kasutati vastavaid kirjandusallikaid; toimus katsematerjali kogumine kohtadel, katsemetoodika kujundamine ja kikkapuupõsaste individuaalse guta- ning gutapertšisisalduse määramine.

### A. VÄLITÖÖDE METOODIKA

Eesti NSV kikkapuude loodusliku esinemise ja kultiveerimisest tingitud leviku kindlakstegemine, mõnede bioloogiliste ja ökoloogiliste küsimuste selgitamine ja kikkapuude gutapertšisisalduse uurimise katsematerjali kogumine toimus vastavatel väljasõitudel ja ekspeditsioonidel aastatel 1955—1958 Kingissepa, Orissaare, Jõgeva, Tartu, Elva, Otepää, Antsla, Valga, Võru ja Räpina rajoonis. Kikkapuudega seotud küsimusi uuriti ka Koiva (Gauja) jõel Virešist kuni Cēsise linnani ja Koiva lisajõgedel Eesti ja Läti NSV-s.<sup>1</sup>

Välitöödel täpsustati kikkapuude areaali piire ja määrati areaalse kikkapuu esinemise tihedust. Toimus looduslike ja kultiveeritud kikkapuupõsaste individuaalne arvelevõtmine koos märgistamise ja põsaste mõõtandmete ning bioloogiliste ja ökoloogiliste andmete välivihikusse kandmisega. Märgiti ära põosa kuparde rohkus ja tugevus, generatiivse ja vegetatiivse uuendumise olukord,

---

<sup>1</sup> Ekspeditsioonide ettevalmistamisel ja teostamisel abistasid autorit TRÜ farmakognoosia kateedri töötajad, EPA Metsandusteaduskonna üliõpilased V. Lehtsalu ja T. Frey, geograaf K. Kirt, botaanik J. Eilart, vanemmetsaülem V. Kokk, metsnik B. Lemming jt. Käesolevaga avaldab autor neile tänu.

keskkonna roht- ja puittaimestik ning pinnase omadused. Kikkapuude areaalil Mustjõe lammil moodustati liigi kasvutingimuste uurimiseks kaks katseala kokku 11 proovitükiga, millede üldsuurus oli 0,40 hektarit. Proovitükkidel tehti sügavkaeveid ja võeti puuriga mullaproove. Määrati mulla profiil, universaalindikaatoriga pH, 10% HCl abil keemine ja anti mulla kirjeldus. Samu andmeid koguti Koiva jõel. Arvelevõetud põõsastelt võeti nende individuaalse gutapertšisisalduse uurimiseks juurekooreproove. Seejuures välditi proovide võtmist juurekaelast kuni 20 cm kaugusel olevast juureosast, sest see piirkond on varre- ja juurekoore omaduste ülemineku tsooniks. Koor eraldati juurelt ja kuivatati varjulises kohas.

## B. LABORATOORSETE TÖÖDE METOODIKA

Välitöödel kogutud kooreproovid töötati läbi osaliselt visuaalselt ja põhiliselt nefelomeetriliselt ning kvantitatiivse analüüsi teel.

Arvestades kikkapuude juurekoores leiduva orgaanilise aine — gutapertši — ebatavalisust ja tema määramise keerukust ning isegi ebamäärasust, analüüsiti ja katsetati guta ja gutapertši määramise otstarbekaima meetodi väljaselgitamiseks seni kasutatud meetodeid: I. D. Jurkevitsi, R. F. Kudaševa ja B. A. Šuhhobodski poolt käsitletud mikrokeemilist jodeerimismeetodit [11, lk. 123—126; 16, lk. 15—24; 27, lk. 14], R. F. Kudaševa poolt välja töötatud visuaalset rebestamismeetodit [16, lk. 8—14], N. G. Domani poolt välja töötatud nefelomeetrilist meetodit [4, lk. 335—339] ja I. D. Jurkevitsi ning B. A. Šuhhobodski poolt rakendatud kvantitatiivse analüüsi meetodeid [11, lk. 122—123; 27, lk. 20—21].

### Guta määramise rebestamismeetod

Kikkapuude gutasisalduse määramise visuaalne rebestamismeetod seisab selles, et uuritava juurekoore proov murtakse ristsuunas katki, tükid rebestatakse lahti ning tõmmatakse teineteisest eemale. Kooretükikeste vahelkohal tulevad siis nähtavale koaguleerunud guta niidid. Nendetiheiduse võrdlemine vastavate eksperimentaalselt koostatud skaaladega võimaldab määrata koore ligikaudse guta-



Joon. 4. Mustjõe kaldavõsa, milles leidub hariliku kikkapuu (*Evonymus europaea* L.) põõsaid.



Joon. 5. Koore eraldamine kikkapuu juurelt.

sisalduse. Seda meetodit rakendati kirjeldatavas uurimistöös esialgsete gutasisalduse andmete saamisel ca  $\frac{1}{2}$  katsematerjali kohta.

## Guta määramise mikrokeemiline jodeerimismeetod

Kikkapuude gutasisalduse määramise mikrokeemiline jodeerimismeetod põhineb kikkapuu juurekoore ristlõigu värvimisel ja mikroskoopilisel vaatlemisel. Seejuures määratakse vastavate skaalade abil muust osast erinevalt värvunud gutamahutite ja koore üldpinna protsentuaalne suhe. Koore ristlõik jodeeritakse mikroskoobi alusklaasil mõne tilga 5% joodtinktuuriga. Lõik kaetakse katteklaasiga ja teostatakse kohe vaatlus. Gutamahutid on seejuures nähtavad kollaste või oranžide täpikestena. Värvus muutub aga kiiresti tumedaks.

Vaatlustingimuste parandamiseks kasutatakse preparaadi täiendavat töötlemist 8—10-protsendilise naatriumtiosulfaadi (hüposulfiiti) lahusega, mille tulemusel joodist värvunud tärklis muutub värvusetuks, gutamahutid aga jäävad mustaks.

Mikrokeemilist jodeerimismeetodit katsetati käesoleva töö käigus, kuid ebatäpsuse tõttu teda määramisteks ei kasutatud.

## Guta määramise nefelomeetriline meetod

Käesolevas töös rakendatud kikkapuude gutasisalduse määramise nefelomeetrilise meetodi aluseks oli N. G. Domani poolt [4, lk. 335—339] J. Bonneri ja A. Arrequini seisukohtade põhjal välja töötatud nefelomeetriline mikromeetod guta ja kautšuki kvantitatiivseks määramiseks taimedes. Selle meetodi puhul hägustatakse guta bensoollahus metanooli abil. Hägususe intensiivsus võimaldab kaudsel teel kindlaks teha guta kontsentratsiooni nefelomeetritavas lahuses ja seega ka guta protsendi katsematerjalis. Hägususe intensiivsuse määramiseks kasutas N. G. Doman harilikku astmelist kolorimeetrit, mida nefelomeetritesteks vaatlusteks täiendati vastava seadeldisega. N. G. Doman kasutas ka rekonstrueeritud elektrokolorimeeter-nefelomeetrit.

Nefelomeetrimiseks ette valmistatud lahuse hägususe

intensiivsust määras Doman 2 korda — 5 ja 60 minutit pärast guta bensoollahuse ja metanooli kokkuvalamist. Guta kontsentratsioon vastavas lahuses määrati seejuures gradueeritud kõvera abil, mis valmistati standardlahuste nefelomeetriliste vaatluste andmetel.

N. G. Doman käsitleb põhjalikult nefelomeetrimist häirivaid tegureid ja rõhutab, et kõigi proovide nefelomeetrimisel tuleb kindlustada võimalikult ühesugused tingimused.

Käesoleva töö käigus tutvuti kodumaise kolorimeeter-nefelomeetriga K-235, nefelomeetriga HΦM, fotoelektrilise mikrokolorimeeter-nefelomeetriga ФЭК-Н-54 ja Saksa Demokraatlikus Vabariigis toodetava Pulfrichi fotomeetriga. Guta nefelomeetriliseks määramiseks kikkapuu juurekoos valiti nendest fotoelektriline mikrokolorimeeter-nefelomeeter ФЭК-Н-54, mida eelistati tema suurema täpsuse ja kergema käsitsetavuse pärast.

Fotoelektrilist kolorimeeter-nefelomeetrit ФЭК-Н-54 kasutades tehti 5 pöosa katsematerjaliga eelkatse, mille tulemused on koondatud tabelisse 2.

Tabel 2

Näitajad	Pöosa nr.				
	8/Kuus-nõmme	15/Kuus-nõmme	31/Mustjõe	32/Mustjõe	35/Mustjõe
Guta protsent eri proovidel	8,8 7,1	8,8 7,0	12,1 10,3	3,7 3,2	8,8 6,6
Keskmine guta protsent	7,9	7,9	11,2	3,5	7,7

Kolme pöosa osas nefelomeetriliselt ja ekstrakti kaalumiseega ekstraheerimismeetodil määratud gutasisalduse andmed on esitatud tabelis 3.

Selgub, et nefelomeetriline meetod on kasutatav orienteerivate andmete saamiseks katsematerjali kohta.

N. G. Domani poolt välja töötatud nefelomeetrilise mikromeetodi alusel ja eelkatsete teostamisel saadud kogemuste põhjal rakendati käesolevas töös järgmist guta nefelomeetrilise määramise metoodikat.

Kooreproovid eri pöösaste gutasisalduse uurimiseks

Põõsa nr.	Guta protsent nefelomeetrilisel määramisel		Guta protsent kvantitatiivsel analüüsil	
	Eri proovidel	Keskmine	Eri proovidel	Keskmine
8/Kuusnõmme	8,8 7,1	7,9	10,1 10,1	10,1
15/Kuusnõmme	8,8 7,0	7,9	7,6 7,3	7,5
18/Sõrve	9,2 9,8	9,5	10,5 10,7	10,6

võeti keskmise jämedusega juurtelt.<sup>1</sup> Toakuiv koor lõigati ca 1 mm pikkusteks tükikesteks ja uhmerdati. Kaaluti 2 proovi à 0,100—0,300 g kaalumistäpsusega  $\pm 0,0005$  g. Proovid pakiti filterpaberist pakenditesse. Paberi suurus oli  $55 \times 65$  mm. Pakid asetati püstjahutiga varustatud kolbi, millesse valati iga grammi katsematerjali kohta 75 ml atsetooni. Katsematerjali keedeti atsetoonis 1 tunni vältel, mille järel kõrvaldati atsetoon koos selles lahustunud ainetega. Atsetoonis lahustuvate ainete väljaleotamist korrati samal viisil veel kaks korda. Seejärel kuivatati pakid toakuivaks, niisutati iga pakki 0,4 ml kloroformiga ja kuivatati pakkidest kloroform välja. Seejärel toimus neljandat korda atsetoonis lahustuvate ainete väljaleotamine.

Toakuivaks kuivatatud pakid asetati igaüks eraldi katseklaasi, kusjuures pakendid eelnevalt rebestati. Igale pakile valati peale 10 ml bensooli. Katseklaasid korgistati ja asetati 4—5 tunniks loksutusmasinasse. Loksutuskiirus oli 80—84 lokset minutis.

Pärast seda katseklaasid avati ning koorematerjal ja pakenditükid lükati katseklaasi põhja. Katseklaasid korgistati uuesti ja hoiti püstseisus. Mõnetunnilise seismise järel langesid esialgu lahuses hõljunud katsematerjali osakesed põhja ja lahus oli nefelomeetrimiseks küllalt selge.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Juurte jämedusastmed on: peened kuni 5 mm; keskmised 5—20 mm; jämedad üle 20 mm [27, lk. 13].

<sup>2</sup> Mõned proovid tsentrifuugiti, kuid määramistulemustesse see muutusi ei toonud.

Hägustajana kasutati metanooli, millele lisati stabiliseerimiseks 0,02% trientanoolamiini ja 1% destilleeritud vett. Lahuste temperatuuri hoidmiseks 25°C piires kujundati veevannitermostaat.

Gradueeritud kõvera konstrueerimiseks valmistati standardsed guta bensoollahused, nagu on näidatud tabelis 4.

Tabel 4

Lahuse jrk. nr.	Guta kaal mg 10 ml bensoolis	Kontsentratsioon C	Lahuse jrk. nr.	Guta kaal mg 10 ml bensoolis	Kontsentratsioon C
1	1,0	0,005	6	5,0	0,025
2	1,5	0,0075	7	6,0	0,030
3	2,0	0,010	8	8,0	0,040
4	3,0	0,015	9	10,0	0,050
5	4,0	0,020	10	12,0	0,060

Guta bensoollahuse ja hägustaja suhteks valiti N. G. Domani järgi 2 : 5.

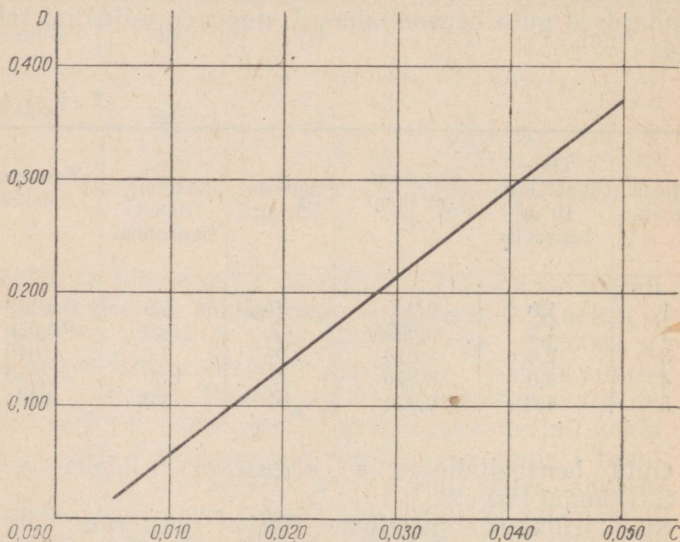
Standardlahuste nefelomeetrimisel katsetati valguskiirte 5-, 3- ja 1-millimeetrise teepikkusega küvettel. Nendest sobivaimaks osutus 1-millimeetrise teepikkusega küvett, mida rakendati analüüside teostamisel.

Eelkatsetamistel selgus, et hägu maksimum kujuneb ca 5. minutil pärast lahuste kokkuvalamist ja 15.—20. minutil algab hägu helvestumine. Nefelomeetrilisi lugemeid tehti seepärast alates 4.—5. minutist pärast komponentide kokkuvalamist. Guta bensoollahusele ja metanoolile eraldi ning samuti nende segule katseklaasis enne küvetti valamist kindlustati temperatuur 25°C nende hoidmisega eespool märgitud veevannitermostaadis.<sup>1</sup>

Nefelomeetrimisel määrati standardkontsentratsiooniga gutalahuste ja iga proovilahuse suhteline optiline tihedus (*D*) viie nefelomeetrilise vaatluse näitajate keskmise alusel.

<sup>1</sup> Nefelomeetrimise käigus selgus, et väikesemahuliste küvettide katsetevaheliseks pesemiseks on kõige sobivam kasutada bensooli ja etüüleetri segu vahekorras 1 : 1. Küvettide pesemisjärgseks kuivatamiseks suunati vaakumpumba abil õhuvool läbi küveti.

Saadud andmete varal joonestati gradueeritud kõver (joon. 6). Selle lineaarselt kulgev osa paikneb lahuste suhteliste optiliste tiheduste ( $D$ ) vahemikus 0,015—0,370 ning kontsentratsioonide ( $C$ ) vahemikus 0,005—0,050. Et



Joon. 6. Guta nefelomeetrilise määramise gradueeritud kõver.

madalamate kontsentratsioonide puhul on määramistäpsus väiksem, siis hoiduti kasutamast katsetulemusi suhtelise optilise tihedusega alla 0,150.

Selleks, et kindlustada mõõtmistulemuste langemist ülalmärgitud suhtelise optilise tiheduse ja kontsentratsiooni piiridesse, lahjendati suure kontsentratsiooniga katsetelahuseid enne hägustajaga kokkuvalamist kindlas vahekorras bensooliga. Seejuures säilitati guta bensoollahuse ja hägustaja suhe 2 : 5.

Katsematerjali protsentuaalne gutasisaldus määrati keskmise optilise tiheduse ( $D$ ) kaudu leitud kontsentratsiooni ( $C$ ) alusel, kusjuures kasutati töö käigus kujundatud empiirilist valemit

$$G = \frac{k \cdot C}{a} \cdot 100 [\%], \quad (1)$$

- kus  $G$  — guta protsent katsematerjalis,  
 $C$  — guta bensoollahuse kontsentratsioon,  
 $a$  — katsematerjali proovi kaal grammides,  
 $k$  — kontsentratsioonikoefitsient, mille väärtus ole-  
 neb guta bensoollahuse ( $\alpha$ ), sellele lahjenda-  
 miseks lisatud bensooli ( $\beta$ ) ja hägustaja ( $\gamma$ )  
 omavahelisest suhtest, nimelt:  
 suhte  $\alpha : \beta : \gamma = 2 : 0 : 5$  puhul  $k = 0,35$ ,  
 suhte  $\alpha : \beta : \gamma = 1 : 1 : 5$  puhul  $k = 0,70$ ,  
 suhte  $\alpha : \beta : \gamma = 0,5 : 1,5 : 5$  puhul  $k = 1,40$ .

Käsitletud nefelomeetrilise meetodi alusel töötati läbi kogu katsematerjal.

### Gutapertši määramise kvantitatiivse analüüsi meetodid

Vaatlusaluste põõsaste gutapertšisisalduse ja gutapertši kvaliteedi määramise meetodi valikul töötati läbi mitu kasutusel olevat kvantitatiivse keemilise analüüsi meetodit.<sup>1</sup> Tutvuti I. D. Jurkevitsi ja B. A. Šuhhobodski poolt täpsustatud gutapertši määramise meetoditega ning I. D. Jurkevitsi poolt refereeritud Ignatjevi, Bogomazi ja Spena meetoditega [11, lk. 122; 27, lk. 20].

I. D. Jurkevits kasutas katsematerjali ekstraheerimist veega, kloroformiga ja atsetooniga [11, lk. 122]. Ekstraheerimise ja külmleotuse üldaeg oli 7 ööpäeva. Koor kuivatati, proovide suurus oli 7—8 g ja analüüse korrati iga põõsa või variandi puhul viis korda [11, lk. 123].

B. A. Šuhhobodski kasutas Kaug-Ida kikkapuude uurimisel järgmist gutapertši määramise meetodit [27, lk. 20—21]. Umbes 1-millimeetrise läbimõõduga osakesteks tükeldatud analüüsimaterjalist võeti keskmine proov ja sellest kaaluti kaks 5—6-grammist kaalutist analüüsiks ning üks 2—3-grammine kaalutis niiskuse protsendi määramiseks. Niiskuse proov asetati tareeritud kaaluklaasi ja kuumutati temperatuuril 100—105°C püsikaaluni. Analüüsideks määratud kaalutised asetati ekstraheerimiseks eraldi kolmekihilisest filterpaberist valmistatud hülssidesse, kaeti pealt vatiga ning paigutati Soxhleti ekstraktorisse. Ekstrahee-

<sup>1</sup> Kvantitatiivse analüüsi meetodit nimetatakse kirjanduses [11, lk. 122; 27, lk. 20—21] ka makromeetodiks, kaaluliseks ja koguseliseks meetodiks.

rimise esimesel etapil kõrvaldati proovidest 1% HCl lahusega vees lahustuvad ained. Selle lahuse rakendamist põhjustas asjaolu, et see võimaldab lühendada vees lahustuvate ainete ekstraheerimise aega keskmiselt 30% võrra, s. o. 10—12 tunnilt 7—8 tunnile. Seejuures 1% HCl lahus ei avalda mõju edasise ekstraheerimise tulemustele. Ülevoolude arv oli 4 tunnis.

Vees lahustuvate ainete ekstraheerimise järel kuivatati hülss koos kaalutisega temperatuuril ca 40°C õhukuivaks ja edasi ekstraheeriti katsematerjali atsetooniga 7 tunni vältel, kusjuures ülevoolude arv oli 8—9 tunnis. Seejärel toimus kuivatamine ja kloroformiga ekstraheerimine, mis vältas 8 tundi. Ülevoolude arv oli 8—10 tunnis.

Ekstraktid filtreeriti läbi voltfiltrit tareeritud kolbidesse, kusjuures vaigu atsetoonlahus filtreeriti kuumalt. Kolbidest eraldati solvendid veevannil aurutamise teel. Tahke jääk kuivatati püsikuivaks temperatuuril 70—80°C.

Seda meetodit rakendati käesolevas töös seitsme põõsa uurimisel ja saadud tulemusi kasutati eri meetoditel saadud tulemuste võrdlemiseks.

## Väljatöötatud ja töös rakendatud gutapertši määramise kvantitatiivse analüüsi hulgimeetod

Käesoleva töö käigus ei rahuldanud meid kasutusel olevad gutapertši määramise kvantitatiivse analüüsi meetodid, sest nende kasutamine on seotud üsna suure ajakuluga. Seetõttu seadsime endale eesmärgiks välja töötada niisugune gutapertši määramise keemilise analüüsi meetod, mis võimaldaks varem rakendatud meetoditega võrreldes märgatavat aja kokkuhoidu ja oleks seega rakendatav hulgalise katsematerjali läbitöötamiseks.

Väiksemat ajakulu nõudva kvantitatiivse analüüsi meetodi otsimisel töötati läbi Ruškovski kuivjäägi kaalumisel põhinev meetod taimmaterjalides õlide määramiseks [10, lk. 259—260]. Gutapertši komponentide — guta ja vaigu — määramiseks kikkapuude juurekoos esinevate taotletud eelmärgitud meetodi põhiprintsiipi — ekstrakti kaalu määramist proovide kuivjäägi kaalude vahena. Seejuures ei nähtu teada olevatest kirjandusandmetest, et seda printsiipi oleks varem rakendatud gutapertši määramiseks taimmaterjalis.

Kuivjäägi kaalumisel põhineva kvantitatiivse analüüsi meetodi väljatöötamisel võeti aluseks B. A. Šuhhobodski poolt kasutatud kikkapuude juurekoore ekstraheerimise üldskeem järgmisel kujul: 1) katsematerjali proovidest leotatakse 1% HCl lahusega ekstraheerimise teel välja vees lahustuvad ained; 2) ekstraheeritakse atsetooni abil välja vaik ja 3) ekstraheeritakse kloroformi abil välja guta.

Ekstraheerimisel asetati suurde (500 cm<sup>3</sup>) Soxhleti ekstraktorisse 12—20 filterpaberist pakendeis proovi.

Ekstraheerimisel solventidega välja uhutud vaigu ja guta kaalu taotleti määrata proovide kaalude määramise teel ekstraheerimise eri järkude vahel. Seejuures tuli lahendada keerukas küsimus, kuidas saada vahekaalumistel proovide püsikaale. Nende saamist katsetati esmalt sel teel, et ekstraheeritavate proovide kõrvale asetati ekstraktorisse eri proovid niiskuse määramiseks. See kaudne püsikaalude määramise viis osutus aga ebatäpseks ja tõi juurde rohkesti kaalumisi, mistõttu ta tuli vastava katse järel kõrvale jätta.

Edasi selgitati võimalust määrata proovide püsikaale ekstraheerimise järkude vahel proovide kuivatamise teel temperatuuril 105°C. Selleks püüti selgitada, kas leidub kirjanduses märgitud guta lahustajate ja teiste solventide hulgas selliseid, mis lahustaksid gutat hästi ka pärast selle kuumutamist temperatuurini 105°C. Katsetati L. B. Voinovski [31, lk. 103] poolt märgitud solvente. Katse ülesehitus ja tulemused selguvad tabelist 5.

Katse ei võimaldanud leida niisugust solventi, mis lahustaks kikkapuu koorest gutat hästi ka pärast katsematerjali kuivatamist temperatuuril 105°C. Selgus, et temperatuurini 105°C kuumutatud gutat ei lahusta täielikult ka tavalistes tingimustes gutat hästi lahustav kloroform. Niisiis ei olnud sel viisil võimalik proovide püsikaale määrata.

Edasi katsetati kaalutiste ja pakendite kuivatamist vaakuumkuivatis. Seejuures peeti silmas vee keemistemperatuuride ja aururõhkude olenevust, mis on esitatud tabelis 6.

Katsematerjali kuivatamisel temperatuuri tõstmist üle 40°C edaspidi välditi, sest varajasemate meetodite kohaselt ei viidud temperatuuri ekstraheerimise eel ega vahel sellest kõrgemale.

Tabel 5

Lahustaja			Guta temperatuuriga mõjutamise järk		
nimetus	keemis- tempe- ratuur, C°	leek- täpp, C°	Mõjutamata	Kuumutatud kuivatus- kapis temperatuuril 105°C	
				3 tundi	6 tundi
Lahustaja mõju gutale					
Bensool	80,2	—16	Lahustab täielikult	Jääb väga kerge sade	Jääb peenetoimne rübune sade
Dikloor-etaan	83,7	14,5	Lahustab osaliselt, guta tükid säilivad		
Etüüleeter	34,5	—40	Tursutab ja lahustab vähe		
Kloroform	61,2	Mittesüttiv	Lahustab täielikult	—	Jääb tugev sade
Tetra-kloor-süsiniik	76,7	Mittesüttiv	Lahustab osaliselt	—	Jääb tugev räbu
Trikloor-etüleen	87,3	Mittesüttiv	Lahustab, jääb väike jääk	—	Lahustab osaliselt
Väävel-süsiniik	46,3	—25,5	Lahustab osaliselt, jääb rübune sade	—	Jääb tugev rübune sade

Tabel 6

$t^{\circ}$	10	15	20	25	30	40	50	.....	100
$P$ mm	9,21	12,79	17,54	23,76	31,82	55,32	92,51	....	760

Esmalt prooviti kuivatamist horisontaalse ja siis vertikaalse termilise silinder-vaakuumkuivati abil, tõstes temperatuuri korduvalt 40°C-le. Selgus, et ainuüksi termilise vaakuumkuivatamisega ei saa vajalikku püsikuivuse astet kindlustada. Seepärast katsetati termilise vaakuumkuivatamise järel täiendavat kuivatamist  $P_2O_5$  abil vaakuumeksikaatoris toatemperatuuril. Vastavad võrdlusandmed on esitatud tabelis 7.

Kuivatamise		Pöosa nr.			
viis	kestus tundides	13/ Räpina		15/ Räpina	
		Proovide märgid			
		$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$
Niiskuse eraldumine, %					
Harilik termiline vaakuumkuivatamine, vaakuum 15—30 mm, temperatuur kuni 40° C	13 <sup>1/2</sup>	3,11	2,75	2,11	2,16
Vaakuumkuivatamine P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> abil	104	7,31	7,24	5,82	6,03
Kuivatamine temperatuuril 105° C kuivatuskapis	4	—	—	6,78	6,93
Vaakuumkuivatamise ja temperatuuril 105° C kuivatamise vahe	—	—	—	0,96	0,90

Selgus, et kahejärgulise vaakuumkuivatamise puhul jääb katsematerjalisse hügrokoopilist niiskust ligi 1%.

Seejärel selgitati matemaatilise analüüsi abil kikkapuu koorematerjalisse ja proovidesse jääva niiskuse mõju gutapertši komponentide — vaigu ja guta — määramise tulemustele. Selleks kujundati vastavad empiirilised valemid [2 ja 3, lk. 25], kusjuures lähtuti oletustest, et 1) proovide algkaalud ja 1% HCl lahusega ekstraheermise järgsed kaalud sisaldavad hügrokoopilisest veest vaba katsematerjali ja vaakuumkuivatamisel mõningal määral materjalisse jäänud niiskuse kaalu ja 2) atsetoon ning kloroform viivad ekstraheermisel katsematerjalist välja kogu hügrokoopilise vee. Need valemid on järgmised:

$$V = \frac{b - a \frac{w_v}{100} - d}{a_{vk} - a \frac{w_v}{100}} \cdot 100[\%] \quad (2)$$

ja

$$G = \frac{d - e}{a_{vk} - a \frac{w_v}{100}} \cdot 100[\%], \quad (3)$$

- Kus  $V$  — juurekoore vaigusisaldus protsentides,  
 $G$  — juurekoore gutasisaldus protsentides,  
 $a_{vk}$  — vaakuumkuivatamise järgne katsematerjali  
 algkaal,  
 $a$  — hügrokoopilisest veest vaba proovi kaal  
 (proovi kuivaine kaal),<sup>1</sup>  
 $b$  — proovi kaal pärast 1% HCl lahusega ekstra-  
 heerimist ja selle järgset vaakuumkuivatamist,  
 $d$  — proovi kaal pärast atsetooniga ekstraheerimist  
 ja selle järgset vaakuumkuivatamist,  
 $e$  — proovi kaal pärast kloroformiga ekstraheeri-  
 mist ja selle järgset vaakuumkuivatamist,  
 $w_v$  — katsematerjali niiskuse protsent vaakuumkui-  
 vatamise järel.<sup>2</sup>

Toodud valemite abil analüüsiti konkreetset katsema-  
 terjali — Kuusnõmme põosa nr. 12 juurekoore proovi.  
 Lähteandmed olid järgmised:

$$a_{vk} = 4,73 \text{ g}; b = 3,06 \text{ g}; d = 2,90 \text{ g}; e = 2,48 \text{ g}.$$

Vaigu protsendi ( $V$ ) arvutamisel materjali oletatava  
 hügrokoopilise niiskuse 1,0, 0,5 ja 0,25% puhul saadi  
 järgmised tulemused:

$$V_{1\%w_v} = \frac{3,06 - 0,05 - 2,90}{4,73 - 0,05} \cdot 100 = 2,35\%,$$

$$V_{0,5\%w_v} = \frac{3,06 - 0,02 - 2,90}{4,73 - 0,02} \cdot 100 = 2,97\%,$$

$$V_{0,25\%w_v} = \frac{3,06 - 0,01 - 2,90}{4,73 - 0,01} \cdot 100 = 3,18\%.$$

Hügrokoopilise niiskuse täielikul puudumisel katse-  
 materjalis omaks eespool antud üldvalem (2) kuju

$$V = \frac{b - d}{a} \cdot 100[\%] \quad (4)$$

ja proovi vaigusisaldus oleks

$$V_{0\%w_v} = \frac{3,06 - 2,90}{4,73} \cdot 100 = 3,38\%.$$

<sup>1</sup>  $a$  loetakse võrdseks  $a_{vk}$ -ga, sest antud mõõtmis- ja arvutus-  
 täpsuse puhul see tulemust ei mõjuta.

<sup>2</sup> Valemid (2) ja (3) on kasutatavad ka niiskuseprotsendi alusel  
 vaigu- ja gutasisalduse andmetesse paranduste viimiseks.

Umardatuna täpsusele  $\pm 0,05\%$  on vaigusisalduse näitajad vastavalt:  $V_{1\%w_v} = 2,4\%$ ;  $V_{0,5\%w_v} = 3,0\%$ ;  $V_{0,25\%w_v} = 3,2\%$  ja  $V_{0\%w_v} = 3,4\%$ .

Gutasisalduse näitajad ( $G$ ) osutusid katsematerjali eelmärgitud oletatava hügrokoopilise niiskuse puhul järgmisteks [valem (3)]:

$$G_{1\%w_v} = \frac{2,90 - 2,48}{4,73 - 0,05} \cdot 100 = 8,97\%,$$

$$G_{0,5\%w_v} = \frac{2,90 - 2,48}{4,73 - 0,02} \cdot 100 = 8,92\%,$$

$$G_{0,25\%w_v} = \frac{2,90 - 2,48}{4,73 - 0,01} \cdot 100 = 8,90\%.$$

Hügrokoopilise niiskuse täielikul puudumisel omaks valem (3) kuju

$$G = \frac{d - e}{a} \cdot 100[\%] \quad (5)$$

ja proovi gutasisaldus oleks

$$G_{0\%w_v} = \frac{2,90 - 2,48}{4,73} \cdot 100 = 8,88\%.$$

Umardatuna eelmärgitud täpsusele ( $\pm 0,05\%$ ) on gutasisalduse näitajad vastavalt:  $G_{1\%w_v} = 9,0\%$ ;

$G_{0,5\%w_v} = 8,9\%$ ;  $G_{0,25\%w_v} = 8,9\%$  ja  $G_{0\%w_v} = 8,9\%$ .

Eeltoodud analüüsist ilmneb, et proovisse jääva niiskuse mitteamarvustamisel, s. t. valemi (4) kasutamisel, saadakse vaigusisalduse protsentnäitaja vaigusisalduse tegelikust protsentnäitajast tunduvalt suurem. Seejuures avaldab arvutustes mitte arvestatud katsematerjalisse ja proovidesse jäänud niiskus vaigusisalduse protsentnäitajale tunduvat mõju juba küllalt piiratud esinemisel — 0,25%-line niiskusesisaldus suurendab vaigusisalduse tegelikku protsentnäitajat antud näite puhul 0,2% võrra, 1,0%-line niiskusesisaldus aga juba 1,0% (1,03) võrra. Samas aga katsematerjali kuni 0,5%-lise hügrokoopilise niiskuse mitteamarvustamine, s. t. valemi (5) kasutamine, gutasisalduse protsentnäitajale tähtsust omavat mõju ei avalda. Ka 1,0%-lise niiskusesisalduse mõju ei osutu guta

osas oluliseks, vähendades antud näite puhul gutasisalduse protsentnäitajat ainult 0,1% (0,09) võrra.

Sellest seisukohast ei omaks uuritavast materjalist hügrokoopilise niiskuse võimalikult maksimaalne kõrvaldamine erilist tähtsust. Tähtis on aga hügrokoopilise niiskuse miinimumini viimine antud kikkapuupõõsa vaigu ja guta suhet iseloomustava gutapertši kvaliteedi näitaja leidmise seisukohast. Seepärast tuleb taotleda proovide võimalikult absoluutkuivusele lähedase püsikuivuse saavutamist. Sel eesmärgil täiendati vaakuumkuivatamist sellega, et eespool märgitud kaks kuivatamisjärku — termiline vaakuumkuivatamine ja kuivatamine hügrokoopilise ainega vaakumeksikaatoris — teostati koos. Püstsilinder-vaakuumkuivatisse paigutati koos kuivatatavate proovidega esmalt ca ööpäevaks  $\text{CaCl}_2$  proovidest eralduva rohke niiskuse sidumiseks ja seejärel asetati vaakuumkuivatisse Petri klaasidel  $\text{P}_2\text{O}_5$ , mille koguseid vahetati vajaduse kohaselt. Lisaks sellele toimus proovikaalumiste järel  $\text{CaCl}_2$  abil eelkuivatatud õhu läbiimemine vaakuumkuivatist. Sellise viimistletud vaakuumkuivatamise efektiivsuse kontrollimiseks teostati katse viie prooviga.

Tabel 8

Kuivatamise		Põõsa nr.				
viis	kestus tundides	2/Kuus-nõmme	10/Kuus-nõmme	11/Kuus-nõmme	12/Kuus-nõmme	
Niiskuse eraldumine, %						
Vaakuumkuivatamine $\text{CaCl}_2$ abil, vaakuum 10—15 mm, temperatuur kuni 40°C	23	2,36	2,82	4,90	2,38	3,37
Vaakuumkuivatamine $\text{P}_2\text{O}_5$ abil, vaakuum 10—20 mm, temperatuur kuni 40°C	100	6,78	7,17	9,23	6,89	8,77
Kuivatamine temperatuuril 105°C kuivatuskapis	4 <sup>1</sup>	7,15	7,75	9,78	7,34	9,25
Vaakuumkuivatamise ja temperatuuril 105°C kuivatamise vahe	—	0,37	0,58	0,55	0,45	0,48

<sup>1</sup> Vastava eri katsega selgitati, et katsematerjali hoidmine kuivatuskapis temperatuuril 105°C üle 4 tunni põhjustas tema kaalu teatavat suurenemist.

Katse ülesehitus ja tulemused selguvad tabelist 8, kus on esitatud ka proovide vaakuumkuivatamise ning temperatuuril 105°C kuivatamise tulemuste võrdlus.

Selgub, et vaakuumkuivatisse teineteise järel  $\text{CaCl}_2$  ja  $\text{P}_2\text{O}_5$  viimine parandab märgatavalt katsematerjali ja proovide kuivatamistingimusi. Kui harilikule vaakuumkuivatamisele järgnenud  $\text{P}_2\text{O}_5$  abil kuivatamise ja temperatuuril 105°C kuivatamise puhul oli niiskuse erinevus ligi 1% (vt. tabel 7), siis hügrokoopiliste ainete (esmalt  $\text{CaCl}_2$  ja seejärel  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) viimisel vaakuumkuivatisse vähenes see erinevus ca 0,5%-le.

Eelkatsetega selgitati ekstraheerimise eri järkude kestuse küsimust. Seejuures lähtuti B. A. Šuhhobodski poolt rakendatud ekstraheerimismeetodis fikseeritud ekstraheerimise kestustest ja ülevoolude vahekordadest, mida näitab tabel 9.

Tabel 9

Ekstraheerimise		Ülevoolude arv tunnis	Ülevoolude üldarv
järk	kestus tundides		
1 % HCl lahusega	7—8	4	28—32
Atsetooniga	7	8—9	56—63
Kloroformiga	8	8—10	64—80

Katsetel arvestati B. A. Šuhhobodski meetodis rakendatud ülevoolude üldarve. Seejuures aga peeti silmas katsetustel ilmnenud vaigu ja guta proovidesse jäämise ohtu, mistõttu eri ekstraheerimisjärkude lõpetamine toimus ülevoolulahuste puhtuse kontrollimise alusel. Ekstraheerimine lõpetati, kui ülevoolulahuse kontroll näitas, et lahustajas ei leidu lahustatavat ainet — vees lahustuvaid aineid 1% HCl lahuses, vaiku atsetoonis ja gutat kloroformis.

Eeltoodud seisukohti arvestades rakendati käesolevas töös järgmist meetodit.

Analüüsitav toakuiv juurekoorematerjal peenestati lõikamise teel 1-millimeetrise läbimõõduga tükikesteks ja uhmerdati. Iga põosa koorematerjalist eraldati kaks keskmist proovi. Proovid olid reeglina 4—6 g raskused. Katsematerjali vähesuse puhul võeti aga ka väiksemaid kaalutisi. Kõik proovid asetati tareeritud kaaluklaasidesse. Kuus kaalutist eraldati kuivamise dünaamika jälgimiseks ja nende kaal määrati täpsusega  $\pm 0,00005$  g.

Seejärel kuivatati proovid vaakuumkuivatis temperatuuril 40°C algul CaCl<sub>2</sub> ja pärast P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> abil.

Kõik proovid kaaluti. Seejuures võeti 4—6-grammiste kaalutiste kaalumistäpsuseks  $\pm 0,005$  g; 2—4-grammised kaalutised määrati täpsusega  $\pm 0,0005$  ja kaalutised alla 2 grammi täpsusega  $\pm 0,00005$  g. Sama täpsusega kaaluti neid proove ka edaspidi kogu analüüsi vältel. Kuivamise dünaamika jälgimiseks määratud proove kaaluti kogu aeg täpsusega  $\pm 0,00005$  g.

Kõik ekstraheerimised teostati 0,5-liitrise mahuga Soxhleti ekstraktorites.

Vees lahustuvate ainete ekstraheerimiseks 1% HCl lahusega täideti Soxhleti ekstraktorid (arvult seitse) katsematerjali pakkidega, kusjuures igasse ekstraktorisse paigutati 12—20 pakki. Ekstraheerimine toimus tõmbekapis gaasipõletitega kuumutamise teel. Ülevoolude arv oli kuni 2 tunnis. Vees lahustuvate ainete ekstraheerimine kestis eri ekstraktorites 15—19 $\frac{1}{2}$  tundi.

Seejärel toimus ekstraktoritest välja võetud proovide eelkuivatamine kuivatuskapis temperatuuril kuni 40°C ja kuivatamine vaakuumkuivatis esmalt CaCl<sub>2</sub> ning lõpuks P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> abil. Püsikuivaks kuivatatud katsematerjalipakid kaaluti.

Järgnes katsematerjali ekstraheerimine atsetooniga. Keetmine toimus veevannil ja ülevoolude arv oli 2—3 tunnis. Ekstraheerimise kestus ülevoolulahuse puhtuse kontrolli põhjal oli eri ekstraktorites 19—22 tundi.

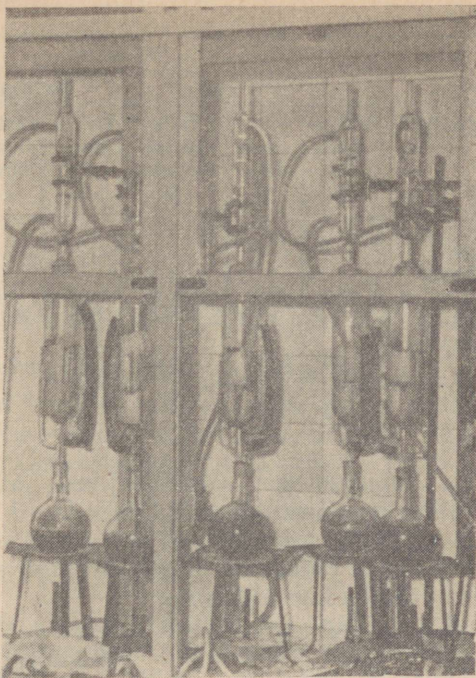
Ekstraktoritest välja võetud proovipakid kuivatati kuivatuskapis temperatuuril kuni 40° C ja püsikuivuse saavutamiseks eespool märgitud viisil vaakuumkuivatis, mille järel pakid kaaluti.

Edasi toimus katsematerjali ekstraheerimine kloroformiga. Keetmine viidi läbi veevannil ja ülevoolude arv oli 2—3 tunnis. Kloroformiga ekstraheerimine vältas eri ekstraktorites 39 $\frac{1}{2}$ —44 $\frac{1}{2}$  tundi.

Kloroformiga ekstraheerimise järel toimus samuti esmalt pakkide kuivatamine kuivatuskapis temperatuuril kuni 40° C ja siis eelmärgitud viisil vaakuumkuivatis. Seejärel pakid kaaluti.

Kõigi vaakuumkuivatamise operatsioonide puhul hoiti vaakuum 7 ja 24 mm piires ning temperatuur kuni 40° C piires.

Kõik pakendid kaaluti enne pakkide valmistamist. Sel-



Joon. 7. Kikkapuu juurekooreproovide ekstraherimine kuivjäägi kaalumise meetodil.

lega loodi võimalus kindlaks määrata vees lahustuvate ainete hulka igas proovis.

Kirjeldatud meetodi rakendamisel kulus 80 proovi analüüsimiseks aega kokku 36 päeva, seega 0,45 päeva iga proovi kohta, mis on märgatavalt vähem Jurkevitsi ja Šuhobodski kvantitatiivse analüüsi meetodeil gutapertši määramiseks kuluvast ajast (vt. lk. 21 ja 22).

Käesolevas töös rakendatud meetodi (kuivjäägi kaalumine) ja Šuhobodski meetodi (ekstrakti kaalumine) võrdlus on esitatud tabelis 10.

Selgub, et vaigu osas annab kuivjäägi kaalumise meetodil toimunud määramine mõnevõrra väiksemaid näitajaid kui ekstrakti kaalumise meetodil toimunud määramine, mis on kooskõlas eespool antud (vt. lk. 25—28) matemaati-

Analüüsi meetod	Põosa nr.					
	9/ Sõrve			15/ Kuusnõmme		
	Vaigu- sisal- dus, %	Guta- sisal- dus, %	Guta- pertši- sisaldus, %	Vaigu- sisal- dus, %	Guta- sisal- dus, %	Guta- pertši- sisaldus, %
Ekstraheerimine kuivjäägi kaalu- misega	3,0	11,3	14,3	2,5	7,4	9,9
Ekstraheerimine ekstrakti kaalu- misega	3,7	10,4	14,1	4,2	7,5	11,7

lise analüüsi tulemustega. Gutasisalduse näitajad on mõlema võrdlusaluse meetodi puhul lähedased. Kvaliteetsema vaakuumkuivati rakendamisel aga oleks võimalik ka niiskuse proovidesse jäämisest tingitud vaigu määramise vea praktiliselt täielik kõrvaldamine.

Käsitletud kuivjäägi kaalumisel põhineva ekstraheerimismeetodiga on autor täiendanud taimmaterjalis gutapertši määramise kvantitatiivse analüüsi meetodikat. Meetod võimaldab teiste gutapertši määramise kvantitatiivse analüüsi meetoditega võrreldes tunduvat aja ja solventide kokkuhoidu. Selle kõrval võimaldab meetod ka vees lahustuva ainete hulga kindlakstegemist, mis omakorda loob võimaluse mõnede seaduspärasuste selgitamiseks. Meetod näib V. A. Bogomazi ja I. M. Halamendõki seisukohtade alusel [1, lk. 282] olevat sobiv laialdasemaks kasutamiseks hulgalise taimmaterjali gutapertšisisalduse uurimisel.

Esialgseid andmeid põösaste gutasisalduse kohta hangiti käesolevas töös visuaalse rebestamismeetodi abil. Orienteerivate gutasisalduse andmete saamiseks kõigi põösaste kohta rakendati nefelomeetrilist guta määramise meetodit. Eri põösaste gutapertšisisalduse ning gutapertši kvaliteedi kohta täpsemate andmete saamiseks kasutati autori poolt välja töötatud kvantitatiivse analüüsi meetodit, mis põhineb proovide (jääkide) püsikaalude saamisel vaakuumkuivatis. Kvantitatiivse analüüsi tulemuste arvmaterjal töötati läbi statistilise analüüsi meetodeil.

## II. KIKKAPUUDE LEVIKUST EESTI NSV-s

Eesti NSV kikkapuude gutapertšisisalduse uurimise eel osutus vajalikuks läbi töötada kikkapuude areaali ja üldse leviku küsimused meie vabariigis. Sellega seoses selgitati ka mõned kikkapuude levikut mõjutavad ökoloogilised tingimused.

### A. KIKKAPUUDE LEVIKUST

Kikkapuude loodusliku leviku kohta selgub kirjandusallikaist järgmist.

Hariliku kikkapuu (*Evonymus europaea* L.) looduslikku esinemist Eestis märkis esmakordselt metsateadlane E. Viirok 1932. aastal [28, lk. 120—122]. Ta selgitas, et *Evonymus europaea* L. esineb Koiva jõe käärude kallastel jõe Eesti—Läti vahelise piiri lõigul ja Mustjõe madalikul kuni 5 km jõe Koivasse suubumisest ülespoole (vt. joon. 8). E. Viirok märkis ka hariliku kikkapuu uuendumist seemnetest.

*Evonymus europaea* L. teise võimaliku areaaliosana märgib E. Viirok [28, lk. 121] Sõrve poolsaart, kus ta leidis mõne harvalt esineva, kuni 1,5 m kõrguse põõsa Sääre ja Karuste küla heinamaadelt ning Lõppe lahe ja Sopi metsade vahelistelt heinamaadelt. Seejuures peab E. Viirok võimalikuks, et Sõrves on tegemist *Evonymus europaea* L. metsistunud eksemplaridega, mis võisid tekkida Mõntu pargi või Lõumardi talu vanematelt eksemplaridelt lindude poolt laiali kantud seemneist.

T. Lippmaa märgib oma 1935. aastal ilmunud «Eesti geobotaanika põhijoontes» *Evonymus verrucosa* Scop. esinemist Izborskis (Irboskas) [20, lk. 35 ja 78].

Käsitledes kikkapuude levikut Eesti NSV-s, tuleb peatuda A. L. Koštšjevi poolt tehtud esmakordsel *Evonymus europaea* L. ja *Evonymus verrucosa* Scop. areaali kaardi andmise katsel [13, 14]. Vastavad kaardid ja kirjeldused annab autor NSV Liidu Teaduste Akadeemia Metsainstituudi tööde esimeses, kikkapuud kui gutapertši allikat käsitlevas koguteoses, mis ilmus 1947. aastal [14 ja 15, lk. 21—28]. *Evonymus verrucosa* Scop. levikut käsitlevas artiklis ja selle juurde kuuluval kaardil märgib A. L. Koštšjev naastuse kikkapuu areaali hulka ka kogu Eesti NSV territooriumi. *Evonymus europaea* L. areaali põhjapiiriks NSV Liidus loeb A. L. Koštšjev Riia—Daugavpils—Vitebski—Smolenski—Kaluuga—Saraatovi joone, märkides liigi üksikute eksemplaride esinemist sellest piirist põhja pool Moskva, Kolomna ja Rjazani lähistel.

1948. aastal ilmunud taimemäärajas Eesti NSV-s sagedamini esinevate kõrgemate eos- ja õistaimede määramiseks [6] leidub perekonnast *Evonymus* ainult *Evonymus europaea* L. (harilik kikkapuu) <sup>1</sup>. Teoses märgitakse tema esinemist metsikult Koiva jõe kaldavõsastikes, samuti parkides ilupuuna [6, lk. 229].

«NSV Liidu floora» XIV köites (1949) ei märgi J. I. Prohhanov kikkapuuliste sugukonna käsitlemisel *Evonymus europaea* L. esinemist Balti vabariikides [24, lk. 554]. Samuti ei märgi ta *Evonymus verrucosa* Scop. esinemist nõukogude Baltikumis, küll aga Pihkva ja Ostrovi ümbruses [24, lk. 560].

M. M. Iljin ja P. A. Jakimov märgivad 1950. aastal naastuse kikkapuu kohta [9, lk. 130], et tema areaali piir kulgeb piki Balti mere rannikut umbkaudu kuni Narvani, laskub sealt Peipsi ja Pihkva järve joonel lõunasse ning pöördub põhja pool Vitebskit itta. Hariliku kikkapuu areaali loodepiir ühtib M. M. Iljinil ja P. A. Jakimovil A. L. Koštšjevi poolt antud piiriga. Ka B. V. Grozdovi järgi (1952) on hariliku kikkapuu areaali loodepiiriks Riia—Kaluuga—Saraatovi joon [7, lk. 236].

S. S. Stankov ja V. I. Talijev (1957) toovad ära *Evonymus*'e liikide esinemise rajoonid NSV Liidu Euroopa-osas, ei märgi aga nende esinemist Balti vabariikides [25, lk. 307].

---

<sup>1</sup> Teoses on *Evonymus europaea* L. eestikeelseks nimetuseks märgitud mürgine kikkapuu. Selle kõrval on eestikeelses kirjanduses kasutatud ka euroopa kikkapuu ja hariliku sajakoorse nimetusi.

Oma monograafias naastuse kikkapuu kohta [11] märgib I. D. Jurkevitsš 1950. aastal, et *Evonymus europaea* L. areaali põhjapiir algab Eestist ning kulgeb Vetrino, Polotski ja Vitebski kaudu Valgevenesesse [11, lk. 47]. Sama annab Jurkevitsši andmetel edasi ka F. N. Haritonovitš 1956. aastal [8, lk. 5]. *Evonymus verrucosa* Scop. areaali põhjapiiri punktideks on Jurkevitsšil Tartu, Võru, Petseri, Pihkva jne. [11, lk. 46].

K. Eichwald märgib oma 1953. aastal ilmunud floristilis-taimegeograafilises artiklis kikkapuu liikide küsimusest Eesti NSV-s [5, lk. 244], et naastuse kikkapuu areaali loodepiir läbib Izborskist ning Eesti NSV-s seda liiki ei esine. Tartu botaanikaaias kultiveeritud taimede nimestikust, mis ilmus 1810. aastal, nähtub, nagu esineksid *Evonymus europaea* ja *E. verrucosa* Tartu ümbruses. Eichwald väidab, et selles kaheldi juba varem ja hariliku kikkapuu loodusliku esinemise kohta Tartu ümbruses ei ole kuni käesoleva ajani mingeid reaalseid andmeid [5, lk. 245]. Harilikku kikkapuud esineb Eichwaldi andmeil peale Viiroki poolt märgitud Koiva jõe lammide ka Koivasse suubuvate ojade kaldatihnikuis. Eichwald piirab hariliku kikkapuu Koiva—Mustjõe areaali kogupikkuse Eesti NSV-s 19 kilomeetriga.

J. Laasimeri andmeil 1953. aastast esineb harilik kikkapuu ka Mustjõkke suubuva Peetri jõe ääres Hargla tee sillast kuni Tiitsani [18, lk. 436].<sup>1</sup>

«Läti NSV flora» III köite (1957) järgi esineb *Evonymus europaea* L. Lätis lõunafloora elemendina. Seejuures märgitakse, et teda võib harva kohata Liivimaa põhjaosas ning et Latgale idaosas seda liiki ei esine [19, lk. 253]. *Evonymus verrucosa* Scop. esinemist Läti NSV põhjaosas kõnealune teos ei märgi. Naastuse kikkapuu põhjapoolsete esinemiskohtadena on antud Daugava ja Bērze jõgede kaldad ning Līgatne [19, lk. 253].

A. D. Bukštõnov annab 1957. aastal hariliku ja naastuse kikkapuu areaalide skeemid [2, lk. 9], mis NSV Liidu loodeosas (nõukogude Baltikumis) ühtuvad Koštšejevi poolt antud skeemidega. Kirjelduses märgib Bukštõnov naastuse kikkapuu leviku põhjapiiri punktidenä Tartut, Pihkvat ja Velikije Lukit [2, lk. 14] ning tõmbab hariliku kikkapuu

<sup>1</sup> Leiukoha määrang ei ole täpne. Tõenäoliselt on kõne all Peetri jõe alamjooks kuni Tiitsani.

areaali põhjapiiri Riia lahe rannikult piki Daugava jõe joont Polotskini ja sealt edasi [2, lk. 20].

B. A. Suhhobodski loeb 1958. aastal *Evonymus europaea* L. areaali põhjapiiriks NSV Liidus nagu Koštšejevgi Riia—Kaluuga—Saraatovi joone [26, lk. 372]. *Evonymus verrucosa* Scop. areaali loodepiir ühtub Suhhobodskil [26, lk. 379] samuti Koštšejevi poolt antud piiriga.

Selgub, et mitmes kirjandusallikas (Viirok, 1932; Eichwald, 1953 jt.) märgitakse hariliku kikkapuu (*Evonymus europaea* L.) looduslikku esinemist Koiva jõe ja Mustjõe lammidel; kikkapuude areaali skeemidel ja kirjeldustes aga (Koštšejev, 1947; Iljin ja Jakimov, 1950; Bukštõnov, 1957; Suhhobodski, 1958) on hariliku kikkapuu areaali loodepiiriks NSV Liidus üldiselt Daugava jõe joon. Mõnede autorite järgi algab hariliku kikkapuu areaali põhjapiir ka Eestist (Jurkevits, 1950 ja 1953, ning tema järgi Haritonovitš, 1956). Seejuures tuleb märkida, et K. R. Kupfferi poolt 1911. aastal [17, lisas] antud hariliku kikkapuu areaali skeemil on liigi leviku põhjapoolseimaks punktiks Rauna Läti NSV-s, mis asub Daugava joonest tunduvalt põhja pool.

Naastune kikkapuu (*Evonymus verrucosa* Scop.) esineb kirjandusandmeil Izborskis (Lippmaa, 1935; Eichwald, 1953); mõnedes kirjandusallikates (Koštšejev, 1947; Bukštõnov, 1957) loetakse naastuse kikkapuu areaali hulka kogu nõukogude Baltikum ja seega ka kogu Eesti NSV territoorium; osa autoreid (Jurkevits, 1950; Bukštõnov, 1957) märgivad selle liigi leviku põhjapiiri alguseks Tartu [2, lk. 14; 11, lk. 46].

Koštšejevi areaaliskeemide ebatäpsusele juhivad tähelepanu K. Eichwald [5, lk. 244] ja J. Laasimer [18, lk. 436].

Eeltoodud materjalist selgub, et kikkapuuliikide areaali küsimuses esineb mõningaid ebatäpsusi, mistõttu käesoleva töö käigus tuli kikkapuuliikide areaali täpsustada, et saada objektiivseid andmeid uurimisobjekti paiknemise kohta.

Kikkapuuliikide areaali ja kultiveeritud kikkapuude leviku kohta saadi esialgseid orienteerivaid andmeid Saaremaa, Valga, Veriora ja Võru metsamajandelt ning Läti NSV Teaduste Akadeemia Metsamajanduse Probleemide Instituudilt.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Saadud andmete eest avaldab autor tänu Läti NSV TA akadeemikule professor A. Kalninšile.

Uurimistöös koguti kikkapuude leviku kohta vahetuid andmeid ja muid uurimismaterjale väljasõitudel ja ekspeditsioonidel: Hargla ja Taheva vahelisel Mustjõe lammil 1955. aasta oktoobris; Järvelja, Rápina, Võru, Sõmerpalu, Saru, Mõniste, Vastse-Roosa, Taheva, Sangaste, Otepää marsruudil ning Koiva jõe, Mustjõe, Peetri jõe, Vaidva ja Peeli jõgede ning Hargla, Kalli ja Tõrvase ojade lammidel 1956. aasta juulis ja augustis; Tallinna, Kingissepa, Sõrve sääre, Karuste, Tammuna, Lõupõllu, Lõppe lahe, Anseküla, Kuusnõmme, Kihelkonna marsruudil 1956. aasta septembris; Koiva jõe ülemjooksul, Mustjõel, Peetri ja Vaidva jõgedel (Läti keeles Melnupe ja Vaidava) Eesti NSV-s ja Läti NSV-s 1957. aasta juunis ning Koiva jõel ja Koiva lisajõgedel Tahevast Cēsise linnani 1958. aasta augustis ja septembris.

1955. ja 1956. aasta ekspeditsioonilise uurimistöo materjalidest ja kirjandusandmetest selgub, et *Evonymus europaea* L. esineb Eesti NSV-s looduslikult Koiva jõe kaldal väikeste vahemaade tagant gruppide ja üksikeksplaridena kogu jõe Eesti NSV lõunapiiril oleval lõigul, mille pikkus on ca 17,5 km; Koivasse suubuva Pärnika oja (magistraali) kallastel ca 1 km pikkusel alal; Mustjõe suudmest alates kuni 1 km Hargla ojast ülespoole, s. o. ca 6 km pikkusel jõelõigul, ja Peetri jõel alates ca 0,6 km kauguselt jõe suudmest kuni Karisöödini, s. o. samuti ca 6 km pikkusel jõelõigul.<sup>1</sup> 1957. aasta juunis korraldatud ekspeditsioonil selgus, et *Evonymus europaea* L. esineb tihedalt Peetri jõe lammil jõe Riia—Pihkva maanteega lõikumise kohal ja üksikute põõsastena Koiva jõe Riia—Pihkva maanteega lõikumise kohal ning Gaujienast põhja pool Uzvara kolhoosi keskuse lähedal jõe lammil. 1958. aasta augustis ja septembris korraldatud ekspeditsioonidel selgus *Evonymus europaea* L. esinemine ka Koiva jõe keskjooksul kogu läbiuuritud jõelõigul Eesti—Läti piirist kuni Cēsise linnani. Harilik kikkapuu esineb seal gruppide ja temale sobivates kasvukohtades. *Evonymus europaea* L. esinemine fikseeriti ka Koiva põhjapoolseimasse kääru suubuva lisajõe Bekase lammil jõe suudmest alates ca 1 km ulatuses.

Koiva teiste Eesti NSV territooriumil olevate lisajõgede

---

<sup>1</sup> Esinemine Tiitsast Karisöödini fikseeriti esmakordselt käesoleva uurimistöoga.

ja -ojade — Hargla, Kalli ja Tõrvase ojade ning Vaidva ja Peeli jõgede — lammidel, samuti ka Läti NSV-s Vaidava (Vaidva) jõe lammil kikkapuude esinemist ei selgunud.

Uurimisretkel Sõrve säärel leidis kinnitust E. Viiroki poolt märgitud hariliku kikkapuu põõsaste leid Karuste puisniidult. 1956. aasta septembris leiti neid põõsaid kahest teineteisest ca 2 km kaugusel olevast kohast. Autor kaldub arvamusele, et siin on tegemist metsistunud eksemplaridega. Selle arvamuse aluseks on asjaolu, et nende põõsaste all looduslik uuendus kolmel juhul neljast puudub, et põõsad esinevad äärmiselt harvalt ja et kohalikud inimesed ei tea selle põõsasliigi nimetust, mida märgib ka E. Viirok [28, lk. 122].

Seega esineb *Evonymus europaea* L. Eesti NSV-s areaalselt Koiva jõe, Mustjõe ja Peetri jõe lammidel ca 30 km pikkusel alal.

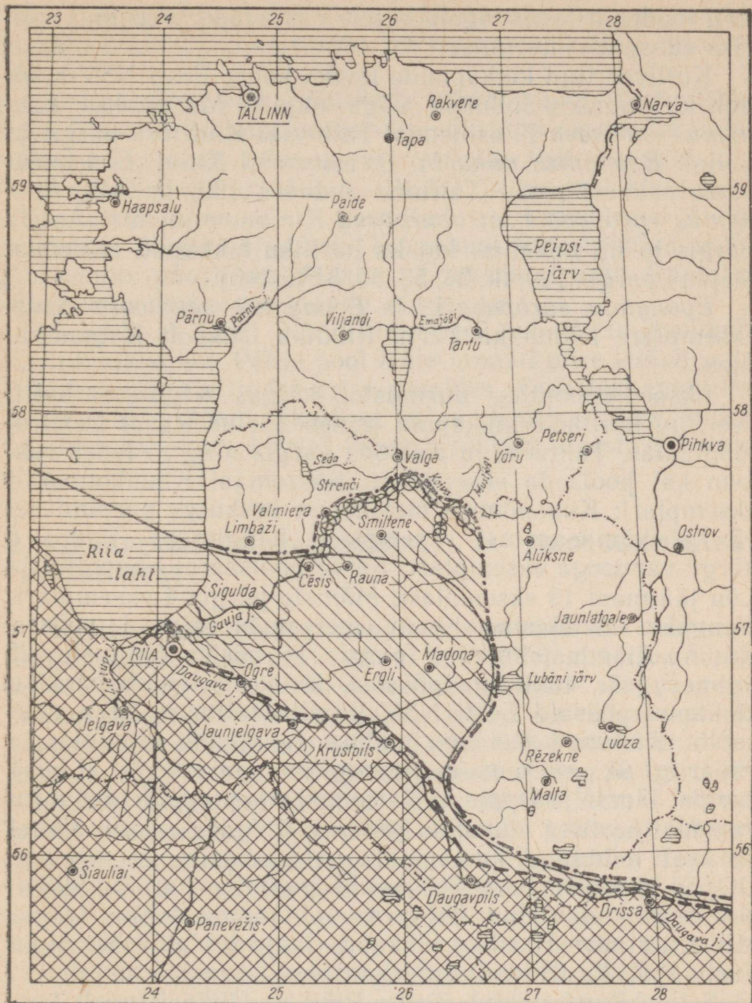
Käesoleva uurimistööga täpsustatud ja selgitatud *Evonymus europaea* L. areaali lõik Koiva jõe keskjooksul ühendab selle liigi looduslikku levikuala Mustjõel, Peetri jõel ja Koiva jõe Eesti—Läti piiri lõigul Kupfferi poolt 1911. aastal antud areaali põhjapiiriga. Kupfferi poolt märgitud *Evonymus europaea* L. areaali põhjapiir on seejuures märksa kaugemal põhja pool kui Koštšjejevi poolt fikseeritud areaali põhjapiir.



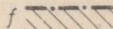
*Evonymus europaea* L. areaali loodepiir NSV Liidus algab praegustel andmetel Balti mere rannikult Läti NSV-s, suundub lõuna poolt Limbažit Koiva jõe Rauna jõe suudme kohal, sealt piki Koiva jõge kuni Mustjõe suudmeni ja edasi ida suunas mööda Mustjõe lammi, läbides Hargla. Seejärel läbib areaali piir Peetri jõel Tiitsa ja Karisöödi ning jõe ja Riia—Pihkva maantee lõikumiskoha.

*Evonymus europaea* L. areaali põhjapoolseim tipp NSV Liidus paikneb käesoleva uurimistöö andmetel ca 0,5 km põhja pool Bekase asulat samanimelise Koiva lisajõe lammil Läti NSV-s.

Uurimistöö käigus ei selgunud naastuse kikkapuu (*Evonymus verrucosa* Scop.) looduslikku esinemist Eesti NSV-s. Teda ei leitud ka Koiva jõelt Läti NSV-s.

Seega ei osutu Koštšjejevi, Jurkevitsi ja Bukštõnovi skeemid ning kirjeldused *Evonymus verrucosa* Scop. are-



a — b x x x c  d □ e  f 

Joon. 8. Hariliku kikkapuu (*Evonymus europaea* L.) areali skeem NSV Liidu loodeosas: a) areali põhjapiir Kupiferi andmeil (1911); b) areali osa Viiroki andmeil (1932); c) areal Koštšjevi (1947) ja Bukštõnovi (1957) ning areali piir Grozdovi (1952) ja Šuhhobodski (1958) andmeil; d) esinemine J. Laasimeri andmeil (1953); e) areali osa käesoleva uurimistöö ekspeditsioonide andmeil (1958); f) areali loodepiir NSV Liidus käesoleva uurimistöö kohaselt (1958).

aali loodepiiri osas tegelikkusele vastavaiks. Küsimus väärriks edaspidist uurimist.

Kultiveeritud kikkapuude leviku kohta Eesti NSV-s leidub kirjanduses andmeid väga napilt. Märgitakse *Evonymus europaea* L. esinemist Tallinnas Kadrioru pargis ja mujal, *Evonymus nana* M. B. esinemist Kosel, *Evonymus verrucosa* esinemist Tallinna aedades [30, lk. 54], *Evonymus europaea* f. *atropurpurea* Kirchn. esinemist Antsla pargis ja nii naastuse kui ka hariliku kikkapuu esinemist Räpina pargis [29, lk. 34, 53, 80, 81 ja 100].

*Evonymus europaea* L. ja *Evonymus verrucosa* Scop. eksemplare leidub ka Tartu Riikliku Ülikooli Botaanikaaias.

Ekspeditsioonilise uurimistöö käigus selgus, et kultiveeritud harilikke kikkapuid esineb Tartus Raadi Dendroloogiaaias, Tähtvere ja Karlova pargis ning aedades rohkem kui poolsada eksemplari; Saaremaal Kihelkonnas 4 eksemplari; Kuusnõmme metskonna keskuses paepinnasel 15 kahekümneaastast eksemplari; Kingissepa linnas 6 kõrge vanusega eksemplari; Sõrve poolsaarel Lõupõllul ja Lõu jäätmaal 19 eksemplari; Mõniste pargis 4 eksemplari; Sangaste metskonna Keeni metsavahi aias 1 põõsas; Räpina Aiandustehnikumi pargis ja teistes haldustes 22 mitmesuguse vanusega põõsast. Rohkesti leidub hariliku kikkapuu põõsaid Eesti NSV Raudteevalitsuse Elva puukoolis, Kuremaa Metsamajanduse Tehnikumi taimlates ja vabariigi üks suuremaid eksemplare sama kooli (Luua) pargis. Järvelja Õppe- ja Katsemetsamajandis leidub mitu vanemat hariliku kikkapuu põõsast. Rohkete aastate vältel on seal toimunud kikkapuude paljundamine seemnetest. Otepää metskonnas on kohapeal kasvatatud hariliku kikkapuu seemikud viidud Palupera vahtkonnas lehise (*Larix Mill.*) kultuuri. Hariliku kikkapuu taimi leidub rohkesti ka Tartu Riikliku Ülikooli katsebaasides Tartus ja mujal.

Selle kõrval nähtub Tartu Riikliku Ülikooli poolt korraldatud ankeedist hariliku kikkapuu kultiveeritud eksemplaride esinemine veel rohketes Eesti NSV rajoonides ja linnades.

Ekspeditsioonidel selgus, et naastuse kikkapuu kultiveeritud eksemplare on Räpina pargis, Järvelja Õppe- ja Katsemetsamajandis ning seemikuid Otepää metskonna ja Kuremaa Metsatehnikumi taimeaedades. Naastuse kikkapuu kultiveeritud eksemplare on ka Tartu Riikliku Ülikooli

õppe- ja katsebaasides Tartus. Ankeediandmetest selgub naastuse kikkapuu esinemine mõnedes Eesti NSV rajoonides.

Eelmärgitud kikkapuuliikide kõrval leidub Tartu Riikliku Ülikooli Botaanikaaias üks või mõni eksemplar laialehist kikkapuud (*Evonymus latifolia* Mill.), maaki kikkapuud (*Evonymus Maackii* Rupr.) ja jaapani kikkapuud (*Evonymus japonica* L.). Seemikute arenemisjärgus leidub Kuremaa Metsamajanduse Tehnikumi katsetaimlas mõni *Evonymus pauciflora* Maxim., *Evonymus alata* Rupr. ja *Evonymus Bungeana* Maxim. eksemplar.

Selgub, et Eesti NSV lõunapiiril esineb looduslikult harilik kikkapuu. Põhja pool tema areaali piire leidub seda liiki vabariigi paljudes eri rajoonides. Teisi kikkapuuliike Eesti NSV-s looduslikult ei esine. Kultiveeritult leidub hariliku kikkapuu kõrval teistest rohkem naastust kikkapuud.

## B. KIKKAPUUDE MORFOLOOGIAST JA ÖKOLOOGILISTEST TINGIMUSTEST

Hariliku kikkapuu (*Evonymus europaea* L.) põõsaste kõrgus ulatub Eesti NSV-s kuni ca 6 (6,3) meetrini. Tema noored võrsed on rohelised, neljakandilised või peaaegu ümmargused. Hariliku kikkapuu viljad on neljapetalised (neljaks lõhenevad) kuprad, mis suve teisel poolel on rohelised ja sügisel, augusti teisest poolest alates, punased või violetsed. Kupardes olevad seemned on üleni kaetud oranži seemnerüüga. Valminud seemned kukuvad lõhenedud kupardest septembris-oktoobris välja, jäädes rippuma lühikese niidi otsa. Õied on helerohelised, väikesed, ja õitsemine toimub juunis. Lehed on piklik-munajad, värvuselt rohelised kuni tumepunased, kusjuures nende punaseks värvumine intensiivistub vegetatsiooniperioodi lõpupoole.

Naastuse kikkapuu (*Evonymus verrucosa* Scop.) põõsaste kõrgus püsib Eesti NSV-s kuni 3 m piires. Tema varred on tihedalt tumepruunide käsnakestega kaetud. Käsnakeste all on noored võrsed rohelise värvusega. Naastuse kikkapuu vili on samasugune kupar nagu hariliku kikkapuu vili. Seemned on pruunid ja kaetud oranži seemnerüüga, mille pealmises osas on ava, kust seeme paistab silmana välja. Lehed on kollakasroheline värvusega ja kujult süstjad või elliptilised.



Joon. 9. Hariliku kikkapuu (*Evonymus europaea* L.) põõsas Kihelkonna kooli aiast (ringis kupar).

Mustjõel on hariliku kikkapuu põõsaste asustustihedus kogu 6-kilomeetrisel lõigul suhteliselt suurem kui Koiva jõe Eesti—Läti piiri lõigul, Peetri jõel ning ka Koiva jõel Läti NSV-s.

Kikkapuupõõsaste viljakandvus Mustjõe kasvukohtadel oli 1955. ja 1956. aastal silmapaistvalt rohke, 1957. aastal aga väga vähene.

1955. ja 1956. aastal olid kikkapuupõõsad elujõulised ja kuivanud latvu esines ainult erandjuhtudel, 1957. aasta juunis aga leitud kuivanud põõsaid ja kuivanud võraosadega põõsaid rohkesti.

Nii 1957. aasta vähene viljakandvus kui ka põõsaste rohke kuivamine näib olevat tingitud 1956/57. aasta erakordselt halvast talvest.

Looduslikul levikualal märgistatud ja vaatluse alla võetud hariliku kikkapuu põõsaste mõõtandmed ja vanused on areaali eri osades märgatavalt erinevad. Nende keskmised väärtused ja hälbed on antud tabelis 11.

Selgub, et Mustjõel ja Koiva jõe ülemjooksul on hariliku kikkapuu põõsaste kasv märksa jõulisem kui Peetri

Jrk. nr.	Areaali osa	Vaatlusaluste põosaste arv	Kõrgus, m		Juurekaela diameeter, mm		Võra läbimõõt, m		Vanus, a	
			keskmine	hälbed	keskmine	hälbed	keskmine	hälbed	keskmine	hälbed
1	Mustjõe lõik Harglast Taheva sillani	22	3,1	2,2—4,0	53	25—115	1,8	1,0—2,8	17	10—26
2	Mustjõe lõik Taheva sillast suudmeni	30	3,6	2,0—5,0	46	20—90	2,2	0,9—6,3	17	12—30
3	Peetri (Melnupe) jõe lõik Riia—Pihkva maanteest Eesti—Läti piirini	3	2,0	1,2—3,0	42	20—60	1,1	0,7—1,4	18	15—20
4	Peetri jõe lõik Eesti NSV-s	11	2,7	1,1—4,2	23	10—25	—	—	—	—
5	Koiva jõe ülemjooks Riia—Pihkva maanteest Eesti NSV piirini	3	3,2	2,2—4,5	55	45—70	1,8	1,2—2,5	19	18—20
6	Koiva jõe lõik Eesti—Läti piiril	6	2,2	1,3—3,0	35	9—60	1,0	0,3—2,2	12	5—25
7	Koiva jõe lõik Eesti—Läti piirist Mielupe jõe suudmeni	19	1,8	0,5—3,6	20	6—50	0,8	0,2—2,6	10	3—20
8	Koiva jõe lõik Rauna jõe suudmest Cēsise linani	9	2,0	1,3—3,2	24	21—31	0,9	0,4—1,4	8	5—15

jõel ja Koiva jõe keskjooksul. Peetri jõe Eesti NSV lõigu kikkapuud jäävad kasvus märgatavalt maha Koiva jõe ülemjooksu ja Mustjõe kikkapuudest.

Hariliku kikkapuu kasvukohtades Mustjõel ja Koiva jõe Eesti—Läti piiri lõigul esinevad põõsasliikidest kikkapuu läheduses harilik toomingas (*Padus racemosa* Gilib.), türnpuu (*Rhamnus cathartica* L.), harilik lodjapuu (*Viburnum opulus* L.), harilik kuslapuu (*Lonicera xylosteum* L.), must sõstar (*Ribes nigrum* L.), punane sõstar (*Ribes vulgare* Lam.), paakspuu (*Frangula alnus* L.), kibuvitsad (*Rosa* sp.), loogapaju (*Salix triandra* Koch), vitspaju (*Salix viminalis* L.) ja hõberemmelgas (*Salix alba* L.). Leidub ka harilikku pihlakat (*Sorbus aucuparia* L.) ja harilikku kadakat (*Juniperus communis* L.).

Koiva jõe keskjooksul Läti NSV-s (Eesti NSV piirist kuni Cēsise linnani) esinevad hariliku kikkapuu kasvukohtades lisaks eelmärgitud põõsasliikidele verev kontpuu (*Cornus sanguinea* L.), kirsskontpuu (*Cornus mas* L.), sarapuu (*Corylus avellana* L.), mage sõstar (*Ribes alpinum* L.), must leedripuu (*Sambucus nigra* L.) ja üksikjuhtudel näsiniin (*Daphne mezereum* L.) ning metsõunapuu (*Malus silvestris* Mill.).

Puurinde esindajaist leiduvad hariliku kikkapuu Mustjõe ja Koiva jõe Eesti—Läti piiri kasvualadel valge lepp (*Alnus incana* Moench.), harilik tamm (*Quercus robur* L.), harilik mänd (*Pinus silvestris* L.), harilik kuusk (*Picea excelsa* Link). Leidub ka harilikku haaba (*Populus tremula* L.) ja harilikku pärna (*Tilia cordata* Mill.).

Koiva jõe keskjooksul Eesti—Läti piirist Cēsise linnani lisanduvad hariliku kikkapuu kasvualadel puurinde esindajaist eelmistele veel arukask (*Betula verrucosa* Ehrh.), harilik saar (*Fraxinus excelsior* L.), raberemmelgas (*Salix fragilis* L.), künnapuu (*Ulmus laevis* Pall.), harilik jalakas (*Ulmus scabra* Mill.) ja harilik vaher (*Acer platanoides* L.). Vähesel määral esineb ka suurelehist pärna (*Tilia platyphyllos* Scop.) ja sookaske (*Betula pubescens* Ehrh.).

Hariliku kikkapuu loodusliku uuendumise tingimused osutuvad kõige paremaks Mustjõe kasvukohtades, kus põõsaste all ja ümbruses esineb rohkesti vegetatiivset uuendust juurevõrsetest ning leidub järelkasvu ka seemikute näol. Mustjõel leidub ka põõsaid varrevõrsikutest järglastega (vt. joon. 10 ja 11).



Joon. 10. Hariliku kikkapuu (*Evonymus europaea* L.) juurestiku osa rohkete juurevõrsete algmetega (ringis) Mustjõelt.



Joon. 11. Hariliku kikkapuu (*Evonymus europaea* L.) põõsas kaheksa varrevõrsikutest järglasega Mustjõelt.

Koiva jõe keskjooksul Eesti—Läti piirist allpool osutub looduslik uuendumine halvemaks. Selle põhjuseks on nähtavasti veerežiimi ja mullastikutingimuste erinevused.

Uuritud jõgikonna veerežiimi iseloomustab kevadiste üleujutuste esinemine. Peetri jõe lammil esineb üleujutus ainult üksikutes kohtades. Mustjõesel hõlmavad üleujutused kogu hariliku kikkapuu levikualaks oleva ca 6 km pikkuse lõigu. 1958. aasta kevadel kõikus vee tase Taheva silla juures rohkem kui 2 m ulatuses. Koiva jõe keskjooksul hõlmab üleujutus kogu ürgoru ja on pikemate perioodide järel õige ulatuslik. 1956. aasta kevadel näiteks tõusis vesi Rauna jõe suudmes ca 4 m.

Mustjõe üleujutused kannavad jõe ülemjooksul alamjooksule viljakat settematerjali. Koiva jõe kesk- ja alamjooksul aga toimub ulatuslik liiva pealekandmine pinnasele. Strenčist ca 5 km Koiva ülemjooksu suunas ja Rauna jõe suudmes esineb 4—20 aasta vanuseid kikkapuupõõsaid, mille juurekael asub 20 kuni 70 cm allpool mullapinda. Seega on 20 aasta jooksul tekkinud pealeuhtekihi paksus kohati kuni 0,7 meetrit.

Kogu uuritud jõgikonna mullastikus on valdaval kohal kihiline lammimuld.



Joon. 12. Mustjõe lammi kevadine üleujutus (alanemisjärgus).



Joon. 13. Hariliku kikkapuu (*Evonymus europaea* L.) juurekael liivakihi all Rauna jõe suudmes Läti NSV-s.

Mustjõel osutus muldade humuskihi ( $A_1$ ) reaktsioon (pH) happeliseks ja neutraalseks (23 proovi hälbed 4,7—6,6), Koiva jõe keskjooksul ca 160 km ulatuses aga neutraalseks ja aluseliseks (9 proovi hälbed 6,0—7,5). pH määramine toimus universaalse indikaatori abil.

Uuritud ala muldade humuskihi ( $A_1$ ) reaktsiooni happelisuse astmestik selgub tabelist 12.

Kasvutingimusi määrava asjaoluna selgub, et Koiva jõe keskjooksul põhjustavad tugevad üleujutused vähese viljakusega settematerjali (liiva) ulatuslikku pealekandmist pinnasele, mis pidurdab kikkapuude looduslikku uuendumist. Mustjõel niisugune ulatuslik pealeuhtumine puudub, pealeuhte materjaliks aga on viljakas peenes, mistõttu kikkapuude looduslik uuendus on seal küllalt ulatuslik.

Vaatlusalala asukoht	Proo- vide üldarv	pH väärtused					
		4,6—5,0	5,1—5,5	5,6—6,0	6,1—6,5	6,6—7,0	7,1—7,5
		Proovide arv					
Kikkapuu katseala Taheva silla lähedal Mustjõe lammi	7	—	1	3	2	1	—
Kikkapuu katseala Tahevas Tellin- gumäe kolgas	16	1	3	5	5	2	—
Koiva jõe lõik Eesti—Läti piiril ja sellest Mielu- pe jõe suud- meni	5	—	—	1	—	1	3
Koiva jõe lõik Rauna jõe suud- mest Cēsise linnani	4	—	—	2	1	1	—

Uurimistöö käigus arvele võetud kultiveeritud hariliku kikkapuu põõsad kasvavad erinevates mullastikutingimustes. Ka põhjavee režiim on kultiveeritud põõsaste kasvukohtades märksa erinev kikkapuude looduslike kasvukohtade veerežiimist. Üleujutused arvelevõetud kultiveeritud kikkapuude osas puuduvad.

Uurimistöö käigus arvele võetud kultiveeritud hariliku kikkapuu põõsaste mõõtandmed ja vanused varieeruvad eri kasvukohtades küllalt suurtes piirides. Nende keskmised väärtused ja hälbed on antud tabelis 13.

Andmete võrdlusest selgub, et lähedase keskmise vanusega Kuusnõmme, Sõrve, Lõu jäätmaa ja Räpina eksemplaridest on viimaste, s. o. Räpina põõsaste kasvunäitajad parimad, Sõrve Lõu jäätmaa eksemplaride kasvunäitajad aga halvimald.

Kui arvestada, et põõsa juurekaela diameetri ja vanuse suhe teataval määral iseloomustab antud põõsa juurte toodangut, siis selgub, et Räpina ja Kingissepa põõsad on selle suhte väärtuse poolest esikohal (suhe 2,5); teisel kohal on Kuusnõmme põõsad suhtega 2,1 ja viimasel kohal Sõrve Lõu jäätmaa põõsad suhtega 1,4.

Tabel 13

Asukoht	Vaatlusaluste põõsaste arv	Kõrgus, m		Juurekaela diameeter, mm		Võra lääbimõõt, m		Vanus, a	
		keskmine	hälbed	keskmine	hälbed	keskmine	hälbed	keskmine	hälbed
Kihelkonna	3	3,0	2,8—3,2	65	60—70	1,7	1,5—1,8	30	
Kingissepa linn	6	4,4	2,8—5,5	80	40—117	4,0	1,9—5,0	32	20—40
Kuusnõmme	15	2,3	1,0—3,4	35	11—71	1,0	0,5—1,1	17	16—28
Räpina	22	2,7	1,7—6,3	47	24—145	2,0	0,5—5,0	19	10—35
Sõrve Lõu jäätmaa	10	2,2	1,3—3,4	25	10—46	1,2	0,5—3,0	18	12—25
Sõrve Lõupõllu	4	1,8	1,0—3,5	50	27—100	1,4	0,9—2,8	23	14—40
Tartu Dendroloogiaaed	8	2,3	1,2—3,1	52	30—90	1,4	0,8—2,2	31	18—33

Kingissepa linna ja Tartu Dendroloogiaaia lähedase keskmise vanusega põõsaste dimensioonide analüüsimisel ilmnevad Kingissepa põõsaste paremad näitajad.

Kultiveeritud põõsaste loodusliku uuendumise küsimuses selgus, et eriti hea looduslik uuendus esineb Räpina ja Kuusnõmme kultiveeritud hariliku kikkapuu põõsaste all; uuendus on tagasihoidlik Sõrve Lõu jäätmaa eksemplaridel ning puudub peaaegu täiesti Kingissepa linna eksemplaridel. See on tõenäoliselt tingitud pargi hooldamise iseloomust. Üldiselt esineb vegetatiivset uuendust mõnevõrra rohkem kui generatiivset uuendust, kuigi ka viimase esinemine kultiveeritud eksemplaridel on küllalt rohke. Need asjaolud näitavad hariliku kikkapuu soodsat kultiveeritavust Eesti NSV-s.

Selgub, et looduslikult Eesti NSV-s esinevat harilikk kikkapuud (*Evonymus europaea* L.) võib lugeda Eesti NSV-s kohaliku paljundusmaterjali baasil soodsalt kultiveeritavaks põõsasliigiks. Tema paljundamise ja kasvata mise alal omatakse Eesti NSV-s juba ka teatavaid kogemusi.

Seejuures väärib märkimist, et tehnilise põõsastaimena eelistatakse teistele harilikk kikkapuud, mis kasvab suhteliselt kiiremini, kannab rohkesti vilja ja on kergemini kultiveeritav põhja pool oma loodusliku areaali piire [13, lk. 100; 9, lk. 135].

### III. EESTI NSV KIKKAPUUDE GUTAPERTŠI-SISALDUSEST

Eesti NSV kikkapuud osutuvad NSV Liidu gutapertšitaimede loodepoolseimateks esindajateks. Seejuures tuleb kikkapuudest Eesti NSV-s gutapertšipõõsana arvesse araalne ja kultiveeritult esinev harilik kikkapuu (*Evonymus europaea* L.).

Eesti NSV kikkapuude gutapertšisisalduse kohta seni andmeid ei olnud. Kuni käesoleva tööni puudusid andmed ka Eesti NSV kikkapuude gutapertši kvaliteedi kohta.

Käesoleva uurimistöö käigus toimus esmalt vaadeldavate kikkapuupõõsaste gutasisalduse orienteeriv määramine<sup>1</sup> ja seejärel eri kasvukohtade põõsaste gutapertšisisalduse analüüs.

#### A. ANDMEID EESTI NSV HARILIKE KIKKAPUUDE GUTASISALDUSE KOHTA

Eesti NSV kikkapuude gutasisalduse kohta saadi esialgseid andmeid visuaalse rebestamismeetodi abil. Sellel meetodil määrati 1956. aasta juulis ja augustis 82 kikkapuupõõsa gutasisaldus. Saadud andmed on koondatud tabelisse 14.

Rebestamismeetodil saadud andmed õigustasid kikkapuude küsimuse põhjalikumat uurimist Eesti NSV-s.

Täpsemaid andmeid kogu katsematerjali gutasisalduse kohta saadi nefelomeetrilisel meetodil. Üldse selgitati fotoelektrilise mikrokolorimeeter-nefelomeetri ФЭК-Н-54 abil 124 põõsa gutasisaldus kokku ca 250 eri proovi alusel. Nefelomeetrimise tulemuste analüüsimisel selgus,

<sup>1</sup> Visuaalse meetodiga on varem Peetri jõe kikkapuupõõsaste gutasisaldust määranud J. Laasimer.

Kasvukoht	Vaatlus- aluste põõsaste arv	Põõsaste keskmise gutasisal- dus, %	Põõsaste gutasisal- duse hälbed, %
A. Areaalsetel kikkapuudel			
Mustjõe lamm	6	10	3—20
Peetri jõe lamm	6	8	3—20
Kokku ja keskmised	12	9	3—20
B. Kultiveeritud kikkapuudel			
Kingissepa linn	6	5	3—10
Kuusnõmme	15	7	3—10
Räpina	19	8	3—20
Sørve Lõupõllu ja Lõu jäätmaa	16	8	3—20
Tartu Dendroloogiaaed	11	9	6—15
Kokku ja keskmised	67	8	3—20
C. Metsistunud kikkapuudel			
Sørve Karuste puisniit	3	4	3—5

et 11 põõsa koorematerjal oli vananenud. Nefelomeetrimisel saadi tabelis 15 esitatud keskmised näitajad.

Selgub, et areaalsete kikkapuude juurekoore gutasisaldus on Mustjõe ja Koiva jõe lammide eksemplaridel suurem kui Peetri jõe lammi eksemplaridel. See on nähtavasti põhjustatud asjaolust, et Peetri jõgi on Eesti NSV kikkapuude areaali idapoolseks piiriks. Põõsad on selles areaaliosas väiksemad kui Mustjõel ja Koiva jõel. Nähtavasti on ökoloogilised tingimused seal kikkapuudele ebasoodsad. See asjaolu mõjutab tõenäoliselt ka põõsaste gutasisaldust.

Sørve poolsaare Karuste puisniidu metsistunud eksemplaride gutasisaldus on väike.

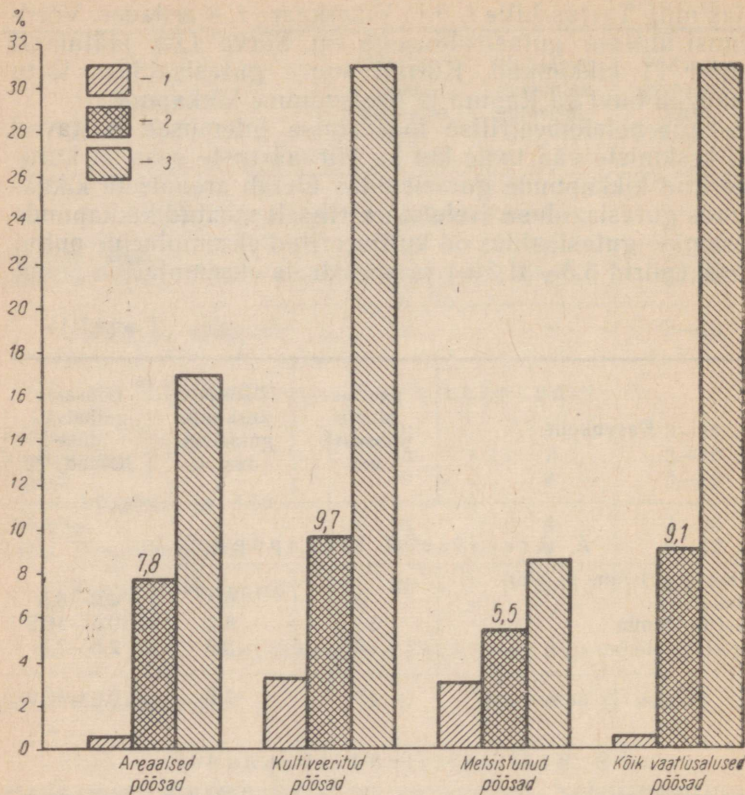
Kultiveeritud kikkapuude osas selgus guta nefelomeetrilisel määramisel eriti suure gutasisaldusega eksemplaride esinemine Kingissepa linnas ja Tartu Dendroloogia-

aias ning Tartus Lille t. 9 ja Vikerkaare t. 4 aedades. Võrdlemise ühtlase gutasisaldusega on Sõrve Lõu jäätmaalt leitud 11 kikkapuud. Küllalt suure gutasisalduse tõttu pakuvad huvi ka Räpina ja Kuusnõmme kikkapuud.

Guta nefelomeetrilise määramise tulemused näitavad nii keskmiste väärtuste kui ka piirväärtuste osas, et kultiveeritud kikkapuude gutasisaldus ületab areaalsete kikkapuude gutasisalduse. Nefelomeetriliselt uuritud kikkapuude keskmine gutasisaldus on kultiveeritud eksemplaride puhul 9,7% (piirid 3,3—31,3%) ja areaalsete eksemplaride puhul

Tabel 15

Kasvukoht	Vaatlus- aluste põõsaste arv	Põõsaste keskmine gutasisal- dus, %	Põõsaste gutasisal- duse hälbed, %
A. Areaalsetel kikkapuudel			
Koiva jõe lamm ja Pär- nika oja	3	6,4	4,6—8,5
Mustjõe lamm	36	8,3	0,6—16,9
Peetri jõe lamm	8	5,9	2,6—7,8
Kokku ja keskmised	47	7,8	0,6—16,9
B. Kultiveeritud kikkapuudel			
Kingissepa linn	5	13,9	3,3—31,3
Kuusnõmme	14	7,7	4,1—10,0
Räpina	17	8,3	3,5—17,1
Sõrve Lõupõllu	3	11,4	8,5—13,7
Sõrve Lõu jäätmaa	9	9,8	8,1—12,3
Tartu Dendroloogiaaed	5	13,7	10,6—15,2
Tartu linn	4	12,7	8,0—18,8
Uksikeksemplarid vaba- riigi eri kohtades	4	8,1	4,9—13,4
Kokku ja keskmised	61	9,7	3,3—31,3
C. Metsistunud kikkapuudel			
Sõrve Karuste puisniit	5	5,5	3,1—8,8
Kõik kokku ja keskmised	113	9,1	0,6—31,3



Joon. 14. Eesti NSV areaalsete, kultiveeritud ja metsistunud hariliku kikkapuu põõsaste juurekoore gutasisalduse võrdlus: 1 — põõsa väiksem gutasisaldus; 2 — põõsaste keskmine gutasisaldus; 3 — põõsa suurim gutasisaldus.

7,8% (piirid 0,6—16,9%). Sõrve poolsaare Karuste puisniidu metsistunud eksemplaride keskmine gutasisaldus on analüüsi andmetel 5,5% (piirid 3,1—8,8%). Kõigi nefelomeetriselt analüüsitud kikkapuupõõsaste (113 põõsast) keskmine gutasisaldus on 9,1%.

Analüüs näitab, et Eesti NSV kikkapuudest osutuvad gutasisalduse seisukohalt eelistatumateks kultiveeritud eksemplarid. Selle asjaolu põhjusi tuleb aga veel lähemalt uurida, sest siin võib küllalt kaaluvat osa etendada uuri-

misaluste kultiveeritud kikkapuude suhteliselt suurem vanus.

Vastava katsega tehti kindlaks gutasisaldus hariliku kikkapuu juure ristlõike eri osades. Seejuures selgusid tabelis 16 esitatud andmed.

Tabel 16

Juure ristlõike osa	32/ Peetri jõe põõsa jämeda juure koore gutasisaldus, %		61/ Mustjõe põõsa keskmise jämedusega juure koore gutasisaldus, %	
	eri proovidel	keskmine	eri proovidel	keskmine
Kogu koor	12,4 12,9	12,6	9,6 8,5	9,1
Aluskoor	21,5 21,1	21,3	15,8 15,8	15,8
Pealiskoor	5,9 5,2	5,6	7,1 7,5	7,2
Juurepuit	—	—	0,9 0,7	0,8

Tabel 17

Juurte jämeduse		Põõsa nr.					
		35/ Mustjõe		45/ Mustjõe		32/ Peetri jõe	
aste	piirid, mm	Gutasisaldus, %					
		eri proovidel	keskmine	eri proovidel	keskmine	eri proovidel	keskmine
Jämedad	üle 20	9,0 6,3	7,7	—	—	12,4 12,9	12,6
Keskmi- sed	5—20	6,4 5,9	6,2	4,4 4,8	4,6	9,4 10,1	9,8
peened	alla 5	—	—	3,5 3,4	3,5	—	—

Katse näitab, et guta paikneb peamiselt hariliku kikkapuu juurekoore alumises, mähilähedases osas. See tulemus ühtib Kudaševa andmetega naastuse kikkapuu [16, lk. 20—23] ja Šuhhobodski andmetega Maacki kikkapuu kohta [27, lk. 18].

Teise eri katse abil selgitati kikkapuude juurekoore gutasisalduse olenevus juure jämedusest. Vastavad andmed on esitatud tabelis 17.

Katse näitab, et jämedamate juurte koor sisaldab rohkem gutat kui peenemate juurte koor.

## B. ANDMEID EESTI NSV HARILIKE KIKKAPUUDE GUTAPERTŠISISALDUSE KOHTA

Kikkapuude juurekoores leiduva gutapertši põhikomponentideks on vaik ja guta. Seejuures loetakse gutapertši seda väärtuslikumaks tooraineks, mida suurem on tema gutasisaldus. Gutapertši gutasisaldust iseloomustab nn. gutapertši kvaliteet [27, lk. 58—59], mida väljendatakse guta ja kogu gutapertši protsentuaalse suhtega.

Gutapertši kvaliteet avaldub valemiga

$$K = \frac{G}{V+G} \cdot 100 [\%], \quad (6)$$

kus  $K$  — gutapertši kvaliteet,  
 $G$  — guta protsent gutapertšis,  
 $V$  — vaigu protsent gutapertšis.

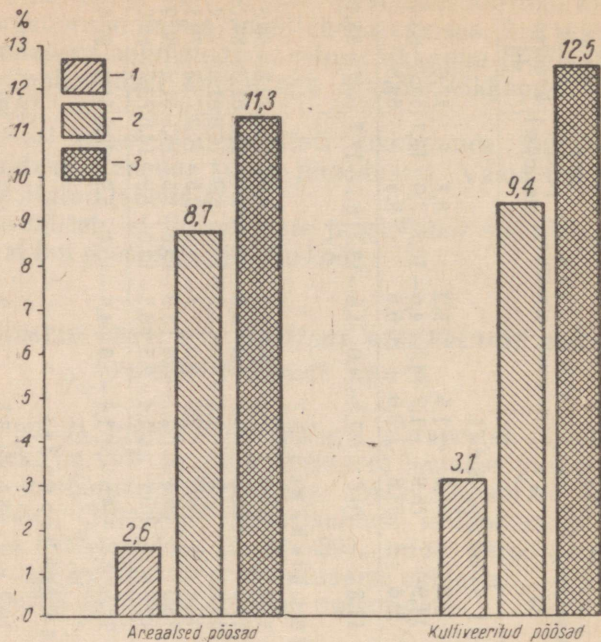
Käesolevas uurimistöös analüüsiti eespool kirjeldatud kvantitatiivse analüüsi meetodil kokku 86 juurekooreproovi 43 põõsalt. Gutapertši komponentide kõrval määrati ka vees lahustuvate ainete protsent.

Saadud andmed *Evonymus europaea* L. juurekoore gutapertšisisalduse kohta on esitatud tabelis 18.

Tabelist selgub, et nii guta- kui ka gutapertšisisalduse suhtes on esikohal kultiveeritud kikkapuud ja teisel kohal areaalsed kikkapuud. Sõrve metsistunud kikkapuupõõsaste kohta ei ole selles osas piisavalt andmeid, sest kvantitatiivselt analüüsiti nendest ainult ühe põõsa materjali.

Selgub, et eri kasvukohtade kikkapuudest on keskmistel andmetel suurima guta- ja gutapertšisisaldusega Kingisepa linna kikkapuud. Nendele järgnevad Sõrve Lõupõllu, Tartu Dendroloogiaaia ja Räpina kikkapuud.

Kasvukoht	Vaatus- alus- põo- saste arv	Vaigu- sisaldus, %	Guta- sisaldus, %	Guta- pertši- sisaldus, %	Guta- pertši kvaliteet, %	Hälbed, %				
						vaigu- sisaldusel	guta- sisaldusel	guta- pertši- sisaldusel	guta- pertši kvalitee- dil	
A. Areaalsetel kikkapuudel										
Koiva jõe lamm	1	1,5	5,2	6,7	77,6	1,5	5,2	6,7	77,6	
Mustjõe lamm	10	2,6	9,3	11,9	76,9	1,9-4,0	4,6-13,7	7,0-17,7	65,7-85,4	
Peeetri jõe lamm	1	3,0	6,6	9,6	68,8	3,0	6,6	9,6	68,8	
Kokku, keskmised ja häl- bed	12	2,6	8,7	11,3	76,3	1,5-4,0	4,6-13,7	6,7-17,7	65,7-85,4	
B. Kultiveeritud kikkapuudel										
Kingisepa linn	3	2,3	12,9	15,2	83,7	2,0-2,6	7,9-17,4	9,9-19,7	79,8-88,3	
Kuusnõmme	6	2,9	8,7	11,6	75,2	1,7-4,3	6,8-9,8	9,9-13,4	61,3-84,7	
Räpina	8	3,2	8,9	12,1	72,2	1,6-5,6	4,6-19,0	5,9-20,6	61,9-92,4	
Sõrve Lõupõllu	2	2,9	9,5	12,4	76,2	2,8-3,0	7,7-11,3	10,5-14,3	73,3-79,1	
Tartu Dendroloogiaaed	7	4,0	9,3	13,3	69,4	2,7-5,6	5,9-12,6	11,5-15,8	51,3-80,0	
Tartu linn	4	2,0	8,8	10,8	80,1	1,4-2,5	6,5-13,0	7,9-14,6	73,7-89,0	
Kokku, keskmised ja häl- bed	30	3,1	9,4	12,5	74,6	1,4-5,6	4,6-19,0	5,9-20,6	51,3-92,4	
C. Metsistunud kikkapuudel										
Sõrve Karuste puisniit	1	3,7	7,2	10,9	66,1	3,7	7,2	10,9	66,1	
Kõik kokku, keskmised ja hälbed	43	3,0	9,1	12,1	74,9	1,4-5,6	4,6-19,0	5,9-20,6	51,3-92,4	



Joon. 15. Eesti NSV areaalsete ja kultiveeritud hariliku kikkapuu põõsaste juurekoore gutapertšisisalduse võrdlus: 1 — vaigusisaldus; 2 — gutasisaldus; 3 — gutapertšisisaldus.

Eri kasvukohtade kikkapuupõõsaste gutapertšisisalduse andmete statistilise analüüsi tulemused on esitatud tabelis 19.

Variatsioonstatistiline analüüs selgitab järgmist:

1. Mustjõe lammi kikkapuude juurekoores varieerub vaik märksa väiksemal määral kui guta. Gutapertši variatsioonikoeffitsient asetseb antud juhul gutapertši mõlema komponendi, s. o. vaigu ja guta variatsioonikoeffitsientide vahel:

$$V_{\text{vaik}} = 21,12\%$$

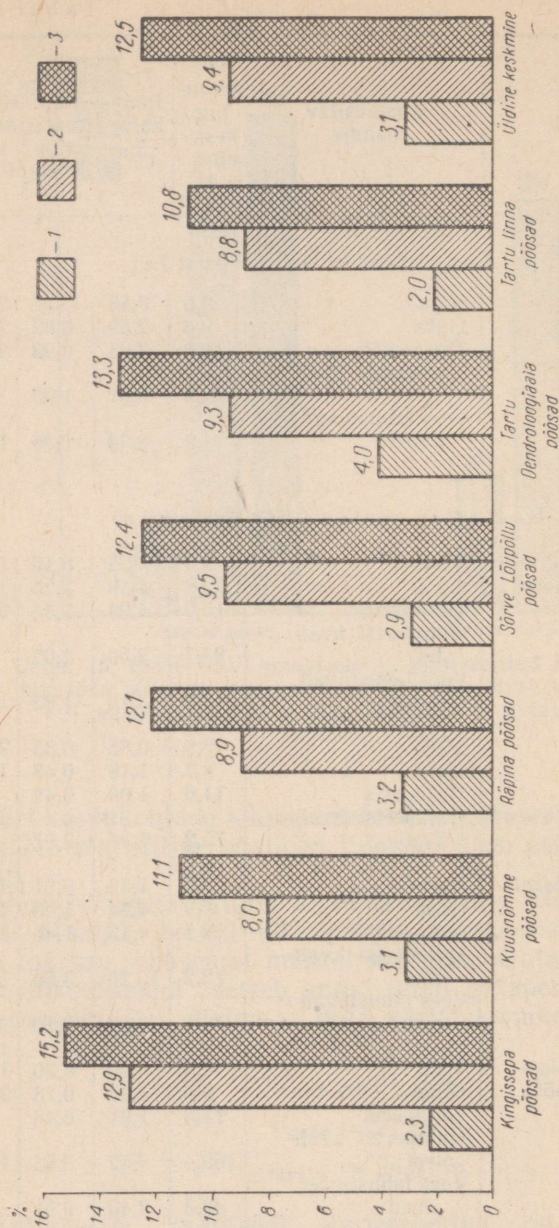
$$V_{\text{guta}} = 27,80\%$$

$$V_{\text{gutaperts}} = 24,81\%$$

Gutapertši kvaliteedi varieerumine on seejuures

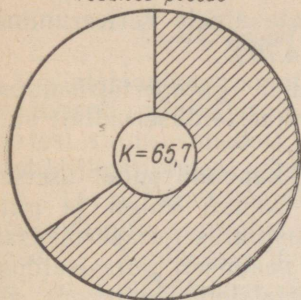
Tabel 19

Kasvukoht	Analüüsitava näitaja	Aritmeetiline keskmine $M$	Ruuthälve $\pm\sigma$	Keskmine ruuthälve $\pm m$	Variatsioonikoefitsient $V$ (%)
A. Areaalsetel kikkapuudel					
Mustjõe lamm (10 põõsast)	Vaik	2,6	0,55	0,17	21,12
	Guta	9,3	2,59	0,82	27,80
	Gutapertš	11,9	2,95	0,93	24,81
	Gutapertši kvaliteet	76,9	6,01	1,90	7,81
	Vees lahustuvad ained	34,0	5,03	1,59	14,79
B. Kultiveeritud kikkapuudel					
Kingissepa linn (6 põõsast)	Vaik	2,3	0,25	0,15	10,78
	Guta	12,9	3,89	2,25	30,16
	Gutapertš	15,2	4,04	2,34	26,59
	Gutapertši kvaliteet	83,7	3,50	2,02	4,18
	Vees lahustuvad ained	19,3	3,15	1,82	16,31
Kuusnõmme (6 põõsast)	Vaik	2,9	0,85	0,35	29,31
	Guta	8,7	1,18	0,48	13,56
	Gutapertš	11,6	1,08	0,44	9,34
	Gutapertši kvaliteet	75,2	7,27	2,97	9,67
Räpina (8 põõsast)	Vaik	3,2	1,43	0,51	44,56
	Guta	8,9	4,12	1,46	46,26
	Gutapertš	12,1	4,13	1,46	34,09
	Gutapertši kvaliteet	72,2	10,20	3,60	14,13
	Vees lahustuvad ained	40,5	6,18	2,19	15,26
Tartu Dendroloogiaaed (7 põõsast)	Vaik	4,0	0,96	0,36	13,93
	Guta	9,3	1,93	0,73	20,83
	Gutapertš	13,3	1,21	0,46	9,11
	Gutapertši kvaliteet	69,4	9,42	3,55	13,57
	Vees lahustuvad ained	48,8	2,40	0,91	4,92



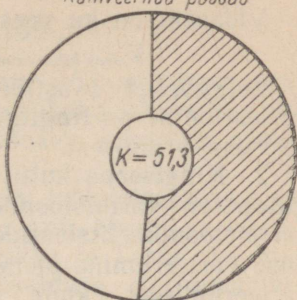
Joon. 16. Eesti NSV eri kasvukohtade kultiveeritud hariliku kikkapuu põõsaste juurekoore gutapertsisalduse võrdlus: 1 — vaigusisaldus; 2 — gutasisaldus; 3 — gutapertsisaldus.

Areaalsed põõsad

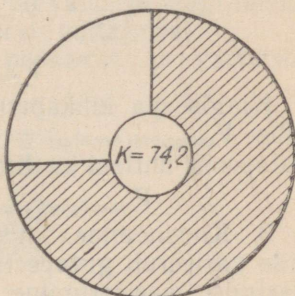
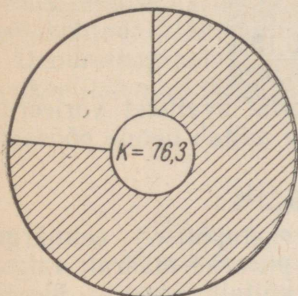


minimaalne

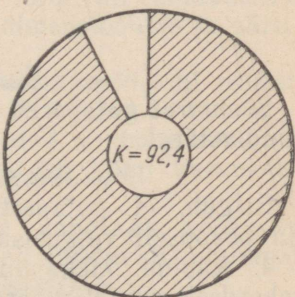
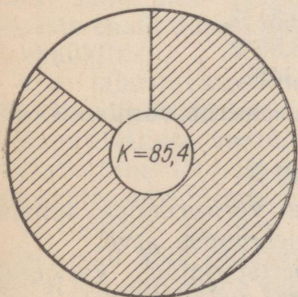
Kultiveeritud põõsad



keskmine



maksimaalne



$$K = \frac{G}{V+G} \cdot 100$$

□ - Vaigusisaldus (V)

▨ - Gutasisaldus (G)

Joon. 17. Eesti NSV areaalsete ja kultiveeritud hariliku kikkapuu põõsaste gutapertši kvaliteedi (K) võrdlus.

märksa väiksem:

$$V_{\text{gutapertši kvaliteet}} = 7,81\%.$$

Väiksem on ka vees lahustuvate ainete varieerumine:

$$V_{\text{vees lahustuvad ained}} = 14,79\%.$$

Selgub, et Mustjõe kikkapuude gutapertšisisalduse varieerumine on tingitud nende gutasisalduse küllalt suurest varieerumisest.

2. Kingissepa kultiveeritud kikkapuude puhul asetseb gutapertši variatsioonikoefitsient samuti vaigu ja guta variatsioonikoefitsientide vahel, kusjuures gutapertšisisalduse varieerumine oleneb samuti peamiselt gutasisalduse varieerumisest, kuna vaigu variatsioonikoefitsient on väike:

$$V_{\text{vaik}} = 10,78\%,$$

$$V_{\text{guta}} = 30,16\%,$$

$$V_{\text{gutapertš}} = 26,59\%.$$

Kingissepa kikkapuude gutapertši kvaliteet varieerub vähe:  $V_{\text{gutapertši kvaliteet}} = 4,18\%$ . See näitab nende põosaste gutapertši ühtlast kvaliteeti.

$$V_{\text{vees lahustuvad ained}} = 16,31\%.$$

3. Kuusnõmme kikkapuudel vastupidiselt eelmärgituule varieerub gutapertšisisaldus piiratud määral, vaigusisalduse varieerumine on aga küllalt suur — üle  $\frac{1}{4}$  vaigusisalduse keskmisest väärtusest:

$$V_{\text{vaik}} = 29,31\%,$$

$$V_{\text{guta}} = 13,56\%,$$

$$V_{\text{gutapertš}} = 9,34\%.$$

Seejuures gutapertši kvaliteet varieerub võrdlemisi piiratud määral:

$$V_{\text{gutapertši kvaliteet}} = 9,67\%.$$

Selgub, et gutapertšisisalduse varieerumine toimub siin peamiselt vaigusisalduse varieerumise arvel.

4. Räpina kikkapuude gutapertšisisaldus varieerub erakordselt suurel määral, kusjuures vaigu ja guta variatsioonikoefitsiendid on peaaegu võrdsed:

$$V_{\text{vaik}} = 44,56\%,$$

$$V_{\text{guta}} = 46,26\%,$$

$$V_{\text{gutapertš}} = 34,09\%.$$

Vähem varieerub gutapertši kvaliteet:

$$V_{\text{gutapertši kvaliteet}} = 14,13\%.$$

See aga ületab ikkagi kõigi teiste kasvukohtade vastava variatsioonikoefitsiendi.

$$V_{\text{vees lahustuvad ained}} = 15,26\%$$

Variatsioonikoefitsientide nii suur kõikumine on siin tõenäoliselt põhjustatud antud kasvukoha põõsaste eriti suurtest vanusevahedest, samuti põõsaste erinevast päritolust ja liigisisestest erinevustest.

5. Tartu Dendroloogiaaia hariliku kikkapuu põõsastes varieerub guta suuremal määral kui vaik. Nende varieerumised aga kompenseeruvad vastastikku ja Tartu Dendroloogiaaia kikkapuude gutapertšisisalduse varieerumine osutub peaaegu võrdseks Kuusnõmme kikkapuude gutapertšisisalduse varieerumisega, mis on väiksem kõigi teiste kasvukohtade kikkapuude vastavatest näitajatest.

Dendroloogiaaia analüüsitud põõsastel on variatsioonikoefitsiendid järgmised:

$$\begin{aligned} V_{\text{vaik}} &= 13,93\%, \\ V_{\text{guta}} &= 20,83\%, \\ V_{\text{gutapertš}} &= 9,11\%, \\ V_{\text{gutapertši kvaliteet}} &= 13,57\%, \\ V_{\text{vees lahustuvad ained}} &= 4,92\%. \end{aligned}$$

Gutapertši kvaliteedi variatsioonikoefitsient on siin küllalt suur, mille põhjuseks võib olla nii analüüsitud põõsaste ebaühtlane vanus kui ka dimensioonide ja päritolu ebaühtlus.

Vees lahustuvate ainete variatsioonikoefitsient osutub selles kasvukohas väikseimaks.

Kvantitatiivse analüüsi teel saadud andmete variatsioonistatiline läbitöötamine võimaldab kõigi kasvukohtade suhtes teha järgmisi üldistusi:

1. Suurtes piirides varieeruva vanusega põõsastel varieeruvad kõik gutapertši näitajad tunduvalt suuremal määral kui ühtlasema vanusega põõsastel. \*

2. Gutapertš varieerub kõigil juhtudel vähem kui ükseta komponent või mõlemad komponendid, mis seletub sellega, et vaigu ja guta varieerumised omavahel mõnevõrra kompenseeruvad.

3. Gutapertši varieerumist põhjustab mõnel juhul peamiselt guta suur variatsioonikoefitsient (Mustjõe, Räpina ja Tartu Dendroloogiaaia kikkapuudel), mõnel juhul aga

vaigu suur variatsioonikoefitsient (Kuusnõmme kikkapuudel).

4. Kõikide gutapertši näitajate eriti suurt variatsioonikoefitsienti näib põhjustavat põõsaste vanuse suur varieerumine, samuti põõsaste erinev päritolu ja liigisisised erinevused (Räpina põõsad).

5. Üldiselt osutub gutapertši kvaliteet kõigist gutapertši näitajatest kõige püsivamaks.

6. Selgub, et eri kasvukohtade põõsaste gutapertšisisalduse varieerumine ( $11,6 \pm 0,4$  kuni  $15,2 \pm 2,3$ ) on märksa väiksem kui vees lahustuvate ainete sisalduse varieerumine ( $19,3 \pm 1,8$  kuni  $48,8 \pm 0,9$ ), mis on uurimisaluste komponentide varieerumistest suurim. Seejuures on eri kasvukohtade põõsaste gutapertši ja vees lahustuvate ainete variatsioonikoefitsiendid ligikaudu võrdelises olenevuses ning vees lahustuvate ainete osas mõõdukad (minimaalne 4,92 ja maksimaalne 16,31). Koore vees lahustuvate ainete ja gutapertši sisalduse omavahelised suhted väärisksid edaspidist ulatuslikumat uurimist.

Tuleb märkida, et eeltoodud analüüsi punkt 3 ei ühtu B. A. Šuhhobodski uurimistöö [27] kokkuvõtte punktis 4 esitatud seisukohaga, mille järgi guta varieerumine on kikkapuudes igal juhul suurem kui vaigu varieerumine [27, lk. 95]. Küsimus vajaks suurema katsematerjalikoguse baasil täpsustamist.

Eeltoodust selgub, et Eesti NSV harilikud kikkapuud sisaldavad nii nefelomeetrilise määramise kui ka kvantitatiivse keemilise analüüsi andmetel keskmiselt 9,1% gutat. See tulemus osutub peaaegu võrdseks I. D. Jurkevitsi poolt kloroformiga ekstraheerimise teel määratud hariliku kikkapuu (*Evonymus europaea* L.) gutasisalduse keskmise väärtusega, mis on 8,9% [11].

Diferentseeritult kasvukohtade järgi on harilike kikkapuude keskmine gutasisaldus nefelomeetrilise määramise andmeil:

1. Koiva jõe, Mustjõe ja Peetri jõe areaalseil põõsail 7,8%
2. Kultiveeritud põõsail 9,7%
3. Sõrve Karuste puisniidu metsistunud põõsail 5,5%

Kvantitatiivse analüüsi käigus selgusid eri kasvukohtade keskmiste väärtustena järgmised hariliku kikkapuu gutapertšisisaldused:

1. Koiva jõe, Mustjõe ja Peetri jõe areaalseil põõsail	11,3%
2. Kultiveeritud põõsail	12,5%
Keskmine gutapertši kvaliteet on vastavalt:	
1. Areaalseil põõsail	76,3%
2. Kultiveeritud põõsail	74,6%

Eri põõsaste gutapertši kvaliteedi varieerumine on aga seejuures areaalsetel kikkapuudel märksa väiksem (variatsioonikoefitsient 7,8) kui kultiveeritud kikkapuudel (variatsioonikoefitsient kuni 14,13). Absoluutsetes arvudes kõigub gutapertši kvaliteet areaalsetel kikkapuudel vastavalt 65,7 ja 85,4 piires ning kultiveeritud kikkapuudel 51,3 ja 92,4 piires.

Kikkapuude gutapertšisisalduse andmete variatsioonstatistiline analüüs võimaldas selgitada gutapertši komponentide ja gutapertši kvaliteedi omavahelist olenevust. Statistilise analüüsi andmetel võib järeldada, et eri kasvu-kohtade kikkapuupõõsaste gutapertši komponentide ja gutapertši varieerumist mõjustavad tõenäoliselt põõsaste vanuse ja kasvukoha tingimuste erinevused ning ka hariliku kikkapuu liigisisised erinevused. Neid asjaolusid tuleb arvestada hariliku kikkapuu (*Evonymus europaea* L.) kultiveerimisel, et kindlustada suure gutapertšisisaldusega ja hea gutapertši kvaliteediga paljundusmaterjali saamist. Vees lahustuvate ainete suur varieerumine õigus- tab seejuures tähelepanu omistamist ka sellele kompo- nendile.

#### IV. UURIMISTÖÖ KOKKUVÖTE JA JÄRELDUSED

1. Eesti NSV-s esineb perekonna *Evonymus* liikidest *Evonymus europaea* L. (harilik kikkapuu) looduslikult levinuna Koiva jõe, Mustjõe ja Peetri jõe lammidel. Lisaks senituntud areaalile selgus käesoleva uurimistöö käigus hariliku kikkapuu esinemine Peetri jõe Karisöödi—Tiitsa lõigul.

Uhtlasi selgus hariliku kikkapuu esinemine ka Läti NSV-s Riia—Pihkva maantee ja Koiva jõe ning Melnupe jõe (Peetri jõe kesk- ja ülemjooksu osa Läti NSV-s) lõikumiskohtadel, samuti Koiva jõe keskjooksul Eesti—Läti piiri ja Cēsise linna vahelisel lõigul. Seega ühineb Mustjõel ja Koiva jõel E. Viiroki poolt 1932. aastal selgitatud kikkapuu looduslik levikuala K. R. Kupfferi poolt 1911. aastal antud liigi areaali põhjapiiriga. Hariliku kikkapuu areaali põhjapiir NSV Liidus nihkub seega Läti NSV-s Koiva jõe Bekase harujõeale Bekase asula lähedusse, olles märgatavalt põhja pool A. L. Koštšejevi poolt 1947. aastal antud areaali skeemi põhjapiirist Daugava jõe joonel Läti NSV-s.

2. Kultiveeritud hariliku kikkapuu eksemplare esineb Eesti NSV-s Saaremaal Kuusnõmmel, Kingissepa linnas, Sõrve poolsaarel ja mujal, Tallinnas, Tartus, Sangastes, Mõniste pargis, Räpina Aiandustehnikumi pargis, Järvselja Öppe- ja Katsemetsamajandis ja paljudes teistes kohtades. Ühe olulise erinevusena selgus käesolevas uurimistöös, et Kuusnõmme põõsad kasvavad paepin-nasel.

Valga ja Saaremaa metsamajandite Sangaste, Taheva ja Kuusnõmme metuskondade ning Elva metsamajandi Otepää metuskonna taimeaedades, Eesti NSV Raudteevalitsuse Elva puukoolis, Järvselja Öppe- ja Katsemetsamajandi taimeaedades, Räpina Aiandustehnikumi öppe- ja katse-

aiandis ja Tartu Riikliku Ülikooli katsebaasides Tartus ja mujal leidub harilikke kikkapuid seemikute ja istikute arenemisfaasis.

Otepää metskonnas on harilik kikkapuu viidud lehise (*Larix Mill.*) kultuuri.

3. Perekonna *Evonymus* teistest liikidest leidub Eesti NSV-s mõningal hulgal naastust kikkapuud (*Evonymus verrucosa Scop.*) ning üksikuid *Evonymus nana M. B.*, *Evonymus latifolia Mill.*, *Evonymus Maackii Rupr.*, *Evonymus pauciflora Maxim.*, *Evonymus alata Rupr.*, *Evonymus Bungeana Maxim.* jt. eksemplare.

4. Käesolevas uurimistöös rakendatud kikkapuude juurekoore gutasisalduse määramine visuaalse rebestamis-meetodi ja nefelomeetrilise meetodi alusel võimaldas saada esialgseid andmeid Eesti NSV harilike kikkapuude väärtuslikkusest gutapertši allikana. Nefelomeetriliselt läbi töötatud 113 põosa keskmine gutasisaldus oli 9,1%. Selgus ka, et keskmine gutasisaldus on kultiveeritud hariliku kikkapuu põosastel suurem (9,7%) kui areaalsetel põosastel (7,8%).

5. Uurimistöö käigus töötati välja kvantitatiivse keemilise analüüsi meetod gutapertši komponentide määramiseks kikkapuu koores. Meetod põhineb katsematerjali ekstraheerimisel ning kuivjäägi kaalumisel. Proovide püsikaalu saavutamiseks ekstraheerimise etappide järel kasutati termilist vaakuumkuivatamist hügrokoopiliste ainete ( $\text{CaCl}_2$  ja  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) abil. Varemkasutatud kvantitatiivse analüüsi meetoditega võrreldes annab see meetod tunduvat aja ja solventide kokkuhoidu ning võimaldab määrata ka vees lahustuvate komponentide hulka katsematerjalis. Meetodit võib soovitada laialdaseks kasutamiseks hulgalise taimmaterjali gutapertšisisalduse uurimisel.

6. Eri kasvukohtade 43 põosa keskmine gutapertšisisaldus oli kvantitatiivse analüüsi andmetel 12,1% ja keskmine gutasisaldus 9,1%. See gutasisalduse keskmine näitaja ühtib eri kasvukohtade 113 põosa nefelomeetriliselt määratud keskmise gutasisaldusega (vt. p. 4). Lisaks sellele langeb nimetatud näitaja ligikaudu ühte ka I. D. Jurkevitsi poolt esitatud keskmise gutasisaldusega, mis on 8,9%.

7. Kvantitatiivne analüüs näitas, et hariliku kikkapuu kultiveeritud eksemplaride keskmine gutapertšisisaldus (12,5%) on suurem kui areaalsete kikkapuude vastav näi-

taja (11,3%). Seejuures on kultiveeritud ja areaalsete kikkapuupõõsaste gutapertši kvaliteet keskmiselt peaaegu võrdne (vastavalt 74,6 ja 76,3). Gutapertši kvaliteedi varieerumine aga on kultiveeritud põõsastel märksa suurem (variatsioonikoefitsient 14,13) kui areaalsetel põõsastel (variatsioonikoefitsient 7,81).

8. Kvantitatiivse analüüsi tulemuste variatsioonstatistiline analüüs võimaldas võrrelda eri kasvukohtade kikkapuude gutapertši näitajate varieerumisi ja teha oletusi varieerumist põhjustavate tegurite kohta. Varieerumist põhjustavad tõenäoliselt põõsaste vanuse, päritolu ja kasvukohtade ökoloogiliste tingimuste erinevused, samuti liigisisised erinevused. Põõsaste gutapertšisisalduse hälbed on põhjustatud kord vaigu, kord aga guta suuremast varieerumisest.<sup>1</sup> Gutapertši kvaliteet osutub gutapertši näitajatest kõige vähem varieeruvaks. Eri kasvukohtade põõsaste gutapertšisisalduse varieerumine on märksa väiksem kui vees lahustuvate ainete sisalduse varieerumine, kusjuures nende variatsioonikoefitsiendid on enamikul juhtudel ligikaudu võrdelises olenevuses.

9. Eesti NSV areaalsete ja kultiveeritud hariliku kikkapuu põõsaste all leidub küllaldaselt generatiivset ja vegetatiivset looduslikku uuendust, mis näitab, et see põõsasliik on Eesti NSV-s takistusteta kultiveeritav. Hariliku kikkapuu taimlate olemasolu ja kultiveeritud kikkapuude laialdane levik Eesti NSV-s näitab, et meie liiduvabariigis omatakse kogemusi kikkapuu kultiveerimise alal.

10. Eesti NSV-s on olemas võimalused hariliku kikkapuu kasvatamiseks ja sel teel NSV Liidu rahvamajandusele vajaliku tehnilise tooraine — gutapertši — tootmise toorainebaasi arendamiseks.

---

<sup>1</sup> See tulemus erineb B. A. Suhhobodski järeldusest, et guta varieerumine on alati suurem kui vaigu varieerumine [27, lk. 95]. Küsimus vääraks suurema katseseeria abil täpsustamist.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. В. А. Богомаз и И. М. Халамендык, К вопросу методики количественного определения гуттаперчи в коре бересклета. Состояние и перспективы изучения растительных ресурсов СССР, Изд. Акад. наук СССР, М.—Л., 1958, стр. 283.
2. А. Д. Букштынов, Гуттоносы СССР. Гослестехиздат, М.—Л., 1957.
3. Deutsches Arzneibuch (DAB), 6. Ausgabe, Neudruck in der Fassung der beiden Nachträge. VEB Verlag Volk und Gesundheit, Berlin, 1957.
4. Н. Г. Доман, Нефелометрический микрометод количественного определения гутты и каучука в растениях. «Биохимия», 18, № 3, 1953, стр. 335.
5. K. Eichwald, Kikkapuu liikide küsimus Eesti NSV-s. Loodusuurijate Seltsi juubelikoguteos 1853—1953, Eesti Riiklik Kirjastus, Tallinn, 1953, lk. 244.
6. K. Eichwald, L. Laasimer, S. Talts, A. Vaga, E. Vager ja A. Üksip, Taimemääraja. RK «Pedagoogiline kirjandus», Tallinn, 1948.
7. Б. В. Гроздов, Дендрология. Гослесбумиздат, М.—Л., 1952.
8. Ф. Н. Харитонович, Бересклет европейский и агротехника его выращивания. Гослесбумиздат, М.—Л., 1956.
9. М. М. Ильин и П. А. Якимов, Каучуконосы и гуттаперченосы СССР. Растительное сырье СССР, I, Труды Ботанического института им. В. Л. Комарова Акад. наук СССР, М.—Л., 1950, стр. 61.
10. А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, М. И. Смирнова-Иконникова, И. К. Мурри, Методы биохимического исследования растений. Госиздательство сельхозлитературы, М.—Л., 1952.
11. И. Д. Юркевич, Исследования отечественного гуттаперченоса бересклета бородавчатого. Госиздательство БССР, Минск, 1950.
12. И. Д. Юркевич, Районирование культур бересклета европейского. Труды института леса Акад. наук СССР, т. XI, М., 1953, стр. 188.
13. А. Л. Кошечев, Бересклет и его культуры. «Природа», № 2, 1953, стр. 97.

14. А. Л. Кошечев, Границы ареала бересклета европейского (*Evonymus europaeus* L.) в пределах европейской части СССР. Труды института леса Акад. наук СССР, т. I, М.—Л., 1947, стр. 26.
15. А. Л. Кошечев, Распространение бересклета бородавчатого (*Evonymus verrucosus* Scop.) в лесах европейской части СССР. Труды института леса Акад. наук СССР, т. I, М.—Л., 1947, стр. 21.
16. Р. Ф. Кудашева, Новый метод определения гуттоносности бересклета. Гослесбумиздат, М.—Л., 1949.
17. К. Р. Kupffer, Baltische Landeskunde, Riga, 1911.
18. J. Laasimer, Kikkapuude kasvatamise võimalusi Eesti NSV-s. Loodusuurijate Seltsi juubelikoguteos 1853—1953, Eesti Riiklik Kirjastus, Tallinn, 1953, lk. 435.
19. Latvijas PSR Flora III, Prof. dokt. P. Galenicka redakcija, Latvijas valsts izdevnieciba, Riga, 1957.
20. T. Lippmaa, Eesti geobotaanika põhiõoni. Tartu Ülikooli Toimetused, Tartu, 1935.
21. А. Ничипонович, Гуттаперча. Сельхозэнциклопедия, I т., Госсельхозиздательство, Москва, 1949.
22. Л. Ф. Правдин, Работы по изучению гуттоносности бересклетов за период 1945—1950 гг. Труды института леса Акад. наук СССР, т. XI, М., 1953, стр. 5.
23. Л. Ф. Правдин, Современное состояние научно-исследовательской работы с гуттоносными бересклетами. Бересклет как гуттаперченос. Труды института леса Акад. наук СССР, т. XLVI, М., 1958, стр. 5.
24. Я. И. Проханов, Бересклетовые Celastraceae Lindl. Флора СССР, XIV, Ботанический институт им. В. Л. Комарова Акад. наук СССР, М.—Л., 1949.
25. С. С. Станков, В. И. Талиев, Определитель высших растений европейской части СССР. Госиздательство «Советская Наука», Москва, 1957.
26. Б. А. Шухободский, Бересклетовые Celastraceae Lindl. Деревья и кустарники СССР, IV, Ботанический институт им. В. Л. Комарова Акад. наук СССР, М.—Л., 1958, стр. 357.
27. Б. А. Шухободский, Бересклеты дальнего востока и их гуттаперченосность. Растительное сырье, Труды Ботанического института им. В. Л. Комарова Акад. наук СССР, серия V, 4, М.—Л., 1956, стр. 5.
28. E. Viirik, Märkmeid mõnede puistaimede levimisest Eestis. Eesti Metsanduse Aastaraamat, VI, «Akadeemiline Metsaselts», Tartu, 1932, lk. 121.
29. E. Viirik, Puuliikidest mõnes Lõuna-Eesti pargis. «Eesti Mets», nr. 2, lk. 32; nr. 3, lk. 53; nr. 4, lk. 80; nr. 5, lk. 98, 1927.
30. E. Viirik, Ülevaade Tallinna linna puistikest. Tartu Ülikooli Öppe- ja Katsemetskonna Kirjastus, Tartu, 1932.
31. Л. Б. Войновский, Гуттаперча. Гос-научтехн. изд. химической лит., М.—Л., 1951.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГУТТАПЕРЧИ В БЕРЕСКЛЕТАХ ЭСТОНСКОЙ ССР

В. Ритслайд

Доцент Тартуского государственного университета

### *Резюме*

1. В Эстонской ССР из видов рода *Evonymus* (бересклетов) встречается *Evonymus europaeus* L. (бересклет европейский), ареал распространения которого включает поймы рек Гауя, Мустыйги и Пээтри. В ходе настоящего исследования известный ранее ареал был уточнен, причем выяснилось, что бересклет европейский встречается и по берегам реки Пээтри на участке от Карисээди до Тийтса.

Одновременно выявлено естественное распространение бересклета европейского и в Латвийской ССР по берегам рек Гауя и Мелнупе (латышское название верхнего и среднего течения реки Пээтри) в местах скрещивания этих рек с шоссе Рига—Псков, а также по среднему течению реки Гауя, на участке от границы Латвии и Эстонии до города Цесиса Латвийской ССР. Эта область распространения бересклета европейского соединяет участок его распространения в поймах рек Гауя и Мустыйги, выявленный Э. Вийроком в 1932 году, с северной границей ареала рассматриваемого вида, установленной К. Р. Купффером в 1911 году. Таким образом выяснилось, что северо-западная граница ареала бересклета европейского в СССР проходит по реке Бекаса (приток реки Гауя в Латвийской ССР), т. е. значительно севернее, чем она отмечена на схеме А. Л. Кошечева 1947 года, где она проходит по линии реки Даугава в Латвийской ССР.

2. Культивированные экземпляры бересклета европейского встречаются в Эстонской ССР на острове Сааремаа в Кууснымме и в городе Кингисеппе, на полуострове Сырве, в Таллине, Тарту, в Мынистеском парке (Валгаский район), в парке Ряпинаского садоводческого техникума, в учебно-опытном лесхозе Эстонской сельскохозяйственной академии «Ярвселя» и во многих других местах. Одной существенной особенностью указанных местонахож-

дений выяснилось в ходе настоящего исследования то, что в Кууснымме (на острове Сааремаа) кусты бересклета произрастают на плитняковой почве.

В виде сеянцев и саженцев бересклет европейский встречается в питомниках Валгаского, Сааремааского и Эльваского лесхозов, Сангастеского, Тахеваского, Куусныммеского и Отепяского лесничеств, в учебно-опытном лесхозе Эстонской сельскохозяйственной академии «Ярвселья» и в Эльваском древесном питомнике Управления эстонской железной дороги, в учебно-опытном саду Ряпинаского садоводческого техникума, на опытных базах Тартуского государственного университета в городе Тарту и в других местах.

В Отепяском лесничестве бересклет европейский введен в лесокультуру в виде примеси к лесонасаждениям лиственницы (*Larix Mill.*).

3. Из других видов рода *Evonymus* в Эстонской ССР встречается некоторое количество бересклета бородавчатого (*Evonymus verrucosa Scop.*), а также отдельные экземпляры *Evonymus nana M. B.*, *Evonymus latifolia Mill.*, *Evonymus Maackii Rupr.*, *Evonymus pauciflora Maxim.*, *Evonymus alata Rupr.*, *Evonymus Bungeana Maxim.* и др. видов.

4. Примененные в настоящем исследовании методы определения содержания гутты в корневой коре бересклетов — визуальный метод разрыва и нефелометрический метод — позволили получить первоначальные данные о ценности бересклета европейского, встречающегося в Эстонской ССР, как сырья для производства гуттаперчи. Среднее содержание гутты в 113 кустах, обработанных по нефелометрическому методу, составляет 9,1%. Выяснено также, что среднее содержание гутты в культивированных кустах бересклета европейского выше (9,7%), чем в ареальных кустах (7,8%).

5. В ходе исследования выработан количественный химико-аналитический метод определения компонентов гуттаперчи в коре бересклета. Метод основывается на экстрагировании исследуемого материала и взвешивании сухого остатка. Для получения после отдельных этапов экстрагирования постоянно-сухого веса проб применено просушивание их в термической вакуумной сушилке в присутствии гигроскопического вещества ( $\text{CaCl}_2$  и  $\text{P}_2\text{O}_5$ ). Этот метод по сравнению с применявшимися до сих пор методами количественного анализа дает значительную экономию времени и растворителей, а также позволяет определять содержание в исследуемом материале растворимых в воде компонентов. Названный метод можно рекомендовать для широкого применения при исследовании содержания гуттаперчи в массовом растительном материале.

6. По результатам количественного анализа среднее содержание гуттаперчи в 43 кустах различных местонахождений равно 12,1%, а среднее содержание гутты — 9,1%. Этот средний показатель содержания гутты совпадает со средним показателем содержания гутты, полученным нефелометрическим методом (см. пункт 4). Кроме того названный показатель приблизительно совпадает со средним показателем, данным И. Д. Юркевичем, который равен 8,9%.

7. Количественный анализ показал, что среднее содержание гуттаперчи в культивированных экземплярах бересклета европейского выше (12,5%), чем в ареальных кустах (11,3%). При этом доброкачественность культивированных и ареальных кустов бересклета европейского почти одинаково — соответственно 76,3 и 74,6. При этом, однако, показатель качества гуттаперчи, полученной из культивированного бересклета, варьирует гораздо больше, чем у гуттаперчи, полученной из ареальных кустов (коэффициенты вариации соответственно 14,13 и 7,81).

8. Вариационно-статистическая обработка результатов количественного анализа позволила сравнить вариации показателей содержания гуттаперчи в кустах бересклета, взятых из разных местонахождений, и сделать предположения о факторах, обуславливающих вариации. Причинами последней, вероятно, являются возраст, происхождение, различие экологических условий мест произрастания, внутривидовые различия. Отклонения в содержании гуттаперчи зависят от большей вариации либо смолы, либо гутты.<sup>1</sup> Доброкачественность гуттаперчи является наименее варьирующим среди всех показателей гуттаперчи. Вариация содержания гуттаперчи в кустах различного местонахождения гораздо меньше, чем вариация растворимых в воде веществ. При этом соотношение коэффициентов вариаций гуттаперчи и растворимых в воде веществ почти прямо пропорционально.

9. Ареальные и культивированные кусты бересклета европейского в Эстонской ССР обнаруживают достаточное генеративное и вегетативное возобновление, что свидетельствует о возможности беспрепятственного культивирования его в республике. Существование в Эстонской ССР питомников бересклета европейского и широкое распространение культивированного бересклета показывает, что есть соответствующий опыт культивирования этого ценного кустарника.

---

<sup>1</sup> Этот результат отличается от вывода Б. А. Шухободского о том, что вариация гуттоносности всегда выше, чем вариация смолоносности [27, стр. 95]. Вопрос следовало бы уточнить путем проведения большей серии опытов.

10. Таким образом, в Эстонской ССР имеются возможности путем выращивания бересклета европейского создать базу для получения необходимого народному хозяйству СССР технического сырья — гуттаперчи.

## THE GUTTA-PERCHA CONTENT OF THE ESTONIAN COMMON SPINDLE-TREE

V. Ritslaid

Tartu State University

### Summary

1. Of the representatives of the *Evonymus* family, the common spindle-tree (*Evonymus europaea* L.) is to be found in the Estonian S.S.R. on the water-meadows of the Koiva (Gauja), Mustjõgi and Peetri rivers. In addition to the previously known habitat a new one was added in the course of the present research work, namely in the Karisöödi—Tiitsa sector of the Peetri river.

The common spindle-tree was observed to occur in the Latvian S.S.R. at various spots where the Gauja and Melnupe (the Latvian name for the middle and upper reaches of the Peetri) rivers intersect the Riga—Pskov highway. Other instances were noted on the middle reaches of the Gauja river, in the sector lying between the town of Cēsis and the Estonian frontier. Thus the natural habitat on the Mustjõgi and Koiva rivers reported by E. Viirok in 1932 was found to join up with the northern limits of the habitat determined by K. R. Kupffer in 1911. This brings the northern limits of the range in the U.S.S.R. up to the tributary stream of the Bekas in Latvia, which is considerably farther north than the line along the Daugava river indicated as the northern limit of distribution in the sketch drawn by A. L. Koshcheyev in 1947.

2. The common spindle-tree occurs as a cultivated plant on the island of Saaremaa (Kuusnõmme, Kingissepp, the Sõrve peninsula, and elsewhere), and in several districts on the Estonian mainland (Tallinn, Tartu, Sangaste, Mõniste park, the Rāpina School of Horticulture, the forest reserve of the Estonian Academy of Agriculture at Järvselja etc.). At Kuusnõmme the bushes grow on a limestone surface — an outstanding example of specific conditions of growth prevailing in different localities.

The common spindle-tree occurs in the seedling and sapling phases in the forest districts of Sangaste, Taheva and Kuusnõmme (Valga and Saaremaa forest reserves), in the plantations of the Otepää forest district (Elva forest reserve), in the Elva forest nursery belonging to the Estonian Railway Administration, in the plantations of the Järvselja forest reserve, in the experimental gardens of the Räpina School of Horticulture, and at the experimental bases of the Tartu State University at Tartu and elsewhere.

In the Otepää forest district the common spindle-tree has been introduced as a companion to the larch (*Larix* Mill.).

3. Of the other species of the *Evonymus* family, *Evonymus verrucosa* Scop. occurs in Estonia in some numbers, while a few isolated specimens of *Evonymus nana* M. B., *Evonymus latifolia* Mill., *Evonymus Maackii* Rupr., *Evonymus pauciflora* Maxim., *Evonymus alata* Rupr., *Evonymus bungeana* Maxim., etc., have been recorded.

4. During the investigations the gutta content of the root bark was determined both by the direct visual method (estimation of threads revealed after snapping across section of bark) and by the nephelometric method. This provided preliminary data on the value of the Estonian common spindle-tree as a source of gutta-percha. Results showed that the average gutta content of 113 bushes examined by the nephelometric method was 9.1%. Cultivated specimens showed a higher average (9.7%) than bushes growing wild in the habitat (7.8%).

5. Components of gutta-percha contained in the bark of *Evonymus europaea* L. were determined by a new method of quantitative chemical analysis based on a calculation of the constant weights of the materials of which the bark is composed, by extracting and weighing of the dry residue, and by thermal vacuum desiccation with the aid of hygroscopic substances ( $\text{CaCl}_2$  and  $\text{P}_2\text{O}_5$ ). As compared with the old method of quantitative analysis, this method saves both time and solvents, and furthermore, makes it possible to determine the quantity of components soluble in water. It may be recommended for investigation of the gutta-percha content in large quantities of vegetable matter.

6. Results of the quantitative analysis showed that the average gutta-percha content of 43 bushes from different sites was 12.1%, the average gutta content being 9.1%. The latter figure is identical with the average obtained by nephelometric determination for 113 bushes (see § 4, above). At the same time it approximately coincides with the average of 8.9% proposed by I. D. Yurkevich.

7. The quantitative analysis showed that the average gutta-percha content of cultivated specimens (12.5%) is higher than that

of bushes growing in wild state (11.3%), whereas the average quality of the gutta-percha is almost the same in both groups, being 74.6 and 76.3 respectively. However, it should be noted that the quality of the gutta-percha obtained from cultivated plants (coeff. of variation 14.13) fluctuates more widely than in the wild specimens (coeff. of variation 7.81).

8. Statistical analysis of the results obtained made it possible to compare the data on the variations in the gutta-percha indices of plants from different sites, and to form conjectures about the reasons for such variations. Probable factors are here the age of the bushes, their origin, differing ecological conditions and individual differences between members of one and the same species. Fluctuations in the gutta-percha content of bushes may be caused either by the fact that variations of the resin content are greater than those of the gutta content, or vice versa.<sup>1</sup> As compared with other factors, the quality of the gutta-percha is the element which shows the least fluctuation. Variations in the gutta-percha content of bushes from different sites are considerably smaller than the variations of substances which are soluble in water, and their coefficients of variation remain in approximately the same ratio.

9. The process of natural renewal, both generative and vegetative, going on beneath both wild and cultivated bushes of *Evonymus europaea* L. is sufficiently intensive to justify the assertion that the species is freely cultivable in the Estonian S.S.R., while its occurrence in a large number of experimental plantations and its extensive distribution as a cultivated plant on Estonian territory indicate that there is plenty of experience to ensure its systematic propagation.

10. In the Estonian S.S.R. there exist full possibilities for developing the cultivation of the common spindle-tree into a valuable source of raw materials for the production of the gutta-percha needed in the national economy of the U.S.S.R.

---

<sup>1</sup> This result conflicts with the conclusion reached by Shukhobodsky, viz. that the variation of the gutta content is always greater than that of the resin content [27, p. 95]. This is a question which might require a more detailed investigation.

## SISUKORD

Eessõna . . . . .	3
Sissejuhatus . . . . .	5
I. Uurimistöö metoodika . . . . .	13
A. Välitööde metoodika . . . . .	13
B. Laboratoorsete tööde metoodika . . . . .	14
II. Kikkapuude levikust Eesti NSV-s . . . . .	33
A. Kikkapuude levikust . . . . .	33
B. Kikkapuude morfoloogiast ja ökoloogilistest tingimustest . . . . .	41
III. Eesti NSV kikkapuude gutapertšisisaldusest . . . . .	51
A. Andmeid Eesti NSV harilike kikkapuude gutasisalduse kohta . . . . .	51
B. Andmeid Eesti NSV harilike kikkapuude gutapertšisisalduse kohta . . . . .	56
IV. Uurimistöö kokkuvõte ja järeldused . . . . .	66
Kasutatud kirjandus . . . . .	69
Исследование содержания гуттаперчи в бересклетях Эстонской ССР (Резюме) . . . . .	71
The Gutta-percha Content of the Estonian Common Spindle-tree (Summary) . . . . .	74

Ритслайд Валдек Даниэлович  
ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГУТТАПЕРЧИ  
В БЕРЕСКЛЕТАХ ЭСТОНСКОЙ ССР

На эстонском языке

Эстонское Государственное Издательство  
Таллин, Пярнуское шоссе, 10

\*

Toimetaja R. Toming  
Tehniline toimetaja Ü. Laul  
Korrektorid T. Kokla ja O. Sepp

Ladumisele antud 16. XII 1960. Trükkimisele antud  
16. II 1961. Paber 54 × 84, <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Trükipoognaid 5,0.  
Formaadile 60 × 90 kohaldatud trükipoognaid 4,1.  
Arvutuspoognaid 4,06. Trükiarv 1000. MB-00441. Telli-  
mise nr. 11748. Hans Heidemanni nimeline trükikoda,  
Tartu, Ülikooli 17/19. II

Hind 24 kop.

24 kop.

A-23650

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00356116 6