



Suorakylvön soveltuvuus nautakarjatilojen viljanviljelyyn

Mika Isolahti, Timo Lötjönen ja Risto Uusitalo



Maa- ja elintarviketalous numero 118
56 s.

Suorakylvön soveltuvuus nautakarjatilojen viljanviljelyyn

Mika Isolahti, Timo Lötjönen ja Risto Uusitalo

ISBN 978-952-487-163-1 (Painettu)
ISBN 978-952-487-164-8 (Verkkajulkaisu)
ISSN 1458-5073 (Painettu)
ISSN 1458-5081 (Verkkajulkaisu)
<http://www.mtt.fi/met/pdf/met118.pdf>

MTT

Kirjoittajat

Julkaisija ja kustantaja

MTT, 31600 Jokioinen

Jakelu ja myynti

MTT, Tietohallinto, 31600 Jokioinen

Puhelin (03) 4188 2327, telekopio (03) 4188 2339

Sähköposti julkaisut@mtt.fi

Julkaisuvuosi

2008

Kannen kuva

Mika Isolahti

Painopaikka

Dark Oy

Suorakylvön soveltuvuus nautakarjatilojen viljanviljelyyn

Mika Isolahti^{1,2)}, Timo Lötjönen¹⁾ ja Risto Uusitalo³⁾

¹⁾ MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Kasvintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, etunimi.sukunimi@mtt.fi

²⁾ Boreal Kasvinjalostus Oy, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@boreal.fi

³⁾ MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Kasvintuotannon tutkimus, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

Tiivistelmä

Viljojen suorakylvö on todettu toimivaksi ja kustannuksia säästäväksi menetelmäksi Etelä-Suomessa järjestetyissä kokeissa. Tämän tutkimuksen tavoitteina oli selvittää, miten suorakylvömenetelmä soveltuu pohjoisen Suomen maaperä- ja ilmasto-oloihin, miten karjanlanta soveltuu suorakylvöön ja miten suorakylvö onnistuu, kun kylvetään nurmen jälkeen.

Tutkimusta varten perustettiin keväällä 2003 kolme kolmevuotista ohran suorakylvökoetta hieta- ja multamaille. Kokeissa verrattiin syys- ja kevätkyntöä suorakylvöön. Lannoituksena käytettiin joko naudnan lietelantaa tai väkilannoitetta.

Suorakylvetyt ohran kasvuunlähtö oli yleensä hitaampaa kuin kyntäen muokatun, mutta erot tasoittuivat kasvukauden edetessä. Suorakylvetyt ohran sadot olivat yleensä samaa luokkaa kuin kynnetynkin, mutta yhdellä koepaikalla jäätiin kahtena vuotena kolmesta 10–15 % pienempään satoon. Joinain vuosina suorakylvetyt sadon laatu oli hieman heikompi, joinain vuosina hieman parempi kuin kynnettyjen ruutujen sadon laatu. Nämä tulokset ovat hyvin samansuuntaisia kuin Etelä-Suomen suorakylvökokeista saadut tulokset.

Ennen suorakylvöä levitetyn lietelannan liukoisesta tyyppistä haihtui ilmaan noin 75 %. Vastaavasti kynnetystä ja äestämällä mullatusta lietelannasta typen haihtuminen oli hyvin vähäistä. Siten joinakin vuosina suorakylvettyjen ja lietteellä lannoitettujen ruutujen sato jäi 20–40 % kynnettyjä ruutuja pienemmäksi. Suorakylvössä lietteen sisältämä fosfori kertyi maan pintaan, jolloin se voi olla alttiina huuhtoutumiselle. Suorakylvökoneen lannan multausteho ei siis ole riittävä. Juolavehnan torjunnalla oli myös suuri merkitys. Mikäli torjuntaa ei tehty säännöllisesti, suorakylvetyt koejäsenen sato pieneni jo toisena koevuonna yli 40 %. Kun nurmen lopetus oli tehty huolellisesti glyfosaatilla, viljan suorakylvö onnistui siihen hyvin.

Avainsanat: suorakylvö, maanmuokkaus, karjanlanta, lietelanta, hieta, elopeeräiset maalajit

Direct drilling of cereals on cattle farms

Mika Isolahti^{1,2)}, Timo Lötjönen¹⁾ and Risto Uusitalo³⁾

¹⁾ MTT Agrifood Research Finland, Plant Production Research, FI-92400 Ruukki, Finland, firstname.lastname@mtt.fi

²⁾ Boreal Plant Breeding Ltd., FI-31600 Jokioinen, Finland, firstname.lastname@boreal.fi

³⁾ MTT Agrifood Research Finland, Plant Production Research, FI-31600 Jokioinen, Finland, firstname.lastname@mtt.fi

Abstract

Direct drilling of cereals has been found to be a workable and cost-effective method in experiments carried out in southern Finland. The goals of the present study were to explore the suitability of direct drilling for the soil and climatic conditions of northern Finland, the suitability of manure use in direct drilling, and the effectiveness of direct drilling after a ley period.

In spring 2003, three direct drilling experiments were set up in fine sand and organic soils. In the three-year experiments, autumn and spring ploughing were compared to direct drilling. The crop was spring barley every year, and it was fertilised with cattle slurry or artificial fertiliser.

Direct-drilled barley usually started to grow slower than barley sown in ploughed soil, but the differences became smaller during the course of the growing period. Direct-drilled barley normally produced yields as high as those of ploughed barley. In one experiment, however, the direct-drilling yield was 10–15 % lower in some years. In some years, the quality of the direct-drilled barley was a bit lower compared to the ploughed barley, but it was vice versa in other years. These results are very similar to the results of the previous direct drilling experiments in southern Finland.

Slurry spread before direct drilling lost about 75 % of its soluble nitrogen through evaporation. In comparison, slurry mulched by harrowing hardly lost any nitrogen at all. As a result, the yield of direct-drilled barley that was fertilised with slurry was in some years 20–40 % lower than that of ploughed barley. In direct drilling, phosphorus from the slurry accumulated on top soil, which may subject it to leaching. The direct drill machine did not sufficiently mix the slurry and the soil.

Controlling *Elymus repens* (Common Couch) was also very important in direct drilling. If *E. repens* was not controlled every year, the yield of direct-drilled barley decreased more than 40 % in the second year already. When the ley period was ended properly by treating with glyphosate, direct-drilled cereal succeeded well.

Key words: direct drilling, tillage, manure, slurry, fine sand, organic soil

Alkusanat

Suorakylvötutkimus toteutettiin osana Haapajärven ammattiopistossa toimivan Maaseudun kehittämispalvelun hallinnoimaa ”Maatalouden uudet teknologiat” –hanketta. Hanketta rahoittivat Pohjois-Pohjanmaan TE-keskus, MTT ja Vieskan Metallit OY. Maaseudun kehittämispalvelusta hankkeen vetäjänä toimi Teemu Kangas. MTT:n Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalla tutkimusosiota johti tutkija Mika Isolahti.

Tutkimuksellisen osion suunnittelussa huomioitiin paikallisen näkökulman lisäksi myös muualla MTT:ssä meneillään olevat suorakylvöön liittyvät tutkimukset. Suunnitteluvaiheessa pyrittiin toiminta järjestämään siten, että tarpeetonta päällekkäistä työtä muiden tutkimusten kanssa ei tehtäisi.

Suunnittelun koordinointi tehtiin yhteistyössä MTT Kasvintuotannon erikoistutkija Laura Alakukun kanssa. Häneltä saatiin myös arvokkaita kommentteja varsinaisen tutkimusosion suunnitteluun.

Haapavedellä Atte ja Kimmo Aittolan tilalla toteutettiin tilatason vertailu. Vertailu tehtiin tilan omilla koneilla ja viljelijöiden työpanoksen avulla. MTT:n Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalla toteutettiin kaksi kolmivuotista kenttäkoetta. Suorakylvökäsittelyjen kylvö tehtiin Vieskan Metallit Oy:n kylvökoneella. Kylvökoneita ajoi kokeissa vuosina 2003 ja 2004 Terho Isokääntä Vieskan Metallit Oy:stä. Vuonna 2005 suorakylvökoneita ajoi Teemu Kangas.

MTT Kasvintuotannon tutkijat Kristiina Regina ja Tapio Salo järjestivät ammoniakkin haihtumismittaukset ja analysoivat tulokset. Tutkija Risto Uusitalo analysoi fosforimittauksia ja kirjoitti niitä koskevan osion. Tutkijat Timo Lötjönen ja Mika Isolahti MTT Ruukista kokosivat tämän raportin.

Haluamme kiittää tutkimuksen suunnitteluun ja toteutukseen osallistuneita henkilöitä sekä rahoittajia yhteistyöstä.

Helmikuussa 2008

Mika Isolahti, Timo Lötjönen ja Risto Uusitalo

Sisällysluettelo

1 Johdanto	8
2 Aineisto ja menetelmät	9
2.1 Suorakylvö nurmen jälkeen, Ruukin kenttäkoe vuosina 2003–2005	10
2.1.1 Kokeen perustaminen syksyllä	10
2.1.2 Kokeiden kylvö ja lannoitus keväällä	12
2.1.3 Kasvustosta ja sadosta tehdyt havainnot ja määritykset	13
2.2 Suorakylvö viljan jälkeen, Ruukin kenttäkoe vuosina 2003–2005 ...	14
2.2.1 Kokeen perustaminen syksyllä	14
2.2.2 Kokeen kylvö ja lannoitus keväällä	15
2.2.3 Havainnot ja määritykset kasvustosta ja sadosta	16
2.3 Kasvukausien 2003–2005 säätila Ruukissa	18
2.4 Haapaveden tilakoe 2003–2005	19
3 Tulokset.....	21
3.1 Suorakylvö nurmen jälkeen 2003	21
3.1.1 Kasvuston kehitys 2003	21
3.1.2 Ohran sato ja sadon laatu 2003	23
3.2 Suorakylvö nurmen jälkeen 2004	25
3.2.1 Kasvuston kehitys 2004	25
3.2.2 Ohran sato ja sadon laatu 2004	26
3.3 Suorakylvö nurmen jälkeen 2005	28
3.3.1 Kasvuston kehitys 2005	28
3.3.2 Ohran sato ja sadon laatu 2005	29
3.4 Suorakylvö viljan jälkeen, Ruukin kenttäkoe 2003	30
3.4.1 Kasvuston kehitys 2003	30
3.4.2 Sadon määrä ja laatu 2003	32
3.5 Suorakylvö viljan jälkeen, Ruukin kenttäkoe 2004	32
3.5.1 Kasvuston kehitys 2004	32
3.5.2 Sadon määrä ja laatu 2004	34

3.6	Suorakylvö viljan jälkeen, Ruukin kenttäkoe 2005	35
3.6.1	Kasvuston kehitys 2005	35
3.6.2	Sadon määrä ja laatu 2005	36
3.7	Ammoniakin haihtuminen 2004–2005	37
3.8	Muokkaustavan vaikutus maan fosforitilaan	39
3.9	Maan lujuus suorakylvetyssä ja kyntäen muokatussa maassa	43
3.10	Haapaveden tilakoe 2003–2005	44
3.10.1	Rikkakasvien ja kasvitautien määrä.....	44
3.11	Perusmuokkauksen vaikutus ohrakasvuston kehitykseen.....	44
3.11.1	Perusmuokkauksen vaikutus ohran satoon ja sadon määrään	45
3.12	Vuosien 2003–2005 tulosten yhteenveto	46
4	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset.....	51
5	Kirjallisuus.....	55

1 Johdanto

Suorakylvö on menetelmä, jossa kylvö tehdään erityisellä suorakylvökoneella suoraan edellisen viljelykasvin jälkeen. Suorakylvökoneilla voidaan kylvää tietenkin myös muokattuun maahan. Menetelmän käytössä etuina ovat esim. työmenekin pieneminen (ihmis- ja konetyö), polttoaineen kulutuksen vähentyminen ja kasvipeitteisyysvaatimuksen täyttyminen. Tärkeimmät edut liittyvät kustannussäästöihin perinteisiin muokkaus- ja kylvötapoihin verrattuna.

Työajan säästö kasvuston perustamisessa on laskelmien mukaan 65 – 70 %, kun suorakylvöä verrataan kyntöön perustuviin menetelmiin (Lätti & Peltonen 2004). Polttoainetta suorakylvössä kuluu vain noin 20 – 25 % kyntöviljelyyn verrattuna (Danfors 1988). On kuitenkin huomattava, että luvut koskevat vain muokkausta ja kylvöä, esimerkiksi viljankuivauksen öljynkulutus on erittäin merkittävä viljantuotannossa.

Kasvuston perustaminen on suorakylvöllä noin 30 – 50 % halvempaa kuin kyntöön perustuvissa menetelmissä (Lätti & Peltonen 2004). Koska suorakylvökone on kallis kone, säästön toteutuminen edellyttää, että suorakylvökoneella kylvetään vuosittain vähintään 100 – 150 ha. Tätä pienemmillä tiloilla kannattaa käyttää urakointipalveluja tai yhteiskonetta. Säästö ei toteudu, jos tilalle jätetään ikään kuin varalle suhteellisen uusi perinteiseen muokkaukseen perustuva kylvöketju. Ainakin ketjun kalleimmat osat tulisi myydä pois.

Suorakylvötekniikan käyttö on viime vuosien aikana lisääntynyt nopeasti Suomessa ja suorakylvöön soveltuvia kylvökoneita on myyty useita satoja. Suorakylvötutkimuksia on tehty pääasiassa Etelä-Suomen viljanviljelyalueilla, joiden tuloksia raportoitu mm. Suorakylvöoppaassa (Alakukku ym. 2004). Pohjois-Pohjanmaan alueella suorakylvökoneita on käytössä etupäässä viljanviljelijöillä. Tutkimuksen yhtenä tavoitteena on selvittää suorakylvön viljelytekniikkaa siten, että keskeisimpiin nautakarjatilojen viljelykierrossa mahdollisesti tuleviin ongelmiin pystytään tarjoamaan ratkaisumalleja.

Karjanlannan käyttötapana peltoviljelyssä on levitys pellolle joko ennen kyntöä syksyllä tai keväällä tai kynnökselle keväällä, jolloin multaaminen tehdään äestämällä. Suorakylvössä karjanlantaa ei voida sekoittaa maahan perinteisillä muokkaustavoilla. Monesti lanta levitetään pellon pintaan, jonka jälkeen suorakylvetään. Multausvaikutus jää tällöin vajavaiseksi. Lietelanta voidaan sijoittaa multaimella varustetulla lietevaunulla peltoon ennen kylvöä tai sitten lietealanta voidaan levittää esim. letkulevittimellä varustetulla lietevaunulla oraalle. Jotkut viljelijät multaavat lannan lapiorullaäkeellä ennen suorakylvöä, mutta tällöin ei enää ole kyse puhdasoppisesta suorakylvöstä.

Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan alueella yleisimpiä maalajeja ovat karkeat kivennäismaat ja turve- sekä multamaat. Turvemaille tyypillistä on niiden hidas lämpiäminen keväällä ja heikompi kantavuus kuin kivennäismailla. Suorakylvö vaikuttaa pellon vesi- ja lämpötalouteen ja sitä kautta karkeiden ja eloperäisten maiden kylvöoloihin, koska maata ei muokata. Lisäksi maan pinnalle jäävällä olkikatteella on lämpiämistä hidastava vaikutus. Olkikatteen vaikutus riippuu oljen määrästä ja myös kasvilajista, esim. kauran olki hajoaa hitaammin kuin ohran olki. Turvemaiden kantavuus voi keväällä kuitenkin olla parempi kylvettäessä suoraan sänkeen.

Rikkakasvien määrä ja lajisto muuttuvat siirryttäessä suorakylvöön. Määrän ja lajiston muutoksen suunta riippuu käytetystä rikkakasvien torjuntastrategiasta ja tilan viljelykierrosta. Yleensä suorakylvöön siirryttäessä juurien ja juurakojen avulla leviävät kestorikkakasvit (juolavehnä, peltovalvatti ja –ohdake) ja siemenlevintäiset heinäkasperit (timotei, nurminata ja puntarpäät) pyrkivät lisääntymään, koska maata ei muokata vuosittain, kuten kynnössä. Siemenrikkasvit saattavat puolestaan vähetä. Rikkakasvit saadaan pidettyä nykyisten torjunta-aineiden avulla suorakylvössäkin hyvin kurissa, kunhan torjunta-aineiden käyttötapaa muutetaan suorakylvöön sopivaksi (Jalli 2004). Varsinkin juolavehnä ja peltovalvatti ovat keskeisiä rikkakasveja Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan alueella ja niiden määrää pitää tarkkailla, kun siirrytään suorakylvöön.

Suorakylvössä maata ei käännetä, joten olkijäte jää maan pinnalle. Suorakylvö on tältä osin verrattavissa kevennettyihin muokkauksiin eli kasvijätteessä viihtyvät kasvitaudit saattavat lisääntyä suorakylvöön siirryttäessä. Aikaisemmissa tutkimuksissa ei kevennetyillä muokkauksilla ole havaittu juurikaan vaikutusta tyvitauteihin. Erityisesti ohralla on havaittu lehtilaikkutautien kuten ohranverkkolaikun (*Pyrenophora teres*) ja ohranrengaslaikun (*Rhynchosporium secalis*) lisääntyvän voimakkaasti kevennetyissä muokkauksissa, varsinkin jos viljely on monokulttuuria eikä viljelykierto ole kunnossa. Kynnön pois jättäminen saattaa lisätä myös *Fusarium*-sienten aiheuttamaa punahometta viljan tähkissä. (Lindroos & Parikka 2004, Lötjönen ym. 1999).

Tämän tutkimuksen tavoitteina oli 1) selvittää suorakylvömenetelmän soveltuvuus Pohjois-Pohjanmaan oloihin, 2) tutkia karjanlannan soveltuvuus suorakylvöön ja 3) selvittää suorakylvön onnistuminen kylvettäessä nurmen jälkeen.

2 Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksen aikana Ruukissa tehtiin suorakylvökokeet nurmen jälkeen vuosina 2003, 2004 ja 2005, sekä suorakylvökokeet viljan jälkeen samoina vuosina. Suorakylvökoe viljan jälkeen pysyi vuosittain samassa paikkaa, mutta nurmikokeen paikkaa jouduttiin vuosittain muuttamaan, jotta aina pystyttiin kyl-

vämään nurmen sängelle. Lisäksi Haapavedellä tehtiin tilakoe, jossa kylvettiin viljaa viljan jälkeen vuosina 2003-2005.

2.1 Suorakylvö nurmen jälkeen, Ruukin kenttäkoe vuosina 2003–2005

2.1.1 Kokeen perustaminen syksyllä

Koealueet sijaitsivat MTT:n Pohjois-Pohjanmaan tutkimusaseman peltolohkoilla. Koealueiden maalajit vaihtelivat multamaasta (Mm) runsasmultaiseen karkeaan hietaan (rmKHt). Viljavuusanalyysin tiedot koekentiltä lohkoittain on esitetty taulukossa 1. Viljavuusanalyysit tehtiin Suomen Ympäristöpalvelu Oy:ssa.

Taulukko 1. Nurmen jälkeen tehtyjen suorakylvökokeiden viljavuusanalyysien tiedot lohkoittain ennen kokeen perustamista Ruukissa eri koevuosina.

Vuosi	1	2	3	4
2003 (näyte keväällä 2003)				
maalaji	KHt	KHt	HtMr	htMm
multavuus	rm	rm	m	
pH	5,6	5,9	5,9	5,9
jl	1,7	1,0	1,2	1,4
Ca, mg l ⁻¹	803	1161	1016	1204
P, mg l ⁻¹	21,1	17,2	14,2	13,7
K, mg l ⁻¹	45	29	49	39
Mg, mg l ⁻¹	63	48	98	93
2004 (näyte syksyllä 2003)				
maalaji	KHt	htMm	Mm	Mm
multavuus	erm			
pH	5,5	5,5	5,2	5,2
jl	2,1	1,8	1,6	1,4
Ca, mg l ⁻¹	1574	1830	1786	1549
P, mg l ⁻¹	16,7	10,7	12,8	16,1
K, mg l ⁻¹	43	38	51	52
Mg, mg l ⁻¹	99	92	116	150
2005 (näyte syksyllä 2004)				
maalaji	Mm	Mm	Mm	Mm
multavuus				
pH	6,1	5,6	5,8	6,0
jl	2,0	1,7	1,8	1,9
Ca, mg l ⁻¹	3797	2750	2935	3534
P, mg l ⁻¹	19,2	17,9	20,4	17,9
K, mg l ⁻¹	49	38	52	46
Mg, mg l ⁻¹	461	226	207	222

Ohraa edelsi viljelykasvina timoteinurmi. Koejärjestelynä oli osaruutukoe (Taulukko 2) neljällä toistolla eli tilastollinen rakennemalli havainnolle oli $\chi_{ijk} = \mu + \sigma_i + \alpha_j + \gamma_{ij} + \beta_k + \alpha\beta_{jk} + \epsilon_{jk}$. Pääruutuina oli nurmen muokkaus kynämällä joko syksyllä tai keväällä ja viljan suorakylvö nurmen jälkeen. Osaruutukäsittelynä kokeessa oli joko väkilannoitteen tai karjanlannan käyttö. Aineiston tilastollinen käsittely tehtiin Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalla SAS 8.12-ohjelmistolla. Aineiston normaalijakautuneisuuden tarkasteluun käytettiin SAS-ohjelmiston UNIVARIATE-proseduuria. Tulokset analysoitiin varianssi-analyysillä käyttäen MIXED-proseduuria. Koekäsittelyjen parivertailu tehtiin Tukey-Kramerin testillä.

Taulukko 2. Koekäsittelyt Ruukissa nurmen jälkeen tehdyssä kokeessa, pääruutuina nurmen muokkaus ja kylvötapa sekä osaruutuina eri lannoitusaineet.

Pääruudut	
	A1 kyntö syksyllä
	A2 kyntö keväällä
	A3 suorakylvö
Osaruudut	
	B1 väkilannoite
	B2 naudan lietelanta

Kokeet perustettiin syksyllä ruiskuttamalla koko koealueelta vanhan nurmi glyfosaatti-valmisteella (Taulukko 3). Ruiskutuksen jälkeen, kun vanha nurmi oli kuollut, tehtiin lietelannan levitys käsittelyyn A1B2. Lietelannan levitysmäärät ja käytetyt ravinnepitoisuudet on ilmoitettu taulukossa 4. Syyskynnössä olleet ruudut, myös lietelantaruudut, kynnettiin lietelannan levityksen jälkeen.

Taulukko 3. Kasvinsuojelutoimenpiteet nurmen jälkeen tehdyissä suorakylvökokeissa Ruukissa eri koevuosina.

Vuosi	Päivämäärä	Toimenpide	Kauppavalmiste	Käyttömäärä	Yksikkö
2003	21.9.2002	nurmen lopetus	RoundUp Max	2	kg/ha
	30.6.2003	siemenrikkojen torjunta	Express Classic	1,5	tabl/ha
	30.6.2003	siemenrikkojen torjunta	K-MCPA	1	l/ha
2004	11.9.2003	nurmen lopetus	RoundUp Max	1,5	kg/ha
	27.6.2004	siemenrikkojen torjunta	Express Classic	1,5	tabl/ha
	27.6.2004	siemenrikkojen torjunta	K-MCPA	1	l/ha
2005	10.8.2004	nurmen lopetus	RoundUp	4	l/ha
	30.6.2005	siemenrikkojen torjunta	Express Classic	1,5	tabl/ha
	30.6.2005	siemenrikkojen torjunta	K-MCPA	1	l/ha
	8.7.2005	kasvunsäädä	Cerone	0,4	l/ha

2.1.2 Kokeiden kylvö ja lannoitus keväällä

Keväällä 2003 levitettiin naudon lietelanta ennen kevätkyntöä (Taulukko 4). Kyntö tehtiin välittömästi lietelannan levityksen jälkeen. Muina koevuosina (2004 ja 2005) kevätkyntö tehtiin ennen lietelannan levitystä. Lietelanta levitettiin letkulevittimellä kylvöpäivän aamulla ja mullattiin kyntöruuduissa joustopiikkiäkeellä. Suorakylvöruuduissa lietelannan multaus tapahtui suorakylvökoneella kylvön yhteydessä. Suorakylvökoneessa oli etu- ja takahara käytössä. Käytetty lietelannan määrä määritettiin mittaamalla levitysalat ja punnitsemalla lietevaunu ennen levitystä ja sen jälkeen. Lietelannasta otettiin levityksen yhteydessä näytteet, jotka analysoitiin Suomen Ympäristöpalvelu Oy:ssä. Lietelannasta otettiin ennen levitysjanakohtaa vuosittain esinäyte levitysmäärän arvioimiseksi. Lietelannassa pyrittiin samaan liukoisen typen käyttömäärään kuin mitä väkilannoitteessa. Karjanlantaa syksyllä tai keväällä saaneille ruuduille ei käytetty väkilannoitetta.

Taulukko 4. Käytetyt lannoitusaineet ja ravinne määrät nurmen jälkeen tehdyissä suorakylvökokeissa Ruukissa eri koevuosina.

Vuosi	Koejäsen	Päivämäärä	Lannoitus		Lannoitteen ravinnepitoisuus väkilannoite, % lietelanta, kg/tonni			Ravinteen käyttömäärä kg/ha		
			Lannoite väkilannoite, liete	Määrä kg/ha tonni/ha	N	P	K	N	P	K
2003	A1B1	26.5.03	KVY6	460	17	4	13	78	18	60
	A1B2	8.10.02	naudan liete	75	1,04	0,61	4,53	78	46	340
	A2B1	26.5.03	KVY6	460	17	4	13	78	18	60
	A2B2	20.5.03	naudan liete	49	1,6	0,14	2,2	78	7	108
	A3B1	4.6.03	KVY6	460	17	4	13	78	18	60
	A3B2	4.6.03	naudan liete	53	1,6	0,14	2,2	85	7	117
2004	A1B1	31.5.04	PY2	385	20	2	12	77	8	0
	A1B1	31.5.04	KCI	120	0	0	50	0	0	60
	A1B2	15.10.03	naudan liete	39	1,98	0,69	3,29	77	27	128
	A2B1	31.5.04	PY2	385	20	2	12	77	8	46
	A2B1	31.5.04	KCI	120	0	0	50	0	0	60
	A2B2	31.5.04	naudan liete	30	2,33	0,54	2,49	70	16	75
	A3B1	31.5.04	PY2	387	20	2	12	77	8	46
	A3B1	31.5.04	KCI	120	0	0	50	0	0	60
	A3B2	31.5.04	naudan liete	30	2,33	0,54	2,49	70	16	75
2005	A1B1	31.5.05	KLVY3	365	12	6	14	44	22	51
	A1B2	26.10.04	naudan liete	19,6	2,17	0,38	2,25	43	7	44
	A2B1	31.5.05	KLVY3	365	12	6	14	44	22	51
	A2B2	31.5.05	naudan liete	23	2,06	0,74	2,37	47	17	55
	A3B1	31.5.05	KLVY3	370	12	6	14	44	22	52
	A3B2	31.5.05	naudan liete	23	2,06	0,74	2,37	47	17	55

Kynnettyjen ruutujen kylvö tehtiin laahavantailla varustetulla Joko 2000 kylvökoneella. Riviväli kylvökoneessa oli 12,5 cm. Suorakylvöruutujen kylvöön käytettiin VM 3000 kylvökonetta. Riviväli suorakylvökoneessa oli 14,5 cm. Kylvötiheys oli 500 kpl m⁻² molemmilla kylvökoneilla. Kylvösiemenen käyttömäärä vaihteli riippuen tuhannen siemenen painosta ja itävyydestä. Ohralajikkeena käytettiin vuonna 2003 Kunnaria ja vuosina 2004 ja 2005 Erkkiä. Käytetty siemen oli sertifioitua. Käytetyt siemenmäärät ja lannoitukset pyrittiin säätämään mahdollisimman lähelle toisiaan niin suorakylvössä kuin kynnetyilläkin ruuduilla (Taulukko 4).

2.1.3 Kasvustosta ja sadosta tehdyt havainnot ja määritykset

Kylvösyvyys mitattiin vuosittain kustakin ruudusta 10 kohdasta ja laskennassa käytettiin ruudun keskiarvoa. Oraiden lukumäärä laskettiin 3 x 1 m:n matkalta ruuduittain. Oraiden biomassan määrittämiseksi otettiin kustakin koeruudusta 2 x 1 m:n näytteet. Rikkakasvien määrä arvioitiin B1-ruuduista, joihin ei ollut käytetty karjanlantaa. Kustakin ruudusta valittiin 2 kappaletta 50 cm x 50 cm näytealoja, joista määritettiin rikkakasvien lukumäärä, lajisto sekä tuore- ja kuivapaino. Siemenrikkakasvien torjunta tehtiin koko koealalta rikkakasvinäytteiden ottamisen jälkeen (Taulukko 3).

Oraiden, versojen ja tähkien lukumäärän ja biomassan määrittämiseksi otettiin kustakin koeruudusta 2 x 1 m:n näytteet. Kokeista tehtiin heinä- elokuun vaihteessa toinen rikkakasvien laskenta väkilannoitteella lannoitetuista koejäsenistä. Sadon määrittämiseksi jokaisesta ruudusta puitiin kolme kaistaa (1,5 m x 6 m) poikittain ruutuun nähden koeruutupuimurilla (Wintersteiger). Koeruutujen sato kuivattiin säkkikuivurissa. Viljojen sadot lajiteltiin ja lajiteltu sato punnittiin. Lajitellusta sadosta määritettiin kuiva-ainepitoisuus, hehtolitraino sekä tuhannen siemen paino. Sadosta otettiin myös erilliset näytteet, joista määritettiin Suomen Ympäristöpalvelussa typpipitoisuus vuoden 2003 jyväsadosta. Vuosien 2004 ja 2005 jyväsadoista määritettiin typpi- ja fosforipitoisuus MTT:n keskuslaboratoriossa. Myös vuoden 2003 jyväsadon fosforipitoisuus määritettiin MTT:n keskuslaboratoriossa.

Vuosina 2004 ja 2005 tehtiin keväällä levitetyistä lietelannoista (A2B2 ja A3B2) MTT:n Maaperä ja ympäristötutkimuksen toimesta ammoniakkin haihtumismittaukset. Ammoniakkin haihtuminen mitattiin molemmista käsittelyistä yhdestä ruudusta. Ruutua kohti käytössä oli neljä mittauskammioita. Mittausjaksoja tehtiin kolmen päivän ajankylvöjen jälkeen. MTT/MPY vastasi myös tulosten analysoinnista ja laskennasta.

2.2 Suorakylvö viljan jälkeen, Ruukin kenttäkoe vuosina 2003–2005

2.2.1 Kokeen perustaminen syksyllä

Koe perustettiin MTT:n Pohjois-Pohjanmaan tutkimusaseman lähellä olevalle yksityisen viljelijän omistuksessa olevalle pellolle syksyllä 2002. Koekentstä otettiin lohkoittain maanäytteet, jotka analysoitiin Suomen ympäristöpalvelu Oy:ssä (Taulukko 5). Koealueen maalaji vaihteli mKht:n ja htMm:n välillä. Koetta jatkettiin samalla paikalla kolmen vuoden ajan. Koe toteutettiin lohkoittain satunnaistettuna kokeena neljällä toistolla. Kokeen tilastollinen rakenne-malli oli $\chi_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$. Aineiston tilastollinen käsittely tehtiin MTT:n Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalla SAS 8.12-ohjelmistolla. Aineiston normaalijakautuneisuuden tarkasteluun käytettiin SAS-ohjelmiston UNIVARIATE-proseduuria. Tulokset analysoitiin varianssianalyysillä käyttäen MIXED-proseduuria. Koekäsittelyjen parivertailu tehtiin Tukey-Kramerin testillä. Ruutukoko kokeessa oli 6 m x 40 m. Koekäsittelyjä kenttäkokeessa oli kuusi (Taulukko 6).

Vuonna 2002 ennen kokeen perustamista oljet silputtiin puinnin yhteydessä peltoon. Vuonna 2003 koekaistojen puinnin jälkeen koko koealue puitiin normaallilla puimurilla. Silppuria ei käytetty vaan olki jäi peltoon pitkänä ja kerättiin pois pyöröpaalaimella. Vuonna 2004 viljan lakoutumisen vuoksi koekaistojen puinnin jälkeen ei koko koealueen puinti onnistunut. Koko koealue puhdistettiin kelasilppurilla ja olki kerättiin peräkärriin ja ajettiin pois koealueelta.

Taulukko 5. Viljan (kauran) jälkeen tehdyn suorakylvökokeen viljavuusanalyysin tiedot lohkoittain ennen kokeen perustamista Ruukissa keväällä 2003.

	1	2	3	4
maalaji	htMm	KHt	KHt	HHt
multavuus		m	rm	m
pH	6,2	6,3	6,3	6,6
jl	1,3	1,1	1,3	1,4
Ca, mg l ⁻¹	2417	1885	1996	2346
P, mg l ⁻¹	9,5	7,6	8,4	8,7
K, mg l ⁻¹	57	44	48	60
Mg, mg l ⁻¹	77	55	53	66

Taulukko 6. Koekäsittelyt Ruukissa vuosina 2003–2005 viljan jälkeen tehdyssä kokeessa.

A = Normaali kylvömuokkaus (kyntö + kylvömuokkaus + kylvö), ei kestorikkakasvien torjuntaa
B = Normaali kylvömuokkaus + kestorikkakasvien torjunta tarvittaessa
C = Normaali kylvömuokkaus ja lietalannan levitys kynnökselle + kestorikkakasvien torjunta tarvittaessa
D = Suorakylvö viljan sänkeen, ei kestorikkakasvien torjuntaa
E = Suorakylvö viljan sänkeen, kestorikkakasvien torjunta ennen kylvöä
F = Lietalannan levitys viljan sänkeen keväällä + suorakylvö viljan sänkeen, kestorikkakasvien torjunta syksyllä tai keväällä ennen kylvöä

Vuonna 2002 lohkolla oli viljelty kauraa. Viljelijä oli tehnyt puinnin jälkeen lohkolla kauran sängelle glyfosaatti-ruiskutuksen juolavehnää vastaan, mutta ruiskutuksen teho jäi heikoksi syksyn kylmien säiden vuoksi. Juolavehnan torjuntaa tehtiin säännönmukaisesti glyfosaatilla tutkimussuunnitelman mukaisesti koekäsittelyihin (Taulukko 7). Lisäksi juolavehnan torjuntaruiskutus tehtiin keväällä 2005 myös koejäsenelle D, koska siinä juolavehnä oli tukahdutunut pahoin ohran kasvun vuonna 2004. Syyskyntö tehtiin vuosittain A, B ja C käsittelyissä.

Taulukko 7. Kasvinsuojelutoimenpiteet viljan jälkeen tehdyissä suorakylvökokeissa Ruukissa eri koevuosina.

Vuosi	Koejäsen	Päivämäärä	Toimenpide	Kauppavalmiste	Käyttömäärä
2003	kaikki	syksy 2002	juolavehnan torjunta sängeltä	RoundUp	
	E ja F	6.6.2003	juolavehnan torjunta	RoundUp Max	1,5 kg/ha
	kaikki	30.6.2003	siemenrikkojen torjunta	Express Classic	1,5 tabl/ha
	kaikki	30.6.2003	siemenrikkojen torjunta	K-MCPA	1 l/ha
	B, C, E, F	10.9.2003	juolavehnan torjunta sängeltä	Glyfo Nova	4 l/ha
2004	kaikki	27.6.2004	siemenrikkojen torjunta	Express Classic	1,5 tabl/ha
	kaikki	27.6.2004	siemenrikkojen torjunta	K-MCPA	1 l/ha
2005	B, C, D, E, F	30.5.2005	juolavehnan torjunta	RoundUp Max	2 kg/ha
	kaikki	30.6.2005	siemenrikkojen torjunta	Express Classic	1,5 tabl/ha
	kaikki	30.6.2005	siemenrikkojen torjunta	K-MCPA	1 l/ha
	kaikki	8.7.2005	kasvunsäade	Cerone	0,4 l/ha

2.2.2 Kokeen kylvö ja lannoitus keväällä

Syksyllä kynnetyt ruudut äestettiin keväällä ennen kylvöä. Koejäseniin C ja F levitettiin letkulevittimellä naudan lietalantaa ennen kylvöä (Taulukko 8, Kuva 1). Kynnetyissä ruudussa lietalannan multaus tehtiin äestämällä ja suorakylvöruuduissa lietalannan multaus tapahtui suorakylvökoneella kylvön yhteydessä.

Suorakylvökoneessa oli etu- ja takahara käytössä. Kokeessa eri vuosina käytetyt lannoitteet ja ravinne määrät on ilmoitettu taulukossa 8. Kynnetyt ruudut jyrättiin kylvön jälkeisenä päivänä. Kokeen kylvöön käytettiin samoja kylvökoneita kuin nurmen jälkeen perustetussa kokeessakin. Kylvötiheys oli 500 kpl m⁻² molemmilla kylvökoneilla. Kylvösiemenen käyttömäärä vaihteli riippuen tuhannen siemenen painosta ja itävyydestä. Ohralajikkeena käytettiin vuonna 2003 Kunnaria ja vuosina 2004 ja 2005 Erkkiä. Käytetty siemen oli sertifioitua. Juolavehnan torjunta tehtiin osaan käsittelyistä joko ennen suorakylvöä tai sen jälkeen.

Taulukko 8. Käytetyt lannoitusaineet ja ravinne määrät viljan jälkeen tehdyissä suorakylvökokeissa Ruukissa eri koevuosina.

Vuosi	Koejäsen	Päivämäärä	Lannoitus		Lannoitteen ravinnepitoisuus väkilannoite, % lietelanta, kg/tonni			Ravinteiden käyttömäärä kg/ha		
			Lannoitelaji väkilannoite liete	Määrä kg/ha tonni/ha	N	P	K	N	P	K
2003	A,B	4.6.2003	KVY6	367	17	4	13	62	15	48
	C	4.6.2003	naudan liete	42	1,38	0,38	1,91	58	16	80
	D,F	4.6.2003	KVY6	367	17	4	13	62	15	48
	E	4.6.2003	naudan liete	42	1,38	0,38	1,91	58	16	80
2004	A,B	31.5.2004	Pellon Y2	385	20	2	12	77	8	46
	C	31.5.2004	naudan liete	30	2,33	0,54	2,49	70	16	75
	D,F	31.5.2004	Pellon Y2	387	20	2	12	77	8	46
	E	31.5.2004	naudan liete	30	2,33	0,54	2,49	70	16	75
2005	A,B	31.5.2005	KVY6	412	17	4	13	70	16	54
	C	31.5.2005	naudan liete	31,7	2,06	0,74	2,37	65	23	75
	D,F	31.5.2005	KVY6	416	17	4	13	71	17	54
	E	31.5.2005	naudan liete	31,7	2,06	0,74	2,37	65	23	75

2.2.3 Havainnot ja määritykset kasvustosta ja sadosta

Kylvösyvyys arvioitiin vuosittain vastaavasti kuin nurmen jälkeisessä kokeessakin. Oraslaskenta kokeesta tehtiin vuosittain ruuduittain 3 x 1 m:n matkalta. Oraiden biomassan määrittämiseksi otettiin kustakin koeruudusta 2 x 1 m:n näytteet kylvörivistä. Rikkakasvien määrä havainnoitiin ruuduista (A, B, D, E), joihin ei ollut käytetty karjanlantaa. Kustakin ruudusta valittiin 2 kappaletta 50 cm x 50 cm näytealoja, joista määritettiin rikkakasvien lukumäärä, lajisto sekä tuore- ja kuivapaino. Siemenrikkakasvien torjunta tehtiin koko koealalle tämän jälkeen (Taulukko 7). Vuonna 2005 koko koealue ruiskutettiin kasvun- sääteellä. Versojen ja tähkien lukumäärä sekä biomassaa määritettiin ottamalla

kustakin koeruudusta 2 x 1 m:n näytteet kylvörivistä. Kokeesta laskettiin rikkakasvit toisen kerran heinä – elokuun vaihteessa väkilannoitteella lannoitetuista koejäsenistä. Jokaisesta ruudusta puitiin kolme kaistaa poikittain ruutuun nähden koeruu tupimurilla. Sadosta tehtiin vastaavat analyysit kuin nurmen jälkeisestä kokeesta.

Vuosina 2004 ja 2005 tehtiin keväällä levitetyistä lietelannoista (koekäsittelyt C ja F) MTT:n Maaperä ja ympäristötutkimuksen toimesta ammoniakkin haihtumismittaukset. Ammoniakin haihtuminen mitattiin molemmista käsittelyistä yhdestä ruudusta. Ruutua kohti käytettiin neljää mittauskammioita. Mittausjaksoja tehtiin kolmen päivän ajan kylvöjen jälkeen. MTT/MPY vastasi myös tulosten analysoinnista ja laskennasta.

Syksyllä 2005 kokeesta otettiin maanäytteet pintakerroksesta (0-2 cm) ja muokauskerroksesta (0-23 cm) maaperän fosforitilan muutosten arvioimiseksi. Maanäytteiden analysointi tehtiin MTT:n Maaperä- ja ympäristötutkimusyksikössä Jokioisilla. Näytteiden analysoinnista ja tulosten tulkinnasta vastasi Risto Uusitalo.



Kuva 1. Lietelanta levitettiin molemmissa Ruukin kokeissa letkulevittimellä.
(kuvaaja: Mika Isolahti)

Maan mekaaninen vastus eli lujuus mitattiin viljan suorakylvökokeesta kokeen päätteeksi. Mittauksen tavoitteena oli selvittää, onko maan lujuus muuttunut erilaiseksi kolme vuotta jatkuneessa suorakylvössä verrattuna vuosittaiseen kyntöön. Mittaus tehtiin Eijkelkamp-merkkisellä penetrometrillä 15.9.2005. Mittalaitteen mittakärki painetaan käsin tasaisella nopeudella maahan ja laite tallentaa mitatun maan vastuksen muistiin 1 cm:n välein. Maksimi mittaussyvyys on 80 cm. Mittauksessa käytettiin pinta-alaltaan 1,0 cm² ja 30° mittakärkeä ja painonopeutena 2 cm s⁻¹.

Mittauspäivänä maa oli kosteudeltaan melko lähellä kenttäkapasiteettia, ehkä hieman kuivempaa. Syyskuussa sademäärä ennen mittausajankohtaa oli 43 mm. Maasta ei otettu kosteusnäytteitä. Koeruudulta valittiin satunnaisesti kaksi pistettä, joiden ympäriltä noin 2 m:n säteellä penetrometrillä mitattiin 10 osamittausta. Kun koejäseniä oli kuusi ja toistoja neljä, tuli koko koekentältä yhteensä 480 mittausta. Näistä laskettiin koejäsenkohtaiset keskiarvot.

2.3 Kasvukausien 2003–2005 säätila Ruukissa

Touko-syyskuun tehoisalla lämpösummalla mitattuna kasvukaudet 2003 – 2005 olivat keskimääräistä lämpimämpiä (Taulukko 9). Touko-syyskuun sademäärä oli vuosina 2003 ja 2005 lähellä pitkäaikaista keskiarvoa, mutta vuonna 2004 satoi yli 60 % keskimääräistä enemmän.

Vuonna 2003 toukokuun alkupuoli oli suhteellisen viileä ja sateeton. Routa sulii noin 10.5.2003 mennessä. Toukokuun puolivälin jälkeen alkoivat sateet, jotka kestivät toukokuun loppuun asti ja häittäsivät huomattavasti kylvöjä. Toukokuun sademäärä oli kaksinkertainen pitkäaikaiseen keskiarvoon verrattuna (Taulukko 9). Kesäkuun keskilämpötila jäi hieman pitkäaikaista keskiarvoa alemmaksi. Kesäkuu oli erittäin kuiva. Sademäärä kesäkuussa jäi hyvin alhaiseksi. Sateet tulivat kevyinä kuuroina, jotka eivät kastele maata. Heinäkuu oli erittäin lämmin ja keskilämpötila oli peräti 3,9 °C pitkäaikaisen keskiarvon yläpuolella. Heinäkuun sademäärä oli pitkäaikaisen keskiarvon yläpuolella. Heinäkuussa sateet kuitenkin tulivat kuukauden puolivälin jälkeisissä ukkoskuuroissa. Heinäkuun alkupuolella oli miltei kahden viikon pituinen sateeton jakso. Vähäsateinen jakso kesti kesäkuun alusta heinäkuun puoliväliin eli kuusi viikkoa. Elokuun keskilämpötila oli hieman pitkäaikaisen keskiarvon yläpuolella. Sademäärä elokuussa jäi puoleen normaalista.

Taulukko 9. Kasvukauden säätila Ruukissa vuosina 2003–2005 verrattuna pitkäaikaisiin keskiarvoihin (vuosina 1960–1990).

Kuukausi	Sademäärä, mm				Lämpötila, °C			
	2003	2004	2005	1960–90	2003	2004	2005	1960–90
Toukokuu	82,6	71,6	54,6	36	8,3	7,9	7,5	7,7
Kesäkuu	6,5	56,3	26,8	49	12,4	12,1	13,9	13,2
Heinäkuu	82,8	107,8	54,9	61	19,3	15,9	17,5	15,4
Elokuu	34,3	100,3	59,2	71	13,9	14,0	15,2	13,1
Syyskuu	29,7	108,3	66,0	57	9,0	10,3	10,0	8,0
Tehoisa lämpötilasumma								
Toukokuu–syyskuu					1199	1115	1200	1050
(1.5.–30.9.)								

Kylvöt viivästyivät myös vuonna 2004 toukokuun puoliväliin sattuneiden runsaiden sateiden seurauksena. Kesäkuun sademäärä oli normaali, mutta heinä–syyskuussa satoi yli 60 % keskimääräistä enemmän. Heinäkuun lopulla tuli raju ukkoskuuro (46 mm), minkä seurauksena viljat lakoontuivat pahoin. Heikoimmin kasvaneet viljat pysyivät pystyssä ja rehevämmin kasvaneet lakoutuivat, mikä tasoitti käsittelyjen välisiä eroja suorakylvökokeissa. Lakoutuneissa koeruuduissa tähkäidäntä vaikutti sadon määrään ja laatuun.

Kasvukauden 2005 sää oli Ruukin seudulla melko hyvä viljelyn kannalta. Toukokuun sateet pysyivät kohtuudessa, mutta hallaa oli useana yönä toukokuussa ja vielä kesäkuun alussakin, mikä vioitti aikaisin kylvettyjen viljan oraita. Suorakylvökokeissa kylvö tehtiin niin myöhään, ettei halloista ollut haittaa. Kesäkuun sademäärä jäi melko niukaksi ja kunnon sateita saatiin vasta heinäkuun loppupuolella. Elo–syyskuun sademäärät olivat lähellä pitkäaikaisia keskiarvoja. Heinä–, elo– ja syyskuu olivat noin 2 °C keskimääräistä lämpimämpiä.

2.4 Haapaveden tilakoe 2003–2005

Haapavedellä sijaitseva koealue valittiin tilakäynnin yhteydessä syksyllä 2002. Lohkolla oli viljelty vuonna 2002 ohraa. Oljet korjattiin lohkolta pois puinnin jälkeen ja koko lohko ruiskutettiin glyfosaatilla. Alkuperäisessä suunnitelmassa tilakoe oli tarkoitus toteuttaa neljällä eri käsittelyllä ja kahdella toistolla (Taulukko 10). Koska syksyllä 2002 koko koealue oli ruiskutettu glyfosaatilla, olivat vertailtavina käsittelyinä kokeessa muokattu kylvöalusta ja suorakylvö. Ns. normaalimuokkauksessa olevat ruudut kynnettiin syksyllä 2002. Keväällä 2003 koko koealue kylvettiin samalla koneella (VM 3000). Koeruudut pidettiin vuosina 2003–2005 samoilla kiinteillä paikoilla. Kasvinsuojelu tehtiin viljelijöiden toimesta: vuonna 2003 rikkakasvientorjunta 2.7.03 (Hedonal + Ratio suositus-

ten mukaan), kasvusäade 7.7.03 (Moddus 1,5 l/ha), vuonna 2004 rikkakasvien torjunta 15.6.04 (K-MCPA 1 l/ha + 1 tabletti Express Classic), vuonna 2005 rikkakasvien torjunta 15.6.05 (K-Trio 0,75 l/ha + 1 tabletti Express) ja kasvunsäade (Terpal 0,3 l/ha) kesäkuun viimeisellä viikolla.

Säätiedot perustuvat Ylivieskan lentokentällä tehtyihin havaintoihin (Taulukko 11). Ylivieskan lentokenttä on koelohkoa maantieteellisesti lähimpänä sijaitseva Ilmatieteenlaitoksen säähavaintopiste. Etäisyys Ylivieskan lentokentältä koelohkolle on kuitenkin yli 40 kilometriä, joten säätietoja voi pitää viitteellisinä.

Taulukko 10. Suunnitellut ja toteutuneet koekäsittelyt Haapavedellä ohran jälkeessä suorakylvössä.

Alkuperäinen suunnitelma	
1.	Syyskylvö + normaali kylvömuokkaus viljan sängelle
2.	Juolavehnän torjunta glyfosaatilla syksyllä tarvittaessa sängeltä + syyskylvö + normaali kylvömuokkaus
3.	Suorakylvö viljan sänkeen, ei juolavehnän torjuntaa
4.	Suorakylvö viljan sänkeen, juolavehnän torjunta glyfosaatilla ennen kylvöä tai kylvön jälkeen (toimitaan tilanteen mukaan)
Toteutuneet koekäsittelyt	
1.	Juolavehnän torjunta glyfosaatilla syksyllä sängeltä + syyskylvö + normaali kylvömuokkaus
2.	Juolavehnän torjunta glyfosaatilla syksyllä sängeltä + suorakylvö viljan sänkeen

Taulukko 11. Kasvukauden säätila Ylivieskan lentokentällä vuosina 2003–2005.

Kuukausi	Sademäärä, mm			Lämpötila, °C		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005
Toukokuu	98	58	34	8,9	8,0	7,7
Kesäkuu	44	69	97	11,8	11,8	13,2
Heinäkuu	49	94	57	19,2	15,5	17,1
Elokuu	72	175	80	13,4	13,9	14,7
Syyskuu	29	108	48	8,8	10,3	9,9
Tehoisa lämpötilasumma				1153	1081	1166

Haapaveden koekentästä oli otettu viljelijöiden toimesta maanäytteet. Koalueen maalaji oli mKht. pH oli 6,4, Ca 1620 mg l⁻¹, P 18,0 mg l⁻¹, K 50,0 mg l⁻¹, Mg 345 mg l⁻¹.

Oljet kerättiin pois koalueelta joka syksy. Syksyllä kynnetyt ruudut äestettiin keväällä joustopiikkiäkeellä. Koko koe kylvettiin keväällä samana päivänä samalla koneella (VM 3000). Koneen vantaiden painotus säädettiin erikseen muokatuille ruuduille ja suorakylvöruuduille. Koekasvina käytettiin koko ajan

ohraa (lajike Kunnari). Kylvötiheys oli 500 kpl m⁻². Lannoituksena kokeessa käytettiin Kevätviljan Y6-lannosta, 340 kg ha⁻¹ (17-4-13) (58-14-44). Lannoitus säilyi samana kaikkina koevuosina. Kylvösyvyydet määritettiin vastaavasti kuin Ruukissa sijainneissa kokeissa. Oraiden lukumäärä kokeesta laskettiin kaksi kertaa. Oraat laskettiin 5 x 1 m:n matkoilta. Kokeesta määritettiin heinäelokuun vaihteessa versojen ja tähkien lukumäärä sekä biomassa. Tautihavainnot kokeesta tehtiin vuosina 2003 ja 2004. Jokaisesta ruudusta puitiin 4 kaistaa poikittain ruutuun nähden koeruutupuimurilla (Wintersteiger). Sadosta tehtiin vastaavat analyysit kuin tutkimuksen muista kokeista.

3 Tulokset

3.1 Suorakylvö nurmen jälkeen 2003

3.1.1 Kasvuston kehitys 2003

Syyskynnön ja äestyksen jälkeen kylvösyvyys oli keskimäärin 4,1 cm ja vastaavasti kevätkynnön jälkeen 4,3 cm (Taulukot 12 ja 13). Syys- ja kevätkyntö eivät poikenneet toisistaan merkitsevästi kylvösyvyyden suhteen. Suorakylvön jälkeen kylvösyvyys oli 2,9 cm. Suorakylvetyissä ruuduissa kylvösyvyys oli tilastollisesti merkitsevästi pienempi kuin kynnetyissä ruuduissa. Kylvövakojen sulkeutumisessa suorakylvössä ei ollut mitään ongelmia.

Oraiden lukumäärä laskettiin kynnetyistä ruuduista 17 vrk kylvön jälkeen ja suorakylvetyistä ruuduista 13 vrk kylvön jälkeen. Syyskynnön jälkeen oraiden lukumäärä oli keskimäärin 352 kpl m⁻² ja kevätkynnön jälkeen 365 kpl m⁻² (Taulukot 12 ja 13). Suorakylvetyissä ruuduissa orasmäärä oli hieman pienempi 328 kpl m⁻², mutta ero kynnetyihin ruutuihin ei ollut tilastollisesti merkitsevää.

Oraiden biomassa laskettiin kynnetyistä ruuduista 35 vrk kylvön jälkeen ja suorakylvetyistä ruuduista 27 vrk kylvön jälkeen. Syyskynnön jälkeen oraiden biomassa oli 1082 kg ka ha⁻¹ ja kevätkynnön jälkeen 1279 kg ka ha⁻¹ (Taulukot 12 ja 13). Suorakylvön jälkeen oraiden biomassa oli 596 kg ka ha⁻¹. Oraiden biomassan määrä suorakylvetyissä ruuduissa poikkesi tilastollisesti merkitsevästi kynnetyistä ruuduista.

Versojen lukumäärä laskettiin kynnetyistä ruuduista 61 vrk kylvön jälkeen ja suorakylvetyistä ruuduista 54 vrk kylvön jälkeen. Syyskynnön jälkeen versojen lukumäärä oli keskimäärin 546 kpl m⁻², kevätkynnön jälkeen 587 kpl m⁻² ja suorakylvön jälkeen 544 kpl m⁻² (Taulukot 12 ja 13). Eri käsittelyjen välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja.

Samanaikaisesti versojen lukumäärän laskennan yhteydessä määritettiin myös versojen biomassa (Taulukot 12 ja 13). Syyskynnön jälkeen versojen biomassa oli 4718 kg ka ha⁻¹, kevätkynnön jälkeen 5237 kg ka ha⁻¹ ja suorakylvön jälkeen 5353 kg ka ha⁻¹. Eri käsittelyt eivät poikenneet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi.

Tähkien lukumäärä laskettiin eri käsittelyistä myös versolaskennan yhteydessä (Taulukot 12 ja 13). Syyskynnön jälkeen tähkien lukumäärä oli keskimäärin 409 kpl m⁻², kevätkynnön jälkeen 448 kpl m⁻² ja suorakylvön jälkeen 444 kpl m⁻². Eri käsittelyjen välillä ei ollut myöskään tähkien lukumäärässä tilastollisesti merkitseviä eroja.

Taulukko 12. Ohran kasvuston kehitys Ruukissa nurmen jälkeen vuonna 2003 syys- ja kevätkynnön sekä suorakylvön jälkeen lannoitettuna väki- tai lietelannalla.

	Syyskyntö		Kevätkyntö		Suorakylvö	
	väkilannoite	lietelanta	väkilannoite	lietelanta	väkilannoite	lietelanta
kylvösyvyys, cm	4,4	3,8	4,3	4,3	2,9	3,0
oraat, kpl m ⁻²	356	348	371	360	328	328
oraat, kg ka ha ⁻¹	1150	1014	1446	1111	645	547
versot, kpl m ⁻²	542	549	556	618	556	531
versot, kg ka ha ⁻¹	5009	4430	5170	5305	5375	5330
tähkät, kpl m ⁻²	427	392	431	465	459	429

Taulukko 13. Ohran kasvuston kehitys Ruukissa nurmen jälkeen vuonna 2003 syys- ja kevätkynnön sekä suorakylvön jälkeen. Tilastollisen testauksen tulokset. Pääruutukäsittelyt (MP): A1 syyskyntö, A2 kevätkyntö, A3 suorakylvö. Osaruutukäsittelyt (SP): B1 väkilannoite ja B2 lietelanta. Koetekijöiden päävaikutusten ja yhdysvaikutuksen (MP*SP) tilastollinen merkitsevyys ilmoitettu P-arvoina. Mikäli ero ei ole merkitsevä ($p \geq 0,1$), on käytetty merkintää NS. Tasokeskiarvot, joiden yläindeksissä ei ole yhteistä kirjainta, eroavat parittaisen vertailun mukaan merkitsevästi 5 %:n riskitasolla. Käsittelyiden keskiarvon keskivirhe (SEM) on ilmoitettu.

						SEM		P-arvo		
	A1	A2	A3	B1	B2	MP	SP	MP	SP	MP*SP
kylvösyvyys, cm	4,1 ^a	4,3 ^a	2,9 ^b	3,8	3,7	0,20	0,19	0,002	NS	NS
oraat, kpl m ⁻²	352	365	328	352	345	19,1	13,3	NS	NS	NS
oraat, kg ka ha ⁻¹	1082 ^a	1279 ^a	596 ^b	1080	891	121	100	0,016	NS	NS
versot, kpl m ⁻²	546	587	544	551	566	43,3	33,5	NS	NS	NS
versot, kg ka ha ⁻¹	4720	5237	5353	5185	5022	503	337	NS	NS	NS
tähkät, kpl m ⁻²	410	448	444	439	429	32,9	22,9	NS	NS	NS

Rikkakasvien määrä kaikissa käsittelyissä oli alhainen. Vanhan nurmen lopettaminen glyfosaatti-ruiskutuksella edellisenä syksynä tuhosi tehokkaasti kes-torikkakasvit. Vanhassa nurmessa ei myöskään ollut siemenrikkakasveja. Leh-tilaikkutauteja ohrassa oli vain vähän koealueella. Eri käsittelyiden välillä ei ollut eroja.

3.1.2 Ohran sato ja sadon laatu 2003

Ohran satomäärissä ei ollut suuria eroja (Taulukot 14 ja 15). Korkeimmat sadot saatiin keväällä kynnetyistä ruuduista (5090 kg ha⁻¹), suorakylvöruutujen sato oli hieman pienempi (4988 kg ha⁻¹). Pienimmät sadot tulivat syyskynnon jäl-keen (4646 kg ha⁻¹). Satojen väliset erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Syyskynnössä lietalannalla lannoitettujen ruutujen sato oli saman suuruinen kuin väkilannoitetuissa ruuduissa. Kevätkynnettyissä ruuduissa saatiin lietalan-taa käytettäessä hieman suurempi sato kuin väkilannalla. Suorakylvetyissä ruu-duissa lietalannalla saatiin pienempi sato kuin väkilannalla (Kuva 2). Lannoi-tusaineella ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta satoihin.

Hehtolitraino oli suorakylvössä pienempi kuin syys- tai kevätkynnon jälkeen. Ero oli tilastollisesti merkitsevä (p<0,006). Tuhannen siemenen painoihin ei muokkaustavalla ollut vaikutusta. Väkilannoitteella tuhannen siemenen paino (46,7 g) oli selvästi suurempi kuin käytettäessä lietalantaa lannoitusaineena (45,8 g). Ero oli tilastollisesti merkitsevä (p<0,02). Vastaavasti sadon typpipi-toisuus oli väkilannoitetta käytettäessä selvästi suurempi (20,4 g kg⁻¹ ka) kuin lietalantaa käytettäessä (17,9 g kg⁻¹ ka). Ero oli myös tilastollisessa tarkastelus-sa selvä (p<0,0003).

Taulukko 14. Ohran sato ja sadon laatu Ruukissa nurmen jälkeen vuonna 2003 syys- ja kevätkynnon sekä suorakylvön jälkeen.

	Syyskyntö		Kevätkyntö		Suorakylvö	
	väki-lannoite	liete-lanta	väki-lannoite	liete-lanta	väki-lannoite	liete-lanta
Sato, kg (85% ka) ha ⁻¹	4637	4653	4949	5231	5141	4834
Hlp, kg	67,6	67,5	67,6	67,6	66,2	65,6
Tsp, g (85% ka)	47,2	46,3	46,6	45,2	46,6	46,0
N, g kg ⁻¹ ka	20,3	17,7	21,1	18,3	20,0	17,6
P, g kg ⁻¹ ka	4,2	4,0	4,1	3,9	4,3	4,4
Typpisato, kg N ha ⁻¹	80	70	89	82	87	72
Fosforisato, kg P ha ⁻¹	19,5	18,6	20,4	20,5	22,0	21,2

Taulukko 15. Ohran sato ja sadon laatu Ruukissa nurmen jälkeen vuonna 2003 syys- ja kevätkynnön sekä suorakylvön jälkeen. Tilastollisen testauksen selitykset on esitetty taulukossa 13.

	A1	A2	A3	B1	B2	SEM		P-arvo		
						MP	SP	MP	SP	MP*SP
Sato, kg (85% ka) ha ⁻¹	4647	5090	4988	4909	4906	259	234	NS	NS	NS
Hlp, kg	67,6 ^a	67,6 ^a	65,9 ^b	67,1	66,9	0,32	0,26	0,006	NS	NS
Tsp, g (85% ka)	46,7	45,9	46,3	46,8 ^a	45,8 ^b	0,46	0,32	NS	0,02	NS
N, g kg ⁻¹ ka	19,0	19,7	18,8	20,4 ^a	17,9 ^b	0,38	0,31	NS	0,003	NS
P, g kg ⁻¹ ka	4,1	4,0	4,3	4,2	4,1	0,11	0,07	NS	NS	NS
Typpisato, kg N ha ⁻¹	74,9	85,1	79,6	85,2 ^a	74,6 ^b	4,49	4,28	0,06	0,004	NS
Fosforisato, kg P ha ⁻¹	19,0	20,4	21,6	20,6	20,1	1,00	0,76	NS	NS	NS



Kuva 2. Suorakylvökone multasi nurmen pintaan levitettyä lietalantaa vain vähän. Välittömästi koneen oikealla puolella on vielä kylvämätön kaista (kuvaaja: Mika Isolahti).

Typpisadot olivat suuremmat kaikilla käsittelyillä kun lannoitusaineena oli käytetty väkilannoitetta. Ero oli myös tilastollisesti merkitsevä ($p < 0,004$). Kevätkynnöllä mullatun lietalannan typpisato oli 10 kg ha⁻¹ suurempi kuin mullattaessa lietalanta suorakylvökoneella. Lisäksi keväällä ennen kyntöä levitetystä lietalannassa annettu typpimäärä (78 kg liuk. N ha⁻¹) oli pienempi kuin ennen suorakylvöä levitetystä lietalannassa annettu typpimäärä (85 kg liuk. N ha⁻¹). Typpisatojen välinen ero ei kuitenkaan ollut tilastollisessa testauksessa merkitsevä verrattaessa keväällä kyntämällä mullattua lietalantaa ja suorakylvökoneella tehtyä lietalannan multausta.

3.2 Suorakylvö nurmen jälkeen 2004

3.2.1 Kasvuston kehitys 2004

Syyskynnön ja äestyksen jälkeen kylvösyvyys oli keskimäärin 2,5 cm ja vastaavasti kevätkynnön jälkeen 2,4 cm (Taulukot 16 ja 17). Syys- ja kevätkyntö eivät poikenneet toisistaan merkitsevästi kylvösyvyyden suhteen. Suorakylvön jälkeen kylvösyvyys oli 3,9 cm. Suorakylvetyissä ruuduissa kylvösyvyys oli tilastollisesti merkitsevästi suurempi kuin kynnetyissä ruuduissa. Ilmeisesti käytetty painotus kylvövantaille suorakylvökoneessa oli liian suuri. Kylvövakojen sulkeutumisessa suorakylvössä ei ollut mitään ongelmia.

Oraiden lukumäärä laskettiin kynnetyistä 17 vrk kylvön jälkeen. Syyskynnön jälkeen oraiden lukumäärä oli keskimäärin 398 kpl m⁻² ja kevätkynnön jälkeen 397 kpl m⁻² (Taulukot 16 ja 17). Suorakylvetyissä ruuduissa orasmäärä oli tilastollisesti merkitsevästi pienempi 346 kpl m⁻².

Taulukko 16. Ohran kasvuston kehitys Ruukissa nurmen jälkeen vuonna 2004 syys- ja kevätkynnön sekä suorakylvön jälkeen lannoitettuna väki- tai lietalannalla.

	Syyskynnö		Kevätkynnö		Suorakylvö	
	väki-lannoite	liete-lanta	väki-lannoite	liete-lanta	väki-lannoite	liete-lanta
kylvösyvyys, cm	2,5	2,5	2,3	2,4	3,9	3,8
oraat, kpl m ⁻²	398	399	414	381	343	349
oraat, kg ka ha ⁻¹	563	379	554	478	315	366
versot, kpl m ⁻²	606	593	611	645	530	541
versot, kg ka ha ⁻¹	7700	7850	9252	8696	7402	8799
tähkät, kpl m ⁻²	584	574	587	617	513	521
tautisuus, %	44	44	48	52	36	38

Taulukko 17. Ohran kasvuston kehitys Ruukissa nurmen jälkeen vuonna 2004 syys- ja kevätkynnön sekä suorakylvön jälkeen. Tilastollisen testauksen selitykset on esitetty taulukossa 13.

	A1	A2	A3	B1	B2	SEM		P-arvo		
						MP	SP	MP	SP	MP*SP
kylvösyvyys, cm	2,5 ^b	2,4 ^b	3,8 ^a	2,9	2,9	0,21	0,17	0,003	NS	NS
oraat, kpl m ⁻²	398 ^a	397 ^a	346 ^b	385	376	6,1	4,9	0,0013	NS	NS
oraat, kg ka ha ⁻¹	471 ^a	516 ^a	340 ^b	477	408	45,4	39,3	0,05	NS	NS
versot, kpl m ⁻²	599	628	534	582	592	37,4	34,6	NS	NS	NS
versot, kg ka ha ⁻¹	7775	8974	8101	8118	8449	828,7	598,5	NS	NS	NS
tähkät, kpl m ⁻²	579	602	517	561	571	36,7	33,9	NS	NS	NS
tautisuus, %	44 ^{ab}	49 ^a	37 ^b	43	44	8,3	8,5	0,016	NS	NS

Oraiden biomassa määritettiin myös ruuduista 17 vrk kylvön jälkeen. Syyskynnön jälkeen oraiden biomassa oli 471 kg ka ha⁻¹ ja kevätkynnön jälkeen 516 kg ka ha⁻¹ (Taulukot 16 ja 17). Suorakylvön jälkeen oraiden biomassa oli 340 kg ka ha⁻¹. Oraiden biomassan määrä suorakylvetyissä ruuduissa oli tilastollisesti merkitsevästi alempi kuin kynnytyissä ruuduissa.

Versojen lukumäärä laskettiin kynnytyistä ruuduista 61 vrk kylvön jälkeen ja suorakylvetyistä ruuduista 54 vrk kylvön jälkeen. Syyskynnön jälkeen versojen lukumäärä oli keskimäärin 599 kpl m⁻², kevätkynnön jälkeen 628 kpl m⁻² ja suorakylvön jälkeen 534 kpl m⁻² (Taulukot 16 ja 17). Eri käsittelyjen välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja.

Samanaikaisesti versojen lukumäärän laskennan yhteydessä määritettiin myös versojen biomassa (Taulukot 16 ja 17). Syyskynnön jälkeen versojen biomassassa oli 7775 kg ka ha⁻¹, kevätkynnön jälkeen 8974 kg ka ha⁻¹ ja suorakylvön jälkeen 8101 kg ka ha⁻¹. Eri käsittelyt eivät poikenneet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi.

Tähkien lukumäärä laskettiin eri käsittelyistä myös versolaskennan yhteydessä (Taulukot 16 ja 17). Syyskynnön jälkeen tähkien lukumäärä oli keskimäärin 579 kpl m⁻², kevätkynnön jälkeen 602 kpl m⁻² ja suorakylvön jälkeen 517 kpl m⁻². Eri käsittelyjen välillä ei ollut myöskään tähkien lukumäärässä tilastollisesti merkitseviä eroja.

3.2.2 Ohran sato ja sadon laatu 2004

Heinäkuun lopulla Ruukissa oli erittäin voimakas ukkosmyrsky, tunnissa satoi noin 40 mm vettä. Ukkosmyrsky lakoutti reheviä viljakasvustoja pahoin. Lakoutuminen oli kyntöruuduissa merkitsevästi suurempaa kuin suorakylvöruuduissa (Taulukot 18 ja 19). Ilmeisesti kyntäminen oli lisännyt typen mineralisoitumista. Typen vapautuminen kynnön seurauksena voidaan päätellä myös satojen typpipitoisuuksista, jotka olivat kyntöruuduissa tilastollisesti merkitsevästi korkeampia kuin suorakylvöruuduissa (Taulukko 19). Väkilannoitetta käytettäessä sadon typpipitoisuus oli tilastollisesti suurempi kuin lietalantaa käytettäessä (Taulukko 19). Vastaava ero oli myös typpisadon määrässä. Suorakylvössä sadon typpipitoisuus lietalantaa käytettäessä oli vielä selvästi alhaisempi kuin kynnössä, ero näkyy myös tilastollisessa testauksessa merkitsevästi yhdysvaikutuksena (Taulukot 18 ja 19). Selityksenä alhaisempaan typpipitoisuuteen on suuri typpihävikki ammoniumin haihtumisen muodossa. Sadon määrässä ei eri koekäsittelyjen välillä ollut tilastollisesti merkitseviä eroja, kuten ei myöskään sadon laadussa, hehtolitrainossa tai tuhannen siemen painossa (Taulukot 18 ja 19).

Taulukko 18. Ohran sato ja sadon laatu Ruukissa nurmen jälkeen vuonna 2004 syys- ja kevätkynnön sekä suorakylvön jälkeen.

	Syyskynnö		Kevätkynnö		Suorakylvö	
	väki- lannoite	liete- lanta	väki- lannoite	liete- lanta	väki- lannoite	liete- lanta
Sato, kg (85% ka) ha ⁻¹	3988	3652	3493	3653	3676	3533
Hlp, kg	58,0	57,9	56,6	57,2	58,1	59,8
Tsp, g (85% ka)	34,4	34,6	33,6	34,0	36,5	37,7
N, g kg ⁻¹ ka	25,4	24,0	25,3	24,2	22,8	18,8
Typpisato, kg N ha ⁻¹	86,2	74,6	74,9	75,2	71,8	57,6
P, g kg ⁻¹ ka	5,1	5,1	5,2	5,1	5,1	4,7
Fosforisato, kg P ha ⁻¹	20,2	18,8	18,1	18,5	18,8	16,4
Lako, %	77,5	75,0	73,8	63,8	56,3	2,5

Taulukko 19. Ohran sato ja sadon laatu Ruukissa nurmen jälkeen vuonna 2004 syys- ja kevätkynnön sekä suorakylvön jälkeen. Tilastollisen testauksen selitykset on esitetty taulukossa 13.

						SEM		P-arvo		
	A1	A2	A3	B1	B2	MP	SP	MP	SP	MP*SP
Sato, kg (85% ka) ha ⁻¹	3820	3573	3605	3719	3613	282,3	259,3	NS	NS	NS
Hlp, kg	58,0	56,9	59,0	57,6	58,3	1,24	1,16	NS	NS	NS
Tsp, g (85% ka)	34,5	33,8	37,1	34,8	35,5	1,21	1,03	0,07	NS	NS
N, g kg ⁻¹ ka	24,7 ^a	24,7 ^a	20,8 ^b	24,5 ^a	22,3 ^b	0,75	0,68	0,0009	0,0001	0,004
Typpisato, kg N ha ⁻¹	80,4 ^a	75,1 ^{ab}	64,7 ^b	77,6 ^a	69,1 ^b	6,77	6,49	0,03	0,02	NS
P, g kg ⁻¹ ka	5,1	5,1	4,9	5,1 ^a	5,0 ^b	0,10	0,07	NS	0,006	0,002
Fosforisato, kg P ha ⁻¹	19,5	18,2	17,6	19,0	17,9	1,50	1,46	NS	NS	NS
Lako, %	76,3 ^a	68,8 ^a	29,4 ^b	69,2 ^a	47,1 ^b	6,98	5,84	0,005	0,02	0,05

3.3 Suorakylvö nurmen jälkeen 2005

3.3.1 Kasvuston kehitys 2005

Kylvösyvyydessä ei vuonna 2005 eri käsittelyjen välillä ollut eroa. Syyskynnön ja suorakylvön jälkeen kylvösyvyys oli keskimäärin 2,5 cm ja vastaavasti kevätkynnön jälkeen 2,4 cm (Taulukot 20 ja 21). Kylvövakojen sulkeutumisessa suorakylvössä ei ollut ongelmia.

Oraiden lukumäärä laskettiin 16 vrk kylvön jälkeen. Syyskynnön jälkeen oraiden lukumäärä oli keskimäärin 474 kpl m⁻² ja kevätkynnön jälkeen 471 kpl m⁻² (Taulukot 20 ja 21). Suorakylvetyissä ruuduissa oraiden lukumäärä oli alempi 425 kpl m⁻², ero kynnettyihin ruutuihin oli tilastollisesti merkitsevä. Oraiden biomassa määritettiin 17 vrk kylvön jälkeen. Syyskynnön jälkeen oraiden biomassa oli 974 kg ka ha⁻¹ ja kevätkynnön jälkeen 1039 kg ka ha⁻¹ (Taulukot 20 ja 21). Suorakylvön jälkeen oraiden biomassa oli selkeästi pienempi 649 kg ka ha⁻¹. Ero oraiden biomassan määrässä kynnön ja suorakylvön välillä oli tilastollisesti merkitsevä.

Versojen lukumäärä laskettiin 56 vrk kylvön jälkeen. Syyskynnön jälkeen versojen lukumäärä oli keskimäärin 723 kpl m⁻², kevätkynnön jälkeen 689 kpl m⁻² ja suorakylvön jälkeen 662 kpl m⁻² (Taulukot 20 ja 21). Eri käsittelyjen välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Versojen biomassa määritettiin samanaikaisesti versojen lukumäärän laskennan yhteydessä (Taulukot 20 ja 21). Syyskynnön jälkeen versojen biomassa oli 7747 kg ka ha⁻¹, kevätkynnön jälkeen 7126 kg ka ha⁻¹ ja suorakylvön jälkeen 5123 kg ka ha⁻¹. Ero versojen biomassan määrässä kynnön ja suorakylvön välillä oli tilastollisesti merkitsevä.

Taulukko 20. Ohran kasvuston kehitys Ruukissa nurmen jälkeen vuonna 2005 syys- ja kevätkynnön sekä suorakylvön jälkeen lannoitettuna väki- tai lietelannalla.

	Syyskyntö		Kevätkyntö		Suorakylvö	
	väki-lannoite	liete-lanta	väki-lannoite	liete-lanta	väki-lannoite	liete-lanta
kylvösyvyys, cm	2,4	2,7	2,6	2,2	2,6	2,5
oraat, kpl m ⁻²	473	475	462	480	446	404
oraat, kg ka ha ⁻¹	1098	849	1043	1035	842	456
versot, kpl m ⁻²	793	653	737	640	675	649
versot, kg ka ha ⁻¹	8849	6645	6428	7824	6506	3741
tähkät, kpl m ⁻²	711	571	670	560	595	543

Taulukko 21. Ohran kasvuston kehitys Ruukissa nurmen jälkeen vuonna 2005 syys- ja kevätkynnön sekä suorakylvön jälkeen. Tilastollisen testauksen selitykset on esitetty taulukossa 13.

	A1	A2	A3	B1	SEM			P-arvo		
					B2	MP	SP	MP	SP	MP*SP
kylvösyvyys, cm	2,5	2,4	2,5	2,5	2,5	0,19	0,15	NS	NS	NS
oraat, kpl m ⁻²	474 ^a	471 ^a	425 ^b	460	453	11,1	9,4	0,02	NS	NS
oraat, kg ka ha ⁻¹	974 ^a	1039 ^a	649 ^b	994 ^a	780 ^b	59,3	48,4	0,0074	0,012	NS
versot, kpl m ⁻²	723	689	662	735 ^a	647 ^b	55,9	39,3	NS	0,02	NS
versot, kg ka ha ⁻¹	7747 ^a	7126 ^a	5123 ^b	7261 ^a	6070 ^b	487,5	437,9	0,006	0,021	0,007
tähkät, kpl m ⁻²	641	615	568	658 ^a	558 ^b	38,9	31,6	NS	0,015	NS

Tähkien lukumäärä laskettiin eri käsittelyistä myös versolaskennan yhteydessä (Taulukot 20 ja 21). Syyskynnön jälkeen tähkien lukumäärä oli keskimäärin 641 kpl m⁻², kevätkynnön jälkeen 615 kpl m⁻² ja suorakylvön jälkeen 568 kpl m⁻². Eri muokkaustapojen välillä ei tähkien lukumäärässä ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Käytettäessä lannoitukseen väkilantaa tähkien lukumäärä 658 kpl m⁻² oli tilastollisesti merkitsevästi suurempi kuin tehtäessä lannoitus nautan lietelannalla 558 kpl m⁻².

3.3.2 Ohran sato ja sadon laatu 2005

Lakoutuminen oli kyntöruuduissa merkitsevästi suurempaa kuin suorakylvöruuduissa (Taulukot 22 ja 23). Kaikkein suurinta lakoutuminen oli syyskynnettyissä ruuduissa. Oletettavasti syyskynnön vaikutuksesta typen mineralisoituminen oli lisääntynyt voimakkaammin kuin kevätkynnössä. Suorakylvössä typen mineralisoituminen oli vähäisintä. Typen vapautuminen voidaan todeta myös sadon typpipitoisuudesta, joka oli syyskynnössä tilastollisesti merkitsevästi korkeampi (Taulukko 23). Väkilannoitetta käytettäessä sadon typpipitoisuus oli tilastollisesti suurempi kuin lietelantaa käytettäessä (Taulukko 23). Vastaava ero oli myös typpisadon määrässä. Sadon määrä oli suorakylvössä tilastollisesti merkitsevästi alempi kuin syys- tai kevätkynnössä. Sadon laatu, hehtolitraino ja tuhannen siemen paino, oli suorakylvössä tilastollisesti merkitsevästi korkeampi kuin kynnön jälkeen (Taulukot 22 ja 23). Selityksenä kynnettyjen koekäsittelyiden alempiin hehtolitrainoihin ja tuhannen siemen painoihin on osaltaan suurempi lakoutuminen. Väkilannoitetta käytettäessä sadon määrä oli tilastollisesti suurempi, mutta tuhannen siemenen paino pienempi kuin lietelantaa käytettäessä.

Taulukko 22. Ohran sato ja sadon laatu Ruukissa nurmen jälkeen vuonna 2005 syys- ja kevätkynnön sekä suorakylvön jälkeen.

	Syyskynnö		Kevätkynnö		Suorakylvö	
	väki-lannoite	liete-lanta	väki-lannoite	liete-lanta	väki-lannoite	liete-lanta
Sato, kg (85% ka) ha ⁻¹	4724	5036	5201	4838	4683	4002
Hlp, kg	59,0	59,3	61,1	61,0	62,5	61,1
Tsp, g (85% ka)	34,5	35,6	36,4	38,3	39,1	39,8
N, g kg ⁻¹ ka	24,6	22,8	22,3	21,6	21,5	21,3
Typpisato, kg N ha ⁻¹	116,3	114,9	116,1	104,0	100,9	84,9
P, g kg ⁻¹ ka	4,2	4,0	4,1	4,1	4,3	4,3
Fosforisato, kg P ha ⁻¹	19,9	20,3	21,6	19,6	20,0	17,1
Lako, %	80	49	63	20	3	2

Taulukko 23. Ohran sato ja sadon laatu Ruukissa nurmen jälkeen vuonna 2005 syys- ja kevätkynnön sekä suorakylvön jälkeen. Tilastollisen testauksen selitykset on esitetty taulukossa 13.

						SEM		P-arvo		
	A1	A2	A3	B1	B2	MP	SP	MP	SP	MP*SP
Sato, kg (85% ka)ha ⁻¹	4880 ^a	5019 ^a	4343 ^b	4869 ^a	4625 ^b	88,2	72,1	0,0037	0,0403	0,0092
Hlp, kg	59,1 ^b	61,0 ^a	61,7 ^a	60,9	60,4	0,34	0,28	0,0036	NS	NS
Tsp, g (85% ka)	35,1 ^c	37,3 ^b	39,4 ^a	36,7 ^b	37,9 ^a	0,60	0,54	0,0016	0,0456	NS
N, g kg ⁻¹ ka	23,7 ^a	21,9 ^b	21,4 ^b	22,8 ^a	21,9 ^b	0,03	0,02	0,0011	0,0045	NS
Typpisato, kg N ha ⁻¹	115,6 ^a	110,1 ^a	92,9 ^b	111,1 ^a	101,3 ^b	1,88	1,56	0,0002	0,0004	0,0218
P, g kg ⁻¹ ka	4,2	4,1	4,3	4,2	4,1	0,06	0,06	NS	NS	NS
Fosforisato, kg P ha ⁻¹	20,1 ^a	20,6 ^a	18,6 ^b	20,5 ^a	19,0 ^b	0,45	0,28	0,0423	0,0001	0,0009
Lako, %	64 ^a	41 ^a	2 ^b	49 ^a	24 ^b	7,3	5,9	0,0028	0,0156	NS

3.4 Suorakylvö viljan jälkeen, Ruukin kenttäkoe 2003

3.4.1 Kasvuston kehitys 2003

Kylvösyvyudessa ei kynnettyjen ja suorakylvöruutujen välillä ollut eroja (Taulukko 24). Keskimäärin kynnön ja äestyksen jälkeen kylvösyvyys oli 3,4 cm ja suorakylvön jälkeen 3,5 cm. Kylvövakojen sulkeutumisessa suorakylvössä ei ollut mitään ongelmia.

Oraiden lukumäärä laskettiin 13 vrk kylvön jälkeen. Kynnön ja äestyksen jälkeen orastiheys oli keskimäärin 436 kpl m⁻², kun suorakylvön jälkeen orastiheys oli alhaisempi, 320 kpl m⁻² (Taulukko 24). Ero oli tilastollisesti merkitsevä. Oraiden biomassassa määritettiin 28 vrk kylvön jälkeen (Taulukko 24). Kynetyissä ruuduissa oraiden biomassassa oli keskimäärin 933 kg ka ha⁻¹ ja suorakylvetyissä ruuduissa oraiden biomassassa oli vastaavasti keskimäärin 645 kg ka ha⁻¹. Ero oli tilastollisesti merkitsevä.

Versojen lukumäärä kynnön ja äestyksen jälkeen (562 kpl m⁻²) oli korkeampi kuin suorakylvön jälkeen (443 kpl m⁻²) (Taulukko 24). Versojen biomassassa oli myös vastaavasti korkeampi kynnön ja äestyksen jälkeen (5465 kg ka ha⁻¹) kuin suorakylvön jälkeen (4473 kg ka ha⁻¹). Myös tähkien lukumäärä kynnön ja äestyksen jälkeen (472 kpl m⁻²) oli korkeampi kuin suorakylvön jälkeen (395 kpl m⁻²).

Ohran lehtilaikkutauteja esiintyi kokeessa suhteellisen vähän, keskimäärin lehtilaikkutautien infektoiman lehtipinta-alan osuus oli noin 10 % kasvuston kokonaislehtipinta-alasta. Eri käsittelyjen välillä ei ollut eroja.

Taulukko 24. Ohran kasvuston kehitys Ruukissa kauran jälkeen vuonna 2003 syyskynnössä ja suorakylvössä. Tilastollisen testauksen tulokset. Koetekijöiden erojen tilastollinen merkitsevyys ilmoitettu P-arvoina. Mikäli ero ei ole merkitsevä ($p \geq 0,1$), on käytetty merkintää NS. Tasokeskiarvot, joiden yläindeksissä ei ole yhteistä kirjainta, eroavat parittaisen vertailun mukaan merkitsevästi 5 %:n riskitasolla. Käsittelyiden keskiarvon keskivirhe (SEM) on ilmoitettu.

	Syyskyntö			Suorakylvö			SEM	P-arvo
	A	B	C	D	E	F		
kylvösyvyys, cm	3,6	3,2	3,3	3,3	3,8	3,4	0,33	NS
oraat, kpl m ⁻²	433 ^{ab}	394 ^{ab}	480 ^a	308 ^b	309 ^b	380 ^{ab}	30,4	0,0027
oraat, kg ka ha ⁻¹	891 ^a	900 ^a	1001 ^a	773 ^a	738 ^{ab}	491 ^b	76,6	0,0004
versot, kpl m ⁻²	604 ^a	546 ^{ab}	536 ^{ab}	412 ^b	431 ^{ab}	513 ^{ab}	37,9	0,0207
versot, kg ka ha ⁻¹	5699	4828	5868	4405	4718	4758	480	NS
tähkät, kpl m ⁻²	483	459	475	377	394	455	31,8	NS

A = Normaali kylvömuokkaus (kyntö + kylvömuokkaus + kylvö), ei kestorikkakasvien torjuntaa

B = Normaali kylvömuokkaus + kestorikkakasvien torjunta tarvittaessa

C = Normaali kylvömuokkaus ja lietalannan levitys kynnökselle + kestorikkakasvien torjunta tarvittaessa

D = Suorakylvö viljan sänkeen, ei kestorikkakasvien torjuntaa

E = Suorakylvö viljan sänkeen, kestorikkakasvien torjunta ennen kylvöä

F = Lietalannan levitys viljan sänkeen keväällä + suorakylvö viljan sänkeen, kestorikkakasvien torjunta syksyllä tai keväällä ennen kylvöä

3.4.2 Sadon määrä ja laatu 2003

Kynnettyjen ja äestettyjen ruutujen sato oli keskimäärin 3956 kg ha⁻¹ (Taulukko 25). Suorakylvettyjen ruutujen sato oli keskimäärin hieman alhaisempi 3656 kg ha⁻¹. Eri käsittelyjen väliset erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä. Pienin sato oli kun suorakylvö tehtiin ilman kestorikkakasvien kemiallista torjuntaa. Käytettäessä kestorikkakasvien kemiallista torjuntaa suorakylvön sato nousi 517 kg ha⁻¹. Sadon typpipitoisuus oli matalampi kun lannoitusaineenä käytettiin lietelantaa väkilannan sijasta. Suorakylvössä sadon typpipitoisuus oli hieman alempi kuin kynnössä. Tilastollisesti merkitsevä ero oli väkilannoitetun kynnön ja lietelannalla lannoitetun suorakylvön sadon typpipitoisuudessa. Hehtolitrapainoissa ei eri koekäsittelyjen välillä ollut eroja. Ohrakasvuston lakoutumista ei kokeessa tapahtunut vuonna 2003.

Taulukko 25. Ohran sato ja sadon laatu Ruukissa kauran jälkeen vuonna 2003 syyskynnössä ja suorakylvössä. Tilastollisen testauksen selitykset on esitetty taulukossa 24.

	Syyskyntö			Suorakylvö			SEM	P-arvo
	A	B	C	D	E	F		
Sato, kg (85% ka) ha ⁻¹	4081	3809	3978	3423	3940	3605	367,6	NS
Hlp, kg	64,9	64,8	65,4	64,4	64,5	63,9	0,35	NS
Tsp, g (85% ka)	44,2	43,4	42,8	41,2	43,2	41,9	0,64	0,0513
N, g kg ⁻¹ ka	16,9 ^a	16,9 ^a	16,3 ^{ab}	15,5 ^{ab}	15,9 ^{ab}	15,3 ^b	0,39	0,0102
P, g kg ⁻¹ ka	4,3	4,3	4,3	4,2	4,2	4,1	0,08	NS
Typpisato, kg N ha ⁻¹	69	63	65	53	63	56	6,67	NS
Fosforisato, kg P ha ⁻¹	17,4	15,0	17,0	14,2	16,4	14,9	1,52	NS

3.5 Suorakylvö viljan jälkeen, Ruukin kenttäkoe 2004

3.5.1 Kasvuston kehitys 2004

Kylvösyvyys suorakylvössä oli selvästi muita menetelmiä suurempi (Taulukko 26). Keskimäärin kynnön ja äestyksen jälkeen kylvösyvyys oli 3,1 cm ja suorakylvön jälkeen 4,5 cm. Kylvövakojen sulkeutumisessa suorakylvössä ei ollut mitään ongelmia.

Oraiden lukumäärä laskettiin 17 vrk kylvön jälkeen. Kynnön ja äestyksen jälkeen orastiheys oli keskimäärin 393 kpl m⁻², kun suorakylvön jälkeen keski-

määräinen orastiheys oli alhaisempi, 320 kpl m⁻² (Taulukko 26). Tilastollisesti merkitsevä ero oli väkilannalla lannoitettujen kyntökäsittelyiden ja ilman kestorikkakasvien torjuntaa olleen suorakylvökäsittelyn välillä. Oraiden biomassan määrittämiseksi näytteet otettiin oraslaskennan yhteydessä (Taulukko 26). Kynnetyissä ruuduissa oraiden biomassassa oli keskimäärin 124 kg ka ha⁻¹ ja suorakylvetyissä ruuduissa oraiden biomassassa oli vastaavasti keskimäärin 82 kg ka ha⁻¹. Ero kynnön ja suorakylvön ilman kestorikkakasvien torjuntaa tai naudan lietelannalla lannoitettuna välillä oli tilastollisesti merkitsevä.

Versojen lukumäärä kynnön ja äestyksen jälkeen (549 kpl m⁻²) oli korkeampi kuin suorakylvön jälkeen (444 kpl m⁻²) (Taulukko 26). Erot versojen lukumäärässä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Versojen biomassassa oli kynnön ja äestyksen jälkeen keskimäärin (7840 kg ka ha⁻¹) ja suorakylvön jälkeen (5578 kg ka ha⁻¹). Tilastollisesti merkitsevä ero oli väkilannoitteella lannoitetun kynnön ja suorakylvön ilman kestorikkakasvien torjuntaa tai naudan lietelannalla lannoitettuna välillä. Tähkien lukumäärässä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja.

Keskimäärin lehtilaikkutautien infektoiman lehtipinta-alan osuus oli noin 33 % kasvuston kokonaislehtipinta-alasta. Eri käsittelyjen välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Juolavehnan biomassan määrä oli elokuun alussa ilman kestorikkakasvien torjuntaa olleessa suorakylvössä moninkertainen kyntöön ja torjuttuihin koejäseniin verrattuna (Taulukko 26).

Taulukko 26. Ohran kasvuston kehitys Ruukissa ohran jälkeen vuonna 2004 syyskynnössä ja suorakylvössä. Tilastollisen testauksen selitykset on esitetty taulukossa 24.

	Syyskyntö			Suorakylvö			SEM	P-arvo
	A	B	C	D	E	F		
kylvösyvyys, cm	3,1 ^a	3,0 ^a	3,0 ^a	4,5 ^b	4,4 ^b	4,5 ^b	0,24	0,0002
oraat, kpl m ⁻²	403 ^a	387 ^{ab}	389 ^{ab}	307 ^c	334 ^{abc}	319 ^{bc}	17,3	0,0038
oraat, kg ka ha ⁻¹	117 ^{ab}	130 ^a	126 ^a	82 ^b	93 ^{ab}	72 ^b	8,4	0,0006
versot, kpl m ⁻²	573	570	503	412	494	428	43,1	0,0794
versot, kg ka ha ⁻¹	8788 ^a	8642 ^a	6091 ^{abc}	4838 ^{bc}	7515 ^{ab}	4382 ^c	605,9	0,0003
tähkät, kpl m ⁻²	554	550	487	400	476	417	42,9	0,1026
lehtilaikkutaudit, %	31	32	29	31	35	38	6,7	NS
juolavehna, kg ka ha ⁻¹	211 ^b	165 ^b	0 ^b	2370 ^a	308 ^b	0 ^b	386,9	0,0004

3.5.2 Sadon määrä ja laatu 2004

Varsinkin väkilannoitetut kyntöruudut lakoutuivat pahoin vuonna 2004 (Taulukko 27). Vähäisintä lakoutuminen oli karjanlantaa käytettäessä. Kynnettyjen ja äestettyjen ruutujen sato oli keskimäärin 3786 kg ha⁻¹. Suorakylvettyjen ruutujen sato oli alhaisempi, 2621 kg ha⁻¹. Suorakylvössä satotaso vaihteli huomattavasti. Pienin sato oli kun suorakylvö tehtiin ilman kestorikkakasvien kemiallista torjuntaa (Kuva 3). Käytettäessä kestorikkakasvien kemiallista torjuntaa suorakylvön sato nousi 1623 kg ha⁻¹. Myös käytettäessä suorakylvön yhteydessä lannoitukseen lietelantaa sato jäi alhaiseksi.

Taulukko 27. Ohran sato ja sadon laatu Ruukissa ohran jälkeen vuonna 2004 syyskynnössä ja suorakylvössä. Tilastollisen testauksen selitykset on esitetty taulukossa 24.

	Syyskynnö			Suorakylvö			SEM	P-arvo
	A	B	C	D	E	F		
Sato, kg (85% ka) ha ⁻¹	3626 ^{ab}	3472 ^{ab}	4261 ^a	2024 ^b	3647 ^a	3194 ^{ab}	359,9	0,0098
Hlp, kg	58,2 ^{bc}	56,8 ^c	60,6 ^a	60,6 ^a	60,3 ^{ab}	60,6 ^a	0,74	0,0002
Tsp, g (85% ka)	34,9 ^{ab}	33,9 ^b	37,1 ^a	37,1 ^a	36,9 ^{ab}	37,2 ^a	1,07	0,0139
N, g kg ⁻¹ ka	21,3 ^a	20,8 ^a	18,1 ^b	17,6 ^b	17,1 ^b	17,0 ^b	0,05	0,0001
P, g kg ⁻¹ ka	4,9	4,7	4,7	4,6	4,8	4,6	0,18	NS
Typpisato, kg N ha ⁻¹	77	72	77	36	63	55	7,4	0,0086
Fosforisato, kg P ha ⁻¹	17,6 ^a	16,3 ^a	20,1 ^a	9,2 ^b	17,5 ^a	14,7 ^a	1,77	0,008
Lako, %	82 ^a	80 ^a	2 ^c	51 ^{ab}	28 ^{bc}	0 ^c	7,9	0,0001

Hehtolitrainot olivat korkeimmat karjanlannalla lannoitetussa kynnössä, suorakylvössä ilman kestorikkakasvien torjuntaa ja karjanlannalla lannoitetussa suorakylvössä. Väkilannoitteella lannoitetuissa kyntöruuduissa hehtolitrainot olivat selvästi alhaisempia. Ero oli tilastollisesti merkitsevää. Tuhannen siemen painot olivat samaten alhaisimpia väkilannoitteella lannoitetuissa kyntöruuduissa. Ero karjanlannalla lannoitettuun kyntöön, suorakylvöön ilman kestorikkakasvien torjuntaa ja karjanlannalla lannoitettuun suorakylvöön oli tilastollisesti merkitsevää. Sadon typpipitoisuudet olivat väkilannoitteella lannoitetuissa kyntöruuduissa selvästi korkeampia kuin muissa koekäsittelyissä, ero oli tilastollisesti merkitsevää. Sadon fosforipitoisuuksissa ei ollut eroja eri koekäsittelyiden välillä.



Kuva 3. Multavalla maalla juolavehnä valtasi suorakylvetyt koeruudut jo toisena koevuotena, jos glyfosaattia ei käytetty (kaista kuvan keskilinjan oikealla puolella). Vasemmalla suorakylvettyä peltoa, josta juolavehnä oli torjuttu. Oikealla kynnetyt kaista (kuvaaja: Mika Isolahti, kuva otettu 30.5.2005).

3.6 Suorakylvö viljan jälkeen, Ruukin kenttäkoe 2005

3.6.1 Kasvuston kehitys 2005

Kylvösyvytydessä ei kynnetyjen ja suorakylvöruutujen välillä ollut eroja (Taulukko 28). Keskimäärin kynnön ja äestyksen jälkeen kylvösyvyys oli 2,8 cm ja suorakylvön jälkeen 2,6 cm.

Oraiden lukumäärä laskettiin 16 vrk kylvön jälkeen. Kynnön ja äestyksen jälkeen orastiheys oli keskimäärin 488 kpl m^{-2} , kun suorakylvön jälkeen orastiheys oli alhaisempi, 435 kpl m^{-2} (Taulukko 28). Ero oli tilastollisesti merkitsevä. Oraiden biomassa määritettiin oraslaskennan yhteydessä otetuista näytteistä. Kynnetyissä ruuduissa oraiden biomassa oli keskimäärin $960 \text{ kg ka ha}^{-1}$ ja suorakylvetyissä ruuduissa oraiden biomassa oli vastaavasti keskimäärin $730 \text{ kg ka ha}^{-1}$. Lietelannalla lannoitetussa suorakylvössä oraiden biomassa oli alhaisin.

Versojen lukumäärä kynnön ja äestyksen jälkeen (629 kpl m^{-2}) oli korkeampi kuin suorakylvön jälkeen (552 kpl m^{-2}), joskaan ero ei ollut tilastollisesti mer-

kitsevä (Taulukko 28). Versojen biomassa ei ollut merkitsevästi korkeampi kynnön ja äestyksen jälkeen (6804 kg ka ha⁻¹) kuin suorakylvön jälkeen (5855 kg ka ha⁻¹). Tähkien lukumäärä kynnön ja äestyksen jälkeen (582 kpl m⁻²) oli niin ikään kynnössä hieman korkeampi kuin suorakylvön jälkeen (507 kpl m⁻²), mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

Tauteja kokeesta ei havainnoitu vuonna 2005. Juolavehnan määrä oli korkein käsittelyssä D, mutta keväällä tehdyn glyfosaattiruiskutuksen tuloksena suurin osa juolavehnästä oli kuollutta kasvustoa.

Taulukko 28. Ohran kasvuston kehitys Ruukissa ohran jälkeen vuonna 2005 syyskynnössä ja suorakylvössä. Tilastollisen testauksen selitykset on esitetty taulukossa 24.

	Syyskyntö			Suorakylvö			SEM	P-arvo
	A	B	C	D	E	F		
kylvösyvyys, cm	2,7	3,0	2,8	2,6	2,9	2,4	0,35	NS
oraat, kpl m ⁻²	481 ^a	495 ^a	488 ^a	452 ^{ab}	424 ^b	428 ^b	17,5	0,0376
oraat, kg ka ha ⁻¹	788 ^{ab}	1007 ^a	1084 ^a	787 ^{ab}	894 ^a	508 ^b	75,4	0,0004
versot, kpl m ⁻²	645	638	605	526	544	587	38,1	NS
versot, kg ka ha ⁻¹	6836	6718	6859	5962	6325	5278	666	NS
tähkät, kpl m ⁻²	601	580	565	494	508	520	32,2	NS
juolavehnä, kg ka ha ⁻¹	48	0	0	487	288	0	139,6	NS

3.6.2 Sadon määrä ja laatu 2005

Kynnettyjen ja äestettyjen ruutujen sato oli keskimäärin 4059 kg ha⁻¹ (Taulukko 29). Suorakylvettyjen ruutujen sato oli keskimäärin hieman alhaisempi 3347 kg ha⁻¹. Eri käsittelyjen väliset erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä. Pienin sato oli kun suorakylvö tehtiin pelkkää lietalantaa lannoitteena käyttäen. Sadon typpipitoisuus oli suorakylvössä hieman alempi, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Hehtolitrainoissa tai tuhannen siemen painoissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Sadon fosforipitoisuudet olivat suorakylvössä hieman korkeampia. Naudan lietalannalla lannoitetussa suorakylvetyssä ohrassa sadon fosforipitoisuus oli tilastollisesti merkitsevästi korkeampi kuin muissa koekäsittelyissä.

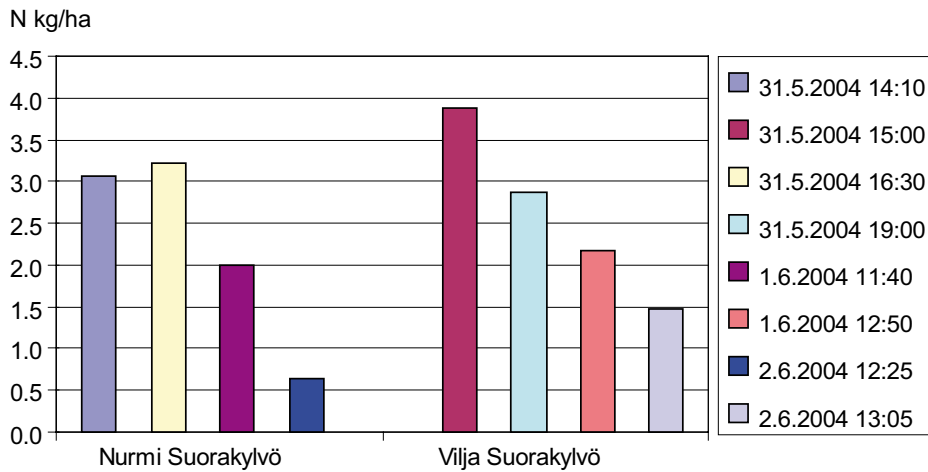
Taulukko 29. Ohran sato ja sadon laatu Ruukissa ohran jälkeen vuonna 2005 syyskynnössä ja suorakylvössä. Tilastollisen testauksen selitykset on esitetty taulukossa 24.

	Syyskyntö			Suorakylvö			SEM	P-arvo
	A	B	C	D	E	F		
Sato, kg (85% ka) ha ⁻¹	4050	4084	4042	3242	3728	3071	306,9	NS
Hlp, kg	61,1	61,4	61,9	61,5	61,5	61,9	0,44	NS
Tsp, g (85% ka)	40,6	41,3	42,1	43,1	42,8	42,9	0,76	NS
N, g kg ⁻¹ ka	17,4	17,1	17,1	16,4	16,1	16,4	0,53	NS
P, g kg ⁻¹ ka	4,1 ^c	4,1 ^c	4,3 ^{bc}	4,5 ^b	4,3 ^{bc}	4,8 ^a	0,07	0,0001
Typpisato, kg N ha ⁻¹	70	70	69	53	60	51	6,2	0,0454
Fosforisato, kg P ha ⁻¹	16,4	16,8	17,3	14,5	16,0	14,7	1,18	NS
Lako, %	4	1	6	1	3	0	2,95	NS

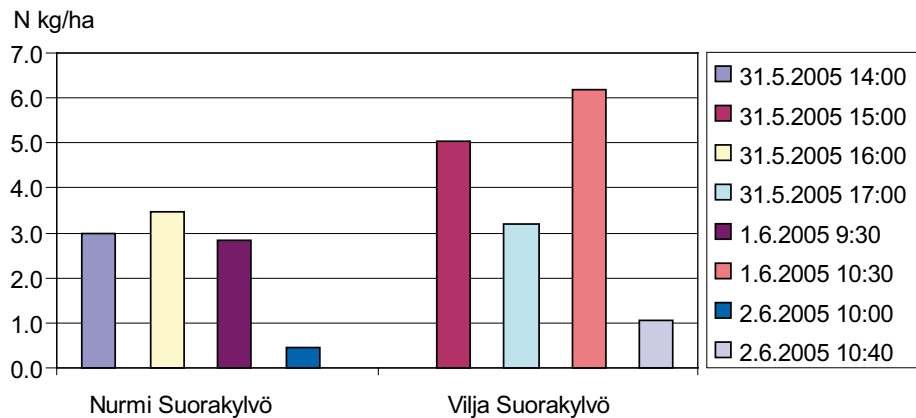
3.7 Ammoniakin haihtuminen 2004–2005

Ammoniakin haihtumismittausten tulos on selkeä, kynnökselle levitetystä lietalannasta voitiin äestämällä tapahtuvalla multauksella estää kokonaan ammoniakin haihtuminen. Kun lietalanta levitettiin vanhan nurmen pintaan ja ainut multaus tapahtui suorakylvökoneen haroilla ja vantailla kylvön yhteydessä, oli ammoniakin haihtumishävikki erittäin suuri. Ammoniakin haihtumisnopeus ensimmäisenä päivänä oli noin 3 kg tunnissa, seuraavina päivinä haihtumisnopeus laski (Kuvat 4 ja 5). Syynä haihtumisnopeuden laskuun oli typen loppuminen. Käytännössä lietalannasta levitetystä liukoisesta tpeestä menetettiin noin 75 % kolmen vuorokauden aikana. Typpihävikki näkyi myös ohrasadon laskuna lietteellä lannoitetuissa ja suorakylvetyissä ruuduissa.

Vastaava tilanne oli myös levitettäessä lietalantaa keväällä viljan sängelle (Kuvat 4 ja 5). Suorakylvökoneen vantailla ja haroilla tapahtunut multaus ei ollut riittävä estämään ammoniakin haihtumista (Kuva 6). Ammoniakin haihtumisen osalta tulos oli sama kuin vanhan nurmen pintaan levitettäessä, liukoisesta tpeestä menetettiin noin 75 %. Koska kynnökselle levitetystä ja äestämällä mullatusta lietalannasta ei ammoniakin haihtumista tapahtunut, ei tämän käsittelyn tuloksia esitetä kuvissa 4 ja 5.



Kuva 4. Typeksi muutetun ammoniakkin haihtuminen vuonna 2004 Ruukissa tehdyissä kenttäkokeissa. Nurmi Suorakylvö = Liettelevitys ja viljan suorakylvö nurmelle, Vilja Suorakylvö = Liettelevitys ja viljan suorakylvö viljan sängelle. Kynnetystä ja äestetystä maasta ei tapahtunut ammoniakkin haihtumista, joten niitä tuloksia ei esitetä.



Kuva 5. Typeksi muutetun ammoniakkin haihtuminen vuonna 2005 Ruukissa tehdyissä kenttäkokeissa. Nurmi Suorakylvö = Liettelevitys ja suorakylvö nurmelle, Vilja Suorakylvö = Liettelevitys ja suorakylvö viljan sängelle. Kynnetystä ja äestetystä maasta ei tapahtunut ammoniakkin haihtumista, joten niitä tuloksia ei esitetä.



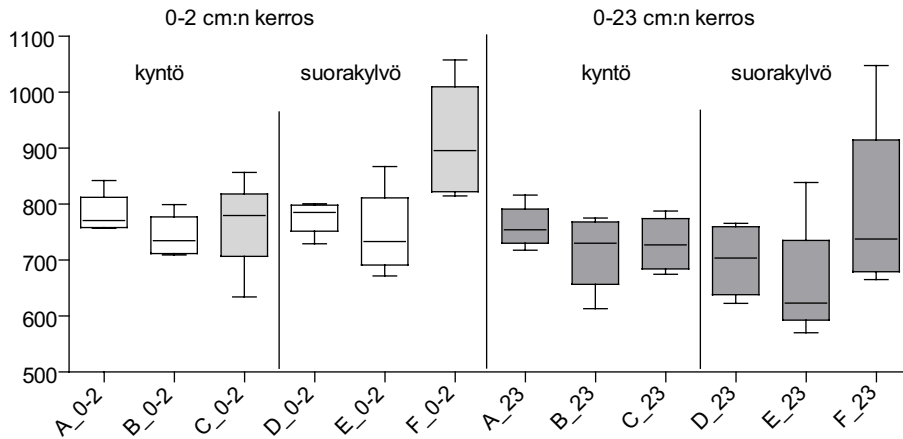
Kuva 6. Vasemmalla suorakylvettyä viljan sänkeä ja oikealla puolella vielä kylvämätöntä sänkeä, johon liete on levitetty. Suorakylvökoneen lannan multaustulos näytti viljan sängellä hieman paremmalta kuin nurmen sängellä, mutta ammoniakkin haihtumista se ei estänyt (kuvaaja: Mika Isolahti).

3.8 Muokkaustavan vaikutus maan fosforitilaan

Ruukissa samalla paikalla kolme vuotta olleesta viljakokeesta analysoitiin viimeisenä syksynä maan fosforitila 0-2 cm:n ja 0-23 cm:n maakerroksista. Fosforin kokonaispitoisuudessa oli havaittavissa, että suorakylvetyn ja lietalannalla lannoitetun maan pinnassa (0-2 cm) kokonaisfosforin pitoisuus oli suurempi kuin muissa käsittelyissä (Kuva 7).

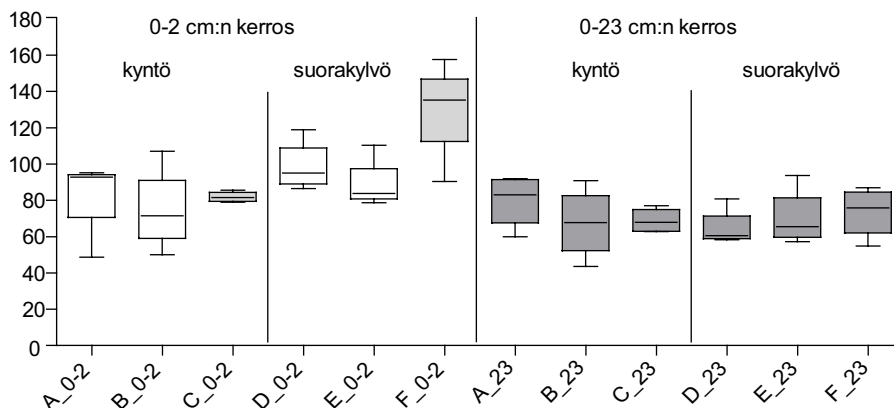
Lietelannalla lannoitetun suorakylvön pintakerros erottui muista koekäsittelyistä myös Mehlich3-utteeseen uuttuvan fosforin osalta (Kuva 8). Kyseinen uutto antaa kuvan käyttökelpoisen fosforin määrästä maassa, uuttaa Al- ja Fe-oksidiin pidättämää fosforia heppoliukoisen varannon lisäksi (samantapainen uutto kuin Olsenin uutto, mutta soveltuu paremmin happamammille maille). Mehlich3-uuton avulla voidaan arvioida myös P:n kyllästysastetta. Fosforin kyllästysasteen osalta suorakylvetty pintamaa erottui kynnetystä (Kuva 9). Fosforin kyllästysasteen ero ei kuitenkaan näkynyt normaalin viljavuusnäytteenoton kerroksessa mitenkään. Kyllästysaste on laskettu Mehlich3-uutossa liukenevan P ja tärkeimpien pidättäjien (Al ja Fe) ainemäärien suhteena, eli moolisuhte on $M3-P/(M3-Al + M3-Fe)$.

TP, mg/kg maata

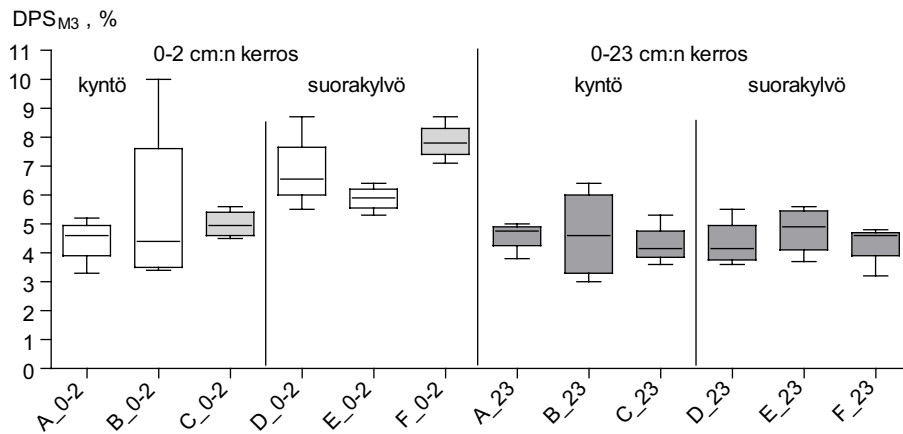


Kuva 7. Fosforin kokonaispitoisuus (TP) 0–2 cm:n ja 0–23 cm:n maakerroksissa Ruukissa syksyllä 2005. Käsittelet: A = normaali kylvömuokkaus (kyntö + kylvömuokkaus + kylvö) viljan sängelle, B = normaali kylvömuokkaus + kestopikkakasvien torjunta tarvittaessa, C = normaali kylvömuokkaus ja lietalannan levitys kynnökselle + kestopikkakasvien torjunta tarvittaessa glyfosaatilla, D = suorakylvö viljan sänkeen, ei juolavehnan torjuntaa, E = suorakylvö viljan sänkeen, kestopikkakasvien torjunta glyfosaatilla ennen kylvöä, F = lietalannan levitys viljan sänkeen keväällä + suorakylvö viljan sänkeen, kestopikkakasvien torjunta glyfosaatilla tarvittaessa syksyllä tai keväällä ennen kylvöä.

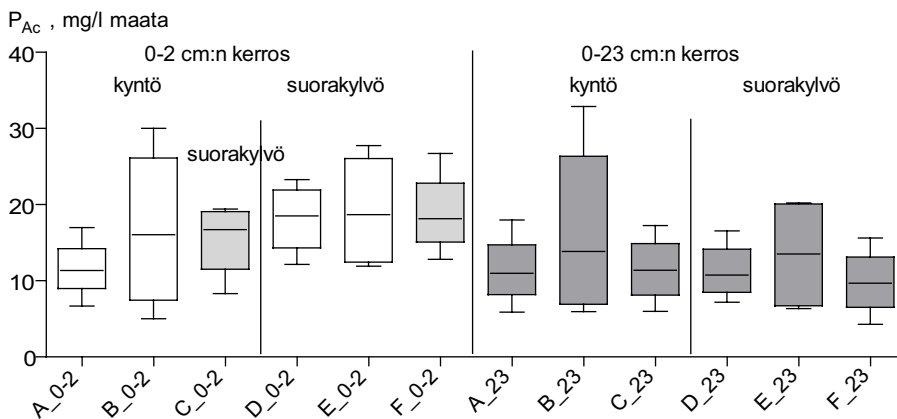
Mehlich3-P, mg/l maata



Kuva 8. Mehlich3-uiteeseen uuttuva fosfori Ruukissa syksyllä 2005. Koekäsittelet on selitetty kuvassa 7.



Kuva 9. Fosforin kyllästysaste (DPS_{M3}) Ruukissa syksyllä 2005. Koekäsittelyt on selitetty kuvassa 7. (DPS_{M3} = The degree of Phosphorus saturation by Mehlich 3 extraction.)

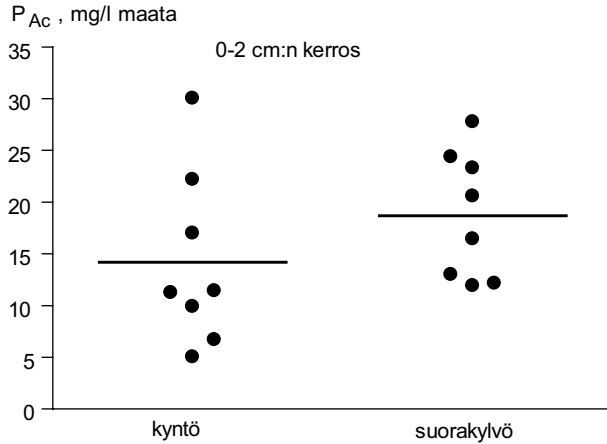


Kuva 10. Viljavuusuuton fosforipitoisuus (P_{AC}) Ruukissa syksyllä 2005. Koekäsittelyt on selitetty kuvassa 7. (P_{AC} = Phosphorus extraction by acid ammonium acetate method.)

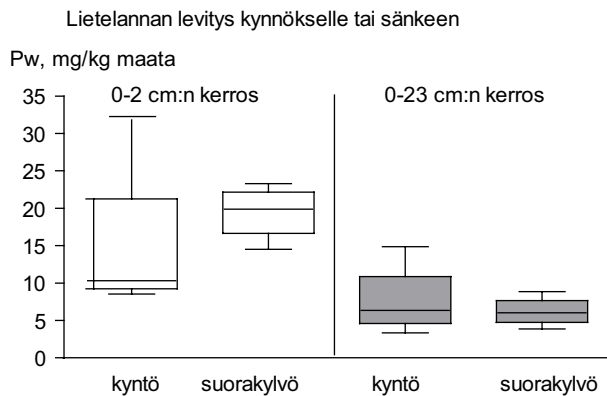
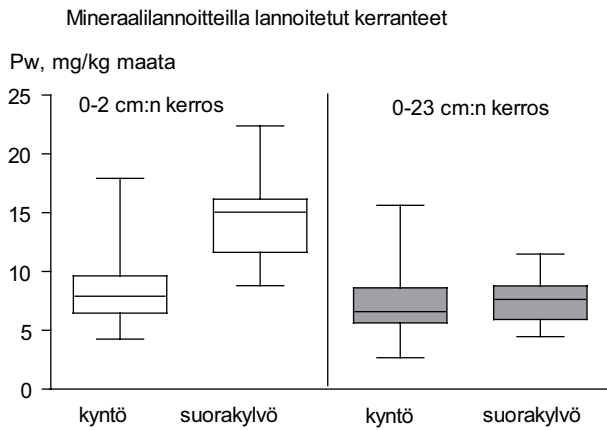
Suorakylvetyyn maan pintakerroksen korkeampi fosforikyllästysaste näkyi ehkä viljavuusuuton fosforipitoisuudessaakin hienoisena tasoerona (Kuva 10).

Kuvassa 11 on pintakerroksen mineraalilannoitusjäsenet (+/- glyfosaattikäsittelyt) yhdistetty ja näytetty viljavuusfosforin kaikkien rinnakkaisten näytteiden tulokset ja niiden keskiarvot (viiva). Maan P-luvun keskiarvo oli kynnetyssä maassa 14 mg P_{Ac} /l ja suorakylvetyssä maassa 19 mg P_{Ac} /l. Tuloksissa oli mukana yksi näyte kynnettyltä maalta, joka nosti tämän käsittelyn keskiarvoa 2 yksikköä. Mediaanipitoisuus kynnetyssä oli 11,3 mg P_{Ac} /l ja suorakylvetyssä 18,5 mg P_{Ac} /l, siis 64 % korkeampi suorakylvössä. Mineraalilannoitteella veteen

uuttuvan fosforin mediaanipitoisuus oli suorakylvetyn maan pintakerroksessa (0-2 cm:ssä) noin kaksinkertainen kynnettyyn nähden, mutta koko muokkauskerroksessa (0-23 cm) eroa ei ollut (Kuva 12).



Kuva 11. Pintakerroksen viljavuusuuton fosforipitoisuuden (P_{AC}) analyysitulokset mineraalilannoitusjäsenten (+/- glyfosaattikäsittelyt) osalta Ruukissa syksyllä 2005. Keskiarvo on esitetty viivana. (P_{AC} = Phosphorus extraction by acid ammonium acetate method.)

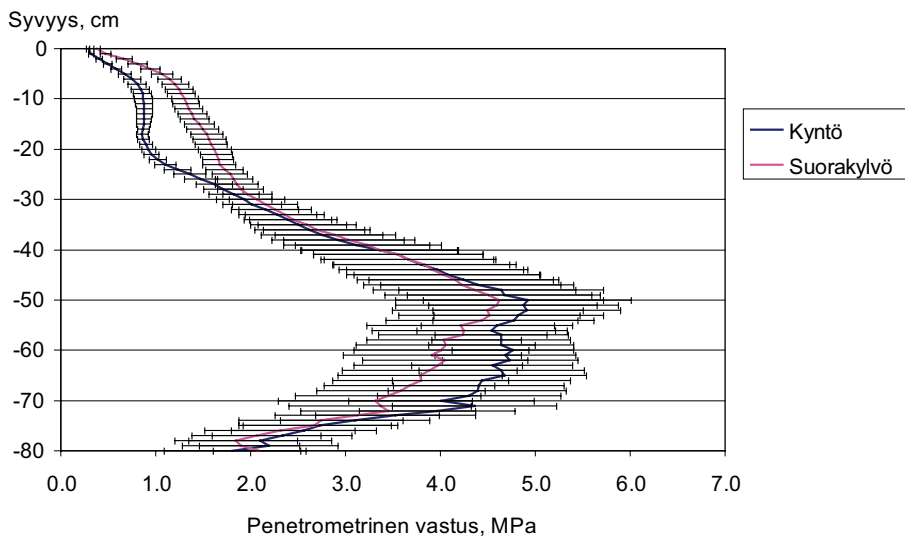


Kuva 12. Veteen uutuvan fosforin määrä (P_w) 0-2 cm:n ja 0-23 cm:n kerroksessa mineraalilannoitteella ja naudanlietelannalla lannoitettaessa Ruukissa syksyllä 2005. Ylemmässä kuvassa $n = 8$ ja alemmassa kuvassa $n = 4$. (P_w = Water-soluble Phosphorus)

3.9 Maan lujuus suorakylvetyssä ja kyntäen muokatussa maassa

Ruukissa samalla paikalla kolme vuotta olleesta viljakokeesta mitattiin viimeisenä vuonna maan lujuus penetrometrillä. Koska mitatut maan lujuusarvot jakaantuivat selkeästi kahteen eri ryhmään, suorakylvettyyn ja kyntäen muokattuun, tässä tarkastellaan vain kynnettyjen koejäsenten (A, B, C) ja suorakylvettyjen koejäsenten (D, E, F) keskiarvoja. Esimerkiksi vuosittainen lietteenlevitys koejäsenissä C ja F ei näyttänyt tiivistäneen maata ainakaan havaintokohdista.

Kuvan 13 mukaan kynnetty maa oli kyntökerroksessa (0 – 25 cm) hieman löyhempää kuin suorakylvetty maa. Kyntösyvyyden alapuolella eroa ei havaittu, vaan jankko koveni tasaisesti molemmissa ryhmissä 50 cm:n syvyyteen. Tätä syvemmällä näyttäisi, että kynnetty maa olisi hieman kovempaa kuin suorakylvetty maa, mutta tulos on hyvin epävarma suuresta hajonnasta johtuen. Pohjamaassa oli kiviä ja kannonpaloja, jotka välillä häiritsivät penetrometrimittaus- ta aiheuttaen hajontaa.



Kuva 13. Maan penetrometrinen vastus 15.9.2005, kun suorakylvöä ja kyntöä oli harjoitettu kolme vuotta samoilla paikoilla. Jana ilmaisee havaintojen keskihajonnan. Molemmissa ryhmissä $n = 240$.

3.10 Haapaveden tilakoe 2003–2005

3.10.1 Rikkakasvien ja kasvitautien määrä

Haapaveden koealueella ei ollut kestorikkakasveja ja myös siemenrikkojen määrä oli alhainen. Haapavedellä olleessa kokeessa oli selkeästi enemmän lehtilaikkutauteja kuin Ruukissa olleissa kokeissa. Lehtilaikkutautien infektoiman lehtialan määrä kasvustosta tehdyssä arvioissa oli vuonna 2003 suorakylvössä 29 % ja tavanomaisesti muokatussa 25 %. Vuonna 2004 vastaavat luvut olivat 28 % ja 18 %. Erot eivät olleet tilastollisessa tarkastelussa merkitseviä.

3.11 Perusmuokkauksen vaikutus ohrakasvuston kehitykseen

Vuosina 2003-2005 muokkauksella ei ollut vaikutusta kylvösyvyyteen (Taulukot 30-32). Ensimmäisessä oraiden laskennassa (noin 12 vrk kylvön jälkeen) vain vuonna 2003 oraita oli enemmän kynnetyissä kuin suorakylvetyissä ruuduissa. Toisessa oraslaskennassa (noin 20 vrk kylvön jälkeen) kynnetyssä oli vuosina 2003 ja 2005 merkitsevästi enemmän oraita kuin suorakylvetyissä. Muina vuosina eroja ei ollut. Erot versojen tai tähkien lukumäärässä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä minään koevuonna. Vuonna 2004 versojen biomassassa oli kynnetyillä ruuduilla merkitsevästi suorakylvettyjä ruutuja suurempi. Muina vuosina eroja ei ollut.

Taulukko 30. Kasvustohavainnot sekä ohran sato ja sadon laatu Haapaveden tilakokeessa viljan jälkeen vuonna 2003 syyskynnössä ja suorakylvössä. Tilastollisen testauksen selitykset on esitetty taulukossa 24.

	Syyskyntö	Suorakylvö	SEM	P-arvo
kylvösyvyys, cm	3,4	3,5	0,06	NS
oraat (1), kpl m ⁻²	438	376	10,7	0,0073
oraat (2), kpl m ⁻²	515	461	9,0	0,0052
versot, kpl m ⁻²	609	589	31,6	NS
versot, kg ka ha ⁻¹	8442	8936	663,8	NS
lehtilaikkutaudit, %	25	29	2,8	NS
Sato, kg (85% ka) ha ⁻¹	4526	4803	116,5	NS
Hlp, kg	63,8	62,8	0,37	0,09
Tsp, g (85% ka)	39,2	37,6	0,39	0,03
N, g kg ⁻¹ ka	19,1	19,0	0,34	NS
P, g kg ⁻¹ ka				
Typpisato, kg N ha ⁻¹	73	78	2,7	NS

Taulukko 31. Kasvustohavainnot sekä ohran sato ja sadon laatu Haapaveden tilakokeessa viljan jälkeen vuonna 2004 syyskynnössä ja suorakylvössä. Tilastollisen testauksen selitykset on esitetty taulukossa 24.

	Syyskyntö	Suorakylvö	SEM	P-arvo
oraat (1), kpl m ⁻²	378	351	12,7	NS
oraat (2), kpl m ⁻²	368	371	7,4	NS
versot, kpl m ⁻²	828	752	29,6	NS
versot, kg ka ha ⁻¹	7164	6037	176,1	0,0040
tähkät, kpl m ⁻²	611	580	17,2	NS
lehtilaikkutaudit, %	18	28	3,6	NS
Sato, kg (85% ka) ha ⁻¹	4867	4164	107,2	0,0035
Hlp, kg	57,1	54,5	0,57	0,0177
Tsp, g (85% ka)	31,1	30,0	0,52	0,0254
N, g kg ⁻¹ ka	20,9	20,8	0,40	NS
Typpisato, kg N ha ⁻¹	102	87	2,2	0,0034

Taulukko 32. Kasvustohavainnot sekä ohran sato ja sadon laatu Haapaveden tilakokeessa viljan jälkeen vuonna 2005 syyskynnössä ja suorakylvössä. Tilastollisen testauksen selitykset on esitetty taulukossa 24.

	Syyskyntö	Suorakylvö	SEM	P-arvo
kylvösyvyys, cm	3,6	3,5	0,16	NS
oraat (1), kpl m ⁻²	453	426	12,5	NS
oraat (2), kpl m ⁻²	472	440	8,1	0,0350
versot, kpl m ⁻²	591	607	20,7	NS
versot, kg ka ha ⁻¹	8994	9032	335,1	NS
tähkät, kpl m ⁻²	570	581	16,5	NS
Sato, kg (85% ka) ha ⁻¹	4914	4431	133,2	0,0429
Hlp, kg	64,5	64,3	0,25	NS
Tsp, g (85% ka)	37,8	39,2	0,35	0,0303
N, g kg ⁻¹ ka	18,8	18,6	0,07	0,0718
P, g kg ⁻¹ ka	3,7	4,0	0,06	0,0156
Typpisato, kg N ha ⁻¹	93	82	2,6	0,0336

3.11.1 Perusmuokkauksen vaikutus ohran satoon ja sadon määrään

Vuosina 2004 ja 2005 suorakylvettyjen ruutujen sato oli tilastollisesti merkitsevästi alempi kuin kynnetyjen ruutujen sato. Ero oli luokkaa 10 – 15 %. Vuonna 2003 järjestys oli päinvastainen, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Hehtolitrapainolla ja tuhannen siemenen painolla mitattuna kyntäen muokkaamalla saatiin hieman laadukkaampaa viljaa, paitsi vuonna 2005, jolloin hehtolitrapainoissa ei ollut eroja ja suorakylvetyyn viljan tsp oli merkitsevästi parempi kuin kyntäen viljellyn viljan. Sadon typpipitoisuus oli vuonna 2004 muokatuissa ruuduissa merkitsevästi korkeampi kuin suorakylvössä. Vuonna 2005 fosforin osalta tilanne oli päinvastainen. Typen ja fosforin pitoisuuksissa ei ollut muita merkitseviä eroja.

3.12 Vuosien 2003–2005 tulosten yhteenveto

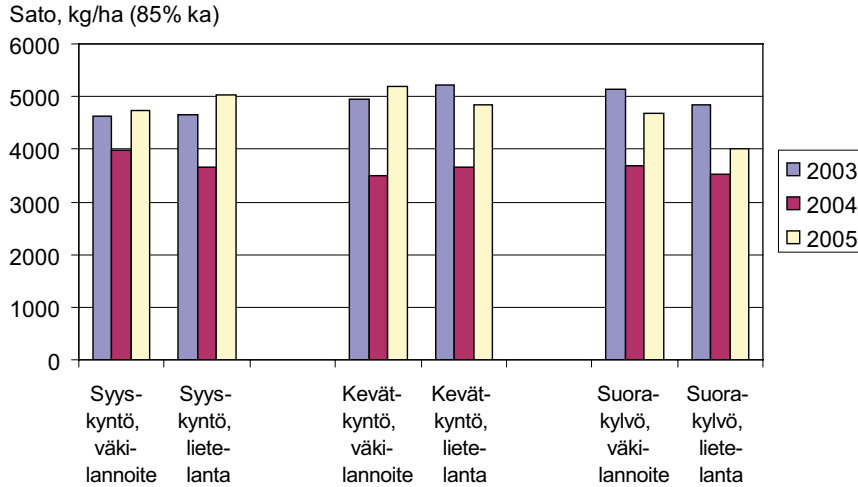
Molemmissa Ruukissa olleissa kokeissa näkyi suorakylvön hieman hitaampi kasvuunlähtö pienempänä oraslukuna ja oraiden biomassana. Myös versojen lukumäärä oli suorakylvetyissä ruuduissa hieman pienempi. Tosin versojen lukumäärä oli tilastollisessa testauksessa pienempi ainoastaan viljan jälkeen olleessa kokeessa. Tähkien lukumäärä oli myös suorakylvössä hieman pienempi viljan jälkeen kylvettäessä. Haapaveden tilakokeessa oraiden määrä oli suorakylvetyissä ruuduissa selvästi pienempi kuin muokatuissa ruuduissa, vaikka kylvö tehtiin samalla koneella. Myöhemmin tehdyssä oraslaskennassa oraiden lukumäärä oli lisääntynyt selvästi enemmän suorakylvössä kuin muokatussa Haapaveden kokeessa. Muokkauksen orasmäärä oli kuitenkin edelleen korkeampi. Haapaveden kokeessa ei muokkauksella ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta kasvuston kehitykseen myöhemmässä vaiheessa. Tulosten perusteella ainakin vuonna 2003 näyttäisi suorakylvön jälkeen ohran kasvuun lähtö olleen hitaampaa, mutta myöhemmin kasvukauden aikana suorakylvö oli kuronut eron kiinni.

Kylvömuokkausmenetelmien väliset erot ohran lehtilaikkutautien määriin jäivät pieniksi. Lehtilaikkutauteja Haapaveden kokeessa oli selvästi enemmän kuin Ruukin kokeissa. Osittain lehtilaikkutautien suurempaan määrään Haapavedellä vaikutti esikasvina ollut ohra. Toinen selittävä tekijä on rehevämpi kasvusto erilaisten kosteusolosuhteiden vuoksi, Haapavedellä satoi joka vuosi kasvukauden aikana enemmän kuin Ruukissa. Sade on edellytys lehtilaikkutautien leviämislle kasvustossa.

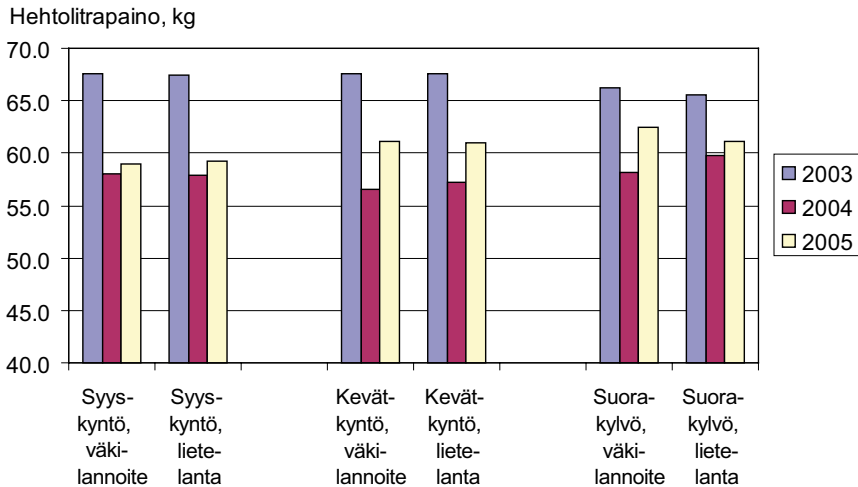
Satomäärän suhteen Ruukin suorakylvetyt ruudut eivät poikenneet kynnettyistä ruuduista, kun tarkastellaan ruutuja, joista juolavehnä torjuttiin kemiallisesti ja lannoitteena käytettiin väkilantaa (Kuvat 14 ja 17). Lietelantaa käytettäessä eroja ei ollut joka vuosi, mutta joinakin vuosina suorakylvettyjen ja lietteellä lannoitettujen ruutujen sato jäi 20 – 40 % kynnettyjä tai väkilannoitettuja suorakylvöruutuja heikommaksi. Juolavehnan torjunnalla oli myös suuri merkitys. Mikäli torjuntaa ei tehty säännöllisesti, suorakylvetyyn koejäsenen sato alentui yli 40 %. Haapaveden tilakokeessa suorakylvettyjen ruutujen sato oli kahtena vuonna kolmesta 10 – 15 % alempi kuin kynnettyjen ruutujen sato, vaikka lannoitteena käytettiin väkilantaa ja juolavehnä torjuttiin vuosittain.

Suorakylvökoneen käyttö karjanlannan multaukseen vaatii ehdottomasti tarkempia selvityksiä. Molemmissa kokeissa, joissa käytettiin naudan lietelantaa lannoitteena, saatiin keväällä äestämällä mullatuista koekäsittelyistä korkeampi sato kuin tehtäessä multaus suorakylvökoneella. Sadon typpipitoisuus oli niin ikään korkeampi kuin suorakylvössä ja myös typen poistuma sadossa oli muokatuissa ruuduissa korkeampi.

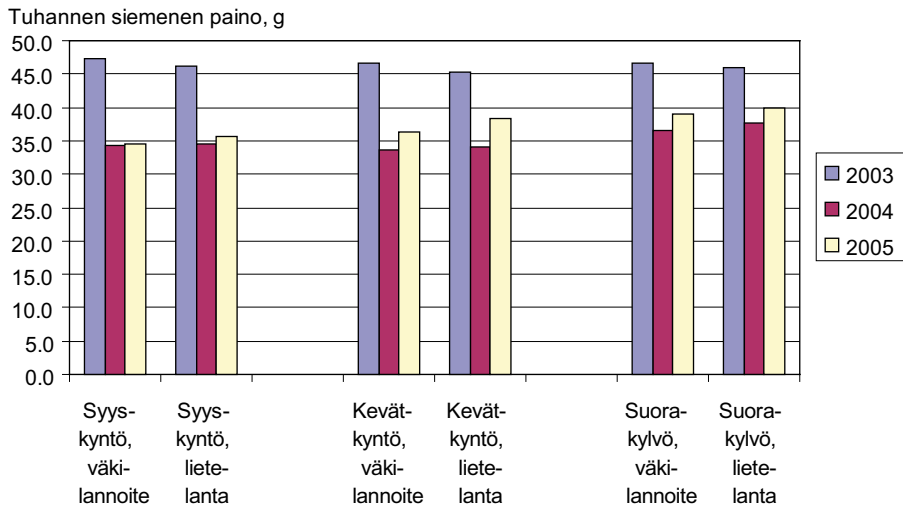
Vuonna 2003 hehtolitraino oli tilastollisesti merkitsevästi alempi suorakylvetyssä ohrassa nurmen jälkeen kylvetyssä kokeessa (Kuva 15) ja suuntaa-antavasti alentunut Haapaveden tilakokeessa. Haapaveden tilakokeessa suorakylvö alensi selvästi ohran tuhannen siemenen painoa.



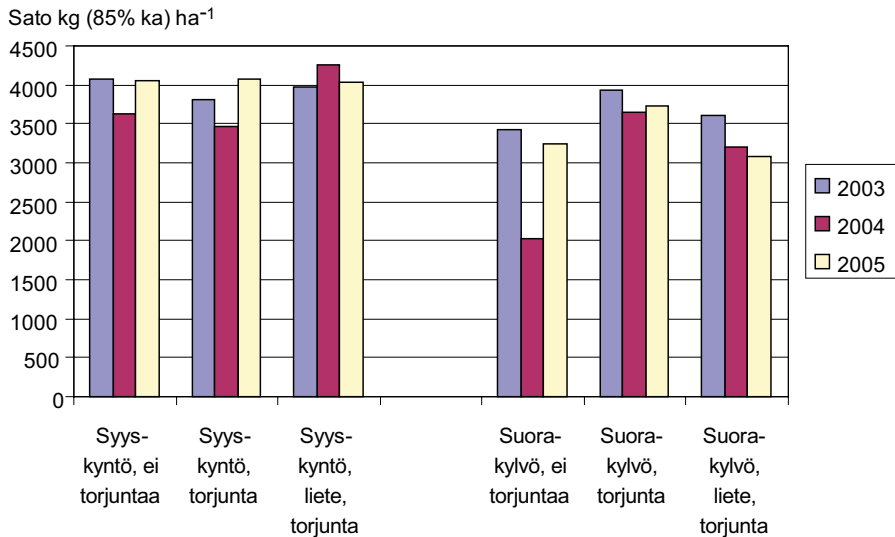
Kuva 14. Ohran sato Ruukissa nurmen jälkeen vuosina 2003–2005 syys- ja kevätkynnön sekä suorakylvön jälkeen. Lannoitteena on käytetty väkilantaa tai liete-lantaa.



Kuva 15. Ohran hehtolitraino Ruukissa nurmen jälkeen vuosina 2003-2005 syys- ja kevätkynnön sekä suorakylvön jälkeen.

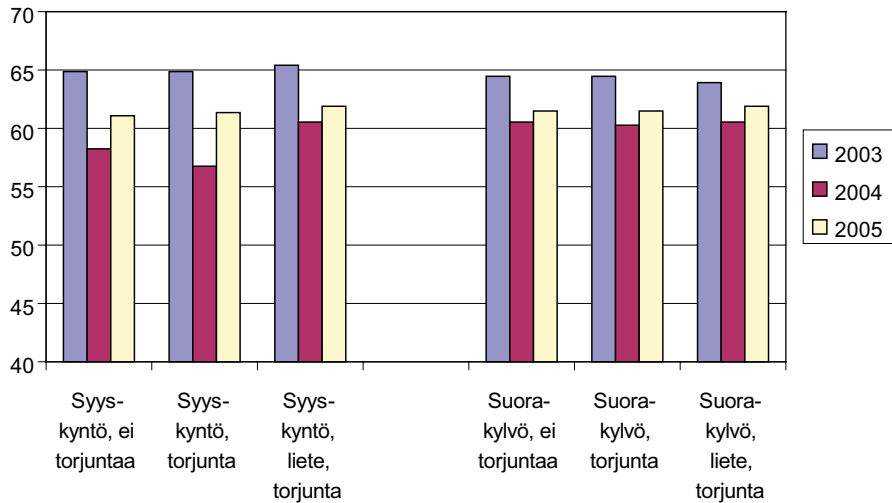


Kuva 16. Ohran tuhannen siemenen paino Ruukissa nurmen jälkeen vuosina 2003–2005 syys- ja kevätkynnön sekä suorakylvön jälkeen.



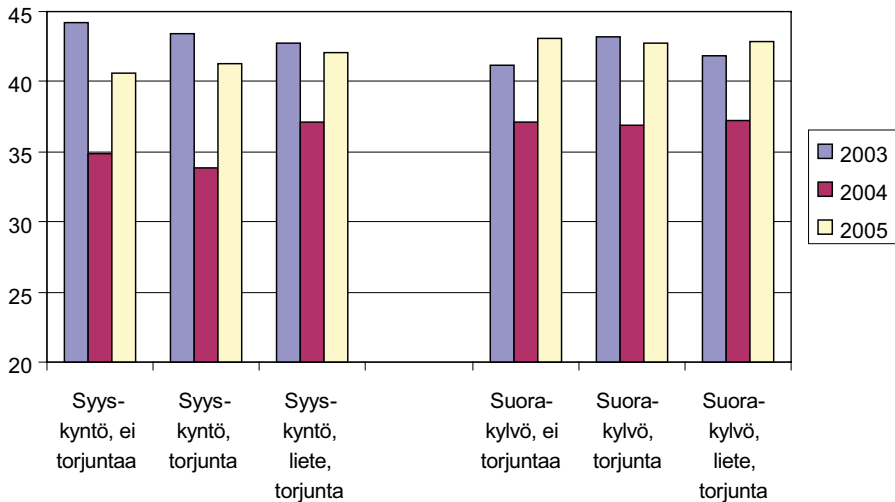
Kuva 17. Ohran sato Ruukissa viljan jälkeen vuosina 2003-2005 syyskynnössä ja suorakylvössä. Ei torjuntaa = ei vuosittaista juolavehnän kemiallista torjuntaa. Torjunta = juolavehnä torjuttu tarvittaessa glyfosaatilla.

Hehtolitrapaino, kg



Kuva 18. Ohran hehtolitrapaino Ruukissa viljan jälkeen vuosina 2003-2005 syyskynnössä ja suorakylvössä. Ei torjuntaa = ei vuosittaista juolavehnen kemiallista torjuntaa. Torjunta = juolavehneä torjuttu tarvittaessa glyfosaatilla.

Tuhannen siemenen paino, g



Kuva 19. Ohran tuhannen siemenen paino Ruukissa viljan jälkeen vuosina 2003-2005 syyskynnössä ja suorakylvössä. Ei torjuntaa = ei vuosittaista juolavehnen kemiallista torjuntaa. Torjunta = juolavehneä torjuttu tarvittaessa glyfosaatilla.

Vuonna 2004 viljan jälkeen ja vuonna 2005 nurmen jälkeen suorakylvetyn ohran hehtolitraino ja tuhannen jyvän paino olivat syyskynnettyjä koejäseniä korkeampia (kuvat 15, 16, 18 ja 19). Kyntämällä muokattujen kasvustojen melko aikainen lakoutuminen kyseisinä vuosina selittää ainakin osittain tämän havainnon. Nurmen jälkeisessä suorakylvökokeessa maan muokkaus kyntämällä on todennäköisesti lisännyt typen mineralisaatiota verrattuna suorakylvöön. Typen mineralisoitumisen vaikutus näkyi jyväsadon typpipitoisuudessa, joka kynnessä oli selvästi suurempi kuin suorakylvössä. Suurempi typen mineralisoituminen todennäköisesti selittää suuremman lakoutumisen kynnessä. Kasvuston lakoutumisella oli selkeä negatiivinen korrelaatio hehtolitrainoon ($R=-0,73196$, $p<0,0001$) ja tuhannen siemenen painoon ($R=-0,67979$, $p<0,0001$).

Myös viljakierrossa maan muokkaaminen kyntämällä on todennäköisesti lisännyt maassa olevan typen mineralisoitumista suorakylvöön verrattuna. Kynnön jälkeen sadon typpipitoisuus oli suurempi suorakylvössä vastaavilla lannoituksilla. Lakoutuminen oli myös kynnessä suurempaa kuin suorakylvössä vastaavilla lannoituksilla. Lakoutumisella oli selvä negatiivinen korrelaatio sekä hehtolitrainoon ($R = -0,70244$, $p<0,0001$) että tuhannen siemenen painoon ($R = -0,66519$, $p<0,0001$).

Yhteenvetona voidaan todeta, että suorakylvetyn ohrasadon määrä ja laatu poikkesivat vain vähän kyntämällä muokattujen koekäsittelyiden sadoista, sato oli kolmen vuoden aikana keskimäärin vain muutamia prosentteja alhaisempi kuin tehtäessä muokkaus kyntämällä. Suorakylvetyn viljan laatu oli joinakin vuosina hieman heikompi, joinakin vuosina taas hieman parempi kuin kyntäen viljellyn viljan laatu. Edellytyksenä hyvälle sadoille suorakylvössä oli keskorikkakasvien torjunnasta huolehtiminen ja väkilannoitteen käyttö lannoitteena. Olki ei aiheuttanut kokeissa ongelmia, koska se korjattiin vuosittain pois. Lietelantaa käytettäessä ohran sato oli suorakylvössä alempi typen haihtumishävikin vuoksi kuin perinteisessä kylvömuokkauksessa, jossa lietteen multaus tehtiin äkeellä välittömästi levityksen jälkeen. Kun nurmen lopetus oli tehty huolellisesti glyfosaatilla, viljan suorakylvö onnistui siihen hyvin. Määrälliset ja laadulliset erot kyntäen viljeltyyn ohraan jäivät pieniksi.

4 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Etelä-Suomessa ja Etelä-Pohjanmaalla tehdyissä kevätiljoiden suorakylvökokeissa on saatu suorakylväen yhtä suuria tai 10 – 20 % heikompia satoja verrattuna kyntöön perustuvaan viljelyyn (Alakukku 2003, Alakukku 2004a, Känkänen 2004a,b). Tässä mielessä Pohjois-Pohjanmaalla tehdyn koesarjan sato tulokset ovat hyvin samansuuntaisia, vaikka maalajit ovat olleet kevyempiä ja multavampia. Etelä-Suomen kokeissa on muutamana koevuonna suorakylvetyin ohran sato jäänyt vain puoleen kyntäen viljellyn ohran sadosta. Tällöin suorakylvö on tehty liian aikaisin, liian syvään tai kylvön jälkeiset liialliset sateet ovat hukuttaneet oraat. (Känkänen 2004b)

Kynnetyn maan kuohkeutettu pintakerros läpäisee liiallista vettä paremmin kuin vielä siirtymävaiheessa oleva suorakylvetyin maan pinta. Liian märkä kevät on siis suorakylvölle ongelmallinen. Kuivana keväänä suorakylvö puolestaan säästää arvokasta maan kosteutta, mistä on etua oraiden kehittymiselle. Viljoista ohra on herkin liialle kosteudelle ja sen sato onkin Etelä-Suomen suorakylvökokeissa vaihdellut eniten. Kauran sato ja sadon laatu on vaihdellut vähiten (Känkänen 2004b). Vastaavanlaista ohrasadon vaihtelua ei Pohjois-Pohjanmaalla järjestetyssä koesarjassa havaittu. Toisaalta koejaksolle 2003 – 2005 ei sattunut yhtään erityisen märkää kevätkesää. Märän kesän 2004 kesäkuusakin satoi vain hieman pitkän ajan keskiarvoa enemmän. Myös maalajien keveys ja läpäisevyys saattaa selittää asiaa.

Etelä-Suomen kokeissa suorakylvetyin ohran hehtolitraino ja tuhannen siemenen paino ovat jääneet joskus, mutta ei aina, hieman pienemmiksi kuin kyntäen viljellyn ohran vastaavat arvot (Känkänen 2004a). Havainto on yhteneväinen Pohjois-Pohjanmaalla järjestetyn koesarjan kanssa.

Raskaammilla savimailla tehdyissä kokeissa Etelä-Suomessa suorakylvössä on kylvövakojen sulkeutumista pidetty ainakin joskus ongelmana. Kylvövaot eivät sulkeudu kunnolla tai ne avautuvat uudelleen, jos savipitoinen maa kylvetään liian aikaisin. Ilmiö johtaa siementen heikkoon itämiseen. On tärkeää, että odotetaan niin kauan, että maa murustuu kylvöaikaan kunnolla. Tällöin vaot peittyvät. (Mikkola & Alakukku 2004)

Tehdyssä koesarjassa ei ollut lainkaan ongelmia kylvövakojen sulkeutumisessa. Kaikilla koepaikoilla maalaji oli kevyttä ja lisäksi pellot olivat riittävän kuivia kylvöaikaan. Kylvön yhteydessä on tärkeää seurata koneen säätöjä oikean kylvösyvyyden saavuttamiseksi. Liian syvä kylvö on suorakylvössä huomattavasti haitallisempaa kuin perinteisesti muokatulla pellolla. Toisaalta siemen on saatava riittävän syvälle itämiseen tarvittavan kosteuden varmistamiseksi. Sopiva kylvösyvyys kevätiljoiden suorakylvössä on noin 2-3 cm.

Pellolla mahdollisesti olevat olkikasat aiheuttavat ongelmia suorakylvössä. Puimurissa on tärkeää käyttää silppuria ja se kannattaa säätää mahdollisimman taiseesti levittäväksi. Samaten puimurin ajotekniikan pitäisi olla sellainen, että suuria olkikasoja ei pellolle jäisi (Mikkola 2004). Pohjois-Pohjanmaan alueella viljojen korrenkasvu on voimakasta pitkän päivän takia ja olkea on yleensä runsaasti puinnin jäljeltä. Myös viljalajien välillä on suuria eroja oljen määrässä, etenkin kauran olkimäärä on suuri. Puimurin ajolinjojen pitäminen optimaalisina voi olla vaikeaa peltolohkon muodon tai pellolla mahdollisesti olevien esteiden takia. Jos olkea on pellolla runsaasti, se pitää kerätä pois tai vaihtoehtoisesti on tehtävä sänkimuokkaus tms. tarpeen mukaan. Tässä koesarjassa oljen aiheuttamat ongelmat eivät tulleet esille, sillä oljet korjattiin vuosittain pois.

Lietelannan multaukseen suorakylvökone ei ole erityisen hyvä laite. Suorakylvökoneen muokkaava vaikutus on niin pieni, että valtaosa lannasta jää maan pinnalle ja lannan liukoinen tyyppi on alttiina haihtumiselle. Suorakylvöä ennen levitetyn naudan lietelannan liukoisesta tyypestä menetettiin mittausten mukaan noin 75 % haihtumishävikkeinä. Vastaavasti kynnökselle levitetyn ja välittömästi äestämällä mullatusta lietelannasta typen haihtuminen oli hyvin vähäistä. Monet viljelijät multaavat lietelannan lapiorullaäkeellä tai lautasmuokkaimella ennen suorakylvöä, jolloin typen haihtuminen ja fosforin kertyminen maan pintaan vähenevät huomattavasti.

Tarkasteltaessa maan fosforitilaa voidaan todeta suorakylvön lisäävään fosforin rikastumista maan pintakerrokseen. Erityisesti karjanlantaa käytettäessä pintamaan fosforipitoisuus lisääntyi. Osasyynä fosforipitoisuuden lisääntymiseen oli karjanlannan ravinnepitoisuuden vaihtelusta johtuneet väkilannoitetta suuremmat fosforin käyttömäärät. Sitä, milloin riski pintakerrokseen rikastuneen fosforin huuhtoutumiselle kasvaa niin suureksi, että maa on muokattava, ei kuitenkaan näiden tulosten perusteella pystytä arvioimaan. Osasta pintakerrosnäytteitä tehdään myöhemmin ns. fosforin isotermejä, joilla voidaan arvioida, kuinka paljon käyttämätöntä pidätyskapasiteettia maassa on.

Suorakylvetyt kasvuston alkukehitys oli hitaampaa kuin kyntämällä muokattun, mikä vastaa myös muiden tutkimusten ja käytännön viljelyn havaintoja. Yhtenä selityksenä on maan lämpeneminen hitaammin keväällä, kun muokkausta ei ole tehty. Erot kuitenkin tasoittuvat myöhemmin, eikä merkittäviä eroja ollut esimerkiksi tähkien lukumäärässä. Suorakylvössä on erityisen tärkeää odottaa pellon kuivumista ja lämpenemistä ennen kylvön aloittamista. Oikea kylvöaika on viikon tai kaksi myöhemmin kuin kynnetyillä pelloilla, lohkoista riippuen. Myöhäisempi kylvöaika on syytä huomioida myös lajikevalinnassa.

Suorakylvössä kestorikkakasvien ja juolavehnan kunnollinen torjunta on tärkeää, etenkin kevyillä kivennäismailla ja eloperäisillä maalajeilla, joilla juolavehna viihtyy. Tämän koesarjan jatkuvassa viljanviljelykokeessa juolavehnan

määrä lisääntyi suorakylvössä ilman torjuntaa muutamassa vuodessa niin suureksi, että viljely ilman torjuntaa ei enää onnistunut. Ohran sato laski juolaveh-
nän takia yli 40 %. Syyskynnön avulla pärjättiin kohtalaisesti ilman juolaveh-
nän kemiallista torjuntaakin. Kestorikkakasvien huolellinen torjunta on ehdo-
ton edellytys suorakylvön onnistumiselle. Tästä voidaan päätellä, ettei suora-
kylvö sovi erityisen hyvin luomuviljelyyn kestorikkakasvien lisääntymisris-
kin takia. Myös nurmen lopettaminen voi tuottaa ongelmia luomusuorakylvös-
sä (Lötjönen 2005).

Kylvömuokkausmenetelmien väliset erot ohran lehtilaikkutautien määrään jäi-
vät pieniksi. Kylvömuokkausmenetelmää enemmän lehtilaikkutautien määrään
vaikuttivat käytetty ohralajike ja kasvukauden olosuhteet. Molemmat tutkimus-
sarjassa käytetyt ohralajikkeet (Erkki ja Kunnari) ovat taudinkestävyydeltään
monitahoisten ohrien parhaimmistoa, mikä todennäköisesti pienensi osaltaan
tautipainetta suorakylvössä. Suorakylvössä on tärkeää huolehtia kasvinvuoro-
tuksesta.

Penetrometrimittauksissa havaittu pintamaan koveneminen suorakylvön seu-
rauksena on ymmärrettävää, kun vuosittainen kuohkeutus jää pois. Tässä saa-
tu tulos on hyvin samansuuntainen kuin Alakukun (2004b) ja Munkholmin &
Hansenin (2006) hietamailla mitaamat tulokset. Dexterin (1987) mukaan jo
1,5 MPa penetrometrinen vastus maassa saattaa haitata eräiden kasvien juur-
ten kasvua. Tässä Ruukissa tehdyssä kokeessakin oltiin suorakylvön suhteen
melko lähellä tuota 1,5 MPa rajaa. Tanskassa pintamaan liiallinen tiivistymi-
nen on yksi tärkeimmistä suorakylvön yleistymistä estävistä tekijöistä (Munk-
holm & Hansen 2006).

Penetrometri ei kuitenkaan kerro kaikkea juurten kasvumahdollisuuksista, sillä
maassa saattaa olla mm. halkeamia tai vedenvirtauskanavia, joita pitkin juuret
pääsevät kasvamaan, mutta joita penetrometri ei havaitse. Lisäksi Ruukin ko-
keessa suorakylvöä oli harjoitettu vasta kolme vuotta, mikä on vielä melko ly-
hyt aika maan rakenteen muutoksia ajatellen.

Ohran suorakylvö vanhaan nurmeen onnistui hyvin, kun nurmi oli lopetet-
tu edellisvuoden syksynä glyfosaatilla. Glyfosaattiruiskutus on tehtävä riittä-
vän ajoissa (elo – syyskuussa) hyvin kasvavaan kasvustoon, jotta kaikki nur-
mikasvi- ja juolavehnyksilöt altistuvat käsittelylle. Tässä koesarjassa ei selvi-
tetty, miten uuden nurmen perustaminen onnistuu viljan suorakylvön yhtey-
dessä. Nurmen suorakylvöä on tutkittu erillisessä ”Nurmen suorakylvö Järvi-
Suomessa”-hankkeessa (Nykänen-Kurki & Kakriainen-Rouhiainen 2007).

Vaikka suorakylvöllä saadaan silloin tällöin perinteisiä menetelmiä hieman hei-
kompi sato, ei se tarkoita sitä, etteikö suorakylvöön siirtyminen voisi olla talo-
udellisesti kannattavaa. Suorakylvön kustannukset ovat näet selvästi alemmat,

kuin esimerkiksi kyntöön perustuvissa menetelmissä. Työtehoseuran laskelmien mukaan siirryttäessä kyntöviljelystä suorakylvöön viljojen sadot voivat laskea jopa 800-1000 kg/ha ja siirtyminen voi vielä olla kannattavaa. Sen sijaan kevennetystä muokkauksesta suorakylvöön siirryttäessä sadot eivät saisi laskea juuri ollenkaan, kun tarkastellaan 50 hehtaarin viljelypinta-alaa. 100- 200 hehtaarin viljelyalallakin kannattavuusraja on vain noin 200 – 400 kg/ha. Toki suorakylvön tavoitteeksi kannattaa asettaa määrällisesti ja laadullisesti yhtä hyvä sato kuin perinteisilläkin menetelmillä. (Lätti & Peltonen 2004)

5 Kirjallisuus

- Alakukku, L. 2003. Zero tillage of spring cereals on two clay soils in humid climate. Teoksessa: International Soil Tillage Research Organisation 16th Triennial conference: Soil Management for Sustainability. The University of Queensland, Brisbane, Australia, 14–18 July 2003. s. 10–15. Saatavissa internetistä: <http://www.istro.org>
- Alakukku, L. 2004a. Suorakylvön ajoitus ja työsyvyys määräytyy savimaan kosteuden mukaan. Teoksessa: Hopponen, A. & Rinne, M. (toim.). Maataloustieteen Päivät 2004, Viikki, Helsinki, 12.–13.1.2004. Esitelmät ja posterit. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 19. Helsinki: Suomen maataloustieteellinen seura. s. 1. Saatavissa internetistä: <http://www.smts.fi/MTP%20julkaisu%202004/posterit04/sk02.pdf>
- Alakukku, L. 2004b. Suorakylvöön siirtymisen edellytykset: Siirtyminen biologiseen muokkaukseen. Teoksessa: Alakukku, L. Mikkola, H. & Teräväinen, H. (toim.). Suorakylvöopas. ProAgria Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja 1003. Tieto tuottamaan 107. Helsinki: Maaseutukeskusten liitto. s. 11–16.
- Alakukku, L., Mikkola, H. & Teräväinen, H. (toim.) 2004. Suorakylvöopas. ProAgria Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja 1003. Tieto tuottamaan 107. Helsinki: Maaseutukeskusten liitto. 91 s.
- Danfors, B. 1988. Bränsleförbrukning och avverkning vid olika system för jordbearbetning och sådd: olika sätt att spara motorbränsle och öka kapaciteten. Jordbrukstekniska institutet, Meddelande 420. Uppsala: Jordbrukstekniska institutet. 85 s.
- Dexter, A.R. 1987. Mechanics of root growth. *Plant and Soil* 98: 303–312.
- Jalli, H. 2004. Kasvinsuojelu: Rikkakasvit. Teoksessa: Alakukku, L., Mikkola, H. & Teräväinen, H. (toim.). Suorakylvöopas. ProAgria Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja 1003. Tieto tuottamaan 107. Helsinki: Maaseutukeskusten Liitto. s. 42–56.
- Känkänen, H. 2004a. Suorakylvettyjen kevätiljojen ja rypsin kasvu. Teoksessa: Rinne, M. (toim.). Maataloustieteen Päivät 2004, Viikki, Helsinki, 12.–13.1.2004. Esitelmä- ja posterilyhennelmät. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 20. Helsinki: Suomen maataloustieteellinen seura. s. 181.
- Känkänen, H. 2004b. Sato siirtymäkauden aikana. Teoksessa: Alakukku, L., Mikkola, H. & Teräväinen, H. (toim.). Suorakylvöopas. ProAgria Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja 1003. Tieto tuottamaan 107. Helsinki: Maaseutukeskusten liitto. s. 57–71.

- Lindroos, M. & Parikka, P. 2004. Kasvinsuojelu: Kasvitaudit. Teoksessa: Alakukku, L., Mikkola, H. & Teräväinen, H. (toim.). Suorakylvöopas. ProAgria Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja 1003. Tieto tuottamaan 107. Helsinki: Maaseutukeskusten liitto. s. 42–56.
- Lötjönen, T., Pitkänen, J., Vanhala, P., Jalli, M. & Mikkola, H. 1999. Kyntämättä viljelyn vaikutus rikkakasveihin ja kasvitauteihin: kirjallisuuskatsaus. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 59. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 37 s. Saatavissa myös internetistä: <http://www.mtt.fi/asarja/pdf/asarja59.pdf>
- Lötjönen, T. 2005. Suorakylvön mahdollisuudet luomussa. Luomulehti 2/2005: 14–15.
- Lätti, M. & Peltonen, M. 2004. Suorakylvön työmenekki ja taloudellisuus. Työtehosteuran maataloustiedote 4, 2004 (567). Helsinki: Työtehosteura. 12 s.
- Mikkola, H. 2004. Suorakylvö työmenetelmänä : suorakylvöalustan valmistaminen. Teoksessa: Alakukku, L., Mikkola, H. & Teräväinen, H. (toim.). Suorakylvöopas. ProAgria Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja 1003. Tieto tuottamaan 107. Helsinki: Maaseutukeskusten liitto. s. 24–29.
- Mikkola, H. & Alakukku, L. 2004. Suorakylvö työmenetelmänä: säädöt ja kylvö. Teoksessa: Alakukku, L., Mikkola, H. & Teräväinen, H. (toim.). Suorakylvöopas. ProAgria Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja 1003. Tieto tuottamaan 107. Helsinki: Maaseutukeskusten liitto. s. 29–34.
- Munkholm, L.J. & Hansen, E. M. 2006. Influence of reduced tillage on soil structure and crop growth dynamics. Teoksessa: NJF Seminar 378; Tillage systems for the benefit of agriculture and the environment. Arranged by NJF section I: Soil, water and environment. Nordic Agricultural Academy, Odense, Denmark, 29–31 May 2006. s. 233–238. (Extended abstracts). Saatavissa internetistä: [http://composit.dimea.se/filebank/files/20060616\\$231513\\$fil\\$gbZ24 i4R3Cr3d3Rb8MQc.pdf](http://composit.dimea.se/filebank/files/20060616$231513$fil$gbZ24 i4R3Cr3d3Rb8MQc.pdf)
- Nykänen-Kurki, P. & Kakriainen-Rouhiainen, S. 2007. Suorakylvö haastaa nurmiviljelyn. Maaseudun Tiede 2: 5.

