

*M a a t a l o u d e n
t u t k i m u s k e s k u k s e n
j u l k a i s u j a*

S A R J A A

86

*Hannu Känkänen,
Erja Huusela-Veistola,
Arja Vasarainen
ja Hanna Avikainen*

Kokemuksia
pöytäviljelystä

*Hannu Känkänen, Erja Huusela-Veistola,
Arja Vasarainen ja Hanna Avikainen*

Kokemuksia päällekkäisviljelystä

ISSN 1238-9935
ISBN 951-729-588-X

Copyright

Maatalouden tutkimuskeskus
Hannu Känkänen, Erja Huusela-Veistola, Arja Vasarainen ja Hanna Avikainen

Julkaisija

Maatalouden tutkimuskeskus, 31600 Jokioinen

Jakelu ja myynti

Maatalouden tutkimuskeskus, tietopalveluyksikkö, 31600 Jokioinen
Puhelin (03) 4188 2327, telekopio (03) 4188 2339, sähköposti julkaisut@mtt.fi

Painatus

Vammalan Kirjapaino Oy, 2000

Sisäsivujen painopaperille on myönnetty pohjoismainen Joutsenmerkki.
Kansimateriaali on 75-prosenttisesti uusiokuitua.

Känkänen, H.¹⁾, Huusela-Veistola, E.²⁾, Vasarainen, A.²⁾ & Avikainen, H.²⁾ 2000. Kokemuksia päällekkäisviljelystä. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 86. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 32 p. ISSN 1238-9935, ISBN 951-729-588-X.

¹⁾ Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, Peltokasvit ja maaperä, 31600 Jokioinen, hannu.kankanen@mtt.fi

²⁾ Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, Kasvinsuojelu, 31600 Jokioinen, erja.huusela-veistola@mtt.fi, arja.vasarainen@mtt.fi, hanna.avikainen@mtt.fi

Tiivistelmä

Avainsanat: sekaviljely, viljat, härkäpapu, rypsi, kylvömäärä, hesseninsääski, juolavehnä, kasvitaudit

Päällekkäisviljely (kaksoiskylvö) on sekaviljelytapa, jossa syysvilja kylvetään jo keväällä kasvamaan yhdessä yksivuotisen kevätkylvöisen kasvin (päällyskasvin) kanssa. Päällekkäisviljelyn etuna on kustannusten säästö, maan kasvukunnon parantuminen ja ympärivuotinen kasvipeitteisyys. Viljelymenetelmän yleistymistä on kuitenkin rajoittanut puhdaskasvustoja alhaisempi satotaso ja hesseninsääsken aiheuttamat tuhot.

Ypäjälle vuonna 1998 perustetussa tilamittakaavan kenttäkokeessa selvitettiin neljän erilaisen päällyskasvin (ohra, kaura, härkäpapu, kevätrypsi) sopivuutta päällekkäisviljelyyn. Lisäksi selvitettiin päällyskasvin ja keväällä kylvetyn syysvehnän eri kylvötiheyksien vaikutusta. Kasvusto- ja sato- mittauksen lisäksi kokeesta tehtiin rikkakasvi-, kasvitauti- ja tuhoeläinhavainnot.

Päällyskasvilaji ja sen viljelyn onnistuminen vaikuttivat syysvehnän kasvuun enemmän kuin kasvien kylvötiheydet. Lisäksi kylvötiheyksien aiheuttamat erot syysvehnän biomassassa kylvövuonna eivät siirtyneet syysvehnän jyväsatoihin. Syysvehnän harva kylvö olikin tiheämpää kylvöä pa-

rempi, koska päällyskasvi menestyi silloin paremmin. Päällyskasville taas sopi puhdaskasvustoa vastaava siemenmäärä osittain lakoutunutta kauraa lukuun ottamatta. Ohra sopi päällyskasviksi parhaiten. Koevuosien poikkeukselliset sääolot vaikuttivat osaltaan päällyskasvien ja syysvehnän väliin kilpailutilanteeseen ja satoihin.

Juolavehnä runsastui ja vähensi syysvehnän satoa etenkin lohkoilla, joilla päällyskasvi kasvoi heikosti. Juolavehnä onkin hävitettävä pellosto ennen päällekkäisviljelyä. Vaikka kaura ja rypsi eivät ole hesseninsääsken isäntäkasveja, niiden käyttö päällyskasveina ohran sijasta ei vähentänyt hesseninsääsken määrää syysvehnässä. Kylvömäärillä ei ollut vaikutusta hesseninsääsken määrään. Talvituhosienet olivat yksi syysvehnän talvehtimistä heikentänyt tekijä, tyvitautien merkitys syysvehnässä jäi vähäiseksi.

Hesseninsääsken torjunta ja syysvehnän talvehtimisen varmistaminen viljelytekniisesti ovat ensisijaisia tutkimusaiheita päällekkäisviljelyn kehittämisessä.

Sisällys

Tiivistelmä	3
1 Johdanto	6
2 Päällekkäisviljely – kirjallisuusosa	6
2.1 Sekaviljelyn tavat	6
2.2 Kasvilajit kilpailevat seoksissa	6
2.3 Kokemuksia Suomessa	7
3 Hesseninsääski päällekkäisviljelyssä	9
3.1 Ensimmäiset havainnot käytännön viljelyksiltä	9
3.2 Hesseninsääski tuholaisena	10
3.2.1 Hesseninsääsken esiintyminen ja elinkierto	10
3.2.2 Hesseninsääsken torjunta	11
4 Tutkimusta tilamittakaavassa: Ypäjän päällekkäisviljelykoe	12
4.1 Johdanto	12
4.2 Aineisto ja menetelmät	12
4.2.1 Koealue ja töiden toteutus	12
4.2.2 Koejärjestely	12
4.2.3 Viljelytoimet	13
4.2.4 Päälliskasvin korjuu (1998)	14
4.2.5 Syysvehnän lannoitus ja korjuu (1999)	14
4.2.6 Kasvustomittaukset	14
4.2.7 Kasvustonäytteet	15
4.2.8 Rikkakasvihavainnot	15
4.2.9 Tuhoeläinhavainnot	15
4.2.10 Kasvitautihavainnot	16
Lumihomehavainnot lumen sulettua	16
Tyvi- ja juuristotautihavainnot syysvehnästä	16
Lehtitaudit lippulehtiasteella	16
4.2.11 Sääolot	16
4.3 Tulokset	17
4.3.1 Kasvustohavainnot	17
Päälliskasvin satovuosi	17
Syysvehnän satovuosi	18
4.3.2 Rikkakasvitilanne	19
4.3.3 Tuhoeläintilanne	19
Kasvinäytteet	19
Haavinta- ja liimapyydysnäytteet	19
4.3.4 Kasvitautilanne vuonna 1999	20
Lumihomehavainnot	20
Tyvi- ja juuristotaudit oraissa	20
Lehtitaudit	20

4.3.5	Kasvustomittaukset	22
4.3.6	Kasvustonäytteet	24
4.3.7	Jyväsadot	25
	Päällyskasvit	25
	Syysvehnä	26
4.4	Tulosten tarkastelu	27
	Kiitokset	30
	Kirjallisuus	30

1 Johdanto

Viljan hinnan ja katetuoton aleneminen on lisännyt kiinnostusta viljelymenetelmiin, joilla voidaan alentaa viljelyn kustannuksia (mukaan lukien ajan käyttö). Ympäristötuen ehdot ovat ohjanneet viljelyä suuntaan, jossa osa pelloista on kasvipeitteisiä myös kasvukauden ulkopuolella. Ympäristön ja maan kasvukunnon kannalta on edullista, että maata muokataan mahdollisimman harvoin.

Kevätkylvöisen ja normaalisti syksyllä kylvettävän kasvin samoihin aikoihin tehtävä kylvö keväällä toteuttaa kaikkia edellä mainittuja tavoitteita. Lisäksi moni syysviljan viljelyyn liittyvä ongelma jää pois. Syyskylvön aikaan maa on usein hyvin kova tai liian märkää muokattavaksi. Puin-
tikiireiden vuoksi syysviljojen kylvötoihin ei tahdo jäädä aikaa. Toisinaan syysviljalle suunnitellut pellot eivät vapaudu ajoissa kylvöä varten, jos edellinen kasvi ei ehdi valmistua myöhäisen kasvukauden vuoksi.

2 Päällekkäisviljely – kirjallisuusosa

2.1 Sekaviljelyn tavat

Sekaviljelyä, eli kahden tai useamman satokasvin yhtäaikaista viljelyä harjoitetaan maapallolla runsaasti, etenkin kehitysmaissa. Myös teollistuneissa maissa kiinnostus sekaviljelyyn on uudelleen kasvamassa, kun yksipuolisen viljelyn haitat tiedostetaan entistä paremmin. Sekaviljelyn tavoitteena on kasvutekijöiden käytön tehostaminen (Francis 1986) ja kasvinsuojeluongelmien vähentäminen (Andow 1991, Vilich-Meller 1992).

Sekaviljelyn (intercropping) toteuttamistapoja on useita erilaisia (Varis 1983):

Seosviljelyssä (mixed intercropping) käytetään kahden tai useamman lajin siemenseosta. Lajien kylvö tapahtuu siis samaan aikaan, samoin yleensä myös korjuu.

Rivisekaviljely eli vuororiviviljely (row intercropping) tarkoittaa lajien kylvöä vuororiveihin. Lajit voidaan kylvää ja korjata samaan tai eri aikaan, mutta suurimman osan kasvuajastaan ne kasvavat yhdessä.

Kaistasekaviljelyssä eli kaistaviljelyssä (strip intercropping) eri lajeja viljellään vierekkäin kapeina kaistoina. Eri kasvilajit voidaan kylvää ja korjata eri aikaan sekä tarvittaessa hoitaa erikseen.

Vuorosekaviljelyssä (relay intercropping) eri kasvilajit kylvetään ja korjataan eri aikaan, mutta ne kasvavat osan kasvuajastaan yhdessä. Päällekkäisviljelyssä (kaksoiskylvö) on kyse tällaisesta sekaviljelyn muodosta. Päällekkäisviljelyssä syysvilja kylvetään jo keväällä, kasvamaan yhdessä jonkin viljatilan viljelykierrossa käytettävän yksivuotisen kevätkylvöisen kasvin kanssa. Muita meillä käytettyjä vuorosekaviljelyn muotoja ovat nurmen perustaminen sojaviljaan ja aluskasvien käyttö viljan viljelyssä (Kauppila 1985, Känkänen 1994).

2.2 Kasvilajit kilpailevat seoksissa

Kasvuston kasviyksilöt kilpailevat valosta, vedestä ja ravinteista. Sekakasvustoissa yksi kasvilaji voi pystyä käyttämään rajallisia kasvutekijöitä paremmin kuin toinen, jonka sato pienenee kilpailun vuoksi (Gliessman 1986). Seoskasvustot käyttävät kuitenkin usein esimerkiksi auringon säteilyä puhdaskasvustoa tehokkaammin. Eri kasvilajien lehdet ovat eri muotoisia ja erilaisessa asennossa ja ne sijoittuvat eri tavalla kasvustoon. Lajien kasvurytmi on erilainen ja ne sopeutuvat eri tavalla olosuhteisiin (Trenbath 1976).

Kasvien erilaisuus voi johtaa myös yhden lajin vallitsevuuteen seoksessa. Kasvutekijöiden saatavuudella voi olla oleellinen vaikutus lajien väliseen kilpailuun. Ilmakehän tyypeä sitova apila on nurmiseoksissa dominoiva ilman kemiallista typpilannoitusta, mutta heinäkasvit dominoivat kun typpilannoitus on runsasta (Stern & Donald 1962).

Kasvutavaltaan ja ravinnevaatimuksiltaan erilaiset lajit täydentävät toisiaan paremmin kuin keskenään samanlaiset, esimerkiksi eri viljalajit. Koska kuitenkin viljojen kehitymisaikojen välillä on suuria eroja, nekin voivat seoksissa käyttää kasvutekijöitä täydellisemmin kuin puhdaskasvustoissa (Rao 1986). Todennäköisesti nopeakasvuinen kasvi vähentää hidaskasvuisemman kasvin käytettävissä olevaa valon, veden ja ravinteiden määrää (Firbank ja Watkinson 1990). Päällekkäisviljelyssä tällainen päällyskasvin dominoiva vaikutus saattaa olla toivottavaakin, kunhan syysvilja selviytyy päällyskasvin puintiin asti ja säilyttää samalla edellytykset hyvään sadon tuottoon.

Suojaviljana käytettyjen kevätiljojen on todettu alentaneen heinäkasvien versojen ja kuiva-aineen tuotantoa (Chastain & Grabe 1988), ja edelleen siementuotantoa (Chastain 1988) puhtaana kylvettyihin heinäkasvustoihin verrattuna.

Kasvutiheydellä voidaan vaikuttaa ratkaisevasti kasvilajien väliseen kilpailuun seoksessa. Jos lajit kehittyvät hyvin eri aikaan, voidaan ensin kehittyvä laji Natarajanin ja Willey'n (1980) mukaan kylvää samaan tiheyteen kuin yksinään. Myöhemmin tulentuva laji voi jopa edellyttää puhdaskasvustoa suurempaa kylvötiheyttä, jos sen kyky kompensoida kilpailun aiheuttamaa heikentynyttä kasvua on heikko kilpailun päättymisen jälkeen (Willey et al. 1981).

Jos seoksen lajit tuleentuvat jotakuinkin samaan aikaan, on kylvötiheyksien oltava pienempiä kuin puhdaskasvustoissa. Seoksen yksilömäärä voi olla kuitenkin suurempi kuin puhdaskasvuston, sillä hyvin onnistuessaan yksilöiden välinen kilpailu on pienempää seos- kuin puhdaskasvustossa (Andrews 1972).

2.3 Kokemuksia Suomessa

Tässä tutkimuksessa tarkoitettua sekaviljelyn muotoa, päällekkäisviljelyä, on Suomessa tutkittu lähinnä kevätiljojen ja syysviljan sa-

manaikaisen kylvön kannalta. Menetelmä on todettu sinänsä käyttökelpoiseksi, vaikka viljojen jyväsadot ovat jääneet oleellisesti pienemmiksi puhdaskasvustoihin verrattuna.

Helsingin yliopiston kokeissa (Pulkki 1992) syys- ja kevätiljan siemenet sekoitettiin ja kylvettiin kerralla. Syysviljojen jyväsadot jäivät kolmeen neljäsosaan tavanomaisen viljelymenetelmän jyväsadosta. Kevätiljalajeista menestyi parhaiten ohra. Sen jyväsato oli päällekkäisviljelyssä yhtä suuri kuin puhdaskasvustona viljeltäessä. Kauran jyväsato pieneni päällekkäisviljelyssä keskimäärin kuudesosan ja kevävehnän jyväsato neljänneksen puhdaskasvustoon verrattuna.

Pulkin (1992) mukaan osa syysruislajikkeista siirtyi suvulliseen vaiheeseen jo kylvövuonna, syysvehnille menetelmä sopi tässä mielessä paremmin. Helsingin yliopiston myöhemmissä kokeissa kevätkylvöisen syysvehnän todettiin kuolleen hesseninsäsen aiheuttamiin tuhoihin (Poutala, Helsingin yliopisto, suullinen tiedonanto 23.10.1997). Päällekkäisviljelyyn sopeutuivat parhaimminkin vaatimattomat, uusimpia lajikkeita pienempisatoisemmat ruislajikkeet. Salo (1998) totesi syysrukiin satojen pienentyneen keväällä kylvettäessä, koska osa rukiista tähti jo kylvökesänä. Hän myös oletti lajikkeiden välisessä tähkimisherkkyydessä olevan eroja.

Kasvintuotannon tarkastuskeskuksen (KTTK) yhden kenttäkokeen ja yhdentoista maatilakokeen perusteella myöhäinen kaksitahoinen ohralajike kärsi syysviljasta aluskasvinaan vain vähän, kun aikaisen monitahoisen ohran jyväsato pieneni lähes tuhat kiloa hehtaaria kohti syysviljan vuoksi (Kakko et al. 1997). Kaikissa kokeissa päällekkäisviljely pienensi puhdaskasvustoon verrattuna ohran jyväsatoa keskimäärin 500 kg/ha ja syysvehnän jyväsatoa 450 kg/ha.

MTT:n Lounais-Suomen tutkimusasemalla ohran jyväsato pieneni kolmasosan, jos ohraa viljeltiin syysviljan päällyskasvina puhtaana kasvuston sijaan (Salo 1998). Myös syysvehnän sato pieneni päällekkäisviljelyssä selvästi, mutta kahukärpäs- ja tal-

vituhosieniruisikutuksen avulla sadon alennus jäi kuitenkin alle kymmeneen prosenttiin. Kakko et al. (1997) katsoivat, että kahukärpäset kannattaa torjua pian kevätiljan puinnin jälkeen.

Pulkin (1992) mukaan päällekkäisviljely ei oleellisesti vaikuttanut viljasatojen laatuun, mutta Kakko et al. (1997) totesivat ohran jyvien valkuaispitoisuuden pudonneen 10,5 prosenttiin puhtaana ohra kasvuston 11,2 prosentista. He päättelivätkin menetelmän sopivan ehkä erityisesti mallasohran tuotantoon, koska loppukesällä syysvilja vähentää ohran jyviin siirtyvän typhen määrää.

Edellä mainituissa kokeissa kevä- ja syysviljojen siemenmäärien väliset suhteet olivat erilaisia. Kakko et al. (1997) käyttivät puhdaskasvustojen siemenmääriä molemmille viljoille. Salo (1998) vähensi kevätiljan siemenmäärää päällekkäisviljelyssä 100 kpl/m², mutta syysviljan siemenmäärä oli sama (500 kpl/m²) kylvötavasta riippumatta. Pulkin (1992) kokeili neljää erilaista siemenseosta. Syysviljan siemenmäärä oli aina pienempi kuin puhtaana kasvutona viljeltäessä. Kevätiljan siemenmäärä oli puhdaskasvustoa vastaava yhdessä seoksessa, muissa siemenmäärää oli rajoitettu.

Edellisten tutkimusten (etenkin Pulkin 1992) perusteella todennäköisimmin paras päällekkäiskasvien suhde saadaan, kun kevätiljaa kylvetään vähintään puhdaskasvuston siemenmäärä ja syysviljan siemenmäärää vähennetään syyskylvöön verrattuna. Mainittua päätelmää käytettiin tukena valittaessa tässä artikkelissa kuvatun kokeen siemenmääriä.

Myös syysviljan kylvöajankohta suhteessa kevätiljan kylvöön on ollut erilainen eri tutkimuksissa. Helsingin yliopiston kokeissa syys- ja kevätilja kylvettiin samanaikaisesti seoksena. Lounais-Suomen tutkimusasemalla syysvilja kylvettiin heti, ja KTTK:n kokeissa viisi päivää kevätiljan kylvön jälkeen. Siten syysviljan kylvöajankohdan säätelyn merkityksestä ei ole olemassa kotimaisia tutkimustuloksia. Lisäksi lannoitusmääriä ei ole tutkittu. Päällekkäiskylvettyjen viljojen saama typpilannoitus-

määrä on ollut pienempi verrattuna erikseen kasvaneiden kevä- ja syysviljojen yhteenlaskettuun typpilannoitusmäärään, koska typhen käytön on oletettu olevan päällekkäiskylvössä tehokkaampaa.

Pulkin (1992) tutkimuksessa ohraa pidettiin kauraa parempana kilpailijana. Muista tässä kokeessa käytetyistä päällyskasveista, kevätrypsistä ja härkäpavusta, ei ole olemassa päällekkäisviljelyyn liittyviä koetuloksia. Rypsiä on kuitenkin joitakin positiivisia käytännön kokemuksia. Härkäpavun ja syysviljan yhdistelmä taas on teoriassa erittäin lupaava typhen käytön tehokkuuden kannalta.

Aluskasvikokeista on saatu aiheeseen läheisesti liittyvää tietoa, vaikka aluskasveja viljelläänkin ravinteiden keräämistä ja viljelyn monipuolistamista varten. Kauppilan (1985) kokeissa kevätehnä rajoitti aluskasvien kasvua pitkän kasvuaikansa vuoksi ohraa enemmän. Känkäsen (Maatalouden tutkimuskeskus, suullinen tiedonanto 14.2. 2000) meneillään olevissa kokeissa taas syysvehnä aluskasvina on pienentänyt ohran jyväsatoa selvästi aluskasvittomaan ohraan verrattuna. Monivuotisten heinien ja apiloiden kilpailuvaikutus on ollut paljon heikompa, tai ne eivät ole rajoittaneet ohran satoa lainkaan. Apiloiden käyttö toistuvasti aluskasvina on jopa lisännyt kevätiljojen jyväsatoa ilmakehästä sidotun typhen ansiosta (Känkänen & Nykänen-Kurki 1997).

Päällekkäisviljely on periaatteessa ihan teellinen viljatiljan menetelmä estämään ravinteiden huuhtoutumista. Ravinteiden vapautumista ja liikkumista kiihdyttävään maan muokkaamista syksyllä ei tarvitse tehdä, vaan maan pintaa suojaa syysvilja ja päällyskasvin sänki. Lisäksi syysvilja voi käyttää maassa vapaana olevia ravinteita päällyskasvin tuleutumisen jälkeen. Heinäkasvien on aluskasveina todettu vähentävän huomattavasti typhen huuhtoutumista, jos olosuhteet ovat muuten huuhtoutumiselle alttiit (Känkänen & Turtola 1998). Tehokkaimmin typhen huuhtoutumista estävät aluskasvit, kuten westerwoldin raiheinä, rajoittavat valitettavasti yle-

sä eniten myös päällyskasvin satoa (Känkänen & Nykänen-Kurki 1997).

Päällekkäisviljelyn suurimpia etuja tavanomaiseen kevät- ja syysviljan vuorotte- luun nähden on kustannusten aleneminen. Traktorin kannalta raskaimmat työvaiheet, kyntö tai muu perusmuokkaus sekä kylvö- muokkaus, jäävät syksyllä pois. Kakko et al. (1997) arvioivat päällekkäisviljelyn vähen- tävän työtä seitsemän tuntia hehtaaria kohti tavanomaiseen menetelmään verrattuna. He myös totesivat syysvehnän kuivauksen halvenneen pennin kilolta, koska puinti- kosteus oli päällekkäisviljelyssä alhaisempi. Koska sadot jäivät päällekkäisviljelyssä pie- nemmiksi, tavanomaisen menetelmän kan- nattavuus oli kuitenkin 230 mk/ha parempi kuin päällekkäisviljelyn. Menetelmässä on vielä paljon kustannuksiin vaikuttavia viljelytekniisiä tekijöitä, joita ei ole perus- teellisesti tutkittu. Tällaisia tekijöitä ovat mm. lannoituksen ja kylvösiementen mää- rä, kasvinsuojelun tarve sekä päällyskasvin oljen korjuun tarve.

Uuden ongelman päällekkäisviljelyn yleistymiselle toi 1990-luvulla uudelleen yleistynyt tuholainen, hesseninsääski, joka tuhosi lähes täysin muutamia keväällä kyl- vetettyjä syysvehnäkasvustoja (Vasarainen & Tiilikkala 1997 ja 1998).

3 Hesseninsääski päällekkäisviljelyssä

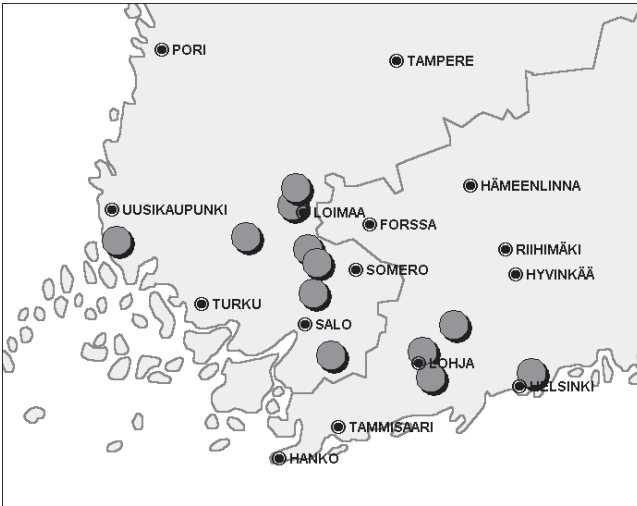
3.1 Ensimmäiset havainnot käytännön viljelyksiltä

Ensimmäisiä tietoja hesseninsääskestä tuli MTT Kasvinsuojeluun syyskesällä 1996 Koskelta (TI). Ohran alla kasvaneen syys- vehnän oraissa oli vaaleita, tumman rus- keiksi muuttuvia koteloita. Samanlaisia koteloita, mutta huomattavasti vähemmän, löydettiin myös Loimaalta ja Humppilas- ta syysvehnäpelloilta, joissa päällyskasvina oli ollut rypsi. Rypsi oli kummassakin ta- pauksessa käsitelty hyönteistorjunta-aineel-

la useasti kasvukauden aikana. Seuraavana keväänä syysviljan oraiden tuhoutumisen syytä tiedusteltiin myös Kuusjoelta tilalta, jolla oli parin vuoden ajan kokeiltu pääl- lekkäisviljelyä. Pelloilta otetuista syysveh- nän oraista saatiin laboratorioissa kuoriutu- maan sääski, joka määritettiin hesseninsääs- keksi (*Mayetiola destructor* Say). Kyseinen tuholainen ei ollut maassamme uusi vieras, mutta se ei ollut aiheuttanut mainittavaa vahinkoa viljoille useaan vuosikymmene- neen. Hesseninsääsken tiedetään vuonna 1909 aiheuttaneen tuhoja ohrassa Tyrvän- nössä ja 1920-luvulla ohran lisäksi rukiis- sa ja syysvehnässä Sysmässä (Saalas 1943). Yleensä tuhot olivat olleet lieviä, mutta paikoin jopa 20–30 prosenttia sadosta oli tuhoutunut. Pohjoisimpana sääskeä kerro- taan löytyneen Pudasjärveltä (Vappula 1962).

Maaliskuussa 1997 pidetyssä viljelijäti- laisuudessa Mustialassa kerrottiin sääskes- tä ja kehoitettiin tarkkailemaan peltoja mahdollisen ”uusvanhan” tuholaisen varalta (Vasarainen 1997). Tuho Kuusjoen päällek- käisviljelypelloilla keväällä 1997 oli täydell- linen. Kuusjoella oli menossa jo kolmas peräkkäinen vuosi päällekkäisviljelykokei- lua. Toukokuun lopulla pellolla vieraili myös Maaseudun Tulevaisuus -lehden toi- mittaja, ja kun tieto näin levisi, saatiin ha- vaintoja tuhoutuneista päällekkäisviljely- kasvustoista eri puolilta Etelä- ja Lounais- Suomea (Kuva 1). Systemaattisia havain- toja tai laskentoja tuholaismääristä ei vuon- na 1997 tehty, mutta sääsken todettiin vioittaneen ainakin Kuusjoella myös pääl- lyskasvina kasvanutta ohraa. Vaikka kaik- kiin rikkakasvi- ja kasvitautiruiskutuksiin oli lisätty myös tuhoeläinten torjunta-aine (dimetooatti + lamda-syhalotriini -käsitte- ly 13.6., 28.6. ja 18.7.), ei sääskeä saatu hävitettyä.

MTT Kasvinsuojelu teki pelloilta kerä- tyillä hesseninsääksillä pienimuotoisia muninta- ja ravinnonvalintakokeita kasvihuo- neessa vuonna 1998. Toukokuun alussa sääsken juuri aikuistuneita naaraita laitetiin pieniin munintarasioihin eri viljalajeille (ohra, kaura, ruis, sekä kevät- ja syysveh-



Kuva 1. Hesseninsääsken tuhoamat päällekkäisviljelykasvustot vuosina 1996–1998.

nä). Sääskillä ei ollut mahdollisuutta valita munintakasvia, koska kussakin rasiassa oli vain yhden viljalajin lehteä. Munia oli kaikilla viljoilla, ja määrät vaihtelivat kauran kahdestatoista ohran noin kolmeensataan munaan. Kasvihuoneessa kokeiltiin myös muninta- ja ravintokasvin valintaa. Isossa häkissä oli yhtä aikaa eri viljoja: ohra, kaura, ruis, ruisevhnä sekä syys- ja kevätvehnä. Munintapaikkaa etsiessään naaraat munivat aluksi häkin reunoille ja sitten ensisijaisesti rukiin, syysvehnän ja ruisevhnän oraille. Noin viikon kuluttua saattoi nähdä kasvien tyven paksuuntuneen ja lehtien sykeröityvän. Parin viikon kuluttua muninnan alkamisesta näkyi oraiden tyvellä isoja valkoisia toukkia, jotka viikon sisällä muuttuivat valkoisiksi esikoteloiksi ja sitten ruskeiksi koteloiksi. Osasta koteloita kuoriutui jo muutamassa päivässä aikuisia sääskiä. Hesseninsääsken koko elinkierto munasta aikuiseksi noin 20 asteen lämpötilassa oli kestänyt kolmisen viikkoa.

3.2 Hesseninsääski tuholaisena

Hesseninsääskellä on useita isäntäkasveja ja vaihteleva elinkierron pituus, mikä tekee siitä vaikeasti hallittavan tuhohyönteisen. Etenkin päällekkäisviljelyjärjestelmässä sääsken torjunta on hankalaa.

3.2.1 Hesseninsääsken esiintyminen ja elinkierto

Hesseninsääski (*Mayetiola destructor* Say) kuuluu äkämäsääsken heimoon ja sen isäntäkasveja ovat ohra, vehnä ja ruis sekä monet heinäkasvit, mm. juolavehnä (Jones 1939, Barnes 1956, Johnson et al. 1987). Viljoista ainoastaan kaura ei ole hesseninsääsken isäntäkasvi (Morrill 1982). Vaikka hesseninsääski on kotoisin Euroopasta, sen aiheuttamat tuhot Euroopassa ovat vähäisiä (Skuhrava et al. 1984). Amerikkaan hesseninsääsken kerrotaan kulkeutuneen vapaussodan aikana Euroopasta palkkasotureiden mukana. Sotilailla oli mukanaan omat patjansa, joissa täyteenä oli heinää ja heinässä sääsken koteloita. Nykyisin hesseninsääski on paha vehnän tuholainen USA:ssa, Kanadassa, Uudessa-Seelannissa ja Marokossa (Gagne et al. 1991, Harris et al. 1996).

Hesseninsääskellä voi olosuhteista riippuen olla 1–6 (yleensä 2) osittain päällekkäistä sukupolvea vuodessa (Barnes 1956). Sukupolvien määrä riippuu ennen kaikkea lämpötilasta ja kosteudesta, mutta myös sopivien ravintokasvien saatavuudesta (Barnes 1956). Suomessa lämpimänä kesänä hesseninsääskellä voi olla neljäkin sukupolvea. Aikuiset sääsket muistuttavat pientä hyttystä. Ne ovat hentoja, 3–4 mm pitui-

sia sääskiä, joilla on pitkät raajat ja tuntosarvet. Aikuiset elävät noin 3 vuorokautta, jona aikana ne parittelevat ja naaras munii viljan lehdelle punaisia pitkulaisia munia. Munasta kuoriutuu oranssinpunainen toukka, joka alkaa heti liikkua kohti kasvupistettä. Toukka kasvaa nopeasti ja muuttuu valkoiseksi. Toukkavaiheita on kolme: kaksi liikkuvaa toukkavaihetta ja yksi liikkumaton esikotelo. Noin 2–4 viikon kuluttua muodostuu ruskea kotelokoppa eli puparium (flax seed), joka muistuttaa pellavan siementä. Hesseninsääski voi olla kotelossa muutamasta viikosta useaan kuukauteen, joten kasvustossa voi olla samanaikaisesti kaikkia eri kehitysvaiheita ja jopa eri sukupolvia (Buntin & Chapin 1990).

Tuhon aiheuttaja on hesseninsääsken toukka, joka imee kasvinesteitä kasvin tyveltä. Sääsken aiheuttama satotappio riippuu saastunnan määrästä ja kasvin kasvuvaiheesta. Sääski voi tappaa tai heikentää oraita ja versoja, katkoa jo tuleentuneita korsia tai pienentää jyväkokoja ja -määrää (Barnes 1956). Joissakin tapauksissa kasvi voi versomalla kompensoida hesseninsääsken pääversossa aiheuttamaa tuhoa (Wellso & Hoxie 1994).

3.2.2 Hesseninsääsken torjunta

Hesseninsääsken kasvinsuojeluohjeet perustuvat USA:ssa annettuihin suosituksiin, ja ne eivät sinällään ole sovellettavissa päällekkäisviljelyjärjestelmässä ja Suomen olosuhteissa.

Tärkeimpänä menetelmänä hesseninsääsken torjunnassa USA:ssa ovat resistentit vehnäajikkeet. Tähän mennessä vehnäästä on löydetty kaiken kaikkiaan 27 resistenttiä geeniiä (Ratcliffe & Hatchett 1997). Resistenssi perustuu antibioosiin eli siihen, että toukka ei pysty elämään ja kehittymään resistentillä kasvilla. Hesseninsääskestä on kuitenkin kehittynyt entistä kestävämpiä muotoja (virulentteja biotyyppejä), jotka pystyvät murtamaan kasvin resistenssin.

Tärkeä keino hesseninsääskituhojen välttämiseksi on kylvää syysvehnä mahdol-

lisimman myöhään syksyllä, vasta hesseninsääsken lentoajan jälkeen (Buntin et al. 1990). Myös kasvinvuorotuksella (vehnää ei kylvetä samalle paikalle perättäisinä vuosina), kyntämisellä ja kasvijätteen hävittämisellä hesseninsääskien määrää voidaan vähentää.

Vaikka hesseninsääskellä tiedetään USA:ssa olevan yli 40 loisalajia (MacFarlane 1989), luontaisten vihollisten merkitys on kyseenalainen. Tavallisesti luontaiset viholliset eivät yksinään pysty vähentämään hesseninsääsken aiheuttamia tuhoja, vaikka ne voivatkin pienentää sääskipopulaatioita.

Hesseninsääsken kemiallinen torjunta ei aina ole taloudellisesti kannattavaa, koska yksi torjuntakerta ei tavallisesti riitä (Buntin & Hudson 1991). Vehnäkasvustot pitäisi ruiskuttaa ennen hesseninsääsken munintahuippua. Jos sääski on jo saastuttanut pellon, kemiallinen torjunta ei ole enää tehokasta. Kun toukka on siirtynyt kasvin tyvelle, se ei ole herkkä systeemisille insektisideille. Jos hesseninsääskiongelmia säilyvät vuodesta toiseen, USA:ssa suositellaan torjuntaan rakeisia systeemisiä insektisidejä (phorate, disulfoton, carbofuran), jotka levitetään pellolle kylvön yhteydessä (Morrill & Nelson 1975, Buntin 1992, Buntin et al. 1992).

Hesseninsääsken torjuminen päällekkäisviljelyjärjestelmässä on erityisen hankalaa. Kylvöaikoja siirtämällä ei voida vähentää sääskituhoja, vaan päinvastoin keväällä kylvetty syysvilja on pidempään alttiina sääskelle. Koska vuosittaista kyntöä tai kasvinvuorotusta ei ole, hesseninsääski saa talvehtia rauhassa kasvustossa. Hesseninsääskelle resistenttejä vehnäajikkeita ei Suomessa ole jalostettu. Sääsken kemiallinen torjunta on myös hankalaa. Hesseninsääskellä on useita osittain päällekkäisiä sukupolvia vuodessa. Sen vuoksi torjunta-ajan määrittäminen on hankalaa. Toukka elää kasvuston tyvellä kasvin sisällä ja sen torjuminen ei onnistu ruiskuttamalla. Päällekkäisviljelyssä torjunta-aineiden käyttöä rajoittaa myös päällyskasvin varoaika: juuri ennen päällyskasvin sadonkorjuuta kasvus-

toa ei saa käsitellä. Pohjois-Amerikassa sääsken torjuntaan käytettäviä systeemisiiä raevalmisteita ei ole saatavissa Suomessa.

4 Tutkimusta tilamittakaavassa: Ypäjän päällekkäisviljelykoe

4.1 Johdanto

Päällekkäisviljelyä on Suomessa tutkittu maatala- ja kenttäkokein (Pulkki 1992, Kakko et al. 1997, Salo 1998). Maatilakokeissa saadaan kokemusta menetelmän toimivuudesta käytännössä, mutta vertailu erilaisten viljelyteknisten ratkaisujen välillä jää vähäiseksi. Kenttäkokeet tehdään yleensä pienillä ruuduilla, jolloin peltomittakaavan edut ja haitat jäävät selvittämättä. Ruutukokeissakin erilaisten käsittelyjen vertaaminen on rajallista, joten päällekkäisviljelyyn liittyvistä viljelyteknisistä kysymyksistä on selvitetty vasta pieni osa.

Ypäjälle vuonna 1998 perustetun tilamittakaavan kenttäkokeen avulla pyrittiin yhdistämään maatilakokeen ja pienruutukokeen edut. Kahta ratkaisevan tärkeäksi katsottua päällekkäisviljelyn onnistumiseen vaikuttavaa tekijää, päällyskasvilajia ja kylvötiheyksien yhdistelmiä, päästiin vertaamaan käytäntöä vastaavissa olosuhteissa. Suurta koealuetta pidettiin tarpeellisena erityisesti hesseninsääsken vaikutusten selvittämisessä. Moni viljelytekninen asia jouduttiin tässäkin kokeessa kuitenkin ratkaisemaan olettamuksen perusteella. Kokeen sovittiin olevan päällekkäisviljelyn yleisiä edellytyksiä kartoittavaa tutkimusta, josta saatujen kokemusten perusteella tarkennetaan lisätutkimuksen tarvetta.

4.2 Aineisto ja menetelmät

Kokeen avulla etsittiin lisätietoa siihen, miten syysvehnä menestyy, kun se kylvetään jo keväällä, kyseisen kasvukauden tuotantokasvin kylvön yhteydessä. Samalla oli tavoitteena selvittää neljän erilaisen kevät-kylvöisen kasvin edellytyksiä tähän menetelmään. Näitä kylvövuoden viljelykasveja kutsutaan päällyskasveiksi, mikä kuvaa niiden asemaa sekakasvustossa. Lisäksi selvitettiin päällyskasvin ja syysvehnän erilaisen kylvötiheyksien vaikutusta.

4.2.1 Koealue ja töiden toteutus

Päällekkäisviljelyä tutkittiin tilamittakaavan kokeessa seitsemän hehtaarin peltolohkolla Ypäjällä (60°47' N, 23°20' E). Koekentän maalaji oli hiuesavi. Maan viljavuusarvot olivat: pH 6,1, Ca 2150, K 130, Mg 480, P 6,5 ja Na 38. Pelto oli ollut neljä vuotta nurmella ennen kokeen perustamista. Juolavehneä oli torjuttu ruiskuttamalla viimeisen nurmivuoden toisen korjuun jälkeen. Jokioisten kartanot hoiti kylvömuokkauksen ja kylvön sekä päällyskasvien puinnin niiltä alueilta, joita ei korjattu koetuloksia varten. Lisäksi Jokioisten kartanot korjasi viljojen oljet puinnin jälkeen. Edellä mainituissa töissä käytettiin tilan normaalia, käytännön viljelyä vastaavaa kalustoa. Kasvintuotannon tutkimus teki tuloksiin liittyvät mittaukset ja määritykset.

4.2.2 Koejärjestely

Kokeessa kylvettiin syysvehnä (lajike Aura) jo keväällä, erilaisten kylvövuoden tuotantokasvien kylvön yhteydessä. Kylvövuoden tuotantokasvit eli päällyskasvit olivat ohra (lajike Saana), kaura (Yty), härkäpapu (Konu) ja kevättrypsi (Valo). Päällyskasvit muodostivat koealueen pääruudut, erilaiset päällyskasvin ja syysvehnän kylvötiheyksien yhdistelmät muodostivat osaruudut. Neljä kylvötiheyksien yhdistelmää syntyi kun sekä päällyskasvin että syysvehnän kohdalla käytettiin kahta kylvötiheyttä (Kuva 2).

OHRA				KAURA				HÄRKÄPAPU				RYPPI			
A1B1 (1)	A2B1	A1B1 (3)	A2B1	A1B1 (1)	A2B1	A1B1 (3)	A2B1	A1B1 (1)	A2B1	A1B1 (3)	A2B1	A1B1 (1)	A2B1	A1B1 (3)	A2B1
A1B2	A2B2	A1B2	A2B2	A1B2	A2B2	A1B2	A2B2	A1B2	A2B2	A1B2	A2B2	A1B2	A2B2	A1B2	A2B2
A1B1 (2)	A2B1	A1B1 (4)	A2B1	A1B1 (2)	A2B1	A1B1 (4)	A2B1	A1B1 (2)	A2B1	A1B1 (4)	A2B1	A1B1 (2)	A2B1	A1B1 (4)	A2B1
A1B2	A2B2	A1B2	A2B2	A1B2	A2B2	A1B2	A2B2	A1B2	A2B2	A1B2	A2B2	A1B2	A2B2	A1B2	A2B2

Kuva 2. Ypäjän päällekkäisviljelykokeen koejärjestely. Ruutukoko 20 m x 25 m. A1: Päälliskasvin suurempi siemenmäärä, A2: Päälliskasvin pienempi siemenmäärä, B1: Syysvehnän suurempi siemenmäärä, B2: Syysvehnän pienempi siemenmäärä. Kerranteet (4) on merkitty sulkuihin A1B1:n kohdalle.

Päälliskasvien kylvötiheydet vastasivat normaalia kylvötiheyttä sekä 60 prosentin tiheyttä normaalista. Härkäpavun siementä kului kuitenkin suunniteltua enemmän, niin että pienempikin siemenmäärä vastasi hieman normaalia suurempaa kylvötiheyttä, ja oli 80 prosenttia tiheästä kylvöstä. Rypsin kylvömääriä ei määritetty normaalisti suositellun siementiheyden (350 kpl m⁻²), vaan käytännössä normaalisti käytetyn kilomäärän perusteella. Koska syysvehnän oletettiin voivan kasvaa reheväksi kesän aikana, oli tiheänkin kylvön siemenmäärä 20 prosenttia pienempi kuin normaalin syyskylvön siemenmäärä. Harvan kylvön siemenmäärä oli puolet tiheästä. Sekä päälliskasvi että syysvehnä kylvettiin 12,5 cm rivivälillä.

Päälliskasvialueista käytetään jatkossa kasvilajin nimeä. Kylvötiheyksien yhdistelmät ilmoitetaan käyttämällä päälliskasvin ja syysvehnän kylvötiheyksistä seuraavia koodeja:

- A1: Päälliskasvin suurempi siemenmäärä (viljat 500 kpl m⁻², härkäpapu 100 kpl m⁻², kevätrypsi 10 kg ha⁻¹).
- A2: Päälliskasvin pienempi siemenmäärä (viljat 300 kpl m⁻², härkäpapu 80 kpl m⁻², kevätrypsi 6 kg ha⁻¹).
- B1: Syysvehnän kylvötiheys 400 kpl m⁻².
- B2: Syysvehnän kylvötiheys 200 kpl m⁻².

4.2.3 Viljelytoimet

Koalue muokattiin joustopiikkiäkeellä normaalia kevätviljan kylvömuokkausta vas-

taavasti. Kylvö tehtiin 2,5 metriä leveällä hinattavalla kylvölannoittimella 19. ja 20. toukokuuta 1998. Syysvehnä kylvettiin koko alueelle ennen päälliskasvien kylvöä. Päälliskasvin kylvö siirsi syysvehnän siemeniä, mutta silti syysvehnyksilöt orastuivat selkeästi riveinä. Kaikki viljat ja härkäpapu kylvettiin muokkaussyvyteen. Rypsi pyrittiin kylvämään normaalisti käytettyyn 3 cm syvyteen. Erillisiä jyräksiä ei tehty, mutta kylvölannoittimessa oli jyräpyörästä.

Syysvehnä kylvettiin neljänä 25 metriä leveänä kaistana, vuorotellen tiheää ja harvaa kylvöä käyttäen. Päälliskasvit kylvettiin ristiin syysvehnään nähden, vastaavaan tapaan neljänä kylvötiheydeltään vuorottelevana kaistana. Päälliskasvien kylvötiheyskaistat olivat 20 metriä leveitä. Jokainen kylvötiheyksien yhdistelmä toteutui siten neljässä 20 x 25 m kokoisessa ruudussa (Kuva 2).

Koska koejärjestely ei perustunut käsittelyjen arvontaan, osaruutujen asema oli toisiinsa nähden sama kaikissa neljässä kerranteessa. Näin muodostettujen neljän kerranteen katsottiin kuitenkin parantavan huomattavasti päätelmien teon edellytyksiä, koska päällisin puolin tasalaatuistenkin peltolohkojen kasvuolojen tiedetään vaihtelevan alueittain (Mattila 1996). Päälliskasvien vertaamista varten ei vastaavaa osittamista voitu tehdä, vaan 80 metriä leveät ja 100 metriä pitkät päälliskasvialueet sijaitsivat rinnakkain (ohra – kaura – härkäpapu – rypsi). Varsinaisen koalueen ulkopuolelle rypsin viereen kylvettiin samassa yhteydessä syysvehnä ilman päälliskasvia.

Taulukko 1. Päälyllyskasvien puinnin ja olkien korjuun ajankohdat vuonna 1998.

	Käytävien puinti	Koeruutupuinti	Puhdistuspuinti	Olkien korjuu
Ohra	4.9.	7.9.	21.9.	pvm ei tiedossa
Kaura	21.9.	22.9.	30.9.	5.10.
Kevätrypsi	30.9.	1.10.	8.10.	ei tehty
Härkäpapu	8.10.	9.10.	ei tehty	ei tehty

Lannoitus tehtiin maan viljavuustietojen ja päälyllyskasvien normaalien lannoitus-suositusten perusteella. Pellon Y4 -lannoitetta (20-4-7 N-P-K) annettiin ohralle ja kauralle 400 kg ha⁻¹, rypsilille 450 kg ha⁻¹ ja härkäpavulle 200 kg ha⁻¹. Siemenrikkakasvien vähäisyyden vuoksi ei rikkakasvi-torjuntaa tehty. Rypsin tuholaisia vastaan tehtiin torjuntaruiskutus taimivaiheessa (permetriini: Ambush 0,3 l/ha), mutta toista ruiskutusta ei päästy tarpeesta huolimatta tekemään jatkuvien sateiden vuoksi.

4.2.4 Päälyllyskasvin korjuu (1998)

Kukin päälyllyskasvi pyrittiin korjaamaan normaalin käytännön mukaisesti heti kun se oli korjuukypsää. Ensin leikkuupuitiin maatilapuimurilla (leikkuuleveys 3,6 m) päälyllyskasvin kylvörivien suuntaisesti jokaisen kylvötiheyskaistan reunoille käytävät niin, että keskelle jäi noin kahdeksan metriä leveä kaista koeruutupuintia varten. Sen jälkeen jokaisesta osaruudusta puitiin koeruutupuimurilla (Wintersteiger, työleveys 1,5 m) kolme kaistaa syysvehnän kylvörivien suuntaisesti. Jokaisen kaistan pituus (7,5–10,5 m) mitattiin todellisen puidun alan määrittämiseksi. Kaistojen sato yhdistettiin. Näytteet kuivattiin lavakuivurissa ja lajiteltiin. Jyvä- tai siemensato määritettiin kiloina hehtaaria kohti. Viljojen jyväsadosta määritettiin tuhannen jyvän paino ja hehtolitraino.

Näytteiden puinnin jälkeen puitiin jäljelle jääneet kasvustot, eli tehtiin ns. puhdistuspuinti maatilapuimurilla (Taulukko 1). Viljojen olkia ei silputtu puinnin yhteydessä, ja oljet kerättiin pois pyöröpaa-lattuina. Rypsin ja härkäpavun puintijät-teitä ei kerätty pois. Härkäpavun hyvin

myöhäisen tuleentumisen vuoksi myös puhdistuspuinti jäi tekemättä. Päälyllyskasvit pyrittiin puimaan korkeaan sänkeen. Ohran ja härkäpavun puintikorkeus oli noin 30 cm ja rypsin noin 20 cm. Kauran puintikorkeus oli lähes 40 cm, mutta lakopaikat jouduttiin puimaan matalalta. Tällöin sängen pituus vaihteli, ja sänki sekä syysvehnäkavusto olivat puinnin jälkeen lähes maata vasten.

4.2.5 Syysvehnän lannoitus ja korjuu (1999)

Syysvehnää ei syyslannoitettu, eikä ruiskutusta talvituhosienä vastaan tehty. Seuraavana keväänä syysvehnä lannoitettiin 300 kg ha⁻¹ Suomensalpietaria (26-0-1 N-P-K). Syysvehnä puitiin ohra- ja kaura-alueilta, mutta ei härkäpapu- ja rypsilalueilta. Ensin niitettiin niittomurskaimella rajat jokaisen ruudun reuna-alueelle ja sitten puitiin koeruutupuimurilla kolme mitattua (16–22 m pitkää) kaistaa. Puidusta kaistasta yli puolet oli siten edellisen syksyn käytäväpuinnin alueelta, ja loppu oli alueelta jolle oli tehty ns. puhdistuspuinti. Kaistojen sato yhdistettiin ja määritettiin jyväsato kiloina hehtaaria kohti. Hehtolitraino ja tuhannen jyvän paino määritettiin. Ilman päälyllyskasvia keväällä 1998 kylvetyltä syysvehnä-alueelta puitiin kuusi 20 metriä pitkää kaistaa, joiden jokaisen jyväsato määritettiin.

4.2.6 Kasvustomittaukset

Tiheyslaskenta tehtiin 25.–26. kesäkuuta 1998 kahdesta kohdasta ruutua 0,25 m² alalta. Näytepaikka määräytyi kävelemällä ruudun päistä aina samasta laidasta 5 metriä ja edelleen 5 metriä ruudun sisälle. Las-

kentarinki laitettiin valintaa tekemättä tähän paikkaan. Rikkakasvit laskettiin jokaisesta ruudusta lajeittain, syysvehnä ja päällyskasvit laskettiin rypsiä ja härkäpavusta.

Päällyskasvien ja syysvehnän pituudet mitattiin 25.–26. kesäkuuta., 7. heinäkuuta ja 21. heinäkuuta 1998 sekä kultakin päällyskasvialueelta päällyskasvin puinnin aikaan (9.9. ohra, 24.9. kaura, 1.10. rypsi ja 15.10. härkäpavu). Pituus mitattiin kolmesta kohdasta ruutua ja laskettiin mitausten keskiarvo. Syysvehnän pituus mitattiin kasvin tyveltä pääverson ylimmän lehden kärkeen nostamalla se pystysuoraan.

Lehtialaindeksi (LAI) mitattiin Li-Corin LAI-2000 Plant canopy analyzer -mittarilla kasvustomittauksena 7. heinäkuuta sekä 24. ja 25. heinäkuuta. Jälkimmäisellä mitauskerralla mittaus tehtiin ensimmäisenä päivänä kasvuston tyveltä ja toisena päivänä syysvehnäkasvuston yläpinnan korkeudelta. Jokaisen ruudun LAI koostuu kolmesta osamittauksesta jotka tehtiin säännöllisin välimatkein kuljettaessa ruudussa päällyskasvin kylvön suuntaisesti.

4.2.7 Kasvustonäytteet

Kasvustonäytteet otettiin päällyskasvin puinnin aikaan kolmesta kohdasta ruutua 0,25 m² alalta. Lavakuivurissa kuivatuista päällyskasveista laskettiin kasviyksilöiden määrä. Viljoista määritettiin tähkien tai röyhyjen lukumäärä ja paino sekä olkien paino. Rypsiä määritettiin varsien, haarojen ja litujen lukumäärä sekä varsien ja litujen paino. Härkäpavusta määritettiin varsien ja palkojen lukumäärä ja paino. Samoilta näytealoilta otettiin myös näyte syysvehnän ja juolavehnän maanpäällisen biomassan määrittämistä varten. Syys- ja juolavehnä eroteltiin, kuivattiin uunissa ja punnittiin kuiva-aineen määrä. Kuiva-ainesadot laskettiin kiloina hehtaaria kohti.

Syysvehnän satovuonna 1999 keväälle suunnitellusta vehnäkasvuston biomassaa määrittävästä näytteenotosta jouduttiin luopumaan. Suurten talvituhojen ja juolavehnän runsaan määrän vuoksi näytteistä ei oltaisi saatu edustavaa ja totuuden-

mukaista kuvaa. Syysvehnän pituus mitattiin pituuskasvun päätyttyä ohra- ja kaura-alueiden ruuduista. Puintivaiheen kasvustonäytteen ottamisesta luovuttiin, koska edustavaa näytettä ei epätasaisista kasvustoista voinut ottaa.

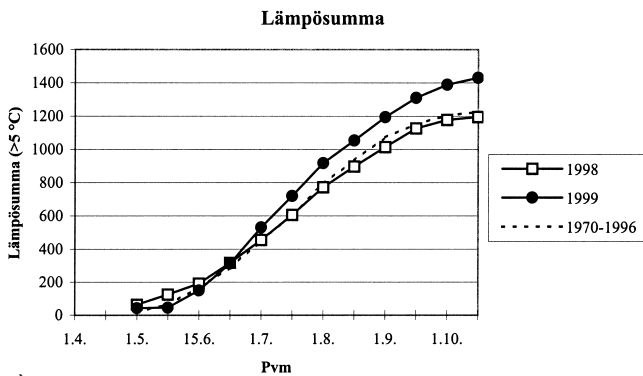
4.2.8 Rikkakasvihavainnot

Kasvustomittausten yhteydessä tehdyn rikkakasvien laskennan ja kasvustonäytteistä määritetyn juolavehnän biomassan lisäksi rikkakasvien esiintyminen havainnoitiin silmämääräisesti. Siemenrikkakasvien määrää arvioitiin torjuntatarpeen määrittämistä varten kesäkuussa 1998 sekä syysvehnäkasvustoista syksyllä 1998 ja keväällä 1999. Juolavehnän määrään kiinnitettiin erityistä huomiota.

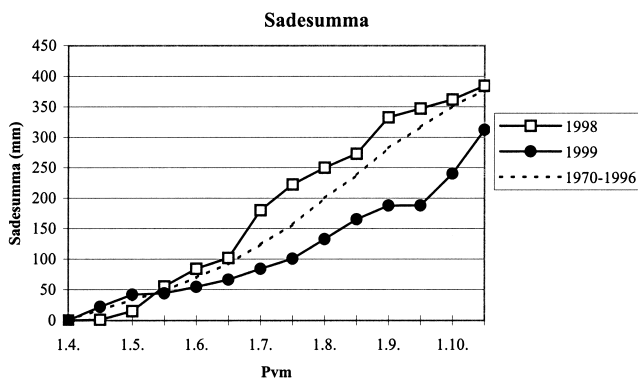
4.2.9 Tuhoeläinhavainnot

Aluskasvina olleesta syysvehnästä otettiin kasvinäytteet tuhoeläinhavainnointia varten päällyskasvin puinnin jälkeen; ohrasta 7.9. 1998, kaurasta 24.9.1998 ja rypsiä 2.10. 1998; härkäpavusta ei näytettä otettu. Kuhnkin näytteeseen otettiin satunnaisesti 20 kasvia kustakin koeruudusta (kylvömäärästä). Kasveista laskettiin hesseninsääsken koteloiden ja esikoteloiden määrä. Seuraavana keväänä (26.5.1999) näytteenotto uusittiin samalla tavalla ruuduilta, joissa päällyskasvina oli ollut ohra tai kaura. Tällöin kuitenkin suuri osa syysvehnästä oli jo kuollut ja juolavehnää oli runsaasti. Rypsi- ja härkäpapulohkoilta ei näytteitä otettu, koska syysvehnää oli erittäin harvassa.

Aikuisia hesseninsääskiä pyydystettiin keltaisilla liimapyödyksillä, jotka sijaitsivat kunkin päällyskasviloikon keskellä. Lisäksi yksi liimapyödyks oli alueella, johon oli kylvetty syysvehnää keväällä ilman päällyskasvia. Liimapyödykset vaihdettiin viikoittain 1. kesäkuuta – 10. elokuuta 1999 välisenä aikana. Lisäksi otettiin kultakin lohkolta viikoittaiset haavintanäytteet ajalla 8. kesäkuuta – 20. heinäkuuta 1999. Kukin haavintanäyte sisälsi 60 haavinvetoa 30 cm:n läpimittaisella kenttähaavilla.



a)



b)

Kuva 3. Tehoisa lämpösomma a) ja sadesomma b) 1.4.–15.10. Jokioisten observatoriolla vuonna 1998, 1999 ja laskennallinen vuosien 1970–1996 keskiarvo (MTT/Olli Rantanen, julkaisematon aineisto).

4.2.10 Kasvitautihavainnot

Lumihomehavainnot lumen sulettua

Tarkoituksena oli tehdä lumihomehavainnot keväällä 1999 jokaiselta ruudulta, mutta tarkka havainnointi oli mahdotonta, koska päällyskasvuston sänki peitti harvan syysvehnäkasvuston.

Tyvi- ja juuristotautihavainnot syysvehnästä

Keväällä 1999 kerättiin 4–5-lehtiasteella syysvehniä koeruuduista, joiden päällyskasvina oli ollut ohra tai kaura (20 kasvia ruudulta, yhteensä 320 kasvia päällyskasvia kohti). Tyvet pestiin, ja tyvi- ja juuristotautisten yksilöiden lukumäärä laskettiin. Tauteja ei eroteltu eikä taudin määrää ar-

vioitu. Lisäksi laskettiin laikkutautisten kasvien määrä.

Lehtitaudit lippulehtiasteella

Syysvehnän tähkälletulovaiheessa (Zadoks 59) kerättiin 20 yksilöä A1B1-ruuduista, joissa päällyskasveina olivat olleet ohra ja kaura (yhteensä 80 yksilöä/päällyskasvi). Jokaisesta kasvista havainnoitiin lehtitaudit kolmesta ylimmästä lehdestä erikseen. Taudin määrää lehteä kohti ei arvioitu.

4.2.11 Sääolot

Meteorologisia mittauksia koepellolla tai sen läheisyydessä ei tehty, joten säätiedot perustuvat Jokioisten Observatoriolla tehtyihin havaintoihin (Kuva 3). Kesä 1998 oli hyvin sateinen. Sateita tuli kylvön jäl-

keen kahden kuukauden ajan lähes päivittäin. Sateet olivat usein runsaita, ja ukkoskuurot olivat keskikesällä yleisiä, joten paikalliset erot sademäärässä voivat olla suuria. Vasta syyskuussa sateet olivat hieman keskimääräistä vähäisempiä.

Lämpötila oli kylvön jälkeen parin viikon ajan selvästi keskimääräistä alhaisempi. Senkin jälkeen lämpösummaa kertyi ohran puintiin asti hieman normaalivuosi hitaammin. Säteilyn vähäisyyden arveltiin yleisesti hidastaneen kasvien kehitystä. Kun lämpötila loppusyksylläkin vastasi vain normaalia, kaikki päällyskasvit tulleet tavallista myöhemmin.

Vuosi 1999 oli kuuma ja kuiva (Kuva 3). Keväällä kosteutta oli kuitenkin runsaasti, ja vaikka sadesumma olikin poikkeuksellisen alhainen syksyyn asti, ei kuivuus ainakaan näkyvästi haitannut talveh-tineiden syysvehnäyksilöiden kasvua.

4.3 Tulokset

4.3.1 Kasvustohavainnot

Kasvustoista tehtiin säännöllisesti havainnot, jotta kasvien välisestä kilpailusta saataisiin mahdollisimman kattava käsitys. Havaintojen avulla pyrittiin estämään virheelliset arviot päällekkäisviljelyn onnistumisen tai epäonnistumisen syistä. Havainnoilla on merkittävä osuutensa tämän kokeen tulosten tulkinnessa.

Päällyskasvin satovuosi

Kesäkuun puoliväli

Kasvustot orastuivat tasaisesti. Erilaiset kylvötiheydet erottuivat havaittavina tiheyseroina orasvaiheessa, etenkin kasvustojen kauempaa katsellessa. Kevätviljojen ja syysvehnän erottaminen toisistaan tarkkaa tiheyslaskentaa ajatellen todettiin vaikeaksi, joten syysvehnän ja päällyskasvin tiheydet laskettiin vain rypsisistä ja härkäpavusta. Juolavehnä oli koko koealalla. Juolavehnä näkyi selkeimmin rypsisissä ja härkäpavus-

sa, viljassa erottuivat korkeimmat juolaveh-näyksilöt. Siemenrikkakasveja oli hyvin vähän. Rypsisissä oli paljon tuholaisia, eli kirppoja, kaalikoita ja rapsikuoriaisia. Lehdet olivat reikäisiä ja rypsi huonokasvuis-ta. Traktorin renkaanjalkien kohdalla kasvusto oli parempaa kuin muualla. Muut päällyskasvit kasvoivat hyvin.

Heinäkuun puoliväli

Tuholaisten aiemmin aiheuttamista vaurioista huolimatta rypsiyksilöt olivat nyt hyväkuntoisia. Rypsikasvuston kokonaispeittävyys oli kuitenkin 7. heinäkuuta arvioitu vaihtelevan 45 ja 95 prosentin välillä, kun muiden päällyskasvien kohdalla peittävyys oli 85–100 prosenttia. Kaura oli kerranteissa 2 ja 4 vaaleaa ja heikosti kasvavaa, johtuen ilmeisesti maan liiallisesta märkyydestä tässä kohdassa olevan painan-teen takia. Muuten kasvustot olivat koko koealalla hyväkuntoisia ja voimakkaassa kasvussa.

Elokuun puoliväli

Syysvehnä yletyi kasvustossa noin puoli-väliin ohran korkeutta. Yksilöiden pituus oli kuitenkin suurempi, sillä pystyyn nos-tettuna syysvehnän lehtien kärjet ulottui-ivat ohran tähkiin asti. Saana -ohrassa oli kasvufysiologisista häiriöistä johtuvia pilk-kuja, mikä ei silti ilmeisesti vaikuttanut satoon.

Kaura oli lakoontunut tiheän kylvön kohdalta, paitsi 2. ja 4. kerranteessa, jois-sa oli aiemmin havaittu kasvun olevan heik-koa.

Härkäpapu oli täysin vihreää ja jatkoi kasvuaan, osin jopa kukki vielä. Tiheään kylvetty kasvusto oli osittain laossa. Nor-maalitiheyteen kylvetyn ja pystyssä olevan härkäpavun kohdalla syysvehnä oli hyvä-voimaisen näköistä. Lakopaikoissa syysveh-nä oli kellastunutta ja maahan liiskaantu-nutta.

Rypsi oli jäänyt syysvehnän ja juola-vehnän valtaan. Alue oli pääsääntöisesti rehevän vihreää lehtimassaa, jossa oli pai-

koittain rypsilaikkuja. Syysvehnä oli tällä alueella ilmeisesti ottanut runsaasti käyttöön rypsilille annettua tyypeä, sillä yksilöt olivat selvästi rehevämpiä ja pidempiä kuin viereen ilman päällyskasvia keväällä kylvetyn puhtaan syysvehnäkasvuston yksilöt.

Syyskuun alkupuoli

Juolavehnää oli koko alueella melko paljon, erityisen selvästi se näkyi kauran ja härkäpavun lakokasvustoissa. Syysvehnä näytti menestyvän kauran pystykasvustoissa yhtä hyvin kuin ohrakasvustoissa.

Syyskuun loppupuoli

Hesseninsäiskeä löytyi puidulta ohra-alalta otetuista syysvehnänäytteistä ja myöhemmin myös muilta aloilta. Ohran puhdistuspuinti tehtiin yli kaksi viikkoa reuna-alueen käytäväpuinnin jälkeen. Suuri osa syysvehnän lehtialasta katkaistiin pois puinnin yhteydessä, mutta osuutta ei määritetty tarkemmin. Käytäväalueen syysvehnä oli tässä vaiheessa kasvanut voimakkaasti ja ylettyi nyt kymmenen senttiä ohran sänkeä korkeammalle.

Aiemmin kesällä heikosti kasvaneet paikat olivat kauraa puitaessa upottavia. Syysvehnä näytti hyväkuntoiselta kauran puinnin jälkeen. Lakopaikoissa syysvehnä oli taipunut kauran mukana maata vasten, eikä se siksi matalasta puinnista huolimatta katkenut tyvestä.

Lokakuun alkupuoli

Härkäpavun siemenet olivat puitaessa (9. lokakuuta) vielä suurimmaksi osaksi pehmeitä.

Lokakuun loppu

Syysvehnäkasvusto oli silmämääräisesti arvioiden ohra-alueella tiheämpää kuin kaura-alueella. Pystyssä pysyneen kauran alla kasvaneet syysvehnäyksilöt eivät kuitenkaan suuresti poikenneet ohran alla kasvaneis-

ta. Härkäpavun puintijätteistä näki, että potentiaalisesta sadosta suuri osa jäi saamatta talteen. Syysvehnä oli härkäpapualueella hyvin rehevää, samoin rypsilalueella. Kylvötiheyksien välillä ei voinut havaita selkeitä eroja. Koalueella oli runsaasti juolavehnää, mikä vaikeutti syysvehnäkasvustojen vertailua. Keväällä ilman päällyskasvia kylvetty alue kasvoi tasaisesti syysvehnää. Sen tyvilehdet olivat vaaleanruskeita, yläosassa oli noin 20 cm vihreää. Juolavehnää oli runsaasti, ja se erottui selkeästi ruskeana ja syysvehnää pidempänä.

Syysvehnän satovuosi

Alkukesä

Syysvehnä talvehti huonosti. Alkukesän havainnoissa todettiin, että suurin osa kentän vihreästä kasvustosta oli juolavehnää. Suunnitelma syysvehnän keväisen kuiva-ainesadon määrittämisestä pienten osanäytteiden avulla hylättiin, koska se ei ilmeisesti olisi antanut todellista kuvaa koejäsenten eroista. Kasvustojen vertailu päätettiin jättää syysvehnän tähkälle tulon jälkeen, ja perustaa koejäsenten vaikutusten tarkastelu puituun syysvehnän satoon.

Loppukesä

Syysvehnäkasvustot olivat harvoja, ja juolavehnää oli erittäin paljon. Kaura-, rypsi- ja härkäpapualueilla juolavehnä oli vallannut käytännössä kaiken alan, viimeksi mainitussa näkyi vain yksittäisiä lyhyitä syysvehnäyksilöitä. Ohra-alueella oli syysvehnän tähkätiheydessä eroja, mutta ne eivät johtuneet ainakaan selkeästi kylvötiheyksistä, vaan pikemminkin kasvupaikasta. Tähkätiheydessä näkyi myös selkeitä rajoja, jotka ilmeisesti johtuivat puintieroista. Silmännähdän eniten tähkiä oli kaistoilla, joilta ohra oli puitu pois käytävien tekoa varten yli kaksi viikkoa ennen viimeistä puhdistuspuintia. Päällekkäisviljelyn syysvehnän korren pituus ja tähkien koko vaihteli selvästi enemmän kuin viereen normaalisti kylvetyn syysvehnän.

4.3.2 Rikkakasvitilanne

Kesäkuun lopulla 1998 tehdyssä laskennassa juolavehnyksilöitä löytyi viljoista keskimäärin 10 kpl/m² ja muista päälyllyskasveista 20 kpl/m². Siemenrikkakasveja oli vähän: ohrassa 30–40, kaurassa 25–50, härkäpavussa 20–25 ja rypsisissä 15–20 kpl/m². Luvut ovat eri kylvötiheyksistä laskettuja keskiarvoja, eikä kylvötiheyden voi sanoa vaikuttaneen rikkakasvien määrään. Rikkakasvien torjuntatarvetta ei ollut missään ruudussa. Yleisin rikkakasvi oli peltoemäkki, noin 15 kpl/m² viljoissa ja keskimäärin 7 kpl/m² muissa päälyllyskasveissa. Seuraavaksi yleisintä lajia, ukontatarta löytyi enimmilläänkin vain 10 kpl/m². Muita lajeja (pihatähtimö, peltotaskuruoho, jauhosavikka, peltomatar) oli vain muutamia yksilöitä neliometriä kohti. Pillikettä, peippiä ja pelto-ohdaketta löytyi kaikista näytealoista yhteensä vain muutama yksilö.

4.3.3 Tuhoeläintilanne

Kasvinäytteet

Syksyllä 1998 otetuissa syysvehnänäytteissä ei hesseninsääskimäärissä (toukat, kotelot, esikotelot) havaittu eroja päälyllyskasvien välillä (Kuva 4). Kylvömäärien välillä ei myöskään havaittu selviä eroja, vaikkakin kauran ja ohran alennettu kylvömäärä näytti jonkin verran lisäävän hesseninsääskiä syysvehnässä. Rypsin kohdalla päälyllyskasvin tiheydellä ei näyttänyt olevan vaikutusta,

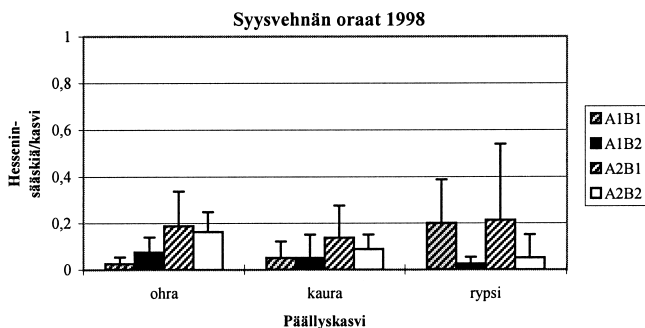
mutta syysvehnän tiheimmästä kylvöstä löytyi hieman enemmän hesseninsääskiä. Koko kokeessa hesseninsääskiä löytyi keskimäärin joka kymmenennestä kasvista (0,1 sääskeä/kasvi). On huomattava, että hesseninsääskimäärien vaihtelu eri näytteiden välillä oli suurta ja keskiarvoissa havaitut erot eivät välttämättä ole todellisia eroja. Kahukärpäsen toukkia ei syysvehnistä löytynyt.

Keväällä 1999 otetuissa syysvehnänäytteissä hesseninsääskien määrä (keskimäärin 0,4 sääskeä/kasvi) oli suurempi kuin syksyllä otetuissa näytteissä. Hesseninsääskimäärissä ei havaittu eroa eri päälyllyskasvien (ohra, kaura) välillä (Kuva 5). Lohkolla, jossa ohra oli ollut päälyllyskasvina, hesseninsääskimäärät olivat suurempia harvemmassa syysvehnäkavustossa (Kuva 5). Kauralohkoilla vähiten hesseninsääskeä oli A1B2-ruuduissa, joissa päälyllyskasvin kylvömäärä oli ollut suurempi ja syysvehnän kylvömäärä pienempi. Hesseninsääskien viottamien kasvien osuudessa ei kuitenkaan ollut eroa eri kylvömäärien välillä (Kuva 6). Keskimäärin 20 prosenttia kasveista oli hesseninsääskien viottamia. Ilman päälyllyskasvia keväällä kylvetystä syysvehnästä löytyi myös hesseninsääskiä.

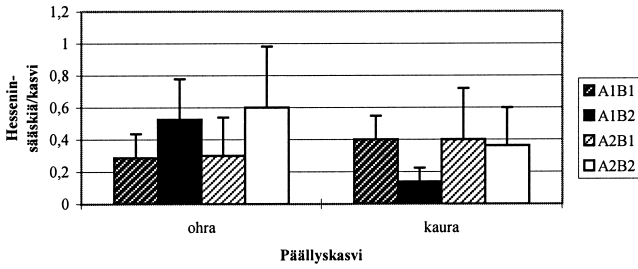
Haavinta- ja liimapyydysnäytteet

Hesseninsääskien aikuisia oli vain muutamassa haavintänäytteessä (Taulukko 2). Sen sijaan kirva- ja kaskasmäärät haavintänäytteissä olivat suuria varsinkin kesäkuun loppupuolella (Kuvat 7a ja b).

Kuva 4. Hesseninsääskien määrä/kasvi päälyllyskasvin puinnin jälkeen otetuissa syysvehnänäytteissä 1998. A1: Päälyllyskasvin suurempi siemenmäärä, A2: Päälyllyskasvin pienempi siemenmäärä, B1: Syysvehnän suurempi siemenmäärä, B2: Syysvehnän pienempi siemenmäärä.

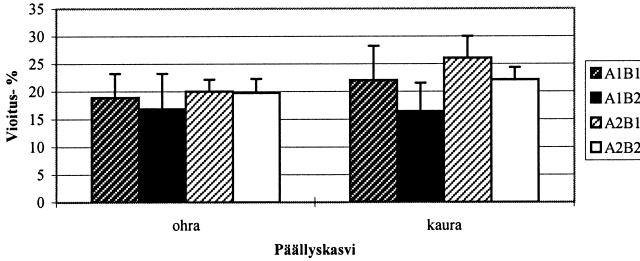


Hesseninsääsket syysvehnässä 1999



Kuva 5. Hesseninsääskien määrä/kasvi syysvehnänäyteteissä keväällä 1999. A1: Päällyskasvin suurempi siemenmäärä, A2: Päällyskasvin pienempi siemenmäärä, B1: Syysvehnän suurempi siemenmäärä, B2: Syysvehnän pienempi siemenmäärä.

Hesseninsääskien voittamat syysvehnät 1999



Kuva 6. Hesseninsääskien voittamien kasvien osuus keväällä 1999 otetuissa syysvehnänäyteteissä. A1: Päällyskasvin suurempi siemenmäärä, A2: Päällyskasvin pienempi siemenmäärä, B1: Syysvehnän suurempi siemenmäärä, B2: Syysvehnän pienempi siemenmäärä.

Taulukko 2. Hesseninsääskien määrä eri päällyskasvilohkoilta viikoittain otetuissa haavintanäyteteissä kesällä 1999.

Näytteenotto-päivä	Päällyskasvi (v. 1998)	määrä
8.6.	ohta	5
	kaura	2
	härkäpapu	1
	rypsi	3
15.6.	rypsi	1
	ei päällyskasvia	1
20.7.	rypsi	1

Keltaisissa liimapyydyksissä aikuisia hesseninsääskiä tavattiin kesäkuun alkupuolella ja heinäkuun puolivälissä (Kuva 8). Yksilömäärät olivat pieniä ja määrät eri päällyskasvilohkoilla olivat melko samat. Myös liimapyydyksissä tavattiin runsaasti kirvoja kesä-heinäkuun vaihteessa (Kuva 9).

4.3.4 Kasvitautitilanne vuonna 1999

Lumihomehavainnot

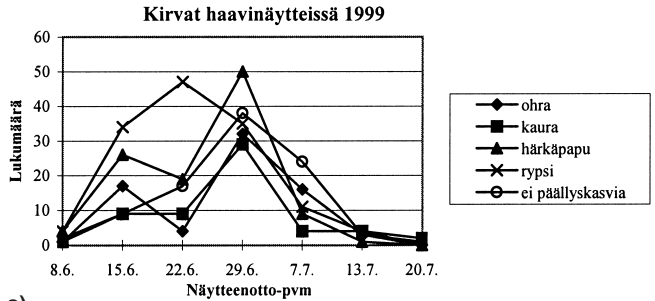
Täsmällisiä lumihomearvioita ei pystytty tekemään, koska päällyskasvin sänki peitti harvan oraskasvuston. Lumihometta oli laikuittain, erityisesti kauran sängissä ja tautisten sänkien läheisyydessä kasvavissa oraissa.

Tyvi- ja juuristotaudit oraissa

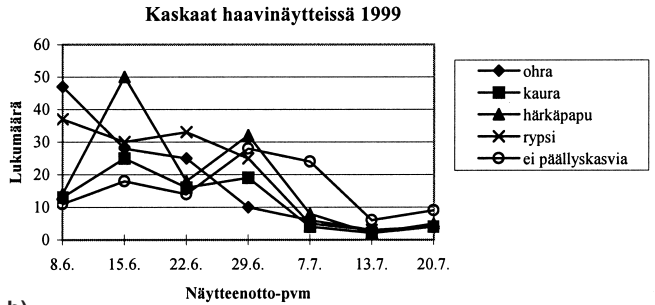
Tautisia tyviä ja juuria oli 25 prosentissa syysvehnistä. Päällyskasvilla tai kylvömäärällä ei ollut vaikutusta tautien määrään (Taulukko 3).

Lehtitaudit

Keväällä 1999 lehtitauteja löytyi noin 90 prosentista syysvehnistä (Taulukko 3). Kuivasta kesästä johtuen tauteja oli tähkälle-

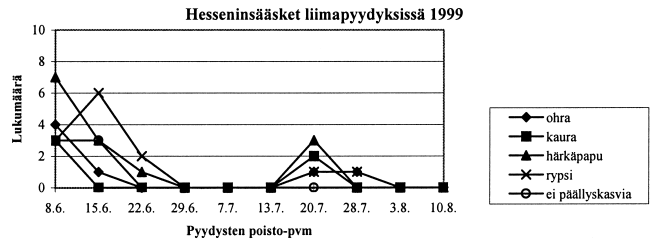


a)

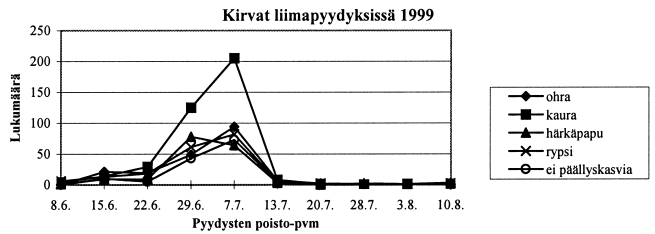


b)

Kuva 7. Kirvojen a) ja kaskaiden b) määrä syysvehnästä otetuissa haavinäytteissä kesällä 1999. (Näytteet otettu kultakin päällyskasvilohkolta erikseen).



Kuva 8. Hesseninsääskien määrä liimapyydyksissä kussakin päällyskasvilohkossa syysvehnän satovuonna 1999.



Kuva 9. Kirvojen määrä liimapyydyksissä kussakin päällyskasvilohkossa syysvehnän satovuonna 1999.

Taulukko 3. Tyvitautilia yksilöitä syysvehnänäytteissä keväällä 1999. Yhteensä 320 kasvia/päällyskasvi.

Päällyskasvi 1998	Terkeitä oraita %	Sairaita tyviä %	Sairaita juuria %	Lehtilaikkuja %
Ohra	6,3	25,0	26,3	91,3
Kaura	8,1	26,3	22,2	88,4

Taulukko 4. Syysvehnän kolmen ylimmän lehden tautisuus kesällä 1999, kpl/80 kasvia.

Lehti	Härmä	Septoria	Ruskearuoste	Kuihtuneita lehtiä	Terveitä lehtiä kpl	Terveitä lehtiä %
Tautisia lehtiä kpl/80 kasvia						
Päällyskasvi 1998 kaura						
lehti 1	0	12	0	0	68	85
lehti 2	2	37	2	1	38	48
lehti 3	0	41	0	16	23	29
Päällyskasvi 1998 ohra						
lehti 1	0	12	2	0	66	83
lehti 2	2	39	2	3	34	43
lehti 3	0	35	2	31	12	15

tulovaiheessa kuitenkin melko vähän. Eniten oli ruskolaikkua (*Septoria* sp.) noin 35 prosenttia tutkituista lehdistä. Lisäksi oli vähän, noin 1 prosentti härmää (*Blumeria graminis*) ja noin 2 prosenttia ruskearuostetta (*Puccinia recondita*). Ylimmät lehdet olivat melko terveitä, pääosa taudeista oli toiseksi ja kolmanneksi ylimmissä lehdisissä. Kesän 1998 päällyskasvi ei vaikuttanut lehtitautien määrään kesän 1999 syysvehnässä (Taulukko 4).

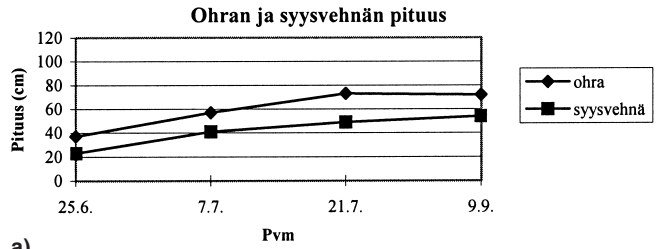
4.3.5 Kasvustomittaukset

Kesäkuun lopun 1998 päällyskasvin ja syysvehnän kasvitiheydet laskettiin vain härkäpavun ja rypsin osalta, koska ohrasta ja kaurasta laskeminen todettiin liian vaikeaksi ja siten epäluotettavaksi. Härkäpapyksilöitä oli A1:ssä 80 kpl/m² ja A2:ssa 60 kpl/m². Rypsiyksilöitä oli A1:ssä 140 kpl/m² ja A2:ssa 90 kpl/m². Syysvehnäyksilöitä oli keskimäärin 210 kpl/m² A1:ssä ja 120 kpl/m² A2:ssa. Päällyskasvi ja sen kylvötiheys ei vaikuttanut syysvehnäyksilöiden määrään.

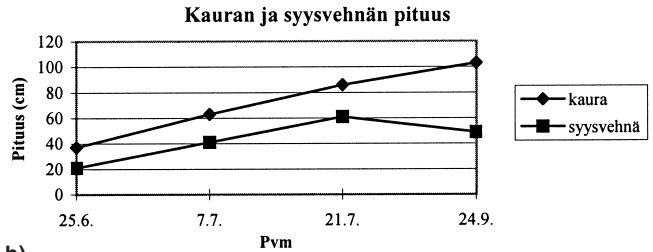
Kesän 1998 ensimmäisessä pituusmittauksessa (25.6.) viljojen pituus oli keskimäärin 37 cm, härkäpavun 19 cm ja rypsin 12 cm (Kuva 10). Kahta viikkoa myöhemmin rypsi oli saavuttanut pituuskasvussa viljat, ja edelleen kahta viikkoa myöhem-

min myös härkäpapu. Kunkin päällyskasvin puintiaikaan ohran pituus oli keskimäärin 72 cm, kauran 103 cm, rypsin 90 cm ja härkäpavun 112 cm. Syysvehnä oli ensimmäisellä mittauskerralla päällyskasvista riippumatta noin 22 cm pitkää, eli puolta lyhyempää kuin kevätiljat, mutta pidempää kuin muut päällyskasvit. Kahden viikon päästä myös härkäpapu ja rypsi olivat kasvaneet syysvehnää pidemmiksi. Syysvehnän pituus ei kasvanut heinäkuun lopun ja puinnin välillä yhdenkään päällyskasvin kohdalla. Päällyskasvin puintiaikaan syysvehnän pituus oli noin 50 cm kaurassa ja härkäpavussa, sekä noin 55 cm ohrassa ja rypsinä. Päällyskasvilaji oli siten ratkaisevampi tekijä syysvehnän pituudelle kuin kasvu-aika ennen päällyskasvin puintia.

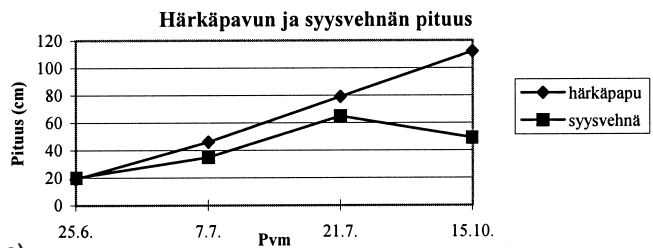
Tiheämpi syysvehnäkasvusto (B1) näytti toisen ja kolmannen mittauskerran perusteella lyhentäneen päällyskasveista lähinnä kauran pituutta, mutta 3–4 cm:n pituusero oli pieni verrattuna lähes 20 cm:n pituuseroihin ruutujen sisällä. Rypsin pituusvaihtelu oli vielä suurempaa, eikä 5 cm:n eroa tiheyksien A1 ja A2 välillä voida pitää luotettavana. Kylvötiheydet eivät vaikuttaneet puintiaikaan mitattuun ohran ja rypsin pituuteen. Pisimmät härkäpapu- ja kaurayksilöt kasvoivat kylvötiheydessä A2B2, jossa molemmat kasvit olivat noin 7 cm pidempiä kuin muissa kylvötiheyk-



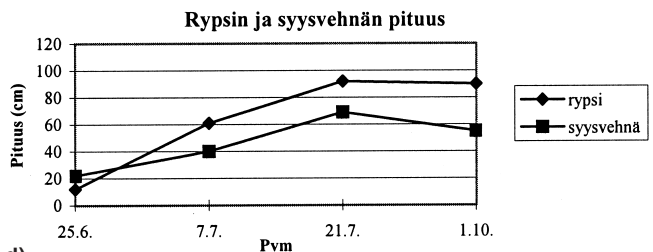
a)



b)



c)



d)

Kuva 10. Päälyllyskasvien (a: ohra, b: kaura, c: härkäpapu, d: rypsi) ja syysvehnän pituuden kehitys kasvukauden 1998 aikana. Viimeinen pituusmittaus on tehty ennen kunkin päälyllyskasvin puintia.

sien yhdistelmissä. Kerranteiden välillä mitattiin kuitenkin isompia eroja kuin kylvötiheyshdistelmien välillä keskimäärin, eivätkä kylvötiheyksien vaikutukset olleet säännönmukaisesti samansuuntaisia eri kerranteissa.

Syysvehnän pituus vaihteli paljon: esimerkiksi kolmannella mittauskerralla kau-

ra-alueen lyhin ja pisin yksittäinen mittausta olivat 38 ja 104 cm. Tästä syystä myöskään kylvötiheyden vaikutuksesta syysvehnän pituuteen ei saatu luotettavia tuloksia. Puintiajan mittausten perusteella ei liioin voi sanoa kylvötiheyksien vaikuttaneen selkeästi syysvehnän pääverson pituuskasvuun, vaikka keskiarvojen perusteella syys-

vehnä kasvoi harvaan kylvetyyn kauran alla 3 cm pidemmäksi kuin tiheään kylvetyyn kauran alla.

Kasvuston lehtialaindeksi 7. heinäkuuta 1998 oli keskimäärin 3,8 ohrassa, 3,1 kaurassa, 2,7 härkäpavussa ja 3,3 rypsisissä. Heinäkuun 23. päivä LAI oli 3,9 ohrassa, 3,6 kaurassa, 4,3 härkäpavussa ja 4,5 rypsisissä. LAI-arvot eivät tässä tapauksessa kuvaa päällyskasvien peittävyyttä, sillä päällyskasvin kasvun kannalta heikoilla alueilla kasvoi rehevästi syysvehnää ja myös juolavehnää. Päällyskasvin aiheuttamaa kilpailua ja varjostusta kuvannee paremmin kasvustojen mittaaminen 24. heinäkuuta syysvehnäkasvuston yläpinnan korkeudelta. Tämä syysvehnän yläpuolinen LAI oli 2,9 ohrassa, 2,6 kaurassa, 3,0 härkäpavussa ja 1,9 rypsisissä.

Kylvötiheydet eivät yleensä aiheuttaneet LAI-tuloksiin selkeitä eroja. Ainoastaan ohran kohdalla harva kylvö näytti johtavan myös pieneen lehtialaindeksiin: kasvuston tyveltä mitattu LAI oli jälkimmäisellä mitauskerralla 3,3 tiheydessä A2B2, kun se muissa tiheyksissä oli 3,9–4,2. Vaihtelu ruutujen välillä oli suurta kaikissa päällyskasveissa. Esimerkiksi suurin ohrasta mitattu LAI 23. heinäkuuta oli 5,5 ja pienin 2,2.

4.3.6 Kasvustonäytteet

Puintiaikaan otetuissa näytteissä oli ohran tähkiä keskimäärin 580 kpl/m² tiheydessä

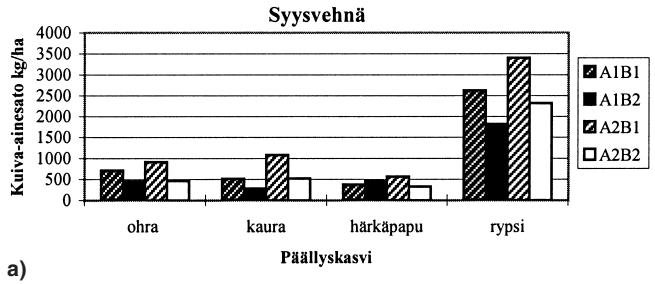
A1 ja 510 kpl/m² tiheydessä A2. Tähkien paino pinta-alayksikköä kohti oli sama ohran kylvötiheydestä riippumatta, eli yksittäiset tähkät olivat painavampia A2:ssa (0,64 g) kuin A1:ssä (0,56 g) (Taulukko 5). Olkien painoon (260–280 g/m²) ei selvää ohran kylvötiheyden vaikutusta löytenyt. Syysvehnän kylvötiheys ei vaikuttanut mihinkään puintiajankohdan näytteestä mitattuihin tuloksiin.

Kauran röyhyjä oli keskimäärin 500 kpl/m² tiheydessä A1 ja 300 kpl/m² tiheydessä A2. Röyhät olivat painavampia A2:ssa kuin A1:ssä (Taulukko 5). Syysvehnän kylvötiheyskin vaikutti: röyhyt olivat 0,2 g painavampia B2:ssä kuin B1:ssä riippumatta kauran kylvötiheydestä. Röyhyn keskipainon vaihtelu kerranteen sisällä oli suurimmillaan 0,4 g, mutta jokaisessa kerranteessa em. kylvötiheyksien vaikutukset olivat saman suuntaisia. Olkien paino pinta-alayksikköä kohti oli suurempi A1:ssä kuin A2:ssa. Lisäksi A2:ssa vaikutti vehnän kylvötiheys: B1:ssä oli 60 g/m² vähemmän olkea kuin B2:ssa.

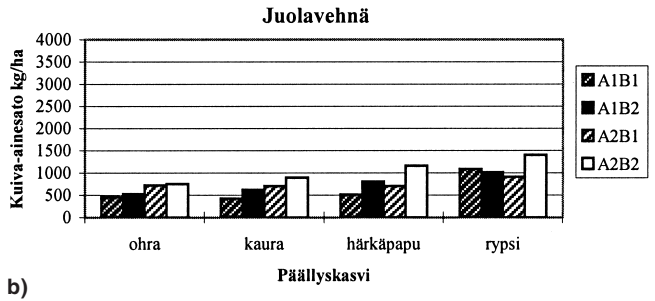
Härkäpapuyksilöitä oli 52 kpl/m² tiheydessä A1 ja 36 kpl/m² tiheydessä A2. Varsien paino pinta-alayksikköä kohti oli kuitenkin yhtä suuri kylvötiheydestä riippumatta, eli kasviyksilöt olivat kevyempiä A1:ssä kuin A2:ssa (Taulukko 5). Kasvia kohti oli palkoja enemmän A2:ssa kuin A1:ssä. Palot (0,9 g/kpl) ja siemenet (0,24 g/kpl) painoivat saman verran riippumatta härkäpavun kylvötiheydestä. Syysvehnän

Taulukko 5. Kylvötiheyden vaikutus päällyskasvien satokomponentteihin. Painot on määritetty lavakuivurissa kuivatuiista näytteistä.

Satokomponentti	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2
Ohran tähkän paino, g	0,55	0,57	0,63	0,64
Kauran röyhyn paino, g	0,69	0,86	1,11	1,29
Kauran oljet, g/m ²	360	370	270	330
Härkäpapu, g/kasvi	4	4	5,5	5,5
Härkäpapu, palkoja/kasvi	6,5	6,5	10	10
Rypsi, haaroja/kasvi	2	1,9	2,7	2,7
Rypsi, g/kasvi	0,93	1,00	1,13	1,37
Rypsi, lituja/kasvi	21	24	30	34



Kuva 11. Syysvehnän a) ja juolavehnän b) maanpäällinen kuiva-ainesato päällyskasvin puintiaikaan 1998. A1: Päällyskasvin suurempi siemenmäärä, A2: Päällyskasvin pienempi siemenmäärä, B1: Syysvehnän suurempi siemenmäärä, B2: Syysvehnän pienempi siemenmäärä.



kylvötiheys ei vaikuttanut mihinkään mitattuun satokomponenttiin.

Rypsiyksilöitä oli keskimäärin 140 kpl/m² tiheydessä A1 ja 75 kpl/m² tiheydessä A2. Kasvit olivat haaroittuneempia tiheydessä A2 kuin tiheydessä A1 (Taulukko 5). Kasviyksilöt olivat kevyempiä ja niissä oli vähemmän lituja A1:ssä kuin A2:ssa. Lidut olivat yhtä painavia (0,055 g) riippumatta kylvötiheydestä. Syysvehnän kylvötiheys ei yleensä vaikuttanut satokomponentteihin. Kasviyksilöä kohti oli kolme litua enemmän tiheydessä B2 kuin B1 kummassakin rypsin kylvötiheydessä, mutta ero oli pieni verrattuna koejäsenten sisäiseen vaihteluun, joka oli suurimmillaan 18–43 litua kasvia kohti.

Syysvehnän ja juolavehnän maanpäällisen biomassan määrään vaikutti ratkaisevasti päällyskasvi ja sen viljelyn onnistuminen. Myös kylvötiheydet vaikuttivat selkeästi (Kuva 11). Heikon rypsin seassa syysvehnän kuiva-ainesato oli nelinkertainen (2500 kg/ha) viljoihin ja kuusinkertainen härkäpapuun verrattuna. Juolavehnääkin oli rypsinä lähes puolta enemmän (1100

kg/ha) kuin viljoissa ja kolmanneksen enemmän kuin härkäpavussa. Syysvehnää oli päällyskasvista riippumatta eniten tiheydessä A2B1 ja juolavehnää tiheydessä A2B2. Syysvehnän kylvön tiheneminen ja päällyskasvin kylvön harveneminen lisäsi syysvehnän biomassan määrää.

4.3.7 Jyväsadot

Päällyskasvit

Sekä ohran että kauran keskimääräinen jyväsato oli noin 2400 kg/ha. Härkäpavun keskimääräinen siemensato jäi hieman alle tuhannen kilon, ja rypsin viiteensataan kiloon hehtaaria kohti (Kuva 12). Härkäpavun ja etenkin rypsin siemensato vaihteli suuresti koalueen eri osissa, rypsin ruutusaatojen välillä saattoi samassa käsittelyssä olla kolminkertaisia eroja. Viljassa kentän aiheuttama vaihtelu oli pienempää, suurimpien saman käsittelyn sisällä mitattujen hehtaarisatojen erojen jäädessä 500 kiloon.

Ohran jyväsato kylvötiheydessä A1 oli keskimäärin 300 kg/ha ja rypsin noin 200



Kuva 12. Kylvötiheyksien vaikutus päällyskasvien jyvä- tai siemensatoon. A1: Päällyskasvin suurempi siemenmäärä, A2: Päällyskasvin pienempi siemenmäärä, B1: Syysvehnän suurempi siemenmäärä, B2: Syysvehnän pienempi siemenmäärä.

kg/ha suurempi kuin kylvötiheydessä A2. Härkäpavun keskimääräinen siemensato oli noin 300 kg/ha pienempi A1:ssä kuin A2:ssa. Kauran jyväsatoon kauran kylvösiemenmäärä ei vaikuttanut. Suuremmalla siemenmäärällä kasvu oli kuitenkin voimakkaampaa, mikä johti kauran lakoutumiseen.

Kun syysvehnän kylvötiheys kasvoi, pieneni kaikkien päällyskasvien sato. Ohran jyväsatoa syysvehnän kylvötiheyden kaksinkertaistuminen pienensi keskimäärin 200 kg/ha, kauran jyväsatoa 300 kg/ha, härkäpavun siemensatoa 150 kg/ha ja rypsin siemensatoa 200 kg/ha. Sadon alennus oli samaa suuruusluokkaa päällyskasvin kylvötiheydestä ja satotasosta riippumatta.

Kylvötiheysyhdistelmän vaikutus vaihteli paljon kerranteesta riippuen, kun päällyskasvina oli härkäpapu. Muiden päällyskasvien osalta satotulokset ovat luotettavampia, sillä kylvötiheyksien vaikutukset olivat lähes poikkeuksetta samansuuntaiset eri kerranteissa.

Kylvötiheydet eivät vaikuttaneet ohran (60 kg) ja kauran (46 kg) hehtolitrapiinon. Kauran tuhannen jyvän paino (TJP) oli hieman suurempi (38 g) tiheydessä A2B1 kuin muissa tiheyksissä (36 g). Ohran TJP oli lähes 38 grammaa tiheydessä A1B1 ja A2B2 sekä noin 36 grammaa muissa kylvötiheyksissä. Kerranteiden väliset erot olivat kuitenkin suuria, jopa 5 grammaa.

Syysvehnä

Syysvehnä puitiin vain alueilta, joilla päällyskasvina oli ollut ohra ja kaura. Käytän-

nöllisesti katsoen täydellisen kadon kohdanneista kaura-, rypsi- ja härkäpapualueista valittiin kaura-alue, koska kauran viljely päällyskasvivuonna onnistui hyvin. Vaikka kylvötiheyksien vertailu tuntui perusteettomalta, puitiin kaura-alueen ruudut edustamaan muita päällyskasveja ohraan verrattuna. Lisäksi ilman päällyskasvia edellisenä keväänä kylvetystä syysvehnästä puitiin kuusi näytekaistaa.

Syysvehnän keskimääräinen jyväsato oli noin 1000 kg/ha, kun päällyskasvina oli ohra, ja runsas 200 kg/ha, kun päällyskasvina oli kaura. Alueiden sisäinen vaihtelu oli suurta: pienin ruutusato ohra-alueelta oli 600 kg/ha ja suurin 1800 kg/ha. Kaura-alueella korkeinkin syysvehnän ruutusato oli vain 400 kg/ha. Sadon määrä kummankin päällyskasvialueen sisällä riippui kasvupaikasta. Kylvötiheyksillä ei voi sanoa olleen mitään vaikutusta, vaikka ohra-alueen jyväsadon keskiarvo olikin 100 kg/ha suurempi käytettäessä harvaa syysvehnän kylvöä tiheämpään verrattuna. Suuresta vaihtelusta johtuen keskiarvotuloksia ei esitetä kuvallisesti.

Syysvehnän pituusmittausten keskiarvo oli ohra-alueella 83 cm ja kaura-alueella 69 cm. Muutenkin syysvehnäyksilöiden pituus näytti olevan yhteydessä jyväsadon suuruuteen. B2:sta mitattiin sekä ohra- että kaura-alueelta 4 cm pidemmät syysvehnäyksilöt kuin B1:stä. Suuren vaihtelun vuoksi sitä ei kuitenkaan voida pitää todisteena siitä, että syysvehnä olisi harvemman kylvön ansiosta kasvanut pidemmäksi.

Syysvehnän hehtolitrapiinon (HLP) oli päällyskasvista riippumatta 77,5 kg. Sekä

ohra- että kaura-alueen syysvehnän HLP oli lähes kilo suurempi A1:ssä kuin A2:ssa. Tuhannen jyvän paino oli keskimäärin 38,5 g kun päällyskasvina oli ollut ohra ja 36 g kun päällyskasvina oli ollut kaura. TJP:n vaihtelu oli suurta etenkin silloin kun päällyskasvina oli ollut ohra, eikä kylvötiheyksien välillä ollut selkeitä eroja.

Ilman päällyskasvia edellisenä keväänä kylvetyn syysvehnän näytekäistojen pienin sato oli 1000 kg/ha ja suurin 2200 kg/ha. Keskiarvo oli 1600 kg/ha. Syysvehnän keskipituudeksi mitattiin 83 cm. HLP oli noin 77 kg ja TJP keskimäärin 36 g.

4.4 Tulosten tarkastelu

Syysvehnän ja päällyskasvien menestymisestä samassa kasvustossa saatiin Ypäjän päällekkäisviljelykokeesta tietoa, jota voi pitää luotettavana ainakin vuoden 1998 kaltaisen sateisen ja viileän kesän olosuhteissa. Tavallista hitaammin edennyt kasvukausi saattoi vaikuttaa kasvien väliseen kilpailutilanteeseen. Kuivana kesänä kasvit olisivat kilpailleet vedestä, nyt lähinnä kasvutilasta, valosta ja ravinteista. Satokomponenteista tehdyt määritykset osoittivat, että kasvit reagoivat erilaisten kylvötiheyksien aiheuttamaan kilpailun vaihteluun. Tiheässä kasvustossa kasviyksilöt tuottivat vähemmän sadon muodostumiseen vaikuttavia kasvinosia kuin harvassa kasvustossa.

Rypsin perustaminen onnistui selvästi tavallista huonommin, eikä rypsin soveltuvuutta päällyskasviksi voi tämän kokeen perusteella päätellä. Myös härkäpavusta saattuihin tuloksiin voi suhtautua varauksin, sillä kokeessa sen pienempikin kylvösienmäärä oli puhdaskasvustoissa tavanomaisesti käytettyä isompi. Silti härkäpavun kylvön tiheneminen ilmeni kasviyksilöiden keventymisenä ja lakoisuuden lisääntymisenä.

Peittävyuden perusteella ohra ja kaura olivat suuren osan kesää suunnilleen yhtä kovia kilpailijoita syysvehnää kohtaan, sillä niiden lehtialaindeksit olivat heinäkuun lopussa saman suuruisia. Pituuserokin al-

koi korostua vasta tässä vaiheessa, ohran pituuskasvun päätyttyä ja kauran kasvaessa lisää, niin että pituusero oli lopulta noin 30 cm. Ensimmäinen LAI-mittaus jopa tuki Pulkin (1992) arviota, että ohra on nopeamman alkukehityksensä vuoksi kovempi kilpailija kuin kaura. Härkäpavun aiheuttama kilpailu oli pituus- ja lehtialamittausten sekä havaintojen perusteella alkukesällä viljoja pienempää, mutta loppukesällä suurempaa. Erityisen paljon viileänä kesänä vaikutti härkäpavun pitkä kasvuaika, vaikka kasvuston aiheuttama varjostus vähenikin nopeasti tuleentumisen alettua.

Sekä syysvehnä että juolavehnä käyttivät tehokkaasti hyväkseen saamaansa kasvutilaa, mikä näkyi kylvövuoden syksyllä niiden suurena biomassan määränä heikosti kasvaneessa rypsissä. Vaikka härkäpapukasvustossakin oli alkukesällä paljon tilaa, loppukesällä härkäpavun voimakas kasvu vähensi syysvehnän määrän kuudesosaan rypsialueeseen verrattuna. Kasvutilan lisääntyminen lisäsi syysvehnän määrää enemmän kuin juolavehnän määrää. Kylvömäärien muutokset eivät vaikuttaneet yhtä voimakkaasti syysvehnän ja juolavehnän kasvuun kuin päällyskasvi ja sen viljelyn onnistuminen. Kylvötiheyksien avulla voitiin kuitenkin oleellisesti vaikuttaa syysvehnän rehevyyteen ennen talvehtimistä: päällyskasvin kylvötiheyden pienentäminen ja syysvehnän kylvötiheyden suurentaminen lisäsivät syysvehnän biomassaa.

Päällyskasvien korjuun ajankohdalla voi olla vaikutusta syysvehnän valmistautumiseen talveen ja selviytymiseen talven rasituksista. Syksyllä 1998 syysvehnä oli silmämääräisten havaintojen ja biomassan perusteella yhtä hyväkasvuista kauran kuin ohrankin jälkeen. Tässä kokeessa ohra oli kuitenkin ainoa päällyskasvi, jonka jälkeen seuraavan kesän syysvehnäkasvusto ja syysvehnän sato olivat edes jossain määrin hyväksyttäviä. Tämä viittaa siihen, että syysvehnää rasittavan päällyskasvin puinnin ajankohta vaikutti syysvehnän talvehtimiseen. Ohran puintiajankohta vastasi suurin piirtein kauran normaalia puintiajan-

kohtaa, ja kauran puinti tapahtui noin kolme viikkoa normaalia myöhemmin. Lisäksi ohra-alueen havaintojen perusteella päällyskasvin puinnin viivästyminen heikensi syysvehnän menestymistä. Kaura saattaakin normaalivuonna olla yhtä hyvä syysvehnän päällyskasvi kuin ohra. Puinnin aiheuttamaan rasitukseen voidaan ehkä vaikuttaa puintikorkeudella, mitä tässä kokeessa ei tutkittu.

Syysvehnän päällyskasville aiheuttamaa sadon alennusta puhdaskasvustoon verrattuna ei tässä kokeessa tutkittu. Syysvehnä kasvoi kuitenkin päällyskasvien alla voimakkaasti, joten se varmasti alensi päällyskasvien satoa, kuten sen on aiemminkin todettu tehneen (Pulkki 1992, Kakko et al. 1997, Salo 1998).

Syysvehnän sato oli parempi keväällä ilman päällyskasvia kylvetyllä alueella kuin ohran kanssa kylvetyillä alueilla. Puhtaana kylvetty syysvehnä ei joutunut kilpailemaan päällyskasvin kanssa, sitä ei rasitettu syksyn puinnin aiheuttamalla niitolla, eikä sen päälle jäänyt puintijätteitä. Ilman päällyskasvia kylvetyn syysvehnän alue sijaitsi kuitenkin noin 300 metrin päässä alueesta, jolla oli ohra päällyskasvina, joten vertailua voidaan pitää korkeintaan suunta-antavana. Lisäksi alue sijaitsi pellon reunan notkelmassa, eli kasvupaikka poikkesi varsinaisesta koalueesta.

Kokeen perustamista edeltävänä syksynä tehty juolavehnän torjunta oli osittain epäonnistunut. Ilmeisesti juolavehnä ei ollut kasvanut kunnolla ennen ruiskutusta. Päällyskasvivuonna juolavehnä pääsi runsastumaan etenkin lohkoilla, joissa päällyskasvi kasvoi heikosti. Erityisen selkeästi juolavehnä valtasi alaa syysvehnän sato-vuonna. Sitä mikä oli juolavehnän merkitys syysvehnää kohdanneessa kadossa, ei kuitenkaan pystytä sanomaan. Todennäköisesti juolavehnä vain käytti hyväkseen kasvutilaa, joka oli syntynyt muista syistä heikentyneeseen syysvehnäkasvustoon. Kilpailullaan se silti pienensi eloon jääneiden syysvehnäyksilöiden tuottamaa satoa. Koska juolavehnä on yksi hesseninsääsken isäntäkasveista, sen määrällä voi olla merkitys-

tä myös hesseninsääsken runsastumiseen. Juolavehnä ja muut monivuotiset rikkakasvit olisivat ehdottomasti hävitettävä pellosa ennen päällekkäisviljelyä.

Vaikka päällekkäisviljelyä ei kyseisellä alueella oltu aiemmin kokeiltu, hesseninsääski ilmaantui koepellolle jo ensimmäisenä vuonna. Kaikilla päällekkäisviljelylohkoilla havaittiin lähes poikkeuksetta hesseninsääsken aiheuttamia tuhoja. Vaikka kaura ja rypsi eivät ole sääsken isäntäkasveja, niiden käyttö päällyskasvina ohran sijasta ei vähentänyt hesseninsääsken määrää syysvehnässä. Päällyskasvin tai syysvehnän erilaisilla kylvömäärillä ei näyttänyt olevan selvää vaikutusta hesseninsääsken runsauteen, vaikkakin kauralohkolla hesseninsääsken määrä kevätnäytteissä jäi pienemmäksi A1B2 ruuduissa, joissa kauran kylvömäärä oli ollut suurempi ja syysvehnän kylvömäärä pienempi. Hesseninsääskeä löytyi myös ilman päällyskasvia keväällä kylvettyä syysvehnäästä. Hesseninsääskeä on löytenyt myös päällekkäisviljelystä ja tavanomaisesti viljelystä rukiista ja ruisvehnäästä (Huusela-Veistola et al. 2000).

Hesseninsääski on päällekkäisviljelyssä (varsinkin useamman päällekkäisviljelyvuoden jälkeen) yleinen ja todennäköinen ongelma. Se on myös aiheuttanut monin paikoin niin selviä tuhoja, ettei viljelymenetelmää voida sellaisenaan suositella ennen kuin sääskituhoja voidaan estää tai vähentää. Tässä kokeessa hesseninsääsken vioittamien kasvien osuus kasvinäytteissä oli noin 10–20 prosenttia, mutta on huomattava, että osa kasveista oli jo kuollut ennen näytteenottoajankohtaa. Hesseninsääski harvensi kasvustoa melko tasaisesti, eikä varsinaisia sääsken tuhoamia alueita voitu erikseen havaita. Hesseninsääsken kokonaisvaikutuksen erottaminen juolavehnän, kasvitautilien ja talvituhojen vaikutuksesta on mahdotonta.

Hesseninsääsken syysviljoille aiheuttaman tuhon määrä riippuu siitä, missä vaiheessa sääski tulee kasvustoon. Todennäköistä on, että sääski tulee syysviljaan jo varhaisessa vaiheessa (kesäkuun alkupuolella), mutta tarkasti sääsken lentoaikoja ei

vielä pystytään ennustamaan. Koska sääskellä on useita sukupolvia vuodessa, voi sääskimäärä kasvaa kasvustossa vielä kasvukauden ajanakin. Hesseninsääsken torjunta-ajankohdan määrittäminen on em. seikkojen vuoksi hankalaa. Yksi kokeilun arvoinen menetelmä voisi olla syysvehnän siemenen peittäminen hyönteistorjunta-aineella. Sääski aiheuttaa syysvehnän pensomista, joka voi osittain kompensoida satotappiota. Koska kasvien kompensaatiokyky vaihtelee lajikkeesta ja kasvuolosuhteista riippuen, on vaikea etukäteen ennustaa, kuinka suuri vaikutus tietyllä sääskimäärällä on satoon. Joillakin päällekkäisviljelypelloilla satotaso on ollut kohtuullinen melko runsaasta sääskisaastunnasta huolimatta, toisilla pelloilla sääski taas on tuhonnut syysvehnän täysin (Huusela-Veistola et al. 2000).

Oljissa ja satojätteissä talven yli säilyviä kasvitauteja ovat ohran verkkolaikku (*Drechlera teres*), ohranrengaslaikku (*Rhynchosporium secalis*), vehnänruskolaikku (*Stagonospora nodorum*), syysvehnänharmaalaikku (*Septoria tritici*), lumihome (*Microdochium nivale*) sekä tyvitaudit (Hannukala 1999). Käytännössä lumihome ja tyvitaudit ovat merkittävimmät taudit, jotka voivat tartuttaa kaikkia viljakasvejamme. Puinnissa vahingoittunut syysvilja saattaa olla otollinen alusta lumihomeen ja mahdollisesti ruskearuosteen hyökkäykselle.

Talvituhosienten torjunnan pois jättäminen oli jälkikäteen ajatellen virhe, vaikka sen vaikutuksesta ei voidakaan varmuudella sanoa mitään. Kaikki koejäsenet haluttiin käsitellä samalla tavalla, ja härkäpavun puimisen jälkeen ei ruiskuttaminen enää ollut mahdollista. Toisaalta torjunnan pois jättämisen kynnyksen oli alhainen, koska päällekkäisviljelyn katsottiin muutenkin olevan menetelmä, jossa kustannukset pyritään pitämään alhaisina. Jos torjunta kuitenkin olisi tehty niillä aloilla, joilla se oli mahdollista, oltaisiin yksi mahdollinen huonon talvehtimisen syy saatu suljettua pois.

Tyvitauteja oli jonkin verran syysvehnissä, mutta niiden merkitys jäi ilmeisen

vähäiseksi. Kuivan kesän takia lehtitauteja oli vähän. *Septoria* sp. oli yleisin taudinaiheuttaja. Tässä kokeessa tautien määrä oli samansuuruinen päällyskasvista ja kylvötiheyksistä riippumatta.

Rengaslaikku saattaa aiheuttaa ongelmia ohran ja rukiin päällekkäisviljelyssä. Taudin isäntäkasveja ovat ohran, rukiin ja ruisvehnän lisäksi eräät heinäkasvit, kuten juolavehna. Joidenkin tutkimusten mukaan tauti on isäntäspesifinen (Robinson et al. 1996, Mäkelä 1974, Cromey & Mulholland 1987), mutta on myös havaintoja taudin siirtymisestä ohralta rukiiseen ja ruisvehnään ja päinvastoin (Avikainen et al. 2000, Jørgensen & Smedegaard-Petersen 1994, Welty & Metzger 1996).

Viljan hinnan edelleen laskiessa päällekkäiskylvön suhteellinen kannattavuus tavanomaiseen verrattuna paranee. Kannattavuuden laskeminen on epätarkkaa, koska menetelmän viljelytekniikassa on vielä paljon selvittävää. Esimerkiksi lannoituskustannuksia pidetään alhaisempina tavanomaiseen nähden, koska syyslannoituksen tarpeen oletetaan olevan pieni. Itse asiassa on kuitenkin selvittämättä, tarvitaanko tässä menetelmässä yhtä suuria lannoitemääriä kuin erikseen viljeltäessä, vai olisiko lannoitusta edelleen syytä vähentää, jotta se olisi oikeassa suhteessa tuotettuihin satoihin nähden.

Hesseninsääsken tutkimisen lisäksi viljelytekniikan kehittäminen syysvehnän talvehtimisen varmistamiseksi on ensisijainen päällekkäisviljelyyn liittyvä tutkimusaihe. Syksyn toimet korjuussa ja sen jälkeen sekä toimien ajoittaminen voivat vaikuttaa ratkaisevasti syysvehnän tulevaan satoon. Vasta em. ongelmien selvittämisen jälkeen on kylvötiheyden säädöllä todellista merkitystä. Siihen asti riittävänä ohjeena voidaan pitää alhaisempaa syysvehnän kylvötiheyttä kuin puhdasviljelyssä, jotta varmistetaan päällyskasvin kohtuullinen sato. Päällyskasvina on varminta käyttää ohraa, ja kylvää se puhdaskasvustoa vastaavalla siemenmäärällä.

Viljelyn kannattavuuden ja työn meikin kannalta on selvittävää, onko olki to-

della kerättävä pois talvehtimisen varmistamiseksi, vai riittääkö tehokas oljen silpuaminen. Oljen määrän rajoittaminen muilla tavoin (lajikevalinta, kasvunsäätet) ovat tähän ongelmaan liittyviä tarkentavan tutkimuksen aiheita. Myös muiden syysviljojen kuin syysvehnän käyttö päällekkäisviljelyssä on muistettava niin käytännön vaihtoehtona kuin tutkimusaiheena. Pellon ja viljelyalueen olosuhteilla voi olla ratkaiseva merkitys syysviljalajin valintaan. Ruikiin viljelytekniikan tutkimiseen voitaneen soveltaa myös tässä tutkimuksessa syntyneitä ajatuksia syysviljan talvehtimiseen vaikuttavista tekijöistä.

Kiitokset

Kiitämme lämpimästi Ari Turtolaa ja Jookioisten kartanoiden henkilökuntaa koe-kentän perustamisesta ja hoidosta. Kiitokset Kari Tiilikkalalle, Eila Turtolalle ja Yrjö Salolle, jotka osallistuivat tutkimuksen suunnitteluun. Haluamme kiittää myös seuraavia tutkimuksen toteutukseen osallistuneita henkilöitä: Jaana Grahn, Marja Jalli, Auli Kedonperä, Ari Lahti, Eila Lalli ja Helena Ruokonen. Lisäksi kiitämme Katri Pakkalaa, Yrjö Saloa ja Jukka Salosta rakentavista kommentista käsikirjoitukseemme.

Kirjallisuus

Andrews, D.J. 1972. Intercropping with sorghum in Nigeria. *Experimental Agriculture* 8: 139–150.

Andow, D.A. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology* 36: 561–586.

Avikainen, H., Jalli, M. & Kedonperä, A. 2000. Rengaslaikkuisolaatit uusilla ruislajikkeilla. Ruis arvonsa ansaitsee. Kansallisten ruishankkeiden tutkimusseminaari, Jokioinen, 11. huhtikuuta 2000. Seminaarimoniste. p. 44–48.

Barnes, H.F. 1956. Gall Midges of Economic Importance: Gall Midges of Cereal Crops. Vol VII. London: Grosby Lockwood and Son. 261 p.

Buntin, G.D. 1992. Assessment of a microtube injection system for applying systemic insecticides at planting for Hessian fly control in winter wheat. *Crop Protection* 11: 366–370.

– & **Chapin, J.W.** 1990. Biology of Hessian fly (Diptera: Cecidomyiidae) in the Southeastern United States: geographic variation and temperature-dependent phenology. *Journal of Economic Entomology* 83: 1015–1024.

– & **Hudson, R.D.** 1991. Spring control of the Hessian fly (Diptera: Cecidomyiidae) in winter wheat using insecticides. *Journal of Economic Entomology* 84: 1913–1919.

–, **Bruckner, P.L. & Johnson, J.W.** 1990. Management of Hessian fly (Diptera: Cecidomyiidae) in Georgia by delayed planting of winter wheat. *Journal of Economic Entomology* 83: 1025–1033.

–, **Ott, S.L. & Johnson, J.W.** 1992. Integration of plant resistance, insecticides, and planting date for management of the Hessian fly (Diptera: Cecidomyiidae) in winter wheat. *Journal of Economic Entomology* 85: 530–538.

Chastain, T. G. 1988. Establishment of red fescue seedcrops with cereal companion crops. I. Morphological responses. II Seed production and economic implications. *Crop Science* 28: 308–316.

– & **Grabe, D. F.** 1988. Spring establishment of turf-type tall fescue seed crops with cereal companion crops. *Agronomy Journal* 81: 488–493.

Cromey, M.G. & Mulholland, R.I. 1987. Host specialization of *Rhynchosporium secalis* in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 30: 345–348.

Firbank, L.G. & Watkinson, A.R. 1990. On the effects of competition: from monocultures to mixtures. In: Grace, J. B. & Tilman, D. (eds.). *Perspectives on Plant Competition*. San Diego: Academic Press. p. 165–192. ISBN 0-12-294452-6.

- Francis, C.A.** 1986. Multiple Cropping Systems. New Yourk: Macmillan Publishing Company. 383 p. ISBN 0-02-948610-6.
- Gagne, R.J., Hatchett, J.H., Lhaloui, S & El Bouhssini, M.** 1991. Hessian fly and Barley stem gall midge, two different species of *Mayetiola* (Diptera: Cecidomyiidae) in Morocco. *Annals of the Entomological Society of America* 84: 436–443.
- Gliessman, S.R.** 1986. Plant interactions in multiple cropping system. In: Francis, C. A. (ed.), Multiple cropping systems. New Yourk: Macmillan Publishing Company. p. 82–95. ISBN 0-02-948610-6.
- Griffin, W. & Madie, C.** 1996. Susceptibility of cereal and non-cereal grasses to attack by Hessian fly (*Mayetiola destructor*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 24: 29–238.
- Hannukkala, A.** 1999. Viljakasvien taudit. Luomupellon kasvinsuojelu. Tieto tuottamaan 84. Helsinki: Maaseutukeskusten Liitto. p. 16–39.
- Harris, M.O., Dando, J.L., Griffin, W. & Madie, C.** 1996. Susceptibility of cereal and non-cereal grasses to attack by Hessian fly (*Mayetiola destructor*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 24: 29–238.
- Huusela-Veistola, E., Vasarainen, A. & Grahn, J.** 2000. Hessian fly (*Mayetiola destructor* Say) damage in relay intercropping of cereals in Finland. IOBC/WPRS Bulletin. In press.
- Johnson, J.W., Buntin, G.D., Foster, J.E., Roberts, J.J. & Raymer, P.L.** 1987. Response of triticale to the Hessian fly (Diptera: Cecidomyiidae). *Journal of Entomological Science* 22: 51–54.
- Jones, E.T.** 1939. Grasses of the tribe Hordeae as hosts of Hessian fly. *Journal of Economic Entomology* 32: 505–510.
- Jørgensen, H.J.L. & Smedegaard-Petersen, V.** 1994. Pathogenic variation of *Rhynchosporium secalis* in Denmark and sources of resistance in barley. *Plant Disease* 79: 297–301.
- Kakko, J., Virtanen, A. & Peltonen, J.** 1997. Kevät- ja syysviljojen vuorosekaviljelytekniikan (kaksoiskylvötekniikan) kehittäminen Suomen kasvuoloihin. Loppuraportti. Loimaa: KTTK Siementarkastusosasto. 15 p.
- Kaupilla, R.** 1985. Apilat aluskasveina viljanviljelyssä. SITRA. Biologisen typensidonnän ja ravinnetyypen hyväksikäytön projekti. 20. 49 p. ISBN 951-563-163-7.
- Känkänen, H.** 1994. The effect of undersown clover and grass on the nitrogen leaching risk during autumn and winter. In: NJF-seminar nr 245; The use of catch or cover crops to reduce leaching and erosion, Ar/Knivsta, Sweden, 3–4 October. Session III. p. 13–20.
- , Maatalouden tutkimuskeskus, suullinen tiedonanto 14.2.2000.
- & **Nykänen-Kurki, P.** 1997. Soil mineral nitrogen content after 5-year continuous undersowing under cereal crop rotation. In: Schröder, J. J. (ed.), Long term reduction of nitrate leaching by cover crops. Second progress report of EU CA 2108. The Netherlands: DLO-Research Institute for Agrobiological and Soil Fertility. p. 15–30.
- & **Turtola, E.** 1998. Typpihuuhtoutumat kuriin aluskasvilla. Koetointi ja käytäntö 3: 4.
- MacFarlane, R.P.** 1989. *Mayetiola destructor* (Say), Hessian fly (Diptera: Cecidomyiidae). Technical Communication – Commonwealth Institute of Biological Control 10: 101–104.
- Mattila, P.** 1996. Lannoittaisinko maalajeittain? Tuloksia sopeutuvan viljelyn kokeista. Työteho-seuran maataloustiedote 469 (3/1996). Helsinki: Työteho-seura. 6 p. ISSN 0782-6788.
- Mäkelä, K.** 1974. Occurrence of *Rhynchosporium secalis* (Oud.) J. J. Davis on spring barley and winter rye in Finland. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland* 46: 103–117.
- Morrill, W.L.** 1982. Hessian fly: host selection and behaviour during oviposition, winter biology, and parasitoids. *Journal of the Georgia Entomological Society* 17: 150–156.
- & **Nelson, L.R.** 1975. Hessian fly control with carbofuran. *Journal of Economic Entomology* 69: 123–124.
- Natarajan, M. & Willey, R.W.** 1980. Sorghum-Pigeonpea intercropping and the effects of population density. 1. Growth and yield. *The Journal of Agricultural Science* 95: 51–58.
- Poutala, T.**, Helsingin yliopisto, suullinen tiedonanto 23.10. 1997.
- Pulkki, T.** 1992. Kevät- ja syysviljojen vuorosekaviljelyn mahdollisuudet. Pro gradu-työ. Helsinki: Helsingin yliopisto, kasvu- ja viljelytieteiden laitos. 79 p.

- Rao, M.R.** 1986. Cereals in multiple cropping. In: Francis, C. A. (ed.). Multiple cropping systems. New York: Macmillan Publishing Company. p. 96–132. ISBN 0-02-948610-6.
- Ratcliffe, R.H. & Hatchett, J.H.** 1997. Biology and genetics of the Hessian fly and resistance in wheat. In: Bondari, K. (ed.). New Development in Entomology. Trivandrum, India Research Signpost, Scientific Information Guild. p. 47–56.
- Robinson, J., Lindquist, H. & Jalli, M.** 1996. Genes for resistance in barley to Finnish isolates of *Rhynchosporium secalis*. Euphytica 92: 295–300.
- Saalas, U.** 1943. Maatalouden tuho- ja hyötyeläimet. Vanamon kirjoja n:o 33. Helsinki: Otava. 497 p.
- Salo, Y.** 1998. Syysviljan kevättylvö. Koetointia ja käytäntö 2: 3.
- Skuhrava, M., Skuhravy, V. & Brewer, J.W.** 1984. The distribution and long-term changes in population dynamics of gall midges on cereals in Europe. Cecidologia Internationale 5: 1–7.
- Stern, W.R. & Donald, C.M.** 1962. Light relationship in grass-clover swards. Australian Journal of Agricultural Research 13: 599–614.
- Trenbath, B.R.** 1976. Plant interactions in mixed crop communities. In: Papendic, R. I., Triplett, G. B. & Bronson, R. D. (eds.). American Society of Agronomy special publication 27: 129–169. ISBN 0-89118-045-1.
- Vappula, N.A.** 1962. Suomen viljelykasvien tuhoeläinlajisto. Annales Agriculturae Fenniae 1, Suppl. 1: 1–275.
- Varis, E.** 1983. Herneen ja härkäpavun seosviljely. In: Varis, E. et al. (eds.). Biologisen typensidonnain ja ravinnetyypin hyväksikäytön projektin julkaisut nro 6. Helsinki: Sitra. p. 93–130. ISBN 951-563-074-6.
- Vasarainen, A.** 1997. Hessenin sääski, kasvu- kauden 1997 tuholaitulokas syysviljassa. Luomutuotannon näkymiä. Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala 20.–21.3.1997. Esitelmä.
- & **Tiilikkala, K.** 1997. Hessenin sääski päällekkäisviljelyn ongelmana. Kasvinsuojelulehti 30(3): 69–72.
- & **Tiilikkala, K.** 1998. Viljan päällekkäisviljely sääsken armoilla. Koetointia ja käytäntö 2: 2.
- Vilich-Meller, V.** 1992. Mixed cropping of cereals to suppress plant diseases and omit pesticide applications. Biological Agriculture and Horticulture 8: 299–308.
- Wellso, S.G. & Hoxie, R.P.** 1994. Tillering response of 'Monon' and 'Newton' winter wheats infested biotype L Hessian fly (Diptera: Cecidomyiidae) larvae. The Great Lakes Entomologist 24: 235–239.
- Welty, R.E. & Metzger, R.J.** 1996. First report of scald of triticale caused by *Rhynchosporium secalis* in North America. Plant Disease 80: 1220–1223.
- Willey, R.W., Rao, M.R. & Natarajan, M.** 1981. Traditional croppingsystem with pigeonpea and their improvement. In: Kumble, V. (ed.). Proceedings of the International Workshop on pigeonpeas, ICRISAT, Patancheru, India, 15–19 December 1980. vol. 1, p. 11–25.

