



VAKOLA

03450 OLKKALA
913-46211

VALTION MAATALOUSKONEIDEN TUTKIMUSLAITOS
STATE RESEARCH INSTITUTE OF ENGINEERING IN AGRICULTURE AND FORESTRY

TUTKIMUSSELOSTUS No 34

RISTO SINISALO

AVOMAAVIHANNESTEN LANNOITUS-
JA KASTELUKOKEITA

VIHTI 1983

TUTKIMUSSELOSTUS No 34

RISTO SINISALO

AVOMAAVIHANNESTEN LANNOITUS-
JA KASTELUKOKEITA

VIHTI 1983

ISSN 0506-3841

ALKULAUSE

Maatilatalouden kehittämisrahaston myönnettyä määrärahan on Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitoksella vuodesta 1977 kokeiltu sijoituslannoitusta avomaan vihannesviljelyssä. Koekasveina ovat olleet keräkaali ja sipuli.

Vuodesta 1978 on kokeiltu kaalinistutuksen yhteydessä erilaisia kastelumenetelmiä. Koekasveina ovat olleet keräkaali ja kukkakaali.

Avomaavihannesten viljelytekniikan kehittämistutkimuksen valvojakunnan puheenjohtajana on ollut agr. Gunnar Wickström ja jäsenenä prof. Paavo Elonen, MML Kirsti Härkö, prof. Alpo Reinikainen ja hort. Reijo Vartiainen.

Kastelukokeista vuodesta 1978 on MMK Yrjö Heinämäki tehnyt puutarhatieteen laitoksella pro gradu-työnsä "Sadetusrakenteen ja -ajankohdan merkitys kaalinviljelyssä", josta julkaisusta ovat peräisin tämän kirjoituksen vuoden 1978 kastelukokeiden tulokset hiukan uudelleen järjesteltyinä. Muiden vuosien tuloksista vastaa kokeita hoitanut vs. tarkastaja Risto Sinisalo. Valvojakunnan jäsenet ovat avustaneet koesuunnitelmia laadittaessa, ja tehneet korjausehdotuksia koeselostuksen sisältöön ennen sen julkaisua.

Viidissä, marraskuussa 1982

Risto Sinisalo

SISÄLLYSLUETTELO

Tiivistelmä	1
Sammanfattning	3
Johdanto	5
1. Lannoituskoe	9
1.1. Aineisto ja menetelmät	9
1.1.1. Keräkaalin aineisto ja menetelmät	9
1.1.2. Sipulin aineisto ja menetelmät	13
1.2. Keräkaalin sato	14
1.3. Sipulin sato	22
1.4. Tulosten tarkastelu	26
2. Kastelukoe	28
2.1. Aineisto ja menetelmät	28
2.2. Tulokset	31
2.2.1. Kukkakaalin sato	31
2.2.2. Keräkaalin sato	34
2.3. Tulosten tarkastelu	37
Kirjallisuusluettelo	39
Liitteet	41

TIIVISTELMÄ

Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitoksella tehdyissä kokeissa on vuosina 1977 - 80 tutkittu sijoituslannoitusta verrattuna pinta- ja rivilannoitukseen sekä erilaisia tyyppilannoitustapoja keräkaalin ja sipulin viljelyssä. Lisäksi on kokeiltu istutuksen yhteydessä taimikohtaisesti tehtävää kastelua kerä- ja kukkakaalilla vuosina 1978 - 80.

Vuosina 1977 ja 1978 keräkaalilla vertailtiin rivilannoitusta ja sijoituslannoitusta, lannoitemäärät olivat 800, 1200 ja 1600 kg/ha NPK 10-10-20. Vuosina 1979 ja 1980 oli mukana lisäksi pintalannoitus ja lannoitemäärät olivat 800 ja 1400 kg/ha NPK 10-10-20. Lisätyppilannoitusta annettiin 1977 ja 1978 keväällä peruslannoituksen yhteydessä joko oulunsalpietarina tai ureana tai kesällä pintaan oulunsalpietarina. Vuosina 1979 ja 1980 lisätyppilannoitus annettiin oulunsalpietarina joko yhdessä tai kahdessa erässä pintaan kesällä tai kerta-annoksena peruslannoituksen yhteydessä keväällä.

Sipulin peruslannoitusmäärät olivat 800 ja 1200 kg/ha vuosina 1977 ja 1978, 800 kg/ha vuonna 1979 ja 500 sekä 800 kg/ha vuonna 1980 NPK 10-10-20. Lisätyypeä annettiin joko pintaan kesällä tai peruslannoituksen yhteydessä keväällä. Joka vuosi oli lisäksi yksi koejäsen, joka ei saanut lisätyppilannoitusta.

Kastelukokeessa olivat koekasveina kukkakaali ja keräkaali. Vuonna 1978 olivat vertailtavina 5 x 15 mm, 4 x 15 mm, 3 x 30 mm ja 2 x 30 mm sadetukset kasvukaudella sekä koejäsen, joka oli ilman kastelua. Istutuskastelua annettiin 20 mm sadetus tai 0,3 l/taimi yksilökasteluna. Vuonna 1979 verrattiin ilman kastelua ollutta koejäsentä 2 x 15 mm ja 2 x 30 mm sadetuksen saaneisiin. Istutuskasteluna oli 15 mm sadetus, 0,2 l/taimi tai ei istutuskastelua lainkaan.

Vuonna 1980 vertailtiin vain istutuskastelumenetelmiä: 10 mm sadetus, 0,4 - 0,5 l/taimi vettä tai lannoiteliuosta sekä koejäsen, joka ei saanut istutuskastelua lainkaan. Yksilökastelu tehtiin istutuskoneeseen liitetyllä kastelulaitteella, joka automaattisesti kasteli jokaisen taimen.

Lannoitustapakokeissa olivat tulokset vaihtelevia, eikä varmaa tulosta eri menetelmien paremmuudesta saatu. Sijoituslannoitus näyttää kuitenkin olevan jatkotutkimuksen arvoinen menetelmä, koska tällöin lannoitetaan vain viljelykasvin alla oleva pelto viljeltäessä suurin rivivälein tai usemman rivin muodostamissa penkeissä.

Tasalaatuaisin koekenttä ja kasvusto keräkaalin lannoitustapakokeissa oli vuonna 1980. Silloin sijoituslannoitus antoi paremman sadon kuin rivilannoitus, ja pintalannoitus antoi heikoimman sadon, paitsi annettaessa lisätyppilannoitus jo keväällä peruslannoituksen yhteydessä, jolloin sijoituslannoitus antoi pienimmän sadon. Annettaessa lisätyppilannoitus yhdessä erässä kesällä saatiin parempi sato kuin jakamalla lisätyppilannoitus kahteen osaan.

Sipulin lannoituskokeissa saatiin sijoituslannoituksella yleensä parempi sato kuin rivilannoituksella. Pintalannoitus antoi heikoimman sadon. Typpilannoituksella ja lannoitemäärän lisäyksellä ei useinkaan saatu sadonlisäystä. Sipulikokeissa lannoitus tehtiin tavallisella rivilannoittimella, jonka vantaiden välejä oli muutettu vastaamaan rivivälejä. Sipulit istutettiin käsin. Vasta vuonna 1980 kokeiltiin sijoituslannoittimella varustettua istutuskonetta.

Keräkaalin ja kukkakaalin kastelukokeissa istutuskastelumenetelmät osoittautuivat samanarvoisiksi, kun käytetään pelkkää vettä. Lannoiteliuoskastelu lisäsi satoa. Sopivan kastelumäärän ja lannoiteliuosväkevyyden selvittämiseksi olisi kokeita jatkettava ja kokeiltava erilaisia lannoitteita. Vuonna 1980 kokeessa käytetty vesimäärä ja lannoiteväkevyys olivat ehkä tarpeettoman suuria.

SAMMANFATTNING

I fältförsöken utförda vid Statens forskningsanstalt för lantbruksmaskiner jämfördes placeringsgödslingen med yt- och radgödsling samt olika kvävegödslingsmetoder i vitkål- och lökodling under åren 1977 - 1980. Försök vid planteringsbevattning av varje enskilda planta utfördes med vitkål- och blomkålbestånden under åren 1978 - 1980.

Under åren 1977 - 1978 jämfördes radgödsling med placeringsgödsling vid vitkålodling. Gödselmängderna var 800, 1200 och 1600 kg/ha NPK 10-10-20. Under åren 1979 och 1980 utfördes även ytgödsling och gödselmängderna var 800 och 1400 kg/ha NPK 10-10-20. Kvävetilläggsgödsling gjordes i samband med grundgödslingen under åren 1977 och 1978 genom att blanda på våren ulesalpeter eller urea till grundgödseln NPK 10-10-20 eller genom att sprida ulesalpeter på markytan på sommaren. Under åren 1979 och 1980 gjordes kvävetilläggsgödslingen genom att blanda ulesalpeter med grundgödseln NPK 10-10-20 på våren eller genom att sprida ulesalpeter en eller två gånger på markytan på sommaren.

Grundgödselmängderna vid lökodling var 800 och 1200 kg/ha NPK 10-10-20 under åren 1977 och 1978, 800 kg/ha år 1979 och 500 och 800 kg/ha år 1980. Kvävetilläggsgödslingen spreds på ytan på sommaren eller tillsammans med grundgödslingen på våren. Varje år var också en försöksmedlem helt utan kvävetilläggsgödsling.

Försöksväxterna i bevattningsförsöken var vitkål och blomkål. År 1978 jämfördes under växtperioden bevattningsmängderna 5 x 15 mm, 4 x 15 mm, 3 x 30 mm och 2 x 30 mm med en försöksmedlem, som var helt utan bevattning. Vid planteringen fick plantorna 0,3 l vatten för varje enskilda planta eller en 20 mm spridarebevattning. År 1979 jämfördes försöksmedlemmarna bevattnade 2 x 15 mm, 2 x 30 mm och ingen bevattning. Planteringsbevattningarna var en 15 mm spridarebevattning, 0,2 l/planta, eller ingen planteringsbevattning.

År 1980 jämfördes endast planteringsbevattningar: 10 mm spridarebevattning, 0,4 - 0,5 l vatten eller gödsellosning/planta, samt ingen planteringsbevattning. De enskilda plantorna bevattades automatiskt vid planteringen med en anordning, som var monterad på planteringsmaskinen.

Skördarna vid försöken med gödslingsmetoder var varierande och inga säkra resultat uppnåddes. Placeringsgödslingen ser ut att vara värd fortsatta studier, emedan då bara den del av åkern gödslas, vilken är under nyttoväxterna, om växterna odlas med stort radmellanrum eller i bänkodling.

Det jämnaste försöksfältet vid gödslingsmetodförsöken av vitkål var år 1980. Då gav placeringsgödslingen större skörd än radgödslingen, och ytgödslingen gav den minsta skörden, utom när kvävetilläggsgödslingen spreds redan på våren blandad med grundgödslingen; då gav placeringsgödslingen den minsta skörden. Skörden var bättre, om kvävetilläggsgödslingen spreds på en gång än om den spreds i två partier.

I lökodlingen var resultatet allmänt bättre med placeringsgödsling än radgödsling. Ytgödslingen gav den minsta skörden. Kvävetilläggsgödslingen och en större gödselmängd ökade vanligen inte skörden. Gödslingen gjordes i lökodlingsförsöken med en vanlig radmyllare, som hade så ändrade billmellanrum, att de passade till lökradernas mellanrum. Lökarna planterades för hand, med undantag av år 1980, då en planteringsmaskin försöktes, vilken var utrustad med placeringsgödselspridare.

Olika bevattningsmetoder vid plantering av vitkål och blomkål var lika bra, då bara vatten användes. Skörden ökade vid bevattning och gödsellösning. Studier med olika bevattningsmängder och gödsellösningar borde fortsätta för att finna den rätta koncentrationen och vattenmängden, vilka båda år 1980 var kanske onödigt stora.

JOHDANTO

Viljelykasvien lannoitusta on pyritty kehittämään niin, että kasvit käyttäisivät mahdollisimman tarkoin hyödykseen ravinteet, joita lannoitteissa maahan lisätään. Peltokasvien, erityisesti viljojen, lannoitustavaksi on yleistynyt sijoituslannoitus, jolla on etuja sekä työmenekkiä että kasvien ravinteiden saantia ajatellen. (KARA ja RÄISÄNEN 1974, PUUSTJÄRVI 1978, ELONEN 1980). Viljanviljelyssä käytettävät lannoitemäärät ovat kohtuullisia ja ne levitetään tasaisesti koko viljelyalalle, koska viljakasvusto peittää koko pellon pian orastumisen jälkeen. Hyviä satoja on saatu suuremminkin riviväleihin kylvettävistä viljoista, esimerkiksi maissista, sijoituslannoitusta käyttäen (HEMPLER 1978). Perunanviljelyssä on todettu sijoituslannoitusta käyttäen saatavan suurempia ja parempilaatuisia satoja kuin hajalannoitusta käyttäen (VARIS ja LANNETTA 1974, MÜLLER 1980).

Vihannesviljely avomaalla eroaa jonkin verran viljan ja perunan viljelystä. Viljelymaan ravinnepitoisuus on usein ennen lannoitustakin suurempi, kasvu-aika on pidempi ja käytetyt lannoitemäärät suurempia vihannesviljelyssä. Vihanniskasvien siemenet ovat usein pieniä ja vaikeasti itäviä, joten maanesteen suolapitoisuus ei saisi olla haitallisen korkea, ettei siemenen vedensaanti itäessä vaikeutuisi.

Vihannesviljelyyn valitaan kevyitä kivennäismaita, joiden ravinteiden pidätyskyky on huono, vaikka humuslisäyksiin sitä pyritäänkin parantamaan. Vihannesviljelyssä on vaikeutena toisilleen vastakkaiset tavoitteet: kasvien vedensaannin turvaamiseksi olisi maanesteen suolapitoisuuden oltava pieni ja toisaalta suuren sadon vaatiman ravinnemäärän saannin turvaamiseksi olisi maan ravinnepitoisuuden oltava suuri, josta voi aiheutua vedensaantia haittaava korkea maanesteen suolapitoisuus. Maan vesipitoisuuden vaihtelu aiheuttaa lisävaikeuksia parasta ravinnepitoisuutta etsittäessä. Käytännössä ei ole mahdollista antaa lannoitteita pieninä annoksina kasvuaikana ja jatkuvalla kastelulla huolehtia edullisimmasta kosteudesta.

Sijoituslannoituksella voitaneen osa edelläluetelluista haitoista poistaa sellaisten kasvien osalta, joita viljellään suhteellisen suurin riviväleihin. Tällöin osa maasta on melko vähäravinteista, josta kasvin on mahdollista ottaa vettä. Ravinteet ovat keskittyneet tiettyihin kohtiin, joista niiden saanti on mahdollista, ellei ole niin kuivaa, että ravinteiden liukeneminen estyy (PUUSTJÄRVI 1978). On todettu, että kasvien juuret aktiivisesti etsiytyvät ravinnepitoisiin kohtiin maassa (KÄHÄRI ja ELONEN 1969). Liian lähelle kasviriviä sijoitetusta lannoitteesta voi olla haittaa itäville siemenille tai kasvin juurille (LORENZ 1975, LYSHOL 1981a, 1981b). Voimakas pintalannoitus voi aiheuttaa itämisvaurioita, koska lannoitetta ei tavallisesti saada muokatuksi tasaisesti syvemmälle maahan. Rivilannoituksesta ja erillisestä kylvöstä voi olla seurauksena, että kasvirivi joutuu suoraan lannoiterivin päälle, mistä seuraa polttovioituksia. Erityisesti tämä vaara on alueilla, joissa kylvöaikaan haihtuu vettä enemmän kuin sataa, mikä aiheuttaa varsinkin nitraattityypen kulkeutumisen maan pintaan (LINDEN 1977).

Polttovioitusten välttämiseksi tuntuisi sijoituslannoitus sopivalta. Tällöin kasvirivi ja lannoitteet ovat aina samalla ennalta määrätyllä etäisyydellä toisistaan, sivusuunnassa paremmin kuin pystysuunnassa, koska veden mukana ylös- alas kulkeutuvat ravinteet aiheuttavat jatkuvasti muutoksia kasvin juuriston ravinteiden saantiin.

Kaalinviljelyssä on havaittu, että kaikki lannoitteet voidaan antaa jo keväällä, jos sääolot ovat suotuisat, ettei esimerkiksi typpi pidäty pintaan tai huuhdoudu kasvien saavuttamattomiin (DRAGLAND 1980). Vaihtelua voi olla paljonkin poikkeuksellisina kasvukausina. Lähelle kasviriviä sijoitettu lannoite varmistaa ravinteiden häiriöttömän saannin jo heti kasvukauden alussa, jolloin valo- ja lämpöolot ovat usein kasville suotuisimmat. Maan kylmyys ja yleensäkin kasvin kasville suotuisinta lämpötilaa kylmempi sää vaikeuttaa erityisesti fosforin ottoa.

Tällöin on eduksi, jos maassa on lannoiterivejä, joissa fosforipitoisuus on suuri ja siten fosfori ei ehdi sitoutua maahan ennen kuin kasvi ottaa tarvitsemansa helppoliukoisen fosforin. Vesiliukoisten typpi-fosforilannoitteiden on havaittu olevan edullisia kasvien varhaiskehityksen aikana (BAKER ym. 1970, LORENZ 1975, HEMPLER 1978, SOMMERS 1979, MULLER 1980, BALVOLL 1981).

Käytettäessä suuria lannoitemääriä on vaarana, että kasvit eivät pysty käyttämään kaikkia annettuja ravinteita hyödykseen, vaan kasvukauden jälkeen maassa on enemmän ravinteita kuin keväällä. Maahan pidättyvien ravinteiden osalta tällainen varastojen kertyminen ei useinkaan ole haitallista, vaan kasvit käyttävät nämä ravinteet seuraavalla kasvukaudella.

Typpi on ravinne, jonka oikean käyttömäärän ja tavan löytäminen olisi tärkeintä. Yleensä kasvinviljelyssä lannoituskustannus on hyvin suuri osa kokonaiskustannuksista, ja typpi on pääravinteista ehdottomasti kallein (POMMER 1981, DIEZ 1981). Typpi nitraattimuodossa kulkeutuu veden mukana helposti ja runsaiden sateiden aikana voi huuhtoutua pohjavesiin. Maan tullessa ilmattomaksi nitraatti voi denitrifikaatiossa muuttua typpikaasuksi tai typpioksidiksi ja haihtua ilmaan. Ammoniumtyppi pidättyy nitraattityyppiä paremmin maahan.

Ylimääräinen typpi joutuu helposti hukkaan, toisaalta hapenpuute alentaa satoa. Maan käyttökelpoiset typpivarat kasvukauden alkaessa ja mahdollisuudet typpivaraston muuttumiseen kasveille käyttökelpoiseen muotoon kasvukauden aikana olisi tunnettava, ennen kuin voitaisiin tehdä päätöksiä typpilannoituksen määrästä ja silloinkin olisi sadetuksella pidettävä maan kosteus riittävänä kasvukaudella, ellei sateita tulisi sopivasti (LINDÉN 1977, BÖHMER ja WEHRMANN 1979, EKEBERG 1980, BÖHMER ym 1981).

Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitoksella tehdyissä sijoituslannoituskokeissa on seurattu saadaanko sijoituslannoituksella sadonlisäystä tai entisen kokoinen sato vähemmällä lannoituksella verrattuna rivi- tai pintalannoitukseen. Lisäksi on kokeiltu erilaisia typpilannoitustapoja. Paitsi sadon määrää on voitu muutamista näytteistä seurata keräkaalin sadon laatua ja sipulin säilymistä varastossa.

Kasvukauden alun kuivuuden vuoksi on kastelu usein antanut sadonlisäyksiä (HEINÄMÄKI 1980). Kaaleilla on kokeiltu istutuksen yhteydessä taimikohtaista kastelua, joka sadetuskastelua paremmin antaa mahdollisuuden juurtumista ja taimen alkukehitystä nopeuttavaan lisälannoitukseen. Istutus- kastelun yhteydessä voitaisiin käyttää helppoliukoisia lannoitteita ja hivenlannoitteita, jotka ovat liian kalliita käytettäväksi suurin määrin tavallisen lannoituksen tapaan.

1. LANNOITUSKOE

1.1. Aineisto ja menetelmät

Kesällä 1977 aloitettiin keräkaalin ja sipulin lannoituskoe Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitoksella Vihdissä. Kokeissa verrattiin pinta-, rivi- ja sijoituslannoitusta erilaisia lannoitemääriä käyttäen. Lisäksi kokeiltiin lisätyppilannoituksen erilaisia levitystapoja ja -ajankohtia. Erilaiset lannoitusmäärät olivat pääruuduissa ja lannoitustavat osaruuduissa. Koejäsenet on lueteltu taulukoissa 1 ja 2.

1.1.1 Keräkaalin aineisto ja menetelmät

Keräkaalin koeruutujen nettopinta-ala oli $0,6 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 3 \text{ m}^2$ 1977, $0,6 \text{ m} \times 6 \text{ m} = 3,6 \text{ m}^2$ 1978, $2,4 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 9,6 \text{ m}^2$ 1979 ja 1980. Erilaisen lannoituksen saaneiden ruutujen välissä oli kaksi suojariviä. Koekenttien maalaji oli hieta-savea, jonka ravinnepitoisuus on esitetty taulukossa 3. Esikasveina olivat 1977 kokeelle maissi ja seuraavina vuosina heinä, vehnä ja heinä. Kevätmuokkaukset tehtiin S-piikkiäkeellä ja viimeinen muokkaus ennen istutusta jyrsimellä, jolla myös mullattiin rikkakasvihäville, trifluraliini (1978 ja 1979 Treflan 4 l/ha, 1980 Super-Treflan 2 l/ha). Vuonna 1977 rikkakasvihäville oli Semeron, 1,5 kg/ha kaksi viikkoa istutuksen jälkeen.

Lannoitus tehtiin 2 m levyisellä Juko-rivilannoittimella, jonka lannoitusvantaiden väli on 16 cm. Rivilannoitus tehtiin 10 - 12 cm syvyyteen konetta normaalisti käyttäen. Sijoituslannoitusta varten siirrettiin vantoita 1977 siten, että voitiin lannoittaa kolmea 60 cm välein olevaa taimiriviä varten yhtä aikaa. Lannoitevantaiden väli oli tällöin 10 cm - 50 cm - 10 cm - 50 cm - 10 cm, eli koneessa oli vain 6 vannasta. Syöttömäärää lisättiin vastaavasti, jotta pinta-alaa kohti levitetty lannoitemäärä pysyi samana kuin

Taulukko 1. Keräkaalikokeen koejäsenet 1977 - 1980. Peruslannoite oli joka vuonna NPK 10-10-20. Peruslannoituksen ja lisättylannoituksen määrien suhdä oli sama kälkilla lannoitus-tasoiilla.

Vuosi	Peruslannoitustapa	Lannoitemäärä kg/ha	Lisättylannoitustapa	Lisättylannoitusmäärä kg/ha N
1977 ja 1978	- rivilannoitus	700	- oulunsalpietari pinta-	60
	- sijoituslannoitus	1400	lannoituksena kesällä	90
		1500	- oulunsalpietari perus- lannoituksen yhteydessä	120
			- urea peruslannoituksen yhteydessä keväällä	
1979 ja 1980	- rivilannoitus	800	- oulunsalpietari pinta-	60
	- sijoituslannoitus	1400	lannoituksena kesällä	105
	- pinta-lannoitus		- oulunsalpietari pinta- lannoituksena kahdessa erässä	
			- oulunsalpietari perus- lannoituksen yhteydessä keväällä	

Taulukko 2. Sipulikokeen koejäsenet 1977 - 1979. Peruslannoite oli joka vuonna NPK 10-10-20. Peruslannoituksen ja lisätyppiannoituksen määrät oli sama kaikilla lannoitustasoilla.

Vuosi	Peruslannoitustapa	Lannoitemäärä kg/ha	Lisätyppiannoitustapa	Lisätyppiannoitemäärä kg/ha N
1977 ja 1978	- rivilannoitus	300	- oulunsalpietari pinta-	60
	- sijoituslannoitus	300	lannoituksena kesällä	90
			- oulunsalpietari perus-	
			lannoituksen yhteydessä kevällä	
			- ei lisätyppiannoitusta	
1979	- rivilannoitus	800	- oulunsalpietari pinta-	60
	- sijoituslannoitus		lannoituksena kesällä	
	- pintaannoitus		- oulunsalpietari peruslan-	
			noituksen yhteydessä ke- vällä	
			- urea peruslannoituksen yhteydessä kevällä	
			- ei lisätyppiannoitusta	
1980	- rivilannoitus	500	- oulunsalpietari pinta-	38
	- sijoituslannoitus	800	lannoituksena kesällä	60
	- pintaannoitus		- oulunsalpietari peruslan-	
			noituksen yhteydessä kevällä	
			- ei lisätyppiannoitusta	

rivilannoituksessa. Vuosina 1978 - 1980 oli käytössä istutuskoneen yhteyteen rakennettu lannoitusyksikkö, joka sijoitti lannoitteen rivin kahta puolta. Pintalannoitus tehtiin 1979 ja 1980 samalla Juko-koneella nostamalla vantaat ylös maasta, jolloin lannoite levisi maan pintaan hajalleen. Lannoite muokattiin ajamalla ruutujen yli kerran S-piikkiäkeellä.

Taulukko 3. Koekenttien ravinnepitoisuudet mg/l, pH- ja johtoluvut.
Analyysit tehty Viljavuuspalvelu Oy:ssä.

Koekasvit	Keräkaali				Sipuli			
	1977	1978	1979	1980	1977	1978	1979	1980
pH	6,4	6,2	6,3	6,4	5,4	5,9	6,0	6,4
Johtoluku	1,6	0,6	-	0,7	1,1	-	-	1,2
Ravinnepitoisuudet mg/l								
Ca	3700	2600	3300	4150	1650	1800	1875	2700
K	610	170	326	145	270	200	162	235
P	130	7,8	26	4,2	3,4	8,8	5,8	12
Mg	410	525	515	640	305		425	365
B	1,5	0,4	0,5	0,7	0,4		0,3	0,6
Cu	14,6	6,6	15,1	14,8	10,0		10,9	10,5
Mn	2,6	3,1	4,7	3,4	4,8		9,2	2,4
Mo	0,81	0,68	2,24	0,78	0,65		2,47	2,49
Zn	66,0	41,7	63,0	47,0	80,0		70,0	73,0

Riviväli oli 60 cm ja taimiväli 50 cm eli n. 33 000 tainta hehtaarille. Vuonna 1977 istutus tehtiin käsityönä kuokan avulla. Vuosina 1978 - 1980 oli käytössä yksirivinen Lännen Tehtaiden valmistama Paperpot- istutuskone. Istutuksen jälkeen sadetettiin joka vuosi 10 - 15 mm.

Keräkaalilajike oli 1977 - 1979 Rhum von Enkhuizen 386 OE SF 71, 1980 Gloria F₁ OE. Taimet ostettiin Lännen Tehtailta paperpot-paakkutaimina 1978 - 1980. Vuonna 1977 olivat taimet kaalinviljelijältä ostettuja turveruokkutamia. Istutus tehtiin 1977 - 1978 kesäkuun ensimmäisellä ja 1979 - 1980 kesäkuun toisella viikolla.

Kesäkuun lopulla ruiskutettiin rikkakasvien hävittämiseksi viljelykset propaklorilla (Ramrod 7 kg/ha) vuosina 1978 - 1980. Vuosina 1977 ja 1979 oli lisäksi tehtävä rikkakasvien torjuntaa kuokalla.

Koekentät sadetettiin 2 - 3 kertaa kesän aikana tarpeen mukaan.

1.1.2 Sipulin aineisto ja menetelmät

Sipulin koeruutujen nettopinta-ala oli 1977 0,9 m x 3 m = 2,7 m², 1978 - 1979 0,9 m x 4 m = 3,6 m², vuonna 1980 1,2 x 4 m = 4,8 m². Ruutujen ympärillä oli suojarivit ja käytävätilaa.

Sipulikoekentät olivat hietasavea, jonka ravinnepitoisuus on esitetty taulukossa 3. Peruslannoituksena vuosien 1978 ja 1980 kenttä sai syksyllä 1977 dolomiittikalkkia 5 t/ha ja superfosfaattia 1 t/ha. Esikasveina olivat vuodelle 1977 kesanto, 1978 sipuli, 1979 kesanto ja 1980 kesanto.

Kevätmuokkaukset tehtiin S-piikkiäkeellä. Lannoitus tehtiin Juko- rivilannoittimella, rivilannoitus 16 cm rivivälein. Pintalannoitusta varten vantaat nostettiin maasta ylös ja lannoitteet muokattiin S-piikkiäkeellä. Sijoituslannoitus tehtiin siten, että joka toista vannasta siirrettiin 5 cm, jolloin lannoiterivien välit olivat vuoroitellen noin 10 cm ja 20 cm. Sipuli istutettiin käsin kahden 10 cm etäisyydellä olevan lannoiterivin väliin.

Sipuli istutettiin käsin 1977 - 1979. Kasvirivien väli oli 30 cm. Vuonna 1980 käytettiin Sipula - istutuskonetta, jossa olevalla lannoitusyksiköllä myös lannoitettiin sijoituslannoitusruudut. Sipula istutti sipulit kolmeen 20 cm välein olevaan paririviin, joiden väli oli 40 cm. Istukaskoko oli 1977 22 - 25 mm, 1978 - 1980 15 - 22 mm. Lajike oli joka vuosi Stuttgarter Riesen. Istutustiheys oli 18 kpl istukkaita rivimetrimille, paitsi vuonna 1977 16 kpl/m. Tavoitteena oli istukasmäärä 1200 kg/ha.

Istutuksen jälkeen ruiskutettiin rikkakasvihävitteet propaklori ja klorprofaami (Ramrod 4 kg/ha ja Sipulan 4 l/ha) tankkiseoksena. Lisäksi vuosina 1978 - 1980 ruiskutettiin myöhemmin kasvukaudella linuronilla ja prometryynillä (Lorox 1 kg/ha ja Gesagard 50 l kg/ha).

Vuonna 1977 ei ollut kastelumahdollisuutta. Vuosina 1978 - 1980 kasteltiin istutuksen jälkeen ja myöhemmin kesällä kerran. Vuonna 1978 olisi ollut kastelutarvetta syyskesäläkin, mutta ei ollut vettä.

1.2. Keräkaalin sato

Keräkaalin sato kerättiin useammalla kerralla noin viikon välein. Joka kerta kerättiin täysikokoiset kiinteät kerät, joiden paino oli yli 1 kg. Kerät punnittiin irralliset suojuslehdet poistettuina.

Taulukko 4. Keräkaalin sato v. 1977 t/ha. Suhdeluku 100 = koejäsen, jossa rivilannoitus 800 kg/ha NPK 10-10-20 + 60 kg/ha N oulunsalpietarina (Nos) pintaan levitettynä kesällä.

Peruslannoitus NPK 10-10-20	Lisätyppilannoitus					
	Nos pintaan kesällä		Nos peruslann. yht. keväällä		Urea peruslann. yht. keväällä	
	t/ha	sl	t/ha	sl	t/ha	sl
800 kg/ha	60 kg/ha N		60 kg/ha N		60 kg/ha N	
Rivilannoitus	41,4	100	31,8	77	38,0	92
Sijoituslannoitus	41,3	102	34,7	84	32,8	79
1200 kg/ha	90 kg/ha N		90 kg/ha N		90 kg/ha N	
Rivilannoitus	54,0	130	41,8	101	47,6	115
Sijoituslannoitus	46,3	112	44,5	107	46,2	112
1600 kg/ha	120 kg/ha N		120 kg/ha N		120 kg/ha N	
Rivilannoitus	53,8	130	37,3	90	51,3	124
Sijoituslannoitus	52,1	126	53,4	129	48,8	118

Vuonna 1977 parhaan sadon antoi rivilannoitus ja oulunsalpietarilisäys kesällä. Lannoituksen lisäys keskimäisestä määrästä suurimpaan ei lisännyt enää satoa. Keväällä annetut pienimmät typpilannoittelisäykset eivät riittäneet koko kasvukaudeksi.

Taulukko 5. Keräkaalin sato v. 1978 t/ha. Suhdeluku 100 = koejäsenen, jossa rivilannoitus 800 kg/ha NPK 10-10-20 + 60 ha N oulunsalpietarina (Nos) pintaan levitettyinä kesällä.

Peruslannoitus NPK 10-10-20	Lisätyppilannoitus					
	Nos pintaan kesällä		Nos peruslann. yht. keväällä		Urea peruslann. yht. keväällä	
	t/ha	sl	t/ha	sl	t/ha	sl
800 kg/ha	60 kg/ha N		60 kg/ha N		60 kg/ha N	
Rivilannoitus	49,0	100	17,5	97	36,2	74
Sijoituslannoitus	39,2	80	37,0	76	37,1	76
1200 kg/ha	90 kg/ha N		90 kg/ha N		90 kg/ha N	
Rivilannoitus	50,7	104	50,3	103	46,3	95
Sijoituslannoitus	42,8	87	43,6	89	45,8	94
1600 kg/ha	120 kg/ha N		120 kg/ha N		120 kg/ha N	
Rivilannoitus	66,4	136	55,2	113	55,8	114
Sijoituslannoitus	44,6	91	47,4	97	52,8	108

Keräkaalikoekentän multavuus ja ravinnepitoisuus vaihtelivat jonkin verran, vaikeuttaen luotettavien vertailujen tekemistä eri lannoitemäärien välillä. Erot rivi- ja sijoituslannoituksen ja eri typpilannoitustapojen välillä ovat varmempia. Rivilannoitus ja typpilannoitus kesällä antoivat parhaan sadon.

Kuiva-aine- ja nitraattimäärityksiä varten kerättiin näytteet sadonkorjuun yhteydessä suurimman ja pienimmän lannoituksen saaneista koejäsenistä kolmelta kerranteesta. Nitraattipitoisuus on ilmoitettu tuoreesta kaalista.

Taulukko 6. Keräkaalin kuiva-aine- ja nitraattipitoisuudet 1978.

Peruslannoitus	Lisätyppilannoitus					
	Nos kesällä k-a % nitraatti mg/kg		Nos keväällä k-a % nitraatti mg/kg		Urea keväällä k-a % nitraatti mg/kg	
800 kg/ha	60 kg/ha N		60 kg/ha N		60 kg/ha N	
Rivilannoitus	6,5	280	7,1	280	7,3	240
Sij.lannoitus	7,1	320	7,1	250	7,7	230
1600 kg/ha	120 kg/ha N		120 kg/ha N		120 kg/ha N	
Rivilannoitus	6,4	750	6,3	540	7,0	260
Sij.lannoitus	6,3	1290	6,1	630	6,6	500

Alimmalla lannoitustasolla ovat kuiva-ainepitoisuudet sijoituslannoituksen saaneissa koejäsenessä hiukan korkeammat kuin rivilannoituskoejäsenessä. Suurimman lannoituksen saaneissa ruuduissa suhde on päinvastoin ja nitraattipitoisuus on noussut oulunsalpietaria saaneissa ruuduissa.

Vuoden 1979 keräkaalin lannoituskoetta häiritsi syksyn sateisuus, joka aiheutti koekentän keskiosassa kasvun pysähtymisen. Satoa kerättiin 15.8. - 19.9 yhteensä kuusi kertaa, pääosa sadosta tuli neljällä ensimmäisellä korjuukerralla.

Taulukko 7. Keräkaalin sadot v. 1979 t/ha. Suhdeluku 100 = koejäsen, jossa rivilannoitus 800 kg/ha NPK 10-10-20 + 60 ha N oulunsalpietarina pintaan levitettyä kesällä.

Peruslannoitus	Lisätyppilannoitus oulunsalpietarina					
	kesällä pintaan		kesällä pintaan		kevällä perusl. yhteydessä	
	t/ha	sl	t/ha	sl	t/ha	sl
800 kg/ha	60 kg/ha N		2 x 30 kg/ha N		60 kg/ha N	
Rivilannoitus	55,3	100	52,3	95	42,4	77
Sij.lannoitus	46,8	85	42,7	77	45,5	82
Pintalannoitus	44,1	80	50,8	92	38,5	70
1400 kg/ha	105 kg/ha N		105 kg/ha N		105 kg/ha N	
Rivilannoitus	67,5	122	70,6	128	58,0	105
Sij.lannoitus	64,9	117	63,8	115	58,8	106
Pintalannoitus	62,5	113	67,2	122	62,0	112

Kevällä annettu lisätyppi joutui ilmeisesti kasvien juurten ulottumattomiin märkänä kesänä, koska kesällä typpilannoitteen saaneet antoivat paremman sadon. Rivilannoitus oli yleensä parempi kuin sijoituslannoitus tai pintalannoitus. Pienemmällä lannoituksella kasvoi kaupakelpoisiksi 84 % taimista, keskipaino noin 1,7 kg, ja suuremmalla lannoituksella 91 % taimista, keskipaino noin 2,1 kg.

Kuiva-aine- ja nitraattimäärityksiä varten kerättiin näytteet kolmesta kerranteesta. Nitraattipitoisuus on ilmoitettu tuoreesta kaalista.

Taulukko 8. Keräkaalin kuiva-aine- ja nitraattipitoisuudet v. 1979.

Peruslannoitus	Lisätyppilannoitus					
	kesällä pintaan		kesällä pintaan		kevällä perusl. yhteydessä	
	k-a %	nitraatti mg/kg	k-a %	nitraatti mg/kg	k-a %	nitraatti mg/kg
800 kg/ha	60 kg/ha N		2 x 30 kg/ha N		60 kg/ha N	
Rivilannoitus	6,9	120	7,0	80	7,5	70
Sij.lannoitus	6,8	130	6,7	150	6,7	260
Pintalannoitus	6,9	190	6,7	140	7,1	40
1400 kg/ha	105 kg/ha N		2 x 53 kg/ha N		105 kg/ha N	
Rivilannoitus	6,3	160	6,3	230	7,0	160
Sij.lannoitus	6,6	460	6,2	500	6,6	150
Pintalannoitus	6,7	270	6,8	160	6,5	370

Sadon kuiva-ainepitoisuus yleensä aleni lannoituksen lisääntyessä ja sadon suurentuessa. Nitraattipitoisuudet kohosivat hiukan lannoitemäärän lisääntyessä.

Taulukko 9. Keräkaalin kerien keskipainot kg/kpl ja kauppakelpoisten kerien lukumäärän suhde istutettujen taimien lukumäärään (kpl-%) v. 1979.

Peruslannoitus	Lisätyppilannoitus					
	kesällä pintaan		kesällä pintaan		kevällä peruslann. yhteydessä	
	kg/kpl	kpl-%	kg/kpl	kpl-%	kg/kpl	kpl-%
NPK 10-10-20	60 kg/ha N		2 x 30 kg/ha N		60 kg/ha N	
800 kg/ha	60 kg/ha N		2 x 30 kg/ha N		60 kg/ha N	
Rivilannoitus	1,80	92	1,72	91	1,56	81
Sij.lannoitus	1,66	84	1,56	84	1,84	73
Pintalannoitus	1,69	78	1,63	94	1,49	77
1400 kg/ha	105 kg/ha N		2 x 53 kg/ha N		105 kg/ha N	
Rivilannoitus	2,24	91	2,26	94	2,01	87
Sij.lannoitus	2,11	92	2,09	91	1,95	91
Pintalannoitus	2,03	92	2,15	94	2,09	89

Vuonna 1980 keräkaalin lajike oli Gloria F₁ OE, ja yhdellä korjuukerralla siitä saatiin kohtalaisen hyvä sato. Koekenttä oli melko tasalaatuinen ja erilaisten lannoitustapojen välillä oli vähän eroja satotuloksissa.

Vuonna 1980 oli sijoituslannoitus paras, jos typpilannoitus annettiin kesällä. Keväällä yhdessä peruslannoituksen kanssa annettu typpilannoitus oli ilmeisesti liikaa yhdellä kertaa ja tällöin sijoituslannoitus on ollut heikoin, lannoiteväkevyys rivin lähellä on voinut olla liian suuri.

Kuiva-aine- ja nitraattimäärityksiä varten kerättiin jokaiselta ruudulta näytteet sadonkorjuun yhteydessä.

Taulukko 10. Keräkaalin sato v. 1980 t/ha. Suhdeluku 100 = koekäsen, jossa rivilannoitus 800 kg/ha NPK 10-10-20 + 60 kg/ha N oulunsalpietarina.

Peruslannoitus NPK 10-10-20	Lisätyppilannoitus oulunsalpietarina					
	kesällä pintaan		kesällä pintaan		kevällä peruslann. yhteydessä	
	t/ha	sl	t/ha	sl	t/ha	sl
800 kg/ha	60 kg/ha N		2 x 30 kg/ha N		60 kg/ha N	
Rivilannoitus	59,8	100	54,7	92	54,8	92
Sij.lannoitus	62,2	104	57,8	97	49,7	83
Pintalannoitus	52,5	88	52,5	88	58,1	97
1400 kg/ha	105 kg/ha N		2 x 53 kg/ha N		105 kg/ha N	
Rivilannoitus	68,8	115	59,8	100	69,1	116
Sij.lannoitus	70,2	117	69,1	116	62,2	104
Pintalannoitus	67,1	112	60,0	100	64,3	108

Taulukko 11. Keräkaalin kuiva-aine- ja nitraattipitoisuudet v. 1980.

Peruslannoitus	Lisättyypilannoitus					
	kesällä pintaan		kesällä pintaan		kevällä peruslann. yhteydessä	
	k-a %	nitraatti mg/kg	k-a %	nitraatti mg/kg	k-a %	nitraatti mg/kg
800 kg/ha	60 kg/ha N		2 x 30 kg/ha N		60 kg/ha N	
Rivilannoitus	7,4	160	7,6	220	7,7	970
Sij.lannoitus	7,5	180	7,2	220	8,1	180
Pintalannoitus	7,5	240	7,5	300	7,9	160
1400 kg/ha	105 kg/ha N		2 x 53 kg/ha N		105 kg/ha N	
Rivilannoitus	7,6	280	7,4	280	7,7	290
Sij.lannoitus	7,5	300	7,3	270	7,8	250
Pintalannoitus	7,4	310	7,4	300	7,8	280

Sadon kuiva-ainepitoisuus oli lisätyn jo keväällä saaneessa koejäsenessä hiukan suurempi kuin kesällä tyypilannoitteen saaneissa koejäsenissä. Nitraattipitoisuus ei vaihdellut paljo ottaen huomioon miten helposti nitraattipitoisuus voi muuttua.

Taulukko 12. Keräkaalin kerien keskipainot kg/kpl ja kaupakelpoisten kerien lukumäärän suhde istutettujen taimien lukumäärään (kpl-%) v. 1980.

Peruslannoitus	Lisättyypilannoitus					
	kesällä pintaan		kesällä pintaan		kevällä peruslann. yhteydessä	
	kg/kpl	kpl-%	kg/kpl	kpl-%	kg/kpl	kpl-%
800 kg/ha	60 kg/ha N		2 x 30 kg/ha N		60 kg/ha N	
Rivilannoitus	2,07	87	2,00	82	2,06	80
Sij.lannoitus	1,96	95	1,95	89	1,73	86
Pintalannoitus	1,90	83	1,92	82	1,98	88
1400 kg/ha	105 kg/ha N		2 x 53 kg/ha N		105 kg/ha N	
Rivilannoitus	2,26	91	2,17	83	2,31	90
Sij.lannoitus	2,19	96	2,18	95	1,99	94
Pintalannoitus	2,20	91	2,19	82	2,13	91

Rivilannoitetuilla ruuduilla oli kerien keskipaino suurin, mutta kauppakelpoisia kaaleja tuli eniten kappalemääräisesti laskien sijoituslannoituksella. Pienemmällä lannoituksella tuli kauppakelpoista satoa 86 % taimista, keskipaino 1,95 kg ja suuremmalla lannoituksella 90 % taimista, keskipaino 2,17 kg.

1.3. Sipulin sato

Sipulin sato kerättiin käsin, jolloin repäistiin suurin osa naatista pois. Sipulit kuivattiin noin viikon ajan kuivurissa, jossa puhallin painoi ulkoilmaa sipulikerroksen läpi. Tämän jälkeen seulottiin kuivuessaan irronnut multa ja roskat pois ja sipulit punnittiin.

Kahtena vuonna vietiin sipuleita Lepaan puutarhaoppilaitoksen sipulivarastoon, jossa ne säilytettiin. Sipuleita kuivattiin ensin pari viikkoa + 30 °C lämpötilassa, jonka jälkeen varastointilämpötila oli 0 °C ja ilman suhteellinen kosteus noin 70 %.

Varastotappiot punnittiin noin 6 kuukauden säilytyksen jälkeen.

Taulukko 13. Sipulin sato v. 1977 t/ha. Suhdeluku 100 = koejäsen, jossa rivilannoitus 800 kg/ha NPK 10-10-20 + 60 kg/ha N oulunsalpietarina pintaan kesällä. Kauppakelpoisuus -% 6 kuukauden varastoinnin jälkeen.

Peruslannoitus	Lisätyppilannoitus								
	kesällä pintaan			kevällä perusl.			ei lisätyppi-		
	t/ha	sl	%	t/ha	sl	%	t/ha	sl	%
800 kg/ha	60 kg/ha N			60 kg/ha N			-		
Rivilannoitus	29,7	100	83	-	-	-	-	-	-
Sij.lannoitus	30,1	101	83	28,5	96	84	29,1	98	83
1200 kg/ha	90 kg/ha N			90 kg/ha N			-		
Rivilannoitus	28,2	95	82	-	-	-	-	-	-
Sij.lannoitus	29,4	99	84	26,4	89	82	27,4	92	85

Lannoituksen lisäys alensi satoa hiukan ilmeisesti veden puute esti lisätyn lannoitteen hyväksikäytön. Sijoituslannoitus osoittautui samanveroiseksi rivilannoituksen kanssa. Lannoituksilla ei ollut vaikutusta sipulin säilyvyyteen varastossa, vaan kaikista koejäsenistä säilyi 82-85 % kauppakelpoisina 6 kuukauden ajan.

Taulukko 14. Sipulin sato v. 1978 t/ha. Suhdeluku 100 = koejäsen, jossa rivilannoitus 800 kg/ha NPK 10-10-20 + 60 kg/ha N oulunsalpietarina (Nos) kesällä pintaan. Kauppakelpoisuus-% 6 kuukauden varastoinnin jälkeen.

Peruslannoitus	Lisätyypilannoitus								
	kesällä pintaan			kevällä perus-			ei lisätyppi-		
	t/ha	sl	%	t/ha	sl	%	t/ha	sl	%
800 kg/ha	Nos 60 kg/ha N			60 kg/ha N			-		
Rivilannoitus	35,4	100	85	38,2	108	87	44,4	125	90
Sij.lannoitus	41,5	117	87	38,1	108	90	36,2	102	90
1200 kg/ha	90 kg/ha N			90 kg/ha N			-		
Rivilannoitus	36,5	103	87	39,3	111	90	44,0	124	91
Sij.lannoitus	40,6	115	90	37,4	106	88	33,7	95	90

Paras sato tuli ilman lisätyppiä rivilannoituksella. Oulunsalpietari kesällä sijoituslannoitusruuduille antoi seuraavaksi parhaan sadon. Suurempi lannoitus ei lisännyt satoa. Kesällä sattui kuivakausi parhaan kasvun aikaan ja pysähdytti kasvun naatiston kaatuessa, koska ei ollut enää kastelumahdollisuutta. Sipulit säilyivät varastossa hyvin, koska ehtivät täysin tuleentua pellolla .

Taulukko 15. Sipulin sato v. 1979 t/ha. Suhdeluku 100 = rivilannoitus + 60 kg/ha N oulunsalpietarina (Nos) kesällä pintaan.

Peruslannoitus	Lisätyppilannoitus							
	Nos. kesällä pintaan		Nos. keväällä peruslann. yhteydessä		Urea keväällä peruslann. yhteydessä		ei lisätyppilannoitusta	
	t/ha	sl	t/ha	sl	t/ha	sl	t/ha	sl
800 kg/ha	60 kg/ha N		60 kg/ha N		60 kg/ha N			
Rivilannoitus	12,0	100	11,7	98	11,5	96	11,2	93
Sij.lannoitus	12,2	102	12,8	107	11,9	99	12,3	102
Pintalannoitus	10,4	87	11,1	92	10,1	84	11,5	95

Heinäkuun sateisuus aiheutti sipulikokeen kasvuston sairastumisen naattihomeeseen, mikä alensi satotasoa ja ehkä taasoitti satoeroja, koska kasvu häiriytyi parhaseen kasvuaikaan.

Paras sato tuli koejäsenestä, joka sai peruslannoituksen mukana oulunsalpietaria keväällä. Sijoituslannoitus yleensäkin antoi hiukan paremman sadon kuin rivilannoitus. Alhaisin sato tuli pintalannoituksella, vaikka kasvukaudella satoi niin, että ravinteiden piti olla juuriston saatavilla. Alkukesän kuivemmissä oloissa sipuli ehkä sadetuksen avulla käytti paremmin hyväkseen mullatun kuin maan pintaan jääneen lannoitteen.

Vuoden 1980 sipulikoe istutettiin Sipula-koneella. Pienten koeruutujen istuttaminen osittautui kuitenkin vaikeaksi syöttömäärän vaihdellessa sen verran, että eri ruuduille tuli vaihtelevia määriä istukkaita. Satovertailut eivät siten ole luotettavia. Lisäksi koetta lannoitettaessa tapahtui virhe, jonka seurauksena muutamalle ruudulle tuli kaksinkertainen lannoitus.

Taulukko 16. Sipulin sato v. 1980 t/ha. Suhdeluku 100 = rivilannoitus 500 kg/ha NPK 10-10-20 + 38 kg/ha N oulunsalpietarina kesällä pintaan.

Peruslannoitus	Lisätyppilannoitus					
	kesällä pintaan		kevällä perusl. ei lisätyppiä yhteydessä		-	
	t/ha	sl	t/ha	sl	t/ha	sl
500 kg/ha	38 kg/ha N		38 kg/ha N		-	
Rivilannoitus	12,1	100	11,6	96	10,8	89
Sij.lannoitus	11,7	97	13,2	109	13,1	108
Pintalannoitus	12,6	104 ^x)	12,1	100	16,1	133 ^x)
800 kg/ha	60 kg/ha N		60 kg/ha N		-	
Rivilannoitus	12,3	102	11,7	97	11,4	94
Sij.lannoitus	12,2	101	14,1	117	11,8	98
Pintalannoitus	12,2	101	14,5	120	12,5	103

x = kaksinkertainen peruslannoitus

Hehtaarisadot ovat pienet, osittain johtuen harvahkosta istutuksesta. Sipulin istukkaat olivat vielä peittauksen jäljiltä osittain kosteita, mikä hidasti niiden liikkumista istutuskoneessa, joka oli säädetty kuivilla istukkailla kokeillen. Eri lannoitustapojen paremmuudesta ei voine tehdä vertailuja tämän kokeen perusteella.

1.4. Tulosten tarkastelu

Keräkaalin lannoituskokeissa oli tulosten luotettavuutta haittaavana tekijänä yleensä koekentän epätasainen maanlaatu, joka aiheutti vaihtelua kasvurehevyyteen. Pelloilla oli viljelty aikaisemmin viljaa, eikä maan soveltuvuudesta vihannesviljelyyn ollut kokemuksia. Lisäksi koekenttiä ei voinut vapaasti valita parhailta näyttävistä paikoista, koska kentät oli järjestettävä niin, että oli kastelumahdollisuus tarvittaessa. Vasta vuonna 1980 oli lähes tasa-laatuinen koekenttä käytettävissä.

Epäedullisissa oloissa näytti rivilannoitus sijoituslannoitusta varmemmalta menetelmältä. Kuitenkin näyttäisi siltä, että edellä esitetyt alustaviksi katsottavat kokeet antaisivat aiheita perusteellisemmin tutkia istutuskoneeseen liitettävän sijoituslannoitusyksikön käyttökelpoisuutta. Nykyisin käytössä olevien rivilannoittimien kaltaisia koneita ei enää valmisteta, joten niiden tultua loppuunkäytetyiksi on oltava jokin muu lannoitteenmultauslaite tarjolla. Mahdollisten valmistussarjojen pienuus ei kuitenkaan innostane valmistajia.

Käytännön viljelmien laajuudessa tehtävät kokeet monirivisillä koneilla antaisivat vasta varmuuden sijoituslannoituksen käyttökelpoisuudesta. Yksirivisellä koneella istutettaessa jouduttiin ajamaan samoja jälkiä edestakaisin, jolloin varmasti tapahtui tarpeetonta maan tallausta, joka on voinut vaikuttaa kaalin kasvuun.

Sijoituslannoituksessa käytettävät lannoiterivien etäisyydet kasvirivistä olisi myös tutkittava, kokeessa käytetty 5 - 7 cm kasvirivin kummallakin puolelle tuskin on aina paras.

Sipulikokeissa sijoituslannoitus näytti hyvin käyttökelpoiselta lannoitustavalta. Kotimainen Sipula- istutuskone on varustettu lannoitusyksiköillä. Lannoitevantaiden suurempi porrastus koneen pituussuunnassa vähentäisi pehmeällä maalla toisinaan esiintyvää tukkeutumista.

Sipuli on esimerkki kasvista, jonka viljelyssä istutuslannoitinta käyttäen on mahdollista säästää lannoitteita, koska tällöin ei tarvitse lannoittaa viljelypenkkien välisiä käytäviä.

Sijoituslannoitusta kannattaisi ehkä kokeilla ensisijaisesti kasveilla, joita viljellään suurin rivivälein. Vaikka ei koko lannoitemäärää annettaisikaan yhdellä kertaa istutettaessa tai kylvettäessä, voisi olla eduksi antaa osa lannoitteista lähelle kasviritviä keskitetysti. Varsinkin maassa huonosti liikkuvia ravinteita, kuten fosforia ja useita hivenravinteita sisältävien lannoitteiden antamista sijoittaen olisi syytä kokeilla lisää. Sijoituslannoituksella saattaisi olla käyttöä myös viljeltäessä kasveja erilaisten katteiden alla, jotka ainakin kasvukauden alussa estävät liisälannoituksen pinnalle.

2. KASTELUKOE

2.1 Aineisto ja menetelmät

Kesällä 1978 aloitettiin kukka- ja keräkaalin kastelukoe Val-
tion maatalouskoneiden tutkimuslaitoksella Vihdissä. Kokeissa
1978 ja 1979 pyrittiin selvittämään sadetusmäärän ja -ajankoh-
dan vaikutus sadon määrään ja laatuun. Lisäksi vertailtiin
kahta istutuskastelumenetelmää.

1980 vertailtiin istutuskastelumenetelmiä ja lisäksi kokeil-
tiin yhdistettyä kastelua ja lannoitusta istutuksen aikana.
Kasvu aikana kasteltiin tarpeen mukaan.

Taulukko 17. Kastelukokeen koefäsenet vuosina 1978 - 1980

Vuosi	Kastelu kasvukaudella	Istutuskastelu	Kasvilaji
1978	- ei kastelua	- 0,3 l/taimi yksilö-	- kukkakaali
	- sadetus 5 x 15 mm	kasteluna	- keräkaali
	- " 3 x 30 "	- sadetus 20 mm	
	- " 4 x 15 "		
	- " 2 x 30 "		
1979	- ei kastelua	- 0,2 l/taimi yksilö-	- kukkakaali
	- sadetus 2 x 15 mm	kasteluna	- keräkaali
	- " 2 x 30 "	- sadetus 15 mm	
1980	- sadetus 2 x 30 mm	- 0,4 - 0,5 l/taimi	- kukkakaali
		yksilökasteluna vettä	- keräkaali
		- 0,4 - 0,5 l/taimi	
		yksilökasteluna 1 % kaksoissuperfosfaatti- liuosta	
	- sadetus 10 mm		
	- ei istutuskastelua		

Kenttäkokeessa käytettiin osaruutujen menetelmää, jossa sade-
tusmenetelmä oli pääruuduissa, istutuskastelumenetelmä osaruu-
duissa ja kasvilaji osaruuduissa. Koeruutujen nettopinta-
ala oli 1978 ja 1979 3 m x 3 m = 9 m², 1980 3 m x 10 m = 30 m².
Eri-laisen kastelun saaneiden ruutujen välissä oli 2 - 4 m suo-
javyöhykkeet ja osaruutujen väleissä oli istutettu suojarivit.

Koekentän maalaji oli hietasavea, jonka ravinnepitoisuus oli riittävä. Koekentän esikasvi oli 178 maissi, 1979 kaali ja 1980 ohra. Kevätmuokkaukset tehtiin S-piikkiäkeellä ja pinnan viimeinen muokkaus ennen istutusta jyrsimellä, jolla mullattiin rikkakasvihävyte, trifluraliini (1978 ja 1979 Treflan 4 l/ha, 1980 Super-Treflan 2 l/ha).

Lannoituksena annettiin keväällä 1978 1200 kg/ha NPK 10-10-20 ja 5 kg/ha solubooria. Y-lannos levitettiin rivilannoittimella 10 - 12 cm syvyyteen ja soluboori kasvinsuojeluruiskulla ennen istutusmuokkausta. Kasvukauden aikana annettiin kesäkuun lopussa ja heinäkuun puolivälissä oulunsalpietaria kukkakaalille yhteensä 300 kg/ha ja keräkaalille 440 kg/ha. Kukkakaali sai lisäksi ammoniummolybdaattia lehtilannoituksena.

Vuosina 1979 ja 1980 oli lannoitus keväällä 1400 kg/ha NPK 10-10-20 ja 380 kg/ha oulunsalpietaria kerran kesällä. Y-lannos annettiin istutuksen yhteydessä 10 - 12 cm syvyyteen noin 7 cm rivin kummallekin puolelle, oulunsalpietari pintaan keväällä. Vuonna 1980 käytettiin yksilökastelukokeessa veden lisäksi 1 % kaksoissuperfosfaattiliuosta.

Taimet olivat joka vuonna Lännen Tehtailta ostettuja paperpot - taimia. Kukkakaalin lajike oli Flora Blanca RZ SF 77. Keräkaali oli 1978 ja 1979 Rhum von Enkhuizen 386 OE SF 71. Vuonna 1980 oli keräkaalilajike Gloria F₁ OE. Taimet istutettiin 12. ja 13. päivänä. Istutusaikaan oli aina lämmintä, joka hellettä. Istutuskone oli puoliautomaattinen Lännen Tehtaiden valmistama yksirivinen Paperpot - istutuskone. Paikkausistutus tehtiin vuonna 1978.

Taimiväli oli 50 cm ja riviväli 60 cm. Istutuksen jälkeen välittömästi tehtiin istutuskastelu, jolloin 1978 yksilökastelut ruudut peitettiin sadetuksen ajaksi muoviteltoilla, 1979 ja 1980 olivat ruudut niin sijoitetut, ettei katoksia tarvittu.

Istutuskastelu yksilökasteluna tehtiin 1978 ja 1979 kasvinsuojeluruiskuun asennetulla letkulla, jonka päässä olevaan käsi-ruiskutustankoon liitetystä putkesta lorautettiin vesiannos taimien tyville. Ennen työn alkua mittalasia apuna käyttäen opeteltiin oikea työryhmi, jolla työskennellen saatiin haluttu vesimäärä taimien tyville.

Istutuskoneeseen oli 1980 rakennettu laite, joka kasteli taimet istutusvaiheessa (piirros 1). Traktorin etupäähän kiinnitettiin kasvinsuojeluruiskun säiliö, josta vesi johdettiin voimanottoakselille kiinnitettyyn pumppuun. Pumppu pumppasi veden edelleen painesäiliöön, josta johti putki taimivakoa avaavan vantaan taakse. Putkessa oli magneettiventtiili, joka avautui ja päästi vesiannoksen vakoon samalla hetkellä, jolloin taimi putosi vakoon. Magneettiventtiili sai avautumiskäskyn taimien syöttöruletin putkien ohjaamalta kytkimeltä. Laitteiston syöttämä vesimäärä oli aiottua suurempi, koska kytkin ohjasi venttiilin olemaan auki liian kauan. Istutusnopeus oli hidas, josta myös aiheutui ruletin hidas pyöriminen ja venttiilin aukiolojakson pituus. Syöttöruletin putken kylkiin olisi täytyntä rakentaa kohoumat, jotka olisivat antaneet kytkimelle nopeamman ja lyhytaikaisemman liikkeen.

Mekaanisesti toimiva taimienkastelulaite saattaa olla edullisempi rakentaa, jos tällainen laitteisto katsotaan tarpeelliseksi istutuskoneissa. Sähköisesti ohjattu oli helppo saada toimimaan koekoneessa, koska ei tarvinnut suuria muutostöitä istutuskoneen voimansiirtoon vaan voitiin käyttää traktoria vettä pumpaamaan.

Kesäkuun lopussa koeruudut ruiskutettiin rikkakasvien hävittämiseksi propaklorilla (Ramrod 7 kg/ha). Jonkin verran jouduttiin perkaamaan kasvustoja kuokan kanssa syyskesällä 1979. Vuonna 1978 kasvusto ruiskutettiin kerran dimetooatilla (Roxion 0,3 %) ja kahdesti malationilla (Malasiini 0,4 %) tuholaisten torjumiseksi. Vuosina 1979 ja 1980 ei tuholaistorjuntaa tarvittu.

Sadetuksessa käytettiin Wright Rain-putkiletkukalustoa. Sadetimet olivat Rain Bird-sadettimia, mallit TP 10 ja 14070, joiden tehokas kastelusäde on noin 4 m ja 15 m. Pieniä sadettimia käytettiin istutuskastelussa 1978 ja 1979. Kasteluvesi oli järvivettä.

Kasvuaikana sadetusaikankohta määritettiin mittaamalla maan kosteutta Boyocos-kosteusmittarilla, jonka kipsianturit olivat noin 15 cm syvyydessä. Vuonna 1978 oli lisäksi antureita 5 cm ja 30 cm syvyydessä. Maan kosteus mitattiin kolme kertaa viikossa.

Sadetus aloitettiin, kun kosteus 15 cm:n syvyydessä laski alle 50 % käyttökelpoisesta kosteudesta. Kesällä 1978 osa ruuduista sai sadetusta vasta kukinnan tai kerän muodostuksen alkaessa.

2.2 Tulokset

Vuoden 1978 kokeesta oli mahdollisuus tehdä monipuolisempia havaintoja kuin 1979 ja 1980, jolloin selvitettiin vain sato-tulokset.

Rikkaruohoisuus

Kesällä 1978 havaittiin, että yksilökastelun istutusvaiheessa saaneilla ruuduilla rikkakasvit taimettuivat hitaammin kuin sadetetuilla, joilla itäminen oli helpompaa. Vuosina 1979 ja 1980 satoi pian istutuksen jälkeen, joten vastaavaa eroa ei huomattu.

2.2.1 Kukkakaalin sato

Kukkakaalin satoa korjattiin kaksi kertaa viikossa. Satokausi alkoi elokuun 1. ja kesti syyskuun puoliväliin 1978, vastavasti elokuun 2. - syyskuun 10. 1979 ja elokuun 5. - syyskuun 8. 1980.

Sato kauppakunnostettiin ennen punnitsemista siten, että kaikki suojuslehdet poistettiin.

Istutuskastelumenetelmien välillä ei ollut suuria eroja. Kokonaissato yksilökasteluruuduilla oli 16,3 t/ha ja sadetetuilla 16,3 t/ha.

Taulukko 18. Kukkakaalin I-luokan sato v. 1978 t/ha ja %-osuus kokonaissadosta sekä % sadosta korjattu 25.8. mennessä. Suhdeluku 100 = sadettamaton koejäsen

Sadetus	t/ha	sl	I-%	% kokonaissadosta 25.8. mennessä
Sadettamaton	11,6	100	87	43
5 x 15 mm	15,2	131	80	47
3 x 30 mm	13,0	112	84	55
4 x 15 mm	14,7	127	87	43
2 x 30 mm	14,9	128	88	42

Erilaiset kastelumenetelmät vaikuttivat vähän kukkakaalin kuiva-aine-, askorbiinihappo- ja nitraattipitoisuuksiin. Nitraattipitoisuus oli alhaisin koejäsenissä, joissa kuiva-ainepitoisuus oli suurin. Liukoisten kuiva-aineiden pitoisuuteen kastelu vaikutti selvästi. Sadettamattomassa koejäsenessä liukoisten kuiva-aineiden määrä oli keskimäärin 6,6 %, mikä on noin prosenttiyksikön verran enemmän kuin sadetetuissa koejäsenissä.

Nopeimmin sato valmistui koejäsenissä, joita sadetettiin kasvukauden alkupuolellakin (5 x 15 mm, 3 x 30 mm), joiden sadosta valmistui 25.8. mennessä 47 ja 55 %.

Taulukko 19. Kukkakaalin kuiva-aine-, askorbiinihappo-, nitraatti- ja liukoisien kuiva-aineen pitoisuudet eri sadetusmäärillä 1978.

Sadetus	k-a %	askorbiinihappo mg/kg	nitraatti mg/kg	liukoinen k-a %
sadettamaton	7,8	670	190	6,6
5 x 15 mm	7,4	720	210	5,5
3 x 30 mm	8,2	720	120	5,8
4 x 15 mm	8,2	790	140	5,3
2 x 30 mm	7,6	790	250	5,4

Taulukko 20. Kukkakaalin I-luokan sato v. 1979 t/ha ja %-osuus kokonaissadosta sekä % sadosta korjattu 16.8 mennessä. Suhdeluku 100 = sadettamaton ilman istutuskastelua ollut koejäsenen.

	t/ha	sl	I-%	g/kpl	satoa % istutetuista taimista	% sadosta 16.8. mennessä
Ei istutuskastelua						
sadettamaton	9,3	100	80	480	65	54
2 x 15 mm	3,4	37	56	260	40	77
2 x 30 mm	4,0	43	64	300	41	63
Istutuskastelu 10 mm sadetus						
sadettamaton	12,5	134	91	480	78	52
2 x 15 mm	10,6	114	92	410	77	70
2 x 30 mm	11,4	123	88	460	76	58
Istutuskastelu 0,2 l/taimi yksilökastelu						
sadettamaton	15,2	164	89	570	80	40
2 x 15 mm	8,3	90	90	340	73	48
2 x 30 mm	11,3	121	90	430	77	48

Vuoden 1979 kastelukokeen satotulokset eivät ehkä anna kuvaa kastelun vaikutuksesta, koska kasvukaudella osoittautui maan rakenne kovin vaihtelevaksi koe kentän eri osissa.

Kastelutyön järjestämiseksi oli erilaisen sadetuksen saavat koejäsenet koottu eri osiin kenttää ja ilmeisesti tällä on ollut vaikutusta satovaihteluihin. Istutuskastelun saaneista ruuduista on saatu enemmän I-luokan kaaleja kuin ilman istutuskastelua jääneistä.

Suurempi kertasadetus on antanut paremman sadon kuin pienempi. Sadetus istutuksen jälkeen on antanut paremman sadon kuin yksilökastelu.

Taulukko 21. Kukkakaalin I-luokan sato v. 1980 t/ha ja %-osuus kokonaissadosta sekä % sadosta korjattu 19.8 ja 25.8. mennessä. Suhdeluku 100 = ilman istutuskastelua ollut koejäsen.

Istutuskastelutapa	t/ha	sl	I-%	% sadosta		kpl-%	g/kpl
				19.8.	25.8. mennessä		
Ei istutuskastelua	12,6	100	94	28	69	75	510
Sadetus 10 mm	15,3	121	97	41	77	84	550
Yksilökastelu vesi	13,6	108	98	38	77	87	470
lannoiteliuos	16,2	129	99	37	83	88	550

Paras sato saatiin koeruuduista, jotka saivat istutuskastelun lannoiteliuksella. Samoilta ruuduilta saatiin myös suurin viikkosato, 46 % I-luokan kokonaissadosta ajalla 19.8. - 25.8. Kappaleittain laskien vähiten satoa saatiin ilman istutuskastelua olleesta koejäsenestä ja pienimpiä kukkakaaleja vedellä yksilökastelun saaneesta koejäsenestä. Lannoiteliuoskastelun saaneissa ruuduissa oli kukkakaalin laatu paras.

2.2.2 Keräkaalin sato

Keräkaalin sato korjattiin 1978 kahdessa erässä, 29.8. siihen mennessä valmistuneet ja 7.9. loput. Vuonna 1979 satoa kerättiin neljä kertaa, 21.8., 28.8., 3.9. ja 10.9. Vuonna 1980 sato kerättiin taas kahdella kerralla 20.8. ja 8.9. Keräkaalit punnittiin niin, että irralliset suojuslehdet oli poistettu.

Taulukko 22. Keräkaalin sato v. 1978 t/ha ja kauppakelpoisen sadon osuus % kokonaissadosta. Suhdeluku 100 = sadettamaton koejäsen

Sadetus	t/ha	sl	Kauppakelp. sato % kokonaissadosta
Sadettamaton	56,7	100	98
5 x 15 mm	70,3	124	99
3 x 30 mm	66,8	118	99
4 x 15 mm	61,7	109	98
2 x 30 mm	58,7	103	97

Koko kasvukauden ajan sadetetuista saatiin pienempi sato kuin vain kerän kasvuaikana kastelluista. Istutuksen yhteydessä sadetetuilta ruuduilta sato oli 64,3 t/ha ja yksilökastelun saaneilta 63,4 t/ha. Kuiva-ainepitoisuus oli suurempi sadettamatomissa ja syyskesällä sadetetuissa kuin koko kasvukauden kastelluissa kaaleissa.

Askorbiinihappo- ja liukoisen kuiva-aineen pitoisuuksissa ei ollut kastelun vaikutus havaittavissa. Nitraattipitoisuus oli suurempi eniten kastelluissa. Kuiva-ainepitoisuuden noustessa väheni nitraattipitoisuus.

Taulukko 23. Keräkaalin kuiva-aine-, askorbiinihappo-, nitraatti- ja liukoisen kuiva-aineen pitoisuudet eri sadetustavoilla v. 1978.

Sadetus	k-a %	askorbiinihappo mg/kg	nitraatti mg/kg	liukoinen k-a %
sadettamaton	6,8	470	320	5,9
5 x 15 mm	5,9	370	460	5,7
3 x 30 mm	6,3	510	410	6,0
4 x 15 mm	7,1	470	150	5,9
2 x 30 mm	7,0	510	260	5,9

Keräkaalin kastelukoe v. 1979 oli yhdessä kukkakaalin kanssa ja tulokset ovat samankaltaiset. Epäonnistuneesta koekentän valinnasta johtuen näyttäisi siltä, ettei kastelu lisää satoa. Tulokset vaikuttavat oletetuilta kastelumääriin verrattaessa, koska suurempi kertakastelu on antanut paremman sadon. Istutuskastelu osoittautui tarpeelliseksi. Istutettaessa maa oli niin kuivaa, että vaikka taimipaakut kastettiin juuri ennen istutusta, imeytyi vesi niistä heti ympärivään maahan ja vasta kastelu takasi kasvuunlähdon. Istutuksen jälkeen oli yksi sateeton vuorokausi ja neljän vuorokauden kuluessa satoi noin 20 mm.

Taulukko 24. Keräkaalin sato v. 1979 t/ha, kaupakelpoisen sadon %-osuus kokonaissadosta, kerien keskipaino kg/kpl, satoa tuottaneita taimia % istutetuista ja % sadosta 28.8. mennessä. Suhdeluku 100 = koejäsen, joka oli ilman istutuskastelua ja sadetusta

	t/ha	sl	I-%	kg/kpl	satoa tuotta- neita % ist. taimista	% sadosta 28.8. mennessä
Ei istutuskastelua						
Sadettamaton	33,6	100	92	1,47	69	37
2 x 15 mm	13,7	41	55	1,10	38	45
2 x 30 mm	26,6	79	85	1,30	62	38
Istutuskastelu 10 mm sadetus						
Sadettamaton	47,3	141	98	1,73	82	23
2 x 15 mm	45,5	135	99	1,60	85	32
2 x 30 mm	53,7	160	99	1,72	94	41
Istutuskastelu 0,2 l/taimi yksilökastelu						
Sadettamaton	56,9	169	100	1,98	86	37
2 x 15 mm	35,2	105	96	1,38	77	46
2 x 30 mm	47,1	140	99	1,69	81	53

Keräkaalista tuli paras sato 1980 kastelukokeessa koejäsenestä, joka sai istutuskastelun 1 % kaksoissuperfosfaattiliuksella. Sadetuskastelu 10 mm ja yksilökastelumäärä oli 0,4 - 0,5 l/taimi. Kaikki koejäsenet saivat kesällä 2 x 30 mm kastelun.

Taulukko 25. Keräkaalin sato v. 1980 t/ha, kerien keskipaino kg/kpl, satoa tuottaneita taimia % istutetuista ja % sadosta korjattu ensimmäisellä kerralla 20.8. Suhdeluku 100 = koejäsen, joka ei saanut istutuskastelua

Istutuskastelutapa	t/ha	sl	kg/kpl	satoa tuotta- neita % ist. taimista	% sadosta 28.8.
Ei istutuskastelua	50,8	100	1,75	87	52
Sadetus 10 mm	55,3	109	1,88	88	54
Yksilökastelu vedellä	56,5	111	1,86	91	47
1 % kaksoissuper- fosfaattiliuksella	61,0	120	1,96	93	49

2.3 Tulosten tarkastelu

Tehdyissä kenttäkokeissa käytetyt istutuskastelumenetelmät osoittautuivat sadon määrän ja laadun suhteen samanarvoisiksi, koska satotutloksissa ei ollut suuria eroja. Vuonna 1980 käytetty lannoiteliuoskastelu lisäsi satoa pelkällä vedellä kasteltuun koejäseneseen verrattuna, mikä osoittaa, että pienikin lannoitemäärä varhain kasvukaudella annettuna vaikuttaa edullisesti, jos se on kasville helposti saatavilla.

Istutuskastelun yhdistäminen koneistutuksen yhteyteen tekee yhden sadetuskerran tarpeettomaksi. Istutuskoneeseen rakennetun kasteluautomatiikan avulla voidaan kastelu tehdä pienellä vesimäärällä jokaisen taimen juurelle. Taimen juuret ympäröivä maa ei ehdi imeä kuivaksi juuripaakkuja, kun maa ympäriltä kastellaan vesilannoksella määräksi.

Istutuskoneen kastelulaitteen kannattavuutta ja tarpeellisuutta voidaan arvioida viljelmän työntekijöiden saatavuuden, kasteluveden riittävyyden ja istutusaikojen perusteella.

Istutuksen yhteydessä tapahtuva kastelu ei vaadi ylimääräisiä työntekijöitä tai kastelua istutustyön lomassa tai jälkeen. Istutustyön aikana tankkaus käy nopeasti yhtä aikaa taimien oton kanssa, jos vettä on saatavana pellon laidasta esimerkiksi joesta tai suuresta vesisäiliöstä. Jos kasteluvettä on niukasti saatavana, on sen käyttö kasteluun tuottavinta kasvukaudella, kun taimien juuristo on jo levittäytynyt maahan, jolloin kasvit voivat ottaa veden mukana liuenneita ravinteita.

Varhain keväällä istutettaessa maan ollessa kylmää ja kosteaa, ei välittömästi istutuksen yhteydessä tapahtuva kastelu ole välttämätöntä, mutta silloin voisi olla etuna veden mukana annettavasta pienestä fosforilannoituksesta. Tarkoin juurille suunnattu lannoitus säästää lannoitekustannuksia, koska tarvittava lannoitemäärä on pieni. Myöhemmin kasvukaudella istutettaessa varsinkin nopeasti kuivuvilla mailla on taimien häiriöttömän kasvun kannalta tärkeää kastella mahdollisimman pian istutuksen tapahduttua, koska ilmakin on silloin usein kuivaa.

Koko kasvualustan kastelu istutuksen jälkeen ei ole tarpeen, koska juuret ovat vielä rajoittuneet paakkuun. Ympäröivän ilman kosteuden lisääntyminen on tietysti eduksi, mutta tämäkin hyöty pienestä kastelusta lyhytaikainen, jos sää on poutainen.

Vedentarve yksilökastelussa on noin $6 \text{ m}^3/\text{ha}$, jos istutetaan 30000 tainta/ha ja yhden taimen tarvitsema vesimäärä on 0,2 l, mikä hyvin riittää kastelemaan taimen juurten ympäristön. 10 mm:n sadetukseen tarvitaan yli $100 \text{ m}^3/\text{ha}$ vettä, kun otetaan huomioon sadetuksen aikana tapahtuva haihdunta suoraan ilmaan.

Kasvukauden aikaisten kasteluiden vaikutusta tutkittaessa eivät edellä esitetyt koetulokset anna selvää vastausta, mutta aikaisemmin monissa kokeissa vakuuttavasti todistettu kastelun kannattavuus (HEINÄMÄKI 1980). Vuosien 1978 - 79 tulokset osoittavat vain, miten eri tekijät yhdessä vaikuttavat kasvun kasvuun.

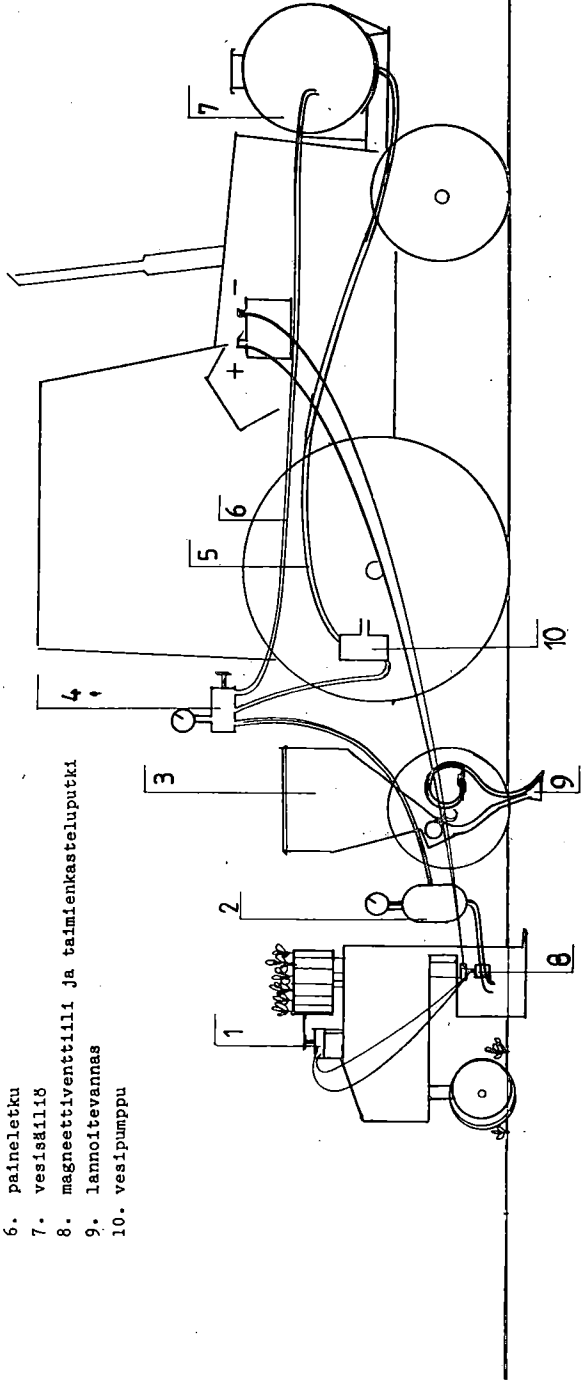
KIRJALLISUUSLUETTELO

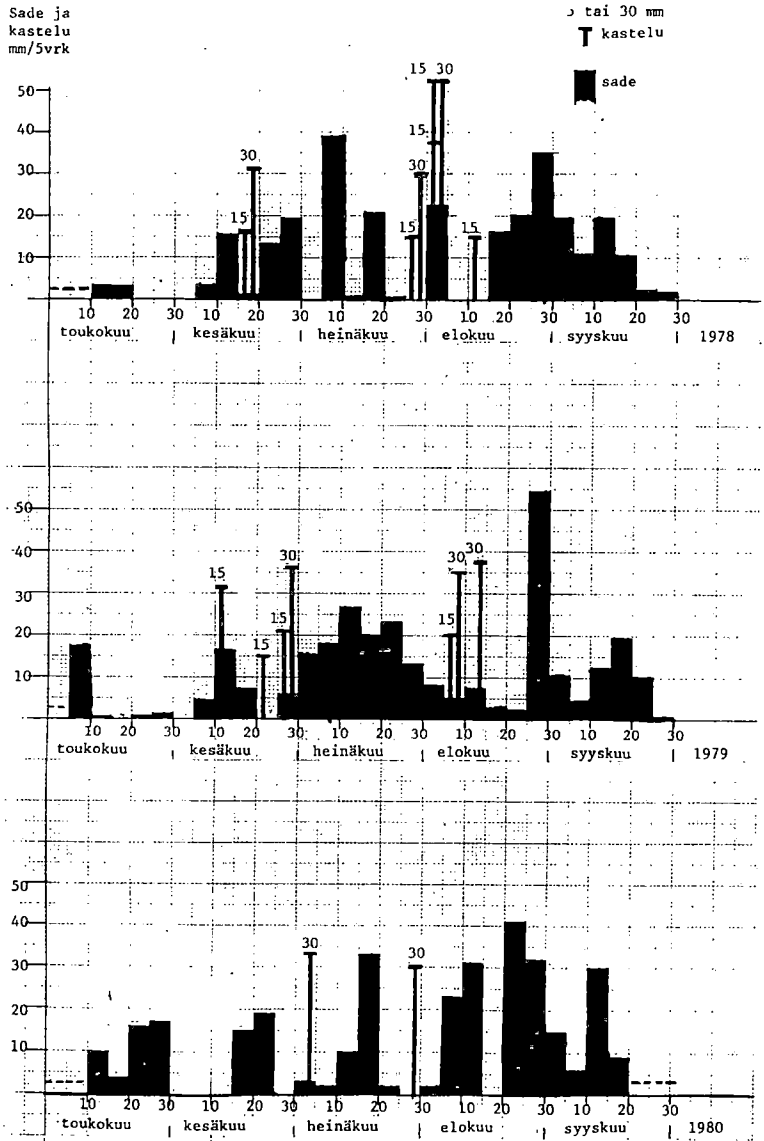
- BALVOLL, G. 1981. Gjødsling og vatning av frilandsagurk. Nord. Jordbr. forskn. 63, 4:671 - 672.
- BAKER, A.S., MORTENSEN, W.P. & DUDLEY, R.F. 1970. Fertilizer Placement for Processor Peas. Wash. Agr. Exp. Sta. Bull. 721.
- BÖHMER, M. & WERHMANN, J. 1979. Anwendung der N_{min} -Methode im Gemüsebau. Gemüse 15, 4: 150 - 152.
- BÖHMER, M., WIEBE, H.J. & WERHMANN, J. 1981. Zur Stickstoffdüngung bei Blumenkohl. Gemüse 17, 2: 44 - 47.
- DIEZ, Th. 1981. Energia sparen beim Düngereinsatz. dlz-Die Landtechnische Zeitschrift 32, 2: 138 - 143.
- DRAGLAND, S. 1980. Nitrogengjødsling til venterkål. Norsk Landbruk 1980, 11: 5.
- EKEBERG, E. 1980. Vatning til jordbruksvekster. Norsk Landbruk 1980, 12: 14 - 15.
- ELONEN, P. 1980. Sijoituslannoitus ja sen tekniikka. Lannoitus ja maanparannus -luentopäivä 2.12.1980 Viikki. Esitelmämoniste. Maatalouskirjasto, Helsingin yliopisto, Viikki, Helsinki.
- HEINÄMÄKI, Y. 1980. Sadetusmäärän ja -ajankohdan merkitys kaalinviljelyssä. Moniste 65 p. Puutarhatieteen laitos, Helsingin yliopisto, Viikki, Helsinki.
- HEMPLER, K. 1978. Mit Unterfuss-Reihendüngung wächst der Mais davon. dlz-Die Landtechnische Zeitschrift 29, 3: 262 - 264.
- KARA, O. & RÄISÄNEN, L. 1974. Sijoituslannoituksen kehityksestä ja tutkimustoiminnasta Suomessa. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 46, 3: 175 - 184.

- KÄHÄRI, J. & ELONEN, P. 1969. Effect of placement of fertilizer and sprinkler irrigation on the development of spring cereals on the basis of root investigations. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 41, 2: 89 - 104.
- LINDEN, B. 1977. Hur orsakas kväventlakningen. Lantmannen 98, 4: 5 - 6, 8.
- LORENZ, O.A. 1975. How Efficient is Your Fertilizer Program. American Vegetable Grower 23, 2: 11 - 12, 48.
- LYSHOL, A.J. 1981a. Brune rotspissar og skjeggete røter i gulrot. Garneryrket 71, 13: 370 - 373.
- LYSHOL, A.J. 1981b. Dårlege rotspissar og grofleck i gulrot. Garneryrket 71, 17: 478 - 480.
- MÜLLER, K. 1980. Die Bedeutung einer physiologisch angepassten Ernährung der Pflanze für die Qualität der Kartoffel. Der Kartoffelbau 31, 11: 376 - 378.
- POMMER, G. 1981. Energie sparen im Pflanzenbau. dlz-Die Landtechnische Zeitschrift 32, 2: 134 - 137.
- KUUSTI, V. 1978. Voidsaanko sijoituslannoituksella parantaa sato-
tuloksia. Puutarha-alan hankintaopas, 15. Rationalisointiäivien
näyttelyopas 1978: 58 - 59. Kauppapuutarhalitto, Helsinki.
- SOMMERS, C.E. 1979. Place N and P in the same soil zone. Successful Farming 77, 4: 46 - X.
- VARIS, E. & LANNETTA, I. 1974. Effects of fertilizer rate and application method on the yield development and quality of potatoes. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 46, 3: 328 - 340.

Kuva 1. Kastelulaitteella varustetun istutuskone-sijoituslannoitin-yhdistelmä'n periaatepiirros. Osat:

1. magneettiventtiilin ohjauskytkin
2. painesäiliö ja -mittari
3. lannoitesäiliö
4. painemittari ja paineensäätöventtiili
5. imuletku
6. paineletku
7. vesisäiliö
8. magneettiventtiili ja taimienkasteluputki
9. lannoitevannas
10. vesipumppu





Kuva 2. Touko-syyskuun sadanta ja kastelut Olkkalassa 1978-80.

VAKOLAN TUTKIMUSSELOSTUKSIA

- | No | Nimi |
|----|---|
| 12 | Turtiainen, K., Chain saw vibration and vibration measurements. 1974. |
| 13 | Turtiainen, K., Preliminary survey of the back complains of men who have driven tractors in forest work. 1974. |
| 14 | Ahokas, J., Aaltonen, M., Tutkimus maataloustraktorin vetovoimasta. 1975. |
| 15 | Hahlman, A., Ahokas, J., Tutkimus maataloustraktorin tärinästä ja heilunnasta. 1978. |
| 16 | Hyvärinen, H., Ahokas, J., Runko-ohjattavien metsäkoneiden stabilisuus. 1978. |
| 17 | Turtiainen, K., Kyselytutkimus monitoimikoneen kuljettajien työn rasittavuudesta ja työviihtyvyydestä. 1978. |
| 18 | Turtiainen, K., Vertailututkimus metsurin työhousujen viiltosuojainten kestävyystutkimuksissa käytetyistä tutkimusmenetelmistä. 1979. |
| 19 | Piltti, M., Energian säästö ja kotimaisten polttoaineiden käyttö viljan kuivauksessa. 1979. |
| 20 | Kara, O., Räisänen, L., Maanmuokkauksen minimointi ja kylvö- ja lannoitusvantaiden soveltuvuus kyntämättömään maahan. 1979. |
| 21 | Ketola, T., Kotimaiset polttoaineet, kattilat ja kattiloiden koetusmenetelmä. 1979. |

- 22 Parmala, S-P., Puukaasu moottoriajoneuvojen polttoaineena. 1980.
- 23 Kiviniemi, J., Pokki, J., Oksanen, E.H., Turkkila, K., Nurmisäilörehun valmistuksen ja käsittelyn tekniikka. 1980.
- 24 Parmala, S-P., Polttomoottorien varustaminen kotimaisten polttoaineiden käyttöön soveltuviksi. 1980.
- 25 Kara, O., Heikkilä, H., Itujen vaurioituminen idätetyn perunan koneellisessa istutuksessa. 1982.
- 26 Ahokas, J., Salminen, R., Agricultural Tractor Hitch-hook loading and location. 1981.
- 27 Salminen, R., Turtiainen, K., Metsätraktorin heilunnan mittausmenetelmän kehittäminen. 1982.
- 28 Haber, P., Näkyvyys traktorista. 1982.
- 29 Olkinuora, P., Esala, J., Aurasalaojituksen käyttömahdollisuudet. 1982.
- 30 Ahokas, J., Ståhlberg, P., Maaskola, I., Olki polttoaineena. 1983.
- 31 Ahokas, J., Koivisto, K., Energiansäästö viljankuivauksessa. 1983.
- 32 Mäkelä, O., Ahokas, J., Suurinkeroinen, J., Kotimainen polttoaine viljankuivauksessa. 1983.
- 33 Ahokas, J., Energiantuotanto maatilatalouden omista energialähteistä. 1983.
- 34 Sinisalo, R., Avomaavihannesten lannoitus- ja kastelukokeita. 1983.

