

METSANDUSLIKUD
UURIMUSED

XIV



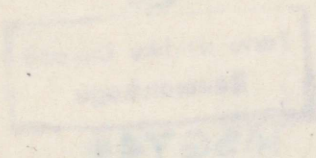
METSANDUSLIKUD
UURIMUSED

XIV

XIV

МЕТАЛЛОГРАФИЯ

АРИТМКОГ



МИНИСТЕРСТВО ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ ЭССР
ЭСТОНСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ

ЛЕСОВОДСТВЕННЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ
XIV

ЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ

ТАЛЛИН • «ВАЛГУС» 1979

A-21920 -14

EESTI NSV METSAMAJANDUSE JA LOODUSKAITSE MINISTEERIUM
EESTI METSAMAJANDUSE JA LOODUSKAITSE
TEADUSLIKU UURIMISE INSTITUUT

Kunstiliselt kujundatud V. Järšov

Koostanud M. Hansoo

METSANDUSLIKUD UURIMUSED

XIV

METSAPARANDUS

ARHIIVKOGU

103674
Keskraamatkogu
Tartu vabariigi Riiklik

© Eesti NSV Metsamajanduse ja Looduskaitse
Ministeerium, Eesti Metsamajanduse ja Loo-
duskaitse Teadusliku Uurimise Instituut
1979

3503000000
48500-189
M 802(16)-78
Tallinn

Kunstiliselt kujundanud V. Jeršov

Koostanud M. Hanso

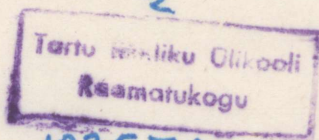
Teaduslike tööde kogumik sisaldab rea metsaparanduslikke artikleid. Vardeldakse mõnede soo-kasvukohatüüpide puistuid ja kuivendamise mõju nende tootlikkusele, analüüsitakse männi väetistarvet mõnede kasvukohatüüpide muldadel, väetamise mõju tugevust männiseemikute kasvule ja nende kasvu iseärasusi erinevates toitumistingimustes. Antakse ülevaade väetuskatsete tulemustest erineva vanusega pohlamännikutes ja nende alustaimestiku muutumisest mineraalväetiste toimel. Selgitatakse väetamise mõju kuivendatud soomännikute käbisaagile ja seemnete omadustele ning karbamiidiga väetamise aja mõju pohla kasvukohatüübi männikultuurile.

Raamat on varustatud jooniste ja fotodega ning vene-, saksa ja ingliskeelsete kokkuvõtetega.

Mõeldud metsanduse alal töötajatele, bioloogidele, loodusesõpradele ja teistele metsanduslikust uurimistööst huvitatuile.

ARHIIVKOGU

2



3903000000

M $\frac{40500-189}{M 902(16)-79}$ Tellitud

© Eesti NSV Metsamajanduse ja Looduskaitse Ministeerium. Eesti Metsamajanduse ja Looduskaitse Teadusliku Uurimise Instituut, 1979.

MADALSOO, SIIRDESOO JA KÖDUTURBASOO EESSÕNA

Ilmub järjekordne teaduslike tööde kogumik «Metsanduslikud uurimused» XIV. Esmakordselt on kogumik temaatiline, sisaldades ainult metsaparanduslikke uurimusi — töid metsakuivenduse ja -väetamise alalt. Autoriteks on Eesti NSV Metsamajanduse ja Looduskaitse Ministeeriumi Eesti Metsamajanduse ja Looduskaitse Teadusliku Uurimise Instituudi metsaparanduse osakonna töötajad.

Ummunud kogumikes on kirjeldatud inžinierskele määramata kasvukohatüüpide puustuid ja külvendamise mõju neli takseereraldisel andmete alusel (Kollist, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976). Soo kasvukohatüüpidest on leitud kasitlemist ainult kõige vähemal loju kasvukohatüüpi (Kollist, 1972). Allpool esitatakse kahe külvendamise efektiivsuse poolest kõige olulisema kasvukohatüübi — madalsoo ja siirdesoo — ning nendega otseselt seostuva köduturbasoo kasvukohatüübi andmestiku lühitöötamise tulemused.

Kasutatud meetodikast, selle eelistest ja puudustest on antud ülevaade seda küsimuste ringi käsitleva esimeses artiklis (Kollist, 1972). Seetõttu piirduakse siinkohal ainult mõnede meetodiliste veadetega, mis otseselt puudutavad käsitletavaid kasvukohti.

Töö koostamisel olid algmaterjaliks rügementsaatori eeluimeetatud kolme kasvukohatüüpi kuuluvate takseereraldisel andmed, mida oli täiendatud andmetega eraldisele lähima kraavi kauguse ja vanuse kohta. Algmaterjali kogumisest võtsid Eesti NSV Metsamajanduse ja Looduskaitse Ministeeriumi korraldusel osa kõik vabariigi metsamajandid ja metskonnad. Laekunud materjal kontrolliti ja valmistati ette ülevõtmiseks Tartu Riikliku Ülikooli arvutikeskusele, kus saadud andmestik loodeti elektronarvuti vastava programmi kohaselt.

Meisakorralduse revisioniperioodi pikkuseks on 10 aastat. Seetõttu haarab materjal ajavahemikku 1958...1967. aastani. Sõltuvalt konkreetseis metskonnas läbiviidud metsakorralduse ajast pärinevad andmed ühest või teisest aastast selle ajavahemiku piires.

A. Karu ja L. Muiste (1958) metsatüpoloogia kohaselt, mida kasutati käsitletavaj ajavahemikul metsakorralduses ja mis oli

MADALSOO, SIIRDESOO JA KÖDUTURBASOO KASVUKOHATÜÜBI PUUSTUTEST JA KUIVENDAMISE MÕJUST NENDE TOOTLIKKUSELE TAKSEERERALDISTE ANDMETEL

P. KOLLIST

Varem ilmunud kogumikes on kirjeldatud liigniiskete mineraalmaa kasvukohatüüpide puistuid ja kuivendamise mõju neile takseereraldiste andmete alusel (Kollist, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976). Soo kasvukohatüüpidest on leidnud käsitlemist ainult kõige viljakam, lodu kasvukohatüüp (Kollist, 1972). Allpool esitatakse kahe, kuivendamise efektiivsuse poolest kõige olulisema kasvukohatüübi — madal soo ja siirdesoo — ning nendega otseselt seostuva köduturbasoo kasvukohatüübi andmestiku läbitöötamise tulemused.

Kasutatud meetodikast, selle eelistest ja puudustest on antud ülevaade seda küsimuste ringi käsitletud esimeses artiklis (Kollist, 1972). Seetõttu piirdatakse siinkohal ainult mõnede meetodiliste viidetega, mis otseselt puudutavad käsitletavaid kasvukohti.

Töö koostamisel olid algmaterjaliks riigimetsafondi eelnimetatud kolme kasvukohatüüpi kuuluvate takseereraldiste andmed, mida oli täiendatud andmetega eraldisele lähima kraavi kauguse ja vanuse kohta. Algmaterjali kogumisest võtsid Eesti NSV Metsamajanduse ja Looduskaitse Ministeeriumi korraldusel osa kõik vabariigi metsamajandid ja metskonnad. Laekunud materjal kontrolliti ja valmistati ette üleandmiseks Tartu Riikliku Ülikooli arvutuskeskusele, kus saadud andmestik töödeldi elektronarvutil vastava programmi kohaselt.

Metsakorralduse revisjoniperioodi pikkuseks on 10 aastat. Seetõttu haarab materjal ajavahemikku 1958. ... 1967. aastani. Sõltuvalt konkreetse metskonnas läbiviidud metsakorralduse ajast pärinevad andmed ühest või teisest aastast selle ajavahemiku piires.

A. Karu ja L. Muiste (1958) metsatüpoloogia kohaselt, mida kasutati käsitletaval ajavahemikul metsakorralduses ja mis oli

materjali kogumisel aluseks, esinevad madalsoo kasvukohatüübis peamiselt IV kuni V...Va boniteedi kaasikud. Üksikutel juhtudel kohtab ka IV...V boniteedi sanglepikuid. Reljeef on tasane. Tüüp on tugevasti üleujutatav, kusjuures liikuvus on pinnaveel hea, põhjaveel aga võrdlemisi halb. Mikroreljeef on mätlik. Mullaks on sügav, halvasti kuni keskmiselt lagunenenud madalsooturvas. Turba tüsedus on tavaliselt 1...1,5 m (kõikudes 0,5...3,0 meetrini). Esineb ka õhukest, keskmiselt lagunenenud madalsooturvast ja lammi madalsooturvast. Alustaimestik on võrdlemisi liigiväene, koosnedes peamiselt tarnadest, sookastikust, soo-sõnajalast. Kohati kaasnevad ubaleht, osjad ja teised liigid. Samblaid on hõredalt. Alusmets on hõre kuni keskmise tihedusega, koosnedes peamiselt pajudest, millele kaasneb paakspuu. Puistus esinevad peamiselt sookased, vähemal määral on koosseisus kuuske ja sangleppa, mõnikord ka mändi.

Lisaks metsaga kaetud madalsoodele tuleb madalsoo kasvukohatüüpi arvata ka laialdastel aladel esinevaid madalsoid, kus toitumistingimused on sedavõrd halvad, et seal esinev puisvegetatsioon oma väikese kõrguse või tiheduse tõttu ei kuulu arvestamisele metsana, samuti madalsoid, mida varem on kasutatud heinamaana ning mis seetõttu on lagedad.

Siirdesoo kasvukohatüübis domineerivad (IV)V...Va boniteedi männikud (harvem esineb sookaasikuid). Reljeef on tasane, mikroreljeef sageli mätlik. Vee liikuvus on halb. Üleujutused esinevad nõrgalt või puuduvad. Turbalasundi pealmises kihis esineb siirdesoo- või rabaturvas, alumises madalsooturvas. Raba- ja siirdesooturbakihi tüsedus ei ületa 30...40 cm, sageli aga piirdub ainult mõne sentimeetriga. Lagunemisaste on madal- ja siirdesooturbal keskmine, rabaturbal halb. Turbalasundi sügavus on tavaliselt 1...3 m. Alustaimestikus esinevad nii madalsoole kui ka rabale iseloomulikud taimed. Sageli leidub tarnasid, pilliroogu, soopihla, villpead, jõhyikat jt., kohati aga ka sookailu ja sinikat. Sammalkate on tihe, koosnedes peamiselt turbasammaldest kuid ka karusamblast, palusamblast, laanikust ja teistest liikidest. Alusmets on hõre kuni keskmise tihedusega; sagedamini esineb madalat kaske ja pajusid, harvem paakspuid ja kohati ka vaevakaske. Männikute koosseisus esineb tavaliselt sookaske ja vähesel määral kuuske, sookaasikute koosseisus aga mändi ja vähesel määral kuuske.

Samuti kui madalsoo kasvukohatüüpi, tuleb ka siirdesoo kasvukohatüüpi arvestada alaboniteedilised ja metsata alad, mis pärast kuivendamist kattuvad kas looduslikult või kultiveerimise tulemusena metsaga.

Kõdaturbasoo kasvukohatüüp on tekistüüp, mis kujuneb pikemaegse kuivendamise tulemusena madalsoo ja viljakamatest siirdesoo kasvukohatüüpidest. Tüübile on iseloomulik turbalasundi peale väga hästi lagunenenud turbakihi (kõdaturba) tekkimine, kus peamiseks koostisosaks on puuturvas. Viimase tekkimine on kaud-

selt ja ka otseselt seotud kuivendamisega. Kuivendamise tulemusena toimuvad olulised muutused puurindes ja alustaimestik, koos sellega muutub kardinaalselt ka ladestuva varise koosseis, kus põhiliseks koostisosaks kujuneb puistu varis (Kollist, 1967). Samal ajal on kuivendamise abil turba kõige pealmises kihis loodud soodne niiskusrežiim, mis soodustab turba ja ladestuva varise lagunemist. Siirdesoo kasvukohatüübis algselt õhukest, kõige pealmist kihti moodustav sfagnumturvas vajub kokku (mõnevõrra ka laguneb), kujunedes väga õhukeseks vahekihiks. Sellele ladestub kvalitatiivselt uute omadustega varise baasil tekkiv hästi lagunenud turbakiht (nn. kõduturvas, mis oma olemuselt vastab metsakõdule). Koos sellega muutub sfagnumturba osatähtsus puude ja alustaimestiku toitumises tühiseks ning põhiliseks toitekeskkonnaks kujuneb vahekihile ladestuv turvas ja vahekihi all asuv madaloorurvas, mis on märgatavalt toitaineterikkamad. Selle protsessi tulemusena ei ole pärast pikemaegset kuivendamist olulist erinevust madaloo ja suhteliselt õhukese, väheviljaka sfagnumturbakihiga siirdesoo viljakuses. Seetõttu ei ole enam vähem intensiivselt kuivendatud aladel ka olulist erinevust puistute tootlikkuses. Kui esimese metsapõlvkonna jooksul puistu liigiline koosseis teataval määral vastab veel algsele kasvukohatüübile (madaloo kasvukohatüübis domineerib sookask, siirdesoo kasvukohatüübis mänd); siis tihti pärast raiet toimuvad olulised muutused liigilises koosseisus ei võimalda teise metsapõlvkonna puhul ka seda tunnust orientiiriks kasutada. Loodusliku uuenduse korral toimub kõduturbasoo kasvukohatüübis tavaliselt okaspuu vaheldumine kasega (seega asenduvad algse siirdesoo kasvukohatüübis kasvanud männikud kaasikutega). Raiestike kultiveerimisel aga asendatakse algse madaloo kasvukohatüübi kaasikud tavaliselt männikute või kuusikutega, siirdesoo kasvukohatüübi männikud kohati aga kuusikutega.

Kujunenud situatsioonis on metsakorraldajal väga raske kindlaks teha algset kasvukohatüüpi. Selleks oleks vaja kas turbalasundi pealmise kihi küllalt üksikasjalik analüüsimine, mis suurendab märgatavalt töömahtu, või piisavalt vanade, täpsete ja võrreldavate takseerkirjelduste olemasolu, mis aga tavaliselt puuduvad. Eeltoodust tingituna ongi A. Karu ja L. Muiste (1958) metsatüpoloogias eristatud kõduturbasoo kasvukohatüüp. Need madaloo ja siirdesoo kasvukohatüüpi kuuluvad alad, mis ka pärast kuivendamist oma esialgse ilme on säilitanud (kas lühiajalise kuivenduse või ebasoodsate looduslike tingimuste tõttu), kvalifitseeritakse teatavasti madaloo ja siirdesoo, kusjuures kasvukohatüübi nimetusele lisatakse täht k.

A. Karu ja L. Muiste (1958) metsatüpoloogia kohaselt esinevad kõduturbasoo kasvukohatüübis (I) II (III, IV) boniteedi männikud, kuusikud ja kaasikud. Reljeef on tasane, madal. Mikroreljeef sageli väga mätlik. Esinevad niisked kuni värsked, harvem märjad madaloo- ja siirdesoomullad (kõdu madaloomuld, kõdu-glei

madalsoomuld, turvas-kõdu siirdesoomuld jt.). Sõltuvalt kuivenduse kestusest ja turba iseloomust on alustaimestik väga varieeruv, seejuures enamasti liigirikas ja lopsakas (esinevad mustikas, sõnajalad, jänese kapsas, vaarikas, nõges jne. jne.) Sama kehtib alusmetsa kohta, kus sagedamini esinevad paakspuu, pihlakas, pajud, kuid ka lodjapuu, toomingas ja teised liigid. Puistutes on domineerivaks suhteliselt heatüveline mänd. Pikka aega ja intensiivselt kuivendatud aladel võivad ka kuusk ja arukask häid puistuid moodustada.

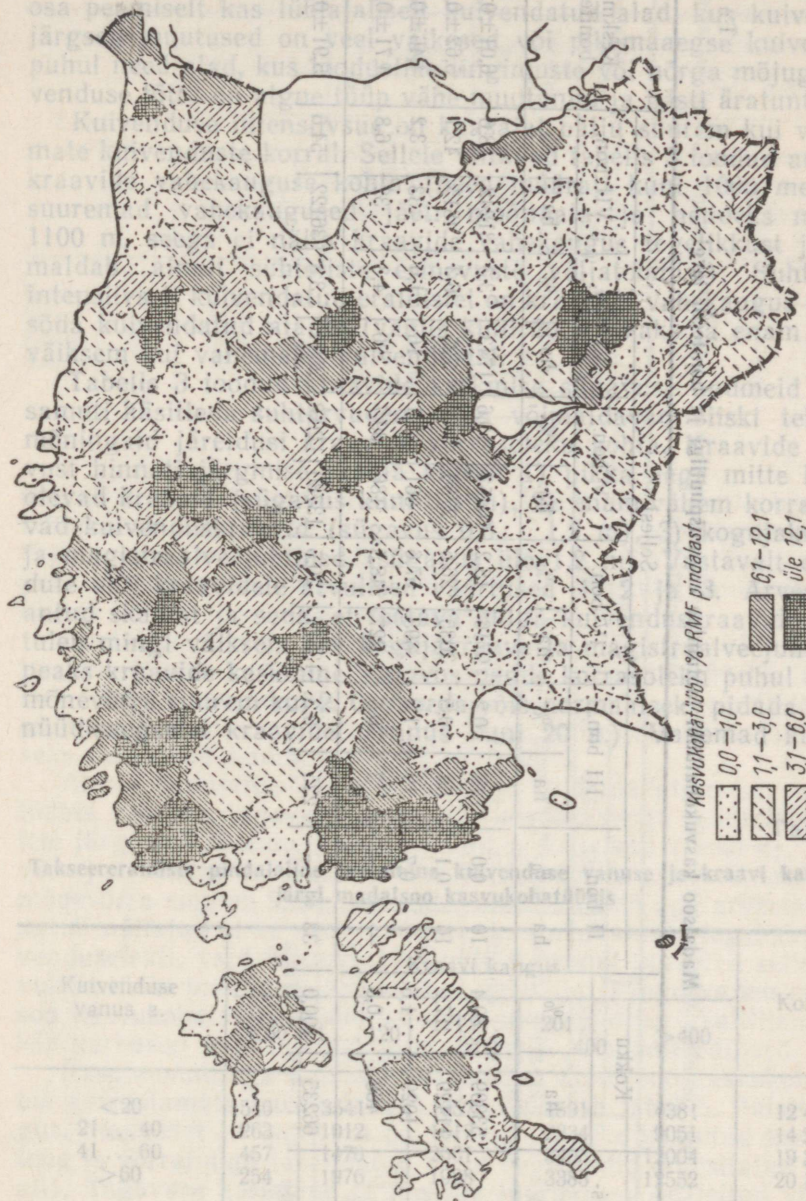
Arvestades kõduturbasoo kasvukohatüübi olemust ei ole takseereraldiste andmete alusel võimalik hinnata madal- ja siirdesoo kasvukohatüüpide seniste kuivenduste efektiivsust eraldi, vaid ainult koos. Seejuures madalsoo, siirdesoo ja kõduturbasoo kasvukohatüüpide andmestikud summeeritakse.

Madalsoo- ja siirdesoo kasvukohatüüpi kuulub ka rohkesti alboniteediliste puistutega kaetud ja enam-vähem lagedaid soid. Võimaldamaks taolisi eraldisi boniteedi arvestustesse lülitada, võrdsustati need tinglikult VII boniteediga, matemaatilisi tehteid mittevõimaldav Va (Vb) boniteet aga VI boniteediga.

MADALSOO KASVUKOHATÜÜP

Madalsoo kasvukohatüübi pindala on ümmarguselt 66 000 ha ehk 4,7% riigimetsafondi üldpindalast. Madalsoo kasvukohatüüpi leidub rohkem või vähem peaaegu kõigis Eesti NSV metskondades. Mõnevõrra suurema osatähtsusega on selle esinemine Lääne-Eesti metskondades (joonis 1). Neli viiendikku madalsoo kasvukohatüübi puistutest moodustavad kaasikud, suhteliselt palju on ka männikuid (tabel 1). Teiste puuliikide osatähtsus on väike. Kasvukohatüübi üldpindalast on rohkem kui pool lagedaid ja alboniteedilise puisvegetatsiooniga kaetud soid (VII bon.). Boniteet on kase- ja männipuistutes võrdne, kuid kasvukohatüübis tervikuna on kasel boniteet madalam kui männil. Seda põhjustab alboniteedilistel soodel kasesoode suurem (vastavalt männisoode väiksem) osatähtsus (86%) kui kasepuistutel boniteedi kriteeriumisse mahtuvates puistutes (73%). Puistutest olid mõnevõrra kõrgema boniteediga väikesel pindalal esinevad kuusikud (IV, $3 \pm 0,018$) ja sanglepikud (IV, $51 \pm 0,028$), männikute (IV, $63 \pm 0,001$) ja kaasikute (IV, $62 \pm 0,001$) boniteet oli praktiliselt võrdne. Madalsoo kasvukohatüübi puistute üldine keskmine boniteet oli IV, $61 \pm 0,004$.

Võrreldes mineraalmaa kasvukohatüüpidega oli madalsoo kasvukohatüübis suhteliselt intensiivselt kuivendatud alasad (eraldise kaugus kraavist kuni 120 m) vähem (moodustasid 16%), kusjuures nendest ligikaudu pool (48%) olid kuivendatud viimase 20 aasta jooksul (tabel 2). Selle jaotumise üheks põhjuseks on juba eespool käsitletud soometsa kasvukohatüüpide eraldamise alused.



Joonis 1. Madalsoo kasvukohatüübi osatähtsus Eesti NSV metskondades (protsentides riigimetsafondi pindalast).

Tabel 1

Madal soo kasvukohatüübi jaotumine enamuspüüliigi ja boniteedi järgi

Enamuspüüliik	Kokku		Sellest												Keskmine boniteet
	ha	%	II bon.		III bon.		IV bon.		V bon.		VI bon.		VII bon.		
			ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
Kask	53309	80,4	10	0,0	145	0,2	9716	18,2	10453	19,6	1743	3,3	31242	58,6	6,01±0,006
Mänd	11429	17,2	16	0,1	58	0,5	3035	26,6	2780	24,3	725	6,3	4815	42,1	5,62±0,01
Kuusk	1029	1,6	7	0,7	19	1,8	593	57,6	361	35,1	16	1,6	33	3,2	4,46±0,02
Sanglepp	468	0,8	—	—	3	0,6	227	48,5	186	39,7	20	4,3	32	6,8	4,71±0,04
Kokku	66235	100,0	33	—	225	0,3	13571	20,5	13780	20,8	2504	3,8	36122	54,6	5,91±0,005

Suur osa pikemat aega ja intensiivselt kuivendatud madal soo kasvukohatüübist on arvestatud kõduturbasoo kasvukohatüübina. Seetõttu moodustavad madal soo kasvukohatüübi kraavilähedase osa peamiselt kas lühiajaliselt kuivendatud alad, kus kuivendusjärgsed muutused on veel väikesed või pikemaajase kuivenduse puhul need alad, kus looduslike tingimuste või nõrga mõjuga kuivenduse tõttu on algne tüüp vähe muutunud ja hästi äratuntav.

Kuivenduse intensiivsus on kaasajal palju suurem kui varasemate kuivenduste korral. Sellele viitavad tabelis 3 toodud andmed kraavide vahekauguse kohta (need määrati kuni 1000 meetrini, suuremad vahekaugused jäeti mõõtmata ja nendeks märgiti 1100 m, seega ei näita kraavide vahekaugus tegelikkust ja võimaldab ainult suhteliste erinevuste väljatoomist). Suhteliselt intensiivselt kuivendatud eraldistel on kraavide vahekaugus pärast sõda kuivendatud aladel (vanus kuni 20 a.) kaks ja enam korda väiksem kui vanematel kuivendustel.

Tabelis 3 toodud kraavide keskmise sügavuse andmeid tuleb samuti käsitleda suhtarvudena, mis võimaldavad siiski teha ka mõningaid järeldusi kraavide korrasoleku kohta. Kraavide sügavust hinnati järgmise skaala alusel: 1) pikka aega mitte korras olevad kraavid (sügavus kuni 0,5 m), 2) enam-vähem korras olevad kuivenduskraavid (sügavus 0,6...1,2 m), 3) kogujakraavid ja magistraalveejuhthmed (sügavus üle 1,2 m). Vastavalt eeltoodule anti kraavidele arvulised väärtused 1, 2 ja 3. Arvestades antud skaalat ja seda, et teatava hulga kuivenduskraavide kohta tuleb mingi väiksem arv kogujakraave ja magistraalveejuhthmeid, peaks kraavide keskmine sügavus nende korrasoleku puhul olema mõnevõrra suurem kui 2. Olukorda võib normaalseks pidada ainult nüüdisaegsetel kraavidel (vanus kuni 20 a.). Vanemad kraavid

Tabel 2

Takseereraldiste pindalaline jaotumine kuivenduse vanuse ja kraavi kauguse järgi madal soo kasvukohatüübist

Kuivenduse vanus a.	Kraavi kaugus					Kokku
	<60	61...120	121...200	201...400	>400	
<20	1540	3541	1357	1591	4381	12 410
21...40	263	1012	1617	2334	9051	14 277
41...60	457	1470	2061	3403	12004	19 395
>60	254	1976	1988	3383	12552	20 153
Kokku %	2514 3,8	7999 12,1	7023 10,6	10711 16,2	37988 57,3	66 235 100,0

Tabel 3

Kraavide suhteline vahekaugus ja sügavus eraldiste kuivenduse erineva vanuse ja kraavi kauguse puhul madalsoo kasvukohatüübis

Kuivenduse vanus a.	Kaugus kraavist m										Keskmine	
	<60		61...120		121...200		201...400		>400		kraavi sügavus	kraavi vahekaugus
	kraavi sügavus	kraavi vahekaugus	kraavi sügavus	kraavi vahekaugus	kraavi sügavus	kraavi vahekaugus	kraavi sügavus	kraavi vahekaugus	kraavi sügavus	kraavi vahekaugus		
<20	2,0	206,0	2,1	276,0	2,2	543,0	2,4	901,0	2,4	1096,0	2,2	680,0
21...40	1,6	403,0	1,7	517,0	1,7	781,0	1,7	912,0	1,5	1097,0	1,6	977,0
41...60	1,5	452,0	1,5	590,0	1,5	678,0	1,5	921,0	1,3	1086,0	1,4	959,0
>60	1,7	610,0	1,8	830,0	1,7	741,0	1,6	890,0	1,7	1094,0	1,7	993,0
Keskmine	1,8	312,0	1,8	501,0	1,7	693,0	1,7	906,0	1,6	1092,0		

Keskmine

Kuivenduse vanus a.

Kokku

<20

21...40

41...60

>60

Kokku

Puistute keskmine vanus ja tagavara keskmine juurdekasv (tm/ha) kraavist eri kaugusel asuvatel takseereraldistel

Enamus- puuliik	Kõik eraldised kokku		Eraldised maksimaalse kaugusega alla 200 m		Eraldised maksimaalse kaugusega üle 200 m	
	Puistute keskmine		Puistute keskmine		Puistute keskmine	
	vanus a.	juurdekasv tm/ha	vanus a.	juurdekasv tm/ha	vanus a.	juurdekasv tm/ha
Kask	34,4	1,15	38,2	1,22	31,8	1,10
Mänd	57,1	1,39	58,4	1,49	55,6	1,27
Kuusk	58,5	1,31	54,8	1,38	61,7	1,25
Sanglepp	42,2	1,26	43,0	1,39	42,1	1,23

olid ilmselt ebarahuldavas seisundis. Üle 60 a. vanuste kraavide mõnevõrra suurem sügavus võrreldes 20...60 a. vanuste kraavidega on nähtavasti tingitud asjaolust, et vanade kuivenduste puhul oli märgatavalt suurem osatähtsus üksikutel kraavidel, mis hiljem leidsid kasutamist kogujatena.

Madalsoo kasvukohatüübi puistute üldine tagavara oli 1 382 800 tm, sellest moodustavad kaasikud 62,8%, männikud 30,8%, kuusikud 4,8% ja sanglepikud 1,6%. Siia lisandub veel alaboniteedilise metsaga kaetud soodel leiduv tagavara, mille täpsemaks hindamiseks puuduvad andmed.

Antud vanuselise struktuuri juures olid madalsoo kasvukohatüübis suurima tagavara keskmise juurdekasvuga männikud, sellele järgnesid kuusikud, sanglepikud ja kaasikud (tabel 4). Tagavara juurdekasv on kraavile lähemal kui 200 m asuvatel eraldistel mõnevõrra suurem kui kaugematel aladel. Tuleb aga arvestada, et antud näitajad ei kajasta madalsoo kasvukohatüübi tegelikku kuivendusefekti, vaid fikseerivad ainult momendi olukorra selle kasvukohatüübi puistutes. Arvestusest on välja jäänud varem madalsoo kasvukohatüüpi kuulunud alad, mis nüüd on kvalifitseeritud kõduturbasoo kasvukohatüübina, samuti alaboniteedilised alad.

Kase enamusega puistute kasvukäiku madalsoo kasvukohatüübis (arvestamata kuivendatust) iseloomustab tabel 5. Puistu kõrgus, diameeter ja tagavara on toodud tegelike kaalutud keskmistena ja võrrandiga tasandatud kujul (võrrandid on esitatud tabeli all). Tagavara keskmine ja jooksev juurdekasv on leitud võrrandiga tasandatud tagavarade põhjal (juurdekasvude leidmisel ei ole arvestatud väljalangemist ja väljaraieid). Tabelis on toodud ainult metsaga kaetud pindala; kaasikute alla tuleb veel arvata

Kaasikute kasvukiik madal soo kasvukohatiibis

Puistu vanus a.	Eraldiste arv	Pindala ha	Keskmine bontee	keskmine						keskmine ta-gavara tm		keskmine juurde-kasv tm	koosseis						
				kõrgus m		diameeter cm		keskmine täius	tege-lik sanda-tud		tege-lik sanda-tud		võrran-diga ta-sanda-tud	mänd	kuusk	kask	haab	sang-lepp	muud
				tege-lik	võrran-diga ta-sanda-tud	tege-lik	võrran-diga ta-sanda-tud												
								tege-lik	võrran-diga ta-sanda-tud	tege-lik	võrran-diga ta-sanda-tud								
10	831	1727,8	IV, 58	2,2	2,4	1,8	2,2	0,62	3,3	9,2	0,92	1,34	0,8						
20	1339	3803,6	IV, 67	4,8	4,9	4,6	5,0	0,65	20,5	22,4	1,11	1,31	1,2	0,3	8,0	0,1	0,4	0,0	
30	1195	3370,4	IV, 64	7,1	7,2	7,3	7,7	0,64	35,4	35,2	1,17	1,28	0,9	0,5	8,2	0,0	0,4	0,0	
40	1460	4075,1	IV, 71	9,4	9,3	10,2	10,0	0,61	48,3	47,7	1,19	1,25	0,9	0,3	8,5	0,0	0,3	0,0	
50	887	2667,1	IV, 58	11,3	11,1	12,8	12,1	0,58	58,6	59,9	1,19	1,22	0,7	0,3	8,6	0,0	0,4	0,0	
60	694	1890,1	IV, 52	12,9	12,6	14,4	13,9	0,62	76,2	71,8	1,19	1,18	0,9	0,3	8,2	0,1	0,4	0,0	
70	343	853,2	IV, 52	13,6	13,8	15,3	15,5	0,64	87,4	83,4	1,19	1,15	1,0	0,5	8,1	0,0	0,4	0,0	
80	288	565,5	IV, 71	13,7	14,8	15,9	16,9	0,65	87,1	94,7	1,18	1,12	1,1	0,7	7,7	0,0	0,5	0,0	
90	120	266,3	IV, 47	16,0	15,5	17,4	17,9	0,66	113,3	105,6	1,17	1,09	0,7	0,9	7,6	0,0	0,8	0,0	
100	42	118,0	IV, 45	15,9	15,9	18,1	18,8	0,62	104,6	116,2	1,16	1,06	0,7	0,5	8,1	0,0	0,7	0,0	
110	6	18,6	IV, 82	15,0	16,0	16,7	19,3	0,53	77,1	126,6	1,15	1,03	0,2	0,7	7,2	0,0	1,9	0,0	
130	1	1,5	V, 00	13,0	15,6	16,0	19,7	0,60	70,0	146,2	1,12	0,96	0,0	2,0	8,0	0,0	0,0	0,0	
Kokku	7206	19357,2																	

Võrrandid puistu kõrguse (y_1), diameetri (y_2) ja tagavara (y_3) leidmiseks seoses vanusega (x):

$$y_1 = 0,298x - 0,00134x^2 - 0,48$$

$$y_2 = 0,323x - 0,00126x^2 - 0,86$$

$$y_3 = 1,36x - 0,0016x^2 - 4,21$$

Männikute kasvukäik madalsoo kasvukohatiibis

Puistu vanus a.	Eraldiste arv	Pindala ha	Keskmine boniteet	keskmine				keskm. juurdekasv tm	keskm. juurdekasv tm	koosseis								
				kõrgus m		diameeter cm				keskm. juurdekasv tm	keskm. juurdekasv tm	mand	knusk	kask	haab	sang-lepp	mund	
				tegelik	Võrrandiga ta.	tegelik	Võrrandiga ta.											tegelik
10	249	491,5	IV, 50	1,5	1,5	1,3	1,6	0,62	2,1	10,5	1,04	1,94	6,7	0,3	2,9	0,0	0,1	0,0
20	315	677,3	IV, 44	2,7	3,5	3,1	4,1	0,64	20,1	28,7	1,43	1,82	5,7	0,5	3,6	0,0	0,2	0,0
30	345	761,0	IV, 60	5,1	5,4	5,7	6,5	0,66	42,0	45,6	1,52	1,69	6,2	0,5	3,2	0,0	0,1	0,0
40	241	509,7	IV, 46	7,4	7,1	8,8	8,7	0,71	65,2	61,3	1,53	1,56	6,8	0,5	2,6	0,0	0,1	0,0
50	208	438,7	IV, 61	8,4	8,7	10,6	10,9	0,63	69,9	75,7	1,51	1,44	6,5	0,5	2,9	0,0	0,1	0,0
60	224	484,0	IV, 72	10,1	10,1	13,1	12,9	0,60	85,2	88,9	1,48	1,31	6,5	0,5	2,0	0,0	0,1	0,0
70	180	382,7	IV, 62	11,4	11,3	15,1	14,7	0,59	94,4	100,8	1,44	1,19	6,8	0,4	2,7	0,0	0,1	0,0
80	149	409,9	IV, 92	12,0	12,4	16,6	16,5	0,63	108,5	111,5	1,39	1,06	7,4	0,4	2,1	0,0	0,1	0,0
90	102	896,2	IV, 20	14,6	14,3	19,5	18,1	0,67	141,7	120,7	1,34	0,93	9,4	0,1	0,5	0,0	0,0	0,0
100	93	199,6	V, 15	13,0	14,1	18,6	19,6	0,58	108,0	129,0	1,29	0,81	7,7	0,4	1,8	0,0	0,1	0,0
110	67	166,5	IV, 78	14,6	14,7	19,8	21,2	0,60	135,7	135,9	1,23	0,68	7,6	0,8	1,4	0,0	0,2	0,0
120	43	92,1	V, 47	13,5	15,2	20,0	22,0	0,61	120,1	141,5	1,17	0,56	7,6	0,4	1,9	0,0	0,1	0,0
130	46	95,9	V, 02	14,2	15,5	21,6	23,3	0,57	117,8	145,9	1,12	0,43	8,5	0,3	1,1	0,0	0,1	0,0
Kokku	2262	5605,1																

Võrrandid puistu kõrguse (y_1), diameetri (y_2) ja tagavara (y_3) leidmiseks seoses vanusega (x):

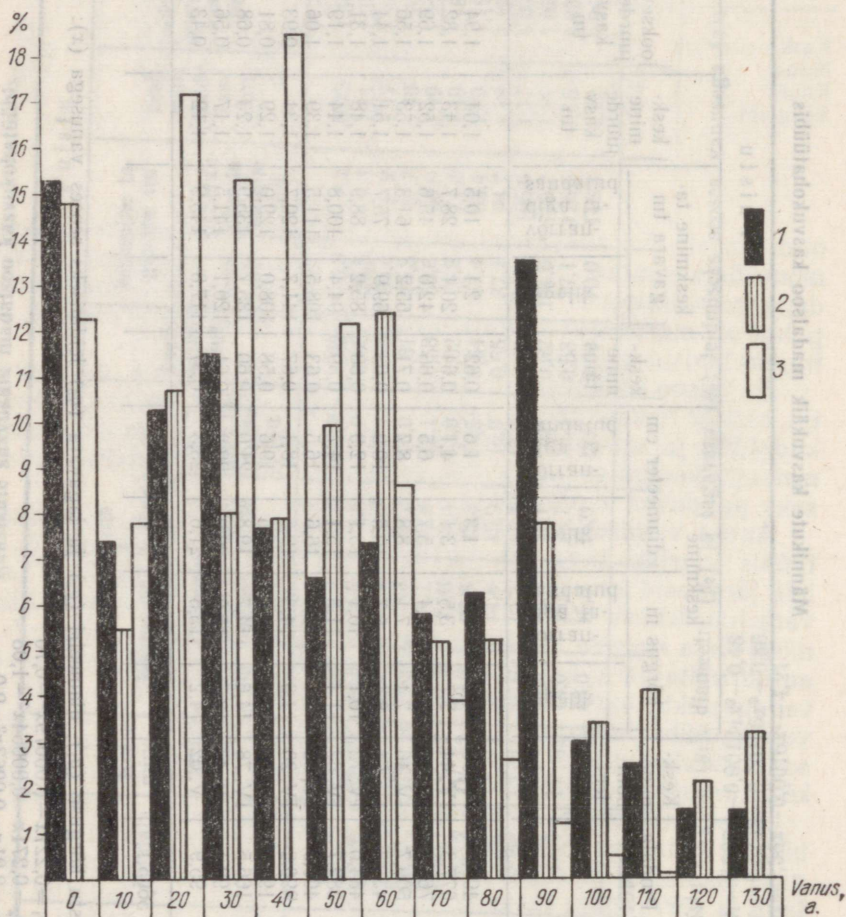
$$y_1 = 0,227x - 0,00079x^2 - 0,70$$

$$y_2 = 0,271x - 0,00064x^2 - 1,08$$

$$y_3 = 2,01x - 0,00063x^2 - 9,0$$

metsata metsamaana (raiestikud, selguseta kultuurid jne.) 2710 ha, mis moodustab 12,3% kaasikute üldpindalast. Eraldise keskmiseks suuruseks kasepuistutes oli 2,6 ha (koos alaboniteediliste aladega 3,9 ha, alaboniteedilistel aladel 6,2 ha). Kaasikute keskmine koosseis oli 8,3 kask, 0,9 mändi, 0,4 kuuske ja 0,4 sangleppa. Puistu vanuse suurenedes tõusis kuuse ja langes kase osatähtsus. Puistu täius on suhteliselt madal ning eri vanustes vähe muutuv. Tagavara keskmine juurdekasv ületab juba 60-aastaselt jooksva juurdekasvu, kuid hakkab vähenema alles 80-aastaselt.

Tabel 6 iseloomustab männi enamusega puistute kasvukäiku.



Joonis 2. Puuliikide pindala protsentuaalne jaotumine puistu eri vanustes madalsoo kasvukohatüübis:

1 — mänd; 2 — kuusk; 3 — kask.

Kuusikute kasvukäik madal soo kasvukohatüübis

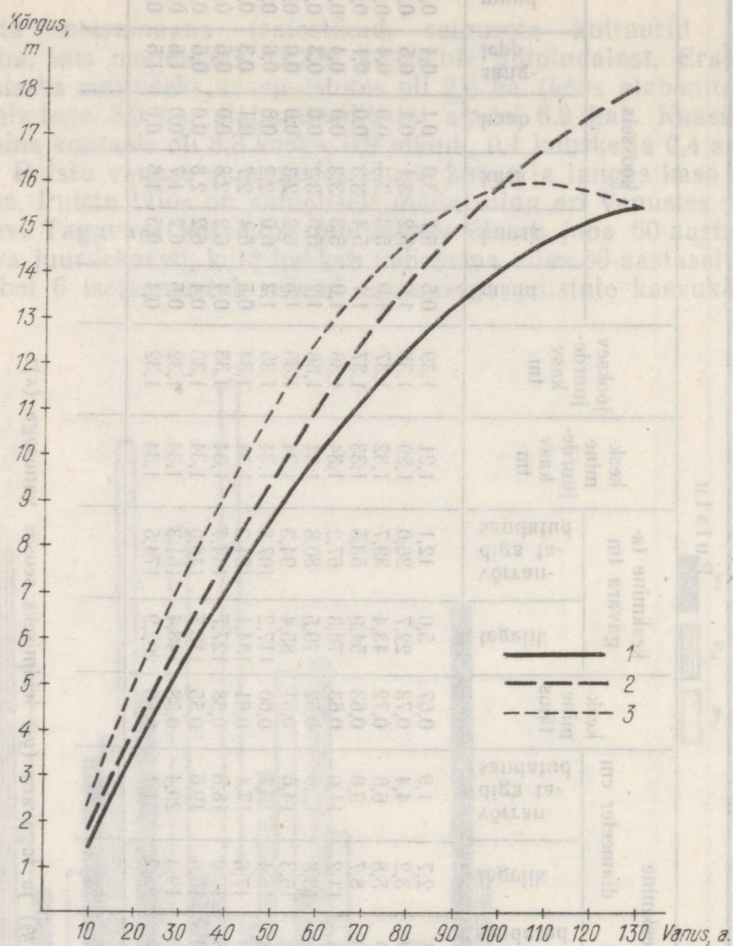
Puistu vanus a.	Eraliste arv	Pindala ha	Keskmine boniteet	Puistu						keskm. juurdekasv tm	koosseis	münd	kuusk	kask	haab	sang-lepp	muud	
				keskm. diameeter cm		keskm. täius	keskm. ta-gavara tm		keskm. juurdekasv tm									
				kõrgus m	tegelik		tegelik	võranda										tegelik
10	44	55,3	IV, 16	2,7	1,8	2,7	1,9	0,67	5,0	12,1	1,21	1,39	5,7	3,3	0,1	0,4	0,0	
20	80	106,6	IV, 30	3,0	3,9	3,2	4,4	0,73	22,7	26,0	1,29	1,38	1,0	5,2	0,1	0,5	0,1	
30	64	79,7	IV, 31	5,4	6,0	5,8	6,8	0,72	43,4	39,7	1,32	1,37	1,0	5,3	0,0	0,4	0,0	
40	50	78,8	IV, 34	7,8	7,8	8,7	9,0	0,63	54,9	53,5	1,33	1,37	1,1	5,4	0,0	0,1	0,0	
50	43	99,1	IV, 28	9,5	9,5	11,2	11,0	0,63	70,3	67,2	1,34	1,36	1,0	5,3	0,0	0,4	0,0	
60	68	123,8	IV, 17	11,9	11,1	13,8	12,9	0,52	79,5	80,8	1,34	1,36	1,2	5,3	0,0	0,3	0,0	
70	32	50,8	IV, 28	13,1	12,6	16,3	14,6	0,51	85,4	94,3	1,34	1,35	1,5	6,2	0,0	0,0	0,0	
80	29	51,7	IV, 32	14,2	13,8	16,4	16,1	0,60	117,2	107,8	1,34	1,35	1,5	6,2	0,0	0,6	0,0	
90	44	77,3	IV, 27	15,4	15,0	17,6	17,4	0,61	134,1	121,3	1,34	1,34	0,5	6,4	0,1	0,3	0,0	
100	27	33,8	IV, 52	15,5	16,0	17,9	18,6	0,58	127,7	134,7	1,34	1,33	0,4	6,2	0,0	0,6	0,0	
110	23	40,8	IV, 90	14,5	16,9	16,6	19,6	0,58	113,7	148,0	1,34	1,33	0,4	6,2	0,0	0,6	0,0	
120	12	20,5	IV, 59	16,8	17,6	19,3	20,4	0,58	143,4	161,3	1,34	1,32	0,5	6,2	0,0	1,6	0,0	
130	13	31,7	IV, 16	19,7	18,2	23,2	21,1	0,66	202,9	174,5	1,34	1,32	0,4	6,5	0,0	1,5	0,0	
Kokku	529	849,9																

Võrrandid puistu kõrguse (y_1), diameetri (y_2) ja tagavara (y_3) leidmiseks seoses vanusega (x):

$$y_1 = 0,237x - 0,00072x^2 - 0,52$$

$$y_2 = 0,280x - 0,00086x^2 - 0,79$$

$$y_3 = 1,39x - 0,0003x^2 - 1,8$$

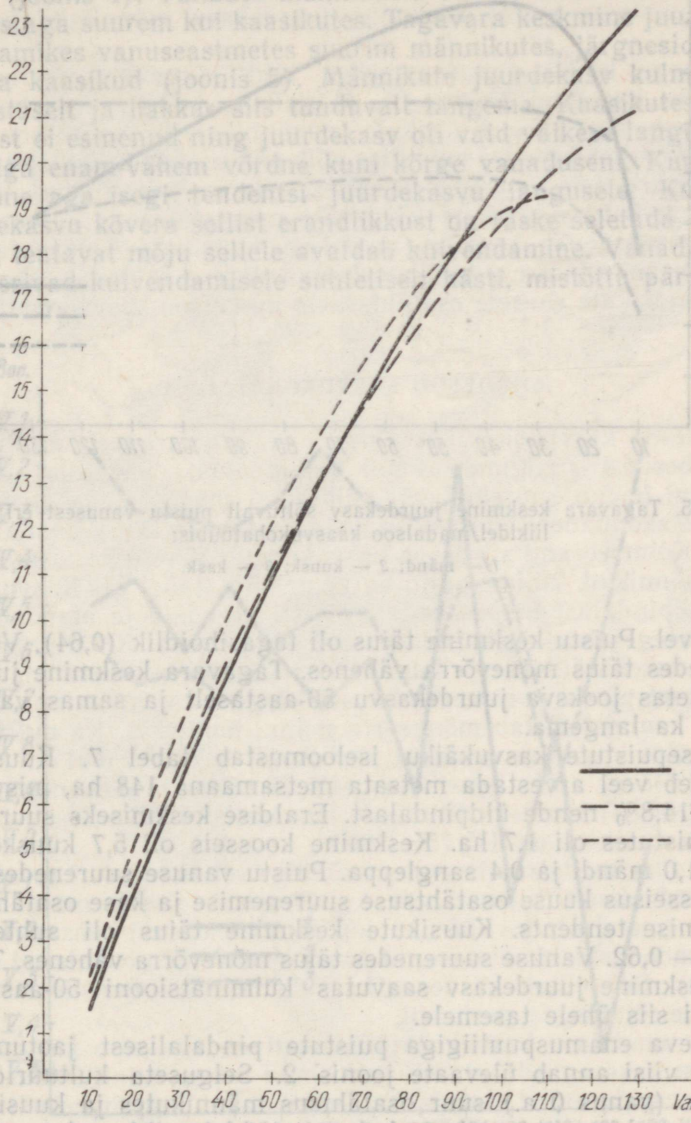


Joonis 3. Madal soo kasvukohatüüpi puistute keskmine kõrgus sõltuvalt puistu vanusest eri puuliikidel:

1 — männ; 2 — kuusk; 3 — kask.

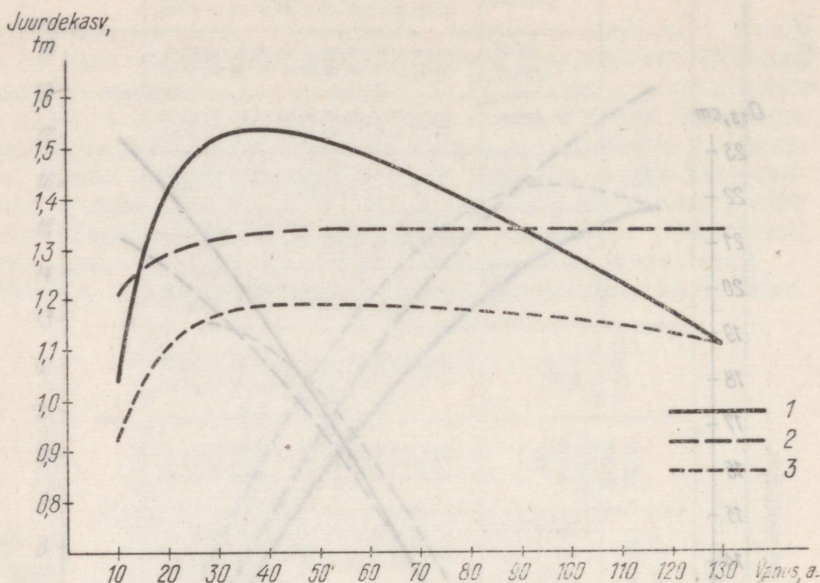
Männikute alla tuleb veel arvestada metsata metsamaana 1010 ha, mis moodustab 15,3% nende üldpindalast. Metsata metsamaa suur osatähtsus võib olla tingitud asjaolust, et lagedatele madal-soodele on suhteliselt palju rajatud männikultuure, mis metsakorralduse revisjonil võeti arvele selgusetu kultuuridena. Eraldise keskmiseks suuruseks männipuistutes oli 2,6 ha (koos alaboniteediliste aladega 3,4 ha, alaboniteedilistel aladel 6,3 ha). Keskmine kooseis oli 7,1 männi, 2,4 kaska, 0,4 kuuske ja 0,1 sangleppa. Puistu vanuse suurenedes suurenes kooseisus männi osatähtsus

$D_{1,3}$, cm



Joonis 4. Madalsoo kasvukohatüübi puistute keskmine diameeter sõltuvalt puistu vanusest eri puuliikidel:

1 — mänd; 2 — kuusk; 3 — kask.



Joonis 5. Tagavara keskmine juurdekasv sõltuvalt puistu vanusest eri puuliikidel madalsoo kaasvukohatüübis:

1 — mänd; 2 — kuusk; 3 — kask.

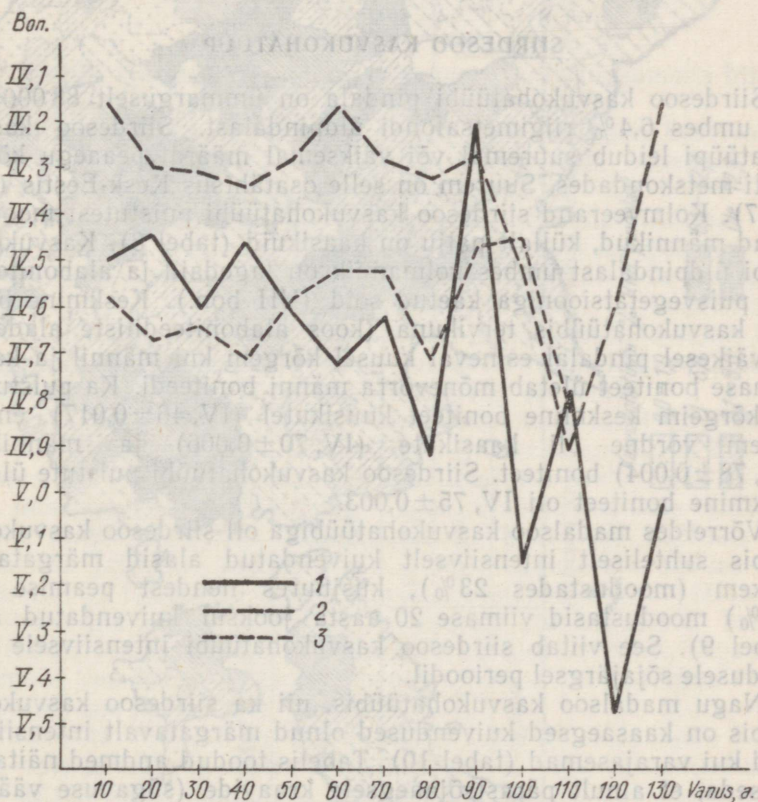
kase arvel. Puistu keskmine täius oli tagasihoidlik (0,64). Vanuse suurenedes täius mõnevõrra vähenes. Tagavara keskmine juurdekasv ületas jooksva juurdekasvu 50-aastaselt ja samas vanuses hakkas ka langema.

Kuusepuistute kasvukäiku iseloomustab tabel 7. Kuusikute alla tuleb veel arvestada metsata metsamaana 148 ha, mis moodustab 14,8% nende üldpindalast. Eraldise keskmiseks suuruseks kuusepuistutes oli 1,7 ha. Keskmine koosseis oli 5,7 kuuske, 2,9 kask, 1,0 mändi ja 0,4 sangleppa. Puistu vanuse suurenedes ilmes koosseisus kuuse osatähtsuse suurenemise ja kase osatähtsuse vähenemise tendents. Kuusikute keskmine täius oli suhteliselt madal — 0,62. Vanuse suurenedes täius mõnevõrra vähenes. Tagavara keskmine juurdekasv saavutas kulminatsiooni 50-aastaselt ning jäi siis ühele tasemele.

Erineva enamuspuliigiga puistute pindalalisest jaotumisest vanuste viisi annab ülevaate joonis 2. Selgusetu kultuuride ja raiestike (vanus 0 a.) suur osatähtsus männikutes ja kuusikutes viitab tehtud ja tehtavatele mahukatele töödele nii lagedate madalsoode kui ka raiestike kultiveerimisel.

Enamikus vanuseastmetes oli kaasikute kõrgus suurem kuusikute ja männikute kõrgusest (joonis 3). Alles 100-aastaste kuusikute kõrgus ületab kaasikute kõrguse, männikute kõrgus jääb ka

vanades puistutes madalamaks (alles 130-aastastes ja vanemates puistutes on kõrgused võrdsed). Nooremates vanuseastmetes oli ka keskmine diameeter kaasikutes suurem kui kuusikutes ja männikutes (joonis 4). Vanades männikutes oli diameeter suurim, kuusikutes aga suurem kui kaasikutes. Tagavara keskmine juurdekasv oli enamikes vanuseastmetes suurim männikutes, järgnesid kuusikud ja kaasikud (joonis 5). Männikute juurdekasv kulmineerus 40-aastaselt ja hakkas siis tunduvalt langema. Kaasikutes sellist langust ei esinenud ning juurdekasv oli vaid väikese languse tendentsiga enam-vähem võrdne kuni kõrge vanaduseni. Kuusikutes ei ilmne aga isegi tendentsi juurdekasvu langusele. Kuusikute juurdekasvu kõvera sellist erandlikkust on raske seletada. Võimalik, et teatavat mõju sellele avaldab kuivendamine. Vanad kuused reageerivad kuivendamisele suhteliselt hästi, mistõttu pärast kui-



Joonis 6. Madaloo kasvukohatüübi puistute keskmine boniteet sõltuvalt puistu vanusest eri puuliikidel:

1 — männ; 2 — kuusk; 3 — kask.

vendamist võib vanemate kuusikute juurdekasv mitte langeda vaid koguni tõusta. See aga avaldab mõju kogu kasvukohatüübi kuusikute keskmise juurdekasvu kõvera iseloomule. Tingituna kuusikute juurdekasvu püsivusest kõigis vanuseastmetes ületab vanemates puistutes nende keskmine juurdekasv männikute juurdekasvu.

Peaaegu kõigis vanuseastmetes olid kõrgeima boniteediga puistuteks kuusikud (joonis 6). Männikute ja kaasikute boniteet erines omavahel vähe. Kuusikute ja männikute keskmise boniteedi suurt kõikumist vanades puistutes võib põhjustada suhteliselt väike eraldiste arv neis vanustes ja sellest tulenev juhuslikkus. Vaatamata kaasikute suuremale kõrgusele nooremates ja keskealistes puistutes oli nende boniteet madalam kuusikute boniteedist ja madalam või võrdne männikute boniteediga. See viitab võrsetekeliste kaasikute suurele osatähtsusele madal soo kasvukohatüübis.

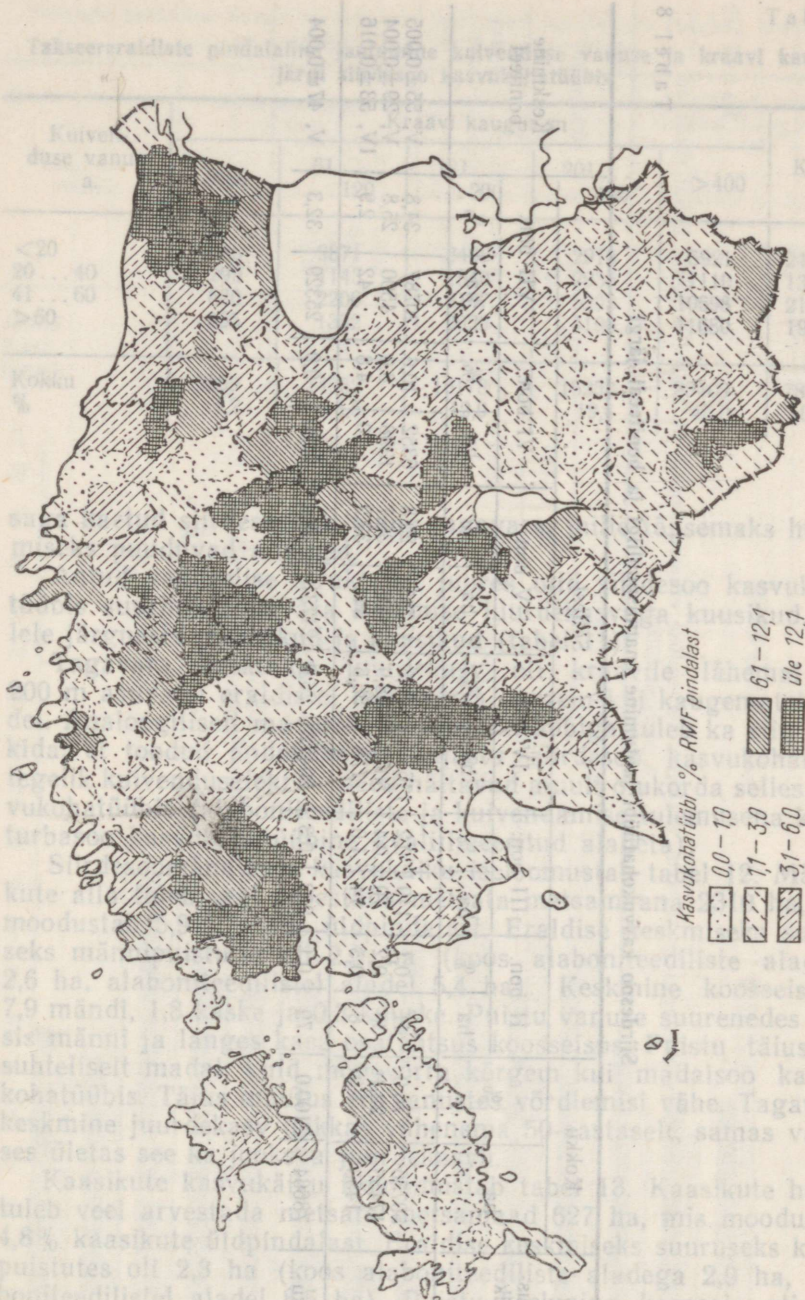
SIIRDESOO KASVUKOHATÜÜP

Siirdesoo kasvukohatüübi pindala on ümmarguselt 88 000 ha, ehk umbes 6,4% riigimetsafondi üldpindalast. Siirdesoo kasvukohatüüpi leidub suuremal või väiksemal määral peaaegu kõigis Eesti metskondades. Suurem on selle osatähtsus Kesk-Eestis (joonis 7). Kolmveerand siirdesoo kasvukohatüübi puistutest moodustavad männikud, küllalt palju on kaasikuid (tabel 8). Kasvukohatüübi üldpindalast umbes kolmandik on lagedaid ja alaboniteedilise puisvegetatsiooniga kaetud soid (VII bon.). Keskmine boniteet kasvukohatüübis tervikuna (koos alaboniteediliste aladega) on väikesel pindalal esineval kuusel kõrgem kui männil ja kasel, viimase boniteet ületab mõnevõrra männi boniteedi. Ka puistutes oli kõrgeim keskmine boniteet kuusikutel ($IV, 46 \pm 0,017$), enam-vähem võrdne oli kaasikute ($IV, 70 \pm 0,006$) ja männikute ($IV, 78 \pm 0,004$) boniteet. Siirdesoo kasvukohatüübi puistute üldine keskmine boniteet oli $IV, 75 \pm 0,003$.

Võrreldes madal soo kasvukohatüübiga oli siirdesoo kasvukohatüübis suhteliselt intensiivselt kuivendatud alasid märgatavalt rohkem (moodustades 23%), kusjuures nendest peamise osa (66%) moodustasid viimase 20 aasta jooksul kuivendatud alad (tabel 9). See viitab siirdesoo kasvukohatüübi intensiivsele kuivendusele sõjajärgsel perioodil.

Nagu madal soo kasvukohatüübis, nii ka siirdesoo kasvukohatüübis on kaasaegsed kuivendused olnud märgatavalt intensiivsemad kui varajasemad (tabel 10). Tabelis toodud andmed näitavad ka seda, et ainult pärast sõjaaegsete kraavide (sügavuse väärtus üle 2) korrashoidu võib normaalseks pidada.

Siirdesoo kasvukohatüübi puistute üldine tagavara oli 3 985 300 tm, sellest moodustasid männikud 82,1%, kaasikud 15,0% ja kuusikud 2,9%. Siia lisandub veel alaboniteedilise met-



Kasvukohatüübi % RMF pindalast

0,0-1,0	6,1-12,1
1,1-3,0	üle 12,1
3,1-6,0	

Joonis 7. Siirdesoo kasvukohatüübi osatähtsus Eesti NSV metskondades (protsentides riigimetsafondi pindalast).

Tabel 8

Siirdesoo kasvukohatüübi jaotumine enamuspuuliigi ja boniteedi järgi

Enamus- puuliik	Kokku		Sellest												Keskmine boniteet
	ha	%	II bon.		III bon.		IV bon.		V bon.		VI bon.		VII bon.		
			ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
Mänd	59756	76,0	41	0,1	149	0,2	14642	24,5	17785	29,8	6352	10,6	20787	34,8	V, 55±0,005
Kask	17455	22,1	30	0,2	70	0,4	5052	28,9	6405	36,7	1398	8,0	4500	25,8	V, 29±0,004
Kuusik	1453	1,9	8	0,5	14	1,0	778	53,5	541	37,2	70	4,8	42	2,9	IV, 53±0,016
Kokku	78664	100,0	79	0,1	233	0,3	20472	26,0	24731	31,4	7820	9,9	25329	32,3	V, 47±0,004

Takseereraldiste pindalaline jaotumine kuivenduse vanuse ja kraavi kauguse järgi siirdesoo kasvukohatüübis

Kuivenduse vanus a.	Kraavi kaugus m					Kokku
	<60	61... ...120	121... ...200	201... ...400	>400	
<20	1985	9871	3462	2916	5921	24155
20...40	299	1143	1540	2938	7110	13030
41...60	620	2206	3147	5203	10698	21874
>60	365	1332	2029	4196	11680	19602
Kokku	3269	14552	10178	15253	35409	78661
%	4,2	18,5	12,9	19,4	45,0	100,0

saga kaetud siirdesoodel leiduv tagavara, mille täpsemaks hindamiseks puuduvad andmed.

Antud vanuselise struktuuri juures olid siirdesoo kasvukohatüübis suurima tagavara keskmise juurdekasvuga kuusikud, sellele järgnesid männikud ja kaasikud (tabel 11).

Tagavara keskmine juurdekasv oli kraavile lähemal kui 200 m asuvatel eraldistel mõnevõrra suurem kui kaugematel aladel. Analoogiliselt madal soo kasvukohatüübiga tuleb ka siin märkida, et toodud andmetes ei kajastu siirdesoo kasvukohatüübi tegelik kuivendusefekt — need näitavad ainult olukorda selles kasvukohatüübis (alaboniteediliste ja kuivendamise tulemusena kõdu-turbasoo kasvukohatüübina kvalifitseeritud aladeta).

Siirdesoomännikute kasvukäiku iseloomustab tabel 12. Männikute alla tuleb veel arvestada metsata metsamaana 2310 ha, mis moodustab 5,9% nende üldpindalast. Eraldise keskmiseks suuruseks männipuistutes oli 2,0 ha (koos alaboniteediliste aladega 2,6 ha, alaboniteedilistel aladel 5,4 ha). Keskmine koosseis oli 7,9 mändi, 1,8 kaske ja 0,3 kuuske. Puistu vanuse suurenedes tõusis männi ja langes kase osatähtsus koosseisus. Puistu täius oli suhteliselt madal, kuid mõnevõrra kõrgem kui madal soo kasvukohatüübis. Täius muutus eri vanustes võrdlemisi vähe. Tagavara keskmine juurdekasv hakkas vähenema 50-aastaselt, samas vanuses ületas see ka jooksva juurdekasvu.

Kaasikute kasvukäiku iseloomustab tabel 13. Kaasikute hulka tuleb veel arvestada metsata metsamaad 627 ha, mis moodustab 4,8% kaasikute üldpindalast. Eraldise keskmiseks suuruseks kasepuistutes oli 2,3 ha (koos alaboniteediliste aladega 2,9 ha, alaboniteedilistel aladel 8,5 ha). Puistu keskmine koosseis oli 7,8 kaske, 1,5 mändi, 0,4 kuuske ja 0,3 sangleppa. Vanuse suurenedes ilmses koosseisus mõningane kase osatähtsuse languse ja männi

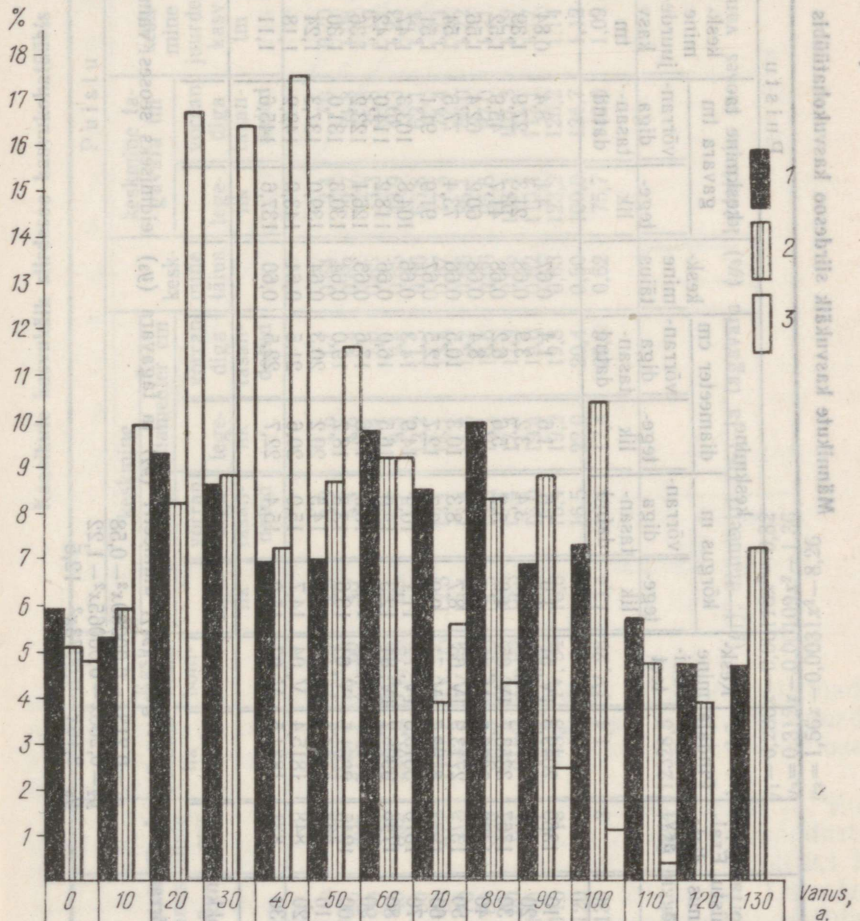
Tabel 10

Kraavide suhteline vahekaugus ja sügavus eraldiste kuivenduse erineva vanuse ja kraavi kauguse puhul siirdesoo kasvukohatiibis

Kuivenduse vanus a.	Kaugus kraavist m												Keskmine				
	<60			61...120			121...200			201...400			>400			kraavi sügavus	kraavi vahekaugus
	kraavi sügavus	kraavi vahekaugus	kraavi sügavus	kraavi vahekaugus	kraavi sügavus	kraavi vahekaugus	kraavi sügavus	kraavi vahekaugus	kraavi sügavus	kraavi vahekaugus	kraavi sügavus	kraavi vahekaugus					
<20	2,1	204	2,1	223	2,1	542	2,2	822	2,4	1083	2,2	535	2,2	1083	2,2	535	
21...40	1,9	391	1,9	479	1,8	685	1,9	937	1,9	1010	1,9	894	1,9	1010	1,9	894	
41...60	1,6	415	1,6	540	1,6	626	1,7	812	1,5	1097	1,6	886	1,6	1097	1,6	886	
>60	1,6	600	1,7	642	1,7	726	1,6	935	1,6	1091	1,6	800	1,6	1091	1,6	800	
Keskmine	1,9	305	1,9	330	1,8	626	1,8	872	1,8	1075	1,8	800	1,8	1075	1,8	800	

Puistute keskmine vanus ja tagavara keskmine juurdekasv (tm/ha) kraavist eri kaugustel asuvatel takseereraldistel

Enamus-puuliik	Kõik eraldised kokku		Eraldised maksimaalse kaugusega alla 200 m		Eraldised maksimaalse kaugusega üle 200 m	
	Puistute keskmine		Puistute keskmine		Puistute keskmine	
	vanus a.	juurdekasv tm/ha	vanus a.	juurdekasv tm/ha	vanus a.	juurdekasv tm/ha
Mänd	66,2	1,37	64,7	1,45	67,4	1,31
Kask	40,6	1,14	39,5	1,17	41,7	1,11
Kuusik	67,6	1,35	60,5	1,47	72,1	1,22



Joonis 8. Puuliikide pindala protsentuaalne jaotumine puistu eri vanustes siirdesoo kasvukohatüübis:

1 — mänd; 2 — kuusk; 3 — kask.

Männikute kasvukäik siirdesoo kasvukohatüübis

Puistu vanus a.	Eraldiste arv	Pindala ha	Keskmine boniteet	keskmine				keskmine taigavara tm	keskmine juurdekasv tm	jooksev juurdekasv tm	koosseis								
				kõrgus m		diameeter cm					keskmine taitaus	tegelik	võrrandiga tasan-datud	mänd	kuusk	kask	haab	sang	muud
				tegelik	võrrandiga tasan-datud	tegelik	võrrandiga tasan-datud												
10	1369	2049,3	IV, 51	1,6	1,6	1,4	0,67	4,1	8,4	2,09	6,2	0,7	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0		
20	1969	3528,0	IV, 57	2,7	3,2	3,9	0,68	21,3	27,9	1,94	6,8	0,4	2,7	0,1	0,0	0,0	0,0		
30	1767	3355,7	IV, 65	4,8	5,2	6,2	0,68	41,7	45,9	1,79	7,2	0,4	2,3	0,0	0,0	0,1	0,0		
40	1423	2679,5	IV, 72	5,7	6,8	8,4	0,68	60,2	62,4	1,56	7,5	0,4	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0		
50	1379	2713,9	IV, 63	8,7	8,3	10,5	0,66	73,4	77,5	1,54	7,7	0,2	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0		
60	1932	3792,7	IV, 74	9,9	9,7	12,5	0,67	91,9	91,1	1,51	8,0	0,2	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0		
70	1576	3315,3	IV, 72	11,1	10,9	14,3	0,66	104,8	103,3	1,47	8,1	0,2	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0		
80	1745	3906,2	IV, 84	12,3	12,0	16,5	0,66	118,2	114,0	1,42	8,3	0,2	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0		
90	1304	2362,4	IV, 91	13,1	13,0	17,6	0,65	126,1	123,2	1,36	8,4	0,3	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0		
100	1245	2801,5	V, 01	13,6	13,8	18,7	0,64	130,3	131,0	1,30	8,7	0,3	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
110	963	2239,8	IV, 96	14,5	14,5	20,3	0,64	139,0	137,3	1,24	8,5	0,4	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0		
120	848	1815,4	V, 04	14,7	15,0	21,5	0,64	143,0	142,2	1,18	8,6	0,3	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0		
130	831	1834,5	V, 07	15,2	15,4	22,5	0,60	137,6	145,6	1,11	8,6	0,4	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Kokku	18351	36664,2																	

Võrrandid puistu kõrguse (y_1), diameetri (y_2) ja tagavara (y_3) leidmiseks seoses vanusega (x):

$$y_1 = 0,213x - 0,00069x^2 - 0,58$$

$$y_2 = 0,268x - 0,00065x^2 - 1,22$$

$$y_3 = 2,16x - 0,0073x^2 - 12,5$$

Kaasikute kasvukäik siirdesoo kasvukohatüübis

Puistu vanus a.	Eraldiste arv	Pindala ha	Keskmine boniteet	keskmine				keskmine taime tajuus	keskmine tagavara		keskmine juurdekasv tm	koosseis							
				kõrgus m		diameeter cm			tege-lik	võrran-diga tasan-datud		tege-lik	võrran-diga tasan-datud	mand	kuusk	kask	haab	sang-lepp	müüd
				tege-lik	võrran-diga tasan-datud	tege-lik	võrran-diga tasan-datud												
10	665	1285,3	IV, 51	1,9	1,9	1,6	1,7	0,64	2,4	7,0	0,70	1,53	0,5	7,5	0,1	0,4	0,0		
20	932	2162,1	IV, 60	4,7	4,4	4,6	4,4	0,69	22,7	21,8	1,08	1,46	0,4	7,7	0,1	0,3	0,0		
30	809	2131,0	IV, 83	6,5	6,7	6,4	7,0	0,65	33,3	35,8	1,19	1,40	0,4	8,0	0,1	0,2	0,0		
40	892	2267,5	IV, 88	8,8	8,7	9,3	9,4	0,65	48,9	49,3	1,23	1,34	0,3	8,1	0,1	0,1	0,0		
50	619	1506,9	IV, 76	10,7	10,5	12,2	11,5	0,66	63,8	62,1	1,24	1,28	0,3	8,0	0,0	0,1	0,0		
60	477	1197,2	IV, 65	12,3	12,1	14,1	13,4	0,67	77,5	74,4	1,23	1,22	0,4	7,8	0,0	0,1	0,0		
70	317	721,8	IV, 64	13,1	13,4	14,8	15,2	0,66	86,1	86,0	1,22	1,16	0,5	7,4	0,0	0,2	0,0		
80	305	559,5	IV, 55	14,3	14,5	16,1	16,6	0,66	95,6	97,0	1,21	1,09	0,7	7,4	0,1	0,3	0,0		
90	137	312,3	IV, 53	15,3	15,4	17,4	17,9	0,66	108,4	107,3	1,19	1,03	0,7	7,1	0,0	0,8	0,0		
100	71	137,8	IV, 37	16,4	16,0	19,4	19,0	0,62	110,4	117,1	1,17	0,97	0,8	7,3	0,1	0,4	0,0		
110	16	45,5	IV, 34	16,8	16,4	22,0	19,8	0,63	123,2	126,2	1,14	0,91	0,7	7,4	0,0	0,2	0,0		
120	1	0,2	III, 99	18,0	16,5	22,0	20,4	0,50	100,0	134,7	1,12	0,85	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0		
130	3	1,4	IV, 28	13,4	16,4	17,4	20,8	0,62	75,7	142,6	1,09	0,79	1,1	6,6	0,0	1,3	0,0		
Kokku	5244	12328,5																	

Võrrandid puistu kõrguse (y_1), diameetri (y_2) ja tagavara (y_3) leidmiseks seoses vanusega (x):

$$y_1 = 0,286x - 0,00118x^2 - 0,82$$

$$y_2 = 0,312x - 0,00109x^2 - 1,36$$

$$y_3 = 1,56x - 0,0031x^2 - 8,26$$

Kuusikute kasvukäik siirdesoo kasvukohatüübis

Puistu vanus	Eraldiste arv	Pindala ha	Keskmine boniteet	keskmine diameeter cm				keskmine tääsus	keskmine tagavara tm		keskmine juurdemine kasv tm	koosseis							
				kõrgus m		võrrandiga tasan-datud			tege-lik	võrran-diga tasan-datud		tege-lik	võrran-diga tasan-datud	mand	kuusk	kask	haab	sang-lepp	müü
				tege-lik	võrran-diga tasan-datud	tege-lik	võrran-diga tasan-datud												
10	59	83,3	IV, 05	1,5	1,5	1,5	1,6	0,69	2,9	10,9	1,09	2,03	1,4	4,5	3,5	0,2	0,4	0,0	
20	79	116,0	IV, 25	3,2	3,8	3,4	4,4	0,76	27,1	29,7	1,48	1,88	1,5	5,0	3,1	0,2	0,2	0,0	
30	83	124,4	IV, 15	6,0	5,8	6,6	6,9	0,71	47,6	47,0	1,56	1,72	1,8	5,0	3,0	0,0	0,2	0,0	
40	46	102,0	IV, 42	7,6	7,7	8,9	9,2	0,66	59,1	62,6	1,56	1,56	2,0	4,9	3,0	0,1	0,0	0,0	
50	49	122,1	IV, 19	9,7	9,3	12,4	11,3	0,65	79,1	76,7	1,53	1,40	1,9	5,1	2,9	0,0	0,1	0,0	
60	70	130,2	IV, 46	10,4	10,8	13,1	13,2	0,63	84,8	89,2	1,48	1,24	1,4	6,0	2,4	0,1	0,1	0,0	
70	35	54,5	IV, 17	13,4	12,2	16,7	14,8	0,67	122,0	100,1	1,42	1,09	1,4	5,8	2,4	0,0	0,4	0,0	
80	53	117,2	IV, 41	13,7	13,3	16,2	16,2	0,61	114,0	109,4	1,36	0,93	1,3	6,4	2,2	0,0	0,1	0,0	
90	49	122,2	IV, 60	14,4	14,2	17,8	17,4	0,60	118,6	117,1	1,30	0,77	1,4	6,3	2,2	0,0	0,1	0,0	
100	51	144,7	IV, 99	14,2	15,0	17,4	18,4	0,55	112,0	123,3	1,23	0,61	1,6	5,9	2,0	0,0	0,5	0,0	
110	37	67,0	IV, 76	15,9	15,6	18,6	19,1	0,58	135,6	127,9	1,16	0,45	2,0	6,3	1,6	0,0	0,1	0,0	
120	25	54,2	IV, 73	15,4	16,0	18,6	19,6	0,53	121,9	130,9	1,09	0,29	1,5	5,9	1,8	0,0	0,8	0,0	
130	42	101,0	IV, 82	16,6	16,2	20,7	19,9	0,53	136,9	132,3	1,01	0,14	1,3	6,2	1,9	0,0	0,6	0,0	

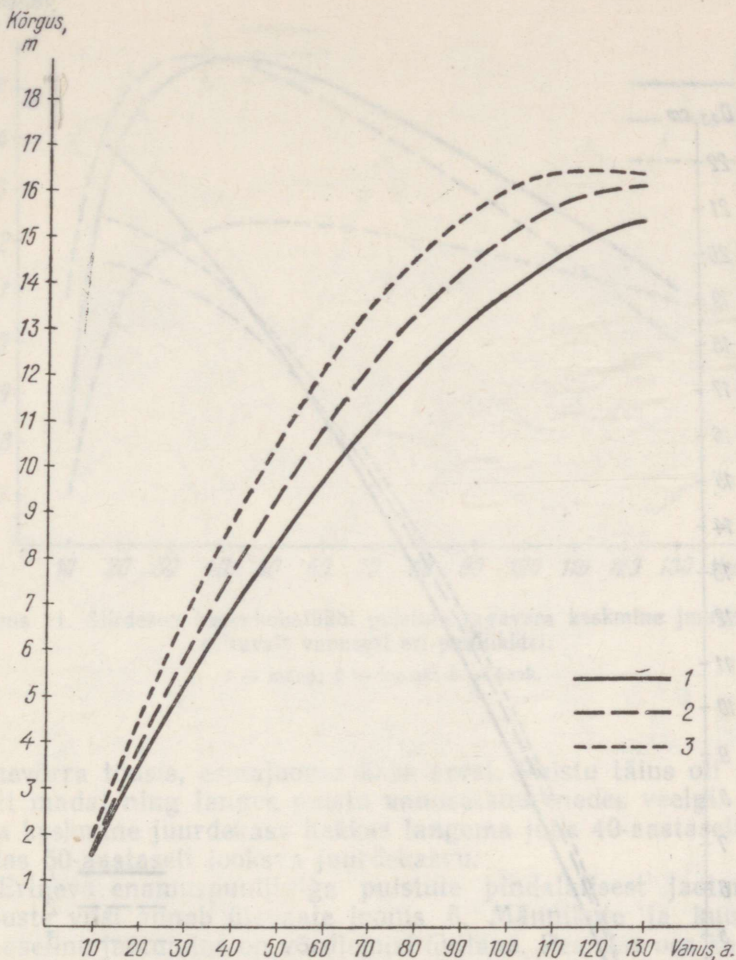
Kokku	678	1338,8																
-------	-----	--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Võrrandid puistu kõrguse (y_1), diameetri (y_2) ja tagavara (y_3) leidmiseks seoses vanusega (x):

$$y_1 = 0,250x - 0,00091x^2 - 0,88$$

$$y_2 = 0,312x - 0,00114x^2 - 1,41$$

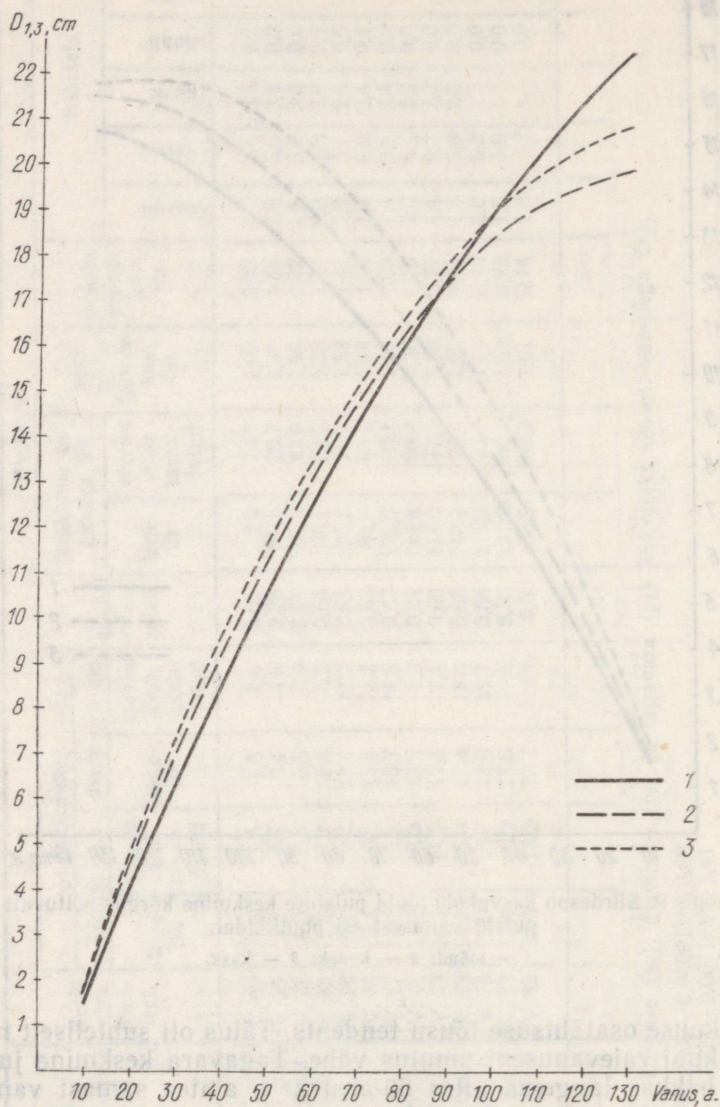
$$y_3 = 2,12x - 0,0079x^2 - 9,48$$



Joonis 9. Siirdesoo kasvukohatüübi puistute keskmine kõrgus sõltuvalt puistu vanusest eri puuliikidel:
 1 — mänd; 2 — kuusk; 3 — kask.

ning kuuse osatähtsuse tõusu tendents. Täius oli suhteliselt madal ning kuni raievanuseni muutus vähe. Tagavara keskmine juurdekasv hakkas langema alles 60-aastaselt, alates samast vanusest ületas see ka jooksva juurdekasvu.

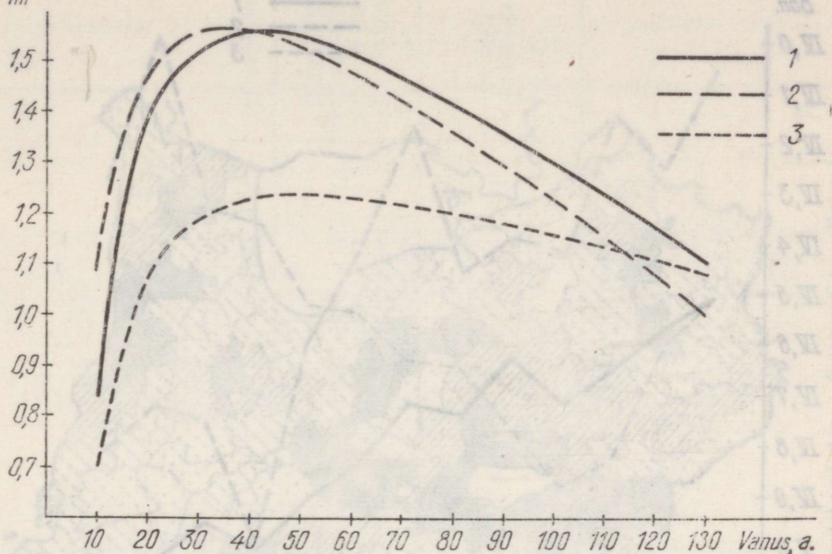
Kuusikute kasvukäigu iseloomustus on toodud tabelis 14. Kuusikute alla kuulus veel metsata metsamaana 72 ha, mis moodustab 4,1% kuusikute üldpindalast. Eraldise keskmine suurus oli 2,1 ha. Kuusikute keskmine koosseis oli 5,6 kuuske, 2,5 kask, 1,6 mändi ja 0,3 sangleppa. Vanemate puistute koosseisus kuuse osatähtsus



Joonis 10. Siirdesoo kasvukohatüübi puistute keskmine diameeter sõltuvalt puistu vanusest eri puuliikidel:

1 — mänd; 2 — kuusk; 3 — kask.

Juurdekasv,
fm



Joonis 11. Siirdesoo kasvukohatüübi puistute tagavara keskmine juurdekasv sõltuvalt vanusest eri puuliikidel:

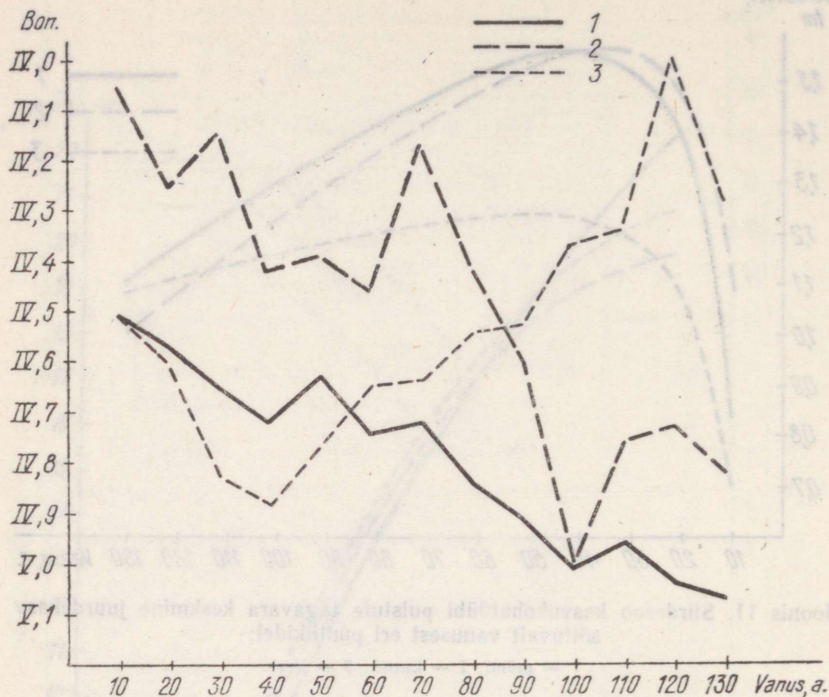
1 — männik; 2 — kuusk; 3 — kask.

mõnevõrra tõusis, esmajoones kase arvel. Puistu täius oli suhteliselt madal ning langes puistu vanuse suurenedes veelgi. Tagavara keskmine juurdekasv hakkas langema juba 40-aastaselt ning ületas 50-aastaselt jooksva juurdekasvu.

Erineva enamuspuuliigiga puistute pindalalisest jaotumisest vanuste viisi annab ülevaate joonis 8. Männikute ja kuusikute vanuseline jaotumine on võrdlemisi ühtlane. Peamise osa kaasikutest aga moodustavad 20...40-aastased puistud.

Kõigis vanuseastmetes olid suurima kõrgusega kaasikud, järgnesid kuusikud ja männikud (joonis 9). Puistu keskmine diameeter oli enamikus vanuseastmetes samuti suurim kaasikutes (joonis 10). Alles 100-aastaselt ületas männikute diameeter kaasikute diameetri. Kuusikute diameeter, mis nooremates vanuseastmetes ületas männikute diameetri ning väga vähe erines kaasikute diameetrist, oli alates 90-aastasest vanusest väiksem kui männikutel. Noorendikes olid suurima tagavara keskmise juurdekasvuga kuusikud, vanemates puistutes aga männikud (joonis 11). Kaasikute tagavara keskmine juurdekasv oli kõigis vanustes madalam kui männikutes ja kuusikutes (välja arvatud väga vanad puistud, kus kaasikute juurdekasv ületas kuusikute juurdekasvu).

Puistute boniteet männikutes ja kuusikutes langes vanuse suu-



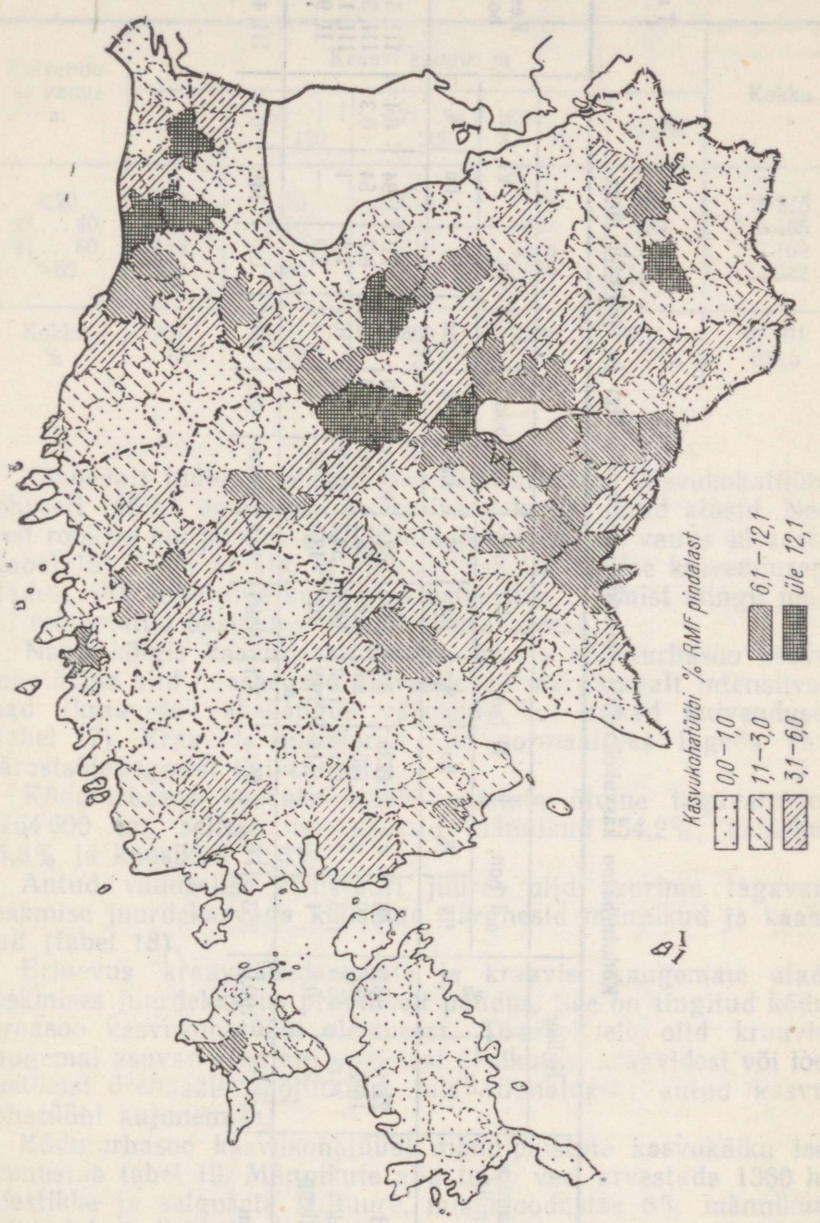
Joonis 12. Siirdesoo kasvukohatüübi puistute keskmine boniteet sõltuvalt puistu vanusest eri puuliikidel:

1 — männid; 2 — kuusk; 3 — kask.

renedes (joonis 12). Selle üheks põhjuseks on nähtavasti kuiven-damine, mis nooremates puistutes avaldab märgatavalt suuremat mõju kui vanemates. Vaatamata sellele, et kaasikute kõrgus oli suurem kui kuusikutel ja männikutel, oli nende boniteet noortes puistutes madalaim. See on ilmselt tingitud kaasikute arvestamisest vegetatiivsetena.

KÕDUTURBASOO KASVUKOHATÜÜP

Kõduturbasoo kasvukohatüübi pindala on ümmarguselt 48900 ha, mis moodustab 3,4% riigimetsafondi üldpindalast. Kõduturbasoo kasvukohatüüpi leidub mingil määral enamikes Eesti metskondades. Suurem on selle osatähtsus Kirde- ja Kesk-Eestis (joonis 13). Ligi poole puistutest moodustavad männikud; rohkesti on ka kaasikuid, mõnevõrra vähem kuusikuid (tabel 15). Põhiosa puistutest kuulub III ja IV boniteeti. Põhipuuliikidest on kõrgeima boniteediga kuusikud, järgnevad kaasikud ja männikud.



Joonis 13. Kõduturbasoo kasvukohatüübi osatähtsus Eesti NSV metskondades (protsentides riigimetsa-fondi pindalast).

Tabel 15

Kõduturbasoo kasvukohatüübi jaotumine enamuspuuliigi ja boniteedi järgi

Enamus- puuliik	Kokku		Sellest												Keskmine boniteet
	ha	%	I bon.		II bon.		III bon.		IV bon.		V bon.		VI bon.		
			ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
Mänd	22790	48,0	88	0,4	1239	5,4	8835	38,8	10944	48,0	1590	7,0	94	0,4	III, 55±0,005
Kask	16886	35,6	99	0,6	1456	8,6	6440	38,1	7704	45,6	1133	6,7	54	0,3	III, 50±0,006
Kuusk	7415	15,6	165	2,2	1125	15,2	3952	53,3	2069	27,9	103	1,4	1	—	III, 11±0,09
Sanglepp	383	0,8	1	0,3	114	29,8	166	43,3	91	23,8	11	2,9	—	—	II, 99±0,04
Kokku	47474	100,0	353	0,7	3934	8,3	19393	40,8	20808	43,8	2837	6,0	149	0,4	III, 46±0,004

Takseereraldiste pindalaline jaotumine kuivenduse vanuse ja kraavi kauguse järgi kõduturbasoo kasvukohatüübis

Kuivenduse vanus a.	Kraavi kaugus m					Kokku
	<60	60 120	121 200	201 400	>400	
<20	1402	5465	2013	973	962	10 815
21 ... 40	768	2250	2561	1697	889	8 165
41 ... 60	1443	3590	3511	2676	1949	13 169
>60	1338	5056	3600	2920	2028	14 942
Kokku	4951	16361	11685	8266	5828	47 091
%	10,5	34,7	24,8	17,6	12,4	100,0

Olenevalt tüübi olemusest on kõduturbasoo kasvukohatüübis rohkesti (45%) suhteliselt intensiivselt kuivendatud alasid. Nendest rohkem kui pooltel (54%) ületab kuivenduse vanus 40 aastat (tabel 16). Võib arvata, et ka suur osa lühiajalise kuivendusega aladest olid enne uute kuivendussüsteemide rajamist mingil määral mõjustatud üksikutest vanadest kraavidest.

Nagu kõigis kasvukohatüüpides, nii ka kõduturbasoo kasvukohatüübis olid kaasaegsed kuivendused märgatavalt intensiivsemad (kraavide vahekaugus väiksem) kui vanad kuivendused (tabel 17). Kraavide seisukorda võis normaalseks lugeda vaid päraststõjaaegsetel kuivendustel.

Kõduturbasoo kasvukohatüübi puistute üldine tagavara oli 5 764 600 tm, sellest moodustasid männikud 54,2%, kaasikud 25,3% ja kuusikud 20,5%.

Antud vanuselise struktuuri juures olid suurima tagavara keskmise juurdekasvuga kuusikud, järgnesid männikud ja kaasikud (tabel 18).

Erinevus kraavilähedasemate ja kraavist kaugemate alade keskmises juurdekasvus praktiliselt puudus. See on tingitud kõduturbasoo kasvukohatüübi olemusest. Tõenäoliselt olid kraavist kaugemal asuvad alad kas endistest üksikutest kraavidest või looduslikust dreanaazist mõjutatud, mis võimaldaski antud kasvukohatüübi kujunemise.

Kõduturbasoo kasvukohatüübi männipuistute kasvukäiku iseloomustab tabel 19. Männikute alla tuleb veel arvestada 1360 ha raiestikke ja selgusetu kultuure, mis moodustas 6% männikute üldpindalast. Eraldise keskmiseks suuruseks oli 2,1 ha. Keskmise koosseis oli 7,4 mändi, 1,8 kaske ja 0,8 kuuske. Puistu vanuse suu-

Tabel 17

Kraavide suhteline vahekaugus ja sügavus eraldiste kuivenduse erineva vanuse ja kraavi kauguse puhul kõduturbasoo kasvukohatüübis

Kuivenduse vanus a.	Kaugus kraavist m										Keskmine	
	<60		61 ... 120		121 ... 200		201 ... 400		>400		kraavi sügavus	kraavi vahekaugus
	kraavi sügavus	kraavi vahekaugus	kraavi sügavus	kraavi vahekaugus	kraavi sügavus	kraavi vahekaugus	kraavi sügavus	kraavi vahekaugus	kraavi sügavus	kraavi vahekaugus		
<20	2,1	210	2,1	241	2,1	470	2,4	901	2,4	1096	2,2	606
21 ... 40	1,9	397	2,0	443	1,7	780	1,7	912	1,5	1097	1,6	912
41 ... 60	1,7	416	1,7	494	1,5	656	1,5	921	1,3	1086	1,4	881
>60	2,0	366	2,0	417	1,8	742	1,6	889	1,7	1094	1,8	855
Keskmine	1,9	341	1,9	379	1,7	655	1,7	906	1,6	1092		

Puistute keskmine vanus ja tagavara keskmine juurdekasv (tm/ha) kraavist eri kaugustel asuvatel takseereraldistel

Enamus-puuliik	Kõik eraldised kokku		Eraldised maksimaalse kaugusega alla 200 m		Eraldised maksimaalse kaugusega üle 200 m	
	Puistu keskmine		Puistu keskmine		Puistu keskmine	
	vanus a.	juurdekasv tm/ha	vanus a.	juurdekasv tm/ha	vanus a.	juurdekasv tm/ha
Mänd	70,6	2,30	67,8	2,29	76,6	2,31
Kask	41,2	2,23	40,2	2,23	43,0	2,23
Kuusik	69,0	2,52	67,4	2,54	74,5	2,46

renedes tõusis koosseisus märgatavalt männi osatähtsus kase osatähtsuse langemise arvel. Puistu täius, mis küll langes vanuse suurenedes, oli siiski kõrgem kui madal soo ja siirdesoo kasvukohatüübis. Tagavara keskmine juurdekasv hakkas vähenema juba 40-aastaselt, samas vanuses ületas see ka jooksva juurdekasvu.

Kaasikute kasvukäiku iseloomustab tabel 20. Kaasikute hulka kuulus veel metsata metsamaana 720 ha, mis moodustas 4,3% nende üldpindalast. Ka kaasikutes oli eraldise keskmiseks suurusks 2,1 ha. Keskmine koosseis oli 7,7 kaske, 0,9 mändi, 0,7 kuuske, 0,5 sangleppa ja 0,2 haaba. See oli kõigis vanustes suhteliselt stabiilne; vanuse suurenedes võis täheldada koosseisus mõningat kase osatähtsuse langemise ja männi ning kuuse osatähtsuse tõusu tendentsi. Noortes puistutes oli täius võrdlemisi suur, vanuse suurenedes toimus aga selle järkjärguline vähenemine. Tagavara keskmine juurdekasv hakkas vähenema 40-aastaselt, mil see esmakordselt ületas ka jooksva juurdekasvu.

Tabel 21 iseloomustab kõduturbasoo kasvukohatüübi kuusikute kasvukäiku. Raiestike ja selgusetu kultuuridena kuulus kuusikute alla veel 450 ha, mis moodustas 6% nende üldpindalast. Kuusikutes oli eraldise keskmine suurus väiksem kui männikutes ja kaasikutes — 1,9 ha. Kuusikute keskmine koosseis oli 6,3 kuuske, 2,3 kaske, 1,0 mändi, 0,3 sangleppa ja 0,1 haaba. Puistu vanuse suurenedes tõusis koosseisus märgatavalt kuuse osatähtsus kase osatähtsuse langemise arvel. Puistu täius oli ligilähedane männikute ja kaasikute täiusega ning vähenes vanuse suurenedes. Tagavara keskmine juurdekasv hakkas 50-aastaselt langema, samast vanusest alates ületas see ka jooksva juurdekasvu.

Männipuistute pindalaline jaotumine erinevates vanuseastmetes on enam-vähem ühtlane (joonis 14). Kuusikud jaotuvad mõnevõrra ebaühtlasemalt. Kõige rohkem on 60...90-aastasi ja kõige

Männikute kasvukäik kõdutarbasoo kasvukohatüübis

Puistu vanus a.	Eraldiste arv	pindala ha	Keskmine boniteet	Puistu						keskmine juurdekasv tm	jooksev juurdekasv tm	koosseis							
				keskmise kõrguse m		keskmise diameeter cm		keskmise tääus	keskmise ta-gavara tm			keskmise juurdekasv tm	mänd	kuusk	kask	haab	sang-lepp	muud	
				tege-lik	võrran-diga-tasan-datud	tege-lik	võrran-diga-tasan-datud		tege-lik										võrran-diga-tasan-datud
				tege-lik	võrran-diga-tasan-datud	tege-lik	võrran-diga-tasan-datud	keskmise tääus	keskmise ta-gavara tm			keskmise juurdekasv tm	jooksev juurdekasv tm	mänd	kuusk	kask	haab	sang-lepp	muud
10	888	1627,3	III, 63	1,8	1,9	1,9	2,0	0,76	7,7	18,7	1,87	3,66	5,6	0,8	3,4	0,1	0,1	0,0	
20	927	1600,1	III, 54	4,2	4,9	4,6	5,4	0,78	43,2	52,1	2,60	3,34	5,9	0,9	3,0	0,1	0,0	0,0	
30	942	1694,2	III, 45	7,3	7,9	7,6	8,4	0,80	77,2	82,3	2,74	3,01	6,5	0,9	2,5	0,1	0,0	0,0	
40	846	1637,9	III, 32	10,0	11,2	11,2	11,2	0,79	116,5	109,2	2,73	2,69	6,9	0,7	2,4	0,0	0,0	0,0	
50	807	1560,7	III, 27	12,4	12,1	14,0	13,8	0,75	132,5	132,9	2,65	2,36	7,1	0,6	2,3	0,0	0,0	0,0	
60	953	1872,4	III, 41	13,9	13,9	16,1	16,2	0,74	152,1	153,4	2,55	2,04	7,5	0,6	1,9	0,0	0,0	0,0	
70	920	2059,2	III, 36	15,7	15,5	18,4	18,2	0,72	172,8	170,6	2,43	1,72	7,8	0,6	1,6	0,0	0,0	0,0	
80	895	2177,1	III, 45	16,8	16,8	20,3	20,1	0,72	185,8	184,5	1,30	1,39	7,8	0,9	1,3	0,0	0,0	0,0	
90	781	1842,5	III, 66	17,7	17,8	20,3	21,7	0,70	192,2	195,3	2,16	1,07	8,0	0,9	1,1	0,0	0,0	0,0	
100	675	1624,2	III, 69	18,5	18,5	23,1	23,1	0,70	205,2	202,8	2,02	0,74	8,1	1,1	0,8	0,0	0,0	0,0	
110	599	1436,6	III, 75	19,1	18,9	24,4	24,2	0,69	210,1	207,0	1,88	0,42	7,8	1,3	0,9	0,0	0,0	0,0	
120	522	1227,5	III, 93	19,5	19,1	24,9	25,1	0,71	218,9	208,0	1,73	0,10	8,3	1,1	0,6	0,0	0,0	0,0	
130	386	1065,8	IV, 22	18,3	19,0	25,2	25,7	0,66	190,6	205,8	1,58	-0,22	8,4	0,9	0,7	0,0	0,0	0,0	
Kokku	10141	21425,5																	

Võrrandid puistu kõrguse (y_1), diameetri (y_2) ja tagavara (y_3) leidmiseks seoses vanusega (x):

$$y_1 = 0,357x - 0,00139x^2 - 1,28$$

$$y_2 = 0,368x - 0,00122x^2 - 1,51$$

$$y_3 = 3,83x - 0,0162x^2 - 17,9$$

Kuuikute kasvukäik kõduturbasoo kasvukohatüübis

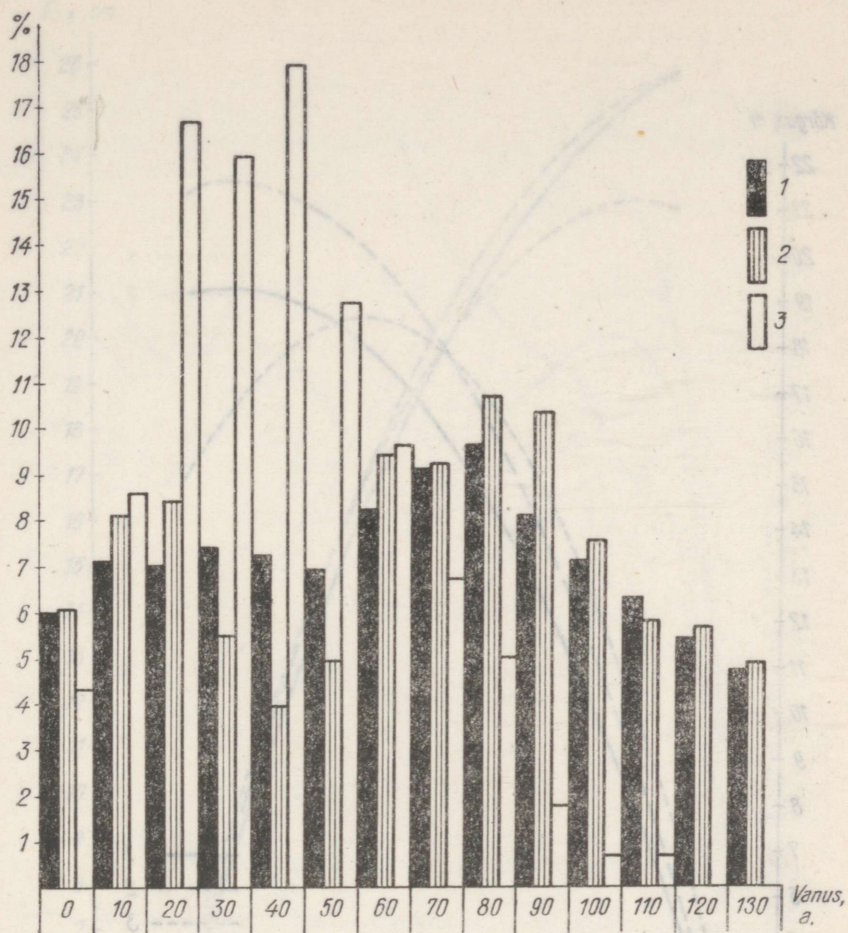
Puistu vanus a.	Eraldiste arv	Pindala ha	Keskmine boniteet	Puistu						keskm. juurdekasv tm	koosseis					
				keskm. diameeter cm		keskm. määris	keskm. taagavara tm		keskm. juurdekasv tm		kuusk	kask	haab	sang-lepp	muud	
				kõrgus m	tegelik		võrrandiga tasan-datud	tegelik								võrrandiga tasan-datud
						tegelik			võrrandiga tasan-datud							
10	310	598,1	III, 13	1,9	2,0	2,1	0,79	10,5	15,3	4,37	0,6	4,8	3,5	0,5	0,5	0,1
20	433	621,4	III, 26	4,5	5,4	5,6	0,80	42,0	55,2	3,99	1,1	5,1	3,3	0,1	0,3	0,1
30	280	407,6	III, 24	7,8	8,4	8,8	0,82	74,0	91,3	3,60	1,3	5,4	3,0	0,0	0,2	0,1
40	210	289,0	III, 00	10,8	11,1	11,8	0,79	110,8	123,5	3,22	1,1	5,6	2,9	0,1	0,2	0,0
50	231	362,8	II, 87	13,4	13,5	14,4	0,79	146,1	151,9	2,84	0,9	5,8	2,8	0,2	0,3	0,0
60	386	697,9	II, 79	15,8	15,5	16,9	0,75	176,2	176,5	2,45	0,9	6,3	2,5	0,1	0,2	0,0
70	349	679,5	II, 75	18,0	17,3	19,6	0,76	208,6	197,2	2,07	0,9	6,9	2,0	0,0	0,2	0,0
80	382	789,1	II, 97	18,8	18,7	20,9	0,73	216,0	214,1	1,68	1,0	7,0	1,6	0,1	0,3	0,0
90	360	760,7	III, 12	19,9	19,9	22,4	0,72	231,6	227,1	1,30	1,2	6,9	1,6	0,1	0,2	0,0
100	232	553,1	III, 23	20,4	20,7	23,4	0,72	240,5	236,3	0,91	1,0	6,8	1,8	0,1	0,3	0,0
110	183	427,7	III, 26	21,3	21,2	24,9	0,70	250,8	241,7	0,53	1,1	7,0	1,5	0,1	0,3	0,0
120	158	416,3	III, 46	21,3	21,4	25,3	0,69	241,7	243,2	0,15	0,9	7,0	1,6	0,1	0,4	0,0
130	116	364,4	III, 59	21,0	21,2	25,7	0,64	222,4	240,9	-0,23	0,9	6,8	1,6	0,1	0,6	0,0
Kokku	3630	6967,6														

Võrrandid puistu kõrguse (y_1), diameetri (y_2) ja taagavara (y_3) leidmiseks seoses vanusega (x):

$$y_1 = 0,380x - 0,00157x^2 - 1,61$$

$$y_2 = 0,392x - 0,00140x^2 - 1,69$$

$$y_3 = 4,57x - 0,0192x^2 - 28,5$$



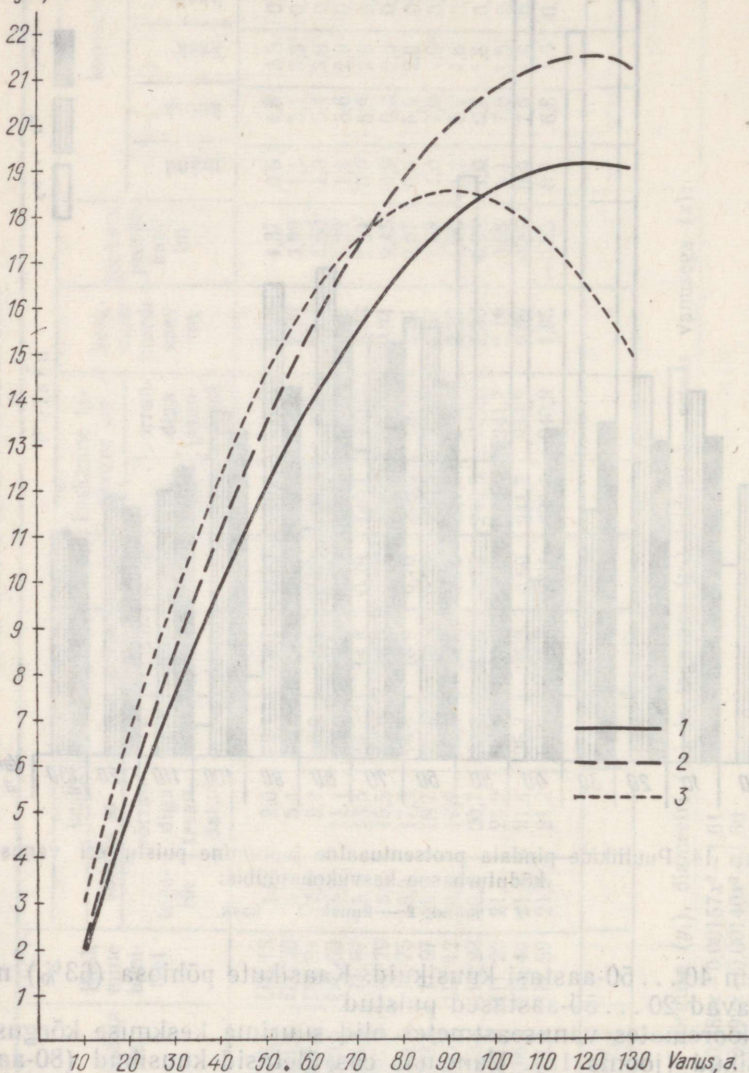
Joonis 14. Puuliikide pindala protsentuaalne jaotumine puistu eri vanustes kōduturbasoo kasvukohatüübis:

1 - männik; 2 - kuusk; 3 - kask.

vähem 40...50-aastasi kuusikuid. Kaasikute põhiosa (63%) moodustavad 20...50-aastased puistud.

Nooremates vanuseastmetes olid suurima keskmise kõrgusega kaasikud (joonis 15). Vanemas eas ületasid kuusikud (80-aastaselt) ja männikud (100-aastaselt) kaasikute kõrguse, seejuures ületas kuusikute kõrgus märgatavalt ka männikute kõrguse. Keskmine diameeter oli noortes puistutes kõigil kolmel puuliigil enam-vähem võrdne (joonis 16). Vanades puistutes aga ületasid kuuse ja männi diameetrid märgatavalt kase diameetri, seejuures suuriaks osutus kuuse diameeter. Tagavara keskmine juurdekasv oli

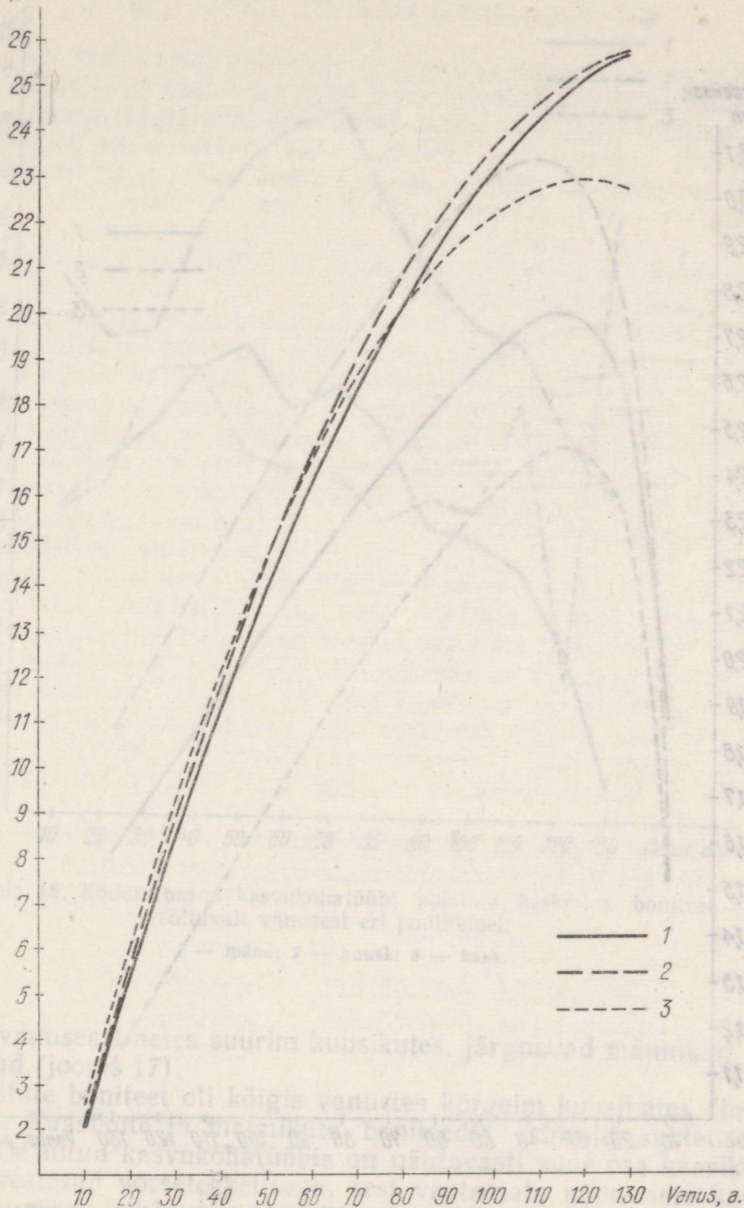
Kõrgus, m



Joonis 15. Kõduturbasoo kasvukohatüübi puistute keskmine kõrgus sõltuvalt puistu vanusest eri puuliikidel:

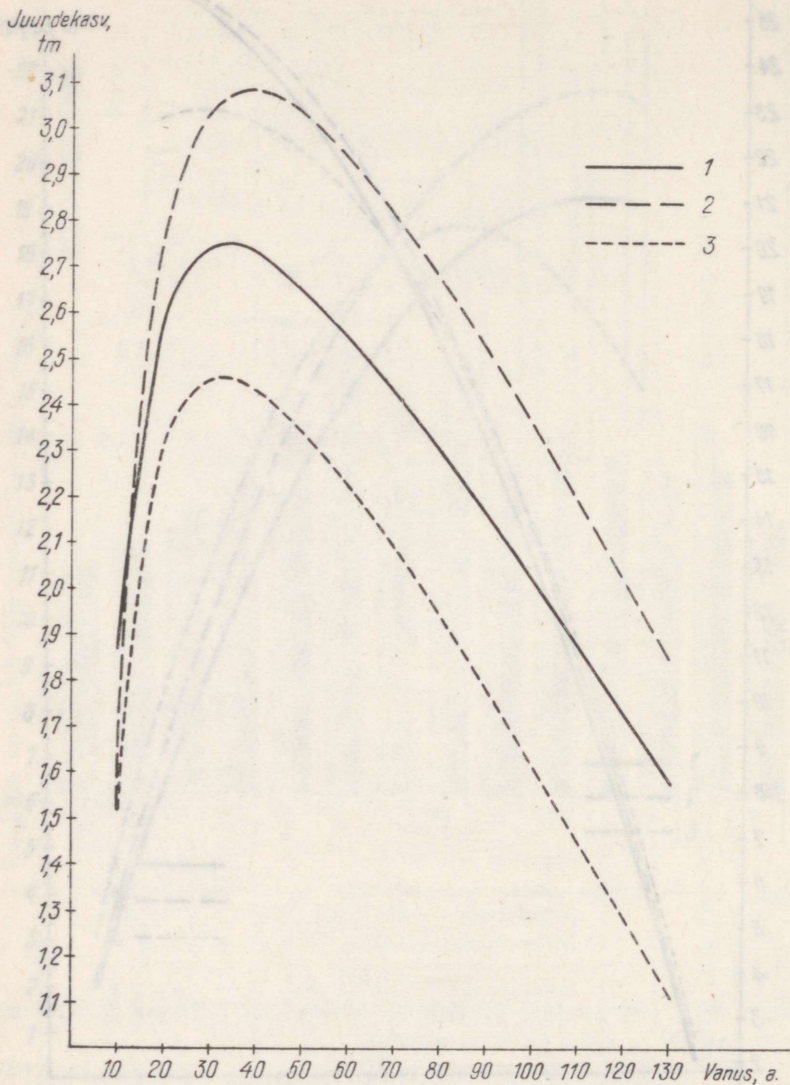
1 — mänd; 2 — kuusk; 3 — kask

$D_{1,3}$, cm



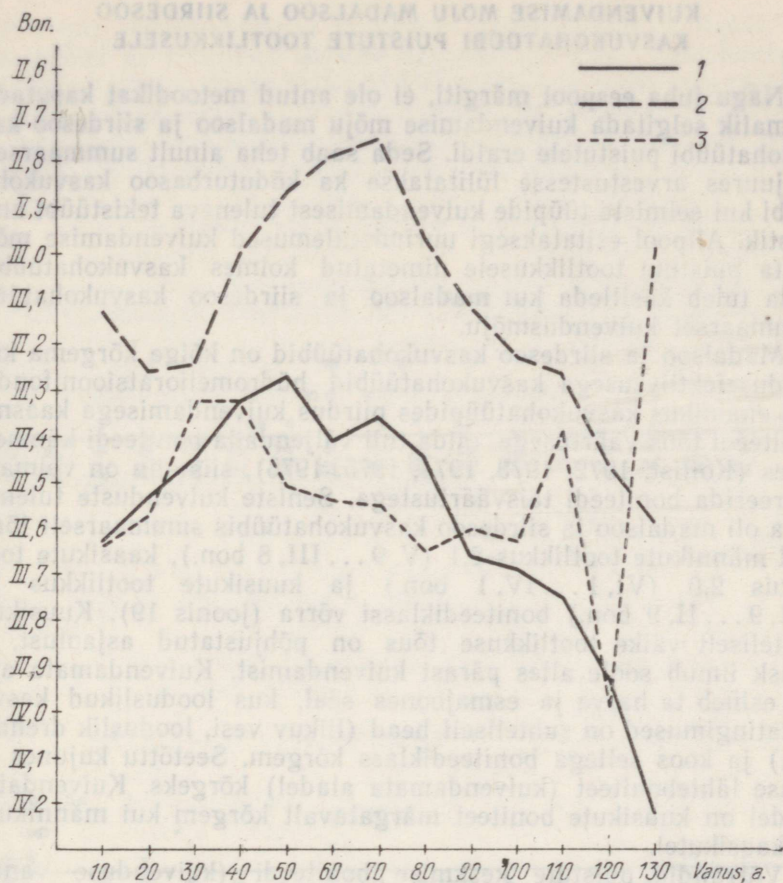
Joonis 16. Kõduturbasoo puistute kasvukohtatüübi keskmine diameeter sõltuvalt puistu vanusest eri puuliikidel:

1 — männ; 2 — kuusk; 3 — kask.



Joonis 17. Kõduturbasoo kasvukohatüübi puistute tagavara keskmine juurdekasv sõltuvalt vanusest eri puuliikidel:

1 — männ; 2 — kuusk; 3 — kask.



Joonis 18. Kõduturbasoo kasvukohatüübi puistute keskmine boniteet sõltuvalt vanusest eri puuliikidel:

1 — männik; 2 — kuusk; 3 — kask.

kõigis vanuseastmetes suurim kuusikutes, järgnevad männikud ja kaasikud (joonis 17).

Puistute boniteet oli kõigis vanustes kõrgeim kuusikutes (joonis 18). Kaasikute ja männikute boniteedid erinesid suhteliselt vähe. Ka antud kasvukohatüübis on nähtavasti suur osa kaasikutest arvestatud võrsetekkelisena, sest vaatamata nooremate kaasikute suuremale kõrgusele, on kuusikute boniteet kõigis vanustes kõrgem kui kaasikutel.

KUIVENDAMISE MÕJU MADALSOO JA SIIRDESOO KASVUKOHATÜÜBI PUISTUTE TOOTLIKKUSELE

Nagu juba eespool märgiti, ei ole antud metoodikat kasutades võimalik selgitada kuivendamise mõju madalsoo ja siirdesoo kasvukohatüübi puistutele eraldi. Seda saab teha ainult summaarselt, kusjuures arvestustesse lülitatakse ka kõdutarbasoo kasvukohatüübi kui eelmiste tüüpide kuivendamisest tuleneva tekistüübi andmestik. Allpool esitataksegi uurimistulemused kuivendamise mõju kohta puistute tootlikkusele nimetatud kolmes kasvukohatüübis, mida tuleb käsitleda kui madalsoo ja siirdesoo kasvukohatüübi summaarset kuivendusmõju.

Madalsoo ja siirdesoo kasvukohatüübid on kõige kõrgema kuivendusefektiivsusega kasvukohatüübid hüdro-melioratsioonifondis. Kui enamikus kasvukohatüüpides piirdus kuivendamisega kaasnev boniteedi tõus väärtusega, mida tuli väljendada boniteedi kümnendikes (Kollist, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976), siis siin on võimalik opereerida boniteedi täisväärtustega. Seniste kuivenduste tulemusena oli madalsoo ja siirdesoo kasvukohatüübis summaarselt tõusnud männikute tootlikkus 2,1 (V, 9... III, 8 bon.), kaasikute tootlikkus 2,0 (VI, 1... IV, 1 bon.) ja kuusikute tootlikkus 1,0 (III, 9... II, 9 bon.) boniteediklassi võrra (joonis 19). Kuusikute suhteliselt väike tootlikkuse tõus on põhjustatud asjaolust, et kuusk ilmub soole alles pärast kuivendamist. Kuivendamata aladel esineb ta harva ja esmajoones seal, kus looduslikud kasvukohatingimused on suhteliselt head (liikuv vesi, looduslik dreenaaz jne.) ja koos sellega boniteediklass kõrgem. Seetõttu kujunes ka kuuse lähteboniteet (kuivendamata aladel) kõrgeks. Kuivendatud aladel on kuusikute boniteet märgatavalt kõrgem kui männikutel ja kaasikutel.

Võrrandid puistute keskmise boniteedi (kuivenduse vanust arvestamata ja koos alaboniteediliste aladega) leidmiseks männikutes (y_1), kaasikutes (y_2) ja kuusikutes (y_3) sõltuvalt kraavi kaugusest (x) on järgmised:

$$y_1 = 3,98 + 0,0037x - 0,0000016x^2; \quad \eta = 0,94$$

$$y_2 = 4,34 + 0,0011x - 0,0000018x^2; \quad \eta = 0,98$$

$$y_3 = 3,08 + 0,0018x - 0,000001x^2; \quad \eta = 0,82$$

Võrrandid keskmise boniteedi leidmiseks (samadel puuliikidel) sõltuvalt kraavi kaugusest (x_1) ja kuivenduse kestusest (x_2) on järgmised:

$$y_1 = 4,51 + 0,0035x_1 - 0,0000013x_1^2 - 0,0193x_2 + 0,00013x_2^2; \quad \eta = 0,99$$

$$y_2 = 4,22 + 0,0027x_1 - 0,0000001x_1^2 - 0,000023x_2^2; \quad \eta = 0,98$$

$$y_3 = 3,40 + 0,0019x_1 - 0,000001x_1^2 - 0,0175x_2 + 0,00016x_2^2; \quad \eta = 0,87$$

Arvestades madalsoo ja siirdesoo kasvukohatüübi suurt kuivendusefektiivsust ning tihedaid seoseid boniteedi ja kuivendusintensiivsuse ning -kestuse vahel koostati ka võrrandid (elektronarvuti abil) keskmise boniteedi ja tagavara keskmise juurdekasvu leidmiseks sõltuvalt kraavi kaugusest, kuivenduse kestusest ja puistu vanusest. Vaatluste arvuks kõigil puuliikidel oli kas 280 (s. t. 20 tabelit 14 erineva puistu vanuse astmega) või mõnevõrra väiksem (s. t. väiksem nende keskmiste boniteetide võrra, kus ühes või teises kraavi kauguse või kuivendusvanuse grupis mingis puistu vanuseastmes eraldisi ei esinenud).

Männikute kohta koostatud võrrandid võib lugeda võrdlemisi headeks, nende kuju on järgmine:

$$\text{boniteet} = 4,18 + 0,0037x_1 - 0,0000016x_1^2 - 0,0077x_2 + 0,023x_3; \quad \eta = 0,94$$

$$\begin{aligned} \text{tagavara} &= 0,822 - 0,0021x_1 + 0,000001x_1^2 + 0,00473x_2 + 0,0389x_3 - \\ \text{keskmise} & \quad - 0,00026x_3^2; \quad \eta = 0,88, \\ \text{juurde-} & \\ \text{kasv} & \end{aligned}$$

kus x_1 — kraavi kagus, x_2 — kuivenduse kestus a. ja x_3 — puistu vanus a.

Korrelatsioonisuhted kaasikutes olid mõnevõrra nõrgemad, võrrandite (argumentide tähistused samad) kuju on järgmine:

$$\text{boniteet} = 4,21 + 0,004x_1 - 0,0000019x_1^2 + 0,0012x_2 - 0,0051x_3; \quad \eta = 0,75$$

$$\begin{aligned} \text{tagavara} &= 0,77 - 0,0018x_1 + 0,0000008x_1^2 + 0,00135x_2 + 0,0335x_3 - \\ \text{keskmise} & \quad - 0,00024x_3^2; \quad \eta = 0,78, \\ \text{juurde-} & \\ \text{kasv} & \end{aligned}$$

Kuusikutes on boniteedi leidmise võrrandil korrelatsiooni suhe võrdlemisi nõrk, tagavara keskmist juurdekasvu puudutaval võrrandil aga suhteliselt hea. Võrrandite (argumentide tähistused samad) kuju on järgmine:

$$\text{boniteet} = 3,16 + 0,0021x_1 - 0,0000015x_1^2 - 0,0023x_2 + 0,00038x_3; \quad \eta = 0,52$$

$$\begin{aligned} \text{tagavara} &= 1,42 - 0,0016x_1 + 0,000001x_1^2 + 0,00275x_2 + 0,0612x_3 - \\ \text{keskmise} & \quad - 0,00041x_3^2; \quad \eta = 0,85, \\ \text{juurde-} & \\ \text{kasv} & \end{aligned}$$

Kui liigniiskete mineraalmaametsade kuivendamise tulemusi on üldiselt vähe uuritud ning sellekohast materjali on kirjanduses napilt leida, siis madal- ja siirdesoo kuivendamise tulemusi käsitlevate publikatsioonide hulk on küllalt suur. Peaaegu kõik avalda-

tud uurimused kinnitavad nimetatud kasvukohtade kõrget kuivendusefektiivsust. Seejuures ilmneb aga küllalt suuri erinevusi tootlikkuse tõusu ja saadava lõppboniteedi konkreetsetes suurustes. See võib tingitud olla geograafilistest erinevustest, kuid samuti boniteedi määramise erinevatest alustest (kõrguse juurdekasvu ja kõrguse, majandusliku vanuse, füüsilise vanuse jne. järgi) ning muidugi erinevustest kasutatud meetodikas. Esitatud tulemuste hinnangut ähmastab veel see, et nii mõneski töös puuduvad viited boniteedi arvestamise aluse kohta. Enamik uurimusi käsitleb männikuid, kuuse ja eriti kase kohta on materjali suhteliselt vähe. Rea uurimuste tulemuste näitavad suurt boniteedi tõusu ja kõrget lõppboniteeti männikutes. Nii kujuneb G. D. Erkini (Эркин, 1934) järgi kuivenduseelne V... Va boniteet pärast kuivendamist I... II boniteediks (majandusliku vanuse järgi). M. P. Jelpatjevski (Елпатьевский, 1936) andmetel aga vastavalt Va boniteedist I boniteediks (kõrguse jooksva juurdekasvu järgi). Enam-vähem ligilähedasi tulemusi esitasid veel rida uurijaid (Медведева, 1962; Пятецкий, 1962, 1964; Буш, 1962; Смоляк, 1963; Капустинская, 1968 jt.). Kuid on ka uurimusi, kus andmed kuivendusefektiivsuse kohta on mõnevõrra tagasihoidlikumad. J. D. Sabo (Сабо, 1967) seostab lõppboniteedi puistu kuivendusaegse vanusega ning prognoosib Va... Vb alboniteediga puistute kuivendusjärgseks lõppboniteediks sõltuvalt puistu vanusest II... V. J. I. Istomini ja A. M. Tarakhanovi (1974) järgi tõusis alboniteet V... Va sõltuvalt proovialast II... IV boniteedini (jooksva juurdekasvu järgi). O. J. Lukkala (1929) järgi võib arvestada kuivendusjärgseks boniteediks III... IV (kuna andmed boniteedi kohta töös puudusid, tehti boniteedi arvestused meie poolt, võttes aluseks puude kõrguse ja kõrguse jooksva juurdekasvu).

Kuusikutes tehtud uurimused puudutavad paljudel juhtudel ainult kuivendamise lõpptulemust ilma võrdluseta kuivenduseelse tootlikkusega. Seda tingib asjaolu, et enamik kuusikuid tekib madal- ja siirdesoo kasvukohatüüpides alles pärast kuivendamist, kuivendamata aladel leidub neid vähe. Enamiku kirjandusallikate kohaselt on kuivendatud madal- ja siirdesoodel kuusikud veelgi tootlikumad kui männikud, kuusikute boniteet ulatub III... Ia boniteediklassini (Медведева, 1962; Буш, 1962; Капустинская, 1968 jt.).

Eestis on puistute tootlikkust kuivendatud madal- ja siirdesoodel uurinud V. Hainla (1957). Tema poolt uuritud proovialade andmetel tõusis kuivendamise tagajärjel männikute boniteet Va... V-lt III... IV boniteedini (majandusliku vanuse järgi). Kuivendatud kuusikutes kõikus boniteet I... IV boniteediklassi piirides (Hainla, 1967). Kasepuistutest oli kuivendatud sookase puistute boniteet suhteliselt madal — III... V bon. (Hainla, 1965), kõrgema tootlikkusega arukase puistutel (vanusega alla 50 a.) aga märkimisväärselt kõrge — I boniteet (Коллист, 1962; Hainla, 1965).

Nagu eeltoodust nähtub, on antud uurimistöös saadud tulemused madal- ja siirdesoode kuivendusefektiivsuse kohta küllaltki lähedased Eestist üksikutelt proovialadelt laekunud andmete ja tulemustega.

Kokku võttes võib väita, et madalsoo ja siirdesoos kasvukohatüübid on kõrge kuivendusefektiivsusega kasvukohad, kus kuivendamist ka ainuüksi puistuste tootlikkuse tõstmise huvides võib ilmselt pidada ökonoomseks. Kuna suurel osal kuivendatud aladest on mõeldav männi ja sookase asendamine kas kuuse või arukasega, on võimalik liigilise koosseisu muutmise saadud kuivendusefekti veelgi suurendada.

KIRJANDUS

- Hainla, V. Siirdesoomännikute kuivendamise tulemustest Eestis. — Rmt.: Metsanduslikud uurimused I. Tallinn, 1957, lk. 5...78.
- Hainla, V. Kasepuistutest kuivendatud soodel. — Rmt.: Metsanduslikud uurimused IV. Tallinn, 1965, lk. 5...32.
- Hainla, V. Kuusepuistutest kuivendatud soodel. — Rmt.: Metsanduslikud uurimused V. Tallinn, 1967, lk. 131...147.
- Istomin, G. I., Tarakhanov, A. M. Forestry efficiency of pine forests drainage in the north of the European part of the U.S.S.R. — In: Proceedings of the international symposium on forest drainage. Helsinki, 1974, lk. 261...272.
- Karu, A., Muiste, L. Eesti metsakasvukohatüübid. Tallinn, 1958. 44 lk.
- Kollist, P. Puistu varisest siirdesoometsades ja kuivendamise mõjust sellele. — Rmt.: Metsanduslikud uurimused V. Tallinn, 1967, lk. 148...163.
- Kollist, P. Lodumetsadest ja seniste kuivenduste mõjust nende tootlikkusele takseereralduste andmetel. — Rmt.: Metsanduslikud uurimused IX. Tallinn, 1972, lk. 93...123.
- Kollist, P. Angervaksa kasvukohatüübi puistutest ja seniste kuivenduste mõjust nende tootlikkusele takseereralduste andmetel. — Rmt.: Metsanduslikud uurimused X. Tallinn, 1973, lk. 110...143.
- Kollist, P. Karusambla kasvukohatüübi puistutest ja seniste kuivenduste mõjust nende tootlikkusele takseereralduste andmetel. — Rmt.: Metsanduslikud uurimused XI. Tallinn, 1974, lk. 134...161.
- Kollist, P. Osja-tarna kasvukohatüübi puistutest ja seniste kuivenduste mõjust nende tootlikkusele takseereralduste andmetel. — Rmt.: Metsanduslikud uurimused XII. Tallinn, 1975, lk. 191...214.
- Kollist, P. Soostuva luite ja rabastuva kanarbiku kasvukohatüübi puistutest ja kuivenduse mõjust nende tootlikkusele takseereralduste andmetel. — Rmt.: Metsanduslikud uurimused XIII. Tallinn, 1976, lk. 194...226.
- Lukkala, O. J. Tutkimuksia soiden metsätaloudellisesta ojituskelpoisuudesta. Erityisesti kuivatuksen tehokkuutta silmälläpitäen. Ref. Untersuchungen über die Waldwirtschaftliche Entwässerungsfähigkeit der Moore mit besonderer Rücksicht auf den Trocknungseffekt. «Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisu», 1929, Nr. 15, 1...301.
- Буш К. К. Эффект осушения в зависимости от условий лесопроизрастания и гидротехнических условий. — В кн.: Мелиор. с.-х. и лесн. угодий Сев.-зап. СССР. Петрозаводск, Гос. КарАССР, 1962, с. 204...211.
- Елпатьевский М. П. Время наступления повышенного прироста древостоя после мелиорации. — В кн.: Повышение производительности лесных земель посредством осушительной мелиорации. Ленинград (ЦНИИЛХ), 1936, с. 24...39.

- Капустинская Т. Результаты осушения болотных лесов в Калининградской области. — «Лесное хозяйство», 1968, № 10, с. 29...34.
- Коллист П. О некоторых вопросах ведения хозяйства в осушенных болотных лесах Эстонской ССР. — В кн.: Мелиорация с.-х. и лесных угодий Сев.-зап. СССР. Петрозаводск, 1962, с. 212...216.
- Медведева В. М. К вопросу эффективности осушения сосняков в условиях Карелии. — В кн.: Сборник работ по лесному х-ву. Ленингр. н.-и. ин-т лесн. х-ва, 1962, вып. 5, с. 116...126.
- Пятецкий Г. Е. Влияние осушения на повышение производительности заболоченных сосняков и формирование древостоев на болотах южной Карелии. — В кн.: Мелиор. с.-х. и лесн. угодий Сев.-зап. СССР. Петрозаводск, 1962, с. 158...172.
- Пятецкий Г. Е. Потенциальная лесоводственная производительность болот Карелии. — В кн.: Ученые записки Петрозаводского ун-та, 1964, № 12, с. 114...131.
- Смоляк Л. П. Осушение заболоченных лесов Белоруссии. — «Лесное хозяйство», 1963, № 11, с. 10...13.
- Сабо Е. Д. Эффективность осушения вологодских лесов. — «Лесное хозяйство», 1967, № 9, с. 19...24.
- Эркин Г. Д. Влияние осушения на производительность лесов. М., 1934. 200 с.

О ДРЕВОСТОЯХ НИЗИННО-БОЛОТНОГО, ПЕРЕХОДНО-БОЛОТНОГО И ПЕРЕГНОЙНО- ТОРФЯНОБОЛОТНОГО ТИПОВ МЕСТОПРОИЗРАСТАНИЯ И ВЛИЯНИИ ОСУШЕНИЯ НА ИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПО ДАННЫМ ТАКСАЦИОННЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ

П. КОЛЛИСТ

Резюме

Для составления работы были использованы данные 17 390 таксационных выделений низинно-болотного типа, данные 30 000 таксационных выделений переходно-болотного типа и 22 630 таксационных выделений перегнойно-торфяноболотного типа местопроизрастания. На ЭВМ выделения были сгруппированы по господствующей породе, по расстоянию от канавы (5 групп), по длительности осушения (4 группы) и по возрасту древостоя (14 групп, от 0 до 130 лет). Для каждой группы расстояния от канавы и длительности осушения составлены таблицы хода роста (для каждой древесной породы по 20 таблиц) и для всех древесных пород сводные таблицы по всему типу местопроизрастания. Полученные в таблице хода роста средние взвешенные показатели взяты за основу при установлении эффективности осушения.

Площадь низинно-болотного типа местопроизрастания (округленно 66 000 га) составляет 4,7% государственного лесного фонда республики. Из насаждений большую площадь занимают березняки (80%), следуют сосняки (17%) и ельники (2%).

Основную часть (55%) площади этого типа местопроизрастания составляют открытые и покрытые нижебонитетными деревьями участки. Древостои относятся, главным образом, к IV (45%) и V (46%) классам бонитета. Самую высокую производительность имеют ельники (средний бонитет IV, 36), бонитет березняков (IV, 62) и сосняков (IV, 63) почти равный.

Переходно-болотный тип местопроизрастания (округленно 88 000 га) составляет 6,4% общей площади гослесфонда республики. Наибольшую площадь занимают сосняки (76%), следуют березняки (22%) и ельники (2%). 32% площади этого типа местопроизрастания составляют открытые или покрытые нижебонитетными деревьями участки. В основном насаждения относятся к IV (38%) и V (46%) классам бонитета. Высший бонитет у ельников (IV, 46), затем у березняков (IV, 70) и сосняков (IV, 78).

Перегноино-торфяноболотный тип местопроизрастания образовался в результате осушения низинно-болотного и переходно-болотного типов местопроизрастания. Площадь его (округленно 48 900 га) составляет 3,4% общей площади гослесфонда. Большую площадь этого типа занимают сосняки (48%), следуют березняки (35%) и ельники (16%). Древостои, в основном, относятся к III (41%) и IV (44%) классам бонитета. Средний бонитет самый высокий у ельников (III, 11), следуют березняки (III, 50) и сосняки (III, 55).

Учитывая сущность перегноино-торфяноболотного типа местопроизрастания (производный тип, образовавшийся в результате длительного осушения низинно-болотного и переходно-болотного типов) невозможно на основании данной методики оценить отдельно сопровождающую осушение продуктивность для низинно-болотного и переходно-болотного типов местопроизрастания, это можно сделать только по обоим типам суммарно, причем при вычислениях данные как низинно-болотного, переходно-болотного, так и перегноино-торфяноболотного типов местопроизрастания складываются.

В результате проведенного до сих пор осушения продуктивность повысилась в низинно-болотном и переходно-болотном типах (суммарно) у сосняков на 2,1 (V, 9...III, 8), у березняков на 2,0 (VI, 1...IV, 1) и у ельников на 1,0 (III, 9...II, 9) класса бонитета. Названные типы местопроизрастания относятся к типам высокой эффективности осушения, где осушение даже единственно в целях повышения продуктивности древостоев, по-видимому, себя окупает.

ÜBER DIE BESTÄNDE DER NIEDERMOOR-, ÜBERGANGSMOOR- UND MODERMOOR-STANDORTTYPEN UND DIE WIRKUNG DER ENTWÄSSERUNG AUF IHRE ERTRAGSFÄHIGKEIT AUF GRUND DER TAXATIONSANGABEN DER UNTERABTEILUNGEN

P. KOLLIST

Zusammenfassung

Die Arbeit beruht auf Angaben von 17 390 Unterabteilungen des Niedermoor-Standorttyps, 30 000 Unterabteilungen des Übergangsmoor-Standorttyps und 22 630 Unterabteilungen des Modermoor-Standorttyps. Mit Hilfe eines Elektronenrechners wurden Taxationsangaben die Unterabteilungen jeweils nach der dominierenden Baumart, des Entfernung vom Entwässerungsgraben (in 5 Entfernungsstufen), der Dauer der Entwässerung (in 4 Stufen) und dem Alter des Bestandes (in 14 Altersstufen von 0 bis 130 Jahre einschliessend) gruppiert. Für jede Gruppe der Grabenentfernung und Entwässerungsdauer wurden Wachstumstabellen (für jede Baumart 20 Tabellen) zusammengestellt und darüber hinaus noch zusammenfassende Tabellen für alle Baumarten nach den Standorttyp als eine Ganzheit. Die in den Wachstumstabellen erhaltenen Mittelwerte dienten zur Feststellung der Entwässerungsauswirkung.

Die Fläche des Niedermoor-Standorttyps (66 000 ha) beträgt 4,7% der Gesamtfläche des Staatswaldes. Am häufigsten sind hier Birkenbestände (80%), denen die Kiefern- (17%) und Fichtenbestände (2%) folgen. Den grössten Teil (55%) der Fläche des Standorttyps nehmen die baumlosen und nur mit einem unter der Bonitätenklassifikation stehenden Gehölz bewachsenen Stellen ein. Die Bestände zählen hauptsächlich zur IV. (45%) und V. (46%) Bonität. Fichtenbestände sind hier die produktivsten (ihre mittlere Bonität beträgt IV, 36), während die Birkenbestände (IV, 62) und Kiefernbestände (IV, 63) eine fast gleiche Bonität aufweisen.

Die Fläche des Übergangsmoor-Standorttyps (rund 88 000 ha) schliesst 6,4% von der Gesamtfläche des Staatswaldes ein. Am häufigsten sind hier die Kiefernbestände (76%) vertreten, weniger häufig sind Birkenbestände (22%) und Fichtenbestände (2%). 32% der Fläche dieses Standorttyps ist kahl oder zum Teil mit minderwertigem Gehölz bewachsen. Der Hauptteil des Bestandes zählt zur IV. (38%) und V. (46%) Bonität. Höhere Bonität weisen hier die Fichtenbestände (IV, 46) auf, denen die Birkenbestände (IV, 70) und Kiefernbestände (IV, 78) folgen.

Der Modermoor-Standorttyp ist ein künstlich erzeugter Standorttyp, der infolge der Trockenlegung der Niedermoor- und Über-

gangsmoor-Standorttypen entstanden ist. Er beträgt 48 900 ha und nimmt 3,4% der Gesamtfläche des Staatswaldes ein. Am häufigsten sind hier Kiefernbestände (48%) vertreten, weniger häufig sind Birkenbestände (35%) und Fichtenbestände (16%). Die Bestände zählen in diesem Standorttyp vor allem zur III. (41%) und IV. (44%) Bonität. Die mittlere Bonität Fichtenbestände weist die höchsten Werte auf (III, 11), während Birkenbestände die Bonität III, 50 und Kiefernbestände die Bonität III, 55 haben.

Hinsichtlich des Wesens des Modernmoor-Standorttyps (der ja ein durch längere Entwässerung der Niedermoor- und Übergangsmoor-Standorttypen entstandener künstlicher Standorttyp ist) ist es unter Anwendung der gegebenen Methodik nicht möglich, die durch die Entwässerung eintretende Zunahme der Ertragsfähigkeit getrennt für den Niedermoor- und den Übergangsmoor-Standorttyp festzustellen, weshalb die Zunahme der Ertragsfähigkeit für die beiden Standorttypen zusammengerechnet bestimmt wird, indem die Werte des Niedermoor- und des Übergangsmoor-Standorttyps wie auch des Modernmoor-Standorttyps addiert werden.

Als das Ergebnis der bisherigen Entwässerungen hatte sich die Ertragsfähigkeit in den Niedermoor- und Übergangsmoor-Standorttypen (zusammengerechnet) in den Kiefernbeständen um 2,1 Bonitätsklassen (V, 9... III, 8 Bonität) erhöht, in den Birkenbeständen um 2,0 (VI, 1... IV, 1 Bonität) und Fichtenbeständen um 1,0 (III, 9... II, 9 Bonität). Die Niedermoor- und Übergangsmoor-Standorttypen sind Standorte mit einem grossen Entwässerungseffekt, wo die Trockenlegung auch allein von dem Standpunkt der Ertragserhöhung der Bestände aus als zweckmässig gilt.

Die Fläche des Modernmoor-Standorttyps (48 900 ha) schliesst 6,7% von der Gesamtfläche des Staatswaldes ein. Am häufigsten sind hier die Kiefernbestände (48%) vertreten, weniger häufig sind Birkenbestände (35%) und Fichtenbestände (16%). Die Bestände zählen in diesem Standorttyp vor allem zur III. (41%) und IV. (44%) Bonität. Die mittlere Bonität Fichtenbestände weist die höchsten Werte auf (III, 11), während Birkenbestände die Bonität III, 50 und Kiefernbestände die Bonität III, 55 haben.

Der Modernmoor-Standorttyp ist ein künstlich erzeugter Standorttyp, der infolge der Trockenlegung der Niedermoor- und Über-

MÄNNI VÄETISTARBEST MÖNEDE KASVUKOHATÜÜPIDE MULDADDEL VEGETATSIOONINÕUKATSETE PÕHJAL

L. RAID

Väetamine on ratsionaalne ainult nendes puistutes, kus kasvu limiteerib üks või mitu toiteelementi. Peamiste toiteelementidega on männi kasv positiivses lineaarses korrelatsioonis. Kõige tihedam on seos lämmastikuga ($r=0,66$), järgneb kaalium ($r=0,54$) ja fosfor ($r=0,44$) (Шлейнис, 1973).

Männi väetistarbe uurimiseks sambliku, kanarbiku, pohla, mustika, rabastuva kanarbiku, karusambla, siirdesoo ja raba kasvukohatüübis rajati Eesti Metsainstituudi metsaparanduse osakonna poolt vegetatsioonikatsed. Viimased rajati nimetatud kasvukohatüüpidele kõige iseloomulikumate muldadega, s. o. nõrgalt kuni tugevasti leetunud leedemuldadega ja turvastunud leet-gleimuldadega. Turvasmuldadest kasutati katsetes hiljuti ja pikka aega kuivendatud siirdesoo- ja rabaturvast.

Mineraalmuldadega korraldatud vegetatsioonikatsed rajati eraldi A_0 - ja A_2 -horisondiga, mõnel juhul ka B-horisondiga. Turvas võeti katseteks 5...25 cm ja 25...50 cm sügavuselt. 5 aasta vältel rajati kokku 30 katseseeriat vegetatsioonikatseid neljas korduses 8 väetusvariandiga — O, N, P, K, NP, NK, PK ja NPK. Väetisena kasutati keemiliselt puhtaid kemikaale NH_4NO_3 , NaH_2PO_4 ja KCl. Üksikasjaliselt on vegetatsioonikatsete metoodikat käsitletud varem (Raid, 1974).

Käesolevas kirjutises võetakse vaatluse alla väetamise mõju männiseemikute okaste keemilisele koostisele ja toiteelementide vahekorrale vegetatsioonikatsete põhjal. Samuti hinnatakse kasvukoha toitainetega varustatust kontrollvariandi s. o. väetamata männiseemikute okkaanalüüsi alusel.

Kriteeriume toitainetega küllaldase ja mitteküllaldase varustatuse hindamiseks okkaanalüüside järgi on kirjanduses väga palju. Enamasti on need küllaltki kokkulangevad, mistõttu neid siin lähemalt ei iseloomustata. Kuid on ka arvamusi, et põhiliste toiteelementide sisaldus muutub sõltuvalt geograafilisest asukohast. Peale selle muutub okaste toiteelementide sisaldus vastavalt vanuse muutumisele. Näiteks Valgevene NSV-s oli 40...60

aasta vanustes männipuistutes okaste optimaalne lämmastikuisaldus 1,6...1,7%, fosforisisaldus 0,14...0,15%, kaaliumisisaldus 0,6...0,7% ja kaltsiumisisaldus 0,35...0,45%. Muude soodsa tingimuste olemasolul kindlustasid need näitajad I boniteedile vastava männi kasvu (Победов, Волчков, 1972). Optimaalne toiteelementide sisaldus okastes on männiseemikutel suurem kui vanadel puudel: V. Pobedovi (Победов, 1972) andmetel — lämmastikku 2,7...3,0%, fosforit 0,22...0,24% ja kaaliumi 0,8...0,9%.

V. Porgasaare (1965) järgi Eesti kohta on mullas toitaineid küllaldaselt siis, kui männiokastes leidub vähemalt 1,9% lämmastikku, 0,22% fosforit ja 0,88% kaaliumi.

Ainuüksi toiteelementide sisaldusest okastes on enamasti vähe kasvukoha või antud puuliigi toitainetega varustatuse hindamiseks. Sisalduse kõrval on oluline veel elementide suhe okastes, sest maksimaalne kasv esineb ainult tasakaalustatud toitumistingimustes. Elementide suhte kohta leidub kirjanduses vastuolulisi seisukohti. J. Berzin (Берзинь, 1974) väidab, et N, P ja K suhe männiokastes on jääv suurus ning väljendub metsakasvutingimustest sõltumata arvudega 68:9:23. Teiste autorite järgi muutub toiteelementide suhe okastes vastavalt toitumistingimustele; kusjuures optimaalseks peetav vahekord on eri autoritel küllaltki lähedane — N:P:K=69:6:25 (Победов, 1972) ja 67:7:26 (Рябуха, 1973), E. Kostõleva andmetel (Костылева, 1973) langeb esimeste boniteediklasside mändide okastes NPK kogusest lämmastiku arvele 65...70%, fosfori ja kaaliumi arvele 35...30%, madalamates boniteediklassides vastavalt 53...55 ja 47...45%.

Alljärgnevalt käsitleme vegetatsioonikatsete tulemusi kasvukoha tüübirühmade kaupa.

SAMBLIKU JA KANARBIKU KASVUKOHATÜÜP

Sambliku ja kanarbiku kasvukohatüüp on levinud toitainetevaestel, nõrgalt kuni keskmiselt leetunud leedemuldadel, kus männikute halva kasvu peamiseks põhjuseks on toitainete vähesus. Teiseks kasvu limiteerivaks teguriks on seal ebasoodne niiskuse-reežim; niiskuse puudusel omastatakse toiteelemente halvasti ning väetamine ei avalda küllaldast efekti.

Et vegetatsioonikatsetes kasvatati taimi optimaalsetes niiskustingimustes (60% maksimaalsest veemahutavusest), siis annavad vastavate katsete tulemused objektiivse pildi toitainete vajaduse kohta uuritavates kasvukohatüüpides.

Muld sambliku kasvukohatüübi vegetatsioonikatseteks toodi nii Põhja- kui ka Lõuna-Eestist (nõrgalt leetunud leedemuld Oruveski mk. kv. 149 ja keskmiselt leetunud leedemuld Räpina mk. kv. 6). Mõlema katsemulla kõduhorisondil sisaldasid väetamata män-

niseemikute okkad esimese kasvuperioodi lõpuks piisavalt toitaineid. Elementide suhtest (tabel 1) järeldub, et antud fosfori- ja kaaliumitaseme juures oli toitekeskkonnas lämmastikku siiski vähe. Kõduhorisondi väetamisel fosforiga või kaaliumiga ei suurenenud nimetamisväärselt okaste fosfori- ja kaaliumisisaldus. Lämmastikuga väetamise tagajärjel suurenes okaste lämmastikuisaldus, ka elementide vaherkord muutus soodsamaks. Tugeva lämmastikupuuduse korral (A_2 -horisont tabelis 1) muutub lämmastikväetise lisamisel selle elemendi kontsentratsioon okastes märksa rohkem kui lämmastikuga piisava varustatuse korral (A_0 -horisont tabelis 1). A_2 -horisondil suurenes okaste lämmastikuisaldus lämmastikuga väetamise tagajärjel 2,6-kordseks. Elementide suhte järgi ei vasta nii suurele lämmastikuisaldusele enam fosfori- ja kaaliumisisaldus, kuigi elementide kontsentratsioon okastes seda veel ei näita. Elementide suhe on optimaalsele kõige lähemal NP-variandis. Võrreldes okkaanalüüsi tulemusi seemikute kasvuandmetega, selgus, et kasv on veidi parem täisväetise korral (NP-variandis seemikute keskmine kõrgus $7,5 \pm 0,15$ cm, NPK-variandis $7,8 \pm 0,15$ cm). Tõenäoliselt tekib teisel kasvuaastal NP-variandis teatud defitsiit kaaliumi suhtes. Nähtavasti on sellistel

Tabel 1

Toiteelementide sisaldus ja suhe üheaastaste männiseemikute okastes sambliku kasvukohatüübis (Oruveski mk. kv. 149)

Variant	N	P	K	N : P : K
	% õhukuiva materjali massist			
A_0-horisont				
O	1,60	0,25	1,12	54 : 8 : 38
N	2,27	0,25	1,04	64 : 7 : 29
P	2,07	0,29	1,16	59 : 8 : 33
K	1,90	0,23	1,12	58 : 7 : 35
NP	2,27	0,27	0,91	66 : 8 : 26
NK	2,60	0,29	1,08	65 : 7 : 28
PK	1,79	0,28	1,08	57 : 9 : 34
NPK	2,41	0,28	1,12	63 : 7 : 30
A_2-horisont				
O	1,15	0,18	0,91	51 : 8 : 41
N	3,25	0,18	0,75	78 : 4 : 18
P	1,15	0,27	0,83	51 : 12 : 37
K	1,18	0,15	1,20	47 : 6 : 47
NP	2,27	0,27	0,75	69 : 8 : 23
NK	3,11	0,18	1,25	69 : 4 : 27
PK	1,09	0,22	1,25	42 : 9 : 49
NPK	1,96	0,25	1,29	56 : 7 : 37

toitainetevaestel liivmuldadel kõige otstarbekam anda täisväetist, seejuures tuleb fosforiga, eriti aga kaaliumiga võrreldes suurendada lämmastikukogust. Lämmastikuga väetamise tähtsus seisneb kasvu stimuleerimise kõrval veel selles, et ta tugevamalt kui ükski teine element mõjutab fotosünteesi intensiivsust. Lämmastikupuuduse korral toitekeskkonnas väheneb just see osa üldlämmastikust, mis läheb klorofüllisünteesimiseks (Лир, Польстер, Фидлер, 1974).

Kanarbiku kasvukohatüübi mullaga (keskmiselt leetunud leedemuld Sagadi mk. kv. 54) korraldatud vegetatsioonikatses ilmnes männiseemikute okastes lämmastikudefitsiit juba metsakõduhorisondil, küll aga leidus seal piisavalt fosforit ja kaaliumi. Väetamata seemikute okastes oli toiteelementide suhe optimaalsest kaugel — 50:9:41. Sellele lähedane suhe valitses väetamata seemikute okastes ka leethorisondil — 51:8:41, kusjuures elementide sisaldus okastes oli leethorisondil palju madalam kui kõduhorisondil (tabel 2).

Väetamise tagajärjel muutus kanarbiku kasvukohatüübi metsakõduhorisondil toiteelementide sisaldus ja suhe okastes optimaalseks ainult täisväetisega variandis: N — 2,66%, P — 0,29%, K — 0,95% ja N:P:K = 68:7:25.

Tabel 2

Toiteelementide sisaldus ja suhe üheaastaste männiseemikute okastes kanarbiku kasvukohatüübis (Sagadi mk. kv. 54)

Variant	N	P	K	N : P : K
	% õhukuiva materjali massist			
A₀-horisont				
O	1,34	0,25	1,12	50 : 9 : 41
N	2,02	0,22	0,91	64 : 7 : 29
P	1,65	0,30	1,29	51 : 9 : 40
K	1,79	0,24	1,12	57 : 7 : 36
NP	2,38	0,33	1,08	63 : 9 : 28
NK	2,35	0,27	1,08	64 : 7 : 29
PK	1,48	0,29	1,08	52 : 10 : 38
NPK	2,66	0,29	0,95	68 : 7 : 25
A₂-horisont				
O	0,92	0,14	0,75	51 : 8 : 41
N	1,88	0,11	0,46	77 : 4 : 19
P	0,84	0,29	0,78	44 : 15 : 41
K	0,73	0,12	1,12	37 : 6 : 57
NP	1,52	0,22	0,46	69 : 10 : 21
NK	1,79	0,12	1,49	53 : 4 : 43
PK	0,84	0,28	1,20	36 : 12 : 52
NPK	1,54	0,22	1,12	53 : 8 : 39

Leethorisondil kasvatatud männiseemikute okkaanalüüsidest selgus, et iga toitekeskkonda üksikväetisega antud element võis tõsta selle elemendi sisalduse okastes küll nõutavale tasemele, kuid teiste toiteelementide sisaldus samal ajal langes. Ka väetise kombinatsioonide kasutamisel ei vastanud ühelgi juhul kõigi kolme elemendi sisaldus okastes optimaalsele. Samuti on elementide suhe kõikides katsevariantides, välja arvatud NP-variant, halb. Katsetulemustest järeldub, et kanarbiku kasvukohatüübi keskmiselt leetunud leedemullal tuleb männipuistuid väetada täisväetisega. Seejuures ei ole soovitatav anda üksikuid väetisi võrdsetes kogustes, vaid lämmastikunorm peab olema suurem kui kaaliumil. Näiteks võiks puistu väetamiseks kasutada norme $N_{100}P_{100}K_{50}$ või $N_{150}P_{150}K_{100}$. Viimasest suuremate normide kasutamine ei ole otsustavaks ei bioloogilisest ega ökonoomilisest aspektist: ühelt poolt võib suur väetisekogus muutuda puudele toksiliseks, teiselt poolt aga uhutakse väetis sambliku ja kanarbiku kasvukohatüübi liivmuldadest kergesti välja.

POHLA JA MUSTIKA KASVUKOHATÜÜP

Pohla kasvukohatüüp levib peamiselt nõrgalt kuni keskmiselt leetunud leedemuldadel, mustika kasvukohatüüp tugevasti leetunud, sageli gleistumistunnustega leedemuldadel. Vähem esinevad nimetatud kasvukohatüübid kamar-leet- või teistel muldadel.

Et pohla kasvukohatüübi muldadega korraldatud vegetatsioonikatseid on juba varem üksikasjaliselt analüüsitud (Raid, 1975), siis käesolevas kirjutises neid lähemalt ei käsitleta.

Võiks mainida, et üheaastased männiseemikud on pohla kasvukohatüübi muldade metsakõduhorisondil või horisontide segul ($A_0 + A_2 + B$) piisavalt varustatud lämmastiku ja fosforiga. Mineeraalne horisondil (B) ilmsesid männiseemikutel lämmastikupuuduse tunnused juba esimesel kasvuaastal. Lämmastikupuudust väljendas ka elementide suhe okastes, mis mõlema katsemulla (Aakre mk. kv. 23 ja Otepää mk. kv. 42) B-horisondil oli ühesugune — 60:9:31. Horisontide segul ($A_0 + A_2 + B$) kasvanud väetamata kaheaastastel männiseemikutel esines juba kõikide elementide defitsiit. Ka elementide vahekord okastes oli halb — 58:8:34. Suhe paranes küll NP-variantis (65:9:21), kuid toiteelementide sisalduse järgi otsustades valitses ka siin puudujääk, sest vegetatsiooninõude piiratud mahu tõttu ei olnud toitainete varu teisel kasvuaastal nähtavasti enam piisav seemikute vajaduse täielikuks rahuldamiseks.

Okkaanalüüsidest järeldub, et pohla kasvukohatüübis on männil puudus lämmastikust ja fosforist. R. Sleinise (Шлейнис, 1973) järgi on makroelementidega optimaalselt varustatud ainult jänese-kapsamännikud, kuna pohla ja pohla-mustika männikutes on puudus lämmastikust, mõnikord ka kaaliumist.

Toiteelementide sisaldus ja suhe üheaastaste männiseemikute okastes mustika kasvukohatüübis
(Pikasilla mk. kv. 165)

Variant	N	P	K	N : P : K
	% õhukuiva materjali massist			
A₀-horisont				
O	2,64	0,22	1,00	68 : 6 : 26
N	2,70	0,24	0,95	69 : 6 : 25
P	2,54	0,26	1,00	67 : 7 : 26
K	2,30	0,21	1,06	64 : 6 : 30
NP	2,69	0,28	0,94	69 : 7 : 24
NK	2,46	0,23	1,00	67 : 6 : 27
PK	2,84	0,30	1,00	69 : 7 : 24
NPK	2,15	0,26	1,04	62 : 8 : 30
A₂-horisont				
O	1,21	0,14	0,83	56 : 6 : 38
N	2,82	0,13	0,83	75 : 3 : 22
P	0,82	0,20	0,81	45 : 11 : 44
K	1,28	0,14	1,00	53 : 6 : 41
NP	2,12	0,26	0,76	68 : 8 : 24
NK	2,60	0,13	1,25	65 : 3 : 32
PK	1,33	0,21	1,25	48 : 7 : 45
NPK	2,29	0,24	1,27	60 : 6 : 34

Mustika kasvukohatüübi vegetatsioonikatsed rajati tugevasti leetunud leedemullaga (Järvelja mm. kv. 288) ja gleistunud tugevasti leetunud leedemullaga (Pikasilla mk. kv. 165). Mõlema mulla puhul olid katsetulemused kokkulangevad. Kasutades kasvu-substraadina ainult metsakõduhorisonti, ilmnes, et üheaastastel männiseemikutel on seal piisavalt toitaineid.

Tabelis 3 toodud andmed Pikasilla mk. kv. 165 mulla kõduhorisondi kohta näitavad küll mõningaid väetamise tagajärjel okaste keemilises koostises toimunud muutusi, kuid need ei ole seaduspärased. Üldiselt omastab mänd mullast seda rohkem toiteelemente, mida kõrgem on mullaviljakus, kuid seda teatud piirini. Mullaviljakuse edasise suurenemisega ei kaasne enam toitelementide omastamise tõusu.

Viljaka kasvu-substraadi puhul on ka N, P ja K suhe okastes suhteliselt püsiv ning toitumistingimuste muutused mõjustavad seda vähe. Toitainetevaese substraadi korral, või juhul, kui ühte toitelementi on piisavalt, teisi aga mitte, on N:P:K suhe optimaalsest kaugel ning muutub väetiste mõjul tugevasti.

Mõlema katsemulla leethorisondi väetamata variandis oli toiteelementide suhe okastes lähedane — Pikasilla mk. mullal 56:6:38 ja Järvelja mm. mullal 58:6:36. Toodud suhete põhjal võiks otsus-

tada, et kasvusubstraadis on piisavalt fosforit, vähe lämmastikku ning liiga palju kaaliumi. Elementide sisalduse järgi on nii lämmastikku kui ka fosforit optimaalsest tunduvalt vähem. Ka kaaliumi ei ole liiga palju; selline kontsentratsioon vastab üheaastaste seemikute optimaalse sisalduse alampiirile. Kaaliumi suur osatähtsus elementide vahelises suhtes ei tulene mitte niivõrd suurest kaaliumisisaldusest, kuivõrd lämmastiku vähesusest kasvusubstraadis. Väetamise tulemusena muutus männiseemikute okastes nii elementide sisaldus kui ka nende suhe oluliselt. Üksikväetistest on mustika kasvukohatüübi väetamisel kõige olulisem lämmastikväetis. Väetamine ainult fosforiga või ainult kaaliumiga ei ole otsustav, sest siis muutub elementide vahekord okastes männile ebasobivaks. Substraadi väetamisel ainult kaaliumiga kujunes lämmastiku ja kaaliumi osa okastes peaaegu võrdseks, optimaalselt peaks aga lämmastikku olema 2,5... 3,0 korda kaaliumist rohkem. Kõige parem elementide suhe vegetatsioonikatsetes esines NP-variandis; Pikasilla mk. pärineval mullal 68:8:24 ja Järvselja mm. pärineval mullal 72:8:20. Nimetatud suhted on isegi paremad kui täisväetisega variandis, kus lämmastiku osatähtsus oli optimaalsest madalam, kaaliumi osatähtsus aga kõrgem. Ka elementide sisaldus NP-variandi okastes oli seemikute normaalseks kasvuks täiesti piisav.

Läbiviidud okkaanalüüsides järeldub, et mustika kasvukohatüübi tugevasti leetunud leedemuldadel annavadki kõige suuremat efekti NP-väetised.

RABASTUVA KANARBIKU JA KARUSAMBLA KASVUKOHATÜÜP

Rabastuva kanarbiku kasvukohatüüp paikneb valdavalt turvastunud leet-gleimuldadel, millega rajati ka vegetatsioonikatse (muld pärineb Kaansoo mk. kv. 19). Kuigi turvastunud leet-gleimuldade metsakõduhorisont on halvasti lagunenenud, on see suhteliselt rikas toitainetest ning selle kasutamisel kasvusubstraadina olid okkaanalüüsides põhjal üheaastased männiseemikud piisavalt varustatud kõigi põhiliste toiteelementidega. Elementide suhe okastes oli juba väetamata variandis lähedane optimaalsele. Väetamise tulemusena toiteelementide sisaldus okastes küll mõningal määral suurenes, kuid nende vahekord oli kogu katse ulatuses võrdlemisi stabiilne. Kõige parem elementide vahekord okastes — 69:8:23 oli nii NP- kui ka NK-variandis. Ka okaste kaaliumisisaldus oli mõlemas nimetatud variandis võrdne — 1,0%. Lämmastikku ja fosforit okastes leidis aga NP-variandis veidi rohkem kui NK-variandis.

Rabastuva kanarbiku kasvukohatüübi turvastunud leet-gleimulla leethorisondil kasvatatud männiseemikute okastes esines tugev lämmastiku defitsiit, fosforit ja kaaliumi oli piisavalt (tabel 4). Leethorisondi väetamisel suurenes ainuüksi lämmastikväetise

Toitelementide sisaldus ja suhe üheaastaste männiseemikute okastes rabastuva kanarbiku kasvukohatüübis (Kaansoo mk. kv. 19)

Variant	N	P	K	N : P : K
	% õhukuiva materjali massist			
A₀-horisont				
O	2,20	0,27	0,87	65 : 8 : 26
N	2,90	0,32	0,87	71 : 8 : 21
P	2,90	0,40	0,95	68 : 10 : 22
K	3,00	0,32	0,95	70 : 8 : 22
NP	3,09	0,37	1,00	69 : 8 : 23
NK	2,97	0,35	1,00	69 : 8 : 23
PK	2,90	0,38	1,08	67 : 9 : 24
NPK	2,98	0,36	1,16	66 : 8 : 26
A₂-horisont				
O	1,29	0,20	1,00	52 : 8 : 40
N	3,00	0,21	0,87	74 : 5 : 21
P	1,20	0,29	0,95	49 : 12 : 39
K	1,30	0,22	1,25	47 : 8 : 45
NP	2,65	0,38	0,87	68 : 10 : 22
NK	2,50	0,21	1,62	58 : 5 : 37
PK	1,35	0,37	1,34	44 : 12 : 44
NPK	2,85	0,40	1,41	61 : 8 : 31

toimel seemikute keskmine kõrgus üle 2 korra s. o. 3,3 cm-lt väetamata variandis 7,0 cm-ni N-variandis, samades proportsioonides suurenes ka okastes lämmastiksisaldus. Väetamisel fosforiga tõusis okaste fosforisisaldus 1,45-kordseks, väetamisel kaaliumiga tõusis okaste kaaliumisisaldus 1,25-kordseks. Seemikute keskmine kõrgus suurenes vastavalt 6 ja 21% võrra, seega tunduvalt vähem kui lämmastikväetisega variandis. Ainult fosforiga või ainult kaaliumiga väetamise tagajärjel muutus elementide vahekord okastes männile ebasobivaks.

Rabastuva kanarbiku kasvukohatüübis võib üksikväetistest kasutada lämmastikväetisi, mitte aga fosfor- või kaaliumväetisi. Väetiste kombinatsioonidest on okkaanalüüside põhjal sobivaimad NP ja NPK. NK- või PK-väetiste kasutamine rabastuva kanarbiku kasvukohatüübis ei ole põhjendatud.

Karusambla kasvukohatüübi vegetatsioonikatsed rajati samuti turvastunud leet-gleimuldadega, kusjuures üks katses olnud muld pärines Kesk-Eestist (Kaansoo mk. kv. 19) ja teine Lõuna-Eestist (Kaiavere mk. kv. 98). Katsetulemused ühtisid mõlema mulla puhul. Karusambla kasvukohatüübi metsakõduhorisondil oli kontrollvariandi männiseemikutel toitaineid enam-vähem piisavalt, mis eeldanuks nende küllaltki head kasvu. Et kasv jäi siiski oodatust

Tabel 5

Toiteelementide sisaldus ja suhe üheaastaste männiseemikute okastes karusambla kasvukohatüübis (Kaansoo mk. kv. 19)

Variant	N	P	K	N : P : K
	% õhukuiva materjali massist			
A₀-horisont				
O	1,75	0,20	1,16	56 : 7 : 37
N	2,88	0,29	1,08	68 : 7 : 25
P	2,27	0,39	1,20	59 : 10 : 31
K	2,27	0,27	1,25	59 : 7 : 33
NP	3,38	0,42	1,25	67 : 8 : 25
NK	3,30	0,38	1,33	66 : 8 : 26
PK	2,53	0,39	1,37	59 : 9 : 32
NPK	3,15	0,40	1,25	66 : 8 : 26
A₂-horisont				
O	1,06	0,18	0,66	56 : 9 : 35
N	3,55	0,15	0,58	84 : 3 : 13
P	1,22	0,29	0,87	51 : 12 : 36
K	1,08	0,15	1,16	45 : 6 : 49
NP	2,85	0,38	1,00	67 : 9 : 24
NK	2,90	0,25	1,20	67 : 6 : 27
PK	1,12	0,35	1,25	41 : 13 : 46
NPK	2,95	0,33	1,40	64 : 6 : 30

halvemaks, seletub eeskätt elementide ebasobiva vahekorraga. Mõlema katses olnud kõduhorisondi puhul oli elementide vahekord okastes ühesugune — 56:7:37. Väetamine parandas nii seemikute kõrguskasvu kui ka toiteelementide sisaldust okastes. Eriti efektiivne oli lämmastikväetise toime. Lämmastikväetise lisamisel toitekeskkonda muutus elementide vahekord okastes normaalseks (Kaansoo mk. kõduhorisondil 68:7:25 ja Kaiavere mk. kõduhorisondil 69:5:26). Koos lämmastikuga antud fosfor ei kutsunud elementide vahekorras esile nimetamisväärseid muutusi, küll aga tõusis nende üldsisaldus okastes võrreldes ainult lämmastikuga väetatud seemikutega.

Karusambla kasvukohatüübi turvastunud leet-gleimuldade leethorisondil kasvatatud seemikute okkaanalüüs näitas kõigi uuritud elementide puudust. Seepärast annab ainult ühe väetisega väetamine siin vähe tulu, viies elementide vahekorra veelgi rohkem tasakaalust välja. Tabeli 5 andmetel oli leethorisondil väetamata männiseemikute okastes elementide vahekord 56:9:35, lämmastikuga väetamise tulemusena 84:3:13, kaaliumiga väetamise tulemusena 45:6:49, fosfori ning kaaliumi koosmõjul 41:13:46. Kõik nimetatud suhted on ebasobivad, ka seemikute kasv nendes variantides on halb. Elementide kõige parem suhe ja piisav sisaldus oli NP-vari-

andis. Kasv oli aga kõige parem NPK-variandis, kusjuures mõlema katsemulla puhul olid lähedased nii seemikute keskmine kõrgus kui ka toiteelementide sisaldus okastes (Kaansoo mk. mullal vastavalt $7,6 \pm 0,15$ cm ja 2,95% N, 0,33% P, 1,40% K; Kaiavere mk. mullal $7,4 \pm 0,13$ cm ja 3,12% N, 0,42% P, 1,49% K). Elementide suhe okastes oli vastavalt 64:6:30 ja 62:8:30. Elementide suhtest võiks järeldada, nagu oleks lämmastikku toitekeskkonnas vähe; selle elemendi ülisuur sisaldus okastes aga räägib vastupidist. Ilmselt oleks tulnud antud katse väetamisel kaaliumikogust lämmastiku ja fosforiga võrreldes vähendada.

Okkaanalüüside alusel võib karusambla kasvukohatüübi väetamiseks soovitada täisväetist.

SIIRDESOO JA RABA KASVUKOHATÜÜP

Siirdesooturvastest kasutati vegetatsioonikatsetes substraadina Kabala mk. kv. 177 pärinevat pikka aega kuivendatud siirdesooturvast ja Vanaveski mk. kv. 16 hiljuti kuivendatud siirdesooturvast.

Kabala mk. pikka aega kuivendatud siirdesooturvas oli hästi lagunenuid ning toitaineterikas. Nii toiteelementide sisaldus okastes (N — 1,92%, P — 0,18% ja K — 0,75%) kui ka nende suhe (68:6:26) oli juba väetamata variandis seemikute normaalseks kasvuks piisav. Väetamise tagajärjel toitainete sisaldus okastes küll tõusis, kuid seemikute kasv praktiliselt ei paranenud. Toiteelementide suhe muutus reas väetatud variantides kontrollvariandiga võrreldes isegi halvemaks (PK — 56:8:36, NK — 61:7:32).

Hoopis teistsugune olukord valitses hiljuti kuivendatud siirdesooturvaste puhul (tabel 6), kus väetamata variandis esineb okkaanalüüside põhjal ilmne toitainete vähesus, eeskätt lämmastiku ja fosfori osas. Ka kaaliumi (0,71%) oli üheaastaste männiseemikute optimaalse sisalduse alampiirist (0,80%) vähem. Väetamine ühe väetisega või kahe väetise kombinatsiooniga antud turbal toitumistingimusi vajalikul määral ei paranda. Näiteks PK-variandis oli lämmastikusisaldus okastes ainult 1,01%, mis näitab selle elemendi väga tugevat puudust kasvsubstraadis ning on peamiseks männiseemikute halva kasvu põhjuseks. Alles täisväetisega väetamisel vastas Vanaveski mk. siirdesooturbal nii elementide sisaldus kui ka suhe okastes optimaalsele (N — 2,58%, P — 0,28%, K — 0,95%; N:P:K=68:7:25).

Katsest järeldub, et hiljuti kuivendatud toitainetevaesed, halvasti lagunenuid turbaga siirdesood vajavad männi kasvu parandamiseks täisväetist.

Siirdesoodel paiknevatel ammendatud freesturbaväljakutel vajab mänd meie välikatsete põhjal peamiselt PK-väetist. Ka kirjanduse andmetel mõjutab männi kõrguskasvu ammendatud freesturbaväljakutel kõige enam PK-väetis; optimaalne doos on

Toiteelementide sisaldus ja suhe üheaastaste männiseemikute okastes siirdesoo kasvukohatüübis
(Vanaveski mk. kv. 16 ja Kabala mk. kv. 177)

Variant	N	P	K	N : P : K
	% õhukuiva materjali massist			
Kabala mk. pikka aega kuivendatud siirdesooturvas				
O	1,92	0,18	0,75	68 : 6 : 26
N	3,64	0,27	0,95	75 : 6 : 19
P	2,30	0,30	0,79	68 : 9 : 23
K	2,13	0,19	1,08	63 : 6 : 31
NP	2,85	0,29	0,95	70 : 7 : 23
NK	2,58	0,29	1,33	61 : 7 : 32
PK	1,99	0,29	1,25	56 : 8 : 36
NPK	2,69	0,32	1,33	62 : 7 : 31
Vanaveski mk. hiljuti kuivendatud siirdesooturvas				
O	1,40	0,15	0,71	62 : 7 : 31
N	1,32	0,14	0,50	67 : 7 : 26
P	0,92	0,20	0,50	57 : 12 : 31
K	1,12	0,15	0,79	54 : 7 : 39
NP	1,29	0,22	0,44	66 : 11 : 23
NK	1,87	0,17	0,41	76 : 7 : 17
PK	1,01	0,24	0,83	49 : 12 : 39
NPK	2,58	0,28	0,95	68 : 7 : 25

$P_{90}K_{120}$ (Поджаров, Никитенко, 1973). Fosfor- ja kaaliumväetiste efektiivsust siirdesoodel kinnitavad ka Soomes läbiviidud katsed (Huikari, Paarlahti, 1973).

Rabaturvaste puhul korraldasime vegetatsioonikatsed analoogiliselt siirdesooturvastele. Hiljuti kuivendatud rabaturvas pärines Tähtvere mk. kv. 78 ja pikka aega kuivendatud rabaturvas Järvelja mm. kv. 236. Mõlema katsealuse turba puhul näitas okkaanalüüs väetamata variandis toitainete puudust. Eriti suur puudus oli fosforist (Tähtvere mk. turbal oli selle elemendi sisaldus okastes ainult 0,06% ja Järvelja mm. turbal 0,11%). Kaaliumi oli okastes mõlemal juhul 0,71%. Kuigi Eesti rabaturvastes üldiselt kaaliumipuudust ei ole, võib selle esile kutsuda väetamine lämmastiku ja fosforiga.

Kõnealustel rabaturvastel reageerisid seemikud väetamisele nii kasvu kui ka toiteelementide sisalduse ja suhte järgi hästi (tabel 7). Rabaturvaste väetamisel on otstarbekas kasutada väetiste kombinatsioone. Meie katsetes väetamise tulemustes hiljuti ja pikka aega kuivendatud rabaturvaste vahel olulist erinevust ei täheldatud. Mõlemal juhul saadi küllaltki häid tulemusi NP-väetisega, kuigi hiljuti kuivendatud Tähtvere turba puhul näitas ele-

Toiteelementide sisaldus ja suhe üheaastaste männiseemikute okastes raba kasvukohatüübis
(Tähtvere mk. kv. 78 ja Järvelja mm. kv. 236)

Variant	N	P	K	N : P : K
	% õhukuiva materjali massist			

Tähtvere hiljuti kuivendatud rabaturvas

O		0,06	0,71	
N	2,24	0,10	0,54	78 : 3 : 19
P	1,32	0,22	0,50	65 : 11 : 24
K	1,13	0,14	1,00	50 : 6 : 44
NP	2,52	0,25	0,50	77 : 8 : 15
NK	2,38	0,19	1,12	64 : 5 : 31
PK	1,68	0,25	1,08	56 : 8 : 36
NPK	2,58	0,30	1,08	65 : 8 : 27

Järvelja pikka aega kuivendatud rabaturvas

O	1,90	0,11	0,71	70 : 4 : 26
N	2,52	0,15	0,58	78 : 5 : 17
P	1,74	0,26	0,62	66 : 10 : 24
K	1,74	0,15	1,04	59 : 5 : 36
NP	2,88	0,33	0,75	73 : 8 : 19
NK	2,32	0,19	0,37	81 : 6 : 13
PK	2,41	0,28	1,08	64 : 7 : 29
NPK	2,72	0,33	1,12	65 : 8 : 27

mentide sisaldus okastes algavat kaaliumipuudust (selle elemendi sisaldus okastes oli 0,50%).

Häid tulemusi andis katsetes ka täisväetis. Mõlema turba puhul oli täisväetisega variandis okaste toiteelementide sisaldus kõrge, mis peaks igati kindlustama seemikute hea kasvu. Elementide suhte järgi otsustades oli aga okastes lämmastikku optimaalsest vähem ja kaaliumi rohkem.

Seega on rabaturvaste väetamisel peamisteks vajalikeks väetisteks lämmastik ja fosfor; juhul kui nad kutsuvad toitekeskkonnas esile kaaliumipuuduse, tuleb koos nendega vähesel määral anda ka kaaliumväetisi.

KOKKUVÕTE

Vegetatsioonikatsete okkaanalüüsides järeldub, et mineraal- muldadel paiknevatest kasvukohatüüpidest on toitainetevaesim kanarbiku, järgneb sambliku, põhla ja mustika kasvukohatüüp. Märjadest kasvukohatüüpidest on toitainetevaesim raba.

Toitainetevaestel mineraal muldadel (näiteks kanarbiku kasvukohatüüp) esineb juba metsakõduhorisondil kasvatatud männi-

seemikute okastes lämmastikupuudus (selle elemendi sisaldus oli vaid 1,34% N), küll aga leidus seal piisavalt fosforit ja kaaliumi. Eriti tugev lämmastikupuudus (sisaldus okastes 0,92... 1,15% N) oli männiseemikutel sambliku ja kanarbiku kasvukohatüübi leethorisondil. Vähe oli ka fosforit ning mõnel juhul kaaliumi. Samuti oli väetamata männiseemikute okastes halb toitelementide suhe. Sambliku ja kanarbiku kasvukohatüübi väetamisel on otstarbekas kasutada täisväetist, kusjuures kaaliumi norm võib lämmastiku ja fosforiga võrreldes olla väiksem.

Pohla ja mustika kasvukohatüübi muldade kõduhorisondil olid männiseemikud piisavalt varustatud toiteelementidega, mineraalsetel horisontidel tekkis lämmastiku ja fosfori defitsiit. Pohla ja mustika kasvukohatüübi väetamisel annab parimaid tulemusi NP-väetis.

Rabastuva kanarbiku ja karusambla kasvukohatüübi turvastunud leet-gleimuldade kõduhorisondil oli toitaineid männiseemikute kasvuks piisavalt, kuid karusambla kasvukohatüübis oli elementide vahekord okastes ebasobiv. Rabastuva kanarbiku kasvukohatüübi leethorisondil esines tugev lämmastiku defitsiit, väetusvariantidest olid paremad NP ja NPK. Karusambla kasvukohatüübigest pärineva katsemulla leethorisonit oli eelmisest toitainete vaesem ning okkaanalüüs näitas seal kõikide uuritud elementide defitsiiti. Karusambla kasvukohatüüpi on kõige sobivam väetada täisväetisega.

Pikka aega kuivendatud suhteliselt toitaineterikastel siirdesooturvastel oli juba väetamata variandis toiteelementide sisaldus okastes männiseemikute normaalseks kasvuks piisav, ka elementide suhe okastes oli lähedane optimaalsele. Väetamise tulemusena tõusis küll mõnevõrra toiteelementide sisaldus okastes, kuid kasv praktiliselt ei paranenud, mistõttu selliste alade väetamine nime-tamismäärset efekti ei anna.

Hiljuti kuivendatud toitainetevaestel siirdesooturvastel esineb väetamata variandis ilmne toitainete vähesus. Parimaid tulemusi saadakse seal täisväetisega, ammendatud freesturbaväljakutel aga PK-väetisega väetamisel.

Hiljuti ja pikka aega kuivendatud rabaturbal kasvatatud männiseemikutel näitas okkaanalüüs väetamata variandis toitainete vähesust. Eriti suur puudus oli fosforist (Tähtvere mk. turbal oli selle elemendi sisaldus okastes ainult 0,06% ja Järvelja turbal 0,11%). Väetamise tulemusena suurenes toiteelementide sisaldus okastes ja paranes nende suhe. Rabaturbaid on kõige otstarbekam väetada NP-väetisega.

- Huikari, O., Paarlahti, K. Kivisuon metsänlannoituskokeet. Helsinki, 1973. 60 s.
- Porgasaar, V. Toiteelementide sisaldus männiokastes olenevalt kasvukoha-tüübist. — Rmt.: Metsanduslikud uurimused IV. Tallinn, 1965, lk. 92... 100.
- Raid, L. Väetamise mõjust männiseemikute dimensioonidele pohla kasvukoha-tüübi muldadel. — Rmt.: Metsanduslikud uurimused XI. Tallinn, 1974 lk. 80... 102.
- Raid, L. Mineraalväetiste mõjust männiseemikute okaste keemilisele koostisele pohla kasvukohatüübist. — Rmt.: Metsanduslikud uurimused XII. Tallinn, 1975, lk. 96... 116.
- Берзинь И. А. Исследования посевов сосны в главнейших типах лесорастительных условий сосны Латвийской ССР. Автореферат канд. дисс. Елгава, 1974. 31 с.
- Костылева Е. В. Методы листового анализа в работах по применению удобрений в лесном хозяйстве. — «Лесное хозяйство», 1973, № 7, с. 29... 31.
- Лир Х., Польстер Г., Фидлер Г.-И. Физиология древесных растений. М., 1974. 421 с.
- Победов В. С., Волчков В. Е. Диагностика режима минерального питания и применение удобрения в сосновых лесах БССР. — В кн.: Питание древесных растений и проблемы повышения продуктивности лесов. Петрозаводск, 1972, с. 35... 46.
- Победов В. С. Применение удобрений в лесном хозяйстве. М., 1972. 200 с.
- Поджаров В. К., Никитенко В. Ф. Особенности роста культур сосны на выработанных торфяниках при внесении минеральных удобрений. — В кн.: Ботаника (Исследования). Вып. XV. Минск, 1973, с. 43... 49.
- Рябуха Е. В. Потребление азота и основных зольных элементов средневозрастными сосновыми насаждениями центрального Полесья. — Сб.: Лесоводство и агролесомелиорация. Вып. 33. Киев, 1973, с. 84... 91.
- Шлейнис Р. М. Корреляционные связи между длиной, весом, химическими свойствами хвои и приростом сосновых молодняков на бедных песчаных почвах юга Прибалтики. Тезисы докладов совещания «Итоги научных исследований по лесоведению и лесной биогеоценологии». Вып. 2. М., 1973, с. 70... 72.

ПОТРЕБНОСТЬ СОСНЫ В УДОБРЕНИЯХ В НЕКОТОРЫХ ТИПАХ МЕСТОПРОИЗРАСТАНИЯ НА ОСНОВАНИИ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ОПЫТОВ

Л. РАЙД

Резюме

Удобрение рационально лишь в тех древостоях, где рост деревьев лимитирован одним или несколькими элементами питания.

С целью установления потребности сосны в удобрениях отделом лесомелиорации ЭстНИИЛХОП заложены вегетационные опыты с почвами лишайникового, верескового, брусничного, черничного, заболоченно-верескового, долгомошникового, переходного болотного и верхово-болотного типов местопроизрастания. Опы-

ты заложены с наиболее типичными для названных типов место-произрастания типично-слабо- до типично-сильноподзолистыми и торфянисто-подзолисто-глеевыми почвами, а также с торфом недавно осушенных и длительно осушенных переходного и верхового болот.

Вегетационные опыты с минеральными почвами заложены отдельно с A_0 - и A_2 -горизонтами. Торф для опытов брался на глубине 5...25 см и 25...50 см. В течение 5 лет заложено 30 серий вегетационных опытов в 4-кратной повторности с восемью вариантами удобрений (O, N, P, K, NP, NK, PK, NPK).

Анализ хвои сеянцев сосны вегетационных опытов показал, что из сухих и оптимально увлажненных местопроизрастаний наиболее беден питательными веществами вересковый тип, следуют лишайниковый, брусничный и черничный типы местопроизрастания. Из переувлажненных типов местопроизрастания самым бедным питательными веществами является верховое болото.

На бедных питательными веществами минеральных почвах (вересковый тип местопроизрастания) недостаток азота ощущается в хвое (содержание лишь 1,34% N) сеянцев сосны, выращенных на горизонте лесной подстилки, при достаточном количестве фосфора и калия. Наиболее острый дефицит в азоте (содержание лишь 0,92...1,15% N) имеется в хвое сеянцев сосны на подзолистом горизонте лишайникового и верескового типов местопроизрастания, где содержание фосфора, а иногда и калия также невысокое. В хвое неувлажненных сеянцев сосны соотношение питательных элементов неблагоприятное. Лишайниковый и вересковый типы местопроизрастания целесообразно удобрять полным удобрением. Доза калия по сравнению с дозой азота и фосфора может быть несколько ниже.

На горизонте лесной подстилки брусничного и черничного типов местопроизрастания сеянцы сосны были полностью обеспечены питательными веществами, на минеральных же горизонтах наблюдается дефицит в азоте и фосфоре. Исходя из анализа хвои, в брусничном и черничном типах местопроизрастания лучший эффект дают, в основном, NP-удобрения.

В горизонте лесной подстилки торфянисто-подзолисто-глеевой почвы заболоченно-верескового и долгомошникового типов местопроизрастания питательных веществ для роста сеянцев сосны достаточно, но в долгомошниковом типе соотношение питательных элементов в хвое было неблагоприятным. На подзолистом горизонте заболоченно-верескового типа местопроизрастания в хвое наблюдается острый дефицит в азоте. При удобрении заболоченно-верескового типа лучшие результаты получены комбинациями из NP и NPK удобрений.

Подзолистый горизонт долгомошникового типа местопроизрастания по содержанию питательных элементов был беднее вышеприведенного. Анализ хвои показал, что здесь наблюдается дефицит во всех исследованных питательных элементах. Этот тип

местопроизрастания целесообразнее всего удобрять полным удобрением.

На длительно осушенных, относительно плодородных торфах переходного болота анализ хвои уже в неудобренном варианте показал полное снабжение семян сосны питательными веществами. Соотношение питательных элементов было близким к оптимальному. После удобрения содержание питательных элементов в хвое несколько возросло, но рост семян практически не изменялся. На основании этого можно констатировать, что удобрение длительно осушенных переходных болот значительного эффекта не дает.

На недавно осушенных бедных питательными веществами торфах переходного болота в хвое однолетних семян сосны в неудобренном варианте выявился очевидный недостаток в питательных веществах, прежде всего в азоте и фосфоре, но и калий не достигал даже нижнего предела оптимального содержания данного элемента. При удобрении таких переходных болот лучшие результаты дает полное удобрение, на исчерпанных площадях фрезерного торфа — РК-удобрение.

Анализ хвои семян сосны на недавно осушенном или длительно осушенном торфе верхового болота, в неудобренном варианте показал недостаток в питательных веществах. Особенно не хватало фосфора (хвоя семян сосны на торфе верхового болота Тяхтвере содержала 0,06% P, а на торфе из Ярвселья — 0,11% P). Вследствие удобрения содержание питательных элементов в хвое возросло и улучшалось их соотношение. Исходя из этого можно рекомендовать торф верхового болота удобрять NP-удобрением.

ÜBER DIE DÜNGUNGSBEDÜRFTIGKEIT DES KIEFERS AUF GRUND VON VEGETATIONSVERSUCHEN AUF DEN BÖDEN EINIGER STANDORTTYPEN

L. RAID

Zusammenfassung

Eine Düngung ist rationell nur in solchen Beständen, wo das Wachstum durch ein Nährelement oder mehrere Nährelemente limitiert wird.

Für die Untersuchung der Düngungsbedürftigkeit des Kiefers in den Flechten-, Heidekraut-, Preiselbeer-, Heidelbeer-, anmoorigen Heidekraut-, Bürstenmoosstandorttypen und in den Standorttypen des Übergangs- und Hochmoores wurden Vegetationsversuche durch die Abteilung für Waldmelioration des Estnischen Forstinstituts angestellt. Die Vegetationsversuche wurden mit den für die hier aufgezählten Standorttypen am meisten charakteris-

tischen Böden, d. h. mit leicht bis stark podsolierten Podsolböden und vertorften Podsolgleyböden durchgeführt. Von den vertorften Böden verwendete man in den Versuchen die sowohl erst frisch als auch schon vor langer Zeit entwässerten Böden des Übergangs- und Hochmoores.

Vegetationsversuche mit Mineralböden wurden getrennt mit den Horizonten A_0 und A_2 angestellt. Der Torf für die Versuche wurde aus der Tiefe von 5...25 und 25...50 cm entnommen. In 5 Jahren wurden insgesamt 30 Versuchsserien von Vegetationsversuchen in vierfacher Wiederholung mit insgesamt 8 Düngungsvarianten (0, N, P, K, NP, NK, PK und NPK) angestellt.

Aus den Nadelanalysen von den in den Vegetationsversuchen aufgezogenen Kiefersämlingen geht hervor, dass unter den trockenen Standorten und den Standorten mit einem optimalen Feuchtigkeitsregime der Heidekrautstandorttyp der nährstoffärmste ist. Ihm folgen in dieser Hinsicht der Flechtenstandorttyp, der Preiselbeerstandorttyp und der Heidelbeerstandorttyp. Unter den feuchten Standorttypen ist das Hochmoor der ärmste an Nährstoffen.

Auf den nährstoffarmen Mineralböden (Heidekrautstandorttyp) konnte schon in den Nadeln der auf dem Waldstreuhorizont aufgezogenen Kiefersämlingen ein Mangel an Stickstoff (1,34% N) festgestellt werden, wobei sie aber Phosphor und Kali in ausreichender Menge enthielten. Besonders gross war der Stickstoffmangel (0,92...1,15% N) in den Nadeln der Kiefersämlinge auf dem Auswaschungshorizont des Flechten- und des Heidekrautstandorttyps. Die Nadeln wiesen hier auch einen geringen Gehalt an Phosphor und in einigen Fällen auch an Kali auf. Ferner sind auch die Nährelementenverhältnisse in den Nadeln der ungedüngten Kiefersämlinge als schlecht zu verzeichnen. Bei einer Düngung des Flechten- und des Heidekrautstandorttyps ist es zweckmässig, Volldünger zu verwenden, wobei der Gehalt an Kali geringer sein kann als an Stickstoff und Phosphor.

Auf dem Waldstreuhorizont der Böden des Preiselbeer- und Heidelbeerstandorttyps hatten die Kiefersämlinge eine ausreichende Nährstoffzufuhr, während sie auf den mineralen Horizonten einen Mangel an Stickstoff und Phosphor aufzuweisen haben. Nach unseren Nadelanalysen gibt die NP-Düngung im Preiselbeer- und Heidelbeerstandorttyp den hauptsächlichsten Effekt.

Auf dem Waldstreuhorizont der vertorften Podsolgleyböden des anmoorigen Heidekraut- und Bürstenmoosstandorttyps fanden sich genügend Nährstoffe für das Wachstum der Kiefersämlinge, aber in dem Bürstenmoosstandorttyp konnten ungünstige Nährelementenverhältnisse in den Nadeln festgestellt werden. Auf dem Auswaschungshorizont des anmoorigen Heidekrautstandorttyps war ein starker Mangel an Stickstoff zu verzeichnen. Von den Düngungsvarianten zeigten NP und NPK die besten Ergebnisse.

Der Auswaschungshorizont des aus dem Bürstenstandorttyp stammenden Versuchsbodens war an Nährstoffen ärmer als der vorige und die Nadelanalyse ergab dort ein Defizit an allen untersuchten Elementen. Eine Düngung ist hier mit Volldünger am zweckmässigsten.

Auf den schon seit längerer Zeit entwässerten verhältnismässig nährstoffreichen Torfböden des Übergangsmoores konnte in den Kiefernadeln schon in der ungedüngten Variante ein ausreichender Gehalt an Nährstoffen festgestellt werden, und auch die Nährelementenverhältnisse waren in den Nadeln nahezu optimal. Als Folge der Düngung vergrösserte sich der Nährstoffgehalt in den Nadeln um einiges, aber im Wachstum traten praktisch keine Änderungen ein, woraus zu schliessen ist, dass eine Düngung derartiger Standorte nicht den angestrebten Effekt gibt.

Auf den Torfböden des erst vor kurzem entwässerten und nährstoffarmen Übergangsmoores konnte in der ungedüngten Variante ein offensichtlicher Mangel an Nährstoffen festgestellt werden, vor allem mangelte es sich an Stickstoff und Phosphor, aber auch der Gehalt an Kali lag in den Nadeln der einjährigen Kiefern Sämlinge niedriger als die untere Grenze der optimalen Menge.

Bei der Düngung der frisch entwässerten nährstoffarmen Übergangsmoore erzielt man die besten Erfolge mit der Volldüngung, auf den erschöpften Frästorffeldern mit PK-Dünger.

Die Nadelanalyse der auf dem frisch entwässerten, aber auch auf dem schon vor längerer Zeit entwässerten Torfböden des Hochmoores aufgesogenen Kiefern Sämlinge zeigte in der ungedüngten Variante einen Mangel an Nährstoffen. Besonders grosser Mangel herrschte hier an Phosphor (nur 0,06% in den Nadeln der auf dem Torf des Tähtvere-Hochmoores gewachsenen Kiefern Sämlinge und 0,11% auf dem Torf des Hochmoores von Järvselja). Als Folge der Düngung vergrösserte sich der Nährelementengehalt und verbesserte sich auch das Verhältnis zwischen ihnen. Wenn man die Ergebnisse der Nadelanalyse in Betracht zieht, düngt man die Torfböden der Hochmoore am besten mit NP.

Heidelbeerstandorttyp, während sie zu den mineralen Horizonten Ende Nährstoffgehalt... einen Mangel an Stickstoff und Phosphor aufzuweisen haben. Nach unserer Nadelanalyse gibt die NP-Düngung im Preiselbeer- und Heidelbeerstandorttyp die besten Erfolge. Auf dem Wasserhorizont der verwitterten Podsolböden des nährstoffreichen Heidelbeer- und Büstenmoosstandorttypen standen sich genügend Nährstoffe für die Wachstums der Kiefern Sämlinge aber in dem Büstenmoosstandorttyp fehlten notwendige Nährelementen. In den Kiefernadeln festgestellt werden. Auf dem Auswaschungshorizont des nährstoffreichen Heidelbeerstandorttyps war ein starker Mangel an Stickstoff zu verzeichnen. Von den Düngungsvarianten zeigten NP und NPX die besten Ergebnisse.

VÄETAMISE MÕJU TUGEVUSEST MÄNNISEEMIKUTE KASVULE

L. RAID

Männiseemikute kasvu mõjutab väetamise (toitainete sisaldus kasvusubstraadis) kõrval, eriti välikatsetes, hulgaliselt teisi tegureid nagu õhutemperatuur, mullatemperatuur, sademed, mulla- niiskus jne.

Väetamine avaldab seemikute kasvule seda suuremat mõju, mida toitainetevaesem on keskkond ning mida lähemal optimaalsele on samal ajal teised kasvu mõjutavad tegurid. Tingimustes, kus kasvu limiteerivaks osutub mitte toitainete puudus, vaid mõni muu tegur, näiteks niiskuse puudus või selle liig, ei avalda ka väetamine nimetamisväärtset mõju seemikute kasvule.

Eeltoodust lähtudes võib meie poolt analüüsitavaid katseid jaotada kahte rühma: 1) vegetatsioonikatsed kasvuhuones, kus kõik seemikud kasvasid optimaalse niiskuse režiimi juures, ka temperatuur ja teised tegurid olid stabiilsemad kui avamaal, 2) mikro- välikatsed, kus ükski tegur peale toitainetes sisalduse (väetamise) ei ole kontrollitav.

Et elimineerida katsetulemuste hindamisel väetiste mõju seemikute kasvule kõrvaliste tegurite mõjust, töötati katseandmed läbi ühefaktorilise dispersioonanalüüsiga (Плохинский, 1970).

Arvutustega määrati järgmised näitajad:

F ja F_{st} — Fischeri kriteerium, tegelik ja selle võrdlus standardiga;

B — Fischeri kriteeriumile vastav tõenäosus, millega männiseemikute kõrgus sõltub väetamisest;

$\eta_x^2 \pm m_{\eta_x^2}$ — Väetamise mõju tugevus protsentides kõikide mõjude kogusummast seemikute keskmisele kõrgusele ja selle keskmine viga;

$\eta_x^2 \pm \Delta$ — Väetamise mõju tugevuse piirid (protsentides kõikide mõjude kogusummast) tõenäosusega 0,99.

Et selgitada, milline kasvunäitaja on analüüsiks sobivam, tegime 1973. a. sambliku ja kanarbiku kasvukohatüübi muldadega

Tabel 1

Väetamise mõju tugevus üheaastaste männisemikute dimensioonidele vegetatsioonikatsetes (kuivad kasvukohad)

Metsakond, kv.	Kaitsematerjali päritolu			Tunnus	F	F _{st}	B	$\eta_x^2 \pm m_{\eta_x^2}$	$\eta_x^2 \pm \Delta$
	Kasvu- koha- tüüp	Mulla šifr	Genee- tiline horisont						
Oruveski mk., kv. 149	sambliku	L _I	A ₀	kõrgus	6,0	>3,5	>0,999	23,9±0,4	23...25
				juurekaela diam.	42,0	>3,5	>0,999	16,8±0,4	16...18
				juurte pikkus	14,0	>3,5	>0,999	7,0±0,5	6...8
Räpina mk., kv. 6	sambliku	L _{II}	A ₂	kõrgus	77,0	>3,5	>0,999	77,0±0,1	76...77
				juurekaela diam.	245	>3,5	>0,999	48,9±0,2	48...49
				juurte pikkus	7,4	>3,5	>0,999	22,2±0,3	22...23
Sagadi mk., kv. 54	sambliku	L _{II}	A ₀	kõrgus	6,1	>3,6	>0,999	7,9±1,3	3...13
				juurekaela diam.	6,5	>3,5	>0,999	8,4±1,3	5...12
				juurte pikkus	3,2	>2,6	>0,99	4,2±1,3	1...8
Sagadi mk., kv. 54	kanarbiku	L _{II}	A ₂	kõrgus	103	>3,5	>0,999	30,9±0,3	30...32
				juurekaela diam.	112	>3,5	>0,999	33,5±0,3	33...34
				juurte pikkus	25,3	>3,5	>0,999	10,1±0,4	9...11
Sagadi mk., kv. 54	kanarbiku	L _{II}	A ₀	kõrgus	284	>3,5	>0,999	56,9±0,2	56...58
				juurekaela diam.	222	>3,5	>0,999	44,4±0,2	44...45
				juurte pikkus	24,3	>3,5	>0,999	9,7±0,4	9...11
Sagadi mk., kv. 54	kanarbiku	L _{II}	A ₂	kõrgus	77,0	>3,5	>0,999	77,0±0,1	76...77
				juurekaela diam.	743	>3,5	>0,999	74,3±0,1	74...75
				juurte pikkus	248	>3,5	>0,999	49,5±0,2	49...50

rajatud vegetatsioonikatsete mõõtmisandmetega kõigi kasvunäitajate osas läbi dispersioonanalüüsi (tabel 1). Selgus, et kõige tugevam on väetiste mõju seemikute kõrgusele, järgnevalt juurekaela diameetrile. Väetiste poolt kõige vähem mõjutatav näitaja on juurte pikkus. Ka I. Etverk (1974) väidab, et üksikutest tunnustest on uuritud faktoritega (s. o. väetamise ja pärilikkusega) paremini määratud taimede pikkus ning kogu taime ja selle maapealse osa kuivmass, halvemini juure pikkus.

Sellest lähtudes võeti edaspidistes arvutustes uuritavaks näitajaks ainult seemikute kõrgus kui väetamise efektiivsust kõige paremini iseloomustav suurus. Vegetatsioonikatsetes hinnati väetamise mõju efektiivsust üheaastaste seemikute kõrguse järgi, välikatsetes ühe- ja kaheaastaste seemikute kõrguse järgi. Väetiste mõju kestuse uurimiseks analüüsiti 4-aastaste mändide okaste pikkust.

Kasvukohtadest võtsime käesolevas kirjutuses vaatluse alla kaks gruppi: 1) kuivad kasvukohad (sambliku ja kanarbiku kasvukohatüüp) ja 2) liigniiskuse all kannatavad kasvukohad (rabastuva kanarbiku, karusambla, siirdesoo ja raba kasvukohatüüp).

Kuivad kasvukohad

Sambliku ja kanarbiku kasvukohatüüp on männi kasvukohtadest toitainetevaesemad. Muude soodsate tingimuste korral on nende muldade väetamine väga efektiivne. Otstarbekas on anda täisväetist, sest madala mullaviljakuse tõttu võib ainult ühe väetise kasutamisel suureneda defitsiit teiste toitelementide suhtes.

Vegetatsioonikatsetes, kus niiskustingimused on optimaalsed, on väetamise mõju tugevus seemikute kõrgusele suur. Mõju tugevus on suurel määral kasvustradi looduslikust viljakusest: mida viljakam substraat, seda väiksem mõju ja vastupidi. Tabeli 1 andmetest selgub, et sama kasvukohatüübi ja sama mulla puhul oli väetiste mõju seemikute kõrgusele metsakõduhorisondil mitu korda väiksem kui leethorisondil. Näiteks Oruveski mk. kv. 149 pärineva nõrgalt leetunud leedemulla A_0 -horisondil oli väetiste mõju seemikute kõrgusele 23...25%, selle sama mulla leethorisondil aga 76...77%, s. o. kolm korda suurem. Samast tabelist paistab silma veel asjaolu, et Põhja-Eesti (Oruveski mk., Sagadi mk.) jämedateralistel liivadel oli väetamise mõju tugevus seemikute kõrgusele umbes kaks korda suurem kui Lõuna-Eesti (Räpina mk.) peeneteralistel liivadel. Mullaanalüüsides selgus, et katsetes kasutatud Lõuna-Eestist pärinev muld sisaldas ligikaudu $\frac{1}{3}$ võrra rohkem laktaatlahustuvat P_2O_5 ja K_2O kui Põhja-Eestist pärinev muld, üdelementide (N, P, K ja Ca) sisaldus oli aga peaaegu ühesugune.

Kõige tugevamini mõjutas väetamine seemikute kõrgust kanarbiku kasvukohatüübi mullaga korraldatud vegetatsioonikatsetes, A_0 -horisondil 56...58% ja A_2 -horisondil 76...77%. Viimatinime-

tatud horisondil oli isegi juurte pikkus, kui kõige vähem iseloomulik tunnus, 50% ulatuses määratud väetiste poolt. Sambliku kasvukohatüübis oli väetiste mõju seemikute kõrgusele väiksem kui kanarbiku kasvukohatüübis. Kõige vähem mõjutas väetamine seemikute kõrgust Lõuna-Eestist pärineval keskmiselt leetunud leedemulla A₀-horisondil — ainult 3...13%, kuna sama mulla leethorisondil oli seemikute kõrgus juba 1/3 ulatuses määratud väetiste poolt.

Väetiste mõju juurekaela diameetrile oli kas niisama suur kui seemikute kõrgusele või kuni kolmandiku võrra väiksem. Kõige vähem mõjutavad väetised juurte pikkust, kuid mõju tugevus sellele oli eri katsetes väga varieeruv. Meie katsetes oli väetamise mõju juurte pikkusele kõige väiksem sambliku kasvukohatüübi keskmiselt leetunud leedemulla A₀-horisondil — 1...8% ja kõige suurem kanarbiku kasvukohatüübi keskmiselt leetunud leedemulla A₂-horisondil — 49...50%, seega mõju tugevus erines üle 6 korra.

Väetiste mõju tugevuse proportsioon säilis aga kõigi uuritud näitajate osas, s. t., et muldadel, kus väetamise efekt (seemikute kõrguse järgi otsustades) on suurem, on ka väetiste mõju tugevus kõigile kasvunäitajatele suurem kui väiksema mõjuga aladel.

Sambliku ja kanarbiku kasvukohatüübis korraldatud mikrovälikatsetes oli väetiste mõju seemikute kõrgusele väiksem (tabel 2) kui vegetatsioonikatsetes. Põhjuseks oli siin asjaolu, et toitelemente omastatakse maksimaalselt ainult optimaalse niis-

Tabel 2

Väetamise mõju tugevus männiseemikute kõrgusele mikrovälikatsetes

Metskond, kv.	Kasvukohatüüp	F	F _{st}	B	$\eta_x^2 \pm m_{\eta_x^2}$	$\eta_x^2 \pm \Delta$
1-aastased männiseemikud						
Kaansoo mk. kv. 19	karusambla	155	>2,6	>0,999	46,6±0,3	46...47
Kaansoo mk. kv. 19	rab. kanar.	12	>2,6	>0,999	9,6±0,8	8...12
2-aastased männiseemikud						
Sagadi mk. kv. 54	kanarbiku	90,6	>2,6	>0,999	45,3±0,5	44...47
Oruveski mk. kv. 50	sambliku	12	>2,6	>0,999	10,4±0,9	8...13
Räpina mk. kv. 2	sambliku	5,6	>2,6	>0,999	4,5±0,8	2...7
Purdi mk. kv. 107 1973. a. katse	siirdesoo	4875	>2,4	>0,999	97,5±0,02	97...98
Vanaveski mk. kv. 16	siirdesoo	13,4	>2,5	>0,999	14,7±1,11	12...17
Surju mk. kv. 213	siirdesoo	6,9	>2,7	>0,999	17,2±0,25	11...24
Purdi mk. kv. 107 1972. a. katse	siirdesoo	73,6	>2,7	>0,999	51,5±0,7	50...53
Keressaare	raba	8,6	>2,4	>0,999	9,5±1,1	7...12

kusrežiimi juures. Kui muld on liiga kuiv, väheneb toiteelementide omastamine ja väetamise efekt langeb. Kuigi väetiste üldine mõju seemikute kõrgusele on väiksem välikatsetes, esinevad seal need-samad proportsioonid mis vegetatsioonikatseteski. Ka välikatsetes oli väetiste mõju tugevus seemikute kõrgusele suurim kanarbiku kasvukohatüübis (Sagadi mk. kv. 54), kus ligikaudu poole seemikute kõrgusest (44...47%) määrasid väetised. Oruveski mk. kv. 50 asuval sambliku kasvukohatüübi katsealal oli 8...13% seemikute kõrgusest tingitud väetistest; sama kasvukohatüübi Lõuna-Eestis paikneval katsealal ainult 2...7%. Seega oli väetamise arvel saadud enamjuurdekasv muutunud tühiseks. Siit ei tohi muidugi-teha järeldust, et sambliku kasvukohatüübi väetamine ei tasu ennast. Meie sambliku kasvukohatüübi katsealadel oli tegemist mõningate ebasoodsate asjaolude kokkulangemisega. Ühelt poolt kuum ja kuiv suvi katse rajamise aastal (1973), teiselt poolt metskitsede ja seenhaiguste (männi-pudetõbi, männi-nahkisetõbi) kahjustus, mistõttu väetamise arvel saadud efekt jäi oodatust nõrgemaks.

Liigniisked kasvukohad

Rabastuva kanarbiku, karusambla, siirdesoo ja raba kasvukohatüübis on väetamise efekt küllaltki suur, kuid tulemused sõltuvad suurel määral niiskusrežiimist. Liigniiskuse tingimustes on väetamine väheefektiivne.

Vegetatsioonikatsetes optimaalse niiskusrežiimi juures (tabel 3) oli väetiste mõju tugevus seemikute kõrgusele suur. Liigniisketel mineraalmuldadel olid katsetulemused analoogilised eespool käsitletud sambliku ja kanarbiku kasvukohatüübiga. Ka siin (turvastunud leet-gleimullad) oli väetiste mõju tugevus seemikute kõrgusele suurem leethorisondil — 60...72%. Sisseuhtehorisondil oli väetiste mõju tugevus seemikute kõrgusele ligikaudu kolmandiku võrra väiksem. Tunduvalt vähem olenes seemikute kõrgus väetistest metsakõduhorisondil, välja arvatud Kaiavere mk. kv. 98 karusambla kasvukohatüübist pärineval katsemullal, kus väetiste mõju tugevus A₀- ja A₂-horisondil kasvatatud seemikute kõrgusele oli praktiliselt võrdne: vastavalt 59...60% ja 60...61%. Välikatsealadel rabastuva kanarbiku kasvukohatüübis oli 8...12% seemikute kõrgusest määratud väetiste poolt, karusambla kasvukohatüübis 46...47%. Kuigi väetiste mõju tugevus mikrovälikatsetes oli väiksem kui vegetatsioonikatsetes, on see siiski oluline.

Turvasmuldadega rajatud vegetatsioonikatsetes andis väetamine häid tulemusi. Väetiste mõju tugevus seemikute kõrgusele oli hiljuti kuivendatud turvasmuldade puhul suurem kui pikka aega kuivendatud turvasmuldade puhul. Seejuures siirdesoo ja raba-turvaste vahel erinevust ei täheldatud.

Kõige rohkem olenes seemikute kõrgus väetistest Vanaveski hiljuti kuivendatud siirdesooturbal, pealmises 5...25 cm kihis

Tabel 3

Vätamise mõju tugevus üheaastaste männiseemikute kõrgusele vegetatsioonikatsetes (liigniisked kasvukohad)

Metskond, kv.	Katsmaterjalil päritolu			F	F _{st}	B	$\eta_x \pm m_{\eta_x}$	$\eta_x^2 \pm \Delta$
	Kasvukohatüüp	Mulla süg	Geneetiline horisont					
Kaansoo mk. kv. 19	rab. kanarbiku	LG1	A ₀ A ₂ B	52,5 > 3,5 307 > 3,5 223,5 > 7,1	> 0,999 > 0,999 > 0,999	21,0 ± 0,4 61,4 ± 0,2 44,7 ± 0,2	20 ... 22 61 ... 62 43 ... 46	
Kaansoo mk. kv. 19	karusambla	LG1	A ₀ A ₂	36,5 > 3,5 713 > 3,5	> 0,999 > 0,999	14,6 ± 0,4 71,3 ± 0,1	13 ... 16 71 ... 72	
Kaiavere mk. kv. 98	karusambla	LG1	A ₀ A ₂	296,5 > 3,5 303 > 3,5	> 0,999 > 0,999	59,3 ± 0,2 60,6 ± 0,2	59 ... 60 60 ... 61	
Kabala mk. kv. 177	siirdesoo		5 ... 25 cm	26,5 > 3,6	> 0,999	10,6 ± 0,4	9 ... 12	
Vanaveski mk. kv. 16	siirdesoo		5 ... 25 cm 25 ... 50 cm	78,4 > 3,6 345 > 3,6	> 0,999 > 0,999	39,2 ± 0,5 69,0 ± 0,2	37 ... 41 68 ... 70	
Tähtvere mk. kv. 78	raha		5 ... 25 cm	146 > 3,6	> 0,999	43,8 ± 0,3	43 ... 45	
Järvelja mm. kv. 236	raha		5 ... 25 cm	76,5 > 3,6	> 0,999	30,6 ± 0,4	29 ... 32	

37...41%, sügavamal 68...70% ulatuses. Kõige vähem mõjutasid väetised seemikute kõrgust pikka aega kuivendatud suhteliselt viljakal Kabala siirdesooturbal (9...12%). Siirdesooturvastega võrreldes on rabaturvastel väetiste mõju tugevuse erinevus hiljuti ja pikka aega kuivendatud alade vahel väiksem. Nii tulenes hiljuti kuivendatud Tähtvere rabaturbal väetistest 43...45% ja pikka aega kuivendatud Järvselja rabaturbal 29...32% seemikute kõrgusest, s. o. $\frac{1}{3}$ võrra vähem; siirdesooturvastel aga oli erinevus rohkem kui 3-kordne.

Turvasmuldadele rajatud mikrovälikatsetes on väetiste mõju tugevus seemikute kasvule enamasti väiksem kui vegetatsioonikatsetes. Keressaare rabal oli seemikute kõrgusest väetiste poolt määratud ainult 7...12%.

Siirdesood, mille paiknevad katsealad, võib jaotada kahte rühma. Esiteks, looduslikud siirdesood, kus katselappidel hakkab väetamise tagajärjel vohama tugev rohuksv. Selle tagajärjel kasutatakse osa mulda viidud väetistest rohttaimede poolt ära ning väetiste mõju tugevus seemikute kasvule jääb oodatust väiksemaks. Selliste alade hulka kuuluvad väetuskatsealad Surju ja Vanaveski mk., kus väetised määrasid ainult 11...24% seemikute kõrgusest. Teiseks, ammendatud freesturbaväljadele rajatud katsealadel (Purdi mk.) rohuksv puudub. Enamik mulda viidud toitainetest kasutati seemikute poolt. Ka niiskustingimused olid seal tiheda kraavidevõrguga reguleeritud. Kõige selle tagajärjel oli väetiste mõju tugevus seemikute kasvule lähedane vegetatsioonikatsetele, olles nii kuuse- kui ka männiseemikute puhul lähedane 50%-le. Erakordselt kõrge väetiste mõju saadi 1973. a. männi katsetes — 97...98%, mis ületab paarikümne protsendi võrra isegi paremaid vegetatsioonikatseid. Millest see on tingitud, ei ole päris selge, nähtavasti on tegemist mitmete soodsate tegurite kokkulangemisega.

Et selgitada, mil määral turvasmuldadel väetamise efektiivsus sõltub niiskustingimustest, rajati vegetatsioonikatse, milles varieeriti nii toitumis- kui ka niiskustingimusi. Katseandmed töötati

Tabel 4

Väetamise ja niiskusrežiimi mõju tugevus männiseemikute kõrgusele Vanaveski siirdesooturbal (5...25 cm)

Tunnus	Mõju tugevus %-des kõikide mõjude summast				
	A	B	AB	x	z
Seemikute kõrgus	37	28	6	71	29

Väetamise mõju tugevus 4-aastaste mändide okaste pikkusele mikrovalikateses

Metskond, kv.	Kasvukoha- tüüp	F F_{st}	B	$\eta^2 \pm m_{\eta^2}$	$\eta^2 \pm \Delta$
Aakre mk. kv. 15	pohla	27,0 > 1,87	> 0,99	18,9 ± 0,7	18 ... 20
Otepää mk. kv. 42	pohla	8,4 > 1,87	> 0,99	6,7 ± 0,8	5 ... 8
Tähtvere mk. kv. 83	pohla	4,7 > 1,87	> 0,99	4,2 ± 0,9	3 ... 6
Alatskivi mk. kv. 86	mustika	24,9 > 2,07	> 0,99	17,4 ± 0,7	16 ... 19

läbi kahefaktorilise dispersioonanalüüsiga, mille tulemused on esitatud tabelis 4.

Tabelis 4 tähendab A väetamise mõju, B niiskusrežiimi mõju, AB mõlema koosmõju, x kolme eelmise mõju kokku ja z tundmatute tegurite mõju. Kõik tabelis esitatud suurused on tõenäosed $B > 0,999$ juures. Tabelist selgub, et väetamine, niiskus ja nende koosmõju määrasid kokku 71% seemikute kõrgusest, kuna ülejäänu oli tingitud tundmatute tegurite mõjust. Viimane oli väiksem kui kolmandik, kuid praktiliselt võrdne niiskusrežiimi mõjuga. Väetamise mõju seemikute kõrgusele oli 1,3 korda suurem kui niiskuse mõju. Et antud katses enamik variante rajati liigniiskuse tingimustes, siis oli väetamise ja niiskuse koosmõju seemikute kõrgusele ainult 6%, mis näitab, et liigniiskuse tingimustes võib väetamise mõju osutada väga väikeseks.

Väetiste mõju kestuse uurimiseks koguti vanematelt katsealadelt männiokkaid, mille mõõtmistulemuste dispersioonanalüüsil saadud väärtused on esitatud tabelis 5. Toodud nappide andmete põhjal võib väita, et neljanda kasvuaasta lõpul on väetiste mõju männiokaste pikkusele usaldatav veel 99% tõenäosusega. Väetiste mõju kestus uuritud kahes kasvukohatüübis oluliselt ei erinenud. Nii maksimaalne kui ka minimaalne mõju tugevus okaste pikkusele esines pohla kasvukohatüübis, kuna mustika kasvukohatüübis oli see lähedane parimale pohla katsealale.

Järeldused

1. Väetiste mõju on kõige tugevam seemikute kõrgusele, järgnevalt juurekaela diameetrile, kõige vähem mõjutatav näitaja on juurte pikkus.

2. Väetiste mõju tugevus männiseemikute kõrgusele oleneb kasvusubstraadi looduslikust viljakusest: mida viljakam substraat, seda väiksem mõju ja vastupidi.

3. Väetiste mõju tugevus seemikute kõrgusele on vegetatsiooni-

katsetes optimaalse niiskusrežiimi juures suurem kui samadel muldadel mikrovälikatsetes.

4. Mineraalmuldadega rajatud vegetatsioonikatsetes oli väetiste mõju tugevus seemikute kõrgusele suurim kanarbiku kasvukohatüübi keskmiselt leetunud leedemullal: A₀-horisondil 56... 58% ja A₂-horisondil 76... 77%.

5. Turvasmuldadega rajatud vegetatsioonikatsetes oli väetiste mõju tugevus seemikute kõrgusele hiljuti kuivendatud turvasmuldadel suurem kui pikka aega kuivendatud turvasmuldadel.

6. Väetiste mõju tugevus seemikute kasvule oleneb kasvusubstraadi niiskusesisaldusest, eraldi võetuna on väetamise mõju seemikute kõrgusele suurem kui niiskusrežiimi mõju.

7. Väetiste mõju männiokaste pikkusele moodustas veel neljandal aastal pärast väetamist kuni 20%.

KIRJANDUS

Et verk, I. Hariliku kuuse mullastikuliste ökotüüpide esinemise võimalikkusest Eestis. — Rmt.: Metsanduslikud uurimused XI. Tallinn, 1974, lk. 5...31.
Плохинский Н. А. Биометрия. М., 1970. 368 с.

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА РОСТ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ

Л. РАЙД

Резюме

На рост сеянцев сосны наряду с удобрением влияние оказывают и множество других факторов, как, например, температура воздуха и почвы, осадки, влажность почвы и т. д.

Чтобы при оценке результатов опыта элиминировать влияние удобрения от побочных факторов, влияющих на развитие сеянцев, данные опытов были обработаны одно- и двухфакторным дисперсионным анализом.

Исследовались 2 группы типов местопроизрастания: 1) сухие типы местопроизрастания — лишайниковый и вересковый и 2) переувлажненные типы местопроизрастания — вересково-сфагновый, долгомошниковый, переходно-болотный и верхово-болотный.

Самое сильное влияние оказывали удобрения на рост сеянцев в высоту, затем на диаметр корневой шейки. Слабо влияли удобрения на длину корней.

Сила влияния удобрения на высоту сеянцев в большой мере зависит от природного плодородия субстрата: чем плодороднее субстрат, тем слабее влияние удобрений и наоборот. В том же типе местопроизрастания и при той же почве влияние удобрения

на рост сеянцев в высоту на горизонте лесной подстилки было в несколько раз слабее, чем на подзолистом горизонте.

В вегетационных опытах при оптимальном режиме влажности влияние удобрения на высоту сеянцев было сильнее, чем на этих же почвах в полевых условиях.

Наибольшей оказалась сила влияния удобрений на рост сеянцев в высоту в вегетационных опытах на почве верескового типа местопроизрастания: на A_0 -горизонте в пределах 56...58% и на A_2 -горизонте — 76...77%. В полевых опытах в вересковом типе местопроизрастания приблизительно половина роста сеянцев в высоту приходится на долю удобрений (44...47%). В лишайниковом типе местопроизрастания влияние удобрения на рост сеянцев в высоту было слабее, чем в вересковом типе: в вегетационных опытах на подзолистом горизонте $\frac{1}{3}$ роста сеянцев в высоту приходится на долю удобрений, при полевых опытах еще меньше.

В вересково-сфагновом, долгомошниковом, переходно-болотном и верхово-болотном типах местопроизрастания эффект удобрения довольно сильный, но результаты в значительной мере зависят от режима влажности. В условиях переувлажнения удобрение малоэффективно. В вегетационных опытах при оптимальном режиме влажности на подзолистом горизонте торфянисто-подзолисто-глеевых почв сила влияния удобрений на высоту сеянцев была 60...72%, на иллювиальном горизонте приблизительно на $\frac{1}{3}$ меньше.

В вегетационных опытах с недавно осушенной торфяной почвой сила влияния удобрения на рост сеянцев в высоту была больше, чем в опытах с длительно осушенными торфяными почвами.

При одновременном варьировании условий влажности и условий питания выяснилось, что сила влияния удобрений была в 1,3 раза больше, чем влияние влажности. Удобрение, влажность субстрата и их совместное действие определили 70% роста сеянцев в высоту; в то время как 30% было обусловлено влиянием других неизвестных факторов.

ÜBER DIE WIRKUNGSSTÄRKE DER DÜNGUNG AUF DAS WACHSTUM DER KIEFERNSÄMLINGE

L. RAID

Zusammenfassung

Das Wachstum der Kiefern Sämlinge wird neben der Düngung noch von vielen anderen Faktoren, wie die Luft- und Bodentemperatur, Niederschläge, Bodenfeuchtigkeit u. a. m. beeinflusst.

Um die Auswirkung der Dünger auf das Wachstum der Sämlinge bei der Wertschätzung der Versuchsergebnisse von dem Ein-

fluss anderer Faktoren zu eliminieren, wurden die Versuchsan-
gaben mit der Einfaktor- und Zweifaktoren-Dispersionsanalyse
mathematisch bearbeitet.

Zwei Gruppen von Standorttypen wurden zur Beobachtung
herangezogen: 1) der Flechten- und der Heidekrautstandorttyp
von den trockenen Standorten und 2) der anmoorige Heide-
krautstandorttyp, der Bürstenmoosstandorttyp sowie die Standort-
typen des Übergangs- und des Hochmoores — von den übermässig
feuchten Standorten.

Die Auswirkung der Dünger auf die mittlere Höhe der Säm-
linge war die stärkste, wonach die Auswirkung auf den Diameter
des Wurzelhalses folgte. Am wenigsten lässt sich die Wurzellänge
durch die Düngung beeinflussen.

Die Stärke der Düngungsauswirkung auf die Höhe der Säm-
linge hängt in hohem Masse von der natürlichen Fruchtbarkeit
des Substrats ab. Je nährstoffreicher das Substrat ist, desto ge-
ringer die Auswirkung — und umgekehrt. Bei gleichem Standort-
typ und gleichem Boden war die Auswirkung der Dünger auf die
Höhe der Sämlinge auf dem Waldstreuhorizont um ein mehr-
faches geringer als auf dem Auswaschungshorizont.

Die Stärke der Düngungsauswirkung auf die Höhe der
Sämlinge war in den Vegetationsversuchen beim optimalen Feuch-
tigkeitsregime grösser als bei gleichen Böden in Feldversuchen.

Am stärksten beeinflusste die Düngung die Höhe der Sämlinge
in Vegetationsversuchen mit den Böden des Heidekrautstandort-
typs; bei dem A_0 -Horizont lag der Einfluss zwischen 56...58 und
dem A_2 -Horizont zwischen 76...77%. In den Feldversuchen auf
dem Heidekrautstandorttyp war nahezu die Hälfte (44...47%)
der Höhe der Kiefernensämlinge der Düngerzufuhr zuzuschreiben.
Auf dem Flechtenstandorttyp war die Auswirkung der Dünger auf
die Sämlingenhöhe geringer als auf dem Heidekrautstandorttyp.
In Vegetationsversuchen auf dem Boden des Auswaschungshori-
zontes wuchsen die Sämlinge infolge der Düngung um $\frac{1}{3}$ höher,
in Feldversuchen war der Zuwachs aber noch geringer.

In den anmoorigen Heidekraut-, Bürstenmoos-, Übergangs-
moor- und Hochmoorstandorttypen ist der Effekt der Düngung
gross genug, aber die Ergebnisse hängen in grossem Masse von
dem Feuchtigkeitsregime ab. Unter den Bedingungen der über-
mässigen Feuchtigkeit bleibt die Düngung nur wenig effektiv. In
den Vegetationsversuchen betrug die Auswirkungsstärke der
Düngung beim optimalen Feuchtigkeitsregime auf dem Aus-
waschungshorizont der vertorften Podsolgleyböden des Bürsten-
moosstandorttyps 60...72% der Höhe der Sämlinge, auf dem
Anreicherungshorizont war sie um etwa $\frac{1}{3}$ weniger.

In den Vegetationsversuchen mit den vertorften Böden war die
Auswirkungsstärke der Dünger auf die Höhe der Sämlinge bei den

kurz zuvor entwässerten vertorften Böden grösser als bei den vor längerer Zeit entwässerten vertorften Böden.

Die Versuche mit gleichzeitig variierenden Feuchtigkeits- und Ernährungsbedingungen ergaben, dass die Auswirkung der Düngung auf die Höhe der Sämlinge um 1,3 mal mehr betrug als die Auswirkung der Feuchtigkeit. Düngung und Feuchtigkeit des Substrats sowie ihre Zusammenwirkung waren ausschlaggebend für insgesamt 70% der Höhe der Sämlinge, während 30% durch die Auswirkung unbekannter Faktoren hervorgerufen wurden.

MÄNNISEEMIKUTE KASVUST ERINEVATES TOITUMISTINGIMUSTES

L. RAID

Metsade ratsionaalse väetamise aluseks on puistute toitumistingimuste igakülgne tundmaõppimine.

Eesti Metsainstituudi metsaparanduse osakonna poolt rajatud arvukate katsetega on kindlaks tehtud need põhilised toiteelemendid, millest on peamistes männi kasvukohtades kõige suurem puudus.

Kuid ka defitsiitsete elementide arvestamine väetamisel ei taga alati häid tulemusi, sest kasv on maksimaalne ainult tasakaalustatud toitumistingimustes. Kui üht toiteelementi lisatakse liiga vähe või liiga palju, võib see muutuda kasvu pidurdavaks teguriks.

Sobiva väetiste vahekorra selgitamiseks rajati sambliku ja mustika kasvukohatüübi leedemuldadega, mis pärinesid Räpina mk. kv. 6 ja Järvelja õ.-k. mm. kv. 288, vegetatsioonikatsed. Muld katseteks võeti mineraalsetest horisontidest kuni 20 cm sügavuselt. Mustika kasvukohatüübi katsemuld pärineb A₂-horisondist ja sambliku kasvukohatüübi muld A₂+B-horisondist. Mõlemad muldad olid tugevasti happelise reaktsiooniga, huumuse ja laktaatlahustuva fosfori poolest vaesed (tabel 1). Parem oli muldade varustatus laktaatlahustuva kaaliumiga. Ka kirjanduse andmetel on metsamuldades kaaliumi harva miinimumis (Баглай, Струков, 1972). Toiteelementide üldsisaldus on kõnealustes muldades väike. Vaatamata madalale hüdrofüütilisele ja asendushappesusele oleks minimaalne lubiväetise kogus 20 cm sügavuse mullakihi neutraliseerimiseks 3,0...4,5 t/ha CaCO₃.

Et eelnevate katsete põhjal vajab mänd mustika kasvukohatüübis kõige enam NP-väetisi ja sambliku kasvukohatüübis NPK-väetisi, siis rajatigi katsed väetiste optimaalse vahekorra selgitamiseks just nimetatud kombinatsioonidega. Väetisnormiks põhivariantides (NP või NPK) oli 375 mg N, 800 mg P₂O₅ ja 450 mg K₂O 5-liitrise vegetatsiooninõu kohta. Nimetatud põhikogust varieeriti katsetes poole-, kahe- ja neljakordseks. Katsed rajati neljakordses korduses.

Tabel I

Kasvukohatüüp Päritolu		Geneti- line hori- sont	pH _{H₂O}	pH _{KCl}	Laktaat- lahustuv		Org. C %	Üld-				Hüd- rol.	Ase- nus-	Neeld. metal- sed ka- tioonid	Lii- kuv Al
					K ₂ O	P ₂ O ₅		N	P	K	Ca				
				mg/100 g		%						mg-ekv./100 g			
Mustika, Järvselja õ.-k. mm. kv. 288	Sambliku, Räpina mk. kv. 6	A ₂	3,9	3,2	7,6	1,2	0,8	0,05	0,01	0,02	0,03	4,4	3,08	0,25	1,51
		A ₂ +B	4,5	4,0	6,5	0,5	0,8	0,05	0,03	0,02	0,03	4,5	2,08	0	1,12

Tõusmete arv

Katsekülvid tehti 16. mail 1975. a., igasse vegetatsiooninõusse külvati vastava šablooni abil 50 männiseemet. Külviks kasutati III klassi seemet. Pass nr. 21, 14. aprillist 1975. a. Idanevus 82%, puhtus 99,2% ja 1000 tera kaal 6,0 g.

17 päeva pärast külvi oli tõusmete tärkamise protsent keskmiselt 50. Erinevused üksikute variantide tärkamises olid juhuslikku laadi. Väetised seemnete idanemist ja tõusmete tärkamist ei mõjutanud, sest pealne 5-cm mullakiht vegetatsiooninõus jäeti väetistega segamata.

S. Sluhhai ja N. Sosnini andmetel suurendab külvieelne väetamine seemikute kasvu, tõstab nende bioloogilist vastupidavust, soodustab noore organismi esialgset arengut ja suurendab istutusmaterjali väljatulekut ning kvaliteeti (Слухай, Соснин, 1969).

Kuu aega pärast külvi ulatusid tõusmete juured meie katsetes juba 5 cm-st sügavamale ning väetiste kontsentratsioon hakkas mõjustama nende arvukust.

Ilmnesid järgmised seaduspärasused (tabel 2): 1) peaaegu kõigis väetatud variantides oli tõusmeid vähem kui kontrollvariandis, 2) männitõusmed on tundlikud eeskätt lämmastiku ja kaaliumi suhtes, suuri fosforväetise koguseid talub mänd suhteliselt hästi, 3) lämmastiku ja kaaliumi põhinorm ning pool kogust mõjustas tõusmete arvu vähe, normide kahe- ja neljakordistamisega tõusmete arv vähenes proportsionaalselt kasutatud väetiste kogusele.

Ka kirjanduse andmetel on lämmastikväetise kasutamine okaspuukülvidel esimesel aastal väheefektiivne, sageli isegi kahjulik (Шумаков, 1972).

1. augustiks, s. o. kahe ja poole kuu möödumisel külvist, vähenes taimede arv peaaegu kõikides variantides võrreldes eelmise loenduse tulemustega mõne protsendi võrra, harvem ulatus väljalangevus kümne protsendini või üle selle.

Taimede väljalangevus väetatud variantides on väga erinev. Näiteks mustika kasvukohatüübi mullal $\frac{1}{2}$ NP-variandis oli taimi kontrollvariandiga võrreldes ainult 6% võrra vähem, 2NP-variandis moodustas väljalangevus aga juba 48% ja 4NP-variandis isegi 72%. Seega esimesena nimetatud lämmastikukoguse neljakordistamisel tõusmete väljalangevus suurenes kaheksa korda, koguse kaheksakordistamisel aga kaksteist korda. Fosforikoguse muutmine poolest kuni kahe normini konstantsel lämmastikväetise foonil ei kutsunud esile taimede väljalangevuse suurenemist. Teatavat kahjulikku mõju võis täheldada neljakordse fosforinormi kasutamisel, kuid sama koguse lämmastikuga võrreldes oli see tundvalt väiksem.

Sambliku kasvukohatüübi mullal oli samade väetiste koguste puhul taimede väljalangevus väiksem kui mustika kasvukohatüübi

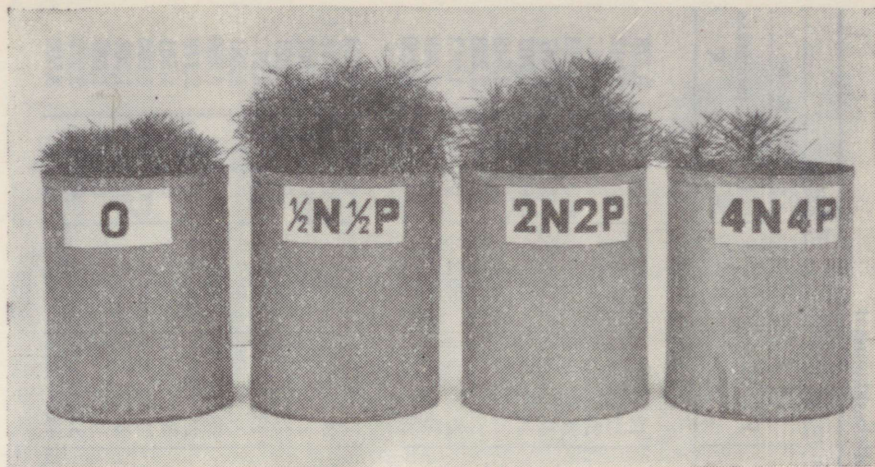
Männitõusmete arvukus olenevalt toitekeskkonnast

Variant	Tõusmeid keskmiselt vegetatsiooninõu kohta							
	2. VI		23. VI		1. VIII		7. X	
	arv	%	arv	%	arv	%	arv	%
Mustika kasvukohatüüp								
O	23	46	43	86	41	82	41	82
NP	26	52	28	56	27	54	27	54
1/2NP	24	48	38	76	38	76	38	76
2NP	23	46	19	38	17	34	15	30
4NP	20	40	9	18	5	10	4	8
N1/2P	23	46	30	60	29	58	29	58
N2P	25	50	31	62	28	56	26	52
N4P	20	40	27	54	19	38	16	32
1/2N1/2P	28	56	38	76	35	70	35	70
2N2P	26	52	21	42	16	32	14	28
4N4P	23	46	11	22	3	6	2	4
Sambliku kasvukohatüüp								
O	25	50	36	72	35	70	35	70
NPK	29	58	34	68	32	64	32	64
1/2NPK	24	48	36	72	34	68	34	68
2NPK	27	54	23	46	18	36	17	34
4NPK	26	52	15	30	12	24	10	20
N1/2 PK	26	52	32	64	28	56	28	56
N2PK	24	48	27	54	24	48	22	44
N4PK	28	56	31	62	28	56	26	52
NP1/2 K	26	52	33	66	33	66	33	66
NP2K	27	54	28	56	22	44	21	42
NP4K	24	48	11	22	8	16	4	8
1/2N1/2P1/2K	23	46	37	74	37	74	37	74
2N2P2K	25	50	25	50	21	42	20	40
4N4P4K	25	50	8	16	5	10	3	6

mullal. Põhi- ja poole normiga variantides hukkus kontrollvariandiga võrreldes ainult 2...6% võrra rohkem taimi, kõigi väetiste neljakordse annuse puhul aga 60%, s. o. 10 korda rohkem.

Seemikute mõõtmed

Seemikute kasv sõltub ühe või teise toiteelemendi rohkusest toitekeskkonnas. Lämmastiku- või fosforipuudusel jääb tüvi peenikeseks, külgvõrseid tekib vähe. Kaaliumipuudust iseloomustab lühem tüvi, ilmneb «pöösastumine» jne. Väetamise eesmärgiks on tavaliselt kasvu parandamine, säilitades sealjuures optimaalsed



Joonis 1. Kõrged väetisnormid mustika kasvukohatüübi mullal avaldasid männiseemikute kasvule kahjulikku mõju. (Foto U. Tamm.)

proportsioonid taime eri osade vahel. Sellest tingituna on väetuskatsete puhul oluline analüüsida seemikute mõõtmete muutumist väetisvariandist olenevalt.

Vegetatsioonikatses mustika kasvukohatüübi mullaga suurendasid kõik kasutatud väetiste normid, välja arvatud 4N4P-variant (joonis 1), oluliselt seemikute maapealse osa kõrgust võrreldes kontrollvariandiga (tabel 3). Seejuures suureneb seemikute kõrgus vastavalt väetisnormi suurenemisele teatud piirini, üle selle hakkab uuesti vähenema. Meie katsetes oli selliseks piiriks kahekordne põhinorm. S. Sluhhai ja M. Bannov väidavad samuti, et lämmastiku ja kaaliumi liig toitekeskkonnas mõjutab tüve kõrguskasvu negatiivselt (Слухай, Баннов, 1972). Ka soometsades ei saavutata suurte väetisnormidega väetiste mõju intensiivsuse ja kestuse suurenemist (Karsisto, 1972).

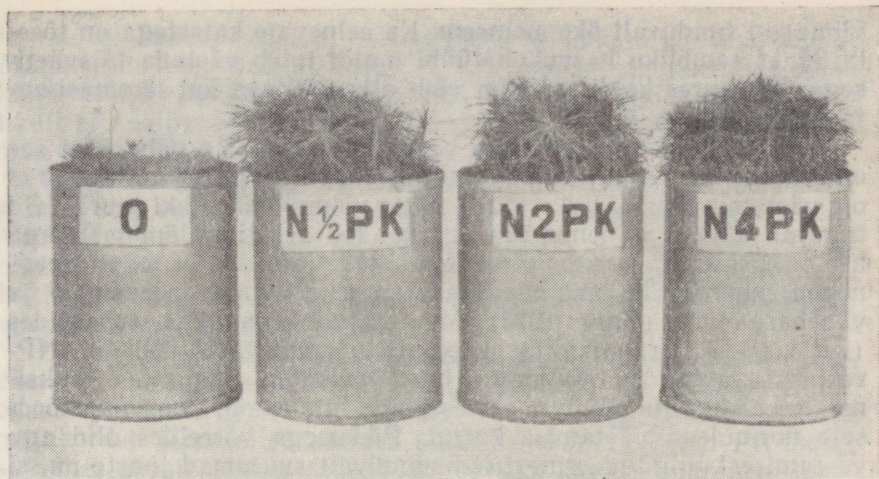
Mustika kasvukohatüübi mullal oli seemikute kõrgus suurim N1/2P-variandis, mis oli 23% võrra suurem kui NP-variandis ning moodustas kontrolltaimede kõrgusest 230%, 4N4P-variandis ainult 117%.

Sambliku kasvukohatüübi mullal on lämmastik efektiivne väetis (Raid, 1976), kusjuures kõige paremaid tulemusi andis põhinormile vastav kogus. Viimasest tunduvalt väiksem oli seemikute kõrgus poole lämmastikunormiga variandis, ka kahe- ja neljakordses koguses antud lämmastik hakkas kõrguskasvu pidurdama. Fosforikoguse muutmine pooldest kuni kahe normini konstantsel lämmastik- ja kaaliumväetise foonil mõjutas seemikute kõrgust vähe (joonis 2). Fosforinormi kahekordistamine suuren-

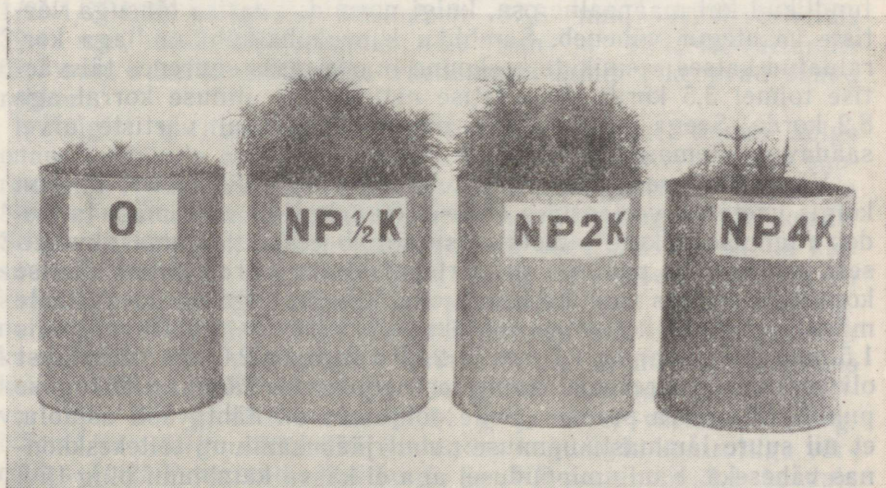
Üheaastaste männiseemikute mõõtmised ja mass olenevalt toitekeskkonnast

Variant	Maapealse osa pikkus cm		Juurte pikkus cm		Juurekaela diameeter mm		Keskmine		
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	V%	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	V%	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	V%	okaste pikkus mm	kuivmass g	
		P%		P%		P%	ühe taime	toormass g	
Mustika kasvukohatüüp									
O	4,6 ± 0,06	17,6	19,5 ± 0,31	20,9	1,6	18,9	28,9	0,160	0,778
NP	8,6 ± 0,20*	24,4	25,8 ± 0,76*	30,5	2,9	32,4	47,9	0,632	2,912
1/2NP	8,5 ± 0,17*	24,9	25,0 ± 0,61*	30,8	2,4	26,0	43,4	0,445	2,115
2NP	9,3 ± 0,28*	23,9	21,2 ± 0,59*	24,9	3,3	28,0	49,5	0,754	3,513
4NP	6,6 ± 0,43*	25,8	16,0 ± 0,71	17,4	4,4	35,0	52,8	0,782	3,347
N1/2P	10,6 ± 0,21*	21,1	23,0 ± 0,39*	18,2	1,7	24,7	48,0	0,622	2,707
N2P	10,2 ± 0,25*	25,2	21,8 ± 0,60*	28,4	2,8	25,9	54,6	0,587	2,548
N4P	8,5 ± 0,31*	29,1	21,0 ± 0,68*	25,8	3,2	29,4	51,7	0,497	2,233
1/2N1/2P	9,5 ± 0,16*	21,4	17,6 ± 0,39	33,7	2,2	27,9	39,2	0,420	1,913
2N2P	8,9 ± 0,34*	29,1	21,7 ± 0,94*	32,5	4,3	31,1	4,2	0,770	3,349
4N4P	5,4 ± 0,65	29,4	26,5 ± 3,97	36,7	15,0	26,5	54,2	0,945	3,230
Sambliku kasvukohatüüp									
O	3,0 ± 0,03	14,0	14,5 ± 0,31	26,3	2,1	14,3	23,0	0,079	0,354
NP	7,2 ± 0,17*	24,7	20,5 ± 0,53*	29,7	2,6	20,0	39,4	0,350	1,478
1/2NPK	5,0 ± 0,10*	25,0	21,3 ± 0,54*	30,5	2,5	22,0	35,3	0,224	1,067
2NPK	6,5 ± 0,24*	30,8	21,4 ± 0,75*	28,7	3,5	22,0	42,1	0,450	2,021
4NPK	5,9 ± 0,24*	25,9	18,9 ± 0,76*	25,3	4,0	23,3	43,7	0,511	2,213
N1/2PK	7,1 ± 0,18*	26,1	20,4 ± 0,61*	31,6	3,0	21,4	39,3	0,353	1,581
N2PK	7,3 ± 0,20*	27,4	21,0 ± 0,64*	30,1	3,0	29,3	37,6	0,422	1,799
N4PK	8,2 ± 0,21*	26,1	21,2 ± 0,63*	30,1	3,0	24,1	42,0	0,500	2,118
NP1/2K	7,9 ± 0,15*	21,6	20,4 ± 0,40*	23,1	2,0	20,0	38,4	0,354	1,581
NP2K	7,7 ± 0,23*	27,0	19,9 ± 0,65*	30,0	3,3	22,5	44,4	0,428	1,895
NP4K	5,1 ± 0,44*	36,3	16,4 ± 1,54	39,8	9,4	27,7	39,8	0,363	1,301
1/2N1/2P1/2K	5,5 ± 0,11*	23,8	18,9 ± 0,48*	31,5	2,5	18,3	37,8	0,244	1,087
2N2P2K	7,1 ± 0,25*	31,1	21,3 ± 0,80*	33,6	3,8	32,5	46,9	0,568	2,270
4N4P4K	7,1 ± 0,84*	42,8	22,5 ± 2,78*	44,6	12,4	43,9	69,7	0,958	3,590

* Kontrollvariandist oluliselt erinev $B > 0,95$ juures.



Joonis 2. Fosforinormi muutmine konstantsel NK-foonil sambliku kasvukohatüübi mullal mõjutas männiseemikute kõrgust vähe. (Foto Ü. Tamm.)



Joonis 3. Neljakordne kaaliuminorm NP-foonil sambliku kasvukohatüübi mullal põhjustas nii männiseemikute arvu kui ka kõrguse vähenemist. (Foto Ü. Tamm.)

das seemikute keskmist kõrgust ainult ühe mm võrra, mis pole aga statistiliselt usaldatav. Kaaliuminormi neljakordne suurendamine NP foonil põhjustas seemikute kõrguse vähenemist (joonis 3). Üks perspektiivsemaid variante käesolevas katses oli NP1/2K, mis kõrguskasvus ei jää nimetamisväärselt alla N4PK-variandile, kuid on

viimasest tunduvalt ökonoomsem. Ka eelnevate katsetega on tõestatud, et sambliku kasvukohatüübi muldi tuleb väetada täisväetisega, kusjuures kaaliuminorm võib olla väiksem kui lämmastiku- ja fosforinorm.

Juurte pikkus iseloomustab vegetatsioonikatseid vähe, sest see on teatud määral piiratud vegetatsiooninõu kõrgusega. Pealegi ei ole väetamise eesmärgiks saada mitte võimalikult pikki juuri, vaid tugevat ja hästi arenenud juurestikku. Teatavasti on lämmastikuga hea varustatuse korral juured lühikesed, jämedad ja hästi hargnevad, lämmastiku puuduse korral aga pikemad, peenemad ja vähehargnevad (Блэк, 1973). Meie katsete enamikus variantides (välja arvatud mustika kasvukohatüübi mullal 1/2N1/2P ja 4NP-variant) suurendas väetamine juurte pikkust, kusjuures maksimaalse pikkusega peajuur esines kõige tugevama, s. o. neljakordsete normidega väetamise korral. Pikkusega võrreldes olid aga väetamisest tingitud erinevused tunduvalt suuremad juurte massi puhul. Nii suurenes mustika kasvukohatüübi mullal NP-väetiste toimel juurte mass kolmekordseks, samade väetiste neljakordse normi puhul aga neljakordseks, võrreldes väetamata taimedega. Siit järeldub, et juured ei ole suurte väetisnormide suhtes nii tundlikud kui maapealne osa, kuigi normide edasise tõusuga väetiste kasutegur väheneb. Sambliku kasvukohatüübi mullaga korraldatud katses seemikute keskmine juurte mass suurenes täisväetise toimel 3,5 korda, täisväetise neljakordse annuse korral aga 8,2 korda. Seega väetisannuse neljakordistamisel väetiste arvel saadav juurtemass suurenes 2,3 korda.

Väga hästi reageerib väetistele juurekaela diameeter, mis on kõigis väetatud variantides oluliselt suurem kui väetamata taimedel. Männiseemikute jämeduskasv sõltub eeskätt lämmastikväetisest, suurenedes peaaegu proportsionaalselt juurde antud väetise kogusega. Katses mustika kasvukohatüübi mullaga oli üheaastaste männiseemikute keskmine juurekaela diameeter 1/2NP-variandis 1,5 mm, NP-variandis 1,7 mm ja 2NP-variandis 2,0 mm. Viimasest oli keskmine juurekaela diameeter neljakordse lämmastikukoguse puhul 10% võrra peenem. Selle põhjuseks on nähtavasti asjaolu, et nii suure lämmastikuannuse puhul jääb kaaliumi toitekeskkonnas väheseks. Kaaliumipuudusel aga ei kasva kambiumi ning tüvi jääb peenikeseks (Церлинг, 1956). Samale põhjusele viitavad ka sambliku kasvukohatüübi katsest pärinevad andmed, kus juurekaela diameeter täisväetise (NPK) annuste suurenedes pidevalt kasvas. Nii oli keskmine juurekaela diameeter 1/2N1/2P1/2K-variandis 1,2 mm, NPK-variandis 1,3 mm, 2N2P2K-variandis 1,6 mm ja 4N4P4K-variandis 1,8 mm. Seega tõusis jämeduskasv maksimaalse väetisnormi puhul 2,5 korda võrreldes väetamata taimedega.

Fosforinormide muutmine püsival lämmastiku või lämmastiku-kaaliumi foonil mõjutas männiseemikute jämeduskasvu vähe. Sama

ilmnes ka kaaliumikoguse varieerimisel lämmastiku-fosfori foonil. Männiseemikute jämeduskasv on aga positiivses korrelatsioonis kõigi antud väetiste koguste samaaegse suurendamisega. Järelikult ei avalda suured väetisnormid männiseemikute jämeduskasvule kahjulikku mõju.

Oluliseks tunnuseks väetuskatsete analüüsimisel on ka okaste pikkus, sest viimased reageerivad hästi toitekeskkonna muutustele. Mustika kasvukohatüübi katses ühesugusel fosforväetise foonil pikenesid männiokkad vastavalt juurde antud lämmastikukogusele. Fosforinormide muutmine lämmastiku foonil aga ei mõjutanud okaste pikkust seaduspäraselt.

Sambliku kasvukohatüübi katses suurenes okaste pikkus kõigis väetatud variantides oluliselt. Kõige väiksem oli väetiste mõju okaste pikkusele 1/2NPK-variandis — 1,5-kordne ja maksimaalse neljakordse täisväetise annuse puhul — kolmekordne. PK-foonil suurenes okaste pikkus seoses lämmastiku koguse suurenemisega, kuid mitte proportsionaalselt sellega. Fosforinormide muutmine NK-foonil ja kaaliuminormide muutmine NP-foonil ei andnud seaduspäraseid tagajärgi. Kõigi väetiste annuste üheaegne suurendamine suurendas aga tunduvalt okaste pikkust. Nii oli see 1/2N1/2P1/2K-variandis keskmiselt 37,8 mm, NPK-variandis 39,4 mm, 2N2P2K-variandis 46,9 mm ja 4N4P4K-variandis 69,7 mm. Järelikult suurema väetisnormi puhul pikenevad okkad rohkem.

Kõigist uuritud näitajatest suurenes väetiste toimel kõige enam seemikute biomass. Seemikute keskmine kuiv biomass suurenes NP-väetiste toimel mustika kasvukohatüübis 5,9 korda ja NPK-väetiste toimel sambliku kasvukohatüübis koguni 12,1 korda. Seega on võimalik suurte väetisannuste kasutamise saada küll suure biomassiga seemikuid, kuid nende vähesusest lähtudes on kogusaak tunduvalt väiksem kui väetamata või väikese väetisnormiga variantides. Selle illustreerimiseks üks näide. Mustika kasvukohatüübi väetamata variandis oli seemikute toormass kokku 138 g, 1/2NP-variandis 334 g, NP-variandis 315 g, 2NP-variandis 207 g, 4NP-variandis 54 g ja 4N4P-variandis 20 g. Näeme, et esialgu väetamine suurendas kogusaaki kontrolliga võrreldes (1/2NP-variandis 2,4 korda ja NP-variandis 2,3 korda). Lämmastikuannuste edasisel suurendamisel hakkas aga kogusaak kiiresti vähenema ning oli neljakordse lämmastikuannuse puhul juba 2,5 korda väiksem kui kontrollvariandis. Koos lämmastikuga ka fosforinormi neljakordistamine kutsus esile aga kogusaagi seitsmekordse vähenemise, mis on küllalt mõtlemapanev arv väetisnormide planeerimisel.

MÄNNIOKASTE TOITELEMENTIDE SISALDUS

Väetistarbe määramisel tuleb samaaegselt kasvuandmetega arvestada ka toiteelementide sisaldust ja nende suhet männiokastes. Analüüsiandmetel (tabel 4) oli mõlema uuritud kasvukohatüübi väetamata variandis männiokastes tugev lämmastiku defitsiit (sisaldus ainult 1,04...1,05%), mis eeldab suurt lämmastikväetise efektiivsust nendes kasvukohatüüpides. Eelnevate katsete põhjal aga teame, et ainult lämmastikväetisega ei paranda nendes kasvukohatüüpides männi kasvu vajalikul määral, mistõttu kasutatigi eelnimetatud väetiste kombinatsioone.

Ühe- ja kaheaastastes männiokastes on lämmastiksisaldus tihedalt seotud antud lämmastikväetise kogusega (Толкач, 1971),

Tabel 4

Toiteelementide sisaldus ja suhe üheaastaste männiseemikute okastes erinevates toitumistingimustes

Variant	N	P	K	Ca	N : P : K
	% õhukuiva materjali massist				

Mustika kasvukohatüüp

O	1,04	0,17	0,79	0,43	52 : 9 : 39
NP	2,68	0,30	0,79	0,36	69 : 9 : 22
1/2NP	1,60	0,28	0,79	0,43	60 : 11 : 29
2NP	2,95	0,34	0,83	0,32	72 : 8 : 20
4NP	3,32	0,33	0,79	0,32	75 : 7 : 18
N1/2P	2,55	0,34	0,83	0,32	69 : 9 : 22
N2P	2,56	0,36	0,95	0,32	66 : 10 : 24
N4P	2,48	0,44	0,83	0,21	66 : 12 : 22
1/2N1/2 P	1,72	0,26	0,87	0,39	60 : 9 : 31
2N2P	2,64	0,37	0,87	0,32	68 : 10 : 22
4N4P	3,20	0,35	0,79	0,28	74 : 8 : 18

Sambliku kasvukohatüüp

O	1,05	0,20	1,16	0,32	44 : 8 : 48
NPK	1,85	0,20	1,16	0,28	58 : 6 : 36
1/2NPK	1,26	0,19	1,41	0,28	44 : 7 : 49
2NPK	2,52	0,24	1,29	0,28	62 : 6 : 32
4NPK	3,16	0,21	1,08	0,21	71 : 5 : 24
N1/2PK	1,90	0,20	1,37	0,25	55 : 6 : 39
N2PK	1,82	0,22	1,20	0,18	56 : 7 : 37
N4PK	1,90	0,21	1,08	0,25	60 : 7 : 34
NP1/2K	1,70	0,20	1,12	0,21	56 : 7 : 37
NP2K	2,17	0,22	1,33	0,21	58 : 6 : 36
NP4K	2,50	0,22	1,49	0,18	59 : 5 : 36
1/2N1/2P1/2K	1,40	0,17	1,12	0,21	52 : 6 : 42
2N2P2K	2,45	0,23	1,25	0,18	62 : 6 : 32
4N4P4K	2,80	0,26	1,16	0,21	66 : 6 : 28

kuid okaste lämmastikusisaldust võib tõsta ka fosfor- ja harva isegi kaaliumväetisega (Влияние..., 1974). V. Pobedovi ja V. Voltškovi (Победов, Волчков, 1973) järgi toimub lämmastikusisalduse suurenemine männiokastes proportsionaalselt lämmastikväetise annusega, ei sõltu puistu boniteedist ega metsakasvutingimustest. Lämmastikusisalduse suurenemisega okastes suureneb ka fosforisisaldus.

Ka meie mustika kasvukohatüübi katses suurenes konstantsel fosforifoonil männiokaste lämmastikusisaldus vastavalt juurde antud lämmastikväetise kogusele. Eriti efektiivne oli NP-variant, kus okaste lämmastikusisaldus suurenes 2,6 korda. Edasisel lämmastikuannuse suurendamisel seemikute poolt omastatav lämmastikukogus tõuseb vähem. Nii oli see kahekordse lämmastikuannuse puhul 2,8 korda ja neljakordse annuse puhul 3,2 korda suurem kui kontrolltaimedel. Siit järeldub, et põhiline lämmastikudefitsiit kaeti põhinormi arvel, edasine lämmastikuannuse tõstmine on juba raiskamine. Küll aga suureneb suurema lämmastikuannuse puhul fosfori omastamine. H. Höhne ja H. J. Fiedleri (1970) andmetel soodustab lämmastikuga väetamine N, P, K omastamist juurte poolt, mis väljendub nende suurenenud sisaldumises okastes.

V. Porgasaare (1973) järgi suurendab lämmastikväetise lisamine konstantsel fosforifoonil fosfori omastamist männiseemikute poolt ainult juhul, kui seda leidub toitekeskkonnas küllaldaselt. Fosforipuuduse korral võib selle kontsentratsioon okastes lämmastikväetise lisamisel jääda samaks või isegi väheneda.

Fosforinormide varieerimisel konstantsel lämmastikufoonil muutus okaste fosforisisaldus suhteliselt kitsastes piirides. Mõnevõrra suurem hüpe okaste fosforisisalduses toimus N4P-variantis (0,44% P). Kõigis väetatud variantides oli okaste fosforisisaldus männiseemikute heaks kasvuks täiesti piisav. Kahekordne lämmastiku- või fosforiannus suurendas okastes ka kaaliumisisaldust, kuigi seda mustika kasvukohatüübi katses toitekeskkonda ei lisatud. Neljakordsete lämmastiku- ja fosforinormide puhul okaste kaaliumisisaldus ei muutunud.

Sambliku kasvukohatüübi katses, kus muudeti kõigi kolme väetise norme, tõstis toitekeskkonda juurdeantud lämmastikukoguste suurendamine okaste lämmastikusisaldust ja kaaliumikoguste suurendamine okaste kaaliumisisaldust proportsionaalselt väetiste normidega. Fosforinormide muutmine konstantsel NK-foonil okaste fosforisisaldust praktiliselt ei muutnud.

Sambliku kasvukohatüübi kõigis väetatud variantides oli okaste toiteelementide sisaldus küllaldane. Erandi moodustasid poole lämmastikunormiga väetatud variantid, kus männiokastes leidis ainult 1,26... 1,40% lämmastikku, mis näitab selle elemendi vähesust toitekeskkonnas. Järelikult nii väike lämmastikunorm ei kompenseerinud substraadi lämmastikudefitsiiti.

Toiteelementide suhte järgi okastes oli mustika kasvukohatüübi

katses optimaalsele (69:6:25) lähedased N1/2P- ja NP-variant. Sambliku kasvukohatüübi katses ei vastanud toiteelementide optimaalsele suhtele ükski variant. Järelikult ei ole väetiste vahekorid valitud päris õigesti.

SEMIKUTE MÕOTMETE JA OKASTE TOITEELEMENTIDE SISALDUSE VAHELINE SEOS

Kirjanduse (Шлейнис, 1973) andmetel valitseb mändide kõrguse ja okaste pikkuse ning massi vahel tihe korrelatsioon, r vastavalt 0,79 ja 0,82. Kasv on positiivses lineaarses korrelatsioonis ka peamiste toiteelementide sisaldusega okastes.

Männiseemikute mõõtmed on omavahel tugevas korrelatsioonis. Eriti tugev on seemikute kuivmassi ja okaste pikkuse vaheline seos, korrelatsioonikoefitsient $r=0,90$ ja $0,97$. Seemikute kõrguse ja kuivmassi ning kõrguse ja okaste pikkuse vaheline korrelatsioon on mustika kasvukohatüübi katses vastavalt 0,85 ja 0,82 (tabel 5), sambliku kasvukohatüübi katses 0,66 ja 0,62. Kõik korrelatsioonikoefitsiendid on usaldatavad vähemalt 95%-lise tõenäosusega.

Tabel 5

Üheaastaste männiseemikute mõõtmete ja okaste toitainetesisalduse vaheline korrelatsioon

	Seemiku kuivmass	Okka pikkus	Okaste			
			N	P	K	Ca
			sisaldus			
Mustika kasvukohatüüp						
Seemiku kõrgus	0,85*	0,82*	0,84*	0,66*	0,69*	0,64*
Seemiku kuivmass		0,90*	0,95*	0,81*	0,57	0,70*
Okka pikkus			0,86*	0,55	0,70*	0,86*
Okaste N-sisaldus				0,73*	0,60*	0,75*
„ P-sisaldus					0,55	0,91*
„ K-sisaldus						0,50
Sambliku kasvukohatüüp						
Seemiku kõrgus	0,66*	0,62*	0,75*	0,49	0,77*	0,84*
Seemiku kuivmass		0,97*	0,81*	0,82*	0,47	0,65*
Okka pikkus			0,72*	0,26	0,31	0,61*
Okaste N-sisaldus				0,78*	0,75*	0,80*
„ P-sisaldus					0,52*	0,64*
„ K-sisaldus						0,65*

* Tõenäosus vähemalt 95%.

Kirjanduse andmetel puistu kõrguse ja okaste lämmastikuisalduse vaheline korrelatsioon $r=0,923\pm 0,05$ ja fosforisisaldusega $r=0,862\pm 0,09$, kaaliumiga ei ole korrelatsioon usaldatav ning võrdub $0,573\pm 0,250$ (Победов, Волчков, 1972).

Ka meie katsetes on seemikute kõrguse ja toiteelementide sisalduse vahel okastes tihe seos, $r=0,64 \dots 0,84$, välja arvatud fosforisisaldus sambliku kasvukohatüübi katses. Kõige kõrgem on kasvu iseloomustavate näitajate seos lämmastikuga, kus $r=0,72 \dots 0,95$ ning vastab vähemalt 95% -lisele tõenäosusele.

J. Berzini andmetel valitseb tihe seos okaste pikkuse ja massi ning N-, P- ja K-sisalduse vahel nendes, $r=0,580 \dots 0,780$. Okka pikkuse ja massi vaheline korrelatsioonikoefitsient võrdub 0,890 (Берзинь, 1974). Meie katsetes on okka pikkus kõige tihedamini seotud okaste lämmastikuisaldusega — $r=0,72$ ja 0,86, seejärel kaltsiumiga — $r=0,61$ ja 0,86. Fosforiga ei ole okaste pikkus usaldatavas korrelatsioonis, mitte alati ka kaaliumiga. Okaste lämmastikuisaldus korreleerub hästi teiste toiteelementide sisaldusega okastes. Seosed okaste fosfori-, kaaliumi- ja kaltsiumisisalduse vahel ei ole alati usaldusväärsed.

Järeldused

1. Väetatud variantides oli männitõusmeid vähem kui kontrollvariandis.

2. Männitõusmed on tundlikud eeskätt lämmastiku ja kaaliumi suhtes, suuri fosforväetise koguseid talub mänd suhteliselt hästi.

3. Lämmastiku ja kaaliumi põhinorm ning pool kogust mõjutas tõusmete arvu vähe, normide kahe- ja neljakordistamisega tõusmete arv väheneb proportsionaalselt kasutatud väetiste kogustega.

4. Seemikute kõrgus suurenes kuni kahekordse väetisnormi kasutamiseni, väetisnormi edasisel suurenemisel hakkas kõrguskasv vähenema.

5. Väetamine suurendas enamikus variantides juurte pikkust, kusjuures maksimaalse pikkusega peajuur esines neljakordsete väetisnormide puhul, juurte mass suurenes proportsionaalselt kasutatud väetiste kogustega.

6. Männiseemikute jämeduskasv sõltus eeskätt lämmastikväetistest, suurenedes vastavalt juurde antud väetisekogusele. Fosfori- ja kaaliuminormide suurendamine mõjutas männiseemikute jämeduskasvu vähe.

7. Okaste pikkus suurenes kõige enam lämmastikväetiste toimel. Väetise kõigi komponentide annuste suurendamisel neljakordseks tõusis okaste pikkus kuni 3 korda.

8. Seemikute keskmine biomass suurenes seda rohkem, mida suurem oli väetisnorm, maksimaalselt kuni 12 korda. Seemikute

väikese arvu tõttu on aga neljakordsete normidega variandis kogu-
saak kuni 7 korda väiksem kui kontrollvariandis.

9. Toitekeskkonda juurde antud lämmastikukoguste suurenda-
mine tõstis okaste lämmastikusisaldust ja kaaliuminormide suu-
rendamine kaaliumisisaldust. Fosforinormide muutmisel muutus
okaste fosforisisaldus suhteliselt kitsastes piirides.

10. Männiseemikute mõõtmed on omavahel tugevas korrelat-
sioonis. Seemikute kõrguse ja kuivmassi ning kõrguse ja okaste
pikkuse vaheline korrelatsioon on mustika kasvukohatüübi katses
0,85 ja 0,82, sambliku kasvukohatüübi katses 0,66 ja 0,62. Seemi-
kute kuivmassi ja okaste pikkuse vaheline korrelatsioonikoefitsient
on vastavalt 0,90 ja 0,97.

11. Seemikute kõrgus, kuivmass ja okaste pikkus korreleeru-
vad okaste toiteelementide sisaldusega. Kõige tugevam on seos
lämmastikusisaldusega — $r=0,72 \dots 0,95$. Okaste lämmastiku-
sisaldus on usaldatavas korrelatsioonis samuti teiste toitelemen-
tide sisaldusega okastes. Fosfori-, kaaliumi- ja kaltsiumisisalduse
omavaheline seos okastes ei ole alati usaldatav.

KIRJANDUS

- Höhne, H., Fiedler, H. J. Beitrag zur Stickstoffdüngung mittelalter Kiefern-
bestände (IV). — «Archiv für Forstwesen», 1970, B. 19, H. 9/10, S.
877...898.
- Karsisto, K. Lannoituksen vaikutuksen kestoajasta suomensissä. — «Suo»,
N 3...4, s. 49...56.
- Porgasaar, V. Hariliku männi mineraalne toitumine ja selle diagnostika.
Kandidaadidissertatsioon, Tartu, 1973. 196 lk. [Käsikiri Tartu Riikliku Uli-
kooli Teaduslikus Raamatukogus].
- Raid, L. Sambliku- ja kanarbikumännikute väetistarbe määramisest. — Metsa-
majandus. Tallinn, 1976, lk. 47...52.
- Баглай А. Н., Струков В. И. Минеральные удобрения как фактор по-
вышения продуктивности культур сосны. — «Лесной журнал», 1972,
№ 5, с. 16...20.
- Берзинь И. А. Исследования посевов сосны в главнейших типах лесораститель-
ных условий сосны Латвийской ССР. Автореферат канд. дисс. Елга-
ва, 1974. 31 с.
- Блэк К. А. Растение и почва. М., 1973. 503 с.
- Влияние минеральных удобрений на культуры дуба и сосны. — «Лесное
хозяйство», 1974, № 12, с. 25...30. Авт.: С. П. Пастернак, И. И. Смолья-
нинов, В. Н. Угаров и др.
- Победов В. С., Волчков В. Е. Диагностика режима минерального пита-
ния в сосновых лесах БССР. — В кн.: Питание древесных растений и
проблемы повышения продуктивности лесов. Петрозаводск, 1972, с.
35...46.
- Победов В. С., Волчков В. Е. Влияние азотного удобрения на хвою
сосны. — В кн.: Лесохозяйственная наука и практика. Вып. 23. Минск,
1973, с. 28...32.
- Слухай С. И., Баннов М. Г. Диагностика минерального питания сеян-
цев лиственницы сибирской. — «Агрохимия», 1972, № 1, с. 124...129.
- Слухай С. И., Соснин Н. А. Влияние рядкового внесения удобрений и
корневой подкормки на рост и формирование сеянцев сосны обыкновен-

- ной. — В кн.: Бюллетень всесоюзного научно-исследовательского института агролесомелиорации. Вып. 5(57). Волгоград, 1969, с. 44...48.
- Толкач В. Н. Влияние минеральных удобрений и многолетнего люпина на плодородие почвы и содержание элементов питания в вегетативных органах соснового подростка. — В кн.: Беловежская пушча. Вып. 5. Минск, 1971, с. 97...104.
- Церлинг В. В. О диагностике растений в калии. — «Почвоведение», 1956, № 6, с. 59...71.
- Шлейнис Р. И. Корреляционные связи между длиной, весом, химическими свойствами хвои и приростом сосновых молодняков на бедных песчаных почвах юга Прибалтики. — В кн.: Тезисы докладов совещания «Итоги научных исследований по лесоведению и лесной биогеоценологии». Вып. 2. М., 1973, с. 70...72.
- Шумяков В. С. Достижения и проблемы применения минеральных удобрений в лесном хозяйстве СССР. — «Агрохимия», 1972, № 7, с. 145...153.

О РОСТЕ СОСНОВЫХ СЕЯНЦЕВ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ПИТАНИЯ

Л. РАЙД

Резюме

Для улучшения роста сосны в черничном типе местопроизрастания необходимо удобрять их азотным и фосфорным удобрениями (NP), в лишайниковом типе — полным удобрением (NPK). В целях выяснения оптимального соотношения удобрений в названных комбинациях, были заложены вегетационные опыты посевом сосны на подзолистых почвах лишайникового и черничного типов местопроизрастания в четырехкратной повторности. В каждый вегетационный сосуд было посеяно согласно шаблону по 50 сосновых семян. Норма удобрения в основном варианте (NP или NPK) была 375 мг N, 800 мг P₂O₅ и 450 мг K₂O на 5-литровый вегетационный сосуд. Кроме основной в опытах применялись половина нормы, двойная и четырехкратная.

Из опытов выяснилось, что в удобренных вариантах сосновых всходов было меньше, чем в контрольном варианте. Причина в том, что сосновые всходы чувствительны по отношению к азотному и калийному удобрениям, большие дозы фосфорных удобрений сосна переносит довольно хорошо. Пол нормы и полная норма азота и калия мало влияли на количество всходов, при двух- и четырехкратной норме количество всходов уменьшилось пропорционально увеличению нормы удобрения.

В вегетационном опыте с почвой черничного типа местопроизрастания, при всех примененных нормах удобрения, за исключением 4N4P варианта, существенно увеличилась высота надземной части сеянцев по сравнению с контролем. Причем, высота сеянцев увеличивалась до внесения двойной нормы, при более высоких нормах прирост стал снижаться.

На почве лишайникового типа местопроизрастания хорошие

результаты дала полная норма азота на фоне РК. Значительно меньшей была высота сеянцев в варианте с половинной нормой азота. При двух- и четырехкратной нормах азота рост сеянцев в высоту тормозится. Изменение норм фосфора от половины до двойной на постоянном фоне азота и калия на высоту сеянцев почти никакого влияния не оказало. Четырехкратная норма калия на фоне азота и фосфора замедлила рост сеянцев в высоту. Одним из наиболее перспективных вариантов на почве лишайникового типа местопроизрастания был NP1/2K-вариант.

Длина корней под влиянием удобрений в большинстве вариантов возрастает, причем, максимальной длины главный корень достигает при четырехкратных нормах удобрения. Масса корней увеличивалась пропорционально повышению нормы удобрений.

Диаметр корневой шейки хорошо реагирует на удобрение. Во всех удобренных вариантах он был значительно больше, чем у неудобренных растений. Прирост диаметра корневой шейки у сеянцев сосны увеличивается почти пропорционально добавленному количеству азотного удобрения. Повышение норм фосфора и калия мало влияло на прирост диаметра корневой шейки сосновых сеянцев.

Длина хвои больше всего увеличилась под влиянием азотных удобрений. При четырехкратной норме полного удобрения длина хвои возросла до 3 раз.

Из всех изученных показателей под влиянием удобрений больше всего увеличилась биомасса. Так, в черничном типе местопроизрастания сухая масса сеянцев увеличилась под воздействием NP-удобрений в 5,9 раза, на почве лишайникового типа местопроизрастания под воздействием полного удобрения — в 12,1 раза.

При высоких нормах удобрений можно выращивать сеянцы с большой массой, но из-за их немногочисленности валовый урожай меньше, чем в контрольном варианте (например в варианте с четырехкратной нормой полного удобрения — в 7 раз).

В опыте с почвой черничного типа местопроизрастания на постоянном фоне фосфора содержание азота в сосновой хвое увеличивалось соответственно внесенному количеству азотного удобрения. Наиболее эффективным был NP-вариант, где содержание азота в хвое возросло в 2,6 раза. В опыте с почвой лишайникового типа местопроизрастания внесение в питательную среду азотного удобрения влекло за собой увеличение содержания азота в хвое, внесение калия — увеличение содержания калия, а изменение норм фосфора на постоянном фоне NK практически содержание фосфора в хвое не изменяло.

— Дименсии сосновых сеянцев находятся между собой в сильной корреляции. Так, в опытах с почвой черничного типа местопроизрастания коэффициент корреляции между высотой сеянцев и сухой массой является 0,85, между высотой сеянцев и длиной хвои 0,82, с почвой лишайникового типа соответственно 0,66 и 0,62. Коэффициент корреляции сухой массы сеянцев и длины хвои в черничном типе местопроизрастания — 0,90 и в лишайниковом типе — 0,97.

Высота и сухая масса сеянцев, а также длина хвои коррелируют с содержанием питательных элементов в хвое. Наиболее тесная связь наблюдается с содержанием азота — $r=0,72 \dots 0,95$. Содержание азота находится в достоверной корреляции с содержанием других питательных элементов в хвое. Связь между содержанием фосфора, калия и кальция в хвое не всегда достоверна.

ÜBER DAS WACHSTUM VON KIEFERNSÄMLINGEN UNTER VERSCHIEDENEN ERNÄHRUNGSBEDINGUNGEN

L. RAID

Zusammenfassung

Zum guten Wuchs braucht die Kiefer auf dem Heidelbeerstandorttyp eine NP-Düngung und auf dem Flechtenstandorttyp eine NPK-Düngung. Um eines optimales Mengenverhältnis zwischen den Düngemitteln in den genannten Kombinationen festzustellen, wurden Vegetationsversuche mit Kiefern Saat in vierfacher Wiederholung in Flechten- und Heidelbeerstandorttypen auf Podsolböden angestellt. In jedes Versuchsgefäß wurden mit Hilfe entsprechender Schablone jeweils 50 Kiefern Samen gesät. Als Düngungsnorm nahm man für die Grundvarianten (NP oder NPK) 375 mg N, 800 mg P_2O_5 und 450 mg K_2O auf je ein Fünfliterfass. Dieser Grundgehalt wurde in Versuchen um die Hälfte und um das Zweifache variiert.

Die Versuche ergaben, dass die gedüngten Varianten weniger Kiefernkeimlinge aufzuweisen hatten. Kiefernkeimlinge sind vor allem gegen Stickstoff- und Kaliumdünger empfindlich, während die Kiefer grosse Mengen von Phosphordüngemitteln verhältnismässig leicht verträgt. Sowohl die Anwendung der Grundnorm von Stickstoff und Kalium als auch ein um die Hälfte herabgesetzter Gehalt von den beiden beeinflusste die Zahl der Keimlinge nur wenig, aber Verzweifachung und Vervierfachung der Norm bedingten die Verminderung der Zahl der Keimlinge proportional mit der Zunahme der zugesetzten Düngermenge.

Verglichen mit der Kontrollvariante, vergrösserten in Vegetationsversuchen mit dem Boden des Heidelbeerstandorttyps alle

benutzten Düngernorme — ausgenommen die 4N4P-Variante — beträchtlich die Höhe des oberirdischen Teiles der Sämlinge. Dabei nimmt die Höhe der Sämlinge, entsprechend der Vergrößerung der Düngungsnorm, bis zur Zusetzung der zweifachen Grundnorm fortwährend zu, wonach sie sich bei einer weiteren Erhöhung der Düngermenge wiederum abzunehmen beginnt.

Auf dem Boden des Flechtenstandorttyps führte die einer Grundnorm entsprechende Stickstoffgabe bei einer gleichbleibenden PK-Menge zu den besten Ergebnissen. Beträchtlich geringere Höhe wiesen die Sämlinge der Variante mit nur halber Stickstoffnorm auf. Auch die zwei- und vierfache Stickstoffgabe begann den Höhenzuwachs zu hemmen. Bei einer gleichbleibenden Menge von Stickstoff- und Kaliumdüngern beeinflusste die Vergrößerung der Phosphorgabe bis zu zweifacher Norm die Höhe von Sämlingen nur wenig. Die vierfache Vergrößerung der Kaliumgabe bewirkte bei der gleichbleibenden NP-Menge die Verminderung der Höhe bei den Sämlingen. Eine von den perspektivsten Varianten war auf dem Boden des Flechtenstandorttyps die Variante NP1/2K.

Bei den meisten Varianten verursachte die Düngung die Verbesserung der Wurzellänge, wobei die maximale Länge der Hauptwurzel bei den vierfachen Düngungsnormen vorkam und die Masse der Wurzeln sich proportional mit den angewandten Düngermengen vergrößerte.

Der Durchmesser des Wurzelhalses reagiert gut auf die Düngung, dann er war in allen gedüngten Varianten beträchtlich grösser als bei den Pflanzen der ungedüngten Varianten. Der Durchmesserzuwachs der Kiefern Sämlinge hängt vor allem von den Stickstoffdüngemitteln ab und nimmt fast proportional mit der Menge der zugesetzten Düngemitteln zu. Die Vergrößerung der Phosphor- und Kaliumnormen beeinflusste den Durchmesserzuwachs von Kiefern Sämlingen nur gering. Die gleichzeitige Vergrößerung aller hiergenannten Düngemitteln steht in positiver Korrelation zu dem Durchmesserzuwachs der Kiefern Sämlinge.

Die Länge der Kiefern Nadeln vergrößerte sich am meisten bei der Einwirkung von Stickstoffdüngemitteln. Bei der vierfachen Zusetzung aller geschilderten Düngemitteln vergrößerte sich die Länge der Nadeln bis nahezu dreifach. Am meisten aber vergrößerte sich infolge der Düngung die Biomasse der Sämlinge. So nahm die mittlere trockene Biomasse der Sämlinge infolge der Einwirkung von NP-Düngern in dem Heidelbeerstandorttyp um ein 5,9-faches und infolge der Einwirkung von NPK-Düngern in dem Boden des Flechtenstandorttyps sogar um ein 12,1-faches zu.

Zu beachten ist aber, dass es unter Anwendung hoher Düngemittelzusetzung zwar möglich ist, Sämlinge mit grosser Biomasse zu erhalten, aber der Gesamtertrag verringert sich wegen der kleineren Anzahl der Sämlinge in der Variante mit vierfacher Norm nahezu 7-fach, verglichen mit der Kontrollvariante.

Im Versuch mit dem Boden des Heidelbeerstandorttyps nahm der Stickstoffgehalt der Kiefernadeln bei der konstanten Menge von Phosphor entsprechend der Menge der zugesetzten Stickstoffdüngemitteln zu. Besonders grossen Effekt hatte die NP-Variante, wo sich der Stickstoffgehalt in den Nadeln 2,6-fach vergrösserte. In dem Versuch mit dem Boden des Flechtenstandorttyps, wo man die Normen aller drei Dünger geändert hatte, erhöhte die Vergrösserung der in das Substrat zugesetzten Stickstoffmenge den Stickstoffgehalt in den Nadeln und die Vergrösserung der zugesetzten Kaliummenge den Kaliumgehalt der Nadeln entsprechend den Normen der angewendeten Düngemitteln. Die Änderung von Phosphornormen bei der gleichbleibenden NK-Menge beeinflusste praktisch nicht den Gehalt der Nadeln an Phosphor.

Die Masse der Kiefern Sämlinge stehen in starker Korrelation zueinander. Die Korrelation zwischen der Höhe der Sämlinge und ihrer Biomasse sowie der Höhe und Nadellänge betrug in dem Versuch des Heidelbeerstandorttyps 0,85 und 0,82, in dem Versuch des Flechtenstandorttyps 0,66 und 0,62. Der Korrelationskoeffizient zwischen der Trockenmasse der Sämlinge und Nadellänge betrug entsprechend 0,90 und 0,97.

Höhe, Trockenmasse und Nadellänge der Sämlinge stehen in Wechselbeziehung zu dem Nährelementengehalt in den Nadeln. Am stärksten ist der Zusammenhang mit dem Stickstoffgehalt — $r=0,72 \dots 0,75$. Der Stickstoffgehalt der Nadeln steht in zuverlässiger Wechselbeziehung auch mit dem Gehalt der Nadeln an übrigen Nährelementen. Der Zusammenhang zwischen dem Phosphor-, Kalium- und Kalziumgehalt der Nadeln gilt aber nicht immer als zuverlässig.

VÄETUSKATSETE TULEMUSTEST ERINEVA VANUSEGA POHLAMÄNNIKUTES

P. TÄLLI, H. SEEMEN, J. PIKK

Metsade majandamise üheks põhieesmärgiks on puistute tootlikkuse tõstmine. Liigniiskete metsade kuivendamise kõrval rakendatakse paljudes maades puistute tootlikkuse tõstmiseks väetamist mineraalväetistega. Metsade väetamise ulatuslikku levikut soodustavad väetuskatsete ja praktilise metsaväetamise senised tulemused, mis näitavad, et sobivates tingimustes osutub metsade väetamine efektiivseks nii bioloogilisest kui ka majanduslikust küljest. Väetamisega püütakse pidurdada suurenenud tarbimisest tingitud puiduvarude kahanemist, tõsta tarbepuidu väljatulekut, parandada metsa sanitaarset seisundit ning suurendada metsamulla viljakust. Arenenud metsamajandusega Euroopa riikides on traditsiooniliste metsaparandamise võtete — kuivendamise ja hooldusraiete võimalused põhiliselt ammendatud, mistõttu metsade väetamisele pannakse eriti suuri lootusi.

Nõukogude Liidus tegeldakse metsade väetamisega Balti liiduvabariikides, Ukraina NSV-s, Vene NFSV-s, Valgevene NSV-s, Karjala ANSV-s jm.

Eestis alustati metsade väetamist mineraalväetistega 1967. aastal; 1975. aastaks oli riigimetsafondis väetatud ühtekokku 13400 ha metsa.

Vaatamata metsade väetamise laialdasele kasutusele praktikas, on paljud praktilisest ja teaduslikust seisukohast väga olulised küsimused lahendamata. Väetamine ei anna eri geograafilistes piirkondades, eri metsakasvukohatüüpides ja eri väetiseliikide kasutamisel ühesugust efekti. Seepärast on metsa väetamisega tegelevates maades vastavad regionaalsed uurimistööd möödapääsmatud.

Plaanipärast uurimistööd mineraalväetiste mõju hindamiseks metsa kasvule alustati Eesti Metsainstituudis 1970. aastal. Asuti selgitama puistute väetistarvet metsatüüpide kaupa ning mineraalväetiste mõju metsa biogeotsünoosi üksikutele komponentidele — puudele, alustaimestikule, mullale. Eesti NSV mandrialale oli 1975. a. lõpuks rajatud ühtekokku 36 metsaväetamise katseala üld-

pindalaga 61,3 ha. Kokku rajati nendel 276 proovitükki. Katsealadest asub samblikutüübis 2, pohlatüübis 15, mustikatüübis 7, rabastuva mustika tüübis 1, jänesekapsatüübis 2, maasika-sinililletüübis 1, seljarohu-naaditüübis 1, kuivendatud siirdesoo 2 ja kuivendatud rabas 5 katseala.

1975. a. hilissügisel viidi läbi mineraalväetiste mõju hindamine 1970/71. a. rajatud katsealadel. Käesolev töö käsitleb väetuskatsete rajamise metoodikat ja uurimistöö tulemusi pohlamännikutes.

METOODIKA

Metsaväetamise alalised katsealad rajati selliselt, et nende abil saab määrata mineraalväetiste mõju puidu juurdekasvule, hinnata mineraalväetiste kasutamise majanduslikku efektiivsust ning uurida väetamise mõju seemnekandvusele, metsa sanitaarsele seisundile, taimkattele ja metsamulla omadustele.

Katsealade valikul peeti silmas, et mulla viljakus ja puistu oleks kogu katseala ulatuses võimalikult homogeenne. Väetamine viidi läbi katseskeemide kohaselt, milles oli 2...5 katsevarianti. Kõikidel katsealadel on ka väetamata kontrollvariandid. Katsevariandid rajati valdavalt kolmes korduses proovitükkide suurusega 0,1...0,2 ha, seega on katsealal ühesuguselt väetatud metsaosa pindala 0,3...0,6 ha. Kui katsevariant rajati ühes või kahes korduses, siis on ühe proovitüki pindala suurem, tavaliselt 0,2...0,4 ha. Katsevariandid paigutati katsealale juhusliku valiku printsiibi alusel. Kõrvuti asuvate proovitükkide vahele jäeti vaheriba laiusega 10...20 m. Kuna katsevariandi servaalal kasvavate puude juured levivad ka väljapoole proovitükki, on vaheribast pool väetatud samasuguselt kui antud katsevariant (puhvertsoon). Seega asuvad väetatud proovitükkidel kõigi puude juured väetiste mõju sfääris, kontrolltükil aga väljaspool seda. Proovitükid tähistati üldkasutataval viisil ning nende paiknemise kohta katsealal koostati skeem. Katsealadel viidi läbi puistu takseerimine katse rajamise ajal. Puude diameetrid mõõdeti puuliikide ja rinnete kaupa alates 4 sentimeetrist 2-sentimeetriliste astmevahedega. Puude kõrgused mõõdeti samuti puuliikide ja rinnete kaupa, kusjuures mõõdetavate puude arv võeti proportsionaalne puude arvuga igas jämedusastmes (mõõdeti 10...15% puid igas jämedusastmes). Puude kõrguse mõõtmiseks kasutati varem eklimeetrit, alates 1975. aastast Soome kõrgusemõõtjat. Viimase täpsus (0,2 m) on eklimeetri omast suurem. Puistu vanus määrati aastarõngaste lugemise teel puursüdamikelt, mis võeti juurdekasvupuuriga puude juurekaelast. Olenevalt puurimise koha kõrgusest lisati lugemile 2...4 aastat.

Metsatakseerimise andmete läbitöötamisel määrati igal proovitükil puistu koosseis, vanus, täius, boniteet, keskmine kõrgus ja

diameeter; puistu löikepindala ja tagavara määrati nii proovitüki kui ka 1 ha kohta.

Katseala mullastiku kirjeldamiseks tehti iseloomulikumas kohta sügavkaeve. Sellest võeti mullahorisontide järgi proovid mehaanilise koostise ja agrokeemiliste omaduste määramiseks. Vastavad analüüsid tehti Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi Vabariiklikus Agrokeemia Laboratooriumis.

Väetamise mõju hindamiseks puidu juurdekasvule võeti 1975. a. hilissügisel juurdekasvuproovid (puursüdamikud) kõigilt 1970/71. a. rajatud väetuskatsealadelt. Igal puul, millelt juurdekasvuproov võeti, määrati diameeter 0,5 cm täpsusega. Juurdekasvuproovidel mõõdeti aastaringide laius 0,01 mm täpsusega väetamisjärgsel (1971...1975) ja vahetult sellele eelnenud (1966...1970) perioodil. Iga katsevariandi kohta võeti kuni 100 juurdekasvuproovi, kokku analüüsiti 1500 puursüdamikku. Väetamise mõju olulisust hinnati otseselt mõõdetava suuruse — diameetri juurdekasvu erinevuste alusel.

UURIMISTÖÖ TULEMUSED

Pohla kasvukohatüüp on Eestis üks levinumaid. Metsakorralduse andmetel on see pindalaliselt riigimetsafondi maadel 9,3%-ga teisel kohal (Lõhmus, 1974). Metsatüüpidest domineerivad pohlamännikud, tunduvalt vähem on pohlakuusikuid ja -kaasikuid. 1975. a. sügisel uuritud katsealad paiknevad pohlamännikutel.

Katsealade mullad on nõrgalt või keskmiselt leetunud leedemullad, mille lähtekivimiks on võrdlemisi tusedad fluvioglatsiaalsed liivad. Mehaanilise koostise järgi on need valdavalt keskmise- ja peeneteralised liivad füüsikalise savi sisaldusega kuni 8%.

Toitainetesisalduse poolest on mullad vaesed. Mineraalsetes horisontides on laktaatlahustuvat P_2O_5 1...4 mg ja K_2O 0,5...2 mg 100 g mullas. Toitaineterikas on vaid õhuke A_0 -horisont, mis sisaldab laktaatlahustuvat P_2O_5 kuni 25 mg ja K_2O kuni 75 mg 100 g kohta. Mulla reaktsioon on kogu profiili ulatuses happeline.

Järgnevalt esitatakse üldandmed katsealade ja -variantide kohta (asukoht, puistu kirjeldus, katseskeem, kasutatud väetised).

1. Tudu metsamajandi Uljaste metskonna metsaväetamise katseala asub kv. 81 er. 1. Puistu on üherindeline 41-aastane pohlamännik, mille koosseis on 10Mä üks. Ks, täius 0,8, boniteet III, keskmine kõrgus 12,5 m, diameeter 11 cm, tagavara 153 tm/ha. Reljeef on tasane. Muld on nõrgalt leetunud leedemuld, kuiv liiv.

Katsealale üldsuurusega 0,60 ha on rajatud kaks katsevarianti ühes korduses: kontroll (väetamata) ja $N_{100}P_{100}K_{100}$ *. Proovitükide (á 40×50 m) ümber on 5 m laiune puhvertsoon.

Väetamine toimus superfosfaadiga — 500 kg/ha ja kaalisoo-

* Arvud keemilise elemendi tähise juures siin ja edaspidi näitavad toimeaine kogust kg/ha, $+N_{100}$ tähendab kordusväetamist lämmastikuga.

laga — 250 kg/ha 1970. a. septembris ning karbamiidiga — 220 kg/ha 1972. aasta juuni algul.

2. Elva metsamajandi Kuuste metskonna metsaväetamise katseala asub kv. 12 er. 9. Puistu on üherindeline 46-aastane pohlamännik, mille koosseis on 10Mä üks. Ku, täius 0,8, boniteet II, keskmine kõrgus 15 m, diameeter 13 cm, tagavara 204 tm/ha. Reljeef on nõrgalt lainjas. Muld on keskmiselt leetunud leedemuld, värske liiv.

Katsealale üldsuurusega 1,08 ha on rajatud kaks katsevarianti kolmes korduses: kontroll ja $N_{100}P_{100}K_{100}+N_{100}$. Proovitükkide (á 20×50 m) ümber on 5 m laiune puhvertsoon.

Väetamine toimus superfosfaadiga — 500 kg/ha ja kaalisoolaga — 250 kg/ha 20...22. oktoobril 1970. a. ning karbamiidiga — 220 kg/ha 10. VI 1971. a. Kordusväetamine karbamiidiga — 220 kg/ha toimus 12. V 1974. a.

3. Tartu metsamajandi Saare metskonna metsaväetamise katseala asub kv. 64 er. 3. Puistu on üherindeline 80-aastane pohlamännik, mille koosseis on 10Mä üks. Ks, täius 0,7, boniteet III, keskmine kõrgus 20 m, diameeter 22 cm, tagavara 215 tm/ha. Reljeef on tasane. Muld on keskmiselt leetunud leedemuld, kuiv liiv.

Katsealale üldsuurusega 2,03 ha on rajatud kaks katsevarianti kolmes korduses: kontroll ja $N_{100}P_{100}K_{100}$. Proovitükkide (á 30×60 m) ümber on 7,5 m laiune puhvertsioon.

Väetamine toimus superfosfaadiga — 500 kg/ha ja kaalisoolaga — 250 kg/ha 2. X 1970. a. ning karbamiidiga — 220 kg/ha 9. VI 1971. a.

Katsealade iseloomustusest selgub, et väetamise mõju pohlamännikute kasvule uuriti keskealistes (Uljaste mk. ja Kuuste mk. katseala) ja valmivas puistus (Saare mk. katseala). Nagu märgivad V. Šumakov ja J. Fjodorova (Шумakov, Федорова, 1970), on väetatavate puistute optimaalset vanust, s. o. perioodi, millal väetamine annab kõige suuremat bioloogilist ja ökonoomilist efekti, veel vähe selgitatud. Käesolevas töös esitatavate uurimistulemuste põhjal on võimalik anda selle väga olulise küsimuse lahendamiseks vabariigi tingimustes mõningaid seisukohti.

Katsealade mullastiku uurimise andmete põhjal järeldati, et puude kasvu limiteerivaks teguriks on kolme põhilise toiteelemendi (N, P, K) vaegus. Lähtudes sellest kasutati toitainete defitsiidi kõrvaldamiseks täisväetist. Andmed mineraalväetiste mõju kohta pohlamännikute diameetri jooksvale juurdekasvule esitatakse tabelis 1.

Katsele eelnenud perioodil puistu diameeter ja diameetri jooksev juurdekasv kontroll- ja väetatud proovitükkidel oluliselt ei erinenud ($B < 0,90$) ning katseperioodi vältel toimunud puistu kasvu muutusi võib seetõttu kanda väetiste mõju arvele. Katseperioodi vältel on rinnasdiameetri jooksev juurdekasv NPK-väetise toimel suurenenud olulisel määral kõigil katsealadel ($B > 0,99$). Keskea-

Tabel 1

Mineraalväetiste mõju pohlamännikute diameetri jooksvale juurdekasvule ($j\mu Z_D$ mm)

Periood	Keskealised pohlamännikud											
	Uljaste mk. katseala			Kuuuste mk. katseala			Valmiv pohlamännik					
	Kontroll $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$N_{100}P_{100}K_{100}$ $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	% kont- rollist	Erine- vuse oluli- sus B	Kontroll $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$N_{100}P_{100}K_{100} +$ N_{100} $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	% kont- rollist	Erine- vuse oluli- sus B	Kontroll $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$N_{100}P_{100}K_{100}$ $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	% kont- rollist	Erine- vuse oluli- sus B
Enne väetamist												
1966 ... 1970	8,2 ± 0,18	8,2 ± 0,22	100,0	< 0,90	8,9 ± 0,40	8,7 ± 0,40	97,7	< 0,90	5,8 ± 0,66	5,6 ± 0,81	96,5	< 0,90
Pärast väetamist												
1971 ... 1975	9,9 ± 0,16	15,6 ± 0,19	157,5	> 0,99	8,9 ± 0,20	12,0 ± 0,36	134,0	> 0,99	4,9 ± 0,20	6,5 ± 0,13	132,6	> 0,99
sellest												
1971	1,7 ± 0,06	2,5 ± 0,08	147,0	> 0,99	1,6 ± 0,08	1,7 ± 0,06	106,2	< 0,90	1,0 ± 0,12	0,9 ± 0,01	90,0	< 0,90
1972	2,0 ± 0,07	3,0 ± 0,08	150,0	> 0,99	1,6 ± 0,12	2,3 ± 0,12	143,7	> 0,95	1,0 ± 0,08	1,4 ± 0,06	140,0	> 0,95
1973	1,9 ± 0,07	3,4 ± 0,07	178,9	> 0,99	1,8 ± 0,08	2,6 ± 0,12	144,4	> 0,99	0,8 ± 0,06	1,3 ± 0,01	162,5	> 0,99
1974	2,4 ± 0,09	4,1 ± 0,11	170,8	> 0,99	1,9 ± 0,08	2,8 ± 0,21	147,3	> 0,95	0,9 ± 0,08	1,5 ± 0,06	166,6	> 0,99
1975	1,9 ± 0,06	2,6 ± 0,08	136,8	> 0,99	2,0 ± 0,08	2,6 ± 0,23	130,0	> 0,90	1,2 ± 0,10	1,4 ± 0,10	116,6	< 0,90

listes pohlamännikutes oli diameetri jooksva juurdekasvu suhteline suurenemine Uljaste mk. katsealal kontrolliga võrreldes 157,5%, Kuuste mk. katsealal 134,0%. Valmivas pohlamännikus Saare mk. katsealal suurenes diameetri jooksev juurdekasv 132,6%.

Rinnasdiameetri jooksva juurdekasvu märgatav suurenemine algas juba väetamise aastal, selle oluline suurenemine ($B > 0,99$) saabus teisel ning kulminatsioon kolmandal ja neljandal väetamisjärgsel aastal. Kolmandal aastal moodustas diameetri jooksev juurdekasv kontrolliga võrreldes keskealistes puistutes Uljaste mk. katsealal 178,9%, Kuuste mk. katsealal 144,4% ning valmivas pohlamännikus Saare mk. katsealal 162,5%. Diameetri lisajuurdekasv hakkas langema viiendal väetamisjärgsel aastal, millal selle tunnuse erinevus kontrollist osutus valmivas pohlamännikus isegi ebaoluliseks. Võib arvata, et selle põhjuseks on täielikult puitumata viimase aastarõnga kokkusurumine puursüdämike võtmise käigus, kuid pole välistatud ka väetamise mõju langus, halvemad ilmastikutingimused ja teised tegurid.

Mineraalväetiste kasutamise efektiivsusest puistutes annab kõige selgema ettekujutuse puidu massi juurdekasv, milles kajastuvad summaarselt kõik teised takseeräitajad. Meie katsealadel tagavara jooksev juurdekasv väetamiseelsel perioodil väetamata ja väetatud proovitükkidel oluliselt ei erinenud (tabel 2), mistõttu pärast väetamist ilmnenu juurdekasvu erinevusi võib lugeda mineraalväetiste mõjuks. Katseperioodi vältel (1971...1975) saadi oluline summaarne lisajuurdekasv NPK-väetise mõjul nii keskealistes kui ka valmivas puistus. Kuid keskealistes pohlamännikutes oli tagavara jooksev juurdekasv ligi kaks korda suurem kui valmivas pohlamännikus. Näiteks oli tagavara lisajuurdekasv keskealistes männikutes Uljaste mk. ja Kuuste mk. katsealadel vastavalt 14,69 ja 17,84 tm/ha, valmivas pohlamännikus Saare mk. katsealal aga 8,02 tm/ha. Tagavara jooksva juurdekasvu muutumist mineraalväetiste mõjul valmivas ja keskealistes puistutes illustreerib joonis 1.

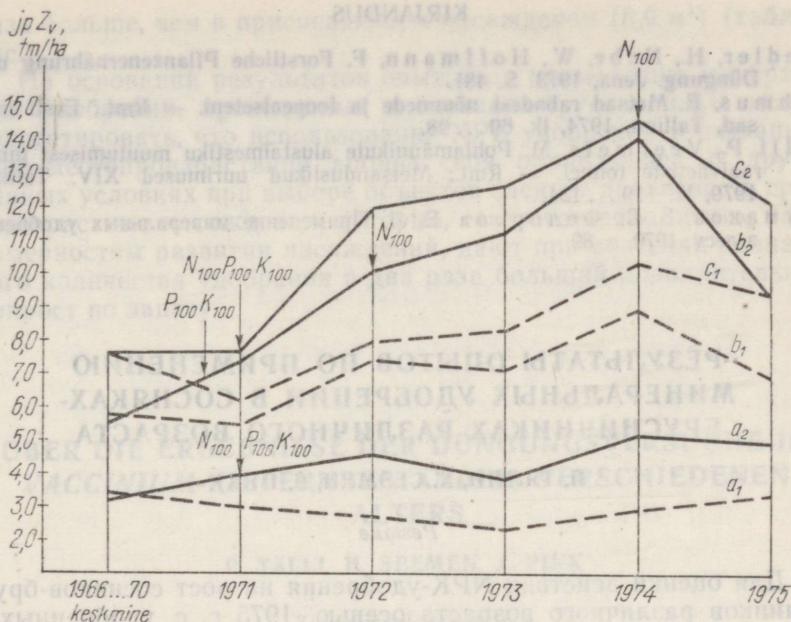
Jooniselt selgub, et tagavara jooksev juurdekasv suureneb mõnevõrra juba väetamise aastal, kuid oluline suurenemine toimub teisel, kolmandal ja neljandal aastal pärast väetamist. Viiendal aastal tagavara jooksev juurdekasv eelmiste aastatega võrreldes langeb. Keskealistes männikutes on suhteline langus suurem kui valmivas puistus. Hilisemad uurimused peavad selgitama, kas tegemist oli juhusliku nähtusega või tõepoolest toitainete defitsiidi uuesti tekkimisega juba viiendal aastal pärast väetamist.

Kirjanduse andmete põhjal, mis käsitlevad väetuskatseid Saksa DV-s, Rootsis ja Soomes, järeldatakse, et mineraalväetiste kasutamise metsas on kõige suurema efektiivsusega vahetult enne jooksva juurdekasvu kulminatsiooni saabumist. Leitakse, et väetada on otstarbekas seni, kuni massi jooksva juurdekasvu kõver langeb allapoole keskmise juurdekasvu kõverat (Fiedler jt., 1973).

Tabel 2

Mineraalväetiste mõju põhlamännikute tagavara jooksvale juurdekasvuile (jtZv tm/ha)

Periood	Keskealised põhlamännikud						Valmiv põhlamännik		
	Uljaste mk. katseala		Kuuuste mk. katseala		Saare mk. katseala				
	Kont- roll jtZv	$N_{100}P_{100}K_{100}$ jtZv	% kont- rollist	Kont- roll jtZv	$N_{100}P_{100}K_{100} + N_{100}$ jtZv	% kont- rollist	Kont- roll jtZv	$N_{100}P_{100}K_{100}$ jtZv	% kont- rollist
Enne väetamist	29,39	28,45	96,8	38,81	38,60	99,4	17,20	16,55	96,2
1966... 1970	36,68	51,37	140,0	42,46	60,30	142,0	14,86	22,88	153,9
Pärast väetamist	5,69	7,39	129,8	6,25	7,64	122,2	3,03	3,93	129,7
1971... 1975	7,49	9,92	132,4	8,00	12,02	150,2	2,76	4,70	170,2
sellest 1971	7,43	11,25	151,4	8,38	13,70	163,4	2,53	4,01	158,4
1972	9,11	13,57	148,9	10,36	14,70	141,8	3,01	5,31	176,4
1973	6,96	9,24	132,7	9,47	12,24	129,2	3,53	4,93	139,6
1974									
1975									



Joonis 1. Tagavara jooksva juurdekasvu (jpZ_v) muutumine mineraalväetiste mõjul keskealistes pohlamännikutes Uljaste mk. katsealal. (b_1 — kontroll; b_2 — NPK) ja Kuuste mk. katsealal (c_1 — kontroll; c_2 — NPK+N) ning valmivas pohlamännikus Saare mk. katsealal (a_1 — kontroll; a_2 — NPK).

Meie katsete tulemused kinnitavad neid seisukohti ja lubavad järeldada, et mineraalväetiste mõju puistu tagavara jooksvale juurdekasvule on oleneb puistu vanusest. Väetamise mõjul saadav puidu lisajuurdekasv keskealistes pohlamännikutes on tunduvalt suurem kui valmivas puistus. See on seletatav puistu kasvukäigu üldiste seaduspärasustega, millele vastavalt tagavara jooksva juurdekasvu kulminatsioon saabub puistu keskeas ja hakkab puistu vanuse suurenedes langema.

Taimefüsioloogilisest aspektist lähtudes on puistu väetamine kõige vajalikum siis, kui on saanud toitainete suurima tarbimise periood ja kui sellega kaasneb toitainete defitsiit vastaval kasvukohal. Toitainete suurima tarbimise periood langeb kokku puistu tagavara juurdekasvu kulminatsiooniperioodiga, mis ilmneb puistu keskeas. Keskealise puistu väetamisel, nagu näitavad meie uuriused (Tälli, Veermets, 1979) on ka see eelis, et puistu suure liituse tõttu on alustaimestiku konkurents väetistega antud toitainete tarbimisel alla surutud.

Pohlamännikutes korraldatud väetuskatsete tulemused lubavad järeldada, et mineraalväetiste külvamine metsale on bioloogilisest seisukohast lähtudes kõige ökonoomsem keskeas.

- Fiedler, H., Nebe, W., Hoffmann, F. Forstliche Pflanzenernährung und Düngung. Jena, 1973. S. 481.
- Lõhmus, E. Metsad rabadest nõmmede ja loopealseteni. — Rmt.: Eesti metsad, Tallinn, 1974, lk. 60...98.
- Tälli, P., Veermets, M. Pohlamännikute alustaimestiku muutumisest mineraalväetiste toimel. — Rmt.: Metsanduslikud uurimused XIV. Tallinn, 1979, lk. 119...131.
- Шумаков В. С., Федорова Е. Л. Применение минеральных удобрений в лесу. 1970, с. 89.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В СОСНЯКАХ- БРУСНИЧНИКАХ РАЗЛИЧНОГО ВОЗРАСТА

П. ТЯЛЛИ, Х. СЕЭМЕН, Я. ПИКК

Резюме

Для оценки действия НРК-удобрения на рост сосняков-брусничников различного возраста осенью 1975 г. с удобренных и контрольных пробных площадей (всего 14 пл.) были взяты пробы прироста с помощью приростного бурава. На пробах измерялась ширина годичных колец за период после удобрения (1971...1975 гг.) и за период до внесения удобрения (1966...1970 гг.) с точностью до 0,01 мм. С каждого опытного варианта взято по 100 проб.

Почвы на опытных площадях слабо- и среднеподзолистые по механическому составу мелко- и среднезернистые пески с содержанием физической глины до 8%. Содержание подвижных (лактатнорастворимых) фосфора и калия низкое (P_2O_5 1...4 мг/100 г, K_2O 0,5...2 мг/100 г). Реакция почвы кислая (pH_{KCl} 4,5).

Результаты опытов по применению минеральных удобрений в сосняках-брусничниках различного возраста показали, что текущий прирост диаметра деревьев на удобренных пробных площадях стал увеличиваться (по сравнению с контролем) уже в год внесения удобрений, но достоверное увеличение ($B > 0,99$) было установлено на второй год после удобрения. Кульминация дополнительного текущего прироста наступила на третий-четвертый год после удобрения. Установлено также, что уменьшаться дополнительный прирост диаметра стал на пятый год после удобрения.

За период опытов (1971...1975 гг.) был получен достоверный суммарный дополнительный прирост запаса от действия НРК-удобрения, как в средневозрастных, так и приспевающих насаждениях, но в средневозрастных насаждениях дополнительный прирост запаса (в среднем 16,2 м³) был приблизительно в два

раза больше, чем в приспевающем насаждении ($8,0 \text{ м}^3$) (табл. 2, рис.).

На основании результатов опытов по применению минеральных удобрений, проведенных в сосняках-брусничниках, можно констатировать, что использование NPK-удобрения в названном типе местопроизрастания вполне себя оправдывает. В других равных условиях при выборе объектов следует предпочесть средневозрастные насаждения, которые, соответственно общим закономерностям развития насаждений, дают при внесении одинакового количества удобрения в два раза больший дополнительный прирост по запасу.

ÜBER DIE ERGEBNISSE DER DÜNGUNGSVERSUCHE IN VACCINIUM-KIEFERNBESTÄNDEN VERSCHIEDENEN ALTERS

P. TÄLLI, H. SEEMEN, J. PIKK

Zusammenfassung

Zur Untersuchung der Düngungsauswirkung der NPK-Dünger auf das Wachstum der verschiedenaltrigen Kiefernbestände des Preiselbeerstandorttyps wurden im Herbst 1975 mittels des Zuwachsbohrers Bohrspäne für Zuwachsermittlungen von insgesamt 14 gedüngten Probe- und ungedüngten Kontrollparzellen der Düngungsversuchsflächen entnommen. An diesen Zuwachsproben wurde die Breite der Jahresringe der Perioden vor (1966...1970) und nach der Düngung (1971...1975) abgemessen. Auf jeder Versuchsvariante entnahm man für diesen Zweck 100 Proben.

Die Böden der Versuchsflächen sind schwach und mittelmässig podsolierte Podsolböden, die ihrer mechanischen Zusammensetzung nach fein- und mittelkörnige Sandböden darstellen und bis 8% physikalischen Lehm enthalten. Der Gehalt am beweglichen (laktatlöslichen) Phosphor und Kali ist niedrig: P_2O_5 1...4 mg/100 g, K_2O 0,5...2 mg/100 g. Die Bodenreaktion ist sauer (pH_{KCl} 4,5).

Die Düngungsversuche in den verschiedenaltrigen *Vaccinium*-Kiefernbeständen ergaben, dass sich der laufende Zuwachs des Diameters der Baumstämme auf den gedüngten Versuchsflächen bereits im Jahr der Düngung zu vergrößern begann, aber dass ein wesentlicher Zuwachs ($B > 0,99$) im zweiten Jahr nach der Düngung eintrat. Eine Kulmination des zusätzlichen laufenden Zuwachses erfolgte im dritten und vierten Jahr nach der Düngung. Im fünften Jahr nach der Düngung begann sich der zusätzliche Zuwachs des Diameters zu verringern.

POHLAMÄNNIKUTE ALUSTAIMESTIKU MUUTUMISEST MINERAALVÄETISTE TOIMEL

P. TÄLLI, M. VEERMETS

Mineraalväetiste kasutamise efektiivsus ja rentaablus sõltub palju sellest, millisel määral ja kui kiiresti see haaratakse taimkatte poolt ja lülitatakse metsabiogeotsünoosi aineringsesse. Mineraalväetiste lülitumine aineringlusse toimub taimkatte ja mulla mikrofloora abil. Alustaimestik ja metsakõdu väljendavad muutusi, mis toimuvad metsabiogeotsünoosi aineringes väetiste mõjul. Alustaimestik on ühelt poolt puudele konkurendiks toiteelementide pärast, teiselt poolt võtab osa orgaanilise aine, lämmastiku ja teiste toiteelementide kogumisest metsakõdus.

Kirjanduse andmetel suureneb väetamise tulemusena tselluloosilagundajate, nitrifitseerijate ja denitrifitseerijate bakterite arv (Schalin, 1967; Казимиров и др. 1972; Шумаков и др. 1973). Väetiste positiivset mõju mikroorganismide arengule on täheldatud metsakõdus ja mulla ülemistes mineraalsetes horisontides. Mikroorganismide kõrgeenenud aktiivsus saavutab kulminatsiooni esimesel kolmel aastal pärast väetamist ja kestab tavaliselt 4...5 aastat. Mineraalväetiste mõjul aktiveerub bioloogiline aineringetänu varisele, mis on rikkam lämmastiku ja teiste toitainete poolest, ning kõdu energilisemale lagunemisele (Шлейнис, Парютис, 1973).

Alustaimestik on metsa loodusliku uuenemise tingimuste oluliseks mõjustajaks. Puuliikide järelkasvu varajastel arenguetappidel kulgeb loodusliku uuenduse areng tihedas kontaktis metsakoosluse alumiste rinnetega. Lopsaka ja tiheda alustaimestikuga metsades puurinde järelkasv peaaegu täielikult puudub. Põhjuseks on valguse vähesus alustaimestiku suure katvuse tõttu. Mustikas, pohl jt. puhmarinde taimed mõjuvad puude järelkasvule negatiivselt. Nad vähendavad pinnase valgustatust ja niiskust, suurendavad õhuniiskust ja soodustavad sellega fütopatogeensete seente levikut (Зворыкина, 1969). Olulise väetistundlikkusega liigid omavad tähtsust indikaatoritena, mis väljendavad toitainete sisalduse muutusi pinnase ülemistes horisontides. Taimekoosluses on liigid seotud keskkonnatingimuste ja omavaheliste konkurentsivõimete suhetega, moodustades stabiilsetes keskkonnatingimustes suhteli-

selt tasakaalus oleva ökoloogilise süsteemi. Ökoloogiliste tingimuste muutused kajastuvad ka taimkattes, sest taimkate reageerib oma labiilsuse ja plastilisuse tõttu juba suhteliselt väikestele keskkonnatingimuste muutustele.

Andmed mineraalväetiste mõju kohta metsa alustaimestikule on võrdlemisi lünklikud. Eriti vähe leidub andmeid väetamise mõju kohta metsa turbe all kasvavale taimestikule. Rohkem on uuritud taimkatte muutumist väetamise mõjul rabas (Masing, Valk, 1963; Paidla, 1975), tasandatud põlevkivikarjääridele rajatud kultuurides (Laasimer, 1973), metsakultuurides (Baule, Fricker, 1967) ja ammandatud turbakarjäärides (Reinikainen, 1965).

Metsa biogeotsünoosi mineraalse toitumise bilansi struktuuri uurimisel metsa väetamise korral, tuleb alustaimestikuga arvestada kui ühe olulisema väetiste tarbijaga. Puude ja alustaimestiku konkurentsisuhteid mulla toiteelementide kasutamise osas taigametsakoosluses on uurinud V. Karpov (Карпов, 1969). Kahjuks ei leidu siin andmeid konkurentsisuhte ja toiteelementide tarbimise kohta väetatud metsas. Nagu näitavad meie uurimused (Tälli, 1976), võib soodsates kasvutingimustes alustaimestiku mõni liik (näiteks *Molinia coerulea*) kujuneda puudele arvestatavaks konkurendiks väetistega antud toiteelementide tarbimisel. Mineraalväetiste mõju igakülgne tundmine väetatavate metsatüüpide alustaimestikule on hädavajalik teaduslikult põhjendatud väetussüsteemi väljatöötamisel ning väetamise bioloogilise ja majandusliku efektiivsuse mitmesuguste küsimuste selgitamisel.

1. UURIMISOBJEKTID JA METOODIKA

Mineraalväetiste mõju metsa alustaimestikule uuriti 6 metsa väetamise katsealal, mis asuvad keskealistes, valmivates ja raieküpsetes pohlamännikutes Saare, Kubja, Tudulinna ja Vastseliina metskondades. Metsade väetamise tulemusena toimunud alustaimestiku muutumist jälgiti 6 erineva väetusvariandi puhul: N_{100}^* , N_{200} , $N_{100}P_{100}$, $N_{200}P_{100}$, $N_{100}P_{100}K_{100}$, $N_{100}P_{100}K_{100} + N_{100} + N_{100}$.

Väetamise mõjul toimunud muutusi uuriti väetatud ja kontrollproovitükkide alustaimestiku geobotaaniliste analüüside võrdlemise teel 2...4. aastal pärast väetamist. Püsiruudud taimkatte analüüsimiseks paigutati katsealadele regulaarse (süsteemaatilise) proovivaliku printsiibi järgi. Ühe väetusvariandi kohta piirdui reeglina 24 1-m² analüüsiruuduga. Kõigil katsealadel kokku analüüsiti ligikaudu 400 taimeruutu.

Analüüs seisnes kõikide ruudul esinenud järelkasvu, puhma-, rohu- ja sambliku-samblarinde liikide registreerimises, vitaalsuse ja katvuse hindamises ning esinemissageduse määramises.

* Arvud keemilise elemendi tähise juures siin ja edaspidi näitavad kasutatud väetisekogust (kg-des) toimeaines hektarile, +—märgiga on näidatud kordusväetamine lämmastikuga.

Katvus näitab taimeliigi maapealsete osade normaalprojektsiooni pindala ja prooviruudu pindala suhet protsentides. Katvuse määramiseks kasutati visuaalset hindamist protsentskaala abil kui üht praktilisemat meetodit.

Vitaalsus on keskkonnatingimuste taimeliigi ökoloogilistele nõudlustele vastavuse oluline näitaja. Vitaalsuse muutused väärivad küllalt suurt tähelepanu, kuna nad peegeldavad juba väiksemaidki keskkonnatingimuste muutusi, ka selliseid, mis ei avalda veel mõju katvusele. Vitaalsuse muutused võimaldavad seega määrata suktessiooni suunda. Vitaalsuse hindamiseks kasutati 4-astmelist skaalat, mis tabelites märgiti järgmiselt: tugev — *, normaalne — ei märgitud, nõrk — ° ja väga nõrk — ∞.

Esinemissagedus e. frekvents näitab protsentides, kui mitmel analüüsiruudul mingi liik esineb. Katsevariandi kohta leiti frekvents 24 á 1-m² ruudul saadud tulemuste põhjal.

Alustaimestiku muutumist väetamise mõjul iseloomustatakse väetatud ja väetamata püsiruududel olevate liikide katvuse aritmeetiliste keskmiste ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$) võrdlemise kaudu. Erinevuse olulisust kontrolliti Studenti *t*-testi abil.

Mineraalväetiste mõju kohta üldistuste tegemiseks koondati taimeliigid katvuse (ka vitaalsuse) alusel metsatüüpide kaupa isoreagentide rühmadesse. Ühte isoreagentide rühma paigutati liigid, millised reageerisid sarnaselt väetiskombinatsioonide, väetisnormide ja väetamise kestuse suhtes. Isoreagentide rühmad tähistati suurte ladina tähtedega. Katvuse muutuse suund märgiti noolekesega rühma tähise järel: A ↗ — katvus suureneb, B ↘ — katvus väheneb, C = — katvus ei muutu, D ✕ — katvuse muutumine pole kindlasuunaline.

Käesoleva kirjutise aluseks on geobotaanilised uurimused, mis toimusid Eesti Metsainstituudi väetuskatsealadel 1974. a. suvel. Katsealade üldiseks iseloomustamiseks esitame järgnevalt andmed puistute, muldade ja katsevariantide kohta.

1. Tartu metsamajandi Saare metskonna metsaväetamise katseala asub kv. 64 er. 3. Puistu on üherindeline 80-aastane pohlamännik, mille koosseis on 10Mä üks. Ks, täius 0,7, boniteet III, keskmine kõrgus 20 m, läbimõõt 22 cm, tagavara 215 tm/ha. Reljeef on tasane. Muld on keskmiselt leetunud leedemuld, liivane ja kuiv.

Katsealale üldsuurusega 2,03 ha on rajatud kaks katsevarianti kolmes korduses: kontroll ja N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀. Proovitükkide (á 30 × 60 m) ümber on 7,5 m laiune puhvertsoon.

Väetamine toimus superfosfaadiga — 500 kg/ha ja kaalisoolaga — 250 kg/ha 2. X 1970. a. ning karbamiidiga — 200 kg/ha 9. VI 1971. a.

2. Võru metsamajandi Kubja metskonna metsaväetamise katseala asub kv. 73 er. 17. Puistu on üherindeline 55-aastane pohlamännik, mille koosseis on 10Mä, täius 0,7, boniteet III, keskmine kõrgus 14 m, läbimõõt 13 cm, tagavara 150 tm/ha. Reljeef on üht-

lase nõrga langusega lääne suunas. Muld on nõrgalt leetunud leedemuld, liivane ja kuiv.

Katsealale üldsuurusega 1,98 ha on rajatud neli katsevarianti kolmes korduses: 1 — $N_{100}P_{100}K_{100}$, 2 — kontroll, 3 — N_{100} , 4 — $N_{100}P_{100}$. Proovitükkide (á 20×50 m) ümber on 5 m laiune puhvertsoon.

Väetamine toimus superfosfaadiga — 526 kg/ha ja kaalisoolaga — 250 kg/ha 15. X 1971. a. ning karbamiidiga — 220 kg/ha 24. VI 1972. a.

3. Võru metsamajandi Vastseliina metskonna metsaväetamise I katseala asub kv. 58 er. 9. Puistu on üherindeline 50-aastane pohlamännik, mille koosseis on 10Mä, täius 0,7...0,8, boniteet III, keskmine kõrgus 14 m, läbimõõt 14 cm, tagavara 170 tm/ha. Reljeef on tasane. Muld on nõrgalt leetunud leedemuld, liivane ja kuiv.

Katsealale üldsuurusega 0,96 ha on rajatud kaks katsevarianti kolmes korduses: kontroll ja $N_{100}P_{100}K_{100}+N_{100}+N_{100}$. Proovitükkide (á 30×40 m) ümber on 5 m laiune puhvertsoon.

Väetamine toimus superfosfaadiga — 526 kg/ha ja kaalisoolaga — 250 kg/ha 25. IX 1971. a. ning karbamiidiga — 220 kg/ha 5. V 1972. a., 1. VI 1973. a. ja 13. V 1974. a.

4. Võru metsamajandi Vastseliina metskonna metsaväetamise III katseala asub kv. 21 er. 4. Puistu on üherindeline 83-aastane pohlamännik, mille koosseis on 10Mä, täius 0,7, boniteet II, keskmine kõrgus 21 m, läbimõõt 20 cm, tagavara 262 tm/ha. Reljeef on tasane. Muld on nõrgalt leetunud leedemuld, liivane ja kuiv.

Katsealale üldsuurusega 0,77 ha on rajatud kaks katsevarianti ühes korduses: kontroll ja $N_{100}P_{100}K_{100}$. Proovitükkide (á 40×50 m) ümber on 7,5 m laiune puhvertsoon.

Väetamine toimus superfosfaadiga — 526 kg/ha ja kaalisoolaga — 250 kg/ha 15. IX 1972. a. ning karbamiidiga — 220 kg/ha 1. VI 1973. a.

5. Alutaguse metsamajandi Tudulinna metskonna metsaväetamise I katseala asub kv. 161 er. 14. Puistu on üherindeline 90-aastane pohlamännik, mille koosseis on 10Mä, täius 0,7, boniteet II, keskmine kõrgus 24 m, läbimõõt 26 cm, tagavara 192 tm/ha. Reljeef on tasane. Muld on nõrgalt leetunud leedemuld, liivane ja värske.

Katsealale üldsuurusega 2,64 ha on rajatud neli katsevarianti kolmes korduses: 1 — kontroll, 2 — $N_{100}P_{100}$, 3 — $N_{200}P_{100}$, 4 — N_{200} . Proovitükkide (á 25×40 m) ümber on 7,5 m laiune puhvertsoon.

Väetamine toimus superfosfaadiga — 525 kg/ha 12. IX 1972. a. (2. ja 3. variant) ning karbamiidiga — 220 kg/ha (2. variant) ja 440 kg/ha (3. ja 4. variant) 6. VI 1973. a.

6. Alutaguse metsamajandi Tudulinna metskonna metsaväetamise II katseala asub kv. 160 er. 19. Puistu on üherindeline 100-aastane pohlamännik, mille koosseis on 10Mä+Ks, täius 0,8,

boniteet III, kõrgus 22 m, läbimõõt 25 cm, tagavara 278 tm/ha. Reljeef on lainjas. Muld on nõrgalt leetunud leedemuld, liivane ja värske.

Katsealale üldsuurusega 0,85 ha on rajatud kaks katsevarianti ühes kõrduses: kontroll ja $N_{100}P_{100}K_{100}$. Proovitükkide (á 50 × 50 m) ümber on 7,5 m laiune puhvertsoon.

Väetamine toimus superfosfaadiga — 526 kg/ha ja kaalisoolaga — 250 kg/ha 12. IX 1972. a. ning karbamiidiga — 220 kg/ha 6. VI 1973. a.

2. MINERAALVÄETISTE MÖJU POHLAMÄNNIKUTE ALUSTAIMESTIKULE

Pohla kasvukohatüübi mullastikutingimusi on üksikasjalikult käsitletud mitmetes artiklites (Cenn, 1962; Raid, 1969, 1970), mistõttu käesolevas töös piirduakse vaid olulisemate, katsealadele iseloomulike andmete esitamisega. Uuritud pohlamännikud asuvad nõrgalt ja keskmiselt leetunud leedemuldadel, mille lähtekivimiks on võrdlemisi tusedad fluvioglatsiaalsed liivad. Mehaanilise koostise järgi on katsealade mullad valdavalt keskmise- ja peenteralised liivad, füüsikalise savi sisaldusega alla 8%. Toitainete poolest olid katsealade mullad vaesed. Näiteks sisaldasid mineraalsed horisonid laktaatlahustuvat P_2O_5 1...4 mg/100 g ja laktaatlahustuvat K_2O 0,5...2 mg/100 g. Toitaineterikas oli vaid õhuke A_0 -horisoni materjal. Sellest tulenevalt on alustaimestik pohla kasvukohatüübis üldiselt liigivaene. Eeltoodu põhjal võis loota, et toitumistingimuste parandamine mineraalväetiste kasutamisega mõjub soodsalt alustaimestikule.

Katsealadele on iseloomulik järelkasvu puudumine ja hõre alusmets [kadakas (*Juniperus communis*), pihlakas (*Sorbus aucuparia*)].

Eri vanusega puistute alustaimestiku geobotaanilise analüüsi tulemuste võrdlemine näitab, et keskealistes, valmivates ja raieküpsetes pohlamännikutes on taimkate võrdlemisi sarnane (tabelid 1, 2 ja 3).

Selgub, et keskealistes pohlamännikutes esinevad puhmastest pohl (*Rhodococcum vitis-idaea*), kanarbik (*Calluna vulgaris*). Rohhtaimedest võib kohata nõmmtarna (*Carex ericetorum*), paluhärgheina (*Melampyrum pratense*), lamba-aruheina (*Festuca ovina*). Koosluse karakterliikideks on pohl ja paluhärghein. Pohla võib küllalt ohtrasti esineda ka teistes kasvukohatüüpides, kuid pohla kasvukohatüübis saavutab ta reeglina suurima katvuse ja vitaalsuse. Samblarinne on hästi arenenud ja moodustab enam-vähem pideva katte. Samblarinde dominantideks on palusammal (*Pleurozium schreberi*) ja lainjas kaksikhammas (*Dicranum undulatum*), nendega kaasnevad lehviksammal (*Ptilium crista-castrensis*), harilik kaksikhammas (*Dicranum scoparium*), liivkarusammal (*Polytrichum piliferum*) jt. Samblikest esinevad

Taimeliigid	Kübja katseala			
	Kontroll		N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	
	Katvus % $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Esinemis- sagedus %	Katvus % $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Esinemis- sagedus %
<i>Calluna vulgaris</i>	+	50,0	+	12,5
<i>Rhodococcum vitis-idaea</i>	9,9±1,4	100	9,9*±1,1	100
<i>Carex ericetorum</i>	—	—	—	—
<i>Festuca ovina</i>	—	—	—	—
<i>Melampyrum pratense</i>	+	8,3	+	4,2
<i>Dicranum undulatum</i>	9,0±3,4	100	5,8°±2,5	91,7
<i>Dicranum scoparium</i>	+	4,2	—	—
<i>Hylocomium splendens</i>	11,2±5,6	45,8	11,6°±6,4	45,8
<i>Pleurozium schreberi</i>	27,1±4,6	100	28,1±5,7	100
<i>Polytrichum piliferum</i>	—	—	—	—
<i>Cetraria islandica</i>	—	—	+	4,2
<i>Cladonia alpestris</i>	4,6±1,8	100	12,3±3,5	100
<i>Cladonia rangiferina</i>	6,3±2,0	100	5,3±2,4	87,5
<i>Cladonia sylvatica</i>	+	37,5	+	25,0

* — vitaalsus tugev; ○ — vitaalsus nõrk; + — katvus alla 1%; — — taimeliik puudub.

islandi käokõrv (*Cetraria islandica*) ja põdrasambliku liigid (*Cladonia alpestris*, *Cl. rangiferina*, *Cl. sylvatica*).

Valmivates ja raieküpsetes pohlamännikutes esinevad puhmastest pohl, mustikas (*Vaccinium myrtillus*) ja kanarbik. Rohttaimetest on levinum nõmmtarn, võnk-kastevars (*Deschampsia flexuosa*), karvane piiphein (*Luzula pilosa*), vareskold (*Lycopodium complanatum*), palu-härghein jt. Samblarinne moodustab enam-vähem pideva katte. Dominantideks on seal palusammal, laanik, lainjas kaksikhammas ja lehviksammal. Samblikest esinevad märkimisväärse sagedusega islandi käokõrv ja mitmed põdrasambliku liigid.

Väetamata keskealistes pohlamännikutes märgiti pohla katvuseks 3,1...9,9%, valmivates pohlamännikutes 6,1...14,5%, raieküpsetes pohlamännikutes 4,8...9,4%. Samblarinde karakterliigi — palusambla katvus oli vastavalt 27,1...56,9%, 24,1...63,8% ja 41,0...54,5%. Täpsemad andmed taimekatte kohta väetatud ja väetamata proovitükkidel esitatakse tabelites 1, 2 ja 3.

Mineraalväetiste mõju üldistamiseks pohlamännikute alustaimestikule koondati taimeliigid, olenevalt kasutatud väetistest, järgmistesse isoreagentide rühmadesse.

keskealistes pohlamännikutes

Kubja katseala				Vastseliina I katseala			
N ₁₀₀		N ₁₀₀ P ₁₀₀		Kontroll		N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀ + + N ₁₀₀ + N ₁₀₀	
Katvus % $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Esinemis- sagedus %	Katvus % $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Esinemis- sagedus %	Katvus % $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Esinemis- sagedus %	Katvus % $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Esinemis- sagedus %
+	33,3	+	41,7	+	37,5	+	54,2
10,8* ± 2,0	100	10,2* ± 1,5	100	3,1 ± 0,7	100	5,6* ± 1,7	100
-	-	-	-	+	4,2	+	4,2
-	-	-	-	+	4,2	+	20,8
+	4,2	+	12,5	+	8,3	+	20,8
6,0° ± 1,4	100	7,0° ± 3,4	100	17,3 ± 3,6	100	12,0° ± 4,6	100
-	-	+	4,2	-	-	-	-
+°	16,7	2,3° ± 1,6	16,7	2,8 ± 0,7	24,3	3,0° ± 1,5	25,0
18,9 ± 4,9	100	22,4 ± 6,7	100	56,9 ± 6,5	100	49,5° ± 9,6	100
+	8,3	-	-	-	-	-	-
+	4,2	-	-	+	16,7	+	8,3
9,8 ± 2,8	100	6,9 ± 2,1	95,8	2,4 ± 1,2	66,7	+	37,5
5,3 ± 2,3	87,5	6,1 ± 2,1	100	4,2 ± 2,0	87,5	1,0 ± 0,2	41,7
+	50,0	+	45,8	1,1 ± 0,7	62,5	+	16,7

1. Isoreagentide rühmad täismineraalväetise (N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀) kasutamisel on järgmised:

A ↗ *Rhodococcum vitis-idaea*, *Deschampsia flexuosa*

B ↘ *Dicranum undulatum*, *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*

C = *Calluna vulgaris*, *Cladonia rangiferina*, *Cladonia sylvatica*

D ↗ *Vaccinium myrtillus*, *Cladonia alpestris*.

2. Isoreagentide rühmad lämmastik-fosforväetise ühekordse normi (N₁₀₀P₁₀₀) kasutamisel on järgmised:

A ↗ *Rhodococcum vitis-idaea*, *Vaccinium myrtillus*, *Deschampsia flexuosa*

B ↘ *Dicranum undulatum*, *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*

C = *Calluna vulgaris*, *Cladonia alpestris*, *Cladonia rangiferina*.

3. Isoreagentide rühmad lämmastikväetise kahekordse, fosforväetise ühekordse normi (N₂₀₀P₁₀₀) kasutamisel on järgmised:

A ↗ *Rhodococcum vitis-idaea*, *Vaccinium myrtillus*, *Deschampsia flexuosa*

B ↘ *Dicranum undulatum*, *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Ptilium crista-castrensis*.

Mineraalväetiste mõju metsa alustaimestikule valimivates pohlamännikutes

Taimeliigid	Vastseliina III katseala				Saare katseala			
	Kontroll		N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀		Kontroll		N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	
	Katvus % $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Esinemis- sagedus %	Katvus % $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Esinemis- sagedus %	Katvus % $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Esinemis- sagedus %	Katvus % $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Esinemis- sagedus %
<i>Calluna vulgaris</i>	+	75,0	+	12,5	+	50,0	+	29,2
<i>Rhodococcum vitis-idaea</i>	6,1 ± 1,8	100	5,0* ± 0,7	100	14,5 ± 2,9	37,5	14,9* ± 3,3	100
<i>Vaccinium myrtillos</i>	2,3 ± 0,6	75,0	+	25,0	1,6 ± 0,5	66,7	3,5* ± 0,8	33,3
<i>Carex ericetorum</i>	—	—	—	—	+	4,2	+	4,2
<i>Deschampsia flexuosa</i>	—	—	—	—	+	8,3	+	8,3
<i>Lycopodium complanatum</i>	3,4 ± 1,1	75,0	+	12,5	—	—	—	—
<i>Melampyrum pratense</i>	+	4,2	—	—	+	8,3	—	25,0
<i>Dicranum undulatum</i>	32,7 ± 5,1	100	20,0° ± 5,0	100	15,3 ± 6,3	100	13,4° ± 3,9	100
<i>Dicranum scoparium</i>	—	—	—	—	+	4,2	—	—
<i>Hylacomium splendens</i>	10,7 ± 3,6	100	+°	37,5	2,6 ± 0,9	6,7	2,4° ± 0,6	29,2
<i>Pleurozium schreberi</i>	24,1 ± 8,7	100	52,5 ± 2,8	100	63,8 ± 8,7	100	56,1 ± 7,8	100
<i>Polytrichum piliferum</i>	—	—	—	—	+	4,2	—	—
<i>Ptilium crista-castrensis</i>	+	15,0	+°	4,2	1,2 ± 0,1	16,7	1,2° ± 0,5	45,8
<i>Cetraria islandica</i>	—	—	—	—	+	4,2	+	8,3
<i>Cladonia alpestris</i>	+	25,0	+	4,2	+	25,0	+	41,7
<i>Cladonia rangiferina</i>	+	50,0	+	25,0	+	25,0	+	20,8
<i>Cladonia sylvatica</i>	+	—	—	—	+	4,2	+	4,2

* — vitaalsus tugev; O — vitaalsus nõrk; + — katvus alla 1%; — — taimeliik puudub.

4. Isoreagentide rühmad lämmastikväetise ühekordse normi (N_{100}) kasutamisel on järgmised:

A ↗ *Rhodococcum vitis-idaea*

B ↘ *Hylocomium splendens*, *Dicranum undulatum*, *Pleurozium schreberi*

C = *Calluna vulgaris*, *Cladonia alpestris*, *Cladonia rangiferina*.

5. Isoreagentide rühmad lämmastikväetise kahekordse normi (N_{200}) kasutamisel on järgmised:

A ↗ *Vaccinium myrtillus*, *Deschampsia flexuosa*, *Festuca ovina*

B ↘ *Rhodococcum vitis-idaea*, *Dicranum undulatum*, *Pleurozium schreberi*, *Ptilium crista-castrensis*.

6. Isoreagentide rühmad lämmastikuga korduval väetamisel ($N_{100}P_{100}K_{100} + N_{100} + N_{100}$) on järgmised:

A ↗ *Rhodococcum vitis-idaea*

B ↘ *Dicranum undulatum*, *Pleurozium schreberi*, *Cladonia alpestris*, *Cladonia rangiferina*

D ↗ ↘ *Hylocomium splendens*.

Alustaimestiku isoreagentide rühmadesse koondamise tulemuste alusel võib liikide reageerimise kohta väetamisele teha järgmised üldistused:

1. Tendents vitaalsuse või katvuse suurenemisele väetamise tulemusena on järgmistel liikidel — *Deschampsia flexuosa*, *Festuca ovina*, *Rhodococcum vitis-idaea*, *Vaccinium myrtillus*.

2. Tendents vitaalsuse ja katvuse vähenemisele väetamise tagajärjel on suuremal osal sammaldest — *Dicranum undulatum*, *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Ptilium crista-castrensis* jt.

3. Katvuse ja vitaalsuse muutus väetamise tulemusena on mitmesuunaline — *Calluna vulgaris*.

Järgnevalt analüüsitakse mineraalväetiste mõju alustaimestiku liikidele rinnete kaupa.

2.1. Mineraalväetiste mõju puhmarinde liikidele

Kanarbik (*Calluna vulgaris*) reageerib väetamisele suhteliselt vähe. Väetiskombinatsioonide $N_{100}P_{100}K_{100}$ ja $N_{100}P_{100}$ kasutamisel pohlamännikutes kanarbiku katvus oluliselt ei muutunud. Täheledatai vaid vitaalsuse vähest tõusu. Kanarbiku suhteliselt nõrk positiivne reageerimine väetamisele seletub valgustingimuste kestva halvenemisega puude võrde liituvuse suurenemise tagajärjel pärast väetamist. Kanarbiku kasvu limiteerivaks teguriks liitunud pohlamännikutes on seega valguse puudus, mida ei suuda kompenseerida ka toitumistingimuste paranemine mineraalväetiste kasutamisel.

Pohl (*Rhodococcum vitis-idaea*) reageerib väetamisele üldreeglina positiivselt. Lämmastik-fosforväetise erinevate normide ($N_{100}P_{100}$, $N_{200}P_{100}$) kasutamisel liigi katvus ja vitaalsus pohla

Taimeliigid	Tudulinna II katseala			
	Kontroll		N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	
	Katvus % $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Esinemis- sagedus %	Katvus % $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Esinemis- sagedus %
<i>Calluna vulgaris</i>	+	12,5	+	12,5
<i>Rhodococcum vitis-idaea</i>	4,8 ± 1,8	75,0	3,9* ± 1,4	100
<i>Vaccinium myrtillus</i>	+	4,2	+	4,2
<i>Acinos arvensis</i>	-	-	-	-
<i>Agrostis tenuis</i>	-	-	-	-
<i>Deschampsia flexuosa</i>	2,5 ± 0,3	100	2,5* ± 0,5	50,0
<i>Festuca ovina</i>	-	-	-	-
<i>Luzula pilosa</i>	-	-	-	-
<i>Lycopodium annotinum</i>	-	-	-	-
<i>Melampyrum pratense</i>	+	37,5	+	37,5
<i>Pteridium aquilinum</i>	-	-	-	-
<i>Dicranum undulatum</i>	13,5 ± 5,2	100	8,1° ± 3,4	75,0
<i>Hylocomium splendens</i>	14,9 ± 8,9	75,0	10,4° ± 4,3	75,0
<i>Pleurozium schreberi</i>	54,5 ± 6,3	100	37,8° ± 9,0	100
<i>Polytrichum piliferum</i>	-	-	-	-
<i>Ptilium crista-castrensis</i>	+	12,5	-	-
<i>Cetraria islandica</i>	-	-	-	-

* — vitaalsus tugev; ○ — vitaalsus nõrk; + — katvus alla 1%; — — taimeliigi puudub.

kasvukohatüübis seaduspäraselt suurenevad. Täismineraalväetise mitmesuguste kombinatsioonidele (N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀, N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀+N₁₀₀+N₁₀₀) reageerib pohl erisuunaliselt, kuid valdavaks jääb ikkagi tendents vitaalsuse suurenemisele.

Lämmastikväetise ühekordse normi (N₁₀₀) kasutamisel pohla katvus ja vitaalsus suurenevad, kahekordse normi (N₂₀₀) kasutamisel aga vähenevad. Ilmselt mõjub lämmastikväetise kahekordse normi puhul kahjulikult lämmastiku kõrge kontsentratsioon pohla juuri toitvas kihis.

Mustikas (*Vaccinium myrtillus*) esineb pohla kasvukohatüübi katsealadel hajusalt ja on väikese katvusega, mistõttu katseandmete põhjal ei saa otsustada liigi väetistesse suhtumise üle. Positiivselt mõjus mustika kasvule lämmastik-fosforväetiste kasutamine, mille tulemusel suurenes nii mustika katvus kui ka vitaalsus. NP-väetiste positiivne mõju mustikale ilmnes ka mustikamännikutesse rajatud katsealadel (Tälli, 1976). Täismineraalväetise (NPK) mõju mustikale oli mitmesuunaline, kord katvus suurenes, teisel vähenes.

raieküpetes pohlamännikutes

Tudulinna I katseala							
Kontroll		N ₁₀₀ P ₁₀₀		N ₂₀₀ P ₁₀₀		N ₂₀₀	
Katvus % $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Esinemis- sagedus %	Katvus % $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Esinemis- sagedus %	Katvus % $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Esinemis- sagedus %	Katvus % $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Esinemis- sagedus %
+	41,7	+	37,5	+	8,3	+	12,5
9,4±1,7	100	9,2*±1,7	83,3	10,7*±1,5	100	8,3*±1,7	66,7
2,5±1,3	58,3	5,6±1,7	50,0	5,0*±1,8	87,5	2,9±0,9	60,5
+	4,2	+	4,2	+	4,2	+	16,7
+	4,2	+	4,2	+	4,2	+	4,2
1,5±1,0	29,2	1,9*±0,5	41,7	2,2*±1,3	50,0	1,6*±0,8	41,7
+	37,5	+	12,5	+	8,3	+	37,5
+	45,8	+	20,8	+	54,2	+	37,5
-	-	-	-	-	-	+	12,5
+	66,7	+	33,3	+	45,8	1,2±0,3	79,2
+	4,2	+	16,7	-	-	-	-
13,7±3,4	100	12,3°±5,4	100	2,5°±1,3	87,5	6,2°±2,9	75,0
17,4±7,4	79,2	10,9°±5,5	70,8	16,3°±6,0	87,5	26,3°±4,5	95,8
41,0±8,4	91,7	32,1°±6,9	100	31,6°±8,1	100	9,4°±3,2	79,2
-	-	-	-	+	4,2	-	-
9,0±6,0	70,8	2,8°±1,6	62,5	1,7°±1,0	62,5	4,0°±2,8	62,5
-	-	+	4,2	-	-	-	-

2.2. Mineraalväetiste mõju rohurinde liikidele

Võnk-kastevars (*Deschampsia flexuosa*) esineb ohtralt Tudulinna I katsealal. Teistel katsealadel leidub teda vähem, üksik-eksemplaridena. Erinevatest väetistest ja nende kombinatsioonidest avaldab nimetatud liigile suuremat positiivset mõju lämmastikväetis ja lämmastik-fosforväetise kombinatsioon. Näiteks suurenes võnk-kastevarre esinemissagedus 29,2%-lt N₂₀₀P₁₀₀-väetise mõjul 50 %-ni ja N₂₀₀-väetise mõjul 41,7%-ni. Katvus, mis kontrollialal oli 1,5%, suurenes vastavalt 2,2 ja 1,9%-ni. Meie katsed näitavad, et võnk-kastevars kuulub niisuguste liikide hulka, millel on kindel tendents katvuse suurenemisele.

Lamba-aruhein (*Festuca ovina*) on pohlamännikutes tavaline liik, kuid suhteliselt väikese katvusega nagu kõik kõrrelised. Väetamise tulemusena lamba-aruheina katvus ja vitaalsus mõnevõrra suurenevad.

Palu-härghein (*Melampyrum pratense*) reageerib väetamisele ilma kindla seaduspärasuseta.

Lainjas kaksikhammas (*Dicranum undulatum*) ja laanik (*Hylocomium splendens*) on samblaliigid, mida mineraalväetised väga tugevasti kahjustavad. Väetatud proovitükkidel tõmbuvad nimetatud samblad mõne aja jooksul pärast väetamist pruuniks, mis on ilmseks põletuse tunnuseks. Sammaldest osutus palusammal (*Pleurozium schreberi*) kõige vähem tundlikuks väetamise kahjuliku mõju suhtes.

Samblikke esines katsealadel üksikute laikudena, mistõttu mineraalväetiste toimet tuli hinnata liikide vitaalsuse järgi. Selgus, et väetamise negatiivne mõju samblikele on tunduvalt väiksem kui sammaldele. Alpi põdrasamblik (*Cladonia alpestris*), harilik põdrasamblik (*Cl. rangiferina*), islandi käokõrv (*Cetraria islandica*) ja mets-põdrasamblik (*Cl. sylvatica*) reageerivad väetamisele ilma kindla suunata. Suuremate väetisnormide kasutamisel taimele vitaalsus oluliselt nõrgeneb.

3. KOKKUVÕTE

Pohlamännikute alustaimestiku geobotaaniline analüüs Eesti Metsainstituudi poolt rajatud väetuskatsealadel näitas, et mineraalväetiste mõju puhma-, rohu- ja samblarinde liikidele on küllaltki erinev. Kõige mitmesuunalisem on mineraalväetiste mõju puhmarinde liikidele. Selgus, et väetamise tagajärjel pohla ja mustika vitaalsus suureneb, ehkki katvuse olulist ja kindlasuunalist muutumist ei täheldatud. See võib olla seletatav pohla ja mustika aeglasema arengutsükliga võrreldes teiste alustaimestiku liikidega. Vana metsa turbe all on kanarbiku katvusel ja vitaalsusel tendents pärast väetamist väheneda. See on seletatav valgustingimuste kestva halvenemisega metsa all puuvõrade suurenenud liitumise tagajärjel pärast väetamist.

Rohurindes enamiku liikide katvus ja vitaalsus pärast väetamist suurenevad. Niiskemates pohlamännikutes hakkab pärast väetamist eriti tugevasti vohama võnk-kastevars, mis õitseb, kannab seemet ning muudab oluliselt metsa alustaimestiku üldilmet. Positiivselt reageerib väetamisele ka lamba-aruhein. Uute, pohlamännikutele mitteisoomulike, kõrreliste ilmumist väetamise tagajärjel ei täheldatud.

Samblarinne nõrgenes väetamise tagajärjel kõigil väetatud proovitükkidel. Suurte väetisnormide kasutamisel mõjus väetis sammaldele põletavalt. Madalamate väetisnormide kasutamisel täheldati sammalde vitaalsuse ja katvuse vähenemist. Eriti tundlikud mineraalväetise suhtes on lainjas kaksikhammas ja laanik. Palusamblale on iseloomulik mõnevõrra suurem väetiste taluvus.

Mineraalväetiste mõju metsa alustaimestikule vajab pikemaajalist uurimist, et selgitada, milliseks kujuneb taimeliikide reaktsiooni dünaamika, eriti aga — millises ulatuses ja kui kiiresti taastuvad vähenenud osatähtsusega taimeliigid.

KIRJANDUS

- Baule, H., Fricker, C. Die Düngung von Waldbäumen. — München, Basel, Wien, 1967, S. 260.
- Laasimer, L. Tasandatud põlevkivikarjääride taimedega kattumisest. — Rmt.: Metsanduslikud uurimused X. Tallinn, 1973, lk. 168...185.
- Paidla, A. Mis saab jääksoodest? «Eesti Loodus», 1975, Nr. 11, lk. 617...623.
- Raid, L. Laktaatlahustuva P_2O_5 ja K_2O ning üldlämmastiku sisaldusest pohla ja mustika kasvukohatüübi muldades. — Rmt.: Metsanduslikud uurimused VII. Tallinn, 1969, lk. 151...162.
- Raid, L. Muldade mehhaanilisest koostisest pohla ja mustika kasvukohatüübis. — Rmt.: Metsanduslikud uurimused VIII. Tallinn, 1970, lk. 250...259.
- Masing, V., Valk, U. Rabade taimkatte muutumine inimtegevuse mõjul. — Rmt.: Metsanduslikud uurimused VI. Tallinn, 1968, lk. 66...93.
- Reinikainen, A. Vegetationsuntersuchungen auf dem Walddüngungsver-suchsfeld des Moores Kivisuo, Kirchsp. Leivonmäki, Mittelfinnland. — Helsinki, 1965, S. 60.
- Schalin, I. On the effect of nitrogen fertilization on the bacteria and micro-fungi in humus layer. — «Silva Fennica», 1967, Vol. 1 (121), Nr. 3, lk. 121...132.
- Tälli, P. Mineraalväetiste mõju mustikamänniku alustaimestikule. — Teaduslik-tehniline kogumik «Metsamajandus». Tallinn, 1976, lk. 76...79.
- Зворыкина К. В. Влияние растительности нижних ярусов на фитоклимат сосняка черничного. — В сб.: «Сосновые боры подзоны южной тайги и пути ведения в них лесного хозяйства», М., 1969, с. 165...180.
- Казимиров Н. И., Куликова В. К., Новичка Ю. Е. Применение минеральных удобрений в еловых лесах Карелии. — В сб.: «Питание древесных растений и проблема повышения продуктивности лесов», Петрозаводск, 1972, с. 74...94.
- Карпов В. Г. Экспериментальная фитоценология темнохвойной тайги. Л., 1969. 335 с.
- Сепп Р. А. Методика и результаты опытного кортирования лесных почв. — В кн.: Сборник научных трудов Эстонской сельскохозяйственной академии 24. Тарту, 1962, с. 43...53.
- Шлейнис Р. И., Рагуотис А. Д. Удобрения на лесокультурной площади в Литовской ССР. — Материалы координационного совещания по заданию 0.53.026 б-2 «Разработать способы и технологию внесения минеральных удобрений с применением средств механизации и авиации», Пушкино, 1973, с. 78...82.
- Шумаков В. С., Орфанитская В. Г., Шестакова В. А. Динамика массы и химического состава живого напочвенного покрова и лесной подстилки после внесения удобрений в сосняке-черничнике. — Материалы координационного совещания по заданию 0.52.026 б-2 «Разработать способы и технологию внесения минеральных удобрений с применением средств механизации и авиации», Пушкино, 1973, с. 67...77.

ОТЗЫВЧИВОСТЬ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА СОСНЯКОВ БРУСНИЧНОГО ТИПА НА МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ

П. ТЯЛЛИ, М. ВЕЭРМЕТС

Резюме

На 6 опытных площадях, заложенных в целях исследования влияния минеральных удобрений на рост деревьев в средневозрастных, приспевающих и спелых сосняках брусничного типа было также заложено 400 постоянных пробных площадок (каждая по 1 м²) для изучения влияния туков на живой напочвенный покров. Геоботанический анализ на удобренных и неудобренных опытных площадках показал, что растения кустарничкового, травяного и мохового яруса довольно различно реагируют на минеральные удобрения. Выяснилось, что витальность *Rhodococcum vitis idaea* и *Vaccinium myrtillus* после удобрения увеличивается. Но определенных закономерностей в изменении средних данных покрытия под влиянием удобрения не отмечено, что, видимо, объясняется относительно медленным циклом развития брусники и черники. У *Calluna vulgaris* под пологом леса после удобрения наблюдалась тенденция к уменьшению покрытия и снижению витальности. Это можно объяснить постоянным ухудшением условий освещения под пологом леса из-за увеличения сомкнутости крон, вызванного улучшением роста деревьев.

У большинства видов травяного яруса покрытие и витальность после удобрения увеличиваются. Особенно разрастается в сосняках-брусничниках на свежих почвах *Deschampsia flexuosa*, которая цветет и плодоносит, изменяя довольно существенно общий облик растительного покрова леса. Положительно реагирует на удобрение и *Festuca ovina*. Появления после удобрения нехарактерных для сосняков-брусничников злаковых не отмечалось.

Вследствие удобрения на всех пробных площадках витальность мохового яруса стала слабее и уменьшилось также покрытие. Большие дозы удобрения «обжигали» моховой покров и вызвали его гибель. При внесении небольших доз уменьшение витальности и покрытия было незначительным. Особенно угнетающе минеральные удобрения влияли на *Dicranum undulatum* и *Hylocomium splendens*. *Pleurozium schreberi* лучше переносит действие удобрений.

Отзывчивость живого напочвенного покрова леса на минеральные удобрения требует более длительных исследований, так как необходимо также выяснить и последствие удобрений на живой напочвенный покров.

ÜBER DIE REAGIERBARKEIT DER BODENVEGETATION DER *VACCINIUM*-KIEFERNBESTÄNDE AUF DIE MINERALDÜNGER

P. TÄLLI, M. VEERMETS

Zusammenfassung

Auf insgesamt sechs Versuchsflächen für Forstdüngung, wo die Wirkung der Mineraldünger auf das Wachstum der Bäume in mittelalten, reifenden und hiebsreifen *Vaccinium*-Kiefernbeständen untersucht wurde, legten die Verfasser 400 Pflanzendeckungs-Analysequadrate (mit einer Flächengrösse von jeweils 1 m²) an, um die Wirkung der Dünger auf die Bodenvegetation zu erforschen.

Die geobotanische Analyse auf den gedüngten und ungedüngten Probeflächen ergab, dass die Pflanzen der Zwergstrauchschicht sowie der Kraut- und Moosschicht ziemlich verschieden auf die Düngung reagieren. Ferner ergab sich, dass Preiselbeere und Heidelbeere nach der Düngung eine grössere Vitalität aufweisen. Jedoch konnte keine feste Gesetzmässigkeit in der Veränderlichkeit der mittleren Werte ihres Deckungsgrads festgestellt werden, was offensichtlich auf den verhältnismässig langsamen Entwicklungszyklus der Preiselbeere und der Heidelbeere zurückzuführen ist. Das Heidekraut hatte dagegen nach der Düngung die Tendenz zur Verminderung des Deckungsgrads und der Vitalität. Das ist wiederum auf die anhaltende Verschlechterung der Lichtverhältnisse auf dem Waldboden nach der Düngung infolge des dichter Kronenschlusses zurückzuführen, was wegen des besseren Wachstums der Bäume erfolgt.

Vitalität und Deckungsgrad der meisten Pflanzen der Krautschicht nehmen nach der Düngung zu. Besonders stark beginnt nach der Düngung die Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa*) in ziemlich feuchten *Vaccinium*-Kiefernbeständen zu wuchern. Sie blüht, trägt Samen und ändert wesentlich das Gesamtbild der Bodenvegetation. Auch der Schafschwingel zeigt eine positive Reagerung auf die Düngung. Ein Erscheinen von neuen Grasarten, die für die *Vaccinium*-Kiefernbestände nicht charakteristisch sind, wurde nicht beobachtet.

Auf allen gedüngten Probeflächen wurde die Moosschicht infolge der Düngung schwächer. Bei Anwendung grösserer Düngermengen wirkten die Düngemittel «ätzend» auf die Moose und verursachten die Vernichtung der Moosschicht. Bei Anwendung niedrigerer Düngermengen trat eine nur unwesentliche Verringerung der Vitalität und des Deckungsgrads ein. Am meisten leiden durch Mineraldüngemittel *Dicranum undulatum* und *Hylocomium splendens*. Für *Pleurozium schreberi* ist eine grössere Düngertoleranz kennzeichnend.

VÄETAMISE MÕJUST KUIVENDATUD SOOMÄNNIKUTE KÄBISAAGILE JA SEEMNETE OMADUSTELE

J. PIKK

Kuivendamise ja väetamise tagajärjel paranevad puistutes puude toitumistingimused. Sellega kaasneva muutusi männikute käbisaagis ja männiseemnete omadustes on käesoleva ajani vähe uuritud. Põhjalikult on käsitletud männikute käbisaaki ja seemnete omadusi sõltuvalt kasvukohatüübist, puistu vanusest, puistu tihedusest, seemne värvusest jne. (Pihelgas, 1959a, 1959b, 1963, 1969; Zaborovski, 1959; Мишуков, 1963).

V. Ogijevski (Огиевский, 1965) märgib, et ajutiste seemnepuistute väetamisel omab erilist tähtsust granuleeritud superfosfaat, mida tuleb külvata 2...3 aastat enne raiet põllumajanduses kasutatavates kogustes. Kõrge happesusega muldade väetamisel peab ta vajalikuks eelnevat mulla lupjamist, tulemusi aga ei kirjelda. V. Šumakovi (Шумаков, 1975) andmetel keskealiste männikute väetamine lämmastikuga või täisväetisega tõstab seemnisaaki kuni kolm korda.

Kuivendamise ja väetamise otsest mõju soomännikute käbisaagile ja seemnete omadustele asuti selgitama 1973. aastal tugevalt kuivendatud rabamännikus Tähtvere metskonnas kv. 78 ja kuivendatud siirdesoo Väatsa metskonnas kv. 144 ja 145.

OBJEKTID JA METOODIKA

Tähtvere metskonnas korjati käbid 1973. ja 1974. aasta varakevadel metsaväetamise katsealalt, mis koosneb väetamata ja väetatud variandist kolmes korduses ning praktiliselt kuivendatava rabamännikust. Väetatavate proovitükkide ühele hektarile oli 1970. a. sügisel külvatud 500 kg superfosfaati, 250 kg kaalisoola; 1971. a. kevadel 220 kg karbamiidi; 1972. a. kevadel 260 kg karbamiidi ning 1973. a. kevadel 260 kg karbamiidi. Puistu koosseis oli 10Mä üks. Ks, boniteet Va, kõrgus 5,7 m, rinnasdiameeter 7,2 cm, vanus 60 a.

Käbisaagi hindamisel rabamännikus kasutati järgmist viisi.

Puud igas kasvuklassis jaotati viljakandvuse järgi gruppidesse: 1 — kâbid puuduvad, 2 — üksikud kâbid, 3 — kâbikandvus rahuldav, 4 — kâbisid rohkesti ja 5 — kâbisid väga palju. Igast grupist 1...2 mudelpuul korjati ära kõik kâbid; nende koguse ja puude arvu põhjal määrati iga kasvuklassi ja seejärel ka kogu puistu kâbisaak nii väetatud kui ka ainult kuivendatud alal. 1973. a. saadi viiendast ja 1974. a. neljandast kasvuklassist võrdlusmaterjali niivõrd vähe, et vastavad näitajad ei ole usaldatavad. Samas hinnati kâbikandvust ka viie keskmise mudelpuu järgi.

Kuivendatud siirdesoo Väätsa metskonnas on väetatud 1967. a. kevadel. Sinna on külvatud hektari kohta 600 kg superfosfaati, 300 kg kaalisoola, 200 kg ammooniumsalpeetrit. Turba tüsedus on üle 4,5 m. Puistu koosseis on 9Mä 1Ks üks. Ku, vanus 80...100 a., boniteet V, keskmine rinnasdiameeter 16,0 cm ja kõrgus 14,0 m.

Väetamata ja väetatud alale rajati 1973. aasta hilissügisel 20×50 m suurused ajutised proovitükid 10...30 ja 50...70 m kaugusele kraavist. Igal proovitükil langetati keskmiste puude hulgast 6 mudelpuud, millelt korjati kõik kâbid. Mudelpuude valikul ei arvestatud kâbikandvust, küll aga võra suurust ja kuju. L. Pravdini meetodit (Zaborovski, 1959; Огневский, 1965) rakendades leiti kogu puistu kâbisaak.

Korjatud kâbidel määrati mass, keskmine pikkus, läbimõõt aluselt, seemnete väljatulek ja värvus ning 1000 seemne mass. Seemned idandati Jakobsoni idandamisaparaadil ja määrati põhilised kvaliteedinäitajad.

Saadud tulemusi analüüsitakse katsealade kaupa.

TÄHTVERE METSKONNA RABAMÄNNIK

Kâbide arv rabamännikus kuivendatud proovitükkidel oli 1973. aastal 6% võrra suurem kui kuivendatud ja väetatud proovitükkidel. Kâbialged olid siin moodustunud 1970. aasta vegetatsiooniperioodil, seega enne väetamist. Kâbisaagi hindamine samadel proovitükkidel järgmisel aastal andis 7% võrra suurema kâbide arvu juba väetatud puistus.

Kâbisaak kuivendatud ja väetatud rabamännikus oli esimesel vaatlusaastal 12% võrra ja teisel 34% võrra suurem kui ainult kuivendatud puistus. Kâbisaagi hindamisel L. Pravdini meetodil saadi samas enamsaagiks isegi vastavalt 17% ja 47%. Enamiku kâbisaagist rabas (tabel 1) andsid kõikjal I ja II kasvuklassi puud, mis ka väetamisele reageerisid paremini. Mõõdetud 4387 kâbi järgi selgub, et kuivendamata rabast, ainult kuivendatud rabast ning kuivendatud ja väetatud rabast pärinevad kâbid on suuruselt erinevad (tabel 2). Kuivendamine ja väetamine on küll soodustanud kâbide kasvu kõikide kasvuklasside puudel, kuid teistest paremini on reageerinud esimeste kasvuklasside puud ja seda eriti väetamise korral.

Tähtvere mk. kuivendatud ja kuivendatud ning väetatud rabamänniku käbisaak

	Mõõt- ühik	1973. aasta		1974. aasta	
		Kuiven- datud	Kuiven- datud ja väetatud	Kuiven- datud	Kuiven- datud ja väetatud
Käbisaak kasvuklasside mee- todil					
kokku	kg/ha	705,0	791,5	489,7	657,6
	%	100	112	100	134
sellest I ja II kasvuklas- si puudelt	%	80	89	79	87
Käbide arv	tuh. tk	156,3	147,5	111,7	118,9
	ha				
	%	100	94	100	107
sellest I ja II kasvuklas- si puudelt	%	79	89	78	84
Käbisaak Pravdini meetodil	kg/ha	537	630	448	660
	%	100	117	100	147

Uuritud puistute viljakandvus oli 1974. aastal tunduvalt keh-
vem kui 1973. aastal. Võrreldes neid aastaid arvudes nähtub, et
kuivendatud puistus moodustas 1974. aasta käbisaak vaid 69,4%
eelmise aasta saagist, kuivendatud ja väetatud puistus aga 80,3%.
Esimesel pilgul näib, nagu oleks väetatud puistus käbisaak aastate
lõikes ühtlasem kui väetamata puistus, kuid tegelikult see ei pruugi
nii olla. Esimestel aastatel pärast väetamist väetiste toime puist-
tule üha suureneb, hiljem aga väheneb. Kahe aasta käbisaagi
võrdlus ei võimalda veel teha suuremaid üldistusi.

Käbi keskmine mass kuivendatud ja väetatud männiku erineva-
tes kasvuklassides oli esimesel aastal 20...36% suurem kui ainult
kuivendatud männikus ning 38...53% suurem kui kuivendamata
rabamännikus (tabel 3). Teisel kasvuaastal olid käbid olenevalt
puude kasvuklassist 5...47% võrra ja kuivendatud-väetatud
rabamännikus 56...76% võrra raskemad kui looduslikus raba-
männikus. Võrreldes kahe aasta tulemusi omavahel, oli käbi kes-
kmine mass 1974. aastal väiksem peaaegu kõigis katsevariantides ja
kõigis kasvuklassides. Nii oli põhilistes käbisid kandvates kasvu-
klassides (I...III) käbi keskmine mass 1974. a. looduslikus raba-
männikus 15...22%, kuivendatud rabamännikus 2...6% ja kui-
vendatud-väetatud rabamännikus 2...14% võrra väiksem kui
1973. a. Seega sõltub looduslikus rabamännikus käbi keskmine
mass aastast kõige rohkem.

Käbide mõõtmete muutumine metsaparenduse mõjul Tähtvere mk. rabas

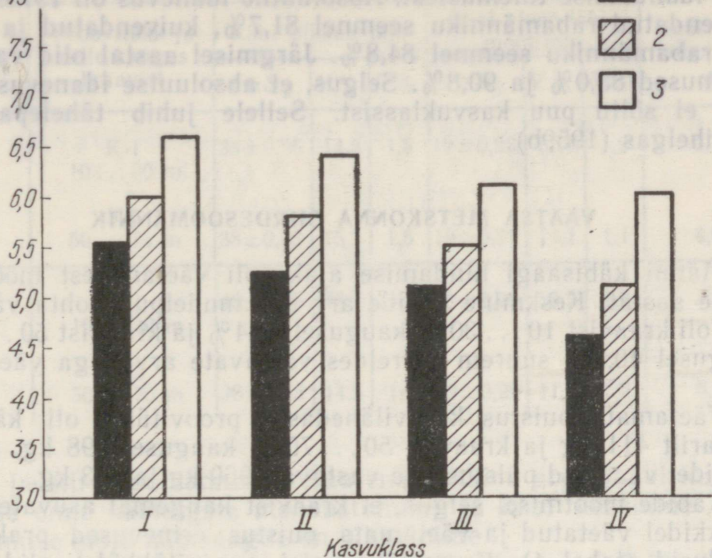
Kasvu- klass	Rabamänniku asukoht	1973. a. käbid						1974. a. käbid					
		Käbi pikkus mm			Läbimõõt aluselt mm			Käbi pikkus mm			Läbimõõt aluselt mm		
		$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	V %	P %	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	V %	P %	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	V %	P %	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	V %	P %
I	Looduslik	38 ± 0,38	9,9	1,0	17 ± 0,18	10,3	1,1	35 ± 0,45	16,3	1,3	18 ± 0,16	10,8	0,9
	Kuivendatud	41 ± 0,29	12,2	0,7	19 ± 0,14	12,7	0,7	39 ± 0,34	12,9	0,9	19 ± 0,14	10,8	0,7
	Kuivendatud ja väetatud	45 ± 0,42	15,2	0,9	22 ± 0,16	11,9	0,7	43 ± 0,54	12,4	1,3	21 ± 0,20	13,7	1,0
II	Looduslik	35 ± 0,56	16,1	1,6	18 ± 0,24	13,1	1,3	32 ± 0,40	15,1	1,2	18 ± 0,21	14,0	1,2
	Kuivendatud	40 ± 0,25	12,8	0,6	19 ± 0,09	11,2	0,5	36 ± 0,35	14,3	1,0	18 ± 0,13	10,6	0,7
	Kuivendatud ja väetatud	42 ± 0,24	12,3	0,6	20 ± 0,09	9,9	0,5	43 ± 0,39	14,1	0,9	20 ± 0,15	10,2	0,8
III	Looduslik	35 ± 0,40	10,8	1,1	16 ± 0,19	11,3	1,2	31 ± 0,36	14,0	1,2	17 ± 0,17	12,0	1,0
	Kuivendatud	40 ± 0,40	15,7	1,0	19 ± 0,16	12,9	0,8	37 ± 0,46	15,7	1,2	18 ± 0,19	13,1	1,0
	Kuivendatud ja väetatud	40 ± 0,47	15,6	1,1	20 ± 0,18	12,0	0,9	38 ± 0,46	16,4	1,2	19 ± 0,18	12,7	1,0
IV	Looduslik	31 ± 0,51	15,9	1,7	16 ± 0,18	10,9	1,1	29 ± 0,38	15,7	1,3	16 ± 0,15	11,6	0,9
	Kuivendatud	35 ± 0,48	15,2	1,4	17 ± 0,16	10,4	0,9	28 ± 0,91	17,1	3,3	15 ± 0,35	12,0	2,3
	Kuivendatud ja väetatud	41 ± 0,61	13,2	1,5	19 ± 0,25	11,8	1,3	34 ± 0,66	15,5	2,0	18 ± 0,29	13,0	1,3
V	Looduslik	32 ± 0,63	12,8	2,0	16 ± 0,27	10,6	1,7						
	Kuivendatud	32 ± 0,73	4,5	2,3	17 ± 0,58	10,7	3,4						
	Kuivendatud ja väetatud	32 ± 1,29	14,1	4,0	17 ± 0,77	14,3	4,5						

Tabel 3

Käbi keskmise massi ja 1000 seemne massi muutumine Tähtvere mk. rabamännikus erinevates kasvuklassides metsaparenduse mõjul 1973. ja 1974. aastal

Kasvu- klass	Aasta	Käbi keskmine mass						1000 seemne mass				
		Loodus- lik raba- männik		kuivendatud rabamännik		kuivendatud-väetatud rabamännik		Loodus- lik raba- männik	kuivendatud rabamännik		kuivendatud-väetatud rabamännik	
		g	% võrreldes looduslikuga	g	% võrreldes looduslikuga	g	% võrreldes looduslikuga		g	% võrreldes looduslikuga	g	% võrreldes looduslikuga
I	1973	4,37	112	4,90	6,68	153	5,55	6,00	108	6,60	119	
	1974	3,40	147	5,00	5,99	176	5,02	5,82	116	6,44	128	
II	1973	3,94	114	4,51	5,42	138	5,25	5,80	110	6,40	122	
	1974	3,36	126	4,23	5,52	164	4,76	5,52	116	6,24	131	
III	1973	3,56	119	4,25	5,25	148	5,10	5,50	108	6,10	120	
	1974	2,86	143	4,11	4,52	158	4,56	4,30	94	5,60	123	
IV	1973	3,23	108	3,52	4,49	139	4,60	5,10	111	6,00	130	
	1974	2,62	105	2,75	4,09	156	4,54	2,87	-63	3,79	84	
V	1973	3,35	106	3,55	3,04	91	4,80	5,50	115	5,20	108	

1000 seemne
kaal, g



Joonis 1. 1000 seemne massi muutumine puude kasvuklassides metsaparanduse mõjul 1973. aastal

(1 — kuivendamata rabamännik; 2 — kuivendatud rabamännik; 3 — kuivendatud ja väetatud rabamännik).

Metsaparandus avaldab tugevat mõju 1000 seemne massile (tabel 3). Käbisaagist suurema osa andvates kasvuklassides (I...II) oli 1974. aastal 1000 seemne mass kuivendatud rabamännikus 16% ja kuivendatud ning väetatud männikus 28...31% võrra suurem kui kuivendamata rabamännikus.

Joonisel 1 on esitatud 1000 seemne massi sõltuvus puude kasvuklassist. Esimesel aastal on väetamine tõstnud seemnete massi ligikaudu võrdselt kõikides kasvuklassides.

Heaboniteedilistes männikutes on 1000 seemne mass kõrgem madala viljakusega aastal (Pihelgas, 1969), käesolevas töös raba kohta olid esialgsed tulemused vastupidised. Ka J. Zaborovski (1959) andmetel on saagiaastatel seemnete mass suurem.

Seemnete värvuse järgi jaotusid I...III kasvuklassi rabamännid pruuni- ja mustaseemnelisteks teisenditeks võrdselt. Mineeraalmaal on mustade seemnetega männid parema kõrgusekasvuga (Pihelgas, 1963), seda on nad ilmselt ka rabas, sest IV ja V kasvuklassi puude hulgas oli vaid üksikuid mustaseemnelisi. Seemnete väljatulekus ei olnud erinevusi kasvuklasside ja katsevariantide vahel. Märgadest kasvukohtadest pärinevate seemnete väljatulekut peetakse üldiselt halvemaks (Pihelgas, 1959a).

Metsaparanduse mõju seemnete kvaliteedile nähtus ka seemnete idandamise tulemustest. Absoluutne idanevus oli 1973. aastal kuivendatud rabamänniku seemnel 81,7%, kuivendatud ja väetatud rabamänniku seemnel 84,8%. Järgmisel aastal olid vastavad tulemused 83,0% ja 90,8%. Selgus, et absoluutse idanevuse protsent ei sõltu puu kasvuklassist. Sellele juhib tähelepanu ka E. Pihelgas (1959b).

VÄÄTSA METSKONNA SIIRDESOOMÄNNIK

Männi käbisaagi hindamise ajaks oli väetamisest möödunud seitse aastat. Keskmise käbide arv ühe mudelpuu kohta väetatud alal oli kraavist 10...30 m kaugusel 80,4% ja kraavist 50...70 m kaugusel 40,2% suurem võrreldes vastavate arvudega väetamata alal.

Väetamata puistus kraavilähedasel proovitükil oli käbisaak hektarilt 411 kg ja kraavist 50...70 m kaugusel 398 kg, proovitükkidel väetatud puistus aga vastavalt 969 kg ja 493 kg.

Käbide mõõtmisel selgus, et kraavist kaugemal asuvatel proovitükkidel väetatud ja väetamata puistus erinevused praktiliselt puudusid (tabel 4). Kraavilähedastel proovitükkidel olid käbid väetatud puistus 5% võrra pikemad ja käbi aluse läbimõõt 5% võrra suurem kui väetamata puistus.

Väetamise mõju oli paremini märgatav käbi keskmiste masside võrdlemisel. Väetatud puistus kraavilähedastel proovitükkidel oli käbi mass 3,3% võrra ja 50...70 m kaugusel 5,2% võrra suurem kui väetamata puistus. Kuivendusest tingituna olid väetamata alal käbid kraaviäärses puistus 16,8% ja väetatud alal 14,6% raskemad kui nõrgalt kuivendatud puistus.

Tuhande seemne mass kraavilähedases väetatud puistus, võrreldes samasuguselt kuivendatud, kuid väetamata puistu seemne massiga moodustas 91,5% ja kraavist kaugemal asuvas puistus 91,0%. Kindla seose puudumist käbide suuruse ja 1000 seemne massi vahel kirjeldab ka N. Mišukov (Мишуков, 1963). Kuivenduse intensiivsusest tingitud võimalikke erinevusi väetamata puistu 1000 seemne massis ei esinenud. Väetatud puistus tehti aga kindlaks väike erinevus (1,5%) tugevalt kuivendatud männiku kasuks nõrgalt kuivendatud männikuga võrreldes.

Seemnete idandamisel saadi siirdesoost pärineva seemnega mõningal määral paremaid tulemusi kui rabamänniku seemnega. Absoluutne idanevus kuivendatud siirdesoomänniku seemnetel oli 95,4% ja kuivendatud-väetatud siirdesoomänniku seemnetel 95,5%. Siinjuures olgu märgitud, et samal aparaadil kontrolliks idandatud Kaarepere Metsakatsejaamas külvitöödeks kasutatava seemne absoluutne idanevus oli 99,5%.

Kokkuvõtteks võib öelda järgmist.

1. Väetamine tõstab märgatavalt käbikandvust kuivendatud

Käbide mõõtmed ja kaal Väätša mk. siirdesoomännikus 1973. a. sügisel

Katse-variant	Proovitükk ja selle kaugus kraavist	Käbi pikkus mm			Käbi aluse läbimõõt mm			Käbi keskmine mass g
		$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	V %	P %	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	V %	P %	
Väetamata	K-1 10...30 m	38±0,56	14,8	1,5	19±0,22	11,4	1,2	5,76
	K-3 50...70 m	38±0,58	15,3	1,5	19±0,21	11,1	1,1	4,93
Väetatud	V-1 10...30 m	40±0,55	13,7	1,4	20±0,20	10,2	1,0	5,95
	V-3 50...70 m	38±0,55	14,5	1,5	19±0,22	11,4	1,2	5,19

raba- ja siirdesoomännikus. Suureneb käbide arv (juhul kui väetatakse enne käbialgete moodustumist) ja käbi keskmine mass. Väetamise mõju käbisaagile on pikaajaline.

2. Kuivendatud ja väetatud rabamännikus on käbid oluliselt suuremad kui ainult kuivendatud või kuivendamata looduslikus rabamännikus. Seitse aastat tagasi väetatud siirdesoomännikus on käbid suuremad ainult kraavilähedases puistus. Käbide suurus muutub vastavalt puude kasvutingimustele.

3. Tuhande seemne mass suureneb juba väetiste külvamise aastal. Väetamise mõju kestab mitu aastat, hiljem seemnete mass väheneb. Millistest teguritest see oleneb, vajab veel selgitamist.

4. Kuivendatud rabamännikust võib esimestel väetamisjärgsetel aastatel saada normaalmõõtmetega käbisid küllaltki raskete seemnetega, kuid teiste tunnuste osas saadav seeme ei vasta kvaliteedinõuetele.

5. Madalaboniteedilise puistu väetamine tõstab seemnete absoluutset idanevust.

KIRJANDUS

- Pihelgas, E. Mäni seemne kvaliteedi olenevus puistu vanusest ja kasvukohast. — Rmt.: EPA teaduslike tööde kogumik 6. Tartu, 1959a, lk. 123...132.
- Pihelgas, E. Viljakandvusest ja seemnete kvaliteedist harilikul männil. — Rmt.: EPA teaduslike tööde kogumik 11. Tartu, 1959b, lk. 3...12.
- Pihelgas, E. Hariliku mäni seemnete kvaliteedi sõltuvus seemnete värvusest. — Rmt.: EPA teaduslike tööde kogumik 29. Tartu, 1963, lk. 10...20.
- Pihelgas, E. Männikute seemnekandvusest ja seemnete varisemisest Järvselja õppe-katsemajandis 1963—1967. aastal. — Rmt.: EPA teaduslike tööde kogumik 60. Tartu, 1969, lk. 19...33.

Забоговски, J. Metsakultuurid. Tallinn, 1959. 292 lk.

Мишукон Н. П. Об использовании мелких шишек и семян. — «Лесное хозяйство», 1963, № 11, с. 31... 33.

Огиевский В. В. Лесное семеноводство. 1965, Л., 20 с.

Шумаков В. С. Применение минеральных удобрений в лесах СССР. — «Лесное хозяйство», 1975, № 10, с. 37... 40.

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЯ НА ПЛОДОНОШЕНИЕ И СВОЙСТВА СЕМЯН В СОСНЯКАХ НА ОСУШЕННЫХ БОЛОТАХ

Я. ПИКК

Резюме

Исследовательская работа проводилась в сосняках на двух опытных участках, из которых один находился на верховом, а другой на переходном болоте. На каждом участке было заложено по 6 пробных площадей — 3 площади с внесением НРК-удобрений и 3 неудобренные (контроль). Сбор шишек проводился на переходном болоте спустя 7 лет после внесения удобрений. На верховом болоте шишки собирались два года подряд — первый раз через один год, второй раз через два года после внесения удобрений.

Результаты исследований показали, что удобрение значительно повышает плодоношение как в сосняках на верховом, так и на переходном болоте. Увеличивается число шишек (лишь в том случае, когда удобрения вносились перед формированием зачатков шишек), средний вес шишек и общий урожай (табл. 1). Влияние удобрений на плодоношение продолжается длительное время.

В осушенном и удобренном сосняке на верховом болоте шишки больше по размеру и тяжелее, чем шишки в сосняках на только осушенном или неосушенном болоте (табл. 2). Под влиянием удобрений повышается также абсолютная всхожесть семян.

В сосняке на переходном болоте, удобренном 7 лет назад, шишки были больше по размеру только у сосен, произрастающих в непосредственной близости от канавы (в 10—30 метрах) (табл. 4).

Вес 1000 семян в удобренном насаждении увеличивается уже в год внесения удобрения (табл. 3). На вес семян удобрения оказывают влияние в течение нескольких лет, но постепенно разница в весе семян между удобренным и неудобренным сосняком становится незаметной.

EFFECT OF FERTILIZATION ON THE CONE YIELD OF DRAINED BOG PINE STANDS AND ON SEED PROPERTIES

J. PIKK

Summary

The cone yield and the amount of cones were determined in a drained and a drained-fertilized bog pine stand and in a transitional bog pine stand.

NKP fertilizers had been sown on sample plots in the bog 1 to 2 years before and in the transitional bog 7 years earlier.

The research results showed that fertilization considerably raised the cone crop in the drained and the drained transitional bog pine stand. The amount of cones (in case fertilizers had been applied before the formation of cone rudiments), the mean cone weight and the total cone yield increased (Table 1). The effect of fertilization on the cone crop was prolonged.

In the drained and fertilized bog pine stand the cones were larger than in the bog only drained and as well as in the under-ained natural bog (Table 2). In the transitional bog pine stand which had been drained 7 years previously the cones were larger only in that part of the stand which was close to the ditch (Table 4). The size of cones changed according to the growing conditions of trees.

The weight of 1,000 pine seeds in the fertilized stand increased already in the year when fertilizers had been sown (Table 3). The effect of fertilizers on the weight of 1,000 seeds lasted for several years. Later on the weight of seed decreased.

Cones of normal size and with sufficiently heavy seeds could be obtained from the drained bog pine stand after Fertilizer application; however, in the first years after fertilization the seed was not of high quality.

The fertilization of the low-quality stand increased the absolute germinating ability of seed.

KARBAMIIDIGA VÄETAMISE AJA MÕJUST POHLA KASVUKOHATÜÜBI MÄNNIKULTUURILE

H. SEEMEN

Mineraalväetiste kasutamisele kui metsade produktiivsuse tõstmise ühele võimalusele omistatakse järjest suuremat tähelepanu. Tulemusrikas metsade väetamine eeldab sobiva kasvukoha, õige väetiste kombinatsiooni ja normi valikut; oluline on ka väetiste külvamiseks sobiva aja valik. Väetamisaegade valikust sõltub väetamise efektiivsus, toitainete kaod ja tööde pinge jaotumine. Väetiste külvamiseks sobiva aja küsimus võib osutuda oluliseks ka maapealse väetamise osatähtsuse suurenemisel tulevikus.

Mineraalväetiste kasutamisel põllumajanduses ollakse seisukohal, et kergesti mullast väljauhutavaid lämmastikväetisi tuleks anda kevadel — taimede kasvu alguses, kuna fosfor- ja kaaliumväetisi võib anda sügisel, ilma et oleks karta nende efektiivsuse vähenemist (Agrokeemia..., 1971).

Kuna metsade väetamisega on tegeldud suhteliselt lühikest aega (Eesti NSV-s alates 1967. aastast), siis metsaväetamiseks sobivate aegade suhtes lõplikke seisukohti ei ole.

Kuigi võib arvata, et mineraalväetisi on kõige efektiivsem kasutada metsas kevadel, on viimasel ajal avaldatud kirjanduses andmeid ka teiste väetamisaegade sobivusest.

V. Koržitski (Коржицкий, 1972) märgib, et 15-aastases pohla-kanarbiku männikus saadi karbamiidiga väetamisel septembris maksimaalne efekt männiokste kaalu suurenemises võrreldes ükskõik millisel teisel ajal väetamisega. Teisel aastal pärast väetamist oli männiokaste kaal septembris väetamise korral 20% suurem kui mais väetamisel, kolmandal aastal oli erinevus 30%. Järgnenud kevadel pärast septembris väetamist täheldati männiokastes ka suurt lämmastikusisaldust.

V. Sumakovi ja V. Orfanitskaja (Шумаков, Орфанитская, 1972) andmeil osutus 65-aastases mustikamännikus efektiivseks sügisene (oktoobris) väetamine nii N-, NP- kui ka NPK-väetistega. Mõnedel juhtudel võib aga kevadine väetamine olla sügisest efektiivsem (Шумаков, 1975).

N. Ipatjevi (Ипатьев, 1976) andmeil Soomes vegetatsioonipe-

rioodi erinevail aegadel toimunud väetamine avaldas puistute kasvule ühesugust mõju. Kuivendatud metsi võib väetada ka talvel, kui väetisi on mugav transportida.

Väetiste erinevatel aastaagadel kasutamise efektiivsuse selgitamiseks soometsades on ulatuslikke katsealasid rajatud Soomes.

K. Karsisto poolt rajatud katses väetati täisväetisega mais, juunis, juulis ja oktoobris. Saadud tulemustes ilmsid väga väikesed erinevused variantide vahel, maikuu väetamine ei olnud märkimisväärselt parem kui teistel aegadel (Karsisto, 1975).

Varasemate (1965...1967) uurimuste põhjal järeldas E. Paavilainen (1970), et puude suurim kõrguse ja diameetri juurdekasv ilmneb vegetatsiooniperioodil väetamisel võrreldes väetamisega talvekuudel ja eriti kevadisel lumesulamise ajal. Lumele antud nii kiiresti kui ka aeglaselt lahustuvad väetised kinnistusid mullas väga nõrgalt. Suur osa neist jäi lume pinnale ja kanti sulavetega ära. Erandi moodustas jäme fosforiit, mida uhuti ära vähe. Viimased andmed näitavad, et toorfosfaadiga võib siiski väetada ka talvel (Huikari, Paavilainen, 1975).

K. Paarlahti (1975) andmetel võib fosforväetisi külvata kogu kasvuperioodi kestel, suurim kasvu reageering saadi aga väetamisel kasvuperioodi alguses.

UURIMISOBJEKT JA METOODIKA

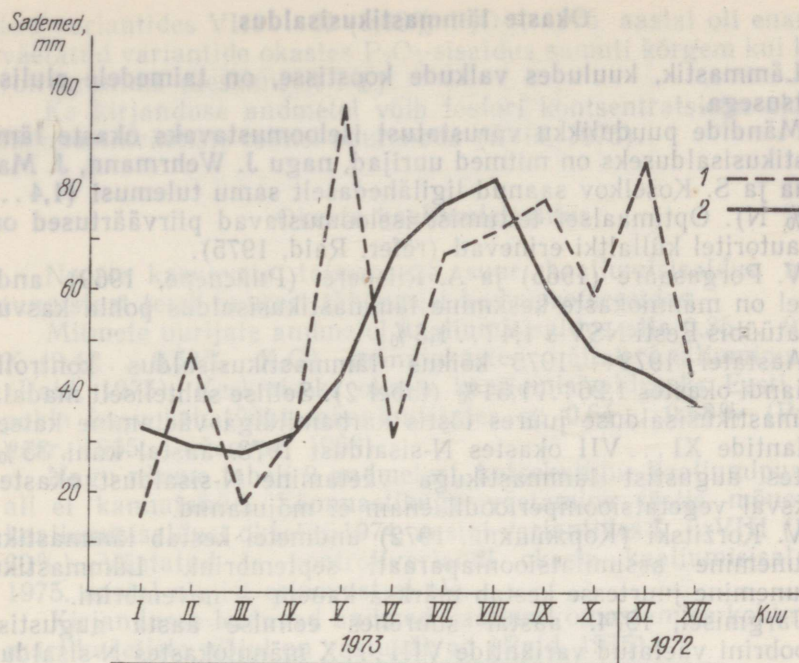
Lämmastikuga väetamise optimaalse aja selgitamiseks Eesti NSV tingimustes rajati 1972. aasta sügisel katseala Pikasilla metskonda (kv. 190 eraldus 13) pohla kasvukohatüübi männikultuuri. Kultuur on rajatud 1966. aastal randaaliga ülepinnaliselt purustatud III boniteedi raiestikule külvi teel seaduga 1×1,25 m. Muld värske, kohati kuiv nõrgalt leetunud sekundaarne leedemuld, katkendliku A₂-horisondiga.

Katseala mulla analüüsandmeist (tabel 1) selgub, et muld on lämmastikuvaene.

Tabel 1

Toitainete sisaldus katseala mullas

Horisondi sügavus cm	pH _{KCl}	Üldlämmastiku %	Laktaatlahustuv		
			P ₂ O ₅	K ₂ O	
			mg/100 g		
A ₀	0...8	3,2	0,89	5,7	22,5
(A ₁)B ₁	8...19	4,0	0,05	8,5	2,5
B ₂	19...80	4,7	0,003	3,2	5,0
B ₃	80...150	4,7	0,006	3,2	5,0



Joonis 1. Sademed XI 1972... X 1973. a.

1 — katseperioodil; 2 — paljuaastane keskmine.

Tartu meteoroloogiajaama poolt esitatakse mulla keskmise külmumissügavuse kohta järgmised andmed:

Kuupäev	1. XII	1. I	1. II	1. III	1. IV
külmumissügavus (cm)	11	20	35	53	57

Kohapealsetel tähelepanekutel esines maapinna külmumine katsealal (üle 10 cm) jaanuarist märtsini. Märtsi viimasel dekaadil, millal ööpäevane keskmine õhutemperatuur muutus püsivalt positiivseks, hakkas maapind sulama. 20. aprillil, väetise külvamise ajal, oli maapind juba täielikult sulanud.

MÄNNIOKASTE TOITAINETESISALDUSE, PIKKUSE JA MASSI MUUTUMINE KARBAMIIDIGA AASTARINGSEL VÄETAMISEL

Okaste põhiliseks ülesandeks on fotosüntees ja transpiratsioon. Puude kasv sõltub otseselt okastikust ja selle produktioonivõimest. Okaste poolt toodetava orgaanilise aine hulga määrab fotosünteesiva pinna suurus, mis on väljendatav okkamassiga.

Esmaste väetamistulemustena selgitatakse okaste kui kõige plastilisema organi kvalitatiivseid muutusi.

Okaste lämmastikuisaldus

Lämmastik, kuuludes valkude koostisse, on taimedele elulise tähtsusega.

Mändide puudulikku varustatust iseloomustavaks okaste lämmastikuisalduseks on mitmed uurijad, nagu J. Wehrmann, J. Materna ja S. Košelkov saanud ligilähedaselt samu tulemusi (1,4...1,6% N). Optimaalset toitumist iseloomustavad piirväärtused on eri autoritel küllaltki erinevad (refer. Raid, 1975).

V. Porgasaare (1965) ja A. Riispere (Рийспере, 1969) andmetel on männiokaste keskmine lämmastikuisaldus pohla kasvukohatüübis Eesti NSV-s 1,4...1,8%.

Aastatel 1972...1975 kõikus lämmastikuisaldus kontrollvariandi okastes 1,26...1,54% (tabel 2). Sellise suhteliselt madala lämmastikuisalduse juures tõstis karbamiidiga väetamine katsevariantide XI...VII okastes N-sisaldust 1973. aastal kuni 35%. Alates augustist lämmastikuga väetamine N-sisaldust okastes jooksva vegetatsiooniperioodil enam ei mõjutanud.

V. Koržitski (Коржицкий, 1972) andmetel kestab lämmastiku kogunemine assimilatsiooniparaati septembrini. Lämmastiku kogunemine juurtesse kestab märksa kauem — novembrini.

Järgmisel, 1974. aastal suurenes eelmise aasta augustist oktoobrini väetatud variantide VIII...X männiokastes N-sisaldus kuni 33%. Kaks kasvuperioodi väetamisele allunud variantide XI...VII okastes N-sisaldus vähenes võrreldes eelmise aastaga, ületades kontrollvariandi keskmiselt 15% võrra. Kolmandal aastal pärast väetamist (1975. a.) oli N-sisaldus XI...VII variantide okastes lähedane kontrollvariandile, variantide VIII...X okastes ületas viimast mõnevõrra (4...11%).

Okaste fosforisisaldus

Organogeenidest üheks tähtsamaks elemendiks on fosfor, täites tähelepanuväärset osa taimede energiavahetuses.

J. Wehrmanni, R. Themlitz ja teiste uurijate andmetel on mändide fosforiga varustatus mitteküllaldane kui okkad sisaldavad fosforit 0,06...0,13% (refer. Raid, 1975).

Männiokaste keskmiseks fosforisisalduseks Eesti NSV-s pohla kasvukohatüübis on 0,15...0,16% (0,34...0,36% P_2O_5) (Porgasaar, 1965; Рийспере, 1969).

Näeme, et kontrollvariandis (tabel 2) oli männiokaste fosforisisaldus 0,34...0,38% P_2O_5 , mis on lähedane kasvukohatüübi keskmisele. Väetatud variantide männiokastes fosforisisaldus ei erinenud 1973. aastal märkimisväärselt kontrollist, moodustades viimasest keskmiselt 98,5%. 1974. aastal oli fosforisisaldus lämmastikuga väetatud variantide okastes kontrolliga võrreldes mõnevõrra suurenenud (keskmiselt 17%), eriti eelmisel sügisel väeta-

tud variantides VIII...X (0,43% P_2O_5). 1975. aastal oli enamiku väetatud variantide okastes P_2O_5 -sisaldus samuti kõrgem kui kontrollvariandis (keskmiselt 7%).

Ka kirjanduse andmetel võib fosfori kontsentratsioon okastes lämmastikväetiste toimel suurene da (Raid, 1975).

Okaste kaaliumisisaldus

Noorte kasvavate taimeosade suur kaaliumisisaldus annab tunnistust tema suurest tähtsusest kasvuprotsessides.

Mitmete uurijate andmetel kaaliumisisaldus alla 0,35...0,45% K (0,42...0,54% K_2O) männiokastes näitab kaaliumipuudust (Raid, 1975). Keskmiseks okaste kaaliumisisalduseks Eesti NSV pohla kasvukohatüübi männipuistutes on 0,64...0,68% (Porgasaar, 1965; Рийспере, 1969).

Nagu näeme tabeli 2 andmetest, katsekultuur kaaliumipuuduse all ei kannatanud. Lämmastikuga väetamine tõstis mõnevõrra kaaliumisisaldust okastes 1974. aastal variantides I...VIII (10...20%). Väetatud ja kontrollvariandi okaste kaaliumisisalduses 1975. aastal olulist erinevust ei ole.

Kirjanduses leiduvad andmed kaaliumi omastamise kohta lämmastikväetiste mõjul on vastukäivad (Raid, 1975).

Okaste kaltsiumisisaldus

Kaltsium võtab osa rakuseinte struktuurist ja taimede lämmastiku- ja kaaliumi-ainevahetuse reguleerimisest.

J. Wehrmanni uurimustel näitab männiokaste 0,05%-line kaltsiumisisaldus (0,07% CaO) kaltsiumi puudust toitekeskkonnas, okaste 0,05...0,24%-Ca- (0,07...0,34% CaO) sisalduse puhul on aga puistu tootlikkus kõrge (refer. Raid, 1975).

Kaltsiumi kogunemisele okastesse lämmastikuga väetamine mõju ei avaldanud (tabel 2). Küllalt stabiilset 0,35...0,40%-CaO sisaldust okastes võib pidada männikultuuri kasvuks küllaldaseks. Kaltsiumisisalduse teatava üldise suurenemise põhjuseks okastes 1974. aastal võib pidada vastava aasta ilmastikutingimusi.

Kirjanduse andmetel võib erinevatel aastatel kaltsiumi kontsentratsioon okastes muutuda 1,5...1,8 korda sõltuvalt transpiratsiooni intensiivsusest (Алексахин, Алексахина, 1971).

Okaste pikkus

Lämmastikuga väetamise mõju männiokaste pikkusele oli selgesti märgatav (tabel 3). Selgus, et 1973. aastal oli männiokaste pikkus oluliselt suurenenud väetusvariantidel XI...V, kontrolliga võrreldes keskmiselt 17%. Seega väetamine karbamiidiga novemb-

Tabel 2

Lämmastiku- ja mineraalainete sisaldus okastes 1973...1975. aastal

Väetus-variant	% õhukuiva materjali massist											
	1973			1974			1975					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
XI	1,57	0,33	0,50	0,40	1,32	0,38	0,50	0,35	1,43	0,40	0,60	0,40
XII	2,07	0,40	0,50	0,30	1,40	0,39	0,50	0,40	1,48	0,39	0,60	0,35
I	1,82	0,38	0,50	0,35	1,51	0,36	0,55	0,40	1,45	0,43	0,60	0,35
II	1,99	0,34	0,45	0,30	1,44	0,39	0,60	0,40	1,40	0,43	0,60	0,35
III	2,02	0,40	0,50	0,35	1,59	0,38	0,55	0,40	1,42	0,40	0,60	0,35
IV	1,88	0,38	0,50	0,35	1,52	0,39	0,55	0,40	1,45	0,38	0,60	0,35
V	1,74	0,39	0,50	0,35	1,46	0,39	0,55	0,40	1,46	0,37	0,60	0,35
VI	1,74	0,38	0,45	0,35	1,56	0,41	0,55	0,40	1,35	0,40	0,57	0,35
VII	1,93	0,38	0,40	0,35	1,55	0,41	0,55	0,40	1,40	0,38	0,65	0,35
VIII	1,51	0,40	0,45	0,30	1,69	0,43	0,60	0,40	1,52	0,40	0,60	0,40
IX	1,54	0,36	0,45	0,35	1,72	0,42	0,50	0,40	1,45	0,38	0,60	0,35
X	1,34	0,35	0,45	0,30	1,71	0,43	0,50	0,40	1,56	0,38	0,60	0,35
Kontroll	1,54	0,38	0,50	0,35	1,29	0,34	0,50	0,40	1,40	0,37	0,60	0,35

Tabel 3

Männiokaste pikkus (mm) 1973...1975. aastal

Väetus-variant	1973		1974		1975				
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	V %	Kontrollist erinevuse tõenäosus	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	V %	Kontrollist erinevuse tõenäosus	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	V %	Kontrollist erinevuse tõenäosus
XI	51,2 ± 1,13	18,7	> 0,99	56,2 ± 0,86	12,5	> 0,99	51,5 ± 0,69	11,3	> 0,99
XII	54,8 ± 1,07	16,1	> 0,99	58,2 ± 1,20	16,8	> 0,99	48,7 ± 0,75	13,2	< 0,90
I	54,0 ± 1,05	16,4	> 0,99	56,8 ± 0,88	12,8	> 0,99	51,9 ± 0,76	12,6	> 0,99
II	52,8 ± 1,18	19,1	> 0,99	59,4 ± 1,15	16,0	> 0,99	53,1 ± 0,90	14,7	> 0,99
III	52,9 ± 1,08	17,4	> 0,99	55,8 ± 0,98	14,6	> 0,95	49,1 ± 0,93	16,1	< 0,90
IV	51,5 ± 0,96	15,8	> 0,99	56,0 ± 0,92	13,3	> 0,99	51,5 ± 1,01	16,2	> 0,95
V	52,9 ± 1,17	18,8	> 0,99	58,9 ± 1,04	14,8	> 0,99	50,2 ± 0,88	15,0	< 0,90
VI	45,1 ± 0,77	14,5	< 0,90	61,6 ± 1,09	14,2	> 0,99	48,8 ± 0,67	11,8	< 0,90
VII	46,0 ± 1,02	18,6	< 0,90	59,1 ± 0,82	11,5	> 0,99	50,4 ± 0,81	14,0	< 0,90
VIII	47,0 ± 0,91	16,0	< 0,90	58,5 ± 0,97	13,7	> 0,99	51,4 ± 0,88	14,5	> 0,95
IX	45,4 ± 0,92	17,4	< 0,90	58,4 ± 0,79	11,1	> 0,99	51,3 ± 0,92	15,4	> 0,95
X	46,8 ± 0,86	15,4	< 0,90	57,3 ± 0,87	12,4	> 0,99	54,0 ± 0,75	11,7	> 0,99
Kontroll	45,2 ± 0,86	16,6	< 0,90	52,6 ± 0,81	12,7	> 0,99	48,3 ± 0,87	15,3	> 0,99

rist maikuu lõpuni kutsus esile olulise tõusu okaste pikkuse juurdekasvus järgnenud vegetatsiooniperioodil. Alates juunikuu teisest poolest karbamiidiga väetamine okaste pikkusele jooksval kasvu- perioodil enam mõju ei avaldanud.

1974. aastal osutus okaste pikkus kõikidel väetusvariantidel oluliselt suuremaks kui kontrollvariandil (keskmiselt 10%), kaasa arvatud ka variandid VI... X, kuhu karbamiidi külvati eelmise aasta juunist oktoobrini.

1975. aastal lämmastikväetise mõju okaste pikkusele oli vähenenud ja mõnedes väetusvariantides see kontrollist oluliselt ei erinenud.

Esitatud andmete alusel suurenes männiokaste pikkus karbamiidiga väetamise tulemusena oluliselt 1... 2 aasta jooksul pärast väetamist. Seejuures väetamise aeg saadud tulemustele mõju ei avaldanud.

L. Raid (1976) on täheldanud lämmastikväetise mõju männiokaste pikkusele ka neljandal aastal pärast väetamist.

Okaste mass

Okaste pikkuse suurenemise kõrval lämmastikuga väetamise tulemusena suurenes ka okaste mass (tabel 4). Väetamisele järgnenud 1974. aastal osutus 100 okkapaari kuiv mass kõikidel väetusvariantidel oluliselt — keskmiselt 30% — suuremaks kui kontrollil. Kuigi ka 1975. aastal oli okaste mass märgatavalt suurem kui kontrollil, oli positiivne vahe vähenenud keskmiselt 12%-ni.

Näib, et lämmastikuga väetamise positiivne mõju okaste massile on pikaajalisem kui mõju okaste pikkusele. Saadud tulemuste seisukohalt eelistatavamad väetamise aega ei ilmnenu.

Tabel 4

100 okkapaari kuiv mass (g) 1974... 1975. aastal

Väetus-variant	1974			1975		
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	V %	Kontrollist erinevuse tõenäosus	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	V %	Kontrollist erinevuse tõenäosus
XI	3,89 ± 0,04	3,9	>0,99	3,65 ± 0,02	2,1	>0,99
XII	4,11 ± 0,13	12,3	>0,99	3,40 ± 0,03	2,9	<0,90
I	4,14 ± 0,07	6,6	>0,99	3,87 ± 0,04	3,6	>0,99
II	4,44 ± 0,06	5,3	>0,99	3,84 ± 0,04	3,7	>0,99
III	3,89 ± 0,05	4,7	>0,99	3,57 ± 0,03	2,8	>0,99
IV	4,43 ± 0,11	9,6	>0,99	3,73 ± 0,04	3,8	>0,99
V	4,45 ± 0,05	4,6	>0,99	3,72 ± 0,04	3,0	>0,99
VI	4,63 ± 0,06	5,3	>0,99	3,94 ± 0,04	3,6	>0,99
VII	4,59 ± 0,06	5,0	>0,99	3,92 ± 0,04	3,4	>0,99
VIII	4,47 ± 0,05	4,2	>0,99	3,89 ± 0,03	2,6	>0,99
IX	4,32 ± 0,07	6,5	>0,99	4,31 ± 0,03	2,3	>0,99
X	4,23 ± 0,03	2,8	>0,99	4,54 ± 0,03	1,9	>0,99
Kontroll	3,26 ± 0,06	7,4		3,44 ± 0,03	3,1	

V. Koržitski (Коржицкий, 1972) märgib lämmastikväetise (100 kg toimeainet pro ha) positiivset mõju männiokaste massile väetamisele järgnenud kolme aasta kestel.

V. Sumakov (Шумаков, 1975) märgib, et väetamisest põhjustatud puidu tagavara juurdekasvu tõusule eelneb okaste mõõtmete ja massi suurenemine esimesel ja teisel aastal pärast väetamist.

L. Raidi (1976) andmetel ei ölnud neljandal aastal pärast väetamist enamasti võimalik väetamise mõju okaste massile kindlaks teha.

LÕPETUSEKS

Karbamiidiga väetamise tulemusena paranes mändide varustus lämmastiku ja fosforiga. Okaste toitainete sisaldusele ei avaldanud väetamine jooksval vegetatsiooniperioodil mõju alates augustist ja okaste pikkusele alates juuni teisest poolest.

Väetamise positiivne mõju okaste massile osutus kestmaks kui mõju okaste pikkusele.

Saadud tulemuste põhjal kevadise väetamise eelised ei ilmnenud. Lumevaesel ja suhteliselt soojal talvel, kui maapind on õhukeselt külmunud, võib nähtavasti väetada ka talvel, ilma et väetamise efektiivsus langeks. Et väetamiseks sobivate tingimustega talvesid esineb harva ning sõltuvalt reljeefist püsib väetiste lumesulamisveega ärakandumise ja veekogude saastumise oht, siis talvine väetamine ei ole soovitatav. Täiesti sobiv on aga väetada lämmastikuga sügisel kuni maapinna külmumiseni. Kuigi puude kasvuperiood on selleks ajaks lõppenud, kestab toitainete kogunemine juurtesse. Seega väetis omastatakse juba sügisel puude poolt ja väljaleostumise oht on väike.

KIRJANDUS

- Agrokeemia alused. Tallinn, 1971. 288 lk. Aut.: I. Jõgiste, R. Kalmet, A. Piho jt.
- Eesti NSV agrokliimaatiline teatmik. Tallinn, 1962. 196 lk.
- Huikari, O., Paavilainen, E. Lannoitteiden levitysjankohta suometsissä. — In: Peatland forest fertilization bibliography 1949...1975. Helsinki, 1975, p. 23.
- Karsisto, K. Eri ajankohtina annetun NPK-lannoituksen aiheuttamista reaktioista rämeen männyntaimistoissa. — In: Peatland forest fertilization bibliography 1949...1975. Helsinki, 1975, p. 23.
- Paarlahhti, K. Lannoitusajankohdan vaikutus räumenmännikön kasvureaktioihin. — In: Peatland forest fertilization bibliography 1949...1975. Helsinki, 1975, p. 23...24.
- Paavilainen, E. Tutkimuksia levitysjankohdan vaikutuksesta nopealiukoisten lannoitteiden aiheuttamiin kasvureaktioihin suometsissä. — «Folia Forestalia», 1969, № 75, 24 s.
- Porgasaar, V. Toiteelementide sisaldus männiokastes olenevalt kasvukohatüübist. Rmt.: Metsanduslikud uurimused IV. Tallinn, 1965, lk. 92...100.
- Raid, L. Mineraalväetiste mõjust männiseemikute okaste keemilisele koostisele pohla kasvukohatüübis. — Rmt.: Metsanduslikud uurimused XII. Tallinn, 1975, lk. 96...116.

- Raid, L. Männiokkad väetistarbe diagnostilise tunnusena. — «Metsamajandus II», 1976, lk. 70...75.
- Алексахин Р. М., Алексахина М. М. Накопление и распределение кальция, магния и стабильного стронция в фитоценозах лиственного и хвойного лесов. — В кн.: Биологическая продуктивность и круговорот химических элементов в растительных сообществах. Л., 1971, с. 232...235.
- Ипатьев В. А. Удобрение осушенных лесов в Финляндии. — «Лесное хозяйство», 1976, № 8, с. 84...86.
- Коржицкий В. Д. Об оптимальных сроках внесения мочевины в сосновых молодняках. — «Лесное хозяйство», 1972, № 3, с. 24...27.
- Метеорологический ежемесячник. Обнинск, 1972, № 11...12, 1973, № 1...10.
- Рийспере А. О минеральном питании сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) на маломощных перегнойно-карбонатных (альварных) почвах III. Оценка обеспеченности сосны питательными элементами по данным сравнительного химического анализа хвои. — «ENSV TA Toimetised. Bioloogia», 1969, № 3, с. 305...332.
- Шумаков В. С., Орфанитская В. Г. Влияние минеральных удобрений на прирост стволовой древесины и подроста по высоте. — «Лесное хозяйство», 1972, № 9, с. 19...22.
- Шумаков В. С. Применение минеральных удобрений в лесах СССР. — «Лесное хозяйство», 1975, № 10, с. 37...40.

ОБ ОПТИМАЛЬНЫХ СРОКАХ ВНЕСЕНИЯ МОЧЕВИНЫ В СОСНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ БРУСНИЧНОГО ТИПА МЕСТОПРОИЗРАСТАНИЯ

Х. СЕЭМЕН

Резюме

Для выяснения оптимальных сроков удобрения мочевиной был заложен опытный участок в 6-летней сосновой культуре в брусничном типе. Опытный участок состоит из 13 вариантов удобрения, все в трехкратной повторности. Почва на опытном участке слабо оподзоленная вторично-подзолистая, бедна азотом (табл. 1). Удобрения вносили с ноября 1972 г. до октября 1973 г. с месячными интервалами (варианты XI, XII, I, II...X, номер варианта показывает месяц удобрения). В качестве удобрения использовалась мочевина (N 46%) в дозах 100 кг/га действующего вещества.

Предварительные данные показывают, что в результате удобрения меняется содержание питательных элементов в хвое, а также длина и масса хвои. Удобрение мочевиной повысило в хвое, главным образом, содержание N и P, несколько меньше содержание K, но на содержание Ca удобрение, очевидно, влияния не оказало (табл. 2). Под влиянием удобрения увеличились также длина (табл. 3) и масса (табл. 4) хвои.

На основе полученных результатов преимущество весеннего внесения удобрений не подтвердилось. Азотное удобрение можно вносить и осенью, до замерзания почвы.

ON THE EFFECT OF THE TIME OF UREA FERTILIZATION OF THE PINE CULTURE OF VACCINIUM TYPE

H. SEEMEN

Summary

With the aim of ascertaining an optimum time for fertilization with urea an experimental area was established in a six-year-old pine culture of Vaccinium type with 13 fertilizer treatments each in three replications. The soil of the above-mentioned pine culture was poor in nitrogen, a weakly podzolized, secondary podzolic sandyloam.

Fertilization was started in November 1972 and was continued at monthly intervals until October 1973 (treatments XI, XII, I, II... X, the number of the treatment shows the month of fertilization). Nitrogen was applied in the form of urea (N 46%) in an amount of 100 kg of P₂O₅ per hectare. The preliminary experimental results established changes in the nutrient content, length and mass of pine needles.

Fertilization with urea raised chiefly the N- and P-content, to a lesser extent the K-content of the needles, whereas the Ca-content was not affected (Table 2). The length (Table 3) and the mass (Table 4) of needles increased, too.

On the basis of the results obtained the advantages of spring fertilization were not evident. It is a quite suitable practice to apply a nitrogen fertilizer also too in autumn until the soil has not frozen.

SISUKORD

P. Kollist. Madalsoo, siirdesoo ja kõduturbasoo kasvukohatüübi puistutest ja kuivendamise mõjust nende tootlikkusele takseereraldiste andmetel 7

L. Raid. Männi väetistarbest mõnede kasvukohatüüpide muldadel vegetatsiooninõukatsete põhjal 59

L. Raid. Väetamise mõju tugevusest männiseemikute kasvule 77

L. Raid. Männiseemikute kasvust erinevates toitumistingimustes 89

P. Tälli, H. Seemen, J. Pikk. Väetuskatsete tulemustest erineva vanusega pohlamännikutes 103

P. Tälli, M. Veermets. Pohlamännikute alustaimestiku muutumisest mineraalväetiste toimetel 119

J. Pikk. Väetamise mõjust kuivendatud soomännikute käbisaagile ja seemnete omadustele 134

H. Seemen. Karbamiidiga väetamise aja mõjust pohla kasvukohatüübi männikultuurile 144

Для выяснения оптимальных сроков удобрения мочевинной бадя за 4-й опытный участок в 5-летний сосновой культуре в брусничном типе. Опытный участок был разделен на 43 вариантов удобрения, в том числе в трехкратной повторности. Почва на опытном участке слабо подзолистая, глинистая, бедная азотом (табл. 1). Удобрения вносили с 1972 г. до октября 1973 г. в месячными интервалами (варианты XI, XII, I, II, X, VIII, VII, VI, V, IV, III, II, I, 0). В качестве удобрения использовалась мочевина (N 46%) в дозах 100 кг/га действующего вещества.

Предварительные данные показывают, что в результате удобрения меняется содержание питательных элементов в хвое, а также длина и масса хвои. Удобрения мочевой азотом в хвое, главным образом, содержатся N и P, но также малые количества S, но не содержатся Ca удобрения, очевидно, в хвое не оказалось. (табл. 2) Под влиянием удобрения увеличилась также длина (табл. 3) и масса (табл. 4) хвои.

На основании полученных результатов правильно выбрать дозы удобрения и сроки его применения можно только в том случае, если будут известны особенности роста и развития хвои в зависимости от дозы и сроков внесения.

СОДЕРЖАНИЕ

П. Коллист. О древостоях низинно-болотного, переходно-болотного и перегнойно-торфяноболотного типов местопроизрастания и влиянии осушения на их производительность по данным таксационных выделений. Резюме	55
Л. Райд. Потребность сосны в удобрениях в некоторых типах местопроизрастания на основании вегетационных опытов. Резюме	72
Л. Райд. Влияние удобрений на рост сеянцев сосны. Резюме	85
Л. Райд. О росте сосновых сеянцев в различных условиях питания. Резюме	103
П. Тялли, Х. Сеэмен, Я. Пикк. Результаты опытов по применению минеральных удобрений в сосняках-брусничниках различного возраста. Резюме	116
П. Тялли, М. Везрметс. Отзывчивость живого напочвенного покрова сосняков брусничного типа на минеральные удобрения. Резюме	132
Я. Пикк. Влияние удобрения на плодоношение и свойства семян в сосняках на осушенных болотах. Резюме	142
Х. Сеэмен. Об оптимальных сроках внесения мочевины в сосновые культуры брусничного типа местопроизрастания. Резюме	154

INHALT — CONTENTS

P. Kollist. Über die Bestände der Niedermoor-, Übergangsmoor- und Modernmoor-Standorttypen und die Wirkung der Entwässerung auf ihre Ertragsfähigkeit auf Grund der Taxationsangaben der Unterabteilungen. Zusammenfassung	57
L. Raid. Über die Düngungsbedürftigkeit des Kiefers auf Grund von Vegetationsversuchen auf den Böden einiger Standorttypen. Zusammenfassung	74
L. Raid. Über die Wirkungsstärke der Düngung auf das Wachstum der Kiefern sämlinge. Zusammenfassung	86
L. Raid. Über das Wachstum von Kiefern sämlingen unter verschiedenen Ernährungsbedingungen. Zusammenfassung	105
P. Tälli, H. Seemen, J. Pikk. Über die Ergebnisse der Düngungsversuche in <i>Vaccinium</i> -Kiefernbeständen verschiedenen Alters. Zusammenfassung	117
P. Tälli, M. Veermets. Über die Reagierbarkeit der Bodenvegetation der <i>Vaccinium</i> -Kiefernbestände auf die Mineraldünger. Zusammenfassung	133
J. Pikk. Effect of fertilization on the cone yield of drained bog pine stands and on seed properties. Summary	143
H. Seemen. On the effect of the time of urea fertilization of the pine culture of <i>Vaccinium</i> type. Summary	155

Министерство лесного хозяйства и охраны природы ЭССР.
Эстонский научно-исследовательский институт лесного хозяйства
**Лесоводственные исследования XIV. Лесо-
мелиорация.** Сборник научных трудов. Составитель Мярт Эль-
марович Хансо.

На эстонском, русском, английском и немецком языках.

Художник-оформитель В. Ершов.

Таллин, «Валгус».

Toimetaja A. Laht.

Kunstiline toimetaja M. Niin.

Tehniline toimetaja A. Muna.

Korrektorid V. Jõgis ja I. Pikner.

ИБ № 1284.

Laduda antud 31. 08. 78.

Trükkida antud 04. 05. 79.

MB-04431.

Formaat 60×90/16.

Trükipaber nr. 1.

Kiri literaturnaja.

Kõrgtrükk.

Tingtrükipoognaid 10+0,27 (referaadid).

Arvestuspoognaid 11,01.

Trükiarv 700.

Tellimuse nr. 3978.

Hind rbl. 1.10.

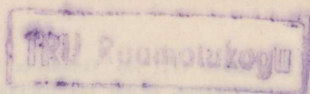
Tellitud.

Kirjastus «Valgus», 200090 Tallinn, Pärnu mnt. 10.

Hans Heidemanni nim. Trükikoda, Tartu 202400, Olikooli 17/19. I.

A-21920

-14



4 листе

УДК 634.0.385.1:634.0.524.4

О древостоях низинно-болотного, переходно-болотного и перегнойно-торфяно-болотного типов местопроизрастания и влиянии осушения на их производительность по данным таксационных выделений. Коллист П. «Лесоводственные исследования» XIV, Лесомелиорация, 1979, 7...58 (эст.; рез. русск., нем.).

Площадь низинно-болотного типа местопроизрастания (округленно 66 000 га) составляет 4,7% государственного лесного фонда республики. Из насаждений большую площадь занимают березняки (80%), следуют сосняки (17%) и ельник (2%). Основную часть (55%) площади этого типа местопроизрастания составляют открытые и покрытые нижебонитетными деревьями участки. Древостой относится, главным образом, к IV (45%) и V (46%) классам бонитета. Самую высокую производительность имеют ельники (средний бонитет IV, 36), бонитет березняков (IV, 62) и сосняков (IV, 63) почти равный. Переходно-болотный тип местопроизрастания (округленно 88 000 га) составляет 6,4% общей площади гослесфонда республики. Наибольшую площадь занимают сосняки (76%), следуют березняки (22%) и ельники (2%). 32% площади этого типа местопроизрастания составляют открытые или покрытые нижебонитетными деревьями участки. В основном насаждения относятся к IV (38%) и V (46%) классам бонитета. Высший бонитет имеют ельники (IV, 46), следуют берез-

УДК 634.0.114.54

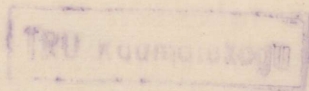
Потребность сосны в удобрениях в некоторых типах местопроизрастания на основании вегетационных опытов. Райд Л. «Лесоводственные исследования» XIV, Лесомелиорация, 1979, 59...76 (эст.; рез. русск., нем.).

С целью установления потребности сосны в удобрениях отделом лесомелиорации ЭстНИИЛХОП заложено вегетационные опыты с почвами лишайникового, верескового, брусничного, черничного, заболоченно-верескового, долгомошникового, переходно-болотного и верхово-болотного типов местопроизрастания. Опыты заложены с A₀- и A₂-горизонтами наиболее характерных для названных типов местопроизрастания типично-слабо- до типично-сильноподзолистыми и торфянисто-подзолисто-глеевыми почвами. Торф для опытов брался с глубины 5...25 см и 25...50 см недавно осушенных и длительно осушенных переходного и верхового болота. В течение 5 лет заложено 30 серий вегетационных опытов в 4-кратной повторности с восемью вариантами удобрения (O, N, P, K, NP, NK, PK, NPK). Из анализов хвои сосновых сеянцев следует, что на бедных питательными веществами минеральных почвах (лишайниковый, вересковый типы местопроизрастания) уже на горизонте лесной подстилки ощущался недостаток азота при достаточном количестве фосфором и калием. Наиболее острый дефицит в азоте имеется в хвое сеянцев сосны выращенных на подзолистом горизонте, где содержание фосфора и калия тоже невысокое. Лишайниковый и верес-

няки (IV, 70) и сосняки (IV, 78). Площадь перегнойно-торфяноболотного типа место-произрастания (округленно 48 900 га) составляет 3,4% общей площади гослесфонда. Большую площадь этого типа занимают сосняки (48%), следуют березняки (35%) и ельники (16%). Древоостой, в основном, относятся к III (41%) и IV (44%) классам бонитета. Средний бонитет самый высокий у ельников (III, 11), следуют березняки (III, 50) и сосняки (III, 55). Учитывая сущность перегнойно-торфяноболотного типа местопроизрастания (производный тип, образовавшийся в результате длительного осушения низинно-болотного и переходно-болотного типов), невозможно на основании данной методики оценить эффективность осушения отдельно для низинно-болотного и переходно-болотного типов местопроизрастания, это можно сделать только по обоим типам суммарно, причем при вычислениях данные как низинно-болотного, переходно-болотного, так и перегнойно-торфяноболотного типов местопроизрастания складываются. В результате проведенного до сих пор осушения продуктивность повысилась в низинно-болотном и переходно-болотном типах (суммарно) у сосняков на 2,1 (V, 9... III, 8), у березняков на 2,0 (VI, 1... IV, 1) и у ельников на 1,0 (III, 9... II, 9) класса бонитета. Названные типы местопроизрастания относятся к типам высокой эффективности осушения, где осушение даже единственно в целях повышения продуктивности древоостоев, по-видимому, себя окупает. Табл. 21, рис. 19. Библ. 25 назв.

сковый типы местопроизрастания целесообразно удобрять полным удобрением. На горизонте лесной подстилки брусничного и черничного типов местопроизрастания семена сосны были полностью обеспечены питательными веществами, на минеральных же горизонтах наблюдался дефицит в азоте. При удобрении основной эффект дают NP-удобрения. По данным химического анализа хвои на горизонте лесной подстилки торфянисто-подзолисто-глеевой почвы заболоченно-верескового и долгомошникового типов местопроизрастания, питательных веществ для роста семян сосны достаточно. На подзолистом горизонте ощущается недостаток всех исследованных элементов питания. Эти типы местопроизрастания следует удобрять полным удобрением. Удобрение длительно осушаемого, относительно плодородного торфа переходного болота не дает значительного эффекта. На недавно осушенных бедных питательными веществами торфах переходного болота в неудобренном варианте выявился очевидный недостаток в питательных веществах. При удобрении таких переходных болот лучшие результаты дает полное удобрение, на исчерпанных площадях фрезерного торфа РК-удобрение. Анализ хвои семян сосны на недавно осушенном и длительно осушенном торфе верхового болота, в неудобренном варианте показал недостаток в питательных веществах. Особенно не хватало фосфора. Лучшие результаты на верховом торфе дают NP-удобрения. Табл. 7, библ. 12 назв.

УДК (634.0.385.1+634.0.237.4) : 581.141



Влияние удобрения на плодоношение и свойства семян в сосняках на осушенных болотах. Пикк Я. «Лесоводственные исследования» XIV, Лесомелиорация, 1979, 134 ... 143 (эст.; рез. русск., англ.).

Внесение минеральных NPK-удобрений значительно повышает плодоношение в сосняках на верховом и на переходном болоте. Увеличивается число шишек если удобрения вносились перед формированием зачатков шишек, повышается средний вес шишек и общий урожай. Размеры шишек варьируют соответственно условиям произрастания деревьев. Вес 1000 семян в удобренном насаждении увеличивается уже в год внесения удобрения. Влияние удобрений на вес семян и на плодоношение продолжается несколько лет. Удобрение насаждений низкого бонитета повышает также абсолютную всхожесть семян. Табл. 4, рис. 1. Библ. 8 назв.

УДК 634.0.237.4

Об оптимальных сроках внесения мочевины в сосновые культуры брусничного типа местопроизрастания. Сеэмен Х. «Лесоводственные исследования» XIV, Лесомелиорация, 1979, 144 ... 155 (эст.; рез. русск., англ.).

Для выяснения оптимальных сроков удобрения мочевиной был заложен опытный участок в 6-летний сосновой культуре в брусничном типе. Предварительные данные показывают, что удобрение мочевиной повысило в хвое, главным образом, содержание N и P, несколько меньше содержание K, но на содержание Ca удобрение, очевидно, влияния не оказало. Под влиянием удобрения увеличились также длина и масса хвои. На основе полученных результатов преимущество весеннего внесения удобрений не подтвердилось. Азотное удобрение можно вносить и осенью, до замерзания почвы. Табл. 4, рис. 1. Библ. 16 назв.

УДК 634.0.232.322.4

Результаты опытов по применению минеральных удобрений в сосняках-брусничниках различного возраста. Тялли П., Сеэмен Х., Пикк Я. «Лесоводственные исследования» XIV, Лесомелиорация, 1979, 108...118 (эст.; рез. русск., нем.).

Для оценки действия НРК-удобрения на рост сосняков-брусничников различного возраста осенью 1975 г. с удобренных и контрольных пробных площадей (всего 14 пл.) были взяты пробы прироста с помощью приростного бурава. На пробах измерялась ширина годичных колец за период после удобрения (1971...1975 гг.) и за период до внесения удобрения (1966...1970 гг.) с точностью до 0,01 мм. С каждого опытного варианта взято по 100 проб. Почвы на опытных площадях слабо- и средне-подзолистые, по механическому составу мелко- и среднезернистые пески с содержанием физической глины до 8%. Содержание подвижных (лактатнорастворимых) фосфора и калия низкое (P_2O_5 1...4 мг/100 г, K_2O 0,5...2 мг/100 г). Реакция почвы кислая (pH_{KCl} 4,5). Результаты опытов по применению минеральных удобрений в сосняках-брусничниках различного возраста показали, что текущий прирост диаметра деревьев на удобренных пробных площадях стал увеличиваться (по сравнению с контролем) уже в год внесения удобрений, но достоверное увеличение ($B > 0,99$) было установлено на второй год после удобрения. Кульминация дополнительного текущего

УДК 634.0.237.4 : 634.0.18

Отзывчивость живого напочвенного покрова сосняков брусничного типа на минеральные удобрения. Тялли П., Веэрметс М. «Лесоводственные исследования» XIV, Лесомелиорация, 1979, 119...133 (эст.; рез. русск., нем.).

На 6 опытных площадях, заложенных в целях исследования влияния минеральных удобрений на рост деревьев в средневозрастных, приспевающих и спелых сосняках брусничного типа было также заложено 400 постоянных пробных площадок (каждая по 1 м²) для изучения влияния туков на живой напочвенный покров. Геоботанический анализ на удобренных и неудобренных опытных площадках показал, что растения кустарничкового, травяного и мохового ярусов дозольно различно реагируют на минеральные удобрения. Выяснилось, что витальность *Rhodococcum vitis-idaea* и *Vaccinium myrtillus* после удобрения увеличивается. Но определенных закономерностей в изменении средних данных покрытия под влиянием удобрения не отмечено, что, видимо, объясняется относительно медленным циклом развития брусники и черники. У *Calluna vulgaris* под пологом леса после удобрения наблюдалась тенденция к уменьшению покрытия и снижению витальности. Это можно объяснить постоянным ухудшением условий освещения под пологом леса из-за увеличения сомкнутости крон, вызванного улучшением роста деревьев. У большинства видов травяного яруса покрытие и витальность после удобрения увеличиваются. Особенно разрастается в сосняках-брусничниках

прироста наступила на третий-четвертый год после удобрения. Установлено также, что уменьшаться дополнительный прирост диаметра стал на пятый год после удобрения. За период опытов (1971 . . . 1975) был получен достоверный суммарный дополнительный прирост запаса от действия NPK-удобрения, как в средневозрастных, так и приспевающих насаждениях, но в средневозрастных насаждениях дополнительный прирост запасов (в среднем 16,2 м³) был приблизительно в два раза больше, чем в приспевающем насаждении (8,0 м³) (табл. 2, рис.). На основании результатов опытов по применению минеральных удобрений, проведенных в сосняках-брусничниках, можно констатировать, что использование NPK-удобрения в названном типе местопроизрастания вполне себя оправдывает. В других равных условиях при выборе объектов следует предпочесть средневозрастные насаждения, которые, соответственно общим закономерностям развития насаждений, дают при внесении одинакового количества удобрения в два раза больший дополнительный прирост по запасу. Табл. 2, рис. 1. Библ. 4 назв.

на свежих почвах *Deschampsia flexuosa*, которая цветет и плодоносит, изменяя довольно существенно общий облик растительного покрова леса. Положительно реагирует на удобрение и *Festuca ovina*. Появление после удобрения нехарактерных для сосняков-брусничников злаковых не отмечалось. Вследствие удобрения на всех пробных площадках витальность мохового покрова стала слабее и уменьшилось также покрытие. Большие дозы удобрения «обжигали» моховой ярус и вызывали его гибель. При внесении небольших доз уменьшение витальности и покрытия было незначительным. Особенно угнетающе минеральные удобрения влияли на *Dicranum undulatum* и *Hylocomium splendens*. *Pleurozium schreberi* лучше переносит действие удобрений. Отзывчивость живого напочвенного покрова леса на минеральные удобрения требует более длительных исследований, так как необходимо также выяснить и последствие удобрений на живой напочвенный покров. Табл. 3. Библ. 15 назв.

УДК 634.0.237.4

Влияние удобрений на рост сеянцев сосны. Райд Л. «Лесоводственные исследования» XIV, Лесомелиорация, 1979, 77...88 (эст.; рез. русск., нем.).

На рост сеянцев сосны наряду с удобрениями влияние оказывают и множество других факторов, как температура воздуха и почвы, осадки, влажность почвы и т. д. Чтобы при оценке результатов опыта элиминировать влияние удобрений от побочных факторов, данные опытов были обработаны одно- и двухфакторным дисперсионным анализом. Исследовались две группы типов местопроизрастания: 1) сухие типы местопроизрастания — лишайниковый и вересковый и 2) переувлажненные типы местопроизрастания — вересково-сфагновый, долгомошниковый, переходно-болотный и герхово-болотный. Самое сильное влияние удобрения оказывали на высоту сеянцев, затем на диаметр корневой шейки. Слабо влияли удобрения на длину корней. Сила влияния удобрений на высоту сеянцев в большой мере зависит от природного плодородия субстрата: чем плодороднее субстрат, тем слабее влияние удобрений и наоборот. В вегетационных опытах при оптимальном режиме влажности влияние удобрений на высоту сеянцев было сильнее, чем на этих же почвах в полевых условиях. Наибольшей оказалась сила влияния на рост сеянцев в высоту в вегетационных опытах на почве верескового типа местопроизрастания: на A_0 -горизонте в пределах 56...58% и на A_2 -горизонте 76...77%. В полевых опытах в вересковом типе местопроизрастания

УДК 634.0.114.54:634.0.114.521.4

О росте сосновых сеянцев в различных условиях питания. Райд Л. «Лесоводственные исследования» XIV, Лесомелиорация, 1979, 89...107 (эст.; рез. русск., нем.).

Целью настоящего исследования являлось выяснение при помощи вегетационных опытов оптимального соотношения удобрений в NP и NPK комбинациях при удобрении подзолистых почв черничного и лишайникового типов местопроизрастания леса. Из опытов выяснилось, что в удобренных вариантах сосновых сеянцев было меньше, чем в контрольном варианте. Сосновые всходы прежде всего чувствительны по отношению к азотному и калийному удобрениям, большие дозы фосфорных удобрений сосна переносит довольно хорошо. Пол нормы и полная норма азота и калия мало влияли на количество всходов, при двух- и четырехкратной норме количество всходов уменьшилось пропорционально увеличению норм удобрения. Высота сеянцев увеличивалась до внесения двойной нормы удобрения, при более высоких нормах прирост стал снижаться. Длина корней под влиянием удобрений в большинстве вариантов возрастает, причем, максимальной длины главный корень достигает при четырехкратных нормах удобрения. Диаметр корневой шейки во всех удобренных вариантах значительно больше, чем у неувлажненных растений. Прирост диаметра корневой шейки у сеянцев сосны увеличивается почти пропорционально добавленному коли-

приблизительно половина роста сеянцев в высоту приходится на долю удобрений (44...47%). В лишайниковом типе местопроизрастания влияние удобрений на рост сеянцев в высоту было слабее, чем в вересковом типе. В вересково-сфагновом, долгомошниковом, переходно-болотном и верхово-болотном типах местопроизрастания эффект удобрения довольно сильный, но результаты в значительной мере зависят от режима влажности. В условиях переувлажнения удобрение малоэффективно. В вегетационных опытах с недавно осушенной торфяной почвой сила влияния удобрения на рост сеянцев в высоту была больше, чем в опытах с длительно осушенными торфяными почвами. При одновременном варьировании условий влажности и условий питания выяснилось, что сила влияния удобрения была в 1,3 раза больше, чем влияние влажности. Удобрение, влажность субстрата и их совместное влияние определили 70% роста сеянцев в высоту. Табл. 5. Библ. 2 назв.

честву азотного удобрения. Повышение норм фосфора и калия мало влияло на прирост диаметра корневой шейки сосновых сеянцев. Длина хвои больше всего увеличилась под влиянием азотного удобрения. Внесение в питательную среду азотного удобрения влекло за собой увеличение содержания азота в хвое, внесение калия — увеличение содержания калия, а изменение норм фосфора на постоянном фоне НК практически содержания фосфора в хвое не изменяло. На основании измерений сеянцев и анализов хвои наиболее перспективными вариантами являются на почве черничного типа местопроизрастания NP-вариант и на почве лишайникового типа местопроизрастания NP1/2K-вариант. Размеры сосновых сеянцев находятся между собой в сильной корреляции. Так, в опытах с почвой черничного типа местопроизрастания коэффициент корреляции между высотой сеянцев и сухой массой является 0,85, между высотой сеянцев и длиной хвои 0,82, с почвой лишайникового типа соответственно 0,66 и 0,62. Коэффициент корреляции сухой массы сеянцев и длины хвои в черничном типе местопроизрастания — 0,90 и в лишайниковом типе — 0,97. Высота и сухая масса сеянцев, а также длина хвои коррелируют с содержанием питательных элементов в хвое. Наиболее тесная связь наблюдается с содержанием азота — $r=0,72 \dots 0,95$. Содержание азота находится в достоверной корреляции с содержанием других питательных элементов в хвое. Связь между содержанием фосфора, калия и кальция в хвое не всегда достоверна. Табл. 5, рис. 3. Библ. 16 назв.

A

21920
-14

103674

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00192501 7