



MTTK

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Tiedote 9/85

ERKKI KEMPPAINEN

Maanviljelyskemian ja -fysiikan osasto

Kuivikkeen vaikutus lannan arvoon

Kuivikkeiden ammoniakkin sitomiskyky

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

TIEDOTE 9/85

Erkki Kempainen

KUIVIKKEEN VAIKUTUS LANNAN ARVOON
KUIVIKKEIDEN AMMONIAKINSITOMISKYKY

Maanviljelyskemian ja -fysiikan osasto
31600 JOKIOINEN
916-84 411

ISSN 0359-7652

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
<u>KUIVIKKEEN VAIKUTUS LANNAN ARVOON</u>	
Tiivistelmä	1
Johdanto	2
Aineisto ja menetelmät	2
Tulokset	4
Lannan ravinnesisältö	4
Lannoitusvaikutus astiakokeessa	5
Lannan typen hyväksikäyttö	8
Vaikutus lannan rahalliseen arvoon	11
Tulosten tarkastelu	11
Kirjallisuusluettelo	15
<u>KUIVIKKEIDEN AMMONIAKINSITOMISKYKY</u>	
Tiivistelmä	17
Johdanto	18
Aineisto ja menetelmät	19
Tulokset	21
Tulosten tarkastelu	23
Kirjallisuusluettelo	25

KUIVIKKEEN VAIKUTUS LANNAN ARVOON

TIIVISTELMÄ

Oljen, sahanpurun ja turpeen vaikutusta lannan arvoon tutkittiin 15 maatilalla syksyn 1983 ja kevään 1984 aikana. Syksyllä viisi tiloista käytti kuivikkeena olkea, viisi sahanpurua ja viisi turvetta. Keväällä kaikilla tiloilla oli kuivikkeena turve. Tiloilta otettiin lantanäytteet varastoidusta lannasta joulukuussa 1983 ja maaliskuussa 1984. Lantojen ravinnepitoisuus analysoitiin ja niillä tehtiin astiakoe typen käyttökelpoisuuden selvittämiseksi. Myös tiloilta kerättyjen virtsanäytteiden ravinnepitoisuus analysoitiin.

Eri kuivikelantojen välillä oli tilastollisesti merkitseviä eroja kuiva-aine-, kokonaistyyppi- ja magnesiumpitoisuudessa. Turvelantojen pitoisuudet olivat suurimpia. Vuoden vaihteessa 1983-1984 tehty kuivikkeen vaihdos turpeeseen kohotti merkittävästi aiemmin olkea käyttäneiden tilojen lannan kokonaistyyppipitoisuutta sekä aiemmin purua käyttäneiden tilojen lannan kuiva-aine-, kokonaistyyppi- ja magnesiumpitoisuutta. Kuivikkeen ei todettu vaikuttavan merkittävästi erillisen talteen otetun virtsan ravinnepitoisuuteen. Ainoa tilastollisesti luotettava muutos varastoidun lannan sisältämässä ravinnemäärässä oli liukoisen typen määrän kasvu 16,2 kg:sta 34,6 kg:an kuukautta kohden vaihdettaessa sahanpuru turpeeseen.

Kuivikkeella oli hyvin selvä vaikutus lannan arvoon raiheinän lannoitteena astiakokeessa. Vaikutus tuli ilmi sekä vertailtaessa syksyn 1983 aikana kerättyjä eri kuivikkeita sisältäneitä lantoja keskenään että selvitettyä kuivikkeen vaihdon vaikutusta. Turvelannat olivat ylivoimaisia olki- ja sahanpurulantoihin verrattuna. Tutkittaessa lannassa annetun typen hyväksikäyttöä todettiin, että olki- ja sahanpurulannan kokonaistypestä oli väkilannoitetypen veroista noin 19 %, turvelannan tyypestä noin 30 %. Lannan liukoisesta tyypestä oli väkilannoitetypen veroista olkilannassa 69 %, purulannassa 57 % ja turvelannassa hieman yli 100 %. Vain turvelannan liukoinen tyyppi oli kokonaisuudessaan kasveille käyttökelpoista.

Turvelanta sisälsi käytettyä turvekuutiota kohden 1,8 kg enemmän väkilannoitetypen veroista tyyppiä kuin olkilanta ja 2,2 kg enemmän kuin purulanta. Lokakuun 1984 hintatasossa turpeen etu oli 5,5-6,7 mk/m³ turvetta.

JOHDANTO

Kuivike voi vaikuttaa lannan arvoon monella tavalla. Se sitoo virtsaa sonnan joukkoon, jolloin se lisää kiinteän lannan ravinnesisältöä. Tällä on tärkeä merkitys ulosteiden hyväksikäytössä silloin, kun virtsaa ei kyetä muuten kunnolla hyödyntämään. Toisaalta kuivikkeet ovat yleensä vähäravinteisia aineita ja niiden runsas käyttö voi alentaa lannan ravinnepitoisuutta (KEMPPAINEN 1984). Lisäksi olki- ja sahanpurukuivikkeet pystyvät pidättämään kemiallisesti vain vähän ammoniakkia, kuivikkeen palaessa ammoniakkia haihtuu ilmaan ja sitä sitoutuu mikrobisoluihin kasveille käyttökeltomaan muotoon (ANON. 1930, IVERSEN ja DORPH-PETERSEN 1949).

Turvetta on aina pidetty maassamme hyvänä kuivikkeena. Se pidättää virtsan ammoniakkia paljon tehokkaammin kuin muut kuivikkeet (TUORILA 1929). Turpeeseen sitoutunut typpi myös pysyy nopeasti vaikuttavassa muodossa lannan varastoinnin ajan (VON FEILITZEN 1914). Turvelannan on lisäksi havaittu säilyttävän arvonsa huonoissakin varastointiloissa (SVINHUFVUD 1925). KERANEN (1937) totesi käytännön lantanäytteitä tutkiessaan, että liukoisen typen pitoisuus oli turvelannoissa keskimäärin lähes kolme kertaa suurempi kuin olkilannoissa. Liukoisen typen osuus kokonaistypestä oli turvelannoissa 45 %, olkilannoissa 20 % (KERANEN 1937).

Turpeen käyttö kuivikkeena on kuitenkin vähäistä. Yksi syy tähän on, että turve on kallista eikä sen käytön kannattavuudesta ole varmaa tietoa. Vanhat tutkimukset eivät anna riittävästi pohjatietoa kannattavuusvertailuille. Tämän tutkimuksen tarkoitus on selvittää, kuinka suuria eri kuivikelantojen väliset erot ovat käytännössä nykyisillä lannanhoitomenetelmillä. Selvitys kuuluu osana kauppa- ja teollisuusministeriön rahoittamaan pintaturpeen hyväksikäyttötutkimukseen, johon osallistuivat Työtehoseura, Valtion polttoainekeskus, Valio ja Maatalouden tutkimuskeskus.

AINEISTOT JA MENETELMÄT

Tutkimukseen kerättiin naudan kuivikelantaa viideltätoista tilalta Etelä- ja Keski-Suomessa. Näistä tiloista käytti syksyllä 1983 kuivikkeena olkea viisi tilaa, sahanpurua viisi tilaa ja turvetta viisi tilaa. Keväällä 1984 kaikilla tiloilla oli kuivikkeena turve. Lantaerät kokeisiin otettiin varastoidusta

lannasta joulukuussa 1983 ja uudelleen samoilta tiloilta maaliskuussa 1984. Tutkittavia lantoja oli yhteensä 30, joista viisi olki-, viisi sahanpurua ja 20 turvekuivikelantaa. Lantaerät säilytettiin kannella suljetuissa muovisäiliöissä kylmähuoneessa +4°C:n lämpötilassa. Koejärjestelyyn vaikutti paljon se, että tässä yhteistutkimuksessa selvitettiin myös kuivikkeen käyttötekniikkaa sekä eri kuivikkeiden vaikutusta karjasuojan ilmaan, maidon laatuun ja eläinten terveyteen.

Osalta tiloista otettiin myös virtsanäyte varastoidun virtsan ravinnepitoisuuden määrittämistä varten. Kaikilta tiloilta näytettä ei saatu. Näytteen oton yhteydessä arvioitiin kullakin tilalla kuukaudessa muodostuvan lannan määrä.

Kuivikkeina käytetyt olki ja sahanpuru olivat maatalojen hankkimia ja niillä ennestään käytettyjä kuivikkeita. Kuiviketurve sen sijaan oli Valtion polttoainokeskuksen tähän tarkoitukseen toimittamaa lähes maatumatonta, pääosin Sphagnum fuscum-sammaleesta muodostunutta rahkaturvetta. Kuivikkeiden käyttömäärä vaihteli melko paljon, keskimääräinen päiväannos turvetta oli 2,3 kg/nauta, sahanpurua 3,8 kg/nauta ja olkea 2,4 kg/nauta.

Lannoista määritettiin kokonaistyyppi, liukoinen typpi-, fosfori-, kalium-, kalsium-, magnesium- ja kuiva-ainepitoisuus sekä pH. Määrittämisessä käytettiin vakiintuneita lanta-analysimenetelmiä (KEMPPAINEN 1984). Liukoisen typen pitoisuus määritettiin happouuttoon perustuvalla menetelmällä, jolla saadun tuloksen on todettu korreloivan erittäin hyvin suoran ammoniakkitislauksen tuloksen kanssa (KEMPPAINEN 1984); liukoisella tyypellä mitattiin ammoniakkityyppiä.

Lantojen typpivaikutuksen selvittämiseksi niillä tehtiin astiakoe, jossa koe-kasvina oli italianraiheinä. Koeastioina olleisiin kuuden litran sankoihin punnittiin ilmakeivää hietasavea viisi kiloa kuhunkin. Kunkin astian maahan sekoitettiin 400 g lantaa sekä peruslannoitteeksi 400 mg fosforia, 1000 mg kaliumia sekä 200 mg magnesiumia liuoksena. Kun tutkittavana oli 30 lantaerää, typpilannoitusverranteita oli viisi (0, 500, 1000, 1500 ja 2000 mg N/astia) ja kerranteiden lukumäärä oli neljä, oli kokeessa yhteensä 140 astiaa. Koe perustettiin 10.5.1984 ja siitä leikattiin heinänsato neljä kertaa: 8.6., 28.6., 31.7. ja 5.9.1984. Heiniä typpipitoisuus analysoitiin.

Tulosten tilastollinen käsittely tehtiin Maatalouden tutkimuskeskuksen tietokoneella käyttäen SPSS^X-ohjelmistoa (ANON. 1983). Tilastollisessa käsittelyssä testattiin varianssianalyysin avulla syksyllä kerättyjen, eri kuivikkeilla

talteenotettujen lantojen välisiä eroja sekä toisaalta eroja syksyllä ja keväällä kerättyjen lantojen välillä. Lisäksi laskettiin sadonlisäyksen ja typpisadon riippuvuus lannan ominaisuuksista. Lantojen välisten erojen luotettavuus testattiin aina niin, että tutkittavan päätekijän (kuivike) varianssia verrattiin jäännösvarianssiin, joka sisälsi tilojen välisen vaihtelun ja astiakokeen tuloksissa myös kerranteiden välisen vaihtelun.

TULOKSET

Lannan ravinnesisältö

Suurin vaikutus käytetyllä kuivikkeella oli lannan kuiva-aine- ja kokonaisytyypipitoisuuteen (taulukko 1). Tilojen pienen lukumäärän vuoksi havaitut erot eivät ole tilastollisesti luotettavia, jos tarkastellaan vain syksyn 1983 aikana kerättyjä viittä olki-, viittä puru- ja viittä turvelantaa. Jos kevään 1984 aikana kerätyt 15 turvelantaa otetaan mukaan tarkasteluun, tulosten tilastollinen luotettavuus kasvaa niin, että merkitseviä eroja on kuiva-aine-, kokonaisytyppi- ja magnesiumpitoisuudessa. Pitoisuudet ovat suurimpia turvelannoissa, pienimpiä sahanpurulannoissa.

Taulukko 1. Kuivikkeen vaikutus lannan ominaisuuksiin.

Kuivike (ja lannankeruu-aika)	Lannan ominaisuus (ravinteet = g/kg)								
	pH	k.a.%	N _{kok.}	N _{liuk.}	P	K	Ca	Mg	Typen liukoi- suus %
Olki (syksy)	7,52	14,86	4,42	1,22	1,35	3,54	1,48	0,70	27
Puru (syksy)	7,54	14,16	3,69	1,23	0,91	3,43	1,25	0,55	32
Turve (syksy+kevät)	7,70	16,90	4,99	1,51	1,10	4,02	1,71	0,74	30
F-arvo		6,4 ^{xx}	8,1 ^{xx}					4,4 ^x	
Turve (syksy)	7,88	16,58	4,81	1,55	1,01	3,75	1,87	0,72	31

Laskettaessa lannan ravinnepitoisuus kuiva-ainetta kohden on ainoa tilastollisesti merkitsevä ero fosforipitoisuudessa. Se on olkilannoissa 8,96, purulannoissa 6,44 ja turvelannoissa 6,58 g/kg k.a., ero on 5 %:n riskillä luotettava.

Kun lantoja tarkastellaan sillä perusteella, vaikuttiko vuoden vaihteessa 1983-1984 tehty kuivikkeen vaihdos pitoisuuksiin, todetaan merkitseviä eroja lantojen kuiva-aine-, kokonaistyyppi- ja magnesiumpitoisuudessa (taulukko 2). Kuivikkeen vaihdos merkitsi aina pitoisuuden kohoamista. Tiloilla, joilla käytettiin koko ajan kuivikkeena turvetta, ei syksy- ja kevätlannan välillä ollut eroa.

Taulukko 2. Kuivikkeen vaihdon vaikutus lannan ominaisuuksiin.

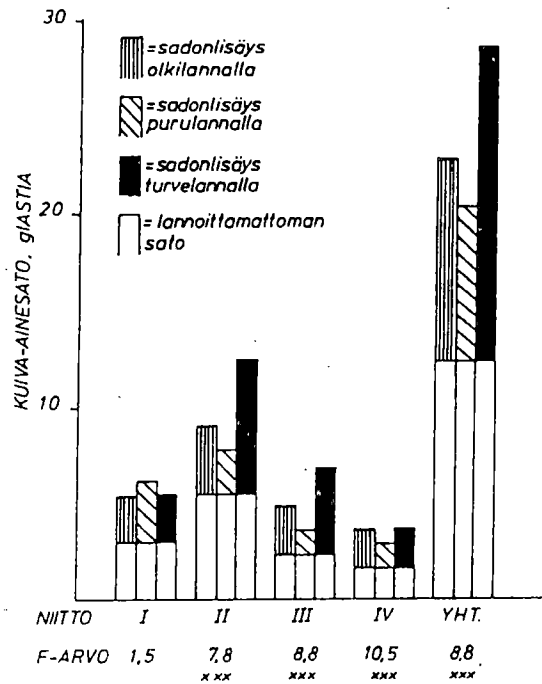
Lannan- keruu-aika	Kuivikkeen vaihdos 1.1.1984				
	OLKI → TURVE		SAHANPURU → TURVE		
	N _{kok.}	g/kg	k.a.%	N _{kok.}	Mg g/kg
Syksy	4,42		14,16	3,69	0,55
Kevät	5,42		16,88	4,72	0,71
F-arvo	6,1 ^X		7,5 ^X	7,9 ^X	6,2 ^X

Kullakin koetilalla arvioitiin kuukaudessa muodostuvan lannan määrä syksyllä 1983 ja keväällä 1984. Pyrkimyksenä oli selvittää, vaikuttiko kuivikkeen vaihdos lannan sisältämien ravinteiden kokonaismäärään. Ainoa tilastollisesti luotettava (5 %:n riski) muutos oli liukoisen tyypin määrän kasvu 16,2 kg:sta 34,6 kg:an kuukaudessa vaihdettaessa sahanpuru turpeeseen. Lannan määrän arviointi oli hyvin vaikeaa.

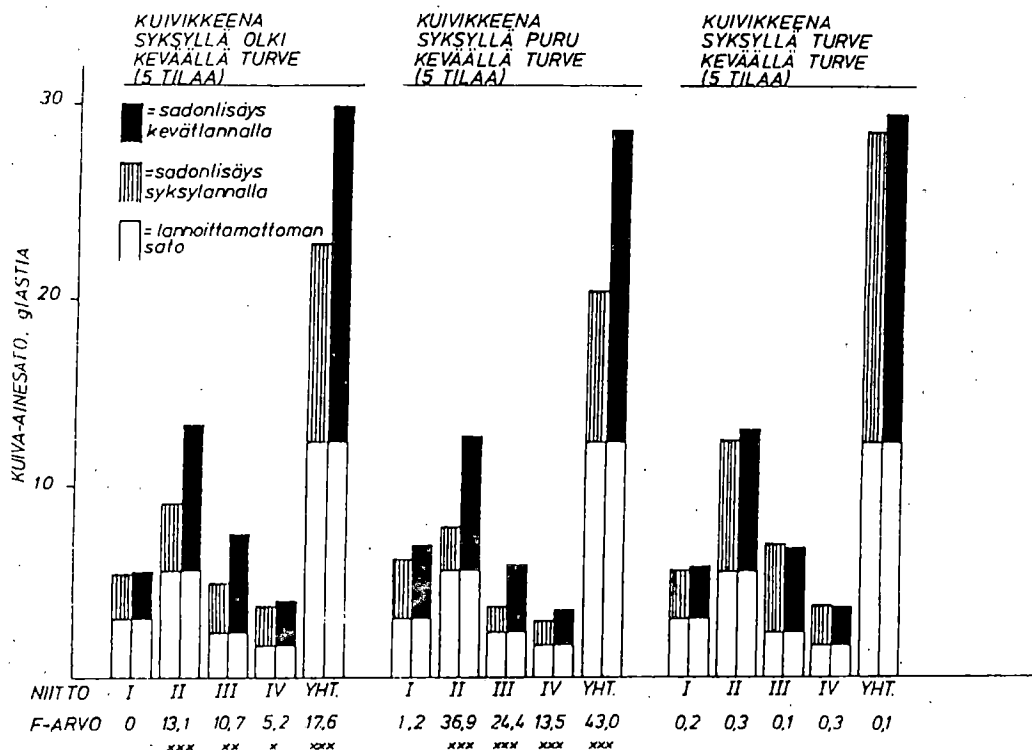
Kuivikkeella ei ollut tilastollisesti luotettavaa vaikutusta koetilojen virtsan ominaisuuksiin.

Lannoitusvaikutus astiakokeessa

Eri kuivikkeilla talteenotettujen lantojen lannoitusvaikutuksessa oli hyvin suuria eroja (kuva 1). Turvelannat vaikuttivat parhaimmin, purulannat heikoimmin. Turvelantojen paremmuus muihin lantoihin nähden oli suurimmillaan toisessa niitossa, ja sen pieneni kasvun edistyessä. Ensimmäisen niiton sadoissa ei ollut eroja - tyypin puute ei vielä rajoittanut raiheinän kasvua. Neljän niiton yhteis-sadossa turvelannat tuottivat yli 100 % suuremman sadonlisäyksen kuin purulannat. Kuvan 1 lannat ovat kaikki syksyllä 1983 kerättyjä. Jos tarkasteluun otetaan mukaan myös keväällä 1984 kerätyt 15 turvelantaa, ovat satotulokset lähes täsmälleen samat, erojen tilastollista luotettavuutta kuvaavat F-arvot kuitenkin kasvavat huomattavasti.



Kuva 1. Kuivikkeen vaikutus lannan lannoitusarvoon astiakokeessa.



Kuva 2. Kuivikkeen vaihdon vaikutus lannan lannoitusarvoon astiakokeessa.

Kuivikkeen vaihdos paransi selvästi lannan arvoa olki- ja purukuiviketiloilla (kuva 2). Jatkuvasti turvetta käyttäneillä tiloilla syksy- ja kevätlannan välillä ei ollut mitään eroa. Turvelantojen hyvyys näkyy nimenomaan toisen niiton satotuloksissa.

Kun koemaa oli viljellyn pellon pintamaata ja siihen oli annettu peruslannoituksena fosforia, kaliumia ja magnesiumia, sadonlisäys johtui lähinnä lannan tyypestä. Tämä kävi ilmi myös sadonlisäyksen riippuvuudesta lannan ominaisuuksista (taulukko 3). Sadonlisäys korreloi tilastollisesti merkitsevästi vain lannan kokonais- ja liukoisen typen pitoisuuden kanssa. Kun kaikkiin astioihin annettiin sama määrä lantaa, osoittaa korrelaatio sadonlisäyksen riippuvuutta lannassa annetun typen määrästä. Korrelaatioista voidaan todeta, että ainakin olkilannoissa kohoava typpipitoisuus on vaikuttanut haitallisesti ensimmäiseen satoon. Turvelannoissa typen vaikutus näyttää jatkuvan pidempään kuin muissa lannoissa. Sadonlisäyksen riippuvuus kokonaistypen pitoisuudesta on hieman voimakkaampi kuin riippuvuus liukoisen typen pitoisuudesta.

Taulukko 3. Astiakokeen sadonlisäyksen riippuvuus lannan kokonais- ja liukoisen typen pitoisuudesta (lannassa annetun kokonais- ja liukoisen typen määrästä).

Niitto	Korrelaatio kuiva-ainesadon lisäyksen kanssa, r							
	Olkilannat		Purulannat		Turvelannat		Yhteensä	
	N _{kok.}	N _{liuk.}	N _{kok.}	N _{liuk.}	N _{kok.}	N _{liuk.}	N _{kok.}	N _{liuk.}
I	-0,936	-0,939	0,298	0,678	0,076	0,637	-0,252	0,339
	x	x						
II	0,998	0,966	0,968	0,924	0,955	0,851	0,951	0,853
	xxx	xx	xx	x	xx	x	xxx	xxx
III	0,897	0,943	0,973	0,886	0,959	0,908	0,927	0,849
	x	xx	xx	x	xx	x	xxx	xxx
IV	-0,260	-0,354	0,156	-0,112	0,879	0,530	0,558	0,195
					x		x	
Yhteissato	0,966	0,956	0,961	0,962	0,934	0,911	0,934	0,892
	xx	xx	xx	xx	x	x	xxx	xxx

Lannan typen hyväksikäyttö

Lannan typen näennäinen hyväksikäyttö saatiin laskemalla lannalla saadun lisätyppisadon osuus lisätystä tpestä (taulukko 4). Se on ensimmäisessä sadossa suurin purulannoilla, mutta toisessa ja kolmannessa sekä kokonaissadossa selvästi suurin turvelannoilla. Varsinkin toisessa sadossa on turvelantojen typen näennäinen hyväksikäyttö muiden lantojen typen hyväksikäyttöä suurempi. Kokonaistypen näennäinen hyväksikäyttö on neljän niiton yhteissadossa olki- ja purulannoilla lähes sama, liukoisen typen hyväksikäyttö on olkilannoilla kuitenkin selvästi parempi kuin purulannoilla.

Taulukko 4. Typen näennäinen hyväksikäyttö astiakokeessa.

Lannoite ja sen sisältämä typpimäärä	Typen näennäinen hyväksikäyttö, % lisätystä määrästä				
	I niitto	II niitto	III niitto	IV niitto	Yhteensä
<u>Lannan kokonaistyyppi</u>					
Olkilanta 1748 mg/astia	6,6	4,4	1,8	1,9	14,7
Purulanta 1476 "	9,6	2,5	1,2	1,5	14,8
Turvelanta 1996 "	8,1	11,2	2,7	1,7	23,7
F-arvo	3,3 ^x	8,4 ^{xxx}	9,5 ^{xxx}	3,0	7,5 ^{xx}
<u>Lannan liukoinen typpi</u>					
Olkilanta 488 mg/astia	26,4	12,0	6,7	8,3	53,6
Purulanta 492 "	30,9	4,3	3,8	5,4	44,7
Turvelanta 604 "	30,1	36,8	9,9	7,4	84,5
F-arvo	0,5	14,8 ^{xxx}	11,4 ^{xxx}	2,0	18,8 ^{xxx}
<u>Väkilannoiteverranteen typpi</u>					
Väkilannoite 500 mg/astia	7,4	55,1	12,7	1,2	76,6
" 1000 "	2,6	50,3	22,2	2,4	77,6
" 1500 "	1,5	34,3	38,2	4,1	78,2
" 2000 "	2,1	26,3	45,2	5,0	78,7

Verrattaessa lannan ja väkilannoitteen typen hyväksikäyttöä voidaan todeta, että kasvit ottivat ensimmäiseen niittoon mennessä lannan tyypestä suuremman osan kuin vastaavasta väkilannoitetyypimäärästä. Väkilannoitetyypin vaikutus oli suurin toisessa ja kolmannessa niitossa, joissa varsinkin olki- ja sahanpurulannan typen hyväksikäyttö oli jo pientä. Lannan liukoisen typen hyväksikäyttö oli kuitenkin neljännen niiton sadossa selvästi suurempi kuin väkilannoitetyypin hyväksikäyttö.

Kun väkilannoiteverranteiden typen näennäinen hyväksikäyttö oli keskimäärin 77,8 % ja vaihtelu siinä oli hyvin pientä, voitiin laskea lannan typen arvo väkilannoitetyypin verrattuna (taulukko 5). Turvelannan liukoinen tyyppi on kokonaisuudessaan väkilannoitetyypin veroista, olkilannoissa osuus on noin 70 %, purulannoissa alle 60 %. Typpisadon suuruus riippui erittäin merkittävästi astioihin lisätyn kokonaistypen ja liukoisen typen määrästä, korrelaatiokerroin oli 0,90-0,95. Riippuvuus oli samanlainen eri kuivikkeita sisältävissä lannoissa.

Taulukko 5. Lannassa annetun typen hyväksikäytön suhde väkilannoitetyypin hyväksikäyttöön astiakokeessa.

Lanta	Väkilannoitetyypin veroista, %	
	kokonaistyypestä	liukoisesta tyypestä
Olkilanta	18,9	68,9
Purulanta	19,0	57,4
Turvelanta	30,9	108,6
F-arvo	7,5 ^{xx}	18,8 ^{xxx}

Sekä typen näennäinen hyväksikäyttö että väkilannoitetyypin veroisen typen osuus on esitetty syksyllä 1983 kerätyistä lannoista. Kevään 1984 turvelantojen ottaminen mukaan tarkasteluun ei muuta tuloksia muuten kuin varmistamalla niiden tilastollista luotettavuutta.

Kuivikkeen vaihdos paransi selvästi lannan typen näennäistä hyväksikäyttöä olkea ja purua käyttäneillä tiloilla (taulukko 6). Jatkovasti turvetta käyttäneillä tiloilla ei syksy- ja kevätlannan välillä ollut mitään eroa. Turvelantojen hyvyys näkyy nimenomaan toisessa niitossa. Neljännessä niitossa olkilantojen

liukoisen typen näennäinen hyväksikäyttö oli merkitsevästi suurempi kuin samoilta tiloilta keväällä kerättyjen turvelantojen typen hyväksikäyttö.

Taulukko 6. Kuivikkeen vaihdon vaikutus lannan typen hyväksikäyttöön astiakokeessa.

Niitto ja lannankeruu-aika	Typen hyväksikäyttö, % lisätystä määrästä					
	kokonaistyyppi			liukoinen tyyppi		
	Kuivikkeen vaihdos 1.1.1984			Kuivikkeen vaihdos 1.1.1984		
	Olki ↓ Turve	Puru ↓ Turve	Turve ↓ Turve	Olki ↓ Turve	Puru ↓ Turve	Turve ↓ Turve
I niitto						
syksy	6,6	9,6	8,1	26,4	30,9	30,1
kevät	7,1	11,2	8,5	24,9	36,9	32,5
F-arvo	0,2	1,6	0,1	0,1	1,7	0,2
II niitto						
syksy	4,4	2,5	11,2	12,0	4,3	36,8
kevät	11,3	8,7	10,7	39,5	27,8	42,0
F-arvo	12,4 ^{xxx}	15,4 ^{xxx}	0,1	15,8 ^{xxx}	27,7 ^{xxx}	0,6
III niitto						
syksy	1,8	1,2	2,7	6,7	3,8	9,9
kevät	2,5	2,1	2,3	8,8	6,6	9,4
F-arvo	8,5 ^{xx}	18,6 ^{xxx}	0,7	4,1 ^x	11,8 ^{xx}	0,1
IV niitto						
syksy	1,9	1,5	1,7	8,3	5,4	7,4
kevät	1,6	1,5	1,6	5,5	4,7	6,4
F-arvo	3,2	0,0	0,4	5,2 ^x	0,8	0,5
Yhteissato						
syksy	14,7	14,8	23,7	53,6	44,7	84,5
kevät	22,5	23,6	23,1	78,9	76,1	90,5
F-arvo	13,1 ^{xxx}	22,9 ^{xxx}	0,1	9,3 ^{xx}	26,3 ^{xxx}	0,6

Kuivikkeen vaihdos vaikutti aiemmin olkea ja purua käyttäneiden tilojen lannan arvoon selvästi myös, kun laskettiin lannan typen arvo väkilannoitetyppeen verrattuna (taulukko 7). Jatkuvasti turvetta käyttäneillä tiloilla ei syksy- ja kevätlannan välillä ollut mitään eroa.

Taulukko 7. Kuivikkeen vaihdon vaikutus lannan typen arvoon väkilannoitetyyppeen verrattuna.

Lannankeruu-aika	Väkilannoitetyypin veroista, %					
	kokonaistypestä			liukoisesta tpeestä		
	Kuivikkeen vaihdos T.T.1984					
	Olki	Puru	Turve	Olki	Puru	Turve
	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	Turve	Turve	Turve	Turve	Turve	Turve
syksy	18,9	19,0	30,9	68,9	57,4	108,6
kevät	28,9	30,3	29,7	101,4	97,8	116,3
F-arvo	13,1 ^{xxx}	22,9 ^{xxx}	0,1	9,3 ^{xx}	26,3 ^{xxx}	0,6

Vaikutus lannan rahalliseen arvoon

Eri kuivikkeiden vaikutusta lannan rahalliseen arvoon voidaan selvittää tutkimalla, miten ne vaikuttivat lannan typpipitoisuuteen ja typen käyttökelpoisuuteen. Jos lasketaan, että turvelantojen kokonaistypestä oli keskimäärin 30 % väkilannoitetyypin veroista, saadaan tulokseksi, että oljen vaihto turpeeseen kohotti lannan välitöntä typpivaikutusta 0,66 kg typpeä/tonni lantaa. Sahanpurun vaihto turpeeseen kohotti vaikutusta 0,80 kg typpeä/tonni lantaa. Kun turvetta käytettiin koetiloilla keskimäärin 360 litraa lantatonnia kohden, saadaan sen vaikutukseksi oljesta turpeeseen vaihdettaessa n. 1,8 kg, sahanpurusta turpeeseen vaihdettaessa n. 2,2 kg väkilannoitetyypin veroista typpeä turvekuutiometriä kohden. Oljesta turpeeseen vaihdettaessa voitettavan typpimäärän hinta on ureassa lokakuun 1984 hintatasossa noin 5,5 mk/m³ turvetta, sahanpurusta turpeeseen vaihdettaessa voitettavan typpimäärän hinta on noin 6,7 mk/m³ turvetta.

TULOSTEN TARKASTELU

Erot eri kuivikkeita sisältäneiden lantojen ravinnepitoisuudessa selittyvät kuivikkeen vaikutuksella. Turve on sitonut eniten virtsan typpeä kiinteään lannan joukkoon. Sahanpurulanta on hieman muita lantoja laimeampaa, mikä johtunee siitä, että sahanpurun käyttömäärä oli suurempi kuin oljen ja turpeen käyttömäärä. Kuitenkin erot lantojen välillä ovat yllättävän pieniä verrattuina aiemmin tehtyjen tutkimusten tuloksiin (VON FEILITZEN 1911, KERÄNEN 1937). Tämän ja aiemmin tehtyjen tutkimusten ero johtunee lannan erilaisesta säilytyksestä. Tässä tutkimuksessa käytetyt lannat kerättiin kylmänä vuodenaikana, mikä mahdollisesti rajoitti olki- ja sahanpurulannan arvon heikkenemistä.

Eri kuivikelantojen väliset erot tulivat kuitenkin selvästi ilmi, kun lantoja käytettiin italianraiheinän lannoitteena astiakokeessa. Tilastollisesti erittäin merkitseviä eroja turpeen hyväksi oli sekä heinän kasvussa että lannassa annetun typen hyväksikäytössä. Saatu tulos vastaa hyvin VON FEILITZENin (1914) ja SVINHUFVUDin (1925) saamia tuloksia.

Tämän tutkimuksen tärkein yksittäinen havainto on se, että koekasvi pystyi käyttämään turvelannassa annetun liukoisen typen täysin hyväkseen, mutta olkilannan liukoisesta tyypestä vain noin 70 %, purulannan liukoisesta tyypestä alle 60 %. Kun raiheinän ottama typpimäärä riippui erittäin merkitsevästi lannassa annetusta typpimäärästä, näyttäisi siltä, että havaitut typen hyväksikäyttöprosentit olisivat yleispäteviä. Kuitenkin olki- ja sahanpurulannan typen hyväksikäyttö voi riippua kuivikkeen palamisasteesta. Tähän viittaa KERASEN (1937) lanta-analyysiaineistosta laskettavissa oleva tulos, ettei olkilannan liukoisen typen pitoisuus riippunut lainkaan kokonaistypen pitoisuudesta ($r = -0,056$), vaan siihen vaikutti jokin tuntematon tekijä, oletettavasti kuivikkeen palamisaste. Turvelannoissa liukoisen typen pitoisuuden riippuvuus kokonaistypen pitoisuudesta sen sijaan oli selvä ($r = 0,783^{xxx}$), sahanpurulantoja ei KERASEN (1937) aineistossa ollut. Jos lanta sisältää runsaasti palamatonta olki- tai sahanpurukuiviketta, olisi liukoisen typen analyysin käyttökelpoisuus lannan typpi-vaikutuksen ennustamisessa tämän ajatuksen mukaan huono, sillä kuivikkeen maassa lahotessaan sitomaa typpimäärää ei tunnettaisi. Jos kuivike sitä vastoin on hajonnut pitkälle jo lantaa varastoitaessa, ei se enää maassa sitoisi lannan tyyppiä vaan liukoinen typpi olisi kokonaisuudessaan kasveille käyttökelpoista. Tämä asia on jatkotutkimuksen arvoinen. Tulisi myös selvittää, voidaanko kuivikkeen palamisaste määrittää luotettavasti ja tätä määritystulosta käyttää lannan typen käyttökelpoisuuden määrittämisessä.

Varastoitu lanta saattaa sisältää runsaastikin liukoista tyyppiä, joka ei kuitenkaan tule kasvien käyttöön. VON FEILITZENin (1911, 1914) kokeissa tämä tuli ilmi siten, että sahanpurulanta sisälsi paljon enemmän liukoista tyyppiä kuin olkilanta, mutta oli lannoitusarvoltaan kuitenkin selvästi tätä huonompaa. Sahanpuru ilmeisesti immobilisoi maassa hajotessaan lannan liukoista tyyppiä enemmän kuin olki, mihin tässäkin tutkimuksessa saatu tulos viittaa. Liukoisen typen sitoutumista orgaaniseen muotoon lantavarastossa rajoittavat jotkut mikrobitointia hillitsevät tekijät. Näitä tekijöitä voivat olla esim. hapen puute, lannan väkevyys tai sen alhainen lämpötila. Kun lanta sekoitetaan maahan, se alkaa hajota nopeasti ja osa liukoisesta tyypestä sitoutuu kasveille käyttökelvottomaan muotoon. Stabiililla typpi-isotoopilla tehdyissä kokeissa on ha-

vaittu, että myös lietelannan liukoisesta tyyppistä saattaa suuri osa sitoutua maassa kasveille käyttökelpottomaan muotoon (RAUHE ym. 1973).

Tyypin näennäinen hyväksikäyttö oli olkilannoissa keskimäärin 14,7 %, purulannoissa 14,8 % ja turvelannoissa 23,7 %. Väkilannoitetyypen veroisesti vaikutti olkilannan tyyppistä 18,9 %, purulannan tyyppistä 19,0 % ja turvelannan tyyppistä noin 30 %. Luvut vastaavat hyvin kirjallisuudessa ilmoitettuja tietoja. Naudan kuivikelannan ja lietelannan kiintoaineen tyypin näennäinen hyväksikäyttö on lannoitusvuonna 15-27 % (RAUHE ja KOEPKE 1968, RAUHE ym. 1973, WEDEKIND 1983, ZHAO-LIANG ym. 1983). Väkilannoitetyypen veroista ilmoitetaan kuivikelannan tyyppistä olevan 10-45 % (KOFOED 1977, SLUIJSMANS ja KOLENBRANDER 1977, PRATT ja CASTELLANOS 1981, ANON 1982, NEMMING 1982, LARSEN ja KOFOED 1983, ZHAO-LIANG ym. 1983). Väkilannoitetyypen veroisen tyypin osuus lannan kokonaistyyppistä oli tässä tutkimuksessa olki- ja sahanpurulannoissa lähes sama kuin on kirjallisuuden mukaan liukoisen tyypin osuus naudnan kuivikelannan kokonaistyyppistä (KERÄNEN 1937, YLÄNEN 1958, KERÄNEN 1966, ASMUS ym. 1971).

Kuiviketurpeen lannan arvoa kohottavaksi vaikutukseksi voidaan laskea 1,8-2,2 kg väkilannoitetyypettä, 5,5-6,7 mk/m³ turvetta. Tämä on varsin vähän verrattuna turpeen hankintahintaan, joka on useimmiten 20-30 mk/m³. Lopullisissa kannattavuuslaskelmissa tulee kuitenkin ottaa huomioon myös turpeen mahdolliset muut hyödyt, kuten vaikutus karjasuojan ilman raikkauteen ja eläinten terveyteen, sekä se, ettei muita kuivikkeita enää tarvita. Turpeen lannan arvoa kohottava vaikutus on kuitenkin melko suuri, jos sitä verrataan pelkästään kuivikkeiden ammoniakinsitomiskyvyn perusteella tehtäviin laskelmiin. Näissä laskelmissa turpeen eduksi olkeen ja sahanpuruun nähden saadaan noin 1 kg väkilannoitetyypettä/m³ turvetta. Kuivikkeiden kannattavuusvertailu niiden ammoniakinsitomiskyvyn perusteella voi johtaa harhaan, sillä ammoniakinsitomiskyky ei kerro lannan tyypin todellista vaikutusta.

Epäselväksi jää tässä tutkimuksessa, voidaanko turpeen eduksi laskea muita kuivikkeita parempaa virtsan talteensaantia ja siten erityisen edullista vaikutusta ympäristöön. Ero lantojen tyyppipitoisuudessa voi johtua myös siitä, että tyyppihäviö lannan varastoinnin aikana on turvelannoissa pienempi kuin muissa lannoissa. Vaikka turve sitookin kuiva-ainetta kohden laskettuna jopa 3-4 kertaa enemmän vettä kuin olki ja sahanpuru, on sen vedenpidätyskyky käyttökosteudessa olkeen ja kutterinlastuun verrattuna vain 1,2-1,3-kertainen, sahanpuruun verrattuna n. 2,9-kertainen (PELTOLA 1984). Lisäksi turve luovuttaa sitomansa nesteen paineessa huomattavasti helpommin kuin muut kuivikkeet (PELTOLA 1984).

Turpeen etu muihin kuivikkeisiin nähden voi olla paljon suurempi kuin tässä tutkimuksessa silloin, kun lantaa on hoidettu huonosti tai se on levitetty syksyllä tai talvella. Turvekuivikelanta säilyy huonoissa oloissa huomattavasti paremmin kuin olki- ja sahanpurulannat (SVINHUFVUD 1925).

Tämän tutkimuksen hyvänä puolena on, että on tutkittu käytännön tiloilta saatuja lantanäytteitä. Koejärjestelyn etuna on lisäksi, että on tutkittu kuivikkeen vaihdon vaikutusta muuten muuttumattomissa olosuhteissa. Eri lantojen välillä havaitut erot johtunevat nimenomaan kuivikkeesta. Tutkimuksen huonona puolena on tutkittujen lantojen vähäinen määrä. Lantojen vähälukuisuus ei kuitenkaan estänyt tilastollisesti luotettavien tulosten saamista kuivikkeen vaikutuksesta lannan arvoon.

KIRJALLISUUTTA

- ANON. 1930. Fodringsforsög samt opbevaringsforsög med staldgödning ved Aarslev 1911-1926. Tidsskr. Pl.avl 36: 600-604.
- 1982. Profitable utilization of livestock manures. Min. Agric. Fish. Food. Booklet 2081: 1-22.
 - 1983. SPSS^X User's guide. 806 p. New York.
- ASMUS, F., SPECHT, G. & LANGE, H. 1971. Zur Wirkung der Nährstoffe aus Gülle. Arch. Acker- Pfl.bau Bodenkunde 15: 905-912.
- FEILITZEN, H. VON 1911. Undersökningar över olika inströmedel i ladugården och deras inverkan på gödselns sammansättning, förändringar under lagringen och värde på åkern. Sv. Mossk.för. Tidskr. 25: 1-16.
- 1914. Ett femårigt gödslingsförsök med notkreaturgödsel med torvströ, halm eller sågspån som inströmedel. Sv. Mossk.för. Tidskr. 28: 273-282.
- IVERSEN, K. & DORPH-PETERSEN, K. 1949. Forsög med staldgödningens opbevaring og anvendelse. Tidsskr. Pl.avl 52: 69-110.
- KEMPPAINEN, E. 1984. Karjanlannan ravinnepitoisuus ja syyt sen vaihteluun. SITRA. Biologisen typensidonnain ja ravinnetyypin hyväksikäytön projekti. Julkaisu 11: 1-80, 7 app.
- KERÄNEN, T. 1937. Redoxpotentiaali- ja liukoisten orgaanisten aineiden hapetusmäärityksiä lannasta. Laudaturtyö, käsikirjoitus. 25 p., 7 tab. Säilytetään Helsingin yliopiston maanviljelyskemian laitoksella.
- 1966. Karjanlannan kasvinravinteet. Maatal. ja Koetoim. 20: 7-13.
- KOFOED, A. DAM 1977. Farmyard manure and crop production in Denmark. Utilization of manure by land spreading. Euratom publications. EUR 5672e: 29-43.
- LARSEN, K. E. & KOFOED, A. DAM 1983. Udnyttelse av kvælstof i husdyrgødning. Stat. Pl.avlsfors. Ber. S 1669: 46-57.
- NEMMING, D. 1982. Stigende maengder fast svinogødning og svinogylle til byg. Tidsskr. Pl.avl 86: 127-132.
- PELTOLA, J. 1984. Kuivikkeiden nesteenpidätyskyvyt testissä. Työteho-seuran rakennustiedotus 200: 1-6.
- PRATT, P. F. & CASTELLANOS, J. Z. 1981. Available nitrogen from animal manures. Calif. Agric. 35, 7/8: 24.
- RAUHE, K. & KOEPKE, V. 1968. Zehnjährige Untersuchungen über die Wirkung verschieden gelagerten Rinderdung auf die Nährstoffversorgung der Pflanzen und den Boden. Albrecht-Thaer-Arch. 12: 499-511.
- , FICHTNER, E., FICHTNER, F., KNAPPE, E. & DRAUSCHKE, W. 1973. Quantifizierung der Wirkung organischer und mineralischer Stickstoffdünger auf Pflanze und Boden unter besonderer Berücksichtigung ¹⁵N-markierter tierischer Exkrememente. Arch. Acker- Pfl.bau Bodenkunde 17: 907-916.

- SLUIJSMANS, C. M. J. & KOLENBRANDER, G. J. 1977. The significance of animal manure as a source of nitrogen in soils. Proc. Intern. Seminar on Soil Environment and Fertility Management in Intensive Agric. (SEFMIA). p. 403-411. Tokio.
- SVINHUFVUD, E. G. 1925. Kuivikkeiden ja hoidon vaikutus karjanlannan tehoon. Suom. Suovilj.yhd. Vuosik. 29: 91-99.
- TUORILA, P. 1929. Bindungsvermögen verschiedener Torfarten für Stickstoff in Form von Ammoniak. Suom. Suovilj.yhd. Julk. 9: 1-47.
- WEDEKIND, P. 1983. Zur Ermittlung der Stickstoffwirkung von Gülletrennprodukten mit Hilfe der ¹⁵N-Tracertechnik in Gefässversuchen mit Festuca pratensis. I. Arch. Acker- Pfl.bau Bodenkunde 27: 517-524.
- YLÄNEN, M. 1958. Pihatossa saatavan lannan ominaisuuksista. Maatal.tiet. Aikak. 30: 176-188.
- ZHAO-LIANG, Z., XIAN-LING, L., GUI-XIN, C., RONG-YE, C. & ZU-QIANG, W. 1983. On the improvement of the efficiency of nitrogen of chemical fertilizers and organic manures in rice production. Soil Sci. 135: 35-39.

KUIVIKKEIDEN AMMONIAKINSITOMISKYKY

TIIVISTELMÄ

Kolmen rahkaturvetuotteen, ohran ja kauran oljen sekä sahanpurun ja kutterinlastun ammoniakinsitomiskyky mitattiin alipainekuivauksella. Myös kuivikkeiden puskurikyky mitattiin.

Suurin ammoniakinsitomiskyky oli turpeilla, joilla se oli keskimäärin 2,5 % turpeen kuivapainosta. Eri rahkaturvetuotteilla ei ollut keskinäisiä eroja. Pitkä ohran olki satoi ammoniakkia keskimäärin 0,85 % kuivapainostaan ja pitkä kauran olki 0,50 % kuivapainostaan. Silppuaminen kohotti kauran oljen ammoniakinsitomiskykyä, mutta ohran olkeen sillä ei ollut vaikutusta. Kutterinlastu satoi ammoniakkia keskimäärin 0,80 % ja sahanpuru 0,50 % kuivapainostaan. Kuivikkeiden puskurikyky selitti hyvin ammoniakinsitomiskykyä. Reaktion kohottamiseksi pH 7:än vaati turve lipeää 805 mekv/kg kuiva-ainetta, oljet noin 160, kutterinlastu 95 ja sahanpuru 60 mekv/kg kuiva-ainetta.

Kokeissa käytetty alipainekuivaus osoittautui yksinkertaiseksi ja melko luotettavaksi kuivikkeiden ammoniakinsitomiskyvyn määrittämenetelmäksi.

JOHDANTO

Kuivikkeen vaikutus lannan arvoon riippuu läheisesti sen kyvystä sitoa virtsan ammoniakkia. Ammoniakinsitomiskyvyltään parasta kuiviketta on Sphagnum fuscum-sammaleesta muodostunut rahkaturve (TUORILA 1929). Enimmillään rahkaturpeen on todettu sitovan ammoniakkia 1,9-3,5 % kuivapainostaan (ref. TUORILA 1929). Turpeen maatumisaste ei juurikaan vaikuta sen ammoniakinsitomiskykyyn (TUORILA 1929, PUUSTJARVI 1956).

Ammoniakin pidättyminen turpeeseen on kemiallinen reaktio, jossa vapaa NH_3 -molekyylä muuttuu sidotuksi NH_4 -ioniksi. Mitä suurempi on kuivikkeen happamuuskapasiteetti sitä enemmän siihen voi sitoutua ammoniakkia. Siten kuivikkeen ammoniakinsitomiskyky riippuu läheisesti sen puskurikyvystä (TUORILA 1929).

Kuivikkeen kykyä sitoa positiivisesti varautuneita ioneja voidaan mitata monella tavalla. TUORILA (1929) määrittä turpeen ammoniakinsitomiskyvyn lisäämällä turpeeseen tietyn määrän ammoniakkia vesiliukoisena ja mittaamalla siitä alipainekuivauksessa pois irtoavan ammoniakin määrän. Eri kationien pidättymistä turpeeseen on tutkittu myös ravistelemalla turvenäytettä tietynvahvuudessa

kationiliuoksessa ja määrittämällä liuoksen kationipitoisuuden muutos sekä mittaamalla kationiliuoksen pitoisuuden muutos laskettaessa sitä turvepylvään läpi (TUMMAVUORI ja AHO 1980a, TUMMAVUORI ja AHO 1980b, TUMMAVUORI ym. 1983, AHO ja TUMMAVUORI 1984). PUUSTJÄRVI (1956) mittasi turpeen vaihtokapasiteettia siten, että vetyionilla kyllästettyä turvenäytettä uutettiin barium-asetaattiliuoksella ja tämä liuos titrattiin lipeällä. Sekä PUUSTJÄRVI (1956) että TUMMAVUORI ja AHO (1980a) painottavat kuitenkin, etteivät turpeen vaihtokapasiteetti ja kationinvaihtokyky ole absoluuttisia suureita, vaan ne riippuvat hyvin voimakkaasti tutkimusmenetelmästä, mittaolosuhteista ja turpeen esikäsittelystä. Lisäksi sekä turvetyyppi että suon sijainti voivat vaikuttaa turpeen ioninvaihto-ominaisuuksiin (TUMMAVUORI ja AHO 1980a).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, ovatko TUORILAn (1929) määrittämät ammoniakinsitomiskyvyt vielä käyttökelpoisia nykyisiä turvetuotteita arvioitaessa ja mikä on turpeen hyvyys muihin kuivikkeisiin verrattuna. Toisena tavoitteena oli tutkia TUORILAn (1929) käyttämän määritysmenetelmän käytökelpoisuutta ja luotettavuutta.

AINEISTO JA MENETELMÄT

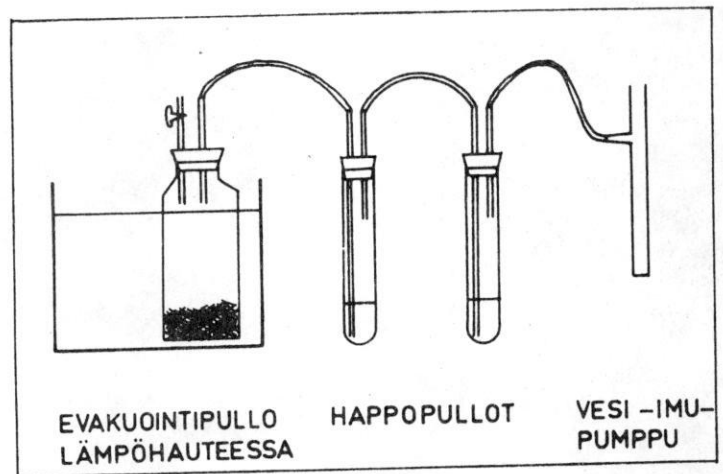
Kokeissa tutkittiin sahanpurun, kutterinlastun, ohran ja kauran oljen sekä kolmen kaupallisen turvetuotteen (kasvuturve, yleisturve 100 ja öljynpoistoturve) ammoniakinsitomiskykyä. Kaikki turpeet olivat ulkonaisesti samankaltaisia rahkaturvetuotteita. Ammoniakinsitomiskyky määritettiin sekä pitkistä (n. 5 cm) että silputuista (0,5-1,0 cm) oljista.

Kuivikkeen ammoniakinsitomiskyky mitattiin periaatteessa samalla menetelmällä kuin mitä TUORILA (1929) käytti määrityksissään. Paksuseinäiseen, evakuointiin sopivaan pulloon punnittiin kuiviketta viisi grammaa kuiva-ainetta vastaava määrä. Pulloon lisättiin 75 ml ammoniakiliuosta, tässä määrässä ammoniakkia tuli pulloa kohden eri kerroilla 360-390 mg. Pullo suljettiin tiiviisti kumikorkilla.

Kahden päivän muhituksen jälkeen määritettiin pullosta alipainekuivauksessa haihtuva ammoniakki. Kun ammoniakkin haihtumisnopeuden lisäksi mitattiin samalla veden haihtumisnopeus pullosta, saatiin tietää kuivikkeen (lannan) kuivumisen vaikutus ammoniakkin haihtumiseen ja sitoutumiseen. Pulloa evakuoitiin vesi-imupumpulla vesihauteessa 70-80 °C:n lämpötilassa. Pullon ja vesi-imupumpun välissä oli kaksi työntislausputkea, joissa kummassakin oli 30 ml 1-normaalista rikkihappoa. Happoputket vaihdettiin ja evakuointipullo punnittiin

30:n, 60:n, 90:n, 120:n, 180:n, 240:n ja 300:n minuutin kuluttua evakuoinnin aloittamisesta. Happoputkien sisältämä typpimäärä mitattiin tislamalla se boorihappoon ja titraamalla tämä liuos. Määritykseen käytetystä laitteistosta on kaavio kuvassa 1.

Kuva 1. Kuivikkeen ammoniakin-sitomiskyvyn määrittämisessä käytetty laitteisto.



Muutamassa kokeessa kuivikkeeseen lisättiin evakuoinnin jälkeen 50 ml 10-normaalista natriumhydroksidia, jotta nähtäisiin, oliko kuivikkeeseen pidätynyt typpi todella ammoniakkimuodossa.

Kokeen perustamisen yhteydessä, muhituksen aikana ja evakuoinnissa tapahtuva typpihäviö mitattiin kolme kertaa pullossa, johon laitettiin vain ammoniakki-liuosta, ei kuiviketta. Häviö oli 4,4-8,0 mg NH_3 , 1,1-2,1 % lisäystä ammoniakkimäärästä. Kun kuiviketta käytettiin 5 g pulloa kohden, oli typpihäviön aiheuttama virhe ammoniakin-sitomiskyvyssä +0,09 - +0,16 % kuivikkeen kuiva-aineessa. Tätä virhettä ei ole vähennetty tuloksissa.

Myös kuivikkeiden pH ja puskurikyky mitattiin. Kuiviketta punnittiin dekantterilasiin 5 g, vettä lisättiin 150 ml. Seokseen pipetoitiin 0, 1, 3, 5 tai 8 ml 0,6 normaalista natriumhydroksidia, turveseokseen kuitenkin 0, 5, 10, 15 tai 20 ml 0,6 N NaOH. Astioiden sisältö sekoitettiin hyvin ja pH mitattiin seuraavana päivänä.

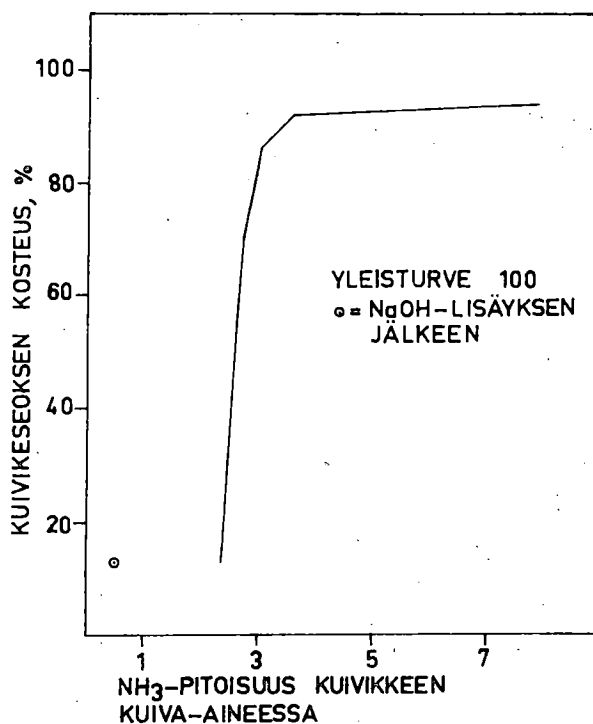
Kaikki määritykset tehtiin vähintään kahteen kertaan, ja tulokset ovat näiden määritysten keskiarvoja.

Ammoniakinsitomiskyky ilmaistaan tuloksissa kuivikkeen 70 %:n ja 10 %:n kosteustiloissa. TUORILAn (1929) mukaan n. 70 %:n kosteus vastaa pellolla hieman kuivahtaneen lannan vesipitoisuutta, n. 10 %:n kosteus taas hyvin pitkän ajan lämpimässä kuivuneen lannan vesipitoisuutta.

TULOKSET

Kaikki turpeet käyttäytyivät evakuoinnissa samalla tavalla. Ammoniakin pitoisuus turpeen kuiva-ainetta kohden laski kuivauksessa nopeasti n. 2,8 %:in, minkä jälkeen lasku oli varsin hidasta. Kuvassa 2 on esimerkin vuoksi piirros ammoniakin pitoisuudesta yhden turvenäytteen kuiva-aineessa kuivauksen aikana. Kuivikeseoksen kosteuden ollessa 70 % ammoniakin pitoisuus oli n. 2,7 % kuiva-aineessa, kosteuden ollessa 10 % ammoniakin pitoisuus oli n. 2,3 % kuiva-aineessa (taulukko 1).

Kuva 2. Ammoniakin pidättyminen turvenäytteeseen eri kosteustiloissa kuivauksen aikana.



Sahanpuru ja kutterinlastu sitoivat turpeisiin verrattuna vain vähän ammoniakkia (taulukko 1). Kun kuivikeseoksen vesipitoisuus oli 70 %, kutterinlastu satoi ammoniakkia n. 0,85 % kuivapainostaan, sahanpuru n. 0,55 % kuivapainostaan. Kuivikeseoksen kosteuden ollessa 10 % ammoniakin pitoisuus kutterinlastun kuiva-aineessa oli n. 0,70 %, sahanpurun kuiva-aineessa n. 0,40 %.

Taulukko 1. Kuivikkeiden ammoniakinsitomiskyky.

Kuivike	ammoniakkia pidättynyt, % kuivikkeen kuivapainosta		
	70 %:n kosteudessa	10 %:n kosteudessa	NaOH-lisäyksen jälkeen
Rahkaturpeet	2,70	2,30	0,50
Ohran olki	0,95	0,75	0,30
Kauran olki pitkä	0,55	0,45	-
" " silputtu	0,75	0,60	-
Kutterinlastu	0,85	0,70	0,30
Sahanpuru	0,55	0,40	0,20

Ohran olki sitoi ammoniakkia enemmän kuin sahanpuru ja kutterinlastu mutta vähemmän kuin turpeet (taulukko 1). Silppuamisella ei ollut juurikaan vaikutusta ohran oljen ammoniakinsitomiskykyyn. Kun kuivikeseoksen vesipitoisuus oli 70 %, ohran olki sitoi ammoniakkia n. 0,95 % kuivapainostaan. Kuivikeseoksen kosteuden ollessa 10 % ammoniakinsitomiskyky ohran oljen kuiva-aineessa oli n. 0,75 %.

Kauran olki sitoi ammoniakkia vähemmän kuin ohran olki (taulukko 1). Silppuaminen näytti kuitenkin parantavan kauran oljen ammoniakinsitomiskykyä. Kun kuivikeseoksen vesipitoisuus oli 70 %, pitkä kauran olki sitoi ammoniakkia n. 0,55 % kuivapainostaan, silputtu olki n. 0,75 % kuivapainostaan. Kuivikeseoksen kosteuden ollessa 10 % ammoniakinsitomiskyky pitkän oljen kuiva-aineessa oli n. 0,45 % ja silputun oljen kuiva-aineessa n. 0,60 %.

Suurin osa kuivikkeeseen sitoutuneesta ammoniakista saatiin vapautetuksi lipeällä (taulukko 1). Kuitenkin lisätystä ammoniakista jäi kuivikkeeseen lipeän lisäyksen jälkeenkin 0,2-0,5 % kuivikkeen kuivapainosta. Kun kuivikkeeseen pidättyneen ammoniakinsitomiskyky määrä saatiin pulloon lisätyn ja sieltä happoastioihin imetyn ammoniakinsitomiskyky määrän erotuksena, siihen sisältyy myös käsittelyjen aikana tapahtunut typpihäviö.

Selvästi suurin puskurikyky pH:n kohoamista vastaan oli turpeilla. Sahanpurun puskurikyky oli pienin, oljilla se oli hieman suurempi kuin kutterinlastulla. Reaktion kohottamiseksi pH 7:än tarvittiin turpeilla keskimäärin 805, silputulla ohran oljella 156, silputulla kauran oljella 161, kutterinlastulla 95 ja

sahanpurulla 60 milliekvivalenttia emästä kuivikkeen kuiva-ainekiloa kohden. Näiden lukujen perusteella laskettuna turve pystyisi pidättämään ammoniakkia kemiallisesti pH 7:ssä 1,37 %, silputtu ohran ja kauran olki 0,27 %, kutterinlastu 0,16 % ja sahanpuru 0,10 % kuivapainostaan.

TULOSTEN TARKASTELU

Turve oli ammoniakinsitomiskyvyltään selvästi paras kuivike. Seuraavaksi parhaita olivat oljet, ohran olki oli hieman kauran olkea parempaa. Sahanpurun ammoniakinsitomiskyky oli kaikkein pienin. Turpeen ammoniakinsitomiskyky oli tässä tutkimuksessa selvästi suurempi (n. 2,5 %) kuin TUORILAn (1929) tutkimuksessa, jossa se oli noin 2 % kuiva-aineesta. Kirjallisuudessa on kuitenkin lukuisia mainintoja tätä suuremmista mitatuista ammoniakinsitomiskyvyistä: 2,51 %, 2,64 %, ja jopa 3,46 % turpeen kuiva-aineesta (ref. TUORILA 1929). Onkin luultavaa, että ammoniakinsitomiskyky vaihtelee varsin paljon ja voi olla rahkaturpeella 1,5-3,5 % kuivapainosta. Kirjallisuustiedoista voi kuitenkin päätellä keskiarvon olevan lähellä 2 % kuivapainosta.

Odotettua suurempi ammoniakinsitomiskyky voi johtua myös koevirheestä. Kun ammoniakinsitomiskyky lasketaan kuivikkeeseen lisätyn ja siitä alipainekuivauksessa pois imetyn ammoniakkimäärän erotuksena, mahdollinen typpihäviö vaikuttaa sitä suurentavasti. Tehdyissä kokeissa typpihäviön todettiin kohottavan kuivikkeen ammoniakinsitomiskyvyn arvoa 0,09-0,16 %-yksikköä. Tätä virhettä ei ole vähennetty tuloksissa.

Oljen, sahanpurun ja kutterinlastun ammoniakinsitomiskyky oli samaa luokkaa tai hieman suurempi kuin kirjallisuustiedoissa, joissa se on 0,2-0,6 % kuivapainosta (ref. TUORILA 1929). Silppuaminen ei parantanut ohran oljen ammoniakinsitomiskykyä, mutta kauran oljen ammoniakinsitomiskykyä se paransi.

Suurin osa kuivikkeeseen pidättyneestä ammoniakista pystyttiin vapauttamaan NaOH-lisäyksen avulla. Kuitenkin osa ammoniakista näytti pidättyneen niin tujasti, ettei se vapautunut lipeälläkään. Turpeeseen pidättyneestä ammoniakista jäi NaOH-lisäyksellä vapautumatta n. 20 %, oljella, sahanpurulla ja kutterinlastulla n. 40 %. Kuivikkeeseen pidättynyt ammoniakki ei siis ole kokonaisuudessaan kasveille käyttökelpoista. Se saattaa pidättyä kuivikkeeseen sekä puhtaasti kemiallisesti että sitoutumalla kuiviketta hajottavaan pieneliöstöön. Tässä tutkimuksessa NaOH:lla vapautumatta jääneeseen ammoniakkimäärään sisältyy kuitenkin myös typpihäviön aiheuttama virhe.

Puskurikyvyn suhteen kuivikkeiden paremmuusjärjestys oli sama kuin ammoniakinsitomiskyvyn suhteen; turpeen puskurikyky oli suurin, sahanpurun puskurikyky pienin. Puskurikyvyn absoluuttinen arvo pH 7:ssä oli kuitenkin huomattavasti pienempi kuin ammoniakinsitoutumisesta olisi voinut päätellä. Puskurikyvyn mittauksessa käytetty menetelmä ei siten vaikuta hyvältä kuivikkeen ammoniakinsitomiskyvyn mittaamisessa.

Ammoniakinsitoutumisen mittausmenetelmä vaikutti melko luotettavalta. Usein uusinta antoi aivan saman tuloksen kuin aikaisempi määrittäminen. Vaihtelua mitausten välillä kuitenkin oli, minkä vuoksi määrittäminen on aina tehtävä vähintään kaksi kertaa. Menetelmän vaatima laitteisto on hyvin yksinkertainen rakentaa, ja määrittäykset ovat helppoja.

Tulosten perusteella voidaan päätellä, että hapan rahkaturve sitoo virtsan ammoniakkia selvästi enemmän kuin muut kuivikkeet. Jos arvioidaan, että turve sisältää käyttökosteudessaan n. 40 % vettä, olki, sahanpuru ja kutterinlastu n. 20 % vettä, tarvitaan 120 gramman ammoniakkimäärän (lehmän virtsan keskimääräinen ammoniakkinsisältö vuorokaudessa) sitomiseksi turvetta n. 8 kg, ohran olkea n. 19 kg, sahanpurua n. 38 kg ja kutterinlastua n. 30 kg. Virtsa saadaan kuitenkin TUORILAn (1929) ja VIRRIIn (1941) mukaan otetuksi talteen ja säilymään tyydyttävästi huomattavasti pienemmälläkin turvemäärällä kuin sen täydellinen neutralointi edellyttää, jos ammoniakinsitomisen estetään fyysisillä keinoilla, tiivistämällä ja peittämällä lantakasa huolellisesti.

Kuivikkeen vaikutus lannan arvoon ei kuitenkaan riipu ainoastaan sen kyvystä sitoa kemiallisesti virtsan ammoniakkia. Turve on olkea, sahanpurua ja kutterinlastua parempi kuivike myös siksi, ettei sen hajoaminen aiheuta ulosteiden typen pidättymistä hajottajapieneliöstöön vaikealiukoiseen muotoon. KEMPPAISEN (1985) raiheinällä tekemässä astiakokeessa ilmeni, että turvelantojen liukoinen tyyppi oli kokonaisuudessaan väkilannoitetyypen veroista, mutta olkilannan liukoisesta tyypestä väkilannoitetyypen veroista oli vain 69 % ja sahanpurulannan liukoisesta tyypestä 57 %. Huomattavaa olki- ja sahanpurulannan liukoisen typen immobilisoitumista näytti siis tapahtuvan siinä vaiheessa, kun lanta hajosi maassa.

KIRJALLISUUSLUETTELO:

- AHO, M. & TUMMAVUORI, J. 1984. The ion exchange properties of peat. Part V. Ion exchange properties of some sphagnum peats. *Suo* 35: 67-73.
- KEMPPAINEN, E. 1985. Kuivikkeen vaikutus lannan arvoon. Maatalouden tutkimuskeskus. *Tiedote* 9/85: 1-16.
- PUUSTJARVI, V. 1956. On the cation exchange capacity of peats and on the factors of influence upon its formation. *Acta Agr. Scand.* 6: 410-449.
- TUMMAVUORI, J. & AHO, M. 1980a. On the ion exchange properties of peat. Part I. On the adsorption of some divalent metal ions (Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} and Pb^{2+}) on the peat. *Suo* 31: 45-51.
- TUMMAVUORI, J. & AHO, M. 1980b. On the ion exchange properties of peat. Part II. On the adsorption of alkali, earth alkali, aluminium(III), chromium(III), iron(III), silver, mercury(II) and ammonium ions to the peat. *Suo* 31: 79-83.
- TUMMAVUORI, J., AHO, M. & SIRONEN, S. 1983. On the ion exchange properties of peat. Part III. Comparison of the adsorption properties of peat moss and the effect of freezing on the peat. *Suo* 34: 13-16.
- TUORILA, P. 1929. Bindungsvermögen verschiedener Torfarten für Stickstoff in Form von Ammoniak. *Suom. Suovilj.yhd. Tiet. Julk.* 9: 1-47.
- VIRRI, T. 1941. Eläinlantaa koskevia kokeita ja tutkimuksia. I. Ammoniakin haitumisen muodossa tapahtuvista typen häviöistä. *Valt. Maatal.koetoim. Julk.* 116: 1-113.

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

1983

1. Maatalouden tutkimuskeskuksen yksiköiden tiedotteet 1975-1982. 48 p.
2. KONTTURI, M. Mallasohra - kirjallisuuskatsaus. 42 p.
3. NORDLUND, A. & ESALA, M. Maatalouden sääpalvelut ulkomailla. Kirjallisuustutkimus. 66 p.
4. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1975-1982. 186 p. + 4 liitettä.
5. SUONURMI-RASI, R. & HUOKUNA, E. Kaliumin lannoitustason ja -tavan vaikutus tuorerehunurmien satoihin ja maiden K-pitoisuuksiin. 13 p. + 8 liitettä.
6. KEMPPAINEN, E. & HEIMO, M. Förbättring av stallgödselns utnyttjande. Litteraturöversikt. 81 p.
7. MULTAMÄKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet. 10 p.
8. LÖFSTRÖM, I. Kasvien sisältämät aineet tuholaistorjunnassa. 26 p.
9. HEIKINHEIMO, O. Kirvojen preparointi ja määrittäminen. 67 p. + 12 liitettä.
10. SAARELA, I. Soklin fosforimalmi fosforilannoitteena. p. 1-13. Humuspitoiset lannoitteet. p. 14-20.
11. YLÄRANTA, T. Jordanalysetoder i de nordiska länderna. 13 p.
12. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Avomaan vihanneskasvien lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1979-82. 21 p.
13. KIVISAARI, S. & LARPES, G. Kylvöajankohdan vaikutus kevätvehnän, ohran ja kauran satoon 10-vuotiskautena 1970-1979 Tikkurilassa. 54 p.
14. ERVIÖ, R. Maaperäkarttaselitys. ESPOO - INKOO. 26 p.
15. BREMER, K. Ydinkasvien tuottaminen kasvisolukkoviljelyn avulla. 63 p.

1984

1. Tiivistelmät eräistä MTTK :n julkaisuista 1983. 74 p.
2. ESALA, M. & LARPES, G. Kevätviljojen sijoituslannoitus savimailla. 35 p.
3. ETTALA, E. Ayrshire-, friisiläis- ja suomenkarjalehmien vertailu kotoisilla rehuilla. 7 p. + 18 liitettä.

4. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Keräkaalin lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1975-83. 22 p.
 5. KURKI, L. Tomaattilajikkeet ja hiilidioksidin lisäys. Kasvihuonetomaatin viljelylämpötiloista. Kasvihuonekurkun tuentamenetelmien vertailua. Sijoituslannoitus ja kasvualustan ilmastus kasvihuonekurkulla ja tomaattilla. 21 p.
 6. VUORINEN, M. Italianraiheinä ja viljat tuorerehuna. 17 p.
 7. ANISZEWSKI, T. Lupiini viherlannoituskasvina. Arviointeja esikokeiden ja kirjallisuuden pohjalta. 11 p.
 8. HUOKUNA, E. & HAKKOLA, H. Koiranheinän ja timotein kasvu ja rehuarvon muutokset säilörehuasteella. 54 p.
 9. VALMARI, A. Roudan kehittymisen tilastollinen malli. 33 p.
 10. HAKKOLA, H. Kuonakalkituskoekokeiden tuloksia 1978-83. 42 p.
 11. SIPPOLA, J. & SAARELA, I. Eräät maa-analyysimenetelmät fosforilannoitustarpeen ilmaisijoina. 20 p.
 12. RAVANTTI, S. Terhi-punanata. 37 p.
 13. URVAS, L. & HYVÄRINEN, S. Kolme ravinnesuhdetta Suomen maalajeissa. 10 p.
 14. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., KERSALO, J. & NORDLUND, A. Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1983. 101 p.
 15. MUJSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1976-1983. 202 p. + 4 liitettä.
 16. JUNNILA, S. Ympäristötekijöiden vaikutus herbisidien käyttäytymiseen maassa. Kirjallisuustutkimus. 15 p. + 4 liitettä.
 17. PESSALA, R., HAKKOLA, H. & VALMARI, A. Kylvöajan merkitys porkkanan viljelyssä. 22 p.
 18. NISULA, H. Uusimpia tuloksia Ruukin lihanautakokeista. 39 p.
 19. SAARELA, I. Kevätöljykasvien boorilannoitus. 122 p. + 2 liitettä.
 20. URVAS, L. Maaperäkarttaselitys. PORI - HARJAVALTA. 28 p. + 14 liitettä.
 21. LEHTINEN, S. Avomaavihannesten lannoitus- ja kastelukokeet 1978-1983. 62 p. + 17 liitettä.
 22. ANISZEWSKI, T. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima eräillä MTK:n kiertokoealueilla. Kirjallisuustutkimus ja MTK:n kolmen tutkimusaseman näytteiden analyysi. p. 1-38.
- PALDANIUS, E. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima Satakunnan ja Etelä-Pohjanmaan tutkimusasemien maanäytteissä. p. 39-56.

23. RINNE, S-L. & SIPPOLA, J. Maatalouden jätteiden kompostointi. 52 p.
- I Typpi- ja fosforilisä oljen kompostoinnissa
 - II Maatalouden jätteet kompostin raaka-aineina
 - III Kompostin arvo lannoitteena

1985

2. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., NORDLUND, A. & PILLI-SIHVOLA, Y.
Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1984. 127 p.
3. ETTALA, E. Säilörehu Maatalouden tutkimuskeskuksen lypsykarjako-
keissa 1970 - luvulla. 270 p.
5. TUORI, M., NISULA, H. Ruokintarutiinien merkitys naudoilla.
Kirjallisuustutkimus. 38 p.

