



MTTK

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Tiedote 21 / 88

JYRKI PITKÄNEN, PAAVO ELONEN
Maanviljelyskemian ja -fysiikan osasto

TAPANI KANGASMÄKI
Sata-Hämeen tutkimusasema

JAAKKO KÖYLIJÄRVI
Lounais-Suomen tutkimusasema

HEIKKI TALVITIE
Satakunnan tutkimusasema

KALEVI VIRRI
Kymenlaakson tutkimusasema

MARTTI VUORINEN
Hämeen tutkimusasema

Aurattoman viljelyn vaikutukset kevätiljojen satoon ja laatuun: kuuden koevuoden tulokset

Summary: Effects of ploughless tillage on yield and quality of cereals: results after six years

JYRKI PITKÄNEN
Maanviljelyskemian ja -fysiikan osasto

Aurattoman viljelyn vaikutukset maan fysikaalisiin ominaisuuksiin ja maan viljavuuteen

Summary: Effects of ploughless tillage on physical and chemical properties of soil

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

TIEDOTE 21/88

JYRKI PITKÄNEN, PAAVO ELONEN, TAPANI KANGASMÄKI,
JAAKKO KÖYLIJÄRVI, HEIKKI TALVITIE, KALEVI VIRRI ja
MARTTI VUORINEN

Aurattoman viljelyn vaikutukset kevätiljojen satoon
ja laatuun: kuuden koevuoden tulokset

1 - 61

Summary: Effects of ploughless tillage on yield and
quality of cereals: results after six years

JYRKI PITKÄNEN

Aurattoman viljelyn vaikutukset maan fysikaalisiin
ominaisuuksiin ja maan viljavuuteen

62 - 166

Summary: Effects of ploughless tillage on physical
and chemical properties of soil

Maanviljelyskemian ja -fysiikan osasto
31600 JOKIOINEN
(016) 881 11

ISSN 0359-7652

PITKÄNEN, J., ELONEN, P., KANGASMÄKI, T., KÖYLIJÄRVI, J.,
TALVITIE, H., VIRRI, K. ja VUORINEN, M.

Aurattoman viljelyn vaikutukset kevätiljojen satoon ja laa-
tuun: kuuden koevuoden tulokset

Summary: Effects of ploughless tillage on yield and quality of
spring cereals: results after six years

SISÄLLYSLUETTELO

Esipuhe	1
1. Tiivistelmä/Summary	2
2. Johdanto	6
2.1. Kevätviljojen sato ja laatu kyntämättä viljelyssä	7
3. Kokeellinen osa	10
3.1. Aineisto ja menetelmät	10
3.1.1. Koekentät; maalajit ja viljavuus	10
3.1.2. Sääolot	13
3.1.3. Koejärjestelyt	17
3.1.4. Kenttäkokeiden hoito ja viljely	18
3.1.5. Näytteiden otto ja mittausmenetelmät	19
3.1.6. Aineiston käsittely	20
3.2. Tulokset	20
3.2.1. Satotulokset	20
3.2.2. Sadon laatu	32
3.3. Tulosten tarkastelu	49
3.3.1. Satotulokset	49
3.3.2. Sadon laatu	54
4. Kirjallisuuslähteet	57
Liitteet	

Esipuhe

Tämä aurattoman viljelyn mahdollisuuksia selvittävä tutkimus käynnistettiin vuonna 1979 MTTK:n tutkimusasemaryhmä I:n aloitteesta. Paavo Elonen ja Jaakko Köylijärvi laativat tutkimussuunnitelman. Vastuuyksiköksi tuli maanviljelyskemian ja -fysiikan osasto. Allekirjoittaneet ovat vastanneet kenttäkokeiden hoidosta kukin oman paikkakuntansa osalta. Jyrki Pitkänen vastaa tutkimustulosten tilastomatematisesta käsittelystä ja käsikirjoituksen laadinnasta.

Tässä yhteydessä ansaitsevat kiitoksen Göthe Larpes ja Simo Kivisaari, jotka hoitivat koesarjaa alkuvuosina. Haluamme myös kiittää Risto Tannia ja tutkimusasemien tutkimusmestareita kenttäkokeiden teknisestä suorituksesta. Sadon laatuanalyysistä kiitämme erityisesti Marjatta Aholaa ja keskuslaboratorion henkilökuntaa. Rauha Kallio on avustanut ansiokkaasti tekstinkäsittelyssä.

Tämä julkaisu käsittää aurattoman viljelyn tutkimuksen kuuden ensimmäisen vuoden satotulokset. Maa-analyysit esitetään omana julkaisunaan. Aurattoman viljelyn tutkimus kuudella koepaikkakunnalla jatkuu edelleen. Tulokset seitsemännestä koevuodesta eteenpäin julkaistaan lähivuosina.

Joulukuussa 1988

Jyrki Pitkänen, Jokioinen
 Paavo Elonen, Jokioinen
 Tapani Kangasmäki, Mouhijärvi
 Jaakko Köylijärvi, Mietoinen
 Heikki Talvitie, Kokemäki
 Kalevi Virri, Anjalankoski
 Martti Vuorinen, Pälkäne

1. Tiivistelmä

Tutkimuksessa seurattiin kyntämättä viljelyn vaikutuksia kevätiljojen satoon kuuden koevuoden (1980 - 1985) aikana kuudella koepaikalla Etelä-Suomessa. Kenttäkokeessa syyskyntö oli korvattu joko syksyisellä tai keväisellä sänkimuokkauksella. Kylvömuokkaus tehtiin s-piikkiäestä käyttäen ja kylvö normaalilla kylvöläannoittimella. Osalta koeruutuja oljet kerättiin pois ja osalle koeruutuja oljet jätettiin silputtuina maahan. Kolmantena koetekijänä kenttäkokeessa oli juuririkkaruohojen torjunta joka kolmas syksy glyfosaattiruiskutuksella. Koekasveina kolmivuotisessa kierrossa olivat vehnä, kaura ja ohra.

Auraton viljely alensi kevätiljojen satoja keskimäärin 5 prosenttia, kun juolavehnää ei torjuttu kemiallisesti, ja 2 prosenttia, kun juolavehnä torjuttiin joka kolmas vuosi glyfosaa-tilla. Eri kevätiljojen menestymisessä aurattomassa viljelyssä ei ilmennyt selviä eroja. Sen sijaan maalajeilla oli selvä vaikutus. Anjalankosken hiesusavella auraton viljely johti keskimäärin 4 % parempaan satoon kuin perinteinen viljely. Kokemäen ja Mouhijärven savisilla hiuemailla auraton viljely antoi 3 %:n sadonlisän, kun juolavehnä oli torjuttu glyfosaa-tilla. Kun juolavehnää ei oltu torjuttu, aurattoman viljelyn sato oli em. koekentillä 3 % alhaisempi kuin kynnetyn maan sato. Jokioisten hiesavella aurattomassa viljelyssä saatiin lähes sama sato kuin kyntäen, kun juolavehnä torjuttiin kemiallisesti. Ilman glyfosaattiruiskutusta syksyllä sänkimuokatu-
n maan sato oli 4 % ja keväällä sänkimuokatu-
n maan sato 14 % pienempi kuin kynnetyn maan sato. Mietoisten aitosavella auraton viljely johti keskimäärin 6 % pienempään viljasatoon kuin perinteinen viljely. Pälkäneen karkealla hiedalla auraton viljely onnistui heikoimmin. Sadonalennus oli keskimäärin 10 %. Sääolojen vaikutus kyntämättömän maan satoon ei tullut selvästi esille tässä tutkimuksessa. Hyvin märkänä vuotena 1981 saatiin sadonalennuksia hiesavi- ja aitosavimailla.

Auraton viljely ei olennaisesti vaikuttanut tutkittuihin sadon laatuominaisuuksiin. Puintikosteus oli Jokioisten kokeessa keskimäärin korkeampi kyntämättömällä kuin kynnetyllä maalla. Tuhannen jyvän painoissa, hehtolitran painoissa ja jyväsadon typpipitoisuuksissa ei ollut merkitseviä eroja aurattoman ja perinteisen viljelyn välillä.

Juolavehnä näytti olevan pahin este aurattoman viljelyn jatkuvalle harjoittamiselle varsinkin kevyillä maalajeilla, mutta myös savimailla. Noin joka kolmas vuosi toistuva glyfosaattiruiskutus yhdessä syksyisen sänkimuokkauksen kanssa näyttäisi pystyvän pitämään juolavehnan leviämisen kurissa savimailla.

Runsas maan pintaan jäävä olkisolppu voi myös olla aurattoman viljelyn ongelma. Olkien poistamisella ei tässä tutkimuksessa ollut selkeää vaikutusta kevätiljojen satoon. Kokemusten mukaan runsas olki haittaa kuitenkin kylvömuokkausta tavanomaisilla muokkausvälineillä. Kyntämättömän maan pinnalla olevilla oljilla on ilmeisesti myös positiivista merkitystä. Oljet lisäävät maan pintaosien orgaanisen aineksen pitoisuutta. Oljet suojaavat maata liettäviltä sateilta ja liialliselta evaporaatiolta. Olkien poistaminen vähentää aurattomalla viljelyllä saavutettua ajan- ja työnsäästöä. Käytännössä olkien poistaminen on monesti myös vaikeasti toteutettavissa. Olkien polttaminen ei ole palovaaran vuoksi käyttökelpoinen toimenpide. Toisaalta märkinä syksyinä olkien polttaminen ei onnistu tyydyttävästi. Kylvömuokkuskoneita tulisikin kehittää olkisen, kyntämättömän maan viljelyyn soveltuviksi.

Satotuloksien perusteella hiesupitoiset maat näyttivät soveltuvan parhaiten jatkuvaan aurattomaan viljelyyn.

1. Summary

EFFECTS OF PLOUGHLESS TILLAGE ON THE YIELD AND QUALITY OF SPRING CEREALS: RESULTS AFTER SIX YEARS

Results and experiences from six experiment fields in South-Finland carried out from 1980 to '85 are presented. In the unploughed experiment plots conventional autumn ploughing was replaced by stubble cultivation either in the autumn or in the spring. Preparation of the seedbed and sowing were carried out using conventional methods. Straw was removed from one half of the plots, and on another half straw was chopped at harvesting. In this "split-split-plot" experiment half of the plots were sprayed with glyphosate every third autumn.

On average, use of ploughless tillage reduced yield of spring wheat, spring barley and spring oat. The yield drop due to ploughless tillage was about 5 % when couch (Elymus repens) was not sprayed with glyphosate, and about 2 % when couch was sprayed. There were no clear differences between different cereals in the suitability to ploughless tillage. However, the results varied between different experiment fields and soil types. On a silty clay soil (Anjalankoski) ploughless tillage increased the yield about 4 % compared with conventional (ploughing) tillage. In clayey silt soils (Kokemäki and Mouhijärvi) ploughless tillage yielded 3 % higher than conventional tillage with glyphosate spraying, and 3 % lower without spraying. On a clay loam soil (Jokiainen) the unsprayed autumn cultivated field yielded about 4 % lower and the unsprayed spring cultivated field even 14 % lower than the ploughed field. When couch was sprayed, ploughless tillage yielded about the same than conventional tillage. On a heavy clay soil (Mietoinen) ploughless tillage reduced the yield by 6 %. On a fine sand (Pälkäne) ploughless tillage reduced the yield 10 %.

Effects of weather conditions on ploughless tillage were not clear. In a wet year 1981 ploughless tillage reduced yields on a clay loam and heavy clay soils.

Ploughless tillage did not have any major effect on the quality of spring cereals. On average, the grain moisture was higher in ploughless tillage than in conventional tillage. In the other components of grain quality measured (1000 grain weight, hectolitre weight and grain nitrogen content) there were no significant differences between tillage methods.

Couch (Elymus repens) can be considered as the major factor against continuous ploughless tillage, specially on light soils. Every third autumn repeated glyphosate spraying with autumn stubble cultivation seemed to keep clay soils free from couch.

In this experiment the straw management did not have any clear effect on yield. However, harvest residues on the unploughed soil can cause problems at seedbed preparation and sowing with conventional machinery. Straw and stubble seem to have some positive effects, too. They increase the organic matter content in the top layer of unploughed soil. Harvest residues also protect soil structure against heavy rain and improve water balance by reducing evaporation. Removing of straw reduces the time and labour saved by ploughless tillage. On the other hand burning of straw is also difficult. In wet autumns straw does not even burn satisfactorily and in dry springs burning straw can be a fire hazard. Because of these difficulties with straw management it is necessary to develop new kind of machines, which are capable to work in straw.

Most suitable soils in ploughless tillage seemed to be silty clay and clayey silt soils.

2. Johdanto

Kyntämättä viljely on ollut yksi keskeisimmistä maanmuokkauksen tutkimuskohteista viime vuosina. Kynnön poisjättäminen on saavuttanut käytännön merkitystä varsinkin eroosion ja kuivuu- den torjunnassa (FENSTER 1976, UNGER ja McCALLA 1980, CANNELL 1985). Taloudelliset näkökohdat ovat myös lisänneet kiinnos- tusta kynnöstä luopumiseen. Kiinnostuksen kohteena ovat lisäk- si olleet maan rakenteessa tapahtuvat muutokset, kun maata voimakkaasti muokkaava kyntö on korvattu kevyemmällä muokkaus- menetelmillä (RUSSELL 1979, KUIPERS 1980, RYDBERG 1980).

Ns. aurattomassa viljelyssä kyntö korvataan sänkimuokkauksel- la, jonka jälkeen kylvömuokkaus ja kylvö voidaan tehdä tavan- omaisin työkonein. Äärimmäisin kyntämättä viljelyn muoto on suorakylvö, jossa maata ei muokata lainkaan, vaan kylvö teh- dään erikoisvalmisteisella kylvökoneella suoraan edellisen kasvuston sänkeen. Kirjallisuudessa kyntöä korvaavista mene- telmistä käytetään hyvin kirjavaa joukkoa erilaisia nimityksiä (mm. ploughless cultivation, reduced cultivation, shallow cul- tivation, zero-tillage, direct drilling jne.). Mm. KÖLLER (1981) on pyrkinyt selventämään käsitteistöä. Tässä tutkimuk- sessa käytetään em. jakoa aurattoman viljelyn ja suorakylvön välillä.

Pohjoismaissa viljellään pääasiassa viljakasvien kevätmuotoja. Tutkittaessa kynnöstä luopumisen vaikutuksia on kevätkylvöi- sillä kasveilla keskitytty aurattomaan viljelyyn (plogfri od- ling). Suorakylvöstä saadut kokemukset kevätviljoilla ovat ol- leet huonoja lähinnä sijoituslannoitusmahdollisuuden puuttumi- sesta sekä heikosta orastuvuudesta johtuen. Sijoituslannoituk- sen on todettu huomattavasti parantavan kevätviljojen satota- soa. Kevätkylvöisten kasvien siemenet tarvitsevat meidän oloissamme riittävän hienomuruisen kylvöalustan itääkseen ja kehittyäkseen kunnolla. Tällaista kylvöalustaa ei nykyisenkal-

taisilla suorakylvökoneilla ole saatu aikaan, vaan kyntämätönkin maa tarvitsee normaalin kevätkuokkauksen, jotta optimoitamisolot saavutettaisiin. Lisäksi aurattoman viljelyn etuna suorakylvöön nähden on konekustannusten alhaisuus (mm. HEINONEN 1974, RYDBERG 1980).

Vuonna 1979 Maatalouden tutkimuskeskuksen maanviljelyskemian ja -fysiikan osastolla perustettiin monivuotinen (1979 - 1988) aurattoman viljelyn kenttäkoe. Kokeen avulla on pyritty selvittämään kynnöstä luopumisen vaikutuksia sekä kevätiljojen (vehnä, kaura, ohra) satoon että peltomaan viljelyominaisuuksiin. Tässä tutkimuksessa on tarkasteltu aurattoman viljelyn vaikutuksia sekä kevätiljojen satoon että laatuun.

2.1. Kevätviljojen sato ja laatu kyntämättä viljelyssä

Pohjois- ja Länsi-Euroopassa, jossa kevätkylvöisten kasvien viljely on merkittävää, on myös näiden kasvien kyntämättä viljelyä tutkittu melko runsaasti. Tutkimuksia tarkasteltaessa on otettava huomioon viime aikojen nopea kehitys muokkaustekniikan ja herbisidien alueilla (CANNELL 1985). Seuraavassa keskitytäänkin kevätiljojen aurattoman viljelyn uusimpiin koetuksiin. Myös suorakylvöä käsitellään, koska se on ollut usein yhtenä koetekijänä kokeissa.

Kevätvehnä: KARAN ja RÄISÄSEN (1979) mukaan auraton viljely antoi hiesuisella aitosavimaalla keskimäärin yhtä suuren sadon kuin perinteinen viljely. Kun kyntämätön maa oli sänkimuokattu jyrsimellä tai kultivaattorilla, sato oli noin neljä prosenttia suurempi kuin kynnetyn maan sato. Runsasmultaisella hieta-savimaalla auraton viljely alensi satoa noin viisi prosenttia. Molemmilla maalajeilla suorakylvö antoi selvästi heikoimman tuloksen kevätevehnällä. Myös kevätkyntö osoittautui sadonalentajaksi. KARAN ja RÄISÄSEN (1979) mukaan kyntämättä viljelyssä ovat ongelmina kestorikkakasvien lisääntyminen, varsinkin jos kyntämätöntä maata ei sänkimuokata riittävän tehokkaasti, ja

riittävän kylvösyvyyden saavuttaminen. KARAN ja RÄISÄSEN (1979) käsittelemää kenttäkoetta jatkettiin edelleen. Kahden-toista koevuoden jälkeen kevätvehnän sato oli aurattomassa viljelyssä keskimäärin noin kolme prosenttia pienempi kuin tavanomaisessa viljelyssä. Syksyllä jyrstytyn tai kultivoidun kyntämättömän maan sato oli keskimäärin noin prosentin pienempi kuin kynnetyn maan sato. Kynnetyn maan keskimääräinen sato kahdeltatoista vuodelta oli n. 3560 kg/ha (PEHKONEN ja MIKKOLA 1988).

Myös norjalaisissa kokeissa kevätvehnä menestyi aurattomassa viljelyssä keskimäärin yhtä hyvin kuin perinteisessä viljelyssä, jos rikkaruohot torjuttiin tehokkaasti (MARTI 1984). Samoin englantilaisissa kokeissa hiuemaalla sänkimuokatun maan kevätvehnäsato oli yhtä suuri kuin kynnetyn maan sato (ELLIS ym. 1982). Kevätvehnän suorakylvö alensi satoa näissä kokeissa.

KARAN ja RÄISÄSEN (1979) mukaan kevätvehnän puintikosteudessa, hehtoliträn painossa ja 1000 jyvän painossa ei ollut suuria eroja kynnetyn ja kyntämättömän maan satojen välillä. Kevätkyntö ja suorakylvö olivat kuitenkin selvästi nostaneet puintikosteutta ja alentaneet hehtoliträn painoa sekä 1000 jyvän painoa. ELLIS ym. (1982) totesivat, että muokkaustekijä ei vaikuttanut kevätvehnän typpi- ja fosforipitoisuuksiin. Kynnetyllä maalla kasvaneen vehnän kaliumpitoisuus oli kuitenkin suurempi kuin kyntämättömän maan vehnän kaliumpitoisuus.

Ohra: Ruotsalaisissa tutkimuksissa syksyllä sänkimuokattu kyntämätön maa antoi samansuuruisia ohrasatoja kuin kynnetty maa, jos kasvitautien runsastuminen oli ehkäisty viljelykierrolla. Viljan monokulttuurissa auraton viljely alensi ohran satoa noin neljä prosenttia (RYDBERG 1982). Norjan oloissa ohran auraton viljely antoi keskimäärin yhtäsuuria satoja kuin perinteinen viljely, jos juuririkkaruohot oli torjuttu (RILEY 1983, MARTI 1984, EKEBERG 1985, EKEBERG ym. 1985). RILEYN

(1985) mukaan edellisen sadon oljet alensivat satoa kyntämättä viljelyssä, etenkin suorakylvössä. Tanskalaisissa aurattoman viljelyn kokeissa matalaan jyrityn maan ohrasato oli samansuuruinen kuin kynnetyn maan sato. Auraton viljely menestyi hiekka- ja hiuemaalla. Sato vaihteli vuosittain enemmän aurattomassa viljelyssä kuin perinteisessä viljelyssä (RASMUSSEN 1981). Myöhemmissä kokeissa RASMUSSEN ja OLSEN (1983) totesivat aurattoman viljelyn alentaneen satoa varsinkin ohran monokulttuurissa.

Englantilaisissa ja skotlantilaisissa kokeissa eri maalajeilla ohran kyntämättä viljely menestyi yhtä hyvin kuin perinteinen viljely (ELLIOTT ym. 1977, HODGSON ym. 1977, CLUTTERBUCK ja HODGSON 1984). Näissä kokeissa myös suorakylvö antoi hyviä tuloksia. Märkinä kasvukausina ohran suorakylvö alensi kuitenkin satoa kyntöön ja aurattomaan viljelyyn nähden mailla, joiden ojitus oli riittämätön tai joiden rakenne ei ollut kestävä (PIDGEON 1981, O'SULLIVAN ja BALL 1982, CHANEY ym. 1985).

Ruotsalaisissa ja norjalaisissa tutkimuksissa ei erilaisten muokkaustapojen todettu juurikaan vaikuttaneen ohran laatuun (RYDBERG 1980, RILEY 1983, MARTI 1984, EKEBERG 1985, EKEBERG ym. 1985). Kun juolavehneä oli runsaasti kyntämättömällä maalla, sadon puintikosteus oli suurempi ja hehtolitrin paino pienempi kuin kynnetyn maan sadolla (EKEBERG ym. 1985). RASMUSSEN ja OLSEN (1983) totesivat aurattoman viljelyn alentaneen 1000 jyvän ja hehtolitrin painoa sekä vähentäneen yli 2,5 mm:n suuristen jyvien osuutta sadossa. ELLIOTT ym. (1977) sekä CLUTTERBUCK ja HODGSON (1984) eivät todenneet selviä eroja ohran 1000 siemenen painossa eri muokkausmuotojen välillä. Auraton viljely saattaa joissain tapauksissa alentaa ohran mallastuslaatua sadon korkean valkuaispitoisuuden vuoksi. Kyntämättömän maan sadon valkuaispitoisuus oli korkeampi kuin kynnetyn maan sadon valkuaispitoisuus lähinnä silloin, kun sato jäi aurattomassa viljelyssä pienemmäksi kuin kynnetyllä maalla (O'SULLIVAN ja BALL 1982). Ohran fosfori- ja kaliumpitoisuudet olivat

alhaistemmat aurattomassa viljelyssä kuin perinteisessä viljelyssä (FRANKINET ja GREVY 1982). Suorakylvetyn ohran fosfori- ja kaliumpitoisuudet vastasivat kynnetyllä maalla kasvaneen ohran fosfori- ja kaliumpitoisuuksia.

Kaura: Kaura on menestynyt hyvin aurattoman viljelyn kokeissa. Sato on ollut yhtä suuri tai hieman suurempi kuin perinteisessä viljelyssä (mm. EHLERS ym. 1980, RYDBERG 1982, MARTI 1984). RYDBERGIN (1982) mukaan kaura on menestynyt paremmin aurattomassa viljelyssä kuin ohra, koska se ei ole yhtä herkkä kasvi-taudeille. Kaura on reheväkasvuisena myös melko hyvä kilpailemaan rikkaruohojen kanssa. Tosin MARTIN (1984) kokeessa myös kauran sato laski oleellisesti, jos kyntämättömällä maalla oli runsaasti juuririkkaruohoja.

Kauran laadusta aurattomassa viljelyssä ei ole olemassa paljon tutkimustuloksia. EHLERSIN ym. (1980) mukaan kynnetyn ja kyntämättömän maan kaurasatojen 1000 siemenen painossa ei ollut eroja. FRANKINETIN ja GREVYN (1982) mukaan sekä auraton viljely että suorakylvö alensivat kauran fosfori- ja kaliumpitoisuuksia.

3. Kokeellinen osa

3.1. Aineisto ja menetelmät

3.1.1. Koekentät; maalajit ja viljavuus

Tutkimukseen kuuluu kuusi kenttäkoetta, jotka sijaitsevat Lounais-Suomen (Mietoinen), Satakunnan (Kokemäki), Sata-Hämeen (Mouhijärvi), Hämeen (Pälkäne) ja Kymenlaakson (Anjalankoski) tutkimusasemilla sekä yksi koe Jokioisissa.

Taulukossa 1 on esitetty koekenttien maan lajitekoostumukset. Lajitekoostumus määritettiin MTTK:n maantutkimusosastolla

Taulukko 1. Koekenttien maalajitekoostumukset (%).
Table 1. Soil texture of the experimental fields.

	Lajite/Particle size					Maalaji Soil
	(0,002 mm)	(0,002 - 0,02 mm)	(0,02 - 0,06 mm)	(0,06 - 0,2 mm)	(0,2 - 2 mm)	
Jokioinen						
0 - 20 cm	42	22	17	12	7	HsS/clay loam
20 - 40 cm	49	21	14	11	5	HsS/clay loam
Pälkäne						
0 - 20 cm	6	8	15	37	34	KHt/fine sand
20 - 40 cm	5	7	14	39	35	KHt/fine sand
Anjalankoski						
0 - 20 cm	48	35	12	3	2	HsS/silty clay
20 - 40 cm	54	32	8	3	3	HsS/silty clay
Kokemäki						
0 - 20 cm	27	36	16	15	6	sHe/clayey silt
20 - 40 cm	34	38	15	12	1	HsS/clay loam
Mouhijärvi						
0 - 20 cm	29	47	12	6	6	sHe/clayey silt
20 - 40 cm	35	45	10	5	5	HsS/silty clay
Mietoinen						
0 - 20 cm	63	22	6	6	3	AS/heavy clay
20 - 40 cm	77	17	3	2	1	AS/heavy clay

ELOSEN (1971) pipettimenetelmällä. Pintamaan luvut ovat kahdeksan ja pohjamaan luvut neljän näytteen keskiarvoja. Maalajit on nimetty JUUSELAN ja WÄREEN (1956) maalajikolmion mukaan.

Jokioisten koekentän maa on hiuesavea. Pälkäneen koekentän maalaji on karkea hieta, joka poikkeaa selvästi muiden koepaikkojen maalajeista. Kymenlaakson tutkimusaseman koekentän maalaji on hiesusavea. Hiesufraktio on vallitsevana myös Kokemäen ja Mouhijärven koekentissä. Molemmilla koekentillä pintamaa on savista hiuetta. Sekä Kokemäen että Mouhijärven koekenttien pohjamaa on savea, Kokemäellä hiuesavea ja Mouhijärvellä hiesusavea. Lounais-Suomen tutkimusasemalla aurattoman viljelyn koekentän maalaji on aitosavea.

Taulukossa 2 on esitetty koekenttien viljavuus syksyllä 1979. Sulkuihin on merkitty näytteiden määrä. Myös keskiarvon keski-
virhe on lisätty taulukkoon.

Taulukko 2. Koekenttien viljavuus syksyllä 1979 (0 - 20 cm).

Table 2. Nutritional status of experiment fields in autumn 1979 (0 - 20 cm).
Amount of nutrients, mg/l, soluble in acid (pH 4,65) ammonium acetate (+S.E.).

	pH	Ca	K	Mg	P
Jokioinen (4 näytettä/ 4 samples)	6,60 _{+0,04}	2530 ₊₄₈	340 ₊₃₄	410 ₊₁₃	44,5 _{+4,6}
Pälkäne (4 näytettä/ 4 samples)	5,60 _{+0,05}	1040 ₊₃₈	100 _{+ 4}	65 _{+ 7}	10,2 _{+0,2}
Anjalankoski (24 näytettä/24 samples)	5,53 _{+0,03}	1380 ₊₄₅	250 _{+ 4}	270 ₊₁₁	7,4 _{+0,2}
Kokemäki (1 näyte/ 1 sample)	5,80	1300	180	300	8,2
Mouhijärvi (48 näytettä/48 samples)	6,10 _{+0,03}	1580 ₊₂₇	140 _{+ 3}	180 _{+ 4}	7,4 _{+0,2}
Mietoinen (16 näytettä/16 samples)	6,10 _{+0,03}	1820 ₊₃₇	330 _{+ 6}	560 ₊₁₇	6,3 _{+0,4}

Jokioisten koekentän viljavuus oli erinomainen koetta perustettaessa. Pälkäneen karkealla hiedalla kalsium-, kalium- ja magnesiumpitoisuudet olivat alhaiset. Em. kationien huuhtoutuminen on runsasta ko. maalajilla. Mietoisten koekentän korkean savespitoisuuden vuoksi kalium- ja magnesiumluvut olivat korkeita. Fosforipitoisuudet olivat melko alhaiset Anjalankosken, Kokemäen, Mouhijärven ja Mietoisten koekentissä. Muilta osin koekenttien viljavuusluvut olivat lähellä kunkin maatalouskeskusalueen keskiarvoja (KÄHÄRI 1985). Viljavuustutkimukset tehtiin Maatalouden tutkimuskeskuksen maantutkimusosastolla. Menetelmänä oli ns. viljavuusanalyysi (VUORINEN ja MÄKITIE 1955).

3.1.2. Sääolot

Taulukoissa 3, 4, 5, 6, 7 ja 8 on esitetty kuukausittaiset keskilämpötilat ja sademäärät koepaikkakunnittain huhti-lokakuussa vuosina 1980-1985. Taulukossa 9 on esitetty pitkäaikaiset keskiarvot (ANON. 1980, 1981, 1982, 1983a, 1984, 1985).

Kokeen perustamisvuoden syksy (1979) oli elo-syyskuussa normaalia sateisempi kaikilla koepaikkakunnilla. Sen sijaan lokakuu oli pitkäaikaisia arvoja vähäsateisempi (ANON. 1979).

1980: Kasvukausi oli normaalia sateisempi muilla paikkakunnilla paitsi Pälkäneellä ja Anjalankoskella. Kevät 1980 oli normaaliarvoja kuivempi lukuunottamatta Anjalankoskea. Normaalia runsaammat sateet sijoittuivat kesäkuuhun ja elo-syyskuulle. Heinäkuu oli poutainen. Lokakuu oli normaalia sateisempi.

1981: Kasvukausi oli selvästi pitkäaikaisia keskiarvoja sateisempi, vaikka huhti-toukokuu oli ollut normaalia poutaisempi. Runsaat sateet sijoittuivat kesä-elokuulle. Huhtikuu oli normaalia kylmempi. Syyskuu oli poutainen, mutta lokakuussa sademäärät olivat pitkäaikaisia keskiarvoja suuremmat.

1982: Jokioisissa kasvukausi oli normaaliarvoja sateisempi, ja Pälkäneellä, Anjalankoskella ja Mouhijärvellä normaalia kiu-
vempi. Kevät oli sateinen lukuunottamatta Anjalankoskea. Syksy
oli melko poutainen.

1983: Kasvukausi oli normaalia sateisempi kaikilla koepaikka-
kunnilla lukuunottamatta Anjalankoskea ja Mouhijärveä. Kesä-
ja syyskuu olivat selvästi sateisempia kuin pitkäaikaiset
keskiarvot. Elokuu oli poutainen. Lokakuu oli normaalia
sateisempi Anjalankoskella, Kokemäellä, Mouhijärvellä ja Mie-
toisilla.

1984: Pitkäaikaiset keskiarvot sademäärissä ylittyivät kaikil-
la koepaikkakunnilla lukuunottamatta Mouhijärveä. Erityisesti
kesä-, heinä-, syys- ja lokakuu olivat sateisia. Kevät oli
poutainen lukuunottamatta Jokioista ja Mietoista.

1985: Kevät oli hyvin viileä ja osittain normaalia sateisempi.
Kasvukauden kokonaissademäärät ylittivät jälleen pitkäaikaiset
keskiarvot. Sateet keskittyivät kasvukauden alku- ja loppu-
puolelle.

Taulukko 3. Sääolot kasvukautena 1980.
Table 3. Weather conditions in April - October 1980.

Paikka Place	Kuukausi/Month							
	IV °C mm	V °C mm	VI °C mm	VII °C mm	VIII °C mm	IX °C mm	X °C mm	X °C mm
Joki- oinen	4,7 15	7,0 20	16,4 131	16,2 36	13,9 76	10,5 58	4,4 128	
Pälkäne	4,2 18	7,4 30	17,2 49	17,0 51	14,9 79	10,8 40	4,7 98	
Anjalan- koski	4,1 32	7,0 50	17,2 36	16,9 59	14,4 115	10,4 32	5,0 146	
Kokemäki	4,2 48	7,8 22	16,7 54	16,6 60	14,1 87	10,6 60	4,6 105	
Mouhi- järvi	4,1 24	7,5 28	16,9 37	16,7 54	14,2 79	10,2 53	4,3 133	
Mie- toinen	4,7 33	8,1 12	16,9 64	17,2 46	14,8 122	11,5 99	5,3 157	

Taulukko 4. Sääolot kasvukautena 1981.**Table 4. Weather conditions in April - October 1981.**

Paikka Place	Kuukausi/Month													
	IV °C mm		V °C mm		VI °C mm		VII °C mm		VIII °C mm		IX °C mm		X °C mm	
Joki- oinen	0,9	7	11,2	19	12,8	115	16,2	104	13,5	88	9,5	15	5,5	114
Pälkäne	0,9	8	11,3	15	13,0	130	16,9	148	13,7	85	9,6	39	5,7	119
Anjalan- koski	1,0	27	10,9	36	13,4	99	17,1	86	13,9	105	10,1	54	6,1	154
Kokemäki	1,3	6	11,1	14	12,9	127	16,6	97	13,6	79	9,4	15	5,7	85
Mouhi- järvi	1,0	8	11,3	9	12,6	138	16,4	119	13,1	106	9,3	21	5,4	115
Mie- toinen	1,6	4	11,4	13	13,2	117	16,4	117	13,9	68	9,9	20	6,3	107

Taulukko 5. Sääolot kasvukautena 1982.**Table 5. Weather conditions in April - October 1982.**

Paikka Place	Kuukausi/Month													
	IV °C mm		V °C mm		VI °C mm		VII °C mm		VIII °C mm		IX °C mm		X °C mm	
Joki- oinen	2,1	43	8,5	71	11,2	25	16,4	84	15,6	111	9,7	67	4,1	30
Pälkäne	2,2	32	8,6	62	11,5	39	17,3	25	15,8	90	9,9	48	4,0	35
Anjalan- koski	2,4	37	9,5	24	11,3	77	17,2	19	15,4	84	9,9	25	4,0	29
Kokemäki	2,2	61	8,5	44	11,8	7	16,4	27	15,7	86	9,9	67	4,1	25
Mouhi- järvi	2,0	52	8,3	51	11,4	26	16,7	24	15,5	117	9,5	50	3,7	24
Mie- toinen	2,5	38	8,3	53	11,7	15	16,5	67	16,5	72	10,6	61	5,3	47

Taulukko 6. Sääolot kasvukautena 1983.**Table 6. Weather conditions in April - October 1983.**

Paikka Place	Kuukausi/Month													
	IV °C mm		V °C mm		VI °C mm		VII °C mm		VIII °C mm		IX °C mm		X °C mm	
Joki- oinen	4,8	22	11,0	44	13,3	84	16,6	41	15,0	58	11,0	86	5,4	63
Pälkäne	4,7	19	11,2	48	14,1	61	17,1	77	14,8	61	11,3	91	5,0	51
Anjalan- koski	5,2	26	11,9	42	13,8	91	17,8	20	15,0	52	11,6	108	5,4	82
Kokemäki	4,9	28	11,0	45	13,5	78	16,0	66	14,2	17	11,3	81	5,8	102
Mouhi- järvi	4,8	35	11,1	37	13,4	90	16,4	66	14,2	30	11,0	85	5,0	99
Mie- toinen	4,9	40	10,9	29	13,5	65	16,7	66	15,1	35	11,6	104	6,6	79

Taulukko 7. Sääolot kasvukautena 1984.
Table 7. Weather conditions in April - October 1984.

Paikka Place	Kuukausi/Month													
	IV °C mm		V °C mm		VI °C mm		VII °C mm		VIII °C mm		IX °C mm		X °C mm	
Joki- oinen	4,2	18	12,6	66	13,1	113	14,8	91	13,8	69	9,2	77	6,6	99
Pälkäne	3,9	15	13,0	27	14,0	88	15,4	79	14,2	37	9,4	105	6,4	90
Anjalan- koski	4,4	9	13,3	31	14,1	41	15,4	167	14,3	30	9,8	138	6,9	85
Kokemäki	3,7	21	12,5	39	13,7	73	14,9	126	14,1	58	9,5	74	6,9	97
Mouhi- järvi	3,9	21	12,7	17	13,4	91	14,8	101	13,9	39	9,1	71	6,3	84
Mie- toinen	4,0	17	12,7	36	14,2	70	15,0	103	14,7	44	9,9	89	7,7	115

Taulukko 8. Sääolot kasvukautena 1985.
Table 8. Weather conditions in April - October 1985.

Paikka Place	Kuukausi/Month													
	IV °C mm		V °C mm		VI °C mm		VII °C mm		VIII °C mm		IX °C mm		X °C mm	
Joki- oinen	0,5	32	8,6	43	13,2	41	15,3	55	15,5	119	8,9	51	6,4	36
Pälkäne	0,4	42	8,6	31	13,8	44	15,8	70	15,7	111	9,4	80	6,2	47
Anjalan- koski	0,7	39	9,5	73	13,6	55	15,6	105	16,3	79	9,0	69	6,2	65
Kokemäki	0,2	67	8,7	30	13,8	64	15,3	44	15,4	79	9,3	52	6,8	25
Mouhi- järvi	0,4	58	8,3	38	13,6	55	15,3	54	15,1	98	8,9	76	6,2	37
Mie- toinen	0,6	55	8,6	44	13,9	49	15,7	91	15,9	109	9,8	43	7,3	34

**Taulukko 9. Keskimääräiset lämpötilat ja sademäärät kasvukausien
1931 - 1960 ajalta.**
**Table 9. The mean weather conditions at different experimental
areas in April - October 1931 - 1960.**

Paikka Place	Kuukausi/Month													
	IV °C mm		V °C mm		VI °C mm		VII °C mm		VIII °C mm		IX °C mm		X °C mm	
Joki- oinen	2,2	33	8,8	39	13,7	42	16,2	70	14,7	74	9,7	61	4,3	61
Pälkäne	2,0	31	8,8	40	13,9	48	17,0	66	15,3	71	10,4	54	4,4	51
Anjalan- koski	2,3	39	9,0	39	14,4	53	17,1	74	15,4	76	10,2	60	4,5	63
Kokemäki	2,2	27	8,7	31	13,6	45	16,6	69	14,8	72	9,9	51	4,6	51
Mouhi- järvi	2,1	33	8,8	38	13,7	54	16,6	75	14,9	80	9,7	57	4,1	57
Mie- toinen	2,5	32	8,9	25	13,8	45	17,1	53	15,7	77	10,6	62	5,4	55

3.1.3. Koejärjestelyt

Kenttäkokeessa on kolme muokkauksäsittelyä: syyskyntö (A1), syysäestys (A2) ja kevästäestys (A3). Toisena koetekijänä on olkikäsitteily. B1-ruuduissa oljet jätetään silputtuina maahan ja B2-ruuduista oljet korjataan pois sadonkorjuun jälkeen. Kolmantena koetekijänä kokeessa on juuririkkakasvien torjunta (C). Osa kokeesta ruiskutetaan glyfosaatilla joka kolmas vuosi ohran sadonkorjuun jälkeen (C1). Koemalli on toisen asteen osaruutumalli. Kerranteita on neljä (kuva 1). Pälkäneen koe-kentässä kerranteet ovat rinnakkain.

Koekasveina kolmivuotisessa kierrossa ovat vehnä, kaura ja ohra.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
C ₀		A ₁		A ₂		A ₃		A ₁		A ₃		A ₂	C ₁
	B ₁	B ₂	B ₂	B ₁	B ₁	B ₂	B ₂	B ₁	B ₁	B ₂	B ₂	B ₁	
C ₁													C ₀
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
C ₀		A ₃		A ₂		A ₁		A ₂		A ₃		A ₁	C ₁
	B ₂	B ₁	B ₁	B ₂	B ₂	B ₁	B ₁	B ₂	B ₂	B ₁	B ₁	B ₂	
C ₁													C ₀
	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	

Kenttä/field = 48 x 68 m²
 Ruutu/plot = 4 x 15 m²

A1 = syyskyntö/
 autumn ploughing
 A2 = syysäestys/
 autumn cultivation
 A3 = kevästäestys/
 spring cultivation

B1 = oljet maahan/
 straw not removed
 B2 = oljet korjataan/
 straw removed

C0 = ei ruiskutusta/
 no spraying
 C1 = syysruiskutus/
 glyphosate spraying

Kuva 1. Aurattoman viljelyn kenttäkoe kartta.
 Fig. 1. The experimental field chart.

3.1.4. Kenttäkokeiden hoito ja viljely

B2-ruuduilta kerätään oljet pois. Muokkaustoimenpiteet tehdään syksyllä A1- ja A2-ruuduilla: A1-ruudut kynnetään normaalisti ja A2-ruudut äestetään kultivaattorilla (Jokioinen, Mietoinen), lapiorullaäkeellä (Pälkäne, Kokemäki, Mouhijärvi) tai s-piikkiäkeellä (Anjalankoski). A3-ruudut äestetään keväällä vastaavalla tavalla. Kultivaattorilla sänkimuokkaus on onnistunut tyydyttävästi yhdellä ajokerralla. Lapiorullaäkeellä on jouduttu jonain syksyinä ja keväinä äestämään 2 - 3 kertaan.

A1-ruuduilla kyntösuunta vaihtuu vuosittain. Syys- ja kevät-sänkimuokkaus tehdään B-ruutujen suuntaisesti ajosuuntaan C1 - C0, jotta juolavehnan juurakot eivät kulkeutuisi C1-ruuduille. Jos äes tai kultivaattori tukkeutuu, se puhdistetaan ruutujen välissä. A3-ruutujen äestys pyritään tekemään muutamaa päivää ennen varsinaista kylvömuokkausta.

B1-ruudut puidaan silppurilla varustetulla puimurilla. Mahdolliset olkikasat tasoitetaan ruudun alueelle. B2-ruudut puidaan ilman silppuria, jotta olkien keruu sadonkorjuun jälkeen helpottuisi.

Glyfosaattiruiskutus (Roundup) on tarkoitus tehdä joka kolmas vuosi C1-ruuduille, mikäli juuririkkakasveja esiintyy. Käsitely myöhästyttää A1- ja A2-ruutujen muokkaustoimenpiteitä: sadonkorjuun jälkeen on odotettava, että juuririkkaruohot lähtevät hyvään kasvuun ennenkuin ruiskutus tehdään. Roundupruiskutuksen jälkeen on lisäksi odotettava 2 - 3 viikkoa, jotta herbisidi vaikuttaisi tehokkaasti rikkakasveihin. Huonojen ruiskutusolosuhteiden ym. tekijöiden vuoksi ei millään koekentällä ole voitu täysin noudattaa koesuunnitelman mukaista ruiskutusohjelmaa.

Varsinainen kylvömuokkaus tehdään joustopiikkiäkeellä yhtäläisesti koko kentälle. Muokkaus tehdään ruutujen pituussuunnassa, suuntaan C1 - C0. Äkeen tukkeutuessa se puhdistetaan ruutujen välissä.

Kylvölannoitus tehdään normaalilla kylvölannoittimella. Aluksi kylvetään nettoruudut ruutujen keskelle, jonka jälkeen suljetaan uloimmat vantaat ja kylvetään ruutujen välit. Lannoituksessa on pyritty lähelle taloudellista optimia lakoviljaa välttämällä (80 - 100 N kg/ha). Kylvömuokkaus ja kylvö on tehty yhtäaikaaisesti kaikille koejäsenille. Kynnetyn ja kyntämättömän maan erilaisen kuivumis- ja lämpenemisnopeuden vuoksi on kylvömuokkaukselle jouduttu valitsemaan eräänlainen kompromissijankohda, joka on jossain määrin saattanut poiketa sekä kynnetyn että kyntämättömän maan optimaalisista muokkausolosuhteista.

Alkukesän rikkakasviruiskutus tehdään yhtäläisesti koko koe-kentälle.

3.1.5. Näytteiden otto ja mittausmenetelmät

Nettoruutujen alat, joilta sadot on korjattiin, vaihtelivat koekentittäin ja vuosittain. Punnituksen jälkeen Jokioisissa otettiin jokaisen koeruudun sadosta kosteusnäyte, josta määritettiin puintikosteus. Muilla koekentillä sadosta määritettiin kuiva-ainepitoisuus esikuivatuksen jälkeen.

Sadot esitetään kiloina hehtaaria kohti viljan kosteuden ollessa 15 %. Kasvustot puitiin kaikista koejäsenistä samanaikaisesti. Satotuloksia käsitellään koekenttäkohtaisesti.

Punnituksen jälkeen sadosta otettiin koeruuduttain noin yhden kg:n suuruinen näyte. Kuivatusta näytteestä määritettiin hehtolitrin paino, 1000 jyvän paino ja typpipitoisuus. Typpi

määritettiin Kjeldahl-menetelmällä MTTK:n keskuslaboratoriossa. Typpipitoisuudet voidaan muuntaa raakavalkuaispitoisuuksiksi käyttämällä vehnälle kerrointa 5,70 ja ohralle sekä kauralle 6,25. Tässä työssä käytetään sadon typpipitoisuutta. Typpimäärittystä ei tehty kaikkina koevuosina eikä kaikkien koepaikkakuntien sadoista. Lisäksi osa laatumäärittämisistä tehtiin vain koejäsenittäin eikä koeruuduttain.

3.1.6. Aineiston käsittely

Aineisto käsiteltiin Maatalouden tutkimuskeskuksen tietokoneella SPSSX-ohjelmistoilla (ANON. 1983b). Tilastollisena menetelmänä käytettiin varianssianalyysiä (ensimmäisen ja toisen asteen osaruutumallit). Satotuloksien varianssianalyysissä käytettiin toisen asteen osaruutumallin mukaista varianssianalyysiä sen jälkeen, kun ensimmäinen glyfosaattiruiskutus oli tehty. Ennen ruiskutusta saadut satotulokset käsiteltiin ensimmäisen asteen osaruutumallin mukaisesti. Viljan laatumäärittämisä, jotka tehtiin koejäsenittäin, koskevat tulokset on esitetty keskiarvoina ilman tilastollista analyysiä.

Tuloksille laskettiin pienimmät merkitsevät erot 95 % todennäköisyydellä Tukeyn HSD-testillä.

3.2. Tulokset

3.2.1. Satotulokset

Taulukoissa 10 - 15 on esitetty koepaikkojen satotulokset koevuosilta 1980 - 1985. Tukeyn HSD-arvot (5 %) eri tekijöille on liitetty taulukoihin. Kuvissa 2 ja 3 on esitetty suhteelliset sadot eri paikkakunnilla. Kyntämättömän maan satoja on verrattu ruiskuttamattoman kynnetyn maan (oljet kynnetty maahan) satoon. Liitteissä 1 - 6 on nähtävissä satotulokset koejäsenittäin.

Jokioisten koekenttä (taulukko 10): Ensimmäinen glyfosaattiruiskutus tehtiin syksyllä 1980, joten vuoden 1980 satotulokset käsiteltiin tilastollisesti 1. asteen osaruutumallin mukaisesti (C0- ja C1-ruutujen sadot yhdistetty).

Vehnä 1980: Suurin sato saatiin kynnetyistä ruuduista. Syysäestetty maa antoi 5 % pienemmän sadon kuin kynnetty maa. Keväällä sänkimuokatussa maassa sato oli pienin, mutta satoero (10 %) kynnetyn maan satoon ei ollut merkitsevä. Olkien poisto alensi satoa lähes merkitsevästi.

Kaura 1981: Edellisenä syksynä tehdyn glyfosaattiruiskutuksen vaikutus näkyi selvästi syys- ja kevätäestettyjen ruutujen sadoissa sadonlisänä. Merkitsevästi ruiskutus kohotti keväällä sänkimuokattavan maan satoa. Ruiskuttamattoman keväällä sänkimuokatun maan sato oli merkitsevästi pienempi kuin kynnetyn maan sato (n. 40 %). Ruiskuttamattoman syysäestetyin maan sato oli keskimäärin 20 % alempi kuin kynnetyllä maalla, satoero ei kuitenkaan ollut merkitsevä. Ruiskutetulla kyntämättömällä maalla sato oli n. 5 % alempi kuin kynnetyllä maalla.

Ohra 1982: Satotulokset eivät poikenneet toisistaan merkitsevästi kyntötekijän, olkikäsittelyn tai glyfosaattiruiskutuksen suhteen. Suurin sato saatiin syksyllä sänkimuokatulta maalta (sadonlisä kynnetyn maan satoon verrattuna 2 - 9 %). Glyfosaa-tin vaikutus näkyi edelleen suurempina satoina kyntämättömällä maalla (2 - 20 %).

Vehnä 1983: Keväällä sänkimuokattu maa antoi merkitsevästi pienemmän sadon kuin kynnetty tai syksyllä sänkimuokattu maa (sadonalennus 13 % ruiskuttamattomalla maalla ja 3 % ruiskutetulla maalla kynnetyn maan satoon verrattuna). Suurin sato saatiin syysäestetyltä maalta (n. 5 % suurempi sato kuin kynnetyssä maassa). Syksyllä 1983 tehtiin toinen glyfosaattiruiskutus.

Taulukko 10. Satotulokset kg/ha 1980 - 1985, Jokioinen (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; C0 = ei ruiskutusta, C1 = glyf.ruiskutus; HSD Tukey 5 %).

Table 10. Yields kg/ha 1980 - 1985, Jokioinen (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; C0 = not sprayed, C1 = glyphosate spraying; HSD Tukey 5 %).

1980 vehnä/wheat						
	B1	B2	XA			
A1	4820	4650	4730			
A2	4640	4500	4570			
A3	4420	3970	4190			
XB	4630	4370				
1981 kaura/oat						
	B1	B2	XA	C0	C1	XA
A1	4820	4930	4880	A1 4900	4880	4880
A2	4290	4380	4330	A2 4000	4670	4330
A3	3640	3940	3790	A3 2950	4630	3790
XB	4250	4420		XC 3950	4720	
	HSD A=730			HSD AxC=1310		
1982 ohra/barley						
	B1	B2	XA	C0	C1	XA
A1	5350	5420	5380	A1 5340	5430	5380
A2	5700	5610	5660	A2 5560	5760	5660
A3	5340	5300	5320	A3 4910	5730	5320
XB	5460	5440		XC 5270	5640	
1983 vehnä/wheat						
	B1	B2	XA	C0	C1	XA
A1	4390	4250	4320	A1 4300	4340	4320
A2	4470	4510	4490	A2 4380	4610	4490
A3	3960	3940	3950	A3 3740	4170	3950
XB	4270	4230		XC 4140	4370	
	HSD A=300					
1984 kaura/oat						
	B1	B2	XA	C0	C1	XA
A1	4490	4320	4410	A1 4410	4410	4410
A2	4130	4160	4150	A2 4200	4100	4150
A3	4200	4240	4220	A3 4120	4330	4220
XB	4280	4240		XC 4240	4280	
	HSD A=200					
1985 ohra/barley						
	B1	B2	XA	C0	C1	XA
A1	4930	4870	4900	A1 4890	4920	4900
A2	4910	4960	4940	A2 4840	5040	4940
A3	4640	4940	4790	A3 4670	4910	4790
XB	4830	4920		XC 4800	4950	
	HSD AxB=250					

Kaura 1984: Kyntämättä viljely alensi satoa. Syksyllä sänki-muokattu maa antoi merkitsevästi heikomman sadon kuin kynnetty maa (8 %). Keväällä sänkimuokatun maan sato ei poikennut merkitsevästi kynnetyn maan ja syysäestetyin maan sadoista. Ruis-kuttamattoman kevätäestetyin maan sato oli kuitenkin 8 % pie-

nempi ja ruiskutetun maan sato 4 % pienempi kuin kynnetyn maan sato. Satotulokset eivät ole täysin luotettavia, koska varsinkin kyntämättömällä maalla kasvanut kaura lakoontui pahoin ennen puintia.

Ohra 1985: Keväällä sänkimuokattu maa antoi merkitsevästi pienemmän (5 %) sadon kuin kynnetty maa ja syksyllä sänkimuokattu maa, kun olkia ei oltu poistettu. Olkien poiskeruu lisäsi merkitsevästi satoa keväällä sänkimuokatulla maalla, sato oli tällöin samansuuruinen kuin kynnetyn maan sato.

Pälkäneen koekenttä (taulukko 11): Ensimmäinen glyfosaatti-ruiskutus tehtiin syksyllä 1982.

Ohra 1980, vehnä 1981, kaura 1982: Kolmena ensimmäisenä koevuonna ei satotuloksissa ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Kyntämätön maa antoi suuremman sadon kuin kynnetty maa vuosina 1980 ja 1982 (1 - 3 %). Vuonna 1981 sato oli n. 3 % alempi kyntämättömällä kuin kynnetyllä maalla.

Ohra 1983: Roundup-ruiskutus ei antanut merkitsevää sadonlisäystä. Auraton viljely alensi satoa keskimäärin 9 %, mutta satoero kynnetyn maan satoon ei ollut merkitsevä. Olkien poistaminen alensi satoa, merkitsevästi syysäestetyllä maalla. Kun olkia ei oltu poistettu, syysäestetyt maan sato oli yhtä suuri kynnetyn maan sadon kanssa.

Vehnä 1984: Glyfosaatilla ruiskutettu kyntämätön maa antoi merkitsevästi suuremman sadon kuin ruiskuttamaton maa. Kynnön poisjättäminen alensi satotasoa merkitsevästi (keskimäärin 24 %). Lisäksi keväällä sänkimuokattu maa antoi merkitsevästi pienemmän sadon kuin syksyllä sänkimuokattu maa.

Ohra 1985: Roundupilla ruiskutetuilta kyntämättömiltä ruuduilta saatiin jälleen merkitsevästi suurempi sato kuin ruiskuttamattomilta ruuduilta. Kynnetty maa antoi merkitsevästi

suuremman sadon kuin kyntämätön maa (n. 20 %). Sänkimuokkaus keväällä alensi satoa eniten. Ruiskutetulta kyntämättömältä maalta saatiin keskimäärin 7 % heikompi sato kuin kynnetyiltä maalta.

Taulukko 11. Satotulokset kg/ha 1980 - 1985, Pälkäne (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois, C0 = ei ruiskutusta, C1 = glyf.ruiskutus; HSD Tukey 5 %).

Table 11. Yields kg/ha 1980 - 1985, Pälkäne (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; C0 = not sprayed, C1 = glyphosate spraying; HSD Tukey 5 %).

1980 ohra/barley			1981 vehnä/wheat		
B1	B2	XA	B2	B2	XA
A1 4260	4340	4300	A1 2670	2710	2690
A2 4410	4530	4470	A2 2600	2530	2560
A3 4470	4350	4410	A3 2630	2590	2610
XB 4380	4410		XB 2630	2610	
1982 kaura/oat					
B1	B2	XA			
A1 4130	4240	4180			
A2 4290	4340	4320			
A3 4180	4020	4100			
XB 4200	4200				
			1983 ohra/barley		
B1	B2	XA	C0	C1	XA
A1 3910	3490	3700	A1 3620	3780	3700
A2 3810	3250	3530	A2 3470	3590	3530
A3 3410	3480	3450	A3 3380	3520	3450
XB 3710	3410		XC 3490	3630	
HSD AxB=560					
			1984 vehnä/wheat		
B1	B2	XA	C0	C1	XA
A1 4070	4110	4090	A1 4170	4010	4090
A2 3370	3610	3490	A2 3290	3700	3490
A3 2770	2780	2780	A3 2340	3210	2780
XB 3410	3500		XC 3270	3640	
HSD A= 160			HSD AxC=290		
			1985 ohra/barley		
B1	B2	XA	C0	C1	XA
A1 3800	3970	3880	A1 3870	3900	3880
A2 3200	3290	3240	A2 2860	3620	3240
A3 2940	3050	2990	A3 2370	3620	2990
XB 3310	3440		XB 3030	3710	
HSD A=340			HSD AxC=600		

Anjalankosken koekenttä (taulukko 12): Glyfosaattiruiskutusta ei tehty vuoteen 1985 mennessä.

Vehnä 1980: Auraton viljely alensi satoa, mutta sadonalennus ei ollut merkitsevä. Selvästi heikoin sato saatiin syksyllä sänkimuokatulta maalta (23 % sadonalennus).

Kaura 1981: Satotulokset olivat melko yhtenevät sekä kyntötekijän että olkikäsittelyn suhteen. A3B1-ruuduilta saatiin 10 % pienempi sato kuin A1B1-ruuduilta.

Taulukko 12. Satotulokset kg/ha 1980 - 1985, Anjalankoski (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevästäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; HSD Tukey 5 %).

Table 12. Yields kg/ha 1980 - 1985, Anjalankoski (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; HSD Tukey 5 %).

1980 vehnä/wheat			1981 kaura/oat				
	B1	B2	\bar{X} A		B1	B2	\bar{X} A
A1	1750	1710	1730	A1	3030	2880	2950
A2	1390	1320	1360	A2	3030	2970	3000
A3	1750	1620	1680	A3	2730	3090	2910
\bar{X} B	1630	1550		\bar{X} B	2930	2980	
1982 ohra/barley			1983 vehnä/wheat				
	B1	B2	\bar{X} A		B1	B2	\bar{X} A
A1	1940	2360	2150	A1	2580	2710	2640
A2	2070	2360	2220	A2	2530	2560	2540
A3	2350	2310	2330	A3	2570	2470	2520
\bar{X} B	2120	2340		\bar{X} B	2560	2580	
HSD A=180							
1984 kaura/oat			1985 ohra/barley				
	B1	B2	\bar{X} A		B1	B2	\bar{X} A
A1	3280	3190	3240	A1	3000	2760	2880
A2	3780	3620	3700	A2	2900	2960	2930
A3	3920	3630	3780	A3	3300	3170	3240
\bar{X} B	3660	3480		\bar{X} B	3070	2960	
HSD A=290							

Ohra 1982: Keväällä sänkimuokattu maa antoi lähes merkitsevästi suuremman (20 %) sadon kuin kynnetty maa. Syysäestetyin maan sato oli kynnetyn maan ja kevästäestetyin maan satojen välillä (n. 12 % suurempi sato kuin kynnetyllä maalla). Olkien poisto nosti satoa, mutta vaikutus ei ollut merkitsevä.

Vehnä 1983: Kynnetyn maan ja kyntämättömän maan satojen välillä ei ollut merkitsevää eroa. Kynnetyllä maalla oli paras sato.

Kaura 1984: Auraton viljely nosti merkitsevästi satoa (10 - 20 %). Suurin sato saatiin keväällä sänkimuokatulta maalta.

Ohra 1985: Sadoissa ei ollut merkitseviä eroja. Suurin sato saatiin kevätäestetyltä maalta, keskimäärin 8 % sadonlisä kynnetyn maan satoon verrattuna.

Kokemäen koekenttä (taulukko 13): Ensimmäinen glyfosaattiruiskutus tehtiin syksyllä 1983.

Vehnä 1980 ja kaura 1981: Kummankaan vuoden satotuloksissa ei ollut merkitseviä eroja kynnetyn ja kyntämättömän maan välillä. A2B2- ja A3B1-ruuduilta oli tosin vuonna 1980 saatu 5 % heikempi sato kuin A1B1-ruuduilta.

Ohra 1982: Kyntämättömältä maalta saatiin suurempi sato kuin kynnetyiltä. Keväällä sänkimuokatun maan sato erosi merkitsevästi kynnetyn maan sadosta.

Ohra 1983: Kynnetty maa ja syysäestetty maa antoivat samansuuruisen sadon. Keväällä sänkimuokatun maan sato oli selvästi pienempi (7 %) kuin kynnetyn maan ja syysäestetyt maan sadot, mutta satoero ei ollut merkitsevä.

Vehnä 1984: Kynnetyn maan ja syksyllä sänkimuokatun maan sadot olivat merkitsevästi suuremmat kuin keväällä sänkimuokatun maan sato. Roundup-ruiskutus ja olkien poisto kohottivat satoa merkitsevästi. Kevätäestys alensi satotasoa 20 %, jos glyfosaattiruiskutusta ei ollut tehty.

Taulukko 13. Satotulokset kg/ha 1980 - 1985, Kokemäki (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; C0 = ei ruiskutusta, C1 = glyf.ruiskutus; HSD Tukey 5 %).
Table 13. Yields kg/ha 1980 - 1985, Kokemäki (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; C0 = not sprayed, C1 = glyphosate spraying; HSD Tukey 5 %).

1980 vehnä/wheat			1981 kaura/oat					
	B1	B2	XA		B1	B2	XA	
A1	2970	2890	2930	A1	2950	2900	2920	
A2	2940	2780	2860	A2	2940	3070	3010	
A3	2810	2980	2890	A3	3050	2990	3020	
XB	2910	2880		XB	2980	2990		
1982 ohra/barley			1983 ohra/barley					
	B1	B2	XA		B1	B2	XA	
A1	3100	3160	3130	A1	5660	5820	5740	
A2	3530	3180	3350	A2	5740	5690	5720	
A3	3760	3800	3780	A3	5270	5230	5250	
XB	3460	3380		XB	5560	5580		
HSD A=590			1984 vehnä/wheat			1985 ohra/barley		
	B1	B2	XA		C0	C1	XA	
A1	5170	5200	5180	A1	4400	4270	4330	
A2	5010	5130	5070	A2	4040	4240	4140	
A3	4370	4680	4530	A3	3690	4320	4010	
XB	4850	5010		XC	4040	4280		
HSD A=480; HSD B=120			HSD C=130			HSD AxC=490		
	B1	B2	XA		C0	C1	XA	
A1	4260	4400	4330	A1	4400	4270	4330	
A2	4100	4170	4140	A2	4040	4240	4140	
A3	3940	4070	4010	A3	3690	4320	4010	
XB	4100	4210		XC	4040	4280		
HSD A=290; HSD B=120			HSD C=130			HSD AxC=490		

Ohra 1985: Glyfosaattiruiskutuksen vaikutus näkyi merkitsevässä sadonlisänä kevätäestetyllä maalla. Kynnetyn maan sato oli merkitsevästi suurempi (14 %) kuin keväällä sänkimuokatun maan sato, kun Roundup-ruiskutusta ei oltu tehty. Ruiskuttamattoman syysäestetyt maan sato oli 8 % heikompi kuin kynnetyn maan sato. Ruiskutetun kyntämättömän maan sato oli 3 % pienempi kuin kynnetyn maan sato. Olkien poisto nosti satoa lähes merkitsevästi.

Mouhijärven koekenttä (taulukko 14): Glyfosaattiruiskutus tehtiin vuonna 1982.

Ohra 1980: Kynnetyltä maalta saatiin merkitsevästi suurempi (15 %) sato kuin syksyllä sänkimuokatulta maalta. Keväällä sänkimuokatun maan sato sijoittui em. satojen välille.

Vehnä 1981: Satotulokset eivät poikenneet toisistaan merkitsevästi.

Kaura 1982: Keväällä sänkimuokatun maan sato oli merkitsevästi suurempi kuin kynnetyn maan ja syysäestetyt maan sadot. Lisäksi syysäestetyltä maalta saatiin merkitsevästi suurempi sato kuin kynnetyltä maalta. Olkien poisto lisäsi satoa lähes merkitsevästi. Sato oli kauttaaltaan hyvin alhainen.

Ohra 1983: Roundupruiskutus näkyi selvänä sadonlisänä kyntämättömillä ruuduilla. Satoero ei kuitenkaan ollut merkitsevä. Kynnetyltä maalta saatiin selvästi suurempi sato kuin keväällä sänkimuokatulta maalta, jota ei ollut ruiskutettu glyfosaatilla. Satoero ei ollut merkitsevä tilastollisesti. Syysäestetyltä maalta ja ruiskutetulta kevätäestetyltä maalta saatiin keskimäärin 7 % pienempi sato kuin kynnetyllä maalla.

Kaura 1984: Keväällä sänkimuokatun maan sato oli lähes merkitsevästi suurempi kuin syksyllä äestetyt maan sato. Kynnetyn maan sato sijoittui tälle välille. Ruiskutetulta kevätäestetyltä maalta saatiin 8 % suurempi sato kuin kynnetyllä maalla.

Ohra 1985: Satotuloksissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja, vaikka ruiskuttamattoman kyntämättömän maan sato oli keskimäärin 15 % alempi kuin kynnetyllä maalla. Roundupin satoa kohottava vaikutus näkyi kyntämättömällä maalla (n. 11 prosenttiyksikköä).

Taulukko 14. Satotulokset kg/ha 1980 - 1985, Mouhijärvi (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; C0 = ei ruiskutusta, C1 = glyf.ruiskutus; HSD Tukey 5 %).
Table 14. Yields kg/ha 1980 - 1985, Mouhijärvi (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; C0 = not sprayed, C1 = glyphosate spraying; HSD Tukey 5 %).

1980 ohra/barley			1981 vehnä/wheat			
	B1	B2	XA	B1	B2	XA
A1	3920	3760	3840	A1	2110	2090
A2	3340	3360	3350	A2	2060	2050
A3	3680	3630	3650	A3	2220	2170
XB	3650	3580		XB	2130	2080
HSD A=360						
1982 kaura/oat						
	B1	B2	XA			
A1	1000	1160	1080			
A2	1360	1410	1380			
A3	1720	1840	1780			
XB	1360	1470				
HSD A=290						
1983 ohra/barley						
	B1	B2	XA	C0	C1	XA
A1	3820	3740	3780	A1	3890	3780
A2	3600	3750	3680	A2	3620	3680
A3	3440	3500	3470	A3	3070	3470
XB	3620	3670		XC	3530	3760
1984 kaura/oat						
	B1	B2	XA	C0	C1	XA
A1	3270	3360	3310	A1	3340	3310
A2	3290	3160	3230	A2	3130	3230
A3	3450	3510	3480	A3	3310	3480
XB	3340	3340		XC	3260	3420
HSD A=260						
1985 ohra/barley						
	B1	B2	XA	C0	C1	XA
A1	4070	3990	4030	A1	4130	4030
A2	3840	4040	3940	A2	3750	3940
A3	3530	3810	3640	A3	3390	3640
XB	3810	3950		XC	3760	4000

Mietoisten koekenttä (taulukko 15): Ensimmäinen glyfosaatti-ruiskutus tehtiin C1-ruuduille koetta perustettaessa syksyllä 1979.

Taulukko 15. Satotulokset kg/ha 1980 - 1985, Mietoinen (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; C0 = ei ruiskutusta, C1 = glyf.ruiskutus; HSD Tukey 5 %).
 Table 15. Yields kg/ha 1980 - 1985, Mietoinen (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; C0 = not sprayed, C1 = glyphosate spraying; HSD Tukey 5 %).

1980 vehnä/wheat							
	B1	B2	XA		C0	C1	XA
A1	2310	2330	2320	A1	2260	2380	2320
A2	2150	2030	2090	A2	1990	2190	2090
A3	2270	1990	2130	A3	1870	2390	2130
XB	2240	2110		XC	2040	2320	
1981 kaura/oat							
	B1	B2	XA		C0	C1	XA
A1	3790	3850	3820	A1	3690	3950	3820
A2	3070	3100	3080	A2	2850	3320	3080
A3	2680	2640	2660	A3	2520	2800	2660
XB	3180	3200		XC	3020	3350	
	HSD A=670				HSD C=190		
1982 ohra/barley							
	B1	B2	XA		C0	C1	XA
A1	4680	5100	4900	A1	4780	5010	4900
A2	5240	4680	4960	A2	4840	5080	4960
A3	5520	4780	5150	A3	4970	5330	5150
XB	5150	4850		XC	4860	5140	
	HSD AxB=510						
1983 kaura/oat							
	B1	B2	XA		C0	C1	XA
A1	6400	5920	6160	A1	5960	6370	6160
A2	6140	5930	6030	A2	5890	6180	6030
A3	6600	6240	6420	A3	6050	6790	6420
XB	6380	6030		XC	5970	6440	
	HSD B=150				HSD C=380		
1984 vehnä/wheat							
	B1	B2	XA		C0	C1	XA
A1	4090	4280	4180	A1	4110	4250	4180
A2	3780	3640	3710	A2	3520	3900	3710
A3	4160	3140	3650	A3	3250	4050	3650
XB	4010	3140		XC	3630	4060	
	HSD AxB=750				HSD C=570		
1985 kaura/oat							
	B1	B2	XA		C0	C1	XA
A1	4310	4150	4230	A1	4230	4230	4230
A2	4080	4180	4130	A2	4010	4250	4130
A3	4070	4160	4110	A3	3920	4310	4110
XB	4150	4160		XC	4050	4260	
					HSD C=100		

Vehnä 1980: Sadot eivät poikenneet merkitsevästi toisistaan. Kynnetyltä maalta saatiin suurin sato. Syysäestetyin maan ja kevätäestetyin maan sato oli keskimäärin 9 % alempi kuin kynne-

tyn maan sato, kun ruiskutusta ei oltu tehty. Ruiskutetun kevätäestetyt maan sato oli samansuuruinen ja ruiskutetun syysäestetyt maan sato 9 % alempi kuin kynnetyt maan sato.

Kaura 1981: Kynnön poisjättäminen alensi satoa merkittävästi (ruiskuttamaton maa 26 % ja ruiskutettu maa 22 %). Glyfosaatilla ruiskutettujen ruutujen sato oli merkittävästi korkeampi kuin ruiskuttamattomien ruutujen sato.

Ohra 1982: Ruiskutettujen ruutujen sato oli edelleen suurempi kuin ruiskuttamattomien, mutta satoero ei ollut merkittävä. Kyntämätön maa antoi merkittävästi suuremman sadon kuin kynnetyt maa, kun olkia ei ollut poistettu. Olkien poisto alensi merkittävästi satoa kyntämättömällä maalla.

Kaura 1983: Kevätäestetty maa antoi suurimman sadon (n. 4 % suurempi sato kuin kynnetyllä maalla), satoero kynnetyt maan ja syysäestetyt maan satoihin ei kuitenkaan ollut merkittävä. Syysäestetyltä maalta saatiin 5 % pienempi sato kuin kynnetyltä maalta. Roundupilla ruiskutetulta maalta saatiin merkittävästi suurempi sato kuin ruiskuttamattomalta maalta. Olkien poisto alensi merkittävästi satoa.

Vehnä 1984: Kynnetyt maa antoi merkittävästi suuremman sadon kuin kevätäestetty maa, kun oljet oli poistettu. Ruiskutettujen ruutujen sato oli selvästi suurempi kuin ruiskuttamattomien, mutta satoero ei silti ollut merkittävä. Olkien poisto alensi satoa merkittävästi keväällä sänkimuokattavalla maalla.

Kaura 1985: Roundup-ruiskutetut ruudut antoivat merkittävästi suuremman sadon kuin ruiskuttamattomat ruudut (kyntämätön maa). Kyntämättömyys ei alentanut satoa merkittävästi (ruiskuttamaton kyntämätön maa keskimäärin 6 %).

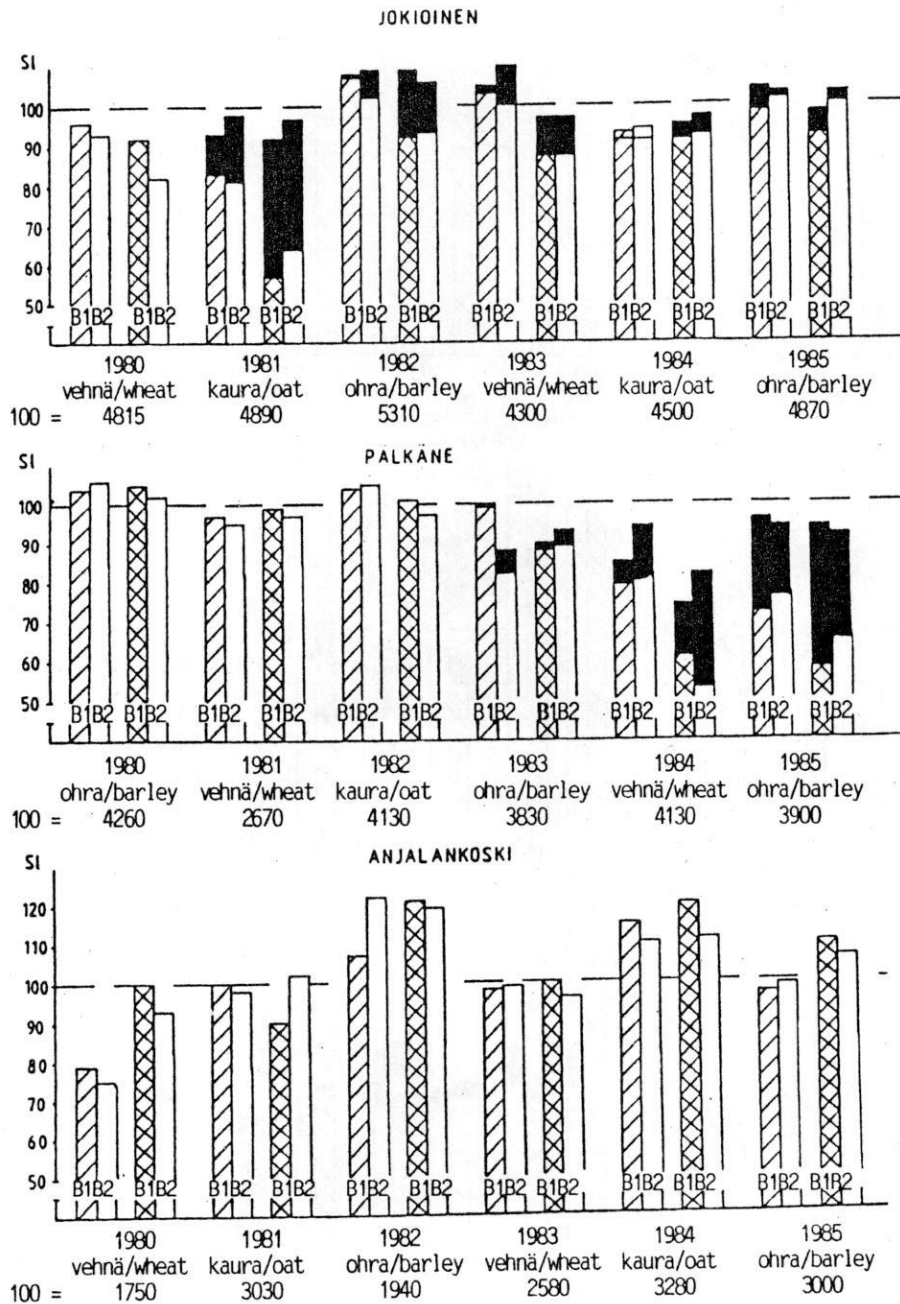
Kuvien 2 ja 3 perusteella voidaan todeta, että kevätiljosten sadoissa ei ollut laskevaa suuntaa kuuden vuoden aikana, mikäli juolavehneä ei ollut tai se oli torjuttu glyfosaatilla. Kasvukausilla näyttää olleen suuri merkitys. Savimailla saatiin kyntämättä viljelyssä sadonalennuksia märkänä vuotena 1981. Vuonna 1982 sato oli suurin kyntämättömällä maalla kaikilla koekentillä. Juolavehneän leviäminen ja satoa alentava vaikutus näkyy hyvin kevyillä maalajeilla. Suhteellisia satoja tarkasteltaessa on huomattava, että heikkoina satovuosina pienetkin satoerot vaikuttavat huomattavasti suhdelukuihin.

3.2.2. Sadon laatu

Sadoista määritettiin puintikosteus, 1000 jyvän paino, hehtolitrin paino ja valkuaispitoisuus. Laatumääritykset ovat puutteelliset koevuosittain ja koepaikkakunnittain. Aurattoman viljelyn vaikutuksista puintikosteuteen käsitellään vain Jokioisten tuloksia. Osa hehtolitrin ja 1000 jyvän painomäärityksistä tehtiin vain koejäsenittäin eikä koeruuduttain. Lisäksi sadon typpipitoisuusmäärityksiä on vain osalta koepaikkakuntia muutamalta koevuodelta. Taulukoihin 16 - 29 on kerätty eri laatumäärityksistä saadut tulokset.

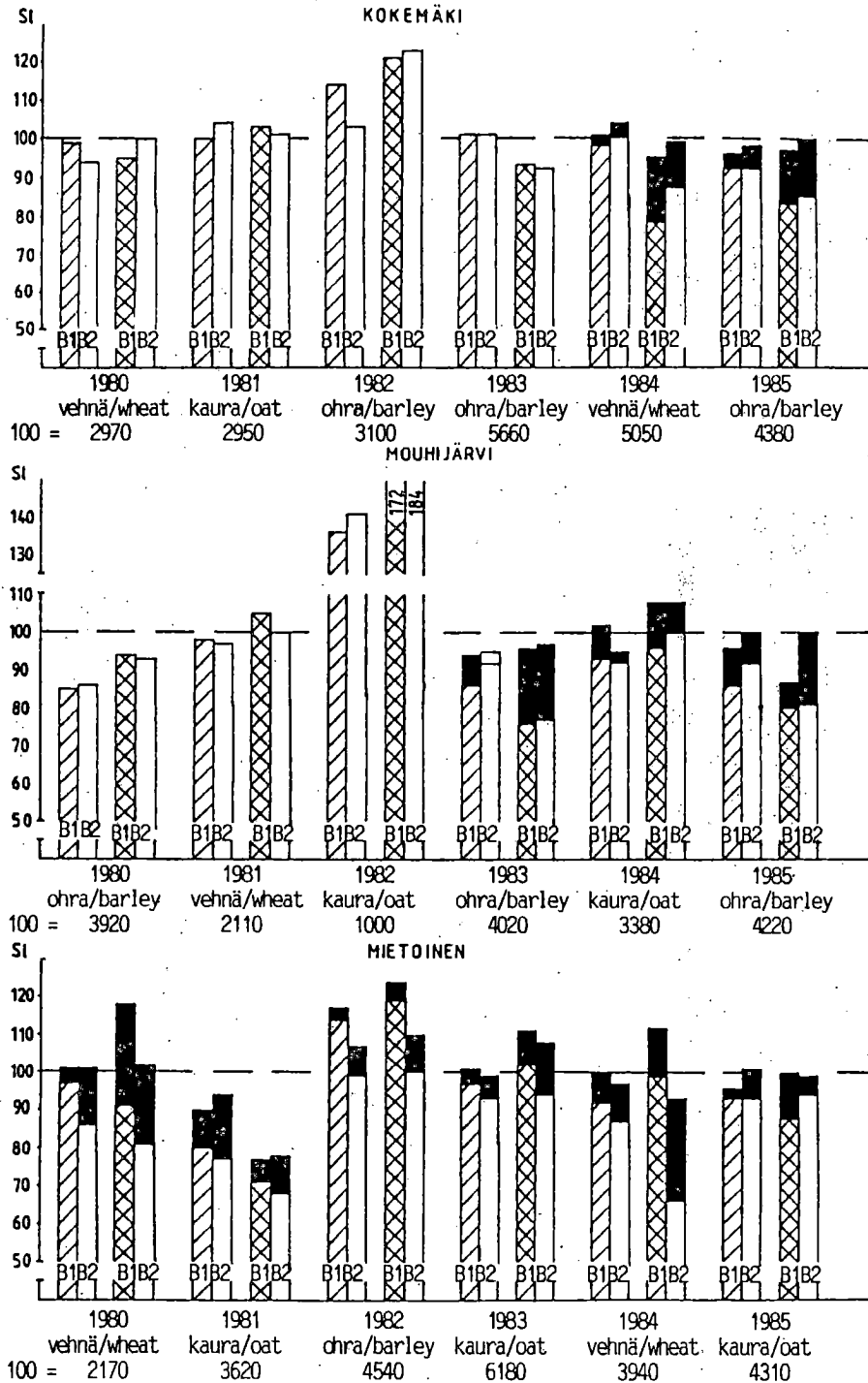
Jokioisten koekenttä: Jokioisten kokeesta määritettiin puintikosteus, 1000 jyvän ja hehtolitrin paino koko kokeen kestoajalta. Sadon typpipitoisuusmäärityksiä tehtiin vuosina 1983 - 1985 (taulukot 16 - 19).

Kynnetyn maan sadon puintikosteus oli jokaisena koevuonna pienin. Tilastollisesti merkitsevästi kynnetyn ja kyntämättömän maan satojen puintikosteudet erosivat vain kahtena koevuonna. Ohran puintikosteus vuonna 1982 oli kynnetyllä maalla merkitsevästi pienempi kuin kyntämättömällä maalla, jolta oljet oli poistettu. Samoin ohran puintikosteus vuonna 1985 oli merkitsevästi alhaisempi kynnetyllä kuin kyntämättömällä maalla. Olkikäsittely vaikutti puintikosteuteen merkitsevästi lähes



Kuva 2. Suhteelliset sadot 1980 - 1985 (A1B1 = 100), Jokioinen, Pälkäne, Anjalankoski (/// = syysäestys, $\wedge\wedge$ = kevätäestys, ■ = glyfosaattikäsittelyn antama sadonlisä, B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois).

Fig. 2. Relative yields 1980 - 1985 (A1B1 = 100), Jokioinen, Pälkäne, Anjalankoski (/// = autumn cultivation, $\wedge\wedge$ = spring cultivation, ■ = yield increase caused by glyphosate spraying, B1 = straw not removed, B2 = straw removed).



Kuva 3. Suhteelliset sadot 1980 - 1985 (A1B1 = 100), Kokemäki, Mouhijärvi, Mietoinen (/// = syysaestys, /X/ = kevätaestys, ■ = glyfosaattikäsitteilyn antama sadonlisä, B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois).

Fig. 3. Relative yields 1980 - 1985 (A1B1 = 100), Kokemäki, Mouhijärvi, Mietoinen (/// = autumn cultivation, /X/ = spring cultivation, ■ = yield increase caused by glyphosate spraying, B1 = straw not removed, B2 = straw removed).

jokaisena koevuonna. Olkien poisto alensi merkittävästi puintikosteutta vuosina 1980, 1981, 1983 ja 1985. Koevuonna 1982 olkien poisto vaikutti kohottavasti ohran puintikosteuteen kyntämättömällä maalla. Juolavehnän torjunnalla oli useimmiten puintikosteutta alentava vaikutus erityisesti kyntämättömällä maalla. Merkittävästi puintikosteudet käsittelemättömän ja käsitellyn maan välillä erosivat koevuotena 1985.

Tuhannen jyvän painot olivat kynnetyn maan sadoissa korkeammat kuin kyntämättömällä maalla. Merkittävästi 1000 jyvän painot erosivat vuosina 1981 (kaura), 1983 (vehnä) ja 1984 (kaura). Koevuotena 1982 (ohra) kynnetyn maan (oljet maahan) sadon 1000 jyvän paino erosi merkittävästi muiden koejäsenten satojen 1000 jyvän painoista. Vuonna 1985 (ohra) syksyllä sänkimuokatus maan sadon 1000 jyvän paino oli merkittävästi pienempi kuin kynnetyn maan sadolla. Glyfosaattiruiskutuksella tai olkien poistamisella ei ollut mainittavaa vaikutusta satojen 1000 jyvän painoon.

Hehtolitrin painoissa ei keskimäärin ollut kovin suuria eroja kynnetyn ja kyntämättömän maan satojen välillä. Kasvukautena 1985 (ohra) hehtolitrin paino oli korkeampi kynnetyllä kuin kyntämättömällä maalla. Vuosina 1981 (kaura) ja 1984 (kaura) syksyllä sänkimuokatus maan satojen hehtolitrin painot olivat merkittävästi pienemmät kuin kynnetyn maan sadolla. Kasvukautena 1983 (vehnä) keväällä sänkimuokatus maan (oljet poistettu) sadon hehtolitrin paino oli merkittävästi pienempi kuin muiden koejäsenten sadoilla. Olkien poisto vaikutti merkittävästi kauran hehtolitrin painoon vuonna 1981. Glyfosaattiruiskutuksella oli merkittävä ohran hehtolitrin painoa kohottava vaikutus kasvukautena 1985.

Vehnän (1983), kauran (1984) tai ohran (1985) typpipitoisuuksissa ei ollut merkittäviä eroja kynnetyn ja kyntämättömän maan satojen välillä. Myöskään olkien poistolla tai glyfosaattiruiskutuksella ei ollut mainittavaa vaikutusta sadon typpipitoisuuteen.

Taulukko 16. Puintikosteudet (%), Jokioinen (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; C0 = ei ruiskutusta, C1 = glyf.ruiskutus; HSD Tukey 5 %).

Table 16. Grain moisture (%), Jokioinen (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; C0 = not sprayed, C1 = glyphosate spraying; HSD Tukey 5 %).

1980, vehnä/wheat

	B1	B2	xA
A1	27,8	26,3	27,0
A2	28,0	26,4	27,2
A3	27,8	26,6	27,2
xB	27,9	26,4	
HSD B = 0,6			

1981, kaura/oat

	B1	B2	xA		C0	C1	xA
A1	20,4	20,4	20,4	A1	20,4	20,4	20,4
A2	21,4	20,8	21,1	A2	21,8	20,4	21,1
A3	21,3	20,7	21,0	A3	21,4	20,6	21,0
xB	21,0	20,6		xC	21,2	20,5	
HSD B = 0,3							

1982, ohra/barley

	B1	B2	xA		C0	C1	xA
A1	31,9	32,2	32,1	A1	31,6	32,5	32,1
A2	31,8	33,4	32,6	A2	32,6	32,6	32,6
A3	32,3	33,3	32,8	A3	32,9	32,7	32,8
xB	32,0	33,0		xC	32,4	32,6	
HSD AxB = 0,8							

1983, vehnä/wheat

	B1	B2	xA		C0	C1	xA
A1	18,1	18,0	18,1	A1	18,2	18,0	18,1
A2	19,0	18,6	18,8	A2	19,1	18,5	18,8
A3	18,9	17,5	18,2	A3	18,3	18,1	18,2
xB	18,7	18,0		xC	18,5	18,2	
HSD B = 0,4							

1984, kaura/oat

	B1	B2	xA		C0	C1	xA
A1	40,5	39,1	39,8	A1	40,0	39,6	39,8
A2	42,6	41,5	42,0	A2	41,4	42,6	42,0
A3	40,6	39,3	39,9	A3	39,1	40,8	39,9
xB	41,2	40,0		xC	40,2	41,0	

1985, ohra/barley

	B1	B2	xA		C0	C1	xA
A1	22,4	20,5	21,4	A1	21,6	21,2	21,4
A2	24,2	21,7	22,9	A2	23,3	22,5	22,9
A3	25,1	22,2	23,6	A3	24,0	23,3	23,6
xB	23,9	21,5		xC	23,0	22,3	
HSD A = 0,4				HSD C = 0,4			
HSD B = 0,3							

Taulukko 17. Tuhannen jyvän painot (g), Jokioinen (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; C0 = ei ruiskutusta, C1 = glyf.ruiskutus; HSD Tukey 5 %).
Table 17. 1000 grain weight (g), Jokioinen (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; C0 = not sprayed, C1 = glyphosate spraying; HSD Tukey 5 %).

1980, vehnä/wheat						
	B1	B2	xA			
A1	34,1	33,4	33,7			
A2	32,6	32,9	32,8			
A3	33,3	33,2	33,3			
xB	33,3	33,2				
1981, kaura/oat						
	B1	B2	xA	C0	C1	xA
A1	29,9	30,2	30,1	A1 29,7	30,3	30,1
A2	28,1	28,3	28,2	A2 28,4	28,0	28,2
A3	27,7	29,6	28,7	A3 28,8	28,5	28,7
xB	28,6	29,4		xC 29,0	29,0	
HSD A = 0,1						
HSD B = 0,6						
1982, ohra/barley						
	B1	B2	xA	C0	C1	xA
A1	41,2	39,7	40,5	A1 40,2	40,8	40,5
A2	39,6	39,7	39,7	A2 39,4	40,0	39,7
A3	38,9	39,1	39,0	A3 38,8	39,1	39,0
xB	39,9	39,5		xC 39,5	40,0	
HSD AxB = 1,3						
1983, vehnä/wheat						
	B1	B2	xA	C0	C1	xA
A1	34,4	34,1	34,3	A1 34,2	34,3	34,3
A2	34,0	34,3	34,2	A2 34,3	34,0	34,2
A3	33,5	33,2	33,4	A3 32,9	33,8	33,4
xB	34,0	33,9		xC 33,8	34,0	
HSD A = 0,7						
1984, kaura/oat						
	B1	B2	xA	C0	C1	xA
A1	30,9	30,0	30,5	A1 30,6	30,3	30,5
A2	28,5	28,2	28,3	A2 28,3	28,4	28,3
A3	29,1	29,3	29,2	A3 29,3	29,1	29,2
xB	29,5	29,2		xC 29,4	29,3	
HSD A = 1,4						
1985, ohra/barley						
	B1	B2	xA	C0	C1	xA
A1	38,3	37,5	37,9	A1 37,6	38,1	37,9
A2	36,6	37,0	36,8	A2 36,8	36,7	36,8
A3	36,9	37,6	37,3	A3 37,1	37,4	37,3
xB	37,2	37,4		xC 37,2	37,4	
HSD A = 1,1						

Taulukko 18. Hehtolitran painot (g), Jokioinen (A1 = kyntö, A2 = syys-
äestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; C0 = ei
ruiskutusta, C1 = glyf.ruiskutus; HSD Tukey 5 %).

Table 18. Hectolitre weight (g), Jokioinen (A1 = ploughing, A2 =
autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed,
B2 = straw removed; C0 = not sprayed, C1 = glyphosate spraying; HSD
Tukey 5 %).

1980, vehnä/wheat						
	B1	B2	xA			
A1	79,2	79,1	79,2			
A2	79,1	79,3	79,2			
A3	79,0	79,0	79,0			
xB	79,1	79,1				
1981, kaura/oat						
	B1	B2	xA	C0	C1	xA
A1	52,3	52,8	52,6	A1 52,4	52,7	52,6
A2	49,8	51,0	50,4	A2 50,9	49,9	50,4
A3	50,9	52,4	51,6	A3 52,7	50,5	51,6
xB	51,0	52,1		xC 52,0	51,0	
HSD A = 1,9						
HSD B = 1,0						
1982, ohra/barley						
	B1	B2	xA	C0	C1	xA
A1	69,4	69,4	69,4	A1 69,4	69,4	69,4
A2	69,7	69,3	69,5	A2 69,4	69,7	69,5
A3	69,2	69,3	69,3	A3 69,2	69,3	69,3
xB	69,4	69,3		xC 69,3	69,5	
1983, vehnä/wheat						
	B1	B2	xA	C0	C1	xA
A1	81,7	81,9	81,8	A1 81,7	81,9	81,8
A2	81,6	81,8	81,7	A2 81,6	81,8	81,7
A3	81,4	80,8	81,1	A3 81,1	81,1	81,1
xB	81,6	81,5		xC 81,5	81,6	
HSD AxB = 0,5						
1984, kaura/oat						
	B1	B2	xA	C0	C1	xA
A1	53,0	52,6	52,8	A1 53,0	52,5	52,8
A2	50,2	50,4	50,3	A2 50,6	50,0	50,3
A3	52,0	52,1	52,1	A3 52,5	51,7	52,1
xB	51,7	51,7		xC 52,0	51,4	
HSD A = 2,3						
1985, ohra/barley						
	B1	B2	xA	C0	C1	xA
A1	67,2	67,5	67,4	A1 67,1	67,6	67,4
A2	65,0	66,0	65,5	A2 65,2	65,8	65,5
A3	64,7	65,9	65,3	A3 64,8	65,8	65,3
xB	65,6	66,4		xC 65,7	66,4	
HSD AxB = 0,6			HSD C = 0,5			

Taulukko 19. Jyväsadon typpipitoisuus (N % ka), Jokioinen (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; C0 = ei ruiskutusta, C1 = glyf.ruiskutus; HSD Tukey 5 %).
Table 19. Grain nitrogen content (N % dry matter) Jokioinen (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; C0 = not sprayed, C1 = glyphosate spraying; HSD Tukey 5 %).

1983, vehnä/wheat								
	B1	B2	xA		C0	C1	xA	
A1	2,14	2,15	2,15		A1	2,15	2,14	2,15
A2	2,09	2,16	2,13		A2	2,14	2,11	2,13
A3	2,15	2,18	2,17		A3	2,15	2,17	2,17
xB	2,13	2,16			xC	2,15	2,14	
1984, kaura/oat								
	B1	B2	xA		C0	C1	xA	
A1	1,72	1,67	1,70		A1	1,67	1,71	1,70
A2	1,83	1,76	1,79		A2	1,74	1,84	1,79
A3	1,67	1,65	1,66		A3	1,65	1,67	1,66
xB	1,74	1,69			xC	1,69	1,74	
1985, ohra/barley								
	B1	B2	xA		C0	C1	xA	
A1	1,87	1,86	1,87		A1	1,86	1,87	1,87
A2	1,80	1,80	1,80		A2	1,84	1,76	1,80
A3	1,89	1,83	1,86		A3	1,87	1,85	1,86
xB	1,85	1,83			xC	1,86	1,83	

Pälkäneen koekenttä: Pälkäneen kokeen sadoista määritettiin 1000 jyvän ja hehtoliträn painot koko kokeen kestoajalta. Sadon typpipitoisuusmäärityksiä on kahdelta koevuodelta (1984 ja 1985). Tulokset on esitetty taulukoissa 20 - 22.

Kynnetyn maan sadon tuhannen jyvän painot olivat merkitsevästi suurempia kuin kyntämättömän maan sadolla koevuosina 1984 (vehnä) ja 1985 (kaura). Lisäksi 1000 jyvän paino kynnetyn maan sadossa oli merkitsevästi suurempi kuin syksyllä sänki-muokatun maan sadossa vuonna 1983 (ohra). Ensimmäisenä koevuotena kyntämättömän maan sadon (ohra) 1000 jyvän painot olivat merkitsevästi suuremmat kuin kynnetyn maan sadolla. Olkien poisto vaikutti merkitsevästi 1000 jyvän painoon vuosina 1980 ja 1984. Tällöin vaikutus oli 1000 jyvän painoa alentava.

Olkien poistolla oli myös 1000 jyvän painoa kohottava vaikutus (1983 ja 1985), tällöin vaikutus ei kuitenkaan oli merkitsevä. Glyfosaattiruiskutus ei vaikuttanut 1000 jyvän painoon merkitsevästi.

Taulukko 20. Tuhannen jyvän painot (g), Pälkäne (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; C0 = ei ruiskutusta, C1 = glyf.ruiskutus; HSD Tukey 5 %).
Table 20. 1000 grain weight (g), Pälkäne (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; C0 = not sprayed, C1 = glyphosate spraying; HSD Tukey 5 %).

1980, ohra/barley			1981, vehnä/wheat					
	B1	B2	xA		B1	B2	xA	
A1	34,6	34,3	34,5	A1	27,4	26,6	27,0	
A2	35,8	35,0	35,4	A2	27,0	26,5	26,8	
A3	36,2	35,4	35,8	A3	28,1	28,3	28,2	
xB	35,5	34,9		xB	27,5	27,1		
HSD A = 1,0								
HSD B = 0,5								
1982, kaura/oat								
	B1	B2	xA					
A1	33,9	33,6	33,8					
A2	33,7	33,4	33,6					
A3	33,5	32,7	33,1					
xB	33,7	33,2						
1983, ohra/barley								
	B1	B2	xA		C0	C1	xA	
A1	37,2	37,9	37,6	A1	38,0	37,1	37,6	
A2	36,0	36,7	36,3	A2	36,4	36,3	36,3	
A3	36,6	36,5	36,6	A3	36,1	37,0	36,6	
xB	36,6	37,0		xC	36,9	36,8		
HSD A = 1,3								
1984, vehnä/wheat								
	B1	B2	xA		C0	C1	xA	
A1	34,6	34,7	34,7	A1	34,5	34,8	34,7	
A2	32,7	31,5	32,1	A2	32,1	32,2	32,1	
A3	31,6	30,3	30,9	A3	29,2	32,6	30,9	
xB	33,0	32,1		xC	31,9	33,2		
HSD A = 1,0						HSD AxC = 1,8		
HSD B = 0,6								
1985, ohra/barley								
	B1	B2	xA		C0	C1	xA	
A1	29,5	29,4	29,5	A1	28,7	30,4	29,5	
A2	27,5	28,1	27,8	A2	27,3	28,3	27,8	
A3	27,7	27,9	27,8	A3	26,6	28,9	27,8	
xB	28,2	28,5		xC	27,5	29,1		
HSD A = 1,0								

Hehtoliträn painot olivat merkitsevästi suuremmat kyntämättömän maan kuin kynnetyn maan sadoissa koevuosina 1980 (ohra) ja 1981 (vehnä). Kauran hehtoliträn painoissa 1982 ei ollut eroja

kynnetyn ja kyntämättömän maan välillä. Koevuosina 1983 (ohra), 1984 (vehnä) ja 1985 (ohra) hehtolitran painot olivat merkitsevästi suuremmat kynnetyn maan kuin kyntämättömän maan sadoissa. Olkien poisto ei vaikuttanut mainittavasti hehtolitran painoihin, tosin vuonna 1981 olkien poisto alensi hehtolitran painoa merkitsevästi. Glyfosaattiruiskutus vaikutti kahtena viimeisenä koevuotena kohottavasti hehtolitran painoon, merkitsevästi vuonna 1985.

**Taulukko 21. Hehtolitran painot (g), Pälkäne (A1 = kyntö, A2 = syys-
äestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; C0 = ei
ruiskutusta, C1 = glyf.ruiskutus; HSD Tukey 5 %).**
**Table 21. Hectolitre weight (g), Pälkäne (A1 = ploughing, A2 =
autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed,
B2 = straw removed; C0 = not sprayed, C1 = glyphosate spraying; HSD
Tukey 5 %).**

1980, ohra/barley			1981, vehnä/wheat				
B1	B2	xA	B1	B2	xA		
A1	66,2	66,0	66,1	A1	70,8	70,5	70,7
A2	67,7	67,4	67,6	A2	72,6	71,7	72,1
A3	68,2	67,6	67,9	A3	73,1	72,8	72,9
xB	67,4	67,0		xB	72,2	71,6	
HSD A = 0,9			HSD A = 1,3			HSD B = 0,5	
1982, kaura/oat							
B1	B2	xA					
A1	51,1	51,0	51,1				
A2	51,4	51,4	51,4				
A3	51,2	51,3	51,3				
xB	51,2	51,2					
1983, ohra/barley							
B1	B2	xA	C0	C1	xA		
A1	67,2	67,3	67,3	A1	67,1	67,4	67,3
A2	66,5	66,6	66,6	A2	66,3	66,8	66,6
A3	67,0	66,2	66,6	A3	65,8	67,4	66,6
xB	66,9	66,7		xC	67,2	66,4	
HSD AxB = 0,8							
1984, vehnä/wheat							
B1	B2	xA	C0	C1	xA		
A1	78,4	78,5	78,5	A1	78,4	78,5	78,5
A2	77,3	77,0	77,1	A2	76,5	77,8	77,1
A3	77,4	77,2	77,3	A3	76,6	78,0	77,3
xB	77,7	77,6		xC	77,2	78,1	
HSD A = 0,8							
1985, ohra/barley							
B1	B2	xA	C0	C1	xA		
A1	60,9	60,7	60,8	A1	60,3	61,4	60,0
A2	58,9	59,1	59,0	A2	57,8	60,2	59,0
A3	57,9	57,6	57,7	A3	55,9	59,6	57,7
xB	59,1	59,1		xC	58,0	60,3	
HSD A = 1,2			HSD C = 2,2				

Vehnän (1984) ja ohran (1985) typpipitoisuuksissa ei ollut merkitseviä eroja muokkaustekijän, olkikäsittelyn tai glyfo-saattiruiskutuksen suhteen.

Taulukko 22. Jyväsadon typpipitoisuus (N % ka), Pälkäne (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; C0 = ei ruiskutusta, C1 = glyf.ruiskutus; HSD Tukey 5 %).
Table 22. Grain nitrogen content (N % dry matter), Pälkäne (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; C0 = not sprayed, C1 = glyphosate spraying; HSD Tukey 5 %).

1984, vehnä/wheat							
	B1	B2	xA		C0	C1	xA
A1	1,93	1,92	1,93	A1	1,95	1,90	1,93
A2	1,94	1,96	1,95	A2	1,95	1,95	1,95
A3	1,96	1,95	1,96	A3	2,03	1,88	1,95
xB	1,94	1,94		xC	1,98	1,91	
1985, ohra/barley							
	B1	B2	xA		C0	C1	xA
A1	1,65	1,69	1,67	A1	1,74	1,59	1,67
A2	1,66	1,61	1,64	A2	1,65	1,62	1,64
A3	1,60	1,60	1,60	A3	1,65	1,56	1,60
xB	1,64	1,63		xC	1,68	1,59	

Anjalankosken koekenttä: Anjalankosken kokeen sadoista määritettiin 1000 jyvän ja hehtoliträn painot koko kokeen kestoajalta. Sadon typpipitoisuusmäärityksiä on kahdelta koevuodelta (1984 ja 1985). Tulokset on esitetty taulukoissa 23 - 25.

Sadon tuhannen jyvän painot erosivat merkitsevästi koevuosina 1980 (vehnä) ja 1981 (kaura). Ensimmäisenä koevuotena kynnetyn maan sadon 1000 jyvän paino oli merkitsevästi suurempi ja toisena koevuotena merkitsevästi pienempi kuin kyntämättömän maan sadon keskimääräinen 1000 jyvän paino. Koevuotena 1982 (ohra) 1000 jyvän paino oli selvästi suurempi kyntämättömän maan kuin kynnetyn maan sadolla, ero ei kuitenkaan ollut merkitsevä. Muina vuosina ei 1000 jyvän painoissa ollut eroja.

Taulukko 23. Tuhannen jyvän painot (g), Anjalankoski (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; C0 = ei ruiskutusta, C1 = glyf.ruiskutus; HSD Tukey 5 %).
Table 23. 1000 grain weight (g), Anjalankoski (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; C0 = not sprayed, C1 = glyphosate spraying; HSD Tukey 5 %).

1980, vehnä/wheat			1981, kaura/oat				
	B1	B2	xA		B1	B2	xA
A1	33,4	33,4	33,4	A1	34,3	34,3	34,3
A2	30,5	30,9	30,7	A2	34,9	35,7	35,3
A3	30,9	30,9	30,9	A3	34,8	34,9	34,9
xB	31,6	31,7		xB	34,7	35,0	
	HSD A = 1,2				HSD A = 0,9		
1982, ohra/barley			1983, vehnä/wheat				
	B1	B2	xA		B1	B2	xA
A1	34,5	35,4	34,9	A1	33,2	32,6	32,9
A2	35,7	35,7	35,7	A2	32,5	32,5	32,5
A3	36,3	36,5	36,4	A3	32,5	32,5	32,5
xB	35,5	35,8		xB	32,7	32,5	
1984, kaura/oat			1985, ohra /barley				
	B1	B2	xA		B1	B2	xA
A1	32,9	33,6	33,3	A1	36,9	36,2	36,6
A2	32,8	32,9	32,9	A2	36,0	36,0	36,0
A3	33,6	33,4	33,5	A3	37,2	36,4	36,8
xB	33,1	33,3		xB	36,7	36,2	

Ainoa merkitsevä ero hehtoliträn painoissa oli ensimmäisenä koevuotena (vehnä), jolloin kynnetyn maan sadon hehtoliträn paino oli merkitsevästi suurempi kuin keväällä sänkimuokatun maan sadolla. Vuonna 1982 ohran hehtoliträn paino oli selvästi suurin kynnetyllä maalla, ero ei kuitenkaan ollut merkitsevä. Muina vuosina hehtoliträn painoissa ei juuri ollut eroja.

Molempina määrittämissä vuosina 1984 (kaura) ja 1985 (ohra) kynnetyn maan jyväsadon typpipitoisuus oli merkitsevästi korkeampi kuin kyntämättömän maan sadon keskimääräinen typpipitoisuus.

Taulukko 24. Hectolitran painot (g), Anjalankoski (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; C0 = ei ruiskutusta, C1 = glyf.ruiskutus; HSD Tukey 5 %).
Table 24. Hectolitre weight (g), Anjalankoski (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; C0 = not sprayed, C1 = glyphosate spraying; HSD Tukey 5 %).

1980, vehnä/wheat				1981, kaura/oat			
	B1	B2	xA		B1	B2	xA
A1	79,3	79,5	79,4	A1	45,1	44,9	45,0
A2	78,4	78,7	78,6	A2	44,7	45,0	44,9
A3	78,6	78,3	78,5	A3	45,6	45,5	45,6
xB	78,8	78,8		xB	45,1	45,2	
HSD A = 0,9							
1982, ohra/barley				1983, vehnä/wheat			
	B1	B2	xA		B1	B2	xA
A1	64,7	64,5	64,6	A1	82,7	83,0	82,9
A2	63,5	63,5	63,5	A2	82,8	82,7	82,8
A3	63,6	63,7	63,7	A3	82,6	82,4	82,5
xB	63,9	63,9		xB	82,7	82,7	
1984, kaura/oat				1985, ohra /barley			
	B1	B2	xA		B1	B2	xA
A1	48,5	47,9	48,2	A1	64,0	63,6	63,8
A2	48,1	48,1	48,1	A2	63,7	63,9	63,8
A3	48,3	47,6	48,0	A3	64,1	64,3	64,2
xB	48,3	47,9		xB	63,9	63,9	

Taulukko 25. Jyväskylän typpipitoisuus (N % ka), Anjalankoski (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; C0 = ei ruiskutusta, C1 = glyf.ruiskutus; HSD Tukey 5 %).
Table 25. Grain nitrogen content (N % dry matter), Anjalankoski (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; C0 = not sprayed, C1 = glyphosate spraying; HSD Tukey 5 %).

1984, kaura/oat				1985, ohra/barley			
	B1	B2	xA		B1	B2	xA
A1	1,68	1,80	1,74	A1	1,72	1,82	1,77
A2	1,60	1,63	1,62	A2	1,70	1,74	1,72
A3	1,50	1,56	1,53	A3	1,63	1,69	1,66
xB	1,59	1,66		xB	1,68	1,75	
HSD A = 0,15				HSD B = 0,03			

Kokemäen koekenttä: Kokemäen kokeen sadoista määritettiin 1000 jyvän ja hehtolitran painot kaikista kokeista. Sadon typpipitoisuusmäärityksiä on kahdelta koevuodelta (1984 ja 1985). Tulokset on esitetty koejäsenittäin ilman tilastollista analyysiä taulukoissa 26 - 27.

Tuhannen jyvän painoissa ei ollut suuria eroja eri muokkausmenetelmien välillä. Kynnetyllä maalla kasvaneen sadon 1000 jyvän paino oli suurempi kuin kyntämättömän maan sadolla koevuosina 1980 (vehnä), 1983 (ohra), 1984 (vehnä) ja 1985 (ohra). Vastaavasti 1981 (kaura) ja 1982 (ohra) 1000 jyvän painot olivat suurimmat kyntämättömän maan sadoissa. Olkien poistolla ei juurikaan näytä olleen vaikutusta sadon 1000 jyvän painoon. Syksyn 1983 glyfosaattiruiskutuksella näyttäisi olleen lievästi 1000 jyvän painoa kohottava vaikutus kyntämättömällä maalla (1984 ja 1985).

Koevuosina 1980 (vehnä), 1984 (vehnä) ja 1985 (ohra) sadon hehtolitran painot olivat suuremmat kynnetyllä kuin kyntämättömällä maalla. Vuosina 1981 (kaura) ja 1983 (ohra) sadon hehtolitran painot olivat suurimmat kyntämättömän maan sadoissa. Glyfosaattiruiskutuksella näyttää olleen hieman hehtolitran painoa kohottava vaikutus kyntämättömällä maalla.

Koevuoden 1984 vehnäsadon typpipitoisuus oli korkein kynnetyin maan sadolla. Selvästi alhaisin typpipitoisuus oli keväällä sänkimuokatun maan sadolla. Vuoden 1985 ohrasadon typpipitoisuuksissa ei ollut mainittavia eroja kynnetyin ja kyntämättömän maan satojen välillä. Olkien poisto tai glyfosaattiruiskutus eivät näytä vaikuttaneen jyväsadon typpipitoisuuteen.

Taulukko 26. Tuhannen jyvän ja hehtolitrin painot (g), Kokemäki (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; C0 = ei ruiskutusta, C1 = glyf.ruiskutus; HSD Tukey 5 %).
Table 26. 1000 grain and hectolitre weight (g), Kokemäki (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; C0 = not sprayed, C1 = glyphosate spraying; HSD Tukey 5 %).

	1980 vehnä wheat		1981 kaura oat		1982 ohra barley		1983 ohra barley		1984 vehnä wheat		1985 ohra barley	
	TJP	HLP	TJP	HLP	TJP	HLP	TJP	HLP	TJP	HLP	TJP	HLP
A1B1C0	35,6	76,6	23,9	46,1	36,4	68,1	35,6	62,5	34,7	74,0	35,4	66,4
A1B2C0	36,9	76,4	24,1	44,1	35,8	68,8	37,1	62,0	34,9	74,5	37,7	67,6
A1B1C1	36,1	76,1	24,2	45,9	36,5	68,6	35,3	63,0	34,2	73,9	35,6	65,2
A1B2C1	35,3	75,6	23,4	45,0	36,7	69,7	36,0	62,4	33,1	74,5	36,0	65,8
A2B1C0	34,8	75,9	24,5	47,9	38,3	68,8	35,4	63,0	31,9	73,5	32,9	61,8
A2B2C0	33,7	75,7	25,4	47,1	36,8	69,1	35,5	63,1	32,2	73,7	34,6	64,0
A2B1C1	35,6	76,0	24,6	47,9	37,9	68,7	35,7	61,9	33,7	73,9	36,6	62,4
A2B2C1	35,1	75,9	24,5	46,8	36,9	69,6	35,6	62,3	32,6	73,9	33,5	63,8
A3B1C0	35,2	75,7	24,8	48,2	37,4	67,9	37,2	62,8	28,9	72,0	34,6	63,5
A3B2C0	34,8	75,5	23,1	47,6	38,1	69,5	34,2	63,5	31,2	73,4	33,7	63,2
A3B1C1	34,0	74,8	24,8	47,6	36,4	68,6	36,0	62,9	30,2	72,1	36,3	64,1
A3B2C1	35,2	75,0	24,0	47,6	38,1	69,4	35,2	63,8	31,8	73,6	35,4	64,1

TJP = tuhannen jyvän paino/1000 grain weight
HLP = hehtolitrin painot/hectolitre weight

Taulukko 27. Jyväsadon typpipitoisuus (N % ka), Kokemäki (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; C0 = ei ruiskutusta, C1 = glyf.ruiskutus; HSD Tukey 5 %).
Table 27. Grain nitrogen content (N % dry matter), Kokemäki (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; C0 = not sprayed, C1 = glyphosate spraying; HSD Tukey 5 %).

	1984 vehnä wheat	1985 ohra barley
A1B1C0	2,37	1,81
A1B2C0	2,31	1,93
A1B1C1	2,24	1,79
A1B2C1	2,36	1,80
A2B1C0	2,38	1,83
A2B2C0	2,20	1,89
A2B1C1	2,31	1,78
A2B2C1	2,26	1,88
A3B1C0	2,21	1,81
A3B2C0	2,12	1,82
A3B1C1	2,12	1,91
A3B2C1	2,19	1,76

Mouhijärven koekenttä: Mouhijärven kokeen sadoista määritettiin 1000 jyvän ja hehtolitran painot vuosina 1981 (vain hlp), 1983, 1984 ja 1985. Jyväsadon typpipitoisuusmäärityksiä ei tehty. Tulokset esitettiin koejäsenittäin ilman tilastollista analyysiä taulukossa 28.

Tuhannen jyvän painot olivat kyntämättömän maan sadossa korkeammat kuin kynnetyn maan sadossa koevuosina 1983 (ohra) ja 1984 (kaura). Vuonna 1985 ohrasadon 1000 jyvän paino oli korkein kynnetyllä maalla. Glyfosaattiruiskutuksella näyttää olleen hieman 1000 jyvän painoa kohottava vaikutus kyntämättömällä maalla.

Hehtolitran painot olivat keskimäärin korkeammat kyntämättömän maan kuin kynnetyn maan sadoilla vuosina 1981 (vehnä), 1983 (ohra) ja 1984 (kaura). Ohrasadon hehtolitran paino oli korkein kynnetyllä maalla koevuonna 1985. Juuririkkaruohojen torjunnalla oli lievä hehtolitran painoa kohottava vaikutus kyntämättömällä maalla.

Taulukko 28. Tuhannen jyvän ja hehtolitran painot (g), Mouhijärvi (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; C0 = ei ruiskutusta, C1 = glyf.ruiskutus; HSD Tukey 5 %).
Table 28. 1000 grain and hectolitre weight (g), Mouhijärvi (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; C0 = not sprayed, C1 = glyphosate spraying; HSD Tukey 5 %).

	1980 ohra barley		1981 vehnä wheat		1982 kaura oat		1983 ohra barley		1984 kaura oat		1985 ohra barley	
	TJP	HLP	TJP	HLP	TJP	HLP	TJP	HLP	TJP	HLP	TJP	HLP
A1B1C0				59,4			38,6	62,1	33,3	46,0	40,9	60,8
A1B2C0							38,9	62,2	33,1	45,4	41,4	60,6
A1B1C1				59,8			37,4	61,7	32,7	46,1	40,0	61,0
A1B2C1							38,4	61,7	33,6	46,4	40,0	60,9
A2B1C0				60,6			39,6	62,3	33,5	47,4	39,6	59,6
A2B2C0							39,5	62,4	32,9	45,4	40,4	59,0
A2B1C1				61,0			38,7	61,9	33,5	46,7	40,8	60,2
A2B2C1							38,5	62,2	33,3	47,7	40,5	60,0
A3B1C0				62,8			38,4	61,7	33,9	48,5	39,6	57,1
A3B2C0							38,1	61,0	33,7	47,8	39,7	58,2
A3B1C1				62,8			39,1	62,5	34,1	48,7	40,5	58,6
A3B2C1							39,5	62,1	34,3	47,7	41,4	58,9

TJP = tuhannen jyvän paino/1000 grain weight
HLP = hehtolitran painot/hectolitre weight

Mietoisten koekenttä: Mietoisten kokeen sadoista määritettiin 1000 jyvän ja hehtolitrin painot koko kokeen kestoajalta. Jyväsadon typpipitoisuusmäärittämiä ei tehty. Tulokset on esitetty koejäsenittäin ilman tilastollista analyysiä taulukossa 29.

Tuhannen jyvän painot olivat korkeimmat kynnetyllä maalla koevuosina 1980 (vehnä), 1981 (kaura), 1982 (ohra) ja 1984 (vehnä). Kaurasadon 1000 jyvän painoissa vuonna 1983 ei ollut eroja kynnetyn ja kyntämättömän maan välillä. Koevuonna 1985 kyntämättömän maan ohrasadon 1000 jyvän paino oli keskimäärin korkein. Juuririkkakasvien torjunnalla ei näytä olleen kovin merkittävää 1000 jyvän painoa kohottavaa vaikutusta.

Hehtolitrin painot olivat korkeimmat kynnetyllä maalla koevuosina 1980 (vehnä), 1981 (kaura), 1982 (ohra), 1984 (vehnä) ja 1985 (ohra). Koevuonna 1983 (kaura) hehtolitrin painoissa ei ollut mainittavia eroja. Glyfosaattiruiskutuksella ei näytä olleen selvää vaikutusta sadon hehtolitrin painoon.

Taulukko 29. Tuhannen jyvän ja hehtolitrin painot (g), Mietoinen (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; C0 = ei ruiskutusta, C1 = glyf.ruiskutus; HSD Tukey 5 %).
Table 29. 1000 grain and hectolitre weight (g), Mietoinen (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; C0 = not sprayed, C1 = glyphosate spraying; HSD Tukey 5 %).

	1980 vehnä wheat		1981 kaura oat		1982 ohra barley		1983 kaura oat		1984 vehnä wheat		1985 ohra barley	
	TJP	HLP	TJP	HLP	TJP	HLP	TJP	HLP	TJP	HLP	TJP	HLP
A1B1C0	31,7	77,7	27,6	44,4	35,3	67,2	33,6	51,7	34,0	69,9	27,7	48,1
A1B2C0	30,3	77,4	26,7	44,5	36,7	67,7	32,9	50,3	35,1	70,1	28,2	47,0
A1B1C1	29,3	76,7	25,9	44,9	36,7	66,7	33,4	51,7	34,6	69,7	27,5	47,2
A1B2C1	30,3	76,9	26,0	44,6	36,3	67,5	34,0	50,6	35,7	70,2	28,7	46,4
A2B1C0	29,5	76,3	24,1	39,3	34,7	66,6	32,0	51,4	34,9	69,7	29,7	47,1
A2B2C0	28,2	76,1	23,8	39,1	34,3	65,4	34,9	50,7	33,5	68,0	28,2	45,8
A2B1C1	29,9	76,1	22,7	39,7	34,7	66,9	33,1	50,6	34,9	69,9	29,5	46,8
A2B2C1	28,5	75,8	24,4	40,1	35,1	65,9	33,8	50,2	34,0	68,8	27,9	46,0
A3B1C0	28,9	76,1	24,0	38,2	34,8	65,9	33,2	51,3	33,0	69,0	28,2	47,8
A3B2C0	29,3	76,5	22,9	36,7	34,0	66,0	33,3	51,2	32,5	68,3	29,1	46,2
A3B1C1	28,9	76,2	22,8	37,8	34,9	66,1	32,5	51,5	34,7	69,7	28,5	47,6
A3B2C1	29,2	76,2	23,7	36,7	33,2	65,7	34,8	51,7	32,5	68,3	28,7	46,9

TJP = tuhannen jyvän paino/1000 grain weight
HLP = hehtolitrin painot/hectolitre weight

3.3. Tulosten tarkastelu

3.3.1. Satotulokset

Satotulokset koostuvat kuuden paikkakunnan kuuden koevuoden satotuloksista. Ohran satotuloksia on 14, kauran 11 ja kevätvehnän 11 kpl. Satotulokset erosivat toisistaan merkitsevästi kyntötekijän (A) suhteen 13 tapauksessa. Muutamina koevuosina suuremman satoerot eivät olleet merkitseviä. Tällöin satotuloksissa oli suurta hajontaa (liitteet 1 - 6). Taulukkoon 30 on kerätty hehtaarisatojen keskiarvojen suhdeluvut koepaikoittain.

Jokioisten koekenttä: Ruiskuttamattomalta syysänkimuokatulta maalta saatiin keskimäärin 4 % heikompi sato kuin kynnetyltä maalta. Kun syysäestettävä maa oli ruiskutettu glyfosaatilla, sato oli keskimäärin sama kuin kynnetyllä maalla. Keväällä sänkimuokatulla sato oli selvästi alhaisempi (14 %) kuin kynnetyllä maalla, jos glyfosaattiruiskutusta ei ollut tehty. Ruiskutetulta kevätäestetyltä maalta saatiin n. 1 % heikompi sato kuin kynnetyltä maalta.

Pälkäneen koekenttä: Syysänkimuokatulla maalla sato oli keskimäärin 7 % alhaisempi kuin kynnetyllä maalla. Keväällä sänkimuokatun maan oli 14 % alhaisempi kuin kynnetyn maan sato. Ruiskutus antoi selvän sadonlisäyksen kyntämättömällä maalla vuosina 1984 ja 1985.

Anjalankosken koekenttä: Syksyllä sänkimuokatun maan sato oli n. 1 % suurempi kuin kynnetyn maan sato. Keväällä sänkimuokatulta maalta saatiin 6 % suurempi sato kuin kynnetyltä maalta.

Kokemäen koekenttä: Syysäestetyt maan sato oli keskimäärin samansuuruinen kuin kynnetyn maan sato. Kevätäestetyt maan sato oli n. 5 % pienempi kuin kynnetyn maan sato. Glyfosaattiruiskutus kohotti jonkinverran satoa kyntämättömällä maalla.

Mouhijärven koekenttä: Ruiskuttamattoman kyntämättömän maan sato oli n. 4 % pienempi kuin kynnetyn maan sato. Glyfosaattiruiskutus kohotti selvästi satoa kyntämättömällä maalla (n. 6 % sadonlisäys kynnetyn maan satoon nähden).

Mietoisten koekenttä: Ilman glyfosaattiruiskutusta auraton viljely alensi satoa keskimäärin 8 %. Ruiskutetulta kyntämättömältä maalta saatiin keskimäärin 4 % pienempi sato kuin kynnetyltä maalta.

Juolavehnä näyttäisi olevan pahin este aurattoman viljelyn jatkuvalle harjoittamiselle. Varsinkin Pälkäneen karkealla hiedalla ja Kokemäen savisella hiuemaalla juolavehnä alensi jyrkästi satoa kolmannen koevuoden jälkeen. Myös Mouhijärven savisella hiuemaalla juolavehnän vaikutus kyntämättömän maan sadon alentajana oli nähtävissä. Syksyinen sänkimuokkaus näytti osittain hillitsevän juolavehnän leviämistä. Glyfosaattiruiskutus oli selvästi tehokkain juolavehnän torjuntakeino.

Juolavehnä ei kuitenkaan ollut ongelmana vain kevyillä maalojeilla. Myös Jokioisten hiuesavella ja Mietoisten aitosavella saatiin ruiskutetulta kyntämättömältä maalta selvästi suurempia satoja kuin ruiskuttamattomalta maalta. Anjalankoskella juolavehneä ei syksyyn 1985 mennessä ollut esiintynyt niin paljon, että Roundup-ruiskutusta olisi tarvittu. Kyntämättömän maan satotaso pysyikin Anjalankoskella melko vakiona. Anjalankosken koekenttä oli ainoa savimaan koeala, jossa juolavehneä ei ollut koetta perustettaessa. Edellytyksenä kyntämättä viljelyyn siirtymiselle voidaankin pitää sitä, että juolavehneä ei esiinny pellolla, joka on tarkoitus jättää kyntämättä.

Glyfosaattiruiskutus tehtiin koesuunnitelman mukaan joka kolmas vuosi syksyllä. Satotulosten ja silmävaraisen arvion mukaan näyttää siltä, että kevyillä maalojeilla kolmen vuoden ruiskutusväli oli ehkä liian pitkä. Juolavehnä alensi satoja

**Taulukko 30. Hehtaarisatojen keskiarvojen suhdeluvut (1980 - 1985),
suluissa sätovuosien lukumäärä (B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois).
Table 30. Relative yields 1980 - 1985, number of experimental years
in parentheses (B1 = straw not removed, B2 = straw removed)**

		ei glyf. no glyphosate	glyf. glyphosate
Jokiainen:			
syyskyntö ploughing	B1	100 (6)	100 (5)
	B2	99	99
syysäestys autumn cultivation	B1	97	99
	B2	95	101
kevästäestys spring cultivation	B1	85	98
	B2	86	99
Pälkäne:			
syyskyntö ploughing	B1	100 (6)	100 (3)
	B2	98	99
syysäestys autumn cultivation	B1	92	94
	B2	91	93
kevästäestys spring cultivation	B1	85	86
	B2	83	90
Anjalankoski:			
syyskyntö ploughing	B1	100 (6)	
	B2	100	
syysäestys autumn cultivation	B1	101	
	B2	101	
kevästäestys spring cultivation	B1	107	
	B2	105	
Kokemäki:			
syyskyntö ploughing	B1	100 (6)	100 (2)
	B2	101	102
syysäestys autumn cultivation	B1	100	102
	B2	99	101
kevästäestys spring cultivation	B1	93	96
	B2	96	99
Mouhijärvi:			
syyskyntö ploughing	B1	100 (6)	100 (3)
	B2	100	104
syysäestys autumn cultivation	B1	94	105
	B2	98	104
kevästäestys spring cultivation	B1	96	104
	B2	97	110
Mietoinen:			
syyskyntö ploughing	B1	100 (6)	100 (6)
	B2	102	98
syysäestys autumn cultivation	B1	96	95
	B2	90	94
kevästäestys spring cultivation	B1	97	101
	B2	85	94
Kaikki koekentät/All experimental fields:			
syyskyntö ploughing	B1	100 (36)	100 (19)
	B2	100	100
syysäestys autumn cultivation	B1	97	98
	B2	96	98
kevästäestys spring cultivation	B1	94	98
	B2	93	98

myös ruiskutetuilla kyntämättömillä ruuduilla. Savimailla joka kolmas vuosi tapahtuva glyfosaattiruiskutus näyttäisi olevan riittävä. Yhdessä syksyisen sänkimuokkauksen kanssa pitempikin ruiskutusväli lienee mahdollinen.

Runsas maan pintaan jäävä olkisirppu voi olla myös aurattoman viljelyn ongelma. Koekentillä saatujen kokemusten mukaan runsas olki häytti kylvömuokkauksella tavanomaisilla muokkausvälineillä (s-piikkiäes). Olkien poistamisesta ei tässä kokeessa kuitenkaan saatu yksisuuntaisia tuloksia. Mietoisissa sato laski merkittävästi kolmena satovuonna, jos oljet oli poistettu kyntämättömältä maalta. Selvää syytä tähän ei löydetty. Muilla koekentillä olkien poistamisella oli em. vuosina osittain satoa kohottava, osittain alentava vaikutus.

Suuri olkimassa aiheuttaa vaikeuksia kyntämättömän maan muokkauksessa. Tämä voi merkitä ylimääräisiä muokkauksia, jolloin riski maan tiivistymiselle kasvaa. Lisäksi on mahdollista, että varsinkin kosteina vuosina kasvitaudit, jotka elävät olkijätteissä, voivat tehokkaasti saastuttaa kasvustoa. Englantilaisissa tutkimuksissa todettiin olkimassassa kosteissa oloissa syntyvän kasveille vahingollisia fytotoksiineja (HARPER & LYNCH 1981). Tässä kokeessa ei havaittu kasvitauti- tai -tuholaisten lisääntyneen kyntämättä viljelyssä. Ilmeisesti kyntämättömän maan pinnalle jäävillä oljilla on myös positiivinen merkitys. Ne lisäävät maan pintaosan orgaanisen aineksen määrää, mikä parantaa maan rakenteen kestävyttä. Lisäksi oljet suojaavat maata liialliselta evaporaatiolta, mistä on etua kuivina kasvukausina.

Olkien poistaminen vähentää kyntämättä viljelyn etuja. Työmäärä lisääntyy ja lisäksi maan rakenteessa tapahtuvat edulliset muutokset voivat hidastua. Olkien polttaminen ei palovaaran vuoksi ole suositeltava menetelmä. Lisäksi märkinä syksyinä

oljet eivät edes pala tyydyttävästi. Olkiongelman ratkaisemiseksi tulisikin muokkaus- ja kylvökoneita kehittää sopiviksi kyntämättömän, olkisen maan muokkaukseen.

Syysäestys antoi keskimäärin paremman sadon kuin keväinen sänkimuokkaus. Kevästäestys ei ilmeisesti pystynyt torjumaan juolavehnää yhtä tehokkaasti kuin syksyinen sänkimuokkaus. Ruiskutetuilla ruuduilla syysäestetyin maan sato oli keskimäärin samansuuruinen kevästäestetyin maan sadon kanssa. EKEBERGIN (1985) mukaan kyntämättömän maan syksyisellä sänkimuokkauksella on edullinen vaikutus juolavehnän torjunnassa.

RASMUSSENIN (1982) ja MARTIN (1984) mukaan auraton viljely antoi suuremman sadon kuin perinteinen viljely kuivina ja leutoina kasvukausina; kylminä ja märkinä kesinä sato oli alhaisempi kyntämättömällä kuin kynnetyllä maalla. RYDBERGIN (1982) mukaan märkinä kasvukausina mm. kasvitautien esiintyminen on todennäköisempää kyntämättömällä kuin kynnetyllä maalla.

Näin selviä johtopäätöksiä sääolojen vaikutuksista kyntämättömän maan satoon ei tämän kokeen perusteella voida tehdä. Useimmat kasvukaudet vuosina 1980 - 85 olivat pitkäaikaisia keskiarvoja sateisempia. Lisäksi kevyillä maalajeilla juolavehänä alensi satoa. Normaalina kuivempina vuosina saatiin kuitenkin kyntämättömältä maalta yleensä yhtäsuuri tai suurempi sato kuin kynnetyllä maalta. Hyvin kosteana vuotena 1981 saatiin varsinkin Jokioisten ja Mietoisten savimailla sadon alennuksia aurattomassa viljelyssä.

Ruotsalaisten (mm. RYDBERG 1982) tutkimusten mukaan kaura soveltuu parhaiten kevätiljoista kyntämättä viljelyyn. Tämä saattaa perustua kauran osittaiseen taudinkestävyyteen (tyvi-taudit) sekä melko hyvään kykyyn kilpailla juolavehnän kanssa kasvutilasta. Myös kauran muista viljakasveista poikkeava vedenkäyttö saattaa olla eräs syy kauran menestymiselle aurattomassa viljelyssä.

Tässä kokeessa saatujen satotulosten perusteella ei voida tehdä selviä johtopäätöksiä, mikä viljakasvi olisi menestynyt muita paremmin aurattomassa viljelyssä. Kaura ja ohra näyttäsivät antaneen keskimäärin suuremman sadon kuin vehnä.

Satotuloksien perusteella hiesusavi (Anjalankoski) näyttäisi soveltuvan parhaiten jatkuvaan aurattomaan viljelyyn. Myös Mouhijärven runsaasti hiesulajitetta sisältävällä savisella hieuemaalla auraton viljely menestyi hyvin, mikäli juolavehnan leviäminen ehkäistiin. Myös Ruotsissa aurattomalla viljelyllä saatiin hyviä tuloksia runsaasti hiesua sisältävillä mailla (RYDBERG 1982). Kyntämättömyys parantaa maamurujen vedenkestävyyttä, millä on merkitystä herkästi kuorettuvilla hiesumail-la. Lisäksi kyntämättömän maan pintaosien lisääntynyt orgaaninen aines sekä oljen ja sängen kappaleet suojaavat poutivia hiesuja liialta evaporaatiolta.

3.3.2. Sadon laatu

Puintikosteus: Aurattoman viljelyn vaikutusta kevätiljojen puintikosteuteen tutkittiin vain Jokioisten kenttäkokeessa. Puintikosteus oli kyntämättömällä maalla alhaisempi kuin kynnetyllä maalla. Kosteusero ei tosin ollut merkitsevä kuin kahdena koevuotena. Lisäksi kosteusero ei ollut kovin suuri (0,1 - 2,1 prosenttiyksikköä). Pelkän puintikosteuden perusteella ei voida tehdä varmoja johtopäätöksiä esim. kyntämättömyyden vaikutuksesta viljojen tuleentumiseen. Näyttäisi kuitenkin siltä, että kynnetyllä maalla kevätiljat saattavat tuleentua hieman nopeammin kuin kyntämättömällä maalla. Toisaalta oraalle- ja tähkälletulopäivissä ei Jokioisissa havaittu selviä eroja kynnetyn ja kyntämättömän maan välillä. Kyntämätön maa kuivuu ja lämpenee keväällä hitaammin kuin kynnetty maa. Kasvien alkukehitys voi olla hiukan hitaampaa kosteammassa ja kylmemmässä kyntämättömässä maassa kuin kynnettyssä maassa.

Olkien poisto nopeuttaa kyntämättömän maan kuivumista ja lämpenemistä. Olkien poistolla olikin puintikosteutta alentava vaikutus kyntämättömällä maalla Jokioisten kokeessa. Sen lisäksi, että maan kuivuminen ja lämpeneminen nopeutui, olkien poisto paransi myös kyntämättömän maan muokkauksen ja kylvön teknistä onnistumista. Näin itämis- ja orastumisot paranivat myös.

Juolavehnän torjuntaruiskutuksella oli puintikosteutta alentava vaikutus kyntämättömällä maalla. Juolavehnän melko runsas esiintyminen Jokioisten kenttäkokeen ruiskuttamattomilla ruuduilla selittää myös osittain kyntämättömän maan satojen kynnetyn maan satoja suuremman puintikosteuden. Myös EKEBERG ym. (1985) totesivat juolavehnän lisännen kyntämättömällä maalla kasvaneen viljan puintikosteutta.

Tuhannen jyvän paino: Jokioisten kokeessa kynnetyn maan satojen 1000 jyvän painot olivat jokaisena koevuotena korkeammat kuin kyntämättömällä maalla. Muilla koekentillä 1000 jyvän paino oli suurin joko kynnetyn tai kyntämättömän maan sadoissa riippuen koepaikasta ja koevuodesta. Erot olivat yleensä hyvin pienet kynnetyn ja kyntämättömän maan välillä. Tuloksien perusteella ei voida päätellä, että auraton viljely vaikuttaisi kovin paljon kevätiljojen 1000 jyvän painoon, varsinkin jos juolavehna on torjuttu.

Hehtolitrin paino: Samoin kuin 1000 jyvän painoon aurattomalla viljelyllä ei myöskään näyttäisi olleen selvää vaikutusta kevätiljojen hehtolitrin painoon. Erot hehtolitrin painoissa olivat yleensä melko pienet kynnetyn ja kyntämättömän maan satojen välillä. Jos juolavehnaa esiintyi kyntämättömällä maalla runsaasti, hehtolitrin painot olivat alhaisemmat kuin kynnetyn maan sadoissa. Vastaavan tuloksen saivat EKEBERG ym. (1985).

Jyväsadon kuiva-aineen typpipitoisuus: Jyväsadon typpipitoisuutta tutkittiin Jokioisten (1983, 1984, 1985), Pälkäneen, Anjalankosken ja Kokemäen (1984, 1985) kokeissa. Jyväsadon typpipitoisuuksissa ei keskimäärin ollut eroja kynnetyn ja kyntämättömän maan välillä. Vähäiset erot voitaneen selittää satoeroilla ko. koevuosina (Anjalankoski).

Yhteenvedona voidaan todeta, että auraton viljely vaikutti hyvin vähän tutkittuihin sadon laatuominaisuuksiin (puintikosteus, 1000 jyvän paino, hehtoliträn paino ja jyväsadon typpipitoisuus). Myös muissa pohjoismaisissa tutkimuksissa on päädytty samankaltaisiin tuloksiin (mm. KARA ja RÄISÄNEN 1979, RYDBERG 1980, RILEY 1983, MARTI 1984, EKEBERG 1985, EKEBERG ym. 1985). Jokioisten kokeen tulos korkeammasta puintikosteudesta aurattomassa viljelyssä kuin perinteisessä viljelyssä olisi mielenkiintoinen lisätutkimuksen kohde. Jotta saataisiin selville aurattoman viljelyn vaikutus viljojen tuleentumisnopeuteen, tarvittaisiin kuitenkin huomattavasti tätä koetta tarkempia määrittäyksiä ja havaintoja koko kasvukauden ajalta.

Runsas olki voi haitata kyntämättömän maan muokkausta ja kylvöä, jolloin kylvöalustasta muodostuu itämistä ajatellen epätyydyttävä. Tästä syystä viljelykasvien alkukehitys voi olla hitaampaa kyntämättömässä kuin kynnetyissä maassa. Hitaampi alkukehitys voi heijastua myös kasvin myöhemmässä kasvussa ja vaikuttaa näin myös sadon laatuun.

Juolavehänä lisääntyy herkästi kyntämättömällä maalla. Voimakaskasvuisena juolavehänä vaikuttaa viljelykasvin kehittymiseen ja siten sadon laatuun.

4. Kirjallisuuslähteet

- ANON. 1979. Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon. Elo-lokakuu. Ilmatieteen laitos. 36 s.
- 1980. Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon. Huhti-lokakuu. Ilmatieteen laitos. 84 s.
- 1981. Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon. Huhti-lokakuu. Ilmatieteen laitos. 84 s.
- 1982. Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon. Huhti-lokakuu. Ilmatieteen laitos. 84 s.
- 1983a. Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon. Huhti-lokakuu. Ilmatieteen laitos. 84 s.
- 1983b. SPSSX User's guide. 806 p. New York.
- 1984. Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon. Huhti-lokakuu. Ilmatieteen laitos. 84 s.
- 1985. Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon. Huhti-lokakuu. Ilmatieteen laitos. 84 s.
- CANNELL, R. Q. 1985. Reduced tillage in north-west Europe - a review. Soil Tillage Res. 5: 129 - 177.
- CHANEY, K., HODGSON, D. R. & BRAIM, M. A. 1985. The effects of direct drilling, shallow cultivation and ploughing on some soil properties in a long-term experiment on spring barley. J. Agric. Sci. 104: 125 - 133.
- CLUTTERBUCK, B. J. & HODGSON, D. R. 1984. Direct drilling and shallow cultivation compared with ploughing for spring barley on a clay loam in northern England. J. Agric. Sci. 102: 127 - 134.
- EHLERS, W, KHOSLA, B. K., KÖPKE, U., STULPNAGEL, R., BÖHM, W. & BAEUMER, K. 1980. Tillage effects on root development, water uptake and growth of oats. Soil Tillage Res. 1: 19 - 34.
- EKEBERG, E. 1985. Jordarbeiding host og vår til vårkorn. Forsk. Fors. Landbr. 36: 133 - 139.
- , RILEY, H. & NJOS, A. 1985. Plogfri jordarbeiding til vårkorn, I. Avling og kveke. Forskn. Fors. Landbr. 36: 45 - 51.

- ELLIOT, J. G., ELLIS, F. B. & POLLARD, F. 1977. Comparison of direct drilling, reduced cultivation and ploughing on the growth of cereals, I. Spring barley on a sandy loam soil: Introduction, aerial growth and agronomic aspects. *J. Agric. Sci.* 89: 621 - 629.
- ELLIS, F. B., CHRISTIAN, D. G. & CANNELL, R. Q. 1982. Direct drilling shallow cultivation and ploughing on a silt loam soil, 1974 - 1980. *Soil Tillage Res.* 2: 115 - 130.
- ELONEN, P. 1971. Particle-size analysis of soil. *Acta Agr. Fenn.* 122: 1 - 122.
- FENSTER, C. R. 1976. Reduced tillage systems for the semiarid world. Proc. 7th Conf. of ISTRO, Uppsala, Sweden. *Sveriges Lantbr.univ. Rapp. Jordbearbetningsavd.* 45: 11, 1 - 6.
- FRANKINET, M. & GREVY, L. 1982. Influence of soil tillage on P_2O_5 and K_2O content in plants. Proc. 7.th Conf. of Osijek, Yugoslavia. p. 310 - 316.
- HARPER, S. H. T. & LYNCH, J. M. 1981. The kinetics of straw decomposition in relation to its potential to produce the phytotoxin acetic acid. *J. Soil Sci.* 32: 627 - 637.
- HEINONEN, R. 1974. Framtidsutsikter för nya system med minskad jordbearbetning. *Sveriges Lantbr.univ., Uppsala. Konsulentavd. Stencilserie. Mark-Växter* 27: 6, 1 - 2.
- HODGSON, D. R., PROUD, J. R & BROWNE, S. 1977. Cultivation systems for spring barley with special reference to direct drilling (1971-1974). *J. Agric. Sci.* 88: 631 - 644.
- JUUSELA, T. & WÄRE, M. 1956. Suomen peltojen kuivatustila. Draining conditions of the cultivated fields in Finland. *Soil- and Hydrotechn. Res.* 8. 89 s. Helsinki.
- KARA, O. & RÄISÄNEN, L. 1979. Maanmuokkauksen minimointi ja kylvö- ja lannoitusvantaiden soveltuvuus kyntämättömään maahan kylvöön. *Vakola. Tutkimusselostus* 20. 53 s.
- KUIPERS, H. 1980. Reflections on the 8th conference of ISTRO. *Soil Tillage Res.* 1: 7 - 10.
- KÄHÄRI, J. 1985. Suomen peltojen viljavuuden kehittyminen 1981 - 1984. *Viljavuuspalvelu.* 8 s.

- KÖLLER, K. 1981. Bodenarbeitung ohne Pflug. Hohenheimer Arbeiten. Agrartechnik. 112: 320 p. Stuttgart.
- MARTI, M. 1984. Kontinuierlicher Getreidebau ohne Pflug im Südosten Norwegens - Wirkung auf Ertrag, physikalische und chemische Bodenparameter. Norges lantbr.hogskolan. Abhandl. Dr. Scient. Inst. for Jordkultur. 155 p.
- O'SULLIVAN, M. F. & BALL, B. C. 1982. Spring barley growth, grain quality and soil physical conditions in a cultivation experiment on a sandy loam in Scotland. Soil Tillage Res. 2: 359 - 378.
- PEHKONEN, A. & MIKKOLA, H. 1988. Teknologiska möjligheter att reducera jordbearbetning. NJF's Seminar nr 130. Sveriges Lantbr.univ., Rapp. Jordbearbetningsavd. 77: 207 - 217.
- PIDGEON, J. D. 1981. A preliminary study of minimum tillage systems (including broadcasting) for spring barley in Scotland. Tillage Res. 1: 139 - 151.
- RASMUSSEN, K. J. 1981. Reduseret jordbearbejdning ved monokultur i byg. Tidssk. Planteavl. 85: 171 - 183.
- & OLSEN, C. C. 1983. Jordbearbejdning og efterafgrode ved bygdyrkning. Tidssk. Planteavl. 87: 193 - 215.
- RILEY, H. 1983. Redusert jordarbeiding og halmbehandling til vårkorn på ulike jordarter 2. Jordfysiske forhold. Forskn. Fors. Lantbr. 34: 221 - 228.
- 1985. Redusert jordarbeiding til vårkorn. Ulike såmaskiner og såtider. Forsk. Fors. Landbr. 36: 61 - 70.
- RUSSEL, R. S. 1979. Cultivation, soil conditions and plant growth in temperate agriculture. Modification of soil structure. p. 353 - 362. New York.
- RYDBERG, T. 1980. Storparcellförsök med plöjningsfri odling, 1976 - 1978. Sveriges Lantbr.univ., Uppsala. Rapp. Jordbearbetningsavd. 59: 20.
- 1982. Field experiments with ploughless tillage in Sweden, 1976 - 1981. Proc. 9th Conf. of ISTRO. Osijek, Yugoslavia. p. 125 - 130.
- UNGER, P. W. & McCALLA, T. M. 1980. Conservation tillage systems. Adv. Agron. 33: 1 - 58.
- VUORINEN, J. & MÄKITIE, O. 1955. The method of soil testing in use in Finland. Agrogeol. Julk. 63. 44 s.

Liite 1. Satotulokset kg/ha koejäsenittäin 1980 - 1985, Jokioinen (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; C0 = ei ruiskutusta, C1 = glyf.ruiskutus) (suluissa keskihajonta).

Appendix 1. Yields kg/ha of treatments 1980 - 1985, Jokioinen (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; C0 = no spraying, C1 = glyphosate spraying) (standard deviation in parentheses).

	A1				A2				A3			
	B1C0	B1C1	B2C0	B2C1	B1C0	B1C1	B2C0	B2C1	B1C0	B1C1	B2C0	B2C1
1980	4815 (450)		4650 (540)		4640 (540)		4500 (960)		4420 (910)		3970 (620)	
1981	4890 (280)	4760 (240)	4910 (710)	4950 (1270)	4050 (880)	4530 (480)	3950 (1380)	4810 (450)	2770 (1412)	4520 (690)	3140 (1410)	4740 (450)
1982	5310 (290)	5380 (180)	5361 (390)	5480 (250)	5700 (540)	5710 (210)	5420 (800)	5800 (250)	4870 (1310)	5800 (200)	4950 (900)	5650 (40)
1983	4300 (250)	4480 (330)	4290 (440)	4200 (770)	4450 (380)	4500 (190)	4310 (610)	4710 (250)	3740 (890)	4170 (330)	3730 (600)	4160 (220)
1984	4500 (110)	4490 (320)	4320 (250)	4320 (230)	4180 (330)	4100 (210)	4210 (250)	4100 (430)	4110 (360)	4290 (220)	4120 (350)	4360 (410)
1985	4870 (150)	5000 (160)	4910 (190)	4840 (200)	4770 (330)	5060 (220)	4910 (440)	5010 (70)	4490 (620)	4790 (200)	4850 (330)	5020 (150)

Liite 2. Satotulokset kg/ha koejäsenittäin 1980 - 1985, Pälkäne (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; C0 = ei ruiskutusta, C1 = glyf.ruiskutus) (suluissa keskihajonta).

Appendix 2. Yields kg/ha of treatments 1980 - 1985, Pälkäne (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; C0 = no spraying, C1 = glyphosate spraying) (standard deviation in parentheses).

	A1				A2				A3			
	B1C0	B1C1	B2C0	B2C1	B1C0	B1C1	B2C0	B2C1	B1C0	B1C1	B2C0	B2C1
1980	4260 (270)		4340 (280)		4410 (110)		4530 (200)		4470 (100)		4350 (180)	
1981	2670 (400)		2710 (350)		2600 (180)		2530 (310)		2630 (200)		2590 (260)	
1982	4130 (610)		4240 (430)		4290 (360)		4340 (410)		4180 (500)		4020 (340)	
1983	3830 (350)	3990 (320)	3410 (560)	3560 (640)	3790 (160)	3820 (190)	3150 (380)	3360 (380)	3370 (390)	3460 (200)	3390 (420)	3570 (400)
1984	4130 (220)	4010 (300)	4200 (70)	4000 (210)	3250 (150)	3500 (230)	3320 (170)	3900 (280)	2500 (210)	3040 (410)	2170 (550)	3380 (330)
1985	3860 (100)	3750 (210)	3890 (260)	4050 (470)	2800 (810)	3590 (370)	2930 (690)	3640 (380)	2230 (370)	3650 (290)	2510 (430)	3590 (230)

Liite 3. Satotulokset kg/ha koejäsenittäin 1980 - 1985, Anjalankoski (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; C0 = ei ruiskutusta, C1 = glyf.ruiskutus) (suluissa keskihajonta).

Appendix 3. Yields kg/ha of treatments 1980 - 1985, Anjalankoski (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; C0 = no spraying, C1 = glyphosate spraying) (standard deviation in parentheses).

	A1				A2				A3			
	B1C0	B1C1	B2C0	B2C1	B1C0	B1C1	B2C0	B2C1	B1C0	B1C1	B2C0	B2C1
1980	1750 (540)		1710 (870)		1390 (450)		1320 (430)		1750 (360)		1620 (390)	
1981	3030 (500)		2880 (480)		3030 (510)		2970 (330)		2730 (390)		3090 (380)	
1982	1940 (400)		2360 (430)		2070 (470)		2360 (360)		2350 (470)		2310 (250)	
1983	2580 (280)		2710 (120)		2530 (170)		2560 (240)		2570 (140)		2470 (180)	
1984	3280 (300)		3190 (350)		3780 (410)		3620 (230)		3920 (440)		3630 (570)	
1985	3000 (340)		2760 (510)		2900 (470)		2960 (240)		3300 (160)		3170 (410)	

Liite 4. Satotulokset kg/ha koejäsenittäin 1980 - 1985, Kokemäki (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; C0 = ei ruiskutusta, C1 = glyf.ruiskutus) (suluissa keskihajonta).

Appendix 4. Yields kg/ha of treatments 1980 - 1985, Kokemäki (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; C0 = no spraying, C1 = glyphosate spraying) (standard deviation in parentheses).

	A1				A2				A3			
	B1C0	B1C1	B2C0	B2C1	B1C0	B1C1	B2C0	B2C1	B1C0	B1C1	B2C0	B2C1
1980	2970 (140)		2890 (360)		2940 (190)		2780 (220)		2810 (190)		2980 (170)	
1981	2950 (300)		2900 (320)		2940 (230)		3070 (240)		3050 (230)		2990 (250)	
1982	3100 (240)		3160 (320)		3530 (510)		3180 (490)		3760 (510)		3800 (390)	
1983	5660 (210)		5820 (430)		5740 (460)		5690 (440)		5270 (560)		5230 (570)	
1984	5050 (110)	5280 (120)	5140 (310)	5260 (310)	4930 (180)	5080 (160)	5040 (220)	5230 (220)	3950 (560)	4790 (420)	4370 (610)	4990 (440)
1985	4380 (350)	4150 (230)	4420 (140)	4390 (210)	4020 (310)	4190 (390)	4050 (340)	4290 (240)	3640 (110)	4240 (340)	3740 (160)	4390 (50)

Liite 5. Satotulokset kg/ha koejäsenittäin 1980 - 1985, Mouhijärvi (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; C0 = ei ruiskutusta, C1 = glyf.ruiskutus) (suluissa keskihajonta).

Appendix 5. Yields kg/ha of treatments 1980 - 1985, Mouhijärvi (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 straw removed; C0 = no spraying, C1 = glyphosate spraying) (standard deviation in parentheses).

	A1				A2				A3			
	B1C0	B1C1	B2C0	B2C1	B1C0	B1C1	B2C0	B2C1	B1C0	B1C1	B2C0	B2C1
1980	3290 (250)		3760 (450)		3340 (380)		3360 (270)		3680 (620)		3630 (340)	
1981	2110 (270)		2070 (210)		2060 (350)		2050 (270)		2220 (230)		2110 (210)	
1982	1000 (200)		1160 (300)		1360 (220)		1410 (180)		1720 (290)		1840 (280)	
1983	4020 (290)	3630 (500)	3760 (650)	3720 (220)	3440 (700)	3760 (450)	3800 (190)	3710 (420)	3040 (750)	3850 (600)	3100 (960)	3900 (500)
1984	3380 (200)	3160 (440)	3290 (280)	3430 (250)	3130 (350)	3450 (230)	3120 (60)	3200 (380)	3240 (400)	3660 (300)	3380 (320)	3640 (420)
1985	4220 (300)	3910 (480)	4030 (750)	3950 (130)	3630 (350)	4050 (320)	3870 (260)	4200 (340)	3380 (1020)	3680 (470)	3400 (720)	4220 (330)

Liite 6. Satotulokset kg/ha koejäsenittäin 1980 - 1985, Mietoinen (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; C0 = ei ruiskutusta, C1 = glyf.ruiskutus) (suluissa keskihajonta).

Appendix 6. Yields kg/ha of treatments 1980 - 1985, Mietoinen (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; C0 = no spraying, C1 = glyphosate spraying) (standard deviation in parentheses)

	A1				A2				A3			
	B1C0	B1C1	B2C0	B2C1	B1C0	B1C1	B2C0	B2C1	B1C0	B1C1	B2C0	B2C1
1980	2170 (700)	2440 (640)	2340 (530)	2320 (510)	2110 (270)	2190 (470)	1860 (290)	2190 (360)	1980 (830)	2560 (360)	1760 (570)	2210 (490)
1981	3620 (60)	3960 (360)	3760 (500)	3930 (370)	2830 (360)	3240 (370)	2800 (860)	3400 (240)	2580 (920)	2770 (690)	2460 (1000)	2820 (740)
1982	4540 (330)	4820 (430)	5020 (380)	5200 (180)	5170 (500)	5300 (460)	4500 (220)	4850 (260)	5390 (680)	5650 (420)	4540 (370)	5010 (440)
1983	6180 (600)	6620 (490)	5730 (560)	6110 (550)	6020 (490)	6250 (340)	5760 (30)	6100 (280)	6320 (620)	6880 (370)	5780 (280)	6700 (360)
1984	3940 (350)	4230 (620)	4280 (410)	4270 (240)	3610 (900)	3950 (280)	3430 (300)	3840 (250)	3900 (760)	4420 (390)	2600 (430)	3670 (590)
1985	4310 (310)	4300 (270)	4140 (410)	4160 (240)	4000 (130)	4150 (230)	4020 (330)	4340 (140)	3800 (610)	4330 (160)	4040 (250)	4280 (250)

PITKÄNEN, J.

AURATTOMAN VILJELYN VAIKUTUKSET MAAN FYSIKAALISIIN
OMINAISUUKSIIN JA MAAN VILJAVUUTEEN

Summary: Effects of ploughless tillage on physical and
chemical properties of soil

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
Esipuhe	64
1. Tiivistelmä/Summary	65
2. Johdanto	70
2.1. Muokkaus ja maan rakenne	72
3. Kyntämättä viljelyn vaikutukset maan fysikaalisiin ominaisuuksiin	73
3.1. Maan lämpöolot	73
3.1.1. Lämpöolot talvella	73
3.1.2. Kasvukauden lämpöolot	75
3.2. Maan kosteusolot	76
3.2.1. Maan kosteus	77
3.2.2. Veden liikkeet	78
3.2.3. Kasvien vedenotto	79
3.2.4. Pohjoismaiset tutkimustulokset	80
3.3. Maan orgaaninen aines	81
3.4. Maan mururakenne	83
3.4.1. Muokkautuvuus ja kylvöalustan laatu	83
3.4.2. Mururakenteen stabiilisuus	83
3.5. Maan tiiviys ja huokoisuus	84
3.5.1. Maan tilavuuspaino	84
3.5.2. Maan mekaaninen vastus	86
3.5.3. Huokostilavuus	87
3.5.4. Maan ilmavuus	88
3.5.5. Pohjoismaiset tutkimustulokset	89
3.5.6. Maan tiiviystilassa tapahtuneet muutokset kasvien kannalta	91

3.6. Maalajien fysikaaliset ominaisuudet kriteereinä tutkittaessa maiden soveltuvuutta kyntämättä viljelyyn	92
4. Kyntämättä viljelyn vaikutukset maan viljavuuteen ja kasvien ravinteiden ottoon	94
5. Kokeellinen osa	96
5.1. Aineisto ja menetelmät	96
5.1.1. Koekentät; maalajit ja viljavuus	96
5.1.2. Koejärjestelyt	99
5.1.3. Kenttäkokeiden hoitaminen	100
5.1.4. Näytteiden otto ja mittausmenetelmät	102
5.1.4.1. Maan lämpötilamittaukset	102
5.1.4.2. Maanäytteiden otto	103
5.1.4.3. Maan kosteus ja tilavuuspaino	103
5.1.4.4. Muruanalyysit	104
5.1.4.5. Orgaaninen hiili	106
5.1.4.6. Penetrometrimittaukset	106
5.1.4.7. Viljavuusanalyysit	107
5.1.5. Aineiston käsittely	108
5.2. Tulokset	108
5.2.1. Maan lämpöolot keväällä	108
5.2.2. Kylvöalustan kosteus	113
5.2.3. Kylvöalustan mururakenne	115
5.2.4. Murujen stabiilisuus	124
5.2.5. Maan orgaanisen hiilen pitoisuus	126
5.2.6. Kylvöalustan tilavuuspaino	130
5.2.7. Maan mekaaninen vastus	132
5.2.8. Koekenttien viljavuus	135
5.3. Tulosten tarkastelu	142
5.3.1. Maan fysikaaliset ominaisuudet	142
5.3.2. Maan viljavuus	148
6. Kirjallisuuslähteet	151

Liitteet

Esipuhe

Maatalouden tutkimuskeskuksen maanviljelyskemian ja -fysiikan osastolla perustettiin syksyllä 1979 monivuotinen aurattoman viljelyn koe. Tutkimukseen kuuluu kuusi kenttäkoetta, jotka sijaitsevat Lounais-Suomen, Satakunnan, Sata-Hämeen, Hämeen ja Kymenlaakson tutkimusasemilla sekä Jokioisissa. Tämä julkaisu käsittää kuuden ensimmäisen koevuoden jälkeen tehdyt maa-analyysit. Aurattoman viljelyn tutkimus kuudella koepaikalla jatkuu edelleen.

Tässä yhteydessä haluan esittää kiitokseni professori Paavo Eloselle saamistani tutkimusresursseista sekä hyvistä työskentelymahdollisuuksista samoin kuin ohjeista ja jatkuvasta tuesta tutkimuksen eri vaiheissa. Alkuperäisen aurattoman viljelyn tutkimussuunnitelman on laatinut professori Elonen yhdessä Jaakko Köylijärven kanssa.

Kiitoksen ansaitsevat myös aurattoman viljelyn tutkimusta aikaisemmin hoitaneet Göthe Larpes ja Simo Kivisaari, jotka hoitivat koesarjaa alkuvuosina.

Tutkimusasemat ovat vastanneet kenttäkokeiden toteutuksesta ja hoidosta pitkälti itsenäisesti. Esitän kiitokseni em. tutkimusosastojen johtajille sekä kokeiden hoitoon osallistuneiden tutkimusosastojen henkilökunnille. Maantutkimusosaston niinkään itsenäisesti suorittamista maa-analyyseistä kiitän kaikkia analyysitöihin osallistuneita henkilöitä.

Maanviljelyskemian ja -fysiikan osastolla kenttäkokeiden teknisestä suorituksesta on vastannut Risto Tanni, maanäytteiden otosta ja erilaisista maa-analyyseistä Risto Seppälä sekä käsikirjoituksen tekstinkäsittelystä Rauha Kallio. Esitän edellämainituille ja myös kaikille nimeltä mainitsemattomille tutkimuksen toteuttamiseen osallistuneille työtovereille parhaat kiitokseni.

Kiitos myös Matti Erjalalle hänen lainaamastaan penetrometristä.

Jokioisissa joulukuussa 1988

Jyrki Pitkänen

1. Tiivistelmä

Tutkimuksessa selvitettiin maan fysikaalisissa ja kemiallisissa ominaisuuksissa tapahtuneita muutoksia, kun maa oli ollut kyntämättä kuusi koevuotta. Tutkimus suoritettiin kuudella koepaikalla kasvukaudella 1985. Kenttäkokeessa syyskyntö korvattiin joko syksyisellä tai keväisellä sänkimuokkauksella. Kylvömuokkaus ja kylvö tehtiin tavanomaisilla työkoneilla (s-piikkiäes, kylvölannoitin). Oljet kerättiin osalta koekenttää pois sadonkorjuun jälkeen ja osalle koekenttää oljet jätettiin silputtuina maahan. Juurikkaruohot torjuttiin osalta koekenttää joka kolmas syksy glyfosaattiruiskutuksella.

Kyntämätön maa lämpeni ja kuivui keväällä hitaammin kuin kynnetty maa. Varsinkin olkikate kyntämättömän maan pinnalla hidasti lämpenemistä ja kuivumista. Olkien poistolla ja syksyisellä sänkimuokkauksella oli edullinen vaikutus kyntämättömän maan lämpenemiseen ja kuivumiseen keväällä.

Kylvöalusta jäi karkeammaksi kyntämättömässä kuin kynnetyssä maassa. Lämpimältä alle 6 mm muruja oli kyntämättömässä maassa selvästi vähemmän kuin kynnetyssä maassa. Tavanomainen s-piikkiäes ei työskennellyt tyydyttävästi kosteassa ja olkinessä kyntämättömässä maassa. Syksyinen sänkimuokkaus ja olkien poisto paransivat kyntämättömän maan kylvöalustan laatua.

Kyntämättä viljely lisäsi orgaanisen hiilen pitoisuutta maan pintaosissa (0 - 7,5 cm) keskimäärin 0,4 prosenttiyksikköä. Syvemmillä (> 10 cm) kynnetyssä maassa oli saman verran tai enemmän orgaanista hiiltä kuin kyntämättömässä maassa. Olkien poisto ja syksyinen sänkimuokkaus alensivat jonkin verran kyntämättömän maan pintaosan orgaanisen hiilen pitoisuutta.

Auraton viljely paransi maan pintaosien murujen veden kestävyttä. Todennäköisesti kyntämättömän maan murujen lisääntynyt stabiilisuus liittyi kohonneeseen orgaanisen aineksen pitoisuuteen.

Kyntämättä viljely on tiivistänyt pintamaan keski- ja alaosaan. Kuuden koevuoden jälkeen tilavuuspaino oli keskimäärin 0,14 g/cm³ suurempi kyntämättömässä kuin kynnetyissä maassa 10 - 20 cm syvyydessä. Maan mekaaninen vastus oli lisääntynyt 10 - 28 cm syvyydessä keskimäärin 0,6 MPa, kun kynnöstä oli luovuttu. Aurattomassa viljelyssä riski maan haitalliselle tiivistymiselle ilmeisesti kasvaa.

Satotuloksien (PITKÄNEN ym. 1988) perusteella hiesupitoiset maat näyttivät soveltuvan parhaiten jatkuvaan aurattomaan viljelyyn. Ilmeisesti kestävämpi mururakenne ja paremmat kosteusolot vaikuttivat edullisesti kasvien kasvuun hiesumaiden aurattomassa viljelyssä.

Olkikate hidastaa kyntämättömän maan lämpenemistä ja kuivumista. Oljet haittaavat myös muokkausta. Toisaalta oljilla on myös positiivinen vaikutus. Oljet lisäävät kyntämättömän maan pintaosan organisen aineksen määrää, mikä parantaa maamurujen stabiilisuutta. Maan pinnalla olevat oljen ja sängen kappaleet suojaavat maata liettäviltä sateilta ja evaporaatiolta.

Kyntämättömän maan syksyinen sänkimuokkaus näytti vaikuttavan edullisesti maan lämpöoloihin, keväiseen kuivumiseen ja maan muokkautuvuuteen. Lisäksi syyssänkimuokkaus vaikutti melko tehokkaasti juolavehnään estäen ainakin osittain sen leviämistä.

Kyntämättömässä maassa ravinteet olivat jakaantuneet eri tavalla kuin kynnetyissä maassa. Fosforia ja kaliumia oli kertynyt kyntämättömän maan pintaosiin. Toisaalta magnesium ja kalium olivat siirtyneet kyntämättömässä maassa syvemmälle kuin kynnetyissä maassa. Kynnetyn ja kyntämättömän maan pH:ssa ei ollut merkittäviä eroja.

Kasvinravitsemuksen kannalta ravinteiden erilaisella jakautumisella kyntämättömässä kuin kynnetyissä maassa ei ilmeisesti ole merkitystä. Sänkimuokkaus sekoittaa jonkin verran ravinteita ruokamultakerroksen yläosassa. Tärkeää on myös se, että

aurattomassa viljelyssä lannoitteet voidaan sijoittaa maahan kuten perinteisessä viljelyssä. Näin ravinteet ovat helposti kasvien saatavilla.

Auraton viljely on osoittautunut lupaavaksi viljelymenetelmäksi. Auraton viljely Suomen oloissa vaatisi lisätutkimusta mm. huokostutkimuksen ja veden läpäisevyytutkimuksen osalta. Myös viljelytekniikan (sänkimuokkaimet, kylvökoneet) kehittäminen aurattomalle viljelylle sopivaksi on tärkeä tutkimuskohde.

1. Summary

EFFECTS OF PLOUGHLESS TILLAGE ON PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF SOIL

Results and experiences from six experiment fields carried out in 1985, after six years of ploughless tillage, are presented. In the unploughed plots autumn ploughing was replaced by stubble cultivation either in the autumn or in the spring. Preparation of the seedbed and sowing were carried out using conventional methods. Straw was removed from one half of the plots, and on another half straw was chopped at harvesting. In this "split-split plot" experiment, half of the plots were sprayed with glyphosate every third autumn.

The unploughed field warmed up and dried slower in the spring than the ploughed field. Especially straw on the unploughed plots slowed warming and drying. Both removing straw after harvesting and stubble cultivation in the autumn had an advantageous effect on warming and drying of unploughed soil.

The seedbed was coarser (expressed as a proportion of aggregates with diameter less than 6 mm) in unploughed soil, mostly because s-tine harrow could not work satisfactorily in unploughed soil, especially when there were large amounts of straw on the surface. Both stubble cultivation in the autumn and removal of harvest residues improved the seedbed quality of unploughed soil.

The organic carbon content was higher (about 0,4 percentage units) on the surface layer (0 - 7,5 cm) of unploughed soil. Further down (> 10 cm) the amount of organic carbon was the same or slightly higher in ploughed soil. In unploughed soil removing straw and stubble cultivation in the autumn reduced the organic carbon content to some degree on the top layer.

Aggregates on the surface of unploughed soil were more stable probably due to the higher organic matter content.

Ploughless tillage increased compaction in the middle and lower layers of top soil. After six years of ploughless tillage, soil bulk density was about 0,14 g/cm³ greater than in ploughed soil in 10 - 20 cm layer. Also the penetration resistance increased (on average 0,6 MPa in 10 - 28 cm layer). Obviously, there is an increased risk of compaction damage in ploughless tillage.

According to the yield results (PITKÄNEN et al. 1988), the soils containing large amounts of silt seemed to be the most suitable soils in ploughless tillage. This may be due to the improved stability of aggregates and better water balance.

Harvest residues on the surface of unploughed soil slow down warming and drying in the spring. They also cause problems for seedbed preparation and sowing. However, straw and stubble seem to have some positive effects on soil conditions. They increase the organic matter content in the top layer of unploughed soil. Harvest residues also protect soil structure against heavy rain and improve water balance by reducing evaporation.

Stubble cultivation in the autumn rather than in the spring seemed to have a better effect on soil temperature, drying and seedbed quality. Further more, autumn cultivation kept couch (Elymus repens) better in control in unploughed soil.

After six years of ploughless tillage the phosphorus and potassium content had increased in the surface layers and decreased in the lower layers of top soil. On the other hand contents of magnesium and calcium were larger in lower layers of unploughed soil. There were no significant differences between the effects of tillage methods in soil pH.

In terms of plant nutrition the movements of main nutrients due to ploughless tillage are probably not very important. Stubble cultivation has a mixing effect on nutrients. Also the fertilizer placement technique, which can be used in ploughless tillage, makes fertilizers reachable to plantroots.

Ploughless tillage in Finland has proved to be a promising method. More information is needed from subjects like porosity and water infiltration in unploughed soil. Also the development of new techniques (stubble cultivators, sowing machines) suitable for ploughless tillage is important.

2. Johdanto

Kiinnostus maanmuokkauksen vähentämiseen ja erityisesti kynnöstä luopumiseen on voimaakkaasti lisääntynyt eri puolilla maailmaa viimeisten vuosikymmenien aikana. Syitä kyntöä korvaavien muokkausmuotojen kehittämiseksi on monia.

Eroosio on vakava ongelma monilla tärkeillä maanviljelysalueilla. Liiallinen maanmuokkaus jauhaa maata liian hienoksi, minkä tiedetään edistävän eroosion vaikutuksia (PEREIRA 1975). Toisaalta tiedetään maan pinnalle jätetyn olkikatteen ja sängen suojaavan maata tuuli- ja vesierosiolta (MARSHALL ja HOLMES 1979). Näiden kahden tekijän pohjalta on pyritty kehittämään viljelymuotoja, joissa maata muokataan mahdollisimman vähän tai äärimmäisessä tapauksessa ei lainkaan. Varsinkin USA:ssa kynnöstä luopuminen on saavuttanut käytännön kannalta laajaa merkitystä eroosiolle aroilla alueilla (mm. FENSTER 1976, KÖLLER 1981, CANNELL 1985).

Myös kuivuusalueilla on ollut tarvetta pyrkiä eroon maata liiaksi kuivattavasta kynnöstä ja siirtyä erityyppisiin kateviljelyjärjestelmiin (UNGER ja McCALLA 1980). "Conservation tillage" on yhteinen nimitys näille kyntämättä viljelyn muodoille, jotka pyrkivät suojaamaan maata eroosion vaikutuksilta sekä toisaalta säästämään viljelymaan luontaisia kosteusvaroja (mm. BRADY 1984).

CANNELLIN (1985) mukaan eroosio ei ole yhtä laaja-alainen ongelma Pohjois- ja Länsi-Euroopassa kuin esim. USA:ssa. Tutkittaessa muokkauksen (kynnön) tarpeellisuutta päähuomio keskittyikin Euroopassa lähinnä muokkauksen merkitykseen rikkakasvien torjunnassa sekä maan rakenteen hoidossa (KUIPERS 1970).

Jo 1930-luvulla havaittiin kynnön haitalliset vaikutukset maan rakenteeseen mm. kyntöanturan muodostumisena (ROEMER ja SCHEFFER 1933). PAGE ym. (1946) esittivät muokkauksen vähentämisen mahdollisuutena estää maan haitallinen tiivistyminen kylvömuokkauksen yhteydessä.

Aurattoman viljelyn tutkimusta ja käytännön harjoittamista rajoitti pitkään rikkaruoho-ongelma, koska riittävän tehokkaita ja toisaalta tarpeeksi nopeasti hajoavia herbisidejä ei tunnettu. Tehokkaampien herbisidien (mm. parakvatti) kehittäminen ja käyttöönotto rikkakasvien torjunnassa tarjosivat uusia mahdollisuuksia kynnöstä luopumiselle (ALLEN 1975). Tähän mennessä kyntö oli pyritty korvaamaan lähinnä muilla muokkaustoimenpiteillä (sänkimuokkaus). Uusien rikkakasvihävitteiden myötä nousi uudeksi tutkimuskohteeksi maanmuokkauksesta kokonaan luopuminen eli ns. suorakylvö (ELLIOT 1973).

Kyntötyö vaatii paljon energiaa ja työtä sekä kuluttaa kalustoa. Toisen maailmansodan jälkeen taloudelliset näkökohdat lisäsivät mielenkiintoa maanmuokkauksen vähentämiselle (RUSSELL 1979). Muokkauskonetekniikan kehitys ja toisaalta työvoimatilanteen heikkeneminen (määrä, palkkataso) maaseudulla sekä erityisesti energian hinnan jyrkkä nousu 1970-luvun alussa lisäsivät tarvetta etsiä kyntöä korvaavia viljelymenetelmiä (ELLIOT 1973, RYDBERG 1980).

Pohjoismaissa on varsinkin 1970-luvulla perustettu laajoja aurattoman viljelyn kenttäkokeita. Suomessa auratonta viljelyä on tutkittu aika ajoin pienimuotoisina kokeina, usein muiden muokkauskokeiden yhteydessä. Vuonna 1979 Maatalouden tutkimuskeskuksen maanviljelyskemian ja -fysiikan osastolla perustettiin monivuotinen (1979 - 1990) aurattoman viljelyn koe. Kokeen avulla on pyritty selvittämään kynnöstä luopumisen vaikutuksia sekä kevätiljojen satoon että maaperän ominaisuuksiin Suomen oloissa. Tähän kokeeseen perustuen ovat PITKÄNEN ym. (1988) julkaisseet tuloksia aurattoman viljelyn vaikutuksesta kevätiljojen satoon ja laatuun.

Tässä tutkimuksessa on tarkasteltu aurattoman viljelyn aiheuttamia muutoksia maan fysikaalisiin ominaisuuksiin ja maan viljavuuteen.

2.1. Muokkaus ja maan rakenne

Eräs haitallisimmista viime vuosina maan kasvukuntoon vaikuttaneista tekijöistä on maatalouden koneistumisen ja monokulttuurin myötä tapahtunut maan haitallinen tiivistyminen (ELONEN 1980, BOEKEL 1982, KIVISAARI 1983). On todettu, että tiivistymisessä on kyse maan huokosjakautuman voimakkaasta muuttumisesta sekä mekaanisen vastuksen lisääntymisestä esim. kyntöanturan muodossa. Mm. AURAN (1983) mukaan maan tiivistyessä erityisesti suurten, juurten kasvun ja veden läpäisyn kannalta tärkeiden huokosten osuus voi voimakkaasti vähetä. Lisääntynyt mekaaninen vastus hidastaa juurten kehitystä.

Nykyaikaisen, tehokkaan maanviljelyn, johon kuuluvat intensiivinen maanmuokkaus sekä usein monokulttuuri, tiedetään kuluttavan maata, vähentävän maan orgaanisen aineksen pitoisuutta sekä heikentävän mururakenteen stabiilisuutta (LOW 1972, BOYER 1982, PAGLIAI ym. 1983).

Maan rakenteen parantamiseksi on olemassa useita viljelytekniisiä keinoja, kuten kasvinvuorottelu, syväkyntö, jankkurointi ja syväkuohkeutus. KIVISAAREN (1983) mukaan on vaikeaa kuitenkin löytää sellaista mekaanista menetelmää, jolla tiivistyneen maan rakennetta voitaisiin pysyväisluonteisesti parantaa. Nurmen viljely, joka varmimmin parantaisi maan rakennetta, on hidas ja taloudellisesti kannattamaton maanparannuskeino karjattomilla tiloilla (ELONEN 1980).

Tiivistynyt maa kuohkeutuu myös luontaisesti roudan, kosteusvaihteluiden, juurien sekä maaeläinten vaikutuksesta. Tämä kuohkeutuminen on kuitenkin hidasta varsinkin jankon osalta, ja tällöinkin on edellytyksenä, ettei maata samalla tiivistetä lisää (ELONEN 1980).

KUIPERSIN (1970, 1980) mukaan ensisijaisena syynä maanmuokkauksen vähentämisen ja kynnöstä luopumisen tutkimukseen oli maan rakenteen parantaminen tällä tavoin. PEREIRA (1975) ehdottaa, että viljelymaita verrattaisiin luonnontilaisiin maihin, joita useimmiten peittää elinvoimainen kasvusto ja

jotka eivät silti tarvitse erityistä kylvöalustaa kasvaakseen. KIVISAARI (1983) korostaa luonnon omien menetelmien tehokkuutta maan kuohkeuttajana: mekaaniset menetelmät puolustavat paikkaansa silloin, kun ne mahdollistavat luonnon omien parantavien prosessien alkuunlähdön. KIVISAARI (1984) epäileeekin, ettei nykyinen järeä muokkausviljelytekniikka anna luonnon itsensä hoitaa niitä toimenpiteitä, joita sillä potentiaalisti olisi. Aurattomasta viljelystä saatujen kokemusten perusteella näyttää KIVISAAREN mukaan (1984) siltä, että mikäli muokkauksen ja muiden viljelytoimenpiteiden pellolle aiheuttama rasitusta voitaisiin huomattavasti vähentää, seurauksena saattaisi olla sekä pinta- että pohjamaan laadun paraneminen.

3. Kyntämättä viljelyn vaikutukset maan fysikaalisiin ominaisuuksiin

3.1. Maan lämpöolot

Maanmuokkaus muuttaa maan lämpöoloja lähinnä kahdella erilaisella tavalla. Muokkaus muuttaa maanpinnan heijastamiskykyä (albedoa) vaikuttaen tällä tavoin maan saaman lämpöenergian määrään (WATTS 1976). Albedon suuruuteen vaikuttavat lähinnä kasvi- ja olkijätteet (kate), joiden määrää maanpinnalla muokkauksella muutetaan (MARSHALL ja HOLMES 1979). Toisaalta maanmuokkaus vaikuttaa maan lämmönjohtokykyyn muuttamalla tilavuuspainoa, huokostilavuutta ja vesipitoisuutta (FEDDES 1973). Tilavuuspainon pienentyessä lämmönjohtokyky heikkenee (MARSHALL ja HOLMES 1979). Lisäksi maanmuokkaus muotoilee viljelymaan pintaa ja vaikuttaa näin lämmön jakaantumiseen pinta-olosuhteissa (mm. BURROWS 1963).

3.1.1. Lämpöolot talvella

HAYN (1977) mukaan maan lämpötilalla talvikuukausien aikana on tärkeä merkitys mm. nurmien ja syysviljojen talvehtimisen, kastematojen, mikro-organismien ja monivuotisten rikkakasvien elossa säilymisen sekä roudan vaikutuksen kannalta.

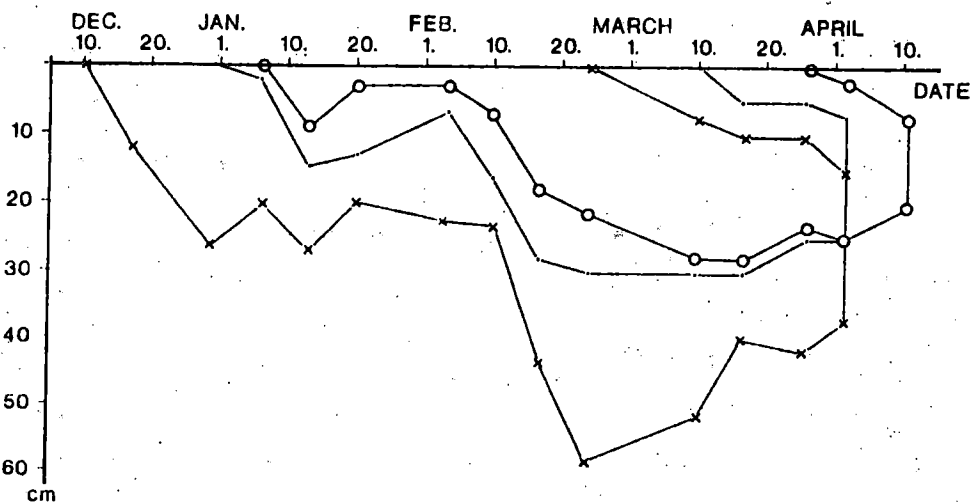
Olki- ja sänkipeite sekä muokkaamattoman maan suurempi kosteus ja korkeampi tilavuuspaino toimivat puskurina lämpötilavaihtelulle (HAY 1977, GAUER ym. 1982). Lisäksi kyntämättömän maan sängin on todettu keräävän tehokkaasti lunta, jolla on hyvänä eristeenä myös maan lämpöoloja tasoittava vaikutus (HAY 1977, KIVISAARI 1979, GAUER ym. 1982, KETCHESON ym. 1982).

Syysviljojen talvehtimisen kannalta voi muokkaamattoman maan suojaavalla olkikatteella ja sängellä sekä suuremmalla lumipeitteellä olla tärkeä merkitys syysviljoille varsinkin vähälumisina ja erityisen kylminä talvina (GAUER ym. 1982). Toisaalta HAY (1977) totesi, että kynnetty maa lämpeni keväällä nopeammin, minkä vuoksi syysvehnän kasvuunlähtö saattoi olla nopeampaa kynnetyissä kuin kyntämättömässä maassa.

Kynnetyn maan suuremmat lämpötilavaihtelut saattavat aiheuttaa huomattavia muutoksia sekä mikro-organismien että kastematojen populaatioissa (HAY 1977, GERARD ja HAY 1979).

Maa routaantuu syvemmälle kynnetyissä kuin kyntämättömässä maassa (HAY 1977, KIVISAARI 1979, KETCHESON ym. 1982). Eristävänä kerroksena kyntämättömässä maassa toimivat olkikate ja sänki sekä usein runsas lumipeite (KIVISAARI 1979, KETCHESON ym. 1982). Leutona talvena kyntämätön maa saattoi jäädä kokonaan routaantumatta Englannin sääoloissa (HAY 1977). KIVISAAREN (1979) mukaan kynnetty maa alkoi routaantua noin kolme viikkoa aikaisemmin kuin kyntämätön maa.

Roudan sulaminen ja maan lämpeneminen ovat tärkeitä tekijöitä kevätkylvöjen kannalta. KIVISAAREN (1979) mukaan roudan syvyys ei ollut ratkaisevaa, vaan se kuinka nopeasti maa keväällä lämpeni, ja routa sulii. Roudan sulamisen ja maan lämpenemisen on todettu olevan nopeampaa kynnetyissä kuin kyntämättömässä maassa (KIVISAARI 1979, KETCHESON ym. 1982). Pääsyyinä tähän on kyntämättömän maan pinnalla oleva olkikate. Jos oljet oli kerätty kyntämättömältä maalta pois, roudan sulaminen ja maan lämpeneminen nopeutuivat selvästi (kuva 1, KIVISAARI 1979).



Kuva 1. Maan routaantuminen ja roudan syvyys kynnetyssä (x-x) ja kyntämättömässä maassa (.-. = oljet poistettu, o-o = oljet maassa) (KIVISAARI 1979).
 Fig. 1. Depths of soil frost (cm) in ploughed (x-x) and unploughed field (.-. = straw removed, o-o = straw on the surface) (KIVISAARI 1979).

Suuremmat lämpötilavaihtelut ja intensiivisemmät jäätyms- ja sulamisreaktiot kuin kyntämättömässä maassa vaikuttavat edullisesti kynnetyn maan rakenteeseen (HAY 1977, KIVISAARI 1979, KETCHESON ym. 1982). Huolimatta kevään runsaistakin liettävistä vesimääristä, roudan positiiviset vaikutukset säilyvät kynnetyn maan rakenteessa ainakin jossain määrin (KIVISAARI 1979).

3.1.2. Kasvukauden lämpöolot

Myös kasvukauden aikana kynnetyn ja kyntämättömän maan lämpötilaoloissa on eroja. Erot ovat selvät varsinkin kynnetyn ja suorakylvetyn maan välillä kasvukauden alussa. Myöhemmin kesällä kasvusto alkaa varjostaa maata, jolloin lämpötilaerot kahden muokkausmenetelmän välillä vähenevät (HAY ym. 1978, GAUER ym. 1982).

Jos olkimassaa ei poistettu, kyntämättömän maan keskilämpötila maanpinnassa oli merkittävästi alempi kuin kynnetyssä maassa. Vuorokauden maksimilämpötila oli alempi, mutta minimilämpötila hiukan korkeampi kyntämättömässä kuin kynnetyssä maassa (HAY ym. 1978, GAUER ym. 1982, KETCHESON ym. 1982). HAYn ym. (1978)

mukaan tämä johtui suorakylvetyn maan suuremmasta albedosta, joka vähensi kyntämättömän maan saaman lämpöenergian määrää. Toisaalta olkipatja suojaasi yöllä lämpöhukalta.

Tropiikissa kyntämättömän maan olkikatteen ja sängen maata viilentävällä vaikutuksella on havaittu olevan edullinen vaikutus kasvien kasvuun (LAL 1974).

Kyntämättömän maan syvemmissä kerroksissa (5 - 10 cm) on lämmönjohtokyky parempi kuin kynnetyissä maassa korkeamman tilavuuspainon ja suuremman kosteuden vuoksi (HAY ym. 1978, GAUER ym 1982). HAYn ym. (1978) mukaan tämä kompensoi jossain määrin suorakylvetyn maan suuren albedon epäedullisia vaikutuksia lämpötalouteen.

Kun oljet joko poistettiin tai poltettiin, suorakylvetty maa oli eräissä tapauksissa jopa lämpimämpi pintaosistaan kuin kynnetty maa. GAUERin ym. (1982) mukaan erityisesti kyntämättömän maan hyvä lämmönjohtokyky vaikutti tässä tapauksessa edullisesti lämpöoloihin yhdessä pienentyneen albedon kanssa.

Sekä HAYn ym. (1978), GAUERin ym. (1982) että KETCHESONin ym. (1982) mukaan muokkaamatta kylvetyn maan alhaisempi lämpötila kuin kynnetyissä maassa ei vaikuttanut sinällään orastumiseen eikä kasvun alkuunlähtöön. Alhaisempi lämpötila yhdessä huonon ilmanvaihdon ja suuremman mekaanisen vastuksen kanssa voi kuitenkin haitata kasvuunlähtöä suorakylvetyssä maassa verrattuna kynnettyyn maahan (HAY ym. 1978, KETCHESON ym. 1982).

3.2. Maan kosteusolot

Maan kosteus on veden saannon ja hukan välinen tasapaino, johon vaikuttavat veden läpäisy nopeus, pintavalunta, kapillaarisen veden määrä, evapotranspiraation suuruus sekä ojitus. Edellä mainittujen tekijöiden välillä olevien erojen lisäksi myös ilmasto- ja maalajierot aiheuttavat suurta vaihtelua aurattoman viljelyn kokeista saatujen tuloksien välille. Tiettyjä suuntaviivoja kyntämättömyyden vaikutuksista maan kosteustilaan on kuitenkin nähtävissä.

3.2.1. Maan kosteus

Useimmissa tutkimuksissa on kyntämättömässä maassa todettu olevan suurempi kevätkestaus kuin kynnetyissä maassa (mm. van OUWERKERK ja BOONE 1970, BLEVINS ym. 1971, FINNEY ja KNIGHT 1973, GOSS ym. 1978, ELLIS ym. 1982, GAUER ym. 1982, O'SULLIVAN ja BALL 1982, TEN HOLTE 1982). CANNELin ja FINNEYn (1973) mukaan tämä suurempi vesipitoisuus johtui mm. orgaanisen aineksen kerääntymisestä kyntämättömän maan pintaosiin, minkä vuoksi evaporaatio vähentyi.

Evaporaatio on pienempää kyntämättömässä kuin kynnetyissä maassa, koska maan pintaosissa oleva olkikate ja runsas orgaanisen aineksen määrä alentavat lämpötilaa sekä vähentävät lämpötilan vaihteluja (MOODY ym. 1963, BLEVINS ym. 1971). Suurelta osin vähentyneen evaporaation ansiosta on aurattomalla viljelyllä saatu sadonlisäyksiä, kun kasvukauden aikana on ollut lyhytaikaisia kuivia kausia (STRANAK 1968, BLEVINS ym. 1971). Kuitenkaan eräissä kokeissa semiarideilla alueilla ei suorakylvön avulla pystytty säilyttämään kosteutta eikä saamaan lisäsatoja (BLACK ja POWER 1965, OVESON ja APPLEBY 1971). Selitys tähän saattoi olla se, että suuremmasta kosteudesta huolimatta suorakylvetyyn maan hyötykapasiteetti ei ollut suurempi kuin kynnetyissä maassa. Van OUWERKERKIn ja BOONEn (1970) mukaan tämä johtui siitä, että kyntämättömässä maassa kokonaishuokostilavuus oli pienempi ja myös huokokset olivat pienempiä kuin kynnetyissä maassa. Toisaalta FINNEY ja KNIGHT (1973) totesivat muokkaamattomassa maassa olleen suuremman hyötykapasiteetin kuin kynnetyissä maassa (hietainen hiuema). GAUERin ym. (1982) mukaan suurin hyöty kyntämättömän maan suuremmasta kosteudesta saadaan kasvukauden alussa, jolloin evaporaatio on tärkein maan veden tappioita aiheuttava tekijä.

Kynnetty maa kuivuu keväällä nopeammin epätasaisen pinnanmuotonsa ansiosta kuin kyntämätön maa (TEN HOLTE 1982). Olkikatteen poisto vähensi muokkaamattoman maan kosteutta, sen sijaan pelkkä olkien poltto ei GAUERin ym. (1982) mukaan vaikuttanut maan kosteuteen. O'SULLIVANin ja BALLin (1982) mukaan kynnetyn

maan pintaosien tehokas kuivuminen johtui suuremmasta veden diffuusiosta kuin kyntämättömässä maassa sekä pinnanmuotoeroista ja olkikatteen puuttumisesta.

Maan kosteuvarojen säästäjänä on myös kyntämättömän maan sängellä merkitystä, koska sänkipelto kerää enemmän lunta kuin kynnetty maa. Tällä on merkitystä varsinkin pohjoisilla kivililla aroilla (STOBBE 1979).

Olkijätteet ja sänki parantavat myös maan pintaosien vedenläpäisevyyttä. Samalla pintavalunnan määrä vähenee, millä on suuri merkitys vesieroosion torjunnan kannalta (TRIPLETT ym. 1968, JONES ym. 1969, LAL 1976).

Vedellä kyllästymättömän kerroksen paksuus on kynnetyissä maassa suurempi kuin kyntämättömässä maassa. Tämä yhdessä suuren makrohuokosten määrän kanssa merkitsee parempaa ilma- vuutta kynnetyissä kuin kyntämättömässä maassa, huolimatta kynnetyn maan mahdollisesta rajoittuneesta veden läpäisevyydestä kyntökerroksen alapuolella (O'SULLIVAN ja BALL 1982).

3.2.2. Veden liikkeet

Maan veden on useissa tutkimuksissa todettu liikkuvan nopeammin kyntämättömässä kuin kynnetyissä maassa (BAEUMER 1970, EHLERS 1975, GOSS ym. 1978). EHLERSin (1977) ja DOUGLASin ym. (1980) mukaan tämä johtui lähinnä kynnetyn maan pienentyneestä vedenjohtokyvystä pinta- ja pohjamaan rajalla (kyntöantura). Lisäksi kyntämättömässä maassa oli jatkuvampi huokossysteemi kuin kynnetyissä maassa, mikä myös paransi kyntämättömän maan vedenläpäisyominaisuuksia. Kyntämättömän maan jatkuva huokossysteemi muodostui mm. runsaista pintaan asti ulottuvista madonrei'istä (EHLERS 1975, BARNES ja ELLIS 1979) sekä yhtenäisistä halkeamista (ELLIS ym. 1979). Lisäksi vanhoilla juurikanavilla oli merkitystä veden liikkeille (DOUGLAS ym. 1980).

FINNEYn ja KNIGHTin (1973) mukaan kynnetty maa oli talvikautena (syysvehnä) Englannin sääoloissa selvästi kosteampaa 10-15 cm syvyydessä kuin kyntämätön maa, mikä saattoi merkitä rajoittunutta veden läpäisykykyä kynnetyissä maassa.

Päinvastaisia tuloksia saivat NEGI ym. (1982), joiden mukaan vedenjohtokyky oli pienempi suorakylvetyssä kuin kynnetyssä maassa (65 % illiittistä ja kloriittista savea). Kokeessa maan kosteus vakiintui nopeammin kyntämättömässä kuin kynnetyssä maassa. Kyntämätön maa pidätti enemmän vettä kuin kynnetty maa, joka kuivui liiankin helposti (NEGI ym. 1982).

Sadekuuron jälkeen kyntämätön maa pysyi pitempään märkänä kuin kynnetty maa, mikä johtui huokosten määrän vähentymisestä muokkaamattomassa maassa (TEN HOLTE 1982).

GOSS ym. (1978) totesivat, että Englannin sääoloissa normaalisateisten talvien jälkeen ei kynnetyssä maassa eikä suorakylvetyssä maassa (savimaa) esiintynyt kosteuseroja. Sen sijaan normaalia märemmän talven jälkeen kynnetty maa oli pintaosistaan (0 - 50 cm) kosteampi kuin kyntämätön maa, mikä johtui kynnetyn maan huonommasta vedenläpäisevyydestä. Kuivia talvia seuranneina keväinä suorakylvettyyn maahan oli varastoitunut enemmän vettä kuin kynnettyyn maahan, varsinkin alle 50 cm syvyyteen. Normaalia kuivempaa talvea seuranneena kuivana keuhänä suorakylvetty syysvehnä käytti 22 mm enemmän vettä kuin kynnetyn maan vehnä, mikä näkyi parempana kasvuna ja suurempana satona (GOSS ym. 1978).

3.2.3. Kasvien vedenotto

GOSSin ym. (1984) mukaan syysvehnän veden käyttö oli keskimäärin samanlaista sekä suorakylvetyssä, matalamuokatussa että kynnetyssä maassa. Myös maksimimisyvyys, josta kasvit ottivat vettä oli sama eri muokkausmuotojen välillä.

Suorakylvetyn viljan juuristo keväällä otti enemmän vettä maan pintaosista kuin juuristo kynnetyssä maassa (GOSS ym. 1984). GOSSin ym. (1984) mielestä tämä oli johdonmukaista, koska suorakylvetyssä maassa juuristo oli runsaampi maan pintaosissa kuin kynnetyssä maassa (DREW ja SAKER 1978, ELLIS ja BARNES 1980).

EHLERSin ym. (1980) mukaan kauran juuristo otti kokonaisvedestään 55 % kynnetyissä maassa ja 50 % kyntämättömässä maassa ylimmästä 20 cm kerroksesta kasvukauden aikana (lössimaa). Sen sijaan muokkaamattomaan maahan kylvetyn kauran juuristo otti enemmän vettä 20 - 60 cm syvyydestä kuin kynnetyissä maassa kasvava juuristo. EHLERSin ym. (1980) mukaan erityisesti kyntöantura rajoitti juuriston vedenottoa kynnetyn maan syvemmistä kerroksista. Kokonaisvedenotto oli suunnilleen sama sekä kynnetyissä että kyntämättömässä maassa.

KAHNTin (1969) mukaan liian veden kerääntyminen suorakylvetyn maan pintaosiin talvikuukausien aikana aiheutti sadonalennuksia varsinkin hiesumaalla. Myös mm. HOOD ym. (1964) totesivat saman ongelman syysviljojen kyntämättä viljelyssä.

Kyntämättömän maan kosteaan ja vähän ilmahuokosia sisältävään pintaosaan voi syntyä anaerobiset olot. Kasvien juurten hapensaanti voi tällöin estyä. Maan pinnalla olevissa kasvinjätteissä voi anaerobisissa oloissa syntyä fytotoksiineja, mm. etikkahappoa (HARPER ja LYNCH 1981).

3.2.4. Pohjoismaiset tutkimustulokset

KARAN ja RÄISÄSEN (1979) mukaan maan pintakerroksen (0 - 7,5 cm) kosteus oli keväällä kyntämättömässä maassa suurempi kuin syyskynnetyissä maassa. Poikkeuksen muodosti jyrsimellä sänkimuokatun maan aivan pintaosa (5 cm) ja lapiorullaäkeellä sänkimuokattu hiesuinen aitosavimaa, joissa kosteus oli pienempi kuin kynnetyissä maassa. Syvemmissä kerroksissa (10 - 20 cm), joihin muiden muokkausvälineiden kuin kyntöauran muokkausvaikeus ei ulottunut, maan kosteus oli selvästi suurempi kynnetyissä maassa kuin kyntämättömässä maassa (KARA ja RÄISÄNEN 1979).

RILEYn (1983) mukaan maan kosteus (0 - 20 cm) oli kylvöpäivänä suurin muokkaamattomassa maassa (suorakylvö) ja pienin kynnetyissä maassa. Keväällä sänkimuokatun maan kosteus oli näiden kahden käsittelyn kosteuksien välillä. Vastaaviin tuloksiin pääsi myös EKEBERG (1985).

Sekä olkien poisto tai poltto että sänkimuokkaus syksyllä johtivat maan kosteuden pienenemiseen ja ilmakapasiteetin suurenemiseen (pF 2) kyntämättömässä maassa (RILEY 1983). EKEBERGIN (1985) mukaan sänkimuokkaus syksyllä nopeutti kyntämättömän maan kuivumista, mutta hidasti kynnetyn maan kuivumista keväällä. Vaikka kyntämätön maa kuivuu hitaammin kuin kynnetty maa keväällä, ei tämän tarvitse merkitä kovin suurta viivettä kylvöjen aloittamiselle. Suuremman kantokykynsä ansiosta kyntämättömälle pellolle voidaan mennä hiukan korkeammassa maan vesipitoisuuksissa kuin kynnetylle pellolle (MARTI 1984).

Kyntämättä viljely lisäsi maan vedenpidätyskykyä ilmakapasiteetin kustannuksella (RILEY 1983, RILEY ym. 1985). RILEYn ym. (1985) mukaan kyntämättömän maan hyötykapasiteetti oli yleensä noin kaksi tilavuusprosenttia korkeampi kuin kynnetyn maan. Erityisesti pF-alueen 3 - 4,2 huokosten osuus hyötykapasiteetissa oli kyntämättömässä maassa suurempi kuin kynnetyissä maassa (RILEY ym. 1985).

RYDBERGIN (1980) mukaan vedenläpäisykyky oli syksyllä huomattavasti suurempi kynnetyissä kuin kyntämättömässä maassa. Kynnettyyn maahan kylvetyssä syysviljapellossa virtausnopeus oli keväällä edelleen suurempi kuin kyntämättömässä maassa, mutta ero oli supistunut. Kevätkylvön jälkeen ei ole havaittu selviä eroja kynnetyn ja kyntämättömän maan veden virtausnopeuksien välillä (RYDBERG 1980).

Kevätkesän kuivuus Ruotsin ja Suomen oloissa vaatii kylvöalustan muokkausta hienoksi, jotta orastumiselle luotaisiin kunnolliset olosuhteet (HEINONEN 1985). Sen sijaan syysviljojen viljelyssä kuivina syksyinä saattaa ruokamultakerroksen vesivarasto jäädä liian pieneksi kynnetyissä maassa, koska kyntö edistää maan kuivumista (RYDBERG 1975).

3.3. Maan orgaaninen aines

Orgaanisen aineksen on useissa tutkimuksissa todettu kerääntyvän maan pintaosiin kyntämättä viljelyssä (mm. BAKERMANS

ja de WIT 1970, FLEIGE ja BAEUMER 1974, CANNELL ja ELLIS 1976).

Suorakylvön on todettu myös ylläpitävän paremmin maan pintaosan orgaanisen aineksen pitoisuutta kuin kyntö nurmenviljelyn jälkeen (FLEIGE ja BAEUMER 1974).

POWLSONin ja JENKINSONin (1980) mukaan maan kokonaishumuspi-toisuus ei kyntämättä viljelyssä kuitenkaan juuri noussut. Kyntämättömän maan syvemmissä kerroksissa onkin todettu usein olevan vähemmän orgaanista ainesta kuin kynnetyissä maassa (mm. BOONE ym. 1976, TEN HOLTE 1982, CHANEY ym 1985). FLEIGE ja BAEUMER (1974) totesivat kuitenkin orgaanisen aineksen kokonaismääränkin kasvavan, jos maata ei kynnetä.

DOUGLASin ja GOSSin (1982) mukaan orgaanista ainesta kerääntyi maan pintaosiin, koska juuriston tiheys oli suurempi kyntämättömän maan pintaosissa kuin kynnetyissä maassa (mm. DREW ja SAKER 1978), ja koska orgaaninen aines hajosi nopeammin kynnetyssä kuin kyntämättömässä maassa (RUSSELL 1973).

RYDBERGIN (1975) mukaan maan humuspitoisuus ruokamultakerroksessa lisääntyi aurattomassa viljelyssä. Samoin norjalaiset (MARTI 1984, EKEBERG 1985, RILEY ym. 1985) ja tanskalaiset (NIELSEN 1981, RASMUSSEN 1981, 1982, RASMUSSEN ja OLSEN 1983) tutkijat totesivat orgaanisen aineksen kerääntyvän kyntämättömän maan pintaosiin.

Sekoittuminen pienempään maatilavuuteen sekä hajoamisnopeuden hidastuminen vähentyneen ilmavuuden vuoksi ovat pääsyitä orgaanisen aineksen kerääntymiselle kyntämättömän maan pintaosiin (RILEY ym. 1985). RILEYn ym. (1985) mukaan kyntämättömän maan runsaalla humuspitoisuudella on merkitystä sekä maan ravinnetilaan että fysikaaliseen tilaan. Lisäksi orgaaninen aines todennäköisesti toimii "vastapainona" maan tiivistymiselle, jota aurattomassa viljelyssä tapahtuu.

3.4. Maan mururakenne

3.4.1. Muokkautuvuus ja kylvöalustan laatu

KARAN ja RÄISÄSEN (1979) mukaan syksyllä kynnetty hiesuinen aitosavimaa muokkautui parhaiten. Kyntämättömässä maassa ja keväällä kynnetyissä maassa kylvöalusta jäi kokkareiseksi, ja läpimitaltaan alle 3,5 mm murujen osuus pintakerroksessa jäi selvästi pienemmäksi kuin syksyllä kynnetyissä maassa. HEINOSEN (1974) mukaan suorakylvössä keväällä oli ongelmana riittävän hienomuruisen kylvöalustan aikaansaaminen.

Kun maata ei kynnetty, kasvoi suurten kokkareiden osuus ($\varnothing > 20$ mm) ja vastaavasti läpimitaltaan 5 - 0,6 mm murujen osuus pieneni huomattavasti kylvöalustassa (RILEY 1983). MARTIN (1984) mukaan hyvän kylvöalustan kriteerit toteutuivat useimmin kynnetyn maan kylvömuokkauksessa. Hietamaissa kyntämättömän maan keskimääräinen murukoko oli hiukan suurempi kuin kynnetyissä maassa (RASMUSSEN ja OLSEN 1983).

Vastaaviin tuloksiin pääsivät myös mm. BOONE ym. (1976) ja VYN ym. (1982). VYNin ym. (1982) mukaan erityisesti suorakylvö pienensi läpimitaltaan alle 5 mm kokoisten murujen osuutta kylvöalustassa, sen sijaan syyskultivointi + normaali kylvömuokkaus -koejäsenellä ei ollut vaikutusta tämän fraktion suuruuteen. BOONE ym. (1976) totesivat suorakylvetyyn maan mururakenteen olleen homogeenisempi kuin kynnetyissä maassa, jossa varsinkin hyvin pienten murujen ($\varnothing < 0,3$ mm) osuus oli suuri.

3.4.2. Mururakenteen stabiilisuus

Kyntämättömän maan pintaosan mururakenne oli yleensä stabiilimpi kuin kynnetyn maan rakenne (mm. BAKERMANS ja de WIT 1970, CANNELL ja ELLIS 1976, BOONE ym. 1976, CANNELL ym. 1982, DOUGLAS ja GOSS 1982, STENGEL ym. 1984). Suorakylvetyissä maassa oli yleensä kestävin rakenne. Matalaan muokatun maan murura-

kenteen stabiilisuus oli joko yhtä suuri kuin suorakylvetyn maan rakenteen kestävyys tai suorakylvetyn maan ja kynnetyn maan stabiilisuuksien välimuoto (DOUGLAS ja GOSS 1982).

Suurehkon orgaanisen aineksen pitoisuuden kyntämättömän maan pintaosassa on katsottu olevan syynä mururakenteen stabilisointumiseen (esim. DOUGLAS ja GOSS 1982).

Kuitenkin muutamissa kokeissa kyntämättömän maan mururakenne ei muuttunut stabiilimmaksi kuin kynnetyn maan rakenne. Rendzina-tyypin (DOUGLAS ja GOSS 1982) maalla ja savisella hiuemaalla (CHANEY ym. 1985) ei kynnöstä luopuminen muuttanut mururakennetta kestävämmäksi huolimatta orgaanisen aineksen kerääntymisestä pintakerrokseen.

CANNELLIN ja ELLISIN (1976) mukaan lisääntynyt orgaaninen aines ja parantunut mururakenteen kestävyys vaikuttivat edullisesti kyntämättömän maan ominaisuuksiin kylvöalustana. Rakenteen stabiilisuus yhdessä olkikatteen ja sängin kanssa suojelee maata tuulen ja veden aiheuttamaa eroosiota vastaan (FENSTER 1976, UNGER ja McCALLA 1980).

Myös NIELSEN (1981), RASMUSSEN (1982), RASMUSSEN ja OLSEN (1983) sekä MARTI (1984) ovat todenneet murujen stabiilisuuden lisääntyneen kyntämättä viljelyssä. MARTIN (1984) mukaan parempi aggregaattien stabiilisuus selittyi suurelta osin kyntämättömän maan korkealla humuspitoisuudella pintakerroksissa. Mailla, joiden savespitoisuus oli korkea, ei orgaanisen aineksen stabiloivalla vaikutuksella ollut niin suurta merkitystä kuin vähän savesta sisältävillä mailla (MARTI 1984).

3.5. Maan tiiviys ja huokoisuus

3.5.1. Maan tilavuuspaino

Kyntämättömän maan tilavuuspainon on useimmissa tutkimuksissa todettu olevan suurempi kuin kynnetyn maan tilavuuspaino (mm. van OUWERKERK ja BOONE 1970, FINNEY ja KNIGHT 1973, EHLERS 1973, CANNELL ja ELLIS 1976, DOUGLAS ym. 1980, ELLIS ym. 1982,

VYN ym. 1982, CLUTTERBUCK ja HODGSON 1984, CHANEY ym. 1985). Erityisesti maan pintaosissa (0 - 20 cm) tilavuuspaino oli korkeampi kyntämättömässä kuin kynnetyissä maassa. Matalaan muokatun maan ylemmät kerrokset (0 - 10 cm) olivat kuohkeammat kuin suorakylvetyyn maan, mutta syvemmällä molemmissa kyntämättömissä maissa tilavuuspainot olivat samansuuruiset (CANNELL ja ELLIS 1976, ELLIS ym. 1982, VYN ym. 1982, CLUTTERBUCK ja HODGSON 1984) .

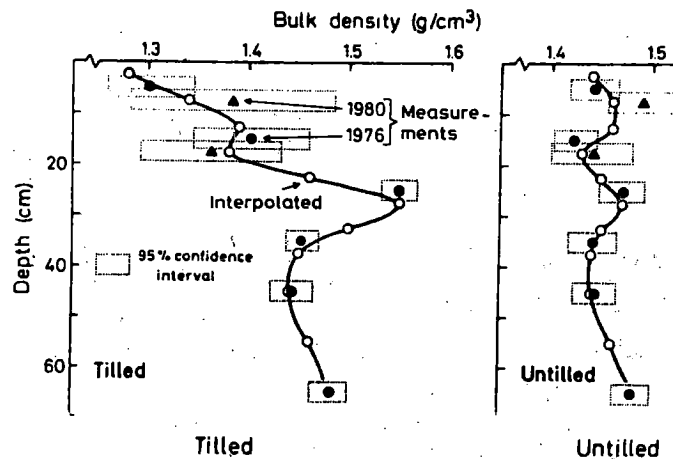
Eräissä pitkäaikaisissakaan kokeissa ei kuitenkaan havaittu muutoksia maan tilavuuspainossa, kun kynnöstä luovuttiin (SHEAR ja MOSCHLER 1969, LAL 1976, BLEVINS ym. 1983). CANNELLIN ja FINNEYN (1973) mukaan tämä voi ilmetä kevyillä mailla (hieta-, hiesu-, hiuemaat) sekä mailla, jotka sisältävät paljon orgaanista ainesta.

Kun maan kynnöstä luovuttiin, kohosi tilavuuspaino ensimmäisten vuosien aikana ja asettui sitten tietylle tasolle, minkä jälkeen tilavuuspainon arvossa ei juuri tapahtunut muutoksia (CANNELL ja ELLIS 1976, ELLIS ym. 1982).

Toinen merkittävä ero kynnetyn ja kyntämättömän maan tilavuuspainojen välillä oli syvemmällä noin 25 - 35 cm syvyydessä. EHLERS ym. (1983) totesivat, että tässä kerroksessa kynnetyn maan tilavuuspaino nousi jyrkästi (kyntöantura). Sen sijaan kyntämättömän maan tilavuuspainossa ei tapahtunut suuria muutoksia syvemmälle mentäessä (kuva 2).

Vastaavia tuloksia on saatu myös Pohjoismaissa. RYDBERGIN (1982) mukaan aurattomassa viljelyssä tilavuuspaino kohosi ruokamultakerroksen keski- ja alaosissa kaikilla kokeissa olleilla maalajeilla (savi-, hiesu-, hieta- ja turvemaita). MARTIN (1984) mukaan 10 - 20 cm kerroksessa kyntämättömän maan tilavuuspaino oli keskimäärin hiukan suurempi kuin kynnetyissä maassa. RILEY ym. (1985) totesivat tilavuuspainon kohonneen vain silttimaalla (3 % savesta, 58 % silttiä, 39 % karkeaa hietaa ja hienoa hiekkaa) (siltti = hiesu + hieno hieta). Sänkimuokkauksella ei keskimäärin ollut vaikutusta kyntämättömän maan tilavuuspainoon tai huokosjakaumaan (MARTI 1984). Yksit-

täisissä tapauksissa sänkimuokkaus kyllä kuohkeutti kyntämättömän maan pintaosia. Samalla kuitenkin maa tiivistyi muokauskerroksen alapuolelta (MARTI 1984).



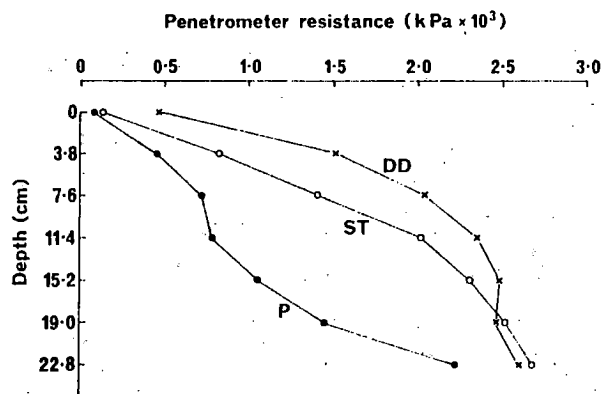
Kuva 2. Tilavuuspainot kyntetyssä (tilled) ja kyntämättömässä (untilled) maassa (EHLERS ym. 1983).
Fig. 2. Bulk density in tilled and untilled soil (EHLERS et al. 1983).

3.5.2. Maan mekaaninen vastus

Kynnöstä luovuttaessa myös maan mekaaninen vastus lisääntyi (van OUWERKERK ja BOONE 1970, BAUMER ja BAKERMANS 1973, SOANE ym. 1975, CANNELL ja ELLIS 1976, VYN ym. 1982, EHLERS ym. 1983, CLUTTERBUCK ja HODGSON 1984, CHANEY ym. 1985). Matalaan muokatussa maassa mekaaninen vastus penetrometrillä mitattuna oli suorakylvetyn ja kynnetyn maan penetrometrilukemien välillä (kuva 3) (mm. CANNELL ja ELLIS 1976, ELLIS ym. 1982). Kuitenkin jatkuva matalaan muokkaus saattaa aiheuttaa noin 10 cm syvyyteen tiivistymän, jossa mekaaninen vastus on suurempi kuin suorakylvetyssä maassa (ELLIS ym. 1977, 1979, CANNELL ym. 1982).

EHLERSin ym. (1983) mukaan kyntöantura näkyi kyntetyssä maassa selvästi kohonneena mekaanisena vastuksena 25 - 35 cm syvyydessä. Sen sijaan kyntämättömässä maassa penetrometrilukemat, kuten tilavuuspainoarvotkin, pysyivät melko vakiona syvemmissä kerroksissa.

MARTIn (1984) saamien tuloksien mukaan kyntämättömän maan mekaaninen vastus oli korkeampi kuin kynnetyissä maassa penetrometrillä mitattuna. Myös leikkausvastus oli 2-3 kertaa suurempi kyntämättömän maan pinnassa kuin kynnetyissä maassa. Sekä suurempi leikkausvastus että mekaaninen vastus vaikeuttavat samaan kylvösyvyyteen pääsemistä kyntämättömällä maalla kuin kynnetyllä maalla (MARTI 1984).



Kuva 3. Maan mekaaninen vastus penetrometrillä mitattuna kynnetyissä (P), matalaan muokatussa (ST) ja suorakylvetyssä (DD) maassa (ELLIS ym. 1982).

Fig 3. Penetrometer resistance in ploughed (P), shallow tilled (ST) and direct drilled (DD) soil (ELLIS et al. 1983).

3.5.3. Huokostilavuus

Maan kokonaishuokostilavuus pienenee aurattomassa viljelyssä (KAHNT 1969, EHLERS 1973, BOONE ym. 1976, DOUGLAS ym. 1980, BALL ja O'SULLIVAN 1982). DOUGLASin ym. (1980) mukaan kynnetyn maan huokostilavuus oli suurempi kuin suorakylvetyyn maan 0 - 25 cm syvyydessä, mutta syvemmällä totaalihuokoisuudet lähestyivät toisiaan. Kynnetyn maan huokostilavuus oli usein pienempi noin 27 - 32 cm syvyydessä kuin kyntämättömässä maassa, mikä kertoi tiivistymästä tässä kerrokseksessa kynnetyissä maassa (EHLERS 1973, BOONE ym. 1976). Kuten muidenkin tiivistymistä kuvaavien parametrien, myös kokonaishuokostilavuuden muutokset olivat vähäisiä kyntämättömän maan eri kerroksissa (EHLERS 1973).

Auraton viljely vaikuttaa erityisesti suurten huokosten ($\phi > 30 - 50 \mu\text{m}$) lukumäärään maassa. Ilman kynnön kuohkeuttavaa vaikutusta näiden huokosten määrä yleensä aleni kyntämättömässä maassa kyntökerroksen syvyydessä (0 - 25 cm) (KAHNT 1969, EHLERS 1973, BOONE ym. 1976, DOUGLAS ym. 1980, PIDGEON 1981, BALL ja O'SULLIVAN 1982, CHANEY ym. 1985). Kynnetyissä maassa suurten huokosten osuus pieneni syvemmissä kerroksissa (DOUGLAS ym. 1980). Kyntöanturan kohdalla suurten huokosten osuus kokonaishuokostilavuudesta saattoi kynnetyissä maassa olla jopa pienempi kuin kyntämättömässä maassa vastaavassa syvyydessä (EHLERS 1973, BOONE ym. 1976, PIDGEON 1981). EHLERSin (1973) mukaan pienentynyt kokonaishuokostilavuus 25 - 32 cm syvyydessä kynnetyissä maassa oli seurausta suurten huokosten lukumäärän jyrkästä supistumisesta tässä kerroksessa. Kyntämättömässä maassa tällaista ei tapahtunut, vaan suurten kuten muidenkin huokosten osuudet totaali- huokostilavuudesta pysyivät melko vakioina eri syvyyksissä (EHLERS 1973).

3.5.4 Maan ilmavuus

Koska aurattomassa viljelyssä tilavuuspaino suurenee, ja suurten huokosten lukumäärä pienenee maan pintakerroksissa, voidaan epäillä, että kyntämättömässä maassa on rajoitetumpi ilmavuus kuin kynnetyissä maassa. Toisaalta maan veden yhteydessä tuli esille kyntämättömään maahan muodostuva jatkuva huokosten, kanavien ja madonreikien järjestelmä, jolla voidaan olettaa olevan positiivinen vaikutus maan ilmavuuteen.

Huokostutkimusten yhteydessä on todettu, että kyntämättömän maan pintakerroksissa on pienempi ilmatila kenttäkapasiteetissa kuin kynnetyissä maassa (mm. BOONE ym. 1976, EHLERS 1973, PIDGEON 1981, BALL ja O'SULLIVAN 1982, CHANEY ym. 1985). Toisaalta kyntöanturan syvyydessä ilmakapasiteetti on ollut pienempi tai yhtä suuri kynnetyissä maassa kuin kyntämättömässä maassa (EHLERS 1973, CHANEY ym. 1985).

CANNELLIN ja ELLISIN (1976) sekä DOWDELLIN ym. (1979) mukaan kyntämättömässä maassa maan happipitoisuus oli yleensä kuitenkin korkeampi kuin kynnetyissä maassa. Korkeampi happipitoisuus

yhdessä nopeamman vedenläpäisykyvyn kanssa sekä jossain tapauksissa nopeampi juuriston kasvu (mm. ELLIS ja BARNES 1980) selittyivät kyntämättömän maan useaan suuntaan haaroituvalla ja katkeamattomalla huokossysteemillä (DOWDELL ym. 1979, DOUGLAS ym. 1980).

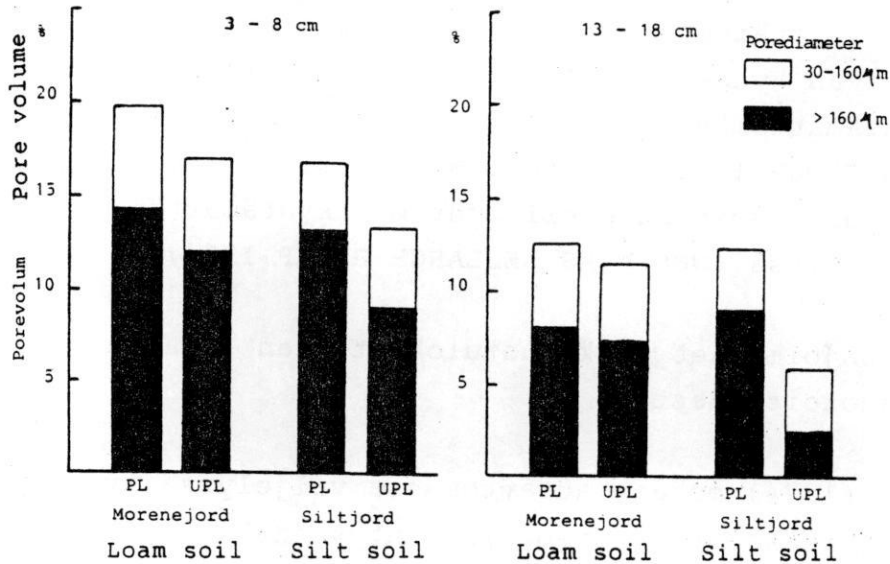
Maan ilman läpäisevyyden ja diffuusiovakion on kuitenkin todettu olevan kynnetyissä maassa (hiuemaita) selvästi suurempi kuin kyntämättömässä maassa (BALL ja O'SULLIVAN 1982, WESTMAAS RESEARCH GROUP 1984). Toisaalta alhaisissa ilmapitoisuuksissa (< 10 %) diffuusiovakio oli suurempi kyntämättömässä maassa kuin kynnetyissä (WESTMAAS RESEARCH GROUP 1984).

3.5.5. Pohjoimaiset tutkimustulokset maan ilmasta ja huokoisuudesta

HEINosen (1974) mukaan aurattomassa viljelyssä kyntöanturan muodostus keskeytyy ja samalla syntyy jatkuva pystysuora huokossysteemi, josta on hyötyä sekä juuriston kasvulle että veden ja ilman kulkeutumiselle. HÅKANSSON (1974) totesi maan kokonaishuokostilavuuden laskeneen selvästi, kun kynnöstä luovuttiin. Sen sijaan ilmanläpäisykyky parani aurattomassa viljelyssä kyntökerroksen alapuolella (RYDBERG 1982). RYDBERGIN (1982) mukaan riski sadonalennuksiin tiivistymisen vuoksi on suurempi aurattomassa viljelyssä kuin perinteisin keinoin viljeltäessä. Aurattomassa viljelyssä on erityisesti pyrittävä välttämään maan tiivistymistä, jotta maan luonnollinen rakenteen parantamiskyky voisi vaikuttaa edullisesti (HÅKANSSON 1974).

MARTIN (1984) mukaan kokonaishuokostilavuus oli pienempi kyntämättömässä maassa kuin kynnetyissä 0 - 10 cm syvyydessä. Sen sijaan 10 - 20 cm kerroksessa ei havaittu eroja. Norjalaisissa tutkimuksissa todettiin erityisesti suurten huokosten lukumäärän laskevan aurattomassa viljelyssä (RILEY 1983, 1985, RILEY ym. 1985) (kuva 4). Ilmalla täyttyneiden huokosten osuus huokostilavuudesta (pF_2) sekä ilman läpäisevyys aleni-

vat savi- ja hiesumaalla. Sen sijaan kyntämättömän hiuemaan ilmahuokosten osuus oli kaksinkertainen ja ilman läpäisevyys jopa kymmenkertainen kuin kyntämättömän savi- ja hiesumaan vastaavat arvot (RILEY 1983) (kuva 4).



Kuva 4. Suurten huokosten osuus kynnetyssä (PL) ja kyntämättömässä (UPL) hiue- ja silttimaassa (RILEY 1985).
Fig. 4. Amount of large pores in ploughed (PL) and unploughed (UPL) loam soil and silt soil (RILEY 1985).

Sänkimuokkaus (syksyllä) suurensi yleensä kyntämättömän maan ilmakapasiteettia varsinkin pintaosissa, mutta hiesumaan alemmien kerroksien ilmatilavuuteen sänkimuokkauksella oli negatiivinen vaikutus (RILEY 1983). Kyntämättömän maan kevätsänkimuokkaus alensi selvästi kokonaishuokostilavuutta kaikilla maalajeilla alemmissa kerroksissa. Todennäköisesti äkeellä oli tiivistävä vaikutus muokkauskerroksen alapuoliseen osaan (RILEY 1983). RILEYn ym. (1985) mukaan sänkimuokkaus alensi selvästi kyntämättömän hiesumaan ilman läpäisevyyttä, savi- maalla vaikutus oli päinvastainen.

Tanskalaisissa tutkimuksissa todettiin myös totaalihuokoisuuden pienenevän ja suurten huokosten vähenevän aurattomassa viljelyssä (RASMUSSEN 1978, 1981, 1982, RASMUSSEN ja OLSEN 1983). Hietaisella hiuemaalla 30 - 35 cm syvyydessä suurten huokosten osuus kokonaistilavuudesta oli pienempi kynnetyissä kuin kyntämättömässä maassa (RASMUSSEN 1982). Hiesuisella hiuemaalla suurten huokosten osuus oli suurin pelkän äestyksen (ei kyntöä) jälkeen 5 - 10 cm ja 30 - 35 cm syvyyksissä. Sen sijaan 15 - 20 cm syvydellä suurten huokosten tilavuus oli likipitään sama kynnetyn ja kyntämättömän maan välillä (RASMUSSEN 1982).

3.5.6. Maan tiiviystilassa tapahtuneet muutokset kasvien kannalta

EHLERSin ym. (1980, 1983) sekä ELLISin ja BARNESin (1980) mukaan kauran ja syysvehnän juuristot kasvoivat nopeammin kyntämättömässä kuin kynnetyissä maassa kyntämättömän maan katkeamattoman huokossysteemin vuoksi, huolimatta siitä, että kynnetty maa oli kuohkeampi kuin kyntämätön maa. Juuristo oli suorakylvetyssä maassa harvempi kyntökerroksen syvyydessä, mutta sen alapuolella tiheämpi kuin kynnetyissä maassa. Kynnetyissä maassa kyntöantura rajoitti juuriston kasvua (EHLERS ym. 1980, 1983).

Päinvastaisiakin tuloksia on saatu. FINNEY ja KNIGHT (1973) totesivat aurattoman viljelyn hidastaneen juuriston kasvua. Juuristossa oli enemmän vaakasuoraa haaromista kyntämättömässä kuin kynnetyissä maassa (hietainen hiuema). Kyntämättömän maan huokoskoon pieneneminen johti todennäköisesti siihen, että juuristo ei löytänyt riittävän suuria huokosia tunkeutuakseen niiden läpi. (vrt. WIERSUM 1957). Lisäksi kohonnut mekaaninen vastus rajoitti juuriston syvyyskasvua. Vastaavia tuloksia ovat saaneet mm. ELLIS ym. (hietainen hiuema, 1977), BAUDER (1981), CANNELL ym. (hiue- ja savimaita, 1982) ja TEN HOLTE (eri maalajeja, 1982).

EHLERSin ym. (1983) mukaan juuriston kasvua rajoittava mekaaninen vastus sai kyntämättömässä maassa olla näennäisesti suurempi kuin kynnetyissä maassa, koska juuristo pystyi aina löytämään uusia kasvuväyliä kyntämättömän maan jatkuvasta huokossysteemistä.

Matalaan muokatussa maassa ohran juuristo kasvoi samankaltaisesti kuin kynnetyissä maassa aina 30 cm syvyyteen, mutta tätä syvemmällä kyntämättömän maan juuristo kasvoi paremmin (CHANEY ym. 1985). CANNELLin ym. (1982) mukaan matalaan muokatussa maassa oli 10 cm syvyydessä tiivistymä, joka rajoitti juuriston kasvua, muttei vaikuttanut satotasoon alentavasti. BAUDERin (1981) mukaan jatkuva matalaan muokkaus saattaa muodostaa maahan juuriston kasvua haittaavan muokkausanturan.

STRANAK (1968) toteaa, että kyntämättömän maan tiivistymisellä voi olla positiivinen vaikutus kasvien kasvun kannalta, kunhan maa ei tiivisty liikaa. Sopivasti tiiviissä maassa siemenet ja juuret ovat paremmassa kontaktissa maapartikkelien kanssa, jolloin veden ja ravinteiden otto parantuu.

3.6. Maalajien fysikaaliset ominaisuudet kriteereinä tutkit- taessa maiden soveltuvuutta kyntämättä viljelyyn

Varsinkin englantilaiset tutkijat ovat pyrkineet laatimaan suosituksia eri maalajien soveltuvuudesta suorakylvöön. WILKINSONin (1975) mukaan suorakylvöön soveltuvalla maalla täytyy olla luonnostaan hyvä huokostilavuus ja veden imeytyskyky. Lisäksi ns. "self-mulch"-ominaisuus on eduksi eli maalla on kyky luonnostaan muodostaa riittävän multava ja kuohkea kasvualusta kasveille. Tämä edellyttää maalajilta hyvää rakenteen säilyttämiskykyä, joka myös suojelee rakennetta liialta tiivistymiseltä. Näiden kriteerien valossa suorakylvöön soveltuvia maita ovat WILKINSONin (1975) mukaan kalkkipitoiset

hiue- ja savimaat. Suorakylvöön soveltumattomia ovat maat, joilla on epästabiili rakenne. Tiivistymisriski ja liiallinen muovautuvuus sekä huono vedenläpäisykyky ovat ominaisuuksia, jotka eivät suosi kyntämättä viljelyn harjoittamista.

Laaja-alaisen luokittelun maiden soveltuvuudesta suorakylvöön ovat laatineet CANNELL ym. (1978). Maalajit on jaoteltu kolmeen ryhmään: 1. Maat, joilla on hyvä luontainen vedenläpäisykyky sekä stabiili rakenne (liitu-, kalkkimaat ja hyvin kuivuvat savimaat). Nämä maat soveltuvat sekä syys- että kevätiljosten suorakylvöön; 2. Maat, joilla on kohtalainen vedenläpäisykyky ja joissa ojitus toimii tehokkaasti (kalkkipitoiset savimaat, savet sekä muut savimaat). Toisen ryhmän maat soveltuvat lähinnä syysviljojen suorakylvöön; 3. Karkeat hiekka- ja hietamaat, hiesumaat sekä vaikeasti kuivatettavat savimaat. Näillä mailla suorakylvö johtaa todennäköisimmin sadonalennuksiin.

PIDGEONin (1980) mukaan ensisijainen kriteeri maan soveltuvuudessa suorakylvöön on ko. maan luontainen kyky vastustaa liiallista tiivistymistä (hyvä, stabiili rakenne).

STENGELin ym. (1984) mukaan suorakylvöön soveltuvan maan ominaisuuksia ovat hyvä aggregaattien stabiilisuus (orgaanisen aineksen määrä ja maan savespitoisuus), kutistumis- ja paisumiskyky sekä kestävyys tiivistymistä vastaan. Tällöin tulevat kysymykseen lähinnä savimaat, joiden savespitoisuus on riittävän korkea. Suuri riski sadonalennuksiin on mailla, joiden hiekka- ja hietapitoisuus on yli 65 % tai silttipitoisuus yli 50 % (STENGEL ym. 1984).

Ruotsalaisten tutkimustulosten mukaan auraton viljely todennäköisimmin soveltuu maille, joiden savespitoisuus on 15 - 30 % tai yli 45 %. Positiivisia tuloksia on saatu alhaisemmalla savespitoisuudella varsinkin silloin, jos ko. maan hiesupitoisuus on ollut korkea (savinen hiesu) (RYDBERG 1980,

1982). RYDBERGIN (1982) mukaan savimailla (savespitoisuus 30 - 45 %) on ongelmana niiden liiallinen herkkyys tiivistymiselle aurattomassa viljelyssä.

RILEYN (1983) mukaan ongelmallisia maita aurattomassa viljelyssä ovat savi- ja hiesumaat. MARTI (1984) on päätenyt samoille linjoille kuin RYDBERG. Parhaat satotulokset aurattomasta viljelystä saatiin mailta, joiden savespitoisuus oli 15 - 25 % tai noin 45 %.

4. Kyntämättä viljelyn vaikutukset maan viljavuuteen ja kasvien ravinteiden ottoon

Yksi kynnön perinteisistä tehtävistä on lannoitteiden ja lannan sekoittaminen kyntökerrokseen. Varsinkin fosforin ja vähäisemmässä määrin kaliumin tiedetään olevan huonosti maassa liikkuvia (RUSSELL 1973). Kynnöstä luopumisen voidaankin olettaa vaikuttavan ravinteiden jakaantumiseen maassa. Lisäksi kasvien ravinteiden otto voi olla erilaista kynnetyssä ja kyntämättömässä maassa.

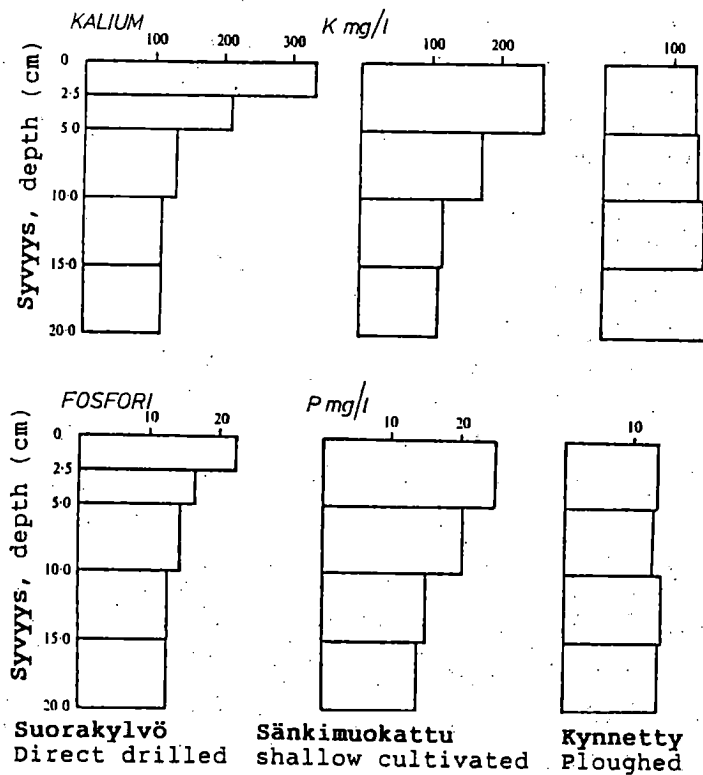
Kynnetyssä maassa fosfori ja kalium ovat tasaisesti jakaantuneina kyntökerrokseen. Sen sijaan kyntämättömässä maassa fosfori ja kalium kerääntyvät maan pintakerrokseen. Sänkimuokatussa maassa fosfori ja kalium ovat jakaantuneet hieman tasaisemmin kuin suorakylvetyssä maassa (kuva 5) (mm. EHLERS ym. 1972, HODGSON ym. 1977, ELLIS ja HOWSE 1980, RASMUSSEN ja OLSEN 1983, CLUTTERBUCK ja HODGSON 1984, RILEY ym. 1985, RYDBERG 1986). Huolimatta ravinteiden kertymisestä pintaosiin, kasvin fosforin ja kaliumin otton ei todettu häiriintyneen kyntämättömässä maassa (EHLERS ym. 1972, HODGSON ym. 1977, ELLIS ja HOWSE 1980, CLUTTERBUCK ja HODGSON 1984). FRANKINET ja GREVY (1982) totesivat aurattoman viljelyn alentaneen jonkin verran ohran ja kauran fosfori- ja kaliumpitoisuuksia. Tässäkin tutkimuksessa kasvien ei havaittu kärsineen fosforin tai kaliumin

puutetta kyntämättömällä maalla. Erot olivat harvoin tilastollisesti merkitseviä ja ne selittyivät osittain vuosittaisella vaihtelulla sekä satoeroilla (FRANKINET ja GREVY 1982).

Kasvien typen otto on usein ollut hitaampaa kyntämättömässä kuin kynnetyissä maassa (mm. BAEUMER 1970, HODGSON ym. 1977, ELLIS ja HOWSE 1980). Syinä tähän saattoivat olla mm. typen hitaampi mineralisoituminen (DOWDELL ym. 1983), suurempi denitrifikaatio (BURFORD ym. 1981, AULAKH JA RENNIE 1986) sekä eräissä tapauksissa rajoitetummat juuriston kasvumahdollisuudet kyntämättömässä kuin kynnetyissä maassa (CANNELL 1985). Suorakylvetty vilja onkin hyötynyt eräissä kokeissa n. 25 - 30 kg/ha lisätypestä kynnetyn maan typpilannoitukseen nähden (BAKERMANS ja de WIT 1970, HODGSON ym. 1977). Aurattomassa viljelyssä lisätypen merkitys ei ollut yhtä selvä (ELLIS ym. 1982, CLUTTERBUCK ja HODGSON 1984). O'SULLIVANin ja BALLin (1982) mukaan lisätyppi saattaa kohottaa kyntämättä viljellyn ohran valkuaispitoisuutta ja huonontaa näin lisää ohran mallastusominaisuuksia.

Koska orgaanista ainesta kerääntyy maan pintaosiin kyntämättä viljelyssä, myös orgaanisen typen määrän on todettu olevan suurempi kyntämättömän kuin kynnetyn maan pintakerroksissa (TEN HOLTE 1982, BLEVINS ym. 1983).

ELLIS ja HOWSE (1980) eivät todenneet merkittäviä eroja kynnetyn ja kyntämättömän maan pH:ssa ja Ca-pitoisuudessa. BLEVINSin ym. (1983) mukaan suorakylvetyn maan pH ja Ca-pitoisuus laskivat, varsinkin jos pintalannoituksessa käytettiin runsaasti typpeä. pH:n aletessa myös Al:n ja Mn:n määrät kasvoivat, tosin eivät kasveille haitallisessa määrin. Kalkitus ylläpiti suorakylvetyn maan pH:n ja Ca-pitoisuuden kynnetyn maan arvojen tasolla (BLEVINS ym. 1983).



Kuva 5. Kaliumin ja fosforin (mg/l) jakautuminen suorakylvetyssä, sänkimuokatussa ja kynnettyssä maassa (HODGSON ym. 1977).

Fig. 5. The distribution of potassium and phosphorus in the profiles of direct drilled, shallow cultivated and ploughed soil (HODGSON et al. 1977).

5. Kokeellinen osa

5.1. Aineisto ja menetelmät

5.1.1. Koekentät; maalajit ja viljavuus

Tutkimukseen kuuluu kuusi kenttäkoetta, jotka sijaitsevat Lou-nais-Suomen (Mietoinen), Satakunnan (Kokemäki), Sata-Hämeen (Mouhijärvi), Hämeen (Pälkäne) ja Kymenlaakson (Anjalankoski) tutkimusasemilla sekä yksi koe Jokioisissa.

Taulukossa 1 on esitetty koekenttien maan lajitekoostumukset. Lajitekoostumus määritettiin MTTK:n maantutkimusosastolla ELOSEN (1971) pipettimenetelmällä. Pintamaan luvut ovat kahdeksan ja pohjamaan luvut neljän näytteen keskiarvoja. Maalajit on nimetty JUUSELAN ja WÄREEN (1956) maalajikolmion mukaan.

Jokioisten koekentän maa on hiesavea. Pälkäneen koekentän maalaji on karkea hieta, joka poikkeaa selvästi muiden koepaikkojen maalajeista. Kymenlaakson tutkimusaseman koekentän maalaji on hiesusavea. Hiesufraktio on vallitsevana myös Kokemäen ja Mouhijärven koekentissä. Molemmilla koekentillä pinta-maa on savista hiuetta. Sekä Kokemäen että Mouhijärven koekenttien pohjamaa on savea, Kokemäellä hiesavea ja Mouhijärvellä hiesusavea. Lounais-Suomen tutkimusasemalla aurattoman viljelyn koekentän maalaji on aitosavea.

Taulukossa 2 on esitetty koekenttien viljavuus syksyllä 1979. Sulkuihin on merkitty näytteiden määrä. Myös keskiarvon keski-
virhe on lisätty taulukkoon.

Jokioisten koekentän viljavuus oli erinomainen koetta perustettaessa. Pälkäneen karkealla hiedalla kalsium-, kalium- ja magnesiumpitoisuudet olivat alhaiset. Em. kationien huuhtoutuminen on runsasta ko. maalajilla. Mietoisten koekentän korkean savespitoisuuden vuoksi kalium- ja magnesiumluvut olivat korkeita. Fosforipitoisuudet olivat melko alhaiset Anjalankosken, Kokemäen, Mouhijärven ja Mietoisten koekentissä. Muilta osin koekenttien viljavuusluvut olivat lähellä kunkin maatalouskeskustalueen keskiarvoja (KÄHÄRI 1985). Viljavuustutkimukset tehtiin Maatalouden tutkimuskeskuksen maantutkimusosastolla. Menetelmänä oli ns. viljavuusanalyysi (VUORINEN ja MÄKITIE 1955).

Taulukko 1. Koeenttien maajajitekoostumukset (%).
Table 1. Soil texture of the experimental fields.

	Lajite/Particle size					Maalaji Soil
	(0,002 mm)	(0,002 - 0,02 mm)	(0,02 - 0,06 mm)	(0,06 - 0,2 mm)	(0,2 - 2 mm)	
Jokioinen						
0 - 20 cm	42	22	17	12	7	Hes/clay loam
20 - 40 cm	49	21	14	11	5	Hes/clay loam
Pätkäne						
0 - 20 cm	6	8	15	37	34	KHt/fine sand
20 - 40 cm	5	7	14	39	35	KHt/fine sand
Anjalankoski						
0 - 20 cm	48	35	12	3	2	HsS/silty clay
20 - 40 cm	54	32	8	3	3	HsS/silty clay
Kokemäki						
0 - 20 cm	27	36	16	15	6	sHe/clayey silt
20 - 40 cm	34	38	15	12	1	Hes/clay loam
Mouhijärvi						
0 - 20 cm	29	47	12	6	6	sHe/clayey silt
20 - 40 cm	35	45	10	5	5	HsS/silty clay
Mietoinen						
0 - 20 cm	63	22	6	6	3	AS/heavy clay
20 - 40 cm	77	17	3	2	1	AS/heavy clay

Taulukko 2. Koekenttien viljavuus syksyllä 1979 (0 - 20 cm).
Table 2. Nutritional status of experiment fields in autumn 1979 (0 - 20 cm).
 Amount of nutrients, mg/l, soluble in acid (pH 4,65) ammonium acetate (+S.E.).

	pH	Ca	K	Mg	P
Jokioinen (4 näytettä/ 4 samples)	6,60±0,04	2530±48	340±34	410±13	44,5±4,6
Pälkäne (4 näytettä/ 4 samples)	5,60±0,05	1040±38	100± 4	65± 7	10,2±0,2
Anjalankoski (24 näytettä/24 samples)	5,53±0,03	1380±45	250± 4	270±11	7,4±0,2
Kokemäki (1 näyte/ 1 sample)	5,80	1300	180	300	8,2
Mouhijärvi (48 näytettä/48 samples)	6,10±0,03	1580±27	140± 3	180± 4	7,4±0,2
Mietoinen (16 näytettä/16 samples)	6,10±0,03	1820±37	330± 6	560±17	6,3±0,4

5.1.2. Koejärjestelyt

Kenttäkokeessa on kolme muokkauskäsittelyä: syyskyntö (A1), syysäestys (A2) ja kevätäestys (A3). Toisena koetekijänä on olkikäsitteily. B1-ruuduissa oljet jätetään maahan ja B2-ruuduista oljet korjataan pois sadonkorjuun jälkeen. Kolmantena koetekijänä kokeessa on juuririkkakasvien torjunta (C). Osa kokeesta ruiskutetaan glyfosaatilla joka kolmas vuosi sadonkorjuun jälkeen (C1). Koemalli on toisen asteen osaruutumalli. Kerranteita on neljä (kuva 6). Pälkäneen koekentässä kerranteet ovat rinnakkain. Koekasveina kolmivuotisessa kierrossa ovat vehnä, kaura ja ohra.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
C ₀													C ₁
	A ₁		A ₂		A ₃		A ₁		A ₃		A ₂		
C ₁	B ₁	B ₂	B ₂	B ₁	B ₁	B ₂	B ₂	B ₁	B ₁	B ₂	B ₂	B ₁	C ₀
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	

	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
C ₀													C ₁
	A ₃		A ₂		A ₁		A ₂		A ₃		A ₁		
C ₁	B ₂	B ₁	B ₁	B ₂	B ₂	B ₁	B ₁	B ₂	B ₂	B ₁	B ₁	B ₂	C ₀
	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	

Kenttä/field = 48 x 68 m²
 Ruutu/plot = 4 x 15 m²

- | | |
|--|---|
| A1 - syyskyntö/
autumn ploughing | B1 - oljet maahan/
straw not removed |
| A2 - syysäestys/
autumn cultivation | B2 - oljet korjataan/
straw removed |
| A3 - kevätäestys/
spring cultivation | C0 - ei ruiskutusta/
no spraying |
| | C1 - syysruiskutus/
glyphosate spraying |

Kuva 6. Aurattoman viljelyn kenttäkoekartta.
Fig. 6. The experimental field chart.

5.1.3. Kenttäkokeiden hoitaminen

Kenttäkokeiden perustamisesta, hoidosta ja viljelystä ovat PITKÄNEN ym. (1988) antaneet tarkemman selvityksen. A1-ruuduilla kyntösuunta vaihtuu vuosittain. Syys- ja kevätäsänkimuokkaus tehdään ruutujen pituussuuntaan ajosuuntaan C1 - C0, jotta juolavehnan juurakot eivät kulkeutuisi C1-ruuduille. A3-ruutujen sänkimuokkaus pyritään tekemään muutamaa päivää

päivää ennen varsinaista kylvömuokkausta. Sänkimuokkaus tehdään joko kultivaattorilla (Jokioinen, Mietoinen), lapiorullaäkeellä (Pälkäne, Kokemäki, Mouhijärvi) tai s-piikkiäkeellä (Anjalankoski). Kultivaattorilla ajokertoja on ollut yksi, lapiorullaäkeellä 2 - 3.

B1-ruudut puidaan silppurilla varustetulla puimurilla. Mahdolliset olkikasat tasoitetaan ruudun alueelle. B2-ruudut puidaan ilman silppuria, jotta olkien keruu sadonkorjuun jälkeen helpottuisi.

Glyfosaattiruiskutus on tarkoitus tehdä joka kolmas vuosi C1-ruuduille, mikäli juuririkkakasveja esiintyy. Käsittely myöhästyttää A1- ja A2-ruutujen muokkaustoimenpiteitä. Sadenkorjuun jälkeen on odotettava juuririkkaruohojen kasvuunlähtöä, ja ruiskutuksen jälkeen on odotettava glyfosaatin tehoamista juuririkkakasveihin.

Varsinainen kylvömuokkaus tehdään joustopiikkiäkeellä yhtäläisesti koko kentälle ruutujen pituussuuntaan (suuntaan C1 - C0). Kynnetyn ja kyntämättömän maan erilaisen kuivumis- ja lämpenemisnopeuden vuoksi on kylvömuokkaukselle jouduttu valitsemaan eräänlainen kompromissiajankohta, joka on jossain määrin saattanut poiketa sekä kynnetyn että kyntämättömän maan optimaalisista muokkausolosuhteista.

Kevät 1985 oli myöhäinen, mikä korosti kyntämättömän maan hitaampaa kuivumista. Jokioisissa ja Mouhijärvellä A2- ja A3-ruudut olivat silmävaraisesti arvioiden selvästi liian kosteita muokkaustoimenpiteille kylvömuokkauspäivänä, minkä vuoksi maa ei muokkaantunut kunnolla ja riski maan tiivistymiselle oli olemassa. Lisäksi em. koekentillä runsas olki A2B1- ja A3B1-ruuduilla häytti muokkausta. Vastaavia ongelmia aiheutti runsas juolavehnekasvusto Pälkäneen ja Kokemäen koekentillä (A2C0- ja A3C0-ruudut). Anjalankosken ja Mietoisten koekenttien kyntöruudut olivat keväällä 1985 hyvin kuivia

pintaosistaan kylvömuokkauspäivänä. Kasvukauden kokonaissademäärät ylittivät pitkäaikaiset keskiarvot. Sateet keskittyivät kasvukauden alku- ja loppupuolelle (ANON. 1985).

5.1.4. Näytteiden otto ja mittausmenetelmät

5.1.4.1. Maan lämpötilamittaukset

Kyntämättömyyden ja olkikäsittelyn vaikutusta roudan sulamiseen ja maan lämpenemiseen seurattiin Jokioisissa keväällä 1985 sekä keskilämpötilapiirturien (Lambrecht) että pikalämpömittarin (Wallac) avulla.

Piirturien anturit sijoitettiin 5 ja 10 cm syvyyteen kynnetylle (A1B1) ruudulle ja kahdelle kevätäestysruudulle (A3B1 ja A3B2). Näin pyrittiin saamaan esiin sekä muokkaustoimenpiteiden että olkikatteen vaikutukset maan lämpöoloihin keväällä. Mittaus aloitettiin 9.5. ja lopetettiin 4.6. viljan tullessa oraalle.

Pikalämpömittarilla mittaukset alkoivat 10.5. ja päättyivät 20.5. Mittaukset tehtiin noin kahden vuorokauden välein. Mittaussyvyyydet olivat 5 ja 10 cm. Mittausta häiritsivät mittarin herkkyyks ilman lämpötilalle sekä toisaalta edustavan mittauspaikan löytäminen koeruuduista (kyntöharjat, epätasainen olkikate). Mittaukset tehtiin kaikista ruuduista. Edustavan aineiston saaminen olisi myös edellyttänyt huomattavasti tiheämmin toistuvia mittauskertoja.

Lisäksi tehtiin lämpötilamittauksia jokaisella koekentällä kylvömuokkauksen jälkeen. Tarkoituksena oli selvittää pikamittauksella suuntaa antavasti muokkaustoimenpiteiden ja olkikäsittelyn vaikutukset itämislämpötilaan. Mittausta vaikuttivat edellämainitut ongelmat, jotka aiheuttivat aineistoon suurta hajontaa. Lisäksi Kokemäen koekentällä Wallac-mittarin patte-

rit kuuluivat loppuun, joten Satakunnan tulokset ovat vielä vähemmän edustavia kuin muilla koekentillä. Mittaussyvyyydet olivat samat kuin edellä.

5.1.4.2. Maanäytteiden otto

Jokaiselta koekentältä otettiin keväällä 1985 välittömästi kylvömuokkauksen jälkeen maanäytteet. Maanäytteen otossa käytettiin 400 cm^3 kerrosnäytekairaa, jolla otettiin kerrosnäytteitä 0 - 20 cm syvyydestä 8 kerrosta 2,5 cm välein (HEINONEN 1960). Yhden kerroksen tilavuus oli näin 50 cm^3 . Jokaisesta koeruudusta otettiin 6 pistoa, joiden samaa syvyyttä edustavat kerrokset yhdistettiin viljavuusnäyterasioihin. Jokaisesta koeruudusta saatiin näin kahdeksan rasiaa eli koko koekentältä $48 \times 8 = 384$ rasiaa. Hämeen tutkimusaseman koekentältä otettiin maanäytteet vain puolelta kentältä eli 192 viljavuusnäyterasiaa.

5.1.4.3. Maan kosteus ja tilavuuspaino

Maanäytteet punnittiin rasioineen vaa'alla, josta tyhjän rasian paino oli taarattu pois. Tämän jälkeen rasioiden suut avattiin ja maat saivat kuivua, kunnes näytteet olivat ilma-kuivia. Kuivumisen nopeuttamiseksi maanäyterasiat olivat kaksi viikkoa $35 \text{ }^\circ\text{C}$ lämpöisessä lämpökaapissa. Maanäytteet rasioineen punnittiin tämän jälkeen ilma-kuivina. Lisäksi määritettiin muutamasta maanäytteestä koekentittäin kuiva-ainepitoisuus.

Tilavuuspaino laskettiin kullekin maakerrokselle seuraavasti:

$$\text{Tilavuuspaino} = bxc/300 \times 100 \text{ g/cm}^3, \text{ jossa}$$

$$300 \text{ cm}^3 = \text{maakerroksen tilavuus}$$

$$b = \text{maakerroksen ilmakeivapaino g}$$

$$c = \text{ilmakeivan maan kuiva-aine \%}$$

Maan kosteus tilavuusprosentteina laskettiin kaavasta:

$$\text{Kosteus tilavuus \%} = a - bxc/300 \times 100, \text{ jossa}$$

$$300 \text{ cm}^3 = \text{maakerroksen tilavuus}$$

$$a = \text{maakerroksen tuorepaino g}$$

$$b = \text{maakerroksen ilmakeivapaino g}$$

$$c = \text{ilmakeivan maan kuiva-aine \%}$$

Maan kosteus painoprosentteina saatiin jakamalla maan kosteus tilavuusprosentteina maan tilavuuspainolla.

Kuiva-ainemääritysten jälkeen puolet näytteistä kultakin koe-kentältä (Pälkäneen näytteet kokonaan) lähetettiin maantutkimusosastolle, jossa näytteille tehtiin orgaanisen hiilen määrittely ja viljavuusanalyysi. Toinen puoli maanäytteistä varattiin maan mururakenteen tutkimista varten.

5.1.4.4. Muruanalyysit

Maanäytteiden mururakennetta tutkittiin sekä kuiva- että märkäseulonnan avulla. Kuivaseulonta tehtiin koeruuduttain (24 ruutua) neljän ensimmäisen kerroksen osalta. Näin saatiin selville kylvömuokkauskerroksen (0 - 10 cm) murujen kokojakauma kynnyksessä ja kyntämättömässä maassa.

HEINOSEN (1985) mukaan läpimitaltaan 1 - 5 mm kokoiset murut edustavat optimaalista murukokoa kylvöalustassa. Kuivaseulon-
nassa päädyttiin käytännön syistä (1 mm seulan tukkeutuminen,
5 mm seulan puuttuminen) käyttämään 2 ja 6 mm seuloja
(Santasalo-Sohlberg). Tällä tavoin saatiin muokkauskerroksen
murut seulottua läpimitaltaan alle 2 mm, 2 - 6 mm ja yli 6 mm
muruihin. Seulomisaika kutakin maakerrosta kohti oli 20 sekun-
tia. Kunkin murufraktion paino paino punnittiin, ja fraktion
osuus kerrosmaanäytteen kokonaispainosta laskettiin.

Näytteet niistä kyntämättömistä koeruuduista, jotka olivat
olleet hyvin märkiä kylvömuokkauspäivänä (Jokioisten koe-
kenttä), eivät olleet erityisen kelvollisia kuivaseulontaa
ajatellen. Märkä maa oli tiivistynyt maanäytekairassa yhdeksi
kimpaleeksi, joten maanäytteen muruisuuden tutkiminen oli
lähes mahdotonta.

Mururakenteen stabiilisuus tutkittiin märkäseulonnan avulla.
Seulana käytettiin 2 mm seulaa. Kultakin koeruudulta (24
ruutua) tutkittiin pintamaan kahden ensimmäisen kerroksen mu-
ruja (0 - 2,5 cm, 2,5 - 5 cm). Tutkittavina näytteinä olivat
kuivaseulonnassa saadut 2 - 6 mm murut. Muruja punnittiin seu-
lalle 20 g. Seula asetettiin seulomiskoneeseen, joka seuloi
murunäytettä vedessä yhden minuutin ajan. Seulalle jääneet
murut huuhdottiin suodatinpaperille, joka kuivattiin lämpökaa-
pissa 105 °C:ssa. Kuivat murut punnittiin ja niiden osuus mu-
runäytteen alkuperäisestä painosta laskettiin.

Pälkäneen koekentän maanäytteistä ei tehty muruanalyysyjä,
sillä karkeassa hietamaassa ei ollut selvää mururakennetta.

5.1.4.5. Orgaaninen hiili

Maanäytteiden orgaanisen hiilen pitoisuudet määritettiin Maatalouden tutkimuskeskuksen maantutkimusosastolla. Menetelmänä käytettiin SIPPOLAN (1982) kuvaamaa kuivapolttua (LECO CR-12). Tulokset on esitetty orgaanisen hiilen pitoisuuksina (%) kussakin maakerroksessa. Humuspitoisuuksiksi nämä arvot voidaan muuttaa käyttämällä kerrointa 1,724 (ALLISON 1969).

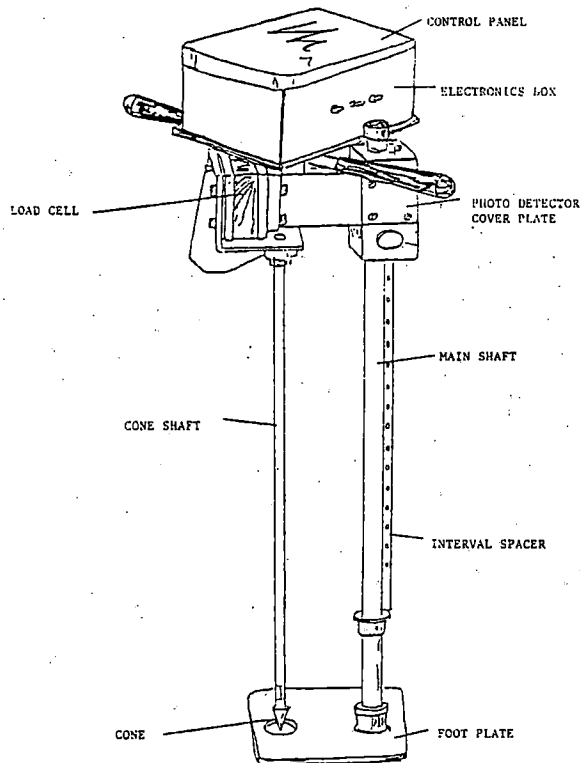
4.1.4.6. Penetrometrimittaukset

Maan mekaaninen vastus eri syvyyksissä mitattiin penetrometrin avulla. Tarkoituksena oli selvittää mahdolliset muutokset maan mekaanisessa vastuksessa, kun kynnöstä luovutaan. Samalla pyrittiin selvittämään mahdollinen ero syys- ja kevätäestyksen vaikutuksien välillä.

Mittausvälineenä käytettiin Sokerijuurikkaan tutkimuskeskuksen omistamaa penetrometriä (The Bush recording soil penetrometer, kuva 7). Käytetty mittausväline on ns. kartiopenetrometri. Mitattavaa ominaisuutta kutsutaan joko kartioresistanssiksi tai kartioindeksiksi. Mekaaninen vastus ilmaistaan paineen yksikköinä (ANON. 1979). Käytetyllä penetrometrillä pystyttiin mittaamaan mekaaninen vastus 15 eri syvyydestä 3,5 cm välein. Tarkemmin vastaavan penetrometrin toimintaperiaatetta ovat selostaneet ANDERSON ym. (1980). Penetrometrimittausten luotettavuutta heikentävät mm. runsaat kosteusvaihtelut maan eri kerroksissa, maaperän kivisyys sekä muu koekentän epähomogeenisuus (mm. BILLOT 1982, CORDIER ja FRANKINET 1982).

Alkukesällä (6. - 7.6.) mitattiin mekaaninen vastus Jokioisten koekentällä kaikista koeruuduista eri syvyyksistä 3,5 cm välein 52,5 cm syvyyteen asti. Kustakin ruudusta otettiin kymmenen pistoa, joten koeruutua kohti saatiin 10 penetrometrilukemaa kutakin syvyyttä kohti (15 syvyyttä). Kymmenen lukuarvon joukosta valittiin mediaani, jota käytettiin kuvaamaan ko. sy-

vyydessä olevaa maan mekaanista vastusta tässä koeruudussa. Syksyllä sadonkorjuun jälkeen (elo-syyskuun vaihteessa) mitattiin kaikkien koekenttien maan mekaaninen vastus. Kunkin syydyden kymmenestä penetrometrilukemasta etsittiin mediaani, jota käytettiin laskutoimituksissa.



Kuva 7. Maan mekaanisen vastuksen tutkimiseen käytetty penetrometri (ANON. 1979 a).

Fig. 7. The Bush recording soil penetrometer (ANON. 1979 a).

5.1.4.7. Viljavuusanalyysit

Maanäytteiden viljavuus (pH, Ca, K, Mg ja P) tutkittiin koeruuduttain. Viljavuusanalyysi tehtiin maantutkimusosastolla. Maan pH mitattiin maa-vesi -suspensiosta (1:2,5 v/v). Maan ravinnetila kalsiumin, kaliumin, magnesiumin ja fosforin osal-

ta määritettiin ammoniumasetaatin avulla (pH 4,65). Menetelmä on sama kuin Viljavuuspalvelu Oy:n käyttämä menetelmä (VUORINEN ja MÄKITIE 1955).

5.1.5. Aineiston käsittely

Aineisto käsiteltiin Maatalouden tutkimuskeskuksen tietokoneella SPSSX-ohjelmistoilla (ANON. 1983). Tilastollisena menetelmänä käytettiin varianssianalyysiä. Maaperään liittyvissä tilastollisissa analyyseissä käytettiin ensimmäisen asteen osaruutumallin mukaista varianssianalyysiä, koska glyfo-saattikäsittelyllä ei todettu olevan vaikutusta mitattuihin maaperän ominaisuuksiin.

Tuloksille laskettiin pienimmät merkitsevät erot 95 % todennäköisyydellä Tukeyn HSD-testillä.

5.2. Tulokset

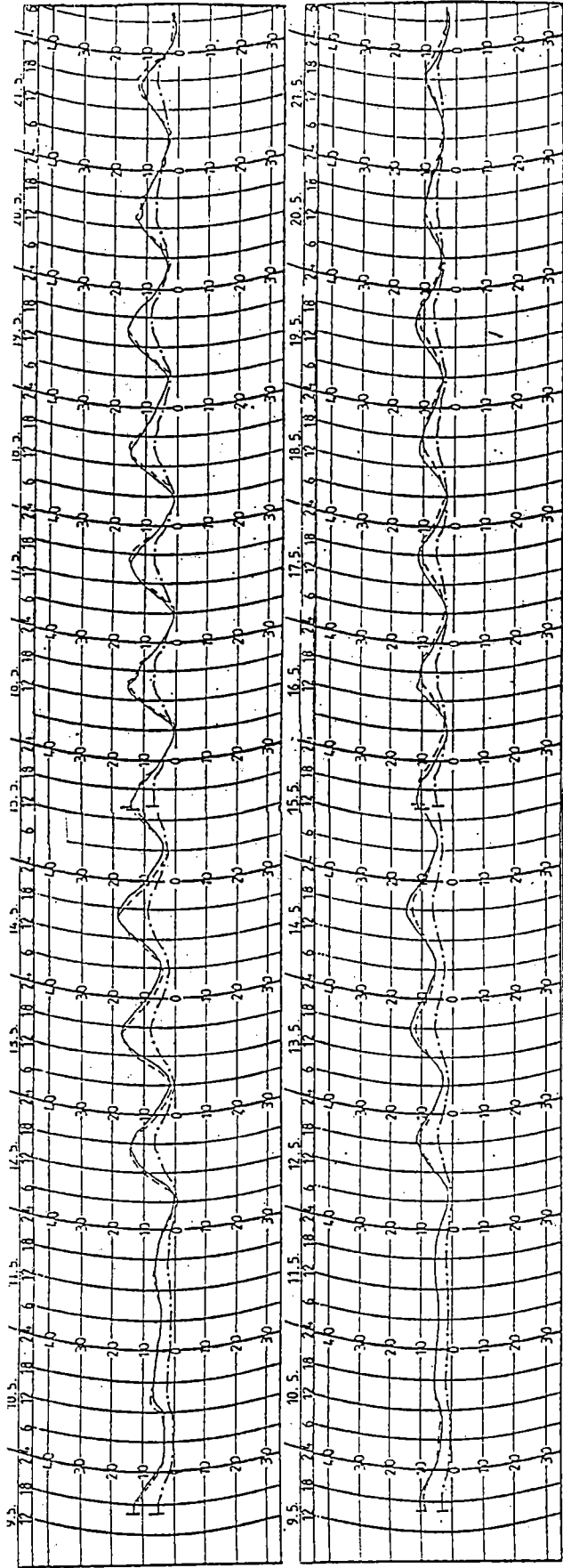
5.2.1. Maan lämpöolot keväällä

Kuvassa 8 on esitetty lämpötilapiirturien piirtämät lämpötilakäyrät Jokioisten koekentällä ajalta 9.5. - 4.6. Käyristä käy ilmi, että kynnetty maa oli lämpimämpi kuin kyntämätön maa, jolta olkia ei ollut poistettu. Sen sijaan kyntämättömän ruudun, jolta oljet oli kerätty pois, lämpötilakäyrät olivat lähes yhtenevät kynnetyn maan käyrien kanssa. Syvemmissä kerroksessa käyrät olivat loivenmat, koska korkeimmat vuorokautiset lämpötilat olivat alhaisemmat kuin lähellä maan pintaa.

Muokkauksen ja kylvön jälkeen (23. - 24.5.) lämpötilakäyrät olivat yhtenevät kynnetyllä ja kyntämättömällä maalla. Maahan muokatut oljet eivät vaikuttaneet lämpöoloihin piirturien käyrien mukaan.

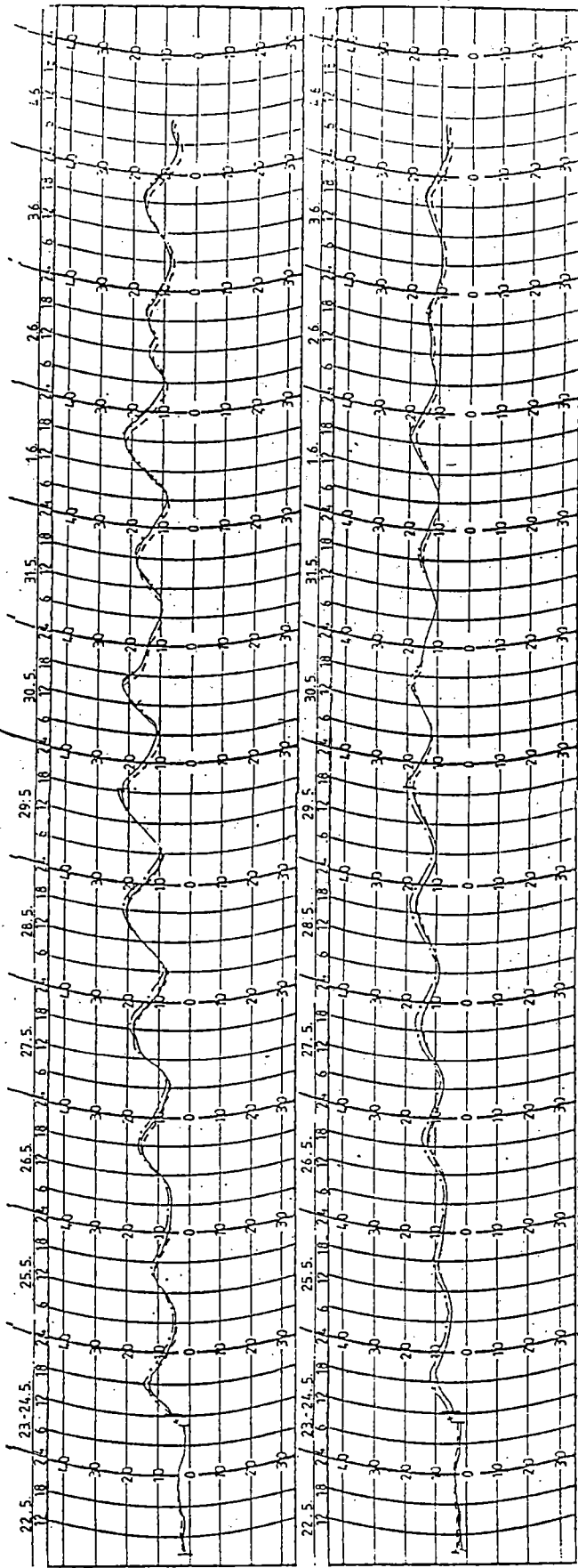
Taulukossa 3 on esitetty Jokioisten koekentällä ennen kylvömuokkausta pikalämpömittarilla tehtyjen lämpötilamittausten tulokset. Kynnetty maa oli molemmissa syvyyksissä merkitsevästi lämpimämpi kuin keväällä sänkimuokattava maa, jolta olkia ei oltu poistettu. Myös syysäestetty maa oli useimmissa tapauksissa merkitsevästi lämpimämpi kuin keväällä sänkimuokattava maa. Olkien poisto keväällä sänkimuokattavalta maalta on vaikuttanut merkitsevästi lämpötilaa kohottaen. Kynnetyn maan ja syysäestetyin maan lämpötilaan olkien poistolla ei ole ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta. Syysäestetyin maan lämpötila näyttää tosin nousseen selvästi, kun oljet on poistettu.

Taulukkoon 4 on kerätty muokatun maan lämpötilamittausten tulokset kylvöpäivänä kultakin koekentältä. Lämpötiloissa ei ollut suuria eroja kynnetyn ja kyntämättömän maan välillä tai olkikäsittelyn suhteen. Kyntämätön maa on ollut useimmissa tapauksissa hieman viileämpi kuin kynnetty maa, merkitsevästi Jokioisten (varsinkin syysäestetty maa), Pälkäneen, Kokemäen (10 cm) ja Mouhijärven koekentillä. Olkien poisto vaikutti merkitsevästi maan lämpötilaan Kokemäellä (10 cm), Mouhijärvellä (5 cm) sekä Mietoisilla (5 cm).



5 cm

10 cm



5 cm

10 cm

Kuva 8. Lämpötilakäyrät 9.5. - 4.6.1985, Jokioinen (— = kynnetty maa; -.-.- = kylvömuokattu maa, oljet maassa; --- = kylvömuokattu maa, oljet kerätty pois; kylvömuokkaus 23. - 24.5.1985).

Fig. 8. Soil temperatures at the depth of 5 and 10 cm 9.5. - 4.6.1985, Jokioinen (— = ploughed soil; -.-.- = unploughed, straw on the surface; --- = unploughed, straw removed; seedbed preparation 23. - 24.5.1985).

Taulukko 3. Päivälämpötilamittaukset (°C) 10. - 20.5.1985, Jokioinen (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; HSD Tukey 5 %).

Table 3. Day temperatures of the soil (°C) at the depth of 5 and 10 cm 10. - 20.5.1985, Jokioinen (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; HSD Tukey 5 %).

		5 cm:			10 cm:			
		B1	B2	$\bar{X}A$	B1	B2	$\bar{X}A$	
10.5.	A1	10,4	10,2	10,1	A1	7,9	7,8	7,9
	A2	9,3	10,1	9,7	A2	7,0	7,6	7,3
	A3	7,2	10,0	8,6	A3	5,7	7,8	6,8
	$\bar{X}B$	9,0	10,1		$\bar{X}B$	6,9	7,7	
		HSD AxB=1,6			HSD AxB=1,3			
13.5.	A1	15,1	14,2	14,7	A1	10,6	9,5	10,1
	A2	12,4	12,4	12,4	A2	7,5	9,5	8,5
	A3	7,2	11,8	9,5	A3	5,2	8,3	6,8
	$\bar{X}B$	11,6	12,8		$\bar{X}B$	7,8	9,1	
		HSD AxB=3,3			HSD AxB=2,8			
15.5.	A1	13,9	13,2	13,6	A1	10,0	9,9	10,0
	A2	11,0	12,1	11,6	A2	8,5	9,2	8,9
	A3	8,0	11,0	9,5	A3	6,8	9,1	8,0
	$\bar{X}B$	11,0	12,1		$\bar{X}B$	8,4	9,4	
		HSD AxB=2,2			HSD AxB=1,2			
17.5.	A1	13,9	13,3	13,6	A1	8,7	8,7	8,7
	A2	8,6	11,3	10,0	A2	6,5	7,6	7,1
	A3	8,1	10,9	9,5	A3	6,5	7,9	7,2
	$\bar{X}B$	10,2	11,8		$\bar{X}B$	7,2	8,1	
		HSD AxB=2,9			HSD A=1,1 HSD B=0,7			
20.5.	A1	15,3	13,8	14,6	A1	10,0	9,1	9,6
	A2	10,3	12,9	11,6	A2	7,5	8,7	8,1
	A3	8,0	11,6	9,8	A3	6,7	8,5	7,6
	$\bar{X}B$	11,2	12,8		$\bar{X}B$	8,1	8,8	
		HSD AxB=2,3			HSD AxB=1,2			

Taulukko 4. Kylvöalustan lämpötilat ($^{\circ}\text{C}$) heti kylvömuokkauksen jälkeen eri koekentillä (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; HSD Tukey 5 %).

Table 4. Day temperatures of the seedbed ($^{\circ}\text{C}$) straight after seedbed preparation at different experimental fields (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; HSD Tukey 5 %).

Jokioinen (23.5.):

	5 cm		
	B1	B2	\bar{X}_A
A1	10,4	10,5	10,5
A2	9,1	9,1	9,1
A3	9,1	10,2	9,7
\bar{X}_B	9,5	9,5	
HSD A=1,0			

	10 cm		
	B1	B2	\bar{X}_A
A1	7,2	6,9	7,1
A2	6,1	6,3	6,2
A3	6,4	7,2	6,8
\bar{X}_B	6,6	6,8	
HSD AxB=0,6			

Pälkäne (28.5.):

	5 cm		
	B1	B2	\bar{X}_A
A1	23,9	23,6	23,8
A2	21,8	22,5	22,2
A3	21,6	22,1	21,9
\bar{X}_B	22,4	22,7	
HSD A=1,6			

	10 cm		
	B1	B2	\bar{X}_A
A1	19,1	18,8	19,0
A2	16,8	18,0	17,4
A3	16,7	17,3	17,0
\bar{X}_B	17,5	18,0	
HSD A=1,2			

Anjalankoski (20.5.):

	5 cm		
	B1	B2	\bar{X}_A
A1	11,5	11,3	11,4
A2	10,9	11,1	11,0
A3	11,0	11,4	11,2
\bar{X}_B	11,1	11,3	

	10 cm		
	B1	B2	\bar{X}_A
A1	10,1	10,2	10,2
A2	9,9	10,1	10,0
A3	10,2	10,6	10,4
\bar{X}_B	10,1	10,3	

Kokemäki (29.5.):

	5 cm		
	B1	B2	\bar{X}_A
A1	23,1	24,8	24,0
A2	22,5	21,9	22,2
A3	21,8	23,1	22,5
\bar{X}_B	22,5	23,3	

	10 cm		
	B1	B2	\bar{X}_A
A1	17,6	19,1	18,4
A2	16,8	17,0	16,9
A3	16,7	18,4	17,6
\bar{X}_B	17,0	18,2	
HSD A=0,7			
HSD B=0,8			

Mouhijärvi (30.5.):

	5 cm		
	B1	B2	\bar{X}_A
A1	16,9	17,0	17,0
A2	16,3	16,6	16,5
A3	16,1	16,6	16,4
\bar{X}_B	16,4	16,7	
HSD A=0,3			
HSD B=0,2			

	10 cm		
	B1	B2	\bar{X}_A
A1	15,5	15,7	15,6
A2	14,3	15,1	14,7
A3	14,2	15,0	14,6
\bar{X}_B	14,7	15,3	
HSD A=0,7			
HSD B=0,3			

Mietoinen (27.5.):

	5 cm		
	B1	B2	\bar{X}_A
A1	20,0	20,2	20,1
A2	19,1	21,0	20,3
A3	20,1	20,9	20,5
\bar{X}_B	19,9	20,7	
HSD B=0,5			

	10 cm		
	B1	B2	\bar{X}_A
A1	14,9	14,6	14,8
A2	14,3	15,6	15,0
A3	14,7	15,5	15,1
\bar{X}_B	14,6	15,2	
HSD AxB=1,3			

5.2.2. Kylvöalustan kosteus

Taulukoissa 5 ja 6 on esitetty kylvöalustan kosteus kylvöpäivänä eri koepaikkakunnilla. Kosteuden vaihtelut 20 cm pinta-kerroksessa on esitetty kuvassa 9.

Jokioisten koekenttä: Maakerrosten kosteudet erosivat tilastollisesti merkitsevästi kolmen ensimmäisen kerroksen kohdalla (0 - 7,5 cm) kynnetyn ja kyntämättömän maan välillä. Kynnetyn maan kosteus oli näissä kerroksissa pienin ja keväällä sänkimuokatun maan kosteus suurin. Syksyllä äestetyn maan pintaosien kosteus erosi merkitsevästi kevästäestetyt maan kosteudesta 0 - 5 cm kerroksessa. Olkien poisto vaikutti kuivattavasti kyntämättömän maan kosteuteen, merkitsevästi 0 - 5 cm kerroksessa.

Syvenmissä kerroksissa (> 12,5 cm) kynnetyn maan kosteus oli suurempi kuin kyntämättömän maan kosteus, merkitsevästi 17,5 - 20,0 cm syvyydessä.

Pälkäneen koekenttä: Kolmen päällimmäisen kerroksen osalta kynnetty maa oli merkitsevästi kuivempaa kuin kyntämätön maa. Syvenmällä (> 10 cm) kynnetyn maan, jolta oljet oli poistettu, kosteus oli merkitsevästi pienempi kuin keväällä sänkimuokatussa maassa, josta oljet oli myös kerätty pois (12,5 - 15,0 cm:ssä ero ei ole merkitsevä). Jos oljet oli kynnetty maahan, kynnetty maa oli kosteampaa 10 - 20 cm kerroksessa kuin kyntämätön maa, merkitsevästi 17,5 - 20 cm syvyydessä. Olkien poisto vaikutti merkitsevästi kynnetyn maan kosteuteen (10,0 - 12,5 cm, 15,0 - 20,0 cm) ja keväällä sänkimuokatun maan kosteuteen (15,0 - 20,0 cm).

Anjalankosken koekenttä: Kyntämätön maa oli pintaosistaan (0 - 7,5 cm) merkitsevästi kosteampaa kuin kynnetty maa. Syvenmällä kosteuserot tasoittuvat. Syysäestetty maa oli merkitsevästi kuivempaa kuin kynnetty maa 10 - 20 cm kerroksessa. Olkien keräämisellä pois pellolta oli merkitsevä vaikutus maan kosteuteen.

Taulukko 5. Kylvöalustan kosteus painoprosentteina, Jokioinen, Pälkäne, Anjalankoski (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; HSD Tukey 5 %).

Table 5. Seedbed moisture (% w/w), Jokioinen, Pälkäne, Anjalankoski (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; HSD Tukey 5 %).

Jokioinen

0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm		
B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A
A1	18,0	18,1	18,1	A1	21,3	22,0	21,6	A1	23,2	23,8	23,5
A2	23,9	21,5	22,7	A2	27,1	24,4	25,7	A2	27,7	26,5	27,1
A3	27,0	23,7	25,4	A3	30,8	27,8	28,9	A3	30,1	27,6	28,8
\bar{x}_B	23,0	21,1		\bar{x}_B	26,4	24,5		\bar{x}_B	27,0	26,0	
HSD A=2,0			HSD AxB=2,9			HSD A=2,9			HSD A=2,9		
HSD B=1,3											

10,0-12,5 cm			12,5-15,0 cm			15,0-17,5 cm			17,5-20,0 cm		
B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A
A1	26,0	26,7	26,4	A1	26,9	27,7	27,3	A1	28,0	29,3	28,7
A2	25,5	25,4	25,5	A2	25,1	24,9	25,0	A2	25,2	25,1	25,2
A3	25,9	25,0	25,4	A3	25,5	24,6	25,1	A3	25,7	24,7	25,2
\bar{x}_B	25,8	25,7		\bar{x}_B	25,8	25,7		\bar{x}_B	26,3	26,4	
									HSD A=3,6		

Pälkäne

0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm		
B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A
A1	17,6	15,5	16,5	A1	21,4	21,4	21,4	A1	23,2	23,0	23,1
A2	22,9	20,7	21,8	A2	27,7	25,4	26,5	A2	28,4	27,3	27,9
A3	21,6	22,8	22,2	A3	26,8	28,7	27,8	A3	28,0	29,8	28,9
\bar{x}_B	20,7	19,7		\bar{x}_B	25,3	25,2		\bar{x}_B	26,5	26,7	
HSD A=4,8			HSD A=4,7			HSD A=5,5					

10,0-12,5 cm			12,5-15,0 cm			15,0-17,5 cm			17,5-20,0 cm		
B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A
A1	26,7	24,4	26,0	A1	27,0	25,0	26,0	A1	27,7	25,1	26,4
A2	25,1	25,7	25,3	A2	25,2	25,5	25,3	A2	25,7	25,5	25,6
A3	25,8	27,1	26,5	A3	26,1	26,9	26,5	A3	25,9	27,6	26,7
\bar{x}_B	25,9	25,7		\bar{x}_B	26,1	25,8		\bar{x}_B	26,4	26,1	
HSD AxB=2,2						HSD AxB=2,2			HSD AxB=2,2		

Anjalankoski

0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm		
B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A
A1	12,5	12,3	12,4	A1	16,2	15,6	15,9	A1	19,7	19,0	19,3
A2	16,1	14,0	15,0	A2	20,6	18,3	19,5	A2	22,6	21,0	21,8
A3	16,8	15,1	16,0	A3	22,5	19,4	20,9	A3	23,8	21,8	22,8
\bar{x}_B	15,1	13,8		\bar{x}_B	19,8	17,8		\bar{x}_B	22,0	20,6	
HSD A=2,1			HSD AxB=1,9			HSD A=1,8			HSD A=1,8		
HSD B=0,9						HSD B=0,9			HSD B=0,7		

10,0-12,5 cm			12,5-15,0 cm			15,0-17,5 cm			17,5-20,0 cm		
B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A
A1	23,9	23,5	23,7	A1	24,6	24,6	24,6	A1	25,6	25,4	25,5
A2	22,7	21,6	22,1	A2	23,1	22,0	22,6	A2	23,4	22,4	22,9
A3	24,0	22,5	23,3	A3	24,5	22,9	23,7	A3	25,1	23,5	24,3
\bar{x}_B	23,5	22,5		\bar{x}_B	24,1	23,2		\bar{x}_B	24,7	23,8	
HSD A=1,1			HSD A=1,4			HSD A=1,9			HSD A=2,9		
HSD B=0,5			HSD B=0,6			HSD B=0,6			HSD B=0,6		

Kokemäen koekenttä: Kyntämätön maa oli 0 - 7,5 cm syvyydessä kosteampaa kuin kynnetty maa, merkitsevästi 2,5 - 7,5 cm kerroksessa, kun olkia ei ollut poistettu. Syvemmällä (> 10 cm) kynnetty maa oli kosteampaa kuin kyntämätön maa. Kynnetyn maan kosteus oli merkitsevästi suurempi kuin syysäestetyin maan kosteus 17,5 - 20 cm syvyydessä. Olkien poistolla oli merkitsevä vaikutus varsinkin kyntämättömän maan kosteuteen.

Mouhijärven koekenttä: Keväällä sänkimuokattu maa oli merkitsevästi kosteampaa kuin kynnetty maa ja syysäestetty maa 0 - 15 cm syvyydessä. Syysäestetyin maan kosteus oli merkitsevästi suurempi kuin kynnetyn maan kosteus 10 cm syvyyteen asti. Olkien poisto alensi merkitsevästi maan kosteutta.

Mietoisten koekenttä: Pintakerroksessa (0 - 2,5 cm) syysäestetty maa oli merkitsevästi kosteampaa kuin kynnetty maa, kun olkia ei ollut poistettu. Seuraavassa kerroksessa sekä syysäestetty maa että kevätäestetty maa olivat merkitsevästi kosteampia kuin kynnetty maa, kun olkia ei ollut poistettu. Tämän kerroksen jälkeen kynnetty maa ja syysäestetty maa olivat merkitsevästi kuivempia kuin kevätäestetty maa (5 - 10 cm). Kynnetty maa oli merkitsevästi kosteampaa kuin syysäestetty maa 10 - 20 cm kerroksessa. Myös kevätäestetty maa oli merkitsevästi kosteampaa kuin syysäestetty maa 10 - 15 cm syvyydessä. Olkien poistolla oli merkitsevä vaikutus maan kosteuteen kaikissa näytekeroissa.

5.2.3. Kylvöalustan mururakenne

Taulukoissa 7 - 9 on esitetty kuivaseulonnan tulokset koekentittäin (Pälkäneen maanäytteistä ei tehty muruanalyysijä). Tulokset on esitetty kunkin fraktion osuutena (%) maanäytteen kokonaispainosta.

Taulukko 6. Kylvöalustan kosteus painoprosentteina, Kokemäki, Mouhijärvi, Mietoinen (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevästäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; HSD Tukey 5 %).

Table 6. Seedbed moisture (% w/w), Kokemäki, Mouhijärvi, Mietoinen (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; HSD Tukey 5 %).

Kokemäki

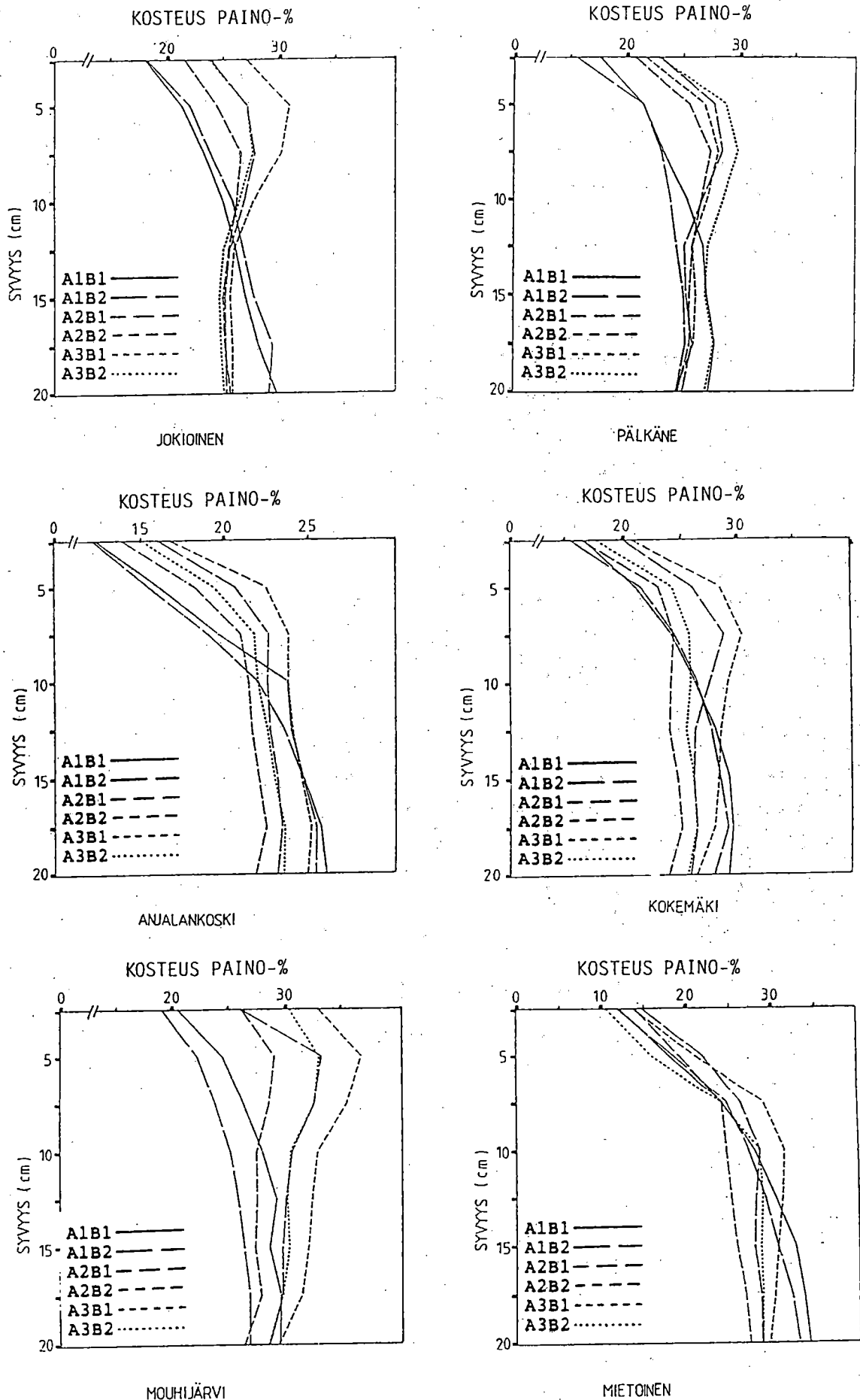
0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm		
B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A
A1	16,6	15,4	16,0	A1	21,1	21,5	21,3	A1	24,3	24,6	24,4
A2	20,0	16,4	18,2	A2	26,1	23,1	24,6	A2	28,9	24,5	26,7
A3	20,8	17,6	19,2	A3	28,5	24,4	26,4	A3	30,4	25,8	28,1
\bar{x}_B	19,1	16,5		\bar{x}_B	25,2	23,0		\bar{x}_B	27,9	25,0	
HSD B=1,8			HSD AxB=3,9			HSD AxB=3,3			HSD AxB=3,0		
10,0-12,5 cm			12,5-15,0 cm			15,0-17,5 cm			17,5-20,0 cm		
B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A
A1	28,1	27,7	27,9	A1	29,3	28,5	28,9	A1	29,6	29,2	29,4
A2	26,3	24,1	25,2	A2	26,2	24,8	25,5	A2	26,5	25,2	25,8
A3	28,6	25,5	27,0	A3	28,4	26,2	27,3	A3	28,0	26,4	27,2
\bar{x}_B	27,7	25,8		\bar{x}_B	28,0	26,5		\bar{x}_B	28,0	26,9	
HSD A=2,5			HSD A=2,8			HSD A=2,8			HSD A=2,5		
HSD B=1,1			HSD B=1,0			HSD B=1,0			HSD B=1,2		

Mouhijärvi

0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm		
B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A
A1	20,5	19,1	19,8	A1	24,4	22,2	23,3	A1	26,3	23,8	25,0
A2	26,0	26,1	26,1	A2	33,1	29,0	31,1	A2	32,5	28,5	30,5
A3	32,9	30,3	31,6	A3	36,6	32,9	34,8	A3	35,4	32,5	33,9
\bar{x}_B	26,5	25,2		\bar{x}_B	31,4	28,0		\bar{x}_B	31,4	28,3	
HSD A=4,3			HSD A=3,0			HSD A=2,7			HSD A=2,0		
			HSD B=1,4			HSD B=1,2			HSD B=1,0		
10,0-12,5 cm			12,5-15,0 cm			15,0-17,5 cm			17,5-20,0 cm		
B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A
A1	29,2	25,8	27,5	A1	28,6	26,3	27,4	A1	29,5	26,8	28,2
A2	30,0	27,4	28,7	A2	29,7	27,3	28,5	A2	29,7	27,8	28,7
A3	32,3	30,1	31,2	A3	32,0	30,3	31,1	A3	31,4	29,7	30,5
\bar{x}_B	30,5	27,8		\bar{x}_B	30,1	28,0		\bar{x}_B	30,2	28,1	
HSD A=1,8			HSD A=1,9			HSD A=1,0			HSD A=1,0		
HSD B=0,9			HSD B=1,0			HSD B=1,0			HSD B=1,3		

Mietoinen

0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm		
B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A
A1	12,1	11,9	12,0	A1	17,9	18,5	18,2	A1	24,1	24,7	24,4
A2	14,8	13,9	14,3	A2	21,9	19,2	20,5	A2	26,3	24,1	25,2
A3	13,8	10,5	12,1	A3	20,9	15,9	18,4	A3	29,0	23,9	26,5
\bar{x}_B	13,6	12,1		\bar{x}_B	20,2	17,9		\bar{x}_B	26,5	24,2	
HSD AxB=2,4			HSD AxB=2,9			HSD AxB=2,4			HSD AxB=1,9		
10,0-12,5 cm			12,5-15,0 cm			15,0-17,5 cm			17,5-20,0 cm		
B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A	B1	B2	\bar{x}_A
A1	30,5	29,3	29,9	A1	32,8	30,7	31,8	A1	33,9	32,5	33,2
A2	28,2	25,3	26,7	A2	28,0	25,9	26,9	A2	28,8	27,0	27,9
A3	31,3	29,0	30,2	A3	30,8	28,7	29,8	A3	30,4	29,0	29,7
\bar{x}_B	30,0	27,9		\bar{x}_B	30,5	28,4		\bar{x}_B	31,0	29,5	
HSD A=2,4			HSD A=2,5			HSD A=2,5			HSD A=2,4		
HSD B=0,7			HSD B=0,7			HSD B=0,6			HSD B=0,5		



Kuva 9. Kylvöalustan kosteus painoprosentteina, kevät 1985 (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois).

Fig. 9. Seedbed moisture (% mass), spring 1985 (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed).

Jokioisten koekenttä:

Murut alle 2 mm: Kynnetyn maan muokkauskerroksessa (10 cm) oli merkitsevästi enemmän läpimitaltaan alle 2 mm muruja kuin kyntämättömässä maassa. Syksyllä sänkimuokatussa maassa oli 0 - 7,5 cm syvyydessä merkitsevästi enemmän ko. muruja kuin keväällä sänkimuokatussa maassa. Olkien poistaminen lisäsi alle 2 mm murujen osuutta merkitsevästi 2,5 - 7,5 cm kerroksessa.

Murut alle 2 - 6 mm: Kynnetyissä maassa oli myös 2 - 6 mm kokoisia muruja merkitsevästi enemmän kuin kyntämättömässä maassa. Olkien poistolla oli merkitsevä vaikutus ko. murufraktioiden suuruuteen 2,5 - 7,5 cm kerroksessa.

Murut yli 6 mm: Kyntämättömän maan muokkauskerroksessa oli merkitsevästi enemmän läpimitaltaan yli 6 mm muruja kuin kynnetyissä maassa. Kevästäestetyissä maassa suuria muruja oli merkitsevästi enemmän kuin syysäestetyissä maassa 0 - 7,5 cm kerroksessa. Olkien poisto pienensi merkitsevästi ko. fraktion suuruutta 2,5 - 10 cm syvyydessä.

Anjalankosken koekenttä:

Murut alle 2 mm: Kyntämättömässä maassa oli alle 2 mm kokoisia muruja merkitsevästi vähemmän kuin kynnetyissä maassa 2,5 - 5 cm syvyydessä, kun olkia ei ollut poistettu, ja 5 - 7,5 cm kerroksessa. Olkien poistolla oli merkitsevä vaikutus 5 - 10 cm syvyydessä.

Murut 2 - 6 mm: Kun olkia ei ollut poistettu, kyntämättömässä maassa oli merkitsevästi vähemmän läpimitaltaan 2 - 6 mm muruja kuin kynnetyissä maassa 2,5 - 5 cm kerroksessa. Kynnetyissä maassa oli merkitsevästi eniten ko. muruja myös 5 - 7,5 cm syvyydessä.

Murut yli 6 mm: Suuria muruja oli merkitsevästi enemmän kyntämättömässä maassa kuin kynnetyissä maassa 2,5 - 5 cm (B1-ruudut) ja 5 - 7,5 cm kerroksissa. Olkien poisto pienensi merkitsevästi ko. fraktion osuutta 2,5 - 7,5 cm syvyydessä kyntämättömällä maalla.

Kokemäen koekenttä:

Murut alle 2 mm: Kynnetyissä maassa oli merkitsevästi enemmän alle 2 mm kokoisia muruja kuin kyntämättömässä maassa, jolta olkia ei ollut poistettu, 0 - 7,5 cm syvyydessä. Olkien poisto oli merkitsevästi lisännyt ko. fraktion osuutta kyntämättömässä maassa vastaavassa syvyydessä.

Murut 2 - 6 mm: Pintakerroksessa (0 - 2,5 cm) kynnetyissä maassa oli ko. muruja merkitsevästi enemmän kuin kyntämättömässä maassa, jolta olkia ei ollut poistettu. Kevätäestetyssä maassa (A3B1) oli merkitsevästi vähemmän 2 - 6 mm kokoisia muruja kuin kynnetyissä tai syysäestetyssä maassa 5 - 7,5 cm kerroksessa. Olkien poisto lisäsi merkitsevästi 2 - 6 mm murujen osuutta kyntämättömässä maassa 0 - 7,5 cm kerroksessa, varsinkin keväällä sänkimuokattavassa maassa.

Murut yli 6 mm: Kyntämätön maa, jolta olkia ei ollut poistettu, sisälsi näitä muruja merkitsevästi enemmän kuin kynnetty maa 0 - 7,5 cm syvyydessä. Samassa kerroksessa olkien poisto vähensi merkitsevästi suurien murujen osuutta kyntämättömässä (kevästäestetyssä) maassa.

Mouhijärven koekenttä:

Murut alle 2 mm: Kynnetyissä maassa oli merkitsevästi enemmän läpimitaltaan alle 2 mm muruja kuin kyntämättömässä maassa. Syysäestetyssä maassa oli 2,5 - 10 cm kerroksessa pieniä muru-

Taulukko 7. Kylvöalustan mururakenne (%), Jokioinen, Anjalankoski (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; HSD Tukey 5 %).

Table 7. Seedbed structure (% of < 2 mm, 2 - 6 mm and > 6 mm aggregates), Jokioinen, Anjalankoski (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; HSD Tukey 5 %).

Jokioinen

Murut < 2 mm

	0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm					
	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A			
A1	15,8	19,9	17,9	A1	28,9	31,4	30,2	A1	20,8	21,2	21,0	A1	8,0	8,7	8,4
A2	9,5	12,5	11,0	A2	13,0	21,6	17,3	A2	4,4	13,6	9,0	A2	2,2	5,4	3,8
A3	4,2	5,1	4,7	A3	5,4	7,5	6,5	A3	2,7	5,5	4,1	A3	2,5	3,9	3,2
\bar{x} B	9,8	12,5		\bar{x} B	15,8	20,2		\bar{x} B	9,3	13,4		\bar{x} B	4,2	6,0	
	HSD A=5,1			HSD A=3,0			HSD A=2,7			HSD A=2,0					
				HSD B=2,6			HSD B=4,0								

Murut 2-6 mm

	0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm					
	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A			
A1	30,4	31,8	31,1	A1	35,4	35,2	35,3	A1	28,1	26,3	27,2	A1	13,4	14,6	14,0
A2	20,3	25,0	22,7	A2	18,3	30,1	24,2	A2	6,8	18,2	12,5	A2	3,9	12,1	8,0
A3	13,2	15,7	14,5	A3	15,5	19,9	17,7	A3	6,2	13,5	9,9	A3	6,0	9,2	7,6
\bar{x} B	21,3	24,2		\bar{x} B	23,1	28,4		\bar{x} B	13,7	19,3		\bar{x} B	7,8	12,0	
	HSD A=8,6			HSD A=5,5			HSD A=5,7			HSD A=3,2					
				HSD B=4,4			HSD B=5,6								

Murut > 6 mm

	0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm					
	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A			
A1	53,8	48,3	51,1	A1	35,7	33,4	34,6	A1	51,1	52,5	51,8	A1	78,6	76,8	77,7
A2	70,2	62,5	66,4	A2	68,7	48,2	58,5	A2	88,8	68,2	78,5	A2	94,0	82,5	88,3
A3	82,6	79,2	80,9	A3	79,1	72,6	75,9	A3	91,2	81,0	86,1	A3	91,5	86,9	89,2
\bar{x} B	68,9	63,3		\bar{x} B	61,2	51,4		\bar{x} B	77,0	67,2		\bar{x} B	88,0	82,1	
	HSD A=13,1			HSD A=6,0			HSD A=7,4			HSD A=4,5					
				HSD B=6,4			HSD B=9,5								

Anjalankoski

Murut < 2mm

	0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm					
	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A			
A1	13,0	16,9	15,0	A1	34,6	31,8	33,2	A1	28,1	28,2	28,2	A1	10,4	11,3	10,9
A2	14,2	14,1	14,2	A2	22,1	29,2	25,7	A2	8,6	15,2	11,9	A2	6,2	9,0	7,6
A3	17,4	15,0	15,3	A3	21,6	29,0	26,3	A3	8,1	13,3	10,7	A3	6,4	7,2	6,8
\bar{x} B	14,9	15,3		\bar{x} B	26,1	30,0		\bar{x} B	14,9	18,9		\bar{x} B	7,7	9,2	
				HSD A=5,8			HSD A=6,1			HSD A=4,7					
							HSD B=3,8			HSD B=1,5					

Murut 2-6 mm

	0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm					
	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A			
A1	24,5	28,3	26,4	A1	37,5	32,8	35,2	A1	29,3	28,1	28,7	A1	16,5	15,4	16,0
A2	24,1	21,8	23,0	A2	24,9	29,2	27,1	A2	14,4	17,7	16,1	A2	12,8	13,6	13,2
A3	29,7	28,4	29,1	A3	25,4	33,6	29,5	A3	12,5	19,4	16,0	A3	9,6	13,2	11,4
\bar{x} B	26,1	26,2		\bar{x} B	29,3	31,9		\bar{x} B	18,7	21,7		\bar{x} B	13,0	14,1	
				HSD AxB=7,6			HSD A=6,7								

Murut > 6 mm

	0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm					
	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A			
A1	62,5	54,7	58,6	A1	27,8	35,5	31,7	A1	42,7	43,6	43,2	A1	73,1	73,3	73,2
A2	61,6	64,1	62,9	A2	53,0	41,6	47,3	A2	77,0	67,0	72,0	A2	81,0	77,4	79,2
A3	53,0	56,5	54,8	A3	53,0	37,4	45,2	A3	79,3	67,3	73,3	A3	84,0	79,6	81,8
\bar{x} B	59,0	58,4		\bar{x} B	44,6	38,2		\bar{x} B	66,3	59,3		\bar{x} B	79,4	76,8	
				HSD AxB=13,9			HSD A=12,4			HSD A=5,9					
							HSD B=5,9								

Taulukko 8. Kylvöalustan mururakenne (%), Kokemäki, Mouhijärvi (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; HSD Tukey 5 %).

Table 8. Seedbed structure (% of < 2 mm, 2 - 6 mm and > 6 mm aggregates), Kokemäki, Mouhijärvi (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; HSD Tukey 5 %).

Kokemäki

Murut < 2 mm

	0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm		
	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A
A1	20,0	23,2	21,7	30,0	30,7	30,4	23,8	17,2	20,5	10,3	12,9	11,6
A2	7,5	21,3	14,4	14,0	28,5	21,3	11,0	21,4	16,2	7,3	10,7	9,0
A3	4,6	16,4	10,5	7,5	27,3	17,4	5,7	22,5	14,1	3,2	10,2	6,7
\bar{x} B	10,7	20,3		17,2	28,8		13,5	20,4		6,9	11,3	
	HSD AxB=9,6			HSD AxB=9,8			HSD AxB=12,9					

Murut 2-6 mm

	0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm		
	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A
A1	27,2	27,1	27,2	31,6	31,6	31,6	29,2	24,8	27,0	15,6	17,6	16,6
A2	16,4	24,6	20,5	24,2	31,0	27,6	20,3	29,2	24,8	14,9	19,1	17,0
A3	14,8	25,4	20,1	19,5	33,2	26,4	10,9	29,9	20,4	6,9	15,4	11,2
\bar{x} B	19,5	25,7		25,1	32,5		19,9	28,0		12,5	17,4	
	(HSD A=3,6; HSD B=2,4) HSD AxB=6,5			HSD A=4,9 HSD B=5,0			HSD AxB=16,8					

Murut > 6 mm

	0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm		
	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A
A1	52,8	49,7	51,3	38,4	37,7	38,1	47,0	58,0	52,5	74,2	69,6	71,9
A2	76,0	54,1	65,1	61,8	40,5	51,2	68,6	49,4	59,0	77,8	70,2	74,0
A3	80,5	50,1	69,3	73,1	39,5	56,3	83,4	47,6	65,5	89,9	74,3	82,1
\bar{x} B	69,8	54,0		57,8	39,2		66,3	51,7		80,6	71,4	
	HSD AxB=12,2			HSD AxB=21,9			HSD AxB=28,8					

Mouhijärvi

Murut < 2 mm

	0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm		
	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A
A1	34,8	41,5	38,2	49,0	46,8	47,9	27,3	31,4	29,4	17,1	18,7	17,9
A2	15,9	27,7	21,8	26,2	40,6	33,4	12,8	21,3	17,1	8,4	11,6	10,0
A3	11,2	22,7	17,0	8,3	30,8	19,6	3,6	12,1	7,9	3,5	7,4	5,5
\bar{x} B	20,6	30,6		27,8	39,4		14,6	21,6		9,7	12,6	
	HSD A=12,3 HSD B=3,8			HSD AxB=13,8			HSD A=7,3 HSD B=4,2			HSD A=2,2 HSD B=1,8		

Murut 2-6 mm

	0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm		
	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A
A1	25,8	25,4	25,6	29,2	27,2	28,2	26,0	26,9	26,5	21,6	22,6	22,1
A2	19,4	27,3	23,4	24,9	32,7	28,8	15,5	25,5	20,5	12,4	19,7	16,1
A3	22,2	28,8	25,5	12,9	32,2	22,6	4,7	16,0	10,4	5,0	10,6	7,8
\bar{x} B	22,5	27,2		22,3	30,7		15,4	22,8		13,0	17,6	
	HSD B=3,1			HSD AxB=9,8			HSD A=5,2 HSD B=3,9			HSD A=3,3 HSD B=3,4		

Murut > 6 mm

	0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm		
	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A	B1	B2	\bar{x} A
A1	39,4	33,1	36,3	21,8	26,0	23,9	46,7	41,8	44,3	61,3	58,6	60,0
A2	64,7	45,1	54,9	48,9	26,7	37,8	71,7	53,2	62,5	79,3	68,7	74,0
A3	66,6	48,5	57,6	78,9	36,9	57,0	91,6	71,9	81,8	91,5	82,1	86,8
\bar{x} B	55,9	42,2		49,9	29,9		70,0	55,6		77,4	69,8	
	HSD A=20,0 HSD B=5,6			HSD AxB=18,4			HSD A=10,9 HSD B=6,8			HSD A=5,1 HSD B=4,8		

ja merkitsevästi enemmän kuin kevätäestetyssä maassa. Olkien poisto lisäsi merkitsevästi alle 2 mm kokoisten murujen osuutta.

Murut 2 - 6 mm: Pintamaassa (0 - 2,5 cm) ei ollut merkitseviä eroja ko. murujen osuuksissa kynnetyn ja kyntämättömän maan välillä. Keväällä sänkimuokatussa maassa oli merkitsevästi vähemmän ko. muruja kuin kynnetyissä tai syysäestetyssä maassa 2,5 - 10 cm kerroksessa, varsinkin jos olkia ei ole poistettu. Syysäestetyyn maan 2 - 6 mm kokoisten murujen osuus oli kynnetyn maan ja kevätäestetyyn maan fraktioiden osuuksien välillä, eroten merkitsevästi molemmista 7,5 - 10 cm kerroksessa. Olkien poisto lisäsi ko. fraktiota 0 - 7,5 cm kyntämättömällä maalla.

Murut yli 6 mm: Kyntämättömän maan läpimitaltaan yli 6 mm murujen osuus oli merkitsevästi suurempi kuin kynnetyissä maassa. Syysäestetyssä maassa oli ko. muruja pintakerrosta lukuunottamatta merkitsevästi vähemmän kuin kevätäestetyssä maassa. Olkien poisto vähensi fraktion suuruutta merkitsevästi koko muokkauskerroksessa.

Mietoisten koekenttä:

Murut alle 2 mm: Syysäestetyssä maassa oli eniten alle 2 mm kokoisia muruja, merkitsevästi 0 - 5 cm (kun oljet on korjattu pois) ja 7,5 - 10 cm kerroksissa. Kevätäestetyssä maassa oli merkitsevästi vähemmän ko. muruja kuin kynnetyissä maassa pintakerroksessa (A3B1-ruudut) ja 7,5 - 10 cm kerroksissa. Olkien poistolla oli useimmissa tapauksissa merkitsevä vaikutus ko. murufraktion suuruuteen kyntämättömällä maalla.

Murut 2 - 6 mm: Kevätäestetyssä maassa tämä fraktio oli merkitsevästi pienempi kuin kynnetyissä maassa 0 - 2,5 cm kerroksessa, kun oljet olivat maassa. Syysäestetyssä maassa ko. fraktio oli merkitsevästi suurin 7,5 - 10 cm kerroksessa.

Murut yli 6 mm: Kynnetyn, syysäestetyt ja kevätäestetyt maan fraktiot erosivat toisistaan merkitsevästi 0 - 2,5 cm ja 7,5 - 10 cm kerroksissa kevätäestetyt maan fraktion ollessa suurin. Olkien poistolla oli merkitsevästi suuria muruja vähentävä vaikutus kyntämättömällä maalla (0 - 5 cm syysäestetty maa ja 0 - 7,5 cm kevätäestetty maa).

Taulukko 9. Kylvöalustan mururakenne (%), Mietoinen (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; HSD Tukey 5 %).
Table 9. Seedbed structure (% of < 2 mm, 2 - 6 mm and > 6 mm aggregates), Mietoinen (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; HSD Tukey 5 %).

Murut < 2 mm

	0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm		
	B1	B2	\bar{X}_A	B1	B2	\bar{X}_A	B1	B2	\bar{X}_A	B1	B2	\bar{X}_A
A1	8,7	8,1	8,4	22,3	24,2	23,3	20,1	15,8	18,0	5,7	5,6	5,7
A2	7,4	11,7	9,6	23,7	34,6	29,2	18,8	18,2	18,5	7,3	7,8	7,6
A3	3,9	7,4	5,7	16,1	28,4	22,3	9,9	23,6	16,8	2,2	6,0	4,1
\bar{X}_B	6,7	9,1		20,7	29,1		16,3	19,2		5,1	6,5	
	HSD $A \times B = 4,3$			HSD $A \times B = 8,7$			HSD $A \times B = 11,3$			HSD $A = 1,5$		

Murut 2-6 mm

	0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm		
	B1	B2	\bar{X}_A	B1	B2	\bar{X}_A	B1	B2	\bar{X}_A	B1	B2	\bar{X}_A
A1	25,3	22,1	23,7	35,3	33,5	34,4	25,3	19,5	22,4	10,2	8,3	9,3
A2	19,1	23,0	21,1	32,1	33,1	32,6	24,5	19,7	22,0	12,0	14,0	13,0
A3	14,4	22,6	18,5	31,6	38,5	35,1	13,8	26,5	20,2	2,6	9,6	6,1
\bar{X}_B	19,6	22,6		33,0	35,0		21,2	21,9		8,3	10,6	
	HSD $A \times B = 9,8$						HSD $A \times B = 15,2$			HSD $A = 3,1$		

Murut > 6 mm

	0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm		
	B1	B2	\bar{X}_A	B1	B2	\bar{X}_A	B1	B2	\bar{X}_A	B1	B2	\bar{X}_A
A1	66,0	69,7	67,9	42,4	42,3	42,4	54,6	64,7	59,7	84,1	86,1	85,1
A2	73,5	65,2	69,4	44,2	32,3	38,3	56,7	62,1	59,4	80,7	78,2	79,5
A3	81,7	70,0	75,9	52,3	33,1	42,7	76,3	49,9	63,1	95,2	84,4	89,8
\bar{X}_B	73,7	68,3		46,3	35,9		62,5	58,9		86,7	82,9	
	HSD $A \times B = 1,9$			HSD $B = 6,8$			HSD $A \times B = 24,5$			HSD $A = 3,8$		

5.2.4. Murujen stabiilisuus

Taulukkoon 10 on kerätty 2 - 6 mm:n murufraktion märkäseulonnan tulokset. Lukuarvot kuvaavat seulalle jääneiden murujen osuutta (%) maanäytteen kokonaispainosta (20 g).

Jokioisten koekenttä: Keväällä sänkimuokatun maan mururakenne oli merkitsevästi märkäseulontaa kestävämpi kuin kynnetyn tai syysäestetyyn maan mururakenteet. Olkien poisto heikensi murujen stabiilisuutta merkitsevästi 0 - 2,5 cm kerroksessa.

Anjalankosken koekenttä: Keväällä sänkimuokatun maan murut olivat merkitsevästi märkäseulontaa kestävämpiä kuin kynnetyn maan murut. Myös syysäestetyyn maan mururakenne oli selvästi stabiilimpi kuin kynnetyn maan mururakenne, merkitsevästi 2,5 - 5 cm kerroksessa. Olkien poisto huononsi merkitsevästi murujen vedenkestävyyttä pintakerroksessa.

Kokemäen koekenttä: Kyntämättömän maan mururakenne oli stabiilimpi kuin kynnetyn maan rakenne. Keväällä sänkimuokatun maan murujen kestävyys erosi merkitsevästi molemmissa kerroksissa. Syksyllä sänkimuokatun maan murut olivat merkitsevästi stabiilimpia kuin kynnetyn maan murut 2,5 - 5 cm kerroksessa.

Mouhijärven koekenttä: Keväällä sänkimuokatussa maassa oli merkitsevästi stabiilimpi mururakenne kuin kynnetyssä syysäestetyssä maassa. Syksyllä sänkimuokatun maan murut olivat merkitsevästi vedenkestävämpiä kuin kynnetyn maan murut.

Mietoisten koekenttä: Kyntämättä viljely ei merkitsevästi parantanut murujen stabiilisuutta, vaikkakin kevätäestetyyn maan murut olivat selvästi kestävämpiä märkäseulonnassa kuin kynnetyn maan ja syysäestetyyn maan murut.

Taulukko 10. Murujen vedenkestävyys (% näytteen painosta)
 (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet
 maahan, B2 = oljet pois; HSD Tukey 5 %).
 Table 10. Aggregate stability (% of sample weight) (A1 =
 ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation;
 B1 = straw not removed, B2 = straw removed, HSD Tukey 5 %).

Jokioinen							
0,0-2,5 cm				2,5-5,0 cm			
	B1	B2	$\bar{X}A$		B1	B2	$\bar{X}A$
A1	20,4	21,1	20,8	A1	21,6	19,3	20,5
A2	30,0	23,1	26,6	A2	25,1	21,0	23,1
A3	48,6	41,6	45,1	A3	41,6	43,6	42,6
$\bar{X}B$	33,0	28,6		$\bar{X}B$	29,4	28,0	
	HSD A=14,7				HSD A=13,6		
	HSD B=4,3						
Anjalankoski							
0,0-2,5 cm				2,5-5,0 cm			
	B1	B2	$\bar{X}A$		B1	B2	$\bar{X}A$
A1	9,1	6,1	7,6	A1	8,0	6,0	7,0
A2	17,2	12,1	14,7	A2	15,0	10,8	12,9
A3	16,6	17,0	16,8	A2	15,6	14,6	15,1
$\bar{X}B$	14,3	11,7		$\bar{X}B$	12,9	10,5	
	HSD A=7,3				HSD A=3,5		
	HSD B=2,6						
Kokemäki							
0,0-2,5 cm				2,5-5,0 cm			
	B1	B2	$\bar{X}A$		B1	B2	$\bar{X}A$
A1	3,0	2,6	2,8	A1	3,0	1,8	2,4
A2	7,1	5,8	6,5	A2	6,8	5,6	6,2
A3	12,7	13,0	12,9	A3	8,4	11,5	10,0
$\bar{X}B$	7,6	7,1		$\bar{X}B$	6,1	6,3	
	HSD A=7,1				HSD A=2,0		
Mouhijävi							
0,0-2,5 cm				2,5-5,0 cm			
	B1	B2	$\bar{X}A$		B1	B2	$\bar{X}A$
A1	1,4	1,4	1,4	A1	1,5	1,5	1,5
A2	9,6	6,0	7,8	A2	8,8	4,9	6,9
A3	15,1	16,4	15,8	A3	17,8	14,0	15,9
$\bar{X}B$	8,7	7,9		$\bar{X}B$	9,4	6,8	
	HSD A=4,6				HSD A=6,1		
Mietoinen							
0,0-2,5 cm				2,5-5,0 cm			
	B1	B2	$\bar{X}A$		B1	B2	$\bar{X}A$
A1	13,2	9,2	11,2	A1	11,7	10,0	10,9
A2	13,1	9,6	11,4	A2	12,6	7,9	10,3
A3	25,9	24,4	25,7	A3	22,8	19,2	21,0
$\bar{X}B$	17,4	14,4		$\bar{X}B$	15,7	12,4	

5.2.5. Maan orgaanisen hiilen pitoisuus

Maan orgaanisen hiilen pitoisuus (%) eri maakerroksissa on esitetty taulukoissa 11 - 13.

Jokioisten koekenttä: Kyntämättömän maan pintaosassa (0 - 5 cm) oli 0,2 - 0,4 prosenttiyksikköä enemmän orgaanista hiiltä kuin kynnetyissä maassa. Keväällä sänkimuokattavan maan orgaanisen hiilen pitoisuus erosi merkitsevästi kynnetyn maan maan pitoisuudesta kaikissa kolmessa ensimmäisessä kerroksessa (lukuunottamatta 5 - 7,5 cm kerroksen "olkiruutuja"). Syysäestetyin maan orgaanisen hiilen pitoisuus on eronnut merkitsevästi 2,5 - 5 cm syvyydessä kynnetyn maan orgaanisen hiilen pitoisuudesta, kun oljet oli poistettu. Syvemmillä (10 - 20 cm) kynnetyissä maassa oli useimmissa tapauksissa merkitsevästi enemmän orgaanista hiiltä kuin kyntämättömässä maassa.

Pälkäneen koekenttä: Kyntämättömän maan pintakerroksessa (0 - 2,5 cm) oli merkitsevästi enemmän orgaanista hiiltä kuin kynnetyissä maassa. Olkien poisto alensi tässä kerroksessa merkitsevästi orgaanisen hiilen pitoisuutta. Seuraavassa kerroksessa keväällä sänkimuokattavassa maassa oli merkitsevästi enemmän orgaanista hiiltä kuin kynnetyissä maassa, kun oljet poistettiin. Syvemmillä orgaanisen hiilen pitoisuuksissa ei ollut suuria eroja kynnetyn ja kyntämättömän maan välillä.

Anjalankosken koekenttä: Kyntämättömän maan muokkauskerroksessa (0 - 10 cm) oli merkitsevästi enemmän orgaanista hiiltä (0,2 - 0,7 prosenttiyksikköä) kuin kynnetyissä maassa. Olkien poisto alensi merkitsevästi orgaanisen hiilen pitoisuutta pintakerroksessa. Syvemmillä (10 - 20 cm) orgaanisen hiilen pitoisuuksissa ei ollut merkitseviä eroja kynnetyn ja kyntämättömän maan välillä.

Kokemäen koekenttä: Kevätäestetyssä maassa oli merkitsevästi enemmän orgaanista hiiltä (0,5 - 0,6 prosenttiyksikköä) kuin kynnetyssä maassa 2,5 - 7,5 cm kerroksessa. Muuten orgaanisen hiilen pitoisuuksissa ei ollut eroja.

Taulukko 11. Orgaanisen hiilen pitoisuus (%), Jokioinen, Pälkäne (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; HSD Tukey 5 %).

Table 11. Organic carbon content (%), Jokioinen, Pälkäne (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; HSD Tukey 5 %).

Jokioinen												
0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm			
B1	B2	XA	B1	B2	XA	B1	B2	XA	B1	B2	XA	
A1	2,6	2,4	2,5	A1	2,6	2,4	2,5	A1	2,6	2,4	2,5	
A2	2,7	2,7	2,7	A2	2,7	2,7	2,8	A2	2,6	2,7	2,7	
A3	2,8	2,7	2,8	A3	2,9	2,8	2,9	A3	2,6	2,7	2,7	
XB	2,7	2,6		XB	2,7	2,7		XB	2,6	2,6		
HSD A=0,3			HSD AxB=0,3			HSD AxB=0,2						
HSD B=0,1												
10,0-12,5 cm			12,5-15,0 cm			15,0-17,5 cm			17,5-20,0 cm			
B1	B2	XA	B1	B2	XA	B1	B2	XA	B1	B2	XA	
A1	2,7	2,5	2,6	A1	2,6	2,5	2,6	A1	2,5	2,5	2,5	
A2	2,2	2,3	2,3	A2	2,1	2,2	2,2	A2	2,0	2,3	2,2	
A3	2,2	2,4	2,3	A3	2,3	2,3	2,3	A3	2,2	2,2	2,2	
XB	2,4	2,4		XB	2,3	2,3		XB	2,2	2,3		
HSD AxB=0,3			HSD A=0,1			HSD A=0,1			HSD AxB=0,4			
Pälkäne												
0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm			
B1	B2	XA	B1	B2	XA	B1	B2	XA	B1	B2	XA	
A1	2,9	2,5	2,7	A1	2,8	2,5	2,7	A1	2,7	2,6	2,7	
A2	3,2	2,9	3,1	A2	3,2	2,9	3,1	A2	3,0	2,9	3,0	
A3	3,1	3,1	3,1	A3	3,0	3,3	3,2	A3	3,0	3,1	3,1	
XB	3,1	2,8		XB	3,0	2,9		XB	2,9	2,9		
HSD A=0,4			HSD AxB=0,6									
HSD B=0,2												
10,0-12,5 cm			12,5-15,0 cm			15,0-17,5 cm			17,5-20,0 cm			
B1	B2	XA	B1	B2	XA	B1	B2	XA	B1	B2	XA	
A1	2,8	2,4	2,6	A1	2,9	2,7	2,8	A1	2,9	2,7	2,8	
A2	2,7	2,7	2,7	A2	2,7	2,6	2,7	A2	2,9	2,6	2,8	
A3	2,8	2,8	2,8	A3	2,8	2,8	2,8	A3	2,7	2,8	2,8	
XB	2,8	2,6		XB	2,8	2,7		XB	2,8	2,7		
			HSD AxB=0,2			HSD B=0,1			HSD AxB=0,4			

Taulukko 12. Orgaanisen hiilen pitoisuus (%), Anjalankoski, Kokemäki (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; HSD Tukey 5 %).

Table 12. Organic carbon content (%), Anjalankoski, Kokemäki (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; HSD Tukey 5 %).

Anjalankoski															
0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm						
B1	B2	XA	B1	B2	XA	B1	B2	XA	B1	B2	XA				
A1	1,9	1,9	1,9	A1	1,9	1,9	1,9	A1	2,0	2,0	2,0	A1	2,0	2,0	2,0
A2	2,6	2,4	2,5	A2	2,7	2,4	2,6	A2	2,7	2,2	2,5	A2	2,3	2,1	2,2
A3	2,7	2,4	2,6	A3	2,6	2,4	2,5	A3	2,4	2,3	2,4	A3	2,2	2,1	2,2
XB	2,4	2,2	XB	2,4	2,2	XB	2,4	2,2	XB	2,2	2,1				
HSD A=0,3			HSD AxB=0,3			HSD A=0,3			HSD A=0,2						
HSD B=0,1															
10,0-12,5 cm			12,5-15,0 cm			15,0-17,5 cm			17,5-20,0 cm						
B1	B2	XA	B1	B2	XA	B1	B2	XA	B1	B2	XA				
A1	2,0	2,0	2,0	A1	2,0	2,0	2,0	A1	1,9	2,0	2,0	A1	2,0	2,0	2,0
A2	2,1	1,9	2,0	A2	2,0	1,9	2,0	A2	2,0	1,9	2,0	A2	1,9	1,6	1,8
A3	2,1	2,1	2,1	A3	2,1	2,0	2,1	A3	2,0	2,0	2,0	A3	1,9	1,8	1,9
XB	2,1	2,0	XB	2,0	2,0	XB	2,0	2,0	XB	1,9	1,8				
									HSD B=0,1						
Kokemäki															
0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm						
B1	B2	XA	B1	B2	XA	B1	B2	XA	B1	B2	XA				
A1	2,7	2,9	2,8	A1	2,7	2,8	2,8	A1	2,8	2,8	2,8	A1	2,7	2,8	2,8
A2	3,0	3,1	3,1	A2	3,1	3,0	3,1	A2	3,1	3,1	3,1	A2	2,9	3,0	3,0
A3	3,3	3,3	3,3	A3	3,4	3,3	3,4	A3	3,3	3,3	3,3	A3	3,1	3,1	3,1
XB	3,0	3,1	XB	3,1	3,0	XB	3,1	3,1	XB	2,9	3,0				
			HSD A=0,5			HSD A=0,5									
10,0-12,5 cm			12,5-15,0 cm			15,0-17,5 cm			17,5-20,0 cm						
B1	B2	XA	B1	B2	XA	B1	B2	XA	B1	B2	XA				
A1	2,7	2,9	2,8	A1	2,7	2,9	2,8	A1	2,7	2,9	2,8	A1	2,8	2,8	2,8
A2	2,8	2,6	2,7	A2	2,6	2,7	2,7	A2	2,8	2,7	2,8	A2	2,8	2,6	2,7
A3	3,0	3,1	3,1	A3	2,9	3,0	3,0	A3	2,9	2,8	2,9	A3	2,7	2,8	2,8
XB	2,8	2,9	XB	2,7	2,9	XB	2,8	2,8	XB	2,8	2,7				

Mouhijärven koekenttä: Orgaanisen hiilen pitoisuus oli merkittävästi korkeampi (0,4 - 0,5 prosenttiyksikköä) kyntämättömässä maassa kuin kynnetyissä maassa 0 - 5 cm kerroksessa. Syvemmissä kerroksissa ei ollut merkitseviä eroja orgaanisen hiilen pitoisuuksissa.

Taulukko 13. Orgaanisen hiilen pitoisuus (%), Mouhijärvi, Mietoinen (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; HSD Tukey 5 %).
Table 13. Organic carbon content (%), Mouhijärvi, Mietoinen (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; HSD Tukey 5 %).

Mouhijärvi															
0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm						
B1	B2	XA	B1	B2	XA	B1	B2	XA	B1	B2	XA				
A1	2,6	2,8	2,7	A1	2,7	2,9	2,8	A1	2,8	2,8	2,8	A1	2,8	2,8	2,8
A2	3,2	3,2	3,2	A2	3,2	3,3	3,3	A2	3,1	3,1	3,1	A2	3,0	3,0	3,0
A3	3,2	3,2	3,2	A3	3,2	3,2	3,2	A3	3,1	3,1	3,1	A3	2,9	2,9	2,9
XB	3,0	3,1	XB	3,0	3,1	XB	3,0	3,0	XB	2,9	2,9				
HSD A=0,4			HSD A=0,4												
10,0-12,5 cm			12,5-15,0 cm			15,0-17,5 cm			17,5-20,0 cm						
B1	B2	XA	B1	B2	XA	B1	B2	XA	B1	B2	XA				
A1	2,8	2,8	2,8	A1	2,8	2,8	2,8	A1	2,8	2,9	2,9	A1	2,9	2,9	2,9
A2	2,9	2,9	2,9	A2	2,9	2,9	2,9	A2	2,9	2,7	2,8	A2	2,7	2,6	2,7
A3	2,8	2,8	2,8	A3	2,8	2,8	2,8	A3	2,6	2,5	2,6	A3	2,6	2,4	2,5
XB	2,8	2,8	XB	2,8	2,8	XB	2,8	2,7	XB	2,7	2,6				
Mietoinen															
0,0-2,5 cm			2,5-5,0 cm			5,0-7,5 cm			7,5-10,0 cm						
B1	B2	XA	B1	B2	XA	B1	B2	XA	B1	B2	XA				
A1	2,2	2,3	2,3	A1	2,2	2,3	2,3	A1	2,2	2,3	2,3	A1	2,3	2,3	2,3
A2	2,4	2,4	2,4	A2	2,5	2,4	2,5	A2	2,5	2,3	2,4	A2	2,3	2,1	2,2
A3	2,6	2,4	2,5	A3	2,7	2,3	2,5	A3	2,7	2,3	2,5	A3	2,5	2,3	2,4
XB	2,4	2,4	XB	2,5	2,3	XB	2,5	2,3	XB	2,4	2,2				
HSD AxB=0,3			HSD AxB=0,2			HSD AxB=0,2			HSD AxB=0,2						
10,0-12,5 cm			12,5-15,0 cm			15,0-17,5 cm			17,5-20,0 cm						
B1	B2	XA	B1	B2	XA	B1	B2	XA	B1	B2	XA				
A1	2,2	2,3	2,3	A1	2,2	2,2	2,2	A1	2,2	2,3	2,3	A1	2,2	2,3	2,3
A2	2,2	2,1	2,2	A2	2,1	2,1	2,1	A2	2,1	2,1	2,1	A2	2,1	2,0	2,1
A3	2,4	2,2	2,3	A3	2,3	2,2	2,3	A3	2,3	2,1	2,2	A3	2,3	2,0	2,2
XB	2,3	2,2	XB	2,2	2,2	XB	2,2	2,2	XB	2,2	2,1				
HSD AxB=0,2						HSD A=0,2			HSD AxB=0,3						

Mietoisten koekenttä: Kun oljet oli jätetty maahan, kyntämätömässä maassa oli merkitsevästi enemmän orgaanista hiiltä kuin kynnetyissä maassa 0 - 7,5 cm kerroksessa. A3B1-ruuduissa oli 7,5 - 12,5 cm syvyydessä merkitsevästi enemmän orgaanista hiiltä kuin A1B1- tai A2B1-ruuduissa. Syysäestetyissä maassa, jolta oljet oli kerätty pois, orgaanisen hiilen pitoisuus 7,5 - 12,5 cm kerroksessa oli merkitsevästi alhaisempi kuin kynnetyissä maassa. Myös 15 - 17,5 cm kerroksessa syysäestetyissä maassa oli merkitsevästi vähemmän orgaanista hiiltä kuin kyn-

netyssä maassa. A1B2-ruuduissa oli merkitsevästi enemmän orgaanista hiiltä 17,5 - 20 cm kerroksessa kuin kyntämättömissä ruuduissa, joista oljet oli poistettu. Olkien poisto alensi merkitsevästi kyntämättömän (varsinkin kevätäestetyt) maan orgaanisen hiilen pitoisuutta 2,5 - 12,5 cm sekä 17,5 - 20 cm kerroksissa.

5.2.6. Kylvöalustan tilavuuspaino

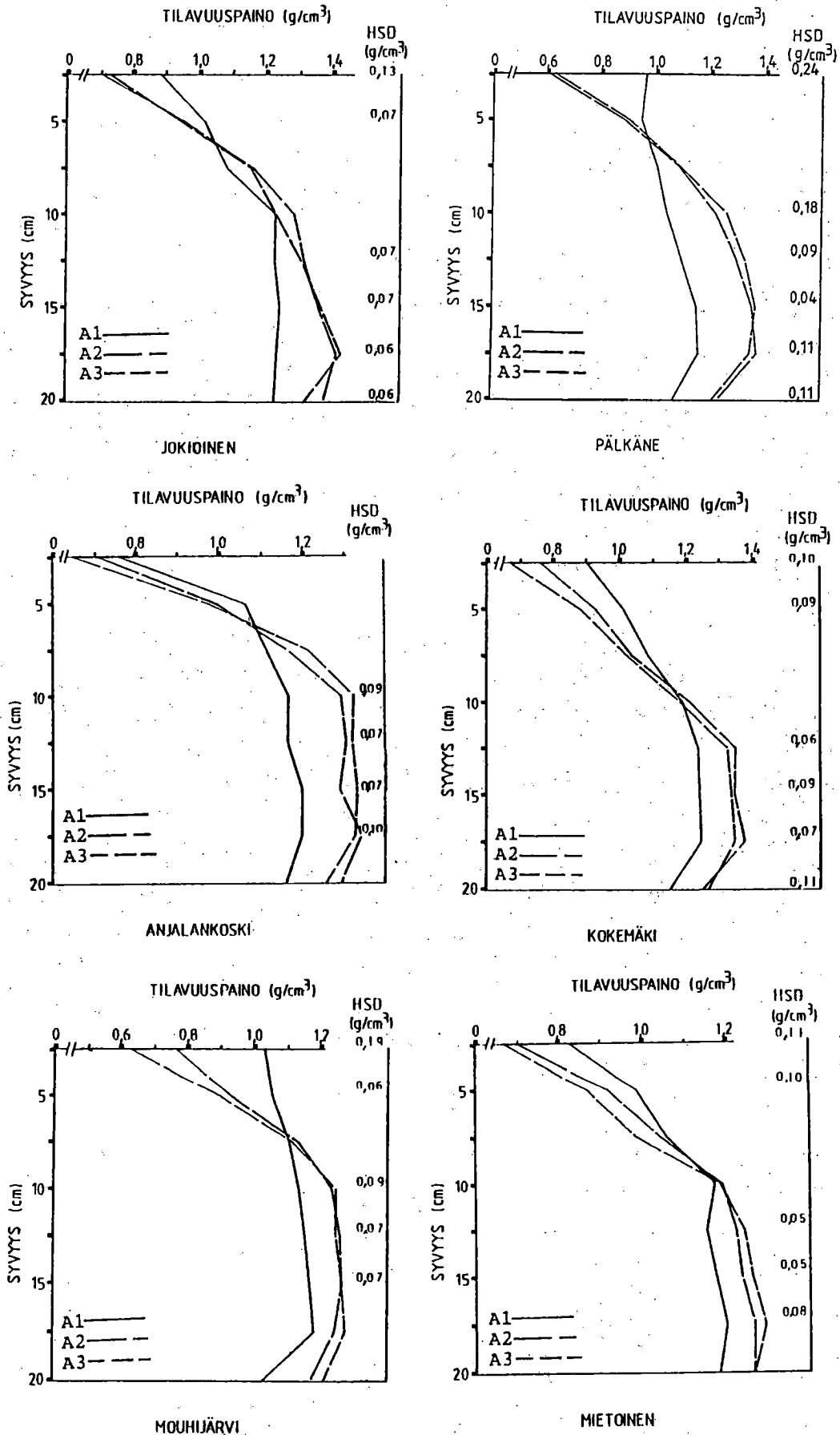
Kuvassa 10 esitetään tilavuuspainon vaihtelut 0 - 20 cm kerroksessa koekentittäin. Tukeyn HSD-arvot (5 %) kyntötekijälle on merkitty kuhunkin osakuviioon. Olkikäsittelyllä ei ollut vaikutusta tilavuuspainon suuruuteen. Syysäestetyt maan ja kevätäestetyt maan tilavuuspainoissa ei ollut mainittavia eroja. Tilavuuspainojen tarkat numerolliset arvot on esitetty liitteessä 1.

Jokioisten koekenttä: Kynnetyn maan tilavuuspaino oli merkitsevästi suurempi kuin kyntämättömän maan tilavuuspaino 0 - 5 cm kerroksessa. Sen sijaan 10 - 20 cm syvyydessä kyntämättömällä maalla oli merkitsevästi suurempi tilavuuspaino kuin kynnetyllä maalla (ero n. 0,15 g/cm³).

Pälkäneen koekenttä: Kynnetyn maan tilavuuspaino oli 0 - 2,5 cm kerroksessa merkitsevästi suurempi kuin kyntämättömän maan tilavuuspaino. Kyntämättömän maan tilavuuspaino oli merkitsevästi suurempi kuin kynnetyn maan tilavuuspaino 7,5 cm lähtien (n. 0,20 g/cm³).

Anjalankosken koekenttä: Kyntämättömän maan tilavuuspaino oli merkitsevästi suurempi kuin kynnetyissä maassa 7,5 - 17,5 cm syvyydessä n. 0,14 g/cm³).

Kokemäen koekenttä: Kynnetyllä maalla tilavuuspaino oli merkitsevästi suurempi kuin kyntämättömällä maalla 0 - 5 cm pinta-alueella. Syvemmillä (10 - 20 cm) kyntämättömän maan tilavuuspaino oli merkitsevästi suurempi kuin kynnetyn maan tilavuuspaino (n. 0,12 g/cm³).



Kuva 10. Kylvöalustan tilavuuspainot, kevät 1985 (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys).
 Fig. 10. Bulk density of seedbed, spring 1985 (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation).

Mouhijärven koekenttä: Kynnetty maa oli pintaosistaan tiiviimpää kuin kyntämätön maa, merkitsevästi 0 - 5 cm kerroksessa. Syvemmällä 7,5 - 15 cm kerroksessa kyntämätön maa oli merkitsevästi tiiviimpää kuin kynnetty maa (n. 0,13 g/cm³).

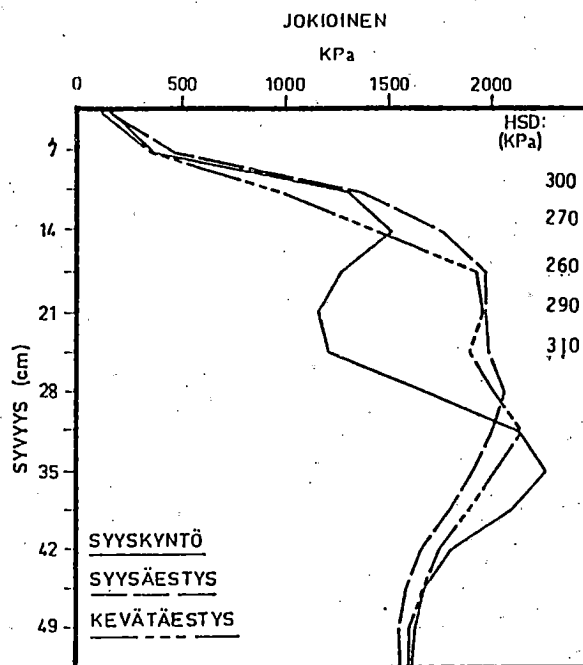
Mietoisten koekenttä: Kynnetyn maan tilavuuspaino oli 0 - 5 cm syvyydessä suurempi kuin kyntämättömän maan tilavuuspaino. Tilavuuspainoero oli merkitsevä. Kyntämätön maa oli tiiviimpää äestyskerroksen alapuolella. Tilavuuspainoissa oli merkitsevä ero kynnetyn maan ja keväällä sänkimuokatun maan välillä 10 - 17,5 cm kerroksessa (n. 0,07 g/cm³).

5.2.7. Maan mekaaninen vastus

Kuvissa 11 ja 12 on esitetty maan mekaaninen vastus penetrometrillä mitattuna kynnetyissä ja kyntämättömässä maassa. Kuvan 11 mittaustulokset ovat kevään 1985 mittauksia Jokioisten koekentällä ja kuvan 12 syksyn 1985 mittauksista jokaisella kuudella koekentällä. Tukeyn HSD-arvot (5 %) kyntötekijälle on liitetty kuhunkin kuvaan. Olkikäsittelyllä ei ollut vaikutusta maan mekaaniseen vastukseen. Syysäestetyyn maan ja kevätäestetyyn maan mekaanisissa vastuksissa ei ollut mainittavia eroja. Liitteessä 2 on esitetty numerollisesti penetrometrimittausten tulokset.

Jokioisten koekenttä:

Kevät 1985 (kuva 11): Kyntämättömän maan mekaaninen vastus oli merkitsevästi suurempi 7 - 24,5 cm syvyydessä kuin kynnetyissä maassa. Syvemmällä (31,5 - 38,5 cm) kynnetyissä maassa oli suurempi mekaaninen vastus kuin kyntämättömässä maassa, mutta ero ei ollut merkitsevä.



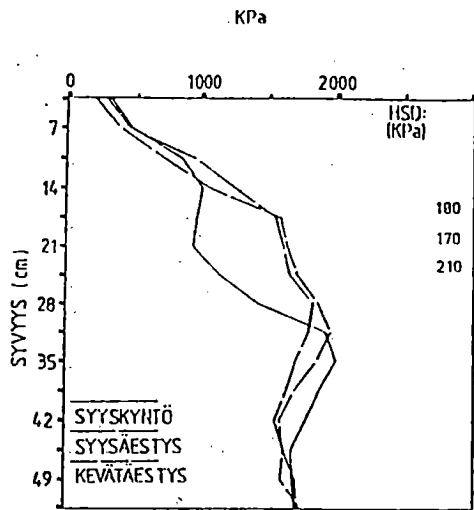
Kuva 11. Penetrometrimittaukset, kevät 1985, Jokioinen (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevästäestys).

Fig. 11. Penetrometer resistance, spring 1985, Jokioinen (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation, A3 = spring cultivation).

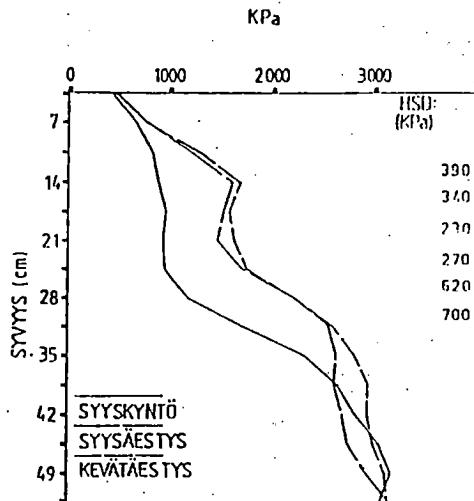
Syksy 1985 (kuva 12): Kyntämättömän maan mekaaninen vastus oli merkittävästi suurempi kuin kynnetyissä maassa 14 - 24,5 cm kerroksessa. Samoin kuin keväällä, kynnetyissä maassa oli suurempi mekaaninen vastus syvemmissä kerroksissa kuin kyntämättömässä maassa, mutta ero ei ollut merkittävä.

Pälkäneen koekenttä: Kyntämättömän maan mekaaninen vastus oli merkittävästi suurempi kuin kynnetyissä maassa 10,5 - 31,5 cm kerroksessa. Syvemmällä kynnetyn ja kyntämättömän maan mekaaniset vastukset olivat lähes samansuuruisia.

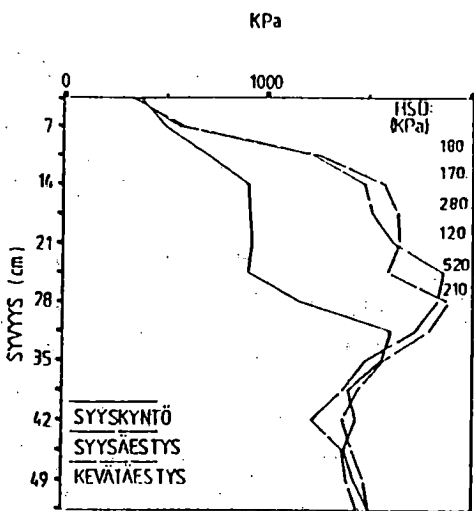
Anjalankosken koekenttä: Kyntämättömän maan mekaaninen vastus oli merkittävästi suurempi kuin kynnetyissä maassa 7 - 28 cm syvyydessä. Tämän jälkeen kynnetyn maan penetrometriarvot nousivat jyrkästi ollen koko loppumittaussyvyyden lähes samansuuruisia kyntämättömän maan arvojen kanssa.



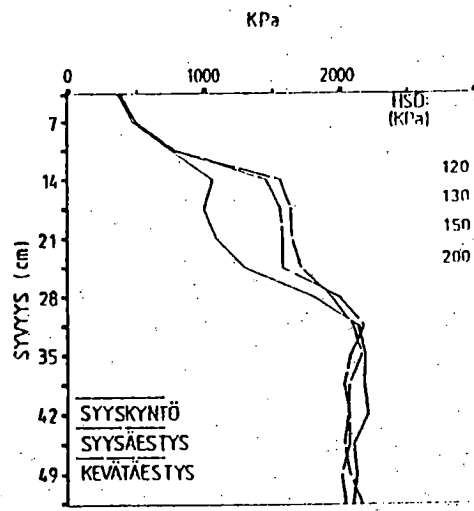
JOKIOINEN



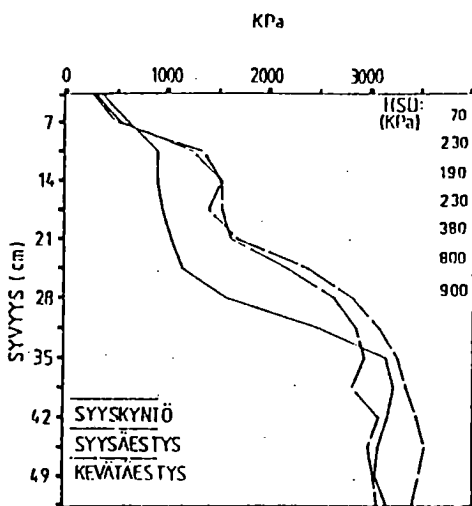
PÄLKÄNE



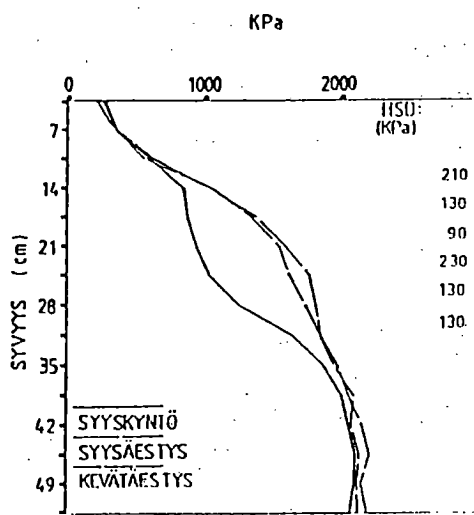
ANJALANKOSKI



KOKEMÄKI



MOUHIJÄRVI



MIIETINEN

Kuva 12. Penetrometrimittaukset, syksy 1985 (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys).

Fig. 12. Penetrometer resistance, autumn 1985 (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation).

Kokemäen koekenttä: Kyntämättömässä maassa mekaaninen vastus oli merkittävästi suurempi kuin kynnetyissä maassa 10,5 - 24,5 cm mittaussyvyydessä. Syvemmillä kynnetyn ja kyntämättömän maan mekaaniset vastukset olivat samansuuruisia.

Mouhijärven koekenttä: Kynnetyn maan 3,5 - 7,0 cm kerroksessa mekaaninen vastus oli merkittävästi suurempi kuin kyntämättömässä maassa. Kuitenkin jo seuraavasta mittaussyvyydestä lähtien (> 7,0 cm) kyntämättömän maan mekaaninen vastus oli merkittävästi suurempi kuin kynnetyissä maassa aina 28 cm syvyyteen asti. Tämän syvyyden jälkeen kynnetyn maan penetrometri-ikäyrä kasvoi nopeasti, eikä merkittäviä eroja mekaanisessa vastuksessa enää ollut.

Mietoisten koekenttä: Kyntämättömässä maassa mekaaninen vastus oli merkittävästi suurempi kuin kynnetyissä maassa 10,5 - 31,5 cm kerroksessa. Kynnetyn maan ja kyntämättömän maan mekaanisissa vastuksissa ei enää tämän jälkeen ollut merkittäviä eroja.

5.2.8. Koekenttien viljavuus

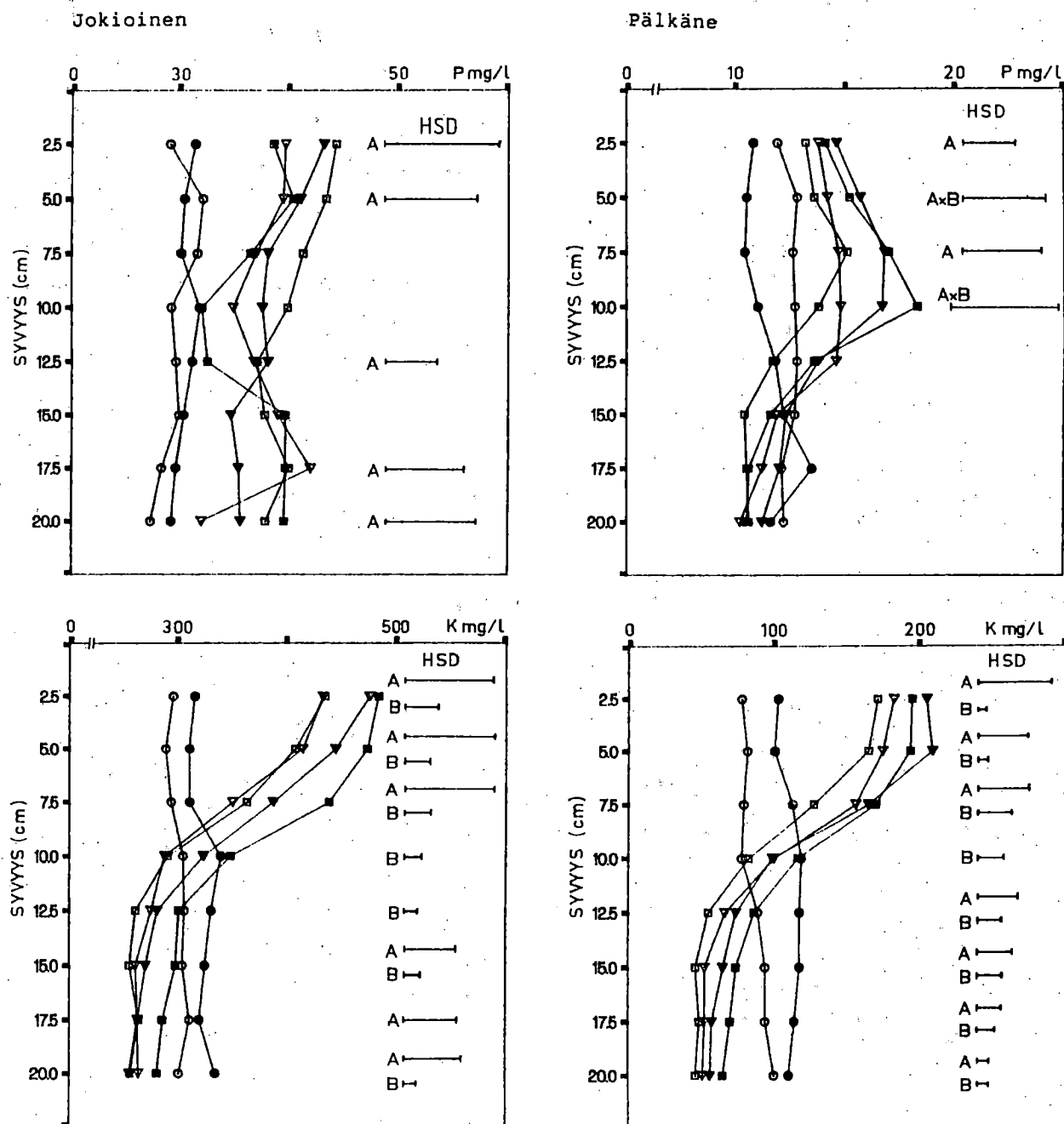
Kuvissa 13 - 15 on esitetty koekenttien fosfori- ja kaliumpitoisuudet eri kerroksissa 0 - 20 cm syvyydessä. Taulukoissa 14 ja 15 on esitetty koekenttien pH. Tarkat numerolliset ravinnepitoisuudet koekentittäin on kerätty liitetaulukoihin.

Fosfori: Tuloksista voidaan nähdä, että fosforia oli kertynyt kyntämättömän maan pintakerrokseen (0 - 10 cm). Kolmen ensimmäisen kerroksen (0 - 7,5 cm) osalta fosforipitoisuuksien ero oli useimmilla koekentillä merkittävä kynnetyn ja kyntämättömän maan välillä. Kynnetyissä maassa fosforipitoisuus oli melko vakio maan pintaosista syvemmälle siirryttäessä. Syvemmissä kerroksissa (12,5 - 20 cm) kynnetyn maan fosforipitoisuus oli korkeampi kuin kyntämättömässä maassa muilla koekentillä kuin Jokioisissa. Kuitenkin vain Kokemäen (15 - 17,5 cm) ja Mouhi-

järven (17,5 - 20 cm) koekentillä tämä ero fosforipitoisuuksissa oli merkitsevä muokkaustekijän suhteen. Jokioisten koekentässä fosforia oli merkitsevästi enemmän kyntämättömässä kuin kynnetyissä maassa myös syvemmissä kerroksissa. Olkien poisto alensi jonkinverran lähinnä kyntämättömän maan fosforipitoisuutta, merkitsevästi Kokemäen (0 - 7,5 ja 12,5 - 17,5 cm) ja Mouhijärven (0 - 5 cm) koekentillä.

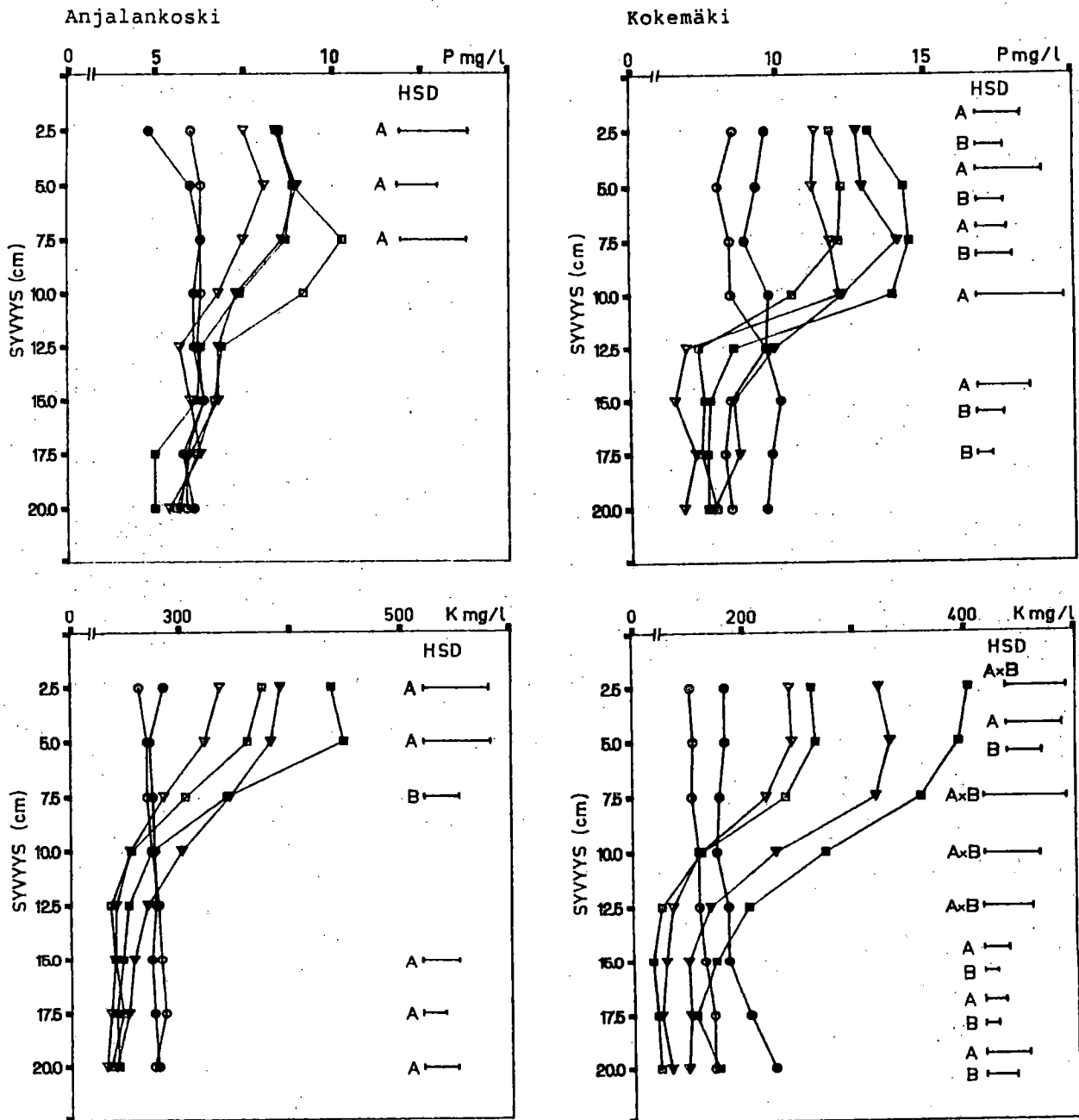
Kalium: Kuvista voidaan nähdä, että myös kaliumia oli kertynyt kyntämättömän maan pintakerrokseen 0 - 7,5 cm syvyydessä. Ero kynnetyn maan kaliumpitoisuuksiin oli useimmiten merkitsevä. Syvemmällä (12,5 - 20 cm) on kaliumia oli merkitsevästi enemmän kynnetyissä kuin kyntämättömässä maassa. Olkien poisto alensi selvästi maan kaliumpitoisuutta lähes jokaisessa kerroksessa, merkitsevästi Jokioisten, Pälkäneen, Kokemäen ja Mietoisten koekentillä.

Magnesium (liitteet 3 ja 4): Poiketen fosforista ja kaliumista magnesiumia oli kynnetyn maan pintakerroksissa enemmän kuin keskimäärin kyntämättömässä maassa. Ero oli tilastollisesti merkitsevä Jokioisten (0 - 10 cm), Anjalankosken (0 - 7,5 cm), Kokemäen (0 - 12,5 cm) ja Mietoisten (0 - 10 cm) koekentillä. Syvemmissä maakerroksissa magnesiumin määrässä ei ollut suuria eroja kynnetyn ja kyntämättömän maan välillä lukuunottamatta Anjalankosken koekenttää, jossa kyntämättömässä maassa oli magnesiumia selvästi vähemmän koko tutkitussa maakerroksessa. Mietoisten koekentässä oli syksyllä sänkimuokatussa maassa runsaasti magnesiumia 12,5 - 20 cm syvyydessä. Pälkäneen ja Mouhijärven kentillä magnesiumipitoisuudet olivat melko samansuuruiset koko 20 cm maakerroksessa kynnetyissä ja kyntämättömässä maassa. Olkien poistolla ei ollut selvää vaikutusta maan magnesiumipitoisuuteen. Toisilla koekentillä vaikutus oli magnesiumipitoisuutta kohottava, toisilla koekentillä alentava.



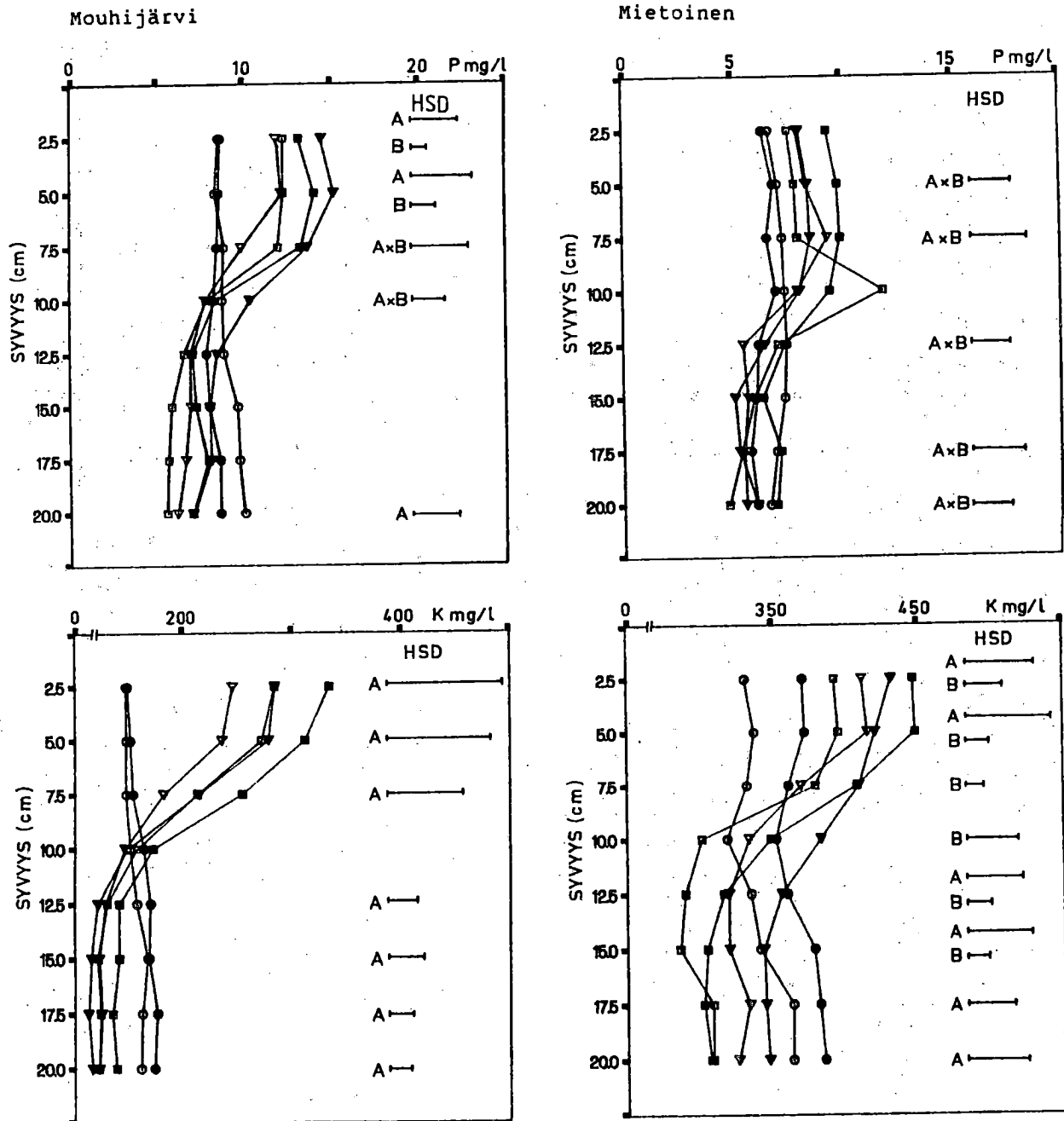
Kuva 13. Maan fosfori- ja kaliumpitoisuudet (mg/l), Jokioinen ja Pälkäne (●-● = kyntö + oljet maahan, o-o = kyntö + oljet pois; ■-■ = syysäestys + oljet maahan, □-□ = syysäestys + oljet pois; ▼-▼ = kevästäestys + oljet maahan, ▽-▽ = kevästäestys + oljet pois; HSD Tukey 5 %).

Fig. 13. Concentration of phosphorus and potassium (mg/l) soluble in acid ammonium acetate, pH 4,65, Jokioinen and Pälkäne (●-● = ploughing + straw not removed, o-o = ploughing + straw removed; ■-■ = autumn cultivation + straw not removed, □-□ = autumn cultivation + straw removed; ▼-▼ = spring cultivation + straw not removed, ▽-▽ = spring cultivation + straw removed; HSD Tukey 5 %).



Kuva 14. Maan fosfori- ja kaliumpitoisuudet (mg/l), Anjalankoski ja Kokemäki (●-● = kyntö + oljet maahan, o-o = kyntö + oljet pois; ■-■ = syysäestys + oljet maahan, □-□ = syys-syysäestys + oljet pois; ▼-▼ = kevätäestys + oljet maahan, ▽-▽ = kevätäestys + oljet pois; HSD Tukey 5 %).

Fig. 14. Concentration of phosphorus and potassium (mg/l) soluble in acid ammonium acetate, pH 4,65, Anjalankoski and Kokemäki (●-● = ploughing + straw not removed, o-o = ploughing + straw removed; ■-■ = autumn cultivation + straw not removed, □-□ = autumn cultivation + straw removed; ▼-▼ = spring cultivation + straw not removed, ▽-▽ = spring cultivation + straw removed; HSD Tukey 5 %).



Kuva 15. Maan fosfori- ja kaliumpitoisuudet (mg/l), Mouhijärvi ja Mietoinen (●-● = kyntö + oljet maahan, o-o = kyntö + oljet pois; ■-■ = syysäestys + oljet maahan, □-□ = syysäestys + oljet pois; ▼-▼ = kevätäestys + oljet maahan, ▽-▽ = kevätäestys + oljet pois; HSD Tukey 5 %).
 Fig. 15. Concentration of phosphorus and potassium (mg/l) soluble in acid ammonium acetate, pH 4,65, Mouhijärvi and Mietoinen (●-● = ploughing + straw not removed, o-o = ploughing + straw removed; ■-■ = autumn cultivation + straw not removed, □-□ = autumn cultivation + straw removed; ▼-▼ = spring cultivation + straw not removed, ▽-▽ = spring cultivation + straw removed; HSD Tukey 5 %).

Maan kalsium (liitteet 5 ja 6) ja pH: Kuten magnesiumia myös kalsiumia oli kynnetyssä maassa enemmän pintakerroksissa kuin keskimäärin kyntämättömässä maassa. Ero oli merkitsevä 0 - 7,5 cm kerroksessa Jokioisten, Anjalankosken, Kokemäen ja Mietoisten koekentällä. Syvemmissä kerroksissa kalsiumpitoisuuksissa ei ollut suuria eroja kynnetyyn ja kyntämättömän maan välillä lukuunottamatta Anjalankosken koekenttää, jossa kyntämättömässä maassa oli selvästi vähemmän kalsiumia koko tutkitussa maa-kerroksessa. Olkien poistolla oli merkitsevästi kalsiumpitoi-

Taulukko 14. Maan pH, Jokioinen, Pälkäne, Anjalankoski (A1 = kyntö, A2 = syysäestys, A3 = kevätäestys; B1 = oljet maahan, B2 = oljet pois; HSD Tukey 5 %).
Table 14. Soil pH (water), Jokioinen, Pälkäne, Anjalankoski (A1 = ploughing, A2 = autumn cultivation, A3 = spring cultivation; B1 = straw not removed, B2 = straw removed; HSD Tukey 5 %).

Jokioinen

Syvyys (cm)	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	A3B1	A3B2	HSD A/B
0,0 - 2,5	6,5	6,6	6,3	6,4	6,3	6,4	HSD A = 0,1
2,5 - 5,0	6,5	6,6	6,3	6,3	6,3	6,3	HSD A = 0,1
5,0 - 7,5	6,5	6,6	6,3	6,4	6,2	6,3	HSD A = 0,1
7,5 - 10,0	6,5	6,6	6,4	6,5	6,3	6,3	HSD A = 0,2
10,0 - 12,5	6,5	6,6	6,5	6,6	6,5	6,4	
12,5 - 15,0	6,5	6,6	6,7	6,6	6,5	6,6	
15,0 - 17,5	6,5	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	
17,5 - 20,0	6,5	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	

Pälkäne

Syvyys (cm)	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	A3B1	A3B2	HSD A/B
0,0 - 2,5	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,6	
2,5 - 5,0	5,7	5,6	5,7	5,6	5,7	5,6	
5,0 - 7,5	5,7	5,7	5,6	5,7	5,6	5,7	
7,5 - 10,0	5,7	5,7	5,5	5,6	5,5	5,5	
10,0 - 12,5	5,7	5,7	5,6	5,6	5,5	5,6	
12,5 - 15,0	5,7	5,7	5,7	5,7	5,6	5,7	
15,0 - 17,5	5,6	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	
17,5 - 20,0	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,8	

Anjalankoski

Syvyys (cm)	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	A3B1	A3B2	HSD A/B
0,0 - 2,5	5,6	5,7	5,5	5,5	5,6	5,6	
2,5 - 5,0	5,7	5,6	5,4	5,5	5,6	5,5	
5,0 - 7,5	5,6	5,6	5,4	5,4	5,4	5,5	
7,5 - 10,0	5,6	5,7	5,4	5,4	5,5	5,4	HSD A = 0,1
10,0 - 12,5	5,6	5,7	5,4	5,5	5,6	5,5	
12,5 - 15,0	5,6	5,7	5,5	5,5	5,5	5,5	
15,0 - 17,5	5,7	5,7	5,4	5,5	5,6	5,6	HSD A = 0,2
17,5 - 20,0	5,6	5,6	5,5	5,6	5,6	5,6	

5.3. Tulosten tarkastelu

5.3.1. Maan fysikaaliset ominaisuudet

Maan lämpöolot ja kosteus: Kynnetty maa lämpeni keväällä nopeammin kuin kyntämätön maa. Varsinkin kyntämättömän maan pinnalla ollut olkikate alensi maan lämpötilaa. Olkien poiston lisäksi syksyisellä sänkimuokkauksella oli edullinen vaikutus kyntämättömän maan lämpöoloihin. Edellä mainituista toimenpiteistä huolimatta kyntämätön maa oli hieman viileämpi kuin kynnetty maa.

Kylvömuokkauksen jälkeen tehtyjen lämpötilamittausten mukaan lämpöolot eivät suuresti poikenneet toisistaan kynnetyn ja kyntämättömän maan välillä. Aineiston puutteellisuudet huomioonottaen näyttäisi siltä, että kynnetty maa olisi ollut jonkinverran lämpimämpi alkukesällä kuin kyntämätön maa. Jos olkimassaa on paljon, se voi maahan muokattunakin edelleen vaikuttaa maan lämpötilaa alentavasti. Kun oljet oli kerätty pois, kyntämätön maa oli eräissä tapauksissa jopa lämpimämpi kuin kynnetty maa.

Kyntämätön maa oli kaikilla koekentillä muokkauskerroksestaan (0 - 7,5 cm) selvästi kosteampaa kuin kynnetty maa. Kosteusero oli keskimäärin 5 prosenttiyksikköä. Varsinkin kyntämättömän maan, jolta olkia ei ollut poistettu, ja kynnetyn maan välinen kosteusero oli useimmissa tapauksissa tilastollisesti merkitsevä. Olkien poistolla oli selvä vaikutus kyntämättömän maan pintaosien kosteuteen. Merkitsevästi kosteus pienentyi kaikilla muilla koekentillä paitsi Jokioisissa (> 5 cm) ja Pälkäneellä. Myös syksyllä tehty sänkimuokkaus yleensä alensi kyntämättömän maan äestyskerroksen kosteutta. Kosteusero syysäestetyin ja kevätäestetyin maan välillä ei kuitenkaan aina ollut merkitsevä.

Syvenmissä kerroksissa (10 - 20 cm) kynnetty maa oli useimmiten kosteampaa kuin kyntämätön maa. Varsinkin syksyllä sänkimuokattu maa oli tällöin kuivempaa kuin kynnetty maa.

Kyntämätön maa lämpenee ja kuivuu hitaammin keväällä kuin kynnetty maa. Ko. kokeen perusteella on mahdotonta arvioida kuinka paljon auraton viljely käytännössä siirtäisi kylvöjen aloitusajankohtaa; kynnetty ja kyntämätön maahan kylvömuokattiin tässä kokeessa samanaikaisesti. EKEBERGIN (1985) mukaan auraton viljely ei siirrä kylvöjen aloitusta kovin paljon. Todennäköisesti kysymys on noin kahden kolmen vuorokauden mittaisesta viiveestä, kevään sääoloista riippuen. Olkien poistolla ja syksyisellä sänkimuokkauksella on edullinen vaikutus kyntämättömän maan lämpenemiseen ja kuivumiseen keväällä.

Kylvöalustan mururakenne ja muokkautuvuus: Auraton viljely vähensi selvästi läpimitaltaan alle 2 mm ja 2 - 6 mm murujen osuutta kylvöalustassa kaikilla muilla maalajeilla paitsi Mietoisten aitosavella. Samalla läpimitaltaan yli 6 mm murujen osuus lisääntyi kyntämättömässä maassa. Useimmissa tapauksissa ero kynnetyn maan ja kyntämättömän maan murujakaumassa oli merkitsevä, varsinkin kun olkia ei ollut poistettu. Olkien poistaminen paransi yleensä kyntämättömän maan muokkautuvuutta, jolloin pienempien murujen osuus kasvoi merkitsevästi. Syksyllä sänkimuokatussa maassa oli useimmiten enemmän alle 2 mm ja 2 - 6 mm kokoisia muruja kuin keväällä sänkimuokatussa maassa (merkitsevästi Jokioisissa, Kokemäellä ja Mouhijärvellä).

Mietoisten koekentän muruanalyysien tulokset poikkesivat jonkin verran muiden koekenttien tuloksista. Syysäestetyssä maassa oli eniten läpimitaltaan alle 2 mm muruja. Kyntämättömän maan alle 2 mm ja 2 - 6 mm kokoisten murujen osuus oli vähintään yhtäsuuri kuin kynnettyssä maassa, kun oljet oli poistet-

tu. Olkien poistolla oli merkitsevä vaikutus varsinkin läpimitaltaan alle 2 mm murujen osuuteen kyntämättömän maan muokauskerroksessa.

Kynnetty maa muokkautui keväällä 1985 yleensä paremmin kuin kyntämätön maa. Routa murustaa talvella tehokkaasti kyntöharjoja. Kyntämättömällä maalla roudan vaikutus ei ole yhtä tehokasta (vrt. KIVISAARI 1979). Roudan edullinen maata murustava vaikutus koskee kuitenkin lähinnä runsaasti savesta sisältäviä maita. Kynnetyn maan kosteus oli keväällä 1985 monilla koekentillä edullisempi (kuivempi) muokkausta ajatellen kuin kyntämättömän maan kosteus. Lisäksi oljet haittasivat kyntämättömän maan kylvömuokkausta s-piikkiäkeellä ruuduilla, joilta niitä ei ollut poistettu.

Kyntämätön maa saattaa tarvita useampia muokkauksetoja tavanomaisia välineitä käyttäen kuin kynnetty maa, jotta riittävä kylvösyvyys ja sopiva mururakenne saavutettaisiin. Muokkauksetojen lisääntyessä riski maan tiivistymiselle kasvaa. Myös aurattomalla viljelyllä saavutettu ajan- ja energiansäästö pienenee. Syksyinen sänkimuokkaus ja varsinkin olkien poistaminen paransivat tässä kokeessa kyntämättömän maan kylvöalustan muokkautuvuutta.

Runsas olki haittaa kylvömuokkausta tavanomaisilla muokkausvälineillä. Nykyaikaista s-piikkiäestä, jota tässä kokeessa käytettiin, ei ole suunniteltu olkisen maan muokkaukseen. Myös kylvölannoittimen vantaat tukkeutuvat olkisessa maassa. Aurattomaan viljelyyn tulisikin kehittää olkisen maan muokkaukseen soveltuvia välineitä. Tällöin välttytään olkien poistolta tai poltolta, jotka ovat vaikeasti toteutettavia ja työläitä toimenpiteitä.

Mietoisten koekentällä kynnetty maa jäi kokkareiseksi, kyntämätön maa muokkautui sen sijaan kohtuullisen hyvin, kun oljet oli poistettu. Aitosavimaalla oikea muokkausajankohta on

erittäin riippuvainen maan kosteudesta. Auraton viljely saattaisi pidentää hitaamman kuivumisensa ansiosta aitosavimaan optimaalista muokkausaikaa.

Murujen stabiilisuus ja maan orgaaninen hiili: Auraton viljely lisäsi selvästi murujen vedenkestävyyttä. Keskimäärin kyntämättömässä maassa oli 9 prosenttiyksikköä enemmän vedenkestäviä muruja kuin kynnetyissä maassa. Keväällä sänkimuokatussa maassa murut olivat merkittävästi stabiilimpia kuin kynnetyissä maassa. Myös syysäestetyin maan mururakenne oli selvästi stabiilimpi kuin kynnetyn maan mururakenne, merkittävästi Anjalankoskella, Kokemäellä ja Mouhijärvellä. Olkien poisto huononsi jonkin verran murujen vedenkestävyyttä varsinkin kynnetyllä maalla ja syysäestetyllä maalla.

Mietoisten aitosavella keväällä sänkimuokatun maan murut olivat vedenkestävämpiä kuin kynnetyn maan tai syysäestetyin maan murut, mutta ero ei ollut merkittävä. Kynnetyn maan ja syysäestetyin maan mururakenteen stabiilisuudessa ei ollut eroja.

Kyntämättä viljely lisäsi orgaanisen hiilen pitoisuutta pinta- maassa (0 - 7,5 cm) keskimäärin 4 %-yksiköllä. Useimmissa tapauksissa ero kynnetyn maan orgaanisen hiilen pitoisuuteen oli merkittävä. Keväällä sänkimuokatussa maassa oli yleensä enemmän orgaanista hiiltä kuin syysäestetyin maan pintaosissa. Syvemmällä (> 10 cm) kynnetyissä maassa oli saman verran tai enemmän orgaanista hiiltä kuin kyntämättömässä maassa. Olkien poisto alensi jonkin verran orgaanisen hiilen pitoisuuksia kyntämättömällä maalla.

Auraton viljely parantaa maan pintaosien murujen vedenkestävyyttä. Tällä voi olla merkitystä herkästi kuorettuvilla maalajeilla kuten hiesulla ja hiesusavella. Todennäköisesti kyntämättömän maan murujen stabiilisuus liittyy kohonneeseen orgaanisen aineksen pitoisuuteen (vrt. DOUGLAS ja GOSS 1982). Mietoisten aitosavimaalla aggregaattien stabiilisuus ei paran-

tunut tilastollisesti merkitsevästi aurattomassa viljelyssä. MARTI (1984) sai samankaltaisia tuloksia mailla, joiden savespitoisuus oli korkea.

Kylvöalustan tilavuuspaino: Useimmilla koekentillä kynnetyn maan pintaosan tilavuuspaino oli suurempi kuin kyntämättömässä maassa. Todennäköisin syy tähän oli kyntämättömän maan suurempi orgaanisen aineksen pitoisuus pintakerroksessa kuin kynnetyssä maassa.

Yhtäläisesti kaikilla koekentillä ja maalajeilla kyntämätön maa oli selvästi tiiviimpää kuin kynnetty maa äestyskerroksen alapuolella. Ero oli merkitsevä. Olkien poistolla ei näyttänyt olleen vaikutusta kyntämättömän maan tilavuuspainoon. Myöskään syysäestetyt ja kevätäestetyt maan tilavuuspainoissa ei ollut suuria eroja. Keskimäärin kyntämättömän maan tilavuuspaino oli 10 - 20 cm syvyydessä $0,14 \text{ g/cm}^3$ suurempi kuin kynnetyn maan tilavuuspaino.

Maan mekaaninen vastus: Penetrometrikäyrät olivat samankaltaiset kaikilla koekentillä. Maan mekaaninen vastus oli kyntämättömässä maassa merkitsevästi suurempi kuin kynnetyissä maassa keskimäärin 10 - 28 cm syvyydessä. Ero mekaanisessa vastuksessa oli noin 0,6 MPa. Mouhijärven koekentällä kynnetyn maan mekaaninen vastus oli merkitsevästi suurempi kuin kyntämättömässä maassa 3,5 - 7 cm syvyydessä. Jokioisissa kynnetyn maan mekaaninen vastus oli syvemmissä kerroksissa (> 31,5 cm) suurempi kuin kyntämättömässä maassa, mutta ero ei ollut merkitsevä. Tuloksia tarkastellessa täytyy muistaa, että koevirhettä saattoivat aiheuttaa maan heterogeenisuus sekä mahdolliset kosteuserot mittaushetkellä kynnetyn ja kyntämättömän maan välillä.

Auraton viljely on tiivistänyt pintamaan keski- ja alaosaa. Myös maan mekaaninen vastus on lisääntynyt, kun kynnön kuohkeuttavaa vaikutusta ei ole ollut. Satotuloksien (PITKÄNEN ym.

1988) perusteella ei voida päätellä, kuinka paljon kyntämättömän maan suurentunut tilavuuspaino ja mekaaninen vastus ovat vaikuttaneet juuriston kasvumahdollisuuksiin. Hyvin märkinä kasvukautena 1981 jäykällä savimailla (Mietoinen ja Jokioinen) aurattomassa viljelyssä saadut sadonalennukset voivat merkitä sitä, että märkinä vuosina vesi ei kulkeudu riittävän nopeasti kyntämättömässä savimaassa, vaan kasvit kärsivät liikamärkydestä. Kevyemmillä maalajeilla ei vastaavaa ilmiötä ollut.

Märkää vuotta seuranneena kasvukautena 1982 saatiin kaikilla koekentillä kyntämättömältä maalta suurempi sato kuin kynnettyltä maalta (PITKÄNEN ym. 1988). Ilmeisesti syksyllä 1981 olosuhteet olivat hyvin vaikeat maan kyntöä ajatellen. Kynnöksestä on tullut epätasaista, ja lisäksi märissä oloissa on voinut tapahtua maan tiivistymistä, mikä on näkynyt sadonalennuksena seuraavana vuonna. Toisaalta on muistettava, että myös märissä oloissa tehty sänkimuokkaus tiivistää maata.

Yleisesti ottaen satotuloksien perusteella ei voida päätellä kyntämättömän maan tiivistyneen liikaa. Kohonneet tilavuuspaino- ja penetrometrilukemat eivät välttämättä merkitse kasvien kannalta liiallista maan tiivistymistä. Tutkimus, joka selvittäisi maan huokosjakaumaa ja huokosten jatkumista, kertoisi enemmän kyntämättömän maan tiiviystilasta. Aurattomassa viljelyssä kuitenkin lisääntyy riski maan haitalliselle tiivistymiselle. Varsinkin märissä oloissa tehty sänkimuokkaus voi aiheuttaa sadonalennuksia. Kyntämättömällä maalla on ehdottomasti vältettävä määrällä maalla ajamista sekä turhia ajokertoja.

Maalajien soveltuvuus: Aurattomasta viljelystä saatujen satotulosten (PITKÄNEN ym. 1988) perusteella hiesusavi (Anjalan-
koski) näyttäisi soveltuvan parhaiten jatkuvaan aurattomaan viljelyyn. Myös Mouhijärven runsaasti hiesulajitetta sisältävällä savisella hieuemaalla auraton viljely menestyi hyvin, mikäli juolavehnän leviäminen ehkäistiin. Myös Ruotsissa au-

rattomalla viljelyllä saatiin hyviä tuloksia runsaasti hiesua sisältävillä mailla (RYDBERG 1986). Kyntämättömyys parantaa maan mururakenteen kestävyyttä, mistä on hyötyä herkästi liettyvillä ja kuorettuvilla hiesumaille. Lisäksi kyntämättömän maan pintaosien lisääntynyt orgaaninen aines sekä oljen ja sängen kappaleet suojaavat poutivia hiesumaita liialliselta evaporaatiolta kuivina kausina (vrt. BLEVINS ym. 1971, GAUER ym. 1982).

Englannissa syysviljojen suorakylvöä ei suositella hiesumaille (CANNELL ym. 1978, STENGEL 1984). Kevätviljojen menestyminen hiesupitoisilla mailla Pohjoismaissa aurattoman viljelyn kokeissa ei välttämättä ole suuressa ristiriidassa englantilaisten tulosten kanssa. Suorakylvö ja auraton viljely eroavat jo menetelminä toisistaan. Lisäksi sää-, viljalaji- (syys- ja kevätiljat), lannoitus- ym. eroavuudet voivat vaikuttaa päinvastaisen tuloksen syntymiseen. Hiesupitoisia maita pidetään Suomessa ongelmallisina viljanviljelyssä. Aurattomalla viljelyllä voitaisiin mahdollisesti vähentää hiesumaiden viljelyongelmia.

5.3.2. Maan viljavuus

Fosfori ja kalium: Kyntämättömässä maassa fosforia ja kaliumia kertyi maan pintaosiin. Kynetyssä maassa ko. ravinteet olivat tasaisesti jakautuneina kyntökerroksessa. Tulos oli odotettu ja vastaa muiden tutkimusten tuloksia (mm. EHLERS ym. 1972, HODGSON ym. 1977, ELLIS ja HOWSE 1980, RASMUSSEN ja OLSEN 1983, CLUTTERBUCK ym. 1984, RILEY ym. 1985, RYDBERG 1986). Fosforia oli ehkä odotettua runsaammin myös kyntämättömän maan syvemmissä kerroksissa. Jokioisten kokeessa fosforia oli kyntämättömässä maassa eniten koko tutkitussa maakerroksessa (20 cm). Tämä selittyy osittain koekentän erittäin korkealla fosforipitoisuudella. Lisäksi Jokioisten kokeessa kyntämättömän maan sänkimuokkaus tehtiin järeällä kultivaattorilla, jolla on hyvissä oloissa tehokas maata sekoittava vaikutus. Muilla koe-

kentillä fosforia oli 10 - 20 cm syvyydessä enemmän kynnetyissä kuin kyntämättömässä maassa. Ero ei kuitenkaan yleensä ollut merkitsevä. Kaliumin kohdalla erot kyntämättömän ja kynnetyn maan välillä olivat selvemmät. Oljet ja säkki sisältävät runsaasti kaliumia, jota näin kertyy kyntämättömän maan pintaosiin.

Kummankaan ravinteen, fosforin ja kaliumin, kohdalta aurattoman viljelyn ei voida todeta merkittävästi köyhdyttäneen ruokamultakerroksen alaosaa. Tuloksien perusteella ei myöskään voida olettaa kasvien kärsivän ko. ravinteiden, fosforin tai kaliumin, puutetta aurattomasti viljellyllä kyntämättömällä maalla. Sänkimuokkauksella on ruokamultakerroksen pintaosaa sekoittava vaikutus, mikä siirtää ravinteita jonkin verran syvemmälle. Olennaisempaa ravinteiden siirtymisen kannalta on kuitenkin se, että aurattomassa viljelyssä lannoitteet sijoitetaan maahan kuten perinteisessäkin viljelyssä. Näin kasvien juuret saavat ravinteita heti kehityksensä alussa. Lannoitteiden sijoitussyvyydestä ravinteilla on myös lyhyt kulkeutumismatka alueelle, jossa sijaitsee suurin osa kasvin juuristosta.

Magnesium, kalsium ja maan pH: Magnesium ja kalsium käyttäytyivät eri tavalla kuin fosfori ja kalium kynnetyissä ja kyntämättömässä maassa. Sekä magnesiumia että kalsiumia oli enemmän kynnetyn maan kuin kyntämättömän maan pintakerroksessa. Saman tuloksen saivat myös ELLIS ja HOWSE (1980), vaikkakaan heidän kokeessaan erot eivät olleet merkitseviä kynnetyn ja kyntämättömän maan magnesium- ja kalsiumpitoisuuksien välillä. Kirjallisuudessa ei varsinaisesti ole käsitelty muokkauksen vaikutusta maan magnesiumin ja kalsiumin siirtymiseen. Ko. ravinteet ovat melko helposti maassa liikkuvia. Vuosittainen kyntö palauttaa magnesiumia ja kalsiumia maan pinnalle. Kyntämättömässä maassa nämä ravinteet rikastuvat syvempiin maakerroksiin. Kasvinravitsemuksen kannalta kynnetyn ja kyntämättömän maan magnesium- ja kalsiumpitoisuseroilla ei todennäköisesti ole merkitystä.

Anjalankosken koekentällä kyntämättömässä maassa oli selvästi vähemmän magnesiumia ja kalsiumia kuin kynnetyissä maassa koko tutkitussa maakerroksessa. Tulosta on vaikea selittää, kun vertaa muita koekenttiä. Maan pH:ssa ei Anjalankoskella ollut juuri eroja menetelmien välillä. Anjalankosken kenttäkokeen kerranteista yksi on ollut pitempään kalkitsemta kuin muut kerranteet. Ilmeisesti tämä on vaikuttanut tuloksiin suurena hajontana kalsium- ja magnesiumpitoisuuksissa.

Kynnetyn ja kyntämättömän maan pH:ssa ei ollut merkittävää eroa. Aurattomalla viljelyllä ei siis näytä olevan sen suurempaa maan pintaosia happamoittavaa vaikutusta kuin perinteisellä viljelyllä. Typpilannoitus alentaa maan pH:ta. Pelto- viljelyssä maahan joudutaankin yleensä levittämään kalkkia aika ajoin. Kyntö sekoittaa kalkin tehokkaasti ruokamultakerrokseen. Ilmeisesti kalkin levityksen jälkeen olisikin edullista kyntää maa muutamana vuotena, jotta maan pH saataisiin nousemaan koko ruokamultakerroksessa. Kalkituksen ja kynnön jälkeen myös ruokamultakerroksen yläosan magnesium- ja kalsiumpitoisuudet kohoaisivat. Toisaalta tällöin menetetään kyntämättömyyden edullinen vaikutus varsinkin hiesupitoisten maiden fysikaalisiin ominaisuuksiin. Tehokkaalla sänkimuokkauksella voitaneen maanparannuskalkki myös sekoittaa tyydyttävästi maahan.

6. Kirjallisuuslähteet

- ALLEN, H. P. 1975. ICI plant protection division experience with direct drilling systems, 1961 - 1975. *Outl. Agric.* 8: 213 - 215.
- ALLISON, L. E. 1969. Organic carbon. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. *Agron.* 9: 1367 - 1396. Madison, Wisconsin USA.
- ANDERSSON, J., PIDGEON, J. D., SPENCER, H. B. & PARKS, R. 1980. A new hand-held recording penetrometer for soil studies. *J. Soil Sci.* 31: 279 - 296.
- ANON. 1979. Instruction manual for use of Bush recording soil penetrometer. Mark I model 1979. Findlay, Irvine limited. Bog road, Penicuik, Midlothian, Scotland. 35 s.
- 1983. SPSSX User's Guide. 806 s. New York.
- 1985. Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon. Huhti-lokakuu. Ilmatieteen laitos. 84 s.
- AULAKH, M. S. & RENNIE, D. A. 1986. Nitrogen transformations with special reference to gaseous N losses from zero-tilled soils of Saskatchewan, Canada. *Soil Tillage Res.* 7: 157 - 171.
- AURA, E. 1983. Soil compaction by the tractor in spring and its effect on soil porosity. *J. Scient. Agric. Soc. Finl.* 55: 91 - 107.
- BAKERMANS, W. A. P. & WIT, C. T. de 1970. Crop husbandry on naturally compacted soils. *Neth. J. Agric. Sci.* 18: 225 - 246.
- BALL, B. C. & O'SULLIVAN, M. F. 1982. The characterisation of pores in ploughed and direct drilled soils in Scotland. *Proc. 9th Conf. of ISTRO, Osijek, Yugoslavia.* p. 396 - 401.
- BARNES, B. T. & ELLIS, F. B. 1979. Effect of different methods of cultivation and direct drilling and disposal of straw residues on population of earthworms. *J. Soil Sci.* 30: 669 - 679.
- BAUDER, J. W., RANDALL, C. W. & SWANN, J. B. 1981. Effect of four continuous tillage systems on mechanical impedance of a clay loam soil. *J. Soil. Sci. Soc. Am.* 45: 802 - 806.

- BAUEMER, K. 1970. First experiences with direct drilling in Germany. *Neth. J. Agric. Sci.* 18: 283 - 292.
- & BAKERMANS, W. A. P. 1973. Zero-tillage. *Adv. Agron.* 25: 77 - 123.
- BILLOT, J. 1982. Use of penetrometers for showing soil structure heterogeneity application to study of tillage impact and compaction effects. *Proc. 9th Conf. of ISTRO, Osijek, Yugoslavia.* p. 177 - 182.
- BLACK, A. L. & POWER, J. F. 1965. Effect of chemical and mechanical fallow methods on moisture storage, wheat yields and soil erodibility. *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.* 29: 465 - 468.
- BLEVINS, R. L., COOK, D., PHILLIPS, S. H. & PHILLIPS, R. E. 1971. Influence of no-tillage on soil moisture. *Agron. J.* 63: 593 - 596.
- , THOMAS, G. W., SMITH, M. S., FRYE, W. W. & CORNELIUS, P. L. 1983. Changes in soil properties after 10 years continuous non-tilled and conventionally tilled corn. *Soil Tillage Res.* 3: 135 - 146.
- BOEKEL, P. 1982. Soil structure in modern agriculture. *Proc. 9th Conf. of ISTRO, Osijek, Yugoslavia.* p. 402 - 408.
- BOONE, F. R., KROESBERGEN, B. & BOERS, A. 1984. Soil conditions and growth of spring barley on tilled and untilled marine loam soli. Experiences with three tillage systems on a marine loam soil, 2., 1976 - 1979. *Agric. Res. Rep. Pudoc, Wageningen.* 925. p. 124 - 166.
- , SLAGER, S., MIEDEMA, R. & ELEVELD, R. 1976. Some influences of zero-tillage on the structure and stability of fine textured river levee soil. *Neth J. Agric. Sci.* 24: 105 - 119.
- BOYER, J. S. 1982. Plant productivity and environment. *Science* 218: 443 - 448.
- BRADY, N. C. 1984. Soil erosion and its control. The nature and properties of soils. 9th Ed. p. 533 - 569. New York.
- BURFORD, J. R., DOWDELL, R. J. & CREES, R. 1981. Emission of nitrous oxide to the atmosphere from direct drilled and ploughed clay soils. *J. Sci. Food Agric.* 32: 219 - 223.

- BURROWS, W. C. 1963. Characterisation of soil temperature distribution from various tillage induced microreliefs. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 27: 350 - 353.
- CANNELL, R. Q. 1985. Reduced tillage in north-west Europe - a review. Soil Tillage Res. 5: 129 - 177.
- , DAVIES, D. B., MACKNEY, D. & PIDGEON, J. D. 1978. The suitability of soils for sequential direct drilling of combine harvested crops in Britain: a provisional classification. Outl. Agric. 9: 306 - 316.
- & ELLIS, F. B. 1976. Direct drilling (zero tillage) and shallow cultivation on a range of soils in the United Kingdom. Proc. 7th Conf. of ISTRO, Uppsala, Sweden. Sveriges Lantbr.univ. Rapp. jordbearbetningsavd. 45: 6:1 - 6:6.
- , ELLIS, F. B., CHRISTIAN, D. G. & BARNES, B. T. 1982. Long-term comparisons of direct drilling, shallow tillage and ploughing on clay and silt loam soils, with particular reference to straw disposal. Proc. 9th Conf. of ISTRO, Osijek, Yugoslavia. p. 85 - 90.
- & FINNEY, J. R. 1973. Effects of direct drilling and reduced cultivation on soil conditions for root growth. Outl. Agric. 7: 184 - 189.
- CHANEY, K., HODGSON, D. R. & BRAIM, M. A. 1985. The effects of direct drilling, shallow cultivation and ploughing on some soil properties in a long-term experiment on spring barley. J. Agric. Sci. 104: 125 - 133.
- CLUTTERBUCK, B. J. & HODGSON, D. R. 1984. Direct drilling and shallow cultivation compared with ploughing for spring barley on a clay loam in northern England. J. Agric. Sci. 102: 127 - 134.
- CORDIER, Y. & FRANKINET, M. 1982. Characterization of the effects of cultural treatments (half ploughing, normal ploughing and direct drilling) on soil mechanics using the penetrometer (cone index). Proc. 9th Conf. of ISTRO, Osijek, Yugoslavia. p. 429 - 435.

- DOUGLAS, J. T. & GOSS, M. J. 1982. Stability and organic matter content of surface soil aggregates under different methods of cultivation and in grassland. *Soil Tillage Res.* 2: 155 - 175.
- , GOSS, M. J. & HILL, D. 1980. Measurements of pore characteristics in a clay soil under ploughing and direct drilling, including use of a radioactive tracer (^{144}Ce) technique. *Soil Tillage Res.* 1: 11 - 18.
- DOWDELL, R. J., CREES, R., BURFORD, J. R. & CANNELL, R. Q. 1979. Oxygen concentrations in a clay soil after ploughing or direct drilling. *J. Soil. Sci.* 30: 239 - 245.
- , CREES, R. & CANNELL, R. Q. 1983. A field study of effects of contrasting methods of cultivation on soil nitrate content during autumn, winter and spring. *J. Soil Sci.* 34: 367 - 379.
- DREW, M. C. & SAKER, L. R. 1978. Effects of direct drilling and ploughing on root distribution in spring barley, and on the concentrations of extractable phosphate and potassium in the upper horizons of a clay soil. *J. Sci. Food Agric.* 29: 201 - 206.
- EHLERS, W. 1973. Strukturzustand und zeitliche Änderung der Wasser- und Luftgehalte während einer Vegetationsperiode in unbearbeiteter und bearbeiteter Löss-Parabraunerde. *Z. Acker- Pflbau* 137: 213 - 232.
- 1975. Observations on earthworm channels and infiltration on tilled and untilled loess soil. *Soil Sci.* 119: 242 - 249.
- 1977. Measurement and calculation of hydraulic conductivity in horizons of tilled and untilled loess-derived soil, Germany. *Geoderma* 19: 293 - 306.
- , KHOSLA, B. K., KÖPKE, U., STULPNAGEL, R., BÖHM, W. & BAEUMER, K. 1980. Tillage effects on root development, water uptake and growth of oats. *Soil Tillage Res.* 1: 19 - 34.

- , KÖPKE, U., HESSE, F. & BÖHM, W. 1983. Penetration resistance and root growth of oats in tilled and untilled loess soil. *Soil Tillage Res.* 3: 261 - 275.
 - , PAPE, G. & BÖHM, W. 1972. Tiefenverteilung und zeitliche Änderungen der laktatlöslichen Kalium- und Phosphorgehalte während einer Vegetationsperiode in unbearbeiteten und bearbeiteten Böden. *Z. Pflanzenern. Bodenkunde* 133: 24 - 36.
- EKEBERG, E. 1985. Jordarbeiding host og vår til vårkorn. *Forsk. Fors. Landbr.* 36: 133 - 139.
- ELLIOT, J. G. 1973. Reflections on the trend to minimum cultivation. *ADAS Quart. Rev.* 1973, 10: 85 - 91.
- ELLIS, F. B. & BARNES, B. T. 1980. Growth and development of root systems of winter cereals grown after different tillage methods including direct drilling. *Pl. and Soil* 55: 283 - 295.
- , CHRISTIAN, D. G. & CANNELL, R. Q. 1982. Direct drilling, shallow cultivation and ploughing on a silt loam soil, 1974 - 1980. *Soil Tillage Res.* 2: 115 - 130.
 - , ELLIOT, J. G., BARNES, B. T. & HOWSE, K. R. 1977. Comparison of direct drilling, reduced cultivation and ploughing on the growth of cereals 2. Spring barley on sandy loam soil: soil physical conditions and root growth. *J. Agric. Sci.* 89: 631 - 642.
 - , ELLIOT, J. G., POLLARD, F., CANNELL, R. Q. & BARNES, B. T. 1979. Comparison of direct drilling, reduced cultivation and ploughing on the growth of cereals 3. Winter wheat and spring barley on a calcareous clay. *J. Agric. Sci.* 93: 391 - 401.
 - & HOWSE, K. R. 1980. Effects of cultivation on the distribution of nutrients in the soil and the uptake of nitrogen and phosphorus by spring barley and winter wheat on three soil types. *Soil Tillage Res.* 2: 115 - 130.
- ELONEN, P. 1971. Particle-size analysis of soil. *Acta Agr. Fenn.* 122: 1 - 122.

- 1980. Tiivistynyt jankko - vaikea ongelma. Käytännön maamies 1980, 4: 21 - 25.
- FEDDES, R. A. 1973. Some physical aspects of heat transfer in soils. Acta Horticulturae 27: 189 - 194.
- FENSTER, C. R. 1976. Reduced tillage systems for the semiarid world. Proc. 7th Conf. of ISTRO, Uppsala, Sweden. Sveriges lantbr.univ. Rapp. jordbearbetningsavd. 45: 11:1 - 11:6.
- FINNEY, J. R. & KNIGHT, B. A. G. 1973. The effect of soil physical conditions produced by various cultivation systems on the root development of winter wheat. J. Agric. Sci. 80: 435 - 442.
- FLEIGE, H. & BAEUMER, K. 1974. Effect of zero-tillage on organic carbon and total nitrogen content, and their distribution in different N-fractions in loessial soils. Agro-Ecosystems 1: 19 - 29.
- FRANKINET, M. & GREVY, L. 1982. Influence of soil tillage on P_2O_5 and K_2O content in plants. Proc. 9th Conf. of ISTRO, Osijek, Yugoslavia. p. 310 - 316.
- GAUER, E., SHAYKEWICH, C. F. & STOBBE, E. H. 1982. Soil temperature and soil water under zero tillage in Manitoba. Can. J. Soil Sci. 62: 311 - 325.
- GERARD, B. M. & HAY, R. K. M. 1979. The effect on earthworms of ploughing, tined cultivation, direct drilling and nitrogen in a barley monoculture system. J. Agric. Sci. 93: 147 - 155.
- GOSS, M. J., HOWSE, K. R. & HARRIS, W. 1978. Effects of cultivation on soil water retention and water use by cereals in clay soils. J. Soil Sci. 29: 475 - 488.
- , HOWSE, K. R., VAUGHAN-WILLIAMS, J. M., WARD, M. A. & JENKINS, W. 1984. Water use by winter wheat as affected by soil management. J. Agric. Sci. 103: 189 - 199.
- HARPER, S. H. T. & LYNCH, J. M. 1981. The kinetics of straw decomposition in relation to its potential to produce the phytotoxin acetic acid. J. Soil Sci. 32: 627 - 637.

- HAY, R. K. M. 1977. Effects of tillage and direct drilling on soil temperature in winter. *J. Soil. Sci.* 28: 403 - 409.
- , HOLMES, J. C. & HUNTER, E. A. 1978. The effects of tillage, direct drilling and nitrogen fertilizer on soil temperature under a barley crop. *J. Soil Sci.* 29: 174 - 183.
- HEINONEN, R. 1960. A soil core sampler with provision for cutting successive layers. *J. Scient. Agric. Soc. Finl.* 32: 176 - 178.
- 1974. Framtidsutsikter för nya system med minskad jordbearbetning. Sveriges Lantbr.univ., Uppsala. Konsulentavd. Stencilserie. Mark-växter 27: 6, 1 - 7.
- 1985. Soil management and crop water supply. Swedish univ. of agric. sciences. 4th Ed. 105 p. Uppsala, Sweden.
- HODGSON, D. R., PROUD, J. R. & BROWNE, S. 1977. Cultivation systems for spring barley with special reference to direct drilling (1971-1974). *J. agric. Sci.* 88: 631 - 644.
- HOOD, A. E. M., JAMESON, H. R. & COTTERELL, R. 1964. Crops grown using paraquat as a substitute for ploughing. *Nature* 201: 1070 - 1072.
- HÅKANSSON, I. 1974. Framtidsutsikter för odlingssystem med minskad jordbearbetning. Resultat av orienterande fältförsök och markfysikaliska studier. Sveriges Lantbr.-univ., Uppsala. Konsulentavd. Stencilserie. Mark-växter 27: 7, 1 - 6.
- JONES, J. N., MOODY, J. E. & LILLARD, J. H. 1969. Effects of tillage, no tillage and mulch on soil water and plant growth. *Agron. J.* 61: 719 - 721.
- JUUSELA, T. & WÄRE, M. 1956. Suomen peltojen kuivatustila. Draining conditions of the cultivated fields in Finland. *Soil- and Hydrotechn. Res.* 8. 89 p. Helsinki.
- KAHNT, G. 1969. Ergebnisse zweijähriger Direktsaatversuche auf drei Bodentypen. *Z. Acker- Pflbau.* 129: 277 - 295.

- KARA, O. & RÄISÄNEN, L. 1979. Maanmuokkauksen minimointi ja kylvö- ja lannoitusvantaiden soveltuvuus kyntämättömään maahan kylvöön. Vakola. Tutkimusselostus 20. 53 s.
- KETCHESON, J. W., GROENEVELT, P. H., KAY, B. D. & GRANT, C. D. 1982. Effect of tillage and stover management on soil temperature. Proc. 9th Conf. of ISTRO. Osijek, Yugoslavia. p. 478 - 483.
- KIVISAARI, S. 1979. Effect of moisture and freezing on some physical properties of clay soils from plough layer. Selostus: Kosteuden ja jäätyvän vaikutus eräisiin muokkauskerroksesta otettujen savimaanäytteiden fysikaalisiin ominaisuuksiin. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 51: 239 - 326.
- 1983. Maan haitallinen tiivistyminen. Huonon hoidon seuraustako? Käytännön Maamies 1983, 1: 24 - 26.
- 1984. Maan kunnan huomioonottaminen muokkauksessa. Koe-toim. ja Käyt. 41: 20 - 21.
- KUIPERS, H. 1970. Historical notes on the zero-tillage concept. Neth. J. agric. Sci. 18: 219 - 224.
- 1980. Reflections on the 8th conference of ISTRO. Soil Tillage Res. 1: 7 - 10.
- KÄHÄRI, J. 1985. Suomen peltojen viljavuuden kehittyminen 1981 - 1984. Viljavuuspalvelu. 8 s.
- KÖLLER, K. 1981. Bodenarbeitung ohne Pflug. Hohenheimer Arbeiten. Agrartechnik. 112: 320 p. Stuttgart.
- LAL, R. 1974. Soil temperature, soil moisture and maize yield from mulched and unmulched tropical soils. Plant and soil 40: 129 - 143.
- 1976. No-tillage effects on soil properties under different crops in western Nigeria. J. Soil Sci. Soc. Am. 40: 762 - 768.
- LOW, A. J. 1972. The effect of cultivation on the structure and other physical characteristics of grassland and arable soils (1945 - 1970). J. Soil. Sci. 23: 363 - 380.
- MARSHALL, T. J. & HOLMES, J. W. 1979. Management of soil temperature. Soil physics. p. 281 - 282. Cambridge.

- MARTI, M. 1984. Kontinuerlicher Getreidebau ohne Pflug im Sudosten Norwegens - Wirkung auf Ertrag, physikalische und chemische Bodenparameter. Norges lantbr.hogskolan. Abhandl. Dr. scient. Inst. for jordkultur. 155 p.
- MOODY, J. E., JONES, J. N. & LILLARD, J. H. 1963. Influence of straw mulch on soil moisture, soil temperature and the growth of corn. Proc. Soil. Sci. Soc. Am. 27: 700 - 703.
- NEGI, S. C., RAGHAVAN, G. S. V. & TAYLOR, F. 1982. Hydraulic characteristics of conventionally and zero-tilled field plots. Soil Tillage Res. 2: 281 - 292.
- NIELSEN, V. 1981. Reduceret jordbehandling. Rapp. nr. 1. Statens jordbrukstekniske forsok. Bygholm.
- O'SULLIVAN, M. F. & BALL, B. C. 1982. Spring barley growth, grain quality and soil physical conditions in a cultivation experiment on a sandy loam in Scotland. Soil Tillage Res. 2: 359 - 378.
- OUWERKERK, C. van & BOONE, F. R. 1970. Soil-physical aspects of zero-tillage experiments. Neth. J. agric. Sci. 18: 247 - 261.
- OVESON, M. M. & APPLEBY, A. P. 1971. Influence of tillage management in a stubble mulch fallow - winter wheat rotation with herbicide weed control. Agron J. 62: 19 - 20.
- PAGE, J. R., WILLARD, C. J. & MCCUEN, G. W. 1946. Progress report on tillage methods in preparing land for corn. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 11: 70 - 80.
- PAGLIAI, M., LA MARCA, M. & LUCAMANTE, G. 1983. Micromorphic and micromorphological investigations of a clay loam soil in viticulture under zero and conventional tillage. J. Soil Sci. 34: 391 - 403.
- PEREIRA, H. C. 1975. Agricultural science and traditions of tillage. Outl. Agric. 8: 211 - 212.
- PIDGEON, J. D. 1980. A comparison of the suitability of two soils for direct drilling of spring barley. J. Soil Sci. 31: 581 - 594.

- 1981. A preliminary study of minimum tillage systems (including broadcasting) for spring barley in Scotland. Soil Tillage Res. 1: 139 - 151.
- PITKÄNEN, J., ELONEN, P., KANGASMÄKI, T., KÖYLIJÄRVI, J., TALVITIE, H., VIRRI, K. & VUORINEN, M. 1988. Aurattoman viljelyn vaikutukset kevätiljojen satoon ja laatuun. Kuuden koevuoden tulokset. Summary: Effects of ploughless tillage on yield and quality of spring cereals. Results of 6 years. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 21/88: 1 - 61.
- POWLSON, D. S. & JENKINSON, D. S. 1980. The effect of mechanical disturbance on organic matter changes in soil. Report of Rothamsted Exp. Station. Part 1. p. 233 - 234.
- RASMUSSEN, K. J. 1978. Reduseret jordbearbejdning til byg. Meddelelse nr. 1385. Statens Planteavlsvforsog.
- 1981. Reduseret jordbearbejdning ved monokultur i byg. Tidssk. Planteavl. 85: 171 - 183.
- 1982. Plant growth and soil physical properties by reduced tillage. Proc. 9th Conf. of ISTRO. Osijek, Yugoslavia. p. 526 - 531.
- & OLSEN, C. C. 1983. Jordbearbejdning og efterafgrode ved bygdyrkning. Tidssk. Planteavl. 87: 193 - 215.
- RILEY, H. 1983. Redusert jordarbeiding og halmbehandling til vårkorn på ulike jordarter 2. Jordfysiske forhold. Forsk. Fors. Lantbr. 34: 221 - 228.
- 1985. Redusert jorarbeiding til vårkorn. Ulike såmaskiner og såtider. Forsk. Fors. Landbr. 36: 61 - 70.
- , NJØS, A. & EKEBERG, E. 1985. Plogfri jordarbeiding til vårkorn. 2. Jordundersokelse. Forsk. Fors. Landbr. 36: 53 - 59.
- ROEMER, T. & SCHEFFER, F. 1933. Ackerbaulehre. 451 p. Berlin.
- RUSSELL, E. W. 1973. The general principles of soil management. Soil conditions and plant growth. 10th Ed. p. 771 - 807. London.
- RUSSEL, R. S. 1979. Cultivation, soil conditions and plant growth in temperate agriculture. Modification of soil structure. p. 353 - 362. New York.

- RYDBERG, T. 1975. Plöjningsfri odling i Sverige. En intervjuundersökning 1974. Sveriges Lantbr.univ., Uppsala. Rapp. jordbearbetningsavd. 39.
- 1980. Storparcellförsök med plöjningsfri odling, 1976 - 1978. Sveriges Lantbr.univ., Uppsala. Rapp. jordbearbetningsavd. 59. p. 20.
- 1982. Field experiments with ploughless tillage in Sweden, 1976 - 1981. Proc. 9th Conf. of ISTRO. Osijek, Yugoslavia. p. 125-130.
- 1986. Märkfysikaliska och markkemiska effekter av plöjningsfri odling i Sverige. Sveriges Lantbr.univ., Uppsala. Rapp. jordbearbetningsavd. 70. p. 35.
- SHEAR, G. M. & MOSCHLER W. W. 1969. Continuous corn by no-tillage and conventional tillage methods: a six-year comparison. Agron. J. 61: 524 - 526.
- SIPPOLA, J. 1982. A comparison between a dry-combustion method and a rapid wet-combustion method for determining soil organic carbon. Ann. Agric. Fenn. 21: 146 - 148.
- SOANE, B. D., BUTSON, M. J. & PIDGEON, J. D. 1975. Soil/machine interactions in zero-tillage for cereals and raspberries in Scotland. Outl. Agric. 8: 221 - 226.
- STENGEL, P., DOUGLAS, J. T., GUERIF, J., GOSS, M. J., MONNIER, G. & CANNELL, R. Q. 1984. Factors influencing the variation of some properties of soils in relations to their suitability for direct drilling. Soil Tillage Res. 4: 35 - 53.
- STOBBE, E. H. 1979. Tillage practices on the Canadian prairie. Outl. Agric. 10: 21 - 26.
- STRANAK, A. 1968. Soil compaction and direct drilling of cereals. Outl. Agric. 5: 241 - 246.
- TEN HOLTE, L. 1982. Effect of zero-tillage on soil characteristics and crop yields. Proc. 9th Conf. of ISTRO. Osijek, Yugoslavia. p. 118 - 124.
- TRIPLETT, G. B., DOREN, D. M. van & SCHMIDT, B. L. 1968. Effect of corn (zea mays L.) stover mulch on no-tillage corn yield and water infiltration. Agron. J. 236 - 239.

- UNGER, P. W. & McCALLA, T. M. 1980. Conservation tillage systems. *Adv. Agron.* 33: 1 - 58.
- VUORINEN, J. & MÄKITIE, O. 1955. The method of soil testing in use in Finland. *Agrogeol. Julk.* 63. 44 s.
- VYN, T. J., DAYNARD, T. B. & KETCHESON, J. W. 1982. Effect of reduced tillage systems on soil physical properties and maize grain yield in Ontario. *Proc. 9th Conf. of ISTRO.* Osijek, Yugoslavia. p. 156 - 161.
- WATTS, W. R. 1976. Soil reflection coefficient and its consequences for soil temperature and plant growth. Light as an ecological factor. *Proc. Brit. Ecol. Soc. 2nd Symp.* p. 409 - 420. (Ref. *Hay ym.* 1978.)
- WESTMAAS RESEARCH GROUP ON NEW TILLAGE SYSTEMS. 1984. Experiences with three tillage systems on a marine loam soil. 2. 1976-1979. *Agric. Res. Rep. Pudoc, Wageningen.* 925. 265 p.
- WIERSUM, L. K. 1957. The relationship of the size and structural rigidity of pores to their penetration by roots. *Plant and Soil* 9: 75 - 85.
- WILKINSON, B. 1975. Soil types and direct drilling - a provisional assessment. *Outl. Agric.* 8: 233 - 235.

Liite 1. Kylvöalustan tilavuuspainot (g/cm³).
Appendix 1. Bulk density of seedbed (g/cm³).

	Syvyys/depth cm							
	0-2,5	2,5-5	5-7,5	7,5-10	10-12,5	12,5-15	15-17,5	17,5-20
<u>Jokioinen</u>								
Kyntö/ploughing	0,88	1,01	1,08	1,23	1,23	1,24	1,23	1,23
Syysäestys/ autumn cultivation	0,70	0,95	1,16	1,28	1,31	1,35	1,41	1,37
Kevätäestys/ spring cultivation	0,73	0,94	1,15	1,23	1,31	1,36	1,42	1,31
<u>Pälkäne</u>								
Kyntö/ploughing	0,96	0,94	1,00	1,04	1,10	1,15	1,16	1,07
Syysäestys/ autumn cultivation	0,60	0,88	1,08	1,22	1,29	1,35	1,37	1,23
Kevätäestys/ spring cultivation	0,63	0,90	1,09	1,25	1,32	1,36	1,34	1,21
<u>Anjalankoski</u>								
Kyntö/ploughing	0,76	1,06	1,11	1,16	1,16	1,20	1,20	1,16
Syysäestys/ autumn cultivation	0,71	0,99	1,16	1,29	1,30	1,29	1,34	1,29
Kevätäestys/ spring cultivation	0,65	0,97	1,21	1,32	1,32	1,33	1,33	1,25
<u>Kokemäki</u>								
Kyntö/ploughing	0,90	1,01	1,08	1,19	1,24	1,24	1,24	1,15
Syysäestys/ autumn cultivation	0,76	0,93	1,04	1,21	1,35	1,34	1,37	1,25
Kevätäestys/ spring cultivation	0,67	0,88	1,02	1,18	1,32	1,33	1,34	1,26
<u>Mouhijärvi</u>								
Kyntö/ploughing	1,03	1,05	1,10	1,13	1,15	1,17	1,18	1,02
Syysäestys/ autumn cultivation	0,76	0,93	1,13	1,23	1,26	1,26	1,24	1,16
Kevätäestys/ spring cultivation	0,63	0,90	1,11	1,24	1,24	1,26	1,27	1,21
<u>Mietoinen</u>								
Kyntö/ploughing	0,83	0,99	1,06	1,17	1,16	1,18	1,20	1,18
Syysäestys/ autumn cultivation	0,70	0,92	1,04	1,19	1,22	1,24	1,27	1,27
Kevätäestys/ spring cultivation	0,67	0,87	0,99	1,19	1,24	1,26	1,29	1,27

Liite 2. Maan mekaaninen vastus (MPa).

Appendix 2. Penetrometer resistance (MPa).

	Syvyys/depth cm														
	0,0- 3,5	3,5- 7,0	7,0- 10,5	10,5- 14,0	14,0- 17,5	17,5- 21,0	21,0- 24,5	24,5- 28,0	28,0- 31,5	31,5- 35,0	35,0- 38,5	38,5- 42,0	42,0- 45,5	45,5- 49,0	49,0- 52,5
<u>Jokioinen, kevät/spring 1985</u>															
Kyntö/ploughing	0,2	0,4	1,3	1,5	1,3	1,2	1,2	1,7	2,1	2,3	2,1	1,8	1,7	1,6	1,6
Syysäestys/ autumn cultivation	0,2	0,5	1,4	1,8	2,0	2,0	2,0	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,6	1,6
Kevätäestys/ spring cultivation	0,1	0,4	1,0	1,4	1,9	2,0	1,9	2,0	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,6
<u>Jokioinen, syksy/autumn 1985</u>															
Kyntö/ploughing	0,3	0,5	0,8	1,0	1,0	0,9	1,1	1,4	1,9	2,0	1,9	1,8	1,7	1,7	1,7
Syysäestys/ autumn cultivation	0,3	0,5	0,9	1,2	1,5	1,6	1,6	1,8	1,8	1,7	1,6	1,5	1,6	1,7	1,7
Kevätäestys/ spring cultivation	0,2	0,4	0,7	1,1	1,6	1,6	1,7	1,9	2,0	1,8	1,7	1,6	1,6	1,6	1,7
<u>Pälkäne, syksy/autumn 1985</u>															
Kyntö/ploughing	0,4	0,7	0,8	0,9	1,0	0,9	0,9	1,2	1,7	2,3	2,6	2,8	3,0	3,1	3,0
Syysäestys/ autumn cultivation	0,5	0,8	1,2	1,6	1,5	1,5	1,7	2,2	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,9	3,1
Kevätäestys/ spring cultivation	0,5	0,8	1,3	1,7	1,6	1,6	1,7	2,2	2,6	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,1
<u>Anjalankoski, syksy/autumn 1985</u>															
Kyntö/ploughing	0,4	0,5	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9	1,2	1,6	1,6	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5
Syysäestys/ autumn cultivation	0,3	0,6	1,2	1,5	1,5	1,6	1,9	1,8	1,7	1,5	1,4	1,2	1,4	1,4	1,4
Kevätäestys/ spring cultivation	0,3	0,6	1,2	1,6	1,6	1,6	1,6	1,9	1,8	1,6	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5
<u>Kokemäki, syksy/autumn 1985</u>															
Kyntö/ploughing	0,4	0,5	0,8	1,1	1,0	1,1	1,3	1,8	2,1	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1
Syysäestys/ autumn cultivation	0,4	0,5	0,8	1,4	1,6	1,6	1,6	2,0	2,2	2,1	2,0	2,1	2,1	2,0	2,0
Kevätäestys/ spring cultivation	0,4	0,5	0,8	1,6	1,6	1,6	1,7	1,9	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0	2,1	2,1
<u>Mouhijärvi, syksy/autumn 1985</u>															
Kyntö/ploughing	0,4	0,6	0,9	0,9	1,0	1,0	1,2	1,6	2,5	3,2	3,2	3,2	3,1	3,0	3,2
Syysäestys/ autumn cultivation	0,3	0,5	1,2	1,5	1,5	1,6	2,2	2,6	2,9	2,9	2,8	3,0	3,0	3,0	3,1
Kevätäestys/ spring cultivation	0,3	0,5	1,4	1,5	1,4	1,7	2,4	2,8	3,1	3,3	3,4	3,5	3,5	3,5	3,4
<u>Mietoinen, syksy/autumn 1985</u>															
Kyntö/ploughing	0,3	0,4	0,6	0,8	0,9	0,9	1,0	1,2	1,6	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,0
Syysäestys/ autumn cultivation	0,3	0,4	0,6	1,0	1,4	1,6	1,8	1,8	1,8	2,0	2,0	2,1	2,2	2,1	2,2
Kevätäestys/ spring cultivation	0,2	0,3	0,6	1,0	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1

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 ulkomailta. 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. Jordanalyseter i de nordiska länderna. 13 p.
12. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Avomaan vihanniskasvien 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 savi-
mailla. 35 p.
3. ETTALA, E. Ayrshire-, friisiläis- ja suomenkarjalehmien ver-
tailu 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. Kasvi-
huonetomaatin viljelylämpötiloista. Kasvihuonekurkun tuen-
tamenetelmien 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 fosfo-
rilannoitustarpeen ilmaisijoina. 20 p.
12. RAVANTTI, S. Terhi-punanata. 37 p.
13. URVAS, L. & HYVÄRINEN, S. Kolme ravinnesuhdetta 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 käyttäy-
tymiseen 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 lii-
tettä.
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 säilörehunurmista. 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-fosforihappo-viherjauhoyhdisteen (UPV) ja soijan vertailu raakavalkuaislähteinä 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 niittynurmikan 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, niittynurmikan 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 virtsa lannoitteina. 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. Hernekaurasta saatava typpilannoitusohje. 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. TURTOLA, 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. & NISSLÄ, 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 koriste-
kasvien 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. Pih-
lajanmarjakoin 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 säteilyval-
vonta. PAASIKALLIO, A. Radionuklidien siirtyminen viljely-
kasveihin. 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 turve-
maiden kuparipitoisuus ja sen vaikutus kauran kasvuun astia-
kokeessa. p. 1-17.
Maan kuparipitoisuuden ja happamuuden vaikutus kuparilannoi-
tuksella saatuihin kauran satotuloksiin. p. 18-37.
Maan pH-luvun ja kuparilannoituksen vaikutus kauran hivenra-
vinnepitoisuuksiin. 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 satovahin-
kojen 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.
22. TURTOLA, E. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvien vaikutus ravinteiden
huuhtoutumiseen savimaasta Jokioisten huuhtoutumiskentällä
v. 1983-1986. 32 p. + 2 liitettä.

23. PIETOLA, L. & ELONEN, P. Peltokasvien sadetus normaalia kosteampina kasvukausina 1980-85. 76 p. + 1 värikuvaliite.
24. PIETOLA, L. Maan mekaaninen vastus kasvutekijänä. 94 p. + 3 liitettä.

1988

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1987. 83 p.
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.
Kevätiljaherbisidit Rikkahävite KH 10/77, KH 2/83 ja Ipactril. p. 24-31.
5. KIISKINEN, T. & MÄKELÄ, J. Kasvipiperäisten 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.
7. SIMOJOKI, P. Lupiinin viljelytekniikka. p. 3-22, 2 liitettä.
EKLUND, E. & SIMOJOKI, P. Yksivuotisen lupiinin nystyräbakteerien eristäminen ja valikoitujen siirroskantojen testaus kenttäolosuhteissa. p. 23-34, 1 liite.
ANISZEWSKI, T. Kylvöajan vaikutus lupiinin (*Lupinus angustifolius* L.) siemensatoon Keski- ja Pohjois-Suomessa. p. 35-54.
ANISZEWSKI, T. Lupiinin siementuotanto Keski- ja Pohjois-Suomessa. p. 55-90.
8. HÄMÄLÄINEN, I. & ERVIÖ, R. Maaperäkarttaselitys, Jyväskylä. 39 p. + 14 liitettä.
9. ERVIÖ, R. & HÄMÄLÄINEN, I. Maaperäkarttaselitys, Lahti. 41 p. + 2 liitettä.
10. TAKALA, M. Palkokasvien biologiasta. 18 p. + 26 taulukkoa.
11. TAKALA, M., TAHVONEN, R. & VUORINEN, M. Väkilannoitus ja "biologiset" viljelymenetelmät perunan, porkkanan ja punajuurikkaan viljelyssä. 36 p.

12. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1980-1987. 138 p. + 1 liite.
 13. LUNDEN, K. & SÄKÖ, J. Koristepuiden ja -pensaiden talvehtiminen. Talvi 1986/87. 86 p. + 4 liitettä.
 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 kevätiljosten 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 naudannan liete-
lannan tehoon ohran lannoitteena. 35 p.
 20. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkar-
jan vertailu vasikka- ja hiehokaudella säilörehu-vilja- ja
heinä-vilja-urea-ruokinnalla. 92 p.
 21. PITKÄNEN, J., ELONEN, P., KANGASMÄKI, T., KÖYLIJÄRVI, J., TAL-
VITIE, H., VIRRI, K. & VUORINEN, M. Aurattoman viljelyn vai-
kutukset kevätiljosten satoon ja laatuun: kuuden koevuoden
tulokset. p. 1-61 sisältäen 3 liitettä.
Summary: Effects of ploughless tillage on yield and quality
of cereals: results after six years.
- PITKÄNEN, J. Aurattoman viljelyn vaikutukset maan fysikaalisiin
ominaisuuksiin ja maan viljavuuteen. p. 62-167 sisältäen 3
liitettä.
Summary: Effects of ploughless tillage on physical and chemi-
cal properties of soil.
22. KÄNKÄNEN, H. & KONTTURI, M. Kylvötiheyden vaikutus lehtityy-
piltään erilaisten herneiden sadon muodostumiseen. 69 p.

1989

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista. 23 p.
2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K. & KONT-
TURI, M. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1981-1988.
147 p. + 8 liitettä.
3. VUORINEN, M. Turvemaan kaliumlannoitus. 17 p.
4. TAKALA, M. Saderiskien ja korjuutappioiden vähentämismahdolli-
suuksista heinäkorjuussa. 21 p. + 12 liitettä.

