

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

TIEDOTE

3/95

SEPPO AULA ja HEIKKI TALVITIE

**Ruis- ja kevätvehnälajikkeiden soveltuvuus
luonnonmukaiseen viljelyyn**

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
TIEDOTE 3/95

SEPPO AULA ja HEIKKI TALVITIE

**Ruis- ja kevätvehnälajikkeiden soveltuvuus
luonnonmukaiseen viljelyyn**

*(Summary: The suitability of rye and spring wheat varieties
for ecological cultivation)*

Maatalouden tutkimuskeskus
Länsi-Suomen tutkimusyksikkö
Satakunnan tutkimusasema
32810 PEIPOHJA
Puh. (939) 5468 420

Jokioinen 1995
ISSN 0359-7652

AULA, S. ja TALVITIE, H. Ruis- ja kevätvehnälaajikkeiden soveltuvuus luonnonmukaiseen viljelyyn. (Summary: *The suitability of rye and spring wheat varieties for ecological cultivation.*) Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 3/95. 46 p. + 6 liitettä.

Avainsanat: luonnonmukainen viljely, ruis, kevätvehnä, lajikkeet, sato, laatu, kilpailukyky, satovarmuus

TIIVISTELMÄ

Tutkimus suoritettiin Maatalouden tutkimuskeskuksen Satakunnan tutkimusasemalla vuosina 1987–1993. Ruis- ja kevätvehnälaajikkeita kasvatettiin luonnonmukaisen viljelyn viljelykierrossa. Lannoituksena käytettiin viherlannoitusta. Kolmea lajiketta kasvatettiin myös tavanomaisen viljelyn oloissa. Mukaan otetut lajikkeet edustivat sekä uusia nykyisin yleisesti käytössä olevia lajikkeita että vanhoja käytöstä poistuneita lajikkeita. Lajikkeista tutkittiin niiden menestymistä luonnonmukaisessa viljelyssä, laatuominaisuuksia, kilpailukykyä rikkakasveja vastaan ja satovarmuutta.

Uudet ruis- ja kevätvehnälaajikkeet tuottivat luonnonmukaisessa viljelyssä runsaamman sadon kuin vanhat lajikkeet. Rukiilla ero oli keskimäärin 15 % ja kevätvehnällä 10 %. Osa uusista lajikkeista menestyi kuitenkin heikosti ja toisaalta eräät vanhat lajikkeet menestyivät melko hyvin. Lehtialaindeksin ja sadon välillä ei havaittu riippuvuutta.

Rukiin laatuominaisuuksissa ei havaittu selvää eroa uusien ja vanhojen lajikkeiden välillä. Kevätvehnälaajikkeista uusien laatu oli parempi kuin vanhojen.

Tutkimuksessa ei pystytty osoittamaan eroa rikkakasvien määrässä eri lajikkeiden kasvustojen välillä. Sen sijaan havaittiin lajikkeiden välillä olevan eroja kilpailukykyyn vaikuttavissa tekijöissä eli peittävyudessa, lehtikulmassa, pituudessa ja kehitysrytmissä. Pituuden ja rikkakasvien määrän välillä havaittiin negatiivinen korrelaatio.

Ruislajikkeiden satoisuuden ja satovarmuuden välillä vallitsi käänteinen riippuvuus. Satoisimmat lajikkeet olivat myös epästabileimpia. Eräät kevätvehnälaajikkeet sen sijaan olivat sekä satoisia että melko satovarmoja.

Tavanomaisen ja luonnonmukaisen viljelyn vertailussa ei havaittu eroja lajikkeiden reaktiossa eri viljelymenetelmiin. Lajikkeiden satoisuusjärjestys pysyi lähes samana. Lajikkeet lakoutuivat luonnonmukaisessa viljelyssä vähemmän kuin tavanomaisessa viljelyssä, vaikka korsi kasvoi luonnonmukaisessa viljelyssä pidemmäksi. Kasvu-aika oli luonnonmukaisessa viljelyssä keskimäärin kuusi vuorokautta pidempi kuin tavanomaisessa viljelyssä. Laatuominaisuuksista kevätvehnän sakoluku oli luonnonmukaisessa viljelyssä alhaisempi kuin tavanomaisessa viljelyssä. Valkuaispitoisuudessa ja hehtolitrapainossa ei ollut eroja viljelymenetelmien välillä.

SUMMARY

The suitability of rye and spring wheat varieties for ecological cultivation

The study was carried out at the Satakunta Research Station of the Agricultural Research Centre of Finland in 1987 to 1993. Rye and spring wheat varieties were grown in the crop rotation of ecological cultivation. Green manure was used as fertilization. Three varieties were also grown under conditions of conventional cultivation. The varieties included represented both new varieties now in general use and old discarded varieties. The varieties were studied for success in ecological cultivation, quality, competitiveness against weeds, and crop reliability.

The new rye and spring wheat varieties gave in ecological cultivation a higher yield than the old varieties. In rye the difference averaged 15 % and in spring wheat 10 %. However, part of the new varieties thrived poorly and, on the other hand, some old varieties thrived rather well. No correlation between the leaf area index and the yield was found.

No clear difference in the quality of rye between new and old varieties was found. In spring wheat varieties, the quality of new varieties was better than that of old ones.

It was not possible to show in the study any difference in the amount of weeds between stands of different varieties. Instead, differences were found between varieties in factors influencing competitiveness i.e. in covering ability, leaf angle, length, and development rhythm. A negative correlation was found between the length and the amount of weeds.

There was a reversed correlation between the productivity of rye varieties and crop reliability. The most productive varieties were also the most unstable. Some spring wheat varieties were, however, both productive and quite crop reliable.

In the comparison between conventional and ecological cultivation, no differences were found in the reactions of different varieties to different cultivation methods. The productivity order of varieties remained nearly the same. The varieties lodged more in ecological cultivation than in conventional cultivation, although in ecological cultivation the stem grew longer. The growth period was in ecological cultivation on the average six days longer than in conventional cultivation. In quality the falling number was in ecological cultivation lower than in conventional cultivation. There were no differences between different cultivation methods in protein content and hectolitre weight.

Keywords: *ecological cultivation, rye, spring wheat, varieties, yield, quality, competitiveness, crop reliability*

1 JOHDANTO

Luonnonmukaisen viljelyn suosio on lisääntynyt maassamme viime vuosina. Kiinnostus tätä viljelymenetelmää ja sen tuotteita kohtaan on ollut suurta niin viljelijöiden kuin kuluttajienkin keskuudessa. Sen seurauksena luonnonmukaisen viljelyn pinta-ala on kasvanut huomattavasti. Vuonna 1991 luonnonmukaisesti viljelty pinta-ala oli vain noin 3 500 ha, vuonna 1992 noin 8 500 ha ja kun huomioidaan vuosina 1990 ja 1991 siirtymävaiheeseen tulleet tilat, on pinta-ala vuonna 1994 jo noin 20 000 ha (SUSILUOMA 1993). Siirtymistä luonnonmukaiseen viljelyyn on helpottanut valtion maksama siirtymävaihetuki. Koska tutkimusten antamat tiedot ja samalla myös ihmisten tietoisuus tavanomaisen viljelyn aiheuttamista ympäristöhaitoista kaiken aikaa lisääntyvät, on odotettavissa, että luonnonmukaisen viljelyn suosio lisääntyy tulevaisuudessa entisestään.

Luonnonmukainen viljely tarjoaa kasville tavanomaisesta viljelystä poikkeavat kasvuolosuhteet. Pellon ravinteista huolehtiminen käyttäen orgaanisia lannoitteita, rikkakasvien aiheuttama kilpailu ja kasvitaudit aiheuttavat tavanomaisesta viljelystä poikkeavia oloja.

Kasvinjalostuksessa on vuosikymmenien ajan tavoitteet asetettu tavanomaisen viljelyn vaatimusten ja ongelmien pohjalta. Onkin esitetty kysymys, ovatko nykyaikaiset lajikkeet sopivia luonnonmukaiseen viljelyyn, vai olisivatko vuosikymmenien takaiset vanhat lajikkeet paremmin menestyviä (VARIS ja LEHTINIEMI 1984, SNEYD 1990, STÖPPLER ym. 1990a, POUTALA ym. 1993). Niinikään kiinnostuksen kohteeksi on noussut kysymys, mitkä lajikeominaisuudet ovat tärkeitä luonnonmukaisessa viljelyssä ja pitäisikö luonnonmukaista viljelyä varten perustaa kokonaan omia jalostusohjelmia (BÜCHTING ym. 1984, ATLIN ja FREY 1989).

Tämä tutkimus pyrkii antamaan vastauksia edellä esitettyihin kysymyksiin. Tutkimus on luonnonmukaisia viljelymenetelmiä noudattava lajikekoe, jossa keskitytään ruis- ja kevätvehnälaajikkeisiin. Mukaan otetut lajikkeet edustavat nykyisiä suosituimpia lajikkeita sekä vanhoja aikanaan yleisesti viljelyssä olleita lajikkeita. Tutkimus on osa Maa-

talouden tutkimuskeskuksen (MTT) tutkimusta Luomu-lajikkeet viljoilla, n:ro 14550191.

2 LUONNONMUKAISESSA VILJELYSSÄ TÄRKEÄT LAJIKEOMINAISUUDET

Luonnonmukaista viljelyä voidaan luonnehtia pyrkimykseksi ekologisesti, yhteiskunnallisesti ja taloudellisesti tasapainoiseen ja kestävään tuotantomenetelmään (KÄLLANDER 1993). Tähän tavoitteeseen pyritään käyttäen mahdollisimman vähän ostopanoksia mm. siten, että maahan lisättävät ravinteet annetaan orgaanisessa muodossa. Tällöin maasta vapautuu ravinteita väkilannoitteisiin verrattuna hitaammin. Rikkakasvien, kasvitautien ja tuholaisien torjuntaan ei käytetä kemiallisia torjunta-aineita. Tämä kaikki johtaa siihen, että luonnonmukaisen viljelyn kasville tarjoama kasvuympäristö poikkeaa tavanomaisesta viljelystä.

Edellä mainitut luonnonmukaisen viljelyn tavoitteet ja niihin tähtäävät viljelymenetelmät asettavat lajikkeille tavanomaisesta viljelystä poikkeavia vaatimuksia. BÜCHTINGin ym. (1984) mukaan lajikkeille asetetut vaatimukset alhaisten tuotantopanosten viljelyssä eroavat tavanomaisesta viljelystä useiden ominaisuuksien suhteen. Näitä ominaisuuksia ovat esimerkiksi ravinteiden tehokas käyttö, resistenssi kasvitauteja vastaan, soveltuvuus luonnonmukaisen viljelyn viljelykiertoon ja kyky symbioosiin mikrobien kanssa. Muita tärkeitä ominaisuuksia heidän mukaansa ovat satoisuus, laonkesto ja sadon laatu.

ANDERSSON ja BENGTTSSON (1990) painottavat luonnonmukaisessa viljelyssä lajikkeen alhaista typpitarvetta. Muita tärkeitä ominaisuuksia heidän mukaansa ovat kyky kilpailla rikkakasveja vastaan, tautiresistenssi ja hyvät laatuominaisuudet. JÖNSSONin (1990) mukaan taas tärkeitä lajikeominaisuuksia ovat hyvä kilpailukyky rikkakasveja vastaan, nopeasti kasvava voimakas juuristo sekä resistenssi sienä, viruksia, ankeroisia ja tuhohyönteisiä vastaan.

DAMBROTH ja EL BASSAM (1990) mainitsevat alhaisten tuotantopanosten viljelyn lajikkeille tärkeiden ominaisuuksien olevan hyvä ravinteiden ja veden käytön tehokkuus, oikea assimilaattien kul-

Taulukko 1. Tärkeimmät luonnonmukaisessa viljelyssä vaadittavat lajikeominaisuudet.

Lajikeominaisuus

Tehokas ravinteiden otto	(BÜCHTING ym. 1984, GERLOFF 1987, DAMBROTH ja EL BASSAM 1990)
Kyky symbioosiin mikrobien kanssa	(BÜCHTING ym. 1984)
Tehokas ravinteiden käyttö	(BÜCHTING ym. 1984, GERLOFF 1987, DAMBROTH ja EL BASSAM 1990)
Assimilaattien oikea jakaantuminen	(GERLOFF 1987, DAMBROTH ja EL BASSAM 1990)
Kilpailukyky rikkakasveja vastaan	(ANDERSSON ja BENGTTSSON 1990, JÖNSSON 1990)
Tautiresistenssi	(BÜCHTING ym. 1984, ANDERSSON ja BENGTTSSON 1990, JÖNSSON 1990)
Hyvät laatuominaisuudet	(BÜCHTING ym. 1984, ANDERSSON ja BENGTTSSON 1990)

jetus ja jakautuminen, vähäinen assimilaattien menettäminen hengityksen kautta sekä juuriston riittävä ravinteiden hankinta.

GERLOFFin (1987) mukaan kasvin kasvaessa ympäristössä, jossa on vähän ravinteita, tärkeitä ominaisuuksia ovat ravinteiden otto, ravinteiden kulku juuren läpi nilaan, ravinteiden jakautuminen verrossa sekä ravinteiden käytön tehokkuus metaboliassa ja kasvussa. Kaikissa näissä ominaisuuksissa ilmenee geneettistä vaihtelua (VOSE 1983).

Yhteenvedon edellisistä voidaan todeta, että lajikkeen menestyminen ja käyttökelpoisuus luonnonmukaisessa viljelyssä on riippuvainen useista eri ominaisuuksista (Taulukko 1).

3 LUONNONMUKAISEN VILJELYN LAJIKKEKOEET

Luonnonmukaisesti viljeltyjä lajikekokeita on kansainvälisesti tehty melko vähän. Useimmissa niistä on pyritty vertailemaan vanhojen ja uusien lajikkeiden menestymistä.

POUTALA ym. (1993) tutkivat suomalaisiin oloihin sopivia kevätvehnälaajikkeita sekä luonnonmukaisessa viljelyssä että tavanomaisessa viljelyssä. He havaitsivat, että lajikkeiden väliset satoerot olivat luonnonmukaisessa viljelyssä pienemmät kuin tavanomaisessa viljelyssä. Kuitenkin uusien lajikkei-

den keskimääräinen sato oli luonnonmukaisessa viljelyssä noin 6 % vanhojen lajikkeiden (kauppaanlasku 1949–1952) keskimääräistä satoa suurempi.

Ruotsalaisessa tutkimuksessa kevätvehnälaajikkeista Kadett, Reno ja Tjalve osoittivat hyvää sadontuottokykyä ja kilpailukykyä rikkakasveja vastaan sekä resistenssiä sienitauteja vastaan (ANDERSSON ja BENGTTSSON 1990). Tutkittaessa Ruotsissa viljeltyjä ruis-, kaura- ja syysvehnälaajikkeita uusien lajikkeiden todettiin tuottavan suurempia satoja kuin vanhojen lajikkeiden. Sen sijaan yksi vanha ohralajike, Tellus, pystyi antamaan yhtä runsaita satoja kuin uudetkin lajikkeet, mikä tulkittiin johtuvan sen pitkästä korresta, jolloin se oli melko kilpailukykyinen rikkakasveja vastaan (BENGTTSSON 1991).

STÖPPLER ym. (1990a) tutkivat saksalaisten syysvehnälaajikkeiden sopivuutta luonnonmukaiseen viljelyyn kahdella erilaisella tutkimusjärjestelyllä. Ensimmäisessä tutkimuksessa oli mukana sekä vanhoja että uusia lajikkeita. Kauppaantulovuodet vaihtelivat vuosisadan alkuvuosista 1980-lukuun asti. He totesivat uusien, vuoden 1973 jälkeen kauppaanlaskettujen lajikkeiden antavan runsaampia satoja. Kauppaantulovuoden ja sadon välinen korrelaatiokerroin oli 0,66. Mahdolliseksi syiksi uusien lajikkeiden hyvään menestykseen he mainitsivat parantuneen satoindeksin ja joissain tapauksissa myös parantuneen resistenssin tauteja

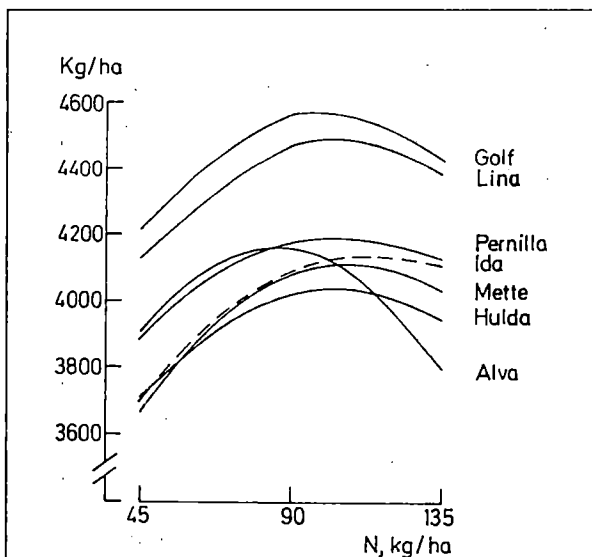
vastaan. Toisessa, vain moderneja lajikkeita käsittelevässä tutkimuksessa oli sadon määrän ja korren piteuden välillä merkittävä korrelaatio, joka heidän mukaansa saattoi johtua parantuneesta kilpailukyvästä rikkakasveja vastaan. Sadon määrän ja olkisadon määrän välillä oli merkittävä positiivinen korrelaatio. Toisaalta myös juuriston määrän todettiin olevan voimakkaasti korreloitunut maanpäällisen biomassan määrän kanssa.

Ohran ja kauran alhaisten tuotantopanosten viljelyn lajikekokeita on tehty Skotlannissa (RICHARDS 1990). Näissä kokeissa kaikki lajikkeet olivat moderneja (kauppaanlaskuvuodet 1987–1989). Ohran osalta oli havaittavissa tautiresistenssillä olevan suuri merkitys lajikkeen menestymiseen. Kauran osalta havaittiin lajikkeiden välillä olevan eroja alkuehityksen nopeudessa ja taudinkestävyyydessä. Näiden ominaisuuksien yhteys sadon määrään jäi kuitenkin osoittamatta.

4 RAVINTEIDEN OTTO

4.1 Typpi

Lajikkeen reaktioita eri typpilannoitustasoihin voidaan kuvata typen hyväksikäytöllä, joka voidaan jakaa kahteen osaan: typen ottoon ja typen hyötyosuuteen. Edellistä voidaan kuvata laskemalla biomassan tuotannon suhde saatavilla olevaan typ-



Kuva 1. Ohralajikkeiden nettosadot eri typpilannoituksilla (satoja laskettaessa on otettu huomioon lannoituskustannus). (ANDERSSON ja BENGTSOON 1990).

pimäärään ja jälkimmäistä laskemalla jyvien ja proteiinin tuotannon suhde otetun typen määrään (SPANAKAKIS 1990).

ANDERSSONIN ja BENGTSOONIN (1990) mukaan tyyppi on luonnonmukaisella tilalla sadon määrää ja laatua rajoittava tekijä. Siksi tulisi viljellä lajikkeita, joilla on alhainen typen tarve. Heidän typpilannoituskokeensa osoitti Alva-lajikkeen typpioptimin olevan muita ohralajikkeita alhaisempi (Kuva 1). Kuitenkin Golf- ja Lina-lajikkeet antoivat kaikkein runsaimman sadon typpilannoituksen määrästä riippumatta, joten Alva ei kuitenkaan osoittautunut kovinkaan mielenkiintoiseksi lajikkeeksi luonnonmukaisen viljelyn kannalta.

Myös VARIS ja LEHTINIEMI (1984) tutkivat ohralajikkeiden reaktioita eri typpilannoituksiin. Tutkimuksessa annettiin typpeä väkilannoitteena 0, 50 ja 100 kg/ha sekä karjanlantaa 10, 20, 40 ja 60 t/ha. Lajikkeet poikkesivat toisistaan huomattavasti. Karri-lajike antoi parhaan sadon typpilannoitustasosta riippumatta kun taas maatiaislajike Jorma tuotti pienimmän sadon kaikissa lannoitusvaihtoehdoissa. Agneta ja Kajsa menestyivät huonosti käytettäessä pieniä typpimääriä, mutta tuottivat runsaan sadon käytettäessä suuria typpimääriä. Samassa tutkimuksessa mitattiin myös lajikkeiden ottama typen määrä. Karri todettiin eniten ja Jorma vähiten typpeä ottavaksi. Yleisesti ottaen lajikkeet reagoivat lannoitukseen samalla tavalla riippumatta siitä, annettiin lannoitus orgaanisessa vai epäorgaanisessa muodossa. PERBY ja JENSÉN 1987 vertailivat Kajsan typenkäyttöä Hellakseen ja havaitsivat Kajsan tuottavan enemmän biomassaa typpilannoituksen määrästä riippumatta. Kajsan parempi sopeutuneisuus vähäiseen typpimäärään johtui sen taipumuksesta kasvattaa vähän sivuversoja.

SPANAKAKIS (1990) tutki 967 vehnän genotyypin sadontuottoa kahdella typpilannoitustasolla, 100 ja 200 kg N/ha. Suuri osa genotyypeistä reagoi samalla tavalla typpilannoitustasoihin. Kuitenkin oli löydettävissä genotyyppejä, jotka tuottivat vähäisemmällä lannoituksella suhteellisesti suuremman sadon kuin runsaammalla lannoituksella. Oli myös löydettävissä genotyyppejä, jotka käyttäytyivät täysin päinvastaisesti. Eri tavalla käyttäytyvien genotyyppien väliltä ei löydetty selvää fenotyyppistä eroa. FISCHBECK (1988) tutki syysvehnälajikkei-

den sadontuottoa optimaalisella typpilannoituksella sekä edelliseen nähden puolella typpilannoituksella. Hän totesi, että korkean satopotentialin omaavat lajikkeet olivat parhaita sadontuottajia myös silloin kun typpeä käytettiin vähän.

SPANAKAKIS ja VIEDT (1990) vertailivat 1960-luvulta ja 1980-luvulta peräisin olevien syysvehnälajikkeiden menestymistä, kun annetun typen määrä vaihteli välillä 0–200 kg/ha. Vanhat lajikkeet tuottivat pienempiä satoja kaikilla typpilannoitustasoilla. Samankaltaisen tuloksen saivat AUSTIN ym. (1980) tutkiessaan syysvehnälajikkeita, joiden kaupanlaskuvuodet vaihtelivat vuosisadan alusta 1980-luvun alkuun. Uudet lajikkeet tuottivat runsampia satoja lannoitetypen määrästä riippumatta. Myös otetun typen määrä oli uusilla lajikkeilla suurempi kuin vanhoilla lajikkeilla. Myös SINHA ym. (1981) saivat samansuuntaisia tuloksia uudempiä ja vanhempiä syysvehnälajikkeita vertailevassa tutkimuksessa.

Sekä korkeiden että alhaisten tuotantopanosten oloissa on syysvehnän (SNEYD 1990) ja ohran (EL BASSAM 1989) maatiaiskantojen todettu tuottavan pienempiä satoja kuin modernit lajikkeet.

PERBY ja JENSÉN (1990) kasvattivat 54 ruis- ja 53 ohralajiketta vesikasvatuksessa siten, että typpeä annettiin kasvua rajoittamaton määrä sekä määrä, joka oli edellisestä 2,5 % 16 kasvatuksen ensimmäistä vuorokautta ja 10 % sen jälkeen. He eivät havainneet eroa vanhojen ja uusien lajikkeiden biomassan tuotannossa. Kenttäkokeissa on saksalaisten uusien kevätvehnälajikkeiden havaittu ottavan maasta enemmän typpeä kuin vanhojen, vuosisadan alkupuolelta peräisin olevien lajikkeiden (FEIL ja GEISLER 1989). POUTALA ym. (1993) puolestaan havaitsivat, että vanha kevätvehnälajike *Norröna* otti luonnonmukaisen viljelyn oloissa maasta enemmän typpeä kuin uudet lajikkeet.

Edellä mainituista tutkimuksista voidaan todeta, että eri genotyypit voivat reagoida typen suhteen hyvin eri tavoin. Kuitenkin useassa tapauksessa on mahdollista löytää tyyppettä, jotka ovat parhaita sadontuottajia tarjolla olevan typen määrästä riippumatta. Useimmissa uusissa ja vanhoissa lajikkeita vertailevissa tutkimuksissa on havaittu uusien lajikkeiden pystyvän tuottamaan suurempia satoja

kuin vanhat lajikkeet typpilannoitustasosta riippumatta.

4.2 Fosfori

Lajikkeiden välillä on osoitettu olevan eroja myös siinä, miten ne sopeutuvat alhaiseen fosforin määrään maassa. RÖMER ym. (1989) havaitsivat tutkiessaan vehnälajikkeita eri fosforilannoitustasoilla, että niillä oli eroja kyvyssä sopeutua alhaiseen fosforin määrään. Hyvin sopeutuneet lajikkeet pystyivät erityisesti kasvattamaan juurten pituutta maan alhaisessa fosforipitoisuudessa. Myös ohralajikkeiden (KONESKY ym. 1989) ja kauralajikkeiden (ATLIN ja FREY 1989) välillä on osoitettu olevan eroja kyvyssä sopeutua maan alhaiseen fosforin määrään.

STÖPPLER ym. (1990b) tutkivat kahden vanhan ja kahden modernin syysvehnälajikkeen fosforin ottoa ja verson fosforipitoisuutta luonnonmukaisen viljelyn oloissa. He eivät kuitenkaan havainneet lajikkeiden välillä eroja.

4.3 Ravinteiden ottoon vaikuttavia tekijöitä

Genotyyppien välillä näyttää olevan selviä eroja sadontuotossa, mikä osittain johtuu erilaisesta kyvystä ottaa ravinteita. Erityisesti typen otto ja pelkistys ovat tärkeässä asemassa.

4.3.1 Typen otto ja pelkistys

Kasvit ottavat typen pääasiassa nitraattina. Siten kasvien välisiin typen otton eroihin vaikuttaa nimienomaan nitraatin otton tehokkuus. Lajien välillä on osoitettu olevan eroa kyvyssä ottaa nitraattia (CREGAN ja van BERKUM 1984). Maissilla ja ohralla on osoitettu myös lajin sisäinen geneettinen muuntelu nitraatin otossa (CHEVALIER ja SCHRAEDER 1977, WALLSGROVE ym. 1989). Nitraatin otton erojen periytyvyydestä on kuitenkin vain vähän tutkimustietoa (WALLSGROVE ym. 1989).

Typen assimilaation ensimmäinen vaihe on nitraatin pelkistäminen nitriitiksi, jota katalysoi nitraattireduktaasientsyymi (NR). Nitraatin pelkistys nitriitiksi on rajoittava vaihe typpiassimilaatiossa (HEWITT 1975). Jalostuksen kannalta mielenkiintoista on, että nitraattireduktaasientsyymien aktiivisuudessa on havaittu olevan geneettistä muuntelua

(CREGAN ja van BERKUM 1984, JOY ja PELTONEN 1993).

4.3.2 Juuriston ominaisuudet

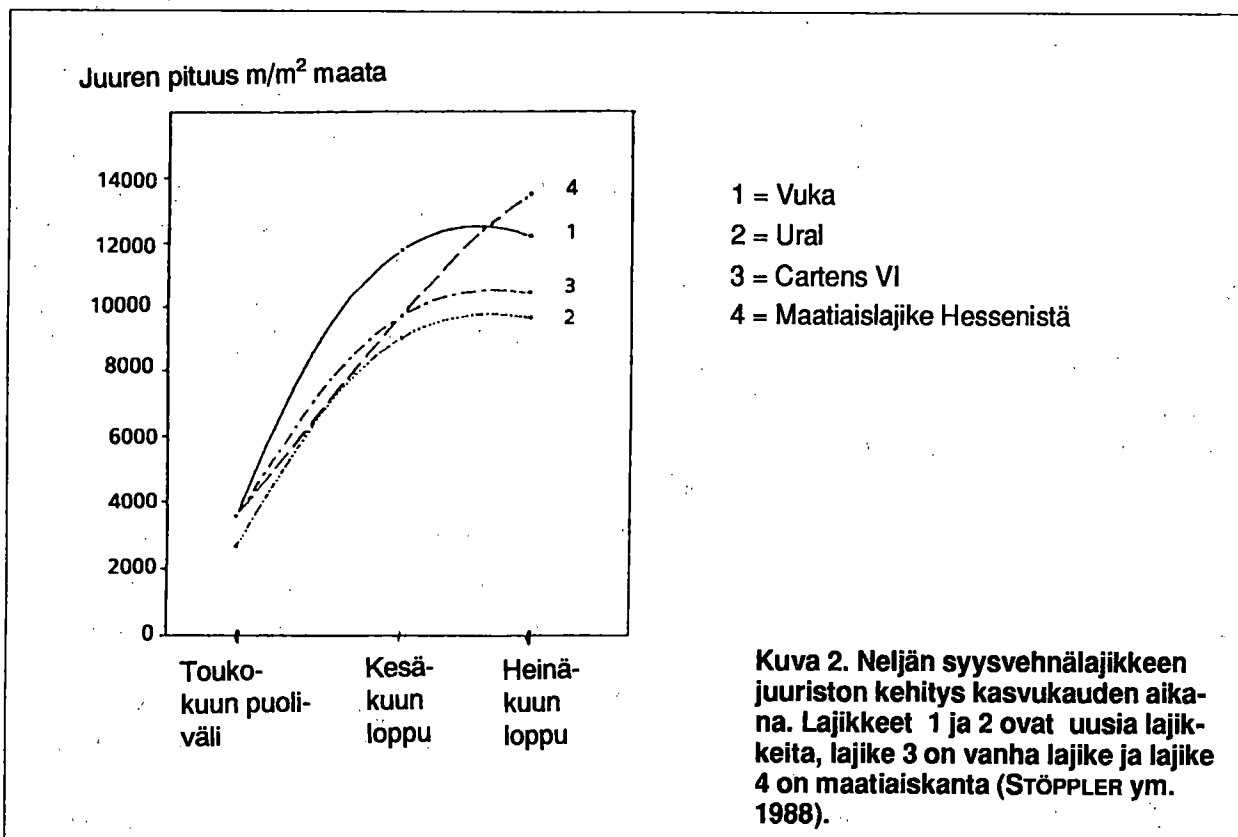
Juuriston ominaisuudet vaikuttavat hyvin paljon ravinteiden ottoon. Erityisesti luonnonmukaisessa viljelyssä on tärkeää hyvä ravinteiden oton tehokkuus. Erityisen tärkeää se on kasvukauden alkuvaiheessa, jolloin ravinteiden vapautuminen orgaanisesta aineesta kasvien käyttöön tapahtuu hitaasti.

Kun ravinteita on vähän kasvin saatavilla, ravinteiden ottoon vaikuttaa suuresti kasvin juuriston morfologiset ominaisuudet. Näitä ovat juuriston kokonaispituus, keskimääräinen juuren paksuus, juuriston kasvunopeus (LUNDBORG ja CLARHOLM 1990, SAUERBECK ja HELAL 1990) sekä juurikarvojen määrä ja pituus (KLIMASHEVSKY 1990).

GÓRNY ja PATYNA (1984) tutkivat seitsemän ohralajikkeen juurten kasvua. He havaitsivat huomattavaa geneettistä vaihtelua lajikkeiden välillä sirkka- ja versojuurten kokonaispituudessa ja tunkeutumisessa syvälle maahan. Samanlaisen tuloksen sai

GÓRNY (1989) tutkiessaan ohra- ja kauralajikkeiden juurten muodostusta. HOCKETT (1986) taas löysi ohralajikkeiden väliltä eroja versojuurten lukumäärässä. SCHWARZ ym. (1991) tutkivat ohra- ja kauralajikkeiden juuriston kehitystä eri typpilannoitustasoilla. Myös he havaitsivat lajikkeiden välillä olevan eroja juuriston kasvussa. Juuriston pituuden ja satoisuuden välinen suhde ei ollut heidän kokeissaan aivan selvä, mutta tulokset viittasivat siihen suuntaan, että suuri juuriston tiheys syvemmissä maakerroksissa johti runsaisiin satoihin. KÖPKE ym. (1982) vertailivat korren pituuden suhteen toisistaan poikkeavien lajikkeiden juuriston kehitystä. Pienin juuriston kokonaispituus oli lyhytkortisella lajikkeella. Kaikkein suurin juuritiheys kaikissa syvyyksissä oli lajikkeella, jonka korrenpituus oli keskipitkä.

RÖMER ym. (1989) havaitsivat tutkiessaan vehnä-lajikkeiden juurten kasvua, että lajikkeiden välillä oli eroja kyvyssä sopeutua alhaiseen fosforin määrään. Hyvin sopeutuneet lajikkeet pystyivät erityisesti kasvattamaan juurten pituutta, mutta myös kohottamaan fosforin oton tehokkuutta juuren pinta-alan nähden. Myös kyvyssä sopeutua alhaiseen



lämpötilaan on havaittu eroja. PAN ym. (1991) havaitsivat pohjoismaisten ohralajikkeiden juuriston kasvavan alhaisessa lämpötilassa nopeammin kuin amerikkalaisten lajikkeiden. Myös typenotto oli pohjoismaisilla lajikkeilla amerikkalaisia lajikkeita voimakkaampaa alhaisissa lämpötiloissa.

Juurikarvojen määrässä ja pituudessa on havaittu olevan geneettistä muuntelua (ITOH ja BARBER 1983, KLIMASHEVSKY ja TOKAREV 1988). Genotyyppien, joilla on suuri juurikarvapinta-ala on todettu ottavan enemmän fosforia kuin pienen pinta-alan genotyyppit (KLIMASHEVSKY 1990).

STÖPPLER ym. (1990a) tutkivat kahden modernin ja kahden vanhan syysvehnälajikkeen juuriston kehitystä luonnonmukaisen viljelyn oloissa. He toteivat, että kasvinjalostus ei ollut yleisesti ottaen vaikuttanut juuriston pituuteen. Keskipitkä Vukalajike osoitti hyvää, lyhytkortinen Ural heikkoa ja vanha Carstens VI keskinkertaista juuriston kehitystä. Juuriston kasvurytmissä oli lajikkeiden välillä eroja. Modernin Vuka-lajikkeen juuristo kasvoi voimakkaasti ennen jyvän täyttymisvaihetta. Sen sijaan kokeessa mukana olleen maatiaisen juuriston kehitys ajoittui samaan vaiheeseen jyvän täyttymisen kanssa (Kuva 2). Vuka-lajikkeelle ominainen juuriston kasvurytmi todettiin edulliseksi sadonmuodostuksen kannalta, sillä maatiaisen myöhäinen juuriston kasvu heikensi sadon muodostusta aiheuttamalla kilpailua juurien ja täytyvien jyvien välillä.

SIDDIQUE ym. (1990) tutkivat uusien ja vanhojen kevätvehnälajikkeiden juurten ja juuri/verso-suhteen kehitystä. Kukintavaiheessa vanhojen lajikkeiden juurten keskimääräinen paino ylitti uusien lajikkeiden vastaavan arvon. Suurin ero uusien ja vanhojen lajikkeiden välillä oli se, että uusien lajikkeiden juuri/verso-suhde laski aikaisemmassa vaiheessa kuin vanhojen lajikkeiden. Toisin sanoen vanhoissa lajikkeissa assimilaatit sijoituivat juuriin jyvien sijasta pidemmän ajan kuin uusissa lajikkeissa.

FEIL ja GEISLER (1988a) tutkivat uusien ja vanhojen syysvehnälajikkeiden juuriston kehitystä eri tyyppitasoilla hyvin alhaisista määristä aina myrkyllisiin pitoisuuksiin asti. Suuri typpilannoitus heikensi juuriston kasvua, mutta uusien ja vanhojen

lajikkeiden välillä ei ollut merkittäviä eroja millään typpilannoitustasolla.

Juuriston fysiologisilla ominaisuuksilla on myös suuri merkitys kasvin kykyyn ottaa ravinteita. KLIMASHEVSKYn (1990) mukaan kasvin reaktio fosforiin korreloi usein juuren fosfataasientsyymien aktiivisuuden kanssa. Niinikään juuren typpipitoisuus ja kokonaiskationipitoisuus korreloivat juuren kationinvaihtokapasiteetin kanssa, jota voitaneen siten pitää tärkeänä ominaisuutena. On myös esitetty, että juurisolujen membraanien adenosiini-ribofosfataasi-ionipumppukompleksien teholla on suora vaikutus kasvin kasvuun (HARPER ym. 1989).

Juurikarvat sisältävät suuren määrän mitokondrioita ja diktyosomeja, joka osoittaa näiden solujen olevan erittäin aktiivisia. Voidaan olettaa juurikarvojen ominaisuuksilla olevan suuri merkitys genotyyppien välisiin eroihin oloissa, joissa ravinteita on vähän tarjolla (KLIMASHEVSKY 1990).

Juuret eivät kuitenkaan toimi täysin itsenäisesti, vaan juurten toiminta on riippuvainen verson tuottamasta energiasta. Tämä koskee sekä juurten kasvua että sen fysiologista aktiivisuutta. Myös verson ja juurten välinen hormonien vaihto vaikuttaa ravinteiden ottoon (SAUERBECK ja HELAL 1990).

Yhteenvetona voidaan todeta, että useiden tutkijoiden toimesta on osoitettu, että juuriston ominaisuuksilla on merkittävä vaikutus ravinteiden oton tehokkuuteen. Morfologisista ominaisuuksista juuriston pituudessa sekä juurikarvojen määrässä ja pituudessa on havaittu olevan eroja lajikkeiden välillä. Uusien ja vanhojen lajikkeiden vertailussa on havaittu uusien lajikkeiden kasvurytmin olevan sadonmuodostukselle edullisempi kuin vanhojen lajikkeiden. Myös juurisolujen fysiologisissa ominaisuuksissa on havaittu olevan eroja lajikkeiden välillä erityisesti oloissa, joissa ravinteita on vähän tarjolla.

4.3.3 Arbuskelimykorrhitsa

Kasvin ja mykorrhitsan symbioosi on kaikkein laajimmalle levinnyt kasvin ja mikro-organismien kanssakäymisen muoto. Endomykorrhitsat kasvavat kasvin juuren soluväleissä ja soluissa sekä ympäröivässä maassa. Endomykorrhitsa tavallisina Arbuskeli-mykorrhitsa (A-mykorrhitsa) (MARSCHNER 1986). Kasvin symbioosi A-mykorrhitsasienen

kanssa parantaa erityisesti kasvin fosforin saantia, mutta myös sinkin, kuparin, rikin ja typen siirto mykorritsalta kasville on mahdollista (SCHWAB 1987). Maan korkea fosfori- tai typpipitoisuus heikentää mykorritsan tehokkuutta, mutta mykorritsa on havaittu syysvehnän juurissa myös maan fosforipitoisuuden ollessa korkea (YOUNG ym. 1985). Koska luonnonmukaisessa viljelyssä tukeudutaan tavanomaista viljelyä enemmän maan omien ravinevarojen hyödyntämiseen väkilannoitteiden sijasta, saattaa mykorritsalla olla luonnonmukaisessa viljelyssä hyvin tärkeä merkitys (STÖPPLER ym. 1990b).

VIERHEILIG ja OCAMPO (1991) infektoivat useita vehnälajikkeita A-mykorritsalla. He havaitsivat lajikkeiden välillä eroja juuriston infektioitumisessa. Heidän mukaansa kasvin genomi kontrolloi kasvin vastaanottavuutta infektiolle, mutta ulkoisilla tekijöillä saattaa olla kuitenkin suurempi merkitys.

MANSKE (1989) tutki A-mykorritsan infektiota ja sen vaikutusta 22 modernin vehnälajikkeen ja 22 vehnän maatiaislajikkeen kasvuun. Moderneilla lajikkeilla ja maatiaislajikkeilla ei ollut eroa infektioituneen juuriston osuudessa koko juuristosta. Kävi kuitenkin ilmi, että maatiaiskannat hyötyivät symbioosista enemmän kuin modernit lajikkeet. Niiden tähkän paino, verson paino ja fosforin otto lisääntyivät enemmän kuin modernien lajikkeiden. Hyöty tuli esille erityisesti silloin, kun fosfori oli annettu vaikealiukoisessa muodossa.

STÖPPLER ym. (1990b) tutkivat A-mykorritsan ja syysvehnälajikkeiden symbioosia luonnonmukaisessa viljelyssä. Tutkimuksessa oli kaksi modernia ja kaksi vanhaa lajiketta. Infektioituneen juuriston osuudessa koko juuristosta oli lajikkeiden välillä eroja vasta hyvin myöhäisessä kehitysvaiheessa. Erot mykorritsan määrässä ja verson fosforipitoisuudessa olivat lajikkeiden välillä melko vähäisiä. Tutkijoiden johtopäätös oli, että kasvinjalostus ei ollut heikentänyt lajikkeiden kykyä muodostaa symbioosi A-mykorritsan kanssa.

On siis osoitettu, että kasvin symbioosi A-mykorritsasienen kanssa on riippuvainen ulkoisten tekijöiden ohella myös kasvilajikkeesta. Kasvinjalostuksella saattaisi olla mahdollisuuksia parantaa lajikkeiden ominaisuuksia tässä suhteessa.

4.3.4 Kasvin ja mikrobien yhteistoiminta ritsosfäärissä

Juuriston kykyyn ottaa ravinteita vaikuttaa sen kyky edistää ravinteiden mobilisaatiota. Kasvatavat juuret vapauttavat huomattavan määrän orgaanisia yhdisteitä ritsosfääriin. Vapautuvat yhdisteet ovat esim. sokereita, orgaanisia happoja, aminohappoja ja fenoleita. Näillä aineilla juuristo vaikuttaa ravinteiden liukoisuuteen joko suorasti (esim. kelatointi ja pH:n muutos) tai epäsuorasti (stimuloimalla mikrobien aktiivisuutta) (MARSCHNER ym. 1986). Orgaanisessa muodossa olevia ravinteita mineralisoivat bakteerit käyttävät energianaan juuren erittämiä heppoliukoisia hiilihydraatteja. Näiden bakteerien kuollessa ja esim. ameebojen käyttäessä niitä ravintonaan vapautuu ravinteita kasvien käyttöön (LUNDBORG ja CLARHOLM 1990). Kasvi pystyykin vaikuttamaan esim. typen, fosforin, mangaanin ja raudan mobilisaatioon ja saantiin maasta (MARSCHNER 1986). LUNDBORGIN ja CLARHOLMIN (1990) mukaan tähän liittyvät juuriston ominaisuudet ovat geneettisesti muuntelevia.

Osoituksena geneettisestä muuntelusta LILJEROTH ja BÄÄTH (1988) löysivät ohralajikkeiden väliltä eroja bakteerien määrässä juuriston pinnalla. Hyvin nuorissa kasveissa eniten bakteereita havaittiin olevan lajikkeilla, joilla oli hidas juurten kasvu. Myös LILJEROTH ym. (1990) havaitsivat eroja bakteerien määrässä ohralajikkeiden välillä. Bakteerien määrä korreloi positiivisesti juurikarvojen pituuden kanssa.

Lisäksi on havaittu, että juuriston kasvaessa ja sen vanhimpien osien kuorikerroksen vanhetessa vapautuu orgaanisia yhdisteitä bakteerien käyttöön (LUNDBORG ja CLARHOLM 1990). Kuorikerroksen vanhenemisen on todettu olevan geneettisesti määrättyä, sillä kevätvehnälajikkeiden väliltä on löydetty eroja tässä suhteessa (DEACON ja LEWIS 1982).

5 ASSIMILAATTIEN ALLOKOINTI

Lajikkeiden sadontuottoeroja ei voida selittää pelkästään ravinteiden oton perusteella. Ratkaisevaa on, minne kasvi allokoii fotosynteesi- ja typpiassimilaatit (VOSE 1983).

5.1 Satoindeksi

Satoindeksillä tarkoitetaan jyväsadon osuutta koko maanpäällisestä biomassasta. AUSTIN ym. (1980) havaitsivat tutkiessaan vanhoja ja uusia syysvehnä-lajikkeita, että maanpäällisen biomassan kokonaisuusmäärä oli kehittynyt kasvinjalostuksen myötä vain vähän. Sen sijaan jyväsato oli kasvanut ja oli voimakkaasti yhteydessä kuiva-aineen kohdentumiseen jyviin muiden kasvinosien sijasta. Toisin sanoen uusien lajikkeiden satoindeksi oli vanhoja korkeampi. Uusien lajikkeiden korkeampi satoindeksi on havaittu useissa tutkimuksissa sekä vehnä-lajikkeista (SINHA ym. 1981, WADDINGTON ym. 1987, FEIL ja GEISLER 1988b, AUSTIN ym. 1989, PERRY ja D'ANTUONO 1989, SIDDIQUE ym. 1989, SLAFER ja ANDRADE 1989, POUTALA ym. 1993) ohralajikkeista (RIGGS ym. 1981, WYCH ja RASMUSSEN 1983, MARTINIELLO ym. 1987) että kauralajikkeista (LAWES 1977, WYCH ja STUTHMAN 1983, PELTONEN-SAINIO 1990) (Taulukko 2).

Useat tutkijat ovat siis osoittaneet, että uusien lajikkeiden tuoma jyväsadon lisä on suurelta osin parantuneen satoindeksin ansiota. Toisaalta on myös osoitettu koko maanpäällisen biomassan kasvanneen jalostuksen myötä (AUSTIN 1980, MAR-

TINIELLO 1987, PERRY ja D'ANTUONO 1989, PELTONEN-SAINIO 1991) On esitetty, että satoindeksin kehitys on saavuttanut huippunsa ja tulevaisuudessa kasvinjalostuksen on pyrkiessään parantamaan sadontuottoa pyrittävä lisäämään lajikkeiden biomassaa (RIGGS ym. 1981, AUSTIN 1988, PELTONEN-SAINIO 1991).

5.2 Typpiassimilaatit

Viljakasvit ottavat suurimman osan typestaan ennen kukintaa, mikä sitten myöhemmin on jyvän pääasiallinen typen lähde (DAY ym. 1985). SLAFERIN ym. (1990) mukaan jyvien typpisatoon vaikuttaa sekä pelkistetyn typen muodostuminen että typen jakautuminen jyvien ja vegetatiivisten osien välillä. VOSEN (1983) mukaan hyvä lajike on sellainen, joka pystyy akkumuloimaan paljon typpeä sekä allokoimaan sen tehokkaasti vegetatiivisista osista jyviin. PELTOSEN (1993) mukaan typen siirtymistä jyviin rajoittaa kasvin sink-osan kapasiteetti, jota taas rajoittaa fertiilien kukkien ja tähkylöiden määrä.

Useissa uusissa ja vanhoissa lajikkeista koskevissa tutkimuksissa on havaittu, että uudet lajikkeet siirtävät suuremman osan ottamastaan typestä jyviin

Taulukko 2. Vehnä-, ohra- ja kauralajikkeiden satoindeksin kehitys eri tutkijoiden mukaan.

Kauppaanlaskuvuodet	Satoindeksin kehitys	
Vehnä		
1830 – 1986	0.34 – 0.53	(AUSTIN ym. 1989)
1860 – 1982	0.23 – 0.37	(PERRY ja D'ANTUONO 1989)
1860 – 1986	0.22 – 0.47	(SIDDIQUE ym. 1989)
1901 – 1980	0.29 – 0.41	(SINHA ym. 1981)
1901 – 1982	0.37 – 0.53	(FEIL ja GEISLER 1988 b)
1908 – 1978	0.34 – 0.45	(AUSTIN ym. 1980)
1912 – 1980	0.29 – 0.39	(SLAFER ja ANDRADE 1989)
1952 – 1980	0.35 – 0.40	(POUTALA ym. 1993)
1960 – 1984	0.29 – 0.44	(WADDINGTON ym. 1987)
Ohra		
noin 1900 – 1980	0.33 – 0.50	(RIGGS ym. 1981)
noin 1900 – noin 1980	0.42 – 0.54	(MARTINIELLO ym. 1987)
1920 – 1978	0.31 – 0.40	(WYCH ja RASMUSSEN 1983)
Kaura		
1908 – 1962	0.40 – 0.52	(LAWES 1977)
1921 – 1988	0.45 – 0.57	(PELTONEN-SAINIO 1991)
1923 – 1979	0.27 – 0.34	(WYCH ja STUTHMAN 1983)

Taulukko 3. Vehnä-, ohra- ja kauralajikkeiden typpisatoindeksin (NHI, Nitrogen harvest index) kehitys eri tutkijoiden mukaan.

Kauppaanlaskuvuodet	Typpisatoindeksin kehitys	
Vehnä		
1901 – 1982	0.86 – 0.89	(FEIL ja GEISLER 1989)
1908 – 1978	0.74 – 0.80	(AUSTIN ym. 1980)
1912 – 1980	0.68 – 0.73	(SLAFER ym. 1990)
Ohra		
1920 – 1978	0.54 – 0.62	(WYCH ja RASMUSSEN 1983)
Kaura		
1923 – 1979	0.46 – 0.54	(WYCH ja STUTHMAN 1983)

kuin vanhat lajikkeet eli niiden typpisatoindeksi (NHI, Nitrogen harvest index) on korkeampi (AUSTIN ym. 1980, WYCH ja RASMUSSEN 1983, WYCH ja STUTHMAN 1983, AUSTIN 1988, FEIL ja GEISLER 1989, MATTSON ym. 1990, SLAFER ym. 1990) (Taulukko 3). Huolimatta uusien lajikkeiden korkeammasta typpisatoindeksistä niiden jyvien typpipitoisuus on usein vanhoja lajikkeita alhaisempi johtuen suuremmasta sadosta (FEIL ja GEISLER 1989).

Eräissä tutkimuksissa on havaittu, että alhaisella typpilannoitustasolla vanhat lajikkeet akkumuloivat suuremman määrän typpeä vegetatiivisiin kasvinsiiniin ja sen seurauksena pystyvät myös siirtämään suuremman määrän typpeä jyviin (POMMER 1990, POUTALA ym. 1993).

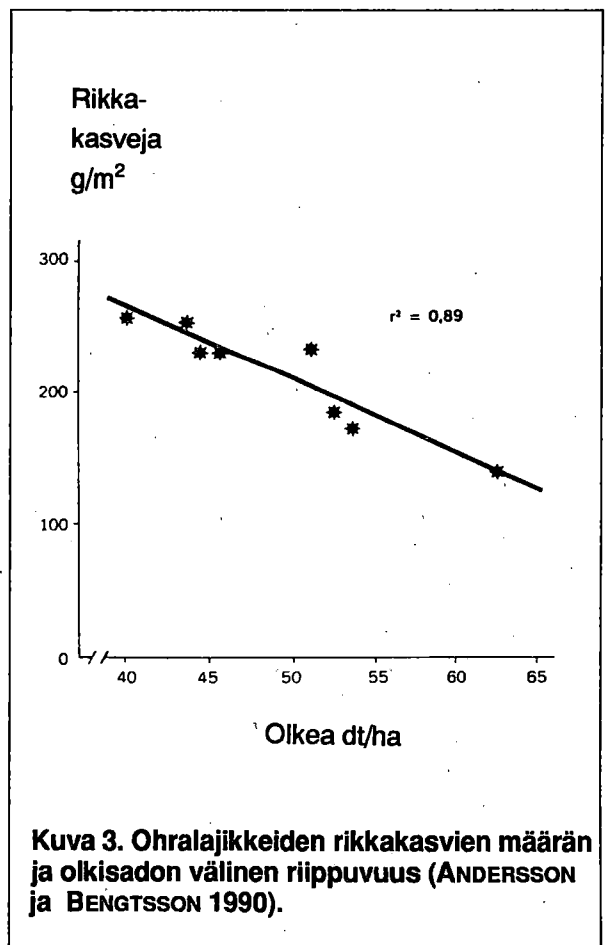
6 KILPAILUKYKY RIKKAKASVEJA VASTAAN

Luonnonmukaisessa viljelyssä lajikkeen kilpailukyky rikkakasveja vastaan on erittäin tärkeä ominaisuus, sillä rikkakasvien torjunta jää pääasiassa viljelykasvin kilpailukyvyn varaan (BENGTSSON 1991).

ANDERSSONin ja BENGTSSONin (1990) mukaan lajikkeen kilpailukyky rikkakasveja vastaan riippuu

paljolti lajikkeen varjostavuudesta. Tutkiessaan ohralajikkeita luonnonmukaisessa viljelyssä he havaitsivat ohralajikkeiden välillä olevan suuria eroja varjostavuudessa. Tutkimus osoitti myös olkisadon merkityksen. Mitä runsaampi oli olkisato sitä vähemmän oli rikkakasveja (Kuva 3). Olkisato puolestaan korreloi korren pituuden kanssa. Oli myös havaittavissa, että pitkäkortisilta lajikkeilta löytyi vähemmän rikkakasveja. Myös CHRISTENSEN (1990) on havainnut ohralajikkeiden kilpailukyvyn ja korren pituuden välillä merkitsevän korrelaation. Kauran osalta on osoitettu pitkän korren ja varjostavuuden välinen voimakas riippuvuus (NILSSON 1991).

ÅSSVEENin (1990) mukaan ohralajikkeiden kilpailukykyyn rikkakasveja vastaan vaikuttaa korren pituuden lisäksi korren jäykkyys, versominen sekä juuriston pituus ja tunkeutuminen maahan. Ensimmäiset viikot orastumisen jälkeen ovat hyvin tärkeitä. Lajikkeet, jotka saavat keväällä etumatkaa rikkakasveihin nähden ovat parhaimmassa asemassa.



Kuva 3. Ohralajikkeiden rikkakasvien määrän ja olkisadon välinen riippuvuus (ANDERSSON ja BENGTSSON 1990).

Myös syysvehnälajikkeiden väliltä on löydetty eroja kilpailukyvyssä rikkakasveja vastaan. Esimerkiksi WICKSin ym. (1986) tutkimuksessa hyvä kilpailukyky korreloi voimakkaasti pitkän korren kanssa ja pitkä korsi varjostavuuden kanssa. BALLYANin ym. (1991) mukaan vehnälajikkeiden kilpailukykyyn rikkakasveja vastaan vaikuttaa erityisesti kasvun alkuvaihe. Lajikkeet, jotka olivat pisimpiä aikaisessa vaiheessa, kilpailivat parhaiten hukkakauraa vastaan. Myös WHITING ja RICHARDS (1990) totesivat viljelykasvin hyvällä peittävyydellä keväällä olevan ratkaiseva vaikutus syysvehnälajikkeiden kykyyn kilpailla rikkakasveja vastaan. CHALLAIAH ym. (1986) havaitsivat, että korren pituudella oli suurempi merkitys syysvehnälajikkeiden kilpailukyvyllä rikkakasveja vastaan kuin lajikkeiden erilaisella versoutumisella. Tutkimuksessa todettiin, että kilpailukykyä rikkakasveja vastaan ei kuitenkaan voida selittää pelkästään näillä tekijöillä vaan allelopaattisilla tekijöillä saattaa myös olla merkitystä.

KONESKY ym. (1989) tutkivat ohralajikkeiden kilpailukykyä hukkakauraa vastaan eri fosforilannoitustasoilla. He havaitsivat lajikkeiden välillä olevan huomattavia eroja. Myös fosforilannoituksella oli vaikutusta lajikkeiden kilpailukykyyn. Eräät lajikkeet olivat hyvin kilpailukyisiä kaikilla fosforitasoilla kun taas eräät toiset lajikkeet olivat heikkoja kilpailijoita. Toisaalta oli kuitenkin löydettävissä lajikkeita, joiden kilpailukyky oli hyvä vain joko korkealla tai alhaisella fosforitasolla.

Yhteenvetona edellisistä tutkimuksista voidaan todeta, että korren pituus vaikuttaa lajikkeen kilpailukykyyn rikkakasveja vastaan. Se ei kuitenkaan yksin riitä selittämään lajikkeiden välisiä eroja eikä tee lajikkeesta kilpailukykyistä. Nopea alkukehitys on myös hyvin tärkeä tekijä. Lajikkeen kilpailukyky on hyvä silloin, kun suureen kokoon ja nopeaan alkukehitykseen yhdistyy vaakasuora lehtiasento, joka lisää viljelykasvin varjostavuutta (FISCHBECK 1988, ANDERSSON ja BENGSSON 1990). Hyvä laonkestävyys on ollut kasvinjalostuksen päätaivoitteita mistä johtuu, että uusien lajikkeiden korsi on yleensä lyhyempi kuin vanhojen lajikkeiden (REKUNEN 1988, PELTONEN-SAINIO 1990, POMMER 1990, STÖPPLER ym. 1990a). Koska lyhyen korren on havaittu olevan epäedullinen viljakasvin kilpailukyvyyn kannalta, on edellä mainittu kehitys

luonnonmukaisen viljelyn vaatimusten kanssa ristiriidassa.

7 TAUTIRESISTENSSI

Tautiresistenssi on tärkeä ominaisuus viljelykasveille viljelymenetelmästä riippumatta. Luonnonmukaisessa viljelyssä se on kuitenkin erityisen tärkeää, koska pestisidien käyttö ei ole mahdollista (ANDERSSON ja BENGSSON 1990). STÖPPLERin ym. (1990a) mukaan uusien syysvehnälajikkeiden menestyminen saattaa johtua juuri parantuneesta tautiresistenssistä. Kasvinjalostajat ovatkin jo vuosia pyrkinet parantamaan lajikkeiden tautiresistenssiominaisuuksia (FISCHBECK 1988).

Luonnonmukaisessa viljelyssä viljelykasveilla on vähemmän lehtilaikkutauteja kuin tavanomaisessa viljelyssä (PIORR ja HINDORF 1984, GUEST ym. 1990, HANNUKKALA ja TAPIO 1990, MILLINGTON ym. 1990, YARHAM ym. 1990). Tämä saattaa johtua erilaisesta lannoitustavasta. Aikaisessa kasvuvaiheessa annettu voimakas typpilannoitus lisää viljakasvien versojen muodostusta ja pituuskasvua ja näin kasvustoista muodostuu tiheitä. Luonnonmukaisesti viljeltyt kasvustot ovatkin usein tavanomaisesti viljeltyjä kasvustoja harvempia ja kuivempia. Koska monet patogeenit tarvitsevat vettä infektoidakseen, ovat luonnonmukaisesti viljeltyt kasvustot tältä osin paremmin suojassa (MARSCHNER 1986, GUEST ym. 1990, JÖNSSON 1990).

Voimakas typpilannoitus nostaa kasvien typpipitoisuutta ja aiheuttaa viljelykasveille alttiutta lehtilaikkutauteille. Luonnonmukaisessa viljelyssä kasvustojen typpipitoisuudet ovat alhaisia ja siten ne ovat vähemmän alttiita näille taudeille (GUEST ym. 1990, JÖNSSON 1990, MILLINGTON ym. 1990). Typpilannoitus nopeuttaa myös kasvien kasvua ja lisää näin nuorten kasvinosien osuutta, jotka ovat alttiimpia kasvitaudeille kuin vanhat kasvinosat (MARSCHNER 1986).

Eräiden tyvitautien, kuten mustatyven (*Gaeumannomyces graminis*) on havaittu hyötyvän alhaisesta typpitasosta (JÖNSSON 1990). Toisaalta tyvitaudit ovat luonnonmukaisessa viljelyssä hyvin hallittavissa tehokkaalla viljelykierrolla (YARHAM ym. 1990).

Koska siemenen peittäystä ei luonnonmukaisessa viljelyssä voida käyttää, siemenlevintäisistä taudeista, esim. *Fusarium*-taudeista ja haisunoesta (*Tilletia caries*), saattaa muodostua ongelma luonnonmukaisilla tiloilla etenkin käytettäessä omaa siementä monia vuosia (ANDERSSON ja BENGTS-SON 1990, HANNUKKALA ja TAPIO 1990).

Vaikka luonnonmukaisessa viljelyssä kasvitautien esiintyminen on useissa tapauksissa tavanomaista viljelyä vähäisempää, on resistenssi tärkeimpiä kasvitauteja vastaan viljelymenetelmästä riippumatta hyvin tärkeä viljelyvarmuutta lisäävä tekijä. Tautiresistenssin kehittäminen kuuluu nykykäsityksen kasvinjalostuksen tavoitteisiin, jotka näin vastaavat myös luonnonmukaisen viljelyn vaatimuksia.

8 SADON LAATU

Luonnonmukaisessa viljelyssä laadulla on hieman erilainen, kokonaisvaltaisempi, tulkinta kuin tavanomaisessa viljelyssä. Tosin myös tavanomaisesti viljellyn sadon arvioinnissa käytetyt laatukriteerit ovat tärkeitä luonnonmukaisessa viljelyssä. Tämä koskee esim. leipäviljojen leivontalaatuun vaikuttavia tekijöitä, valkuaispitoisuutta, sakolukua ja hehtolitrapainoa (ANDERSSON ja BENGTS-SON 1990).

Useissa tapauksissa jyvien valkuaispitoisuus on luonnonmukaisessa viljelyssä alhaisempi kuin tavanomaisessa viljelyssä (BENGTSSON 1991, POUTALA ym. 1993). Siksi olisi syytä suosia lajikkeita, joilla on korkea valkuaispitoisuus. Uusien lajikkeiden valkuaispitoisuus on usein alhaisempi kuin vanhojen lajikkeiden (AUSTIN ym. 1980, SLAFER ym. 1990).

Kasvinjalostuksen eräänä tärkeänä tavoitteena on viime vuosina ollut leipäviljojen leivontalaadun parantaminen. Sen suhteen on myös odotettavissa tuloksia, sillä uusimpien jalostusaineistojen sako- luvun kestävyys ja valkuaispitoisuus ovat parempia kuin vanhojen lajikkeiden (JUUTI 1988). STÖPPLER ym. (1990a) toteavat luonnonmukaisen viljelyn oloissa tutkituista syysvehnälaajikkeista, että uusien lajikkeiden leivontalaatu oli vanhoja lajikkeita parempi. Proteiinin laatu (Zeleny-luku) oli uusilla lajikkeilla parempi kuin vanhoilla lajikkeil-

la. Sen sijaan uusien lajikkeiden proteiinipitoisuus oli melko alhainen. SNEYDIN (1990) tutkimuksessa moderneilla syysvehnälaajikkeilla oli hyviä leivontalaatuominaisuuksia alhaisten tuotantopanosten viljelyssä. Toisaalta eräät maatiaislajikkeet olivat jopa parempia leivontaominaisuuksiltaan kuin modernit lajikkeet.

9 MUUT OMINAISUUDET

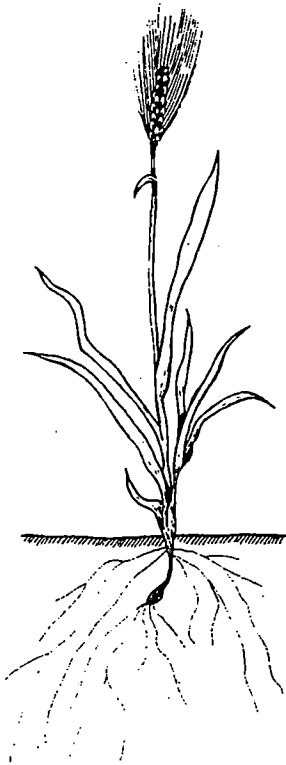
Edellä mainittujen luonnonmukaiselle viljelylle tärkeiden ominaisuuksien lisäksi on muita huomi-oon otettavia tekijöitä. Lajikkeen viljelyvarmuutta pidetään tärkeänä ominaisuutena (ATLIN ja FREY 1989). Erityisesti Suomessa kasvuolosuhteiden vaihtelu vuodesta toiseen on hyvin suuri ja se aiheuttaa myös suurta vaihtelua viljelykasvien satoihin (PELTONEN 1990). Viljelyvarmuuteen on siis syytä kiinnittää huomiota erityisesti Suomessa. DAMBROTH ja EL BASSAM (1990) esittävät, että kasvinjalostus on vuosien mittaan tuottanut lajikkeita, joihin säävaihtelut ja muut vaihtelua aiheuttavat tekijät vaikuttavat vähemmän kuin vanhoihin lajikkeisiin. Toisaalta viljelyvarmuuden on todettu olevan tyypillistä juuri vanhoille lajikkeille (POUTALA ym. 1993).

10 LUONNONMUKAISEN VILJELYN LAJIKKEEN IDEOTYYPPI

Edellä käsitellyssä kirjallisuudessa tuotiin esille luonnonmukaisen viljelyn kannalta tärkeimpiä lajikeominaisuuksia. Niiden perusteella voidaan luoda luonnonmukaisen viljelyn vaatimusten mukainen viljalajikkeen ideotyyppi (Kuva 4).

11 AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimus toteutettiin lajikekokeena noudattaen Luonnonmukaisen Viljelyn Liitto ry:n antamia luonnonmukaisen viljelyn viljelyohjeita. Peltolohko, jolla tutkimus suoritettiin, sijaitsee Maatalouden tutkimuskeskuksen Satakunnan tutkimusasemalla Kokemäellä.



- hyvät laatuominaisuudet
- korkea sato- ja typpisatoindeksi
- laaja tautiresistenssi
- vaakasuora lehtiasento
- pitkä korsi
- nopea kasvun alkuunlähtö

- kyky yhteistyöhön A-mykorrhitsan ja mikrobien kanssa
- nopea juuriston kasvu
- suuri juuriston pinta-ala
- tehokas ravinteiden otto

Kuva 4. Luonnonmukaisen viljelyn lajikkeen ideotyyppi.

11.1 Tutkimusjärjestelyt

Tutkimuksessa käytetyn lohkon maalaji oli karkea hieta. Sen viljelyssä oli käytetty keinolannoitteita viimeksi vuonna 1983 ja kemiallista torjunta-ainetta vuonna 1984 eli kolme vuotta ennen ensimmäisen lajikekokeen korjuuta. Vuonna 1985 lohko oli avokesannolla, jolloin sille levitettiin Mg-kalkkia 5 000 kg/ha. Käytetyn kalkin kalsiumpitoisuus oli 33 % ja magnesiumipitoisuus 3 %. Vuonna 1986 lohkoilla kasvoi ohraa ilman lannoitusta.

Jotta peltolohkolla voitiin toteuttaa haluttu viljelykierto, se jaettiin kuuteen sarkaan. Vuonna 1987 rukiin lajikekoe kasvoi ensimmäisellä saralla. Muille saroille kylvettiin puna-apila (Tepa) ja suojaviljäksi ohra (Arra) ilman lannoitusta. Vuonna 1988 ensimmäisellä saralla kasvoi virma. Rukiin lajikekoe oli toisella saralla. Muilla saroilla kasvoi edellisenä vuonna kylvetty puna-apila. Vuonna 1989 ensimmäisellä saralla oli kevätvehnän lajike-

koe, toisella saralla virma, kolmannella saralla rukiin lajikekoe ja muilla saroilla puna-apila.

Vuonna 1990 tutkimuksessa ryhdyttiin toteuttamaan viisivuotista viljelykiertoa siten, että kukin sarka oli eri kohdassa kiertoa (Taulukko 4). Näin tutkimus samalla laajeni siten, että mukaan tulivat ohran lajikekokeet vuodesta 1990 lähtien ja kauran lajikekokeet vuodesta 1992 lähtien rukiin ollessa

Taulukko 4. Tutkimuksessa luonnonmukaisesti viljellyillä saroilla toteutettu viljelykierto. 5-vuotinen kierto vuosina 1990–1991, 6-vuotinen kierto vuosina 1992–1993.

Vuosi	5-vuotinen	6-vuotinen
1.	Ohra	Ohra
2.	Puna-apila	Puna-apila
3.	Kevätvehnä	Kevätvehnä
4.	Virma	Virma
5.	Ruis	Ruis/kaura
6.		Herne

mukana tutkimuksessa viimeisen kerran vuonna 1991. Ohra- ja kaura-aineistoja ei kuitenkaan ole käytetty tässä tutkimuksessa. Koska ruis ei soveltunut ohran esikasviksi, muutettiin vuonna 1992 viljelykiertoa vielä siten, että siitä tuli kuusivuotinen (Taulukko 4). Tällöin kullakin saralla vuorottelivat viljan lajikekoe ja palkokasvi.

Vuonna 1990 kolmas sarka siirrettiin takaisin tavanomaiseen viljelyyn. Näin se ei osallistunut muiden sarkojen viljelykiertoon. Sillä noudatettiin viljelykiertoa, jossa vuorottelivat niiden viljalajien supistetut lajikekokeet, jotka olivat myös luonnonmukaisessa viljelyssä.

Lajikekokeiden lannoituksena käytettiin viherlannoitusta. Tällä järjestelyllä pyrittiin saavuttamaan karjattoman luonnonmukaisen tilan viljelykiertoa muistuttava tilanne. Lisäksi pyrittiin välttämään tilanne, jossa lajikekokeen esikasvi olisi ollut toinen lajikekoe.

Lajikekokeet toteutettiin noudattaen satunnaistettujen lohkojen koemallia, jossa oli kolme toistoa. Käytetty ruutukoko oli $10 \text{ m} \times 1,25 \text{ m} = 12,5 \text{ m}^2$.

11.2 Hoitotoimenpiteet

Ravinnehuuhtoumien välttämiseksi sarat, joille kylvettiin kevätiljaa, kynnettiin vasta keväällä. Käytetty kylvötiheys oli rukiilla 500 ja kevätkuivällä 600 kpl/m². Vuonna 1993 kevätkuivän kylvötiheyttä lisättiin 100 kpl/m² tarkoituksena parantaa viljelykasvien kilpailukykyä rikkakasveja vastaan. Kevätviljojen osalta torjuttiin luonnonmukaisesti viljelyillä saroilla rikkakasveja viljan 1–2 lehtiasteella tehdyllä rikkakasviäestyksellä, jossa käytettiin Kronos-rikkakasviäestä. Välikasveina kasvaneista puna-apilasta ja herneestä korjattiin siemensato.

Tavanomaisesti viljelyllä saralla käytettiin keinolannoitteita ja herbisidejä normaalien viljelymenetelmien mukaisesti. Kevätviljoille annettiin tyyppiä 80 kg/ha, fosforia 28 kg/ha ja kaliumia 57 kg/ha (Typpirikas Y-lannos 3). Rukiille annettiin syksyllä tyyppiä 50 kg/ha, fosforia 35 kg/ha ja kaliumia 70 kg/ha (Puutarhan Y-lannos 1) sekä keväällä tyyppiä 40 kg/ha (Oulunsalpietari). Rikkakasveja torjuttiin kevätiljoista ruiskuttamalla klorsulfuroni-valmisteella (Glean 20 DF, 20 g/ha) viljan 2–4-lehtiasteella ja syysviljoista metsulfuro-

ni-metyyli-valmisteella (Ally 20 DF, 30 g/ha) keväällä kasvun alettua. Ruiskutuksissa käytettiin Eho-traktoriruiskua.

11.3 Lajikkeiden menestymisen, kilpailukyyn ja laatuominaisuuksien arviointi

Lajikkeiden menestymisen arvioimiseksi kasvukauden alussa rukiista havainnoitiin koeruudittain tiheys ja talvihuhojen määrä. Kasvukauden aikana tehdyt havainnot koeruudittain sekä rukiilla että kevätkuivällä olivat kasvuaika kylvöstä keltatuleentumiseen, korrenpituus kasvun päätyttyä ja lakaisuus prosentteina ennen puintia. Lisäksi kevätkuivälajikkeiden kasvustojen kehityksen kuvaamiseksi tehtiin vuosina 1992 ja 1993 lehtialaindeksin (LAI) mittauksia koeruudittain kerran viikossa alkaen korrenkasvun alkuvaiheesta aina keltatuleentumiseen asti. Mittaukset suoritettiin LAI-2000 Plant Canopy Analyzer -laitteistolla (WELLES ja NORMAN 1991). Mittauksia varten kitkettiin rikkakasvit pois mitattavasta kohtaa ruutua, jolloin mittaukseen tuli mukaan vain viljelykasvi. Kitketyt alueet olivat vuonna 1992 neljä 0,25 m²:n suurista aluetta ja vuonna 1993 kaksi 1 m²:n suurista aluetta. Alueen kokoa muutettiin mittauksen luotettavuuden varmistamiseksi.

Kevätkuivälajikkeiden kilpailukykyä rikkakasveja vastaan pyrittiin arvioimaan useilla eri menetelmillä. Edellä mainitun lehtialaindeksin mittauksen yhteydessä saatiin myös arvo, joka ilmaisi sen mittarin havaitseman osuuden näkymästä, joka ei ollut kasvuston peittämä. Kokonaan kasvuston peittämä näkymä sai arvon 0 ja kokonaan kasvustosta vapaa näkymä sai arvon 1. Laskemalla tästä arvosta käänteisluku ja kertomalla sadalla, saatiin kasvuston peittämän näkymän prosentuaalinen osuus eli peittävyys. Samoissa lehtialaindeksin mittauksissa saatiin myös lajikkeen lehdistön lehtiasennosta kertova lehtikulma. Täysin horisontaalinen kasvusto sai arvon 0 ja täysin vertikaalinen kasvusto sai arvon 90. Lisäksi vuonna 1993 kevätkuivästä mitattiin pituuden kehitys kasvukauden aikana siten, että ennen tähkälle tuloa mitattiin pituus maasta lippulehden kärkeen kolmesta yksilöstä ruutua kohti. Samojen yksilöiden pituus mitattiin viikon välein. Tähkän ilmestyttyä mitattiin pituus maasta tähkän kärkeen. Vuosina 1992 ja 1993 otettiin elo-

kuussa yhden neliömetrin alalta rikkakasvinäytteet, joista punnittiin kuivapainot.

Lajikkeiden laatuominaisuuksien selvittämiseksi otettiin korjatuista sadoista koejäsenittäin näytteenjakajalla noin 2 kg:n suuruiset näytteet. Niistä määritettiin Satakunnan tutkimusasemalla sakoluku, hehtolitraino ja tuhannen jyvän paino. Sakolukunäytteiden jauhatuksessa käytettiin FN 3100-laboratoriomyllä ja sakoluvun mittauksessa FN 1400-laitetta. Hehtolitrainon mittauksessa käytettiin Schopper-viljankoetinta. Valkuaispitoisuusmääritykset tehtiin Maatalouden tutkimuskeskuksen keskuslaboratoriossa käyttäen NIR-menetelmää.

Maan ravinnetilannetta seurattiin vuosittain. Vuosina 1987–1989 otettiin näytteenottokairalla maanäytteitä saroista 1, 2, 3 ja 6. Niistä määritettiin pH ja johtoluku sekä uuttuvat ravinteet kalsium, kalium, magnesium ja fosfori. Vuodesta 1990 lähtien maanäytteitä alettiin ottaa keväällä ennen kyntöä jokaisesta sarasta erikseen. Muokkauskerroksesta otetuista näytteistä mitattiin samat määritykset kuin vuosina 1987–1989 sekä lisäksi humus, nitraatti-tyyppi ja ammonium-tyyppi. Näytteet, joista tehtiin tyypianalyysit, pakastettiin välittömästi näytteen oton jälkeen. Typpi- ja humusanalyysit tehtiin lisäksi jankosta kaikista saroista vuonna 1990 ja saroista 2, 3, 4 ja 6 vuonna 1991. Vuonna 1992 typpimääritykset saatiin vain ammoniumtyypen osalta inhimillisen erehdyksen takia. Kaikki maanäytteiden analyysit tehtiin vuosina 1987–1992 Maatalouden tutkimuskeskuksen ympäristöntutkimuslaitoksella ja vuonna 1993 Viljavuuspalvelu OY:ssä. Uuttomenetelmänä kalsiumin, kaliumin, magnesiumin ja fosforin määrityksessä käytettiin hapanta ammoniumasettaattia (VUORINEN ja MÄKITIE 1965). Nitraatti- ja ammoniumtyppi uutettiin 2 M KCL:lla. Nitraattityppi määritettiin sulfanilamidi-indikaattoria ja ammoniumtyppi happamuuteen reagoivaa indikaattoria hyväksi käyttäen.

11.4 Lajikkeet

Tutkimukseen mukaan otetuista lajikkeista osa edustaa vanhoja, jo viljelystä poistuneita lajikkeita ja osa uusia, nykyisin kaikkein yleisimmin viljeltyjä lajikkeita.

Taulukko 5. Tutkimuksessa mukana olleet ruislajikkeet ja niiden kauppaaanlaskuvuosi.

Lajike	Kauppaaanlaskuvuosi	Jalostaja
Myttälän maatiainen	—	—
Toivo	1931	Jokioinen
Ensi	1933	Jokioinen
Pekka	1941	Jokioinen
Voima	1966	Jokioinen
Dankowskie Zlote	?	Danko, Puola
Sampo	1975	Jokioinen
Jussi	1975	Hankkija
Kelpo	1977	Jokioinen
Ponsi	1977	Svalöf, Ruotsi
Anna	1979	Jokioinen
Kartano	1985	Jokioinen

Ruislajikkeista Myttälän maatiainen edustaa Hämeestä peräisin olevaa maatiaiskantaa. Toivo, Ensi ja Pekka ovat vanhoja, käytöstä poistuneita lajikkeita. Muut edustavat uusia, nykyisin yleisesti viljelyssä olevia lajikkeita (Taulukko 5). Dankowskie Zlote ei ollut tutkimuksessa mukana vuonna 1987 siemenen puuttumisen vuoksi.

Kevätvehnälaajikkeista Apu ja Norröna edustavat vanhoja lajikkeita, muut ovat uusia, nykyisin käytössä olevia lajikkeita (Taulukko 6). Vuonna 1992 Renon tilalle otettiin linja Hja 23784, jota ei ole laskettu markkinoille.

Taulukko 6. Tutkimuksessa mukana olleet keväätvehnälaajikkeet ja niiden kauppaaanlaskuvuosi.

Lajike	Kauppaaanlaskuvuosi	Jalostaja
Apu	1949	Jokioinen
Norröna	1952	Møystad, Norja
Ruso	1967	Hankkija
Tähti	1972	Jokioinen
Runar	1972	NLH, Norja
Ulla	1975	Hankkija
Reno	1975	NLH, Norja
Kadett	1981	Weibull, Ruotsi
Luja	1981	Jokioinen
Heta	1988	Hankkija
Polkka	1988	Svalöf, Ruotsi
Satu	1989	Weibull, Ruotsi
Hja 23784	—	Hankkija

11.5 Sääolosuhteet

Syysy 1986 oli syys-, loka- ja marraskuun osalta normaalia lämpimämpi. Sitä seuranneesta talvesta tuli kuitenkin eräs vuosisadan kylmimpiä. Erityisesti tammikuun keskilämpötila oli erittäin alhainen (Taulukko 7). Lunta satoi melko vähän ja niin maa routaantui erittäin syvälle (Liite 1). Kasvukausi 1987 oli alusta loppuun normaalia kylmempi. Tehoisan lämpötilan summa kohosi vain 1 001 asteeseen (Kuva 5). Sademäärä oli kesäkuussa ja erityisesti elo- ja syyskuussa hyvin suuri (Taulukko 8). Syysy 1987 oli lokakuun osalta normaalia lämpimämpi. Samoin talvesta 1988 muodostui lämmin. Routa ulottui syvimmillään vajaan 40 cm:iin ja lunta oli vähän. Kasvukausi 1988 oli hyvin lämmin. Tehoisan lämpötilan summa kohosi 1 469 asteeseen. Sademäärä oli koko kasvukauden ajan melko suuri.

Vuoden 1988 loppu oli normaalia kylmempi (Taulukko 7). Talvi oli kuitenkin normaalia lämpimä-

pi. Lunta oli hyvin vähän (Liite 1). Kasvukausi 1989 oli etenkin alkupuolellaan lämmin. Sademäärät pysyttelivät lähellä normaalia, mutta sadonkorjuun aika oli vähäsateinen (Taulukko 8). Syysy 1989 oli syyskuun osalta lämmin, muutoin normaalin kaltainen. Talvi 1990 oli lämmin ja vähäluminen. Kasvukauden lämpötilat olivat lähellä normaalia. Sateet pysyivät vähäisinä heinäkuuta lukuunottamatta.

Syysy 1990 oli lämpötilaltaan normaali (Taulukko 7). Talvi 1991 oli lämmin ja vähäluminen (Liite 1). Kasvukauden alku oli varsin viileä. Tehoisan lämpötilan summan kertyminen vastasi vuotta 1987 (Kuva 5). Kasvukauden loppupuoli oli kuitenkin lämmin. Sademäärät olivat lähellä normaalia (Taulukko 8). Kasvukausi 1992 oli touko- ja kesäkuun osalta hyvin lämmin ja erittäin kuiva. Toukokuun sademäärä oli vain 8 mm. Kasvukauden loppupuoli oli lämpötilaltaan lähellä normaalia kuten myös sademäärältään. Kasvukausi 1993 oli toukokuun osalta hyvin lämmin ja kuiva. Lämmintä kevättä

Taulukko 7. Kuukausien keskilämpötilat (C°) pitkän ajan keskiarvona (1961–1990) sekä tutkimuksen aikana vuosina 1986–1993.

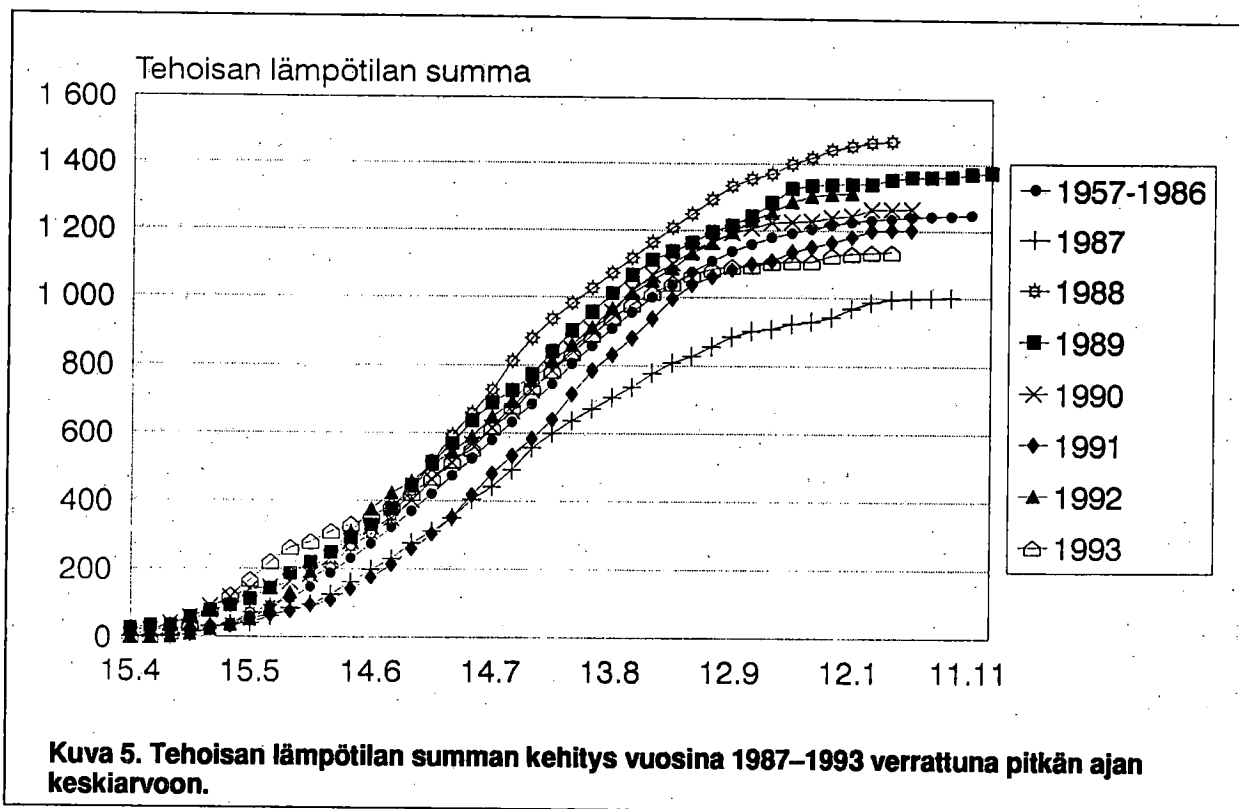
Kuukausi	Keskiarvo*	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
I	-7.2		-18.5	-3.1	-0.1	-3.4	-3.4	-1.3	-1.6
II	-7.3		-7.8	-4.1	0.3	1.2	-7.4	-2.3	-2.7
III	-3.4		-7.1	-3.6	1.3	1.1	-0.5	1.0	-0.3
IV	2.5		2.6	1.3	5.4	5.5	4.3	1.4	3.6
V	9.5		7.5	10.9	10.3	9.3	7.4	11.3	12.9
VI	14.4		12.2	16.5	15.0	14.4	12.2	15.5	11.3
VII	15.8		14.5	18.7	16.1	15.8	16.8	15.2	15.6
VIII	14.2	12.8	11.7	14.0	14.1	15.3	16.4	14.0	13.2
IX	9.6	6.7	8.5	11.1	11.3	8.3	9.1	11.3	6.1
X	5.0	5.6	6.8	4.6	4.6	5.1	5.7	-0.2	3.6
XI	-0.2	3.6	-0.3	-3.3	0.5	-1.8	3.0	-1.3	
XII	-4.6	-8.3	-4.6	-6.8	-5.4	-0.7	-0.9	0.6	

* Keskiarvo vuosilta 1961–1990.

Taulukko 8. Kasvukausien sademäärät (mm) kuukausittain pitkän ajan keskiarvona (1961–1990) sekä tutkimuksen aikana vuosina 1986–1993.

Kuukausi	Keskiarvo*	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
IV	35		5	52	29	67	12	48	32
V	33		29	67	33	18	41	8	11
VI	48		93	55	70	19	76	85	37
VII	71		69	98	49	93	40	87	153
VIII	77	78	129	102	77	54	93	99	119
IX	65	83	113	85	23	38	94	46	15
X	54	61	34	57	43	47	42	66	78

* Keskiarvo vuosilta 1961–1990.



seurasi kuitenkin hyvin viileä kesäkuu. Kasvukauden loppu oli jälleen viileä sademäärän noustessa heinä- ja elokuussa varsin korkeaksi.

11.6 Maan ravinnetilanne

Tutkimuksen lähtötilanteessa vuonna 1987 lohkon pH-tilanne oli hyvä, keskimäärin 6,63 (Liite 2). Vaihtuvaa kalsiumia ja helppoliukoista fosforia maassa oli tyydyttävästi. Kalsiumia oli keskimäärin 1 507 mg/l ja fosforia 19,7 mg/l. Sen sijaan vaihtuvan kaliumin ja magnesiumin määrä oli melko pieni. Kaliumia oli keskimäärin 66 mg/l ja magnesiumia 45 mg/l.

11.7 Tulosten tilastollinen analysointi

Jyväsato-, pituus-, lako-, rukiin talvituho- ja kevätvehnän rikkakasvimäärätulokset analysoitiin satunnaisesti otettujen lohkojen varianssianalyysillä. Sakoluku-, valkuaispitoisuus-, hehtolitrapaino- ja tuhannenjyvänpainomääritysten tulokset analysoitiin kaksisuuntaisella varianssianalyysillä. Lehtialaindeksi-, lehtikulma- ja peittävyysmittausten tulokset analysoitiin split-split-plot in time -muotoisella varianssianalyysillä. Lajikkeiden välinen pareittainen vertailu suoritettiin noudattaen Tukeyn testimallia. Lehtialaindeksin, lehtikulman ja pituuden yhteyttä satoisuuteen sekä peittävyden,

lehtikulman ja pituuden yhteyttä rikkakasvien määrään analysoitiin laskemalla niiden väliset korrelaatiokertoimet. Lajikkeiden stabiliteettia arvioitiin käyttäen FINLAYn ja WILKINSONin (1963) regressiomenetelmää. Stabiliteettia arvioitiin myös pääkomponenttianalyysillä (PCA), jota täydennettiin biplot-menetelmällä (KEMPTON 1984). Varianssianalyysissä käytettiin SAS-ohjelmiston versio 6,03:n glm-proseduuria, pääkomponenttianalyysissä princomp-proseduuria ja korrelaatiokertoimien laskussa corr-proseduuria.

12 TULOKSET

12.1 Ruis

12.1.1 Lajikkeiden menestyminen

Ruislajikkeiden satojen erot muodostuivat luonnonmukaisessa viljelyssä melko suuriksi ja olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä ($p < 0,001$) (Taulukko 9). Satoisimman lajikkeen sadon suhdeluku oli 126 ja heikoimman lajikkeen 83 kun mittarilajike Voimalle annattiin suhdeluku 100. Kaikkien lajikkeiden keskisato oli 3 180 kg/ha. Selvästi satoisin lajike oli Dankowskie Złote, sl 126. Sen sato erosi tilastollisesti merkitsevästi kaikista muista

Taulukko 9. Ruislajikkeiden sato, kasvu-aika, pituus, lako-% ja talvituhojen määrä luonnonmukaisessa viljelyssä vuosina 1987–1991. Lajikkeet kauppaaanlaskuvuoden mukaisessa järjestyksessä.

Lajike	Koevuosia	Sato		Kasvu-aika vrk	Pituus cm	Lako %	Talvituho %
		Kg/ha	sl				
Kartano	5	3180bc	99	343	158de	35d	1
Anna	5	3380b	106	345	160cd	38cd	2
Ponsi	5	3270b	102	345	152e	43c	3
Kelpo	5	3280b	103	343	163cd	37cd	1
Jussi	5	2880cde	90	343	158de	42c	1
Sampo	5	3060bcd	96	343	171ab	53ab	1
Dan. Zlote	4	4360a	126	339	141f	18e	8
Voima	5	3200bc	100	343	162cd	51b	1
Pekka	5	3050bcd	95	343	167bc	53b	1
Ensi	5	2650e	83	343	173ab	57ab	1
Toivo	5	3050bcd	95	342	174ab	59a	1
Myttäälä	5	2770de	87	340	176a	54ab	2
Keskiarvo		3180		343	163	45	2
F-arvot:							
Lajike		4.74***			20.60***	7.37***	
Vuosi		600.30***			244.17***	141.02***	
Yhd.vaik.		4.41***			1.98**	9.83***	

*** = (p<0.001), ** = (p<0.01), samalla kirjaimella merkityt keskiarvot eivät eroa merkitsevästi toisistaan (p<0.05).

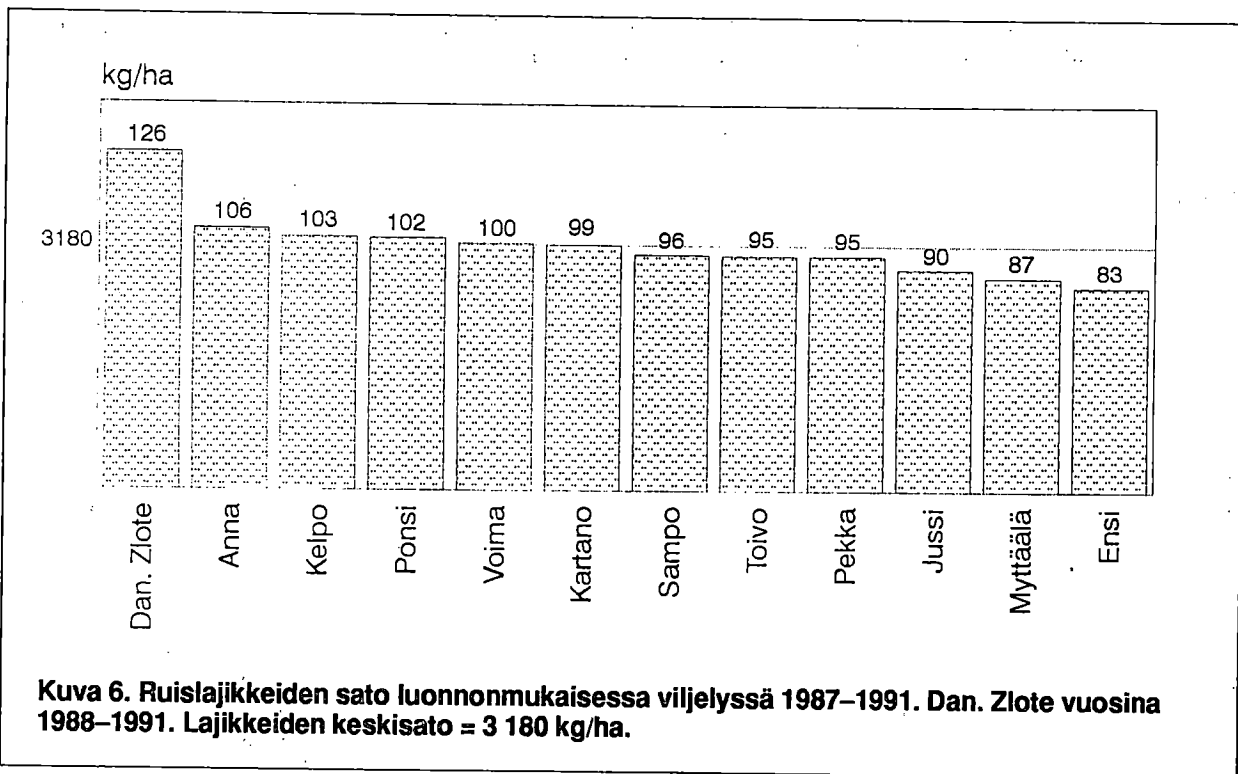
Taulukko 10. Voima-, Jussi- ja Anna-lajikkeiden menestyminen tavanomaisessa ja luonnonmukaisessa viljelyssä vuonna 1991.

Lajike	Sato		Kasvu-aika vrk	Pituus cm	Lako %	Talvituho %
	Kg/ha	sl				
Tavanomainen viljely						
Anna	4150a	122	349	151	87	2
Jussi	3070b	90	349	144	87	1
Voima	3410b	100	349	152	88	0
Keskiarvo	3540		349	149	87	1
F-arvot:						
Lajike	26.48**			3.09ns	0.25ns	
Luonnonmukainen viljely						
Anna	4750a	121	348	165	50c	3
Jussi	3630b	93	349	164	67b	5
Voima	3920b	100	348	166	80a	6
Keskiarvo	4100		348	165	66	5
F-arvot:						
Lajike	14.37*			0.11ns	61.00**	

** = (p<0.01), * = (p<0.05), samalla kirjaimella merkityt keskiarvot eivät eroa merkitsevästi toisistaan (p<0.05).

lajikkeista. Seuraavaksi satoisimmat lajikkeet olivat Anna, Kelpo, Ponsi, Voima ja Kartano (Kuva 6). Heikoimmin menestyneet lajikkeet olivat Ensi, Myttäälän maatiainen ja Jussi. Heikoimman lajikkeen, Ensin, sato oli 66 % satoisimman lajikkeen,

Dankowskie Zloten sadosta ja 78 % toiseksi satoisimman lajikkeen, Annan sadosta. Lajikkeella ja vuodella oli tilastollisesti erittäin merkitsevä yhdysvaikutus (p<0,001). Lajikkeiden vuosittaiset sätulokset on esitetty liitteessä 5.



Lajikkeen vaikutus korren pituuteen oli myös tilastollisesti erittäin merkitsevä (Taulukko 9). Ruislajikkeiden keskimääräinen pituus oli 163 cm. Korreltaan pisimmät lajikkeet olivat Myttäälän maatiainen, Toivo ja Ensi, joiden pituus oli yli 170 cm. Lyhimmät lajikkeet olivat Dankowskie Zlote ja Ponsi, joiden pituus oli alle 160 cm. Ensin mainittu oli huomattavasti kaikkia muita lyhyempi. Niinikään Dankowskie Zloten lakoutuminen oli huomattavasti muita vähäisempää. Myös muiden uusien lajikkeiden lakoutuminen oli keskiarvoa vähäisempää. Eniten lakoutuivat Toivo ja Ensi. Lakoutuminen oli kuitenkin niilläkin melko vähäistä.

Talvituhoja esiintyi melko vähän. Eniten talvituhoista kärsi Dankowskie Zlote (Taulukko 9). Se erosi muista lajikkeista erityisesti vuonna 1988, jolloin sen talvituhojen määrä oli 22 %. Muiden lajikkeiden talvituhot olivat silloin enimmillään 3 %. Tuhojen pääasiallinen aiheuttaja oli lumihome. Lajikkeiden kasvu-aika oli keskimäärin 343 vuorokautta (Taulukko 9). Myttäälän maatiainen oli kaikkein aikaisin lajike. Lajikkeiden väliset erot olivat kuitenkin melko vähäisiä.

Vuonna 1991 Voima-, Jussi- ja Anna-lajikkeet kasvoivat sekä luonnonmukaisesti että tavanomaisesti viljeltyinä vierekkäisillä saroilla. Niiden keskimääräinen sato tavanomaisessa viljelyssä oli

3540 kg/ha (Taulukko 10) ja luonnonmukaisessa viljelyssä 4 100 kg/ha eli 16 % suurempi kuin tavanomaisessa viljelyssä (Kuva 7). Kaikkien lajikkeiden sato oli luonnonmukaisessa viljelyssä suurempi kuin tavanomaisessa viljelyssä. Lajikkeitten väliset suhteet satoisuudessa olivat samanlaiset viljelymenetelmästä riippumatta. Molemmissa tapauksissa Anna oli satoisin ja Jussi heikoin lajike.

Kaikkien lajikkeiden korren pituus oli luonnonmukaisessa viljelyssä suurempi kuin tavanomaisessa viljelyssä (Taulukko 10). Keskimääräinen ero oli 16 cm. Suurin ero oli Jussilla. Lakoutuminen oli luonnonmukaisessa viljelyssä vähäisempää kuin tavanomaisessa viljelyssä (Taulukko 10). Tavanomaisessa viljelyssä keskimääräinen lakoutuminen oli 87 % ja luonnonmukaisessa viljelyssä 66 %. Viljelymenetelmien välinen ero oli suurin Annalla ja pienin Voimalla.

12.1.2 Laatuominaisuudet

Ruislajikkeiden keskimääräinen sakoluku oli 102 (Taulukko 11). Lajikkeen vaikutus sakolukuun oli tilastollisesti merkitsevä ($p < 0,05$). Merkitsevyys oli kuitenkin niin pieni, että Tukeyn testi ei pystynyt osoittamaan lajikkeiden erojen rakennetta. Lajikkeista korkeimmat sakoluvut olivat Myttäälän maatiaisella ja Toivolla. Alhaisimmat sakoluvut

Taulukko 11. Ruislajikkeiden sakoluku, valkuaispitoisuus, hehtolitraino ja tuhannenjyvänpaino luonnonmukaisessa viljelyssä 1987–1991.

Lajike	Sakoluku	Valkuaispitoisuus %	Hlp kg	Tjp g
Kartano	91a	11.0cdef	73.3bcd	31.4bcd
Anna	87a	11.0cdef	73.8bc	34.1b
Ponsi	114a	10.6ef	74.0bc	30.4cde
Kelpo	87a	11.3bcdef	74.1bc	31.7bc
Jussi	92a	12.0abc	72.2de	27.2ef
Sampo	112a	11.9abcd	74.4ab	28.2def
Dan. Zlote	87a	10.3f	75.8a	40.6a
Voima	96a	10.8def	73.6bcd	30.2cde
Pekka	90a	12.1abc	73.6bcd	29.2cde
Ensi	109a	12.6a	71.7e	25.0f
Toivo	121a	11.7abcde	72.8cde	27.0ef
Myttäälä	138a	12.3ab	73.6bcd	27.9ef
Keskiarvo	102	11.5	73.6	30.2
F-arvot:				
Lajike	2.65*	7.83***	11.36***	31.03***
Vuosi	66.32***	72.50***	37.24***	16.70***

*** = (p<0.001), * = (p<0.05), samalla kirjaimella merkityt keskiarvot eivät eroa merkitsevästi toisistaan (p<0.05).

olivat Dankowskie Zlotella, Annalla ja Kelpolla. Dankowskie Zlote ei ollut mukana tutkimuksessa vuonna 1987, jolloin keskimääräinen sakoluku oli alhainen. Keskimääräinen valkuaispitoisuus oli 11,5 %. Lajikkeiden väliset erot valkuaispitoisuudessa olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä (p<0,001). Korkein valkuaispitoisuus, yli 12 %, oli Ensillä, Pekalla ja Myttäälän maatiAISella. Alhaisin valkuaispitoisuus, alle 11 %, oli Dankowskie Zlotella, Ponnella ja Voimalla. Hehtolitrainossa lajikkeiden väliset erot olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä (p<0,001). Korkein hehtolitraino oli Dankowskie Zlotella, 75,8 kg. Seuraavaksi korkeimmat hl-painot olivat Sammolla, Kelpolla ja Ponnella. Alhaisimmat hehtolitrainot olivat Ensillä ja Jussilla. Myös tuhannenjyvänpainon suhteen lajikkeet poikkesivat toisistaan tilastollisesti erittäin merkitsevästi (p<0,001). Selvästi suurin tuhannenjyvänpaino oli Dankowskie Zlotella. Pienin tuhannenjyvänpaino oli Ensillä.

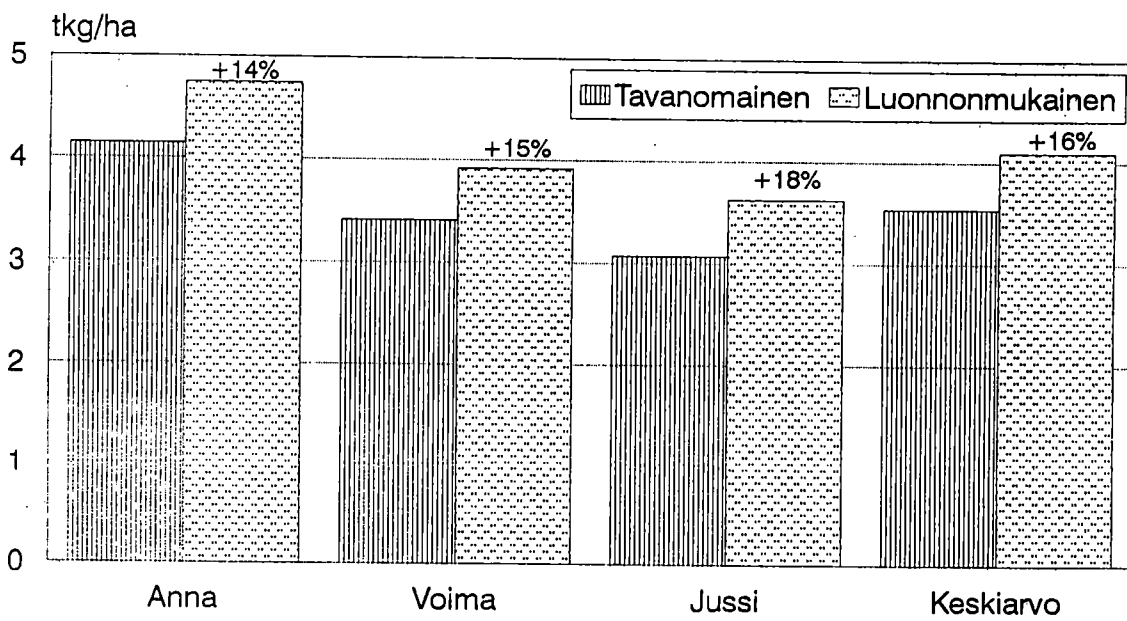
Vuonna 1991 ruislajikkeiden sakoluvussa ei ollut eroja luonnonmukaisen ja tavanomaisen viljelyn välillä (Taulukko 12). Myöskään lajikkeiden välillä ei ollut eroja. Kaikkien lajikkeiden valkuaispitoisuus oli luonnonmukaisessa viljelyssä korkeampi kuin tavanomaisessa viljelyssä. Kummallakin viljelymenetelmällä Annan valkuaispitoisuus oli alhaisin ja Jussin korkein. Kaikkien lajikkeiden hehtolitraino oli luonnonmukaisessa viljelyssä

korkeampi kuin tavanomaisessa viljelyssä. Hehtolitrainonkaan osalta lajikkeiden väliset suhteet eivät muuttuneet viljelymenetelmän johdosta.

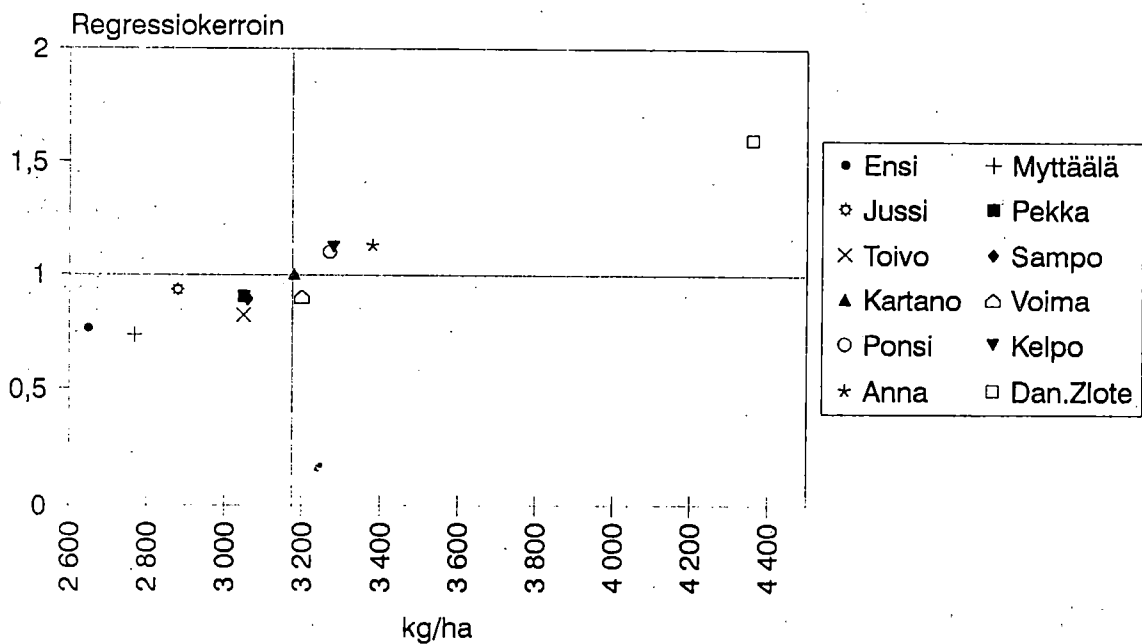
12.1.3 Lajikkeiden satovarmuus

Koska ruislajikkeiden satojen varianssianalyysi osoitti tilastollisesti erittäin merkitsevää (p<0,001) lajikkeen ja vuoden yhdysvaikutusta (Taulukko 9), voitiin arvioida lajikkeiden satovarmuutta. FINLAYN ja WILKINSONIN (1963) regressiomenetelmä perustuu lineaariseen regressioon. Menetelmässä lasketaan yksittäisen lajikkeen kunkin vuoden sadon ja kaikkien lajikkeiden kunkin vuoden keski-sadon välinen lineaarinen regressio (PELTONEN-SAINIO ym. 1993). Tässä tutkimuksessa korkeimman regressiokertoimen arvon sai Dankowskie Zlote (Taulukko 13). Seuraavina olivat Anna, Kelpo ja Ponsi. Niiden sama regressiokertoimen arvo oli yli yhden. Kyseiset lajikkeet olivat myös kaikkein satoisimpia lajikkeita (Kuva 8). Pienimmät regressiokertoimen arvot saivat Myttäälän maatiainen, Ensi ja Toivo. Niistä Ensi ja Myttäälän maatiainen olivat sadoltaan kaikkein heikoimpia.

Pääkomponenttianalyysi on monimuuttujamenetelmä, jossa lajikkeen satoa eri ympäristöissä kuvataan pisteenä moniulotteisessa tilassa. Ensimmäinen pääkomponentti maksimoi lajikkeiden välisen vaihtelun, toinen pääkomponentti maksimoi jäljel-



Kuva 7. Anna-, Jussi- ja Voima-lajikkeiden sato tavanomaisessa ja luonnonmukaisessa viljelyssä vuonna 1991.



Kuva 8. Ruislajikkeiden sato ja Finlayn-Wilkinsonin regressiomenetelmän mukainen regressiokerroin.

Taulukko 12. Ruislajikkeiden laatuominaisuudet tavanomaisessa ja luonnonmukaisessa viljelyssä 1991.

Lajike	Sakoluku	Valkuaispi-toisuus %	Hlp kg	Tjp g
Tavanomainen viljely				
Anna	69	11.1	70.9	28.7
Jussi	70	12.2	69.5	22.2
Voima	65	11.6	70.6	26.0
Keskiarvo	68	11.6	70.3	25.6
Luonnonmukainen viljely				
Anna	69	12.1	72.8	32.3
Jussi	71	13.3	70.5	27.1
Voima	69	12.3	71.9	30.1
Keskiarvo	70	12.6	71.7	29.8

Taulukko 13. Ruislajikkeiden sato sekä Finlayn-Wilkinsonin regressiomenetelmän mukainen regressiokerroin luonnonmukaisessa viljelyssä.

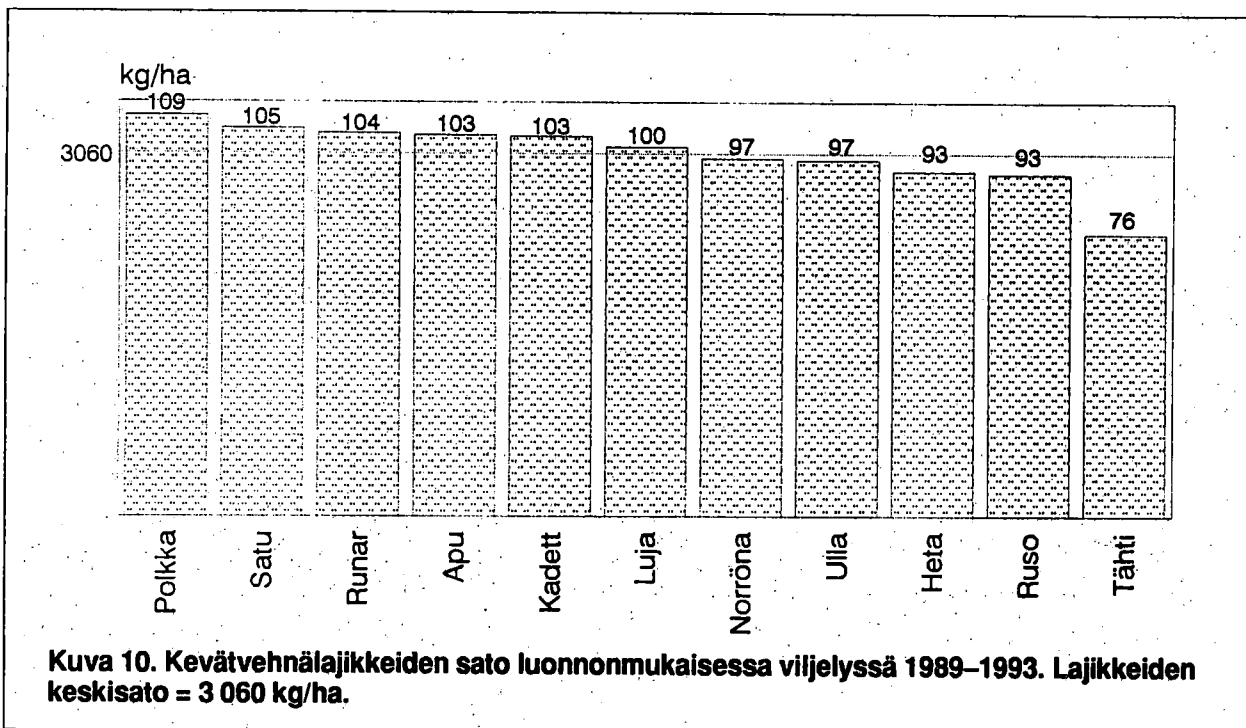
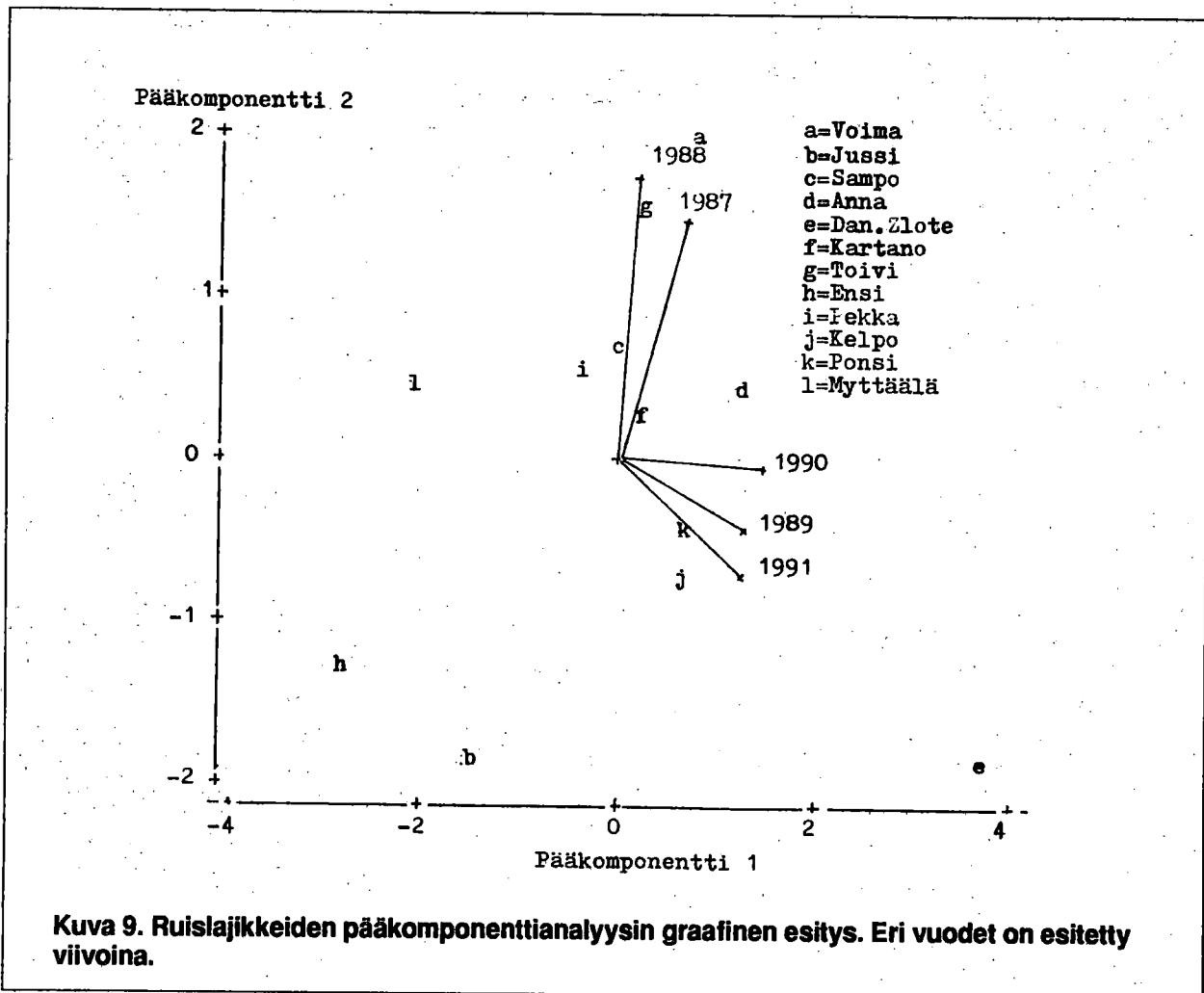
Lajike	Sato		Regressio-kerroin
	kg/ha	sl	
Dan. Zlote	4360	126	1.60
Anna	3380	106	1.13
Kelpo	3280	103	1.12
Ponsi	3270	102	1.10
Voima	3200	100	0.90
Kartano	3180	99	1.00
Sampo	3060	96	0.89
Toivo	3050	95	0.82
Pekka	3050	95	0.90
Jussi	2880	90	0.93
Myttäälä	2770	87	0.73
Ensi	2650	83	0.76

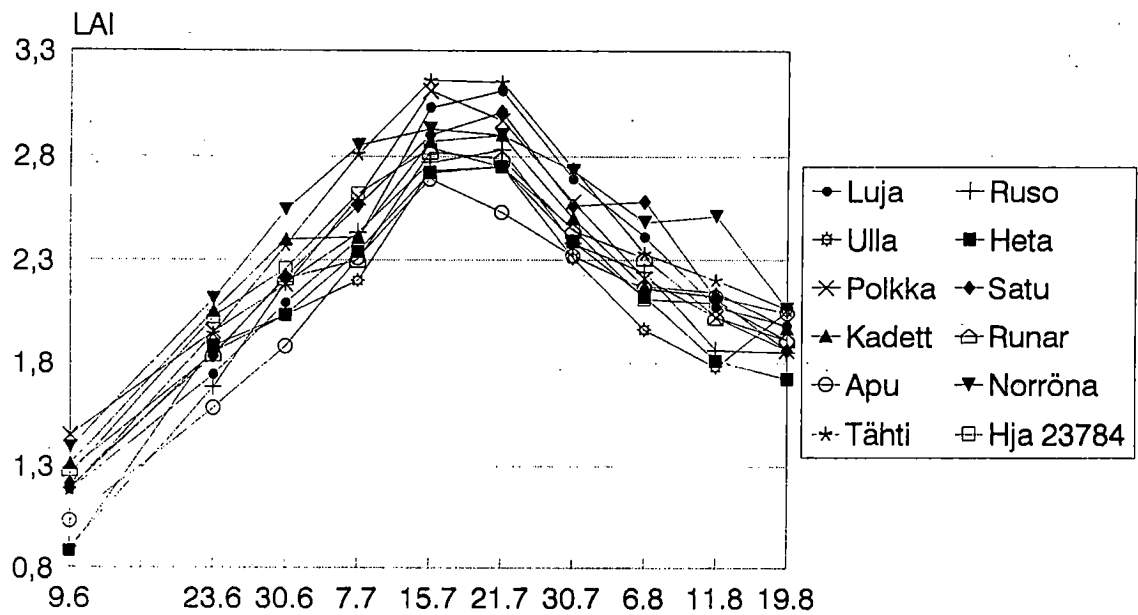
Taulukko 14. Ruislajikkeiden pääkomponenttianalyysin kahden ensimmäisen pääkomponentin vuosikohtaiset kertoimet sekä selittävyys.

Pääkomponentti	1987	1988	1989	1990	1991	Selittävyys %
1	0.309	0.117	0.542	0.563	0.529	58.5
2	0.605	0.719	-0.174	-0.039	-0.292	30.5

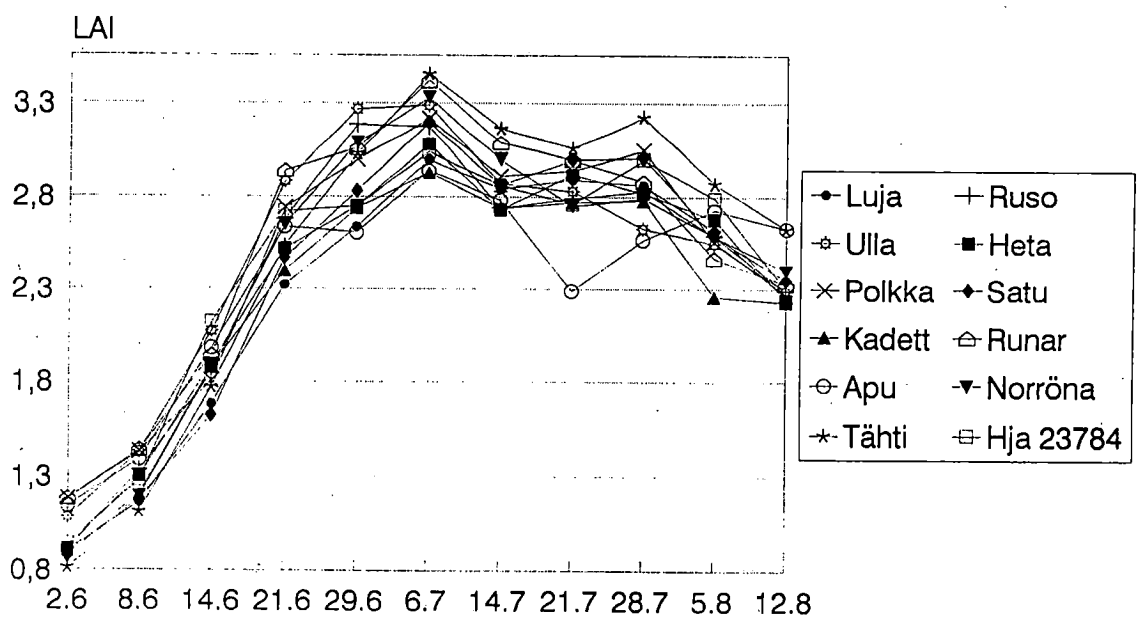
le jääneen vaihtelun ja niin edelleen. Pääkomponenttianalyysiä täydentää biplot-menetelmä (KEMPTON 1984), joka erottelee toisistaan poikkeavat lajikkeet graafisessa esityksessä. Siitä voidaan nähdä lajikkeen reaktio tiettyyn ympäristöön, joka on esitetty viivalla. Mitä kauempana lajike on viivalla keskipisteestä, sitä paremmin se menestyi kyseisessä ympäristössä suhteessa muihin lajikkeisiin (PELTONEN-SAINIO ym. 1993).

Pääkomponenttianalyysin kaksi ensimmäistä pääkomponenttia selittivät 89 % lajikkeiden satojen kokonaisvaihtelusta (Taulukko 14). Pääkomponentti 1 selitti 58 % ja pääkomponentti 2 30 % vaihtelusta. Pääkomponentissa 1 suurimmat kertoimet olivat vuosilla 1989, 1990 ja 1991. Pääkomponentissa 2 suurimmat kertoimet olivat vuosilla 1987 ja 1988. Muiden vuosien kertoimet olivat pienempiä, mutta suunnaltaan päinvastaisia. Bip-

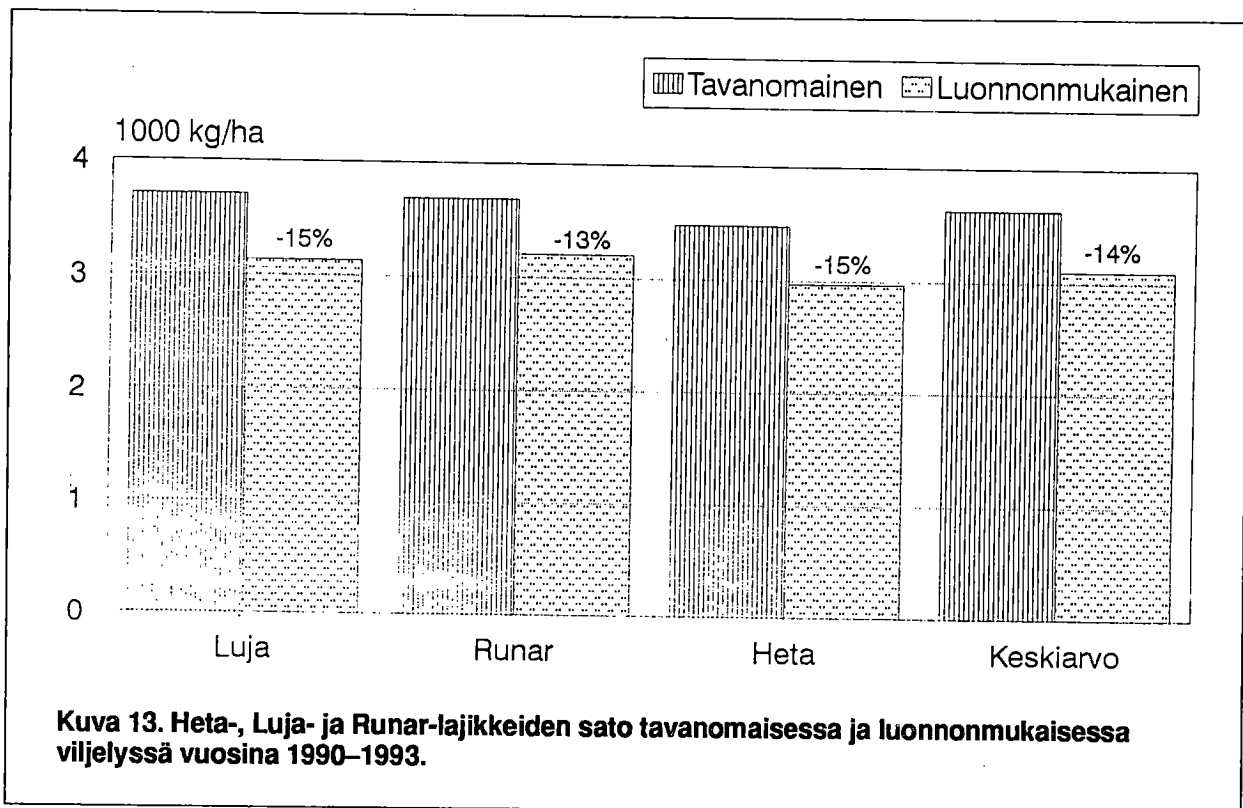




Kuva 11. Kevätvehnälaajikkeiden LAI:n kehitys luonnonmukaisessa viljelyssä 1992.



Kuva 12. Kevätvehnälaajikkeiden LAI:n kehitys luonnonmukaisessa viljelyssä 1993.



lot-menetelmän mukainen lajikkeiden ryhmittely on esitetty kuvassa 9. Siitä on nähtävissä Dankowskie Zloten poikkeavuus kaikkiin muihin lajikkeisiin nähden. Myös Jussi ja Ensi poikkeavat voimakkaasti Voimasta ja Toivosta reaktiossaan vuosiin 1987 ja 1988. Kyseisinä vuosina Jussi ja Ensi menestyivät hyvin huonosti, mutta Voima ja Toivo sen sijaan erittäin hyvin. Kartanon sijoittuminen lähelle kuvan keskustaa kertoo sen satovarmuudesta.

12.2 Kevätvehnä

12.2.1 Lajikkeiden menestyminen

Kuten rukiin tuloksissa, myös kevätvehnän osalta lajikkeen vaikutus satoon oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p < 0,001$) (Taulukko 15). Koko tutkimuksen ajan mukana olleista lajikkeista parhaiten menestyi Polkka. Sen sadon suhdeluku oli 109 mittarina olleeseen Lujaan verrattuna. Sen jälkeen seurasivat Satu, Runar, Apu, Kadett ja Luja (Kuva 10). Kaikki nämä lajikkeet ylittivät keskisadon, joka oli 3 060 kg/ha. Selvästi heikoimman sadon antoi Tähti. Se erosi tilastollisesti merkitsevästi kaikista muista lajikkeista. Sen sato oli 70 % Polkan sadosta. Muita heikosti menestyneitä lajik-

keita olivat Ruso ja Heta. Myös niiden sato oli alle 3 000 kg/ha. Lajikkeen ja vuoden välinen yhdysvaikutus oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p < 0,001$). Jalosteista satoisin luonnonmukaisessa viljelyssä oli linja Hja 23784 (Taulukko 16). Se oli tutkimuksessa mukana vain kahtena vuotena ollen kumpanakin vuonna selvästi satoisin. Vuonna 1992 se oli 13 % ja vuonna 1993 7 % satoisampi kuin seuraavaksi satoisin lajike. Reno oli mukana tutkimuksessa kolme vuotta. Se oli satoisuudeltaan keskinkertainen eikä eronnut tilastollisesti Lujasta (Taulukko 17). Kaikkien lajikkeiden vuosittaiset satotulokset on esitetty liitteessä 6.

Lajikkeiden väliset erot korren pituudessa olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä ($p < 0,001$) (Taulukko 15). Keskimääräinen korren pituus oli 92 cm. Pisimmät korret olivat Apu- ja Norröna-lajikkeilla, joiden korren pituus ylsi 100 cm:iin. Myös Ruson ja Tähtien korren pituus ylsi lähes metriin. Lyhin korsi oli Hja 23784:llä, 79 cm (Taulukko 17). Seuraavaksi lyhimmät korret olivat Lujalla, Polkalla ja Sadulla. Pitkäkortisten Avun ja Norrönan lakoutuminen oli selvästi muita lajikkeita suurempaa. Apu lakoutui keskimäärin 55 % ja Norröna 47 % muiden lajikkeiden jäädessä alle 15 %:n. Lujakortisimmat lajikkeet olivat Luja ja Tähti. Kevätvehnäla-

Taulukko 15. Kevätvehnäajikkeiden sato, kasvu-aika, pituus ja lako-% luonnonmukaisessa viljelyssä vuosina 1989–1993. Lajikkeet kauppaanlaskuvuoden mukaisessa järjestyksessä.

Lajike	Sato		Kasvu-aika vrk	Pituus cm	Lako %
	kg/ha	sl			
Satu	3270ab	105	106	87de	8cde
Polkka	3380a	109	106	87de	8cde
Heta	2910c	93	104	89cde	8cde
Luja	3120bc	100	104	86e	6e
Kadett	3210ab	103	108	93bc	12cd
Ulla	3010bc	97	102	91bcd	12cd
Runar	3230ab	104	106	91bcde	9cde
Tähti	2370d	76	108	96ab	7de
Ruso	2890c	93	105	98a	13c
Norröna	3020bc	97	104	100a	47b
Apu	3220ab	103	101	101a	55a
Keskiarvo	3060		105	92	17
F-arvot:					
Lajike	5.37***			8.20***	31.94***
Vuosi	168.69***			153.61***	20.08***
Yhd. vaik.	4.33***			2.92***	6.13***

*** = ($p < 0.001$), samalla kirjaimella merkityt keskiarvot eivät eroa merkitsevästi toisistaan ($p < 0.05$).

Taulukko 16. Renon sato, kasvu-aika, pituus ja lako-% luonnonmukaisessa viljelyssä verrattuna Lujaan 1989–1991.

Lajike	Sato		Kasvu-aika vrk	Pituus cm	Lako %
	kg/ha	sl			
Luja	2980a	100	103	87a	5a
Reno	3020a	101	105	88a	8a

Samalla kirjaimella merkityt keskiarvot eivät eroa merkitsevästi toisistaan ($p < 0.05$).

Taulukko 17. Hja 23784:n sato, kasvu-aika, pituus ja lako-% luonnonmukaisessa viljelyssä verrattuna Lujaan 1992–1993.

Lajike	Sato		Kasvu-aika vrk	Pituus cm	Lako %
	kg/ha	sl			
Hja 23784	4170a	124	105	79a	10a
Luja	3320b	100	106	85a	8a

Samalla kirjaimella merkityt keskiarvot eivät eroa merkitsevästi toisistaan ($p < 0.05$).

ajikkeiden keskimääräinen kasvu-aika oli 105 vuorokautta. Lyhin keskimääräinen kasvu-aika oli Avulla, 101 vuorokautta. Pisin kasvu-aika oli Tähdellä ja Kadetilla, joiden kasvu-aika oli 108 vuorokautta.

Vuonna 1992 kasvun alussa kesäkuun alkupuolella lehtialaindeksi (LAI) kasvoi nopeimmin Polkalla, Norrönalla ja Kadetilla (Kuva 11). Hitain LAI:n alkukehitys oli Hetalla, Rusolla ja Avulla. Lajikkeiden LAI saavutti huippunsa heinäkuun puolivälin tienoilla. Silloin suurimmat arvot olivat Tähdellä,

Polkalla ja Lujalla. Tähden LAI oli suurimmillaan 3,11. Pienimmäksi lehtialaindeksi jäi Avulla, Hetalla ja Ullalla. Avun LAI oli suurimmillaan 2,64.

Vuonna 1993 nopein lehtialaindeksin kehitys kasvun alkuvaiheessa oli Runarilla, Polkalla ja Ullalla (Kuva 12). Hitain kehitys oli Tähdellä, Lujalla ja Satulla. Myös 1993 lehtialaindeksi kohosi suurimmaksi Tähdellä ja Runarilla. Tähden LAI oli suu-

Taulukko 18. Kevätvehnälaajikkeiden lehtialaindeksin, LAI:n nousuvaiheen viiden ja seitsemän mittauksen kahden vuoden keskiarvot.

Lajike	Lehtialaindeksi, LAI	
	5 mittausta	7 mittausta
Hja 23784	2.00a	2.23a
Satu	1.85a	2.17a
Polkka	2.04a	2.31a
Heta	1.83a	2.10a
Luja	1.79a	2.11a
Kadett	1.94a	2.19a
Ulla	1.99a	2.24a
Runar	2.01a	2.28a
Tähti	1.91a	2.27a
Ruso	1.89a	2.16a
Norröna	2.04a	2.31a
Apu	1.84a	2.08a
F-arvo	2.67*	2.36*

* = ($p < 0.05$), samalla kirjaimella merkityt keskiarvot eivät eroa merkitsevästi toisistaan, ($p < 0.05$).

rimmillään 3,40. Pienimmäksi se jäi Avulla ja Kadetilla ollen suurimmillaan 2,88.

Otettaessa huomioon molemmat mittausvuodet oli lajikkeella tilastollisesti merkitsevä ($p < 0,05$) vaikutus lehtialaindeksiin kasvukauden alun viiden ensimmäisen mittauksen keskiarvoon, joka edustaa lehtialaindeksin nousuvaihetta (Taulukko 18). Seitsemän mittauksen keskiarvo edustaa lehtialaindeksin kasvuvaihetta ja maksimivaihetta lakoutumisen alkuun asti. Myös tähän keskiarvoon lajikkeella oli tilastollisesti merkitsevä vaikutus ($p < 0,05$). Tukeyn testillä ei kuitenkaan saatu lajikkeiden välille eroja. Suurin lehtialaindeksi kasvukauden alun mittauksissa oli Polkalla, Norrönalla ja Runarilla. Samojen lajikkeiden keskiarvo oli suurin myös seitsemän mittauksen tuloksissa. Pienimmät lehtialaindeksin arvot olivat Lujalla, Hetalla ja Avulla. Lehtialaindeksin ja sadon välillä ei ollut riippuvuutta, vaan korrelaatiokertoimet olivat lähellä nollaa (Taulukko 19). Sen sijaan sadon ja pituuden

Taulukko 19. Lehtialaindeksin, pituuden ja lehtikulman sekä sadon väliset korrelaatiot 1992–1993.

	Lehtialaindeksi, LAI		Pituus cm	Lehtikulma
	5 mittausta	7 mittausta		
Sato	0.08	-0.06	-0.36**	0.27**

** = ($p < 0.01$), luotettavuus sille, että korrelaatiokerroin eroaa nolasta.

välillä oli negatiivinen korrelaatio. Sadon ja lehtikulman välillä oli positiivinen korrelaatio eli lehtiasennon muutos vertikaaliseen suuntaan lisäsi satoa.

Vuosina 1990–1993 Heta-, Luja- ja Runar-lajikkeet kasvoivat sekä luonnonmukaisessa että tavanomaisessa viljelyssä (Taulukko 20). Niiden keskimääräinen sato tavanomaisessa viljelyssä oli 3 630 kg/ha ja luonnonmukaisessa viljelyssä 3 110 kg/ha. Täten lajikkeiden keskimääräinen sato luonnonmukaisessa viljelyssä oli 86 % tavanomaisen viljelyn sadosta. Lajikkeista Lujan sato pieneni eniten luonnonmukaisessa viljelyssä eli 15 % ja Runarin sato pieneni vähiten eli 13 % (Kuva 13).

Kaikkien lajikkeiden korsi oli luonnonmukaisessa viljelyssä keskimäärin 3 cm pidempi kuin tavanomaisessa viljelyssä (Taulukko 20). Lajikkeista suurin ero oli Runarilla ja pienin Lujalla. Lakoutuminen oli vähäistä kummassakin viljelymenetelmässä. Kaikkien lajikkeiden kasvuaika oli luonnonmukaisessa viljelyssä pidempi kuin tavanomaisessa viljelyssä. Keskimääräinen ero oli kuusi vuorokautta.

12.2.2 Laatuominaisuudet

Lajikkeiden väliset erot sakoluvussa olivat tilastollisesti hyvin merkitseviä ($p < 0,01$). Koko tutkimuksen ajan mukana olleista lajikkeista Avun sakoluku oli heikoin (Taulukko 21). Se ei kuitenkaan eronnut tilastollisesti merkitsevästi muista kuin Hetasta ja Runarista, joiden sakoluvut olivat parhaimmat. Toisen vanhan lajikkeen, Norrönan, sakoluku ei myöskään ollut kovin korkea. Kuitenkin se ylsi samalle tasolle heikoimpien uusien lajikkeiden kanssa, joita olivat Kadett, Luja ja Ulla. Lajikkeiden väliset erot valkuaispitoisuudessa olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä ($p < 0,001$). Korkeimmat valkuaispitoisuudet, noin 14,5 %, olivat Hetalla ja Tähdellä (Taulukko 21). Alhaisimmat valkuaispitoisuudet olivat Kadetilla ja Renolla. Myös Runarin, Ruson ja Norrönan valkuaispitoisuus oli melko alhainen.

Lajikkeella oli tilastollisesti erittäin merkitsevä vaikutus hehtolitrainoon ($p < 0,001$). Runarin ja Sadun hehtolitrainot olivat tutkimuksen suurimmat, yli 80 kg (Taulukko 21). Ullan ja Avun hehtolitrainot olivat kaikkein alhaisimmat, alle 77 kg.

Taulukko 20. Luja-, Heta- ja Runar-lajikkeiden menestyminen tavanomaisessa ja luonnonmukaisessa viljelyssä vuosina 1990–1993.

Lajike	Sato		Kasvu-aika vrk	Pituus cm	Lako %
	kg/ha	sl			
Tavanomainen viljely					
Heta	3480b	94	100	87ab	12a
Luja	3710a	100	100	84b	8b
Runar	3690a	99	103	88a	9b
Keskiarvo	3630		101	86	10
F-arvot:					
Lajike	6.61**			4.49*	21.80***
Vuosi	14.28***			102.68***	154.53***
Yhd. vaik.	3.56*			0.40ns	7.36***
Luonnonmukainen viljely					
Heta	2970b	95	106	90ab	8ab
Luja	3140ab	100	106	86b	7b
Runar	3210a	102	108	92a	9a
Keskiarvo	3110		107	89	8
F-arvot:					
Lajike	4.30*			6.40**	8.03**
Vuosi	77.73***			63.27***	4.14*
Yhd. vaik.	1.53ns			1.09ns	1.97ns

*** = (p<0.001), ** = (p<0.01), * = (p<0.05), samalla kirjaimella merkityt keskiarvot eivät eroa merkitsevästi toisistaan (p<0.05).

Taulukko 21. Kevätvehnä-lajikkeiden laatuominaisuudet luonnonmukaisessa viljelyssä vuosina 1989–1993.

Lajike	Sakoluku	Valkuaispitoisuus %	Hlp/kg	Tjp/g
Satu	248ab	13.3bc	80.9ab	36.1abc
Polkka	247ab	13.7ab	79.7abc	35.0abc
Heta	272a	14.6a	79.1abcd	35.5abc
Luja	218ab	13.5bc	77.9cd	34.1bc
Kadett	212ab	11.9d	78.2bcd	37.4abc
Ulla	219ab	13.8ab	76.3d	35.3abc
Runar	277a	12.5cd	81.6a	38.9a
Tähti	229ab	14.4a	78.8abcd	37.9ab
Ruso	241ab	12.6cd	78.8abcd	37.7ab
Norröna	224ab	12.6cd	78.7bcd	34.1bc
Apu	177b	13.4bc	76.6d	33.6c
Keskiarvo	233	13.3	78.8	36.0
F-arvot:				
Lajike	2.96**	17.36***	6.86***	4.27***
Vuosi	93.71***	55.55***	46.41***	24.13***

*** = (p<0.001), ** = (p<0.01), samalla kirjaimella merkityt keskiarvot eivät eroa merkitsevästi toisistaan (p<0.05).

Myös tuhannenjyvänpainoon oli lajikkeella tilastollisesti erittäin merkitsevä vaikutus (p<0,001). Suurimmat tuhannenjyvänpainot olivat Kadetilla ja Tähdellä (Taulukko 21). Pienijyväisimpiä lajikkeita olivat Apu ja Norröna. Kolme vuotta kokeissa

mukana ollut Reno ei eronnut tilastollisesti merkitsevästi Lujasta muuten kuin valkuaispitoisuuden suhteen, joka oli Renolla melko alhainen (Taulukko 22). Vain kaksi vuotta mukana ollut Hja 23784

Taulukko 22. Renon laatuominaisuudet luonnonmukaisessa viljelyssä Lujaan verrattuna vuosina 1989–1991.

Lajike	Sakoluku	Valkuaispitoisuus %	Hlp/kg	Tjp/g
Luja	274a	13.5a	79.1a	34.2a
Reno	309a	12.0b	79.7a	34.9a

Samalla kirjaimella merkityt keskiarvot eivät eroa merkitsevästi toisistaan ($p < 0.05$).

Taulukko 23. Hja 23784:n laatuominaisuudet luonnonmukaisessa viljelyssä Lujaan verrattuna vuosina 1992–1993.

Lajike	Sakoluku	Valkuaispitoisuus %	Hlp/kg	Tjp/g
Hja 23784	164a	12.8a	78.3a	36.4a
Luja	133a	13.4a	76.1a	33.9a

Samalla kirjaimella merkityt keskiarvot eivät eroa merkitsevästi toisistaan ($p < 0.05$).

Taulukko 24. Kevätvehnälaajikkeiden laatuominaisuudet tavanomaisessa ja luonnonmukaisessa viljelyssä 1990–1993.

Lajike	Sakoluku	Valkuaispitoisuus %	Hlp kg	Tjp g
Tavanomainen viljely				
Heta	336	14.8a	78.5ab	34.9b
Luja	257	13.9b	77.4b	33.2b
Runar	280	13.0c	80.4a	38.5a
Keskiarvo	291	13.9	78.8	35.5
F-arvot:				
Lajike	2.50ns	21.55**	12.40**	16.98**
Vuosi	13.86**	2.28ns	22.48**	1.08ns
Luonnonmukainen viljely				
Heta	249	14.8a	78.6b	35.5b
Luja	191	13.6b	77.2b	34.0b
Runar	253	12.7c	81.3a	38.8a
Keskiarvo	231	13.7	79.0	36.1
F-arvot:				
Lajike	4.37ns	36.56***	17.15**	24.40**
Vuosi	34.45***	23.76**	17.21**	19.32**

*** = ($p < 0.001$), ** = ($p < 0.01$), samalla kirjaimella merkityt keskiarvot eivät eroa merkitsevästi toisistaan.

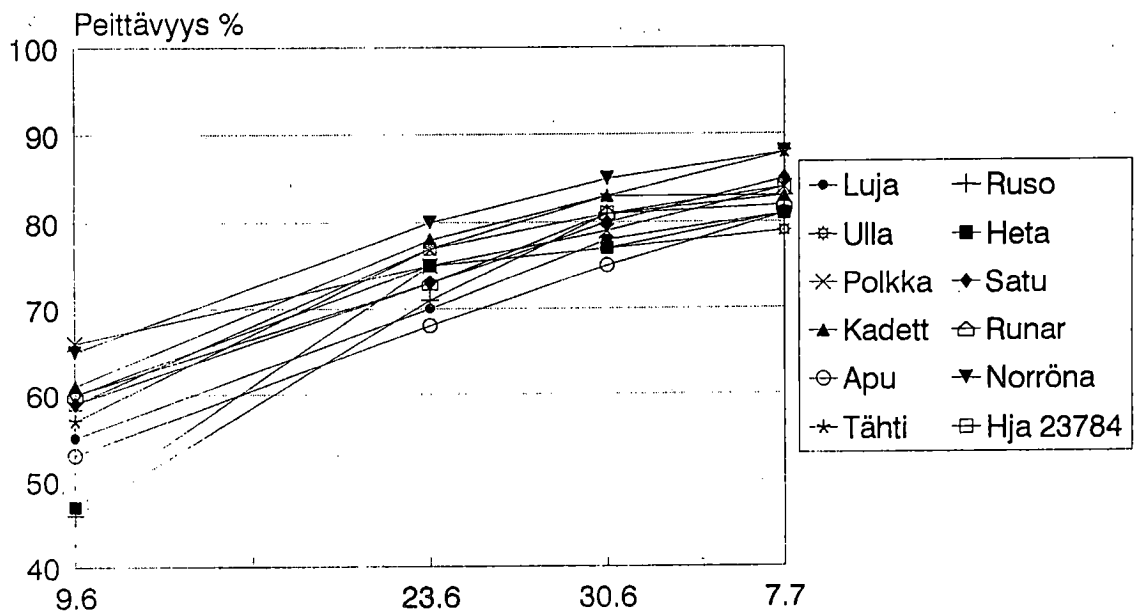
ei eronnut tilastollisesti merkitsevästi minkään laatuominaisuuden suhteen Lujasta (Taulukko 23).

Hetan, Lujan ja Runarin keskimääräinen sakoluku oli luonnonmukaisessa viljelyssä alhaisempi kuin tavanomaisessa viljelyssä (Taulukko 24). Kummassakaan viljelymenetelmässä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja laajikkeiden välillä. Valkuaispitoisuudessa, hehtolitrainossa ja tuhannenjyvänpainossa ei viljelymenetelmien välillä ollut

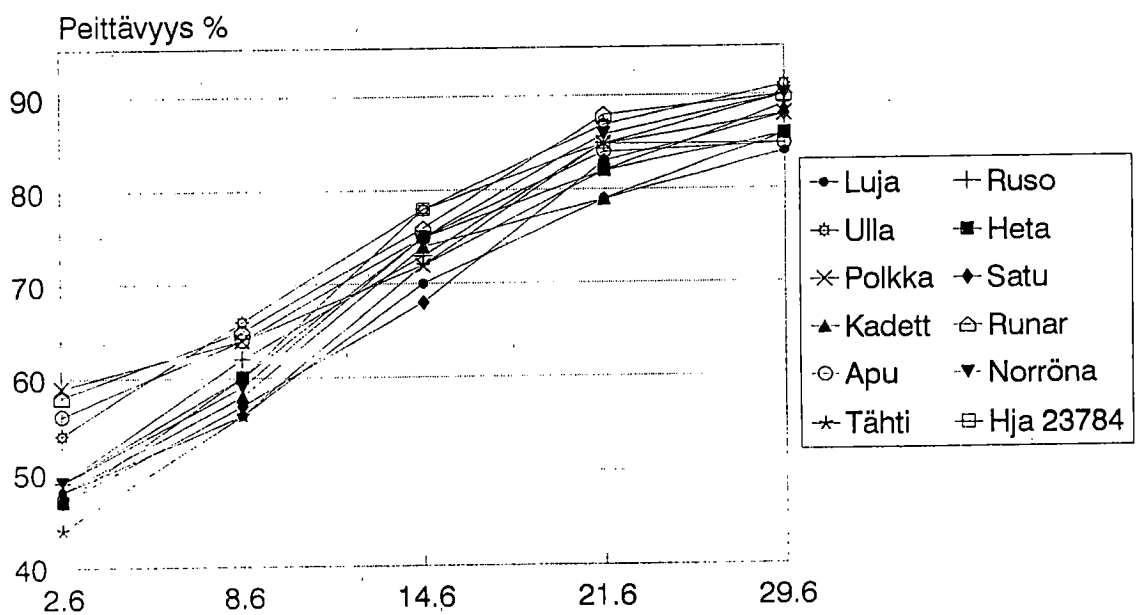
eroa. Myös laajikkeiden paremmuusjärjestys oli sama sekä luonnonmukaisessa että tavanomaisessa viljelyssä.

12.2.3 Kilpailukyky rikkakasveja vastaan

Vuonna 1992 kasvun alkuvaiheessa peittävyyttä kasvattivat nopeimmin Polkka ja Norrona (Kuva 14). Kesäkuun 9. päivänä tehdyssä mittauksessa niiden peittävyys oli noin 65 %. Pienimmät peittä-



Kuva 14. Kevätvehnälajikkeiden peittävyden kehitys luonnonmukaisessa viljelyssä kasvukauden 1992 alkuvaiheessa.



Kuva 15. Kevätvehnälajikkeiden peittävyden kehitys luonnonmukaisessa viljelyssä kasvukauden 1993 alkuvaiheessa.

Taulukko 25. Kevätvehnälaajikkeiden peittävyys, lehtikulma sekä rikkakasvien määrä vuosina 1992–1993.

Lajike	Peittävyys %		Lehtikulma	Rikkakasvit g/m ²
	5 mittausta	7 mittausta		
Hja 23784	74.4ab	78.0ab	61.2abc	43.4
Satu	72.2ab	76.6ab	60.9abc	135.8
Polkka	75.8a	79.4a	59.9abcd	74.9
Heta	71.3ab	75.3ab	62.2ab	111.3
Luja	70.1b	75.1b	63.5a	93.6
Kadett	73.6ab	77.3ab	61.3abc	96.7
Ulla	75.3a	78.7ab	58.7bcd	75.9
Runar	75.6a	79.1ab	60.0abcd	98.8
Tähti	72.7ab	77.8ab	57.8	75.6
Ruso	72.3ab	76.4ab	61.0abc	60.8
Norröna	75.9a	79.5a	56.9d	102.7
Apu	72.4ab	76.0ab	61.1abc	57.2
F-arvot:	3.97**	3.58**	5.72***	1.43ns

*** = (p<0.001), ** = (p<0.01), samalla kirjaimella merkityt keskiarvot eivät eroa merkittävästi toisistaan (p<0.05).

Taulukko 26. Kevätvehnälaajikkeiden peittävyden, lehtikulman ja pituuden sekä rikkakasvien määrän väliset korrelaatiot 1992–1993.

	Peittävyys		Lehtikulma	Pituus
	5 mittausta	7 mittausta		
Rikkakasvien määrä	-0.03	0.18	-0.06	-0.27*

* = (p<0.05), luottavuus sille, että korrelaatiokerroin eroaa nolasta.

vyydet olivat Rusolla ja Hetalla, noin 45 %. Muita heikosti peittävyttä kehittäneitä lajikkeita olivat Apu, Heta ja Luja. Norrönan peittävyys säilyi suurimpana 7. heinäkuuta tehtyyn mittaukseen asti, jolloin Tähti saavutti saman peittävyden. Myös Kadett ja Hja 23784 olivat peittävimpien lajikkeiden joukossa.

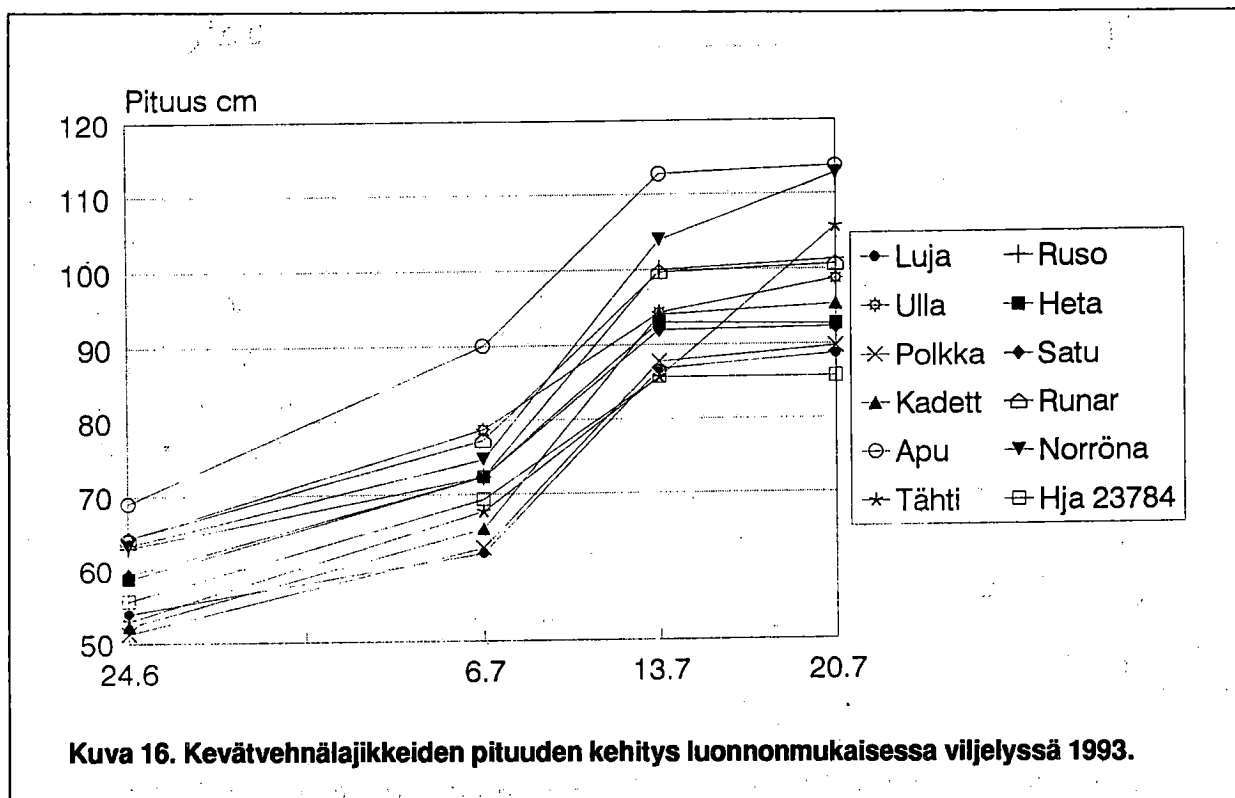
Vuonna 1993 kesäkuun 2. päivänä tehdyssä ensimmäisessä mittauksessa suurin peittävyys oli Polkalla, Runarilla, Avulla ja Ullalla (Kuva 15). Samat lajikkeet osoittivat suurinta peittävyttä myös muissa kesäkuun aikana tehdyissä mittauksissa. Ensimmäisessä mittauksessa heikoin peittävyys oli Tähdellä. Muissa mittauksissa heikoimpia peittävyksiä oli Lujalla ja Sadulla.

Kun peittävyttä tarkastellaan kahden vuoden keskiarvoina, oli lajikkeiden välillä peittävydessä tilastollisesti hyvin merkitseviä eroja (p<0,01) (Taulukko 25). Norrönan, Polkan, Runarin ja Ullan

peittävyys oli suurimpia sekä kasvukauden alkuvaihetta kuvaavan viiden ensimmäisen mittauksen keskiarvossa että myös seitsemän mittauksen keskiarvossa.

Myös lehtikulmaan lajikkeella oli tilastollisesti erittäin merkitsevä vaikutus (p<0,001) (Taulukko 25). Lehtikulman arvot vaihtelivat 56,9:n ja 63,5:n asteen välillä. Pienin lehtikulma eli horisontaalisiin lehtiasento oli Norrönalla, Tähdellä, Ullalla, Polkalla ja Runarilla. Vertikaalisiin lehtiasento oli Lujalla ja Hetalla.

Ensimmäisessä pituusmittauksessa 24. kesäkuuta 1993 lajikkeiden pituus vaihteli runsaasta 50 cm:stä lähes 70 cm:iin (Kuva 16). Pisin lajike oli Apu. Seuraavaksi pisimmät lajikkeet olivat Runar, Ulla, Norröna ja Ruso. Lyhimpiä olivat Polkka, Kadett ja Luja. Lajikkeiden lopullinen pituus vaihteli noin 85 cm:n ja 115 cm:n välillä. Apu ja Nor-



röna olivat selvästi pisimmät lajikkeet. Lyhimpiä olivat Hja 23784 ja Luja.

Rikkakasvien määrään ei lajikkeella ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta (Taulukko 25). Suurimmat rikkakasvien määrät olivat Sadulla, Hetalla ja Norrönalla. Pienimmät määrät olivat Hja 23784:llä, Avulla ja Rusolla.

Rikkakasvien määrän ja peittävyuden välillä ei ollut havaittavissa riippuvuutta (Taulukko 26). Tulos oli sama riippumatta siitä, tarkasteltiin kasvukauden alun mittauksia vaiko myös myöhempiä mittauksia. Myöskään lehtikulman ja rikkakasvien määrän välillä ei ollut havaittavissa korrelaatiota. Sen sijaan pituuden ja rikkakasvien määrän välillä oli havaittavissa tilastollisesti merkitsevä ($p < 0,05$) negatiivinen korrelaatio.

12.2.4 Lajikkeiden satovarmuus

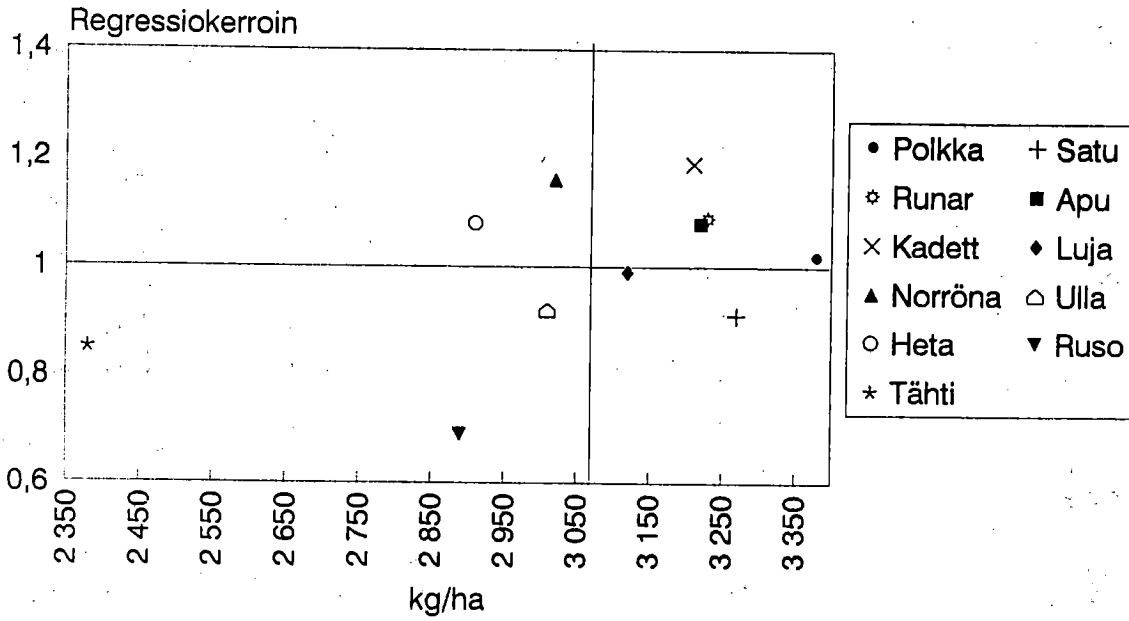
Koska varianssianalyysi osoitti kevätvehnälaajikkeiden satojen ja vuosien yhdysvaikutuksen olevan tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p < 0,001$) (Taulukko 15), voitiin arvioida lajikkeiden satovarmuutta. FINLAYN ja WILKINSONIN (1963) regressiomenetelmän mukaiset korkeimmat regressiokertoimen arvot saivat Kadett ja Norröna

(Taulukko 27). Muut samaan satoisuusluokkaan kuuluneet lajikkeet saivat huomattavasti alhaisempia arvoja (Kuva 17). Sadun regressiokerroin oli alhaisin keskinkertaista paremman sadon antaneiden lajikkeiden joukossa. Pienimmät regressiokertoimen arvot saivat Ruso ja Tähti. Ne olivat myös satoisuudeltaan kaikkein heikoimmat lajikkeet.

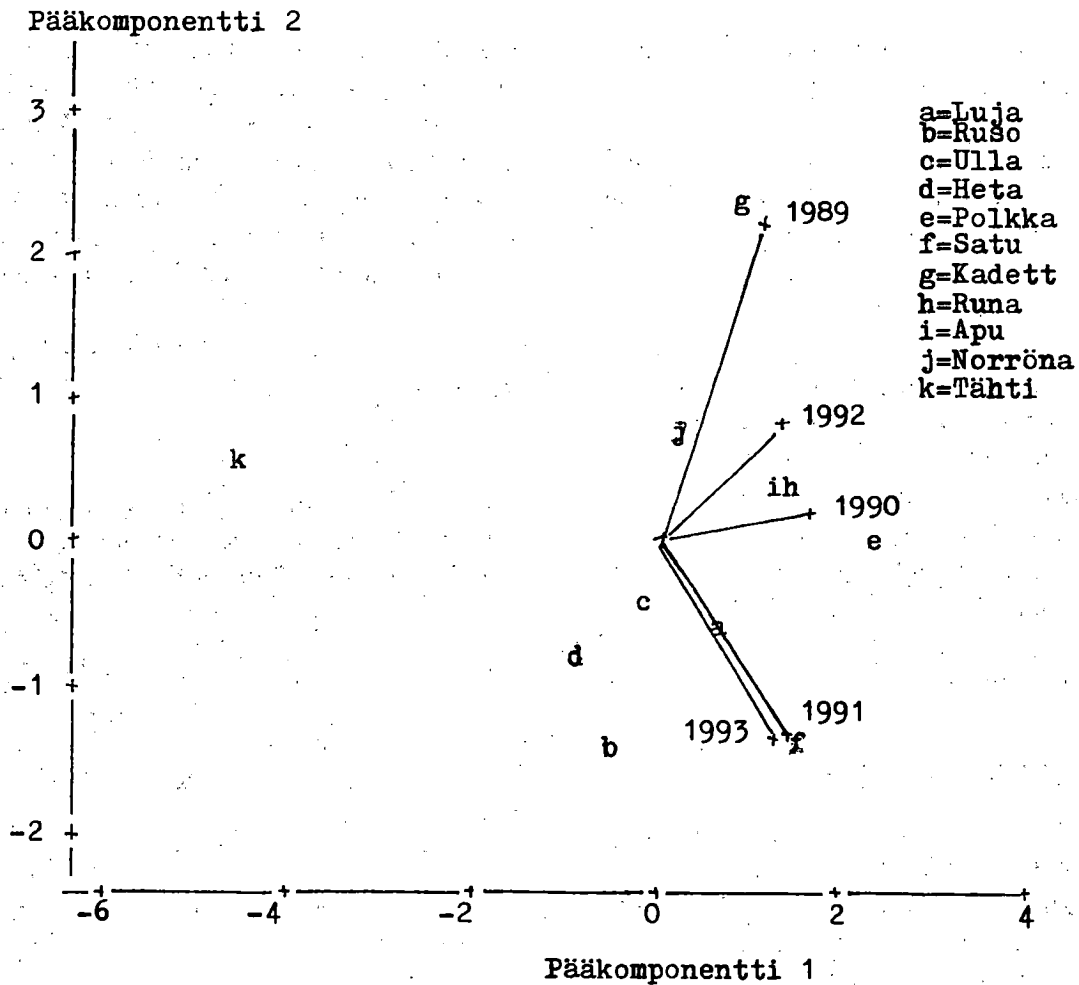
Pääkomponenttianalyysin pääkomponentti 1 selitti 60,9 % vaihtelusta kahden ensimmäisen pääkom-

Taulukko 27. Kevätvehnälaajikkeiden sato sekä Finlayn-Wilkinsonin regressiomenetelmän mukainen regressiokerroin luonnonmukaisessa viljelyssä.

Lajike	Sato		Regressiokerroin
	kg/ha	sl	
Polkka	3380	108	1.02
Satu	3270	105	0.91
Runar	3230	104	1.09
Apu	3220	103	1.08
Kadett	3210	103	1.19
Luja	3120	100	0.99
Norröna	3020	97	1.16
Ulla	3010	96	0.92
Heta	2910	93	1.08
Ruso	2890	93	0.69
Tähti	2370	76	0.85



Kuva 17. Kevätvehnälaajikkeiden jyväsato ja Finlayn-Wilkinsonin regressiomenetelmän mukainen regressiokerroin.



Kuva 18. Kevätvehnälaajikkeiden pääkomponenttialalyysin graafinen esitys. Eri vuodet on esitetty viivoina.

Taulukko 28. Pääkomponenttianalyysin kahden ensimmäisen pääkomponentin vuosikohtaiset kertoimet sekä selittävyys.

Pääkomponentti	1989	1990	1991	1992	1993	Selittävyys %
1	0.311	0.514	0.477	0.463	0.444	60.9
2	0.731	0.101	-0.436	0.268	-0.440	23.4

ponentin yhteisen selittävyyden ollessa 84,3 % (Taulukko 28). Pääkomponentissa 1 kaikilla vuosilla oli lähes samansuuruiset kertoimet. Pääkomponentissa 2 vuodella 1989 oli suurin kerroin. Vuosien 1991 ja 1993 kertoimet olivat siihen nähden päinvastaisen suuntaisia, mutta keskenään samansuuruisia. Vaikka vuodet 1991 ja 1993 olivat keskimääräiseltä sadoltaan hyvin erilaisia, molempien alkukesä oli viileä. Vuoden 1989 alkukesä puolestaan oli hyvin lämmin. Biplot-menetelmän mukainen lajikkeiden ryhmittely kuvassa 18. Kadett poikkeaa muista lajikkeista johtuen reaktiossaan vuonna 1989 suhteessa vuosiin 1991 ja 1993. Satu puolestaan reagoi päinvastaisesti kuin Kadett. Polkan sijoittuminen kuvion oikeaan reunaan osoittaa sen suhteellisen hyvän menestyksen kaikkina vuosina. Tähti sen sijaan on sijoittuneena kuvan vastaakkaiseen reunaan osoittaen sen heikon menestyksen. Lähimpänä kuvan keskustaa ovat Luja ja Ulla osoittaen niiden stabiilin luonteen sadontuotossa.

12.3 Maan ravinnetilan muutokset

Vuodesta 1990 lähtien maanäytteitä otettiin kaikista saroista (Liite 2). Lähtötilanteeseen nähden kalsiumin määrässä ei tapahtunut merkittäviä muutoksia. Kaliumin määrä hieman nousi neljättä sarkaa lukuunottamatta, mutta kaliumia oli kuitenkin maassa melko vähän. Magnesiumin määrä pysyi lähes ennallaan ollen myöskin melko alhaisella tasolla. Myöskään fosforin määrässä ei tapahtunut merkittäviä muutoksia, vaan pitoisuudet pysyivät tyydyttävällä tasolla.

Nitraatti- ja ammoniumtypen määritykset osoittavat keväällä pintakerroksessa vallinneen lähtötason (Liite 3). Vain toisesta, neljännestä ja kuudennesta sarasta saatiin kahden vuoden tulokset. Nitraattitypen määrät vaihtelivat vuonna 1990 luonnonmukaisilla saroilla 0,71:stä 2,15:een mg/l ja ammoniumtypen määrät 1,91:stä 3,03:een mg/l.

Vuonna 1991 lähes kaikissa tapauksissa typen määrä nousi. Nitraattitypen määrä oli korkeimmillaan 7,41 mg/l ammoniumtypen määrä 6,62 mg/l. Vuonna 1992 ammoniumtypen määrät vaihtelivat 2,94 mg/l ja 3,26 mg/l välillä.

Myös jankossa nitraatti- ja ammoniumtypen määrät olivat vuonna 1991 suuremmat kuin vuonna 1990 (Liite 4). Vuonna 1990 nitraattitypen määrät vaihtelivat luonnonmukaisilla saroilla välillä 0,66–1,88 mg/l ja vuonna 1991 välillä 4,58–6,82 mg/l. Vuonna 1990 ammoniumtypen määrät vaihtelivat välillä 0,75–1,31 mg/l ja vuonna 1991 välillä 2,49–5,68 mg/l.

13 TULOSTEN TARKASTELU

Tuloksia tarkasteltaessa on otettava huomioon, että tulokset koskevat vain yhtä paikkakuntaa. Tuloksia ei siis voida jo pelkästään erilaisten sääolojen takia soveltaa koko maahan. Lisäksi on huomioitava, että tutkimusjärjestelyissä käytetty viljelytekniikka on vain yksi useista luonnonmukaisen viljelyn mahdollisuuksista. Rukiilla oli kolmena viimeisenä tutkimusvuotena ja kevätehnällä oli kaikkina vuosina esikasvina tyyppiä sitova palkokasvi, joka keväällä kynnettiin maahan. Sen suuri vaikutus voidaan nähdä rukiin vuosittaisissa satotuloksissa. Kahden ensimmäisen vuoden, jolloin esikasvina ei ollut palkokasvia, keskimääräinen sato oli alle 50 % kolmen viimeisen vuoden keskimääräisestä sadosta, jolloin esikasvina oli palkokasvi. Luonnonmukaista viljelyä voidaan kuitenkin harjoittaa erilaisilla viljelykierroilla ja lannoituksilla kuten esim. kompostilannoituksella, jotka tuottavat erilaisen kasvuympäristön. Myös maalajilla on oma vaikutuksensa kasvuympäristöön. Eri ympäristöissä lajikkeiden menestymisen voi olla toisenlaista kuin mitä tämän tutkimuksen tulokset osoittavat.

13.1 Lajikkeiden menestyminen

Uudet lajikkeet antoivat luonnonmukaisessa viljelyssä keskimäärin runsaamman sadon kuin vanhat lajikkeet. Rukiin osalta uudet lajikkeet antoivat keskimäärin 15 % ja kevätvehnän osalta keskimäärin 10 % runsaamman sadon kuin vanhat lajikkeet. Tulos on samansuuntainen useiden sekä luonnonmukaisissa oloissa tehtyjen tutkimusten kanssa (STÖPPLER ym. 1990a, BENGTTSSON 1991, POUTALA ym. 1993) että tavanomaisen viljelyn alhaisten tuotantopanosten oloissa tehtyjen tutkimusten kanssa (AUSTIN ym. 1980, SINHA ym. 1981, SPANAKAKIS ja VIEDT 1990).

Ruislajikkeista Dankowskie Zlote oli poikkeuksellisen satoisa lajike lukuunottamatta vuotta 1988, jolloin se talvehti selvästi muita lajikkeita heikommin. Voidaankin todeta, että Dankowskie Zloten sadontuotto-kyky on erittäin hyvä edellyttäen, että se pystyy talvehtimaan tyydyttävästi. Muista uusista lajikkeista Anna, Kelpo, Ponsi, Voima ja Kartano menestyivät hyvin. Vanhoista lajikkeista Toivo ja Pekka eivät satoisuudeltaan eronneet tilastollisesti merkittävästi useimmista uusista lajikkeista. Uusien lajikkeiden joukosta Jussi puolestaan menestyi heikosti. Sen sato jäi vanhojen lajikkeiden tasolle. Kuitenkin maatiaiskanta Myttääälä ja maatiaispohjainen Ensi menestyivät uusia lajikkeita merkittävästi heikommin. Tulos on yhdensuuntainen EL BASSAMIN (1989) ja SNEYDIN (1990) tutkimusten kanssa, joissa todettiin maatiaiskantojen menestyvän heikommin kuin uusien lajikkeiden viljelymenetelmästä riippumatta.

Kevätvehnästä uudet lajikkeet Polkka, Satu, Runar ja Kadett menestyivät hyvin luonnonmukaisessa viljelyssä. Vaikka vanhat lajikkeet keskimäärin menestyivät uusia heikommin, vanhin lajike Apu oli yhtä satoisa kuin Runar ja Kadett. Uusista lajikkeista Heta menestyi heikosti. Täten uusien lajikkeiden paremmuus satoisuudessa ei ole täysin selvä. Poikkeuksista huolimatta tulokset sekä rukiin että kevätvehnän osalta osoittavat, että uudet lajikkeet menestyvät luonnonmukaisessa viljelyssä vanhoja lajikkeita paremmin.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että kasvinjalostuksella on lyhennetty lajikkeiden korrenpituutta. Uusien ja vanhojen ruislajikkeiden ero oli keskimäärin 15 cm ja kevätvehnälaajikkeilla 10 cm. Rukiin uudetkin lajikkeet kasvoivat noin 160 cm:n

mittaisiksi, joten kilpailukyky rikkakasveja vastaan ei ole muuttunut jalostuksen seurauksena. Sen sijaan uusien ruislajikkeiden lakoutuminen oli vanhoja lajikkeita vähäisempää. Toisaalta on todettava, että vanhojenkin lajikkeiden keskimääräinen lakoutuminen oli melko vähäistä. Kevätvehnän vanhat lajikkeet ovat selvästi heikkokortisempia kuin uudet lajikkeet. Vanhojen lajikkeiden lakoisuus oli noin 50 % uusien lajikkeiden lakoisuuden ollessa alle 10 %. Tulos osoittaa sen, että vaikka kevätvehnän korrenlujuus ei ole luonnonmukaisessa viljelyssä niin tärkeä ominaisuus kuin tavanomaisessa viljelyssä, voivat kasvustot lakoutua myös luonnonmukaisessa viljelyssä. Täten korrenlujuutta lajikeominaisuutena ei voida täysin sivuuttaa.

Kaikkein satoisimmat kevätvehnälaajikkeet Hja 23784, Polkka ja Satu ovat kaikki hyvin lyhytkortisia. Pituuden ja sadon välillä oli havaittavissa negatiivinen korrelaatio ($p < 0,01$). Tulos vastaa ANDERSSONIN ja BENGTTSSONIN (1990) havaintoja, mutta on ristiriidassa STÖPPLERIN ym. (1990a) tulosten kanssa, joissa todettiin korren pituuden ja sadon määrän välillä olevan positiivinen korrelaatio. Lajikkeen rehevyyttä kuvaavan lehtialaindeksin ja sadon välillä ei ollut havaittavissa korrelaatiota. Tulokseen lienee vaikuttanut mm. Tähti, joka oli heikkosatoisin lajike, mutta samalla sen lehtialaindeksi nousi kaikkein korkeimmaksi. Toisaalta kuitenkin satoiset Hja 23784, Polkka ja Runar kuuluivat heti kasvukauden alusta lähtien suurimman lehtialan omaavien lajikkeiden joukkoon. Tutkimus ei antanut selvää vastausta uusien ja vanhojen lajikkeiden välisestä erosta lehtialaindeksin suhteen. Vanhat lajikkeet Norröna ja Apu käyttäytyivät tässä suhteessa hyvin eri tavoin. Avun lehtiala oli tutkimuksen pienimpiä ja Norrönan taas suurimpia.

Kysymys siitä, suosiiiko luonnonmukainen viljely reheväkasvuisia, suuren lehtialan kasvattavia lajikkeita, vaatii lisätutkimuksia. Tulokset kuitenkin osoittavat, että luonnonmukaisessa viljelyssä hyvin menestyvien lajikkeiden ei välttämättä tarvitse olla pitkäkortisia. Määräavässä asemassa näyttäisi olevan lajikkeen kyky allokoida yhteyttämistuotteet kehittyviin jyviin muiden kasvinosien sijasta.

Ruislajikkeiden vertailusta tavanomaisessa ja luonnonmukaisessa viljelyssä ei voida vetää pitkälle

meneviä johtopäätöksiä, sillä käytettävissä on vain yhden vuoden tulokset. Huomion arvoista on se, että lajikkeiden väliset suhteet satoisuudessa säilyivät samoina molemmissa viljelymenetelmissä. Kevätvehnän lajikkeista Runarin sato pieneni luonnonmukaisessa viljelyssä vähemmän kuin Lujan. Ero ei kuitenkaan ollut kovin suuri.

Luonnonmukaisen ja tavanomaisen viljelyn vertailussa mielenkiintoinen havainto on, että kaikkien vertailussa olleiden lajikkeiden korsi kasvoi luonnonmukaisessa viljelyssä pidemmäksi kuin tavanomaisessa viljelyssä. Lakoutuminen oli kuitenkin vähäisempää luonnonmukaisessa viljelyssä, erityisesti rukiilla. Huomion arvoinen havainto on myös se, että luonnonmukaisessa viljelyssä kevävehnälajikkeiden kasvuaika oli huomattavasti pidempi kuin tavanomaisessa viljelyssä. Tämä seikka tuo lajikkeen aikaisuuden korostuneeseen asemaan. Syy edellä mainittuihin havaintoihin on mahdollisesti se, että luonnonmukaisessa viljelyssä ravinteiden vapautuminen kasvien käyttöön tapahtuu hitaasti pitkän ajan kuluessa. Ravinteiden mobilisaatio jatkuu läpi kasvukauden, joten kasveilla on runsaasti ravinteita käytettävissä myös loppukesällä. Tällöin kasvustojen kasvuaika muodostuu pidemmäksi ja kasvien korret kasvavat pidemmiksi kuin tavanomaisessa viljelyssä. Luonnonmukaisen viljelyn hidastuminen, mutta pitkään kestävä korren kasvu tekee korsista kuitenkin vähemmän herkkiä lakoontumaan.

13.2 Laatuominaisuudet

Rukiin laatuominaisuuksista sakoluku on lajikeominaisuutena kaikkein ratkaisevin, sillä ruis on herkkä sään aiheuttamalle sakoluvun laskulle. Lajikkeen vaikutus sakolukuun oli tilastollisesti merkitsevä ($p < 0,05$), mutta kuitenkin melko heikko. Tulokset antavat viittauksen siihen suuntaan, että vanhojen lajikkeiden, Myttäälän maatiaisen ja Toivon, keskimääräinen sakoluku olisi parempi kuin uusien lajikkeiden. Tämä vastaa BENGTTSSONin (1991) havaintoja luonnonmukaisesti viljellyistä ruislajikkeista. Mahdollinen syy näiden lajikkeiden hyvään sakolukuun on niiden pieni jyvän koko. Toinen mahdollinen syy on aikainen tuleentuminen. Vaikka kasvuajan keskimääräinen ero lajikkeiden välillä oli pieni, saattaa aikaisuudella olla yksittäisinä vuosina ratkaiseva merkitys sakoluvulle. Vanhojen lajikkeiden, erityisesti Myttäälän

maatiaisen ja Ensin valkuaispitoisuus oli korkeampi kuin uusien lajikkeiden. Hehtolitrapäinon suhteen uudet lajikkeet olivat keskimäärin vanhoja lajikkeita parempia.

Kevätvehnälajikkeiden laatuominaisuuksien osalta tilanne näyttää erilaiselta kuin rukiin kohdalla. Vanhojen lajikkeiden laatuominaisuudet olivat kokonaisuutena tarkasteltuna heikompia kuin uusimpien uusien lajikkeiden laatuominaisuudet. Uusista lajikkeista erityisesti Hetan, Polkan, Sadun, Runarin, Tähdän ja Lujan laatuominaisuudet olivat paremmat kuin vanhojen lajikkeiden. Tulos on samansuuntainen STÖPPLERin ym. (1990a) syysvehnästä saamien tulosten kanssa. Kuitenkin on huomattava myös joidenkin uusien lajikkeiden kuten esim. Kadetin huonot laatuominaisuudet.

Tuloksista on havaittavissa, että satoisien lajikkeiden valkuaispitoisuus oli alhainen. Rukiilla esim. Ensin, Myttäälän maatiaisen ja Pekan valkuaispitoisuus oli korkea, mutta niiden sato oli vähäinen. Vastaavia esimerkkejä kevävehnälajikkeista olivat Heta, Tähti ja Ulla. Tulos tukee POUTALAN ym. (1993) saamia tuloksia. Polkka oli kuitenkin tässä tutkimuksessa poikkeava lajike. Se oli koko tutkimuksen ajan mukana olleista lajikkeista satoisin, mutta sen valkuaispitoisuus oli silti melko korkea.

Kolmen sekä tavanomaisessa että luonnonmukaisessa viljelyssä kasvaneen lajikkeen tarkastelu osoittaa, että valkuaispitoisuus ja hehtoliträpääno eivät olleet luonnonmukaisessa viljelyssä alhaisempia kuin tavanomaisessa viljelyssä millään lajikkeella. Tulos poikkeaa valkuaispitoisuuden osalta ANDERSSONin ja BENGTTSSONin (1990) sekä POUTALAN ym. (1993) tuloksista, joissa havaittiin huomattava ero valkuaispitoisuudessa viljelymenetelmien välillä. Tämän tutkimuksen tulos ehkä johtuu luonnonmukaisessa viljelyssä käytetystä viljelykierrosta, jossa kevävehnän esikasvina aina oli tyypeä sitova palkokasvi. Viljelymenetelmillä näytti olevan eroa sakoluvussa, jossa luonnonmukaisessa viljelyssä kaikkien lajikkeiden sakoluku oli alhaisempi kuin tavanomaisessa viljelyssä. Tulos todennäköisesti johtuu luonnonmukaisen viljelyn pidemmästä kasvuajasta, joka etenkin sateisina syksyinä aiheutti sakoluvun laskun. Tällöin lajikkeen aikaisuus ja sakoluvun kestävyys ovat korostuneessa asemassa.

13.3 Kilpailukyky rikkakasveja vastaan

Tulosten perusteella ei voida antaa lopullista arviota lajikkeiden kilpailukyvyistä rikkakasveja vastaan. Lajikkeella ei havaittu olevan tilastollisesti merkitsevää vaikutusta rikkakasvien määrään. Syynä siihen on tulosten sisältämä suuri satunnaisvaihtelu. Vaihtelua aiheuttivat näytteisiin osuneet hyvin suurikokoiset rikkakasvit, kuten valvatti, pelto-ohdake ja rypsi. FISCHBECKin (1988) sekä ANDERSSONin ja BENGTSOONin (1990) mukaan lajikkeen kilpailukykyyn rikkakasveja vastaan vaikuttavia ominaisuuksia ovat kyky peittää nopeasti kasvualusta ja vaakasuora lehtiasento. Näissä ominaisuuksissa oli löydettävissä eroja lajikkeiden välillä. Norröna, Polkka, Ulla ja Runar edustivat lajikkeita, jotka pystyivät nopeasti suureen peittävyteen. Näillä lajikkeilla Norrönaa lukuunottamatta lehtiasento oli kaikkein horisontaalisin. Kaikkein heikoimmin peittävyttä kehittäneillä lajikkeilla Lujalla ja Hetalla lehtiasento oli hyvin pysty. Vanhojen ja uusien lajikkeiden eroa peittävydessä on vaikea arvioida, sillä vanhoista lajikkeista Apu ja Norröna poikkesivat toisistaan huomattavasti. Tähti edusti lajiketyyppejä, jolla on hyvin horisontaalinen lehtiasento, mutta joka kehittyi keväällä hyvin hitaasti. Edellä mainittujen ominaisuuksien ja rikkakasvien määrän välillä ei ollut havaittavissa korrelaatiota.

Pituuden ja rikkakasvien määrän välillä oli negatiivinen korrelaatio ($p < 0,05$). Tulos on samansuuntainen useiden tutkimusten kanssa (CHALLAIAH ym. 1986, WICKS ym. 1986, ANDERSSON ja BENGTSOON 1990, CHRISTENSEN 1990, ÅSSVEEN 1990, NILSSON 1991). Pisimpiä lajikkeita olivat Apu, Norröna, Tähti, Ruso ja Runar. Pituuskehityksen seuranta vuonna 1993 osoitti lajikkeiden toisistaan poikkeavan kasvurytmin. Tähdien ja osittain myös Norrönan pituuskehitys painottui myöhäisempään ajankohtaan kuin esim. Ullan, Runarin ja Avun, jotka olivat korren kasvun alkuvaiheessa pisimmät lajikkeet.

Tulosten perusteella ei ole mahdollista osoittaa lajiketta, joka olisi kaikkien kilpailukyvyille tärkeiden ominaisuuksien suhteen paras lajike. Kuitenkin kokonaisuutena tarkastellen Ulla, Norröna ja Runar vaikuttavat edellytyksiltään parhailta lajikkeilta.

13.4 Lajikkeiden satovarmuus

Ruislajikkeiden stabiliteetin tutkiminen osoitti, että vanhat lajikkeet olivat keskimäärin stabiilimpia kuin uudet lajikkeet. Kuitenkaan ei ollut löydettävissä lajikkeita, jotka olisivat samaan aikaan pystyneet runsaaseen satoon ja hyvään satovarmuuteen. Ainoastaan Voima ja Toivo olivat jonkin verran stabiilimpia kuin muut satoisuudeltaan samanlaiset lajikkeet. Selkeimmin tämä oli nähtävissä biplotmenetelmässä, joka osoitti näiden lajikkeiden hyvän menestyksen vuosina, jolloin rukiin esikasvina ei ollut tyypeä sitovaa kasvia. Sekä Finlayn-Wilkinsonin regressiomenetelmä että biplotmenetelmä osoittivat Kartanon olevan sekä sadon määrässä että satovarmuudessa hyvin keskimääräinen lajike. Molemmat menetelmät myös selkeästi osoittivat Dankowskie Zloten olevan satoisa mutta epästabiili lajike.

Kevätvehnän osalta ei ollut havaittavissa vanhojen lajikkeiden parempaa satovarmuutta uusiin lajikkeisiin verrattuna, vaan vanhat lajikkeet Apu ja Norröna saivat keskimääräistä korkeampia regressiokertoimen arvoja. Myöskään sadon määrän ja satovarmuuden välinen riippuvuus ei ollut kevätevehnällä niin selvä kuin ruislajikkeilla. Satoisista lajikkeista Satu osoitti keskimääräistä parempaa ja Polkka keskimääräistä satovarmuutta. Biplotmenetelmä osoitti kuitenkin, että Satu menestyy oloissa, jotka suosivat voimakasta pensomista. Tutkimuksen aikana sellaisia vuosia olivat 1991 ja 1993. Kadetin reaktio oli päinvastainen. Heta ja Norröna osoittivat olevan samaan aikaan sekä heikkosatoisia että epästabiileja. Luja ja Ulla sijoituivat biplotmenetelmän kuvassa lähelle keskustaa ja ovat näin ollen melko satovarmoja lajikkeita.

Finlayn-Wilkinsonin regressiomenetelmässä kasvuympäristöä kuvataan kaikkien lajikkeiden satojen keskiarvolla. Siksi sen tulokinnassa on otettava huomioon, että kunkin lajikkeen sama regressiokertoimen arvo on riippuvainen tutkimukseen mukaan otettujen lajikkeiden koostumuksesta. Lisäksi Finlayn-Wilkinsonin menetelmä perustuu lineaariseen regressioon. Se ei ota huomioon epälineaarista komponenttia (PELTONEN-SAINIO ym. 1993). Pääkomponenttianalyysi havainnoi miten lajikkeet reagoivat eri ympäristöihin toisiinsa nähden, mutta lajikkeen reagoitua tiettyyn ympäristöön ei voida nähdä (KEMPTON 1984). Biplot-

menetelmällä voidaan havainnoida lajikkeiden suhteellinen menestyminen eri ympäristöissä. Menetelmällä ei kuitenkaan voida arvioida eri sadonmuodostukseen vaikuttavien tekijöiden vaikutusta (PELTONEN-SAINIO ym. 1993).

13.5 Maan ravinnetilanteen muutokset

Maan ravinnetilanteen muutoksista ei voida tehdä kovinkaan paljoa johtopäätöksiä, sillä tuloksia ei kaikkien sarkojen osalta ole kovinkaan pitkältä ajalta. Kalsiumin, kaliumin, magnesiumin ja fosforin määrissä ei ollut havaittavissa mitään selkeätä muutoksen suuntaa, vaan ravinteiden määrät pysyivät lähellä alkutasoa. Tulokset ovat mielenkiintoisia siinä mielessä, että tutkimuksen aikana ei kyseisiä ravinteita lisätty maahan millään tavalla. Ammonium- ja nitraattitypen määrissä oli varsinkin nitraatin osalta nähtävissä nousua, mutta tulosten perusteella ei voida tehdä mitään johtopäätöksiä.

13.6 Päätelmät

Voidaan todeta, että luonnonmukaisessa viljelyssä ei ole syytä siirtyä käyttämään vanhoja lajikkeita.

Uudet lajikkeet pystyivät yleensä runsaampaan sadontuottoon. Osa uusista lajikkeista osoitti myös melko hyvää satovarmuutta. Kevätvehnän uusien lajikkeiden laatu oli parempi kuin vanhojen lajikkeiden. Eräillä vanhoilla ruislajikkeilla laatu oli hyvä. Kilpailukykyyn rikkakasveja vastaan vaikuttavissa ominaisuuksissa lajikkeiden välillä oli eroja. Kysymys vaatii kuitenkin vielä lisätutkimuksia. Vanhojen lajikkeiden sijasta mielenkiinto tulisi kohdistaa kevätkuivalla Hja 23784 kaltaisiin linjoihin, jotka heikon korren takia ovat kelpaamattomia tavanomaiseen viljelyyn, mutta joilla muutoin on hyviä ominaisuuksia.

Verrattaessa tämän tutkimuksen tuloksia kuvassa 4 esitettyyn luonnonmukaisen viljelyn lajikkeen ideotyyppiin voidaan todeta, ettei mikään lajikkeista täysin vastaa ideotyyppiä. Kuitenkin yksittäisten luonnonmukaisessa viljelyssä tärkeiden ominaisuuksien suhteen on löydettävissä hyviä lajikkeita. Tähän perustuen voidaan todeta, että kasvinjalostuksella lienee mahdollisuuksia jalostaa lajikkeita, jotka paremmin täyttävät luonnonmukaisen viljelyn vaatimuksia.

KIRJALLISUUS

- ANDERSSON, B. & BENGTSOON, A. 1990. Choice of variety in alternative farming. In A. Granstedt (Ed.) *Alternative agriculture. Proc. Ecological Agric. NJF-seminar - Miljövärd.* p. 189–195. Uppsala.
- ATLIN, G.N. & FREY, K.J. 1989. Breeding crop varieties for low-input agriculture. *Amer. J. Alternative Agric.* 4, 2: 53–58.
- & FREY, K.J. 1989. Predicting the relative effectiveness of direct versus indirect selection for oat yield in three types of stress environment. *Euphytica* 44: 137–142.
- AUSTIN, R.B. 1988. A different ideotype for each environment? In M.L. Jorna & L.A.J. Sloomaker (Eds.) *Cereal Breeding Related to Integrated Cereal Production. Proc. Conf. Cereal Sec. Eucarpia.* p. 47–60. Wageningen.
- , BINGHAM, J., BLACKWELL, R.D. EVANS, L.T., FORD, M.A., MORGAN, C.L. & TAYLOR, M. 1980. Genetic improvements in winter wheat yields since 1900 and associated physiological changes. *J. Agric. Sci.* 94: 675–689.
- , FORD, M.A. & MORGAN, C.L. 1989. Genetic improvement in the yield of winter wheat: a further evaluation. *J. Agric. Sci.* 112: 295–301.
- BALYAN, R.S., MALIK, R.K., PANWAR, R.S. & SINGH, S. 1991. Competitive ability of winter wheat cultivars with wild oat (*Avena ludoviciana*). *Weed Sci.* 39: 154–158.
- BENGTSOON, A. 1991. Alternative odling — sorter av stråsåd. *Fakta, Mark/växter* 3: 1–4.
- BÜCHTING, A., MECHELKE, W. & SCHMIDT, W. 1984. Low-external-input-varieties today and tomorrow. In H. Vogtmann, E. Boehncke & I. Fricke (Eds.) *The Importance of Biological Agriculture in a World of Diminishing Resources. Proc. 5th. Ifoam Int. Sci. Conf.* p. 261–281. Burkhard.
- CHALLAIAH, BURNSIDE, O.C., WICKS, G.A. & JOHNSON, V.A. 1986. Competition between winter wheat (*Triticum aestivum*) cultivars and downy brome (*Bromus tectorum*). *Weed Sci.* 34: 689–693.

- CHEVALIER, P. & SCHRADER, L.E. 1977. Genotypic differences in nitrate absorption and partitioning of N among plant parts in maize. *Crop Sci.* 17: 897-901.
- CHRISTENSEN, S. 1990. Kvantificering af v rbygsorters konkurrenceevne overfor ukrudt. Nordisk forskarbildningskurs i v xtodling/plantebek mpning elfte kursen, p. 5: 1-15.
- CREGAN, P.B. & BERKUM, P. van 1984. Genetics of nitrogen metabolism and physiological/biochemical selection for increased grain productivity. *Theor. Appl. Genet.* 67: 97-111.
- DAMBROTH, M. & EL BASSAM, N. 1990. Genotypic variation in plant productivity and consequences for breeding of 'low-input cultivars'. In N. El Bassam, M. Dambroth & B. C. Loughman (Eds.) *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*, p. 1-7. Dordrecht.
- DAY, E.G., PAULSEN, G.M. & SEARS, R.G. 1985. Relationship among important traits in the nitrogen economy of winter wheat. *J. Pl. Nutr.* 8: 357-368.
- DEACON, J.W. & LEWIS, S.J. 1982. Natural senescence of the root cortex of spring wheat in relation to susceptibility to common root rot (*Cochliobolus sativus*) and growth of a free-living nitrogen-fixing bacterium. *Plant and Soil* 66: 13-20.
- EBERHART, S.A. & RUSSEL, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6: 36-40.
- EL BASSAM, N. 1989. Genotypic response of barley to nitrogen: A contribution towards characterization and identification of low-input-genotypes. In *Science for Plant Breeding. XII Eucarpia Congress*, p. 20-23. Bonn. (Ref. Dambroth M. & El Bassam N. 1990.)
- FEIL, B. & GEISLER, G. 1988 a. Untersuchungen zum Wurzelwachstum von Jungpflanzen alter und neuer Winterweizensorten sowie eines Spelzweizens bei variiertes N-Versorgung. *J. Agron. & Crop Sci.* 161: 264-272.
- & GEISLER, G. 1988 b. Untersuchungen zur Bildung und Verteilung der Biomasse bei alten und neuen deutschen Sommerweizensorten. *J. Agron. & Crop Sci.* 161: 148-156.
- & GEISLER, G. 1989. Untersuchungen zur Aufnahme und Verteilung von Stickstoff bei alten und neuen deutschen Sommerweizensorten. *J. Agron. & Crop Sci.* 162: 49-56.
- FINLAY, K.W. & WILKINSON, G.N. 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Austr. J. Agric. Res.* 14: 742-754.
- FISCHBECK, G. 1988. Cereal breeding and input reductions in cultivation of cereals. In M.L. Jorna & L.A.J. Sloomaker (Eds.) *Cereal Breeding Related to Integrated Cereal Production*. Proc. Conf. Cereal Sec. Eucarpia, p. 9-27. Wageningen.
- GERLOFF, G.C. 1987. Intact-plant screening for tolerance of nutrient-deficiency stress. H.W. Gabelman & B.C. Loughman (Eds.) *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*, p. 55-68. Dordrecht.
- G RNY, A.G. 1989. Study on the significance of seminal and adventitious roots for the shoot performance in spring barley and oats. *Cer. Res. Commun.* 17: 187-193.
- & PATYNA, H. 1984. The development of the root system in seven spring barley varieties under high and low soil irrigation levels. *J. Agron. & Crop Sci.* 153: 264-273.
- GUEST, S.J., SAMUEL, A.M. & DAVIES, W.P. 1990. Establishment, diseases and yield of organically-grown wheats. BCPC Monograph No. 45 *Organic and Low Input Agriculture*, p. 223-226.
- HANNUKKALA, A.O. & TAPIO, E. 1990. Conventional and organic cropping systems at Suitia V: Cereal diseases. *J. Agric. Sci. Finland* 62: 339-347.
- HARPER, J.F., SUROWY, T.K. & SUSSMAN, M.R. 1989. Molecular cloning and sequence of cDNA encoding the plasma membrane proton pump (H⁺-ATPase) of *Arabidopsis thaliana*. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 86: 1234-1238.
- HEWITT, E.J. 1975. Assimilatory nitrate-nitrite reduction. *Ann. Rev. Pl. Physiol.* 26: 73-100.
- HOCKETT, E.A. 1986. Relationship of adventitious roots and agronomic characteristics in barley. *Can. J. Plant Sci.* 66: 257-266.
- ITOH, S. & BARBER, S.A. 1983. Phosphorus uptake by 6 plant species as related to root hairs. *Agron. J.* 75: 461-475.
- JOY, P. & PELTONEN, J. 1993. Breeding implications of the negative correlation between yield and protein concentration in a winter wheat population. *Acta Agric. Scand. Sect. B, Soil and Plant Sci.* 43: 82-88.
- JUUTI, T. 1988. Targets in the breeding of spring wheat. *J. Agric. Sci. Finland.* 60: 281-291.
- JÖNSSON, J.O. 1990. Resistensgenskapernas betydelse i ett resurssn lt odlingsystem. *Sver. Uts desf renings Tidskr.* 100: 44-47.
- JÖNSSON, R. 1990. Inledande studier av v xtegenskaper av betydelse vid alternativ odling. *Sver. Uts desf renings Tidskr.* 100: 48-51.
- KEMPTON, R.A. 1984. The use of biplots in interpreting variety by environment interactions. *J. Agricultural Sci.* 103: 123-135.
- KLIMASHEVSKY, E.L. 1990. Physiological basis of genotypic plant distinctions in mineral nutrition. In N. El Bassam, M. Dambroth & B.C. Loughman (Eds.) *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*, p. 19-23. Dordrecht.
- & TOKAREV, B.I. 1988. The genetic aspect of mineral fertilizers efficiency improvement. *Selskochoz. Biol.* 1: 20-26. (Ref. Klimashevsky E.L. 1990).
- KONESKY, D.W., SIDDIQI, M.Y. & GLASS, A.D.M. 1989. Wild oat and barley interactions: varietal differences in competitiveness in relation to phosphorus supply. *Can. J. Bot.* 67: 3366-3371.
- K LLANDER, I. 1993. Luonnonmukainen maanviljely. 536 p. Helsinki.
- K PKE, U., BÖHM, W. & JACHMANN, TH. 1982. Rooting patterns of three winter wheat cultivars in a field and greenhouse experiment. *Z. Acker Pflanzenbau.* 151: 42-48.
- LAWES, D.A. 1977. Yield improvement in spring oats. *J. Agric. Sci.* 89: 751-757.
- LILJEROTH, E. & B  TH, E. 1988. Bacteria and fungi on roots of different barley varieties (*Hordeum vulgare* L.). *Biol. Fertil. Soils* 7: 53-57.

- , BÄÄTH, E., MATHIASSEN, I. & LUNDBORG, T. 1990. Root exudation and rhizoplane bacterial abundance of barley (*Hordeum vulgare* L.) in relation to nitrogen fertilization and root growth. *Plant and Soil* 127: 81–89.
- LUNDBORG, T. & CLARHOLM, M. 1990. Variation i växtens näringshushållning och samspel i rotzonen. *Sver. Utsädesförenings Tidskr.* 100: 19–23.
- MANSKE, G.G.B. 1989. Genetical analysis of the efficiency of VA mycorrhiza with spring wheat. *Agric. Ecosystems & Environment* 29: 273–280.
- MARSCHNER, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. 674 p. 4th Ed. London.
- , RÖMHELD, V., HORST, W.J. & MARTIN, P. 1986. Root-induced changes in the rhizosphere: Importance for the mineral nutrition of plants. *Z. Pflanzenenergie. Bodenk.* 149: 441–456.
- MARTINIELLO, P., DELOGU, G., ODOARDI, M., BOGINI, G. & STANCA, M. 1987. Breeding progress in grain yield and selected agronomic characters of winter barley (*Hordeum vulgare* L.) over the last quarter of a century. *Pl. Breed.* 99: 289–294.
- MATTSSON, M., LARSSON, M., LUNDBORG, T. & LARSSON, C.M. 1990. Uptake and partitioning of nitrogen in nitrogen-limited barley. In N. El Bassam, M. Dambroth & B.C. Loughman (Eds.) *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*. p. 39–45. Dordrecht.
- MILLINGTON, S., STOPES, C., WOODWARD, L. & VOGTMANN, H. 1990. Rotational design and the limits of organic systems- the stockless organic farm? BCPC Monograph No. 45 Organic and Low Input Agriculture. p. 163–173. Croydon.
- NILSSON, I. 1991. Ogräskonkurrens och produktion i vårvete och havre vid ekologisk odling. Institutionen för Växtodlinglära Sveriges Lantbruksuniversitet. Seminarier och Examensarbeten 870. p. 28. Uppsala.
- PAN, W.L., TILLMAN, B.A. & ULLRICH, S.E. 1991. Ammonium and nitrate uptake by barley genotypes in diurnally fluctuating root temperatures simulating till and no-till conditions. *Plant and Soil* 135: 1–8.
- PELTONEN, J. 1993. Grain yield of high and low protein cultivars as influenced by timing of nitrogen application during generative development. *Field Crops Res.* 33: 385–398.
- PELTONEN, P. 1990. Effect of climatic factors on the yield and on the characteristics connected to yielding ability of oats (*Avena sativa* L.). *Acta Agric. Scand.* 40: 23–31.
- PELTONEN-SAINIO, P. 1990. Genetic improvements in the structure of oat stands in northern growing conditions during this century. *Pl. Breed.* 104: 340–345.
- 1991. High phytomass producing oats for cultivation in northern growing conditions. *J. Agron. & Crop Sci.* 166: 90–95.
- , MOORE, K. & PEHU, E. 1993. Phenotypic stability of oats measured with different stability analyses. *J. Agric. Sci.* (In Press).
- PERBY, H. & JENSÉN, P. 1987. Vegetative adaptation to N stress regimes in two barley cultivars with different N requirement. In H.W. Gabelman & B.C. Loughman (Eds.) *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*. p. 361–367. Dordrecht.
- & JENSÉN, P. 1990. Dry weight production and nitrogen efficiency in cultivars of barley and rye. In N. El Bassam, M. Dambroth & B.C. Loughman (Eds.) *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*. p. 45–51. Dordrecht.
- PERRY, M.W. & D'ANTUONO, M.F. 1989. Yield improvement and associated characteristics of some Australian spring wheat cultivars introduced between 1860 and 1982. *Aust. J. Agric. Res.* 40: 457–472.
- PIORR, H.P. & HINDORF, H. 1983. The implication for plant diseases and pests during the conversion from conventional to biological agriculture. In H. Vogtmann, E. Boehncke & I. Fricke (Eds.) *The Importance of Biological Agriculture in a World of Diminishing Resources. Proc. 5th. IFOAM Int. Sci. Conf.* p. 421–435. Burkhard.
- POMMER, G. 1990. Accumulation and translocation of nitrogen in cultivars of winter wheat with different demands for nutrition. In N. El Bassam, M. Dambroth & B.C. Loughman (Eds.) *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*. p. 33–37. Dordrecht.
- POUTALA, R.T., KORVA, J. & VARIS, E. 1993. Spring wheat cultivar performance in ecological and conventional cropping systems. *J. Sustainable Agric.* 3: 63–84.
- REKUNEN, M. 1988. Advances in the breeding of oats. Comparative trials with historical varieties in 1977–87. *J. Agric. Sci. Finland* 60: 307–321.
- RICHARDS, M.C. & HEPPEL, V. 1990. Cereal varieties for the organic and low input grower. BCPC Monograph No. 45 Organic and Low Input Agriculture. p. 147–155. Croydon.
- RIGGS, T.J., HANSON, P.R., START, N.D., MILES, D.M., MORGAN, C.L. & FORD, M.A. Comparison of spring barley varieties grown in England and Wales between 1880 and 1980. *J. Agric. Sci.* 97: 599–610.
- RÖMER, W., AUGUSTIN, J. & SCHILLING, G. 1989. The relationship between phosphate absorption and root length in nine wheat cultivars. In B.C. Loughman, O. Gašparíková & J. Kolek (Eds.) *Structural and Functional Aspects of Transport in Roots*. p. 123–125. Dordrecht.
- SAUERBECK, D.R. & HELAL, H.M. 1990. Factors affecting the nutrient efficiency of plants. In N. El Bassam, M. Dambroth & B.C. Loughman (Eds.) *Genetic Aspects on Plant Mineral Nutrition*. p. 11–17. Dordrecht.
- SCHWAB, S.M. 1987. Considerations of vesicular-arbuscular mycorrhiza physiology in breeding for enhanced mineral uptake by plants. In H.W. Gabelman & B.C. Loughman (Eds.) *Genetic aspects of Plant Mineral Nutrition*. p. 603–615. Dordrecht.
- SCHWARZ, K.U., LÉON, J. & GEISLER, G. 1991. Genetic variability in root development of spring barley (*H. vulgare* L.) and oats (*A. sativa* L.). In B.L. McMichael & H. Persson (Eds.) *Plant Roots and their Environment*. p. 639–646.
- SIDDIQUE, K.H.M., BELFORD, R.K. & TENNANT, D. 1990. Root: shoot ratios of old and modern, tall and semi-dwarf wheats in a mediterranean environment. *Plant and Soil* 121: 89–98.

- SINHA, S.K., AGGARWAL, P.K., CHATURVEDI, G.S., KOUNDAL, K.R. & KHANNA-CHOPRA, R. 1981. A comparison of physiological and yield characters in old and new wheat varieties. *J. Agric. Sci.* 97: 233–236.
- SLAFER, G.A. & ANDRADE, F.D. 1989. Genetic improvement in bread wheat (*Triticum aestivum*) yield in Argentina. *Field Crops Res.* 21: 289–296.
- SNEYD, J. 1990. Comparison between land races and high yielding cultivars of winter wheat in extensive, integrated and intensive farming over several years. In N. El Bassam, M. Dambroth & B.C. Loughman (Eds.) *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*. p. 485–489. Dordrecht.
- SPANAKAKIS, A. 1990. Grain yield and quality characters of genotypes in F generation under low and high nitrogen 5 input. In N. El Bassam, M. Dambroth & B.C. Loughman (Eds.) *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*. p. 457–464. Dordrecht.
- & VIEDT, A. 1990. Performance of winter wheat cultivars under reduced nitrogen conditions. In N. El Bassam, M. Dambroth & B.C. Loughman (Eds.) *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*. p. 465–475. Dordrecht.
- STÖPLER, H., KÖLCH, E. & VOGTMANN, H. 1988. Suitability of winter wheat varieties for ecological agriculture. In P. Allen & D. Van Dusen. (Eds.) *Global perspectives on agroecology and sustainable agricultural systems*. Proc. 6th Int. Sci. Conf. IFOAM. p. 407–412. Santa Cruz.
- , KÖLCH, E. & VOGTMANN, H. 1990 a. Suitability of varieties of winter wheat in low external input systems in West Germany. In N. El Bassam, M. Dambroth & B.C. Loughman. (Eds.) *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*. p. 475–485. Dordrecht.
- , KÖLCH, E. & VOGTMANN, H. 1990 b. Vesicular-arbuscular mycorrhiza in varieties of winter wheat in a low external input system. *Biol. Agric. Hort.* 7: 191–199.
- SUSILUOMA, H. 1993. Luonnonmukainen viljely mahdollisuutena. 79 p. Kokkola.
- VARIS, E. & LEHTINIEMI, K. 1984. Reaction of some spring barley cultivars to mineral nitrogen and farmyard manure. In H. Vogtmann, E. Boehncke & I. Fricke. (Eds.) *The Importance of Biological Agriculture in a World of Diminishing Resources*. Proc. 5th. IFOAM Int. Sci. Conf. p. 98–109. Burkhard.
- VIERHEILIG, H. & OCAMPO, J.A. 1991. Receptivity of various wheat cultivars to infection by VA-mycorrhizal fungi as influenced by inoculum potential and the relation of VAM-effectiveness to succinic dehydrogenase activity of the mycelium in the roots. *Plant and Soil* 133: 291–296.
- VOSE, P.B. 1983. Effects of genetic factors on nutritional requirements of plants. In P.B. Vose & S. Blixt (Eds.) *Crop Breeding: A Contemporary Basis*. p. 67–144. Oxford.
- VUORINEN, J. & MÄKITIE, O. 1955. The method of soil testing in use in Finland. *Agrogeol. Publ.* 63: 1–44.
- WADDINGTON, S.R., OSMANZAI, M., YOSHIDA, M. & RANSOM, J.K. 1987. The yield of durum wheats released in Mexico between 1960 and 1984. *J. Agric. Sci.* 108: 469–477.
- WALLSGROVE, R.G., HASEGAWA, H., KENDALL, A.C. & TURNER, J.C. 1989. The genetics of nitrate uptake in higher plants. In *Molecular and Genetic Aspects of Nitrate Assimilation*. p. 15–24. New York.
- WELLES, J.M. & NORMAN, J.M. 1991. Instrument for indirect measurement of canopy architecture. *Agron. J.* 83: 818–825.
- WHITING, A.J. & RICHARDS, M.C. 1990. Crop competitiveness as an aid to weed control in cereals. BCPC Monograph No. 45 *Organic and Low Input Agriculture*. p. 197–200. Croydon.
- WICKS, G.A., RAMSEL, P.T., NORDQUIST, P.T., SCHMIDT, J.W. & CHALLAIAH. 1986. Impact of wheat cultivars on establishment and suppression of summer annual weeds. *Agron. J.* 78: 59–62.
- WYCH, R.D. & RASMUSSEN, D.C. 1983. Genetic improvement in malting barley cultivars since 1920. *Crop Sci.* 23: 1037–1040.
- & STUTHMAN, D.D. 1983. Genetic improvement in Minnesota-adapted oat cultivars released since 1923. *Crop Sci.* 23: 879–881.
- YARHAM, D.J., CULSHAW, F.A. & SANFORD, C.E. 1990. Disease control in cereals grown to conservation grade and ukfors standards. BCPC Monograph No. 45 *Organic and Low Input Agriculture* p. 121–130. Croydon.
- YOUNG, J.L., DAVIS, E.A. & ROSE, S.L. 1985. Endomycorrhizal fungi in breeder wheats and triticale cultivars field-grown on fertile soil. *Agron. J.* 77: 219–224.
- ÅSSVEEN, M. 1990. Ulike og kornsorers konkurranseevne overfor ugras, samt faktorer som påvirker konkurranseforholdet mellom korn og ugrasplanter. Nordisk forskarutbildningskurs i växtodling-slåra/plantekultur elfte kursen. p. 6: 1–21.

Liite 1. Lumipeite ja routa rukiin kasvuvuosina 1986-1991.

Vuosi	Kuukausi	Lumen vahvuus* (cm)	Routa* (cm)
1986	XI	-	-
	XII	1	15
1987	I	15	79
	II	26	98
	III	25	100
	IV	-	81
	XI	-	-
	XII	11	19
1988	I	2	28
	II	8	28
	III	30	32
	IV	2	30
	XI	-	-
	XII	20	39
1989	I	11	39
	II	1	29
	III	-	21
	IV	-	-
	XI	-	-
	XII	18	15
1990	I	13	15
	II	3	12
	III	11	8
	IV	-	-
	XI	-	8
	XII	1	14
1991	I	12	15
	II	10	51
	III	12	63
	IV	-	-

* Mitattu kuun 15. päivänä.

Liite 2. Maan johtoluku, pH sekä kalsiumin, kaliumin, magnesiumin ja fosforin määrät vuosina 1987-1992.

Vuosi	Johtoluku	pH	Uuttuvat ravinteet mg/l maata			
			Ca	K	Mg	P
<u>1. sarka</u>						
1987	0.46	6.75	1534	53	43	18.8
1989	0.56	6.40	1486	61	61	14.7
1990	0.42	6.50	1400	78	54	18.7
1992	0.58	6.34	1394	84	60	18.7
<u>2. sarka</u>						
1988	0.32	6.45	1431	56	53	18.2
1990	0.38	6.47	1349	69	49	21.9
1991	0.61	6.55	1459	99	55	22.0
<u>3. sarka*</u>						
1987	-	6.68	1510	65	47	19.2
1989	0.43	6.35	1215	63	43	12.8
1990	0.39	6.65	1352	56	51	19.0
1991	0.74	6.51	1357	66	55	19.8
1992	0.47	6.29	1219	81	49	21.6
<u>4. sarka</u>						
1990	0.37	6.27	1134	62	42	24.6
1991	0.53	6.17	1111	58	44	23.3
<u>5. sarka</u>						
1990	0.40	6.17	1274	64	42	26.0
1992	0.51	6.05	1294	77	51	26.7
<u>6. sarka</u>						
1987	-	6.45	1478	81	46	21.2
1990	0.44	6.23	1305	79	42	21.7
1991	0.55	6.25	1355	100	41	22.9

* 3. sarka tavanomaisessa viljelyssä vuodesta 1990 lähtien.

Liite 3. Maan pintakerroksen nitraatti- ja ammoniumtypen määrät mg/l maata sekä humus-% vuosina 1990-1991.

<u>Vuosi</u>	<u>Nitraatti-N</u>	<u>Ammonium-N</u>	<u>Humus-%</u>
<u>1. sarka</u>			
1990	1.58	3.03	3.48
1992	-	3.26	3.69
<u>2. sarka</u>			
1990	0.71	2.26	3.22
1991	6.90	6.62	-
<u>3. sarka*</u>			
1990	1.77	3.70	2.67
1991	9.46	3.79	-
1992	-	3.26	2.80
<u>4. sarka</u>			
1990	1.64	1.91	2.79
1991	5.40	3.09	-
<u>5. sarka</u>			
1990	2.04	2.10	3.24
1992	-	2.94	3.39
<u>6. sarka</u>			
1990	2.15	2.19	3.67
1991	7.41	2.22	-

* 3. sarka tavanomaisessa viljelyssä.

Liite 4. Jankon nitraatti- ja ammoniumtypen määrät mg/l maata sekä humus-% vuosina 1990-1991.

Vuosi	Nitraatti-N	Ammonium-N	Humus-%
<u>1. sarka</u>			
1990	1.88	2.29	2.74
<u>2. sarka</u>			
1990	0.66	1.31	1.84
1991	4.81	5.68	-
<u>3. sarka*</u>			
1990	2.19	1.20	1.21
1991	8.97	3.57	-
<u>4. sarka</u>			
1990	1.34	0.85	1.31
1991	4.58	2.99	-
<u>5. sarka</u>			
1990	1.67	0.82	1.22
<u>6. sarka</u>			
1990	1.72	0.75	1.15
1991	6.82	2.49	-

* 3. sarka tavanomaisessa viljelyssä.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	5
SUMMARY	6
1 JOHDANTO	7
2 LUONNONMUKAISESSA VILJELYSSÄ TÄRKEÄT LAJIKEOMINAISUUDET	7
3 LUONNONMUKAISEN VILJELYN LAJIKEKOKKEET	8
4 RAVINTEIDEN OTTO	9
4.1 Typpi	9
4.2 Fosfori	10
4.3 Ravinteiden ottoon vaikuttavia tekijöitä	10
4.3.1 Typen otto ja pelkistys	10
4.3.2 Juuriston ominaisuudet	11
4.3.3 Arbuskelimykorrhitsä	12
4.3.4 Kasvin ja mikrobien yhteistoiminta ritsosfäärissä	13
5 ASSIMILILAATTIEN ALLOKOINTI	13
5.1 Satoindeksi	14
5.2 Typpiassimilaatit	14
6 KILPAILUKYKY RIKKAKASVEJA VASTAAN	15
7 TAUTIRESISTENSSI	16
8 SADON LAATU	17
9 MUUT OMINAISUUDET	17
10 LUONNONMUKAISEN VILJELYN LAJIKKEEN IDEOTYYPPI	17
11 AINEISTO JA MENETELMÄT	17
11.1 Tutkimusjärjestelyt	18
11.2 Hoitotoimenpiteet	19
11.3 Lajikkeiden menestymisen, kilpailukyvn ja laatuominaisuuksien arviointi	19
11.4 Lajikkeet	20
11.5 Sääolosuhteet	21
11.6 Maan ravinnetilanne	22
11.7 Tulosten tilastollinen analysointi	22
12 TULOKSET	22
12.1 Ruis	22
12.1.1 Lajikkeiden menestyminen	22
12.1.2 Laatuominaisuudet	24
12.1.3 Lajikkeiden satovarmuus	25
12.2 Kevätvehnä	30
12.2.1 Lajikkeiden menestyminen	30
12.2.2 Laatuominaisuudet	32
12.2.3 Kilpailukyky rikkakasveja vastaan	34
12.2.4 Lajikkeiden satovarmuus	37
12.3 Maan ravinnetilanteen muutokset	39

Liite 5. Ruislajikkeiden vuosittaiset satotulokset luonnonmukaisessa viljelyssä kg/ha.

Lajike	1987	1988	1989	1990	1991
Kartano	1930	1740	3930	3990	4310
Anna	1930	1820	4350	4040	4750
Ponsi	1910	1750	4290	3920	4510
Kelpo	1860	1720	4070	4190	4540
Jussi	1770	1510	3870	3610	3630
Sampo	1960	1790	4050	4020	3500
Dan. Zlote	-	1640	5110	4640	6050
Voima	2110	1910	4060	3990	3920
Pekka	1910	1830	4160	3680	3640
Ensi	1700	1590	3540	3340	3060
Toivo	2150	1810	4000	3950	3380
Myttäälä	1760	1830	3820	3430	3050
Keskiarvo	1910	1750	4100	3900	4030

Liite 6. Kevätvehnälajikkeiden vuosittaiset satotulokset luonnonmukaisessa viljelyssä kg/ha.

Lajike	1989	1990	1991	1992	1993
Hja 23784	-	-	-	4030	4310
Satu	3080	3790	2640	2890	3950
Polkka	3270	3830	2520	3580	3710
Heta	2690	3350	2010	3040	3460
Luja	3010	3600	2330	3020	3610
Kadett	3820	3680	2050	3480	3000
Reno	3410	3230	2420	-	-
Ulla	2880	3360	2190	3300	3300
Runar	3320	3880	2370	3210	3390
Tähti	2830	2790	1600	2390	2270
Ruso	2540	3500	2460	2980	2950
Norröna	3220	3980	2170	2980	2740
Apu	3300	3790	2320	3280	3380
Keskiarvo	3110	3570	2260	3180	3340

JAKELU: MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
Kirjasto
31600 JOKIOINEN
puh. (916) 1881, telekopio (916) 188 339

HINTA: 50 mk (+ alv.)