

MTTK

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Tiedote 19/88

ERKKI KEMPPAINEN

Maanviljelyskemian ja -fysiikan osasto

**Didinin (disyandiamidi) vaikutus naudan lietelannan
tehoon ohran lannoitteena**

JOKIOINEN 1988
ISSN 0359-7652

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

TIEDOTE 19/88

ERKKI KEMPPAINEN

Didinin (disyandiamidi) vaikutus naudan lietelannan tehoon
ohran lannoitteena

Maanviljelyskemian ja -fysiikan osasto
31600 Jokioinen

nykyinen osoite:

Kainuun tutkimusasema
88600 Sotkamo
986-61741

ISSN 0359-7652

SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
Tiivistelmä	1
1. Johdanto	2
2. Aineisto ja menetelmät	6
2.1. Kenttäkokeet	6
2.2. Astiakokeet	8
2.3. Sääolot	9
3. Tulokset	10
3.1. Kenttäkokeet	10
Satotulokset	10
Maan mineraalityppi	20
3.2. Astiakokeet	25
4. Tulosten tarkastelu	26
5. Kirjallisuusluettelo	30
Liitteet	34

Tiivistelmä

Nitrifikaation estoaineen Didinin (disyandiamidi) vaikutusta naudon lietelannan tehoon ohran lannoitteena tutkittiin kuudessa kenttäkokeessa Jokioisilla vuosina 1983-1987. Koeruu-
duille levitettiin lietelantaa eri vuodenaikoina pintalevi-
tyksenä tai sijoittaen ilman Didiniä tai Didin-lisäyksen
kanssa. Ensimmäisenä koevuonna Didinin määrä lietelannan
ohella oli 30 kg/ha. Myöhemmin vuosina kokeiltiin kahta eri
määrää (13 ja 26 kg/ha tai 11 ja 22 kg/ha). Kaksi kenttä-
koetta tehtiin hienolla hiekalla ja neljä hietasavella.
Kenttäkokeissa tutkittiin eri koetekijöiden vaikutusta ohran
jyväsatoon ja sen typpipitoisuuteen sekä maan mineraalitypen
määrään keväällä.

Lisäksi kahtena syksynä tehtiin astiakoe, jossa hietasavimaa-
han annettiin lietelannan ohella eri määriä Didiniä. Eri ai-
koina syksyä (elo-marraskuu) perustetut osakokeet säilytet-
tiin pellolla maan routaantumiseen saakka. Astiakoemaista
määritettiin nitrifioitumatta jääneen ammoniumtypen osuus
maan mineraalitypen kokonaismäärästä.

Didin paransi useimmissa kenttäkokeissa syyskuussa levitetyn
lietelannan lannoitusvaikutusta merkittävästi. Paras vaikutus
sillä oli viileänä ja verraten vähäsateisena syksynä syys-
kuussa sijoitetun lietelannan ohella annettuna. Marras-joulu-
kuussa levitetyn lietelannan tehoon Didinillä ei juurikaan
ollut vaikutusta. Keväällä levitetyn lietelannan ohella Didinillä
oli huomattava vaikutus vain vuonna 1987, jolloin kas-
vukausi oli poikkeuksellisen viileä ja ohran kasvu tavanomai-
sista hyvin paljon myöhässä. Pienempi määrä Didiniä (11-13
kg/ha) osoittautui suurempaa määrää (22-26 kg/ha) kannatta-
vamaksi.

Syksyllä sijoitetun lietelannan ohella annettu pienempi Di-
din-määrä (11-13 kg/ha) vastasi lannoitusvaikutukseltaan ki-
loa kohden parhaimmillaan 2,6 kg, mutta keskimäärin 1,5 kg
keväällä levitettyä typpeä. Didin on kilohinnaltaan kuitenkin
3-4-kertaa kallimpaa kuin Y-lannoitteiden sisältämä typpi.

Astiakokeiden ja kenttäkokeiden maa-analyysien perusteella voitiin todeta, että Didin esti ammoniumtyypen nitrifioitumista ja nitraatin kulkeutumista maassa. Didinillä lienee tästä syystä ympäristön pilaantumista estävä vaikutus myös Suomen oloissa. Astiakokeiden perusteella voitiin myös todeta, että nitrifikaation estoaineella voidaan saavuttaa hyötyä aina marraskuun alkuun levitetyn lietelannan ohella.

Keväällä levitetty lietelanta oli ohran lannoitteena huomattavasti syksyllä levitettyä tehokkaampaa. Edelleen lietelannan sijoitus osoittautui huomattavasti pintalevitystä tehokkaammaksi. Syyskuun levityksissä sijoitus antoi pintalevitykseen verrattuna keskimäärin 310 kg/ha sadonlisäyksen ja toukokuussa 350 kg/ha. Sijoituksella oli syksyllä erityisen edullinen vaikutus hiekkamaalla, keväällä taas savimaalla.

1. Johdanto

Syksy on lannan tehon kannalta huono levitysaika. KEMPPAISEN (1985) Jokioisilla tekemissä kenttäkokeissa syksyllä levitetyn naudon lietelannan arvo ohran lannoitteena oli vain 25-40 % keväällä levitetyn lietelannan arvosta. Noin kolmasosa Suomessa muodostuvasta lannasta joudutaan kuitenkin varastotilojen niukkuuden vuoksi levittämään syksyllä (KEMPPAINEN 1986). Syyslevitys on lannan tehon alenemisen ohella epäedullista myös ympäristön pilaantumisvaaran vuoksi.

Syksyn epäedullisuus lannan levitysaikana johtuu siitä, että lannan ammoniumtyppi hapettuu maassa nitraatiksi ja tämä tyyppiyhdiste huuhtoutuu. Näin edes välittömästi levityksen jälkeen mullattu lanta ei ole suojassa häviöiltä.

Ammoniumtyypen nitrifioitumisen nopeus, ja siten myös lietelannan tyyppien huuhtoutumisalttius riippuu voimakkaasti maan lämpötilasta. Lannan ammoniumtyppi hapettuu AMBERGERIN (1985) mukaan maassa kokonaan nitraatiksi +16 °C:n lämpötilassa noin

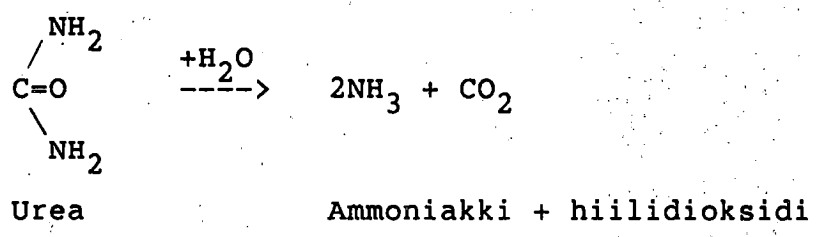
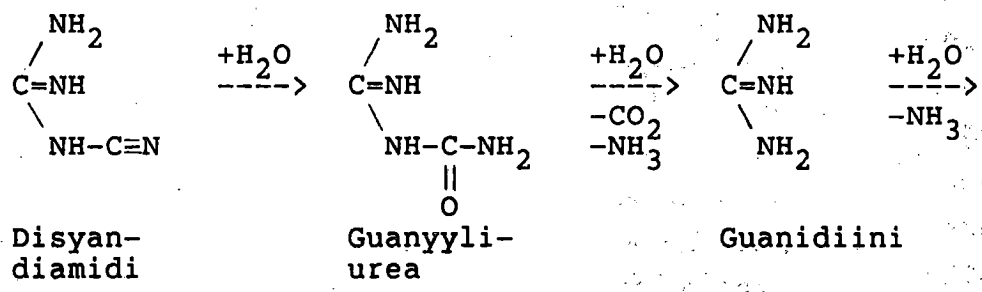
3

kolmessa viikossa, +12 °C:ssa noin viidessä viikossa ja +8 °C:ssa noin kahdeksassa viikossa. Maan lämpötilan aleneminen kahdeksasta neljään asteeseen hidastaa nitrifioitumista selvästi. Hapettuminen alkaa tällöin vasta 12 viikon kuluttua levityksestä ja on silloinkin hidasta (AMBERGER 1985). Jo-
kioisilla maan lämpötila 20 cm:n syvyydessä laskee vuosina 1979-1986 alle kahdeksan asteen keskimäärin lokakuun 10. päivää ja alle neljän asteen marraskuun alkupäivinä. Siten on oletettavaa, että vielä syys- ja lokakuussa levitetyn lannan tyyppiä uhkaa Etelä-Suomessa nitrifioituminen ja huuhtoutuminen ennen roudan tuloa.

Apua syksyllä levitetyn lannan tehon parantamiseksi ja sen haittavaikutusten vähentämiseksi on etsitty kemikaaleista, jotka lannan ohella käytettyinä estävät ammoniumtyypen hapettumisen nitraatiksi. Tällöin typen huuhtoutuminen estyy. Nitrifikaation estämiseksi on kokeiltu mm. seuraavia yhdisteitä: N-serve 240E (2-kloori-6-(trikloorimetyyli)-pyridiini), Dwell (C₅H₅Cl₃N₂OS), ja Didin (disyandiamidi) (AMBERGER 1981, KJELLERUP 1985, VILSMEIER ja AMBERGER 1987).

Lupaavimmaksi nitrifikaation estoaineeksi on osoittautunut disyandiamidi, joka on ollut myynnissä Keski-Euroopassa kauppanimellä Didin 1980-luvun alusta lukien ja Suomessakin jo parin vuoden ajan. Didin on kokonaisuudessaan disyandiamidia, joka on syanamidin dimeraatiotuote. Myös vanha typpilannoite kalkkityppi, joka oli pääasiassa syanamidia, sisälsi disyandiamidia 10 % typen kokonaismäärästä. Disyandiamidi estää spesifisesti autotrofisen Nitrosomonas-bakteerin toiminnan, jolloin ammoniumtyppi ei hapetu nitriitiksi. AMBERGERin (1968) mukaan tämä perustuu siihen, että yhdisteen C≡N-ryhmä estää bakteerin oksidatiivisen fosforylaasikoentsyymin toiminnan. Nitriittityypen hapettumiseen disyandiamidi ei vaikuta, joten vaaraa nitriitin kertymisestä maahan ei ole. Päinvastoin Didinin on todettu vähentävän maan nitriittityppipitoisuutta lietelannan ohella käytettynä (AMBERGER ja VILSMEIER 1979).

Disyandiamidi ei ole pysyvä yhdiste vaan se hajoaa maassa lopputuotteinaan ammoniakki ja hiilidioksidi:



Disyandiamidin hajoamisnopeus riippuu lähinnä lämpötilasta. Lämpimässä maassa se hajoaa nopeasti ja voi menettää tehonsa jo syksyn aikana (VILSMEIER 1981, KJELLERUP 1987). Kylmässä maassa Didin säilyy pitkään, mutta alle neljän asteen lämpötilassa ammoniumtyypen hapettuminen on jo niin hidasta, että se säilyy ilman Didiniäkin (KJELLERUP 1987). Siten Didinin kannattava käyttöaika syksyllä voi olla varsin lyhyt. Tosin Didin voi karkeilla mailla olla hyödyllinen myös keväällä levitetyn lietelannan ohella (GÖRLITZ 1983).

Didinin on todettu myös huuhtoutuvan pois maasta, eräiden havaintojen mukaan jopa nopeammin kuin ammoniumtyyppi, jota sen pitäisi suojata (BOCK ym. 1981). Sateisina vuosina Didinin teho voi heiketä myös tällä tavalla. Kuitenkin Didinin käyttö on DE LA LANDE CREMERIN (1986) mukaan edullisinta karkeilla mailla ja epäedullisinta savimailla.

Huomattavia sadonlisäyksiä syksyllä levitetyn lietelannan ja virtsan ohella annetulla Didinillä ovat saaneet mm. AMBERGER ja GUTSER (1979), SOLANSKY (1982), AMBERGER ym. (1982a), GÖRLITZ (1983), KJELLERUP (1985, 1987), sekä DE LA LANDE CREMER (1986). SOLANSKYN (1981) laskelmien mukaan Didinin käyttö on Saksan olosuhteissa taloudellisesti hyvinkin kannattavaa.

On myös todettu, että Didin estää typpilannoitteen ohella käytettynä pinaatin, kaalin ja porkkanan nitraattitypen pitoisuuden kohoamisen (KICK ja MASSEN 1973, HARTMAN 1982).

GUTSERin (1981), KUNZEN ja SCHEFFERin (1981), AMBERGERin (1982), AMBERGER ym:n (1982b) sekä KJELLERUPin (1985) mukaan Didin vähentää myös selvästi nitraattitypen kulkeutumista maassa ja maasta pois huuhtoutuvaa typpimäärää. Nitraatin huuhtoutumista Didin estää yhtä hyvin kuin maahan muokattu runsas olkimassa. Didinin etu on kuitenkin, että typpi säilyy kasveille käyttökelpoisena toisin kuin oljen hajoamiseen sitoutunut typpi (AMBERGER ym. 1982b).

Kokeellisesti on todistettu, että Didinin käyttö vähentää ammoniumtypen nitrifioitumista vähentäessään myös denitrifikaatiota (VILSMEIER ja AMBERGER 1982). Denitrifikaation merkitys nimenomaan lietelannan typen häviötapana lieneekin varsin suuri. CHRISTENSENin (1983, 1985) kokeissa maasta haihtui denitrifikaation seurauksena monin verroin enemmän tyyppiä lietelannoituksen jälkeen verrattuna lannoittamattoimaan ja väkilannoitettuihin koejäseniin.

Didinin edullista merkitystä ympäristön kannalta on korostettu useissa yhteyksissä (SOLANSKY 1981, AMBERGER 1985). Didin on saksalaisen valmistajan tuotetiedotteen mukaan eläimille lähes myrkytöntä, sen LD₅₀-arvo on albiinorotille suun kautta annettuna yli 10 g/elopainokilo. BOSCHin (Ref. AMBERGER 1981) mukaan disyandiamidi ei ole myrkyllistä maan pieneleliöstölle. Eri typpilannoitteilla yli 20 vuoden ajan lannoitetuissa koeruuduissa suurimmat entsyymiaktiivisuudet sekä suurin biomassan tuotanto ja maahengitys todettiin poikkeuksetta disyandiamidia sisältävällä kalkkitypellä lannoitetuissa koejäsenissä.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, parantaako Didin syksyllä levitetyn lietelannan typen säilymistä Etelä-Suomen olosuhteissa ja onko Didinin käyttö taloudellisesti kannattavaa. Tutkimukseen liittyvät kokeet olen tehnyt ollessani tutkijana Maatalouden tutkimuskeskuksen maanviljelyskemian ja -fysiikan osastolla Jokioisilla.

2. Aineisto ja menetelmät

2.1. Kenttäkokeet

Jokioisilla tehtiin vuosina 1983-1987 kuusi kenttäkoetta, joista neljä Ojaisten peltolohkon hietasavella ja kaksi Rehtijärven peltolohkon hienolla hiekalla. Molemmat koemaat olivat ravinnetilaltaan varsin hyviä (viljavuusanalyysi VUORISEN ja MÄKITIEN 1955 mukaan, ravinteet mg/l):

	pH	Ca	K	Mg	P
Ojainen	6,2	2700	310	550	30
Rehtijärvi	6,2	1280	235	90	26

Kokeissa naudon lietelantaa levitettiin eri vuodenaikoina pintalevityksenä tai sijoittaen ilman Didiniä tai Didin-lisäyksen kanssa. Pintaan levitetty lietelanta mullattiin syksyllä kyntämällä 2-3 viikon kuluttua levityksestä ja keväällä kylvömuokkauksella 2-3 päivän kuluttua levityksestä. Käytetty lanta analysoitiin joka levityskerralla KEMPPAISEN (1984) ohjeen mukaan. Koekentillä kasvatettiin Pomo-ohraa. Koeruudet olivat kolme metriä leveitä ja 15 metriä pitkiä. Kaikki kokeet tehtiin neljänä kerranteena. Tärkeimmät tiedot kenttäkokeista on koottu taulukkoon 1.

Naudan lietelanta levitettiin 6,8 m³:n vetoisella Teho-Lotina-vaunulla, jossa on kuusi sijoitusvannasta noin 50 cm:n välein (ANON. 1983). Pintalevityksessä vantaiden alle asennettiin lietteen leviämistä parantava rautatanko. Jauhmainen Didin lisättiin lietteeseen levitystankissa, ja lietettä sekoitettiin tämän jälkeen 3-5 minuuttia ennen levittämistä.

Kenttäkokeista punnittiin ohran jyväsato, josta määritettiin kuiva-aine- ja typpipitoisuus. Lisäksi syksyllä lietelannoitetuista koeruuduista otettiin keväällä maanäytteitä 0-20 cm:n, 20-40 cm:n ja 40-60 cm:n syvyydestä nitraatti- ja ammoniumtyypen määrittämistä varten. Kasvinäytteiden typpi määri-

Taulukko 1. Didin-kenttäkokeiden käsittelyt eri vuosina.

lietelannan levitysaika	levitys- tapa	Didin kg/ha	lietelannan levitysaika	levitys- tapa	Didin kg/ha
<u>1984 Ojaisten savimaa</u>			<u>1985 Ojaisten savimaa</u>		
15. 9.1983	pinta	0, 30	7. 9.1984	pinta	0, 13, 26
15. 9.1983	sijoitus	0, 30	7. 9.1984	sijoitus	0, 13, 26
25.11.1983	pinta	0, 30	20.12.1984	pinta	0, 13, 26
13. 4.1984	pinta	0, 30	16. 5.1985	pinta	0, 13, 26
16. 5.1984	pinta	0, 30	24. 5.1985	pinta	0
16. 5.1984	sijoitus	0, 30	24. 5.1985	sijoitus	0
verranneet: lannoittamaton sekä 250 ₃ tai 500 kg Y _{tr} /ha			verranne: lannoittamaton		
lietemäärä 50 m ³ /ha			lietemäärä 50 m ³ /ha		
liete sisälsi keskimäärin:			liete sisälsi keskimäärin:		
N _{kokonais}	139 kg/ha		N _{kokonais}	87 kg/ha	
N _{pliukoinen}	73 kg/ha		N _{pliukoinen}	52 kg/ha	
P	27 kg/ha		P	15 kg/ha	
K	175 kg/ha		K	119 kg/ha	
Pomo-ohran kylvö 19.5. puinti 23.8.			Pomo-ohran kylvö 27.5. puinti 30.8.		
lietelannan levitysaika	levitys- tapa	Didin kg/ha	lietelannan levitysaika	levitys- tapa	Didin kg/ha
<u>1986 Ojaisten savimaa ja Rehtijärven hiekkamaa</u>			<u>1987 Ojaisten savimaa ja Rehtijärven hiekkamaa</u>		
12. 9.1985	pinta	0, 11, 22	29. 9.1986	pinta	0, 11, 22
12. 9.1985	sijoitus	0, 11, 22	29. 9.1986	sijoitus	0, 11, 22
5.12.1985	pinta	0, 11, 22	12.12.1986	pinta	0, 11, 22
9. 5.1986	pinta	0, 11, 22	19. 5.1987	pinta	0, 11, 22
19. 5.1986	pinta	0	26. 5.1987	pinta	0
19. 5.1986	sijoitus	0	26. 5.1987	sijoitus	0
verranneet: lannoittamaton sekä 250 ₃ ja 500 kg Y _{tr} /ha *)			verranneet: lannoittamaton sekä 250 ₃ ja 500 kg Y _{tr} /ha		
lietemäärä 67 m ³ /ha			lietemäärä 67 m ³ /ha		
liete sisälsi keskimäärin:			liete sisälsi keskimäärin:		
N _{kokonais}	161 kg/ha		N _{kokonais}	154 kg/ha	
N _{pliukoinen}	84 kg/ha		N _{pliukoinen}	75 kg/ha	
P	33 kg/ha		P	30 kg/ha	
K	178 kg/ha		K	178 kg/ha	
Pomo-ohran kylvö 23.5. puinti Ojaisilla 25.8. puinti Rehtijärvellä 11.9.			Pomo-ohran kylvö 28.5. puinti Ojaisilla 21.9. puinti Rehtijärvellä 22.9.		

*) Ojaisten kokeessa koevirheiden
takia vain lannoittamaton

tettiin Kjeldahl-menetelmällä ja maanäytteiden typpi fotometrisesti AKEA-autoanalysointilaitteella. Kaikki näytteet otettiin koeruuduittain.

Koetulokset laskettiin Maatalouden tutkimuskeskuksen VAX-tietokoneella SAS-ohjelmistoa käyttäen (ANON. 1985). Ohran sato-
tulosten osalta Didinin vaikutuksen tilastollista merkitsevyyttä testattiin laskemalla pienin merkitsevä ero (PME) tai vastaava Tukeyn HSD-arvo 5 %:n riskillä eri levityksissä (STEEL ja TORRIE 1960).

Siemensatutuloksista laskettiin myös, kuinka suurta keväällä levitettyä typpimäärää eri aikoina lietelannan ohessa annettu Didin-määrä vaikutukseltaan vastasi. Tätä varten laskettiin ensin toisen asteen yhtälö kuvaamaan väkilannoitteen (typen) satovaikutusta. Saadun käyrän avulla arvioitiin sitten Didinin antaman sadonlisäyksen arvo typpikiloina. Ojaisten kokeissa vuosina 1985 ja 1986 Didinin typpivaikutusta jouduttiin kuitenkin vertaamaan keväällä levitetyn lietelannan typen vaikutukseen, sillä vuonna 1985 kokeessa ei ollut väkilannoiteverranteita ja vuonna 1986 väkilannoiteverranteet jouduttiin hylkäämään lannoitusvirheiden takia. Vaikeuksia aiheutti eräiden kokeiden tulokinnassa myös se, että parhaat lietelannoituksella saadut sadot olivat suurempia kuin suurimmalla väkilannoitemäärällä saadut sadot. Tuloksia Didinin arvosta keväällä levitettyyn tyypeen verrattuna onkin pidettävä likimääräisinä.

2.2. Astiakokeet

Jokioisilla tehtiin syksyllä 1984 astiakoe, jossa kokeiltiin lietelantaan sekoitetun Didinin kykyä estää lietteen ammoniumtypen hapettuminen nitraatiksi. Koetta varten kuuden litran vetoisiin, pohjasta rei'itettyihin muovisankoihin punnittiin hietasavea 5 kg/astia, ja maa kasteltiin. Kokeessa oli viisi lannoitusvaihtoehtoa: kokonaan lannoittamaton, naudon lietelantaa 3 dl/astia sekä naudon lietelannan ohella 67 mg,

133 mg tai 200 mg Didin/astia. Lietelannan levitysmäärä vastasi astioissa olleen maan pinta-alan perusteella laskettuna levitysmäärää $96 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja Didin-määrät 0,22 kg, 0,44 kg ja $0,67 \text{ kg}/\text{m}^3$ lietelantaa. Liete sekoitettiin tasaisesti koko astian sisältämään maamäärään. Kaikista koejäsenistä oli kaksi kerrannetta.

Edellä kuvattu osakoe perustettiin neljä kertaa syksyn 1984 aikana: 21.8., 21.9., 21.10. ja 21.11. Astiat vietiin välittömästi Ojaisten peltolohkolle, jossa ne upotettiin peltoon kaivettuihin sangonmuotoisiin koloihin. Näin koemaat säilytettiin peltomaan lämpötilassa. Astiat peitettiin löysällä muovikalvolla sadevettä vastaan. Syksyn aikana astioita seurattiin silmämääräisesti ja niihin lisättiin hieman vettä tarpeen mukaan.

Koeastiat haettiin pois pellosta 10.1.1985, niistä otettiin maanäytteet, ja maanäytteistä määritettiin ammonium- ja nitraattityyppi fotometrisesti AKEA-autoanalysointorilla.

Vastaava koe tehtiin myös syksyllä 1985, mutta tällöin naudan lietelannan määrä astioissa oli $2 \text{ dl}/\text{astia}$ ($64 \text{ m}^3/\text{ha}$) ja lietelannan ohella annetut Didin-määrät olivat 0,20, 0,40 ja $0,60 \text{ kg}/\text{m}^3$ lietettä. Kerranteita oli kolme ja osakokeet perustettiin 26.8., 16.9., 8.10., 29.10. ja 19.11.1985. Koe purettiin ja maiden typpipitoisuus määritettiin 14.1.1986.

2.3. Sääolot

Vuosien 1983-1987 säätietoja Jokioisten observatoriolta on koottu liitteisiin 1 ja 2. Satovuosien 1984, 1985 ja 1986 kasvukauden lämpötilat olivat lähellä pitkän ajan keskiarvoa: touko-elokuun keskilämpötila oli vuonna 1984 $13,6 \text{ }^\circ\text{C}$, vuonna 1985 $13,2 \text{ }^\circ\text{C}$ ja vuonna 1986 $14,0 \text{ }^\circ\text{C}$, kun vuosina 1931-1960 touko-elokuun keskilämpötila oli $13,4 \text{ }^\circ\text{C}$. Vuonna 1987 touko-elokuun keskilämpötila oli kuitenkin huomattavasti alempi, vain $11,6 \text{ }^\circ\text{C}$. Kaikkina satovuosina 1984-1987 touko-elokuun

sademäärä oli pitkän ajan keskiarvoa (225 mm) suurempi: vuonna 1984 339 mm, vuonna 1985 258 mm, vuonna 1986 238 mm ja vuonna 1987 270 mm.

Syys-joulukuun keskilämpötila oli vuonna 1983 täsmälleen sama kuin pitkän ajan keskiarvo, 10,4 °C. Vuonna 1984 syksy oli keskimääräistä lämpimämpi, syys-joulukuun keskilämpötila oli 14,3 °C. Vuosina 1985 ja 1986 syksyt taas olivat verrattain kylmiä: 6,3 °C ja 6,7 °C. Vuosien väliset lämpötilaerot näkyvät selvästi myös liitteessä 2, johon on piirretty maan lämpötila 20 cm:n syvyydessä pentadien keskiarvojen perusteella. Syys-joulukuun sademäärät olivat vuosina 1983-1986 262 mm, 273 mm, 194 mm ja 316 mm, kun pitkän ajan keskiarvo vastaavana aikana on 214 mm.

3. Tulokset

3.1. Kenttäkokeet

Satotulokset

Kenttäkokeiden jyväsadot, jyvien typpipitoisuus sekä jyväsadon typenotto on esitetty taulukoissa 2-19. Didin-lisäys paransi lietelannan vaikutusta merkitsevästi viidessä kokeessa kuudesta. Suurimmillaan Didinin vaikutus näytti olevan syyskuussa sijoitetun lietelannan ohella. Keväällä annettuna Didinillä oli tilastollisesti merkitsevä vaikutus vain Ojaisten kokeissa vuosina 1986 ja 1987.

Pienempi Didin-määrä (11 tai 13 kg/ha) osoittautui useimmissa levityksissä suurempaa käyttömäärää (22 tai 26 kg/ha) edullisemmaksi. Vain syyskuussa pintalevityksenä annetulla lietelannalla ohrasato kasvoi poikkeuksetta Didin-määrän kasvaessa.

Didinillä ei ollut kovin suurta vaikutusta jyväsadon typpipitoisuuteen. Muutamassa kokeessa Didin kohotti typpipitoisuut-

Taulukko 2. Ohran jyväsato Didin-kokeessa Ojaisten savimaalla kesällä 1984, kg/ha, 85 % kuiva-ainetta. Naudan lietelannan levitysmäärä oli 50 m³/ha.

Levitys- aika	Levitys- tapa	Didin-määrä, kg/ha		PME (P=0,05)
		0	30	
15. 9.1983	pinta	2150	2810	600
"	sijoitus	2200	3500	330
25.11.1983	pinta	3050	3020	770
13. 4.1984	pinta	2050	1780	530
16. 5.1984	pinta	3430	3310	300
"	sijoitus	3650	3630	245
lannoittamaton		2120	-	
250 kg Ytr/ha keväällä		3690	-	
500 kg Ytr/ha keväällä		3480	-	

Taulukko 3. Ohran jyvien typenotto Didin-kokeessa Ojaisten savimaalla kesällä 1984, kg/ha.

Levitys- aika	Levitys- tapa	Didin-määrä, kg/ha		PME (P=0,05)
		0	30	
15. 9.1983	pinta	35	45	13
"	sijoitus	34	54	5
25.11.1983	pinta	48	46	12
13. 4.1984	pinta	34	29	10
16. 5.1984	pinta	53	51	5
"	sijoitus	55	57	6
lannoittamaton		33	-	
250 kg Ytr/ha keväällä		56	-	
500 kg Ytr/ha keväällä		60	-	

Taulukko 4. Ohran jyvien typpipitoisuus Didin-kokeessa Ojaisten savimaalla kesällä 1984, mg/g.

Levitys- aika	Levitys- tapa	Didin-määrä, kg/ha		PME (P=0,05)
		0	30	
15. 9.1983	pinta	19,1	18,6	1,5
"	sijoitus	18,4	18,0	1,3
25.11.1983	pinta	18,4	17,9	1,3
13. 4.1984	pinta	19,3	19,2	0,5
16. 5.1984	pinta	18,1	18,0	0,2
"	sijoitus	17,7	18,6	1,0
lannoittamaton		18,4	-	-
250 kg Ytr/ha keväällä		18,0	-	-
500 kg Ytr/ha keväällä		20,4	-	-

Taulukko 5. Ohran jyväsato Didin-kokeessa Ojaisten savimaalla kesällä 1985, kg/ha, 85 % kuiva-ainetta. Naudan lietelannan levitysmäärä oli 50 m³/ha.

Levitys- aika	Levitys- tapa	Didin-määrä, kg/ha			HSD (P=0,05)
		0	13	26	
7. 9.1984	pinta	1410	1520	1970	350
"	sijoitus	1780	2350	2150	400
20.12.1984	pinta	1860	2030	2070	260
16. 5 1985	pinta	3130	3190	2870	420
24. 5.1985	pinta	2770	-	-	
"	sijoitus	3260	-	-	
lannoittamaton		1590	-	-	

Taulukko 6. Ohran jyvien typenotto Didin-kokeessa Ojaisten savimaalla kesällä 1985, kg/ha.

Levitys- aika	Levitys- tapa	Didin-määrä, kg/ha			HSD (P=0,05)
		0	13	26	
7. 9.1984	pinta	22	23	32	9
"	sijoitus	29	38	33	8
20.12.1984	pinta	30	33	33	5
16. 5 1985	pinta	49	50	44	7
24. 5.1985	pinta	45	-	-	
"	sijoitus	50	-	-	
lannoittamaton		26	-	-	

Taulukko 7. Ohran jyvien typpipitoisuus Didin-kokeessa Ojaisten savimaalla kesällä 1985, mg/g.

Levitys- aika	Levitys- tapa	Didin-määrä, kg/ha			HSD (P=0,05)
		0	13	26	
7. 9.1984	pinta	18,7	17,9	19,1	3,2
"	sijoitus	19,0	18,9	18,1	1,9
20.12.1984	pinta	19,2	19,3	19,0	1,4
16. 5 1985	pinta	18,6	18,5	18,1	1,0
24. 5.1985	pinta	19,0	-	-	
"	sijoitus	18,0	-	-	
lannoittamaton		19,0	-	-	

Taulukko 8. Ohran jyväsato Didin-kokeessa Ojaisten savimaalla kesällä 1986, kg/ha, 85 % kuiva-ainetta. Naudan lietelannan levitysmäärä oli 67 m³/ha.

Levitys- aika	Levitys- tapa	Didin-määrä, kg/ha			HSD (P=0,05)
		0	11	22	
12. 9.1985	pinta	1290	1670	1970	330
"	sijoitus	1570	2090	2220	240
5.12.1985	pinta	1580	1680	1680	300
9. 5.1986	pinta	2430	2580	2440	140
19. 5.1986	pinta	1940	-	-	
"	sijoitus	2290	-	-	
lannoittamaton		1250	-	-	

Taulukko 9. Ohran jyvien typenotto Didin-kokeessa Ojaisten savimaalla kesällä 1986, kg/ha.

Levitys- aika	Levitys- tapa	Didin-määrä, kg/ha			HSD (P=0,05)
		0	11	22	
12. 9.1985	pinta	23	30	36	5
"	sijoitus	28	39	43	5
5.12.1985	pinta	27	29	29	5
9. 5.1986	pinta	49	50	49	3
19. 5.1986	pinta	39	-	-	
"	sijoitus	46	-	-	
lannoittamaton		22	-	-	

Taulukko 10. Ohran jyvien typpipitoisuus Didin-kokeessa Ojaisten savimaalla kesällä 1986, mg/g.

Levitys- aika	Levitys- tapa	Didin-määrä, kg/ha			HSD (P=0,05)
		0	11	22	
12. 9.1985	pinta	20,8	20,9	21,3	1,6
"	sijoitus	20,6	21,9	22,7	1,3
5.12.1985	pinta	20,2	20,4	20,0	1,2
9. 5.1986	pinta	23,8	22,6	23,4	0,7
19. 5.1986	pinta	23,3	-	-	
"	sijoitus	23,7	-	-	
lannoittamaton		21,1	-	-	

Taulukko 11. Ohran jyväsato Didin-kokeessa Rehtijärven hiekkamaalla kesällä 1986, kg/ha, 85 % kuiva-ainetta. Naudan liettelannan levitysmäärä oli 67 m³/ha.

Levitys- aika	Levitys- tapa	Didin-määrä, kg/ha			HSD (P=0,05)
		0	11	22	
12. 9.1985	pinta	2760	3120	3220	530
"	sijoitus	3200	3540	3310	230
5.12.1985	pinta	2810	2880	2950	420
9. 5.1986	pinta	3650	3770	3640	660
19. 5.1986	pinta	3490	-	-	
"	sijoitus	3770	-	-	
lannoittamaton		2350	-	-	
250 kg Ytr/ha keväällä		3670	-	-	
500 kg Ytr/ha keväällä		3840	-	-	

Taulukko 12. Ohran jyvien typenotto Didin-kokeessa Rehtijärven hiekkamaalla kesällä 1986, kg/ha.

Levitys- aika	Levitys- tapa	Didin-määrä, kg/ha			HSD (P=0,05)
		0	11	22	
12. 9.1985	pinta	46	51	53	12
"	sijoitus	51	64	58	12
5.12.1985	pinta	44	45	47	7
9. 5.1986	pinta	65	67	62	16
19. 5.1986	pinta	65	-	-	
"	sijoitus	68	-	-	
lannoittamaton		34	-	-	
250 kg Ytr/ha keväällä		61	-	-	
500 kg Ytr/ha keväällä		75	-	-	

Taulukko 13. Ohran jyvien typpipitoisuus Didin-kokeessa Rehtijärven hiekkamaalla kesällä 1986, mg/g.

Levitys- aika	Levitys- tapa	Didin-määrä, kg/ha			HSD (P=0,05)
		0	11	22	
12. 9.1985	pinta	19,7	19,4	19,5	2,1
"	sijoitus	18,8	21,4	20,5	3,3
5.12.1985	pinta	18,3	18,3	18,8	2,4
9. 5.1986	pinta	21,1	20,9	20,0	2,5
19. 5.1986	pinta	21,9	-	-	
"	sijoitus	21,3	-	-	
lannoittamaton		17,2	-	-	
250 kg Ytr/ha keväällä		19,6	-	-	
500 kg Ytr/ha keväällä		22,8	-	-	

Taulukko 14. Ohran jyväsato Didin-kokeessa Ojaisten savimaalla kesällä 1987, kg/ha, 85 % kuiya-ainetta. Naudan lietelannan levitysmäärä oli 67 m³/ha.

Levitys- aika	Levitys- tapa	Didin-määrä, kg/ha			HSD (P=0,05)
		0	11	22	
29. 9.1986	pinta	1540	2040	2230	390
"	sijoitus	1890	2430	2690	460
12.12.1986	pinta	2200	2210	2460	410
19. 5 1987	pinta	2690	3360	3250	390
26. 5.1987	pinta	2830	-	-	
"	sijoitus	3660	-	-	
lannoittamaton		1550	-	-	
250 kg Ytr/ha keväällä		3330	-	-	
500 kg Ytr/ha keväällä		3920	-	-	

Taulukko 15. Ohran jyvien typenotto Didin-kokeessa Ojaisten savimaalla kesällä 1987, kg/ha.

Levitys- aika	Levitys- tapa	Didin-määrä, kg/ha			HSD (P=0,05)
		0	11	22	
29. 9.1986	pinta	21	29	31	8
"	sijoitus	27	33	38	8
12.12.1986	pinta	31	31	37	8
19. 5 1987	pinta	39	53	47	11
26. 5.1987	pinta	40	-	-	
"	sijoitus	56	-	-	
lannoittamaton		22	-	-	
250 kg Ytr/ha keväällä		52	-	-	
500 kg Ytr/ha keväällä		66	-	-	

Taulukko 16. Ohran jyvien typpipitoisuus Didin-kokeessa Ojaisten savimaalla kesällä 1987, mg/g.

Levitys- aika	Levitys- tapa	Didin-määrä, kg/ha			HSD (P=0,05)
		0	11	22	
29. 9.1986	pinta	15,9	16,4	16,2	1,8
"	sijoitus	16,5	15,8	16,6	1,8
12.12.1986	pinta	16,6	16,4	17,4	1,8
19. 5 1987	pinta	16,8	18,4	17,1	2,8
26. 5.1987	pinta	16,6	-	-	
"	sijoitus	17,9	-	-	
lannoittamaton		16,4	-	-	
250 kg Ytr/ha keväällä		18,3	-	-	
500 kg Ytr/ha keväällä		20,0	-	-	

Taulukko 17. Ohran jyväsato Didin-kokeessa Rehtijärven hiekkamaalla kesällä 1987, kg/ha, 85 % kuiva-ainetta. Naudan lietelannan levitysmäärä oli 67 m³/ha.

Levitys- aika	Levitys- tapa	Didin-määrä, kg/ha			HSD (P=0,05)
		0	11	22	
29. 9.1986	pinta	2210	2530	2600	920
"	sijoitus	2590	2590	2590	300
12.12.1986	pinta	2490	2540	2500	280
19. 5 1987	pinta	2860	3030	2920	540
26. 5.1987	pinta	2920	-	-	
"	sijoitus	2840	-	-	
lannoittamaton		2010	-	-	
250 kg Ytr/ha keväällä		2840	-	-	
500 kg Ytr/ha keväällä		2820	-	-	

Taulukko 18. Ohran jyvien typenotto Didin-kokeessa Rehtijärven hiekkamaalla kesällä 1987, kg/ha.

Levitys- aika	Levitys- tapa	Didin-määrä, kg/ha			HSD (P=0,05)
		0	11	22	
29. 9.1986	pinta	37	43	46	16
"	sijoitus	46	47	46	5
12.12.1986	pinta	40	43	41	7
19. 5 1987	pinta	47	52	51	9
26. 5.1987	pinta	52	-	-	
"	sijoitus	50	-	-	
lannoittamaton		33	-	-	
250 kg Ytr/ha keväällä		43	-	-	
500 kg Ytr/ha keväällä		50	-	-	

Taulukko 19. Ohran jyvien typpipitoisuus Didin-kokeessa Rehtijärven hiekkamaalla kesällä 1987, mg/g.

Levitys- aika	Levitys- tapa	Didin-määrä, kg/ha			HSD (P=0,05)
		0	11	22	
29. 9.1986	pinta	19,8	20,1	20,9	2,7
"	sijoitus	20,9	21,4	21,1	1,5
12.12.1986	pinta	19,1	19,8	19,3	1,4
19. 5 1987	pinta	19,6	20,3	20,8	1,1
26. 5.1987	pinta	20,7	-	-	
"	sijoitus	20,6	-	-	
lannoittamaton		19,1	-	-	
250 kg Ytr/ha keväällä		17,2	-	-	
500 kg Ytr/ha keväällä		20,9	-	-	

ta, mutta myös päinvastaista ilmeni. Jyväskylän ottamaa typpimäärää Didin kohotti suunnilleen samalla tavalla kuin jyväskylän määrää.

Taulukossa 20 esitetään eri vuodenaikoina lietalannan seassa levitetyn Didinin arvo keväällä annettuun typpilannoitteesen verrattuna. Suurin vaikutus Didinillä oli yleensä syyskuussa sijoitetun lietalannan ohella, mutta satovuosina 1986 ja 1987 myös keväällä annetulla pienemmällä Didin-määrällä näytti olevan selvä teho. Parhaimmillaan, syksyllä sijoitetun lietalannan ohella vuonna 1986, kilo Didiniä vastasi 2,6 kiloa keväällä levitettyä tyyppiä. Keskimäärin syksyllä sijoitetun lietalannan ohella annetun pienemmän Didin-annoksen arvo keväällä levitettyyn tyyppiin verrattuna oli kuitenkin huomattavasti vähäisempi; noin 1,5 kg tyyppiä/kg Didin.

Taulukko 20. Kenttäkokeiden ohran jyväskylän perusteella laskettu Didinin arvo verrattuna keväällä levitetyn väkilannoitetyypin arvoon, kg/kg. Kokeissa 1985 Ojainen ja 1986 Ojainen kuitenkin verrattuna keväällä levitetyn lietalannan tyyppin arvoon.

levitys- aika	levitys- tapa	1984	1985		1986	
		Ojainen	Ojainen		Ojainen	
			Didin, kg/ha			
		30	13	26	11	22
syyskuu	pinta	0,5	0,1	0,3	1,2	0,9
"	sijoitus	1,2	0,8	0,3	2,6	1,9
marras-joulu	pinta	0	0,3	0,2	0,5	0,2
huhti-touko	pinta	0	0,4	0	1,6	0,1

Taulukko jatkuu seuraavalla sivulla

Taulukko 20 jatkuu

levitys- aika	levitys- tapa	1986		1987		1987	
		Rehtijärvi		Ojainen		Rehtijärvi	
		Didin, kg/ha					
		11	22	11	22	11	22
syyskuu	pinta	1,2	0,7	1,0	0,7	1,5	0,9
"	sijoitus	1,5	0,2	1,2	1,0	0	0
marras-joulu	pinta	0,2	0,2	0	0,3	0,3	0
huhti-touko	pinta	0,9	0	2,1	0,9	1,8	0,5

Didinin vaikutus vaihteli hyvin paljon eri koevuosina. Sato-
vuotta 1986, jolloin syksyllä annetun Didinin vaikutus oli
suuri, edelsi keskimääräistä vähäsateisempi ja kylmempi syk-
sy, jolloin myös pysyvä lumipeite tuli hyvin varhain. Sato-
vuotta 1985, jolloin syksyllä levitetyn Didinin vaikutus oli
melko pieni, edelsi puolestaan keskimääräistä huomattavasti
lämpimämpi ja sateisempi syksy.

Ohran satotulosten perusteella levitysaika ja -tapa vaikut-
tivat liettelannan tehoon eri tavalla Ojaisten savimaalla ja
Rehtijärven hiekkamaalla. Kun kunakin koevuonna lannoitta-
mattoman koejäsenen sato merkitään 100:ksi, olivat satojen
keskiarvojen suhdeluvut seuraavat (2 koetta/paikka):

	Ojainen 1986-1987	Rehtijärvi 1986-1987
syksy pintalev.	101	114
syksy sijoitus	124	133
kevät pintalev.	169	147
kevät sijoitus	210	151
lannoittamaton sato, kg/ha	1400	2180

Lietelannan syyslevitys antoi Rehtijärven hiekkamaalla paremman tuloksen kuin Ojaisten savimaalla siitäkin huolimatta, että lannoittamattoman koejäsenen sato oli Rehtijärvellä melko suuri. Kevätlevityksessä tilanne oli päinvastainen; Ojaisten savimaalla lietelannalla saatiin huomattavasti suuremmat suhteelliset sadonlisäykset kuin Rehtijärven hiekkamaalla.

Lietelannan sijoituksen etu pintalevitykseen verrattuna oli kaikki kokeet huomioonottaen syyskuun levityksissä keskimäärin 310 kg/ha ohran jyviä (85 % k.a.) ja kevätlevityksessä 350 kg/ha. Ojaisten savimaalla sijoituksen etu pintalevitykseen verrattuna oli syyslevityksessä satovuosina 1986 ja 1987 keskimäärin 320 kg/ha ja kevätlevityksessä 590 kg/ha. Rehtijärven hiekkamaalla sijoituksen etu oli vastaavina vuosina syyslevityksessä keskimäärin 410 kg/ha ja kevätlevityksessä 100 kg/ha. Sijoituksella saadut sadonlisäykset ovat varsin suuria, sillä satokäyriltä arvioituina ne vastasivat keväällä levitettyä typpeä seuraavasti (kg N/ha):

	syyslevitys	kevätlevitys
Ojainen 1984	1	11
Ojainen 1985	5	29
Ojainen 1986	15	27
Rehtijärvi 1986	19	19
Ojainen 1987	7	34
Rehtijärvi 1987	29	< 0

Sijoituksen epäedullinen vaikutus Rehtijärven kokeessa vuonna 1987 ei sekään ole todellista vaan johtunee siitä, että satokäyrä oli jo laskussa (vertaa verrannekoejäsenien sadot taulukossa 17).

Maan mineraalityppi

Syyskuussa lietelannan saaneiden koejäsenien maan mineraalityypen määrä keväällä satovuosina 1985-1987 on esitetty taulukoissa 21-25. Tuloksista käy ilmi, että Didin-lisäys säilytti lietelannan tyyppiä tutkituissa maakerroksissa. Didin-käsittely säilytti nimenomaan ammoniumtyyppiä maan muokkauskerroksessa (0-20 cm). Rehtijärven hiekkamaalla Didin-käsittely kohotti ammoniumtyypin määrää myös 20-40 cm:n syvyydessä, mutta missään kokeessa Didinillä ei ollut selvää vaikutusta ammoniumtyypin määrään tätä syvenmällä. Syvimmän tutkitun maakerroksen sisältämät ammoniumtyppimäärät olivat kaikissa lieteruuduissa samaa tasoa kuin kokonaan lannoittamattomissa ruuduissa.

Taulukko 21. Maan mineraalityypin määrä, kg/ha muokkauskerroksessa (0-20 cm) Didin-kokeessa Ojaisten savimaalla 28.5.1985. Naudan lietelantaa oli levitetty 50 m³/ha 7.9.1984.

Didin-määrä, kg/ha	Levitystapa	Ammoniumtyppi	Nitraattityppi	Yhteensä
0	pinta	5	17	22
26	"	6	18	24
0	sijoitus	6	19	25
26	"	16	29	45
Lannoittamaton		6	14	20

Didinin vaikutus maan nitraattityypin määrään ei ollut niin selväpiirteinen kuin sen vaikutus maan ammoniumtyypin, etenkin Ojaisten savimaalla. Rehtijärven hiekkamaan kokeessa

Taulukko 22. Maan mineraalitiypen määrä, kg/ha eri maakerroksissa (0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm ja 0-60 cm)
 Didin-kokeessa Ojaisten savimaalla 14.5.1986. Naudan lietelantaa oli levitetty 67 m³/ha 12.9.1985.

Didin-määrä lietteen ohella, kg/ha	Lietteen levitys- tapa	Nitraattityppi				Ammoniumtyppi				Yhteensä			
		0-20	20-40	40-60	0-60	0-20	20-40	40-60	0-60	0-20	20-40	40-60	0-60
0	pinta	11	7	3	21	3	2	1	6	14	9	4	27
22	"	13	8	2	23	6	5	1	12	19	12	4	35
0	sijoitus	13	7	3	23	3	2	1	7	17	9	5	31
22	"	17	7	3	27	12	3	1	17	29	10	4	43
Lannoittamaton		9	6	2	17	3	3	2	8	12	9	3	24

Taifuikko 23. Maan mineraalitiypen määrä, kg/ha eri maakerroksissa (0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm ja 0-60 cm) Didin-kokeessa Rehti-järven hiekkamaalla 19.5.1986. Naudan lietelantaa oli levitetty 67 m³/ha 12.9.1985.

Didin-määrä Lietteen ohella, kg/ha	Lietteen levitys- tapa	Nitraattityppi				Ammoniumtyppi				Yhteensä			
		0-20	20-40	40-60	0-60	0-20	20-40	40-60	0-60	0-20	20-40	40-60	0-60
0	pinta	9	9	10	28	4	4	1	9	13	13	11	36
22	"	10	6	6	21	8	15	4	27	17	20	10	48
0	sijoitus	9	10	8	28	4	3	2	8	13	13	10	36
22	"	11	7	4	21	9	30	4	42	20	37	7	63
Lannoittamaton		8	7	3	17	6	3	4	13	14	10	7	31

Taulukko 24. Maan mineraalitiypen määrä, kg/ha eri maakerroksissa (0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm ja 0-60 cm)
 Didin-kokeessa Ojaisten savimaalla 12.5.1987. Naudan lietelantaa oli levitetty 67 m³/ha 29.9.1986.

Didin-määrä lietteen ohella, kg/ha	Lietteen levitys- tapa	Nitraattityppi				Ammoniumtyppi				Yhteensä			
		0-20	20-40	40-60	0-60	0-20	20-40	40-60	0-60	0-20	20-40	40-60	0-60
0	pinta	7	5	3	14	6	2	1	8	12	6	4	23
11	"	7	5	4	17	9	5	2	15	16	10	6	32
22	"	6	5	4	15	18	2	2	22	24	7	5	37
0	sijoitus	11	5	5	21	9	2	1	12	20	7	6	33
11	"	15	6	6	27	12	2	1	15	26	8	7	41
22	"	9	6	4	18	31	4	1	36	40	9	5	54
Lannoittamaton													
		5	4	3	12	4	1	1	7	9	5	4	19

Taulukko 25. Maan mineraalitiypen määrä, kg/ha eri maakerroksissa (0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm ja 0-60 cm) Didin-kokeessa Rehtijärven hiekkamaalla 8.5.1987. Naudan lietelantaa oli levitetty 67 m³/ha 29.9.1986.

Didin-määrä lietteen ohella, kg/ha	Lietteen levitys- tapa	Nitraattityppi				Ammoniumtyppi				Yhteensä			
		0-20	20-40	40-60	0-60	0-20	20-40	40-60	0-60	0-20	20-40	40-60	0-60
0	pinta	11	14	9	34	5	4	1	10	16	17	10	43
11	"	10	6	5	22	26	13	2	41	36	19	7	63
22	"	8	6	6	21	25	10	2	37	33	17	8	58
0	sijoitus	11	14	10	34	20	11	2	33	30	25	12	67
11	"	11	10	6	26	37	26	2	65	48	36	8	91
22	"	9	7	5	21	24	12	2	37	33	18	7	58
Lannoittamaton		7	6	4	17	4	3	2	9	11	9	6	27

Didin esti kuitenkin selvästi nitraattitypen määrän kohoamisen syvemmissä maakerroksissa. Erityisen selvä tämä ilmiö oli kevään 1987 määrittelyssä (Taulukko 25).

3.2. Astiakokeet

Astiakokeiden tuloksista käy ilmi, että Didin hidasti liette-
lannan ammoniumtypen hapettumista molempina koevuosina (Taulukot 26 ja 27). Vielä syyskuun lopulla levitetyn pelkän lietteen tyyppi hapettui käytännöllisesti katsoen kokonaan nitraatiksi ennen roudan tuloa. Suurimmilla Didin-määrillä tämä voitiin estää, ja syksyn edistyessä yhä pienempi määrä Didiniä riitti vähentämään nitrifioitumista.

Taulukko 26. Ammoniumtypen osuus, % maan mineraalitypen kokonaisuudesta Didin-astiakokeessa 10.1.1985. Lietteiden määrä oli 3 dl/astia. Tuloksista on vähennetty lietteellä käsittelemättömän maan sisältämä typpimäärä.

Didin-määrä mg/l lietettä	osakokeen perustamisaika syksyllä 1984			
	21.8.	21.9.	21.10.	21.11.
0	0	0	25	91
222	59	83	100	100
444	76	97	100	100
667	100	100	100	100

Taulukko 27. Ammoniumtyypen osuus, % maan mineraalityypen kokonaisuudesta Didin-astiakokeessa 14.1.1986. Lietteen määrä oli 2 dl/astia. Tuloksista on vähennetty lietteellä käsittelemättömän maan sisältämä typpimäärä.

Didin-määrä mg/l lietettä	osakokeen perustamisaika syksyllä 1985				
	26.8.	16.9.	8.10.	29.10.	19.11.
0	2	5	19	89	86
200	5	45	68	100	100
400	33	100	81	100	100
600	64	84	100	100	100

Tuloksissa on nähtävissä myös koevuosien välinen, sään aiheuttama ero. Lokakuun lopussa 1985 levitetyn pelkän lietelannan tyyppi säilyi varsin hyvin (89 % ammoniummuodossa), mutta edellisena syksynä 21.10. levitetyn lietelannan tyyppi huonosti (25 % ammoniummuodossa). Syksyllä 1984 oli lähes kuukauden mittainen lämpöaalto lokakuun puolivälistä lähtien, jolloin maan lämpötila 20 cm:n syvyydessä kohosi jopa yli 7⁰C (Liite 2). Syksyllä 1985 maan lämpötila taas laski alle 5⁰C:n jo 26.10. ja pysyi alhaisena koko loppusyksyn.

4. Tulosten tarkastelu

Tehdyt kokeet osoittavat, että Didin säilyttää syksyllä levitetyn lietelannan tyyppiä maassa ja sen vaikutus näkyy myös kohoavana ohrasatona. Tulokset vastaavat kirjallisuuden tietoja (AMBERGER 1981, AMBERGER ym. 1982a, 1982b, GÖRLITZ 1983, KJELLERUP 1985, 1986, 1987).

Paras vaikutus Didinillä oli yleensä syyskuussa sijoitetun lietelannan ohella annettuna, mikä onkin ymmärrettävää, sillä sijoitetusta lietelannasta ammoniumtyyppiä ei voi myöskään haihtua. Pintaan levitetyn lietelannan tyypestä Didin voi suojata vain osan, sillä osa joutuu hukkaan haihtumalla. Aivan viimeaikaisten havaintojen mukaan Didin kiihdyttää ammoniumtyypin haihtumista maan pintaan levitetystä ureaperäisestä lannoitteesta hyvin huomattavasti, mikä edelleen vahvistaa sijoituksen ja Didinin käytön positiivista yhdysvaikutusta (PRAKASA ja PUTTANNA 1987).

Verrattuna syyskuun levityksiin Didinillä oli marras-joulukuun levityksissä vain vähäinen vaikutus ohrasatoon. Didinin huono teho myöhäissyksyllä johtuu siitä, että tällöin levitetyn lannan ammoniumtyyppi säilyy varsin hyvin ilman Didiniäkin. Tämä voitiin todeta astiakokeissa. Marras-joulukuussa pintaan levitetty liete antoi myös poikkeuksetta suuremman ohrasadon kuin syyskuussa pintaan levitetty liete.

Muutamassa kokeessa Didinillä saatiin sadonlisäyksiä myös keväällä levitetyn lietelannan ohessa annettuna. Suurin vaikutus keväällä annetulla Didinillä oli satovuonna 1987. Syynä ilmiöön lienee kesän poikkeuksellinen viileys, jolloin ohran kasvukin oli normaalista huomattavasti myöhässä (puinti 21.-22. 9.). Didin lienee tällöin estänyt tyyppien kesäaikaista huuhtoutumista (MASON 1987). Se, että keväällä annetun Didinin vaikutus oli Ojaisten savimaalla jopa suurempi kuin Rehtijärven hiekkamaalla antaa tosin aihetta olettaa, että Didinillä saattoi olla merkitystä myös denitrifikaation estäjänä (VILSMEIER ja AMBERGER 1982).

Joissakin kokeissa keväällä lietelannan ohella annettu Didin näytti hieman alentavan ohran satoa. Disyandiamidin onkin eräissä kokeissa todettu heikentävän viljelykasvien varhaiskehitystä (MASON 1987). Sama ilmiö havaittiin myös tämän tutkimuksen alustavissa astiakokeissa raiheinällä. Didinin haittavaikutus tosin myös hävisi näissä astiakokeissa nopeasti,

ilmeisesti sen hajoamisen edistyessä. Disyandiamidin lyhytaikainen haittavaikutus on kuitenkin syytä ottaa huomioon, jos sitä aiotaan käyttää keväällä.

Syyskuussa lietelannan ohella annetun Didinin teho vaihteli eri vuosina. Vaihtelun voidaan päätellä johtuvan syksyn säästä. Paras teho Didinillä oli suhteellisen kylmänä ja vähäsateisena syksynä 1985. Tällöin Didinin teho kesti pidempään kuin muina syksyinä, eikä se itse huuhtoutunut. Tavallista lämpimämpänä syksynä 1984 Didinin teho taas jäi heikoksi. BOCKin ym. (1981) mukaan Didinin teho on parhaimmillaan viilleissä ja vähäsateisissa olosuhteissa.

Etelä-Suomen oloissa Didinillä voidaan koetulosten perusteella saada hyötyä aina marraskuun alkuun levitettävän lietelannan ohella. Kokeissa käytetty pienempi Didin-määrä (11-13 kg/ha) osoittautui suurempaa määrää (22-26 kg/ha) kannattavammaksi. Nykyisin maassamme suositeltu käyttömäärä, 15 kg/ha näyttää näidenkin koetulosten mukaan perustellulta.

Didinin ei todettu vaikuttavan Rehtijärven hiekkamaalla paremmin kuin Ojaisten savimaalla, vaikka näin voisi olettaa ja kirjallisuuskin viittaa tähän (GÖRLIZT 1983, DE LA LANDE CREMER 1986). Syynä saattaa olla Didinin huuhtoutuminen karkeasta maasta (BOCK ym. 1981). Toisaalta tuloksissa on erikoista myös se, että syksyllä levitetyllä lietelannalla saatiin Rehtijärven hiekkamaalla selvästi suuremmat sadonlisäykset kuin Ojaisten savimaalla. Tulos antaa aihetta pohtia denitrifikaation osuutta lietelannan typen häviötapana oloissamme entistä perusteellisemmin.

Sijoituksella osoittautui olevan hyvin suuri vaikutus lietelannan tehoon. Erityisen suuri vaikutus lietelannan sijoituksella syksyllä oli Rehtijärven hiekkamaalla, jossa se pinta-levitykseen verrattuna satokäyrältä arvioituna vastasi keskimäärin 24 kg keväällä levitettyä lannoitetyyppeä/ha. Samoina koevuosina sijoituksen etu pinta-levitykseen verrattuna syksyllä oli Ojaisten savimaalla 11 kg N/ha. Keväällä sijoituksella taas näytti olevan suurempi vaikutus Ojaisten savimaalla kuin Rehtijärven hiekkamaalla. Eri vuodenaikoina pin-

taan levitetyn ja sijoitetun lietelannan tehoa ei ole maasamme eikä juuri muuallakaan vertailtu tätä ennen erilaisilla maalajeilla.

Maa-analyysien perusteella voidaan päätellä, että Didin vähentää syksyllä leviteyn lietelannan tyyppien huuhtoutumista salaojiin ja sitä kautta vesistöihin sekä myös pohjavesiin. Didin lienee tästä syystä edullinen ympäristön kannalta myös Suomen oloissa.

Didinin käytön kannattavuutta voidaan arvioida vertaamalla sillä saatua sadonlisäystä keväällä levitettyllä lannoitetyypellä saatuun sadonlisäykseen. Parhaimmillaan tämä korvauskerroin (kg N/kg Didin) oli lietelannan syyslevityksessä 2,6, mutta keskimäärin luokkaa 1,5. Kun Didin on kiloa kohden hinnaltaan 3-4-kertaa Y-lannoitteiden sisältämää tyyppiä kalliimpaa, ei sen käyttö ohranviljelyssä näytä kannattavalta.

Didin on kuitenkin erittäin lupaava aine, eikä tämä tutkimus tyrmää sen käyttöä. Estäessään nitraatin huuhtoutumista se eittämättä suojelee ympäristöä, ja voitaisiin ajatella, että Didinin käyttöä tuettaisiin ympäristönsuojeluvaroilla. Edelleen on syytä tutkia Didinin teho muilla viljelykasveilla, mm. nurmella ja juurikasveilla. DE LA LANDE CREMERIN (1986) tutkimukset viittaavat siihen, että Didinin käyttö olisi kannattavinta nimenomaan juurikasvien viljelyssä. GÖRLITZIN ym. (1983) mukaan taas syysviljat hyötyvät syksyllä lietelannan ohella annetusta Didinistä poikkeuksellisen hyvin. Didinin vaikutusta olisi myös syytä tutkia naudan lietelantaa väkevämmillä lantalajeilla: lietemäisillä sian, kanan ja turkiseläinten lannoilla. Tässä tutkimuksessa naudan lietelannassa annettiin maahan liukoista tyyppiä 52-84 kg/ha, mutta Didinillä saattaa olla potentiaalia suurempienkin typpimäärien säilyttämiseen.

5. Kirjallisuusluettelo

- AMBERGER, A. 1968. Wirkungmechanismus von Dicyandiamid auf den Atmungsstoffwechsel parasitärer Pilze. Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 119: 1-10.
- & GUTSER, R. 1979. Zur N-Wirkung von Rindergülle mit Dicyandiamid zu Weidelgrass. Z. Acker- Pflanzenbau 148: 198-204.
 - & VILSMEIER, K. 1979. Hemmung der Nitrifikation des Güllestickstoffs durch Dicyandiamid. Z. Acker- Pflanzenbau 148: 239-246.
 - 1981. Dicyandiamid (Didin) als Nitrifikationshemmstoff. Bayerisches Landw. Jahrbuch 7/81: 845-853.
 - 1982. Gülle - ein schlechtgenutzter Dünger. DLG-Mitt. 2/1982: 78-80.
 - GUTSER, R. & VILSMEIER, K. 1982a. N-Wirkung von Rindergülle bzw. Jauche mit Dicyandiamid in Feldversuchen. Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 145: 315-324.
 - GUTSER, R. & VILSMEIER, K. 1982b. N-Wirkung von Rindergülle unter Zusatz von Dicyandiamid bzw. Stroh in Gefäss- und Lysimeterversuchen. Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 145: 337-346.
 - 1985. Economic use of slurry manure on arable land. Veröff. Bundesanst. alpenländische Landw. Gumpenstein 3: 53-59.
- ANON. 1983. Lietevaunujen ryhmäkoetus. VAKOLAn tutkimusselostus 1092: 1-27.
- 1985. SAS User's Guide: Basics. Version 5 Edition. 1290 p. Cary, North Carolina.

- BOCK, B.R., LAWRENCE, J.E. & WILLIAMS, H.M. 1981. Relative mobility of DCD, NH_4 and urea by mass flow in soils. Technical workshop on DCD. Muscle Shoals, Alabama. p. 25-36.
- CHRISTENSEN, S. 1983. Nitrous oxide emission from a soil under permanent grass: seasonal and diurnal fluctuations as influenced by manuring and fertilization. Soil Biol. Biochem. 15: 531-536.
- 1985. Denitrification in an acid soil: effects of slurry and potassium nitrate on the evolution of nitrous oxide and on nitratereducing bacteria. Soil Biol. Biochem. 17: 757-764.
- DE LA LANDE CREMER, L.C.N. 1986. Preliminary results with the nitrification inhibitor dicyandiamide (DCD) in The Netherlands. Efficient Land use of Sludge and Manure. p. 7-13. London.
- GÖRLITZ, H. 1983. Untersuchungen zur Anwendung von Nitrifikationsinhibitoren bei der Gülledüngung - Ergebnisse von Feldversuchen. Arch. Acker- Pflanzenbau Bodenkd. 27: 525-534.
- , SCHNEE, M., LINKE, E., HARTBRICH, H.-J. & HEINRICH, L. 1983. Ergebnisse zur Anwendung von DCD als Nitrifizid bei der Gülledüngung in Feldversuchen und unter Produktionsbedingungen. Feldwirtschaft 24: 464-466.
- GUTSER, R. 1981. Gefäss- und Felversuche zur N-Wirkung von Gülle mit Dicyandiamid (Didin). Bayerisches Landw. Jahrbuch 7/81: 872-879.
- HARTMAN, H.D. 1982. Stickstoff und die Qualität von Spinat. Gemüse 4/1982.

- KEMPPAINEN, E. 1984. Karjanlannan ravinnepitoisuus ja syyt sen vaihteluun. SITRA. Biologisen typensidonnan ja ravinnetyypen hyväksikäytön projekti. Julkaisu 11: 1-80.
- 1985. Lietelanta ohran lannoitteena. SITRA. Biologisen typensidonnan ja ravinnetyypen hyväksikäytön projekti. Julkaisu 21: 1-66.
 - 1986. Karjanlannan hoito ja käyttö Suomessa. Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 2/86: 1-102.
- KICK, H.R. & MASSEN, G.G. 1973. Der Einfluss von Dicyandiamid und N-Serve in Verbindung mit Ammoniumsulfat auf Nitrat und Oxalsäuregehalt von Spinat. Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 155: 220-225.
- KJELLERUP, V. 1985. Husdyrgødning og dens anvendelse: inhibitorer, nitrifikationshæmmere. Stat. Planteavlsvfors. Ber. S 1809: 98-104.
- 1986. Nitrogen effect of slurry mixed with nitrification inhibitors. Efficient Land Use of Sludge and Manure. p. 3-6. London.
 - 1987. Gylle og inhibitorer. Stat. Planteavlsvfors. Grøn Viden Landbrug 8/1987: 1-4.
- KUNTZE, H. & SCHEFFER, B. 1981 Möglichkeiten zur Verminderung des Stickstoff-Austrages in die Gewässer. Bayerisches Landw. Jahrbuch 7/81: 858-865.
- MASON, M.G. 1987. Effects of dicyandiamide (a nitrification inhibitor) on leaching of nitrogen and growth of cereals. Austr. J Exp. Agric. 27: 127-133.
- PRAKASA RAO, E.V.S. & PUTTANNA, K. 1987. Nitrification and ammonia volatilization losses from urea and dicyandiamide-treated urea in a sandy loam soil. Plant and Soil 97: 201-206.

SOLANSKY, S. 1981. SKW-Didin Stickstoffstabilisator, Versuchsergebnisse und Anwendungsempfehlungen. Bayerisches Landw. Jahrbuch 7/81: 879-891.

- 1982. Neue Möglichkeit, die Stickstoff-Wirkung der Gülle zu kontrollieren. Die Zuckerrübe 4/1982.

STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. 1960. Principles and Procedures of Statistics. 481 p. New York.

VILSMEIER, K. 1981. Modellversuche zur nitrifikationshemmenden Wirkung von Dicyandiamid (Didin). Bayerisches Landw. Jahrbuch 7/81: 853-857.

- & AMBERGER, A. 1982. Umsatz von ^{15}N -Harnstoff und ^{15}N -Ammonsulfatsalpeter mit Zusatz von Dicyandiamid unter anaeroben Bedingungen im Boden. Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 145: 557-560.

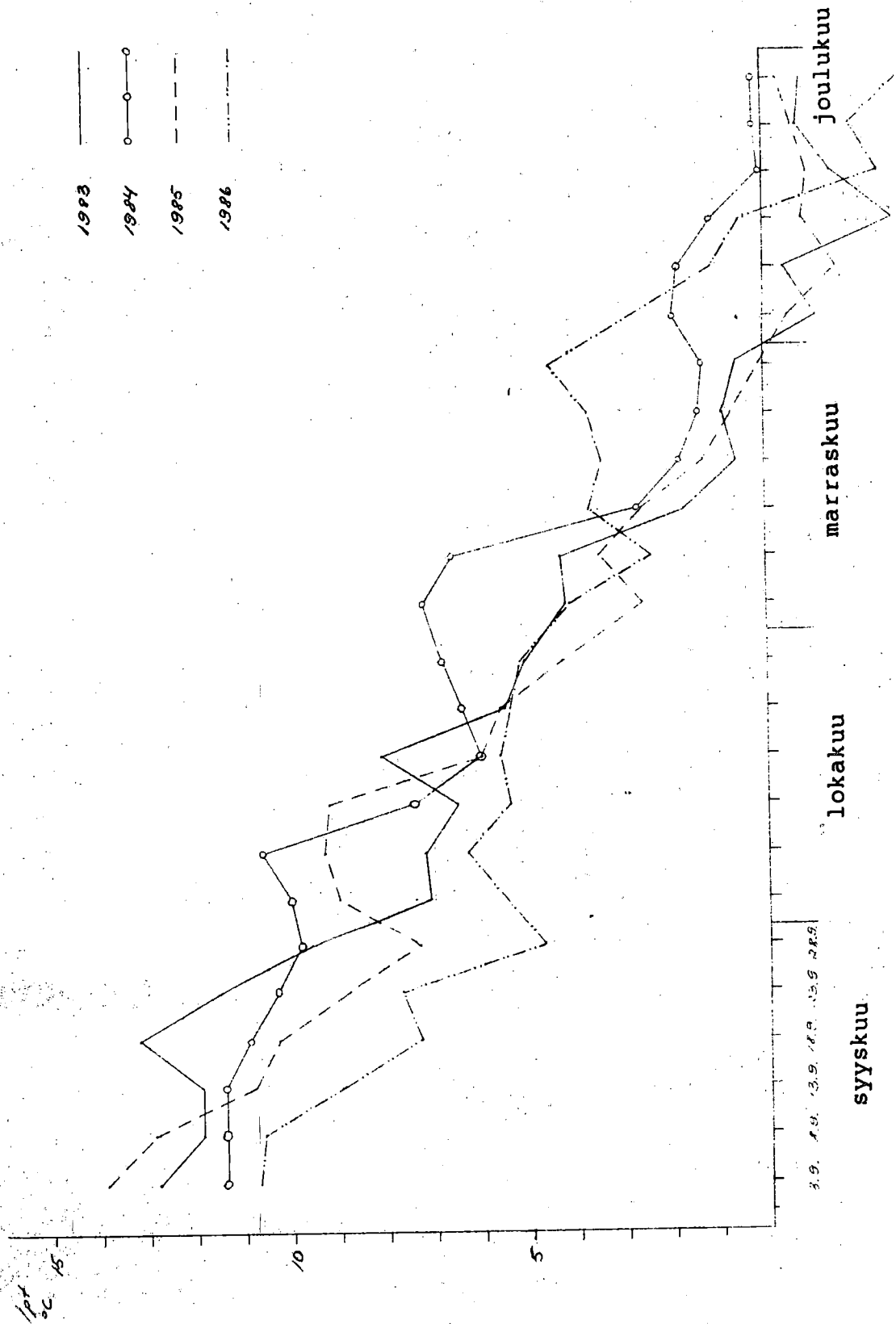
- & AMBERGER, A. 1987. Zur nitrifikationshemmenden Wirkung von Dicyandiamid zu Gülle in der Zeit Zwischen Spätherbst und Frühjahr. Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 150: 47-50.

VUORINEN, J. & MÄKITIE, O. 1955. Method of soil testing in use in Finland. Agrogeol. Publ. 63: 1-44.

Liite 1. Säättietoja Jokioisten observatoriosta

	1983	1984	1985	1986	1987	1931-1960
<u>kuukausittainen sademäärä, mm</u>						
toukokuu	44	66	43	52	38	39
kesäkuu	84	113	41	11	81	42
heinäkuu	41	91	55	65	68	70
elokuu	58	69	119	110	83	74
syyskuu	86	77	51	102	120	61
lokakuu	63	99	36	74	43	61
marraskuu	37	57	55	93	38	51
joulukuu	76	40	52	47	36	41
<u>kuukauden keskilämpötila, °C</u>						
toukokuu	11,0	12,6	8,6	10,5	7,6	8,8
kesäkuu	13,3	13,1	13,2	16,3	12,1	13,7
heinäkuu	16,6	14,8	15,3	16,2	14,8	16,2
elokuu	15,0	13,8	15,5	12,9	11,7	14,7
syyskuu	11,0	9,2	8,9	6,4	8,4	9,7
lokakuu	5,4	6,6	6,4	5,2	6,4	4,3
marraskuu	-2,4	0,8	-2,0	3,4	-0,7	-0,1
joulukuu	-3,6	-2,3	-7,0	-8,3	-5,3	-3,5
<u>sademäärä ensimmäisestä lietteen levityksestä</u>						
<u>vuoden loppuun, mm</u>						
	233	260	174	216		
<u>pysyvän lumipeitteen tulopäivämäärä</u>						
	7.12.	27.12.	23.11.	13.12.		
<u>pysyvän lumipeitteen katoaminen aukeilta</u>						
	22.4.	1.5.	16.4.	21.4.		

Liite 2. Maan lämpötila 20 cm:n syvyydessä Jokioisilla syksyinä 1983-1986 pentadien keskiarvojen perusteella piirrettynä



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 tuholaiistorjunnassa. 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 1979-1982. 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 1975-1983. 22 p.
5. KURKI, L. Tomaattilajikkeet ja hiilidioksidin lisäys. Kasvihuonetomaatin viljelylämpötiloista. Kasvihuonekurkun tuentamenetelmien vertailua. Sijoituslannoitus ja kasvualustan ilmastus kasvihuonekurkulla ja tomaatilla. 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 1978-1983. 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 ravinesuhdetta Suomen maala-jeissa. 10 p.
14. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., KERSALO, J. & NORDLUND, A. Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1983. 101 p.
15. MUSTONEN, 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 MTTK:n kiertokoealueilla. Kirjallisuustutkimus ja MTTK: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. I Typpi- ja fosforilisä oljen kompostoinnissa. II Maatalouden jätteet kompostin raaka-aineina. III Kompostin arvo lannoitteena. 52 p.

1985

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1984. 67 p.
2. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., NORDLUND, A. & PILLI-SIHVOLA, Y. Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1984. 127 p.
3. ETTALA, E. Säilörehu Maatalouden tutkimuskeskuksen lypsykarjakoikeissa 1970-luvulla. 270 p.
4. ETTALA, E. Laidun lypsykarjaruokinnassa. 220 p.
5. TUORI, M. & NISULA, H. Ruokintarutiinien merkitys naudoilla. Kirjallisuustutkimus. 38 p.
6. TURTOLA, E. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvin ja lannoitustason vaikutus typen ja fosforin huuhtoutumiseen savimaasta. 43 p.
7. AURA, E. Avomaan vihannesten veden ja typen tarve. Nitrogen and water requirements for carrot, beetroot, onion and cabbage. 61 p.
8. Puutarhaosaston tutkimustuloksia. Taimitarha ja dendrologia. 94 p.
9. KEMPPAINEN, E. Kuivikkeen vaikutus lannan arvoon. Kuivikkeiden ammoniakkin sitomiskyky. 25 p.
10. JAAKKOLA, A., HAKKOLA, H., HIIVOLA, S-L., JÄRVI, A., KÖYLIJÄRVI, J. & VUORINEN, M. Terästeollisuuden kuonat kalkitusaineina. 44 p.
11. JAAKKOLA, A., ETTALA, E., HAKKOLA, H., HEIKKILÄ, R. & VUORINEN, M. Siilinjärven kalkki kalkitusaineena. 53 p.
12. TAKALA, M. Asumajätevesien imeyttäminen maahan ja energiapajun viljely imeytyskentällä. 36 p.
13. JOKINEN, R. & HYVÄRINEN, S. Eri maalajien magnesiumpitoisuus ja sen vaikutus ravinnesuhteisiin Ca/Mg ja Mg/K. 15 p.
14. JUNNILA, S. Rikkakasvien siementen itämislepo. Kirjallisuuskatsaus. 29 p.

15. MÄKELÄ, K. Talven aikana kuolleiden ryhmäruusujen versoissa esiintyvä sienilajisto vuosina 1976-1982. 13 p. + 8 liitettä.
16. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1977-1984. 168 p. + 4 liitettä.
17. SÄKÖ, J. Maatalouden tutkimuskeskuksen puutarhaosastolla Piikkiössä kokeillut ja kokeiltavana olevat omenalajikkeet. Perusrungon merkitys omenapuiden talvehtimisessä 1983-1984.
SÄKÖ, J. & LAURINEN, E. Omenapuiden harjuistutus.
HIIRSALMI, H. & SÄKÖ, J. Mansikan jalostus johtanut tulokseen.
18. ETTALA, E., SUVITIE, M., VIRTANEN, E., PITKÄNEN, T., ZITTING, M., NÄSI, M., TUOMIKOSKI, T. & NISKANEN, M. Metsä- ja maatalouden sivutuotteet lihamullien rehuna. 51 p.
19. MANNER, R. & AALTONEN, T. Pitko-syysvehnä. 6 p. + 27 liitettä.
20. MANNER, R. & AALTONEN, T. Kartano-syysruis. 5 p. + 13 liitettä.
21. ANISZEWSKI, T. Lupiini viljelykasvina. 134 p.
22. HUOKUNA, E., JÄRVI, A., RINNE, K. & TALVITIE, H. Nurmipalkokasvit puhtaana kasvustona ja heinäseoksena. p. 1-12.
HUOKUNA, E. Apilan pahkahomeen esiintymisestä. p. 13-20.
HUOKUNA, E. & HÄKKINEN, S. Englanninraiheinä säilörehunurmissa. p. 21-26.
23. VIRKKUNEN, H., KOMMERI, M., LARPES, E., MICORDIA, A. & LAMPILA, M. Eri säilöntäaineet esikuivatun ja tuoreen säilörehun valmistuksessa sekä kiinteä ja nouseva väkirehun annostus mullien kasvatuksessa. p. 1-32.
VIRKKUNEN, H., KOMMERI, M., SORMUNEN-CRISTIAN, R. & LAMPILA, M. Eri säilöntäaineet nurmirehun säilönnässä. p. 33-45.
24. RISSANEN, H., ETTALA, E., MELA, T. & MUSTONEN, L. Laitumen sadetuksen ja väkirehujen käytön vaikutus lehmien tuotoksiin. p. 1-21.
RISSANEN, H., KOSSILA, V. & VASARA, A. Urean, urea-fosforihap-po-viherjauhoyhdisteen (UPV) ja soijan vertailu raakaval-kuaislähteinä maidontuotantokokeissa lehmillä. p. 22-30.
KOSSILA, V., KOMMERI, M. & RISSANEN, H. Monokalsiumfosfaatti ja ureafosfaatti sekä käsittelemätön olki ja ammoniakilla käsitelty olki mullien ruokinnassa. p. 31-40.
25. KORTET, S. Puna-apilan paikalliskantojen ekologia. 66 p.
26. MEHTO, U. Viljojen rikkakasvien torjunta ilman herbisidejä. Kirjallisuustutkimus. 77 p.
27. HUHTA, H. & HEIKKILÄ, R. Rehuviljan viljely Pohjois-Karjalassa. 24 p. + 2 liitettä.

1986

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1985. 69 p.

2. KEMPPAINEN, E. Karjanlannan hoito ja käyttö Suomessa. 102 p. + 6 liitettä.
3. KEMPPAINEN, E. & HAKKOLA, H. Lietelanta nurmen peruslannoitteena. 25 p.
4. NIEMELÄINEN, O. Nurmikkoheinien ominaisuudet. Kirjallisuustutkimus. Tuloksia punanatojen ja niittyurmikan virallisista nurmikon lajikekokeista vuosilta 1977-1984. 48 p.
5. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1978-1985. 128 p. + 4 liitettä.
6. NIEMELÄINEN, O. & PULLI, S. Puna-apilalajikkeiden siemenmuodostus. Tuloksia apilan virallisista siemenviljelyn lajikekokeista vuosilta 1978-1984. 42 p.
7. NIEMELÄINEN, O. Syksyn, talven ja kevään lämpö- ja valo-olojen vaikutus koiranheinän, niittyurmikan ja punanadan röyhymuodostukseen. Kirjallisuustutkimus. 51 p.
8. ERVIÖ, L-R. & ERKAMO, M. Pakettipellon viljelyn uudelleen aloittaminen herbisidien avulla. p. 1-15.
 ERVIÖ, L-R. Korren vahvistaminen timotein siemenviljelyksillä. p. 16-21.
 HIIVOLA, S-L. Klormekvatin käyttö timotein siemennurmilla. p. 22-27.
 ERVIÖ, L-R. & HIIVOLA, S-L. Herbisidien käytön vähentäminen viljakasvustossa. p. 28-42.
9. KEMPPAINEN, E. & HAKKOLA, H. Säilörehun puristeneste ja virtsälannoitteina. 43 p.
10. MATIKAINEN, A. & HUHTA, H. Nurmikasvilajikkeet Karjalan tutkimusasemalla. 24 p.
11. SOVERO, M. Nopsa-kevättrypsi. 15 p. + 2 liitettä.
12. NIEMELÄ, P. Kuiviketurpeen soveltuvuus turkistarhoilla kertyvän sonnan ja virtsan käsittelyyn. 15 p. + 4 liitettä.
13. PULLI, S., VESTMAN, E., TOIVONEN, V. & AALTONEN, M. Yksivuotisten tuorerehukasvien sopeutuminen Suomen kasvuoloihin. 51 p.
14. SIMOJOKI, P., RINNE, S-L., SIPPOLA, J., RINNE, K., HIIVOLA, S-L. & TALVITIE, H. Herneaurasta saatava typpilannoitushyöty. 27 p. + 22 liitettä.
15. SÄKÖ, J. & YLI-PIETILÄ, M. Hedelmäpuiden ja marjakasvien talvehtiminen talvella 1984-1985. 28 p.
16. MANNER, R. & KORTET, S. Niina-ohra. 31 p. + liite.
17. TURTOLO, E. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvien, lannoituksen ja sadetuksen vaikutus kaliumin, kalsiumin, magnesiumin, natriumin, sulfaattirikin sekä kloridin huuhtoutumiseen savimaasta. 43 p.

18. TOIVONEN, V. & LAMPILA, M. Juurikasvisäilörehujen valmistus, laatu, rehuarvo ja mahdollinen käyttö etanolin valmistuksessa. 106 p. + 23 liitettä.
19. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraisella säilörehu-vilja- ja heinä-vilja-urearuokinnalla. 1. Kolmen ensimmäisen lypsykauden tuotantotulokset. 114 p. + 5 liitettä.
20. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraisella säilörehu-vilja- ja heinä-vilja-urearuokinnalla. 2. Lehmien syöntikyky, ravinnonsaanti ja rehun hyväksikäyttö sekä hedelmällisyys ja kestävyys kolmen ensimmäisen tuotantovuoden aikana. 293 p. + 23 liitettä.
21. RAVANTTI, S. Iki-timotei. 33 p. + 1 liite.
22. URVAS, L. & VIRKKI, K. Maaperäkarttaselitys. Turku-Rymättylä. 34 p. + 7 liitettä.
23. VUORINEN, M. Kalkituskokeiden tuloksia saraturvemaalta 1977-1983. 22 p.

1987

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1986. 72 p.
2. PALDANIUS, E. Oljen kompostointi erilaisia seosmateriaaleja typpilähteinä käyttäen. 55 p. + 1 liite.
3. LEIVISKÄ, P. & NISSILÄ, R. Säämittauksen tuloksia Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalla Ruukissa. 31 p.
4. HAKKOLA, H., HEIKKILÄ, R., RINNE, K. & VUORINEN, M. Odelman typpilannoitus, sängenkorkeus ja niittoaika. 39 p.
5. NIEMELÄ, T. & NIEMELÄINEN, O. Kasvualustan tiivistyminen ja nurmikon kulumisen nurmikon stressitekijöinä. Kirjallisuuskatsaus. p. 1-30.
NIEMELÄ, T. Siirtonurmikon kasvatus ja käyttö. Kirjallisuuskatsaus. p. 31-42.
6. LUOMA, S., RAHKO, I. & HAKKOLA, H. Kiinankaalin viljelykokeiden tuloksia 1981-1985. 25 p.
7. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1979-1986. 165 p. + 9 liitettä.
8. SEPPÄLÄ, R. & KONTTURI, M. Mallasohran reagointi typpilannoitukseen. p. 1-66.
KUISMA, T. & KONTTURI, M. Typpilannoituksen vaikutus ohralajikkeiden mallastuvuuteen. p. 67-134.
9. YLI-PIETILÄ, M., SÄKÖ, J. & KINNANEN, H. Puuvartisten koristekasvien talvehtiminen talvella 1984-1985. 38 p.
10. VUORINEN, M. & TAKALA, M. Porkkanan ja punajuurikkaan sadetus, typpilannoitus ja kalkitus poutivalla hiekkamaalla. 30 p.

11. MULTAMÄKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet. p. 1-8.
Domestic Varieties. p. 9-17.
12. TUOVINEN, T. Omenakääriäisen ennustemenetelmä. p. 1-17. Pihlajanmarjakoin ennustemenetelmä. p. 18-32.
13. MÄKELÄ, K. Peittauksen vaikutus kotimaisen heinänsiemenen itävyyteen, orastuvuuteen ja sienistöön. 15 p.
14. Osa 1. YLÄRANTA, T. Radioaktiivinen laskeuma ja säteilyvalvonta. PAASIKALLIO, A. Radionuklidien siirtyminen viljelykasveihin. 62 p.
Osa 2. KOSSILA, V. Radionuklidien siirtyminen kotieläimiin ja eläintuotteisiin sekä vaikutukset eläinten terveyteen ja tuotantoon. 109 p.
15. RAVANTTI, S. Alma-timotei. 38 p. + 2 liitettä.
16. LEHMUSHOVI, A. Ryhmäruusujen lajikekokeet vuosina 1981-1984. 29 p.
17. JOKINEN, R. & TÄHTINEN, H. Karkeiden kivennäismaiden ja turvemaiden kuparipitoisuus ja sen vaikutus kauran kasvuun astiakokeessa. p. 1-17.
Maan kuparipitoisuuden ja happamuuden vaikutus kuparilannoituksella saatuihin kauran satotuloksiin. p. 18-37.
Maan pH-luvun ja kuparilannoituksen vaikutus kauran hivenravinnepitoisuuksiin. p. 38-47.
Kaura- ja ohralajikkeiden herkkyys kuparin puutteelle ja eri kuparimäärillä saadut tulokset. p. 48-62.
Kuparilannoitelajien vertailu astiakokeessa kauralla. p. 63-68.
18. HIIRSALMI, H., JUNNILA, S. & SÄKÖ, J. Ahomansikasta suomalainen viljelylajike. p. 1-8.
Mesimarjan jalostus johtanut tulokseen. p. 9-21.
19. TALVITIE, H., HIIVOLA, S-L. & JÄRVI, A. Satojen ja satovahinkojen arviointitutkimus. 87 p.
20. KEMPPAINEN, R. Puna-apilan ymppäys Rhizobium-bakteerilla. Inoculation of red clover by Rhizobium strain. 24 p.
21. LAMPILA, M., VÄÄTÄINEN, H. & ALASPÄÄ, M. Korsirehujen vertailu kasvavien ayrshire-sonnien ruokinnassa. p. 1-40.
ARONEN, I., HEPOLA, H., ALASPÄÄ, M. & LAMPILA, M. Erisuuruiset väkirehuannokset kasvavien ayrshire-sonnien olkiruokinnassa. p. 41-66.
ARONEN, I., ALASPÄÄ, M., HEPOLA, H. & LAMPILA, M. Bentsoehappo säilörehun valmistuksessa. p. 67-86.

1988

2. ANISZEWSKI, T. Puiden, pensaiden ja viljeltävän turvemaan fenologinen tutkimus. Phenological study on the trees, bushes and arable peat land. 120 p. + 5 liitettä.

3. RINNE, S-L., HIIVOLA, S-L., TALVITIE, H., SIMOJOKI, P., RINNE, K. & SIPPOLA, J. Viherkesannon vaihtoehdot rukiin viljelyssä. 53 p. sisältäen 9 liitettä.
4. JUNNILA, S. Pienannosherbisidit kevätiljoilla - Glean 20 DF, Ally 20 DF ja Logran 20 WG. p. 1-15.
Starane M kevätiljojen rikkakasvien torjunnassa. p. 16-18.
Kamilon B ja Kamilon D kevätiljojen rikkakasvien torjunnassa. p. 19-23.
Kevätviljaherbisidit Rikkahävite KH 10/77, KH 2/83 ja Ipactril. p. 24-31.
5. KIISKINEN, T. & MÄKELÄ, J. Kasvipäristen valkuaisrehujen sulavuus minkillä. Smältbarhet av vegetabiliska proteinfodermedel hos mink. Digestibility of protein feedstuffs derived from plants in mink. p. 1-13
KIISKINEN, T., MÄKELÄ, J. & ROUVINEN, K. Eri viljalajien sulavuus minkillä ja siniketulla. Smältbarhet av olika spannmål hos mink och blåräv. Digestibility of different grains in mink and blue fox. p. 14-23.
6. SIMOJOKI, P. Ohran boorinpuutos. 100 p. + 3 liitettä.
12. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1980-1987. 138 p. + 1 liite.
14. SÄKÖ, J. & LUNDEN, K. Talven 1986-87 tuhot hedelmä- ja marjatarhoissa. 34 p.
15. RINNE, K. & MÄKELÄ, J. Karitsoiden kasvu laitumella. 18 p.
16. ILOLA, A. Katovuoden 1987 kevätiljojen siemenen orastumisko-
keet. p. 1-17.
RANTANEN, O. & SOLANTIE, R. Uusi peltoviljelyn alue- ja vyöhy-
kejakoehdotus. p. 18-31.
17. RAHKONEN, A. & ESALA, M. Kevätviljojen ja -öljykasvien kylvö-
aika. 72 p.
18. JUNNILA, S. Perunaherbisidejä tehokkuustarkastuksessa. p. 1-15.
Lehvästön hävitys herneellä ja öljykasveilla. p. 16-24.
19. KEMPPAINEN, E. Didinin (disyandiamidi) vaikutus naudan liete-
lannan tehoon ohran lannoitteena. 35 p.

