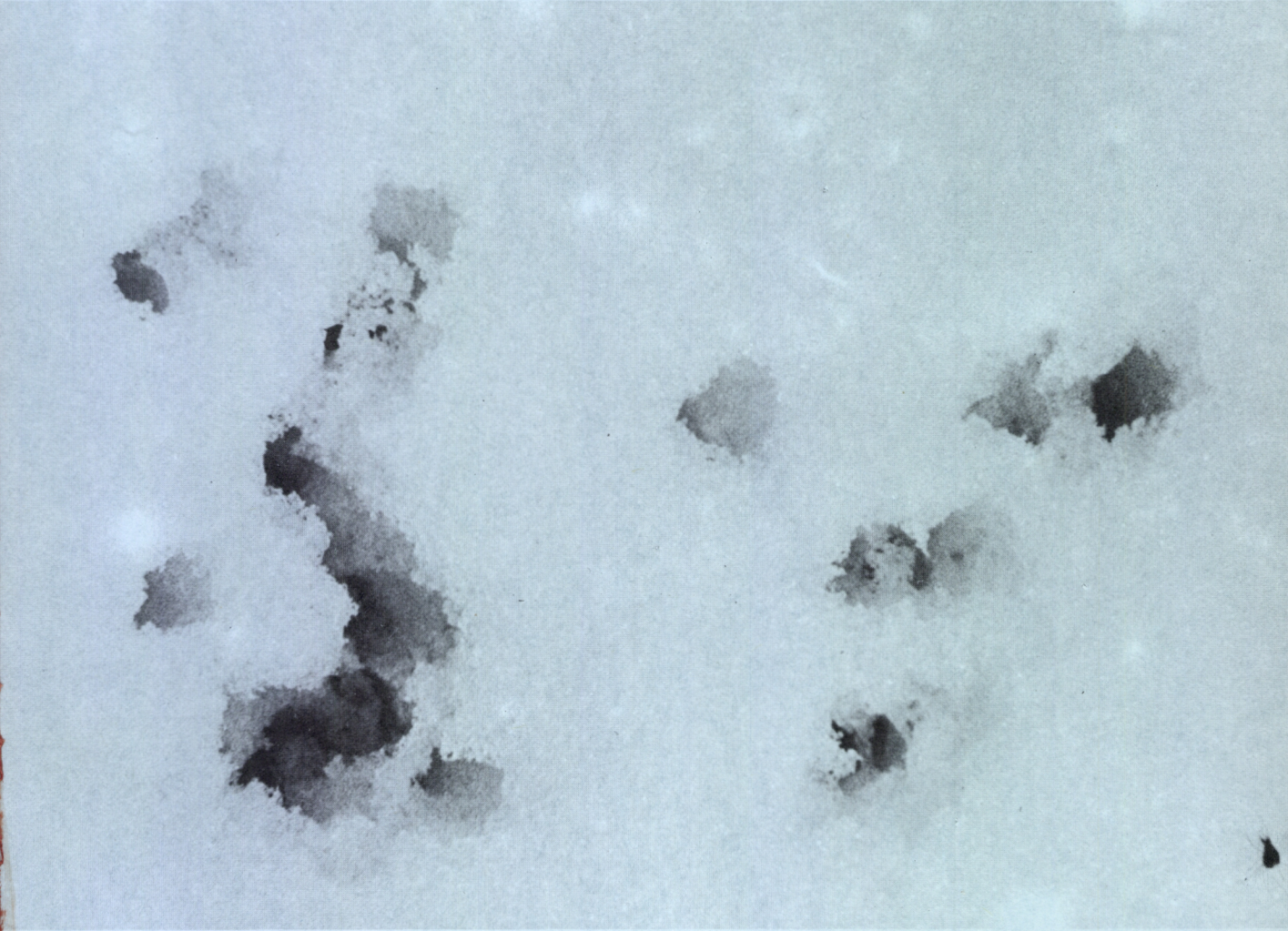


METSÄNTUTKIMUSLAITOS
PYHÄKOSKEN TUTKIMUSASEMAN
TIEDONANTOJA 7



KALEVI KARSISTO

ISORAKEISEN TYPPILANNOITTEEN
UPPOAMISESTA LUMEEN

MUHOS 1975

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

PYHÄKOSKEN TUTKIMUSASEMAN
TIEDONANTOJA 7

Kalevi Karsisto

ISORAKEISEN TYPPILANNOITTEEN
UPPOAMISESTA LUMEEN

Muhos 1975

ALKUSANAT

Kevättalvella 1972 suoritettiin Pyhäkosken tutkimusasemalla levitystasaisuustudkimuksia moottorikelkkaan kytketyllä levittimellä. Kokeissa oli mukana erilaisia lannoitteita. Näistä todettiin isorakeisen metsäsalpietarin uppoavan lumeen silmävaraisten havaintojen mukaan huomattavasti muita lannoitteita nopeammin.

Typpilannoitteiden lumelle levittämisen mahdollisuus on töiden käytännöllisen järjestelyn kannalta erityisen kiinnostava kysymys. Tässä yhteydessä lannoitteiden tunkeutumiskyvyllä lumikerroksen läpi on ratkaiseva merkitys. Edellä mainittuun levitystudkimukseen liittyen suoritettiin maastossa heti tarkempia mittauksia rakeiden todellisesta vajoamisnopeudesta. Samantien perustettiin tutkimusaseman kylmähuoneeseen "lumitornit" astiakokeena toteutettavaa tutkimusta varten. Koska ensimmäisissä kokeissa vuonna 1972 urea ei ollut mukana, kevättalvella 1974 perustettiin tutkimusaseman kylmähuoneeseen uusi astiakoe erityisesti isorakeisen urean lumessa käyttäytymisen selvittämiseksi. Tässä yhteydessä julkaitaan kaikkien näiden selvitysten tulokset.

Tutkimuksissa tarvittut analyysit on suoritettu Kemira Oy:n Oulun laboratoriossa insinööri Arvo Paason johdolla. Kokeiden perustamisvaiheessa yhteistyössä ovat olleet mukana maisteri Veli Tuomikoski ja tohtori Kalervo Salonen. Käytännön toteutuksesta on vastannut suontutkimussektorin henkilökunta erikoisteknikko Jorma Issakaisen johdolla. Kaikille tutkimuksessa avustaneille parhaimmat kiitokseni.

Muhoksella marraskuussa 1975

Kalevi Karsisto

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	4
2. KOKEIDEN TOTEUTUS	5
21. Rakeiden uppoamisen seuraaminen	5
22. Astiakokeet kylmähuoneessa	6
23. Puuston reaktioiden mittaaminen	8
3. TULOKSET	8
31. Rakeiden uppoaminen lumeen	8
32. Lannoitetypen vajoaminen	9
33. Puuston reaktiot	11
4. TULOSTEN TARKASTELU	12
5. YHTEENVETO	14
6. KIRJALLISUUTTA	15
KUVAT 1 - 5	16

1. JOHDANTO

Lannoitteiden levitysjankohdasta on kangas- ja turvemaiden osalta suoritettu useita tutkimuksia (mm. Viro 1965 ja 1970, Johansson & Åhgren 1966, Karsisto 1967, Paarlahti 1967, Paavilainen 1969, Salonen 1973, Möller 1974). Käsitykset lannoitteiden lumelle levityksestä ovat vaihdelleet ja ovat lyhyenkin ajan sisällä muuttuneet.

Kangasmetsissä aiemmin ei suositeltu typpilannoitteiden levitystä lumelle, vaikka alkutalven lannoituksista oli olemassa positiivistakin aineistoa (vrt. Johansson & Åhgren). Sittemmin on kangasmetsissä erityisesti urean kohdalla alettu jopa suositella lumelle levitystä (Salonen 1973).

Suometsissä on 1960-luvun puolivälissä levitetty ureaa lumelle (Huikari 1968). Paavilaisen (1969 ja 1973) mukaan kuitenkin vesiliukoisen lannoitteen lumelle levittäminen on pudottanut saatavan reaktion puoleen. Tästä syystä soillakaan typpilannoitteita ei ole enää levitetty talvella yhdessä PK-lannoksen kanssa, vaan vasta sulan maan aikaan.

Maatalouspuolella on urean lumelle levityksestä tehty perusteellinen opinnäytetyö (Kurppa 1970). Tulosten mukaan ureaa voitaisiin peltolannoituksessa käyttää ohuen lumen aikaan.

Typpilannoitteen lumelle levittämisen mahdollisuus nykyisen käsityksen mukaan riippuu käytettävästä lannoitteesta, lumi-kerroksen paksuudesta, routaolosuhteista ja talven ajankohdasta. Lisäksi kangasmaan kohdalla esimerkiksi roudan esiintyminen katsotaan positiiviseksi tekijäksi, kun taas soilla pidetään parempana, ettei lumen sulamisvesien esiintymisvaiheessa olisi routaa.

Käsitykset levitysjankohtien edullisuudesta tulee perustua luonnollisesti biologisiin reaktioihin ja kasvunmittauksiin. Lumelle levityksestä saatujen tulosten ymmärtämiselle hyvän pohjan antaa kuitenkin tieto lannoitteiden käyttäytymisestä lumessa sulamisvaiheeseen mennessä.

Luonnonolosuhteissa suoritettua lannoitteiden lumessa uppoamisen seuranta on tekijä aiemmin toteuttanut yhdessä Paavilaisen kanssa (vrt. Paavilainen 1969). Mainitun tutkimuksen yhteydessä havaittiin koeruudun eri osille pinta-alaa kohden tulleissa lannoitemäärissä ja näytteen edustavuudessa virhelähteitä. Tämän johdosta nyt esitettävissä astiakokeissa on menetelmää kehitetty juuri niiltä osin. Lannoitelajeittain on erikokoisten rakeiden avulla pyritty samalla selvittämään, mitä mahdollisia etuja raekoon suurentaminen tarjoaisi ja miten eri lannoitteiden ominaisuudet poikkeavat lumelle levitettäessä.

2. KOKEIDEN TOTEUTUS

21. Rakeiden uppoamisen seuraaminen

Testattaessa lannoitteiden levitystasaisuutta moottorikelkalla työskenneltäessä käytettiin laitteen ominaisuuksien monipuolisen selvittämisen mahdollistamiseksi raekooltaan erilaisia lannoitteita (vrt. Karsisto & Issakainen 1972 ja Karsisto 1973). Tällöin todettiin isorakeisen - metsänitraatiksi nimitetyn - vähäkalkkisen ammoniumnitraatin (N 32 %) uppoavan syvälle lumeen jo oman painonsa ja levitimestä saamansa liike-energian avulla. Samalla huomattiin, että varovasti hangenpinnalle asetettunakin rae alkoi välittömästi vajota lumeen. Osittain merkitystä näytti olevan auringon säteiden aiheuttamalla rakeen lämpiämisellä, mutta varjossakin rae upposi nopeasti lumeen.

Yksinkertainen koe numeerisen materiaalin saamiseksi oulunsalpietarin sekä metsänitraatin uppoamisnopeudesta suoritettiin 12 - 13.4.1972. Tällöin seurattiin eri aikoina kokeen aloittamisen jälkeen rakeiden uppoamista lumeen mittaamalla kummankin lannoitteen osalta lumeen syntyneen reiän syvyys millimetrin tarkkuudella. Koetta ei voitu jatkaa kahta päivää kauemmin, koska vesiliukoiset rakeet hajosivat jo toisena päivänä.

22. Astiakokeet kylmähuoneessa

Pyhäkosken tutkimusaseman kylmähuoneessa suoritettiin sittemmin kaksi viikkoa kestänyt astiakoe samoin oulunsalpietarista ja metsäsalpietarista peräisin olevan typen vajoamisen seuraamiseksi.

Kylmähuone säädettiin pakkasen puolelle (-5°C). Ulkona rakennettiin pohjattomia, yläpinnaltaan 10×10 cm olevia, osittain sisäkkäin meneviä muovirasioita käyttäen 70 cm korkuiset "lumitornit". Näissä pyrittiin säilyttämään hangen senhetkinen profiili muuttumattomana kokoamalla torni hangen eri osista käyttäen rasioiden kokoisia veitsellä irroitettuja lumikuutioita. Lumi oli perustamisvaiheessa (11.4.1972) märkää ja melkoisen karkearakeista.

Oulunsalpietarista sekä metsänitraatista valittiin kolmea eri kokoluokkaa olevat rakeet, jotka kukin punnittiin 0,1 milligramman tarkkuudella. Oulunsalpietarin isot rakeet painoivat noin 250 mg, keskikokoiset 37 mg ja pienet 12 mg. Metsänitraatilla isot rakeet painoivat noin 1100 mg, keskikokoiset 470 mg ja pienet 80 mg. Kunkin lumitornin yläpinnan keskelle asetettiin tällainen tarkkaan punnittu rae. Koe toistettiin kahdesti.

Kokeen perustamisen jälkeen pidettiin kirjaa rakeiden vajoamisnopeudesta mittaamalla lumeen syntyneen reiän syvyys. Rakeet hajosivat ja pysähtyivät kuitenkin parissa päivässä. Varsinainen rakeina annetun tyyppien kulkeutumisen seuraaminen tapahtui 10 senttimetrin kerroksina otettujen luminäytteiden analysoinnin avulla. Näytteet sulatettiin viikon ja kahden viikon kuluttua kokeen aloittamisesta. Tällöin analysoitiin tyyppien kokonaismäärä sekä osasta näytteitä erikseen nitraatti- ja ammoniumtyypin määrä.

Useampien lumelle levityksessä kyseeseen tulevien tyyppilannoitteiden ja erilaisten tyyppien muotojen vertaamiseksi perustettiin 31.1.1974 uudelleen Pyhäkosken tutkimusaseman kylmähuoneeseen lumitorneihin perustuva astiakoe edellä esitetyllä tekniikalla. Vertailtaviksi lannoitteiksi valittiin urea, oolunsalpietari, ammoniumsulfaatti ja metsänitraatti. Kaikkien näiden kohdalla pyrittiin vertaamaan eri raekokojen vaikutusta tyyppien uppoamissyvyyteen ja nopeuteen. Ureasta saatiin koetta varten näyte-erä erittäin isokokoisia rakeita. Oolunsalpietarista ja metsänitraatista valittiin kokeeseen rakeiden äärikoot. Ammoniumsulfaatin kohdalla jouduttiin käyttämään vain määrien annostelueroa, koska aine oli tasaisen pienirakeista. Koe toistettiin kuudesti, jotta kolmena eri ajankohtana voitiin ottaa kahdesti toistetut näytteet. Tornien korkeudeksi valittiin 50 cm, koska aiemmat tulokset olivat osoittaneet lannoitteen uppoamisen olevan hidasta. Kylmähuoneen lämpötila vaihteli kokeen kuluessa -4°C ja -7°C välillä. Kunkin lannoitteen osalta seurattiin kokeen alkuvaiheessa rakeiden uppoamista mittaamalla syntyneen reiän syvyys, kunnes rakeet hajosivat. Analysoinnit tapahtuivat kuukausi, kaksi ja kolme kuukautta kokeen perustamisen jälkeen. Urean kohdalla analysoitiin vain tyyppien kokonaismäärä. Muiden osalta selvitettiin sekä ammonium- että nitraattityppi.

23. Puuston reaktioiden mittaaminen

Lumessa uppoamisen seurantaan liittyen perustettiin keväällä 1972 oulunsalpietarilla ja metsänitraatilla myös puiden reaktioiden selvittämiseksi maastokoe rämeen männyntaimistoon Pyhäkosken kokeilualueeseen. Käyttäen typpeä 100 kg N/ha mainittuja lannoitteita annettiin (12.4.1972) lumelle levitettyinä ruuduille, joiden koko oli 2 x 2 m. Käsittelyt toistettiin kolmesti ja mukaan otettiin kolme lannoittamatonta vertailuruutua. Sittemmin koepuista on kerätty vuosien 1972 ja 1973 neulaset ja mitattu eri vuosien pituuskasvut reaktioiden selvittämiseksi.

3. TULOKSET

31. Rakeiden uppoaminen lumeen

Levitystasaisuuustutkimusten yhteydessä suoritettussa maastokokeessa (12.4. - 13.4.1972) verrattiin oulunsalpietarin ja metsänitraatin uppoamista lumeen mittaamalla syntyneen reiän syvyys. Lumi oli märkää ja rakeista. Oulunsalpietarirakeet liukenivat ja hajosivat vajaassa tunnissa. Tällöin ne olivat tunkeutuneet keskimäärin 24 millimetrin syvyyteen. Metsänitraattirakeet säilyivät koossa seuraavaan päivään asti. Siinä vaiheessa, jolloin oulunsalpietarirakeet hajosivat, olivat metsänitraattirakeet keskimäärin 55 millimetrin syvyydellä. Niiden hajoaminen tapahtui vasta noin 80 millimetrin syvyydellä. Samanlaiset tulokset saatiin kylmähuoneessa suoritettun astiakokeen alkuvaiheessa (11.4. - 12.4. 1972) seurattaessa raemuodossa tapahtunutta typen uppoamista.

Myöhemmässä kylmähuoneessa suoritettussa astiakokeessa (31.1. - 31.3.1974) seurattiin isorakeisen urean, oulunsalpietarin ja metsänitraatin uppoamista. Metsänitraatti vajosi jo kahdessa

tunnissa noin 7 senttimetrin syvyyteen. Tällöin isot urearakeet olivat vasta 5 cm:n ja oulunsalpietari 3 cm:n päässä pinnasta. Metsänitraattirakeet hajosivat kuitenkin jo seuraavana päivänä. Niistä jäi ammoniumnitraatin liuettua jäljelle "kalkkikuori", joka ei enää liikkunut 8 - 9 senttimetriä syvemmäksi. Urearakeet olivat koossa vielä kuukauden kuluttua. Tällöin ne olivat 15 cm syvyydellä. Seuraavassa kahdessa kuukaudessa urearakeet vajosivat enää kaksi senttimetriä.

32. Lannoitetypen vajoaminen

Ensimmäisessä astiakokeessa vuonna 1972 seurattiin typen kulkeutumista kahden viikon ajan. Tällöin analysoitiin typen kokonaismäärät 10 senttimetrin kerroksina osasta torneja viikon kuluttua ja osasta kahden viikon kuluttua kokeen aloittamisesta. Kuvassa 1 (sivulla 16) esitetään tulokset molempina ajankohtina sekä oulunsalpietarin että metsänitraatin osalta.

Oulunsalpietarin rakeiden hajoaminen tapahtui jo samana päivänä. Tämä näkyy myös lannoitetypen uppoamisesta. Viikon kuluttua analysoitaessa tilanne syvyyssuuntaisen jakautumisen suhteen on ollut aivan sama kuin vielä viikkoa myöhemmin.

Metsänitraatin typpi on tunkeutunut selvästi syvemmälle jo viikossa. Kahden viikon kuluttua typen esiintymisen painopiste on siirtynyt yhä syvemmälle. Suurin osa typpeä oli tällöin kuitenkin vielä 10 - 20 cm kerroksessa, joskin pieni osa oli tunkeutunut viikossa jo 50 - 70 cm kerroksiin.

Rae- ja tornikohtaisesti syvyysjakautuminen vaihteli suhteiltaan jonkin verran, mutta oli periaatteessa samantyyppinen. Eniten vaihtelua aiheutti raekoko. Suurikokoisimmista rakeista typpi oli selvästi syvemmällä, kuten kuvasta 2 sivulta 17 selviää.

Toisessa astiakokeessa vuonna 1974 seurattiin lannoitetypen uppoamista kolmen kuukauden ajan. Tulokset kokonaistypestä absoluuttisina määrinä eri lannoitteiden osalta eri aikoina kokeen kuluessa ilmenevät kuvista 3, 4 ja 5. Syvimmälle kolmessa kuukaudessa on tunkeutunut isorakeinen urea. Tuloksia ajan suhteen tarkasteltaessa voidaan todeta kaikkien lannoitteiden saavuttaneen esiintymisensä maksimisyvyyden ensimmäiseen analysointikertaan mennessä, toisin sanoen kuukauden kuluessa. Aiemman vuonna 1972 suoritetun kokeen osalla havaittiin tämän tapahtuvan jopa ensimmäisen viikon aikana.

Haihtumalla tapahtunut annetun lannoitetypen häviäminen jäi kokeen kuluessa vähäiseksi. Tämä käy ilmi myös urealla saaduista tuloksista, jotka esitetään seuraavassa asetelmassa:

Urea		Totaalityypen määrä (mg) eri aikoina kokeen aloittamisen jälkeen					
		1 kk		2 kk		3 kk	
iso rae:	annettu	527	728	788	394	751	760
	löydetty	508	694	749	364	703	720
	hävinnyt	- 19	- 34	- 39	- 30	- 48	- 40
pieni rae:	annettu	161	161	161	161	161	161
	löydetty	158	164	126	153	157	157
	hävinnyt	- 3	+ 3	- 35	- 8	- 4	- 4

Isokokoisien rakeiden kohdalla urean konsentraatio lumessa on noussut suureksi. Silti kolmessa kuukaudessa tapahtunut haihtuminen on ollut vain kuusi prosenttia annetusta typpimäärästä. Pienirakeisemmasta normaalista ureasta haihtuminen samassa ajassa on ollut alle kolme prosenttia. (Lumessa esiintynyt luontaisen typen määrä on analyysituloksissa huomioitu.)

Ammonium- ja nitraattitypen käyttäytymiserojen selvittämiseksi analysoitiin oulunsalpietarin ja metsänitraatin kohdalla kaikista näytteistä erikseen molemmat typen muodot. Syvyys-suuntaisessa kulkeutumisessa ei näyttänyt ammonium- ja nitraattitypen välillä olevan eroa. Kolmessa kuukaudessa annetusta ammoniumtyppiosasta oli kuitenkin haihtunut noin 10 prosenttia. Nitraattiosasta sitä vastoin ei haihtumista näyttänyt tapahtuneen. Täten haihtumistappio kokonaistyyppimäärästä jäi oulunsalpietarilla ja metsänitraatilla noin viiteen prosenttiin.

33. Puuston reaktiot

Suoritetuissa kokeissa oli pyrkimyksenä varsinaisesti lannoitteiden lumessa kulkeutumisen seuraaminen. Maastoon perustettiin kuitenkin pieni koe, jossa tarkoitus oli mitata erilaisten lannoitteiden aiheuttamat reaktiot rämemännissä. Aluksi seurattiin oulunsalpietari- ja metsänitraattirakeiden uppoamista lumelle levityksen jälkeen. Saadut tulokset rakeiden vajoamisesta olivat täysin samanlaiset kuin edellä esitettiin lannoitteiden levitystasaisuustutkimuksen yhteydessä perustetusta maastokokeesta. Myöhemmin pyrittiin havainnoimaan puissa tapahtuneita reaktioita. Koekohteeksi oli valittu paikka, jossa suotyypin karuudesta johtuen oletettiin esiintyvän typen puutetta. Suollahan ei yleensä taimitossa saada pelkällä typpilannoituksella selvää kasvun parantumista, vaikka neulasisto useinkin reagoi voimakkaasti parina ensimmäisenä vuonna. Syksyllä 1973 laskettiin kerätyistä neulasista ruudultaan sadan neulasparin pituuksien keskiarvot. Samalla mitattiin eri vuosien pituuskasvut. Vaikka käsittelyillä oli kolme toistoa, ei eri lannoituskäsittelyjen välille saatu vaikutuseroja. Tämä johtui ilmeisesti lähinnä siitä, että puiden reaktiot jäivät olemattomiksi.

4. TULOSTEN TARKASTELU

Pyrkimys ympärivuotiseen työskentelyyn sekä suometsissä lumen aikaan tapahtuva PK-lannoksen levittäminen ovat aiheuttaneet myös halua typpilannoitusten suorittamiseen lumelle. Biologisiin reaktioihin perustuvat tulokset ovat vaihdelleet ja niinpä käsitys talvilevitysten käyttömahdollisuudesta on vuosien varrella muuttunut sitä mukaa, kun uusia koetuloksia on saatu.

Roudasta ja kevään tulosta riippuen lumen sulamisvaiheessa esiintyy kivennäis- ja turvemaalla erilaisia ja ennalta arvaamattomia huuhtoutumisolosuhteita. Tästä johtuen on tärkeätä, että lannoitetyppi olisi saavuttanut maanpinnan tai ainakin olisi lumen pohjalla ennen kevättä (vrt. Westman 1975). Aiemmissä tutkimuksissa (mm. Paavilainen 1969, Kurppa 1970) on todettu normaaliin lannoitteiden lumessa uppoamisen pysähtyvän jo varhaisessa vaiheessa. Eräänä mahdollisuutena lannoitetyypin maaperään asti ehtimiselle ennen lumen sulamista voidaan pitää isorakeisten lannoitteiden käyttöä.

Jos lannoite on lumen pintakerroksissa vielä sulamisvaiheessa, tilanne on aivan sama kuin lannoitettaessa lumen sulamisprosessiin. Tämä vaihe on ravinteiden huuhtoutumistutkimuksissa (mm. Karsisto 1970, Karsisto & Ravela 1971) aina todettu kaikkein vaarallisimmaksi. Myös puiden kasvureaktioihin perustuvissa selvityksissä ovat keväthangille tapahtuvat lannoitukset antaneet heikoimman tuloksen (vrt. Paavilainen 1969, Salonen 1973).

Saatujen tulosten mukaan isorakeiset lannoitteet uppoavat aluksi nopeasti lumeen. Rakeen hajotessa lannoitetyppi jatkaa vajoamista hyvin hitaasti ja pysähtyy 10 - 20 senttimetrin syvyyteen hangen pinnasta. Sulattamalla valmistetut

isokokoiset urearakeet eivät lienneet lumessa vielä kolmessa kuukaudessakaan. Niidenkin kulku pysähtyi kuitenkin parinkymmenen sentin syvyyteen. Astiakoeolosuhteissa tämä on ymmärrettävissä lumitornin rakenteen johdosta. Ympäröivä keskimäärin -5°C pakkaneen "koteloi" jäädyttämällä urearakeet paikalleen. Kylmähuoneessa suoritetussa kokeessa puuttuivat myös luonnossa esiintyvät suvisäät ja puista tippuva vesi. Sitä paitsi tornien valmistamisvaiheessa lumi tuli ilmeisesti luonnon rakennetta tiiviimmäksi.

Koejärjestely poisti levityksen epätasaisuuden ja myöhemmän näytteenoton edustavuuden aiheuttaman virheen mahdollisuuden. Lumitornin keskelle annettu lannoitemäärä oli 0,1 milligramman tarkkuudella tiedossa.

Annetuista typen määristä löydettiin analysoimalla yllättävän suuri osa. Mitä suurempia annoksia annettiin, sitä suuremmaksi prosentuaalisesti nousi haihtuneen typen määrä. Isorakeisesta ureasta kolmessa kuukaudessa hävinnyt määrä oli suurimmillaan kuusi prosenttia. Normaalista ureasta hävisi kolme prosenttia. Oulunsalpietarin ja metsänitratin ammoniumosasta näytti typpeä haihtuvan 10 - 11 prosenttia, mikä vastaa 5 - 5,5 prosenttia annetusta kokonaistypestä. Ammoniumsulfaatista sitä vastoin ei kokeen kuluessa typpeä hävinnyt. Koeolosuhteissa tapahtunut typen haihtuminen ilmeisesti on ollut hieman suurempaa, mitä luonnossa olisi tapahtunut. Kylmähuoneessa ei satanut uutta lunta entisen päälle, mikä aiheutti rakeiden tekemien reikien auki pysymisen. Toisaalta puista tippuva lumen sulamisvesi on hieman hapanta. Tämä olisi ilmeisesti vähentänyt ammoniakkina tapahtunutta haihtumista.

5. YHTEENVETO

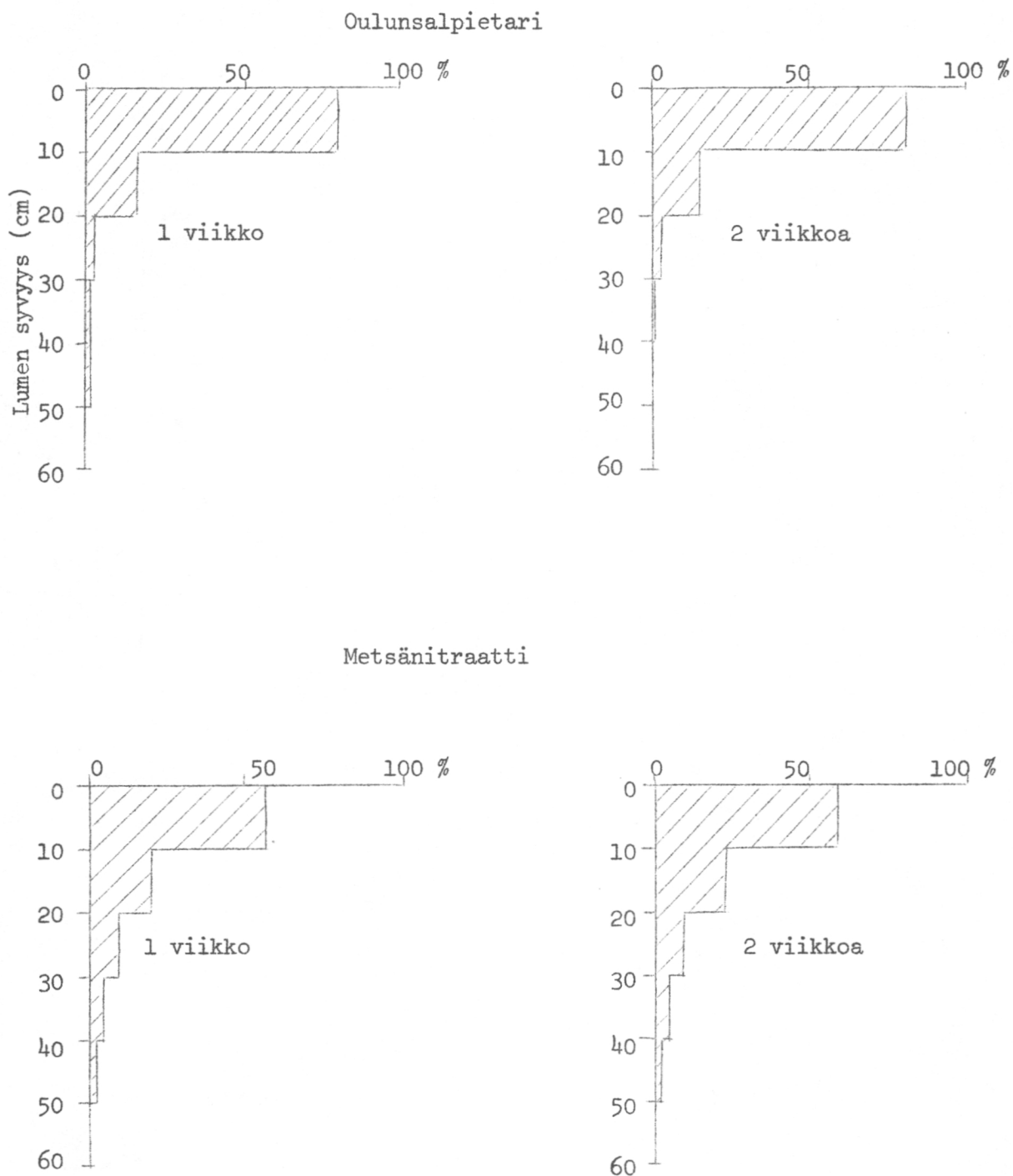
Käytännön lannoitustoimintaa ajatellen suoritetuissa maasto- ja astiakokeissa saadut tulokset lannoiterakeen ja siitä peräisin olevan typen uppoamisesta lumeen osoittavat, ettei vesiliukoisen, huuhtoutumiselle alttiin lannoitteen levittämistä kannata suorittaa runsaan lumen aikana. Tämä päätelmä on yhdensuuntainen Paavilaisen aiemmin (1973) esittämien tulosten kanssa. Samaa suositukseen on päätynyt myös Westman (1975) käsitellessään pohjoismaisia levitysjankohtatutkimuksia, jotka ovat antaneet viitteitä erityisesti urean talvilevityksen mahdollisuudesta.

Enemmän kuin varsinaisesti levitysjankohta, ratkaisee toimenpiteen suorittamista harkittaessa lumikerroksen paksuus. Alkutalvesta näyttäisi teoreettisesti olevan mahdollista lannoittaa vielä silloinkin kun lumikerroksen paksuus on parikymmentä senttiä. Käyttämällä isorakeista typpilannoitetta edulliseen tulokseen päästäisiin vielä kymmenen senttimetriä syvemmällä lumella.

Jos lannoitteet annetaan paksuun hankeen, ei ole takeita ravinteiden ehtimisestä maahan asti ennen lumen sulamista ja runsasta kevätkesteutta. Tämä aiheuttaa huuhtoutumisvaaran. Pitkänkään lumessaoloajan ei sitä vastoin ole todettu aiheuttavan lannoitteesta peräisin olevan typen kohdalla merkittäviä haihtumistappioita.

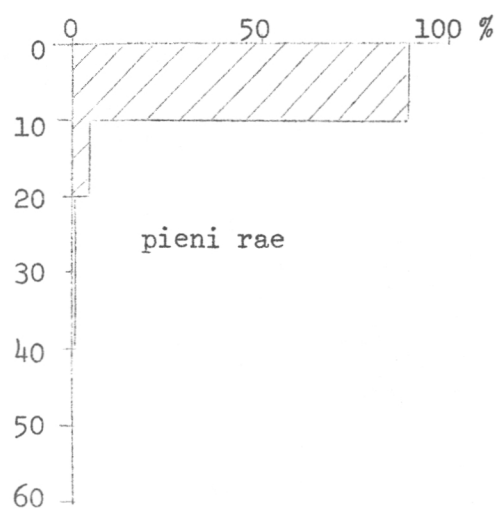
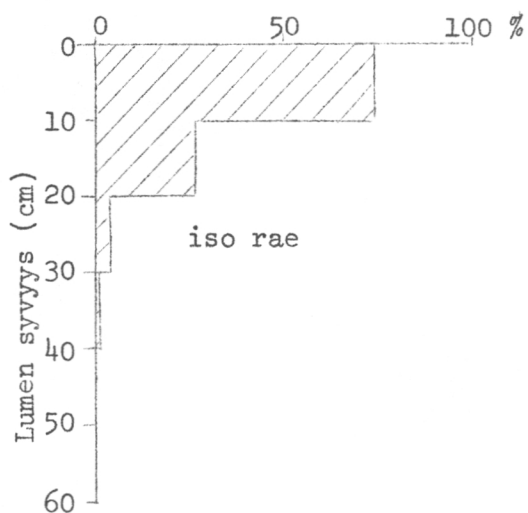
6. KIRJALLISUUTTA

- HUIKARI, O. 1968. Käsinväetys kannattaa - tyypeäkin talvella.
Lapin Kansa 36.
- JOHANSSON, B. & ÅHGREN, A. 1966. Gödslingseffekt och spridningstidpunkt.
Skogen 5.
- KARSISTO, K. K. 1967. Eri ajankohtina annetun NPK-lannoituksen aiheuttamista reaktioista rämeen männynntaimistossa. Suo n:o 4.
- "- 1970. Lannoituksessa annettujen ravinteiden huuhtoutumisesta turvemailta. Suo 21.
- "- 1973. Lannoitteiden levitystasaisuudesta moottorikelkkaa käytettäessä. Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 5.
- KARSISTO, K. K. & RAVELA, H. 1971. Washing away of phosphorus and potassium from areas drained for forestry and topdressed at different times of the year. Acta Agr. Fenn. 123: 54-69.
- KARSISTO, K. K. & ISSAKAINEN, J. 1972. Lannoitteiden levitykseen enemmän huomiota. Metsä ja Puu 12.
- KURPPA, R. 1970. Urean lumelle levityksestä. Helsingin yliopiston maanviljelyskemian ja fysiikan laitos. Konekirjoite.
- MÖLLER, G. 1974. Val av gödselmedel och gödslingstidpunkt. Skogen 61.
- PAARLAHTI, K. 1967. Lannoitusajankohdan vaikutus rämemännikön kasvureaktioihin. MTJ 63.4.
- PAAVILAINEN, E. 1969. Tutkimuksia levitysjankohdan vaikutuksesta nopealiukoisten lannoitteiden aiheuttamiin kasvureaktioihin suometsissä. Folia For. 1975.
- "- 1973. Studies on the uptake of fertilizer nitrogen by Scots pine using ^{15}N labelled urea. Influence of peat thickness and application time. MTJ 79.2.
- SALONEN, K. 1973. Eri vuodenaikoina annetun typpilannoituksen vaikutuksesta kangasmetsissä. Suo 24.
- VIRO, P. J. 1965. Estimation of the effect of forest fertilization. MTJ 59.3.
- "- 1970. Time and effect of forest fertilization. MTJ 70.5.
- WESTMAN, C-J. 1975. Metsänlannoituksen perusteet. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Moniste.

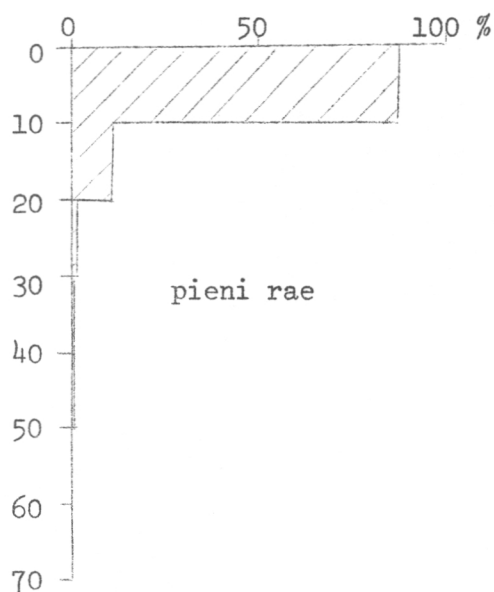
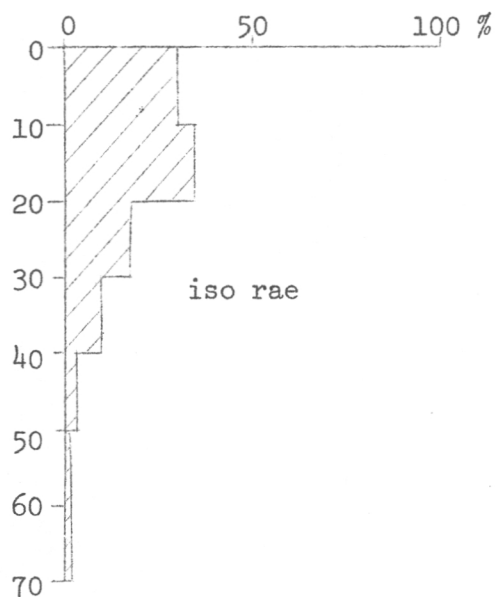


Kuva 1. Vuonna 1972 kylmähuoneessa suoritettussa astiakokeessa havaitut oulunsalpietarista ja metsänitraatista peräisin olevat typhen suhteelliset määrät eri aikoina lannoitteen levittämisen jälkeen prosentteina annetusta määrästä. Analyysit on suoritettu lumen pinnasta lukien 10 cm kerroksissa.

Oulunsalpietari



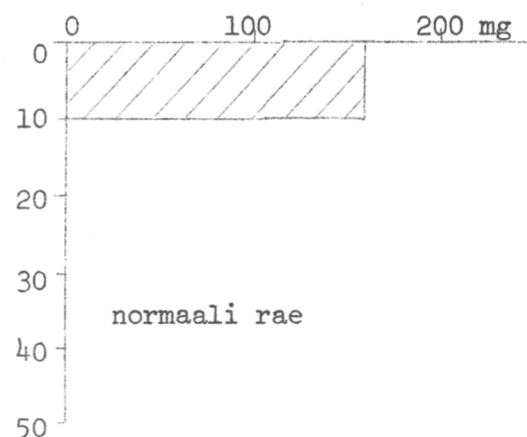
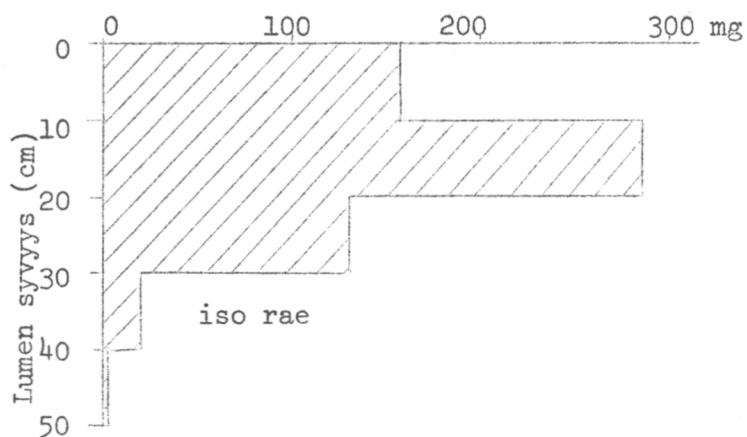
Metsänitraatti



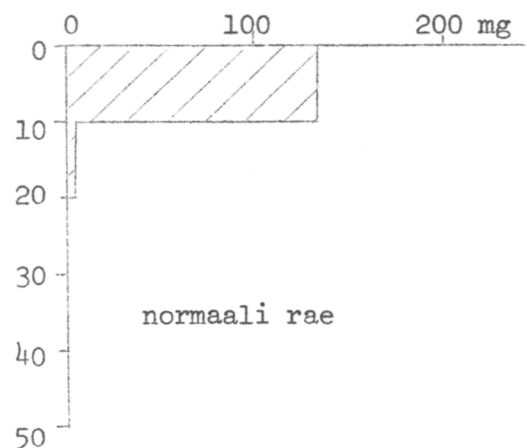
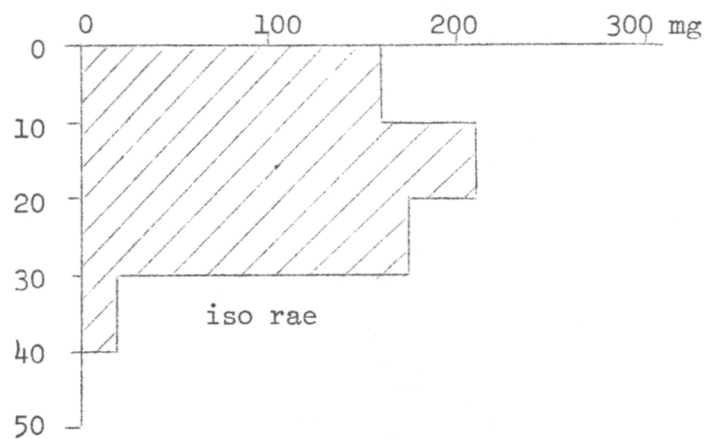
Kuva 2. Vuonna 1972 kylmähuoneessa suoritetussa astiakokeessa havaitut typen suhteelliset määrät kaksi viikkoa lannoitteen levittämisen jälkeen tarkasteltuna raekoon mukaisesti prosentteina annetusta määrästä. Analyysit on suoritettu lumen pinnasta lukien 10 cm kerroksissa.

1 kuukausi lannoituksesta

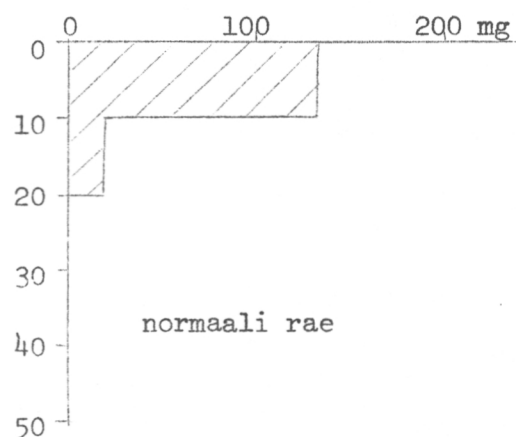
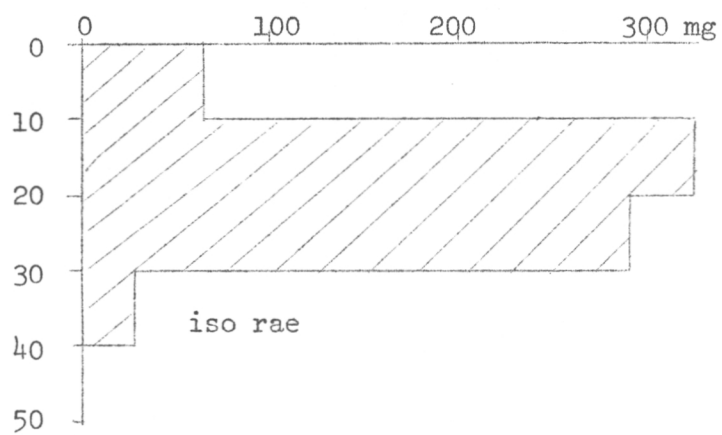
18



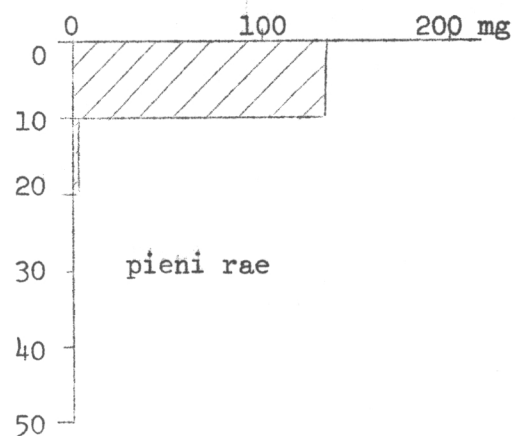
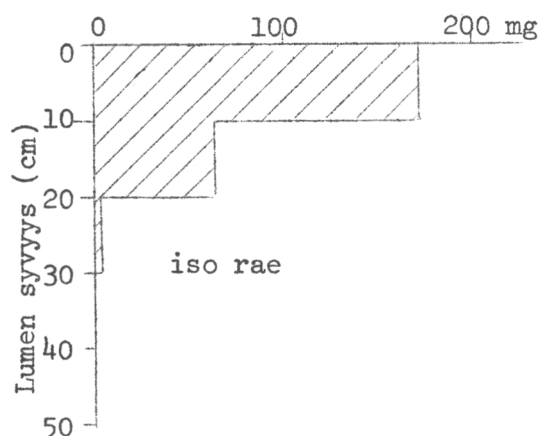
2 kuukautta lannoituksesta



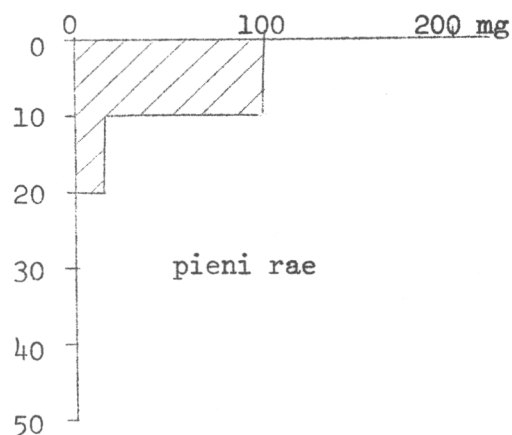
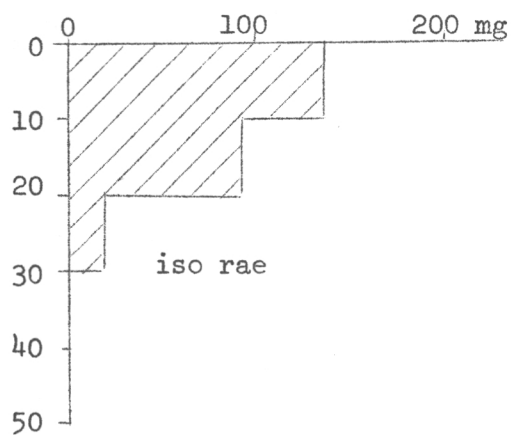
3 kuukautta lannoituksesta



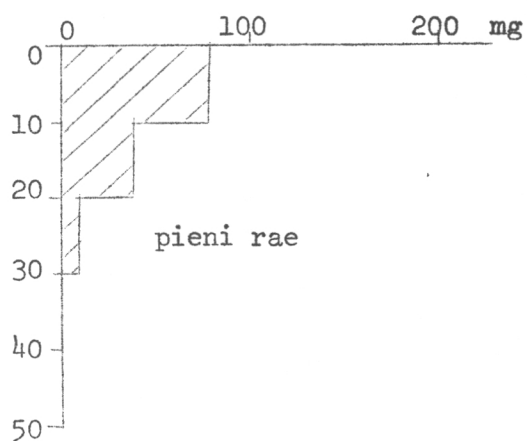
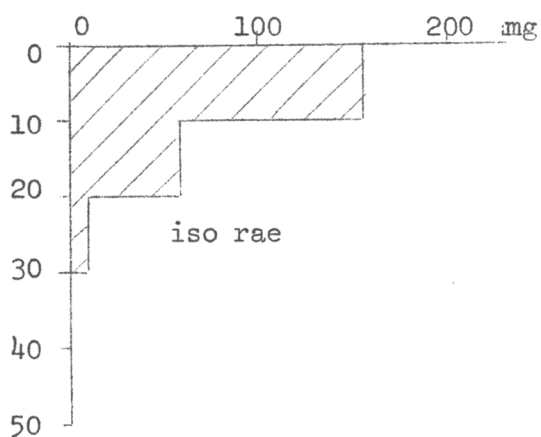
Kuva 3. Tulokset isorakeisesta ja normaalista ureasta peräisin olevan typen uppoamisesta lumeen eri ajanjaksojen kuluessa kylmähuoneessa vuonna 1974 suoritetussa astiakokeessa. Esitellyt totaalityypit (mg) on analysoitu 10 cm kerroksissa lumen pinnasta lukien.



2 kuukautta lannoituksesta

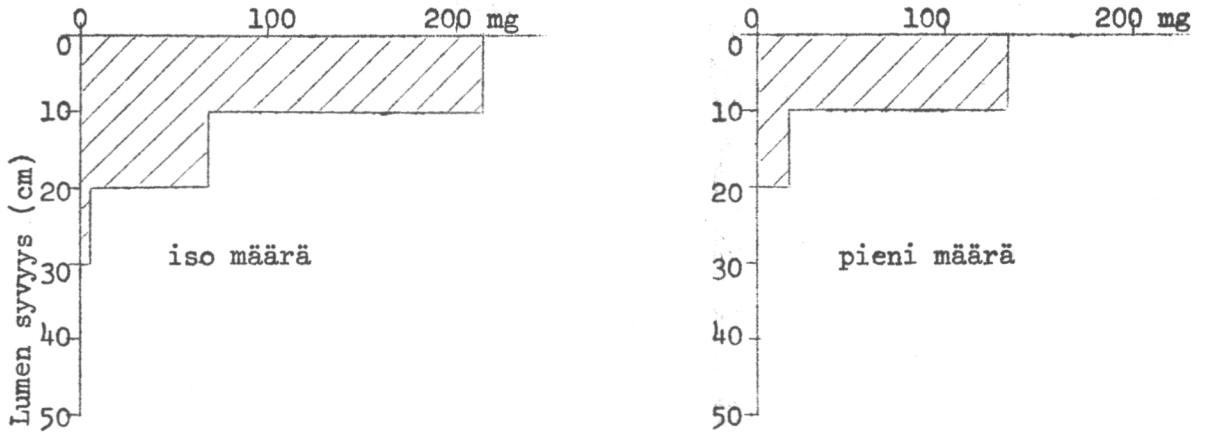


3 kuukautta lannoituksesta

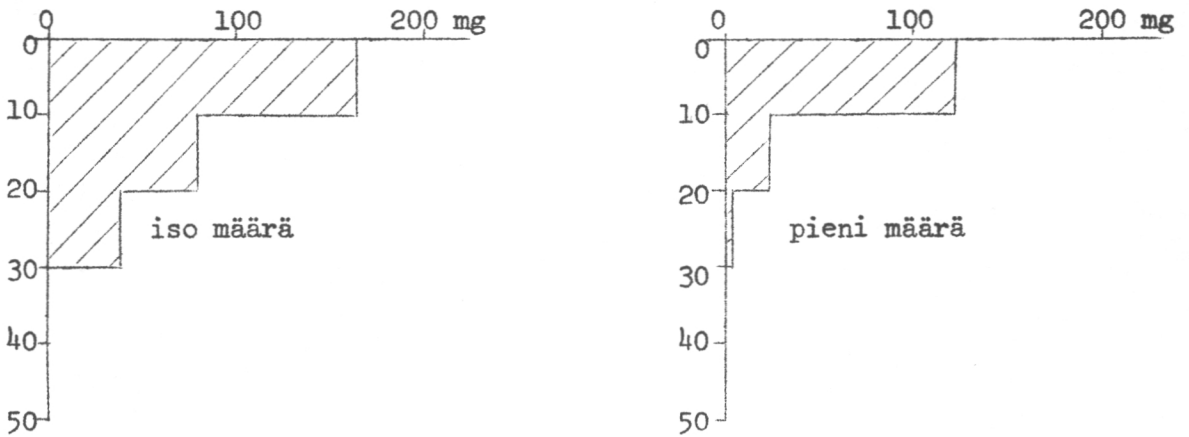


Kuva 4. Tulokset iso- ja pienirakeisesta metsänitratista peräisin olevan typen uppoamisesta lumeen eri ajanjaksojen kuluessa kylmähuoneessa vuonna 1974 suoritetussa astiakokeessa. Esitelty totaalityppi (mg) on analysoitu 10 cm kerroksissa lumen pinnasta lukien.

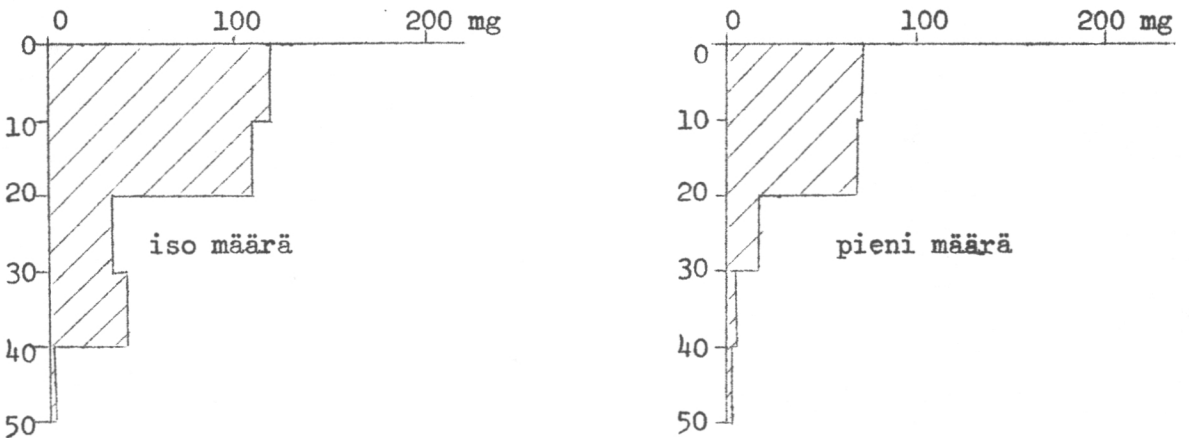
1 kuukausi lannoituksesta



2 kuukautta lannoituksesta



3 kuukautta lannoituksesta



Kuva 5. Tulokset ammoniumsulfaatin erisuuruisista annoksista peräisin olevan typen uppoamisesta lumeen eri ajanjaksojen kuluessa kylmähuoneessa vuonna 1974 suoritetussa astiakokeessa. Esitelty totaalityppi (mg) on analysoitu 10 cm kerroksissa lumen pinnasta lukien.

