

Matti Haverinen Hannu Mikkola

Öljypellavan leikkuupointi

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
Agricultural Research Centre of Finland

VAKOLA

Maatalousteknologian tutkimuslaitos

Osoite
Vakolantie 55
03400 VIHTI

Puhelin
(09) 224 251
Telekopio
(09) 224 6210

Institute of Agricultural Engineering

Address
Vakolantie 55
FIN-03400 VIHTI
FINLAND

Telephone int.
+358 9 224 251
Telefax int.
+358 9 224 6210

ISSN 0355-1415

SISÄLLYSLUETTELO

JOHDANTO	3
2 Öljypellava	4
2.1 Öljypellavan kasvitieteellinen kuvaus	4
2.2 Pellavan varsi	4
2.3 Pellavan kukinto ja hedelmä	5
2.4 Ilman kosteuden vaikutus siemenkoodan ja siemenen vesipitoisuuteen .	6
3 Öljypellavan viljelytekniikka	8
3.1 Kylvö	8
3.2 Lannoitus ja kasvinsuojelu	8
3.3 Kasvuston kemiallinen kuivaaminen ja puinti karholta	8
4 Leikkuupuimurin rakenne ja säädöt	10
4.1 Perinteinen leikkuupöytä	10
4.2 Riipijöpöytä (Stripper header)	11
4.3 Puintikoneisto	12
4.3.1 Kela ja varstasilta	12
4.3.2 Seulasto	13
4.3.3 Öljypellavan korjuuaika ja puintiin soveltuva aika	14
4.4 Puintitehon ja -tappioiden määritelmät	15
5 Puintikokeet	16
5.1 Koekenttien perustaminen ja hoito, kasvustohavaintoja	16
5.2 Kasvukausien säätila	17
5.3 Määritelmät	18
5.4 Puintikoneiston säätöjen vaikutus puintitappioihin	19
5.4.1 Koejärjestely	19
5.4.2 Leikkuupuimurin säädöt	20
5.4.3 Kasvusto ja sää kokeiden aikana	20
5.5 Hankauslevyjen vaikutus puintitappioihin	21
5.5.1 Koejärjestely	21
5.5.2 Leikkuupuimurin säädöt	21
5.5.3 Kasvusto ja sää kokeiden aikana	21
5.6 Rajaispuintilaitteen vaikutus puintitappioihin	22
5.6.1 Koejärjestelyt	22
5.6.2 Leikkuupuimurin säädöt	22
5.6.3 Kasvusto ja sää kokeiden aikana	22

5.7	Aineiston edustavuus	23
6	Tulokset	24
6.1	Puintikelan kehänopeuden ja puintivälin vaikutus puintitappioihin ...	21
6.2	Puintikelan kehänopeuden ja puintivälin vaikutus siementen itävyyteen ja rikkoutumiseen	25
6.3	Puintikelan kehänopeuden ja hankauslevyjen vaikutus kelatappioihin ja siementen itävyyteen	26
6.4	Rajaispuintilaitteen vaikutus puintitappioihin	28
6.5	Havainnot muista öljypellavan leikkuupuintiin vaikuttavista tekijöistä	28
7	Yhteenveto ja johtopäätökset	29
	KIRJALLISUUSLUETTELO	32

1 JOHDANTO

Pellavan latinankielisessä nimessä, *Linum usitatissimum*, jälkimmäinen osa eli lajinimi tarkoittaa erittäin yleisesti käytettyä. Öljypellava onkin tärkein kuivuvaa kasviöljyä tuottava kasvi. Pellavaöljyn ja -kuidun tekninen käyttö on kiloissa mitattuna laajinta, mutta ihmisen ja eläinten kannalta tärkeää on myös lääkinnällinen ja ravitsemuksellinen käyttö. Onhan tunnettua, että vedessä liotettujen pellavan siementen nauttiminen edistää suolen toimintaa ja että pellavaöljy on hyvä monityydyttämättömän linoleenihapon lähde. Pellavaöljyn teknisiä käyttökohteita ovat maalit ja kitit sekä pellavaöljy sellaisenaan luonnonmukaisena ruoste- ja puunsuoja-aineena. Pellavakankaat ja -käsityöt ovat tutuimpia kuidun käyttökohteita, mutta tarve korvata keinomateriaaleja on avaamassa kuidulle uusia käyttökohteita teollisesti valmistettävien levyjen ja eristeiden materiaalina sekä komposiittien tukiaineena.

Pellavasta valmistettuun tuotteeseen voidaan usein yhdistää muotisanat ympäristöystävällinen ja kierrätettävä. Esimerkiksi pellavakuidusta valmistetut auton kojetaulu, sisäverhoukset, ääni- ja lämmöneristeet voidaan auton romutuksen jälkeen kompostoida. Lasikuidusta valmistetun kojetaulun kierrättäminen on sen sijaan vaikeaa ja kallista. Suomessa pellava on yksi parhaiten tuetuista viljelykasveista, mikä osaltaan kannustaa lisäämään tuotantoa ja etsimään pellavatuotteille käyttökohteita.

Leikkuupuimuri on öljypellavan siemensadon korjaamiseen soveltuva kone. Viljelyn vähäisyydestä johtuen Suomessa ei kuitenkaan ole ollut saatavilla ohjeita öljypellavan puintiin. Ennestään tiedetään, että myöhäinen korjuu ja pellavalle tyypilliset ominaisuudet, kuten sitkeä varsi ja kasviliman täyttämät siemenkodat vaikeuttavat puintia tai tekevät sen suorastaan mahdottomaksi. Jo tämän tutkimuksen aloittamisvaiheessa todettiin tärkeäksi kerätä tietoa myös viljelytekniikasta, koska sen avulla korjuuvaikeuksia voidaan välttää.

Pieniin puintitappioihin pyrittäessä leikkuupöydän on toimittava häiriöttömästi ja syötettävä puitavaa vartta tasaisesti puintikoneistolle. Terän on leikattava tukkeutumatta ja varsien tarttuminen niveliin ja pyöriviin osiin on estettävä. Englantilaisten maatalousalan lehtien perusteella varsien kietoutuminen laonnostokelaan ja syöttöruuviin on kaikkein vaikein ongelma. Siementen irtipuintia varten on löydettävä suositeltavat puintikelan kehänopeuden ja puintivälin yhdistelmät. Siemenkodat on saatava rikottua välttämättä siementen vioittumista. Seulastolle on löydettävä sopiva puhallusvoimakkuuden ja seula-aukon yhdistelmä, jotta pienikokoiset siemenet saadaan eroteltua akanoista.

Tämän tutkimuksen on rahoittanut Maatalouden tutkimuskeskuksen Maatalousteknologian tutkimuslaitos kotimaisen öljypellavatuotannon edistämiseksi. Mmyo Matti Haverinen vastasi kenttäkokeiden suunnittelusta ja toteutuksesta vuosina 1993 ja 1994. Hän on myös käsitellyt aineiston ja kirjoittanut tämän julkaisun käsikirjoituksen. Matti Haverinen tekee tutkimuksesta pro gradu -työnsä Helsingin yliopiston maa- ja kotitalousteknologian laitokselle.

Vihdissä heinäkuussa 1997

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Maatalousteknologian tutkimuslaitos

2 ÖLJYPELLAVA

Öljypellava on yleisnimitys niille pellavan, *Linum usitatissimum* L., lajikkeille, joiden jalostuksessa ja viljelyssä päähuomio on kiinnitetty siemensadon tuottamiseen. Pellavan toinen viljelymuoto on kuitupellava, josta hyödynnetään pääasiassa varsikuitu tekstiiliteollisuuden raaka-aineeksi. Öljypellavan varsi on kuitupellavan vartta lyhyempi ja haaroittuneempi. Päämuotojen väliltä on kehitetty myös kuituöljypellavalajikkeita, joiden jalostuksessa on kiinnitetty huomio sekä kuidun että siemensadon tuottamiseen (TURNER 1987).

2.1 Öljypellavan kasvitieteellinen kuvaus

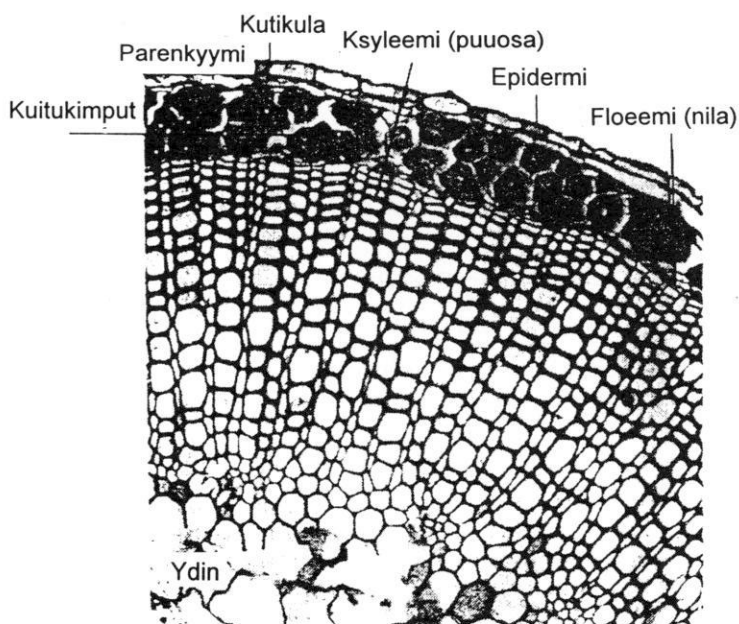
Pellavan suku, *Linum*, käsittää noin 230 pääasiassa lauhkean ja subtrooppisen, erityisesti Välimeren alueen ruohokasvilajia. Pellavan suku kuuluu pellavakasvien heimoon, *Linaceae* (Kasvien maailma. Otavan iso tietosanakirja, osa 4, 1981).

Pellava on yksivuotinen, hentojuurinen, kalju ruoho. Öljypellava on kukintavaiheessa noin 60 - 80 senttimetrin pituinen. Varren pituuskasvuun ja haaroittumiseen vaikuttavat lajike, maalaji, lannoitus ja kylvötiheys (TURNER 1987, PAHKALA ja JUNNILA 1991). Lehdet ovat ruodittomia, ehytlaitaisia ja kapeita. Niitä on öljypellavan varressa noin 60 (Kasvien maailma. Otavan iso tietosanakirja, osa 4, 1981, TURNER 1987).

2.2 Pellavan varsi

Varren pintaa peittää vahamainen kutikula (TURNER 1987), jonka alla on epidermi- ja parenkyymisolukosta koostuva kuorikerros (kuva 1). Kuorikerroksen alla on nila eli floeemi, jonka uloimmassa osassa sijaitsevat niinisyy- eli kuitukimput useamman solukerroksen paksuisena vyöhykkeenä (ESAU 1977). Kuvassa 1 kuitukimput näkyvät tummana vyöhykkeenä uloimman kuorikerroksen ja nilakerroksen välissä. Nilaosan alla on ksyleemi eli puuosa. Tuuleentuneen kasvin varren ydin on ontto (TURNER 1987).

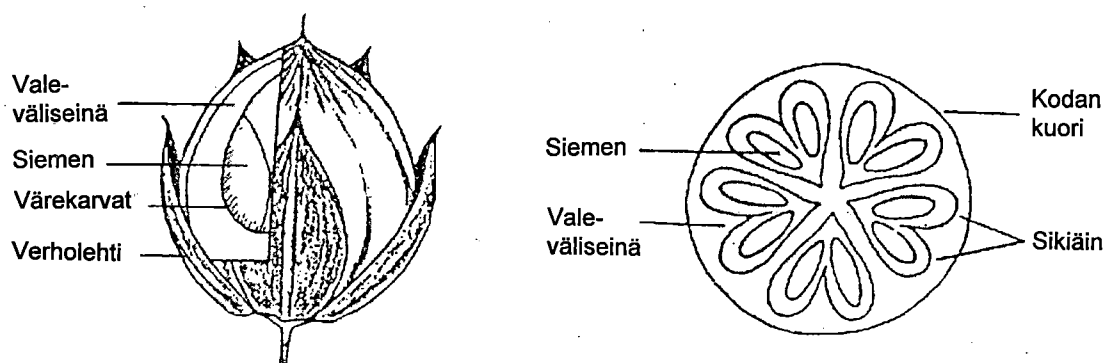
Pellavan floemikuidun rakenne tekee varresta sitkeän, mikä asettaa leikkuupuimurin leikkuupöydän toiminnalle viljakasveja suuremmat vaatimukset (esim. TURNER 1987).



Kuva 1. Öljypellavan varren rakenne (FAHN 1990), 150-kertainen suurennos.

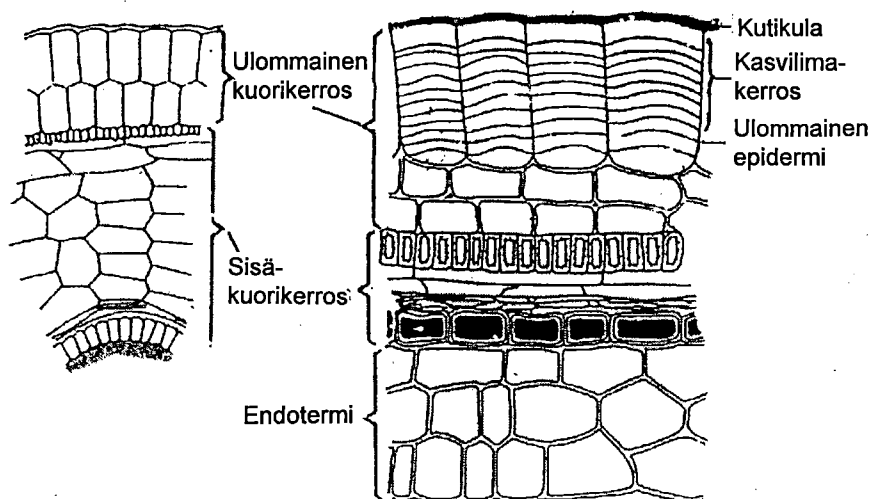
2.3 Pellavan kukinto ja hedelmä

Kukinta alkaa Etelä-Suomessa kesä-heinäkuun vaihteessa ja kestää 2 - 3 viikkoa (VILKKI 1993). Kukinto on harva latvaviuhko. Öljypellavan kukinto on runsashaaraisempi kuin kuitupellavan. Kukat ovat halkaisijaltaan 2 - 3 cm. Verho- ja terälehtiä sekä heteitä on viisi. Terälehdet ovat väriltään sinisiä tai valkoisia (Kasvien maailma. Otavan iso tietosanakirja, osa 4). Pellava on pääasiallisesti itsepölytteinen kasvi, mutta myös ristipölytystä esiintyy (WILLIAMS ym. 1990). Kukasta kehittyy viisi lokeroa sisältävä siemenkoti (kuva 2), joissa kussakin lokerossa on tavallisesti kaksi siementä (Kasvien maailma. Otavan iso tietosanakirja, osa 4). Siemen on soikea 4 - 6 mm pitkä, 2 - 3 mm leveä ja litteä, kiiltävän ruskea. Yhdessä kasvissa on 10 - 15 siemenkotaa ja yhdessä kodassa on 6 - 8 elinvoimaista siementä (SCARISBRICK ym. 1978 ref. TURNER 1987, TURNER 1987).



Kuva 2. Öljypellavan kotahedelmän rakenne (TURNER 1987)

Öljypellavan tuhannen siemenen paino on 5 - 10 g (TURNER 1987). Siemenkuoren eli testan epidermi on kutikulan peittämä (kuva 3). Epidermin soluontelot sisältävät kasvilimaa, joka kosteissa oloissa absorboi voimakkaasti vettä ja purkautuu kutikulan läpi siemenen pinnalle (HAYWARD 1938 ref. FAHN 1990).



Kuva 3. Öljypellavan siemenkuoren rakenne (FAHN 1990)

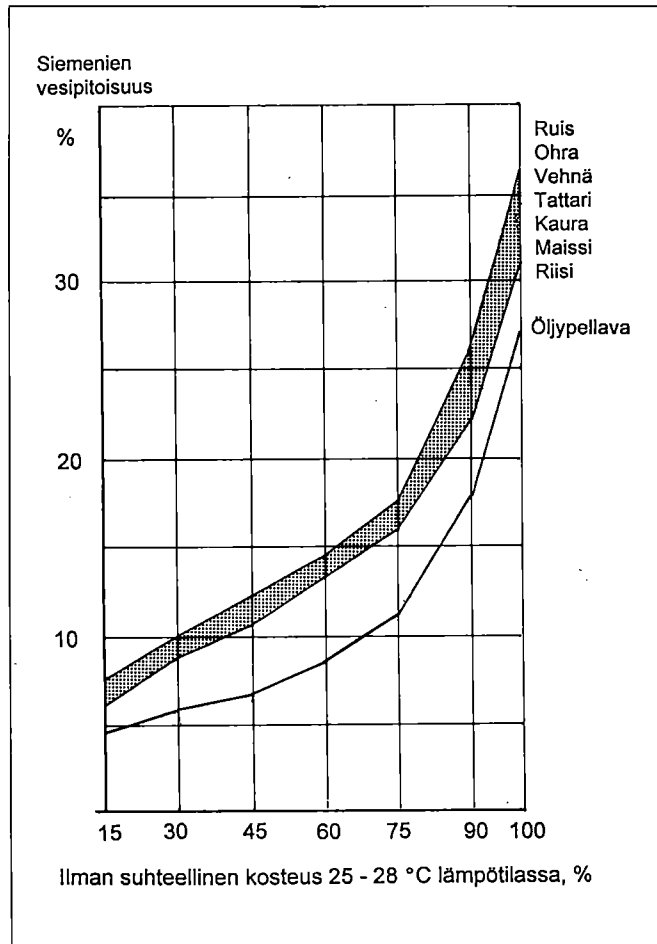
2.4 Ilman kosteuden vaikutus siemenkodon ja siemenen vesipitoisuuteen

Tuleentuneen siemenen tasapainokosteuteen vaikuttavat ilman suhteellinen kosteus, ilman lämpötila ja paine. Tasapainokosteuteen ja sen muuttumisnopeuteen vaikuttavat myös siemenen biologinen rakenne ja ilman liike. COLEMAN ja FELLOWS (ref. DILLMAN 1930) ovat osoittaneet, että viljakasvien siementen tasapainokosteudet ovat samanlaisia ja pellavan siemenen tasapainokosteus on viljakasveja pienempi (kuva 4). Tämä johtuu Colemanin ja Fellowsin mukaan pellavan korkeasta öljypitoisuudesta.

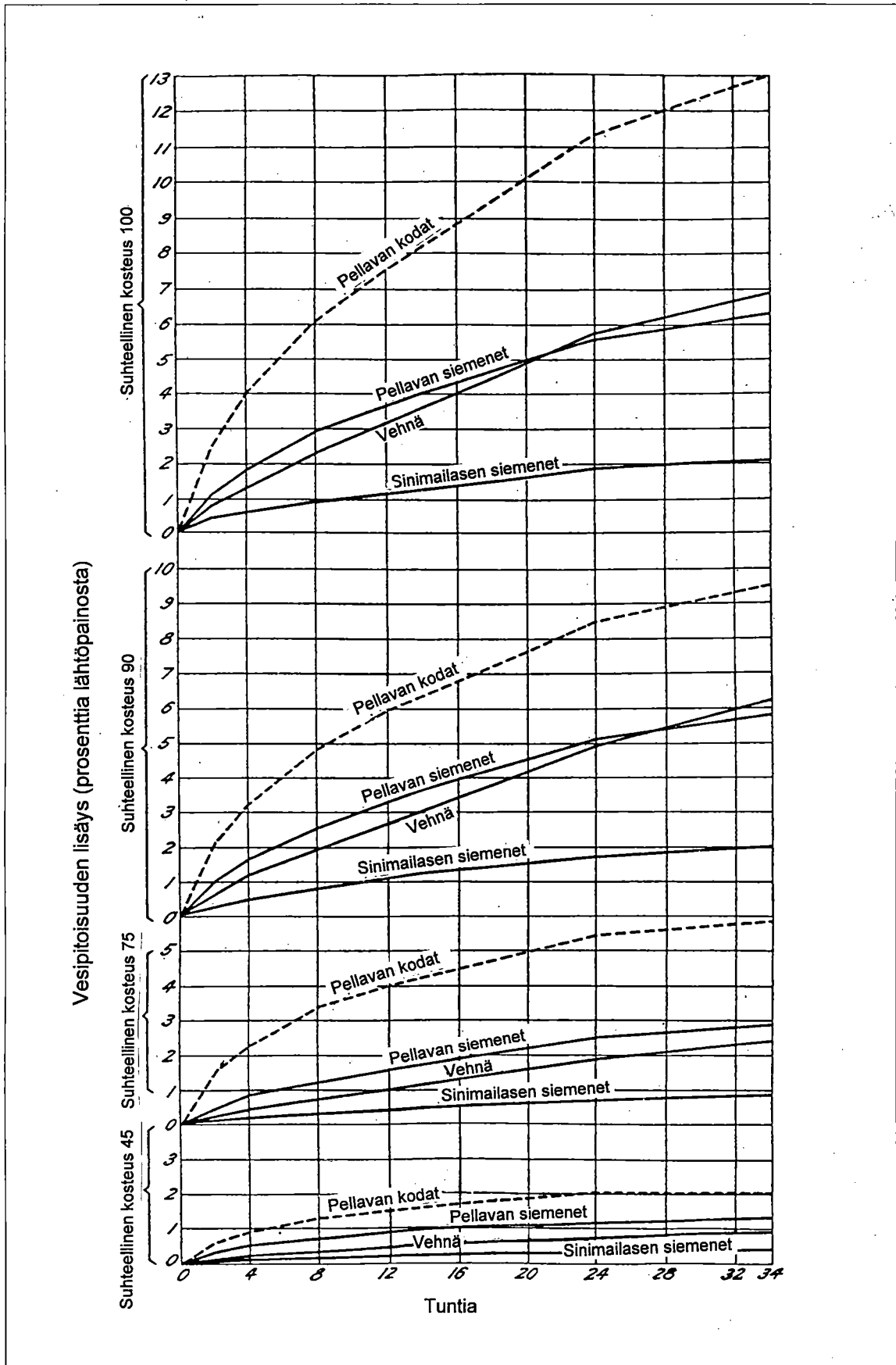
Tasapainokosteus ei kuitenkaan vaikuta absorbtio- ja kuivumisnopeuteen, jotka ovat tasapainokosteutta tärkeämpiä puintiin vaikuttavia tekijöitä. Pellavan siemen sitoo kosteutta vehnän siementä nopeammin samoissa oloissa (kuva 5). Pellavan kodan absorbtionopeus on kaksinkertainen pellavan siemeneen verrattuna (DILLMAN 1930). Pellavan siemenen viljoja suurempi absorbtionopeus johtuu pintaa peittävästä kasvilimakerroksesta (COLEMAN ja FELLOW ref. DILLMAN 1930), joka kostuessaan purkautuu siemenen pinnalle ja liimaa siemenet kodan seinämiin kiinni. Tämän vuoksi puintiin käytettävissä oleva päivittäinen puintiaika on esimerkiksi vehnään verrattuna lyhyempi.

Öljypellava säilyy, kun varastointikosteus on 8,0 - 8,5 %. Optimaalinen puintikosteus on alle 18 % (TURNER 1987). Siemenen ollessa tätä kosteampi puintitappiot kasvavat ja puinti vaikeutuu. Tasapainokosteuttaenemmän

puimurin toimintakykyyn vaikuttaa siemenen ja varren pintakosteus, joka voi olla tuulisella ja aurinkoisella säällä tasapainokosteutta pienempi ja vastaavasti kasteen tai sateen jälkeen tasapainokosteutta suurempi (LUNDSTRÖM 1965, JÄRVENPÄÄ 1987)



Kuva 4. Öljypellavan ja eräiden viljakasvien tasapainokosteus ilman suhteellisen kosteuden funktiona 25 - 28 °C lämpötilassa (COLEMAN ja FELLOWS 1925, DILLMAN 1930)



Kuva 5. Öljypellavan kodan ja siemenen sekä vehnän ja sinimailasen siemenen vesipitoisuuden muutos prosenttia lähtöpainosta (DILLMAN 1930).

3 ÖLJYPELLAVAN VILJELYTEKNIikka

3.1 Kylvö

Viljelytekniset toimenpiteet kylvön yhteydessä ja kasvuvaiheen aikana vaikuttavat kasvuston tilaan korjuuaikana (esim. LUNDIN ym. 1985). Öljypellavan suositeltava kasvutiheys on 700 - 800 kpl/m² (mm. PAHKALA ja JUNNILA 1991). DIEPENBROCKin ja PÖRKSENin (1992) tutkimuksissa öljypellavan siemensato oli suurin, kun kylvötiheys oli 400 kpl/m² ja typpilannoitus 80 kg/ha. Kukinta alkoi myöhemmin ja sekä kukinta että tuleentuminen kestivät kauemmin kuin tiheässä kasvustossa. Harvemmassa kasvustossa öljypellava haaroittuu runsaammin ja tuottaa siten enemmän kotia kasvia kohden (DIEPENBROCK ja PÖRKSEN 1992, MUKULA ja WESTMAN 1977). Tuleentumisen varmistamiseksi Suomessa on kuitenkin järkevintä suosia tiheämpiä kasvustoja ja tyytyä pienempään satoon.

3.2 Lannoitus ja kasvinsuojelu

Typpilannoitussuositus on 60 - 80 kg N/ha. Suuremmat määrät lakoonnuttavat kasvustoa ja pidentävät kasvuaikaa (PAHKALA ja JUNNILA 1991). MUKULAn ja WESTMANin (1977) mukaan öljypellava lakoonntuu harvoin ja kasvuvaiheessa sateen lakouttama kasvusto kohoaa yleensä pystyyn.

Pellavan kilpailukyky rikkakasvien kanssa on heikko koko kasvukauden ajan (MUKULA ja WESTMAN 1977). Kasvinsuojeluaineet ja tiheät kasvustot hillitsevät tehokkaimmin rikkakasvien kasvua. Puintiaikana rikkakasvit lisäävät varsiston kosteutta (LUNDIN ja CLAESSION 1985) ja vähentävät puintiin käytettävissä olevaa aikaa.

3.3 Kasvuston kemiallinen kuivaaminen ja puinti karholta

Öljypellavakasvuston kemiallista kuivaamista ennen puintia pidetään lähes välttämättömänä toimenpiteenä mm. Englannissa (MAY ja OGIVLY 1992). Käsittelyllä nopeutetaan pellavan tuleentumista ja vähennetään varren kietoutumista laonnostokelan ja syöttöruuvin ympärille (GILBERTSON 1990). Yleisin tehoaine on dikvatti ja kauppavalmiste nimeltään Reglone (dikvattia 200 g/l). Valmistetta ruiskutetaan 3 litraa hehtaarille sekoitettuna 400 litraan vettä. Pellava voidaan puida 10 - 14 vuorokauden kuluttua ruiskutuksesta (GILBERTSON 1990). Suomessa ei ole rekisteröity pellavan pakkotuleennuttamiseen tarkoitettuja aineita, joten niiden käyttö on kielletty torjunta-ainelain (159/84) 4 §:n 1. momentin mukaan.

MAY ja OGILVY (1992) ovat tutkineet erilaisten dikvatti-käsittelyjen vaikutuksia tuleentumiseen, siemenen ja varsien kosteuteen sekä puintiin, taulukko 1. Käsitellyt kasvustot tuleentuiivat nopeammin kuin käsittelemättömät. Tuleentuminen oli vielä nopeampaa, jos ruiskutukseen käytettiin tavanomaisen ruiskun sijasta Air-assisted-ruiskua ja 100 - 200 l vettä hehtaaria kohden. Air-assisted-ruiskussa tehostetaan ilmavirran avulla pisaroiden tunkeutumista ja leviämistä kasvustoon.

Käsitlemättömän kasvuston varret ja siemenet olivat puintihetkellä kosteampia kuin käsittelemättömän kasvuston. Varret olivat kuivimpia kasvustossa, jossa käytettiin Air-assisted-ruiskua ja 100 l vettä hehtaaria kohden. Käsitellyn kasvuston puinti oli ongelmattomampaa kuin käsittelemättömän kasvuston. Käsitteilyt eivät vaikuttaneet sadon määrään ja laatuun.

Taulukko 1. Pakkotuleennuttamisen vaikutus tuleentumiseen, varsien ja siementen vesipitoisuuteen sekä puintiin (MAY ja OGILVY 1992). Tuleentuminen on arvioitu asteikolla 0 - 5, jossa 0 on täysin tuleentunut ja 5 tuleentumaton. Puinnin helppous on arvosteltu asteikolla 0 - 10, jossa 1 on mahdoton.

Käsittely		Tuleentumisaste			Vesipitoisuus, %		Puinnin helppous
Ruisku	Vesimäärä l/ha	3 vrk käsittelyn jälkeen	7 vrk käsittelyn jälkeen	14 vrk käsittelyn jälkeen	Varret 14 vrk käsittelyn jälkeen	Siemenet korjuu-aikaan	
Käsitlemätön	-	4,6	4,4	3,4	50,6	8,5	5,9
Perinteinen	400	2,2	1,4	1,6	33,8	8,1	8,6
	200	3,0	1,8	1,8	41,1	8,2	8,8
	100	2,2	1,7	1,6	40,6	8,2	8,8
Air-assisted	400	1,6	1,1	0,6	30,8	8,1	8,6
	200	1,8	1,1	0,9	32,8	8,1	8,4
	100	1,8	0,8	0,5	29,3	8,0	8,3
PME (P= 0,05), käsittelemättömän mukaan luettuna		0,86	0,68	0,60	7,64	0,12	0,89
PME (P=0,05) käsittelemättömän poisluettuna		0,88	Ei eroa	0,66	8,39	0,12	Ei eroa

Kasvuston tuleennuttaminen karholla on yleinen käytäntö esimerkiksi Kanadassa (KEPNER 1982). Myöhäisestä korjuuajankohdasta johtuen menetelmä ei kuitenkaan sovellu Suomen oloihin (JÄRVENPÄÄ 1987).

OGILVY ja PAYNE (1991) ovat tutkineet dikvatti- ja glyfosaattikäsitteilyjen sekä karholta puinnin ja käsittelyn ajoituksen vaikutuksia puintiin ja siemensatoon. Käsitteilyillä oli vain vähäinen vaikutus leikkuupuimurin toimintaan. Kietoutumista syöttöruuvin ympärille ilmeni enemmän glyfosaatilla käsitellyssä kasvustossa kuin dikvatilla käsitellyssä kasvustossa.

Glyfosaatti-käsittelyn ajankohta ei vaikuttanut siemensadon määrään. Karholla kuivatus ja dikvatti-käsittely vähensivät siemensatoa, kun käsittelyt tehtiin varhaisessa tuleentumisvaiheessa, taulukko 2. Siemensato oli suurin glyfosaatilla käsitellyssä kasvustossa ja ero oli merkittävä varhaiseen käsittelyaikaan verrattuna. Erot karhotettujen ja dikvatilla käsiteltyjen kasvustojen siemensatojen välillä eivät olleet merkittäviä. Tutkimuksen mukaan paras käsittelyajankohta on silloin, kun siemenet ovat tuleentuneet ja ovat irrallaan kodassa. Käsitteilyillä ei ollut vaikutusta pellavaöljyn laatuun.

Taulukko 2. Käsittelytavan ja -ajankohdan vaikutus siemensatoon (OGILVY ja PAYNE 1991).

Käsittely	Kasvuston käsittelytavan ja ajankohdan vaikutus siemensatoon kg/ha			Keskiarvo Pienin merkitsevä ero 90 kg/ha
	Aikainen	Keskiaikainen	Myöhäinen	
	Pienin merkitsevä ero 150 kg/ha			
Karhotus	2320	2390	2620	2440
Dikvatti-ruiskutus	2140	2450	2510	2360
Glyfosaattiruiskutus	2700	2630	2740	2690
Keskiarvo	2380	2490	2620	
	Pienin merkitsevä ero 90 kg/ha			

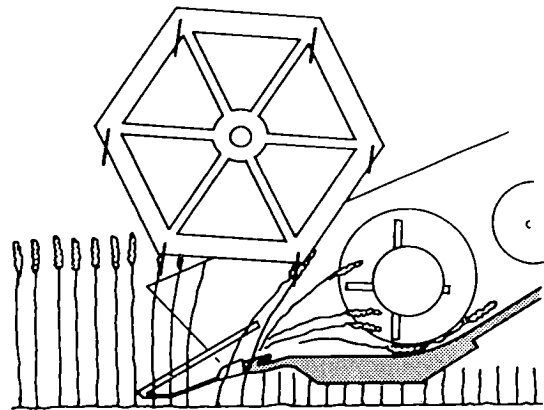
Tulokset ovat kolmen vuoden kokeiden keskiarvoja (kg/ha, vesipitoisuus 9,0 %). Kasvuston tilaa OGILVY ja PAYNE 1991 kuvasivat seuraavasti: 1) aikainen: vihreät kodat, siemenet valkoisia ja alimmat lehdet ovat kellastuneet, 2) keskiaikainen: kodat ruskeita, siemenet vaalean ruskeita, ylimmät lehdet kellastuneet ja alimmat lehdet pudonneet, 3) myöhäinen: siemenet ruskeita ja irrallaan kodissa, ylimmät lehdet kuivuneet mutta varsi vielä vihreä (TURNER 1987).

4 LEIKKUUPUIMURIN RAKENNE JA SÄÄDÖT

4.1 Perinteinen leikkuupöytä

Perinteisessä leikkuupöydässä on sormipalkkiterälaite, jonka edestakaisin liikkuva terä leikkaa kasvuston vastaterää vasten. Laonnostokela ja syöttöruuvi ohjaavat kasvuston syöttökuljettimelle ja siitä edelleen puintikoneistolle (kuva 6). Leikkuupöydän tehtävänä on syöttää kasvu tasaisesti puintikoneistolle (JÄRVENPÄÄ ja LAUROLA 1987).

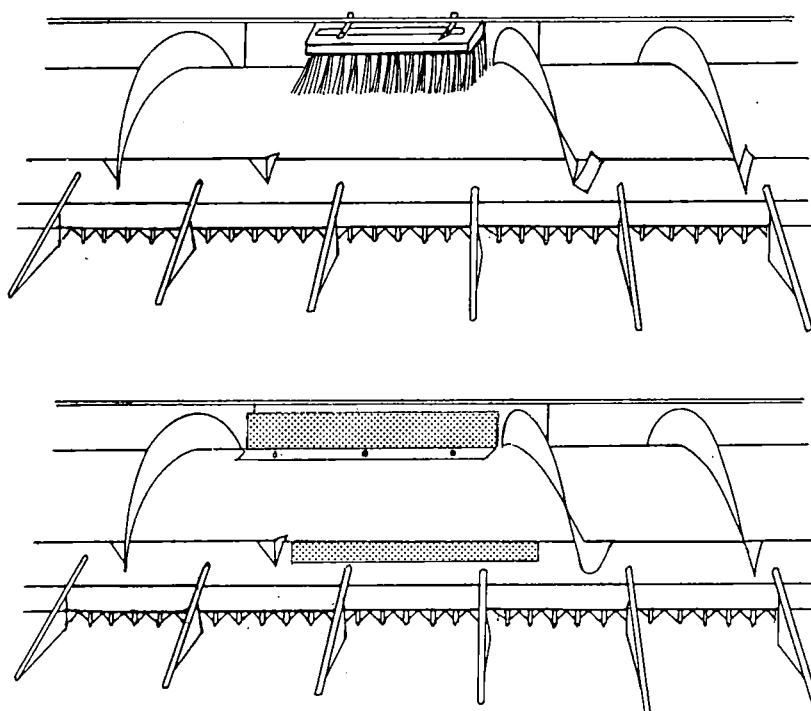
Öljypellavaa puitaessa leikkuupöytä on todennäköisin puintia rajoittava tekijä. Sitkeät pellavan varret kietoutuvat herkästi laonnostokelan ja syöttöruuvien ympärille. Ongelmia saattaa esiintyä jo leikkuuvaiheessa, jos terälaite on huonokuntoinen. Terälappujen ja vastaterien on oltava teräviä eikä niiden välissä saa olla välystä. Sileiden ja sahalaitaisten terälappujen leikkuukyvyssä ei sen sijaan ole merkittävää eroa (TURNER 1987).



Kuva 6. Perinteisen leikkuupöydän rakenne (LUNDIN ja CLAESSION 1985)

Kietoutumista esiintyy sitä vähemmän, mitä tuleentuneempaa ja kuivempaa kasvusto on. Puitaessa pystykasvustoa kietoutumista voidaan vähentää leikkaamalla varsisto mahdollisimman korkealta. Sänginpituus voi olla enimmillään 20 - 30 cm. Laonnostokela voidaan pitää kokonaan ylhäällä tai niin, että piikit koskettavat vain kevyesti kasvustoa. Laonnostokelan kehänopeus säädetään samaksi tai hieman ajonopeutta suuremmaksi. Piikit säädetään alas tai hieman eteen, luovuttavaan asentoon (TURNER 1987).

Syöttöruuvien etäisyys leikkuupöydän pohjasta saa olla mahdollisimman suuri. Ruuvien on kuitenkin saatava varsistosta ote, jotta syöttö on tasaista. Syöttöruuvien sormet säädetään luovuttavaan asentoon. Kuvassa 7 on esitetty kaksi ratkaisua syöttöruuvien kietoutumishaittojen



Kuva 7. Kaksi ratkaisua syöttöruuvien kietoutumishaittojen poistamiseksi (Farmers Weekly. 121, 21: 100). a) Syöttökuljettimen aukon yläpuolelle kiinnitetty harja pyyhkii varret syöttöruuvien vaipalta. b) Syöttöruuvien asennetut levyt estävät kietoutumisen suurentamalla ruuvien halkaisijaa. Piirrookset: Tuovi Laaksonen

poistamiseksi (Farmers Weekly. 121, 21: 100): a) Leikkuupöydän takaseinään, syöttökuljettimen aukon yläpuolelle on kiinnitetty harja, joka pyyhkii ruuvien ympärille kiertymässä olevat varret ja ohjaa ne syöttökuljettimelle. b) Syöttöruuviin on syöttösormien paikalle asennettu kaksi levyä, jotka lisäävät ruuvien halkaisijaa.

4.2 Riipijäpöytä (Stripper header)

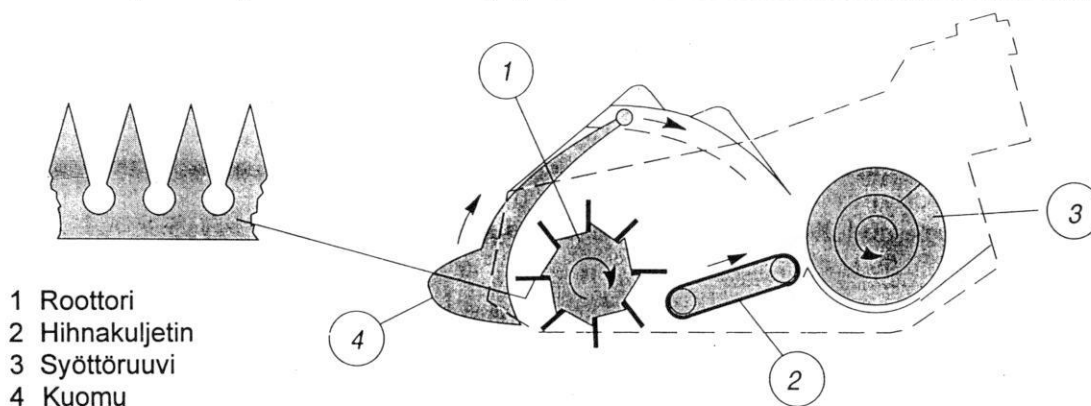
Englannin maatalousteknologian tutkimuslaitoksella (AFRC Institute of Engineering Research) on kehitetty riipijäpöytä (stripping header) (kuva 8), joka korvaa perinteisen leikkuupöydän. Riipijäpöydän toiminta perustuu ajosuuntaa vastaan pyörivään riipijäkelaan, joka nostaa kasvustoa ja riipii siemenet irti. Viljakasveja puitaessa pöydän käyttö lisää puintitehoa keskimäärin 50 % (LUNDIN 1993).

Riipijäpöydän kehittämissä KLINNER ym. (1986) tutkivat pöydän toimintaa myös öljypellavan puinnissa. Ainoa ongelma oli varsiston kietoutuminen syöttöruuvien ympärille, jota tapahtui kaksi tai kolme kertaa 1,7 ha:n alalla. Pöytä tappiot olivat keskimäärin 7,5 % ja puintikoneiston tappiot 7,9 %, mitkä tutkijoiden mukaan olivat alhaisia satotaso huomioon

ottaen. HOBSONin ym. (1986, GILBERTSON 1990) tutkimuksissa riipijäpöydän tappiot pienenevät kun ajonopeutta lisättiin 10 km/h asti.

Ruotsissa riipijäpöytää kokeiltaessa pöytätappiot jäivät muutama prosenttiin (LUNDIN 1993). Tuleentuneessa pystykasvustossa kietoutumishaitat olivat vähäisiä. Sitä vastoin tuleentumattomassa kasvustossa riivinkela repi pellavan juurineen maasta irti ja varret kietoutuivat riipijäkelan ympärille (PROFI 1992 ref. LUNDIN, G. & Claesson, S. 1993).

OGILVY ja PAYNE (1991) vertailivat perinteisen leikkuupöydän ja riipijäpöydän vaikutusta korjatun siemensadon määrään. Pellava puitiin karholta tai pystykasvustosta, joka oli käsitelty joko dikvatilla tai glyfosaatilla. Riipijäpöydällä korjatut siemensadot olivat keskimäärin suurempia kuin perinteisellä leikkuupöydällä. Erot eivät olleet kuitenkaan merkitseviä.



Kuva 8. Riipijäpöydän rakenne (KLINNER ym. 1986)

4.3 Puintikoneisto

Tuleentuneessa pellavakasvustossa siemenet ovat irrallaan pallomaisen, viisilokeroisen kothedelmän sisällä. Puinnissa kodat on rikottava. Puinti perustuu puintikelan iskuihin, materiaalin nopeuden muutoksiin ja puintikelan ja varstasillan hankausvaikutukseen (KEPNER ym. 1982). Siemenet erottuvat varsistosta varstasillalla ja kohlimilla. Viljakasvien siemenistä erottuu varstasillalla 60 - 90 % (esim. ARNOLD 1964, KEPNER ym. 1982). Siemenet erotellaan roskista seulastolla, ruumen- ja siemenseulan sekä ilmapvirran avulla.

4.3.1 Kela ja varstasilta

Puintikelan ja varstasillan toimintaa kuvaavat irtipuinti ja erottuminen, siementen vaurioituminen ja varsiston silppuuntuminen. Toimintaan vaikuttavat puintikoneiston rakenne ja säädöt, kasvuston syöttötapa ja rakenteelliset ominaisuudet sekä tuleentuneisuus ja kosteus (WIENEKE 1964, KEPNER ym. 1982).

Puintikelan kehänopeuden kasvattaminen ja puintivälin pienentäminen tehostaa irtipuintia ja erottumista, mutta samalla lisää siementen vaurioitumista ja varsiston silppuuntumista. Puintikelan kehänopeus vaikuttaa suorituskykyyn voimakkaammin kuin puintiväli. Öljypellavan puinnissa puintikelan kehänopeudeksi suositellaan 20 - 30 m/s ja puintiväliksi 3 - 13 mm (KEPNER ym. 1982). BORMin (1992) mukaan pellavan puinnissa puintikelan

pyörimisnopeuden säätöalue on 500 - 1200 r/min ja puintiväli edessä 3 - 6 mm ja takana 2 - 4 mm. Tarkemmat säätöarvot määräytyvät kasvuston tuleentuneisuuden ja kosteuden mukaan.

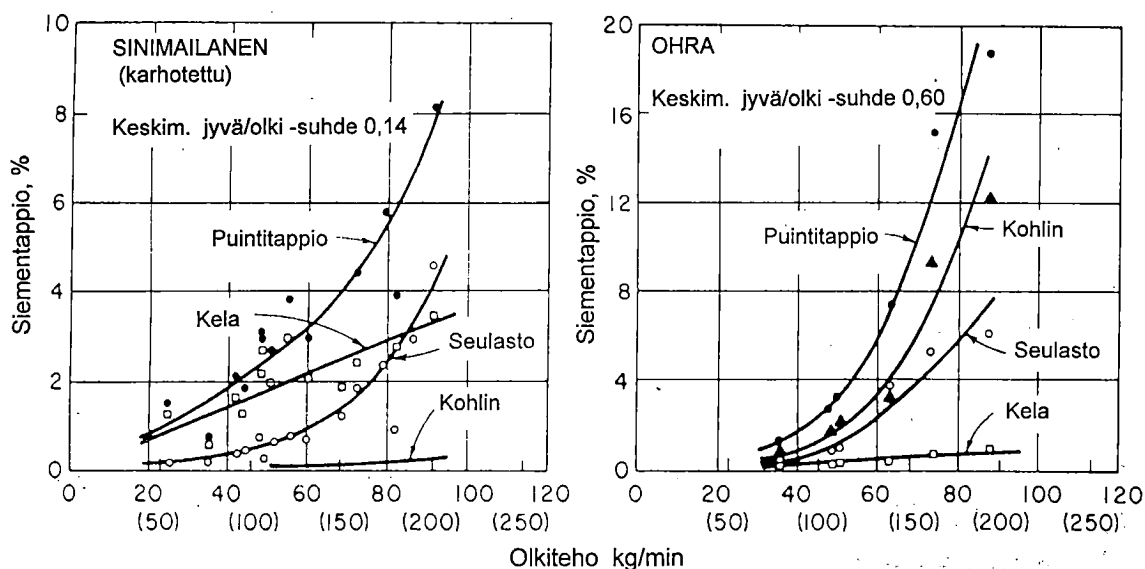
TURNERin (1987) mukaan pellavan siemenet vaurioituvat herkästi puinnin aikana. Vaurioitumisriski kasvaa puitaessa tuleentumatonta ja kosteaa kasvustoa, jos puintikelan kehänopeus on suuri ja puintiväli pieni. Vauriot ilmenevät siementen rikkoutumisena ja itävyyden heikentymisenä. TURNERin tutkimuksissa kasvustosta otettujen näytteiden itävyys on ollut merkittävästi korkeampi puituihin siemeniin verrattuna.

4.3.2 Seulasto

Seulaston tehtävänä on erottaa siemenet ruumenista ja palauttaa rajaiset eli puimattomat siemenvarren osat takaisin puintikelalle tai heittokuljettimelle. Siementen erottelu ruumenista perustuu materiaalien erilaisiin leijuntaominaisuuksiin ilmapirrassa ja seulontaan (KEPNER ym. 1982). Ilmaerottelussa vaikuttavia tekijöitä ovat massan suhde pinta-alaan ja tilavuuteen sekä eroteltavien osasten muoto. Seulonta perustuu kokoon.

Seulaston toimintaa kuvaavat siementen puhtaus ja rajaisten määrä sekä seulastotappiot. Suorituskykyyn vaikuttavat seulaston rakenne ja säädöt sekä kasvin ominaisuudet. Säätökohteita ovat ilmapirran suuntaus ja voimakkuus sekä seulojen aukkokoko. Yläseula eli ruumenseula on yleensä säädettävä suomuseula. Siemenseula voi olla säädettävä suomuseula tai rei'itetty, vaihdettava kiintoseula (KEPNER ym. 1982).

Jyvä-olkisuhde ja ruumenten määrä vaikuttavat siihen, kuinka puintikoneiston tappiot jakautuvat ja muuttuvat, kun olkitechto kasvaa. Jyvä-olkisuhde vaihtelee kasvuston rakenteen ja leikkuukorkeuden mukaan. Ruumenten määrään vaikuttavat edellisten lisäksi puintikoneiston säädöt. KEPNER ym. (1982) ovat verranneet ohra- ja sinimailaskasvustossa tehtyjä tutkimuksia, joissa tutkittiin puimurin kuormituksen vaikutusta kela-, kohlin- ja seulastotappioihin (kuva 9). Puintikoneiston kokonaistappiosta kohlin- ja seulastotappiot lisääntyivät



Kuva 9. Olkitechon vaikutus puintitappioihin (GOSS ym. 1958, KEPNER ym. 1982)

olkitehon kasvaessa ohrakasvustossa enemmän kuin sinimailaskasvustossa. Sinimailaskasvustossa voimakkaammin lisääntyivät seulasto- ja kelatappiot, mutta kohlintappioihin olkitechon vaikutus oli vähäinen. Puintitappioiden erilainen jakautuminen johtuu siitä, että ohrakasvustossa jyvä-olkisuhde oli yli nelinkertainen sinimailaseen verrattuna. Lisäksi ohrakasvustossa ruumenten määrä oli yksi kolmasosa olkitechosta, kun vastaava arvo sinimailasen puinnissa oli puolet olkitechosta.

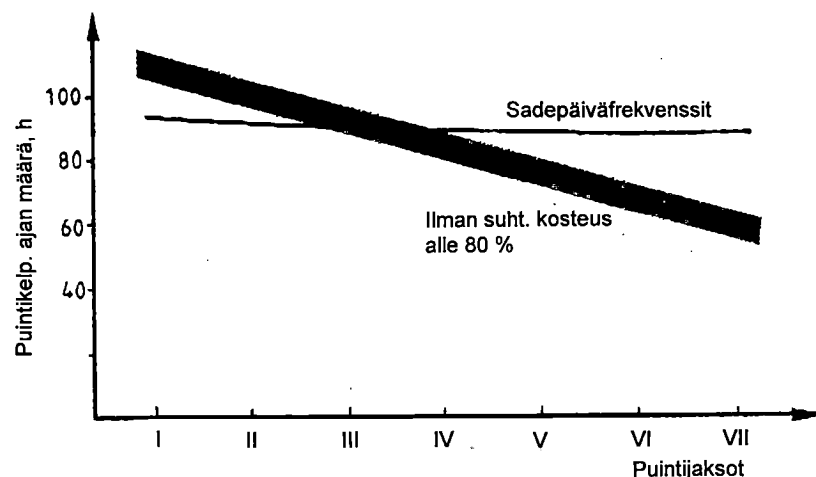
4.3.3 Öljypellavan korjuuaika ja puintiin soveltuva aika

Ulkomaiset öljypellavalajikkeet vaativat Etelä-Suomessa tuleentuaakseen 125 - 135 vuorokautta (PAHKALA ja JUNNILA 1991). Kotimaisen Helmi-öljypellavan kasvuaika Maatalouden tutkimuskeskuksen Kasvinjalostuslaitoksen kokeissa on ollut keskimäärin 106 vuorokautta, joka on yli viikon ulkomaisia lajikkeita lyhyempi (VILKKI 1993). Korjuu ajoittuu siten syys-lokakuun vaihteeseen.

SAVELA (1984) on määritellyt viljakasveilla tekemiensä kokeiden perusteella teknisen puintikelpoisen ajan, jonka mukaan puinti on mahdollista, kun ilman suhteellinen kosteus on alle 80 %. Puintikriteerin ennusteen virheriski oli 10 %. Teknisesti puintikelpoisen ajan malli edellyttää, että kasvusto on tuleentunutta.

SAVELA (1984) on laskenut Ilmatieteen laitoksen säätilastojen ja teknisesti puintikelpoisen ajan kriteerien perusteella puintikelpoisen ajan yleisyyden korjuukaudella 10 vuorokauden jaksoissa. Sen mukaan puintiin soveltuva aikaa on syyskuun lopulla keskimäärin 60 tuntia 10 vuorokauden jaksolla (kuva 10). Kuitenkin SAVELA (1984) suosittaa, että puintikapasiteetin mitoituksessa teknisesti puintikelpoisen ajan määränä käytetään 50 % keskiarvosta, kun otetaan huomioon vaikeiden puintivuosien olot. SAVELA (1984) toteaa edelleen, että mahdollisuudet hyviin puintiolosuhteisiin vähenevät huomattavasti nopeammin kuin teknisesti puintikelpoisen ajan kokonaismäärä puintikauden edetessä. Koska öljypellavan puinti edellyttäänimenomaan hyvää puintisäätä, arviota puintikelpoisen ajan pituudesta on syytä edelleen alentaa 10 - 15 tuntiin.

Kuvan 10 vaaka-akselilla esitetyt jaksot I - VII ovat kymmenen vuorokauden jaksoja, joista ensimmäinen on 1.8. - 10.8. ja viimeinen 30.9. - 9.10. Sadepäiväfrekvenssi kuvaa puintiin käyttökelpoi-



Kuva 10. Teknisen puintikelpoisen ajan keskimääräinen yleisyys ajanjaksolla 1963 - 1983 (SAVELA 1984).

sen ajan pituutta sateen todennäköisyyden ja rankkuuden avulla laskettuna. Sadepäiväfrekvenssin mukaan puintiin käyttökelpoinen aika ei juurikaan muutu puintikauden aikana. Puintikauden loppua kohden mentäessä puintiin käyttökelpoista aikaa rajoittaa se, että ilman suhteellinen kosteus laskee yhä harvemmin ja yhä lyhyemmäksi ajaksi alle 80 prosentin.

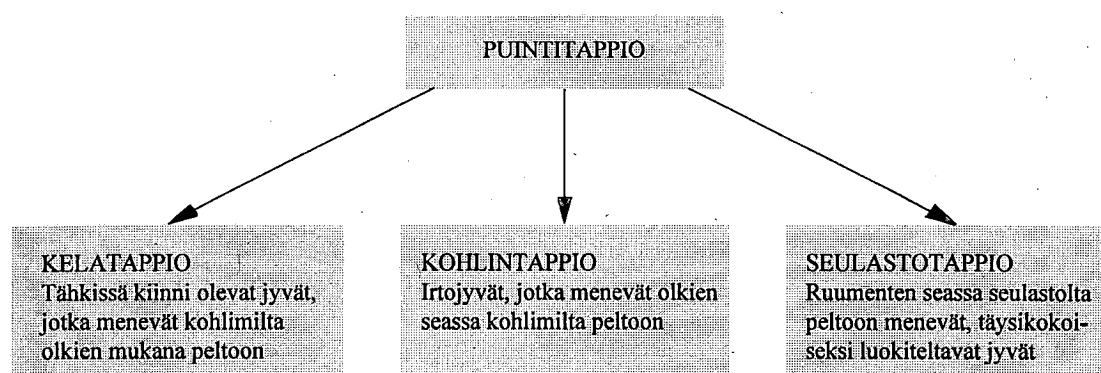
4.4 Puintitehon ja -tappioiden määritelmät

Leikkuupuimurin puintiteho ja -tappiot, niiden mittaustavat sekä tulosten ilmoittamistavat on määritelty kansainvälisissä standardeissa. Pohjoismaissa noudatetaan standardeja OECD Standard testing procedure for combine harvesters (1967), ISO 6689 Equipment for harvesting - Combines and functional components - Definitions, characteristics and performance (1981) ja ISO 8210 Equipment for harvesting - Combine harvesters - Test procedure (1989).

Puimurin läpi kulkeva materiaali jaetaan kahteen komponenttiin: jyvät ja muu materiaali kuin jyvät. Jälkimmäisestä käytetään kirjallisuudessa yleisesti lyhennettä MOG, joka tulee englanninkielisistä sanoista material other than grain (ISO 6689 1981). Jyviin lasketaan mukaan myös puintitappiojyvät eli kohlimilta ja seulastolta peltoon menevät jyvät.

Puimurin puintitehon määrää yleensä puitu olkimäärä. Siksi puintiteho ilmoitetaan olkitechona. Olkitechoon lasketaan mukaan myös ruumenet. Olkitechon avulla voidaan edelleen määrittää puimurin jyväteho, kun puidun materiaalin olki-jyväsuhde tunnetaan (Valtion maatalousteknologian tutkimuslaitos 1988). Puintikokeissa viljojen olki-jyväsuhteen pitäisi olla välillä 0,6 - 1,2 (ISO 6689 1981).

Puimurin puintiteho mitataan noin 100 metrin mittaisilta, suorilta koematkoilta. Ajonopeutta lisätään asteittain, jolloin kuormitus kasvaa ja samalla puintitappiot kasvavat. Puintitappioille on ominaista, että ne kasvavat ensin hitaasti mutta tietyn vaiheen jälkeen yhä nopeammin (JÄRVENPÄÄ ja LAUROLA 1987). Puintitehoksi ilmoitetaan teho, joka saavutetaan kokonaistappion ollessa 2 % puidusta jyvämäärästä. Puintitappioon luetaan mukaan kela-, kohlin- ja seulastotappiot, kuva 11. Puintitehon mittaustavasta johtuen tulokseksi saadaan paljon käytännön puintitehoa suurempi luku, koska käänös-, tyhjennys- ym. häiriöaikoja ei oteta kansainvälisen tavan mukaan huomioon (Valtion maatalousteknologian tutkimuslaitos 1988). Puimurin tehoa kokonaisuutena arvioitaessa puintitehoa osoittava luku on yksi tekijä muiden arvosteluperusteiden joukossa.



Kuva 11. Puintitappion osatekijät.

5 PUINTIKOKEET

Tutkimuksen kokeellinen osa oli kolmivaiheinen. Ensiksi selvitettiin puintiin liittyvät ongelmat ja määritettiin leikkuupuimurin tärkeimpien säätöjen toiminta-alueet kirjallisuuden ja omakohtaisten kokemusten avulla. Näin toimittiin, koska tutkimuksen tekijöillä ei ollut aikaisempaa kokemusta öljypellavan puinnista. Lisäksi kokemuseräistä tietoa öljypellavan puinnista oli tuohon aikaan saatavissa hyvin vähän.

Toisen vaiheen puintikokeissa tutkittiin puintikelan kehänopeuden ja puintivälin vaikutusta puintitappioihin ja siementen vaurioitumiseen. Kokeiden avulla saatiin selville, että selvästi eniten puintitappioita aiheuttivat rikkoutumattomat siemenkodat, joka menivät seulastolta yli peltoon. Tutkimuksen kolmannessa vaiheessa 1994 tutkittiin, voidaanko rikkoutumattomien siemenkotien aiheuttamia puintitappioita pienentää hankauslevyjen ja rajaispuintilaitteen avulla.

5.1 Koekenttien perustaminen ja hoito, kasvustohavaintoja

Vuonna 1993 öljypellava kylvettiin 11. - 12.5. Koealueet olivat maalajiltaan runsasmultaista hiesu- ja liejusavea. Suurin yhtenäinen koealue kynnettiin keväällä, muut alueet olivat syksyllä kynnettyjä. Maa muokattiin matalaan, 2 - 3 cm syvyyteen ennen kylvöä. Helmi-öljypellavan siemenmäärä oli 70 kg/ha. Lannoitteen sisältämät ravinnemäärät hehtaaria kohden olivat 54 kg N, 15 kg P ja 30 kg K.

Yksivuotiset rikkakasvit torjuttiin 10.6. Glean 20 DF -torjunta-aineella. Käyttömäärä oli 10 g/ha ja vesimäärä 200 l/ha. Alustaviin puintikokeisiin tarkoitetusta kasvustosta puolet ruiskutettiin varsiston kuivattamiseksi 30.8. Reglone-torjunta-aineella. Varsinaiisiin puintikokeisiin tarkoitettu kasvusto ruiskutettiin samalla aineella 14.9. Käyttömäärä oli 3 l/ha ja vesimäärä 400 l/ha. Kummankin aineen käyttöön haettiin erikoislupa torjunta-ainelautakunnalta, koska kyseisiä aineita ei ole hyväksytty käytettäväksi öljypellavalla.

Taimien määrä oli 690 kpl/m² eli lähellä Suomessa suositeltavan kasvutiheyden, 700 - 800 kpl/m² alarajaa. Pellavan kukinta alkoi 7.7. ja päättyi 25.7. Kasvusto lakoontui kauttaaltaan kukinnan loppuvaiheessa. Pellava nousi kuitenkin pian lakoontumisen jälkeen irti maasta ja sama ilmiö todettiin myöhemmin rankkojen sadekuurojen jälkeen. Puintivaiheessa pellava oli selvästi irti maasta, eikä lakoontuminen haitannut merkittävästi puintia. Rikkakasvien torjunta onnistui erittäin hyvin eikä niistä siksi ollut haittaa missään vaiheessa. Varsiston kemiallinen kuivattaminen oli selvästi silmin nähtävissä ja siitä olisi ollut varmasti enemmän hyötyä, jos tuleentuminen olisi ollut normaalista myöhässä tai kasvustossa olisi ollut runsaasti rikkakasveja.

Vuonna 1994 öljypellava kylvettiin 16.5. Koealue oli maalajiltaan liejusavea. Maa oli syksyllä kynnettyä ja se muokattiin matalaan, 2 - 3 cm syvyyteen ennen kylvöä. Helmi-öljypellavan siemenmäärä oli 45 kg/ha. Lannoitteen sisältämät ravinnemäärät hehtaaria kohden olivat 40 kg N, 11 kg P ja 22 kg K. Siemen- ja lannoitemääriä pienennettiin edellisestä vuodesta, koska halusimme välttää kasvuston lakoutumisen.

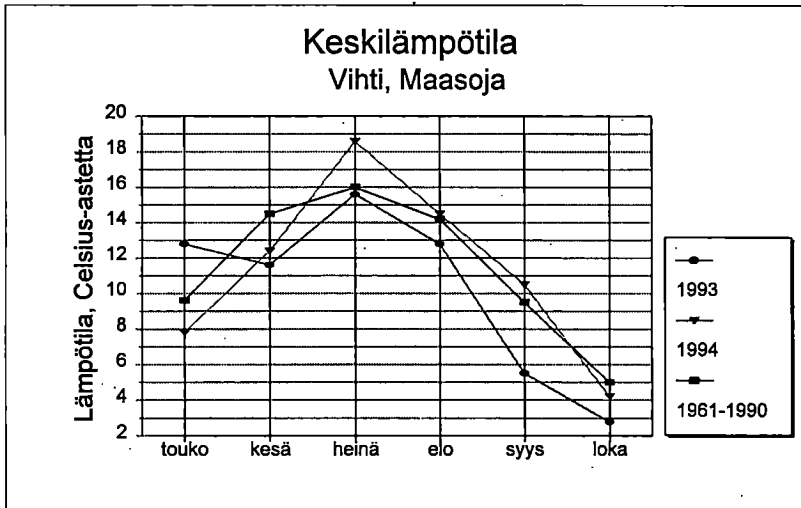
Taimien määrä oli pienemmällä lohkollla 455 kpl/m² ja suuremmalla lohkollla 409 kpl/m². Pian taimettumisen jälkeen koelohkollla todettiin olevan niin runsaasti juolavehnnää, että se vaarantaisi kokeen onnistumisen. Juolavehnnä torjuttiin 17.6. Fusilade 2000 -torjunta-aineella. Käyttömäärä oli 3 l/ha ja vesimäärä 200 l/ha. Yksivuotiset rikkakasvit torjuttiin 21.6. Glean 20 DF -torjunta-aineella. Käyttömäärä oli 20 g/ha ja vesimäärä 200 l/ha. Sekä juolavehnnän että yksivuotisten rikkakasvien torjunta onnistui erittäin hyvin.

Pellavan kukinta alkoi 12.7. ja päättyi 23.7. Kasvusto oli korjuu-aikaan erittäin tasainen, täysin pysty eikä siinä ollut korjuuta haittaavia rikkakasveja. Pellava tuleentui tasaisesti, vaikka varsistoa ei kuivattu kemiallisesti. Siemensato oli myös hyvä. Toinen koevuosi osoitti, että pellon kasvukyky kannattaa ottaa huomioon siemen- ja lannoitemääristä päätettäessä. Pellava kasvoi kumpanakin vuonna lohkoilla, joilla maan ravinne- ja vesitalous oli pellavalle ilmeisen edullinen.

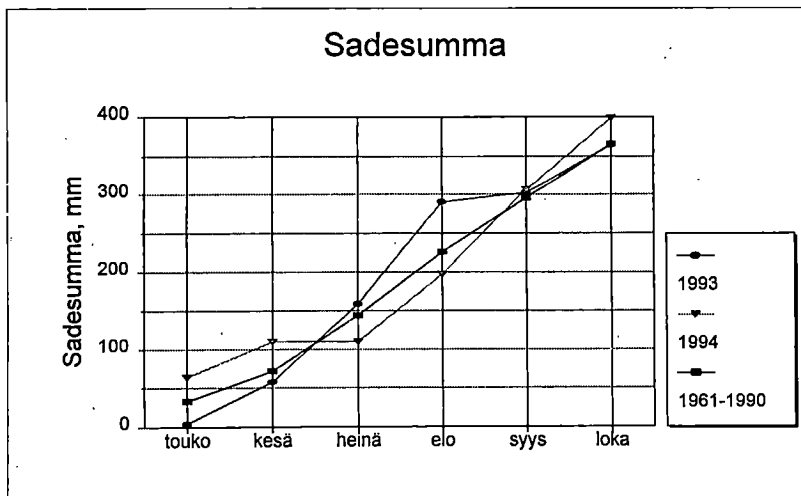
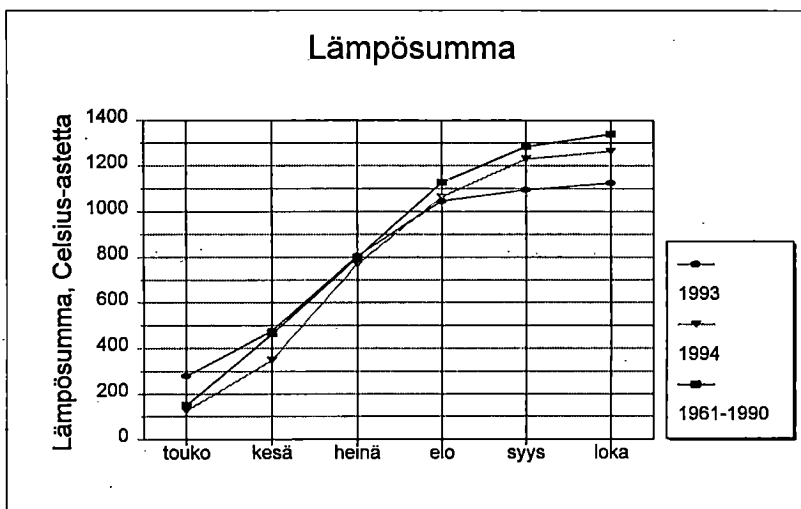
5.2 Kasvukausien säätila

Kasvukausien sää tiedot ovat Vihdin Maasojan mittausasemalta, joka sijaitsee 3 kilometrin etäisyydellä koealueilta. Kasvukauden 1993 alku oli tavallista lämpimämpi, mutta sää viileni toukokuun loppupuolella. Toukokuussa oli hellepäiviä yhtä paljon kuin kesä-elokuussa yhteensä. Kesä-, heinä- ja elokuun keskilämpötila oli Etelä-Suomessa 13 - 14 astetta, mikä oli runsaan asteen tavallista viileämpi. Toukokuu oli vähäsateinen, mutta kesä- ja elokuussa satoi tavallista runsaammin. Heinäkuun 24. päivän sade (43 mm) lakoonnutti pellavan kukinnan loppuvaiheessa. Sateille oli tyypillistä lyhyt kesto ja runsas sademäärä. Viileydestä ja sateisuudesta huolimatta vuoden 1993 kaltaisia kesiä esiintyy joka vuosikymmenellä. Syyslokakuun keskilämpötila ja sademäärät olivat pitkäaikaisia keskiarvoja alhaisemmat. Syyskuussa oli kaksi 5 vuorokauden pituista poutajaksoa eli korjuusäät olivat poikkeuksellisen hyvät.

Kasvukauden 1994 alku oli tavallista viileämpi. Toukokuun keskilämpötila oli 1,8 °C pitkäaikaisia keskiarvoja alhaisempi. Yöhalloja esiintyi vielä toukokuun 29. päivänä. Myös kesäkuu oli tavallista viileämpi. Keskilämpötila oli yli 2 astetta pitkäaikaisia keskiarvoja alempi. Kasvukausi oli tällöin yli viikon myöhässä. Toukokuun alkupuoli oli vähäsateinen, mutta toukokuun loppupuolella ja kesäkuussa satoi tavallista runsaammin. Heinäkuu oli Etelä-Suomessa 2 - 3 astetta tavallista lämpimämpi. Hellepäiviä oli 15 - 25. Heinäkuu oli myös kuiva. Maasojan sääasemalla ei satanut lainkaan. Elo-syyskuu oli Etelä-Suomessa asteen tavallista lämpimämpi. Sademäärät olivat elo-, syys- ja lokakuussa pitkäaikaisia keskiarvoja suuremmat. Syyskuussa pisin poutajakso kesti 7 vuorokautta (kuva 12.).



Kuva 12. Kasvukausien 1993 ja 1994 kuukausittaiset keskilämpötilat, tehoisan lämpötilan summat ja sadesummat verrattuna jakson 1961 - 1990 keskiarvoihin Vihdin Maasojan mittausasemalla.



5.3 Määritelmät

Leikkuupuimurin puintikoneiston kokonaistappiot jaetaan kela-, kohlin- ja seulastotappioihin kuten kohdassa 4.4 on esitetty. Tutkimuksen aikana todettiin huomattavan suuren osan tappiosta muodostuvan siemenistä, jotka menevät ehjien tai osittain ehjien siemenkotien mukana yli kohlimilta tai seulastolta. Perinteisen tavan mukaan osa niistä olisi pitänyt lukea

mukaan kohlintappioihin ja osa seulastotappioihin. Tässä tapauksessa katsottiin tarkoituksenmukaiseksi lukea ne mukaan kelatappioihin, koska tappion varsinainen aiheuttajahan oli puintikela, joka ei pystynyt rikkomaan kaikkia kotia.

Vuoden 1993 siemensadon laatumääritykset tehtiin Kasvintuotannon tarkastuskeskuksen Siementarkastusosastolla. Luokituksessa osuudet on ilmoitettu prosentteina. Itävyyskoe tehtiin puhtaista siemenistä. Siemensadosta otettu näyte luokiteltiin seuraavasti:

- puhtaat siemenet: eheät siemenet,
- rikkoutuneet siemenet: siemenen palaset, litistyneet, haljenneet, hankautuneet siemenet
- itäneet: alkio oli turvonnut tai venynyt ja
- roskat: tähän luokkaan kuuluvat kasviroskat, viljakasvien jyvät ja pahkat.

Vuoden 1994 sadon laatumääritykset tehtiin VAKOLAssa. Näytteet luokiteltiin kolmeen luokkaan:

- puhtaisiin siemeniin,
- roskeisiin ja
- siemeniin, jotka olivat ehjien tai osittain rikkoutuneiden siemenkotien sisällä.

Itävyyskoe tehtiin käyttäen puhtaita siemeniä. Myös tuhannen siemenen paino laskettiin puhtaista siemenistä.

5.4 Puintikoneiston säätöjen vaikutus puintitappioihin

5.4.1 Koejärjestely

Puintikokeissa tutkittiin puintikelan pyörimisnopeuden ja puintivälin vaikutusta öljypellavan puintitappioihin, siementen laatuun ja puintikoneiston kuormittumiseen. Puintikokeet tehtiin 27.9. - 30.9.1993 Maatalouden tutkimuskeskuksen Maatalousteknologian tutkimuslaitoksella Vihdissä. Kokeita ajettiin päivittäin kello 12.00 jälkeen 7 - 14 kpl. Koejärjestelyn perusrakenne ja lohkotus sekä koekaistojen, tutkittavien faktoritasojen, puintikelan pyörimisnopeuden ja puintivälin tasojen satunnaistaminen perustui satunnaistettujen lohkojen mukaisen faktorikokeen rakennemalliin. Rakennemallin mukaisesti koalue oli jaettu kolmeen lohkokseen, jossa jokainen lohko sisälsi 14 puintikaistaa. Puintikelan pyörimisnopeuden ja puintivälin säätöyhdistelmät satunnaistettiin jokaisen lohkon sisällä eri puintikaistoille. Säätöyhdistelmiä oli 12: neljä erilaista puintikelan pyörimisnopeutta ja kolme puintiväliä. Jokaisen lohkon 7. ja 14. puintikaista ajettiin lohkon 1. puintikaistan säädöillä. Tällä järjestelyllä voitiin todeta puintiolojen muuttuminen lohkon puintiin kuluvana aikana.

Puintikokeet tehtiin leikkuupuimurien koetusstandardien mukaisesti. Kokeissa käytettiin Sampo Rosenlew 690 turbo -leikkuupuimuria, joka oli varustettu puintitappioiden selvittämisessä tarvittavalla laitteistolla. Kokeissa puitiin 90 metrin pituisia koekaistoja puimurin koko työlevyvedellä. Kaistojen väliin jäi 0,3 - 1,0 metrin levyinen puimaton vyöhyke. Leikkuupuimuri-

murin saavutettua täyden kuormituksensa 50 - 60 metrin puinnin jälkeen kerättiin kohlimilta tuleva varsisto 25 metrin matkalta muovipeitteen päälle. Samanaikaisesti kerättiin seulastolta tulevat ruumenet pussiin. Varret ja ruumenet puitiin uudelleen erikoisrakenteisella puimurilla, jolla varsiin ja ruumeniin jääneet siemenet saadaan erotelluksi. Jokaisen koepuinnin yhteydessä punnittiin koekaistan siemensato sekä varsiston ja ruumenten määrä 25 metrin matkalta.

Kuivauksen jälkeen tappiosiemennistä puhdistettiin roskat ja siemenet punnittiin. Puhtaiden siementen kosteus mitattiin tappioiden lopullista laskemista varten. Puhdistus- ja lajitteluvaiheessa erotettiin kohlin- ja seulastotappiosta siemenkodat ja niiden osat. Erottelun jälkeen kodat rikottiin hankaamalla, siemenet puhdistettiin ja punnittiin.

Hehtaarin siemensato laskettiin puintikosteana ja siihen lisättiin puintitappiot puintikosteuteen muutettuna. Hehtaarin varsisato laskettiin vastaavasti puintikosteana. Varsi-siemensuhde saatiin jakamalla varsisato siemensadolla. Siemen-, varsi- ja kokonaisteho (kg/s) laskettiin siemen- ja varsimäärien sekä puintiin kuluneen ajan perusteella. Puintitappiot laskettiin sekä prosentteina siemensadosta että kilogrammoina hehtaaria kohden. Laskennassa puintitappiot muutettiin puintikosteuteen kertoimen avulla.

5.4.2 Leikkuupuimurin säädöt

Puintikelan kehänopeudet ja puintivälit valittiin kirjallisuuden ja alustavien koepuintien perusteella. Muut säädöt pidettiin vakiona tai niille määrättiin toimintatasot.

Puintikelan pyörimisnopeuksia oli neljä: 900, 1000, 1100 ja 1200 r/min. Pyörimisnopeus mitattiin puintikelan akselin päästä Tachometer-mittarilla. Puintivälejä oli kolme: 4 mm/3 mm, 7 mm/6 mm ja 10 mm/8 mm. Ensimmäinen mitta on varstasillan etuosan ja puintikelan väli ja toinen varstasillan takaosan ja puintikelan väli.

5.4.3 Kasvusto ja sää kokeiden aikana

Puintikokeiden aikana mitattiin sängin ja kasvuston korkeus sekä siemenen ja varsiston kosteus. Pellavan kosteus oli korkeimmillaan koepuintikauden alussa ja aleni loppua kohden. Kosteus vaihteli myös yksittäisen koepäivän aikana (taulukko 3.).

Taulukko 3. Kasvustoa ja säää kuvaavien muuttujien lohkokittaiset keskiarvot ja keskihajonnat vuonna 1993.

	Lohko 1		Lohko 2		Lohko 3	
	27. - 28.9.1993		28. - 29.9.1993		29. - 30.9.1993	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Ilman lämpötila, °C	8	1	7	1	10	0
Ilman suhteellinen kosteus, % RH	76	6	71	5	60	3
Siementen kosteus, %	16,6	0,5	16,5	0,5	14,9	0,4
Varsien kosteus, %	18,7	2,3	18,3	3,5	13,5	0,9
Kasvuston korkeus, cm	80	3	78	2	80	2
Sänginpituus, cm	14	2	14	2	15	1
Siemensato, kg/ha	1227	87	1385	58	1215	93
Varsisato, kg/ha	3656	608	3806	456	3432	387
Ruumensato, kg/ha	1539	251	1420	183	1495	246

Puintioloja kuvaavina tekijöinä mitattiin ilman suhteellinen kosteus ja lämpötila jatkuvana mittauksena Lambrechtin termohygrografilla. Tiedot yhdistettiin kuhunkin puintikaistaan kellonajan avulla. Puintikokeiden aikana sää oli poutainen. Ilman suhteellinen kosteus aleni ja lämpötila nousi kokeiden loppua kohden (taulukko 3.).

Siemen-, varsi- ja ruumensadot on ilmoitettu puintikosteana. Varsisato on leikkuupuimurin kautta kulkenut varsien ja ruumenten yhteenlaskettu määrä.

5.5 Hankauslevyjen vaikutus puintitappioihin

5.5.1 Koejärjestely

Kokeissa tutkittiin puintikelan pyörimisnopeuden ja hankauslevyjen vaikutusta öljypellavan puintitappioihin, siementen laatuun ja puintikoneiston kuormittumiseen. Puintikokeet tehtiin 22. - 24.9.1994. Kokeita ajettiin päivittäin kello 12.00 jälkeen 9 - 18 kpl. Koejärjestelyn perusrakenne, lohkotus, koekaistojen ja tutkittavien faktoritasojen, puintikelan pyörimisnopeuden sekä peitettyjen varstavälimäärän tasojen satunnaistaminen perustui osaruutukokeen rakennemalliin. Rakennemallin mukaisesti koealue oli jaettu neljään lohkokseen, jossa jokainen lohko sisälsi 9 puintikaistaa. Pääfaktorina oli peitettyjen varstavälien määrä, joka satunnaistettiin ensin jokaisen lohkon sisällä. Puintikelan pyörimisnopeus satunnaistettiin jokaisen pääfaktoritason sisällä eri puintikaistoiksi. Säätyyhdistelmiä oli 9: kolme puintikelan pyörimisnopeutta ja 3 peitettyä varstavälien määrää. Puintikokeet tehtiin leikkuupuimurien koetusstandardien mukaisesti, kuten 1993 puintikokeissa.

5.5.2 Leikkuupuimurin säädöt

Puintikelan pyörimisnopeudet valittiin vuoden 1993 puintikokeiden perusteella. Pyörimisnopeudet olivat: 1000, 1100 ja 1200 r/min. Pyörimisnopeus mitattiin puintikelan akselin päästä Tachometer-mittarilla. Peitettyjen varstavälien määrät olivat 0 (ei hankauslevyjä), 3 (yksi hankauslevy) ja 5 (kaksi hankauslevyä). Muut säädöt pidettiin vakiona tai määrättiin toimintatasot. Varstasillan etuosan ja puintikelan väli oli 4 mm sekä varstasillan takaosan ja puintikelan väli 2 mm kaikissa kokeissa.

5.5.3 Kasvusto ja sää kokeiden aikana

Kasvustoa ja säätä luonnehtivat muuttujat mitattiin vastaavalla tavalla kuin 1993 puintikokeiden aikana. Sää oli poutainen, pilvetön tai puolipilvinen ja suurelta osiltaan tyyni. Puinnit aloitettiin puolenpäivän jälkeen, kun kaste oli kuivunut. Ilman suhteellinen kosteus vaihteli välillä 72 - 93 %. Ilma oli kosteinta ensimmäisten koepuintien aikana. Ilman kosteus oli pienin ja lämpötila korkein toista ja kolmatta lohkoa puitaessa (taulukko 4).

Pellavan siemenen kosteus aleni koko puintikokeiden ajan. Koepäivien aikana siemenkosteus oli korkein ensimmäisten puintikokeiden aikana. Varsien kosteusvaihtelut lohkojen sisällä olivat suurempia kuin siemenen, mutta selvää muutosta ei ollut havaittavissa. Siemensato puintikosteana vaihteli välillä 1644 - 2581 kg/ha (taulukko 4).

Taulukko 4. Kasvustoa ja säätä luonnehtivien muuttujien lohkottaiset keskiarvot ja keskihajonnat vuonna 1994.

Muuttuja	Lohko 1. 22.9.		Lohko 2. 23.9.		Lohko 3. 23.9		Lohko 4. 24.9	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Ilman lämpötila, °C	10	1	13	0	13	0	8	0
Ilman suhteellinen kosteus, % RH	85	3	74	3	77	2	89	3
Siemenkosteus, %	19,3	0,9	19,1	1,4	15,9	0,9	15,5	0,6
Varsien kosteus, %	27,6	4,7	27,9	3,0	27,7	3,3	30,9	5,4
Kasvukorkeus, cm	60	2	59	1	56	2	56	1
Sänginpituus, cm	32	2	27	3	23	2	26	2
Siemensato, kg/ha	2554	116	2106	212	1865	120	2220	150
Varsisato, kg/ha	1704	219	1704	200	1761	113	1977	167
Ruumensato, kg/ha	1012	101	874	87	932	80	884	103

Siemen-, varsi- ja ruumensadot on ilmoitettu puintikosteana. Varsisato on leikkuupuimurin kautta kulkenut varsien ja ruumenten yhteenlaskettu määrä.

5.6 Rajaispuintilaitteen vaikutus puintitappioihin

Rajaispuintilaite on lisävaruste, joka asennetaan rajaisruuvien yläpäähän. Rajaispuintilaitteen nopeasti pyörivät, kumiset siivet hankaavat rajaisia vastinlevyjä vasten. Toinen kokeiltavista vastinlevyistä oli sileä ja toinen poimutettu.

5.6.1 Koejärjestelyt

Kokeissa tutkittiin rajaispuintilaitteen vaikutusta öljypellavan puintitappioihin ja puintikoneiston kuormittumiseen. Koejärjestelyn perusrakenne, lohkotus, koekaistojen ja tutkittavan rajaispuintilaitteen hankauslevytyypin tasojen satunnaistaminen perustui satunnaistetun lohkojen muotoiseen rakennemalliin. Rakennemallin mukaisesti koealue oli jaettu neljään lohkokon, jossa jokainen lohko sisälsi 2 puintikaistaa. Rajaispuintilaitteen hankauslevytyypin tasot satunnaistettiin jokaisen lohkon sisällä. Puintikokeet tehtiin leikkuupuimurien koetusstandardien mukaisesti kuten aiemmissakin puintikokeissa.

5.6.2 Leikkuupuimurin säädöt

Leikkuupuimurin säädöt pidettiin vakioina tai määrättiin niiden toimintatasot. Puintikelan pyörimisnopeus oli 1200 r/min ja puintiväli edessä 4 mm ja takana 2 mm. Ruumenseulan läppien väli oli 6 mm ja siemenseulan aukkokoiko oli 4 mm. Puhaltimen pyörimisnopeus oli 550 r/min ja suunnattuna taakse. Ruumenseulan jatke oli ylimmässä asennossa.

5.6.3 Kasvusto ja sää kokeiden aikana

Sää oli puolipilvinen ja enimmäkseen tyyni. Puinnit aloitettiin puolenpäivän jälkeen, kun puinnin todettiin sujuvan häiriöttä. Sään ja kasvuston vaihtelu oli vähäistä, koska kokeet tehtiin yhden päivän aikana ja koekaistoja oli vain 8 (taulukko 5).

Taulukko 5. Kasvustoa ja säätä kuvaavien muuttujien keskiarvot vuonna 1994.

Muuttuja	Keskiarvo	Keskihajonta
Ilman lämpötila, °C	4,6	0,5
Ilman suhteellinen kosteus, % RH	70	2
Siemenkosteus, %	20,6	0,8
Varsien kosteus, %	22,4	2,2
Kasvukorkeus, cm	54	3
Sängenpituus, cm	23	1
Siemensato, kg/ha	1966	67
Varsisato, kg/ha	1727	114
Ruumensato, kg/ha	952	90

Siemen-, varsi- ja ruumensadot on ilmoitettu puintikosteana. Varsisato on leikkuupuimurin kautta kulkenut varsien ja ruumenten yhteenlaskettu määrä.

5.7 Aineiston edustavuus

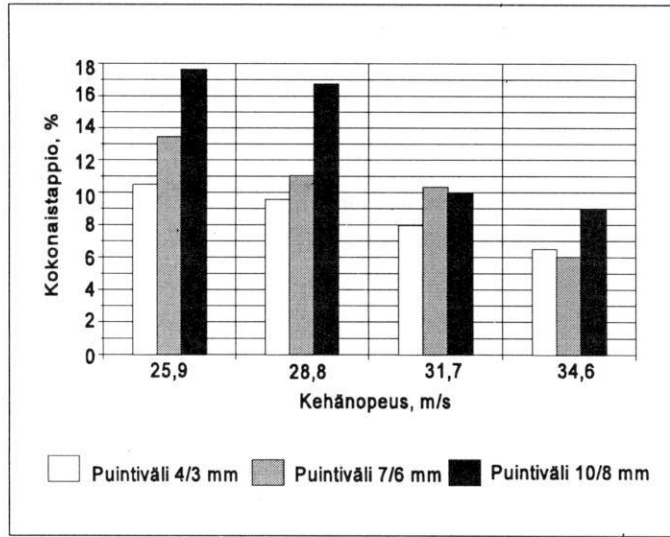
Puintikokeisiin vaikuttavat oleellisesti sää ja kasvuston tila puintihetkellä. Näin ollen yksittäiset tulokset edustavat tarkasti vain kulloinkin puintihetkellä vallinneita puintioaloja. Kokeisiin vaikuttavat myös kasvilajike, leikkuupuimurin rakenne ja toiminta sekä käytetyt säätöyhdistelmät, mitkä on siis otettava huomioon tulosten tarkastelussa. Kokeet sisältävät lukuisia vakioituja leikkuupuimurin säätöjä, esimerkiksi ajonopeus oli 3 km/h kaikissa kokeissa, joissa mitattiin puintitappioiden määrä. Puintikokeiden tulokset ovat kahdelta eri vuodelta, jotka poikkesivat kasvuston osalta toisistaan huomattavasti.

Syksyn 1993 puintikokeiden aineisto kuvaa kemiallisesti käsitellyn ja lakoontuneen kasvuston puintia. Kasvusto oli tuleentunutta, mutta puidun kasvuston määrä oli suuri suhteessa siemensatoon. Puintiajan sademäärä oli keskimääräistä pienempi. Syksyn 1994 aineisto edustaa tilannetta pystykasvustossa. Kasvusto oli tuleentunutta lukuun ottamatta varsiston yläosaa, joka oli vielä vihertävä. Puintikosteudet ja sen muutokset olivat syksyn 1993 puintikokeita suuremmat. Sademäärä oli keskimääräistä suurempi, mutta puintiajan pouta oli syksyille tyypillinen sää. Pellava leikattiin korkeaan sänkeen ja siemensato oli suurempi kuin vuotta aiemmin. Olkien ja ruumenten määrä suhteessa siemensatoon oli siksi pienempi.

Vuosien 1993 ja 1994 kokeet tehtiin niin vaihtelevissa sää- ja kasvusto-olosuhteissa, että kokonaisuutena aineistoa voidaan pitää edustavana. Aineiston muuttujien kerranteiden määrä oli tilastollisiin testeihin pieni, johtuen kokeiden luonteesta. Kerranteiden vähäinen määrä pienensi testien voimakkuutta ja luotettavuutta. Kuitenkin koejärjestelyn ja tilastollisten testien avulla oli mahdollista vähentää satunnaisvaihtelua ja saada selville mielenkiinnon kohteena olevien tekijöiden vaikutus.

6 TULOKSET

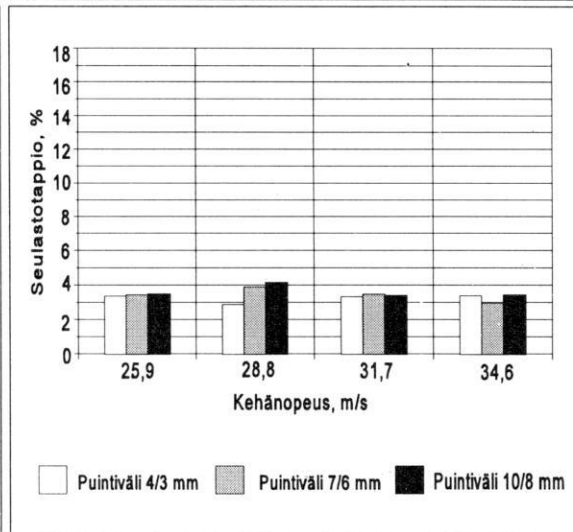
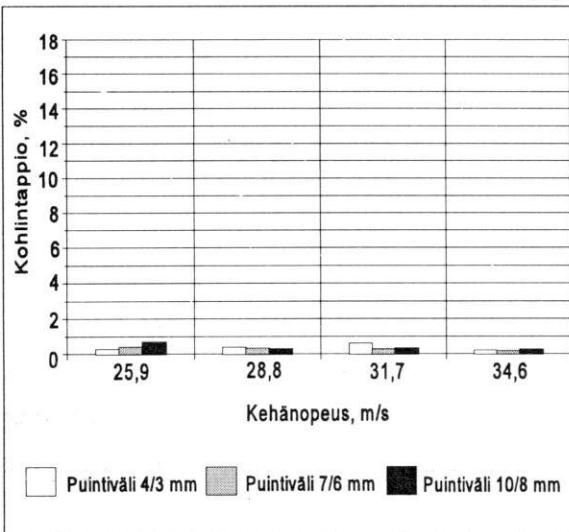
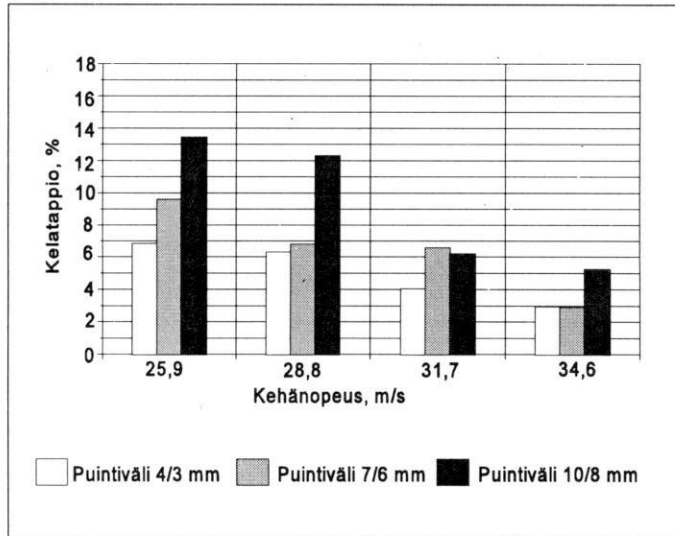
Siemensatoon suhteutetut kokonaistappiot olivat vuoden 1993 kokeissa suuria, jos niitä verrataan viljan puintikokeissa käytettävään 2 %:n ylärajaan (kuva 13). Suurimmat tappioiden aiheuttajat olivat perinteinen kelatappio ja tappiot, joissa siemenet menivät ehjissä tai osittain ehjissä kodissa seulaston yli. Varstasillan säädöt vaikuttivat näihin puintitappioihin eniten. Puintikokeet tehtiin lakokasvustossa, mikä osittain selittää suuren kokonaistappion.



Kuva 13. Puintikelan kehänopeuden ja puintivälin vaikutus kokonaistappioihin.

6.1 Puintikelan kehänopeuden ja puintivälin vaikutus puintitappioihin

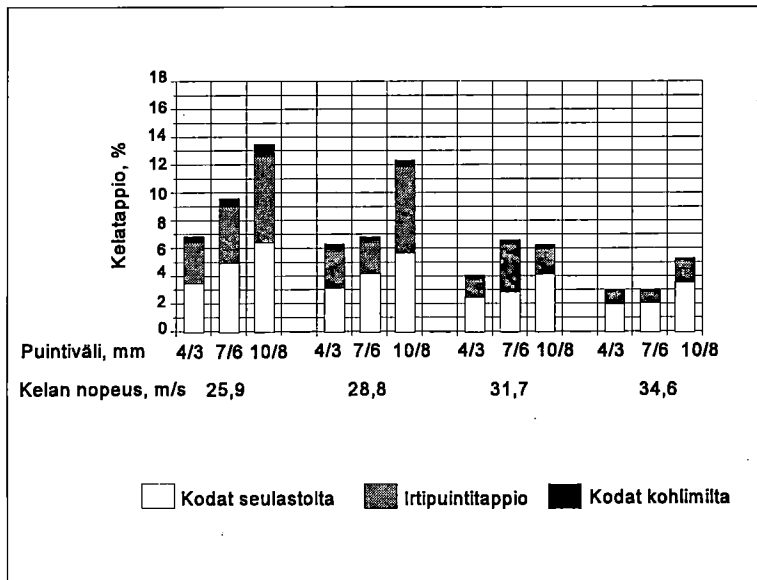
Sekä puintikelan kehänopeuden lisääminen että puintivälin pienentäminen pienensivät kelatappiota, mutta ne eivät vaikuttaneet kohlin- eikä seulastotappioon, kuva 14. Tulos poikkeaa



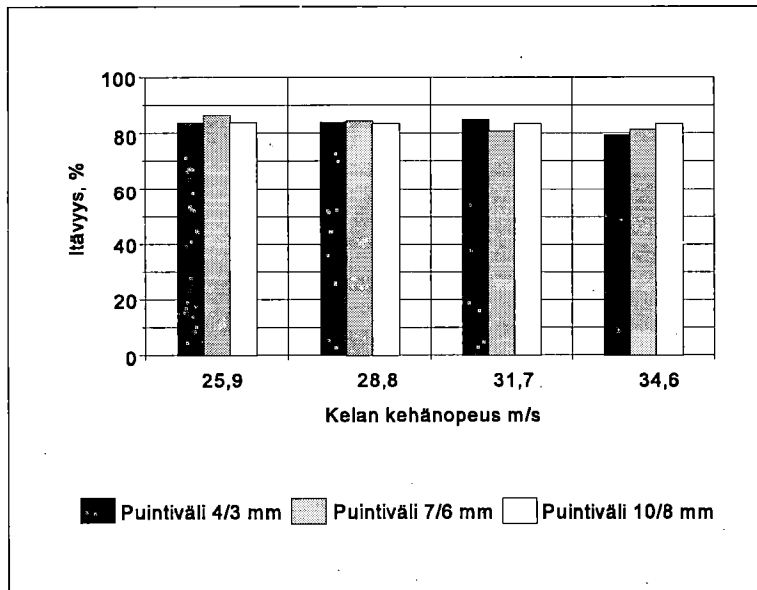
Kuva 14. Puintikelan kehänopeuden ja puintivälin vaikutus kela-, kohlin- ja seulastotappioihin.

viljanpuinnista siinä, että pellavan sitkeä varsi ei silppuuntunut rajunkaan puinnin seurauksena. Kohlímia tai seulastoa ei voida näin ylikuormittaa kuten viljanpuinnissa vastaavassa tilanteessa kävisi. Puimuria säädettäessä voidaankin keskittyä löytämään hyväksyttävä kelatappioiden ja rikkoutuneiden siementen määrä. Puintivälin ollessa suuri kelan kehänopeudella on suurempi vaikutus kelatappioihin kuin puintivälin ollessa pieni, mikä johtuu kelan hankausvai-
 kutuksen vähenemisestä. Kokonaistappiot (kuva 13) olivat alimmillaan hieman yli 6 %. Rahassa mitattuna tappio on 250 markkaa hehtaaria kohden kun hehtaarisadoksi oletetaan 1800 kg/ha ja elintarvikkeeksi menevän siemenen hinnaksi 2,30 mk/kg.

Kelatappion osuus kokonaistappiosta oli suurin kaikissa muissa kokeissa paitsi käytettäessä suurinta kehänopeutta ja kahta pienintä puintiväliä. Tällöin kelatappio oli seulastotappion



Kuva 15. Kelatappioiden jakauma irtipuintitappioon ja ehjiin kotiin, jotka menevät yli seulastolta ja kohlímilta.



Kuva 16. Puintikelan kehänopeuden ja puintivälin vaikutus siementen itävyyteen.

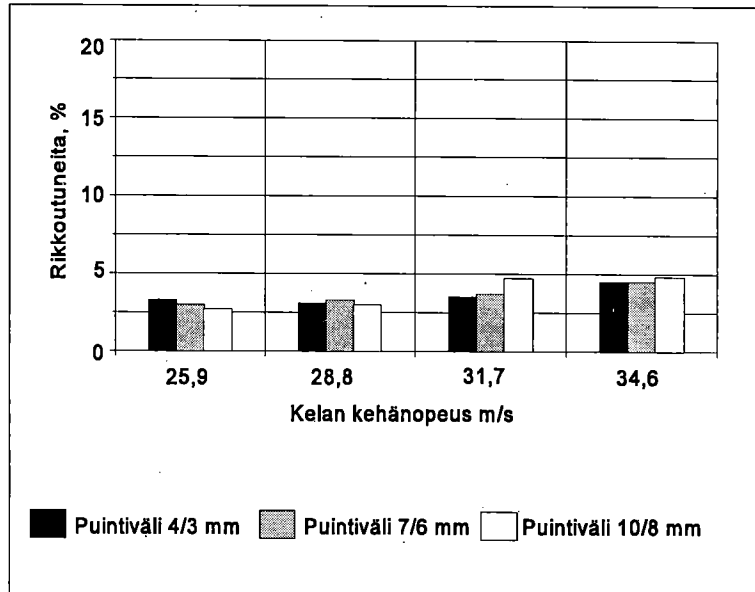
suuruinen. Kelatappioita syntyi kolmella tavalla: varsiin jäi kiinni rikkoutumattomia siemenkotia, jotka menivät varsien mukana peltoon kohlímilta (irtipuintitappio) ja varsista irronneita, ehjiä siemenkotia meni peltoon sekä kohlímilta että seuloilta (kotatappiot). Määrällisesti kotatappiot olivat irtipuintitappioiden suuruisia (kuva 15).

6.2 Puintikelan kehänopeuden ja puintivälin vaikutus siementen itävyyteen ja rikkoutumiseen

Itävyyskoe tehtiin siemenillä, joissa ei havaittu pintavauriota. Näiden siementen osuus näytteestä oli yli 90 %. Siementen itävyys ja rikkoutuminen tutkittiin KTTK:n siementarkastusosastolla pellavalle laadittujen idätysohjeiden mukaan.

Siementen itävyys aleni käytettäessä suurinta tai toiseksi suurinta kelan kehänopeutta ja pienintä tai toiseksi pienintä puintiväliä. Kehänopeuden suurentaminen alensi itävyyttä enemmän kuin puintivälin pienentäminen (kuva 16). Lisäksi todettiin lohkojen välisiä tuloksia vertaamalla, että siementen puintikosteuden alentuessa itävyys säilyi korkeampana.

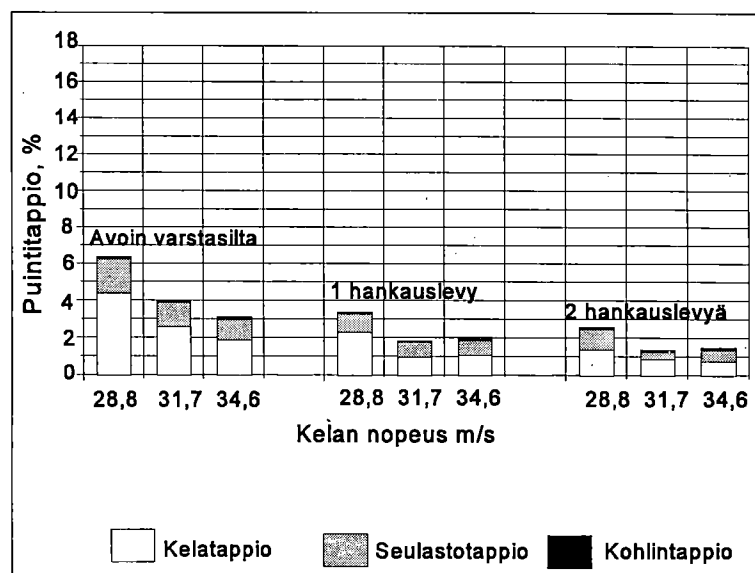
Rikkoutuneiden siementen määrä oli 2,5 - 4,5 %. Rikkoutuneiksi laskettiin siementen palaset, litistyneet, haljonneet ja hankautuneet siemenet. Rikkoutuneiden siementen osuus suureni kelan kehänopeuden kasvaessa. Erot eivät kuitenkaan olleet suuria. Puintivälillä ei ollut merkittävää vaikutusta rikkoutumiseen (kuva 17). Rikkoutuneiden siementen määrä suureni puintikosteuden laskiessa.



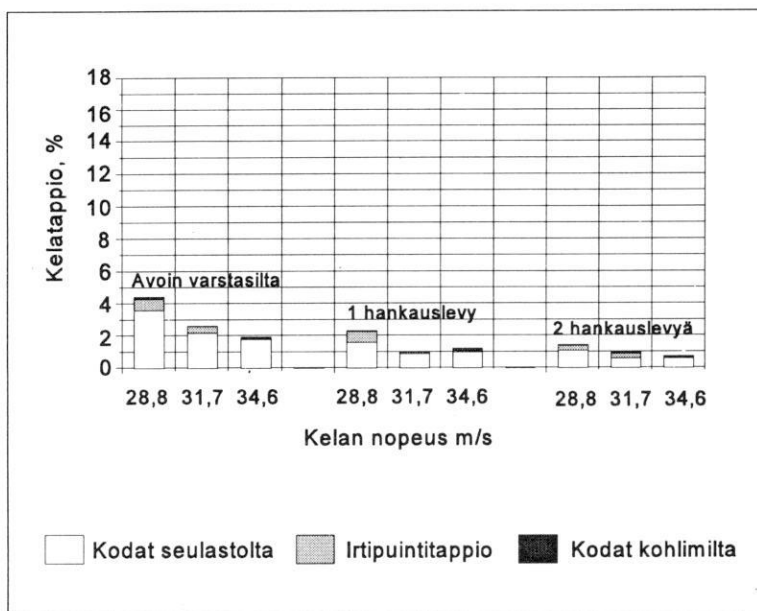
Kuva 17. Puintikelan kehänopeuden ja puintivälin vaikutus siementen rikkoutumiseen.

6.3 Puintikelan kehänopeuden ja hankauslevyjen vaikutus kelatappioihin ja siementen itävyyteen

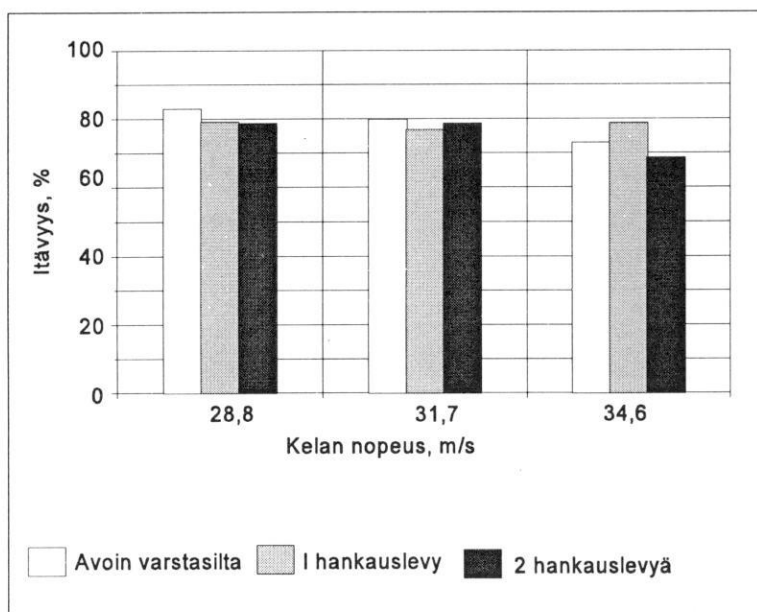
Vuoden 1993 kokeissa puintitappioiden pääasialliseksi aiheuttajaksi todettiin rikkoutumattomat siemenkodat, jotka menivät yli seulastolta ja kohlimilta. Myös irtipuintitappion osuus oli suuri. Toisaalta todettiin kahden suurimman kelanopeuden heikentävän itävyyttä ja lisäävän rikkoutuneiden siementen määrää. Siksi kokeita päätettiin jatkaa tutkimalla hankauslevyjen vaikutusta puintitappioihin ja itävyyteen. Ajatuksena oli lisätä hankauslevyjen avulla kelan ja varstasillan hankausvaikutusta, jolloin ainakin teoriassa olisi mahdollista alentaa kelan kehänopeutta puintitappioiden suurentamatta.



Kuva 18. Puintikelan kehänopeuden ja hankauslevyjen vaikutus puintitappioihin



Kuva 19. Puintikelan kehänopeuden ja hankauslevyjen vaikutus kelatappioihin



Kuva 20. Puintikelan kehänopeuden ja hankauslevyjen vaikutus siementen itävyyteen.

osuus, jonka muodostivat seulastolta yli menevät ehjät siemenkodat (kuva 19). Hankauslevyjen ansiosta siemenkodat olivat ilmeisesti rikkoutuneet selvästi tehokkaammin kelan ja varstasillan välissä, eikä varstasillan läpi ole siten mennyt niin paljon ehjiä siemenkotia. Käyttämällä puinnissa yhtä tai kahta hankauslevyä ja suurinta tai toiseksi suurinta kelan kehänopeutta puintitappio laski viljan puinnissa hyväksyttävänä pidettävän 2 %:n rajan alapuolelle. Hankauslevyjen määrän lisääminen yhdestä kahteen ei kuitenkaan pienentänyt merkittävästi puintitappiota mutta se alensi siementen itävyyttä suurinta kelan nopeutta käytettäessä (kuva 20). Näyttäisi siten olevan edullisinta käyttää yhtä hankauslevyä ja kelan nopeutta 31,7 m/s.

Verrattaessa vuosien 1993 ja 1994 puintitappioita voidaan todeta, että puintitappiot vuonna 1994 olivat 3,0 - 3,4 %-yksikköä pienempiä kuin vuonna 1993. Vertailu on tehty niiden kokeiden välillä, joissa on käytetty samaa leikkuupuimuria ja samoja säätöjä puintiväliä lukuun ottamatta. Puintiväli vuonna 1993 oli 4/3 mm ja 4/2 mm vuonna 1994. Säätöeron lisäksi on otettava huomioon puitavien kasvustojen erot. Vuonna 1993 kasvusto oli kauttaaltaan laossa ja vuonna 1994 täysin pystyä. Puimurin läpi kulkenut varsimassa oli vuonna 1993 yli kaksi kertaa niin suuri kuin 1994. Siemensato vuonna 1994 oli 71 % parempi kuin vuonna 1993. Tappion pienentyminen johtui mitä ilmeisimmin juuri kasvustosta ja mahdollisesti puintivälin pienentämisestä.

Hankauslevytpienensivät kelatappiota, mutta seulastosta ja kohlintappioon niillä ei ollut vaikutusta (kuva 18). Kelatappiosta pieni se

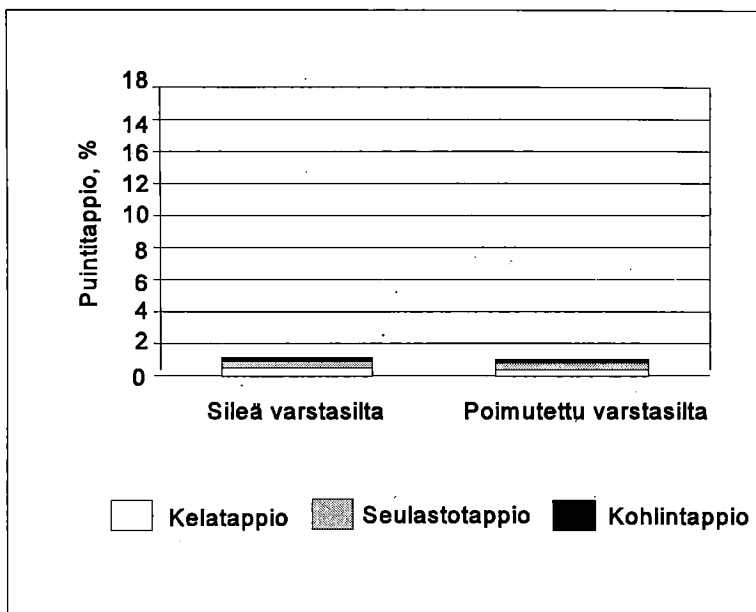
6.4 Rajaispuintilaitteen vaikutus puintitappioihin

Lisävarusteena saatavaa rajaispuintilaitetta kokeiltiin, koska kokeissa käytetyssä Sampo Rosenlew 690 -puimurissa rajaiset palaavat ruuvikuljettimen siirtämänä heittokuljettimen etuosaan. Siirron aikana siemenkodat hankautuvat ruuvia ja sen seinämiä vasten, mutta se ei ilmeisesti ole riittävän voimakas käsittely siemenkotien rikkomiseksi. Rajaispuintilaitteen kumiset siivet iskevät ja hiertävät siemenkotia, minkä uskottiin riittävän kotien rikkomiseen. Vertailua rajaispuintilaitteen kanssa ja ilman sitä ei kuitenkaan voitu tehdä täysin samoissa oloissa, koska rajaispuintilaitteen asentaminen vei 2 - 3 tuntia aikaa. Puintiolot olisivat muuttuneet sään vaikutuksesta niin paljon, että lisälaitteen ja sään vaikutusta ei olisi voitu luotettavasti erottaa.

Rajaispuintilaitteella tehtyjen kokeiden yhteydessä käytettiin pienintä puintiväliä, 4/2 mm, ja suurinta kelan kehänopeutta eli 34,6 m/s. Hankauslevyjä ei käytetty. Kuvan 21 tulokset osoittavat, että näin puintitappiot alenivat yhteen prosenttiin. Rajaispuintilaitteessa kokeillut sileä ja poimutettu varstasilta olivat samanarvoisia.

Rajaispuintilaite toimi olettamuksen mukaan ja sen lisäksi se pienensi seulastotappiota.

Seulastotappion pienentyminen on oletettavasti johtunut siitä, että rajaispuintilaite vähensi puimurissa kiertävien rajaisten määrää ja sen kautta seulaston kuormitusta. Kun kokonaisten siemenkotien määrä väheni, seulasto suoritui paremmin ruumenten ja siementen erottelusta. Rajaispuintilaitteella tehdyissä kokeissa ajonopeus oli 0,4 km/h alhaisempi kuin muissa puintikokeissa, mikä on osaltaan saattanut vaikuttaa pieneen puintitappioon. Rajaispuintilaitteen vaikutusta siementen itävyyteen ei tutkittu, koska sen oletettiin käsittelevän siemeniä huomattavasti hellävaraisemmin kuin puintikela eikä sen pitäisi siksi aiheuttaa itävyyttä huonontavia vioituksia.



Kuva 21. Rajaispuintilaitteen vaikutus puintitappioihin

6.5 Havainnot muista öljypellavan leikkuupuintiin vaikuttavista tekijöistä

Aikaisempien tutkimusten ja käytännössä tehtyjen havaintojen perusteella leikkuupöydän toiminta on puintia eniten rajoittava tekijä öljypellavan puinnissa. Öljypellavan varret kietoutuvat helposti laonnostokelan ja syöttöruovin ympärille (esim. TURNER 1987, DAMMERMANN ym. 1988). Tämän välttämiseksi laonnostokelan piikit ja syöttöruovin

sormet säädettiin luovuttavaan asentoon. Laonnostokelan nopeus- indeksi (kelan kehänopeus/puimurin ajonopeus) oli puintikokeiden aikana 1,0 - 1,3.

Leikkuupöydän säädoistä huolimatta kietoutumista laonnostokelan ja syöttöruuvien ympärille ei voitu kokonaan välttää. Kietoutumisilmiöön vaikuttivat leikkuukorkeus sekä varsiston tuleentuneisuus ja kosteus. Pitkään sänkeen puitaessa kietoutuminen oli vähäisempää syöttöruuvien ympärille. Varsien kietoutuminen oli yleisintä puintikausien alussa, jolloin varsisto ei ollut vielä täysin tuleentunut. Varsinaisissa puintikokeissa, jotka tehtiin molempina vuosina puintikauden lopussa, kietoutumista ei esiintynyt laisinkaan.

Vuonna 1993 vaihdettiin laonnostokelan suorat teräspiikit muovipiikkeihin, jotka olivat kaarevia ja teräspiikkejä hieman pitempiä. Piikkien muodolla tai materiaalilla ei todettu olevan vaikutusta kietoutumiseen, mutta pitempiä muovipiikkejä käytettäessä laonnostokela voitiin pitää ylempänä. Pellavan varret eivät tällöin kosketa niveliin, joista tukkeutuminen yleensä saa alkunsa. Laonnostokelan ei tarvitse juurikaan koskettaa kasvustoon, koska lakoinenkin kasvusto nousee hyvin pöydälle pelkästään laonnostimen avulla.

Jakolaitteista kaarajakajat todettiin kiilamaisia jakajia paremmiksi sekä pystyn että lakaisen öljypellavan puinnissa. Voimakkaasti haaroittuneet pellavan latvaviuhkot ovat yleensä toisissaan kiinni, jolloin kasvuston seassa kulkeva jakaja repii pellavat maasta juurineen aiheuttaen tukoksia ja varisemistappioita.

7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Öljypellavan siemensadon korjuuta vaikeuttavat eniten pitkän kasvuajan mukanaan tuomat ongelmat. Korjuun varmistamiseksi tulisi suosia aikaisia lajikkeita, tyytyä kohtuulliseen typpilannoitukseen ja sijoittaa öljypellava lämpimille, aukeille peltolohkoille. Kasvuston pakkotuleennuttamisesta olisi Suomen oloissa suuri apu, mutta se ei ole mahdollista, koska glyfosaattia ja dikvattia ei ole hyväksytty kyseiseen tarkoitukseen. Hyväksynnän saaminen ainakin teknillisiin tarkoituksiin käytettävän öljypellavan käsittelyyn olisi suuri edistysaskel öljypellavan viljelijöille. Ulkomaisten tutkimusten mukaan pakkotuleennuttaminen ei vaikuta sen paremmin öljypellavan laatuun kuin sadon määräänkään. Pakkotuleennuttamisen ainekustannus glyfosaatilla olisi 230 - 300 mk/ha ja dikvatilla noin 500 mk/ha. Elintarvikkeeksi käytettävän kasvuston tuleennuttaminen vaatisi perusteellisten jäämätutkimusten tekemistä.

Öljypellavan viljelyalat ovat Suomessa siksi pieniä ja puintisesonki lyhyt, että puimuriin ei kannata tehdä kalliita muutostöitä. Korjuuseen sopivia, aurinkoisia ja tuulisia päiviä on loppusyksyllä 3 - 4 ja aikaa puintiin 10 - 15 tuntia eli yhdellä puimurilla voidaan korjata enimmillään 5 - 15 hehtaaria puimurin koosta riippuen. Öljypellavan puinti tuleentumattomana tai kosteana on niin toivotonta puuhää, että sitä tuskin kukaan yrittää kerran kokeiltuaan. Toisaalta on lohduttavaa tietää, että tuleentuneen ja pystyn kasvuston puiminen vakiovarusteisella leikkuupuimurilla sujuu hyvällä säällä lähes yhtä hyvin kuin viljan puinti.

Pellavan varret tarttuvat helpoimmin laonnostokelan niveliin ja lapoihin sekä kiertyvät syöttöruuvin ympärille. Puintikoneisto ja seulasto toimivat yleensä suuremmitta häiriöittä. Jakolaitteista ovat kaarijakajat suositeltavimpia sekä pystyn että lakaisen kasvuston puintiin. Seuraavaksi suositeltavinta on puida ilman jakajia. Tavalliset, kiilamaiset jakajat riipivät kotia maahan ja niihin öljypellava tarttuu helposti. Terälaitteen on oltava kaikin puolin ensiluokkaisessa kunnossa. Terälappujen ja vastaterien on oltava teräviä. Teränpainikkeiden on painettava terälaput vastateriin kiinni - välystä ei saa olla. Terälaput voivat olla hammastettuja tai sileitä.

Laonnostokelan kehänopeus säädetään samaksi tai hieman suuremmaksi kuin ajonopeus, jolloin kela ei vedä eikä työnnä kasvustoa. Laonnostokelan piikit säädetään osoittamaan alas tai hieman eteen, luovuttavaan asentoon. Laonnostokela pidetään niin ylhäällä, että piikit koskettavat kevyesti kasvustoon. Pystyssä kasvustossa ja vastalakoon puitaessa kannattaa kokeilla puintia laonnostokela kokonaan ylhäällä. Laonnostokelan piikkien materiaalin ei todettu vaikuttavan varsien tarttumiseen, mutta muovipiikit olivat pituutensa vuoksi hieman teräspiikkejä parempia. On suositeltavaa puida pitkään sänkeen, jos varsia ei koota.

Syöttöruuvin etäisyys leikkuupöydän pohjasta saa olla mahdollisimman suuri. Jos syöttöruuvi ei saa otetta varsista ja syöttö on epätasaista, ruuvia on säädettävä alemmas. Syöttöruuvin sormet säädetään luovuttavaan asentoon. Kietoutumisen alkamista kannattaa seurata tarkkaan, koska se saattaa olla jonkin ruuvissa olevan terävän särmän tai ulokkeen aiheuttama. Vaiva saattaa poistua yksinkertaisesti hiomalla tarttumista aiheuttavan osan nurkat pyöreäksi. Jos kietoutumista kaikesta huolimatta esiintyy, ainoa keino lienee rakentaa kietoutumisenestäjät kappaleessa 4.1 esitetyn mallin mukaan.

Puintikelan kehänopeuden pitäisi olla vähintään 31 m/s ja puintivälin pieni. Ilman mitään lisävarusteita päästiin pienimpiin kelatappioihin, kun puintiväli oli edessä 4 mm ja takana 2 mm. Väli on niin pieni, että kulunutta, mahdollisesti kivien vaurioittamaa kelaa ja varstasiltaa ei pysty näihin arvoihin säätämään. 3 - 4 mm suurempi puintiväli lisää puintitappiota 2 - 3 %-yksikköä, kun kelan kehänopeus on vähintään 31 m/s. Kelan kehänopeuden ollessa 35 m/s todettiin jo merkkejä sementin itävyyden heikkenemisestä ja rikkoutuneiden sementin määrän lisääntymisestä.

Varstasillan etuosaan asennettava hankauslevy tehostaa siemenkotien rikkoutumista ja mahdollistaa pienempien kehänopeuksien käyttämisen. On suositeltavaa käyttää vain yhtä hankauslevyä ja kohtuullista kelanopeutta (31 m/s). Toinen hankauslevy ei enää pienennä puintitappioita mutta alentaa sementin itävyyttä erityisesti suurinta kelan nopeutta käytettäessä. Kokeissa käytetyn puimurin 371 markan hintaiset hankauslevyt maksavat itsensä takaisin lisäsadon muodossa 4 - 8 ha:n korjuualalla.

Hankauslevyjä selvästi suurempi vaikutus oli rajaispuintilaitteella, jota käytettäessä kokonaispuintitappio oli vain 1 %. Rajaispuintilaitteen siipien iskut ja hiertäminen ovat ilmeisesti onnistuneet rikkomaan suurimman osan ehjistä siemenkodista. Puimureissa, joissa rajaiset palaavat puintikelalle, erillinen rajaisen puintilaitte lienee kuitenkin tarpeeton.

Seulastolla erottelu perustuu enemmän siementen kokoon kuin niiden painoon. Suositeltava ruumenseulan aukkoko on 5 - 6 mm ja siemenseulan 3 - 4 mm. Tuulen voimakkuus säädetään pieneksi ja suunta seulaston takaosaan. Jos ruumenseula jatke voidaan kohottaa seulaston muuta tasoa ylemmäs, se kannattaa tehdä. Näin saadaan ehjät siemenkodat varmemmin rajaisiin ja uudelleen puitavaksi.

Ajonopeus voi olla jopa 4 - 6 km/h kasvuston tiheydestä ja sängen pituudesta riippuen. Hiljainen ajonopeus mieluummin lisää kuin vähentää varsien kietoutumishaittoja. Tukkeumat kannattaa poistaa heti alkuunsa, koska varsia kertyy nopeasti lisää ja puhdistamiseen menee viivytelyn takia moninkertainen aika. Puukko on hyvä apuväline tukkeumien poistamisessa. Pellavan puinti kauden päätteeksi on melkoinen koetinkivi varsinkin terälaitteelle. Olisi viisasta korjata viat jo ennen pellavan puintia, jolloin säästyy "trasellitukkojen" kiskomiselta terästä ja voi olla jokseenkin varma, että viljan leikkuu seuraavana vuonna sujuu ongelmitta. Oikeaan osuneilla säädöillä saa tasaisesta ja tuleentuneesta kasvustosta puhdasta pellavansiementä pienin puintitappioin.

KIRJALLISUUSLUETTELO

BORM, G. E. L. 1992. Zwadmaaien of maaidorsen. Over de oogst van olievlas. Landbouwmechanisatie 6: 74 - 75.

COLEMAN, D. A. & FELLOWS, H. C. 1925. Hygroscopic moisture of cereal grains and flaxseed exposed to atmospheres of different relative humidity. Cereal chem. 2: 275 - 287.

DILLMAN, A. C. 1930. Hygroscopic moisture of flax seed and wheat and its relation to combine harvesting. Jour. Amer. Soc. Agron., 22: 51 - 74.

Equipment for harvesting - Combines and functional components - Definitions, characteristics and performance. ISO-standardi 6689. 9 p.

Equipment for harvesting - Combine harvesters - Test procedure. ISO-standardi 8210. 7 p.

ESAU, K. 1977. Anatomy of seed plants. 550 s.

FAHN, A. 1990. Plant anatomy. 588 s.

Farmers Weekly. 121, 21: 100.

GILBERTSON, H. G. 1990. Linseed (Seed-Flax). Outlook on Agriculture. 19, 4: 243 - 249.

HAYWARD, H. E. 1938. The structure of economic plants.

HOBSON, R. N. et al. 1986. Evaluation and development of the grain stripping header system. Div. note 1443. AFRC Institute of Engineering Research. Silsoe.

JÄRVENPÄÄ, M., MATTILA, P., LAUROLA, H., MATTILA, T., AUTIO, J., SUONTAUSTA, J. & LAITINEN, A. 1987. Puimurin ja puintityön kehittämistarpeet Suomessa. Työtehoseuran julkaisuja 191. 139 s.

Kasvien maailma. Otavan iso tietosanakirja, osa 4

KEPNER, R. A., BAINIER, R. & BARGER, E. L. 1982. Principles of Farm Machinery. 486 s.

KLINNER, W. E., NEALE, M. A., ARNOLD, R. E., GEILCIE, A. A. & HOBSON, R. N. 1986. Development and first evaluations of an experimental grain stripping header for combine-harvesters. Div. note DN 1316. 43 p. Unpublished report. Nat. Inst. Agr. Eng. Silsoe.

LUNDIN, G. & CLAEISSON, S. 1985. Skördetröskning. Jordbrukstekniska Institutet. Meddelande 409. 105 s.

- , 1993. Skördetröskning med reparbord. Jordbrukstekniska Institutet. Meddelande 443. 48 s.

LUNDSTRÖM, T. 1965. Ytfuktigheten gör tröskkapaciteten. Traktor Journalen 4: 252 - 281.

MAY, M. J. & OGIVLY, J. M. 1992. Desiccation of linseed with diquat applied through an air-assisted sprayer. Test of agrochemicals and cultivars 13: 72 - 73.

MUKULA, J. & WESTMAN, E. 1977. Öljypellavakokeiden tuloksia 1974 - 1976. Maatalouden tutkimuskeskus, kasvinviljelylaitoksen tiedote 7: 1 - 9.

OGIVLY, S. E. & PAYNE, J. 1991. The effect of choice and timing of pre-harvest treatment on seed yield and oil contents of linseed. Aspects of Applied Biology 28: 151 - 155.

PAHKALA, K. & JUNNILA, S. 1991. Pellavan viljelytekniikka ja kasvinsuojelu. Koetoiminta ja käytäntö 48:37.

SAVELA, P. 1984. Viljan kuivatustarpeen vähentämismahdollisuudet oikealla puintistrategialla. Pro gradu -työ. Helsingin yliopisto, maatalousteknologian laitos. 102 s.

SCARISBRICK, D. H., DANIELS, R. W. & CLEWER, A. G. 1980. The effect of sowing rate and sampling technique on the seed yield of linseed. Expl. Husbandry 36: 9 - 15.

Standard testing procedure for combine harvesters. OECD-standardi AGR/T(67)12. 25 p.

TURNER, J. 1987. Linseed law. A handbook for growers and advisers. 356 s.

WIENEKE, F. 1964. Das Arbeitskennfeld des Schlagleistendreschers. Grundl. der Landtechnik 21: 33 - 34.

WILLIAMS, I. H., MARTIN, A. P. & CLARK, S. J. 1990. Pollination requirements of linseed (*Linum usitatissimum*). Journal of Agricultural Science 115: 347 - 352.

VILKKI, J. 1993. Helmi-öljypellava. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 6/93.

VAKOLAn tutkimusselostuksia

47. Lannoitteenlevityksen tasaisuus. 1987.
48. Jauhituksen tilantarve ja pölyhaittojen vähentäminen. 1987.
49. Maatalouskoneiden tietokanta. 1988.
50. Lannanpoistolaitteiden toiminta ja kestävyys. 1988.
51. Pienten pihatoiden ilmanvaihdon erityisvaatimukset. 1988.
52. Tuotantorakennusten suunnittelu ja rakentaminen käytännössä. 1988.
53. Hellävarainen perunankorjuu. 1989.
54. Syyskyntöä korvaavien muokkausmenetelmien vaikutus kevätvehnän satoon 1975-1988. Pitkäaikaisen aurattoman viljelyn vaikutukset hiesusaven rakenteeseen ja viljavuuteen 1989.
55. Ei julkaisua.
56. Kosteiden pintojen kosteudentuotanto navetoissa. 1989.
57. Kylmäilmakuivurin mitoitus ja käyttö. 1990.
58. Leikkuupuimurin kulkukyky vaikeissa olosuhteissa. 1990.
59. Lietelantajärjestelmien toimivuus. 1990.
60. Heinän varastokuivaus. 1991.
61. Viljankuivauksen pölyhaitat. 1992.
62. Säilörehun siirto ja käsittely talvella. 1991.
63. Naudanlihan tuotantomenetelmät ja -rakennukset. 1992.
64. Kiedotun pyöröpaalisäilörehun valmistustekniikka ja laatu. 1993.
65. Hellävarainen perunan kauppakunnostus. 1993.
66. Naudanlihan tuotantomenetelmät ja -rakennukset II. 1993.
67. Betonit ja muovit navetan lattiamateriaaleina. 1993.
68. Lannankäsittelyn taloudellisuuden ja lannan ravinteiden hyväksikäytön parantaminen. 1994.
69. The effect of ground profile and plough gauge wheel on ploughing work with a mounted plough. 1994.
70. Järeän sahatavaran mekaaniset ominaisuudet. 1995.
71. Varattu
72. Lannan levitys kasvustoon. 1996.
Osa 1. Lietelannan sijoituslaitteen rakenteelliset vaatimukset suomalaisissa olosuhteissa.
73. Lannan levitys kasvustoon. 1996.
Osa 2. Lietelannan levitysmahdollisuudet kasvavaan viljanoraaseen.
74. Kylmäkasvattamoiden kuivikepohjien toimivat vaihtoehdot. 1996.
75. Konetöiden turvallisuuden ja tehokkuuden parantaminen. 1996.
76. Laboratorioiden työn ja työympäristön kehittäminen. 1996.

VAKOLAn rakennusratkaisuja

- 1/1994 Kylmä osakuivikepohjainen emolehmäkasvattamo.
- 2/1995 Rehtijärven keinokosteikko.
- 3/1995 Puurakenteiset ruokinta-aidat ja parrenerottimet.
- 4/1996 Perustamistapojen hintavertailu.
- 5/1997 Havaintoja kylmäpihattojen lannankäsittelystä.
- 6/1997 Kalustohallista toimiva sikala

VAKOLAn tiedotteita

- 48/90 Turvallinen ja nopea työkoneiden kytkentä
- 49/91 Betonit ja muovit navetan lattiamateriaaleina
- 50/91 Pölyn ja roskien talteenotto lämminilmakuivaamossa
- 51/92 Viherkesannon perustaminen ja hoito
- 52/92 Kaasut ja pöly eläinsuojien ilmanvaihdossa
- 53/93 Lannoitteenlevittimien levitystasaisuus
- 54/93 Maaseudun koerakentamisen ohjelmointi
- 55/93 Pyöröpaalisäilörehun korjuu, varastointi ja laatu
- 56/93 Maaseuturakentamisen ideakilpailu
- 57/93 Syyskylvöjen varmentaminen
- 58/93 Maatilan ja maatilamatkailun jätehuolto
- 59/93 Maatilamyymälätoiminta vanhassa maatilan asuinrakennuksessa
- 60/93 Tyhjien maatilarakennusten uusi käyttö
- 61/94 Lietelannan varastointi ja levitys
- 62/94 Tuotantorakennusten alapohjia ja piha-alueiden päällysrakenteita
- 63/94 Turvallinen puunpilkonta
- 64/94 Itkupinta-tuloilmalaitteen vaikutus eläinsuojassa
- 65/94 Oksainen hake pienpolttimissa
- 66/94 Pako- ja savukaasujen analysointi
- 67/94 Käyttökokemuksia jyräkylvöannoittimista
- 67S/94 Brukserfarenheter av vältkombisåmaskiner
- 68/94 Käsikäyttöisten liekittimien käyttöominaisuuksia
- 69/95 Renkaiden vaikutus traktorin vetokykyyn ja maan tiivistymiseen
- 70/95 Hakkeen kuivaus imuilmalla
- 71/95 Klapikattiloiden käyttöominaisuudet
- 72/96 EPS-rakeet ja EPS-rouhe sikalan lietesäiliön katteena
- 73/96 Kevytsaviharkkojen kuivuminen ja lujuus
- 74/97 Rikkakasvien torjunta viljoista rivivälilläharauksella
- 75/97 Öljypellavan leikkuupuinti

