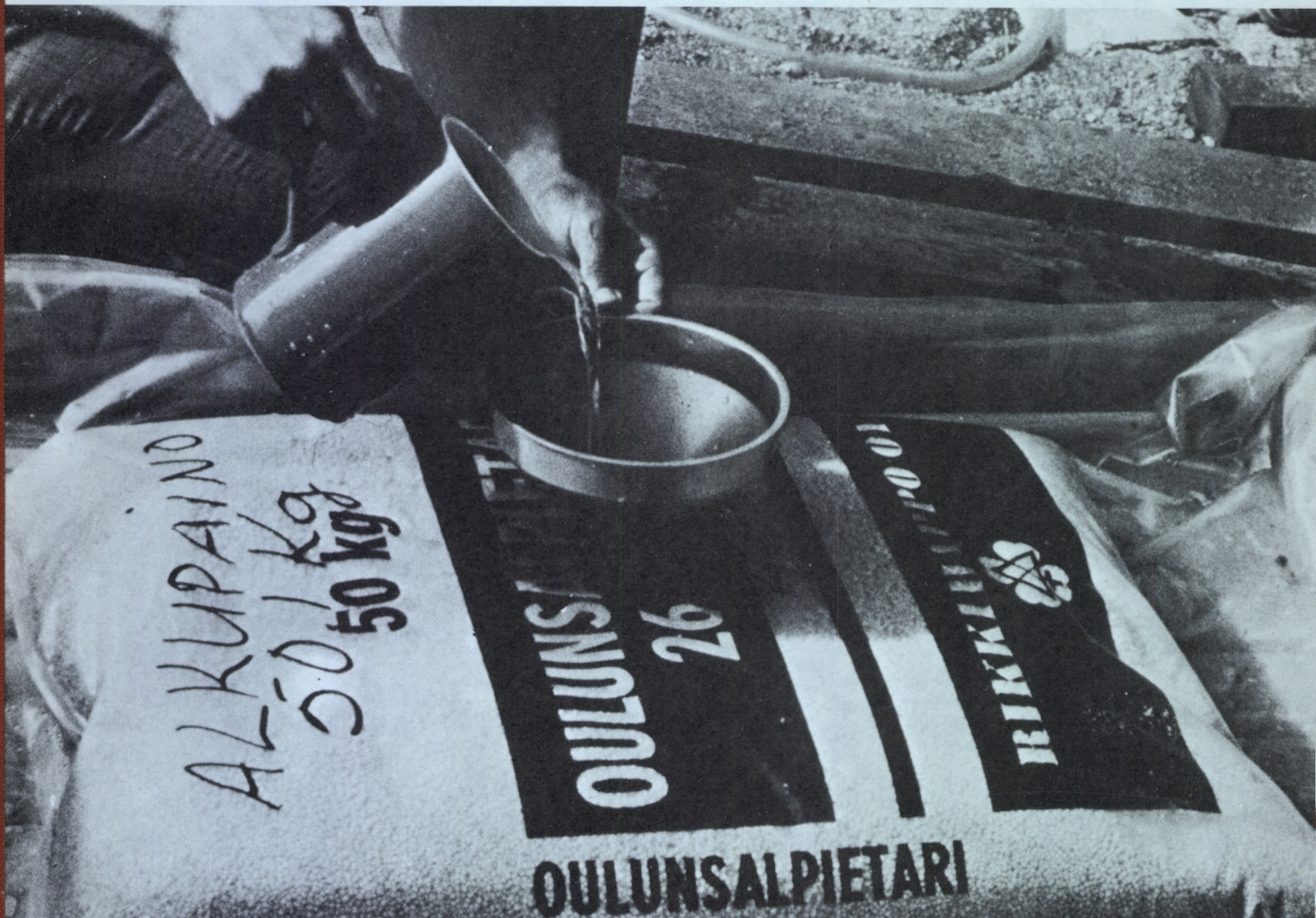


METSÄNTUTKIMUSLAITOS

PYHÄKOSKEN TUTKIMUSASEMAN  
TIEDONANTOJA 6



KALEVI KARSISTO

KOKEITA TYPPILANNOITTEIDEN  
HÄVIÄMISESTÄ SÄKEISTÄ

MUHOS 1973



METSÄNTUTKIMUSLAITOS

PYHÄKOSKEN TUTKIMUSASEMAN  
TIEDONANTOJA 6

Kalevi Karsisto

KOKEITA TYPPILANNOITTEIDEN  
HÄVIÄMISESTÄ SÄKEISTÄ

Muhos 1973

## ALKUSANAT

Kevättalvella 1972 Pyhäkosken tutkimusaseman järjestämässä tiedotustilaisuudessa metsänhoitaja Närä toi ensimmäistä kertaa esille urean häviämisen säkeistä. Tässä yhteydessä eri henkilöt esittivät syyksi urean haihtumisen ammoniakkinä (Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 2. Keskustelupöytäkirja sivut 15 - 17). Sittemmin Kajaanin metsänparannuspiirin työnjohtajien ja teknikoiden jatkokoulutustilaisuudessa toukokuussa 1972 tälle todella vajaiden säkkien löytymiselle saatiin lisävahvistusta. Koska ureasta tunnettu kemiallinen tietous ei tukenut esitettyjä teorioita auringonvalon tai lämpötilan vaikutuksesta tapahtuneesta haihtumisesta, päätettiin asian selvittämiseksi perustaa kokeet. Ureaa kohtaan oli muutenkin metsänparannuspiireissä alettu tuntea epäluuloja. Koska lannoituksen yksityistaloudellisen kannattavuuden suhteen muutenkin toimitaan kapealla marginaalilla, turvemaiden lannoituksissa ei kannata ainakaan väärillä perusteilla siirtyä ureasta huomattavasti kalliimpaan ousalsalpietariin.

Kokeiden suorittamisen ja jatkuvan seuraamisen on muiden tehtävien yhteydessä suorittanut tutkimusaseman suontutkimuspuolen henkilökunta. Heistä erityisesti on mainittava metsäteknikko Jorma Issakainen. Kaikille tutkimuksessa avustaneille henkilöille parhaimmat kiitokset.

Muhoksella toukokuun 4. päivänä 1973

Kalevi Karsisto

## Sisällysluettelo

	Sivu
1. JOHDANTO .....	1
2. KOEJÄRJESTELYT .....	2
21. Maastokoe .....	2
22. Laboratoriokoe .....	2
3. TULOKSET .....	3
31. Maastokokeen tulokset .....	3
32. Laboratoriokokeen tulokset .....	4
4. TULOSTEN TARKASTELUA .....	5
41. Urean haihtumisesta säkeistä .....	5
42. Urea - oulunsalpietari vertailua .....	6
43. Muovisäkkien maastojakelusta .....	7
5. TIIVISTELMÄ .....	8
6. KIRJALLISUUTTA .....	11
7. SUMMARY .....	12

## 1. JOHDANTO

Tärkeimmät metsissä käytettävät typpilannoitteet ovat urea ja oulunsalpietari. Näiden lisäksi on koe-erinä tuotettu tai valmistettu ammoniumnitraattia sekä sen erästä vähäkalkista muotoa, metsänitraattia. Typpilannoittelajien välisten erojen selvittämiseksi on maassamme sekä kangas- että turvemailloilla suoritettu runsaasti kokeita, joiden lisäksi tietoutta on ollut saatavissa muiden Pohjoismaiden tuloksista. Varsinaista taloudellisen edullisuuden vertailua ei oman maamme tutkimuksissa kuitenkaan ole yleensä em. typpilannoitteiden osalta suoritettu. Kangasmetsissä on todettu urean soveltuvan paremminkin paksuhumuksisisten kuusikoiden lannoitteeksi, kun taas oulunsalpietari antaa varmemman tuloksen männiköissä. Turvemailloilla ureaa on pidetty halvimpana ja taloudelliselta tulokseltaan edullisimpana typpilannoitteena.

Urean käyttöönottoa metsäpuolella on hidastanut kaikkien omaksuma tieto mahdollisuudesta, että urea voi epäedullisten sääsuhteiden aikaan levitettyinä haihtua ammoniakkinä tai toisaalta joissakin oloissa huuhtoutua vesiliuoksena ehtimättä antaa lannoitusvaikutusta. Kaikkein negatiivisimmat tiedot metsänparannuspiirien työmailta tiesivät kertoa lannoitetta levittämään mentäessä löydetyn tyhjinä täysin ehjiä ureasäkkejä, joista urea näytti hävinneen jälkeä jättämättä. Koska ureasta tunnettu kemiallinen tietous ei tee mahdolliseksi sen hajoamista ja haihtumista ilman ureaasientsyymien läsnäoloa ja tämän entsyymien joutumiselle muovisäkkeihin ei tuntunut löytyvän selitystä, perustettiin metsäntutkimuslaitoksen Pyhäkosken tutkimusaseman toimesta asiaa selvittävät maasto- ja laboratoriokokeet.

## 2. KOEJÄRJESTELYT

Kokeet suoritettiin maastossa ja laboratoriossa käyttäen maasto-osassa säkkien ulkopuolista vettä ja laboratoriossa säkkien sisälle sijoitettua vettä. Yksityiskohtaisemmin kuvattuna menetelmät olivat seuraavat:

### 21. Maastokoe

Maastokoeosassa sijoitettiin Pyhäkosken kokeilualueeseen eräälle tupasvillanevalle sekä urea- että oulunsalpietari-säkkejä kolmella eri tavalla varastoituna jäljitellen maastojakelua. Huolellisimmin varastoitu vertailupari sijoitettiin mättäälle aluspuiden päälle. Normaalitapaukset jätettiin suon tasapinnalle ja epäedullisimpiin olosuhteisiin joutuneet säkit olivat painanteessa puolittain vedessä. Kaikkien käytettyjen säkkien kunto tarkastettiin ennen kokeen aloittamista (29.6.72) samalla kun säkit punnittiin 100 gramman tarkkuudella. Koe päätettiin 18.9.72 punniten loppupainot.

### 22. Laboratoriokoe

Tutkimusaseman kasvihuoneeseen perustettiin 27.7.72 kokeen toinen osa, jossa urea-, oulunsalpietari- ja metsänitraattisäkkien sisään sijoitettiin kuhunkin 10 litraa joko tislattua vettä tai ojitusalueelta painanteesta noudettua humuspitoista suovettä. Samoihin olosuhteisiin, joissa iltapäivälämpötila nousi jopa yli  $+40^{\circ}\text{C}$ , varastoitiin käsittelemättömiä vertailusäkkejä. Kaikille säkeille, joihin imeytettiin vettä, valmistettiin alustaksi muovilla tiivistetty vedenpitävä allas. Säkit punnittiin alustoineen ennen kokeen aloittamista, jonka jälkeen tilanteen kehittymistä seurattiin päivittäisillä punnituksilla syyskuun alkuun saakka. Tällöin koe päätettiin määrittäen säkin sisältämän lannoitteen sekä altaaseen säkin ulkopuolelle kasautuneen lannoitteen paino.

## 3. TULOKSET

## 31. Maastokokeen tulokset

Maastokoe lopetettiin 18.9.72, jolloin punnittiin käytettyjen säkkien senhetkiset painot. Saadut tulokset käyvät ilmi seuraavasta taulukosta 1, jossa esitetään molempien lannoitteiden osalta säkkien alkuperäiset painot, loppupainot sekä tapahtunut muutos.

Taulukko 1. Maastoon perustetun lannoitesäkkien varastoimiskokeen tulokset

Lannoite	Punnitus- ajan- kohta	Varastoimisaika ja -tapa			
		29.6.72 alustalle	29.6.72 vesi- kuoppaan	4.8.72 tasa- pinnalle	4.8.72 kuoppaan
urea	ennen	50,2	50,1	49,7	50,0
	jälkeen	50,6	0,6	50,4	50,3
	muutos	+ 0,4	- 49,5	+ 0,7	+ 0,3
oulun- salpie- tari	ennen	50,6	50,2	49,7	49,8
	jälkeen	51,3	16,8	50,0	50,3
	muutos	+ 0,7	- 33,4	+ 0,3	+ 0,5

Tuloksista havaitaan säkin ulkopuolisen veden päässeeseen tunkeutumaan näennäisesti täysin ehjän säkin sisälle. Ilmiveden kanssa tekemisissä ollut ureasäkki oli käytännöllisesti katsoen täysin tyhjä eikä oulunsalpietaristakaan ollut kuin vajaa 1/3 jäljellä. Muilla tavoin varastoidut säkit olivat kokeen kuluessa hieman lisänneet painoaan kosteuden imeytymisen johdosta. Lannoitteen lievää kovettumista havaittiin niiden säkkien kohdalla, jotka olivat imeneet kosteutta 0,7 kiloa.

## 32. Laboratoriokokeen tulokset

Tutkimuksen tässä osassa sijoitettiin lannoitesäkkeihin 10 litraa joko tislattua vettä tai ojitusalueen suopainanteesta noudettua vettä. Kukin säkki paikattiin huolellisesti veden lisäämisen jälkeen. Sijoittamalla vesi säkkien sisälle saatiin hyvin selville niiden vedenpitävyys. Kuitenkin erityisesti odotettiin urean kohdalla suoveden antamaa tulosta, sillä kasvillisuuden peittämästä painanteesta peräisin oleva humuspitoinen vesi saattoi sisältää myös ureasient-syymiä, ja täten aiheuttaa urean hajaantumisen. Kokeen loppumishetken (1.9.72) tilanne käy ilmi seuraavasta taulukosta 2, jossa kunkin lannoitteen osalta ilmaistaan alku- ja loppupaino sekä säkin ulkopuolella ollut osuus lannoitteesta. Tulokset esitetään erikseen suoveden ja tislattun veden osalta.

Taulukko 2. Kasvihuoneessa tislattulla tai suovedellä suoritettujen säkkien käsittelyiden antamat tulokset (kg). Koe aloitettiin 27.7.1972 sijoittamalla vettä 10 litraa kunkin säkin sisälle. Loppupunnitukset suoritettiin 1.9.1972.

Punnitukset kg	Suovesi (10 l/säkki)			Tislattu vesi (10 l/säkki)		
	Urea	Oulun- salpie- tari	Metsä- nitraatti	Urea	Oulun- salpie- tari	Metsä- nitraatti
Lannoitteen (+ veden) lop- pupaino 1.9.72	52,9	52,6	52,1	54,7	52,4	53,3
Lannoitteen al- kupaino 27.7.72	50,3	50,0	50,9	50,5	50,1	50,9
Vettä lannoit- teessa 1.9.72	2,6	2,6	1,2	4,2	2,3	2,4
Lannoitetta (+ vettä) säkis- sä 1.9.72	45,4	38,9	40,5	48,6	38,0	43,4
Lannoitetta (+ vettä) al- taassa 1.9.72	7,5	13,7	11,6	6,1	14,4	9,9

Tulosten perusteella voidaan havaita kaikkien lannoitteiden kohdalla tapahtuneen lannoiteliuoksen tunkeutumista säkeistä ulos. Urean kohdalla määrät ovat olleet 6 - 7 kg, metsänitraatilla 10 - 12 kg ja oulunsalpietarilla 13 - 14 kg. Toisin sanoen näyttäisi siltä, että oulunsalpietari tunkeutuisi herkemmin vesiliuoksena säkeistä ulos tai sitten säkit jostain syystä olisivat poikenneet toisistaan. Yksityiskohtana voidaan mainita molempien ammoniumnitraattipohjaisten lannoitteiden osalta havaitun kokooma-altaiden seinämällä "kiipeilytaipumusta". Tarkasteltaessa kokonaispainon muutoksia todestaan kaikkiin lannoitteisiin pidättyneen vettä annetusta 10 litran määrästä vielä yli kuukausi sen lisäämisen jälkeen 2 - 4 litraa, vaikka kuplahallityyppisessä kasvihuoneessa tuuletus on ollut hyvä ja hetkittäiset iltapäivälämpötilat nousivat yli +40°C.

#### 4. TULOSTEN TARKASTELUA

##### 41. Urean haihtumisesta säkeistä

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää urean käyttäytymistä maastovarastoinnin kuluessa esiintyvissä mahdollisimman epäedullisissa olosuhteissa. Tämän lisäksi haihtumiselle erittäin edullisissa laboratorio-oloissa lisättiin säkkien sisälle myös kasvillisuuden peittämästä suopainanteesta peräisin olevaa maavettä, jotta selvitettäisiin ureaasientsyymien säkkiin joutumisen mahdollisuus huolimattoman maastojakelun seurauksena. Ureaa ei kuitenkaan saatu hajaantumaan ja haihtumaan. Tämä käy ilmi taulukon 2 ureaa koskevista tuloksista, sillä vaikka suoveden osalla loppupaino on 1,8 kg alhaisempi, on se johtunut ko. säkin hieman suuremmasta veden läpäisevyydestä. Ulkopuoliseen altaaseen on joutunut suurempi määrä lannoitteen vesiliuosta, jolloin avoimesta astiasta on vesi haihtunut helpommin kuin säkistä. Painoero johtuu siten jäljellä olevasta vesimäärästä, ei itse lannoitteesta.

Alun pitäen käytännön lannoitustyömailta kantautuneiden tietojen perusteella päättelyteitse - tuntien urean kemialliset ominaisuudet - tultiin tulokseen, ettei parin kolmen vajaan tai tyhjän ureasäkin löytymisen syynä voi olla urean haihtuminen, vaan säkeissä on täytynyt olla kuljetuksen aikana syntyneitä repeämiä, joiden kautta vesi on tunkeutunut sisälle. Tämän jälkeen urea vesiliuoksena voi tulla ulos hyvin pienestäkin reiästä, josta syystä päällisin puolin tarkasteltuna säkki on vaikuttanut ehjältä. Esimerkiksi aurin-gonpaiste ei siis saa ureaa kaasuuntumaan, jota vaihtoehtokin esitettiin yleisenä teoriana.

#### 42. Urea - oulunsalpietari vertailua

Tulokset osoittavat kaikkien tutkittujen typpilannoitteiden saattavan tulla vesiliuoksena lannoitesäkeistä pois, jos vain säkit joutuvat vapaan veden kanssa kosketuksiin. Tässä mielessä ei urean ja oulunsalpietarin välillä ole eroa ainakaan urean tappioksi, sillä ammoniumnitraattipohjaisilla lannoitteilla näytti vesiliuoksena ollessaan olevan taipumusta jopa "kiipeillä" ylös seinämille. Altaiden ympäröidessä säkkejä ovat ulostulleet lannoitemäärät jääneet luonnollisesti pienemmiksi kuin maasto-osassa, jolloin seinämät eivät ole olleet esteenä.

Toistaiseksi ei ole turvemailloilla osoitettu oulunsalpietaria taloudellisesti edullisimmaksi typpilannoitteeksi. Kuitenkin sen käyttöön näytetään siirrytyn yli koko maan perustellen tätä oulunsalpietarin luotettavuudella. Tulokset kuitenkin osoittavat, ettei ainakaan tyhjien ureasäkkien löytyminen ole liittynyt haihtumiseen, vaan kyseessä on ollut lannoitteen valuminen säkeistä vesiliuoksena. Jos keväthangille vuosien kuluessa olisi jaeltu satoja tuhansia oulunsalpietarisäkkejä, niin joku kuljetuksessa rikkoutunut säkki olisi varmaankin sattunut ojitusalueelle, jossa kevättulva olisi noussut sisälle asti ja laskiessaan vienyt ravinteet mennessään.

Urea on erityisesti vesistöjen suojelua ajatellen ympäristöystävällinen, sillä sen on tutkimuksissa todettu lannoituksen jälkeen jopa alentaneen valumavesien typpipitoisuutta luontaisesta tasosta (Karsisto 1972). Orgaanista alkuperää olevissa maissa urean ongelma on pikemminkin liian tiukka sitoutuminen. Norjalaisen Overreinin lysimetritutkimusten mukaan urean on havaittu sitoutuneen jo kangashumuskerrokseen niin tehokkaasti, että normaalilla käyttömäärällä 100 kg N/ha on typen kokonaishuuhtoutuminen kolmen kuukauden tarkastelujakson kuluessa lannoituksen jälkeen jopa pudonnut lannoittamattomasta (Overrein 1968). Haihtuminen vastaavasti vielä 250 kg N/ha käyttömäärällä on ollut vain noin 0,7 % annetusta määrästä. Maksimihaihtuminen 500 kg N/ha määrästä oli 3,5 %. Samansuuntaisia tuloksia urean tehokkaasta sitoutumisesta jo kangashumuskerrokseen ovat Saksasta esittäneet myös Jung ja Dressel (1970), josta syystä ei ole pelkoa urean huuhtoutumisesta turvemaalta vesistöihin.

#### 43. Muovisäkkien maastojakelusta

Päällisin puolin ehjät muovisäkit osoittautuivat tutkimuksissa vettä läpäiseviksi. Yhtään vesitiivistä säkkiä ei onnistuttu löytämään. Välttämättömien ilmaventtiilireikien lisäksi säkkeihin helposti syntyy kuljetusvaiheessa repeämiä, joista vedellä on vapaa kulku. Missään vaiheessa muovinenkaan lannoitesäkki ei saisi joutua ilmiveteen. Metsissä lannoitteet pyritään kuitenkin lähikuljettamaan ja jakelemaan lumikelin aikaan, vaikka levitys tapahtuukin sulalle maalle. Tämä asettaa säkin kestävyydelle ja vedensietokyvyille suuret vaatimukset. Muovisäkkien materiaalissa ja ilmaventtiilireikien sijoittelussa metsäkäyttöä ajatellen lienee korjaamista, mutta se aiheuttaisi lisäkustannuksia. Maastojakelussa veteenjoutumisen vaara ojitusalueilla on helposti tarjolla, sillä mättään tai ojavallin päälle lumelle jätetyn säkin alta ei lumi auringon vaikutuksesta heti sulakaan. Kun tasapainotila viimein järkkyy, auringossa lämmennyt muovisäkki luistelee nuoskan hangen

pinnalla jopa 10 - 15 metriä ja pysähtyy ympäristönsä alimpaan notkoon, jonne sulamisvedetkin kasautuvat. Kuitenkin kiinnittämällä enemmän huomiota säkkien käsittelyyn ja maastojakeluun välttyttäneen riittävän hyvin vajailta säkeiltä.

## 5. TIIVISTELMÄ

Metsänparannuspiirien lannoitustyömailta kantautuneiden tietojen mukaan oli lannoitteita levittämään mentäessä löydetty vajaita ureasäkkejä. Säkkien jakelu oli tapahtunut lumikelin aikana ja levitystyö lumien sulettua. Yleisesti esitettiin syyksi urean haihtumista, sillä muovisäkit näyttivät päällisin puolin tarkasteltaessa täysin ehjiltä. Ureaa koskeva kemiallinen tietous ei kuitenkaan tukenut haihtumisteoriaa, josta syystä asian tutkimiseksi perustettiin kaksiosainen koe.

Maastokoeosassa tutkittiin ulkopuolisen veden tunkeutumista maastoon varastoituihin lannoitesäkkeihin. Kokeilualueeseen sijoitettiin kesällä 1972 sekä urea- että oulunsalpietarisäkkejä kolmella eri tavalla maastojakelua jäljitellen. Tuloksista havaittiin, että jos säkit joutuivat tekemisiin pintaveden kanssa, vesi on tunkeutunut näennäisesti ehjiin muovisäkkeihin ja on aiheuttanut lannoitteiden valumisen vesiliuksena maahan. Säkeissä olevista ilmaventtiilirei'istä ei veden pitäisi valmistajan ilmoituksen mukaan päästä säkkien sisälle. Kuitenkin urea- ja oulunsalpietarisäkkien tyhjentyminen tapahtui vesipainanteeseen joutuneiden osalta aivan muutamassa päivässä. Muulla tavoin varastoidut säkit, jotka eivät olleet tekemisissä ilmiveden kanssa, olivat kokeen kuluessa (29.6.72 - 18.9.72) vain hieman lisänneet painoan kosteuden imeytymisen johdosta.

Tutkimusaseman kasvihuoneeseen perustetussa kokeen toisessa osassa sijoitettiin säkkien sisälle 10 litraa joko tislattua vettä tai ojitusalueelta noudettua humuspitoista suovettä.

Kaikille säkeille oli valmistettu muovikalvolla tiivistetty vedenpitävä allas. Kokeen kuluessa punnittiin päivittäin säkin, veden ja altaan kokonaispaino. Ajoittain kasvihooneen iltapäivälämpötila nousi jopa yli  $+40^{\circ}\text{C}$ . Tästä huolimatta ei urean kohdalla edes suovettä käytettäessä havaittu haihtumista. Sitä vastoin kaikkien lannoitteiden kohdalla tapahtui lannoitteen tunkeutumista näennäisesti ehjistä säkeistä ulos. Ureaa oli ulospurkautunut 6 - 7 kg, metsänit-raattia ja oulunsalpietaria 10 - 14 kg. Ulosvaluneet määrät jäivät näinkin pieniksi johtuen säkkejä ympäröineiden altaiden pienuudesta.

Muoviset lannoitesäkit osoittautuivat yllättävän helposti vettä läpäiseviksi. Tämä kävi ilmi sijoitettaessa vettä säkkien sisälle sekä niiden joutuessa veteen. Erityisesti huomattiin laboratoriokoetta perustettaessa, että muovisäkit ovat vioittumiselle alttiita kuljetuksen aikana. Talviaikaisen maastojakelun vaurioita lisää vielä pakkanen, joka tekee materiaalin huomattavasti hauraammaksi. Aurin-gon keväällä sulattaessa lunta säkkien ympäriltä saattaa liukas muovisäkki valua painanteeseen. Ojitusalueilla esiintyy keväisin painanteissa pintavettä, joka sitten voi tunkeutua vioittuneeseen säkkiin ja aiheuttaa säkin tyhjentymisen.

Suometsien lannoitusalueilla käytettiin aikaisemmin yksinomaan ureaa, mutta sittemmin lähinnä urean epävarmuuden johdosta on yhä enenevässä määrin siirrytty oulunsalpietarin käyttöön. Jos tähän valintaan on ollut vaikuttamassa urean säkeistä häviämistä kantautuneet tiedot, on suoritetuilla kokeilla pystytty osoittamaan, että huolimattomasti maastoon varastoidut, mahdollisesti vielä kuljetuksessa vioittuneet muovisäkit tyhjentyvät veden vaikutuksesta oli kyseessä mikä tahansa vesiliukoinen lannoite. Kyseessä ei ole ollut urean-kaan kohdalla haihtuminen. Toistaiseksi ei turvemailla ole voitu osoittaa oulunsalpietaria taloudellisesti edullisimmaksi

typpilannoitteeksi. Ureasta tunnettu tietous tukee sitä vastoin sen käyttöä turvealustalla myös ympäristön suojelumielessä. Vastaavaa vaaraa, mikä on tarjolla oulunsalpietarin sisältämän nitraattityypen huuhtoutumisen osalta, ei ole, sillä urean kohdalla orgaanisessa maaperässä pikemminkin ongelmana on liian tiukka sitoutuminen. Jopa eräissä tutkimuksissa on todettu normaalikäyttömäärän ureaa alentaneen lannoitusalueelta valuneiden vesien typpipitoisuutta luonnon-tilaisista arvoista.

## KIRJALLISUUTTA

- JUNG, J. - DRESSEL, J. 1970. Über die Nährstoffauswaschung nach Zufuhr von Harnstoff und Ammonsulfat zu einem Rohhumusboden im Modellversuch. Forstwirtschaftliches Centralblatt 89.3: 171 - 180.
- KARSISTO, K. K. 1972. Ravinteiden huhtoutumisesta lannoite-tuista suometsistä. Tiedotuspäivän alustukset. Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 2. Muhos.
- OVERREIN, L. N. 1968. Lysimeter studies on tracer nitrogen in forest soil: I Nitrogen losses by leaching and volatilization after addition of urea-N<sup>15</sup>. Soil Science. 106.4.

## SUMMARY

## How Do the Nitrogen Fertilizers Disappear from the Sacks

According to the information from forest improvement areas, incomplete urea sacks were found at the beginning of the spreading. The distribution of the sacks had occurred when the ground was snow-covered and the spreading when the snow had melted. The usual explanation was that urea had evaporated, since the plastic sacks seemed completely unbroken. Yet the chemical knowledge did not support this theory of evaporation, which again led to the investigation of the matter with an experiment consisting of two parts.

The first part was carried out in the field. There the penetration of water into the fertilizer sacks stored out-of-doors was investigated. In the summer of 1972 sacks consisting both of urea and oulu saltpeter (calcium nitrate) were placed in the experimental field in three different ways imitating the real distribution. It was found out that if the sacks were in contact with surface water, water had penetrated into the seemingly unbroken plastic sacks. This had made the fertilizers flow into the ground as water solution. According to the manufacturer's water should not be able to get into the sacks through air ventilator holes. Yet, the sacks which contained urea and oulu saltpeter and which had lain in the water hollow had become empty in a few days. The sacks that were in no contact with water during the storage had only little gained weight by absorbing wetness in the course of the experiment (from 25th of February to 18th of September, 1972).

The second part of the experiment was carried out in the greenhouse at the experiment station. Ten liters of water, either distilled or rich in humus from a peatland drainage area, was put into the sacks. All the sacks were provided

with a water-proof basin tightened with plastic film. The total weight of the sack, water and basin was weighed daily. Occasionally the afternoon temperature rose even over 40°C. However, when urea was concerned no evaporation could be detected even when using water rich in humus. By the end of the experiment the fertilizer amounts outside the sacks in the basin were weighed in addition to the total weight. It was discovered that fertilizers had flown out from the seemingly unbroken sacks regardless of the fertilizer type. The outflow of urea amounted to 6 - 7 kg and that of ammonium nitrate and oulu saltpeter to 10 - 14 kg. The outflow remained rather negligent because of the small size of the basins surrounding the sacks. Especially the both fertilizers containing ammonium nitrate were inclined to "climb up" the walls of the basin, which resulted in bigger fertilizer amounts outside the sacks, when compared to urea.

Plastic fertilizer sacks proved to be surprisingly permeable to water. This was found out when water was poured into the sacks and when the sacks got into water. The experiments performed in the laboratory showed that plastic bags tend to break during transportation. During winter distribution sacks are exposed to frost, which makes the material more fragile. Even if the sacks were placed on the top, the spring sun might melt the snow around the sack creating an unbalance which might make the slippery sack slide into the hollow. In the drainage areas there is always surface water in the hollows. The water then penetrates into the sacks making them empty.

Previously only urea was used in the drainage areas in swamp forests. Owing to its irregularity urea was later replaced by oulu saltpeter. If the disappearance of urea from the sacks induced this choice, the present experiments have proved that the plastic sacks filled with any water soluble

fertilizer if carelessly stored in the fields and damaged during transportation, will become empty when exposed to water. There was no evaporation even when urea was concerned.

According to the results obtained so far, the use of oulu saltpeter instead of urea cannot be recommended on the basis of economical profitableness, because this has not yet been proved in any circumstances. Whereas our knowledge of urea on peat supports its use when taking into consideration environmental protection. The leaching of nitrate nitrogen is a danger when using oulu saltpeter. Urea, on the other hand, poses a problem of too strong fixation to organic soil. Some experiments even show that urea tends to decrease the natural nitrogen content in water run off from drainage areas.





