

## Rehumaissin typpilannoituksesta ja sadetuksesta

OSMO KARA

*Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitos, 03450 Olkkala*

SEPPO PULLI

*Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvinviljelylaitos, 31600 Jokioinen*

## Nitrogen fertilization and irrigation of silage maize in Finland

Osmo Kara

*Research Institute of Engineering in Agriculture and Forestry, 03450 Olkkala, Finland*

Seppo Pulli

*Agricultural Research Centre, Institute of Plant Husbandry 31600 Jokioinen, Finland*

**Abstract.** The influence of N-fertilization and the management technique of fertilizer placement were studied in 1976-78 on the University farm in Siuntio. In 1978 the research program consisted also of irrigation-fertilization relationships studies. The main objectives were fertilizer placement prior seeding against fertilizer placement 10 cm deep on both sides of seeding rows and the requirements of N-fertilization. In the irrigation study the influence of N-fertilization and time of application were studied.

The fertilizer application technique had very little influence on dry matter, raw protein yields and on the raw protein content of silage maize.

The fertilization of 150 kg N/ha applied on both sides of the seeding rows produced higher yields than the other treatments tested. Higher amounts of nitrogen or splitting the application over a longer period of the growing season did not increase the DM yield of silage maize. However when the N-fertilization was increased from 100 kg N/ha to 250 kg N/ha both the raw protein content and the raw protein yield increased.

Irrigation increased silage DM yields significantly. Fertilizer levels 120-170 kg N/ha produced with and without irrigation in average an equal DM yield to the rate of 240 kg N/ha applied in one or in several applications. Irrigation increased raw protein yields and lowered the protein concentration of silage maize.

## Johdanto

Maissilla rehuksena on ollut vähäinen merkitys Suomessa. Kasvin vaateliaisuudesta johtuen se pystyy tuottamaan kunnan satoja vain kaikkein edullisimpina kasvu-kausina (PULLI ym. 1979). BUNTINGin (1978) mukaan merkittävää maissintuotantoa Ranskassa harjoitetaan 48-50°N leveyspiirille Saksassa ja Hollan-

nissa 54°N leveyspiirille ja Tanskassa aina 58°N leveyspiirille saakka. Lukuisten tutkimustulosten mukaan kasvualustan maan laadulla on lämpö- ja kosteusoloja vähäisempi vaikutus maissin menestymiseen. BUNTINGin (1978) mukaan tyydyttäviä satoja Pohjois-Euroopassa saadaan kaikilla maalaaduilla pH-alueella 6–8. Suomessa VIRTANEN (1940) on todennut, että maissi menestyy parhaiten kevyehköillä maalaaduilla, mutta tuottaa hyvin lannoitetuilla savimaillakin huomattavia satoja. Sopivana voidaan pitää samanlaista lannoitusta kuin juurikasveilla. Eläinlanta on erittäin suositeltava maissille.

### *Kasviravinteiden käyttö*

Tärkein maissin satoon vaikuttava kasviravinne on typpi. Typen puuttuessa lehtiaiheden kehittyminen hidastuu ja kasvupisteiden solunjakaantuminen alenee. Tämän seurauksena lehtiala, kasvin koko ja kuiva-ainesato vähenevät. PAINin (1978) mukaan riittävä N-lannoitus takaa runsaan lehtialan mahdollisimman aikaisin keväällä ja voimistaa lehtialan kestävyyttä läpi kasvukauden maksimi yhteyttämistehokkuuden kehittämiseksi. Nuoret maissikasvit ottavat typen NH<sub>4</sub>-muodossa pikemminkin kuin nitraatteina. Kuitenkin myöhemmällä kehitystasolla typenotto tapahtuu 90 %:sti nitraatteina (ARNON 1974). Kasvukauden ensimmäisellä puoliskolla maissiin kerääntyy 76 % N, 61 % P ja 89 % K kasvin kokonaisravintatarpeesta ja kuiva-ainetta 46 % kokonaiskuiva-ainesadosta (PAIN 1978). HANWAYn (1962) mukaan maissin typenotto on suurimmillaan kukinnan aikana. Fosforia kasvi käyttää runsaimmin kasvun ensimmäisten viikkojen aikana ja fosforin otto lakkaa lähes kokonaan kukinnan jälkeen. Noin 90 % kaliumin kokonaistarpeesta maissi on ottanut kukintavaiheeseen mennessä.

Maissi, kuten muutkin kasvit, ottaa fosforin maasta pääasiassa ortofosfaatteina, mutta myös jonkin verran orgaanisessa muodossa. Fosforin saanti helppoliukoisessa muodossa on erityisen tärkeätä kasvun aikaisessa vaiheessa, koska kehittyvät juuret ovat kykenemättömiä fosforin ottoon maan omista fosforivaroista (ARNON 1974). Fosforin puutoksista johtuvia generatiivisten kasvinosien alkukehityksen häiriintymistä ei voida korjata myöhemmässä vaiheessa fosforilannoituksella.

Kali, typestä ja fosforista poiketen ei ole osana proteiineja tai muita orgaanisia yhdisteitä. Tästä huolimatta maissi käyttää kaliala runsaasti. Kalin maissi ottaa maasta K<sup>+</sup>-ioneina ja käyttää kaikkien tärkeiden fysiologisten prosessien käynnissä pitämiseen. Kali vaikuttaa suoranaisesti kasvin kasvunopeuteen ja sitä tietä sadon määrään (PEASLEC ja MOSS 1966). Tiheä kasvusto yhteyttää alhaisessa valon intensiteetissä huomattavasti tehokkaammin, jos riittävät määrät kaliala on saatavilla. Korkeassa valon intensiteetissä valon käyttö kalin vaikutuksesta myös tehostuu liityen ilmeisesti ilmarakojen tehokkaampaan käyttöön sekä valo- että pimeäolosuhteissa. Kaliala on myös tärkeä merkitys maissin vedenotossa ja jyvän täyttymisessä (LOUE 1963).

### *Maissin vedenkäyttö*

Säilörehumaissilla, jolla runsas kokonaiskuiva-ainesato on tärkeä satotavoite, mikä tahansa häiriö yhteyttämässä johtaa alentuneeseen lehtituotantoon ja alentuneeseen satotasoon. CARR ja HOUGHin (1978) mukaan se kasvualustan vesipitoisuus, joka muodostuu kriittiseksi yhteyttämislle, vaihtelee kasvuasteen, evaporaation

määrän, maalajin ja juuriston kehitysasteen mukaan. Pohjois-Euroopassa maissin vedenkäytön kannalta kriittinen ajanjakso sattuu ajankohdalle hedekukkien ilmestymisestä 30–40 päivää eteenpäin. Tässä vaiheessa kasvukautta evapotranspiraatio ylittää sademäärän. Suositeltavaa on, että veden määrä juuristokerroksessa ei laske alapuolelle 30 % kasville käyttökelpoisen veden määrästä. Alueilla, joilla evapotranspiraatio on 5–6 mm H<sub>2</sub>O/pv, suositellaan sadetus tehtäväksi silloin, kun kasveille käyttökelpoinen maaveden määrä on vähentynyt tasolle 50 % säilömaissilla ja 40 % jyvämaissilla. Korkeimmat sallitut veden menetykset evapotranspiraation muodossa hienoilla, puolikarheilla ja karheilla maalajeilla ovat CARR ja HOUGHin (1978) mukaan 100–120 mm, 70–80 mm ja 30–40 mm kasvualustoilla, joista juuristo absorboi vettä n. 1 m kerroksesta. REINHARDTin (1971) mukaan maissi tarvitsee maksimisadon tuottamiseen vegetatiivisen kasvun aikana 50 mm enemmän sadetta kevyillä maalajeilla kuin tiivisrakenteisilla mailla.

### Aineisto ja menetelmät

Kenttäkokeet on tehty Helsingin yliopiston Suitian koetilalla Siuntiossa vuosina 1976–1978.

Lannoituskokeissa käytettiin peruslannoituksena tasaväkevää Y-lannosta (15-15-15). Lannoitemäärät olivat 670 kg/ha ja 1000 kg/ha, jolloin annetun tynen määrät olivat 100 ja 150 kg/ha. Lannoitustapoja oli kaksi, rivilannoittimella poikki koeruutujen ennen kylvöä n. 10 cm syvyyteen ja kylvön yhteydessä sijoituslannoitus kylvörivin molemmille puolille n. 10 cm syvyyteen. Em. peruslannoituksen lisäksi osalle koejäsenistä annettiin kasvukauden aikana pintalannoituksena lisätynä Oulunsalpietaria 50 N kg/ha ja 50 + 50 N kg/ha.



Kuva 1. Maissin kylvökone Kleine Maxicorn, johon on asennettu Vakolassa suunniteltu lannoitusyksikkö. Lannoitusyksikkö sijoittaa lannoitteen kylvörivin molemmiin puolin.

*Fig. 1. Cornplanter Kleine Maxicorn fitted with a fertilizer placement attachment designed in Vakola. It places the fertilizer in two rows both sides of the planting furrow.*

Vuonna 1978 lannoitus- ja sadetuskokeessa peruslannoituksena annettiin rivilannoittimella poikki koeruutujen ennen kylvöä ammonoitua Pk-lannosta (2-18-15) 1000 kg/ha, jolloin annetun typen määrä oli 20 kg/ha. Kylvön yhteydessä annettiin typpilannoitetta (Oulunsalpietaria) sijoituslannoituksena molemmille puolille kylvöriiviä niin, että eri koejäsenten typpitasot olivat tämän jälkeen 20, 120, 170 ja 240 kg/ha. Osalle koejäsenistä annettiin kasvukauden aikana pintalannoituksena lisätyppiä (Oulunsalpietaria) 120 ja 60 + 60 N kg/ha.

Kylvö tehtiin kahdella kylvöyksiköllä varustetulla saksalaisella Kleinekylvökoneella, johon oli kylvön yhteydessä tapahtuvaa sijoituslannoitusta varten asennettu Vakolassa suunniteltu lannoitusyksikkö (kuva 1).

Sadetuksena käytettiin Rain Bird-merkkisiä ympyräsadettimia, joiden sadetusympyrän halkaisija oli n. 10 m. Sadetuskokeessa oli alunperin tarkoituksena tutkia sadetusajankohdan ja sadetuksen määrän vaikutusta. Verrattain runsassateisen ja kylmän loppukesän takia toteutettiin kuitenkin vain aikainen sadetus 6.6. Tämän sadetuksen sai toinen puoli koekentästä ja toinen puoli jäi sadettamatta.

Kuiva-aine määritettiin  $2 \times 200$  g silputusta näytteestä kuivaamalla 1 vrk  $100^{\circ}\text{C}$ . N-määritykset tehtiin Kjehldal-menetelmällä. Raakavalkuaispitoisuudet laskettiin N-pitoisuuksista kertoimella 6.25.

	Lannoituskokeiden suoritus			Lannoitus- ja sadetuskoe
	1976	1977	1978	1978
Koekaava	Split-plot	Split-plot	Split-plot	Split-plot
Kerranteita	4	4	4	4
Ruutujen koko m <sup>2</sup>	16	16	16	16
Kasvilajike	LG 5	LG 5	Flash 176	Flash 176
Kylvöpäivä	14.5.	11.5.	17.5.	18.5.
Riviväli cm	80	80	80	80
Taimietäisyys cm	12,5	12,5	12,5	12,5
Kylvösyvyys cm	7	7	7	7
Sadetusajankohta (30 mm)				6.6.
Lisätyppilannoituksen ajankohdat	14.6. ja 9.8.	20.7. ja 16.8.	5.7. ja 28.7.	15.7. ja 28.7.
Sadonkorjuun ajankohta	10.10.	25.9.	24.9.	26.9.

### Lannoitustason ja -tavan vaikutus sadon määrään

Lannoitustavan, lannoitusmäärien sekä lisälannoituksen vaikutus säilörehumaisiin tuoresatoihin, kuiva-ainesatoihin ja sadon kypsyysasteeseen ilmaistuna kuiva-aineprosenttina esitetään taulukoissa 1–3. Sijoituslannoituksella saatiin keskimäärin 3 % suuremmat kuiva-ainesadot kuin rivilannoituksella (taulukko 2). Satoero ei ole tilastollisesti merkittävä.

Typpilannoituksella on lyhyestä kasvukaudestamme johtuen ollut varsin vähäinen vaikutus käsittelyeroihin. Suurimmalla peruslannoitustasolla kylvön yhteydessä annettu typpilannoitus 150 kg N/ha on antanut suurimmat tuore- ja kuiva-ainesadot (taulukot 1, 2). Lisätyppet samalla peruslannoitustasolla eivät ole lisänneet sadon määrää. Pienemmällä peruslannoitustasolla 100 kg N/ha kaksi kertaa annettu lisätyppi 50 kg N/ha on lisännyt kuiva-ainesatoa 6 %-yksikköä. Mitkään satoerot sekä



Taulukko 1. Lannoituskokeen tuoresadot 1976–1978  
 Table 1. Fresh matter yields of fertilization trials 1976–1978

Peruslannoitus Basic fertilization	N kg/ha	Tuoresadotm Fresh yields (t/ha)			Keskim. Avg.
		1976	1977	1978	
Rivilannoitus Placement prior seeding	100	31.8	34.1	38.4	34.7
	100+50	34.2	34.7	37.2	35.3
	100+50+50	35.0	37.3	40.8	37.7
	150	36.1	36.9	39.0	37.4
	150+50	34.1	36.5	35.4	35.4
	150+50+50	35.1	39.1	31.9	35.4
	Keskim. Avg.	34.4	36.4	37.2	36.0 A
Sijoituslannoitus Placement on the both sides of seeding rows	100	30.4	39.4	35.5	35.1
	100+50	33.5	36.9	35.1	35.1
	100+50+50	32.1	39.5	39.3	37.0
	150	33.0	40.2	40.7	38.0
	150+50	34.5	34.6	38.5	35.9
	150+50+50	35.5	38.1	37.8	37.1
	Keskim. Avg.	33.2	38.1	37.8	36.4 A
		Lannoitus keskimäärin Effect of fertilization avg.			
	100	31.1	36.8	36.8	34.9 a
	100+50	33.9	35.8	36.2	35.2 a
	100+50+50	33.6	38.4	40.1	37.4 a
	150	34.6	38.6	39.9	37.7 a
	150+50	34.3	35.6	37.0	35.7 a
	150+50+50	35.3	38.6	34.9	36.3 a
	Keskim. Avg.	33.8 A	37.3 A	37.5 A	36.2

PME.05 (LSD)

Vuodet NS (Years)

Lannoitustavat NS (Application forms)

Lannoitusmäärät NS (Application rates)

tuoresadoissa että kuiva-ainesadoissa eivät ole tilastollisesti merkittäviä. Lannoitustavalla ja käytetyillä typen määrillä on ollut vain vähäinen vaikutus maissin kehityksen hidastumiseen tai jouduttamiseen. Kasvuston kuiva-aineprosentti eroaa erittäin vähän eri lannoitustasoilla (taulukko 3) ja on vain 0.3 %-yksikköä suurempi sijoituslannoitusta käytettäessä kuin rivilannoitteen.

Edellä esitetyt, maissin kasvulle suhteellisen epäedullisen kolmen kasvukauden tulokset osoittavat, että typpilannoitemäärät 100–150 kg N/ha annettuna keväällä kylvön yhteydessä ovat kasvun kannalta riittäviä ja kehityksen kannalta ehkä ylimoitettuja. Suihkeissa saadut tulokset ovat samansuuntaisia useissa eri maissa saatujen lannoitustulosten kanssa. Yhdysvalloissa ja Euroopassa typpilannoituksella on saatu sadonlisäystä aina 200 kg N/ha saakka (KROTH ja COLYER 1967, DOSS ym.

Taulukko 2. Lannoituskokeen kuiva-ainesadot 1976–1978

Table 2. Dry matter yields of fertilization trials 1976–1978

Peruslannoitus <i>Basic fertilization</i>	N kg/ha	Kuiva-ainesadot <i>Dry matter yields (kg/ha)</i>			Keskim. <i>Avg.</i>
		1976	1977	1978	
Rivilannoitus <i>Placement prior</i>	100	5009 a	5203 ab	6332 c	5515 a
<i>seeding</i>	100+50	5101 a	5003 a	6039 bc	5381 a
	100+50+50	5708 a	5334 ab	6345 c	5796 a
	150	5613 a	5815 ab	6047 bc	4825 a
	150+50	5451 a	5230 ab	5223 ab	5301 a
	150+50+50	5746 a	6149 b	4770 a	5561 a
Keskim. <i>Avg.</i>		5441 A	5455 A	5793 A	5563 A
Sijoituslannoitus <i>Placement on the</i>	100	4968 a	5644 a	5725 a	5446 a
<i>both sides of</i>	100+50	5518 a	5699 a	5513 a	5577 a
	100+50+50	5432 a	5873 a	6222 a	5842 a
	150	5428 a	6007 a	6672 a	6036 a
	150+50	5562 a	5100 a	5968 a	5543 a
	150+50+50	5934 a	6070 a	5686 a	5897 a
Keskim. <i>Avg.</i>		5474 A	5733 A	5965 A	5724 A
Lannoitus keskimäärin					
<i>Effect of fertilization avg.</i>	100	4989 a	5424 ab	6029 b	5481 a
	100+50	5310 ab	5351 ab	5776 ab	5479 a
	100+50+50	5570 ab	5604 ab	6284 b	5819 a
	150	5521 ab	5911 ab	6360 b	5931 a
	150+50	5507 ab	5165 a	5596 ab	5422 a
	150+50+50	5840 b	6110 b	5228 a	5729 a
Keskim. <i>Avg.</i>		5458 A	5594 A	5879 A	5644 A

PME.05 (LSD)

Vuodet NS (Years)

Lannoitustavat NS (Application forms)

Lannoitusmäärät NS (Application rates)

1967. CUMMINS 1972, ALLEN ym. 1974). LABER (1976) Itävallassa suosittelee säilörehumaissille lannoitusmääriä 150–200 kg N/ha, 100–150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha ja 200–280 kg K<sub>2</sub>O/ha. Italiassa LANZAN (1961) suositukset ovat 160–200 kg N/ha 45–50 kg P/ha ja 80–100 kg K/ha. Kanadassa WHITE (1978) on 3-vuotisten kokeiden perusteella suositellut eri osiin maata seuraavia ravinnemääriä: N=70–190 kg/ha, P=10–75 kg/ha ja K=30–140 kg/ha maan viljavuudesta ja sadon käyttömuodosta riippuen. Kanadalaisissa kokeissa on ilman tyypeä saatu 75 % maksimisadosta ja typpitasolla 90 kg N/ha 95 % maksimisadosta. Suihkeissa saadut tulokset ovat samansuuntaisia myös Tanskassa nousevien typpimäärien kokeista tehtyjen havaintojen kanssa, joiden mukaan N-lannoitustaso 125–150 kg/ha on todettu edullisimmaksi (HØJMARK 1977).

Taulukko 3. Satojen kuiva-ainepitoisuudet lannoituskokeissa 1976–1978  
 Table 3. Dry matter contents of yields in fertilization trials 1976–1978

Peruslannoitus <i>Basic fertilization</i>	N kg/ha	Kuiva-ainepitoisuudet <i>Dry matter contents (%)</i>			Keskim. <i>Avg.</i>
		1976	1977	1978	
Rivilannoitus <i>Placement prior</i>	100	15.7 a	15.2 a	16.5 b	15.8 a
<i>seeding</i>	100+50	14.9 a	14.4 a	16.1 ab	15.1 a
	100+50+50	16.4 a	14.3 a	15.5 ab	15.4 a
	150	15.5 a	15.8 a	15.5 ab	15.6 a
	150+50	16.1 a	14.4 a	14.7 a	15.1 a
	150+50+50	16.4 a	15.7 a	15.0 ab	15.7 a
	Keskim. <i>Avg.</i>	15.8 A	15.0 A	15.6 A	15.5 A
Sijoituslannoitus <i>Placement on the</i>	100	16.4 a	14.3 a	16.1 a	15.6 a
<i>both sides of</i>	100+50	16.5 a	15.4 ab	15.7 a	15.9 a
	100+50+50	16.8 a	14.9 ab	15.9 a	15.9 a
	150	16.5 a	15.0 ab	16.4 a	16.0 a
	150+50	16.2 a	14.8 ab	15.5 a	15.5 a
	150+50+50	16.7 a	16.0 b	15.1 a	15.9 a
	Keskim. <i>Avg.</i>	16.5 A	15.1 A	15.8 A	15.8 A
		Lannoitus keskimäärin <i>Effect of fertilization avg.</i>			
	100	16.1 a	14.8 a	16.3 b	15.7 a
	100+50	15.7 a	14.9 a	15.9 ab	15.5 a
	100+50+50	16.6 a	14.7 a	15.7 ab	15.7 a
	150	16.0 a	15.4 a	16.0 ab	15.8 a
	150+50	16.2 a	14.6 a	15.1 a	15.3 a
	150+50+50	16.6 a	15.9 a	15.1 a	15.8 a
	Keskim. <i>Avg.</i>	16.2 B	15.1 A	15.7 B	15.7 A

PME.05 (LSD)

Vuodet 0.4 (Years)

Lannoitustavat NS (Application forms)

Lannoitusmäärät NS (Application rates)

### Lannoitustason ja -tavan vaikutus raakavalkuaissatoon ja -pitoisuuteen

Rivilannoituksella tai sijoituslannoituksella saatu säilömaissin valkuaispitoisuus tai pinta-alayksiköltä korjattu valkuaissto eivät eronneet merkittävästi toisistaan (taulukot 4, 5). Typpilannoituksen lisäys nosti valkuaisstoja rivilannoitettaessa vain viileänä kesänä 1977, mutta sijoituslannoituksella kahtena kasvukautena ja keskimäärin kolmena kasvukautena. Tulosta voidaan tulkita siten, että rivilannoitettaessa ravinteet saattavat olla paremmin kasvin käytettävissä, jolloin voidaan tyytyä alhaisempaan N-tasoon. Valkuaispitoisuuden muutokset vastaavat HEILin (1975) Saksassa ja HØJMARKin (1977) Tanskassa kokemuksia säilörehumaissilla, jolloin yli 100 kg N/ha typpilannoituksella saatiin varsin vähäisiä typpipitoisuuden lisäyksiä.

Taulukko 4. Lannoituskokeen valkuaisadat 1976–1978

Table 4. Protein yields of fertilization trials 1976–1978

Peruslannoitus <i>Basic fertilization</i>	N kg/ha	Valkuaisadat <i>Protein yields (kg/ha)</i>			Keskim. <i>Avg.</i>
		1976	1977	1978	
Rivilannoitus <i>Placement prior seeding</i>	100	536 a	572 a	418 a	509 a
	100+50	597 a	535 a	447 a	526 a
	100+50+50	651 a	603 ab	533 a	596 a
	150	516 a	669 ab	508 a	564 a
	150+50	621 a	606 ab	476 a	568 a
	150+50+50	628 a	769 b	444 a	614 a
	Keskim. <i>Avg.</i>	592 A	626 A	471 A	563 A
Sijoituslannoitus <i>Placement on the both sides of seeding rows</i>	100	542 a	559 a	361 a	487 a
	100+50	629 a	624 ab	369 a	541 ab
	100+50+50	614 a	682 ab	523 ab	606 bc
	150	603 a	613 ab	434 ab	550 ab
	150+50	640 a	530 a	501 ab	557 ab
	150+50+50	653 a	753 b	597 b	668 c
	Keskim. <i>Avg.</i>	614 A	627 A	464 A	568 A
		Lannoitus keskimäärin <i>Effect of fertilization avg.</i>			
	100	539 a	566 a	390 a	498 a
	100+50	613 ab	580 a	408 a	536 ab
	100+50+50	633 b	643 a	528 b	601 bc
	150	560 ab	641 a	471 ab	557 ab
	150+50	631 b	568 a	489 b	563 ab
	150+50+50	641 b	761 b	521 b	641 c
	Keskim. <i>Avg.</i>	603 A	627 A	468 B	566

PME.05 (LSD)

Vuodet 41 (Years)

Lannoitustavat NS (Application forms)

Lannoitusmäärät 43 (Application rates)

Yhdysvalloissa FLYNN ym. (1975) havaitsivat vähäistä valkuaispitoisuuden nousua varressa ja lehdissä nostettaessa N-tasoa 120–240 kg N/ha. Jyvässä valkuaispitoisuuden nousu oli vielä vähäisempää.

### Maissin sadetus ja lannoitus

Sadetus- ja lannoituskokeen tulokset edustavat kasvukautta 1978 ja ovat näin ollen vain suuntaa antavia. Sadetus (taulukko 6) on lisännyt maissin kuiva-ainesatoa 16.8 % sadettamattomaan verrattuna. Ilman sadetusta suurimmat kuiva-ainesadot tuotettiin typpimäärällä 170 kg N/ha. Sadettaessa kuiva-ainesadot eivät sadetta-



Taulukko 5. Satojen valkuaispitoisuudet lannoituskokeessa 1976–1978  
 Table 5. Protein contents of yields in fertilization trials 1976–1978

Peruslannoitus <i>Basic fertilization</i>	N kg/ha	Valkuaispitoisuudet <i>Protein contents (%)</i>			Keskim. <i>Avg.</i>
		1976	1977	1978	
Rivilannoitus	100	10.7	11.0	6.6	9.4 a
<i>Placement prior seeding</i>	100+50	11.7	10.7	7.4	9.9 a
	100+50+50	11.4	11.3	8.4	10.4 a
	150	9.2	11.5	8.4	9.7 a
	150+50	11.4	11.6	9.1	10.7 a
	150+50+50	10.9	12.5	9.3	10.9 a
	Keskim. <i>Avg.</i>	10.9	11.4	8.2	10.2 A
Sijoituslannoitus	100	10.9	9.9	6.3	9.0 a
<i>Placement on the both sides of seeding rows</i>	100+50	11.4	11.0	6.7	9.7 a
	100+50+50	11.3	11.6	8.4	10.4 a
	150	11.1	10.2	6.5	9.3 a
	150+50	11.5	10.4	8.4	10.1 a
	150+50+50	11.0	12.4	10.5	11.3 a
	Keskim. <i>Avg.</i>	11.2	10.9	7.8	10.0 A
		Lannoitus keskimäärin <i>Effect of fertilization avg.</i>			
	100	10.8	10.5	6.5	9.2 a
	100+50	11.6	10.9	7.1	9.8 a
	100+50+50	11.4	11.5	8.4	10.4 a
	150	10.2	10.9	7.5	9.5 a
	150+50	11.5	11.0	8.8	10.4 a
	150+50+50	11.0	12.5	9.9	11.1 a
	Keskim. <i>Avg.</i>	11.1 A	11.2 A	8.0 A	10.1

PME.05 (LDS)

Vuodet NS (Years)

Lannoitustavat NS (Application forms)

Lannoitusmäärät NS (Application rates)

mattomasta kasvustosta poiketen alentuneet suuremmilla N-määrillä. Erilaisista kasvuolosuhteista johtuen tulokset eroavat merkittävästi FLYNNin ym. (1957) Yhdysvalloissa havaitsemasta trendistä, jolloin 120 kg N/ha typpitasolla saatiin sadetetuista kasvustosta 4-kertainen sato verrattuna sadettamattomaan ja korkeammalla N-tasolla 240 kg N/ha 3-kertainen sato verrattuna sadettamattomaan kasvuun.

Raakavalkuaissadon huippu saavutettiin typpilannoituksella 170 kg N/ha. Sama trendi havaittiin sekä sadetetuilla että sadettamattomilla ruuduilla (taulukko 6). Tyypin hyväksikäyttö sadetetuilla ruuduilla oli sadettamatonta parempi, jota osoittaa satojen valkuaispitoisuus, mikä sadettamattomalla ruudulla saavutti suurimman arvonsa lannoitustasolla 170 kg N/ha. Valkuaissatojen ja valkuaispitoisuuksien suhteet ovat samanlaiset kuin FLYNNillä ym. (1957) Yhdysvalloissa.

Taulukko 6. Lannoitus- ja sadetuskokeiden satotuloksia 1978  
 Table 6. Yields of fertilization and irrigation trials 1978

Sadetus <i>Irrigation</i>	Lannoitus <i>Fertilization</i> N/kg/ha	Sadot, Yields (t/ha)			Pitoisuudet, Contents (%)	
		Tuoresato <i>Fresh wt.</i>	Kuiva- ainesato <i>Dry matter</i>	Valkuais- sato <i>Protein</i>	Kuiva- aine <i>Dry matter</i>	Valkuainen <i>Protein</i>
Sadettamaton <i>Not irri- gated</i>	20	19.0 a	2.56 a	0.228 a	13.5 a	8.9
	120	29.9 b	4.27 b	0.390 b	14.3 a	9.2
	170	37.0 c	5.52 c	0.528 c	14.6 b	9.6
	240	34.3 bc	4.80 bc	0.476 b	14.0 a	10.0
	120+120	32.2 bc	4.43 b	0.416 b	13.9 a	9.4
	120+60+60	31.0 bc	4.52 b	0.406 b	14.8 b	9.0
	Keskim. <i>Avg.</i>	30.6 A	4.35 A	0.407 A	14.2 A	9.4 A
Sadetettu <i>Irrigated</i>	20	22.3 a	3.02 a	0.266 a	13.6 a	8.5
	120	33.1 b	4.88 b	0.381 b	14.3 a	7.9
	170	40.9 c	5.81 c	0.604 d	14.3 a	10.4
	240	41.3 c	5.89 c	0.503 c	14.4 a	8.5
	120+120	37.6 bc	5.46 bc	0.457 c	14.6 b	8.4
	120+60+60	37.1 bc	5.43 bc	0.475 c	14.6 b	8.8
	Keskim. <i>Avg.</i>	35.4 B	5.08 B	0.447 A	14.3 A	8.8 A
PME.05 (LSD)						
Sadetus (Irrigation)		2.3	0.45	NS	NS	1.0
Sadetus × lannoitus (Irrig. × fertil.)		6.0	0.94	0.087	0.95	NS

## Tiivistelmä

Typpilannoitusmäärän ja lannoitustapojen vaikutusta rehumaissin sadontuottoon ja raakavalkuaisen määrään tutkittiin vuosina 1976–1978 ja vastaavasti sadetuksen ja lannoituksen vaikutusta v. 1978 Suitian tilalla Siuntiossa. Koetekijöinä olivat rivi- ja sijoituslannoitus sekä typpilannoitustasot. Sadetuskokeessa tutkittiin N-lannoitusmäärien ja -levitysaikojen vaikutusta satoihin.

Typpilannoitustavalla, rivi- tai sijoituslannoituksella, ei ole ollut merkittävää vaikutusta rehumaissin kuiva-ainesatoon, raakavalkuaissatoon ja raakavalkuaispitoisuuteen.

Typpilannoituksella 150 N kg/ha kylvön yhteydessä annettuna saatiin suurimmat kuiva-ainesadot. Sitä suuremmat lannoitemäärät 2–3 erässä levitettynä eivät ole lisänneet satotasoa.

Typpilannoitustason noustessa 100 N kg:sta/ha 250 N kg:aan/ha lisääntyivät sekä raakavalkuaispitoisuus että raakavalkuaissato merkittävästi. Sadetus lisäsi yhden kasvukauden tutkimuksissa rehumaissin satotasoa merkittävästi. Kokeessa käytetyt typpilannoitemäärät 120 ja 170 N kg/ha ovat antaneet sadettaen ja sadettamatta keskimäärin yhtä suuret sadot kuin 240 N kg/ha yhdessä tai useammassa erässä levitettynä.

Sadetuksella myös raakavalkuaissadot olivat suurempia, mutta raakavalkuais-% keskimäärin pienempi kuin sadettamatta.

## Kirjallisuusuuttelo

- ALLEN, M., ELLZEY, H. & MONTGOMERY, C. 1974. Effect of nitrogen, population and hybrid on the yield and quality of irrigated corn to silage on Providena soil. Louisiana Agric. Exp. Sta. Bull. No 676.
- ARNON, I. 1974. Mineral nutrition of Maize. Bern-Worblaufen, Switzerland: International Potash Institute.
- BUNTING E. S. 1978. Agronomic and physiological factors affecting forage maize production. (In Bunting et al. ed. forage maize ARC. London 1978.
- CARR, M. & HOUGH, M. 1978. The influence of climate on maize production in North Western Europe p. 15–56 Forage maize (ed. BUNTING et al). Agric. Res. Council. London 1978. 346 p.
- CUMMINS, D. G. 1972. Yield and quality of corn for silage grown under different fertilizer regimes. Georgia. Agric. Exp. Stal. Bull. No 105.
- DOSS, B., KING, A. & PATTERSON, R. 1970. Yield Components and water use by silage corn with irrigation, plastic mulch, nitrogen fertilization and plant spacing. J. Agr. 62: 541: 544.
- FLYNN, L. M., GEHRKE, C. W., MUHRER, M. E., SMITH, G. E. & ZUBER., M. S. 1957. Effects of temperature, rainfall and fertilizer on composition of corn plants. Missouri Agr. Exp. Sta. Bull. 620.
- HANWAY, J. J. 1962. Corn growth and composition in relation to soil fertility II. Uptake of N, P and their distribution in different plant parts during the growing season. Agronomy Journal 54: 217–222.
- HEIL, M. 1975. Untersuchungen über des Einfluss von Sorte, Standort und Düngung auf einige technologische Qualitätseigenschaften des Maiskornes. Diss. Inst. Pfl.bau Pfl.züchtung Justus Liebing-Univ. 6 p. Giessen. 50–52. 176 p.
- HØJMARK, V. 1977. Startgødning og stigende mængde kvælstof ved dyrkning af majs til ensilering. Stat. Plantefors. Medd. 1336. 4 p.
- KROTH, E. & COLYER, D. 1967. Response of corn to nitrogen fertilization and plant population. Missouri Agric. Exp. Sta. Rep. 76.
- LABER, B. 1976. Survey of the use of maize for livestock feeding in Austria. Animal Feed Sci. and Tech. 1 (1976) 153–155.
- LANZA, F. 1961. La concimazione minerale al mais con i fertilizzanti complessi Maydica, VI. 67–128.
- LOUE, A. 1963. Maize nutrition. Cation and potash demand. World Crops, 15: 373–379.
- PAIN, B. F. 1978. Nutritional requirements of forage maize. p. 87–116. Forage maize (ed. BUNTING et al.). Agric. Res. Council, London 1978. 346 p.
- PEASLEC, D. & MOSS, D. 1966. Photosynthesis in K and Mg deficient maize (*Zea mays* L.) leaves. Proceedings of the soil Science Society of America 30: 220–223.
- PULLI, S., TIGERSTEDT, P. M. A., KARA, O. & BRÜNINGHAUS, G. 1979. Adaptation of silage maize varieties under extreme northern growing conditions in Finland. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 51: 197–209.
- REINHARDT, H. 1971. Influence of soil and climate on yield reliability and yield level in maize. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 48: 306–327.
- WHITE, R. P. 1978. Cultural practices affecting maturity and yield of corn (*Zea mays*) for whole plant silage in short season areas. Can. J. Plant Sci. 58: 629–642.
- VIRTANEN, A. I. 1940. Maissin viljelyksestä ensi kesänä. Karjalalous 8: Erip. 7 p.