

**MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS**  
**TIEDOTE**

**12/94**

**KATRI PAHKALA, TIMO MELA ja LAURI LAAMANEN**

**Agrokuidun tuotanto- ja käyttömahdollisuudet  
Suomessa**

**Alustavan tutkimuksen loppuraportti 1990-1992**

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS  
TIEDOTE 12/94

KATRI PAHKALA, TIMO MELA ja LAURI LAAMANEN

## **Agrokuidun tuotanto- ja käyttömahdollisuudet Suomessa**

**Alustavan tutkimuksen loppuraportti 1990 - 1992**

**Summary: Prospects for the production and use of agrofibre in Finland**

*Final report of the preliminary study in 1990 - 1992*

Maatalouden tutkimuskeskus  
Kasvintuotannon tutkimuslaitos  
Kasvinviljelyn tutkimusala  
31600 JOKIOINEN  
Puh. (916) 1881

Jokioinen 1994  
ISSN 0359-7652

# SISÄLLYSLUETTELO

ESIPUHE	5
TIIVISTELMÄ	7
SUMMARY	9
1 JOHDANTO	11
2 TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT	12
2.1 Viljelytutkimus vuonna 1990	12
2.2 Kasvilajit vuosina 1991–1992	12
2.3 Viljelytutkimukset vuosina 1991–1992	13
2.3.1 Korjuuaika- ja lannoitustutkimukset	13
2.3.2 Lajiketutkimukset	14
2.3.3 Muu kasvintuotantotutkimus	15
2.4 Kivennäis- ja sokerimääritykset	15
2.5 Sellututkimukset	15
2.6 Biokaasutus	15
2.7 Tilastolliset menetelmät	16
3 SÄÄOLOT KASVUKAUSINA 1990–1992	16
4 TUTKIMUSTULOKSET	16
4.1 Kuiva-ainesadot	16
4.1.1 Korjuukertojen ja typpilannoituksen vaikutus satoon	16
4.1.2 Lajikkeiden satoisuusvertailu	27
4.2 Kivennäis- ja raakakuitupitoisuudet	29
4.2.1 Vuoden 1990 kasvinäytteet	29
4.2.2 Korjuuaika- ja lannoitustutkimus	29
4.2.3 Lajiketutkimus	35
4.3 Sellututkimukset	38
4.3.1 Alustavat tutkimukset vuonna 1990	38
4.3.2 Korjuuaika- ja lannoitustutkimus	44
4.3.3 Lajiketutkimus	44
4.3.4 Massojen paperitekninen tutkimus	44
4.3.5 Muu kuitututkimus	45
4.4 Elefantiheinän viljelykokeilu	50
4.5 Peltokasvien biokaasutus	50
5 TULOSTEN TARKASTELO	50
5.1 Peltokasvien satopotentiaali	50
5.2 Kivennäisten määrä	52
5.3 Sellututkimukset	53
KIRJALLISUUS	54
LIITTEET	

## ESIPUHE

Käsillä olevan alustavan tutkimuksen on rahoittanut Maatilahallitus. Tutkimuksen käynnistyminen perustui paljolti diplomi-insinööri Olli Kuusisen lujaan uskoon ja sinnikkääseen ponnisteluun, josta esitän hänelle kiitokset.

Agrokuitututkimuksen tavoitteena on löytää elintarviketuotannosta vapautuville pelloille uutta käyttöä. Agrokuidun tuotannolla voitaisiin varmistaa paperiteollisuuden tarvitseman lyhyen kuidun saantia, sillä sen raaka-aineeksi joudutaan tuomaan ulkomailta suuria määriä lehtipuuta.

Tässä tutkimuksessa selvitetään alustavasti, mitkä ennestään tutuista viljelykasveistamme sopisivat parhaiten agrokuidun tuottamiseen. Tutkittavina ovat myös sellun saannon, paperiteknisten ominaisuuksien sekä prosessointiin ja sellun laatuun vaikuttavien kivennäisten pitoisuuksien riippuvuus lajikkeesta ja keskeisistä viljelymenetelmistä. Sittemmin vuonna 1993 käynnistynyt jatkotutkimus käsittää koko tuotantoketjun peltoviljelystä paperinvalmistukseen.

Monet alustavan tutkimuksen tulokset ovat myönteisiä. Niiden mukaan erityisesti monivuotisten heinäkasvien joukosta näyttäisi löytyvän lajeja, jotka viljelyominaisuuksiensa, satoisuutensa ja kuidun laadun puolesta voisivat sopia paperiteollisuuden tarkoituksiin.

Tutkimuksessa tutkijana toiminutta MMK Katri Pahkalaa kiitän uutterista ponnistuksista työn valmiiksi saattamiseksi.

Jokioisissa 15.6.1994

Timo Mela

### **Agrokuidun tuotanto- ja käyttömahdollisuudet Suomessa -tutkimushankkeen tutkimusryhmä:**

Prof. Timo Mela, tutkimuksen johtaja, Maatalouden tutkimuskeskus  
DI Olli Kuusinen, OK+Gas  
FM Lauri Laamanen, Keskuslaboratorio Oy  
MMK Katri Pahkala, Maatalouden tutkimuskeskus  
MMT, Prof. Paavo Pelkonen, Joensuun yliopisto  
Tkt, Prof. Jorma Sundquist, Keskuslaboratorio Oy  
MMT, Prof. Eero Varis, Helsingin yliopisto



**PAHKALA, K., MELA, T. ja LAAMANEN, L. Agrokuidun tuotanto- ja käyttömahdollisuudet Suomessa. Alustavan tutkimuksen loppuraportti 1990–1992. (Summary: Prospects for the production and use of agrofibre in Finland. Final report of the preliminary study in 1990–1992.) Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 13/94. 55 p. + 2 liitettä.**

Avainsanat: peltokasvi, ruokohelpi, ruokonata, nurminata, vuohenherne, puna-apila, sinimailainen, korjuuaika, typpilannoitus, lajike, kuiva-ainesato, kemiallinen koostumus, sellun määrä, sellun laatu

## TIIVISTELMÄ

Vuosina 1990–92 suoritettun tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Suomessa viljeltyjen peltokasvien mahdollisuuksia sellun ja paperin tuotannossa. Vuonna 1990 koottiin materiaalia yhteensä 15 kasvilajin kokeista ja talousviljelyksiltä. Kuiva-ainesadon, sellutulosten ja kivennäiskoostumuksen perusteella valittiin seuraavat lajit jatkotutkimuksiin: ruokohelpi, ruokonata, nurminata, ohra, vuohenherne, puna-apila ja sinimailainen. Vuosina 1991 ja 1992 tutkittiin heinien korjuuaikoja ja typpilannoitusta sekä lajikkeita. Lisäksi tutkittiin palkokasvien ja ohran korjuuaikaa.

### *Kuiva-ainesato*

Korjuuaika vaikutti kaikkien kasvien kuiva-ainesadon määrään. Ruokohelpin sadot olivat Jokioisissa savimaalla 2,2–6,5 t/ha. Ensimmäisenä satovuonna (1991) siemenasteella niitetty kasvusto antoi suurimman sadon (6,5 t/ha). Seuraavana keväänä korjattu kuloheinäsato oli 2,2–2,8 t/ha. Ruokohelpin sadot jäivät vuonna 1992 Jokioisissa varsin pieniksi kuivuuden takia. Suurin sato (6,2 t/ha) saatiin talvehtineesta kasvustosta keväällä 1993. Ruokohelpin sadot olivat multamaalla Ylistarossa 11–15,6 t/ha vuonna 1992 ja ylivuotisen kasvuston sato yli 7 t/ha. Ruokohelpilajikkeiden kuiva-ainesadot vaihtelivat suuresti koepaikoittain, eikä ensimmäisen satovuoden jälkeen voitu varmuudella nimetä satoisinta lajiketta.

Nadat antoivat suurimmat kuiva-ainesatonsa, kun ne niitettiin kaksi kertaa kasvukaudessa, ensimmäisen kerran kukinnan aikana. Ruokonadan kuiva-ainesato oli tällöin 7,5–10,6 t/ha ja nurminadan 4,2–7,1 t/ha. Kun kasvusto korjattiin vain kerran siemenasteella, sato jäi merkitsevästi pienemmäksi. Ruokonadan ylivuotisen kasvuston sato oli 5,1–7,2 t/ha, mikä oli lähes yhtä suuri tai suurempi kuin siemenvaiheessa korjattu sato. Ruokonadoista satoisin oli Hja 2170. Nurminadan kevätsato oli 2–4 t/ha, mikä oli 60–80 % siemenvaiheen sadosta. Nurminatalajikkeiden satoisuusjärjestys riippui niittojen lukumäärästä.

Tuleentuneen ohrakasvuston olkisato oli 1,8–2,8 t/ha, mikä oli 41–45 % koko biomassasta. Olkisato oli jokseenkin sama kuin koko kasvuston sato tähkimisen alussa.

Puna-apilan suurin sato 8,6 t/ha, vuohenherneen 9,8 t/ha ja sinimailasen 8,6 t/ha saatiin, kun ne korjattiin kaksi kertaa kesässä, ensimmäisen kerran täyden kukinnan aikaan ja toisen kerran syksyllä. Kevätsato oli 2–3,3 t/ha, mikä oli 40 % siemenasteella korjatusta sadosta.

Korjuuaika ja vuosi vaikuttivat merkitsevästi sadon kuiva-ainepitoisuuteen, typpilannoitus ei siihen näyttänyt vaikuttavan. Keväällä korjattu sato oli kuivempaa kuin kasvukauden aikana korjattu. Ruokohelpin kevätsadon kuiva-ainepitoisuus oli 60–90 %, ruokonadan 50–70 %, nurminadan 50–60 % ja palkokasvien 70–90 % korjuuoloista riippuen.

### *Kivennäispitoisuudet*

Sellunteossa haitallisten kivennäisten pitoisuuksia tutkittiin kasvien eri kehitysvaiheissa: ennen kukintaa, kukinnan aikaan, siemenvaiheessa ja seuraavana keväänä kevätkulossa. Heinien ja palkokasvien kalium- ja typpipitoisuudet vähenivät kasvien vanhetessa. Keväällä korjatussa kulossa pitoisuudet olivat pienimmillään (K 0,2–0,8 %, N 1–2 %). Korjuuajan vaikutus heinien tuhkapitoisuuteen vaihteli kasvilajeittain. Kukinnan aikaan korjatun kasvuston tuhkapitoisuus oli suurin (8–13 %). Keväällä korjatun kuloheinän tuhkapitoisuus oli 7–10 %. Piin, raudan ja mangaanin pitoisuudet olivat pienimmät kukinnan aikaan ja suurimmat kevätkulossa. Heinien kevätkulun piidioksidipitoisuudet olivat 5,3–7,3 % ja palkokasvien 0,2–2,4 %. Heinien kuparipitoisuus oli suurin alkukesästä ja talvehtineessa kasvustossa. Raakakuitupitoisuus kasvoi kasvuston vanhetessa ja oli suurin keväällä korjatussa sadossa, heinien 36–40 % ja palkokasvien 45–58 %. Lajikkeiden kivennäis- ja kuitupitoisuuksissa oli vain vähän eroja.

Ohran tuhkapitoisuus oli heinien luokkaa ja suurin tuleentuneessa oljessa (8–10 %). Tällöin myös piidioksidipitoisuus oli suurin (4,9–6,1 %). Raakakuitupitoisuus oli tähkimisen alussa suurempi kuin maitotuleentumisvaiheessa ja suurin tuleentuneessa oljessa (42–46 %). Raudan, mangaanin, kuparin, kaliumin ja tyypin pitoisuudet pienenevät kasvuston vanhetessa.

### *Sellututkimukset*

Kasvimateriaalia keitettiin 10 minuuttia NaOH-liuoksessa, jossa oli mukana antrakinia 0,1 % kuivan materiaalin painosta. Keittolämpötila oli 165 °C. Keiton jälkeen määritettiin lajiteltu sellusaanto ja keittymättömän aineksen eli tikkujen osuus. Lisäksi mitattiin ligniinin määrää ja massan valkaistuvuutta kuvaava kappaluku. Vuoden 1990 keittokoesarjan muutamista selluista tehtiin paperitekniä, alustavia tutkimuksia.

Lajiteltu sellusaanto ja tikkujen osuus oli yleensä suurin keväällä korjatussa materiaalissa. Heinien sellusaanto oli keiton jälkeen 31–41 %, olkisellun 48 % ja palkokasvien 14–30 %. Tikkujen osuus oli heinien keiton jälkeen 0,2–3,1 %, oljen 0,3–2 % ja palkokasvien 7,2–25 %. Aikaisin korjatun ohrakasvuston sellusaanto oli yhtä suuri kuin heinien. Valmistettaessa sellua koivusta saanto oli noin 50 %.

Alkukesästä kukinnan aikaan heinät keittyivät helposti kappalukuun 10–15 ja siemenvaiheessa kappalukuun 15–20, mikä oli verrattavissa teollisesti keitetyn koivusellun kappalukuun 17–20. Kevätsadosta keitetyn sellun kappaluku oli noin 23–35. Ohran kappaluku oli tähkimisen alussa vain 11, ja täystuleentuneenkin oljen kappaluku oli pienempi kuin 20.

Typpilannoituksen lisääminen 100 kilosta 200 kiloon hehtaaria kohti ei vaikuttanut merkittävästi heinien sellusaantoon tai kappalukuun.

## **SUMMARY**

### ***Prospects for the production and use of agrofibre in Finland Final report of the preliminary study in 1990–1992***

*The purpose of the study, carried out in 1990–1992, was to determine the feasibility of cultivating field crops for use in the production of pulp and paper in Finland. During 1990, data was collected from field trials including 15 species. After determining the yields, the quality and the mineral composition of the fibre the following species were selected for further study: reed canary grass, tall fescue, meadow fescue, spring barley, goat's rue, red clover and lucerne. The further studies conducted in 1991 and 1992 included harvesting at different times of the year, nitrogen fertilizer trials and variety trials for grasses and harvesting times for leguminous plants and barley. The present report summarizes the results of these studies.*

#### *Dry matter yields*

*The harvesting time had a significant effect on the dry matter yield of all species. The yields of reed canary grass at Jokioinen during the study varied between 2.2 and 6.5 t/ha, depending on the time of harvesting. In the first year of harvesting (1991 and spring 1992), the best yield (6.5 t/ha) was obtained from a stand cut once at the seed ripening stage. When harvesting was done the following spring, after overwintering, yields were between 2.2 and 2.8 t/ha. In the second year (1992 and spring 1993), yields at Jokioinen were much reduced owing to the dry weather. The best yield (6.2 t/ha) was obtained from the dry hay in spring. The yields of reed canary grass in trials on humus soil at the South Ostrobothnia Research Station at Ylistaro ranged between 11 and 15.6 t/ha for stands harvested during 1992; the yields from stands not harvested until the following spring exceeded 7 t on average. After the first year of harvesting (1992), the most productive variety of reed canary grass could not to be named.*

*Fescues gave the highest dry matter yields when they were harvested twice during the growing season, first during flowering. The yields of tall fescue ranged between 7.5 and 10.6 t dry matter per hectare, and those of meadow fescue between 4.2 and 7.1 t, again depending on the time of harvest. Yields were considerably lower when stands were harvested just once, at the seed ripening stage. The dry matter yield of tall fescue not harvested until the following spring was between 5.1 and 7.2 t/ha, which was almost as large, or larger, than the yield at the seed ripening stage. The yield of meadow fescue in the spring was between 2–4 t/ha, 60–80% of that at the seed ripening stage. Among the tall fescues, yields were best for Hja 2170. The yield order for meadow fescue varieties was dependent on the number of harvestings.*

*The dry matter yield of the straw from fully ripened spring barley was 1.8 to 2.8 t/ha and comprised 41 to 45% of the total weight of biomass above ground. The straw yield was about the same as the dry weight of the whole plant biomass at the start of ear emergence.*

*The highest dry matter yields of red clover (8.6 t/ha), goat's rue (9.8 t/ha) and lucerne (8.6 t/ha) were obtained when stands were harvested twice during the growing season, during full flowering and in the autumn. The yield of a single harvesting at the seed ripening stage was consistently smaller. The yields of all species were between 2 and 3.3 t/ha when the first harvesting was delayed until the spring.*

*The harvesting time and year influenced the dry matter content markedly, whereas nitrogen fertilization appeared to have no effect. The spring harvests of*

hay were drier than harvests during the growing season. The dry matter contents were then 60 to 90% for reed canary grass, 50 to 70% for tall fescue, 50 to 60 for meadow fescue and 70 to 90% for the leguminous species.

#### Mineral concentrations

The concentrations of minerals undesirable in pulping were studied at various stages of plant development: before flowering, during flowering, at seed ripening stage and in dried plants in following spring. The potassium and nitrogen concentrations of both the grasses and the leguminous species decreased with the age of the stand. Concentrations were lowest in dried plants in spring (K 0.2–0.8%, N 1–2%). The relationship between harvesting time and ash content of the grasses varied with the species. Ash contents were greatest, 8–13%, in plants harvested at flowering stage in early summer. Ash contents in the dry plants not harvested until the following spring were 7–10%. Silica, iron, and manganese concentrations were lowest at flowering and highest at spring harvesting of dry, overwintered plants. Silica concentrations of grasses were between 5.3 and 7.3% and those of leguminous species between 0.2 and 2.4% in spring harvest. The copper concentrations of grasses were highest in early summer and in overwintered plants. Crude fibre content increased with the age of the crop and was greatest in plants harvested the following spring: 36–40% for grasses and 45–58% for leguminous species. Varieties of the same species exhibited closely similar mineral and fibre concentrations.

The ash content of barley was about the same as for the grasses and highest in straw (8–10%). Likewise, the contents of silica was highest (4.9–6.1%) in the straw that time. Crude fibre concentrations were higher at ear emergence than at milk ripening and highest in straw (42–46%). Concentrations of iron, manganese, copper, potassium and nitrogen decreased with the age of stands.

#### Pulping studies

The plant material was cooked for 10 minutes at 165°C in NaOH solution with antraquinon (0.1% of dry matter). The sorted pulp yield, the uncooked rejects and the kappa number (which describes the amount of lignin) were determined after cooking.

The pulp yield, the amount of rejects and the kappa number increased with the age of the plant. Pulp yields in soda cooking were 31–41% for grasses, 48% for straw and 14–30 for leguminous species. The amounts of rejects were 0.2–3.1% for grasses, 0.3–2% for straw and 7.2–25% for leguminous species. The highest values were obtained from dried material harvested in spring. The pulp yield for birch in the sulphate process was approximately 50%.

Grasses harvested in early summer, during flowering, were easy to cook to kappa number 10–15, and those harvested at seed ripening, to 15–20, which was comparable to commercial birch sulphate pulp (17–20). The kappa numbers of pulp made from overwintered grass were about 23–35. The kappa number for barley was 11 at ear emergence, and under 20 even for the straw.

Doubling of the nitrogen fertilizer rate from 100 kg/ha to 200 kg/ha had no significant effect on the pulp yield or kappa numbers of grass pulps.

**Key words:** field crop, reed canary grass, tall fescue, meadow fescue, goat's rue, red clover, lucerne, harvesting time, nitrogen fertilization, variety, dry matter yield, chemical composition, pulp yield, pulp quality

## 1 JOHDANTO

Hienopaperin valmistuksessa käytetään havupuukuidun lisäksi lyhyttä lehtipuukuitua, joka tavallisesti on peräisin koivusta. Suomen puuvarammista lehtipuiden osuus on vain 18 %, ja koivua onkin viime vuosina jouduttu tuomaan noin kolmannes teollisuuden tarvitsemasta määrästä. Tässä tutkimuksessa on selvitetty suomalaisten, lyhytkuituisten peltokasvien mahdollisuuksia sellun ja paperin valmistuksessa ja tuontikoivun korvaajana.

Maailman sellutuotanto oli vuonna 1989 yli 160 miljoonaa tonnia. Tästä määrästä 12,8 miljoonaa tonnia eli 8 % tuotettiin ei-puumaisesta raaka-aineesta, lähinnä oljesta, bambusta ja sokeriruo' on puristusjätteestä eli bagassesta (JUDT 1993). Myös pellavan, hampun ja kenafin pitkää niinikuitua, espartoheinää ja puuvillaa käytetään erikoispapereihin tarkoitetun sellun valmistukseen (KILPINEN 1991). Peltokasveista useiden heinälajien on todettu soveltuvan sellun raaka-aineeksi. Myös palkokasvilajeja on kokeiltu samaan tarkoitukseen (BERGGREN 1992, GEBER ja TUVESON 1993).

Valittaessa selluntuotantoon soveltuvaa peltokasvilajia on sadon määrä laadun ohella tärkeä valintaperuste. Nurmikasvien sato Suomen eteläosissa on noin 8–10 t/ha vuodessa. Nurmen ikä, korjuu-aika ja kasvilaji vaikuttavat sadon määrään. Erittäin saatoisaksi heinälajiksi on osoittautunut ruokohelpi, josta Ruotsissa on korjattu satoa keskimäärin 10–12 t/ha (BERGGREN 1990, WISUR et al. 1993). Viljat tuottavat olkea vuosittain noin 1,5–3 t/ha.

Kasvikuitujen muoto, koko ja kuituseinämän rakenne vaikuttavat kuitujen lujuteen, taipuisuuteen ja niistä valmistetun sellun ominaisuuksiin (PARHAM 1983). Ruohovartisten kasvien kuitujen pituudet ja läpimitat vaihtelevat paljon kasvilajeittain, mutta myös kasvin eri osissa. Keskimääräinen kuidun pituus on 1–30 mm ja läpimitta 8–30 mikrometriä. Kuidun pituuden ja läpimitan välinen suhde vaihtelee 50:1 ja 1500:1 välillä. Heinäkasvien kuidut ovat yleensä lyhyitä ja kooltaan melko samanlaisia kuin lehtipuilla. Kuitujakautuma on kuitenkin heterogeenisempi (HURTER 1988) ja mukana on myös hyvin lyhyitä kuituja (<0,3 mm), mitkä hidastavat veden poistumista sellun ja paperin valmistuksen eri vaiheissa (HURTER 1988, WISUR et al. 1993). Kuidun pituus muuttuu kasvin

iän myötä. Ruokohelpin kuidut kasvavat pituutta aina kasvin kukintaan saakka (BERGGREN 1988).

Paperin valmistuksessa käytetään hyväksi kasvien erilaista kuitupituutta ja muotoa. Pitempikuituinen havupuusellu muodostaa karkean, verkkomaisen rakenteen, joka antaa paperille veto- ja repäisyjuuttua sekä elastisuutta. Lyhyet kuidut täyttävät pitkien kuitujen välit ja antavat paperille korkeatasoisiin painotuotteisiin tarvittavan sileyden. Peltokuitujen käyttäminen massan raaka-aineena vaikuttaa myös paperin muihin ominaisuuksiin. Ruokohelpi/mäntymassasta tehdyn paperin valonsironnan havaittiin olevan paremman kuin koivu/mäntymassasta tehdyn paperin (Projekt Indust-rigrödor 1990).

Peltokuitujen kemiallinen koostumus vaihtelee enemmän kuin puun. Kemialliseen koostumukseen vaikuttavat eri kasvilajien ja lajikkeiden lisäksi viljelyolot (sääolot, maaperä, lannoitus) (STANFORTH 1979). Myös kasvin kehitysvaihe ja kasvin osa vaikuttaa kemialliseen koostumukseen (STANFORTH 1979, PETERSEN 1988), mikä täytyy ottaa huomioon korjuu-aikaa valittaessa.

Sellun raaka-aineen tulisi sisältää paljon selluloosaa. Useimpien peltokasvien selluloosapitoisuus on yhtä suuri kuin puun (PATEL et al. 1984). Eri lajikkeet voivat sisältää eri määriä selluloosaa (KHAN et al. 1977). Heinien selluloosa-, hemiseluloosa- ja ligniinipitoisuus lisääntyy kasvien vanhetessa (GILL et al. 1989). Ligniini on solujen sideainetta, joka pitää liuottaa ennen kuin kuidut vapautuvat keittoprosessissa. Jos ligniinipitoisuus on suuri, sellunvalmistuksessa tarvitaan paljon kemikaaleja (STANFORTH 1979). Lehtipuiden ligniinipitoisuus on noin 23–30 %, mikä on sama tai vähän suurempi kuin heinäkasvien ligniinipitoisuus (HURTER 1988).

Raaka-aineessa tulisi olla mahdollisimman vähän sellun valmistusta ja jäteliemen käyttöä haittaavia kivennäisiä, kuten piitä, kaliumia, klooria, alumiinia, rautaa, magnesiumia, mangaania, kalsiumia ja fosforia (KEITAANNIEMI ja VIRKOLA 1982). Useimpien mineraalien sekä proteiinin pitoisuudet vähenevät kasvuston vanhetessa (GILL et al. 1989). Poikkeuksena tästä on pii, jonka pitoisuus kasvaa kasvin vanhetessa. Myös eräiden muiden kivennäisten, kuten alumiinin ja raudan suhteellinen



osuus kuiva-aineesta kasvaa myöhemmin syksyllä (TYLER 1971). Heinän ja viljan oljen tuhka- ja piipitoisuus on selvästi suurempi kuin puun. Pellavan ja hampun niinikuitujen tuhkapitoisuus on myös suuri (HURTER 1988).

Peltosellua voidaan valmistaa samoilla menetelmillä kuin puuselluakin (HURTER 1988). Mekaanisissa menetelmissä kuidut irrotetaan toisistaan joko hiomalla tai hiertämällä. Mekaanista massaa käytetään mm. kartonkien ja sanomalehtipaperin valmistukseen. Hienopapereihin tarvitaan kemiallista massaa, jota varten raaka-aine (lastut tai kasvisilppu) keitetään kemikaaliliuoksessa, jolloin ligniini liukenee ja kuidut vapautuvat.

Kemiallisista menetelmistä yleisimpiä ovat alkaliset sulfaatti- ja soodamenetelmät, joissa myös kemikaalien talteenotto on pitkälle kehitetty. Heinät ja olki keittyvät nopeasti molemmilla menetelmillä. Niiden sellusaanto ja sellun lujuusominaisuudet ovat tällöin myös jokseenkin samanlaiset. Antra-kinonilisäys antaa soodakeitossa suuremman saannon, ja kuitujen lujuusominaisuudet ovat useimmissa tapauksissa paremmat kuin käytettäessä keittokemikaalina pelkkää soodaa (HURTER 1988).

Käytettäessä alkalisessa keittomenetelmässä raaka-aineena heinää tai olkea on liukeneva pii poistettava kemikaalikierrosta ennen jäтелиemen polttoa. Pii voidaan saostaa kationien avulla tai geelimuodossa. Piitä on poistettu myös silikaattina karbonimalla musta- ja viherlipeää (KULKARINI et al. 1991).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Suomessa viljeltyjen peltokasvien mahdollisuuksia sellun ja hienopaperin tuotannossa ja samalla saada elintarviketuotannosta vapautuville pelloille uutta käyttöä. Tutkimuksen maataloudellisessa osassa selvitettiin eri kasvilajien biomassan tuottoa sekä viljelytoimenpiteiden vaikutusta sellun ja paperin valmistuksen kannalta tärkeisiin laatutekijöihin kuten kuitusaantoon ja kivennäiskoostumukseen. Erityistä huomiota kiinnitettiin korjuuajankohdan ja lajikkeen valintaan. Tutkimuksen prosessiteknisessä osassa selvitettiin koeketoin eri kasvilajien soveltuvuutta sellun valmistukseen. Myöhemmässä vaiheessa valmistettiin lupaavimmista kasvilajeista paperia.

Tutkimuksesta on aikaisemmin julkaistu kirjallisuusselvitykset peltokuidun soveltuvuudesta sellun valmistukseen (HUUSELA-VEISTOLA ym. 1991) ja peltokuitujen esikäsittelystä (KUUSINEN 1991).

## 2 TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT

### 2.1 Viljelytutkimus vuonna 1990

Ensimmäisenä tutkimusvuonna valittiin kasvilajit seuraavien vuosien tutkimuksiin. Tätä tarkoitusta varten koottiin kasvinäytteitä yhteensä 15 eri kasvilajista. Peltokasvit korjattiin aikaisemmin perustetuista kokeista ja järviruoko Vehmaan kunnasta meren rannalta. Kasvien kivennäis- ja kuituanalyytit tehtiin mahdollisuuksien mukaan eri kehitysvaiheissa vähintään kolmesta kerranteesta. Korjuuajat vaihtelivat kesäkuusta syyskuuhun ja kasvien kehitysvaiheet tähkimisen tai kukinnan alusta (säilörehuasteesta) siementen tuleentumisvaiheeseen.

Vuonna 1990 tutkittiin seuraavia kasveja:

Monivuotiset heinäkasvit:

1. Ruokohelpi (*Phalaris arundinacea* L.)
2. Ruokonata (*Festuca arundinacea* Schreber)
3. Nurminata (*Festuca pratensis* Hudson)
4. Timotei (*Phleum pratense* L.)

Viljakasvit:

5. Ruis (*Secale cereale* L.)
6. Kaura (*Avena sativa* L.)

Palkokasvit:

7. Vuohenherne (*Galega orientalis* L.)
8. Puna-apila (*Trifolium pratense* L.)
9. Sinimailanen (*Medicago sativa* L.)

Öljykasvit:

10. Rypsi (*Brassica campestris* L.)
11. Rapsi (*Brassica napus* L.)

Kuitukasvit:

12. Pellava (*Linum usitatissimum* L.)
13. Kuituhamppu (*Cannabis sativa* L.)
14. Nokkonen (*Urtica dioica* L.)

Muut kasvit:

15. Järviruoko (*Phragmites communis* Trin.)

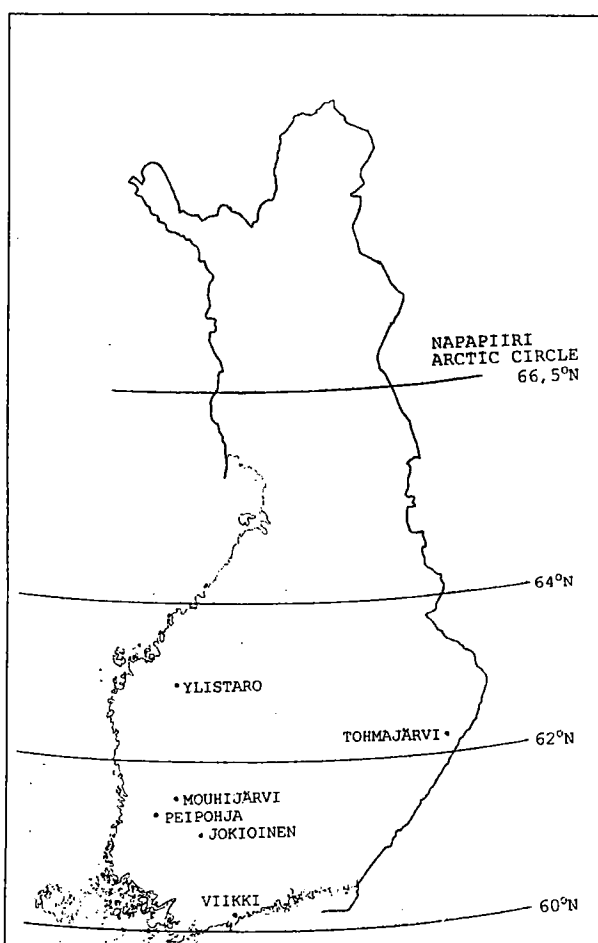
### 2.2 Kasvilajit vuosina 1991–1992

Vuoden 1990 alustavien tulosten perusteella valittiin seuraavien vuosien jatkotutkimuksiin heinistä ruokohelpi, ruokonata ja nurminata, viljoista ohra ja nurmipalkokasveista vuohenherne, puna-apila ja sinimailanen. Ruokohelpi, ruokonata ja nurminata esiintyvät luonnonvaraisina Suomessa. Ne ovat

monivuotisia, satoisiksi ja kestäviksi tunnettuja lajeja. Nurminataa viljellään yleisesti rehuksi. Myös ruokohelpin ja ruokonadan viljelyä on kokeiltu rehutarkoituksiin. Ohra on Suomen eniten viljelty kevätiljalaji, jonka viljelyalue ulottuu etelärannikolta aina 67°N leveysasteelle saakka. Monivuotiset palkokasvit, vuohenherne, puna-apila ja sinimailanen eivät tarvitse kasvaakseen lannoitetyyppiä, sillä niiden juuristossa elävät typensitojapakteerit ottavat typpiä ilmasta ja tuottavat sitä kasvien käyttöön.

### 2.3 Viljelytutkimukset vuosina 1991–1992

Vuonna 1991 aloitettiin nurmiheinien korjuuaika- ja typpilannoitustutkimukset, palkokasvien ja ohran korjuuaikatutkimukset sekä perustettiin ruokohelpin ja ruokonadan lajikekokeita seuraavien vuosien tutkimuksia varten. Tutkimuspaikkakunnat selviävät kuvasta 1.



Kuva 1. Tutkimusten sijainti vuosina 1991–1992.

Fig. 1. Localities of the experiments in 1991–1992.

### 2.3.1 Korjuuaika- ja lannoitustutkimukset

#### Heinien korjuuaika- ja lannoitustutkimus

Koejäsenet ja niiden tasot:

Pääruudut,	typpilannoitus (A)
a1	100 kg/ha N
a2	200 ”

Osaruudut, niitto-ohjelma, (B)

		Ensimmäisen niiton ajankohta
b1	3 niittoa	säilörehuaste
b2	2 niittoa	heinäaste
b3	1 niitto	siemenaste
b4	1 niitto	talvehtinut kasvusto (kevätkorjuu)

Koemenetelmä: Osaruutumenetelmä, 4–5 kerrannetta

Kasvilajit, koepaikat, maalajit ja pH:

Ruokohelpi, Jokioinen, Kasvinviljelyn tutkimusala, HtS, pH 6,31

ruokonata, Viikki, Helsingin yliopisto, HtS, pH 5,98  
nurminata, Viikki ” ” HtS, pH 5,80

Lannoitus annettiin moniravinteisena NPK-lannoitteena keväällä sekä niittojen jälkeen siten, että vuotuinen typpimäärä vastasi pääruudun tasoa. Typpilannoitusohjelma (kg/ha) oli seuraava:

	Kevät-lannoitus	1. niiton jälkeen	2. niiton jälkeen	Yhteensä
a1b1	50	30	20	100
a1b2	60	40		100
a1b3	100			100
a1b4	100			100
a2b1	100	60	40	200
a2b2	120	80		200
a2b3	200			200
a2b4	200			200

#### Palkokasvien korjuuaikatutkimus

Korjuuajat: A kukinnan alku (2 odelmaa)  
B täyskukinta (1 odelmaa)  
C siemenvaihe  
D talvehtinut kasvusto

Koemenetelmä: Satunnaistetut lohkot, 4 kerrannetta

Kasvilajit, koepaikat, maalajit ja pH:

Vuohenherne Jokioinen 1991, Kasvinviljelyn tutkimusala, HtS, pH 6,18  
Mouhijärvi 1992, Sata-Hämeen tutkimusasema, HsS, pH 5,86

Puna-apila Jokioinen 1991, Kasvinviljelyn tutkimusala, HtS, pH 6,15  
Peipohja 1992, Satakunnan tutkimusasema, HsS, pH 5,62

Sinimailanen Jokioinen 1991, Kasvinviljelyn tutkimusala, HtS, pH 6,17

Vuonna 1990 perustetut vuohenherne-, sinimailas- ja puna-apilakasvustot kärsivät talvituhoista Joki- oisissa niittämättä jätettyä kasvustoa lukuun otta- matta, joten kokeet jouduttiin tekemään kesällä 1992 Sata-Hämeen ja Satakunnan tutkimusasemil- la. Sinimailaskoetta ei enää jatkettu vuonna 1992.

### Ohran korjuuajatutkimus 1991–1992

Korjuuajat: A tähkimisen alku  
B maitotuleentumisvaihe  
C tuleentunut kasvusto  
Koemenetelmä: Satunnaistetut lohkot, 4 kerrannetta

Koepaikka, maalajit ja pH:  
Jokioinen, Kasvinviljelyn tutkimusala, maalaji HtS, pH 6,55 (1991), pH 6,25 (1992)

### 2.3.2 Lajiketutkimukset

Ruukohelpin ja ruokonadan lajiketutkimusta var- ten tilattiin OECD:n siemenluettelon kaikki lajik- keet, joiden alkuperänsä puolesta arvioitiin kestä- vän Suomen oloissa. Lisäksi mukana olivat Suomessa jalostetut ruukohelpilinja ja kolme ruo- konatalinjaa. Näiden kasvilajien lajikekokeet kor- jattiin ensimmäisen kerran kylvöä seuraavana vuonna elokuussa. Nurminadan ja puna-apilan la- jikkeita tutkittiin aikaisemmin perustetuissa ko- keissa.

### Tutkimuksessa mukana olleet lajikkeet ja niiden jalostajat:

Ruukohelpi	Jalostaja
1. Venture	Peterson Seed
2. Palaton	Peterson Seed
3. Vantage	Iowa Agr. Exp. Sta.
4. Rival	Univ. Manitoba
5. Jo 0510	Jokioinen
6. Motterwitzer	DSG-Berlin
7. Barphal 050	Barenbrug

Ruokonata	Jalostaja
1. Hja 2170	Hankkija
2. Hja 86202	Hankkija
3. Hja 86208	Hankkija
4. 013	NZ, Grasslands Division
5. Kasba	PBI Cambridge
6. Dovey	PBI Cambridge
7. Hokuryo	Nat. Hokk. Agr. Exp. Sta.
8. Yamanami	Nat. Hokk. Agr. Exp. Sta.
9. K2-28	..

Nurminata	Jalostaja
1. Boris	Svalöf
2. Kalevi	Jokioinen
3. Salten	Vågönes, Norja
4. Benfesta	DSG-Berlin
5. Kasper (Sv Å 01277)	Svalöf
6. Jo 0800	Jokioinen
7. Paulita <sup>1</sup>	DSG-Berlin
8. FLP 2/82 <sup>2</sup>	DSG-Berlin
9. Arno	virolainen paikallisk.

<sup>1)</sup> *F. pratensis* × *L. multiflorum*

<sup>2)</sup> *F. arundinacea* × *L. multiflorum*

Puna-apila	Jalostaja
1. Venla	Hankkija
2. Bjursele	ruotsal. paikallisk.
3. Jesper (Sv N 0532)	Svalöf
4. Sv Å 0379	Svalöf
5. Björn	Svalöf
6. Tapa	Jokioinen
7. Jo 0893	Jokioinen
8. Jo 0896	Jokioinen

### Vuosina 1991 ja 1992 lajikkeet olivat mukana koe- paikoilla seuraavasti:

	Lajikkeet	Koepaikka	Maa- laji	pH
Ruukohelpi	1 ja 2	Hyrylä 91	sHHt	6,30
	1–7	Jokioinen	HtS	5,76
	1–7	Tohmajärvi	KHt	6,68
	1–7	Ylistaro	Mm	5,10
Nurminata	1–9	Jokioinen	HtS	5,93
	1–9	Jokioinen	HtS	6,80
Ruokonata	1–9	Jokioinen	HtS	6,80
	1–9	Tohmajärvi	KHt	6,76
Puna-apila	1 ja 7	Hyrylä 91	sHHt	6,30
	1–6	Jokioinen 91	HtS	5,81
	1, 2, 5–8	Jokioinen 92	HtS	6,15

Koemenetelmä: Satunnaistetut lohkot, 3–4 kerrannetta

### 2.3.3 Muu kasvintuotantotutkimus

Vuoden 1992 keväällä istutettiin peltoon Saksasta hankittuja elefanttiheinän (*Miscanthus sinensis* var. *gigantea*) kloonitaimia sekä kuuden luonnonvaraisen kannan siementaimia, jotka oli saatu Svalöfin kasvinjalostuslaitokselta Ruotsista. Kasvatuksessa oli lisäksi neljä japanilaista Miscanthus-kantaa.

## 2.4 Kivennäis- ja sokerimääritykset

Kasvimateriaalin kivennäis- ja raakakuitumääritykset tehtiin Maatalouden tutkimuskeskuksen keskuslaboratoriossa Jokioisissa. Näytteet kuivatettiin ensin 2 tuntia 105 °C ja sitten 60 °C:ssa 17 tuntia, jauhettiin ja hajotettiin kuivapoltolla. Niistä määritettiin rauta (Fe), mangaani (Mn), kupari (Cu) ja kalium (K) atomiabsorptiospektrofotometrisesti (FAAS) ja pii (SiO<sub>2</sub>) ja tuhka gravimetrisesti. Typpi määritettiin Kjeldahl-menetelmällä ja raakakuitu neutraloimismenetelmällä. Liukoisten sokerien määrä mitattiin Kasvinviljelyn tutkimusalan laboratoriossa käyttäen Nelson-Somogyin fotometristä menetelmää (NELSON 1944). Palkokasvien ja nokkosen sokeripitoisuus määritettiin käyttämällä Weinmanin sovellettua menetelmää (SMITH 1981).

## 2.5 Sellututkimukset

Puunjalostusteollisuuden keskustutkimuslaitoksessa, Keskuslaboratorio Oy:ssä tehtiin vuoden 1990 materiaalista sellunvalmistuskokeita 15 kasvilajin valituista kasvuvaiheista. Kaikki kasvilajit keitettiin aluksi samalla keittomenetelmällä, jotta eri kasvien laatueroit saataisiin esiin.

Alustavat keitot olivat soodakeittoja, joissa keittokemikaalina oli pelkkä NaOH ja katalyyttinä mukana hiukan antrakinonia, AQ. Kemikaalimäärät olivat NaOH 16 % ja AQ 0,1 % kuivan materiaalin painosta. Keittolämpötila oli 165 °C, johon lämpötila nostettiin yhdessä tunnissa. Keittoaika tässä lämpötilassa oli 10 min. Keitot suoritettiin 15 litran pyörivissä, sähkölämmitteisissä keittimissä. Yhteen keittoon, johon puuta mahtuu normaalisti 2,5 kg, panostettiin 1,0 kg 100-prosenttiseksi kuiva-aineksi laskettua peltokasvia. Tällöin keittolientä ja kuivaa kasvimassaa oli suhteessa 5:1.

Keiton päätyttyä keitin tyhjennettiin, ja jäteliemestä otettiin näyte jäännösalkalipitoisuuden määrittämiseen. Jäteliemen poisvalutuksen jälkeen saatu kuitutuote pestiin kylmällä vedellä, hajotettiin mekaanisesti ja kuituuntumaton aines eli tikut erotettiin sihtaamalla. Tikut kuivattiin ja punnittiin. Sihteistä läpipäässyt aines (sellu) homogenoitiin ja lingottiin vedettömäksi, minkä jälkeen siitä määritettiin kuiva-aine, ja sen avulla laskettiin keiton saanto. Kuivaamattomasta sellusta otettiin pieni näyte, josta mitattiin kuidun pituusjakauma, joka on ilmoitettu pituuspainotettuna keskipituutena (LW).

Osasta sellua valmistettiin kuivattuja arkkeja, joista määritettiin kappaluku (ligniini-pitoisuuden kuvaaja) ja viskositeetti, joka kuvaa selluloosamolekyylien pilkkoutumista keiton aikana. Hyvälaatuisen sellun kappaluku on pieni ja viskositeetti suuri. Vuonna 1990 muutamista kasvilajeista tehtiin myös alustavia, paperitekniistä potentiaalia selvittäviä kokeita, joiden suoritustapa on selvitetty tulosten yhteydessä, s. 44–45.

Vuoden 1991 ja 1992 viljelytekneisistä kokeista tehtiin sellunkeitto kappaluvun määrittämiseksi 1–2 kerranteesta joka koejäsenestä. Keitto-olot olivat samat kuin edellä, mutta alkalinen määrä vaihteli kasvilajin mukaan. Heinäkasveilla, jotka yleensä keittyivät pienempään kappalukuun, se oli 14 % (3,5 mol/kg) puna-apilalla ja vuohenherneellä 22 % (5,5 mol/kg). Kappaluku määritettiin ISO 302 -menetelmän mukaisesti. Keittokoe tehtiin myös kahdelle säilörehunäytteelle, joissa toisessa kasvilajeina olivat nurminata ja timotei ja toisessa nurminata, timotei ja puna-apila. Lisäksi koekeitettiin mikrobiologisesti käsiteltyä vehnän olkea, järviruokoa sekä biokaasutettua kauran olkea.

## 2.6 Biokaasutus

Pienimuotoinen kasvimateriaalin biokaasutus tehtiin Joensuun yliopiston Siikasalmen tutkimus- ja koeasemalla Simo Leinosen johdolla. Koekasveina olivat ruokonata ja vuohenherne, myöhemmin myös kaura. Kokeet tehtiin jatkuvatoimisessa bioreaktorissa, jonka kokonaiskapasiteetti oli 1 m<sup>3</sup> ja käymislämpötilana 35–37 °C. Päivittäinen syöttö oli 3 kg orgaanista kuiva-ainetta (VS). Koe kesti ruokonataa ja vuohenhernettä kaasutettaessa 13 päivää ja kauralla 17 päivää.

## 2.7 Tilastolliset menetelmät

Tilastolliset käsittelyt tehtiin käyttäen SAS-tilasto-ohjelmistoa (SAS/STAT User's Guide 1990) VAX-tietokoneessa. Ruuduittaiset tulokset (sato ja kivennäiset) analysoitiin faktorianalyysillä. Parivertailut tehtiin Tukey'n menetelmällä ( $p < 0,05$ ). Tulosten yhteydessä käytetyt lyhenteet PME=pienin merkitsevä ero, \*\*\*  $p < 0,001$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*  $p < 0,05$  ja ns = ei tilastollista merkitsevyyttä, .. tulosta ei ole saatu. Jos koevuosien (1991 ja 1992) välillä havaittiin tilastollisia eroja, tilastollinen analyysi on esitetty molemmista vuosista erikseen kunkin muuttujan osalta.

## 3 SÄÄOLOT KASVUKAUSINA 1990–1992

Jokioisissa ja Viikissä kasvukausien lämpötilat poikkesivat pitkäaikaisista normaaliarvoista, selvimmin vuonna 1992, joka oli normaalia lämpimämpi (Taulukko 1). Kevään vähäsateisuus haittasi kasvustojen kehitystä Jokioisissa erityisesti

vuonna 1992. Kevätkorjuun onnistumiselle kuivuudesta sen sijaan oli hyötyä. Kesällä 1992 kuivuus jatkui elokuulle asti. Elokuun runsaat sateet virkistivät kasvustoja ja saivat ne uudelleen kasvuun, mikä ilmeni runsaana kuloheinäsatona keväällä 1993.

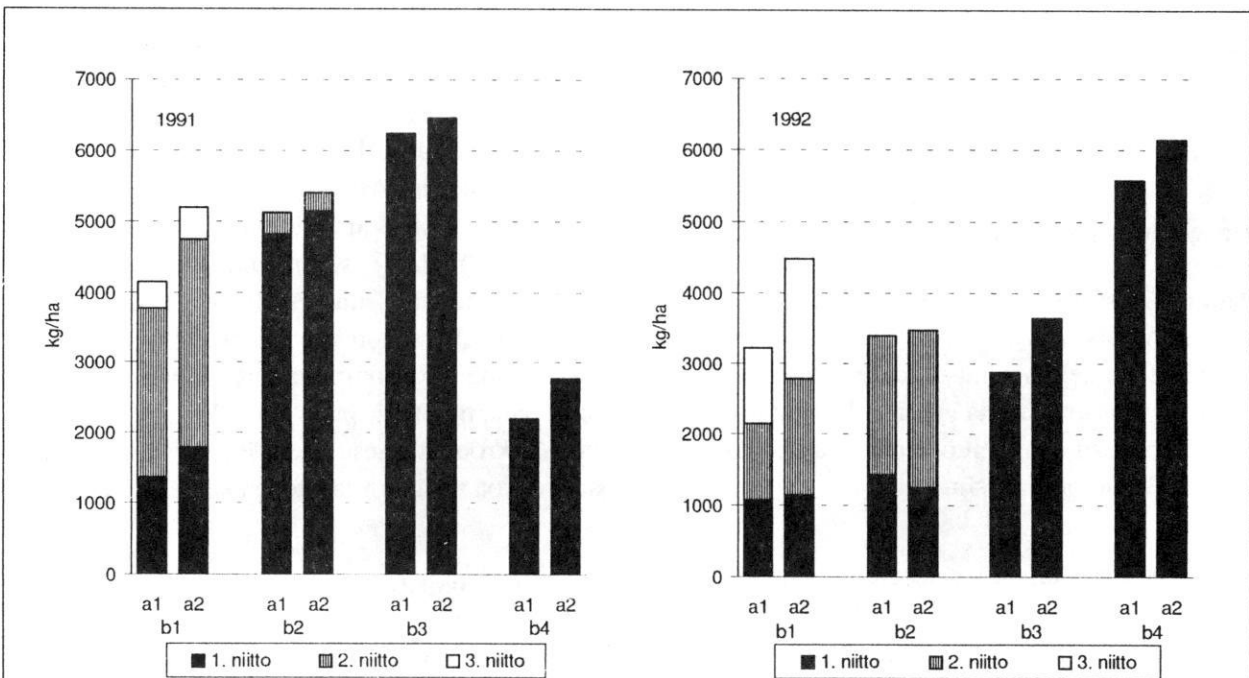
## 4 TUTKIMUSTULOKSET

### 4.1 Kuiva-ainesadot

#### 4.1.1 Korjuukertojen ja typpilannoituksen vaikutus satoon

##### Ruokohelpi

Kuiva-ainesatoa ja sen vaihtelua eri korjuuaikoina sekä typpilannoitusta tutkittiin 1. ja 2. satovuoden ruokohelpikasvustoista. Vuoden 1991 ja 1992 alkukesän kuivuus koetteli vastaperustettuja kasvustoja Jokioisissa. Ruokohelpin hehtaarisadot olivat tutkimusvuosina Jokioisissa 2,2–6,2 t korjuuajasta riippuen (Kuva 2, Taulukko 2). Ensimmäisenä satovuonna (1991) siemenasteella niitetty kasvusto



Kuva 2. Ruokohelpin kuiva-ainesato eri niittoaikoina. Typpilannoitus a1 = 100 kg/ha, a2 = 200 kg/ha. Ensimmäinen niitto, kun b1 = 20 % kasveista röyhyllä, b2 = kukkiessa, b3 = siemenvaiheessa, b4 = ylivuotinen kasvusto. Jokioinen, hietasavi.

Fig. 2. Dry matter yields of reed canary grass harvested at different times. Nitrogen application: a1 = 100 kg/ha, a2 = 200 kg/ha. First harvesting: b1 = when panicles had emerged on 20% of plants, b2 = at flowering stage, b3 = at seed ripening stage, b4 = in following spring. Jokioinen, sandy clay.



**Taulukko 1. Tutkimuspaikkakuntien sääolot kasvukausina 1990–1993.**  
**Table 1. Weather conditions on research stations in 1990–1993.**

Koepaikka Research station	Vuosi Year	Kuu- ja keskilämpötila °C Mean temperature °C										Tehoisan lämpötilan (IV–X) summa Effective temperature (IV–X) sum	Kuukauden sademäärä mm Precipitation mm										Yhteensä Sum		
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV	V	VI		VII	VIII	IX	X	IV	V	VI	VII	VIII	IX		X	
Jokioinen	1990	5,6	9,3	14,4	15,2	15,0	8,0	4,9	12,24	35	22	20	85	90	62	48	327	20	22	20	85	90	62	48	327
	1991	3,4	7,2	12,1	16,6	16,8	9,1	5,4	11,85	14	29	69	55	92	80	49	374	69	29	69	55	92	80	49	374
	1992	1,3	11,4	15,7	16,0	14,3	11,3	-0,6	13,43	48	7	25	47	107	59	64	309	25	7	25	47	107	59	64	309
	1993	3,3	13,6	11,4	15,6	12,9	5,7	3,0	11,39	29	1	56	107	136	13	51	364	56	1	56	107	136	13	51	364
	61–90	2,4	9,4	14,3	15,8	14,2	9,4	4,7	12,41	31	35	47	80	83	65	58	368	47	35	47	80	83	65	58	368
<i>Normal values</i>																									
Viikki	1990	6,3	10,3	14,7	16,3	16,4	9,6	6,2	13,14	14	36	20	109	42	90	82	379	20	36	20	109	42	90	82	379
	1991	3,7	8,2	12,7	18,0	17,3	10,8	6,8	13,02	16	41	65	23	85	60	54	328	65	41	65	23	85	60	54	328
	1992	2,4	10,9	16,0	16,7	15,3	13,0	2,0	14,20	51	16	17	31	128	52	116	360	17	16	17	31	128	52	116	360
	1993	3,7	13,0	12,6	16,2	14,5	7,7	4,9	13,39	19	5	39	136	115	16	48	359	39	5	39	136	115	16	48	359
	61–90	3,1	9,7	15,0	17,0	15,7	11,1	6,4	13,39	37	31	41	60	74	73	71	350	41	31	41	60	74	73	71	350
<i>Normal values</i>																									
Ylistaro, Peltmä	1991	3,9	6,5	12,3	16,4	15,7	7,9	5,3	11,41	12	56	147	26	60	88	38	415	147	56	147	26	60	88	38	415
	1992	0,2	10,9	15,1	14,5	13,2	10,4	-2,6	12,20	23	3	18	77	103	91	62	354	18	3	18	77	103	91	62	354
	1993	3,0	11,6	10,9	15,2	12,6	5,4	2,5	10,37	23	16	84	86	122	26	78	412	84	16	84	86	122	26	78	412
	61–90	2,0	8,8	14,0	15,5	13,6	8,8	4,1	11,56 <sup>1)</sup>	29	38	42	68	70	61	50	329	42	38	42	68	70	61	50	329
	<i>Normal values</i>																								
Tohmajärvi, Kentie	1991	1,8	7,6	13,3	16,1	14,5	8,0	5,0	11,34	31	41	104	121	130	80	53	529	104	41	104	121	130	80	53	529
	1992	-0,6	9,5	14,5	14,8	13,3	11,3	-2,0	11,87	78	18	40	54	105	46	60	323	40	18	40	54	105	46	60	323
	1993	1,0	11,0	10,7	15,0	12,7	4,2	1,1	9,44	23	23	89	143	131	44	73	503	89	23	89	143	131	44	73	503
	61–90	1,1	8,6	14,0	15,9	13,5	8,3	3,2	10,82	36	36	57	70	80	65	65	373	57	36	57	70	80	65	65	373
	<i>Normal values</i>																								
Mouhijärvi, Selkee	1992	0,7	11,4	15,7	15,0	13,6	11,1	-0,8	12,96	63	18	18	94	126	79	75	410	18	18	18	94	126	79	75	410
	1993	3,1	12,8	11,4	15,5	12,8	5,6	2,8	11,03	28	14	48	108	135	27	66	398	48	14	48	108	135	27	66	398
	61–90	2,3	9,3	14,3	15,8	14,1	9,3	4,6	12,47 <sup>2)</sup>	33	35	54	70	84	65	53	361	54	35	54	70	84	65	53	361
	<i>Normal values</i>																								
	Kokemäki, Peipohja	1992	1,4	11,3	15,5	15,2	14,0	11,3	-0,2	13,13	48	8	85	87	99	46	66	391	85	8	85	87	99	46	66
1993		3,6	12,9	11,3	15,6	13,1	6,1	3,6	11,31	32	11	37	153	119	16	78	414	37	11	37	153	119	16	78	414
61–90		2,5	9,5	14,4	15,8	14,2	9,6	5,0	12,47 <sup>2)</sup>	35	33	48	71	77	65	54	348	48	33	48	71	77	65	54	348
<i>Normal values</i>																									

<sup>1)</sup> Lämpösusma on vuosilta 66–93. <sup>2)</sup> Lämpösusma on vuosilta 57–90. Effective temperature sum in 57–90.

**Taulukko 2. Ruokohelpin kuiva-ainesato vuonna 1991 ja 1992 sekä talvehtineen kasvuston sato keväällä 1992 ja 1993. Typpilannoitus 100 kg/ha (100N) ja 200 kg/ha (200N). Jokioinen, hietasavi.**  
*Table 2. Dry matter yields of reed canary grass in growing seasons 1991 and 1992 and in the following spring (1992 and 1993). Nitrogen application: 100 kg/ha (100N) and 200 kg/ha (200N). Jokioinen, soil sandy clay.*

Niitto-ohjelma, 1. niitto <i>Harvest program, first cutting</i>	Niitto- kerrat <i>Number of cuttings</i>	1991				1992			
		100N		200N		100N		200N	
		kg/ha	sl ratio	kg/ha	sl ratio	kg/ha	sl ratio	kg/ha	sl ratio
b1 20 % röyhyllä <i>at 20 % heading</i>	3	4140	100	5200	126	3220	100	4470	139
b2 kukinta <i>at flowering</i>	2	5120	124	5400	131	3390	105	3460	107
b3 siemenaste <i>at seed ripening</i>	1	6230	151	6450	156	2860	89	3620	112
b4 kevätkorjuu <i>in following spring</i>	1	2200	53	2760	67	5580	173	6160	191
F arvot 1991, 1992 <i>F values</i>	N-lannoitus (A) <i>N-fertilization (A)</i>	2,69ns				4,50*			
	Niitto-ohjelma (B) <i>Harvest program (B)</i>	25,08***				14,94***			
	A × B	0,35ns				0,61ns			

**Taulukko 3. Ruokohelpin kuiva-ainepitoisuus eri korjuu-aikoina 1991 ja 1992. Typpilannoitus 100 kg/ha (100N), 200 kg/ha (200N). Jokioinen, hietasavi.**  
*Table 3. Dry matter contents of reed canary grass at first harvesting, where harvesting was done at different stages of plant development, in 1991 and 1992. Nitrogen application: 100 kg/ha (100N), 200 kg/ha (200N). Jokioinen, sandy clay.*

Niittoaika <i>Harvesting</i>	Kuiva-ainepitoisuus % <i>Dry matter %</i>			
	1991		1992	
	100N	200N	100N	200N
b1 20 % röyhyllä <i>at 20 % heading</i>	23,8	23,6	29,1	29,1
b2 kukinta <i>at flowering</i>	31,2	31,9	37,3	36,2
b3 siemenaste <i>at seed ripening</i>	38,0	34,6	42,4	41,9
b4 kevätkorjuu <i>in following spring</i>	89,7	89,1	59,4	64,6
F arvot 1991, 1992 <i>F values</i>	N-lannoitus (A) <i>N-fertilization (A)</i>	0,00ns		
	Niittoaika (B) <i>Harvesting (B)</i>	137,24***		
	A × B	0,19ns		
	Vuosi <i>Year</i>	1,92ns		

antoi suurimman sadon (6,2 t/ha). Talvehtineen kasvuston keväällä korjattu sato oli noin 30–40 % siemenasteen satoon verrattuna. Toisena satovuonna (1992) sadot jäivät kuivuuden takia varsin pieniksi. Elokuussa alkaneet sateet ehtivät todennäköisesti vaikuttaa vielä korjaamattoman koejäsenen kasvuun ja suurin sato saatiinkin talvehtineesta kasvustosta keväällä 1993. Saman suuntainen tulos saatiin Norrfiber-projektissa

Ruotsissa kolmannen satovuoden ruokohelpinur-  
mesta (OLSSON 1993). Tarvitaan enemmän tutki-  
mustuloksia, jotta voidaan selvittää, kuinka ruoko-  
helpin satotaso muuttuu kasvuston vanhetessa.  
Typpilannoituksen lisääminen lisäsi satoa molem-  
pina vuosina ja vuonna 1992 sadon lisäys oli tilas-  
tollisesti merkitsevä. Etelä-Pohjanmaan tutki-  
musaseman kokeessa multamaalla ruokohelpin  
sadot (KANGAS 1993) olivat huomattavasti suu-

**Taulukko 4. Ruokohelpin kuiva-ainesato kahtena syyskorjuuajkana 1992 ja keväällä 1993. Typpimäärät 50 kg/ha (50N), 100 kg/ha (100N) ja 150 kg/ha (150N). Etelä-Pohjanmaan tutkimusasema, Ylistaro, maalaji multamaa. (KANGAS 1993).**

*Table 4. Dry matter yields, dry matter percentages and stand height for reed canary grass harvested in late summer and autumn of 1992 and in spring 1993. Nitrogen application: 50 kg/ha (50N), 100 kg/ha (100N) and 150 kg/ha (150N). South Ostrobothnia Research Station, Ylistaro, humus soil. (KANGAS 1993).*

	kg/ha	sl ratio	Kuiva-aine % Dry matter %	Korkeus cm Height cm
<b>Korjuu 13.8.1992</b>				
<i>Harvested</i>				
50N	14 820	100	28,5	135
100N	13 450	91	25,3	137
150N	14 140	95	25,5	135
<b>Korjuu 1.10.1992</b>				
<i>Harvested</i>				
50N	11 040	74	25,5	130
100N	11 690	79	25,0	125
150N	15 580	104	25,8	127
<b>Korjuu 16.4.1993</b>				
<i>Harvested</i>				
50N	7 680	52	82,5	..
100N	6 510	44	78,0	..
150N	7 340	50	75,5	..

remmat kuin Jokioisten sadot vuonna 1992 (Taulukko 4).

Korjuuaika vaikutti tilastollisesti merkitsevästi ruokohelpin kuiva-ainepitoisuuteen, mutta typpilannoituksella ei ollut siihen tilastollisesti merkitsevää vaikutusta (Taulukko 3). Kuiva-ainepitoisuudet olivat kasvukaudella 1992 hieman suurempia kuin ensimmäisenä satovuonna. Talvehtinut kulo oli keväällä 1993 vielä melko kostea, sillä kasvustoa yritettiin korjata roudan päältä. Vuosien välillä ei havaittu merkitsevää eroa, joten tilastollinen analyysi laskettiin yhdistetyistä tuloksista.

#### *Ruokonata*

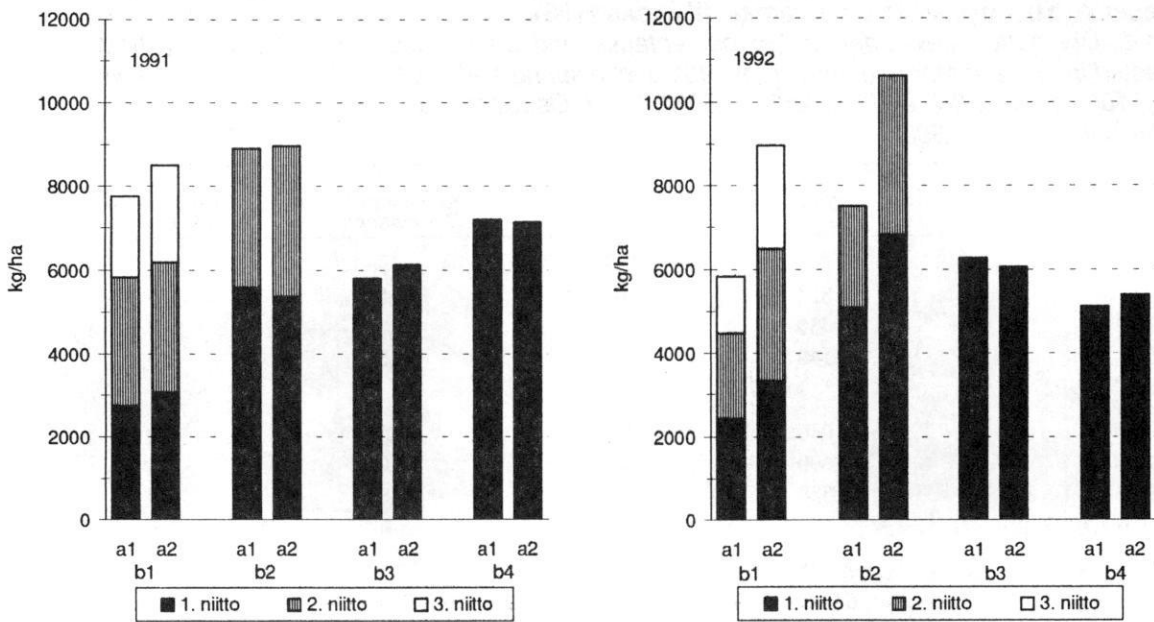
Korjuukertojen ja typpilannoituksen vaikutusta ruokonadan kuiva-ainesadon määrään tutkittiin vuonna 1988 perustetussa kasvustossa Viikin koetilan alueella. Ruokonatakasvustot tuottivat molempina vuosina suurimmat kokonaissadot, kun ne korjattiin kaksi kertaa kasvukaudessa (Taulukko 5, Kuva 3). Siemenasteella korjattu sato oli noin kolmanneksen edellistä pienempi vuonna 1991. Ruokonadan ylivuotisen kasvuston sato oli lähes yhtä suuri tai suurempi kuin siemenvaiheessa korjattu. Typpilannoituksen lisääminen lisäsi satoa molempina

tutkimusvuosina. Vuonna 1992 sadon lisäys oli tilastollisesti merkitsevä (Taulukko 5).

Korjuuajankohta vaikutti tilastollisesti merkitsevästi ruokonadan sadon kuiva-ainepitoisuuteen. Mitä vanhempaa kasvustoa korjattiin, sitä kuivempaa se oli. Keväällä 1992 korjatun kulon kuiva-ainepitoisuus oli 53–55 % ja seuraavana keväänä 70–72 %. Typpilannoituksella ei näyttänyt olevan vaikutusta eri ikäisinä korjattujen kasvustojen satojen kuiva-ainepitoisuuteen. Vuosien välillä sen sijaan oli tilastollisesti merkitsevä ero. Vuonna 1992 sato korjattiin kaikkina korjuuajakoina kuivempana kuin vuonna 1991 (Taulukko 6).

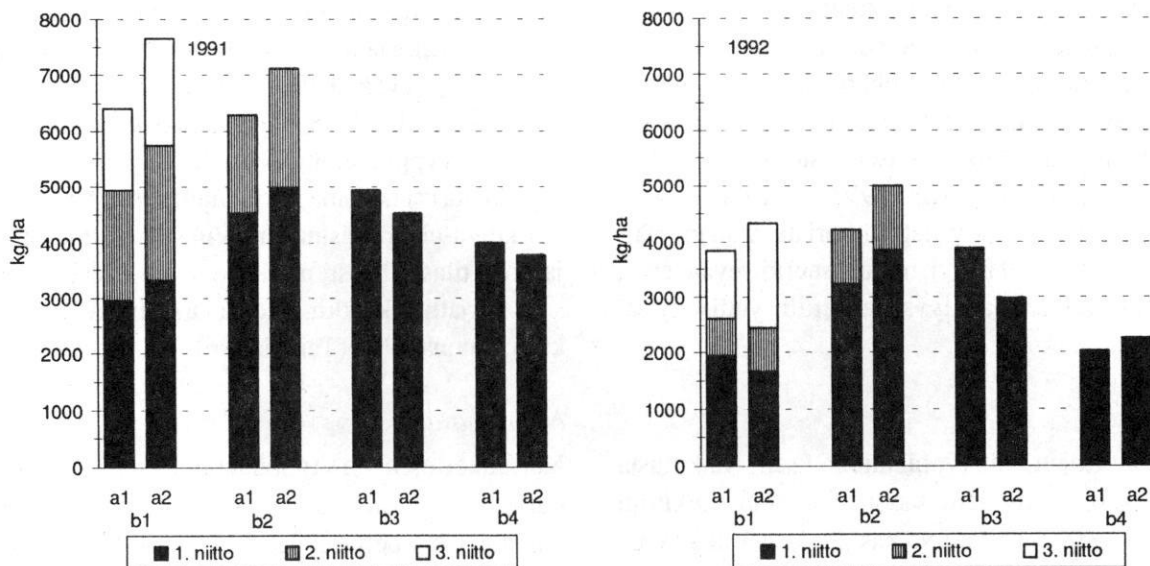
#### *Nurminata*

Korjuukertojen ja typpilannoituksen vaikutusta nurminadan kuiva-ainesadon määrään tutkittiin vuonna 1988 perustetussa kasvustossa Viikin koetilan alueella. Nurminatakasvusto tuotti Viikissä vuonna 1991 suurimman kokonaissadon, kun se korjattiin kolme kertaa kasvukaudessa. Siemenvaiheessa korjattu sato oli noin kaksikolmannesta siitä (Kuva 4, Taulukko 7). Vuonna 1992 suurin sato saatiin kahden korjuun niitto-ohjelmasta. Nurminata antoi kohtalaisen sadon myös keväällä korjattuna. Typpilannoitus lisäsi satoa siemenvaihetta



**Kuva 3. Ruokonadan kuiva-ainesato eri niittoaikoina. Typpilannoitus a1 = 100 kg/ha, a2 = 200 kg/ha. Ensimmäinen niitto, kun b1 = 20 % kasveista röyhyllä, b2 = kukkiessa, b3 = siemenvaiheessa, b4 = ylivuotinen kasvusto. Viikki, hietasavi.**

*Fig. 3. Dry matter yields of tall fescue harvested at different times. Nitrogen application: a1 = 100 kg/ha, a2 = 200 kg/ha. First harvesting: b1 = when panicles had emerged on 20% of plants, b2 = at flowering stage, b3 = at seed ripening stage, b4 = in following spring. Viikki, sandy clay.*



**Kuva 4. Nurminadan kuiva-ainesato eri niittoaikoina. Typpilannoitus a1 = 100 kg/ha, a2 = 200 kg/ha. Ensimmäinen niitto, kun b1 = 20 % kasveista röyhyllä, b2 = kukkiessa, b3 = siemenvaiheessa, b4 = ylivuotinen kasvusto. Viikki, hietasavi.**

*Fig. 4. Dry matter yields of meadow fescue harvested at different times. Nitrogen application: a1 = 100 kg/ha, a2 = 200 kg/ha. First harvesting: b1 = when panicles had emerged on 20% of plants, b2 = at flowering stage, b3 = at seed ripening stage, b4 = in following spring. Viikki, sandy clay.*

**Taulukko 5. Ruokonadan kuiva-ainesato vuonna 1991 ja 1992 sekä talvehtineen kasvuston sato keväällä 1992 ja 1993. Typpilannoitus 100 kg/ha (100N), 200 kg/ha (200N). Viikki, hietasavi.**  
*Table 5. Dry matter yields of tall fescue in growing seasons 1991 and 1992 and in the following spring (1992 and 1993). Nitrogen application: 100 kg/ha (100N) and 200 kg/ha (200N). Viikki, sandy clay.*

Niitto-ohjelma, 1. niitto <i>Harvest program, first cutting ratio</i>	Niitto- kerrat <i>Number of cuttings</i>	1991				1992			
		100N		200N		100N		200N	
		kg/ha	sl ratio	kg/ha	sl ratio	kg/ha	sl ratio	kg/ha	sl ratio
b1 20 % röyhyllä <i>at 20 % heading</i>	3	7750	100	8510	110	5820	100	8950	154
b2 kukinta <i>at flowering</i>	2	8920	115	8980	116	7510	129	10590	182
b3 siemenaste <i>at seed ripening</i>	1	5810	75	6110	79	6260	107	6050	104
b4 kevätkorjuu <i>in following spring</i>	1	7200	93	7140	92	5110	88	5410	93
F arvot 1991, 1992 <i>F values</i>	N-lannoitus (A) <i>N-fertilization (A)</i>	1,50ns				30,13***			
	Niitto-ohjelma (B) <i>Harvest program (B)</i>	36,02***				32,73***			
	A × B	0,72ns				9,60**			

**Taulukko 6. Ruokonadan kuiva-ainepitoisuus eri niittoaikoina. Typpilannoitus-  
tasot 100 kg/ha (100N), 200 kg/ha (200N). Viikki, hietasavi.**  
*Table 6. Dry matter contents of tall fescue at first harvesting, where harvesting was  
done at different stages of plant development, in 1991 and 1992. Nitrogen application:  
100 kg/ha (100N), 200 kg/ha (200N). Viikki, sandy clay.*

Niittoaika <i>Harvesting</i>	Kuiva-ainepitoisuus % <i>Dry matter %</i>			
	1991		1992	
	100N	200N	100N	200N
b1 20 % röyhyllä <i>at 20 % heading</i>	16,0	14,0	26,2	23,9
b2 kukinta <i>at flowering</i>	22,1	19,4	32,0	29,4
b3 siemenaste <i>at seed ripening</i>	23,7	20,7	34,2	34,6
b4 kevätkorjuu <i>in following spring</i>	52,8	54,7	71,9	70,0
F arvot 1991, 1992 <i>F values</i>	N-lannoitus (A) <i>N-fertilization (A)</i>	3,98ns		1,02ns
	Niittoaika (B) <i>Harvesting (B)</i>	559,40***		177,47***
	A × B	2,37ns		0,19ns

lukuun ottamatta, mutta erot eri typpitasojen välillä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Korjuuajankohta vaikutti tilastollisesti merkitsevästi nurminadan kuiva-ainepitoisuuteen, kuten vuosikin (Taulukko 8). Mitä vanhempaa kasvustoa

korjattiin, sitä kuivempaa se oli. Keväisin korjattiin kuivinta satoa. Typpilannoituksen kaksinkertaistaminen vähensi kuiva-ainepitoisuutta, mutta ero ei ollut kumpanakaan vuonna tilastollisesti merkitsevä. Vuonna 1992 korjattujen kasvustojen satojen kuiva-ainepitoisuus oli merkitsevästi suurempi



**Taulukko 7. Nurminadan kuiva-ainesato kasvukautena 1991 ja 1992 sekä talvehtineen kasvuston sato keväällä 1992 ja 1993. Typpilannoitus 100 kg/ha (100N) ja 200 kg/ha (200N). Viikki, hietasavi.**  
*Table 7. Dry matter yields of meadow fescue in growing seasons 1991 and 1992 and in the following spring (1992 and 1993). Nitrogen application: 100 kg/ha (100N) and 200 kg/ha (200N). Viikki, Sandy clay.*

Niitto-ohjelma, 1. niitto <i>Harvest program, first cutting ratio</i>	Niitto- kerrat <i>Number of cuttings</i>	1991				1992			
		100N		200N		100N		200N	
		kg/ha	sl ratio	kg/ha	sl ratio	kg/ha	sl ratio	kg/ha	sl ratio
b1 20 % röyhyllä <i>at 20 % heading</i>	3	6410	100	7660	120	3830	100	4300	112
b2 kukinta <i>at flowering</i>	2	6300	98	7120	111	4200	110	5010	131
b3 siemenaste <i>at seed ripening</i>	1	4940	77	4520	71	3870	101	2980	78
b4 kevätkorjuu <i>in following spring</i>	1	3990	62	3750	59	2020	53	2260	59
F arvot 1991, 1992 <i>F values</i>	N-lannoitus (A) <i>N-fertilization (A)</i>	2,54ns				1,40ns			
	Niitto-ohjelma (B) <i>Harvest program (B)</i>	47,21***				61,89***			
	A × B	3,30*				7,48**			

**Taulukko 8. Nurminadan kuiva-ainepitoisuus eri niittoaikoina. Typpilannoitustasot 100 kg/ha (100N), 200 kg/ha (200N).**  
*Table 8. Dry matter contents of meadow fescue at first harvesting, where harvesting was done at different stages of plant development. Nitrogen application: 100 kg/ha (100N), 200 kg/ha (200N).*

Niittoaika <i>Harvesting</i>	Kuiva-ainepitoisuus % <i>Dry matter %</i>				
	1991		1992		
	100N	200N	100N	200N	
b1 20 % röyhyllä <i>at 20 % heading</i>	18,1	16,8	29,2	28,3	
b2 kukinta <i>at flowering</i>	25,2	24,5	38,2	35,1	
b3 siemenaste <i>at seed ripening</i>	34,1	29,6	50,5	44,3	
b4 kevätkorjuu <i>in following spring</i>	52,2	51,2	67,5	69,6	
F arvot 1991, 1992 <i>F values</i>	N-lannoitus (A) <i>N-fertilization (A)</i>	1,71ns		2,74ns	
	Niittoaika (B) <i>Harvesting (B)</i>	93,32***		195,86***	
	A × B	0,33ns		2,01ns	

kuin vuonna 1991. Myös kevätsato 1993 saatiin korjattua kuivempänä kuin edellisenä vuonna.

### *Puna-apila*

Korjuukertojen vaikutusta puna-apilan satomäärään tutkittiin vuonna 1991 ensimmäisen vuoden kasvustosta Jokioisissa ja vuonna 1992 vanhemmasta kasvustosta Satakunnan tutkimusasemalla. Vuonna 1991 puna-apilasta saatiin suurin kuiva-ai-

nesato, kun se niitettiin ensimmäisen kerran täyden kukinnan aikaan ja vielä toisen kerran syksyllä (Kuva 5, Taulukko 9). Kolmen niiton ohjelmaa ei voitu toteuttaa vuonna 1991, sillä kasvustojen kehitys oli hyvin hidasta kylmän alkukesän vuoksi. Siemenen tuleentuuessa kasvustot ränsistyivät ja menettivät painoaan. Jokioisten puna-apilakokeista tuhoutuivat seuraavana talvena kaikki kasvukaudella 1991 korjatut koejäsenet. Keväällä 1992

**Taulukko 9. Puna-apilan kuiva-ainesato ja ensimmäisen niiton kuiva-aineprosentti kasvukautena 1991 ja 1992 sekä keväällä 1992 ja 1993. Jokioinen, hietasavi ja Peipohja, hietasavi.**  
*Table 9. Dry matter yields, and dry matter percentages at first harvesting, for red clover harvested in growing seasons 1991 and 1992 and in following spring (1992 and 1993). Jokioinen, sandy clay and Peipohja, sandy clay.*

Niitto-ohjelma, 1. niitto <i>Harvest program, first cutting</i>	Niitto- kerrat <i>Number of cuttings</i>		1991 Jokioinen			1992 Peipohja		
	91	92	kg/ha	sl ratio	Ka. % Dm. %	kg/ha	sl ratio	Ka. % Dm. %
A kukinnan alku <i>beginning of flowering</i>	2	3	7500	100	23,0	4380	100	17,3
B täyskukinta <i>at full flowering</i>	2	2	8630	115	20,5	6550	150	17,0
C siemenaste <i>at seed ripening</i>	1	1	5960	79	27,1	3330	76	26,4
D kevätkorjuu <i>following spring</i>	1	1	2380	32	89,1	3260	74	71,9
F arvot 1991, 1992 <i>F values</i>			101,97***		1206,02***	36,63***		502,75***

**Taulukko 10. Vuohenherneen kuiva-ainesato ja ensimmäisen niiton kuiva-aineprosentti kasvukautena 1991 ja 1992 sekä keväällä 1992 ja 1993. Jokioinen, hietasavi ja Mouhijärvi, hietasavi.**  
*Table 10. Dry matter yields, and dry matter percentages at first harvesting, for goat's rue harvested in growing seasons 1991 and 1992 and in following spring (1992 and 1993). Jokioinen, sandy clay and Mouhijärvi, sandy clay.*

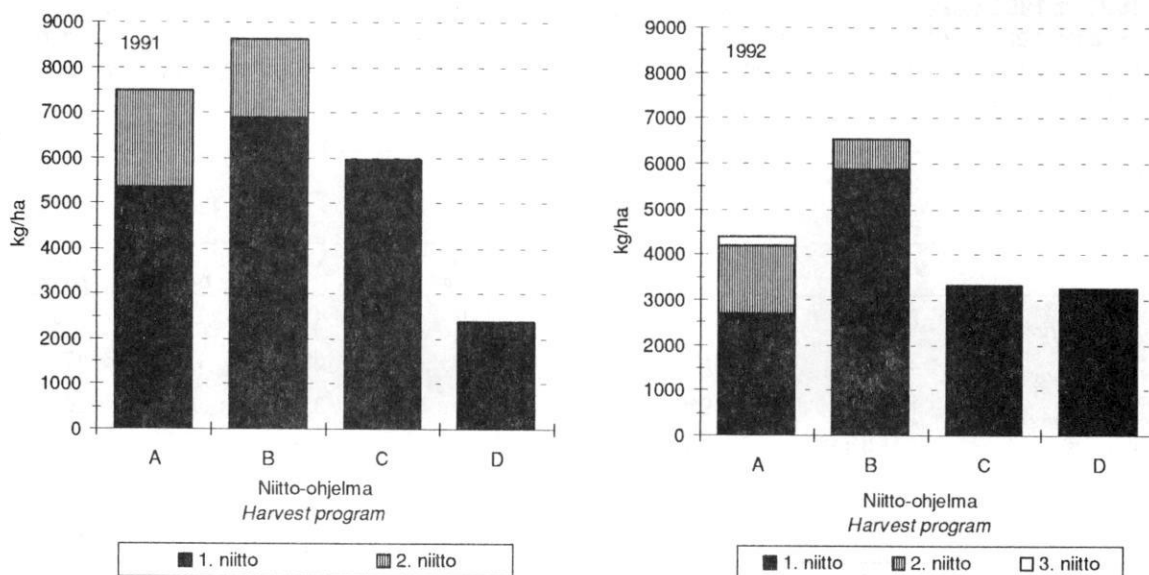
Niitto-ohjelma, 1. niitto <i>Harvest program, first cutting</i>	Niitto- kerrat <i>Number of cuttings</i>		1991 Jokioinen			1992 Mouhijärvi		
	91	92	kg/ha	sl ratio	Ka. % Dm. %	kg/ha	sl ratio	Ka. % Dm. %
A kukinnan alku <i>beginning of flowering</i>	2	3	7550	100	18,8	7800	100	25,2
B täyskukinta <i>at full flowering</i>	2	2	9820	130	24,7	8430	108	33,2
C siemenaste <i>at seed ripening</i>	1	1	7950	105	29,3	5320	68	28,3
D kevätkorjuu <i>following spring</i>	1	1	3030	40	90,1	2780	36	74,3
F arvot 1991, 1992 <i>F values</i>			151,71***		2053,26***	179,90***		150,76***

elossa oli ainoastaan koejäsen, joka korjattiin kevätkulun aikaan. Sen sato oli noin 40 % syyssadon määrästä. Uusi koe perustettiin Satakunnan tutkimusasemalle keväällä 1992. Sen tulokset olivat muuten samansuuntaiset kuin Jokioisten tulokset vuonna 1991, mutta kevätkorjuun sato toukokuussa 1993 oli lähes yhtä suuri kuin siemenvaiheen sato. Kolmen niiton ohjelma lienee puna-apilalle liian ankara (Taulukko 9).

Kuiva-ainepitoisuus kukinnan alkaessa oli jokseenkin sama kuin täyden kukinnan aikaan. Siementen kypsyessä kasvuston kuiva-ainepitoisuus oli 26–27 %. Keväällä 1992 kasvusto korjattiin Jokioisissa erittäin kuivana, sen vesipitoisuus oli vain 11 %. Vuoden 1993 kevätsadon kosteus oli 28 %.

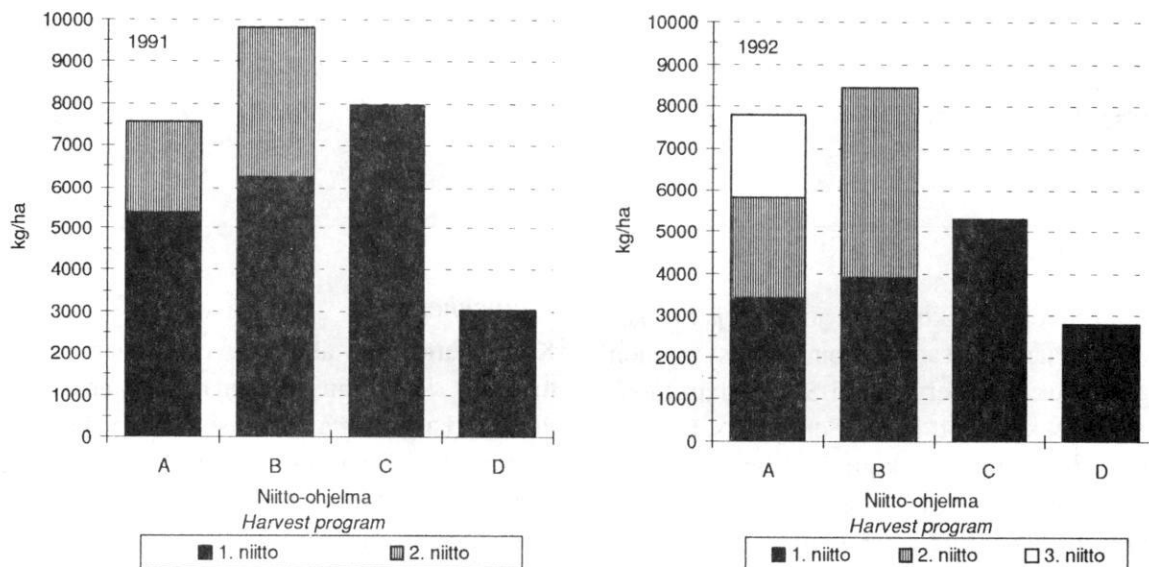
### *Vuohenherne*

Korjuukertojen vaikutusta vuohenherneen sato määrään tutkittiin vuonna 1991 ensimmäisen vuoden kasvustosta Jokioisissa ja vuonna 1992 vanhemmasta kasvustosta Sata-Hämeen tutkimusasemalla Mouhijärvellä. Vuonna 1991 vuohenherneestä saatiin suurin kuiva-ainesato, kun se niitettiin ensimmäisen kerran täyden kukinnan aikaan ja odelma korjattiin syksyllä (Kuva 6, Taulukko 10). Suunniteltua kolmen niiton ohjelmaa ei Jokioisissa vuonna 1991 voitu toteuttaa, sillä kasvusto kehittyi hitaasti. Siementen tuleentuuessa kasvusto ränsistyi ja menetti painoaan. Jokioisten vuohenhernekoekkeesta tuhoutuivat seuraavana talvena kaikki kasvukaudella 1991 korjatut koejäsenet. Keväällä 1992 elossa oli ainoastaan koejäsen, joka



**Kuva 5. Puna-apilan kuiva-ainesato eri niittoaikoina. Ensimmäinen korjuu niitto-ohjelmassa A = kukinnan alussa, B = täyden kukinnan aikaan, C = siemenvaiheessa, D = ylivuotinen kasvusto. Jokioinen 1991, hietasavi, Peipohja 1992, hietasavi.**

*Fig. 5. Dry matter yields of red clover harvested at different times. First harvesting: A = at beginning of flowering, B = at full flowering, C = at seed ripening, D = in following spring. Jokioinen 1991, sandy clay, Peipohja 1992, sandy clay.*



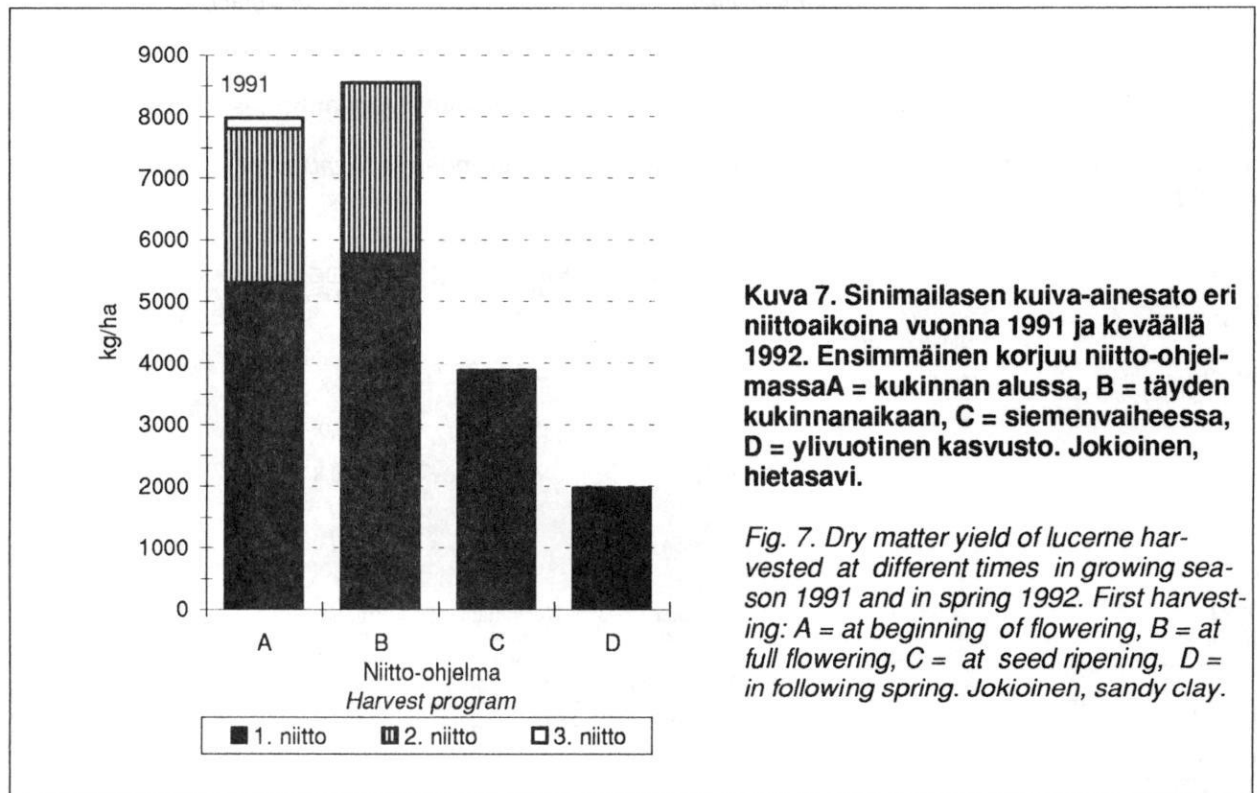
**Kuva 6. Vuohenherneen kuiva-ainesato eri niittoaikoina. Ensimmäinen korjuu niitto-ohjelmassa A = kukinnan alussa, B = täyden kukinnan aikaan, C = siemenvaiheessa, D = ylivuotinen kasvusto. Jokioinen, hietasavi ja Mouhijärvi, hietasavi.**

*Fig. 6. Dry matter yields of goat's rue harvested at different times. First harvesting: A = at beginning of flowering, B = at full flowering, C = at seed ripening, D = in following spring. Jokioinen, sandy clay and Mouhijärvi, sandy clay.*

**Taulukko 11. Sinimailasen kuiva-ainesato ja ensimmäisen niiton kuiva-aineprosentti kasvukautena 1991 ja talvehtineen kasvuston sato keväällä 1992. Jokioinen, hietasavi.**

Table 11. Dry matter yields, and dry matter percentages at first harvesting, for lucerne harvested in growing season 1991 and in following spring 1992. Jokioinen, sandy clay.

Niitto-ohjelma, 1. niitto Harvest program, first cutting	Niitto- kerrat Number of cuttings	kg/ha	sl ratio	Ka. % Dm. %
A kukinnan alku beginning of flowering	3	7980	100	25,4
B täyskukinta at full flowering	2	8550	107	25,5
C siemenaste at seed ripening	1	3880	49	30,3
D kevätkorjuu following spring	1	1970	25	90,1
F arvot F values		264,46***		2612,03***



korjattiin kevätkulun aikaan. Sen sato oli noin 40 % syysadon määrästä. Vuonna 1992 Sata-Hämeen tutkimusasemalle Mouhijärvelle perustetun uuden kokeen tulokset olivat samansuuntaiset kuin Jokioisten tulokset vuonna 1991. Kolmen niiton ohjelma lienee vuohenherneenkin kannalta liian ankara.

### Sinimailanen

Korjuukertojen vaikutusta vuohenherneen sato määrään tutkittiin vuonna 1991 ensimmäisen vuo-

den kasvustosta Jokioisissa. Sinimailasesta saatiin suurin sato, kun se niitettiin kaksi kertaa kasvukaudessa (Kuva 7, Taulukko 11). Kahden ja kolmen niiton ohjelmien kokonaissadot eivät eronneet tilastollisesti toisistaan. Siemenvaiheen sato oli alle puolet edellä mainituista. Talven jälkeen elossa oli vain keväällä korjattava koejäsen, josta saatiin satoa noin 2 t/ha. Sadon kuiva-ainepitoisuus oli yli 90 %.

**Taulukko 12. Ohran kuiva-ainesato ja kuiva-aineprosentti 1991 ja 1992. Tähkimisen alussa ja maitotuleentumisvaiheessa korjatut sadot sisälsivät myös kehittyvät jyvät. Jokioinen, hietasavi.**

*Table 12. Dry matter yields and dry matter percentages for barley in 1991 and 1992. Harvestings done at ear emergence and at milk ripening stage include the developing kernels. Jokioinen, sandy clay.*

Korjuuaika Harvesting	1991			1992		
	kg/ha	sl ratio	Ka. % Dm. %	kg/ha	sl ratio	Ka. % Dm. %
A tähkimisen alku at ear emergence	2630	100	21,3	1940	100	26,5
B maitotuleentuminen milk ripening stage	4520	172	31,0	4370	225	39,1
C tuleentuminen (oljet) at ripening (straw)	2830	108	79,1	1820	94	59,1
C tuleentuminen (oljet+jyvät) at ripening (straw and grain)	6310	240	79,1	4390	226	65,1
F arvot 1991, 1992 F values	30,68** (oljet) (straw)		785,03***	94,00*** (oljet) (straw)		76,03***
	75,28*** (oljet+jyvät) (straw and grain)			194,97*** (oljet+jyvät) (straw and grain)		

**Taulukko 13. Kasvuston korkeus (cm) eri kehitysvaiheissa. Heinien typpilannoitus 100 kg/ha (100N) ja 200 kg/ha (200N).**

*Table 13. Stand height (cm) at different development stages. Nitrogen fertilization for grasses: 100 kg/ha (100N) and 200 kg/ha (200N).*

1991 Kehitysvaihe Development stage	Ruokohelpi Reed canary grass		Vuohenherne Goat's rue		Puna-apila Red clover		Sinimailainen Lucerne			
	100N	200N								
b1 20 % röyhyllä at 20 % heading	40,4	44,4	82,5		76,5		73,8			
b2 kukinta at flowering	77,2	85,8	94,5		90,5		86,0			
b3 siemenaste at seed ripening	91,8	98,8	112,3		97,5		110,8			
b4 kevätkorjuu 92 in following spring	..	..	..		..		..			
1992 Kehitysvaihe Development stage	Ruokohelpi Reed canary grass		Ruokonata Tall fescue		Nurminata Meadow fescue		Vuohen- herne Goat's rue		Puna- apila Red clover	
	100N	200N	100N	200N	100N	200N				
b1 20 % röyhyllä at 20 % heading	43,3	46,3	55,5	58,5	45,0	42,3	85,3		53,3	
b2 kukinta at flowering	77,8	78,8	106,3	104,3	81,0	82,3	96,3		78,3	
b3 siemenaste at seed ripening	73,5	91,8	112,3	112,3	82,3	83,3	89,8		93,8	
b4 kevätkorjuu 93 in following spring	13,2	14,5	17,8	11,8	6,7	6,3	10,0		5,0	
Ohra Barley										
Kehitysvaihe Development stage	1991		1992							
A tähkimisen alku at ear emergence	81,3		51,0							
B maitotuleentuminen at milk ripening stage	86,3		54,8							
C tuleentunut kasvusto at ripening stage	86,0		52,8							



**Taulukko 14. Ruokohelpilajikkeiden kuiva-ainesato Jokioisissa (hietasavi), Tohmajärvellä (karkea hietä) ja Ylistarossa (multamaa) vuonna 1992. Kokeet perustettu 1991.**

*Table 14. Dry matter yields in variety trials for reed canary grass in Jokioinen (sandy clay), Tohmajärvi (sandy soil) and Ylistaro (humus soil) in 1992. Trials were sown in 1991.*

Lajike Variety	Jokioinen		Tohmajävi		Ylistaro	
	kg/ha	sl ratio	kg/ha	sl ratio	kg/ha	sl ratio
1. Venture	1940	100	6400	100	13270	100
2. Palaton	870	45	5020	78		
3. Vantage	1460	75	6520	102		
4. Rival	1420	73	6210	97	12730	96
5. Jo 0510	1960	101	6720	105	14140	107
6. Motterwitzer	2450	126	6570	103	13850	104
7. Barphal 050	2190	113	6800	106		
F arvot F values	6,18**		2,58ns		1,21ns	
PME 0,05	1010 kg		—		—	
LSD						

### *Ohra*

Ohrakasvuston biomassan tuottoa tutkittiin kolmena korjuuaikana Jokioisissa vuosina 1991 ja 1992. Kasvusto niitettiin ensimmäisen kerran tähkimisen alussa. Koejäsenestä A (viljan tullessa tähkälle) ja koejäsenestä B (viljan maitotuleentumisvaiheessa) korjattiin koko maanpäällinen biomassa. Koejäsen C puitiin, jonka jälkeen oljet ja jyvät punnittiin erikseen. Kokonaiskuiva-ainesato oli suurin jyvien kypsyttyä (Taulukko 12). Tuleentuneen kasvuston olkisato oli jokseenkin samansuuruinen kuin koko kasvuston kuivapaino tähkimisen alussa, joten biomassan kuiva-painon lisääntyminen tähkimisen alun jälkeen oli jyvien osuutta. Ohran olkisato oli 41–45 % koko maanpäällisen biomassan painosta. Vuosi 1992 oli ohran kehityksen kannalta epäedullinen, sillä kuivuus verotti sekä olki- että jyväsatoa.

Kaikista tutkimuksista tehtiin ennen korjuuta kasvuston korkeusmittaukset, joiden tulokset on esitetty taulukossa 13. Typpilannoituksen lisääminen lisäsi vain ruokohelpin pituuskasvua. Natakasvustoissa ei havaittu samaa vaikutusta. Keväällä yli-vuotiset kasvustot olivat laossa. Lakoutunut kasvusto oli maasta koholla vain 5–18 cm (Taulukko 13).

### *4.1.2 Lajikkeiden satoisuusvertailu*

#### *Ruokohelpi*

Ruokohelpin lajikkeiden vertailusta on tuloksia kolmesta ensimmäisen satovuoden kokeesta vuodelta 1992 (Taulukko 14). Kasvustot korjattiin elokuussa, jolloin niissä oli vasta muutamia tähkiä. Koepaikkojen sadot olivat hyvin erisuuria. Suurimmat sadot saatiin Ylistaron kokeesta, joka sijaitsi multamaalla eikä kärsinyt kuivuudesta. Tohmajärven hietamaan kokeen sadot olivat vain puolet Ylistaron sadoista. Jokioisten savimaalla sadot jäivät pieniksi kuivuuden takia ja vaihtelu oli suurta.

#### *Ruokonata*

Ruokonadan sadot jäivät Ylistarossa pienemmiksi kuin ruokohelpin sadot (Taulukko 15) ensimmäisenä satovuonna 1992. Suurimmat kuiva-ainesadot saatiin Hja 2170 -linjasta. Tohmajärven kokeessa Hja 86208 ja Hokuryo eivät poikenneet siitä tilastollisesti merkitsevästi. Tohmajärvellä Kasba ja 013 eivät talvehtineet ja Dovey ja Yamanami harvenivat. Jokioisten kokeesta ei korjattu satoa, sillä kasvit olivat kuivuuden heikentämiä.

**Taulukko 15. Ruokonatalajikkeiden kuiva-ainesato Tohmajärvellä (karkea hieta) ja Ylistarossa (multamaa) vuonna 1992. Kokeet perustettu 1991.**

*Table 15. Dry matter yields in variety trials for tall fescue in Tohmajärvi (sandy soil) and Ylistaro (humus soil) in 1992. Trials were sown in 1991.*

Lajike Variety	Tohmajävi		Ylistaro	
	kg/ha	sl ratio	kg/ha	sl ratio
1. Hja 2170	7170	100	11680	100
2. Hja 86202	4530	63	10400	89
3. Hja 86208	6460	90	9160	78
4. Dovey	2610	36		
5. Hokuryo	7140	100		
6. Yamanami	2920	41		
7. 013	–	–	7110	61
8. Kasba	–	–		
F arvot F values	32,31***		30,27***	
PME 0,05	1796 kg		972 kg	
LSD				

**Taulukko 16. Nurminadan lajikekokeen kuiva-ainesadot vuosina 1991 ja 1992. Jokioinen, hietasavi. Koe perustettu 1988.**

*Table 16. Dry matter yields in variety trials for meadow fescue in 1991 and 1992. Jokioinen, sandy clay. Trial was sown in 1988.*

Lajike Variety	1991 3 niittoa 3 cuttings		1992 3 niittoa 3 cuttings		1992 1 niitto 1 cutting	
	kg/ha	sl ratio	kg/ha	sl ratio	kg/ha	sl ratio
1. Boris	11290	100	4070	100	5860	100
2. Kalevi	11460	102	4220	104	5570	95
3. Salten	12040	107	4590	113	5800	99
4. Benfesta	11750	104	4620	113	5230	89
5. Kasper	11650	103	4260	105	5480	94
6. Jo 0800	11530	102	3970	98	5710	97
7. Paulita	11630	103	5100	125	3780	65
8. FLP 2/82	12900	114	5580	137	5150	88
9. Arno	11670	103	–	–	4590	78
F arvot F values	4,66**		7,55***		5,19***	
PME 0,05	1052 kg		952 kg		1410 kg	
LSD						

**Nurminata**

Nurminadan yleisimmin viljeltyjen lajikkeiden satoisuutta on tutkittu virallisissa lajikekokeissa, joiden tuloksista julkaistaan vuosittain yhteenvetoja (MUSTONEN et al. 1993). Oheiset nurminadan lajikkeiden satotulokset (Taulukko 16) on saatu

vuonna 1988 perustetusta, rehuviljelyyn tarkoitettujen lajikkeiden virallisesta kokeesta, josta korjattiin vuosina 1991 ja 1992 kolme säilörehusatoa ja lisäksi vuonna 1992 osasta koetta yksi sato siemenen tuleentumisvaiheessa. Vuoden 1992 laatu-analyysit tehtiin viimemainituista näytteistä.

**Taulukko 17. Puna-apilan lajikekokeiden kuiva-ainesadot vuosina 1991 ja 1992. Korjattu kukinnan alussa. Jokioinen, hietasavi. Kokeet perustettu vuosina 1990 ja 1991.**

*Table 17. Dry matter yields in variety trials for red clover in 1991 and 1992. Harvesting at the beginning of flowering. Jokioinen, sandy clay. Trials were sown in 1990 and 1991.*

Lajike Variety	1991		1992	
	kg/ha	sl ratio	kg/ha	sl ratio
1. Venla	5040	100	6060	100
2. Bjursele	5640	112	4070	67
3. Jesper	6060	120		
4. Sv Å 0379	5780	115		
5. Björn	5910	117	4630	76
6. Tapa	5670	113	5590	92
7. Jo 0893			4450	73
8. Jo 0896			4610	76
F arvot 1991, 1992 F values	6,31**		5,47**	
PME 0,05	643 kg		1492 kg	
LSD				

Typpilannoitus kolmen niiton ohjelmassa oli 240 kg/ha ja kerran niitettäessä 100 kg/ha kasvukauden aikana. Kolmen niiton yhteissato oli varsin korkea vuonna 1991. Vuonna 1992 sadot jäivät pieniksi, sillä kuivuus heikensi nurmen kasvua ja erityisesti jälkikasvua niiton jälkeen. Niitettäessä kolme kertaa kasvukaudessa saatiin vähemmän satoa kuin niitettäessä vain kerran siemenvaiheessa. Niittojen lukumäärä vaikutti myös lajikkeiden paremmuusjärjestykseen. FLP 2/82 ja Paulita olivat satoisimpia kolmen niiton ohjelmassa, mutta niitettäessä kasvusto vain kerran Paulitan sato oli merkitsevästi muita pienempi.

### *Puna-apila*

Puna-apilan lajikkeiden vuoden 1991 satotulokset olivat peräisin vuonna 1990 perustetusta rehuapilakokeesta ja vuoden 1992 tulokset vuonna 1991 perustetusta kokeesta (Taulukko 17). Kokeet korjattiin Jokioisissa kukinnan alussa. Vuonna 1991 Jesper ja Björn antoivat suurimmat sadot. Venlan sato oli niitä merkitsevästi pienempi. Vuonna 1992 kuivuudesta selvisivät parhaiten Venla ja Tapa. Niiden sato oli merkitsevästi suurempi kuin Bjurseselen. Virallisissa lajikekokossa tetraploidinen Tapa-lajike on tuottanut suurimman rehusadon 2–3 niiton ohjelmassa (MUSTONEN et al. 1993).

## 4.2 Kivennäis- ja raakakuitupitoisuudet

### 4.2.1 Vuoden 1990 kasvinäytteet

Vuonna 1990 koottujen kasvinäytteiden kivennäis-, raakakuitu- ja sokeripitoisuuksia on esitetty taulukossa 18. Kaikkien tutkittujen kasvien kivennäispitoisuudet, mangaania lukuun ottamatta, olivat koivun pitoisuuksia suurempia. Suurimmat tuhkapitoisuudet määritettiin nokkosesta, sinimailasesta ja ruokohelpin odelmasta sekä korjattaessa kasveja varhaisessa kehitysvaiheessa. Tuhkapitoisuudet olivat pienimmät hampun ja pellavan varsissa. Myös timoteissa ja ylivuotisessa järviruo'ossa oli pieni tuhkapitoisuus. Heinäkasvit sisälsivät enemmän piitä kuin kaksisirkkaiset kasvit. Raakakuitupitoisuus oli suurin pellavan, hampun ja tuleentuneiden öljykasvien varsissa.

### 4.2.2 Korjuuaika- ja lannoitustutkimus

Heinien, palkokasvien ja ohran kivennäispitoisuuksia tutkittiin kolmessa eri kehitysvaiheessa kasvukauden aikana. Heinistä ja palkokasveista määritykset tehtiin lisäksi ylivuotisena korjatusta kuloheinästä. Kasvien kivennäiskoostumus muuttui kasvukauden mittaan ja useimmissa tapauksissa ylivuotisen kasvuston arvot poikkesivat huomattavasti kasvukauden arvoista. Heinien ja palkokasvi-

**Taulukko 18. Vuoden 1990 näytteiden kivennäis- ja raakakuitupitoisuudet.**

*Table 18. Mineral and crude fibre concentrations and amount of soluble sugars in dry matter in samples taken in 1990.*

Kasvilaji, korjuu	Tuhka	SiO <sub>2</sub>	Fe	Mn	Cu	N	Raaka- kuitu	Sokeri
<i>Species, harvesting</i>	<i>Ash %</i>	<i>%</i>	<i>mg/kg</i>	<i>mg/kg</i>	<i>mg/kg</i>	<i>%</i>	<i>Raw- fibre %</i>	<i>Sugar %</i>
Ruokohelpi sä <i>Reed canary grass</i>	8,76	2,63	56,7	24,0	7,05	1,73	33,43	9,8
2. niitto 2.8. <i>2nd cut</i>	10,00	4,38	63,7	41,6	7,45	1,68	36,90	
myöh. 17.9.	8,51	5,61	83,1	50,2	5,40	0,93	33,80	
Ruokonata sä <i>Tall fescue</i>	9,54	2,42	101,5	61,9	5,50	2,47	27,85	12,5
siemen	7,41	2,25	72,8	53,8	3,54	0,90	36,80	
Nurminata sä <i>Meadow fescue</i>	6,68	1,35	125,9	36,1	5,00	1,37	33,60	
kk	7,62	1,52	100,3	42,4	5,03	1,28	36,58	12,4
siemen	6,99	2,04	78,8	52,3	4,11	0,97	40,00	
Timotei sä <i>Timothy</i>	6,60	1,69	200,7	56,0	6,06	1,77	28,40	
kk	5,09	0,876	53,6	38,0	4,42	1,10	33,71	15,6
siemen	4,17	1,60	130,7	57,3	3,46	0,73	30,10	
Rukiin olki <i>Rye straw</i>	5,31	3,61	131,3	18,8	3,26	0,52	49,02	1,7
Kauran olki <i>Oat straw</i>	9,10	3,68	159,0	46,2	4,95	0,96	38,44	8,3
Vuohenherne kk <i>Goat's rue</i>	8,94	0,186	98,7	21,4	10,60	2,87	36,29	7,2
2. niitto <i>2nd cut</i>	6,43	0,33	86,7	15,6	8,11	2,11	41,80	
siemen	6,93	0,27	109,0	17,6	7,95	1,96	41,20	
Puna-apila kk <i>Red clover</i>	8,24	0,166	90,3	25,3	8,65	2,43	27,76	13,3
siemen	6,22	0,31	91,2	24,0	7,64	1,83	40,60	
Sinimailanen sä <i>Lucerne</i>	9,26	0,72	120,0	10,9	8,93	3,07	27,70	
kk	10,33	0,181	125,8	15,8	6,76	2,45	30,92	7,2
siemen	6,83	0,38	118,5	16,9	7,04	1,89	43,80	
Öljypellava <i>Oilflax</i>	3,93	0,028	54,6	87,3	6,09	0,99	57,22	3,2
Kuituhamppu <i>Fibre hemp</i>	3,75	0,188	87,3	11,2	4,05	0,56	61,35	3,5
Nokkonen kk <i>Nettle</i>	12,13	0,779	100,7	102,7	6,92	2,70	33,84	7,8
Rypsi, varret <i>Turnip rape straw</i>	6,10	0,143	74,5	14,0	3,27	0,96	56,47	1,7
Rapsi, varret <i>Rape straw</i>	6,82	0,355	351,2	25,8	3,66	0,83	51,06	3,2
Järviuoko, kk <i>Reed</i>	7,79	3,30	51,3	13,4	3,58	1,06	43,4	
ylivuotinen	4,17	3,82	72,7	13,4	2,78	0,31	45,9	
Koivu <i>Birch</i>	0,2-0,3	0,03	21	76	1,5	0,1	..	..

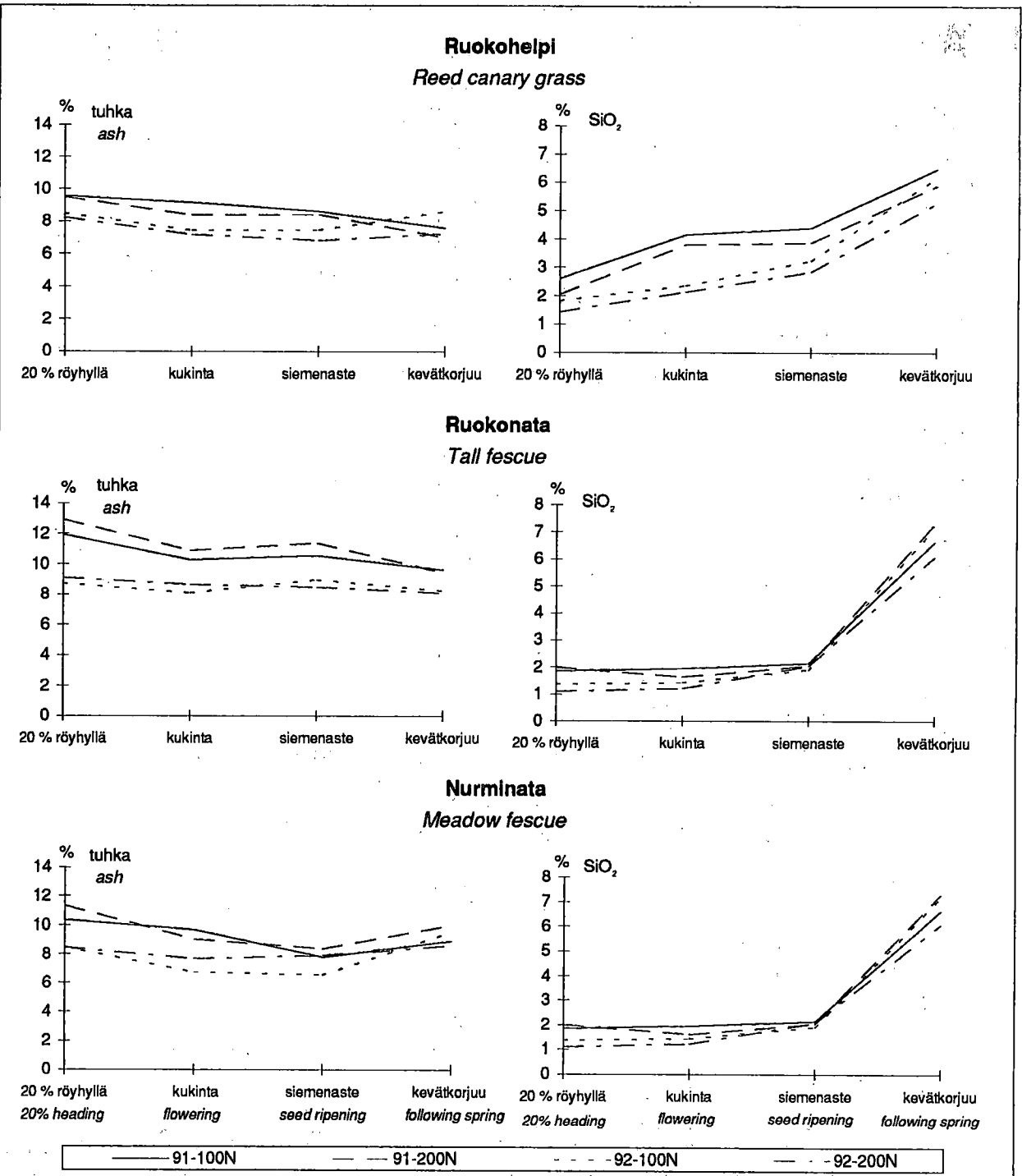
sä = säilörehuvaihe, heinät röyhyllä 10–20 %, palkokasvien kukinta alussa, kk = täyskukinta, siemen = sato korjattu siementen kypsyttyä syyskesällä.

sä = silage stage (grasses at 10–20 % heading, leguminous species at start of flowering), kk = full flowering, siemen = at seed ripening stage, ylivuotinen = dead plants harvested in following spring.

en kivennäisten suhteet ja niiden muutokset olivat erilaisia, joten niitä käsitellään seuraavassa omina ryhminään. Kuvissa 8–11 on esitetty tulokset heinien tuhka-, piidioksidi-, rauta-, mangaani-, kupari-, typpi-, kalium- ja raakakuitumäärittämisistä ja kuvissa 12 ja 13 palkokasvien vastaavat tulokset. Liitteessä 1 on kivennäistulokset esitetty taulukkomuodossa tilastollisine käsittelyineen.

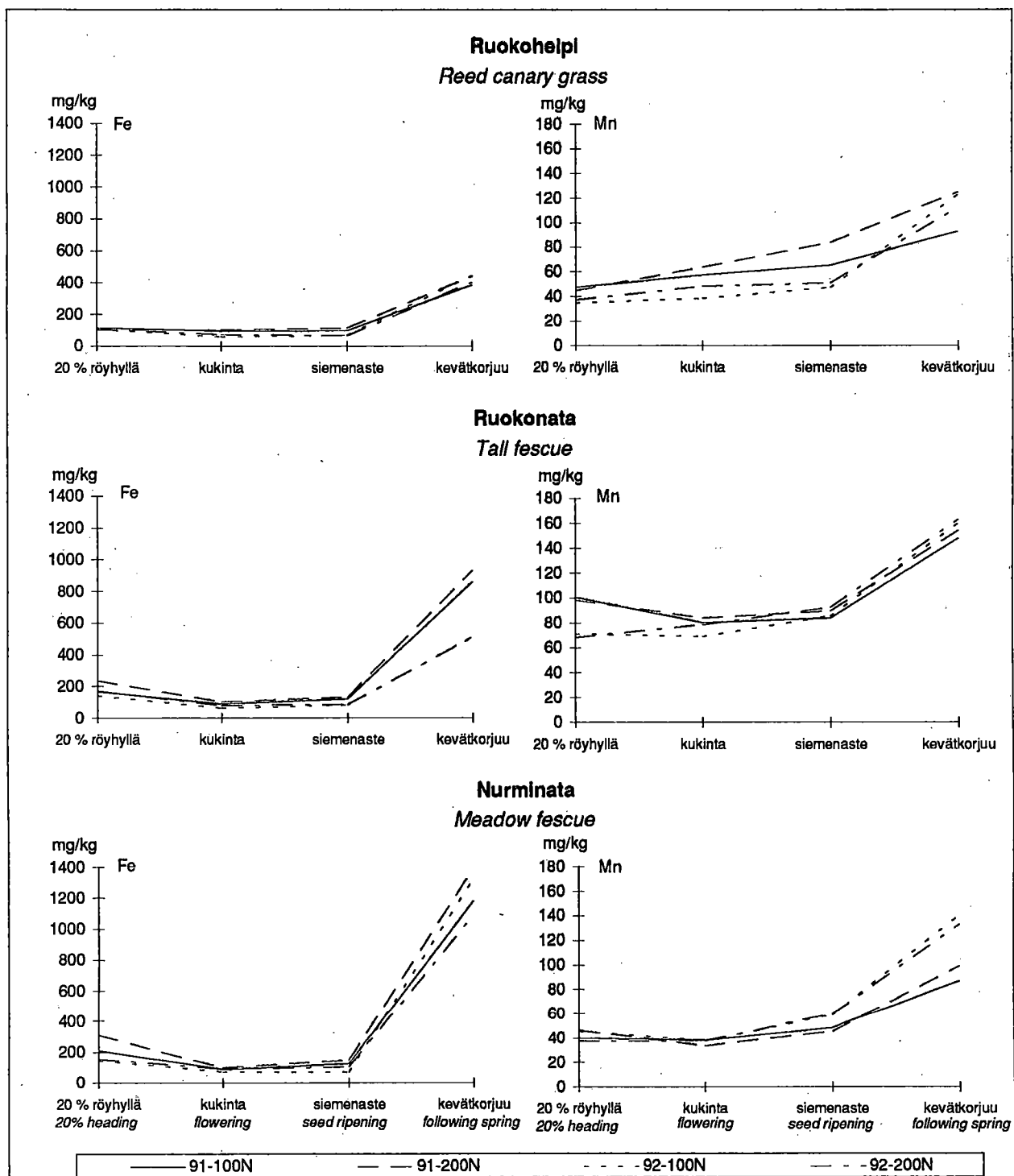
### Heinät

Kasvukauden aikana kaikkien heinälajien tuhkapitoisuus pieneni (Kuva 8). Ruokonadan tuhkapitoisuus oli pienin talvehtineessa kasvustossa, samoin ruokohelpin tuhkapitoisuus ensimmäisen satovuoden jälkeisenä keväänä. Nurminadan kevätsadossa ja ruokohelpin toisen vuoden kevätsadossa (kevällä 1993) oli tuhkapitoisuus alkanut kasvaa.



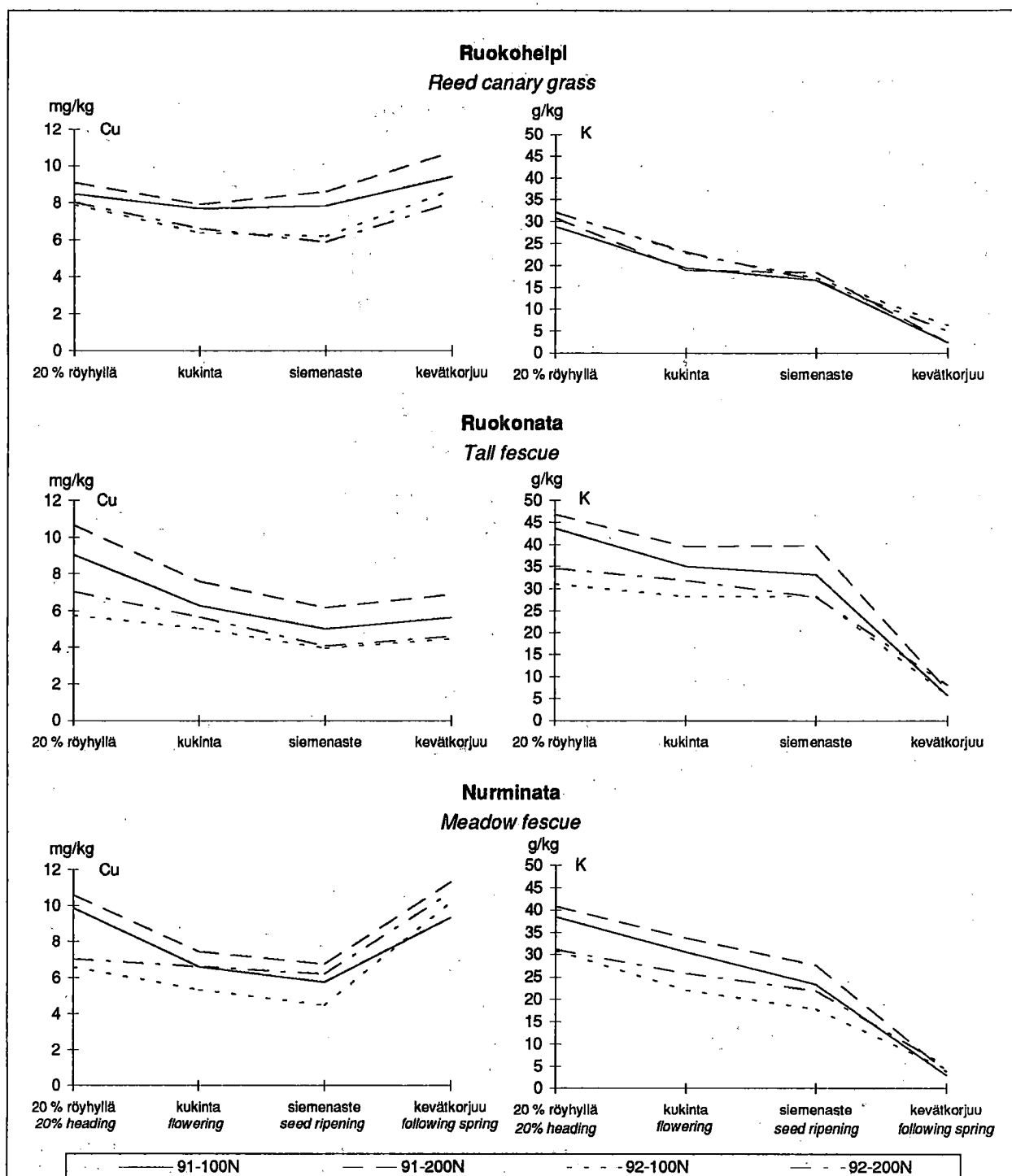
**Kuva 8.** Ruokohelpin, ruokonadan ja nurminadan tuhka- ja piidioksidipitoisuus eri kehitysvaiheissa vuosina 1991 ja 1992 ja kevätsadossa 1992 ja 1993. Typpilannoitus 100 ja 200 kg/ha.

**Fig. 8.** Ash and silica content in reed canary grass, tall fescue and meadow fescue at different development stages in 1991 and 1992 and in following spring (1992 and 1993). Nitrogen 100 and 200 kg/ha.



Kuva 9. Ruokohelpin, ruokonadan ja nurminadan rauta- ja mangaanipitoisuus eri kehitysvaiheissa vuosina 1991 ja 1992 ja kevätsadossa 1992 ja 1993. Typpilannoitus 100 ja 200 kg/ha.

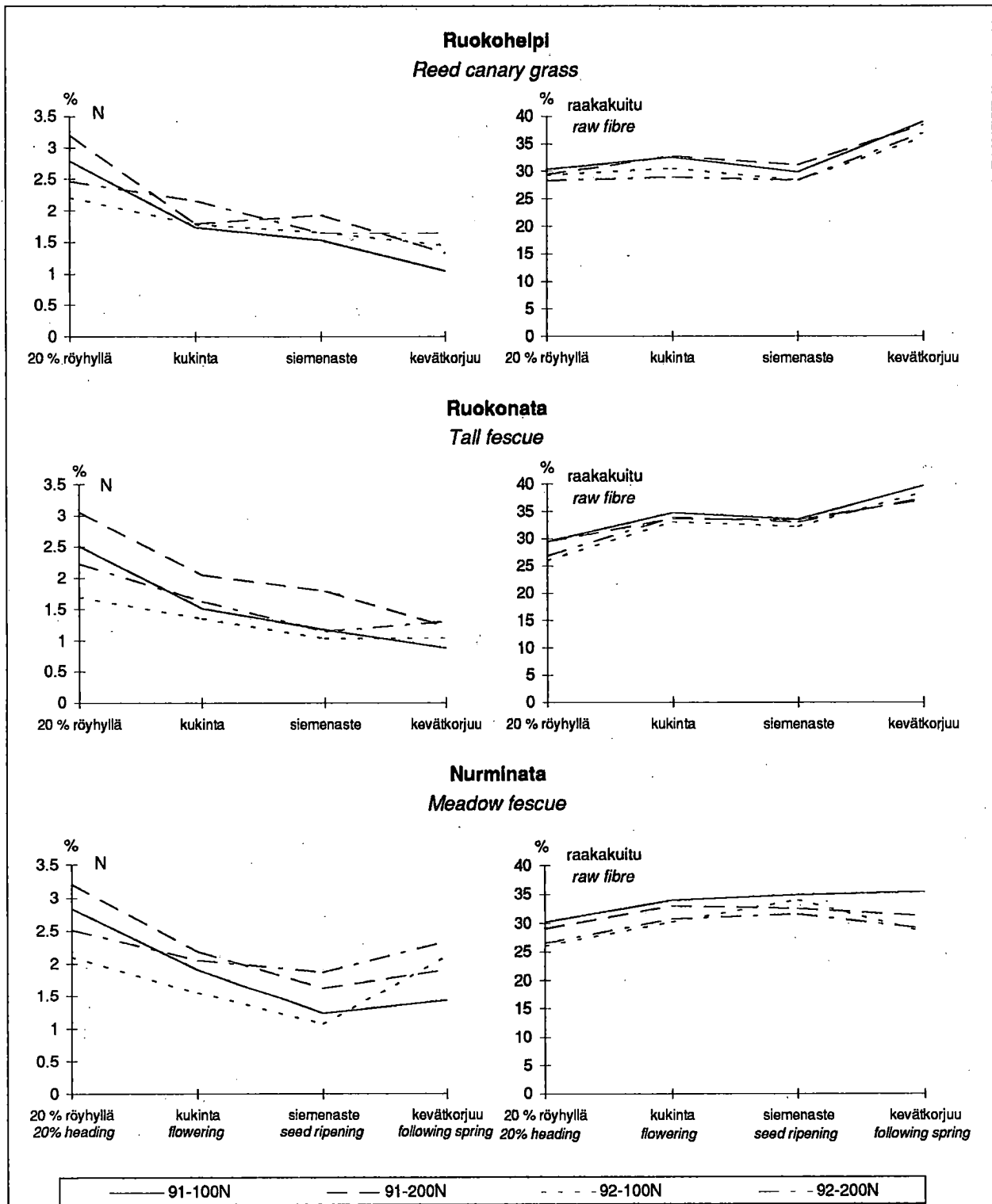
Fig. 9. Iron and manganese content in reed canary grass, tall fescue and meadow fescue at different development stages in 1991 and 1992 and in following spring (1992 and 1993). Nitrogen 100 and 200 kg/ha.



**Kuva 10.** Ruokohepin, ruokonadan ja nurminadan kupari- ja kaliumpitoisuus eri kehitysvaiheissa vuosina 1991 ja 1992 ja kevätsadossa 1992 ja 1993. Typpilannoitus 100 ja 200 kg/ha.

*Fig. 10.* Copper and potassium content in reed canary grass, tall fescue and meadow fescue at different development stages in 1991 and 1992 and in following spring (1992 and 1993). Nitrogen 100 and 200 kg/ha.





**Kuva 11. Ruukohelpin, ruukonadan ja nurminadan typpi- ja raakakuitupitoisuus eri kehitysvaiheissa vuosina 1991 ja 1992 ja kevätsadossa 1992 ja 1993. Typpilannoitus 100 ja 200 kg/ha.**

*Fig. 11. Nitrogen and raw fibre content in reed canary grass, tall fescue and meadow fescue at different development stages in 1991 and 1992 and in following spring (1992 and 1993). Nitrogen 100 and 200 kg/ha.*

Ruokohelpin piidioksidina ilmaistu piipitoisuus lisääntyi kasvuston vanhetessa ja oli suurin kevät-sadossa (Kuva 8). Natojen piipitoisuus oli kasvukauden aikana pienempi kuin ruokohelpin. Kevätsadon pitoisuudet olivat ruokohelpin tapaan suuria. Kaliumin ja typen pitoisuudet (Kuva 10 ja 11) vähenivät kasvukauden aikana ja edelleen keväeseen mennessä merkitsevästi. Kaliumin pitoisuus oli kevät-sadossa vain noin kymmenesosa säilörehuasteella korjattujen kasvien pitoisuuksista. Myös raudan ja kuparin pitoisuus (Kuva 9 ja 10) väheni kasvukauden aikana, mutta alkoi uudelleen kasvaa syksyä kohti ja oli korkeimmillaan kevät-sadossa, jolloin erityisesti rautapitoisuudet olivat suuria. Mangaanipitoisuus kasvoi kasvukauden aikana ja oli suurin ylivuotisessa kasvustossa (Kuva 9). Raakakuitupitoisuus oli kevät-sadossa suurimmillaan.

Typpilannoituksen lisääminen 100 kilosta 200 kiloon hehtaaria kohti pienensi ruokohelpin tuhkapitoisuutta merkitsevästi. Vaikutus natojen tuhkapitoisuuksiin ei ollut yhtä selvä. Typpilannoituksen lisääminen pienensi merkitsevästi kaikkien heinälajien piipitoisuutta. Rauta-, mangaani-, kupari-, kalium- ja typpipitoisuudet olivat kauttaaltaan hiukan suurempia, kun typpilannoitusta lisättiin. Ero oli useimmiten merkitsevä rautaa lukuun ottamatta.

### *Palkokasvit*

Palkokasvien kuiva-ainesadon tuhkapitoisuus pieneni kasvukauden aikana huomattavasti enemmän kuin heinien ja oli kevätkorjuussa vain noin kolmasosa alkukesän pitoisuuksista (Kuva 12). Piipitoisuudet olivat suurimmat kevätkorjuun aikaan, mutta suurimmillaankin vain kymmenesosa heinien pitoisuuksista. Rautapitoisuudet olivat pienimmät kukinnan aikaan kuten heinilläkin ja varsin suuria kevätniitossa. Palkokasvien mangaanipitoisuudet olivat pienempiä kuin heinien. Pienimpiä ne olivat kukinnan aikaan ja suurimpia kevätniitossa. Puna-apilan kuparipitoisuus (Kuva 13) vaihteli eri korjuuaikoina samansuuntaisesti kuin heinien, mutta vuohenherneen ja sinimailasen pitoisuudet pienenevät kasvuston vanhetessa. Kaliumpitoisuus oli pienempi kuin heinien. Se pieneni kasvuston vanhetessa ollen kevätkorjuussa enää 1–2 g/kg. Vuohenherneen ja puna-apilan ylivuotisena kasvus-

ton raakakuitupitoisuus oli yli 50 %, siis huomattavasti suurempi kuin heinien. Ylivuotisena sinimailaskasvuston tuhka-, pii-, mangaani- ja kuitupitoisuudet olivat suhteellisesti pienemmät kuin vuohenherneen ja puna-apilan.

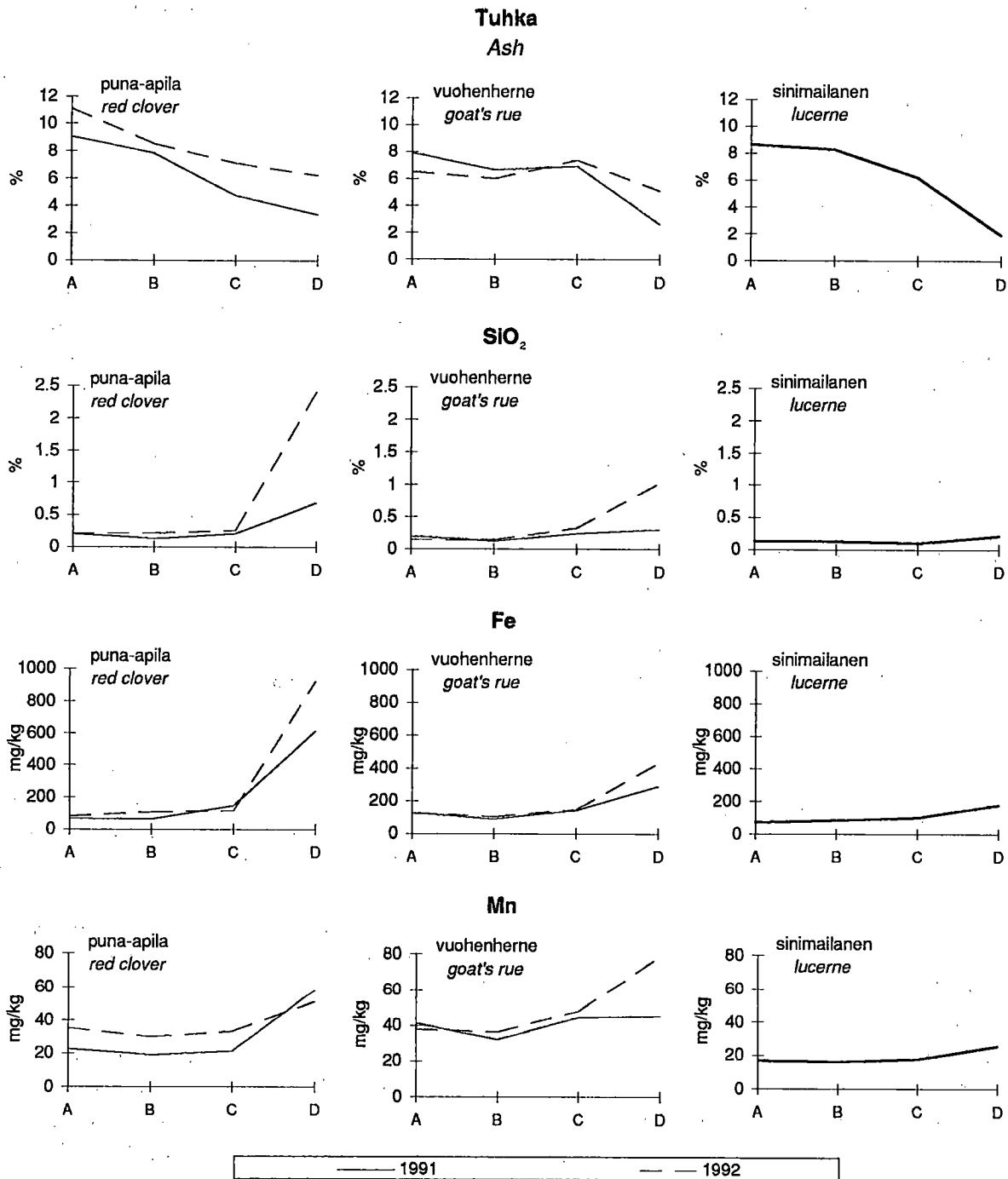
### *Ohra*

Ohran kivennäisanalyysit tehtiin koko kasvusta tähkimisen alkaessa ja maitotuleentumisasteella, täystuleentuneena analyysit tehtiin vain oljesta. Korjuuaika vaikutti merkitsevästi kaikkiin kivennäistuloksiin. Kivennäispitoisuuksissa, rautaa lukuun ottamatta, vuosien välillä oli merkitsevä ero. Rauta-, mangaani-, kupari-, kalium- ja typpipitoisuus oli suurimmillaan tähkimisen alussa. Tuhkapitoisuus lisääntyi syksyä kohti, kuten myös pii- ja raakakuitupitoisuus (Taulukko 19).

### *4.2.3 Lajiketutkimus*

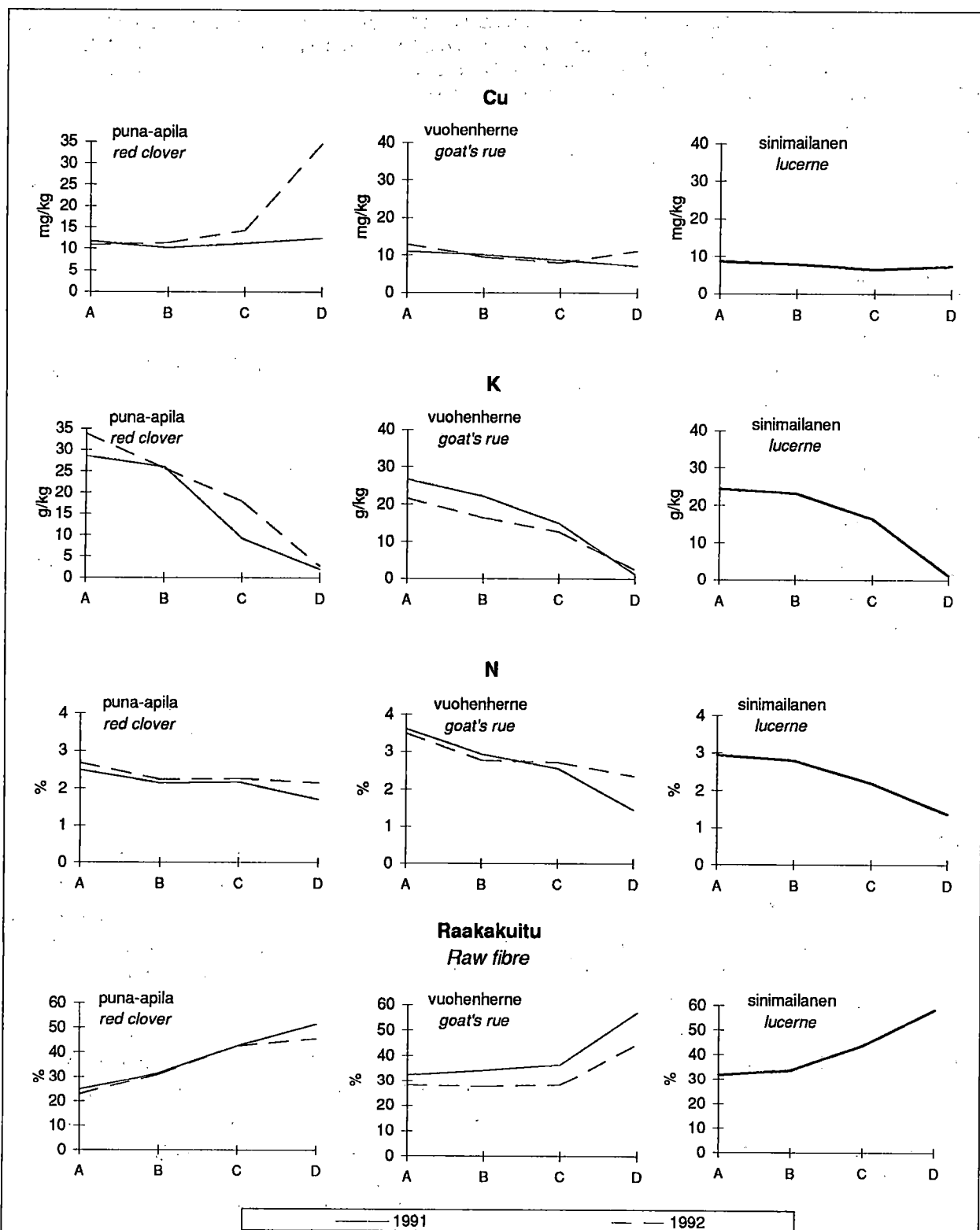
Vuonna 1991 heinien lajiketutkimusten kivennäismääritykset tehtiin säilörehuvaiheessa kasvien tullessa röyhylle. Vuonna 1992 heinien lajikekokeet korjattiin elokuussa ruokonadan ja nurminadan ollessa siemenvaiheessa ja ruokohelpin ensimmäisen satovuoden kasvustojen ollessa täydessä mitassa, mutta ilman röyhyjä. Heinälajikkeiden kivennäispitoisuuksien erot olivat yleisesti ottaen vähäiset (Kuvat 14–16).

Vain Jokioisten kokeessa ruokohelpilajikkeiden kivennäispitoisuudet erosivat merkitsevästi. Ruokonatalajikkeiden kivennäispitoisuuksissa oli enemmän tilastollisesti merkitseviä eroja, mutta kivennäiskoostumukseltaan sopivinta lajiketta ei näiden tulosten avulla voitu nimetä. Nurminadan lajikekokeet korjattiin vuonna 1991 säilörehuvaiheessa kasvin tullessa röyhylle ja vuonna 1992 siemenvaiheessa, joten tuloksia ei voi verrata toisiinsa vuosittain (Kuva 16). Ruokohelpin ja ruokonadan kivennäis- ja raakakuitupitoisuudet vaihtelivat suuresti koepaikoittain. Suurimmat kivennäispitoisuudet ja pienimmät raakakuitupitoisuudet saatiin Jokioisten kokeesta.



**Kuva 12.** Palkokasvien tuhka-, piidioksidi-, rauta- ja mangaanipitoisuus vuosina 1991 ja 1992 ja kevätsadossa 1992 ja 1993. A = kukinnan alussa, B = täyden kukinnan aikaan, C = siemenvaiheessa, D = kevätsadossa.

*Fig. 12.* Ash, silica, iron and manganese content in leguminous species. Development stages in 1991 and 1992 and in following spring (1992 and 1993): A = beginning of flowering, B = full flowering, C = at seed ripening, D = following spring.



Kuva 13. Palkokasvien kupari-, kalium-, typpi- ja raakakuitupitoisuus vuosina 1991 ja 1992 ja kevätasadossa 1992 ja 1993, A = kukinnan alussa, B = täyden kukinnan aikaan, C = siemenvaiheessa, D = kevätasadossa.

Fig. 13. Copper, potassium, nitrogen and raw fibre in leguminous species. Development stages in 1991 and 1992 and in following spring (1992 and 1993): A = beginning of flowering, B = full flowering, C = at seed ripening, D = following spring.

**Taulukko 19. Korjuuajan vaikutus ohrakasvuston kuiva-ainesadon kivennäis- ja kuitupitoisuuteen vuonna 1991 ja 1992. A ja B määrittys koko kasvista, C määrittys oljesta. Jokioinen, hietasavi.**

*Table 19. Effect of harvesting time on the mineral and rawfibre contents of barley in 1991 and 1992.*

*A and B measured in whole plant, C measured in straw. Jokioinen, sandy clay.*

Korjuu aika <i>Harvesting</i>	Tuhka % <i>Ash %</i>	SiO <sub>2</sub> %	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/ka	K g/kg	N %	Raakakuitu <i>Rawfibre %</i>
<b>1991</b>								
A tähkimisen alku <i>at ear emergence</i>	8,56	2,13	79,3	16,9	7,98	28,5	1,51	29,4
B maitotuleentunut <i>at milk ripening</i>	6,66	2,78	59,7	12,5	6,30	15,1	0,94	28,2
C täystuleentunut <i>at ripening stage</i>	10,03	6,13	48,6	15,3	3,29	17,0	0,33	45,7
F arvot <i>F values:</i>	103,70***	276,01***	8,12**	5,24*	97,54***	87,05***	170,53***	8,39**
<b>1992</b>								
A tähkimisen alku <i>at ear emergence</i>	6,85	2,14	58,5	18,4	5,39	20,0	1,78	27,0
B maitotuleentunut <i>at milk ripening</i>	6,37	2,59	65,6	20,3	4,47	14,9	1,68	20,2
C täystuleentunut <i>at ripening stage</i>	7,84	4,87	68,0	20,7	3,48	11,5	0,64	41,8
F arvot <i>F values:</i>	12,96**	180,17***	0,98ns	1,42ns	41,75***	49,33***	46,79***	1125,07***

### 4.3 Sellututkimukset

#### 4.3.1 Alustavat tutkimukset vuonna 1990

Tutkimuksen alkaessa oli selvitettävä sellun ja paperin valmistuksessa potentiaaliset kasvilajit, joten kokeet tehtiin alkuvaiheessa kaikkiaan 15 kasvilajista. Keittokemikaalina oli NaOH. Näiden alustavien keittokokeiden tulokset on esitetty taulukossa 20.

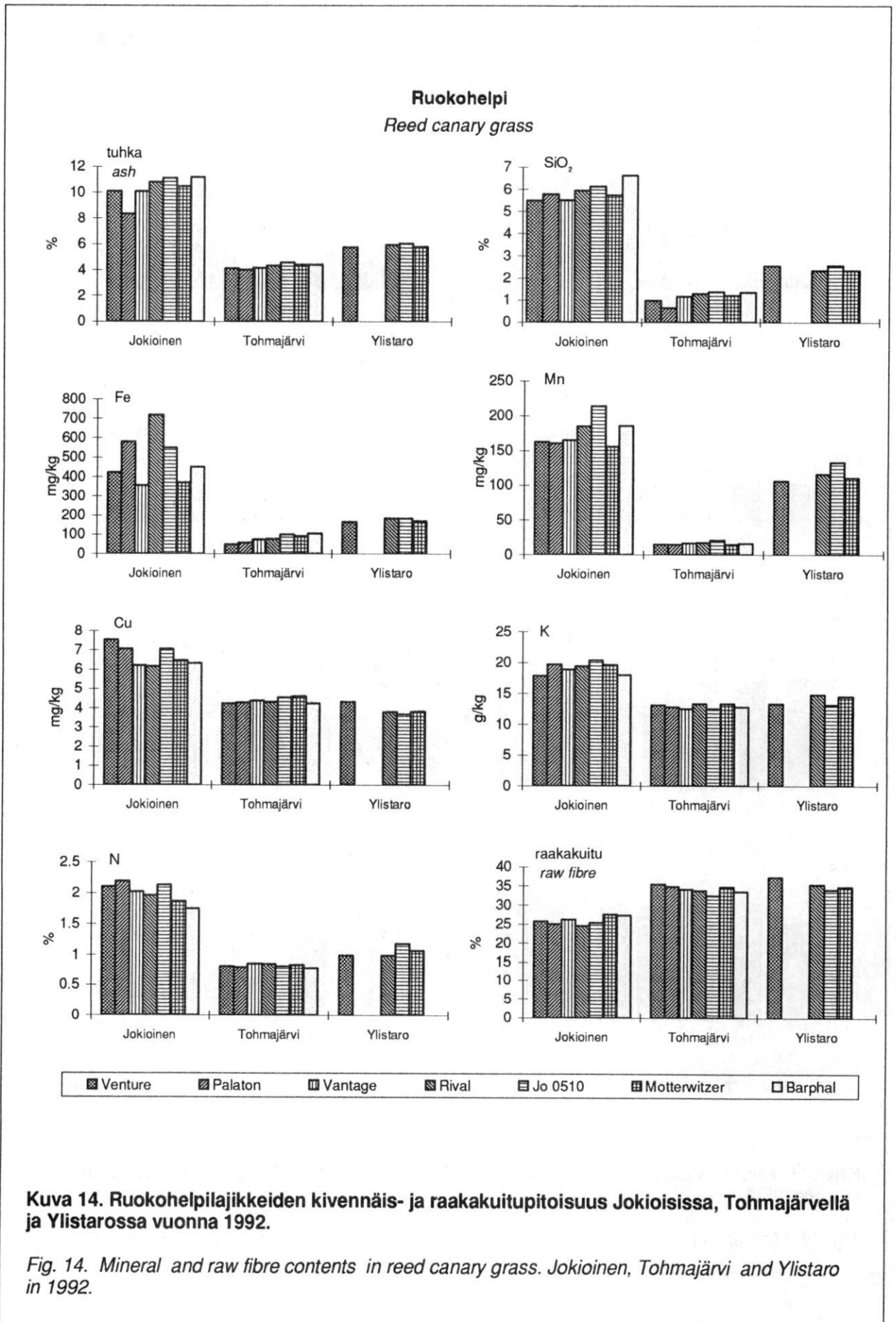
Heinäkasveista ja viljojen oljesta saatiin suurin sellusaanto. Ne keittyivät helposti pieneen kappalu-kuun, mistä päätellen näistä kasveista tehty sellu voidaan valkaista suhteellisen helposti. Palkokasvien, kuten vuohenherneen, puna-apilan ja sinimailasen, sellusaanto jäi paljon pienemmäksi kuin heinien ja viljan. Öljypellavan, hampun ja nokkosen varsista saatiin hyvin vähän sellua ja sen kappalu-ku oli suuri. Näiden kasvien varsista irrotetusta niinikuidusta saadaan sitä vastoin erinomaista sellua (KILPINEN 1991).

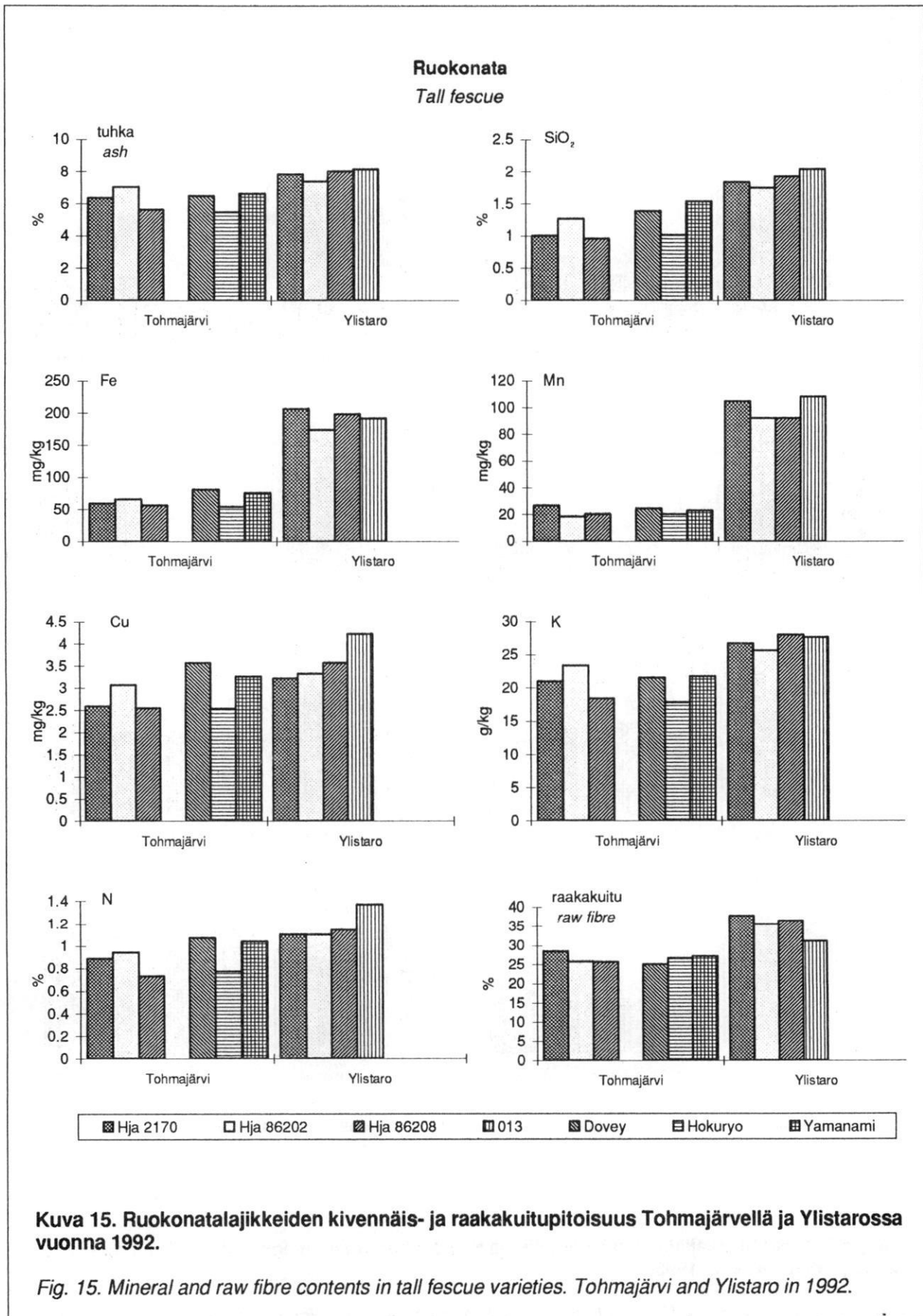
Kuituuntumattoman kasviaineksen eli tikkujen määrä vaihteli kasvilajeittain. Heinäkasvien tikku-

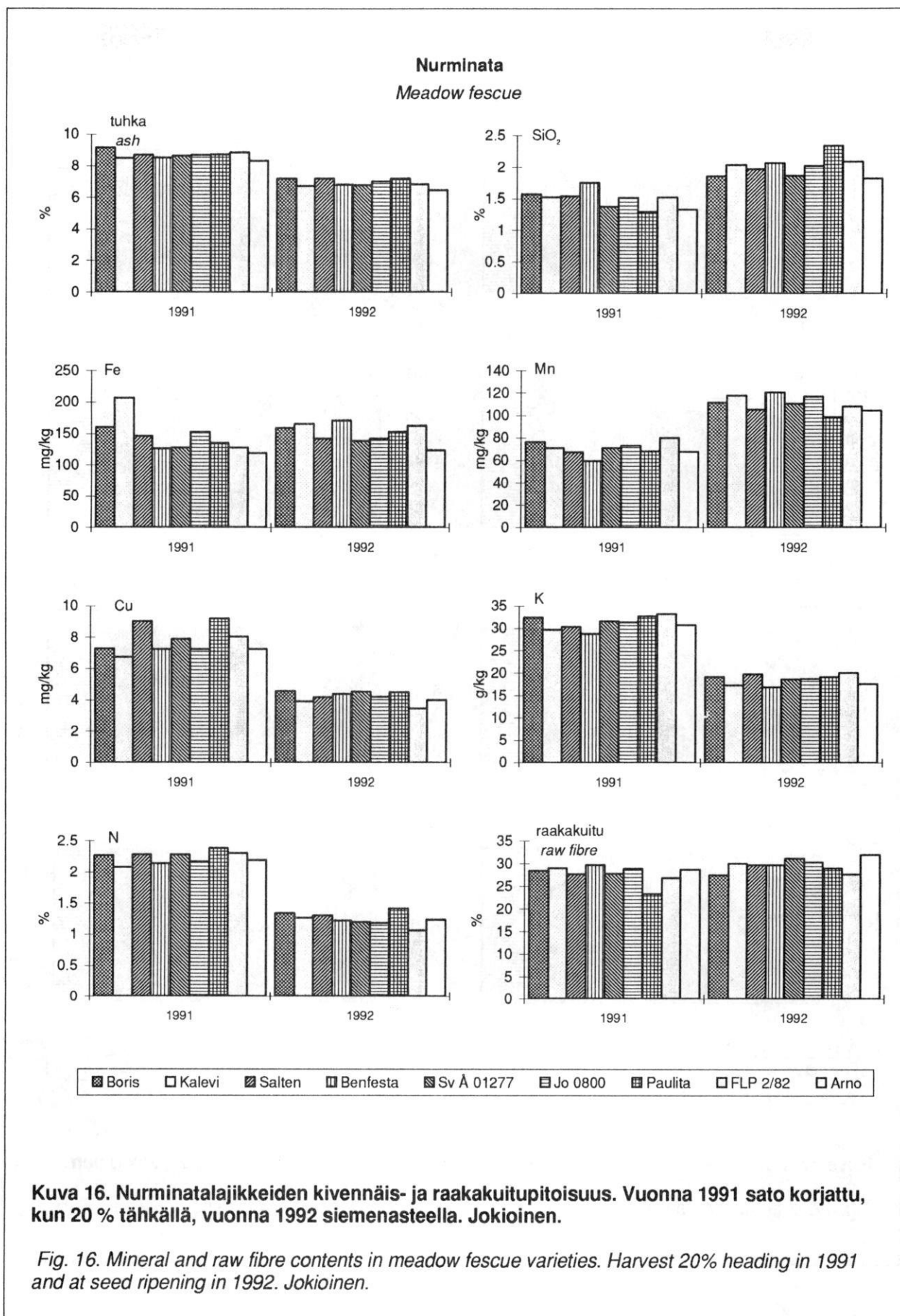
pitoisuus oli varsin pieni. Kaksisirkkaiset kasvit keittyivät huonommin ja jäivät käytännössä tikkuasteelle esim. kuituhamppu, öljypellava, rypsi, rapsi ja nokkonen. Yleensä näiden kasvien keitossa jäännösalkalin määrä oli pieni, mikä osoittaa keittymisen olleen vaikeaa.

Useimmat massat poikkesivat väriltään vaaleanruskeasta puusoodasellusta. Vaaleanvihreitä olivat nurminata, ruokonata, ruokohelpi ja timotei, tummanvihreitä sinimailanen, puna-apila ja vuohenherne, tummanruskeita kuituhamppu, öljypellava, rypsi, rapsi ja nokkonen. Lähinnä tavanomaista puusellunväriä olivat ruis ja kaura.

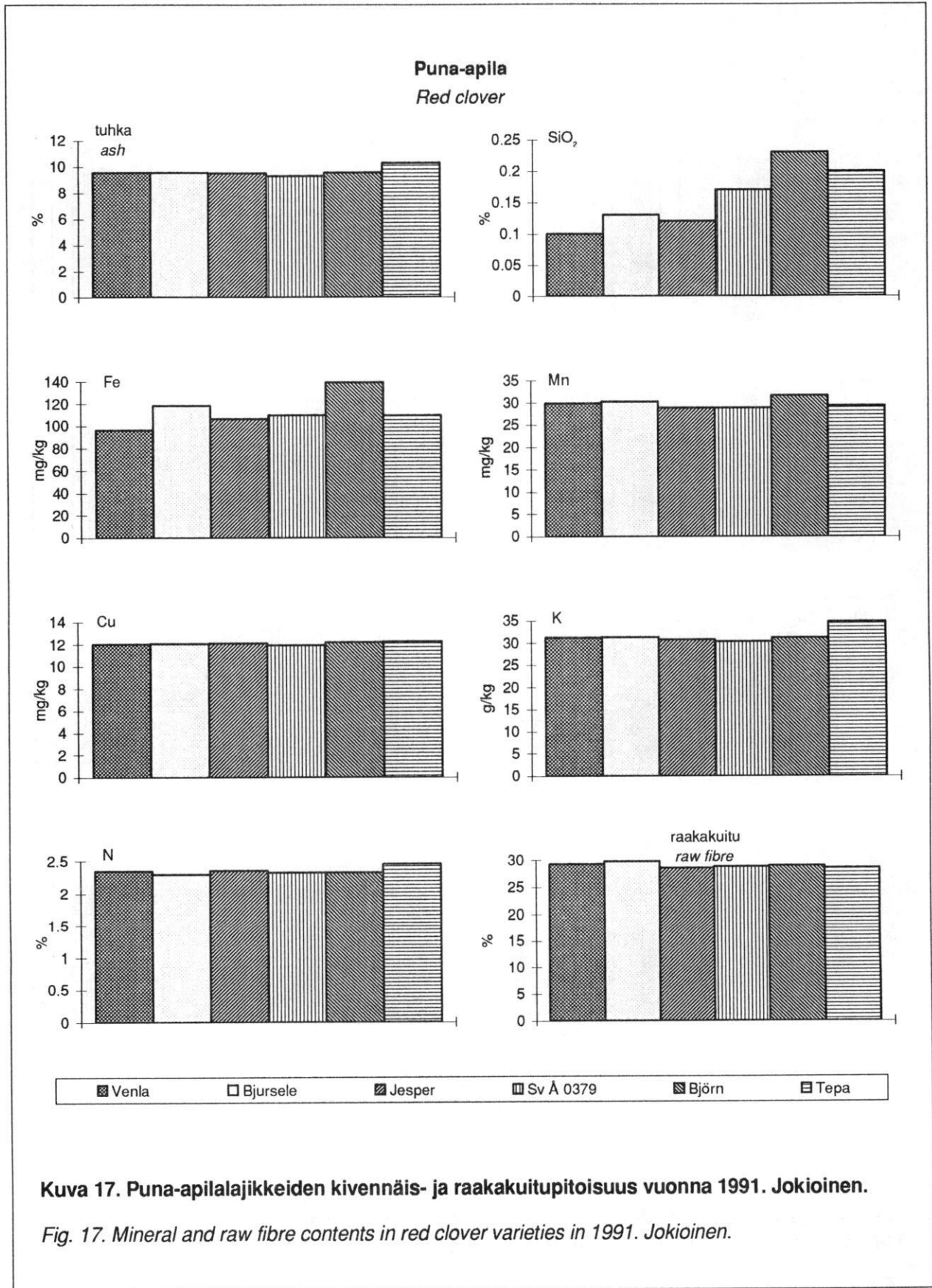
Alustavien sellututkimusten perusteella lupaavimpina kasvilajeina pidettiin heinäkasveja ja viljan olkea. Lisäksi kaksi palkokasvia, puna-apila ja vuohenherne, otettiin jatkotutkimuksiin mukaan satoisuutensa ja viljelyteknisten ominaisuuksiensa takia. Näiden kasvilajien sellututkimusten tulokset on esitetty kuvissa 18–23 ja vastaavat taulukot liitteessä 2. Ohran sellutulokset on esitetty taulukossa 21.











**Taulukko 20. Eri kasvinäytteiden keitto- ja analyysitulokset vuonna 1990. Keskikuitupituus painotettu pituudelle (LW).**

*Table 20. Pulp cooking and analytical results in samples taken in 1990. Mean fibre length weighted with the length (LW).*

Kasvilaji	Species	NaOH-%	NaOH jäänn. Residue g/l	Sellusaanto Pulp %	Tikut Rejects %	Kappaluku Kappa number	Viskositeetti Viscosity	LW mm
				% kuivasta materiaalista % of dry material				
Ruokohelpi	sä <i>Reed canary grass</i>	16,0	5,6	36,9	0,3	9,1	1090	0,57
2. niitto	<i>2nd cut</i>	16,0	3,6	41,7	0,7	9,9	1200	0,70
myöh. 2. niitto		16,0	3,2	35,6	1,3	12,1	1220	
Ruokonata	sä <i>Tall fescue</i>	16,0	6,0	32,6	0,1	10,2	910	0,60
siemen		16,0	5,6	41,5	0,9	12,6	1070	
Nurminata	sä <i>Meadow fescue</i>	16,0	4,2	39,2	0,3	9,0	1070	
kk		16,0	6,0	40,1	0,3	12,0	1080	0,72
siemen		16,0	6,0	45,4	0,6	13,0	1060	
Timotei	sä <i>Timothy</i>	16,0	4,0	34,1	1,0	12,0	1020	0,62
kk		16,0	5,0	33,7	1,2	13,5	1020	0,60
siemen		16,0	6,4	34,2	2,1	16,6	920	0,62
Ruis ,oljet	<i>Rye straw</i>	16,0	7,8	48,2	2,6	12,5	1100	0,90
Kaura, oljet	<i>Oat straw</i>	16,0	7,2	42,3	0,6	14,4	1180	0,80
Vuohenherne	kk <i>Goat's rue</i>	16,0	3,6	16,7	16,9	59,0	810	0,76
siemen		16,0	2,6	13,7	24,2	45,5	790	
siemen		20,0	6,5	18,3	15,7	38,2	970	1,01
siemen		24,0	11,7	22,5	11,6	34,7	920	0,92
Puna-apila	kk <i>Red clover</i>	16,0	3,6	29,5	6,6	76,8	820	
siemen		16,0	0	23,9	13,4	63,4	850	0,70
siemen		20,0	4,7	22,8	9,7	48,5	890	0,87
siemen		24,0	9,7	24,8	7,7	46,2	930	0,89
Sinimailanen	sä <i>Lucerne</i>	16,0	0	20,8	6,9	58,3	780	0,77
kk		16,0	3,4	19,5	11,8	77,3	680	
siemen		16,0	2,6	20,9	17,2	65,0	810	1,08
Öljypellava	<i>Oilflax</i>	16,0	4,8	13,0	35,7	80,2	760	
Kuituhamppu	<i>Fibre hemp</i>	16,0	2,8	13,4	41,0	49,2	1100	
Nokkonen	kk <i>Nettle</i>	16,0	2,6	9,9	21,5	78,7	610	0,42
Rypsi, varret	<i>Turnip rape straw</i>	16,0	3,8	16,4	36,7	78,9	590	
Rapsi, varret	<i>Rape straw</i>	16,0	2,2	12,3	38,5	74,7	690	0,83
Järviruoko, kk	<i>Reed</i>	16,0	10,7	38,1	11,8	31,7		
ylivuotinen		16,0	10,0	48,3	7,6	45,8		
Koivu	<i>Birch</i>			50,0		17-20	>1000	0,90
Espartoheinä	<i>Esparto grass</i>							0,86

sä = säilörehuvaihe, heinät röyhyllä 10–20 %, vuohenherneen, sinimailasen ja puna-apilan, kukinta alussa, kk = täyskukinta, siemen = sato korjattu siementen kypsytyä syyskesällä.

sä = silage-making stage (grasses at 10–20 % at panicle stage; goat's rue, lucerne and red clover at start of flowering), kk = full flowering, siemen = at seed ripening stage, ylivuotinen = dead plants harvested in following spring.

**Taulukko 21. Ohran lajiteltu sellusaanto, kappaluku ja keittymättömän materiaalin (tikut) määrä eri kehitysvaiheissa. Jokioinen.**

*Table 21. Pulp yield, kappa number and amount of uncooked rejects for barley at different stages of development. Jokioinen.*

Kehitysvaihe <i>Development stage</i>	Sellusaanto <i>Pulp %</i>	Tikut <i>Rejects %</i>	Kappaluku <i>Kappa number</i>	NaOH-jäänn. <i>Residue g/l</i>
<b>1991</b>				
A tähkimisen alku <i>at ear emergence</i>	36,6	0,3	11,1	11,5
B maitotuleentunut <i>at milk ripening stage</i>	30,8	1,6	18,5	12,1
C täystuleentunut <i>at ripening</i>	48,3	2,0	19,9	12,4

#### 4.3.2 Korjuuaika- ja lannoitustutkimus

Vuosina 1991–92 sellututkimuksia tehtiin heinien ja palkokasvien korjuuaika- ja lajiketutkimusten yhteydessä, joista on edellä esitetty sato- ja kivennäistuloksia. Keittoja tehtiin vuosittain vain 1–2 kerranteesta, joten tilastollisia analyysejä varten jouduttiin yhdistämään molempien vuosien tuloksia. Korjuuaika vaikutti erittäin merkittävästi sellusaantoon. Mitä myöhemässä kehitysvaiheessa kasvit korjattiin, sitä suurempi oli saanto (Kuvat 18 ja 20). Keväällä korjatun heinän sellusaanto oli yli 40 %, mikä oli pienempi kuin koivusulfaattiselun saanto. Kaikkein suurin sellusaanto, 48 %, saatiin tuleentuneesta ohran oljesta.

Varhaisimmalla kehitystasolla korjatuissa heinissä oli pienin kappaluku. Alkukesästä kukinnan aikaan heinät keittyivät helposti kappalukuun 10–15 ja siemenvaiheessa kappalukuun 15–20. Ylivuotisen kuloheinän kappaluvut olivat suurempia kuin koivun eli noin 23–35 (Kuva 19). Keväällä korjatussa sadossa oli tikkujen määrä myös suurin. Tämä tulos oli odotettavissa, sillä kasvisolujen seinämien selluloosa- ja ligniinipitoisuus kasvaa kasvin kehityksen edistyessä. Typpilannoituksen kaksinkertaistaminen ei vaikuttanut tilastollisesti merkittävästi heinien sellusaantoon tai kappalukuun.

Ohran kappaluku oli heinien tapaan pieni varsinkin tähkimisen alussa, ja täystuleentuneenakin oljen kappaluku oli alle 20 (Taulukko 21).

Puna-apilan sellusaanto oli vähän suurempi kuin vuohenherneen (Kuva 20). Apila näytti myös keittyvän paremmin kuin vuohenherne päätellen pienemmästä tikkufraktiosta. Kasvin ikä vaikutti vain vähän puna-apila- ja vuohenherne massojen kappalukuun. Tosin niidenkin ylivuotinen sato oli puu-

tuneinta ja kappaluku jäi suureksi. Kun vuohenherneen molempien vuosien tulokset yhdistettiin, kevätsadon arvot olivat merkittävästi suurempia kuin kasvukauden aikana saadut. Palkokasvikokeista tehtiin vain yksi määrittäminen korjuuaikaa kohden vuosittain, joten tilastolliseen käsittelyyn oli rajoitetut mahdollisuudet.

#### 4.3.3 Lajiketutkimus

Koepaikka vaikutti sekä ruokohelpin että ruokonadan lajikekokeiden sellutuloksiin. Ruokohelpin lajikkeista saatiin Jokioisissa selvästi pienempi saanto kuin Tohmajärvellä ja Ylistarossa. Ruokonadan lajikkeiden sellusaanto oli suurin ja kappaluvut pienimmät Ylistaron kokeessa (Kuva 21). Nurminadasta oli käytettävissä virallisen lajikekokeen satoa, joka korjattiin säilörehuasteella. Paulitaa lukuun ottamatta sellun saanto oli yli 30 % ja kappaluku pieni. Puna-apilalajikkeista Bjurselen sellusaanto oli suurin ja tikkujen määrä pienin. Erot lajikkeiden välillä eivät olleet suuria. Mittaukset tehtiin koejäsenittäin, joten tuloksia ei voitu analysoida tilastollisesti.

#### 4.3.4 Massojen paperitekninen tutkimus

Eräitä paperitekniisiä ominaisuuksia määritettiin alustavan koesarjan (1990) nurminata-, ruokonata- sekä ruokohelpimassoista, jotka vähäisen tikkupitoisuutensa, alhaisen kappalukunsa sekä korkean viskositeettinsa vuoksi näyttivät jatkotutkimuksiin sopivilta. Mittaustulokset on esitetty taulukossa 22. Vertailuna oli mukana valkaistu koivusulfaattimassa, joka oli jauhettu samaan vetolujuuteen kuin tutkitut heinämassat.

Massoista mitattiin SR-luku (veden poistumisen vaikeuden mitta), minkä jälkeen niistä tehtiin koe-arkit, joista määritettiin vetolujuus, repäisyjujuus,

**Taulukko 22. Heinämassojen paperitekniisiä ominaisuuksia verrattuna koivusulfaattimassaan.**  
**Table 22. Technical properties of paper produced from grass and birch sulphate pulp.**

Kasvilaji <i>Species</i>	SR-luku <i>SR number</i>	Vetoluj. Nm/g <i>Tensile strength</i>	Rep. luj. mN m <sup>2</sup> /g <i>Tear strength</i>	Tiheys g/m <sup>3</sup> <i>Density</i>	Ilmanläp.kyky sek. <i>Air permeance</i>
Ruokonata <i>Tall fescue</i>	73,0	89,3	3,0	0,99	7200
Nurminata <i>Meadow fescue</i>	55,0	89,3	4,1	0,86	1420
Ruokohelpi <i>Reed canary grass</i>	54,0	80,6	3,3	0,89	1920
Koivumassa <i>Birch pulp</i>	30,0	90,0	8,1	0,83	78

**Taulukko 23. Eri materiaalien keittokokeilujen tuloksia.**  
**Table 23. Pulping results for different materials.**

Materiaali <i>Material</i>	NaOH- jäänn. <i>Residue</i> pH	Lajiteltu saaanto <i>Pulp %</i>	Tikut <i>Rejects %</i>	Kappaluku <i>Kappa number</i>	Viskosi- teetti <i>Viscosity</i>	Keski- kuitup. <i>Fibre length mm</i>	Vaaleus <i>Brightness</i>
Säilörehu <i>Silage</i>				% kuivasta materiaalista <i>% of dry material</i>			
Nurminata+timotei <i>Meadow fescue+timothy</i>	0	44,0	kuid <sup>1)</sup>	26,6	890	0,53	..
+ timotei+p.apila <i>+ timothy + red clover</i>	0	42,2	kuid <sup>1)</sup>	46,4	850	0,67	..
Bakteerikäsitelty vehnän olki <i>Weat straw, bacterial fortreatment</i>	10,0	40,9	5,6	27,6	..	..	..
Biokaasutettu kauranolki <i>Oat straw after gasification</i>	11,5	42,2	7,4	58,8	..	..	..
Järviruoko <i>Reed</i>							
1. Vihreä kasvusto korjattu elokuussa <i>Green plants harvested in August</i>	10,7	38,1	11,8	31,7	..	..	..
2. Ylivuotinen korjattu maaliskuussa <i>Dry plants harvested in March</i>	10,3	47,7	9,6	39,4	..	..	24,8
3. Ylivuotinen korjattu elokuussa <i>Dry plants harvested in August</i>	10,0	48,3	7,6	45,8	..	..	..

1) Kuidutettu mekaanisesti 1) *Mechanically defibered*

tiheys ja ilmanläpäisevyys. Kaikista tutkituista massoista saatiin jauhamattomina sellaisia testiarvoja, joita puumassasta saadaan vasta pitkän jauhamisen jälkeen. Peltokuitumassat olivat siis jo valmiiksi jauhautuneita. Tämä merkitsee sitä, että vesi poistuu massoista hyvin hitaasti, ja niistä valmistetut koearkit ovat voipaperimaisen tiiviitä.

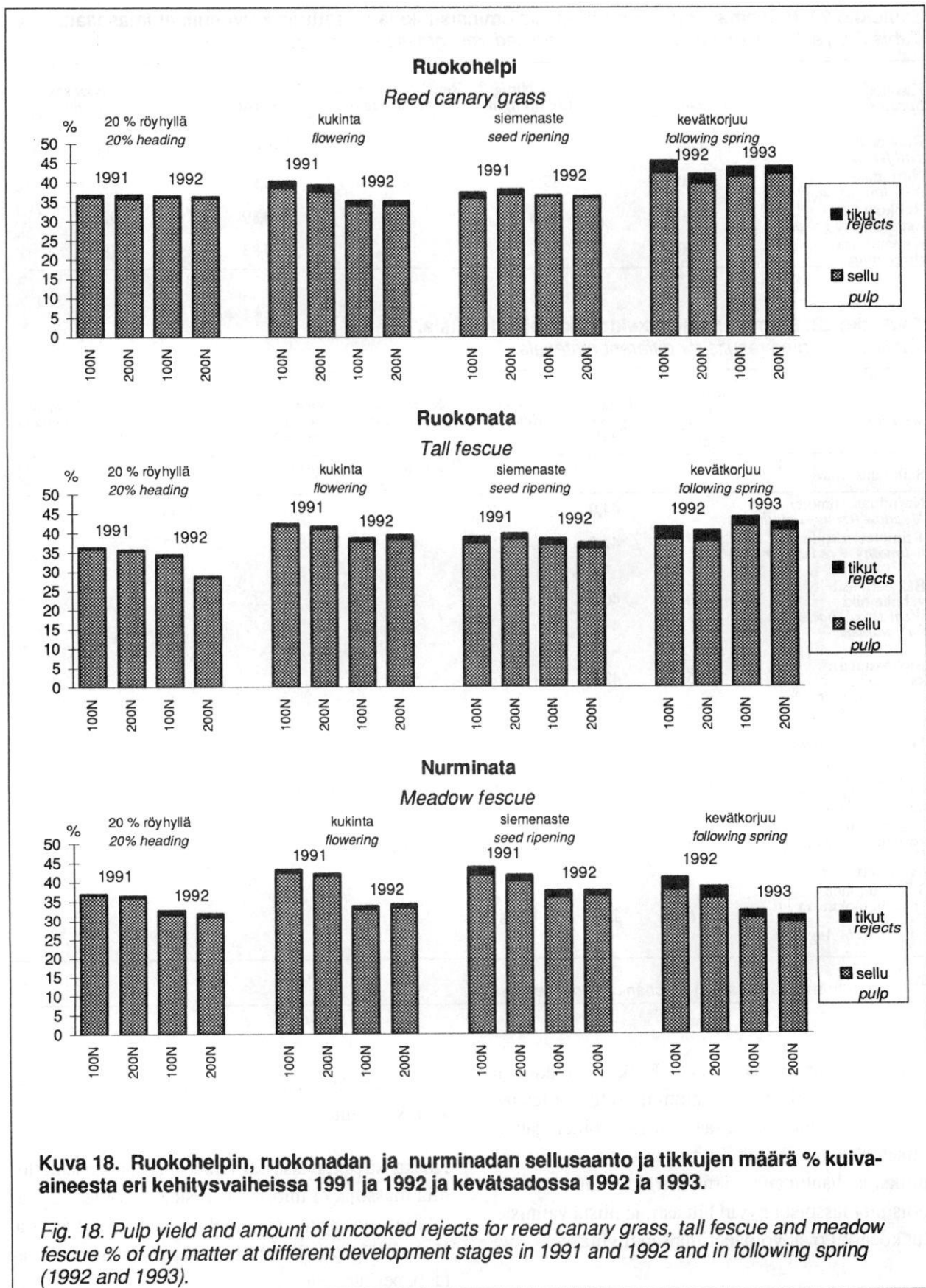
Suunnilleen samaan vetolujuuteen (80–90 Nm/g) jauhetun koivumassan SR-luku oli huomattavasti pienempi kuin jauhamattomilla heinämassoilla (Taulukko 22), mikä osoittaa heinämassojen suuren vedenpidätyskyvyn. Koearkkien repäisylujuus samassa vetolujuudessa oli huomattavasti huonom-

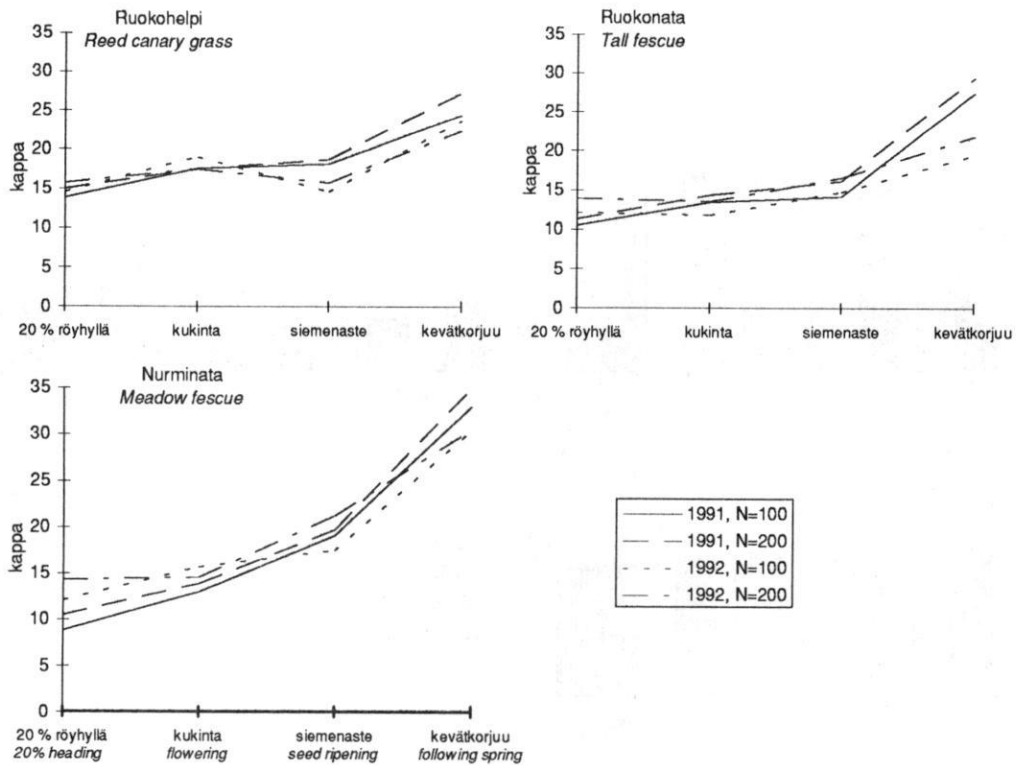
pi, ja niiden ilmanläpäisykyky paljon pienempi kuin koivumassalla.

Koska käytettävissä oli ainoastaan valkaisemattomia massoja, ei tulosten perusteella voi tehdä päätelmiä massojen paperiteknisestä potentiaalista. Kuitujen lyhyys ja heterogeenisyys saattavat haitata paperinteossa.

#### 4.3.5 Muu kuitututkimus

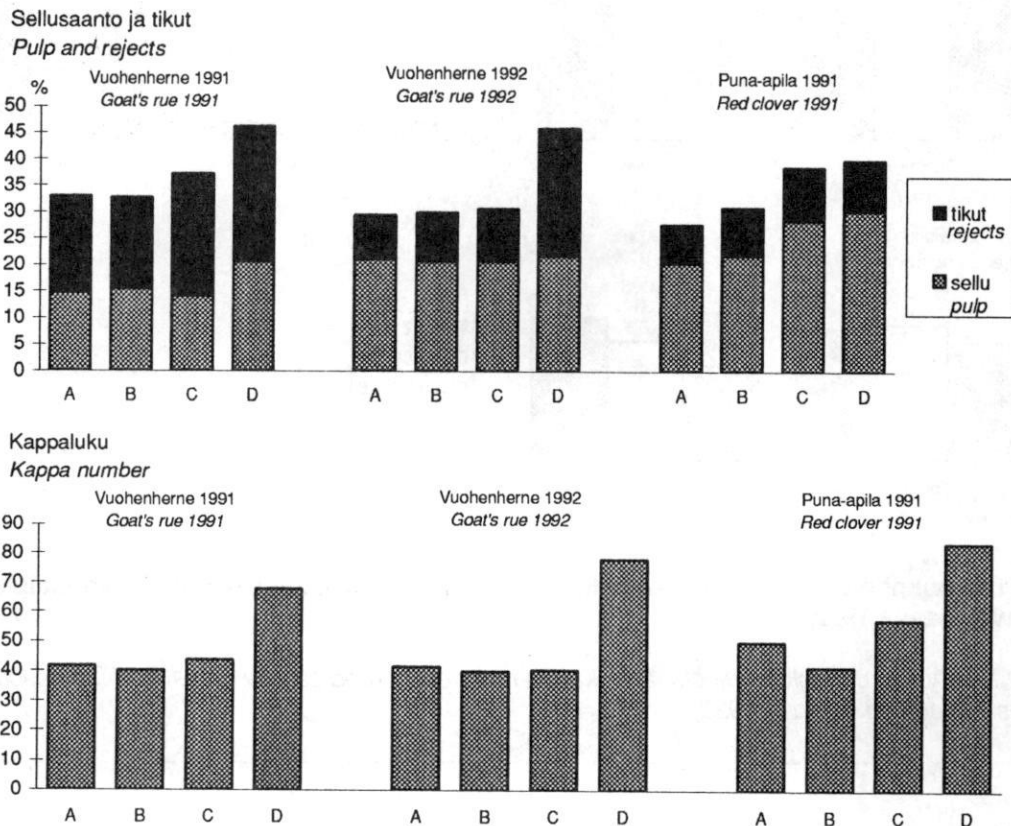
Edellä esitettyjen kokeiden lisäksi tehtiin keittokokeiluja eräillä muilla materiaaleilla (Taulukko 23).





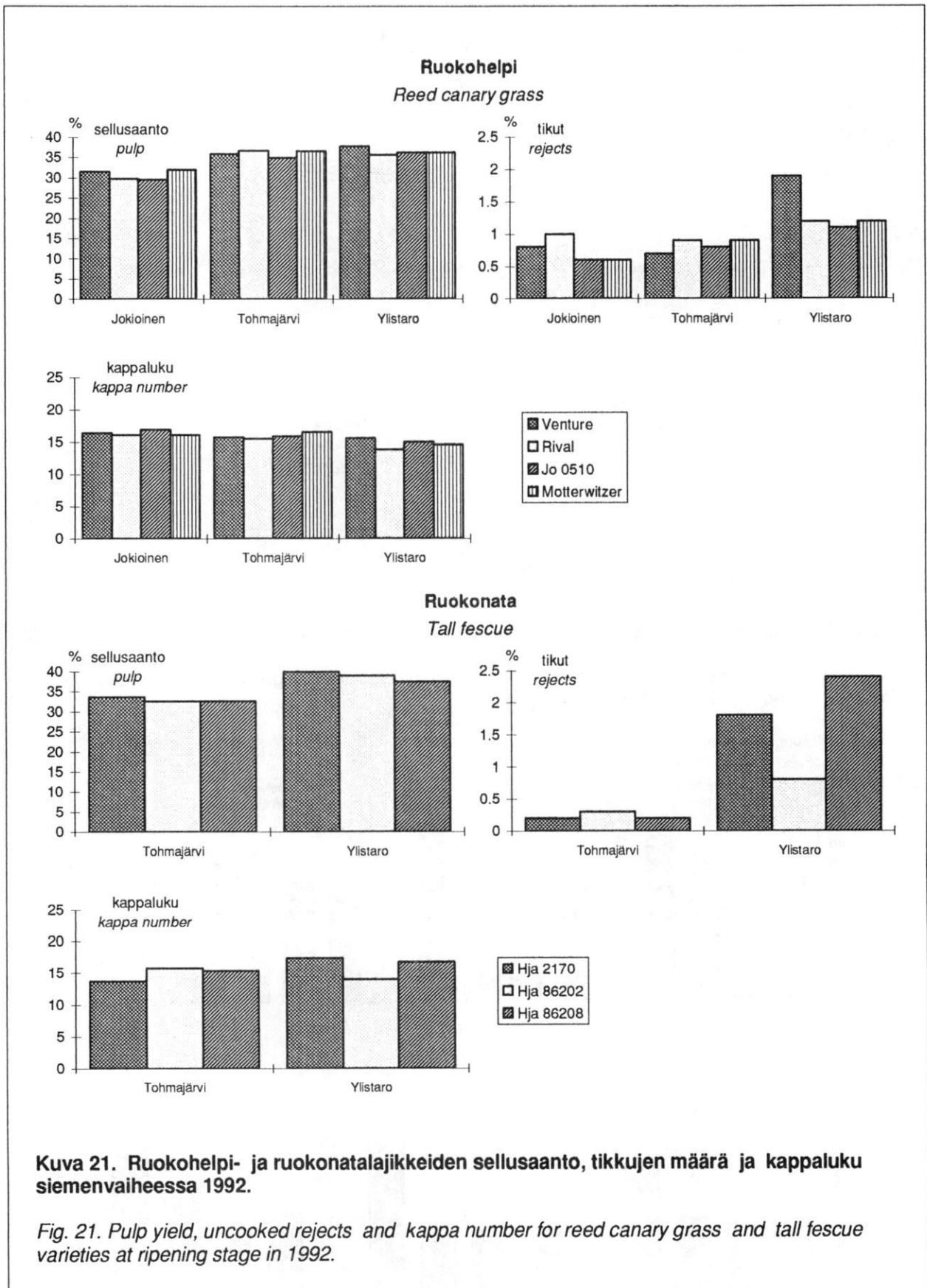
**Kuva 19. Ruokohelpin, ruokonadan ja nurminadan kappaluku eri kehitysvaiheissa 1991 ja 1992 ja kevätsadossa 1992 ja 1993.**

*Fig. 19. Kappa number for meadow fescue at different development stages in 1991 and 1992 and in following spring (1992 and 1993).*

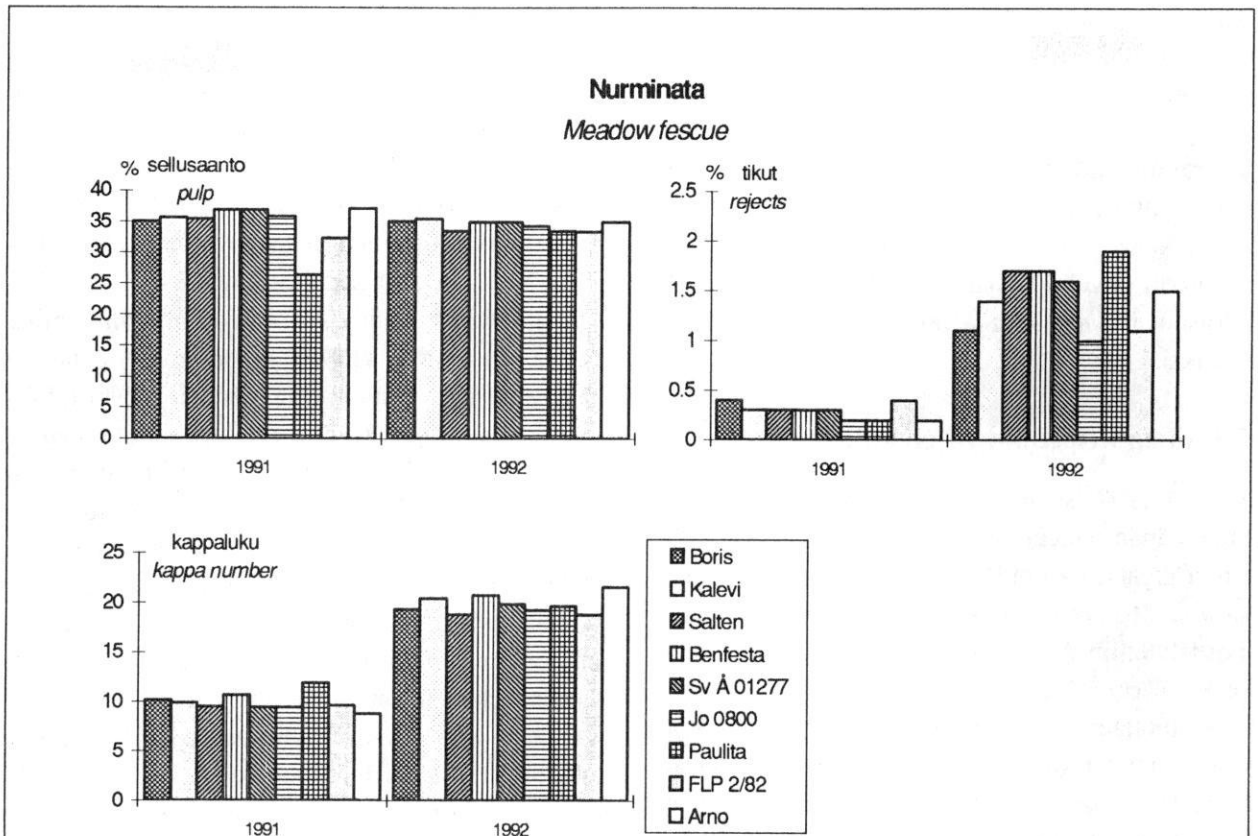


**Kuva 20. Vuohenherneen (1991 ja 1992) ja puna-apilan (1991) sellusaanto, tikkujen määrä ja kappaluku eri kehitysvaiheissa: A = kukinnan alussa, B = täyden kukinna aikaan, C = siemenvaiheessa, D = kevätsadossa.**

*Fig. 20. Pulp yield, uncooked rejects and kappa number for goat's rue (in 1991 and 1992) and red clover (in 1991) at different development stages: A = at beginning of flowering, B = full flowering, C = seed stage, D = following spring.*

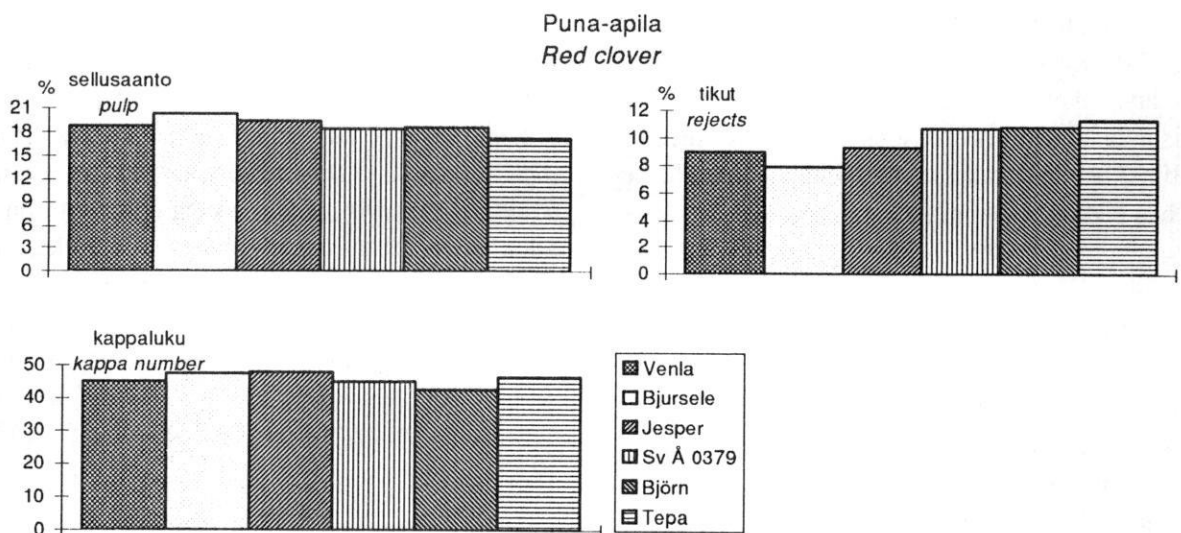






**Kuva 22. Nurminatalajikkeiden sellusaanto, tikkujen määrä ja kappaluku. Korjuuaika vuonna 1991 20 % röyhyllä, 1992 siemenvaiheessa.**

*Fig. 22. Pulp yield, uncooked rejects and kappa number for meadow fescue varieties. Harvest at 20% heading in 1991, at seed stage in 1992.*



**Kuva 23. Puna-apilalajikkeiden sellusaanto, tikkujen määrä ja kappaluku vuonna 1991. Jokioinen.**

*Fig. 23. Pulp yield, uncooked rejects and kappa number for red clover in 1991. Jokioinen.*



Säilörehun kuidutus ei onnistunut kunnolla alkali-menetelmällä, sillä kaikki alkali kului happamuuden takia. Vaikka rehu oli pesty vedellä ennen käsittelyä, rehu oli kuidutettava mekaanisesti laboratorioduiduttimella. Lisäksi pieni viskositeetti-arvo viittasi selluloosan pilkkoutumiseen säilönän aikana. Järviruo'on sellupitoisuus oli suuri varsinkin talvella korjatussa materiaalissa. Tikkupitoisuus ja kappaluku jäivät kuitenkin suhteellisen suuriksi.

#### 4.4 Elefantiheinän viljelykokeilu

Kesällä 1992 istutettiin Jokioisille eri ikäisiä elefantiheinänsiementaimia ja myöskin Saksasta tuotettua gigantea-kloonina. Syksyllä mitattiin taimien kasvua. *Miscanthus sinensis* v. *gigantea* kloonitaimet istutettiin 2.6. ja kesän mittaan ne kehittyivät keskimäärin 74 cm korkuiseksi ja versoivat runsaasti tuottaen n. 50 versoa/taimi. Siemenestä kasvatetut taimet olivat 16.6. istutettaessa kooltaan noin 10–25 cm. Useimmat ehtivät kehittyä noin 60 cm korkuiseksi syksyyn mennessä. Siementaimissa oli syksyllä 9–15 versoa. Keväällä 1993 yksikään taimista ei ollut elossa. Koetta ei jatkettu.

#### 4.5 Peltokasvien biokaasutus

Vuohenherne tuotti biokaasua 462 l/kgVS/d orgaanista kuiva-ainekiloa kohden yhdeksän perätäisen syöttöpäivän keskiarvona laskettuna, ruokonata vastaavasti 300 l/kgVS/d ja kaura 224 l/kgVS/d kymmenen päivän keskiarvona. Näissä mädätyskokeissa ei käytetty biokaasuntuotantoa edistäviä indikaattorimassoja, vaan reaktoriin syötettiin kokeen kestäessä yksinomaan kokeiltavaa kasvia katkottuna tai murskattuna sekä vettä.

## 5 TULOSTEN TARKASTELU

Kuiva-ainesatoa ja sen vaihtelua, sadon kivennäiskoostumusta ja kuituominaisuuksia eri korjuuaikoina tutkittiin 1. ja 2. satovuoden ruokohelpikasvustosta ja vanhemmista nurminata- ja ruokonatanurmista. Tutkimuksessa käytettiin kahta typpilannoitustasoa. Palkokasvien sato- ja laatuominaisuuksia tutkittiin eri korjuuaikoina 1. satovuoden nurmista vuonna 1991 ja vanhemmista kasvustoista vuonna 1992. Lisäksi tutkittiin ohra-kasvuston biomassan tuottoa kolmena ajankohtana tähkimisestä lähtien.

### 5.1 Peltokasvien satopotentiaali

Kasvupaikka, maalaji, nurmen ikä ja korjuuaika näyttivät vaikuttavan ruokohelpin satotasoon. Tutkimuksen alkuvaiheessa käytettävissämme oli vain Jokioisissa savimaalla sijainneen kokeen satotulokset, jotka ensimmäisenä satovuonna olivat noin 4–6,5 t/ha ja seuraavana keväänä 2,2–2,7 t/ha. Toisena satovuonna kuiva-ainesato oli pienempi, mikä vastaa OLSSONin (1993) raportoimaa tilannetta kasvuston iän vaikutuksesta. Osittain tähän tulokseen vaikutti myös kesällä 1992 vallinnut kuivuus. Ruotsalaisten tulosten mukaan kevätkorjatun kasvuston sato oli toisena satovuonna samansuuruinen ja kolmantena vuonna noin 1–2 t suurempi kuin elokuussa korjattu (OLSSON 1993). Tutkimusessamme tämä toteutui jo toisen satovuoden jälkeen, jolloin kevätkorjatusta kasvustosta saatiin melkein kaksinkertainen sato elokuun satoon verrattuna. Tarvitaan enemmän tutkimustuloksia ja myöskin tuloksia eri maalajeilta, jotta voitaisiin varmuudella sanoa, johtuiko 2. satovuonna kasvukaudella havaittu satotason lasku ja kevätkorjatun sadon suhteellinen kasvu mahdollisesti korjuuajasta vai oliko se sattumaa.

Ylistaron korjuuaikakokeessa multamaalla saadut sadot, syyskorjuussa 15,6 t/ha ja kevätkorjuussa 7 t/ha (KANGAS 1993), viittaavat kasvin suureen satopotentiaaliin. Ruotsalaisissa tutkimuksissa on ruokohelpi osoittautunut elefantiheinän ohella satoisimmaksi heinälajiksi (BERGGREN 1992). Sen kuiva-ainesato vaihteli 6,8–10,2 t/ha Uumajan seudulla nurmen iän ja korjuuajan mukaan (OLSSON 1993) ja maan eteläosissa se oli 12 t/ha (BERGGREN 1990). Kokonais- ja massasato on 2–3-kertainen verrattuna koivun vuotuisen kasvuun (BERGGREN 1990). Nuoren, 10–25 vuoden ikäisen, koivikon vuotuinen puubiomassan tuotto Suomessa on noin 2–7 t/ha, josta oksien osuus on 20–32 %. Maksimissaan kasvu on 25–30 vuoden ikäisissä metsiköissä noin 8–15 m<sup>3</sup> eli 4–7,5 t/ha (FERM 1993).

Typpilannoitus lisäsi ruokohelpin satoa, mutta lisäys oli merkitsevä vain vuonna 1992. Amerikkalaisten tutkimusten mukaan ruokohelpin sato lisääntyi merkitsevästi, kun typpilannoitusta lisättiin aina 360 kg/ha tasoon asti (ALLINSON et al. 1992). Näin suuri typpilannoitus ei liene kuitenkaan taloudellisesti mahdollista Suomen oloissa. Jotta

saataisiin parempi käsitys ruokohelpin typpilannoitustarpeesta, olisi typpitasoja oltava enemmän kuin tässä tutkimuksessa käytetyt 100 ja 200 kg/ha.

Ruokonadan hehtaarisato oli tutkimusvuosina 5–9 t ja nurminadan 2–7 t kuiva-ainetta korjuuajasta riippuen. Natojen satotasoa ei suoraan voi verrata ruokohelpin satoihin, sillä kokeet sijaitsivat eri paikkakunnilla. Virallisissa lajikekokeissa molempien natojen 2–3 niitosta muodostunut kasvukauden kokonaissato oli noin 8–8,5 t/ha. Eri ikäisten nurmien satotuloksista käy lisäksi ilmi, että ruokonata säilyttää sadontuottokykynsä vanhemmissa nurmissa kauemmin kuin nurminata (NIEMELÄINEN ja RINNE 1993, MUSTONEN et al. 1993). Ruokonata ja nurminata antoivat suurimmat kuiva-ainesatonsa, kun ne niitettiin kaksi kertaa kasvukaudessa, ensimmäisen kerran kukinnan aikana. Kun kasvusto korjattiin vain kerran siemenasteella, sato jäi merkittävästi pienemmäksi. Ruokonadan ylivuotisen kasvuston sato oli lähes yhtä suuri ja toisena vuonna suurempi kuin siemenvaiheessa korjattu sato. Ruotsalaisten tutkimusten mukaan nurminadan ja ruokonadan kasvukaudella korjattu sato jää pienemmäksi kuin ruokohelpin (WISUR et al. 1993), mutta niiden kevätkorjuusta ei tutkimuksissa ole raportoitu.

Palkokasvit, puna-apila, vuohenherne ja sinimailanen olivat varsin satoisia ensimmäisenä satovuotenaan Jokioisissa. Kaikista kasveista saatiin suurimmat sadot, kun kasvustot korjattiin kaksi kertaa kasvukaudessa (8,6–9,8 t/ha). Nämä sadot ovat hiukan suurempia kuin virallisissa lajikekokeissa saadut puna-apilan ensimmäisen vuoden satotulokset (MUSTONEN et al. 1993). Palkokasvikokeet oli perustettu melko tiiviiseen hietasavipeltoon ja seuraavana talvena paikalle muodostui jäätä. Kokeet tuhoutuivat lukuun ottamatta koejäseniä, jotka oli jätetty odottamaan kevätkorjuuta. Korjaamatta jätetty kasvusto suojasi talven aikana jääpoltteelta ja muilta talvivaurioilta. Kevätkorjattu sato oli noin 40 % siemenvaiheen sadosta. Kun kasvusto oli korjattu keväällä 1992, kasvuunlähtö oli tasaista ja kasvit terveitä.

Kaikki lajiketutkimuksessa mukana olleet heinälaajikkeet on jalostettu rehutarkoituksiin. Ensimmäisenä satovuonna lajikekokeissa oli suurta vaihtelua eikä merkittävästi muita satoisempaa lajiketta voitu nimetä. Ruotsissa menestyneet poh-

jois-amerikkalaiset Palaton ja Vantage (LOMAKKA 1992) eivät vielä ensimmäisenä satovuonna osoittautuneet kovin lupaavaksi. Ruokonadoista satoisin oli Hja 2170, jonka talvehtiminen onnistui hyvin kaikilla koepaikoilla. Tämä jaloste on ollut mukana virallisissa lajikekokeissa ja osoittautunut kestäväksi ja satoisaksi aina Lappia myöten (MUSTONEN et al. 1993). Nurminatalajikkeiden satoisuusjärjestys vuonna 1992 riippui niittojen lukumäärästä.

Korjuuaika ja vuosi vaikuttivat merkittävästi sadon kuiva-ainepitoisuuteen, typpilannoitus ei siihen näyttänyt vaikuttavan. Keväällä korjattu sato oli kuivempaa kuin kasvukaudella korjattu. Keväällä 1992 talvehtineet kasvustot korjattiin hyvässä oloissa, kun routa oli hävinnyt ja maa kuivunut. Korjattu kulo oli erittäin kuivaa. Ruokohelpin ja palkokasvien kosteus oli vain noin 11 %. Keväällä 1993 ylivuotinen kasvusto yritettiin korjata roudan päältä heti, kun lumi oli sulanut eli huhtikuun loppussa. Tämä ei kuitenkaan onnistunut kovin hyvin, sillä kasvustot olivat laossa ja niiden sisällä oli jäätä. Samalla, kun jää sulii kasvustosta, sulii myös routa pellon pinnasta eikä se kestänyt enää korjuukalustoa. Näyttää siltä, että ylivuotinen kasvusto pitäisi korjata vasta sen jälkeen, kun pelto kantaa eikä siihen jää ajojalkia. Ruotsissa kevätkorjuu on tehty toukokuun puolenvälin jälkeen (LOMAKKA 1992), jolloin mukaan saattaa tulla hiukan jo uutta kasvuakin.

Ohra korjattiin tähkimisen alussa, maitotuleentumisvaiheessa ja täysin tuleentuneena. Ohran kokonaissato lisääntyi vuonna 1991 suoraviivaisesti tähkimisen alusta tuleentumiseen mennessä 2,4 kertaiseksi. Samanlainen sadonkehitys on esitetty mm. KOMMERIn ja KONTTURIn tutkimuksessa (1981). Satomäärien suhde oli sama myös vuonna 1992, mutta maksimisato saavutettiin jo maitotuleentumisvaiheessa, kuten myös joissakin aikaisemmissa ohra- ja kauratutkimuksissa (BRUNDAGE et al. 1979). Tuleentuneen ohrakasvuston olkisato oli jokseenkin samansuuruinen kuin koko kasvuston kuivapaino tähkimisen alussa, noin 1,8–2,8 t/ha. Vuosina 1991 ja 1992 ohra kärsi savimaalla kuivuudesta ja sen olkisato jäi normaalia pienemmäksi. Se oli 41–45 % koko maanpäällisen biomassan painosta, mikä on hiukan vähemmän kuin esimerkiksi vuonna 1983–87 tehdyssä tutkimuksessa, jossa olkien osuus oli 47–62 % (ILOLA et al.

1988). Tulokseemme pitäisi kuitenkin lisätä sänggen osuus, jolloin tullaan lähemmäksi ILOLAN ym. tutkimuksessa ilmoittamia arvoja.

## 5.2 Kivennäisten määrä

Selluprosessiin raaka-aineen mukana tulevat epäorgaaniset aineet mm. pii, kalium, mangaani, rauta, magnesium ja alumiini ovat enemmän tai vähemmän prosessia haittaavia (KEITAANNIEMI ja VIRKOLA 1978). Tutkimuksessa mukana olevista kasveista määritettiin piin, kaliumin, kuparin, mangaanin ja raudan pitoisuuksia ja lisäksi tutkittiin kasvien tuhka-, typpi- ja raakakuitupitoisuuksia eri kehitysvaiheissa. Heinien ja palkokasvien kalium- ja typpipitoisuudet vähenivät kasvien vanhetessa. Ylivuotisessa kasvustossa kaliumin määrä oli enää 0,2–0,8 % ja typen 1–2 %. Ruotsalaisissa tutkimuksissa on analysoitu ylivuotisesta kasvustosta vielä pienempiä typen ja kaliumin pitoisuuksia (LOMAKKA 1992). Korjuuajan vaikutus heinien tuhkapitoisuuteen vaihteli kasvilajeittain. Suurin tuhkapitoisuus, 8–13 %, oli kevätkesällä korjatussa kasvustossa. Keväällä korjatussa kuloheinässä tuhkapitoisuus oli 7–10 %. Ruotsalaisissa tuloksissa viitataan tuhkapitoisuuden pienenemiseen kevätkorjatussa kasvustossa verrattuna elokuussa korjattuun satoon (BURVALL 1992), mikä tutkimuksessamme oli havaittavissa selkeästi vain palkokasveilla. Aikaisemmissa sinimailastutkimuksissa on havaittu tuhka- ja kaliumpitoisuuden pienenevän nopeasti kasvukauden aikana (KEFTASA ja TUVESON 1993), mutta kevätsatoa ei niissä ole tarkasteltu.

Selluprosessissa haitallisimpia kivennäisiä on pii, jota yksisirkkaisissa viljoissa ja heinissä on enemmän kuin kaksisirkkaisissa kasveissa. Jos sellun raaka-aineessa on runsaasti piitä (1 %), se vaikeuttaa kemikaalien talteenottoa ja heikentää paperin laatua (JEYASINGAM 1985) ja se pitää poistaa ennen jäteliemen polttoa. Piin suuri pitoisuus yksisirkkaisissa kasveissa on yhteydessä niiden ravinnonoton kationi/anioni-suhteeseen. Heinäkasvit ottavat kivennäisiä enemmän anionimuodossa, ja pääosa piistä on maassa anionina ( $\text{SO}_4^{4-}$ ). Happamuuden vähentyessä kasvi ottaa piitä enemmän, mutta raudan ja alumiinin otto vastaavasti vähenee (WALLACE 1992). Myös muut raaka-aineen mukana tulevat kivennäiset aiheuttavat ongelmia jäteli-

men poltossa ja kemikaalien talteenotossa (KEITAANNIEMI ja VIRKOLA 1982).

Tämän tutkimuksen perusteella näyttäisi siltä, että piipitoisuuteen kasvissa maan happamuuden lisäksi vaikuttaa myös maalaji. Ruokohelpilajikkeiden piipitoisuus oli suurin Jokioisissa, missä savimaan pH oli 5,76. Ylistaron multamaan pH oli 5,10 ja ruokohelpilajikkeiden piipitoisuus siellä vain puolet Jokioisten kokeesta saaduista arvoista. Tohmajärven lajikekokeessa hietamaalla kasvien piipitoisuus oli pienempi kuin Jokioisten ja Ylistaron kokeissa, vaikka pH oli 6,68. Myös tanskalaisten tulosten perusteella viljan piipitoisuus hietamaalla oli vain noin neljäsosa savimaan pitoisuuksista. Erityisesti lehtien piipitoisuus oli pienempi (PETERSEN 1988). Maan pH:ta ei tutkimuksessa mainittu.

Piin, raudan ja mangaanin pitoisuudet olivat pienimmät kukinnan aikaan. Palkokasvien piidioksidipitoisuudet (0,2–2 %) olivat heinien pitoisuuksiin (1,5–7 %) verrattuna hyvin pieniä, samoin niiden muutoksetkin. Kevätsadon pitoisuudet olivat yleensä suurimpia. Erityisesti raudan pitoisuuksissa oli suurta vaihtelua, mikä saattoi johtua osaksi työvälaineistä tai maasta tulleesta kontaminaatiosta. Heinien kuparipitoisuus oli suurin alkukesästä ja talvehtineessa kasvustossa. Raakakuitupitoisuus kasvoi kasvuston vanhetessa ja oli suurin kevätsadossa; heinien 36–40 % ja palkokasvien 45–60 %. Poikkeuksena oli nurminata, jonka kuitupitoisuus oli jopa pienempi kevätsadossa 1993. Lajikkeiden kivennäis- ja raakakuitupitoisuuksissa oli vain vähän eroja.

Typpilannoituksen vaikutus tutkittujen heinien kivennäiskoostumukseen oli pääosin saman suuntainen kuin aikaisemmissa rehunurmilla tehdyissä tutkimuksissa (RINNE et al. 1974a, 1974b). Lisättäessä typpilannoitusta tasosta 100 kg/ha kaksinkertaiseksi lisääntyi heinien kupari-, kalium- ja typpipitoisuus merkitsevästi. Rauta- ja mangaanipitoisuuksissa oli myös havaittavissa sama suunta, mutta ero ei yleensä ollut merkitsevä. Aikaisemmassa tutkimuksessa (RINNE et al. 1974b) havaittiin säilörehuvaiheessa heinien mangaanipitoisuuden vähenevän typpilannoitusta lisättäessä. Tässä tutkimuksessa typen lisääminen vähensi heinien pii- ja raakakuitupitoisuuksia ja väheneminen oli useimmiten merkitsevä. Myös RINTEEN (1977)

tekemässä tutkimuksessa on todettu jo kohtuullistenkin typpimäärien vähentävän heinien piipitoisuuden noin puoleen verrattuna lannoittamattomaan.

Ohran tuhkapitoisuus oli heinien luokkaa ja suurin tuleentuneessa oljessa (6–10 %). Tuleentuneen oljen piipitoisuus oli 4,9–6,1 %, mikä vastasi kevätkorjatun heinän pitoisuuksia. Raakakuutipitoisuus oli tähkälle tullessa suurempi kuin maitotuleentumisvaiheessa, mikä johtui kehittyvistä jyivistä. Suurin kuitupitoisuus oli tuleentuneessa oljessa. Kuitupitoisuuden kehitys kasvukaudella oli saman suuntainen kuin KOMMERIn ja KONTTURIn tutkimuksessa vuonna 1981. Raudan, mangaanin, kuparin, kaliumin ja typen pitoisuudet pienenevät tähkälle tulon jälkeen jyvien kehittyessä. Tuleentuneen kasvuston arvot on mitattu oljesta, koska on epätodennäköistä, että sellun raaka-aineena käytettäisiin ohrakasvustoa jyvineen.

### 5.3 Sellututkimukset

Tutkimuksessa käytettiin selluprosessina sooda-antrakinonimenetelmää, joka on yleisimmin heinän ja oljen käsittelyyn käytetty menetelmä. Tätä menetelmää käyttäen vältetään rikistä aiheutuvat ympäristöhaitat, joita puusellun valmistuksessa yleisimmin käytetyssä sulfaattimenetelmässä voi esiintyä. Heinät ja olki keittyvät rakenteensa vuoksi nopeasti sekä sooda- että sulfaattimenetelmillä. Sellusaanto ja sellun lujuusominaisuudet ovat myös jokseenkin samanlaiset. Peltokasvien keitto-aikaa oli vain 10 minuuttia. Koivusellun keitto-aika on 90 minuuttia. Sooda-antrakinonimenetelmä antaa varsikuituja keitettäessä suuremman saannon, ja lujuusominaisuudet ovat useimmissa tapauksissa paremmat kuin käytettäessä keittokemikaalina pelkkää soodaa (HURTER 1988).

Heinä- ja olkisellun saanto oli nyt suoritetuissa keitoissa suurempi ja sellun laatu selvästi parempi kuin palkokasveista saadun sellun vastaavat ominaisuudet. Myös ruotsalaisissa tutkimuksissa on päädytty samanlaiseen tulokseen (BERGGREN 1992, WISUR et al. 1993) tutkittaessa useita palkokasvi- ja heinälajeja. Korjuu-aika vaikutti sellusaantoon ja ligniinin määrää kuvaavaan kappaluukuun. Mitä myöhemmässä kehitysvaiheessa kasvit korjattiin, sitä suurempi kuitusaanto ja kappaluku yleensä saatiin. Tällöin myös keittymättömän materiaalin eli tikkujen määrä kasvoi. Keväällä korjatun materiaalin sellusaanto oli yli 40 %, mikä oli pienempi kuin käytetyn koivun sellusaanto (50 %). Alkukesästä kukinnan aikaan heinät keittyivät helposti kappaluukuun 10–15 ja siemenvaiheessa kappaluukuun 15–20. Ylivuotisen kuloheinän kappaluvut olivat suuremmat kuin koivun eli noin 23–35. Tämä tulos oli odotettavissa, sillä kasvisolujen seinämien selluloosa- ja ligniinipitoisuus kasvaa kasvin kehityksen edistyessä (GILL et al. 1989). Typpilannoituksen kaksinkertaistamisella ei ollut merkitsevää vaikutusta heinien sellusaantoon tai kappaluukuun. Kaikkein suurin sellusaanto, 48 %, saatiin tuleentuneesta ohran oljesta. MISRAN (1980) mukaan soodamenetelmällä keitetyn oljen saanto voi olla jopa 70 %. Ohran kappaluku ja tikkupitoisuus olivat heinien tapaan pieniä varsinkin tähkimisen alussa, ja täystuleentuneenakin oljen kappaluku oli alle 20.

Eräiden tutkimuksen alkuvaiheessa valmistettujen sellujen paperiteknisestä potentiaalista tehtiin alustavia tutkimuksia, mutta tulosten perusteella ei ole aihetta tehdä erityisiä päätelmiä. Käytännössä lyhytkuituinen peltokuitu sekoitetaan pitempikuituiseen havupuukuituun hienopaperia valmistettaessa, eikä tällaisten seosten paperiteknisistä ominaisuuksista ole näiden tutkimusten perusteella tietoa.

## KIRJALLISUUS

- ALLINSON, D.W., GUILLARD, K., RAFFEY, M.M., GRABBER, J.H. & DEST, W.M. 1992. Response of reed canary grass to nitrogen and potassium fertilization. *Journal of Production Agriculture*, Vol. 5, 4: 595–601.
- BERGGREN, H. 1988. Resultat av kemiska analyser och fiberutvärderingar. Projekt Agro-Fiber. De skånska hushållningssällskapen, Kristianstad.
- 1990. Fibergrödor – tänkbar massaråvara. IVA Symposium 14.2.1990 "Kan jordbruket bidra till industrins råvaruförsörjning".
- 1992. Projekt: Agro-Fiber. Stiffelsen Lanbruksforskning. 12 p.
- BURNDAGE, A.L., TAYLOR, R.L. & BURTON, V.L. 1979. Relative Yields and Nutritive Values of Barley, Oats, and Peas Harvested at Four Successive Dates for Forage. *Journal of Dairy Science*. Vol. 62, 5: 740–745.
- BURVALL, J. 1992. Rörflen som bränsle. Energigräs rörflen seminarium. Kvarnenrådet, Umeå. 8 p.
- FERM, A. 1993. Birch production and utilization for energy. *Biomass and Bioenergy*. Vol. 4, 6:391–404.
- GEBER, U. & TUVESON, M. 1993. Vallväxterns egenskaper som producenter av energi- och fiberåvara och som biologiska renare av näringsrika vatten. Sveriges lantbruksuniversitet och Byggnadsrådet, Inst. för växtodlingslära, Uppsala. Växtodling 43. 110 p.
- GILL, M., BEEVER, D.E. & OSBOURN, D.F. 1989. The feeding value of grass and grass products. In: Holmes, W. (ed.) *Grass, its production and utilization*. p. 89–129.
- HURTER, A.M. 1988. Utilization of annual plants and agricultural residues for the production pulp and paper. 1988 Pulping Conference TAPPI. Book 1: 139–160.
- HUUSELA-VEISTOLA, E., PAHKALA, K. & MELA, T. 1991. Peltokasvit sellun ja paperin raaka-aineena. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 10/91. 36 p.
- ILOLA, A., ELOMAA, E. & PULLI, S. 1988. Testing of a Danish growth model for barley, turnip rape and timothy in Finnish conditions. *Journal of Agricultural Science in Finland*. Vol. 60: 631–660.
- ISO 302. Pulps - Determination of Kappa number. International Standard. 1981 (E), p. 178–181.
- JEYASINGAM, J.T. 1985. Problems facing non wood pulp and paper mills due the presence of silica: from raw material preparation to the finishing of paper. 1985 Pulping Conference TAPPI. p. 209–211.
- JUDT, M. 1993. Non-wood plant fibres, will there be a come-back in paper-making? *Industrial Crops and Products* 2: 51–57.
- KANGAS, A. 1993. Ruokohelpin satotuloksia Etelä-Pohjanmaan tutkimusasemalla. Julkaisematon aineisto.
- KEFTASA, D. & TUVESON, M. 1993. The Nutritional Value of Lucerne (*Medicago sativa* L.) in Different Developmental Stages. *Swedish Journal of Agricultural Research* 23: 153–159.
- KEITAANNIEMI, O. & VIRKOLA, N.-E. 1978. Amounts and behaviour of certain chemical elements in kraft pulp manufacture: results of a mill scale study. *Paperi ja Puu* 9, reprint 11 p.
- & VIRKOLA, N.-E. 1982. Undesirable elements in causticizing systems. *TAPPI*. Vol. 65, 7: 89–92.
- KHAN, A.H., KHAN, A.J. & IQBAL, J. 1977. Studies in Cellulose and Moisture Contents of Different Varieties of Wheat Straw. *Pakistan Journal of Scientific Research*. Vol. 29: 14–18.
- KILPINEN, O. 1991. Assessment of the papermaking potential of different nonwood pulps. *Appita* 1991. 6th International Symposium on Wood and Pulping Chemistry. Proceedings Vol. 1: 401–408.
- KOMMERI, M. & KONTTURI, M. 1981. Kokoviljasäilörehun sadot, säilöntä ja rehuarvo. Maatalouden tutkimuskeskus. Kotieläinhoidon tutkimuslaitoksen, Tiedote n:o 15: 1–28.
- KULKARINI, A.G., PANT, R. & PANDA, A. 1991. Breakthrough in desilication technology – New opportunities in processing of non-wood spent pulping liquors. *Appita* 1991. 6th International Symposium on Wood and Pulping Chemistry. Proceedings Vol. 1: 409–417.
- KUUSINEN, K. 1991. Lisätuotteiden erottaminen peltoselluaineksesta. Mimeogr. 11 p.
- LOMAKKA, L. 1992. Odlingsförsök med rörflen till bio-bränsle och fiberråvara. Rödbäcksdalen Meddelar 10. 22 p.
- MISRA, D.K. 1980. Pulping and bleaching of nonwood fibres. In: Casey, J. P. (ed.) *Pulp and paper. Chemistry and Chemical Technology*. John Wiley & Sons, New York 1980. Vol. 1: 504–568.
- MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MÄKELÄ, L. 1993. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1985–1992. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 2/93, 108 p.
- NELSON, N. 1944. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. *J. Biol. Chem.* 153: 375–380.
- NIEMELÄINEN, O. & RINNE, K. 1993. Nurmikasvit. Nurminata. Peltokasvilajikkeet 1993–94. Tieto Tuottamaan 65: 74–76.
- OLSSON, R. 1993. Production methods and costs for reed canary grass as an energy crop. Conference bioenergy 93, Espoo, Finland. Publications 2: 201–211.
- PARHAM, R.A. 1983. The fibrous nature of pulp and paper. In: Kocurek, M.J. & Stevens, F. (eds.). *Pulp and paper manufacture*. Volume 1. Properties of fibrous raw materials and their preparation for pulping. p. 1–5.
- PATEL, R.J., ANGADIYAVAR, C.S. & RAO, Y.S. 1984. Nonwood fiber plants for paper making - a review. 1984 Pulping Conference TAPPI. p. 401–414.
- PETERSEN, P.B. 1988. Separation and characterization of botanical components of straw. *Agricultural Progress* 63: 8–23.
- Projekt Industrigrödor. 1990. Rörflen – en framtida pappersråvara. Karlstad. 8 p.

- RINNE, S.-L. 1977. Ruohon pii-pitoisuus. Maaseudun Tulevaisuuden Koetoiminta ja Käytäntö -liite 1.11.1977.
- , SILLANPÄÄ, M., HUOKUNA, E. & HIIVOLA, S.-L. 1974a. Effects of heavy nitrogen fertilization on potassium, calcium, magnesium and phosphorus contents in ley grasses. *Annales Agriculturae Fenniae*, Vol. 13: 96–108.
- , SILLANPÄÄ, M., HUOKUNA, E. & HIIVOLA, S.-L. 1974b. Effects of heavy nitrogen fertilization on iron, manganese, sodium, zinc, copper, strontium, molybdenum and cobalt contents in ley grasses. *Annales Agriculturae Fenniae*, Vol. 13: 109–118.
- SAS/STAT Users Guide. 1990. Version 6. Fourth Edition. Vol. 2. 1986 p.
- SMITH, D. 1981. Removing and analyzing total non-structural carbohydrates from plant tissue. *Wisconsin Agric. Exp. Sta. Res. Pub. R2107*. 13 p.
- STANFORTH, A.R. 1979. *Cereal straw*. Oxford. 175 p.
- TYLER, G. 1971. Studies in the ecology of Baltic sea-shore meadows IV. Distribution and turnover of organic matter and minerals in a shore meadow ecosystem. *Oikos* 22: 265–91.
- WALLACE, A. 1992. Participation of silicon in cation-anion balance as a possible mechanism for aluminium and iron tolerance in some gramineae. *Plant and Soil* 137: 191–199.
- WISUR, H., SJÖBERG, L. & AHLGREN, P. 1993. Selecting a potential Swedish fibre crop: fibres and fines in different crops as an indication of their usefulness in pulp and paper production. *Industrial Crops and Products*, 2: 39–45.

**Taulukko I. Korjuuajan ja typpilannoituksen vaikutus ruokohelpin sadon kivennäis- ja kuitupitoisuuden vuonna 1991 ja keväällä 1992. Jokioinen 811/91.**

*Table I. Effects of harvesting time and nitrogen fertilizer rate on the mineral and fibre contents of reed canary grass, in 1991 and spring 1992. Jokioinen 811/91.*

Korjuuaika Harvesting	Tuhka Ash %	SiO <sub>2</sub> %	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/kg	K g/kg	N %	Raakakuitu Rawfibre %
N = 100 kg/ha								
b1 20 % röyhyllä at 20 % heading	9,55	2,60	111,7	47,1	8,47	28,8	2,79	30,3
b2 kukinta at flowering	9,15	4,14	94,3	57,4	7,68	19,4	1,73	32,5
b3 siemenaste at seed ripening	8,62	4,39	95,9	65,0	7,82	16,7	1,53	29,9
b4 kevätkorjuu 92 following spring	7,62	6,48	383,8	92,5	9,42	2,3	1,04	39,0
N = 200 kg/ha								
b1 20 % röyhyllä at 20 % heading	9,49	2,04	100,6	44,5	9,07	30,7	3,20	29,4
b2 kukinta at flowering	8,39	3,78	99,6	63,5	7,93	18,9	1,79	32,8
b3 siemenaste at seed ripening	8,43	3,86	111,4	83,5	8,58	18,4	1,93	31,1
b4 kevätkorjuu 92 following spring	7,02	5,86	440,6	124,6	10,74	2,4	1,33	38,4
F arvot <i>F values:</i>								
N lann (A) N fertilization (A)	6,15*	16,13***	0,27ns	9,95**	7,13*	2,25ns	10,96**	0,00ns
Korjuu (B) Harvesting (B)	31,69***	150,96***	23,59***	39,24***	13,11***	415,01***	77,33***	149,71***
A × B	1,07ns	0,19ns	0,21ns	3,13*	0,66ns	1,11ns	0,82ns	2,08*

**Taulukko II. Korjuuajan ja typpilannoituksen vaikutus ruokohelpin sadon kivennäis- ja kuitupitoisuuden vuonna 1992 ja keväällä 1993. Jokioinen 811/92.**

*Table II. Effects of harvesting time and nitrogen fertilizer rate on the mineral and fibre contents of reed canary grass, in 1992 and spring 1993. Jokioinen 811/92.*

Korjuuaika Harvesting	Tuhka Ash %	SiO <sub>2</sub> %	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/kg	K g/kg	N %	Raakakuitu Rawfibre %
N = 100 kg/ha								
b1 20 % röyhyllä at 20 % heading	8,46	1,80	103,9	34,5	7,90	32,0	2,21	29,3
b2 kukinta at flowering	7,45	2,35	58,2	38,5	6,40	22,9	1,78	30,5
b3 siemenaste at seed ripening	7,47	3,24	68,2	47,2	6,19	17,1	1,65	28,4
b4 kevätkorjuu 93 following spring	8,60	6,18	443,5	122,3	8,68	6,3	1,45	36,1
N = 200 kg/ha								
b1 20 % röyhyllä at 20 % heading	8,22	1,43	107,8	36,9	7,99	32,0	2,46	28,3
b2 kukinta at flowering	7,17	2,13	70,6	47,9	6,61	23,2	2,15	28,9
b3 siemenaste at seed ripening	6,82	2,85	64,7	50,9	5,86	16,6	1,64	28,4
b4 kevätkorjuu 93 following spring	7,26	5,26	400,3	111,9	8,00	5,0	1,64	36,9
F arvot <i>F values:</i>								
N lann (A) N fertilization (A)	16,28***	19,44***	0,02ns	0,07ns	0,38ns	0,64ns	9,97**	0,93ns
Korjuu (B) Harvesting (B)	12,60***	280,74***	12,23***	58,96***	15,50***	477,97***	31,15***	71,16***
A × B	2,71ns	2,04ns	0,06ns	0,72ns	0,51ns	0,51ns	1,51ns	1,40ns

**Taulukko III. Korjuuajan ja typpilannoituksen vaikutus ruokonadan sadon kivennäis- ja kuitupitoisuuden vuonna 1991 ja keväällä 1992. Viikki 820/91.**

*Table III. Effects of harvesting time and nitrogen fertilizer rate on the mineral and fibre contents of tall fescue, in 1991 and spring 1992. Viikki, southern Finland 820/91.*

Korjuu aika Harvesting	Tuhka Ash %	SiO <sub>2</sub> %	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/kg	K g/kg	N %	Raakakuitu Rawfibre %
N = 100 kg/ha								
b1 20 % röyhyllä at 20 % heading	11,94	2,40	168,8	100,6	9,04	43,6	2,51	29,5
b2 kukinta at flowering	10,29	2,36	88,8	80,1	6,26	35,0	1,51	34,7
b3 siemenaste at seed ripening	10,54	2,91	120,0	84,0	4,99	33,1	1,17	33,5
b4 kevätkorjuu 92 following spring	9,64	7,33	860,3	148,3	5,63	5,7	0,87	39,6
N = 200 kg/ha								
b1 20 % röyhyllä at 20 % heading	12,93	2,39	233,0	98,3	10,63	46,8	3,05	29,4
b2 kukinta at flowering	10,91	1,96	100,5	83,9	7,58	39,5	2,05	33,6
b3 siemenaste at seed ripening	11,38	2,38	128,3	89,6	6,16	39,8	1,79	33,4
b4 kevätkorjuu 92 following spring	9,44	6,89	930,0	154,3	6,89	7,0	1,22	37,0
F arvot F values:								
N lann (A) N fertilization (A)	7,33*	7,23*	1,23ns	0,60ns	39,62***	26,48***	77,34***	7,43*
Korjuu (B) Harvesting (B)	32,62***	340,27***	119,76***	57,25***	77,60***	513,29***	159,70***	100,34***
A × B	1,62ns	0,79ns	0,22ns	0,21ns	0,18ns	2,27ns	0,93ns	2,59ns

**Taulukko IV. Korjuuajan ja typpilannoituksen vaikutus ruokonadan sadon kivennäis- ja kuitupitoisuuden vuonna 1992 ja keväällä 1993. Viikki 820/92.**

*Table IV. Effects of harvesting time and nitrogen fertilizer rate on the mineral and fibre contents of tall fescue, in 1992 and spring 1993. Viikki, southern Finland 820/92.*

Korjuu aika Harvesting	Tuhka Ash %	SiO <sub>2</sub> %	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/kg	K g/kg	N %	Raakakuitu Rawfibre %
N = 100 kg/ha								
b1 20 % röyhyllä at 20 % heading	8,72	2,00	139,8	71,0	5,75	30,9	1,69	26,0
b2 kukinta at flowering	8,08	2,02	63,1	69,0	5,03	28,2	1,35	33,1
b3 siemenaste at seed ripening	8,95	2,73	81,4	85,6	3,97	28,3	1,03	32,2
b4 kevätkorjuu 93 following spring	8,23	6,06	511,8	160,0	4,46	5,8	1,04	38,4
N = 200 kg/ha								
b1 20 % röyhyllä at 20 % heading	9,12	1,58	170,5	68,1	7,00	34,5	2,23	26,8
b2 kukinta at flowering	8,64	1,72	79,3	78,6	5,65	31,8	1,62	33,9
b3 siemenaste at seed ripening	8,47	2,83	86,1	92,4	4,05	28,0	1,14	33,1
b4 kevätkorjuu 93 following spring	8,07	5,54	507,5	163,0	4,59	8,1	1,30	37,3
F arvot F values:								
N lann (A) N fertilization (A)	0,14ns	8,32**	0,45ns	0,82ns	5,38*	12,37**	32,91***	0,96ns
Korjuu (B) Harvesting (B)	2,73ns	359,12***	137,28***	88,66***	21,38***	331,42***	59,50***	175,49***
A × B	1,36ns	1,90ns	0,18ns	0,35ns	1,48ns	2,03ns	3,03*	1,73ns



**Taulukko V. Korjuuajan ja typpilannoituksen vaikutus nurminadan sadon kivennäis- ja kuitupitoisuuteen vuonna 1991 ja keväällä 1992. Viikki 821/91.**

Table V. Effects of harvesting time and nitrogen fertilizer rate on the mineral and fibre contents of meadow fescue, in 1991 and spring 1992. Viikki, southern Finland 821/91.

Korjuu aika Harvesting	Tuhka Ash %	SiO <sub>2</sub> %	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/kg	K g/kg	N %	Raakakuitu Rawfibre %
N = 100 kg/ha								
b1 20 % röyhyllä at 20 % heading	10,36	1,86	206,5	40,0	9,86	38,4	2,84	30,1
b2 kukinta at flowering	9,68	1,95	88,3	38,2	6,60	30,5	1,90	33,9
b3 siemenaste at seed ripening	7,79	2,14	124,3	48,3	5,73	23,3	1,24	34,9
b4 kevätkorjuu 92 following spring	8,92	6,63	1178,0	86,8	9,36	3,0	1,43	35,4
N = 200 kg/ha								
b1 20 % röyhyllä at 20 % heading	11,33	1,99	308,5	46,7	10,59	40,8	3,20	29,0
b2 kukinta at flowering	9,01	1,62	95,5	33,6	7,44	33,6	2,18	32,9
b3 siemenaste at seed ripening	8,35	2,03	145,2	45,7	6,74	27,6	1,63	32,5
b4 kevätkorjuu 92 following spring	10,00	7,30	1390,0	98,8	11,30	3,8	1,90	31,2
F arvot F values:								
N lann (A) N fertilization (A)	2,60ns	0,76ns	5,50*	1,40ns	18,43***	17,44***	43,35***	26,13***
Korjuu (B) Harvesting (B)	14,29***	591,40***	241,07***	115,14***	65,89***	624,30***	152,87***	21,96***
A × B	1,80ns	4,25*	1,66ns	2,66ns	1,11ns	1,37ns	0,44ns	3,27*

**Taulukko VI. Korjuuajan ja typpilannoituksen vaikutus nurminadan sadon kivennäis- ja kuitupitoisuuteen vuonna 1992 ja keväällä 1993. Viikki 821/92.**

Table VI. Effects of harvesting time and nitrogen fertilizer rate on the mineral and fibre contents of meadow fescue, in 1992 and spring 1993. Viikki, southern Finland 821/92.

Korjuu aika Harvesting	Tuhka Ash %	SiO <sub>2</sub> %	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/kg	K g/kg	N %	Raakakuitu Rawfibre %
N = 100 kg/ha								
b1 20 % röyhyllä at 20 % heading	8,49	1,36	143,0	45,7	6,56	30,9	2,10	26,0
b2 kukinta at flowering	6,73	1,43	71,7	37,9	5,32	21,9	1,55	30,1
b3 siemenaste at seed ripening	6,57	1,90	70,3	59,1	4,44	17,8	1,07	34,0
b4 kevätkorjuu 93 following spring	9,52	7,17	1321,0	140,3	10,17	4,4	2,12	28,4
N = 200 kg/ha								
b1 20 % röyhyllä at 20 % heading	8,41	1,10	152,0	37,5	7,03	31,1	2,51	26,5
b2 kukinta at flowering	7,66	1,22	90,7	37,9	6,60	25,7	2,05	30,7
b3 siemenaste at seed ripening	7,86	2,06	101,0	59,7	6,21	21,8	1,87	31,5
b4 kevätkorjuu 93 following spring	8,58	6,08	1088,3	132,7	10,73	5,0	2,34	29,0
F arvot F values:								
N lann (A) N fertilization (A)	1,88ns	8,45*	1,24ns	0,89ns	23,65***	12,05**	80,36***	0,18ns
Korjuu (B) Harvesting (B)	17,82***	468,02***	199,24***	128,56***	119,68***	321,20***	51,73***	30,80***
A × B	5,29**	4,92*	2,62ns	0,34ns	2,16ns	2,59ns	5,05*	2,29ns

**Taulukko VII. Korjuuajan vaikutus puna-apilan kivennäis- ja kuitupitoisuuteen vuonna 1991 ja 1992 ja keväällä 1992 ja 1993. Jokioinen 813/91, Peipohja 813/92.**

Table VII. Effect of harvesting time on the mineral and fibre contents of red clover, in 1991 and 1992 and in following spring (1992 and 1993). Jokioinen 813/91, Peipohja 813/92.

Korjuuaika Harvesting	Tuhka Ash %	SiO <sub>2</sub> %	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/kg	K g/kg	N %	Raakakuitu Rawfibre %
<b>1991</b>								
A kukinnan alku <i>beginning of flowering</i>	9,06	0,20	65,7	22,5	11,73	28,5	2,49	24,4
B täyskukinta <i>full flowering</i>	7,88	0,12	63,9	18,9	10,10	25,9	2,13	31,5
C siemenaste <i>at seed ripening</i>	4,78	0,20	146,0	21,4	11,25	9,2	2,15	42,7
D kevätkorjuu 92 <i>following spring</i>	3,35	0,69	614,3	57,7	12,48	2,0	1,70	51,4
F arvot <i>F values:</i>	173,77***	58,61***	149,02***	8,64**	6,20**	17,96***	36,10***	610,72***
<b>1992</b>								
A kukinnan alku <i>beginning of flowering</i>	11,07	0,21	78,8	35,3	10,93	33,7	2,67	22,6
B täyskukinta <i>full flowering</i>	8,55	0,21	110,0	30,0	11,43	25,6	2,22	31,1
C siemenaste <i>at seed ripening</i>	7,12	0,25	115,3	33,4	14,28	17,9	2,26	42,6
D kevätkorjuu 93 <i>following spring</i>	6,24	2,41	922,8	50,7	34,50	2,7	2,14	45,5
F arvot <i>F values:</i>	39,59***	56,51***	73,25***	16,08***	99,27***	125,35***	5,24*	91,95***

**Taulukko VIII. Korjuuajan vaikutus vuohenherneen kivennäis- ja kuitupitoisuuteen vuonna 1991 ja 1992 ja keväällä 1992 ja 1993. Jokioinen 814/91, Mouhijärvi 814/92.**

Table VIII. Effect of harvesting time on the mineral and rawfibre contents of goat's rue, in 1991 and 1992 and in following spring (1992 and 1993). Jokioinen 814/91, Mouhijärvi 814/92.

Korjuuaika Harvesting	Tuhka Ash %	SiO <sub>2</sub> %	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/kg	K g/kg	N %	Raakakuitu Rawfibre %
<b>1991</b>								
A kukinnan alku <i>beginning of flowering</i>	7,90	0,20	122,5	40,8	11,00	26,6	3,61	32,4
B täyskukinta <i>full flowering</i>	6,67	0,12	88,9	32,0	10,00	22,0	2,93	34,2
C siemenaste <i>at seed ripening</i>	6,96	0,24	141,5	44,3	8,75	14,9	2,56	36,4
D kevätkorjuu 92 <i>following spring</i>	2,60	0,30	289,0	45,1	7,12	1,2	1,43	57,0
F arvot <i>F values:</i>	188,78***	9,98**	57,85***	6,28**	16,29***	82,68***	162,81***	145,85***
<b>1992</b>								
A kukinnan alku <i>beginning of flowering</i>	6,53	0,15	121,2	37,5	12,85	21,6	3,48	28,1
B täyskukinta <i>full flowering</i>	6,03	0,14	102,3	36,1	9,53	16,3	2,76	27,5
C siemenaste <i>at seed ripening</i>	7,38	0,32	146,8	47,7	8,04	12,5	2,72	28,3
D kevätkorjuu 93 <i>following spring</i>	5,11	1,02	427,0	78,5	11,14	2,4	2,35	44,6
F arvot <i>F values:</i>	22,83***	13,52***	28,34***	27,17***	5,91*	179,04***	36,71***	263,32***

**Taulukko IX: Korjuuajan vaikutus sinimailasen kivennäis- ja kuitupitoisuuteen vuonna 1991 ja keväällä 1992. Jokioinen 824/91.**

*Table IX. Effect of harvesting time on the mineral and rawfibre contents of lucerne, in 1991 and spring 1992. Jokioinen 824/91.*

Korjuuaika <i>Harvesting</i>	Tuhka <i>Ash %</i>	SiO <sub>2</sub> <i>%</i>	Fe <i>mg/kg</i>	Mn <i>mg/kg</i>	Cu <i>mg/kg</i>	K <i>g/kg</i>	N <i>%</i>	Raakakuitu <i>Rawfibre %</i>
A kukinnan alku <i>beginning of flowering</i>	8,67	0,13	71,6	16,7	8,58	24,3	2,94	31,9
B täyskukinta <i>full flowering</i>	8,28	0,13	85,4	16,3	7,86	23,1	2,80	33,8
C siemenaste <i>at seed ripening</i>	6,20	0,10	99,1	17,9	6,50	16,4	2,19	43,8
D kevätkorjuu 92 <i>following spring</i>	1,92	0,21	179,3	25,4	7,31	1,2	1,35	58,2
F arvot <i>F values:</i>	549,84***	4,83*	32,27***	9,20**	10,77**	217,64***	179,33***	66,11***

**Taulukko X. Ruokohelpilajikkeiden kivennäis- ja kuitupitoisuus säilörehuvaiheessa vuonna 1991. Hyrylä 823/91.**

*Table X. Mineral and rawfibre contents of reed canary grass varieties at silage-making time in 1991. Hyrylä 823/91.*

Lajike <i>Variety</i>	Tuhka <i>Ash %</i>	SiO <sub>2</sub> <i>%</i>	Fe <i>mg/kg</i>	Mn <i>mg/kg</i>	Cu <i>mg/kg</i>	K <i>g/kg</i>	N <i>%</i>	Raakakuitu <i>Rawfibre %</i>
1. Venture	10,15	2,69	81,9	49,9	9,86	35,7	2,27	33,6
2. Palaton	9,78	2,60	94,1	48,7	8,98	34,1	2,15	33,6

Ei merkitseviä eroja lajikkeiden välillä  
*No significant difference between varieties*

**Taulukko XI. Ruokohelpilajikkeiden kivennäis- ja kuitupitoisuus siemenvaiheessa vuonna 1992. Jokioinen 817/92, Tohmajärvi 431/92, Ylistaro 091/92.**

*Table XI. Mineral and fibre contents of reed canary grass varieties at seed ripening stage in 1992. Jokioinen 817/92, Tohmajärvi 431/92, Ylistaro 091/92.*

Lajike Variety	Tuhka Ash %	SiO <sub>2</sub> %	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/kg	K g/kg	N %	Raakakuitu Rawfibre %
<b>Jokioinen 817/92</b>								
1. Venture	10,07	5,47	42,2	162,0	7,52	17,8	2,10	25,7
2. Palaton	8,33	5,77	58,1	160,3	7,07	19,7	2,19	25,0
3. Vantage	10,07	5,52	35,3	165,0	6,20	18,9	2,02	26,2
4. Rival	10,80	5,95	71,8	184,3	6,17	19,4	1,96	24,5
5. Jo 0510	11,10	6,12	55,0	213,0	7,07	20,3	2,13	25,3
6. Motterwitzer	10,48	5,74	37,1	155,3	6,47	19,6	1,87	27,5
7. Barphal	11,20	6,64	45,1	185,0	6,33	18,0	1,75	27,2
F arvot <i>F values:</i>	1,03ns	1,03ns	0,77ns	3,16*	2,91*	1,64ns	3,86**	15,18***
<b>Tohmajärvi 431/92</b>								
1. Venture	4,10	0,97	47,1	14,5	4,25	13,1	0,82	35,4
2. Palaton	3,98	0,63	58,4	14,2	4,29	12,8	0,80	34,8
3. Vantage	4,15	1,15	73,1	16,7	4,38	12,5	0,86	34,1
4. Rival	4,33	1,27	76,4	17,2	4,30	13,3	0,85	33,7
5. Jo 0510	4,55	1,37	99,7	20,6	4,54	12,5	0,82	32,4
6. Motterwitzer	4,37	1,21	89,5	14,7	4,60	13,3	0,84	34,7
7. Barphal	4,40	1,34	103,2	16,1	4,23	12,8	0,79	33,5
Ei merkitseviä eroja lajikkeiden välillä <i>No significant difference between varieties</i>								
<b>Ylistaro 091/92</b>								
1. Venture	5,74	2,54	163,3	105,9	4,32	13,3	0,99	37,3
4. Rival	5,94	2,34	182,7	116,0	3,79	14,8	0,99	35,2
5. Jo 0510	6,04	2,55	181,7	133,0	3,69	13,2	1,18	33,9
6. Motterwitzer	5,80	2,34	167,7	110,8	3,82	14,5	1,07	34,7
F arvot <i>F values:</i>	0,51ns	0,52ns	0,60ns	1,21ns	1,02ns	0,92ns	2,40ns	5,13*

**Taulukko XII. Ruokonatalajikkeiden kivennäis- ja kuitupitoisuus säilörehuvaiheessa (20 % röyhyllä) vuonna 1991. Hyrylä 822/91.**

*Table XII. Mineral and fibre contents of tall fescue varieties at silage-making time (20% heading) in 1991. Hyrylä 822/91.*

Lajike Variety	Tuhka Ash %	SiO <sub>2</sub> %	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/kg	K g/kg	N %	Raakakuitu Rawfibre %
1. Hja 2170	8,62	1,47	143,3	60,5	6,10	31,5	2,45	26,2
7. Hokuryo	8,25	1,47	211,3	52,6	6,44	30,8	2,72	24,8
Ei merkitseviä eroja lajikkeiden välillä <i>No significant difference between varieties</i>								

**Taulukko XIII. Ruokonatalajikkeiden kivennäis- ja kuitupitoisuus siemenvaiheessa vuonna 1992. Tohmajärvi 432/92 ja Ylistaro 091/92.**

*Table XIII. Mineral and fibre contents of tall fescue varieties at seed ripening stage in 1992. Tohmajärvi 432/92 and Ylistaro 091/92.*

Lajike Variety	Tuhka Ash %	SiO <sub>2</sub> %	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/kg	K g/kg	N %	Raakakuitu Rawfibre %
<b>Tohmajärvi 432/92</b>								
1. Hja 2170	6,36	1,00	59,2	26,3	2,59	20,9	0,89	28,3
2. Hja 86202	7,02	1,26	65,8	18,3	3,07	23,4	0,94	25,7
3. Hja 86208	5,59	0,95	56,3	20,2	2,54	18,4	0,73	25,6
6. Dovey	6,48	1,38	80,8	24,6	3,57	21,5	1,07	25,0
7. Hokuryo	5,48	1,01	53,8	20,1	2,53	17,8	0,77	26,7
8. Yamanami	6,62	1,54	74,7	23,1	3,26	21,7	1,04	27,1
F arvot <i>F values:</i>	4,90*	4,17*	5,22**	0,63ns	4,06*	2,09ns	8,87***	1,45ns
<b>Ylistaro 091/92</b>								
1. Hja 2170	7,82	1,84	206,0	104,8	3,22	26,7	1,10	37,7
2. Hja 86202	7,40	1,75	173,7	92,2	3,33	25,7	1,10	35,5
3. Hja 86208	8,03	1,93	198,3	92,4	3,57	28,0	1,14	36,4
4. 013	8,13	2,04	191,0	108,3	4,22	27,6	1,37	31,2
F arvot <i>F values:</i>	0,86ns	1,93ns	0,73ns	1,97ns	4,69*	0,50ns	4,50*	17,28***

**Taulukko XIV. Nurminatalajikkeiden kivennäis- ja kuitupitoisuus säilörehuvaiheessa (20 % röyhyllä) vuonna 1991. Jokioinen 819/91.**

*Table XIV. Mineral and fibre contents of meadow fescue varieties at silage-making time (20% heading) in 1991. Jokioinen 819/91.*

Lajike Variety	Tuhka Ash %	SiO <sub>2</sub> %	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/kg	K g/kg	N %	Raakakuitu Rawfibre %
1. Boris	9,12	1,56	160,3	76,3	7,28	32,4	2,26	28,4
2. Kalevi	8,50	1,52	206,5	71,1	6,74	29,7	2,08	29,0
3. Salten	8,70	1,54	145,8	67,3	9,03	30,3	2,28	27,7
4. Benfesta	8,52	1,75	126,2	59,5	7,23	28,8	2,14	29,7
5. Sv Å 01277	8,66	1,37	127,5	71,1	7,90	31,6	2,28	27,8
6. Jo 0800	8,71	1,51	152,8	73,3	7,22	31,3	2,17	28,9
7. Paulita	8,73	1,29	135,3	68,4	9,18	32,7	2,38	23,3
8. FLP 2/82	8,86	1,52	127,5	80,2	8,06	33,2	2,30	26,8
9. Arno	8,30	1,33	118,5	67,5	7,25	30,7	2,19	28,7
F arvot <i>F values:</i>	1,41ns	2,08ns	1,40ns	1,64ns	1,38ns	3,16*	1,20ns	25,23***

**Taulukko XV. Nurminatalajikkeiden kivennäis- ja kuitupitoisuus siemenvaiheessa vuonna 1992. Jokioinen 819/92.**

*Table XV. Mineral and fibre contents of meadow fescue varieties at seed ripening stage in 1992. Jokioinen 819/92.*

Lajike Variety	Tuhka Ash %	SiO <sub>2</sub> %	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/kg	K g/kg	N %	Raakakuitu Rawfibre %
1. Boris	7,17	1,85	159,0	111,8	4,54	19,2	1,34	27,5
2. Kalevi	6,69	2,03	164,8	118,0	3,91	17,2	1,27	30,0
3. Salten	7,19	1,96	141,6	105,2	4,17	19,8	1,30	29,7
4. Benfesta	6,80	2,06	170,3	120,7	4,37	16,9	1,22	29,7
5. Sv Å 01277	6,77	1,86	137,4	110,6	4,53	18,6	1,20	31,1
6. Jo 0800	7,01	2,01	142,0	116,8	4,20	18,7	1,18	30,3
7. Paulita	7,19	2,33	152,3	98,7	4,51	19,2	1,41	29,0
8. FLP 2/82	6,82	2,08	162,4	108,2	3,44	20,0	1,07	27,7
9. Arno	6,45	1,82	123,0	104,4	4,01	17,6	1,24	31,9
F arvot <i>F values:</i>	4,53**	2,24ns	0,15ns	1,03ns	5,99***	10,61***	2,56*	2,48*

**Taulukko XVI. Puna-apilalajikkeiden kivennäispitoisuus kukinnan alussa vuonna 1991. Jokioinen 818/91.**

*Table XVI. Mineral content of red clover varieties at beginning of flowering in 1991. Jokioinen 818/91.*

Lajike Variety	Tuhka Ash %	SiO <sub>2</sub> %	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/kg	K g/kg	N %	Raakakuitu Rawfibre %
1. Venla	9,54	0,10	96,2	29,8	12,00	31,1	2,34	29,2
2. Bjursele	9,58	0,13	118,6	30,2	12,05	31,3	2,29	29,7
3. Jesper	9,50	0,12	106,2	28,8	12,08	30,8	2,35	28,5
4. Sv Å 0379	9,30	0,17	109,7	28,8	11,93	30,3	2,32	28,8
5. Bjöm	9,53	0,23	139,3	31,6	12,18	31,1	2,32	29,0
6. Tepa	10,28	0,20	109,6	29,3	12,20	34,7	2,45	28,5
F arvot <i>F values:</i>	4,69**	3,09*	0,93ns	0,36ns	0,11ns	6,03**	1,21ns	0,38ns

**Taulukko I. Ruokohelpin lajiteltu sellusaanto, kappaluku ja keittymättömän materiaalin (tikut) määrä eri korjuuaikoina. Jokioinen 811/91–92.**

*Table I. Pulp yield, kappa number and amount of uncooked rejects for reed canary grass at different harvesting times.*

Korjuuaika Harvesting	Sellusaanto Pulp %	Tikut Rejects %	Kappaluku Kappa number	NaOH- jäänn. Residue g/l	Sellusaanto Pulp %	Tikut Rejects %	Kappaluku Kappa number	NaOH- jäänn. Residue g/l
	N = 100 kg/ha				N = 200 kg/ha			
<b>1991</b>								
b1 20 % röyhyllä at 20 % heading	36,2	0,5	13,8	11,1	35,7	1,0	15,0	11,3
b2 kukinta at flowering	38,6	1,5	17,5	11,8	37,6	1,6	17,4	11,5
b3 siemenaste at seed ripening	35,8	1,3	18,1	11,6	36,8	1,1	18,6	11,5
b4 kevätkorjuu 92 following spring	42,4	2,9	24,4	11,3	39,5	2,3	27,2	11,1
F arvot F values:	Sellusaanto	Pulp	Tikut	Rejects	Kappaluku	Kappa number	NaOH-jäänn.	Residue
N lann (A) N fertilization (A)	3,01ns		0,26ns		2,41ns		6,22*	
Korjuu (B) Harvesting (B)	22,95***		39,82***		47,78***		30,94***	
A × B	3,03ns		3,68ns		0,89ns		5,97*	
	N = 100 kg/ha				N = 200 kg/ha			
<b>1992</b>								
b1 20 % röyhyllä at 20 % heading	36,2	0,3	14,6	11,0	36,0	0,3	15,7	11,1
b2 kukinta at flowering	33,9	1,2	19,0	11,1	33,9	1,1	17,4	11,1
b3 siemenaste at seed ripening	36,2	0,3	14,6	11,4	36,0	0,3	15,7	11,3
b4 kevätkorjuu 93 following spring	41,4	2,3	23,6	10,6	42,1	1,7	22,3	10,5
F arvot F values:	Sellusaanto	Pulp	Tikut	Rejects	Kappaluku	Kappa number	NaOH-jäänn.	Residue
N lann (A) N fertilization (A)	0,53ns		8,76*		1,46ns		0,14ns	
Korjuu (B) Harvesting (B)	127,84***		104,27***		141,94***		96,90***	
A × B	0,40ns		2,70ns		6,57*		1,67ns	

**Taulukko II. Ruokonadan lajiteltu sellusaanto, kappaluku ja keittymättömän materiaalin (tikut) määrä eri korjuuaikoina. Viikki 820/91–92.**

*Table II. Pulp yield, kappa number and amount of uncooked rejects for tall fescue at different harvesting times. Viikki 820/91–92.*

Korjuuaika Harvesting	Sellusaanto Pulp %	Tikut Rejects %	Kappaluku Kappa number	NaOH- jäänn. Residue g/l	Sellusaanto Pulp %	Tikut Rejects %	Kappaluku Kappa number	NaOH- jäänn. Residue g/l
	N = 100 kg/ha				N = 200 kg/ha			
<b>1991</b>								
b1 20 % röyhyllä at 20 % heading	36,0	0,2	10,5	11,3	35,3	0,3	11,3	11,2
b2 kukinta at flowering	41,8	0,6	13,4	11,6	41,1	0,5	14,3	11,3
b3 siemenaste at seed ripening	37,4	1,4	14,1	12,2	38,4	1,3	16,1	12,2
b4 kevätkorjuu 92 following spring	38,2	3,1	27,4	11,1	37,8	2,6	29,3	10,8
	N = 100 kg/ha				N = 200 kg/ha			
<b>1992</b>								
b1 20 % röyhyllä at 20 % heading	34,0	0,3	12,1	11,0	28,5	0,3	13,9	11,1
b2 kukinta at flowering	37,8	0,8	11,8	11,8	38,4	0,8	13,5	11,8
b3 siemenaste at seed ripening	37,0	1,5	14,7	12,2	36,0	1,25	16,5	12,1
b4 kevätkorjuu 93 following spring	41,8	2,1	19,4	10,7	40,7	1,8	21,7	10,6
F arvot F values:	Sellusaanto Pulp		Tikut Rejects		Kappaluku Kappa number		NaOH-jäänn. Residue	
Vuosi Year	2,18ns		1,44ns		3,35ns		0,64ns	
N lann (A) N fertilization (A)	0,96ns		1,01ns		3,61ns		1,64ns	
Korjuu (B) Harvesting (B)	8,68***		51,11***		38,18***		58,92***	
A × B	0,52ns		0,42ns		0,03ns		0,32ns	



**Taulukko III. Nurminadan lajiteltu sellusaanto, kappaluku ja keittymättömän materiaalin (tikut) määrä eri korjuuaikoina. Viikki 821/91–92.**

*Table III. Pulp yield, kappa number and amount of uncooked rejects for meadow fescue at different harvesting times. Viikki 821/91–92.*

Korjuuaika Harvesting	Sellusaanto Pulp %	Tikut Rejects %	Kappaluku Kappa number	NaOH- jäänn. Residue g/l	Sellusaanto Pulp %	Tikut Rejects %	Kappaluku Kappa number	NaOH- jäänn. Residue g/l
	N = 100 kg/ha				N = 200 kg/ha			
<b>1991</b>								
b1 20 % röyhyllä at 20 % heading	36,7	0,2	8,8	11,6	36,1	0,3	10,5	11,4
b2 kukinta at flowering	42,4	0,7	13,0	11,7	41,5	0,6	13,9	11,5
b3 siemenaste at seed ripening	41,7	2,0	19,1	12,3	40,2	1,4	19,7	12,0
b4 kevätkorjuu 92 following spring	37,9	3,1	33,0	10,8	35,7	2,8	35,0	10,7
	N = 100 kg/ha				N = 200 kg/ha			
<b>1992</b>								
b1 20 % röyhyllä at 20 % heading	31,7	0,9	12,1	11,2	31,1	0,7	14,3	11,0
b2 kukinta at flowering	32,9	0,8	15,7	11,6	33,2	0,9	14,6	11,5
b3 siemenaste at seed ripening	35,9	1,6	17,5	11,7	36,4	1,1	21,2	11,5
b4 kevätkorjuu 93 following spring	30,6	1,7	30,4	10,3	29,5	1,6	30,5	10,3
F arvot <i>F values:</i>	Sellusaanto <i>Pulp</i>	Tikut <i>Rejects</i>			Kappaluku <i>Kappa number</i>		NaOH-jäänn. <i>Residue</i>	
Vuosi <i>Year</i>	90,32***	0,71ns			0,15ns		24,63**	
N lann (A) <i>N fertilization (A)</i>	1,30ns	0,56ns			1,40ns		4,95ns	
Korjuu (B) <i>Harvesting (B)</i>	14,65**	9,12**			74,61***		62,82***	
A × B	0,20ns	0,22ns			0,23ns		0,34ns	

**Taulukko IV. Puna-apilan (813/91) ja vuohenherneen (814/91–92) lajiteltu sellusaanto, kappaluku ja keittymättömän materiaalin (tikut) määrä vuonna 1991 ja 1992 eri korjuuaikoina.**

*Table IV. Pulp yield, kappa number and amount of uncooked rejects for red clover (813/91) and goat's rue (814/91–92) at different harvesting times.*

Korjuuaika <i>Harvesting</i>	Sellusaanto <i>Pulp %</i>	Tikut <i>Rejects %</i>	Kappaluku <i>Kappa number</i>	NaOH-jäänn. <i>Residue g/l</i>
<b>Puna-apila 1991</b> <i>Red clover</i>				
A kukinnan alku <i>at beginning of flowering</i>	20,4	7,2	49,6	13,1
B täyskukinta <i>full flowering</i>	21,8	9,0	41,4	13,1
C siemenaste <i>seed ripening</i>	28,5	10,0	57,3	13,1
D kevätkorjuu 92 <i>following spring</i>	30,2	9,6	83,7	12,8
<b>Vuohenherne 1991</b>				
A kukinnan alku <i>at beginning of flowering</i>	14,7	18,2	41,6	12,6
B täyskukinta <i>full flowering</i>	15,4	17,3	40,1	13,1
C siemenaste <i>seed ripening</i>	14,1	23,0	43,6	13,1
D kevätkorjuu 92 <i>following spring</i>	20,5	25,6	67,6	12,9
<b>1992</b>				
A kukinnan alku <i>at beginning of flowering</i>	21,0	8,4	41,5	12,4
B täyskukinta <i>full flowering</i>	20,6	9,2	39,9	12,4
C siemenaste <i>seed ripening</i>	20,6	10,0	40,2	12,7
D kevätkorjuu 93 <i>following spring</i>	21,6	24,1	78,0	10,4
<b>F arvot F values:</b>				
Vuosi Year	14,41*	11,17*	0,67ns	5,01ns
Korjuu (B) <i>Harvesting (B)</i>	1,79ns	5,09ns	29,72**	1,46ns

**Taulukko V. Ruokohelpilajikkeiden lajiteltu sellusaanto, kappaluku ja keittymättömän materiaalin (tikut) määrä vuonna 1991. Hyrylä 823/91.**  
*Table V. Pulp yield, kappa number and amount of uncooked rejects for reed canary grass varieties in 1991. Hyrylä 823/91.*

Lajike Variety	Sellusaanto Pulp %	Tikut Rejects %	Kappaluku Kappa number	NaOH-jäänn. Residue g/l
1. Venture	41,2	0,8	11,0	11,0
2. Palaton	41,4	0,6	10,6	11,0

**Taulukko VI. Ruokohelpilajikkeiden lajiteltu sellusaanto, kappaluku ja keittymättömän materiaalin (tikut) määrä vuonna 1992. Jokioinen, Tohmajärvi, Ylistaro.**

*Table VI. Pulp yield, kappa number and amount of uncooked rejects for reed canary grass varieties in 1992. Jokioinen, Tohmajärvi, Ylistaro.*

Lajike Variety	Sellusaanto Pulp %	Tikut Rejects %	Kappaluku Kappa number	NaOH-jäänn. Residue g/l
<b>Jokioinen 817/92</b>				
1. Venture	31,5	0,8	16,4	11,2
4. Rival	29,8	1,0	16,1	11,3
5. Jo 0510	29,5	0,6	16,9	11,0
6. Motterwitzer	32,0	0,6	16,1	11,2
<b>Tohmajärvi 431/92</b>				
1. Venture	35,9	0,7	15,7	12,1
4. Rival	36,6	0,9	15,5	12,2
5. Jo 0510	34,9	0,8	15,9	12,2
6. Motterwitzer	36,5	0,9	16,5	12,1
<b>Ylistaro 091/92</b>				
1. Venture	37,8	1,9	15,6	11,9
4. Rival	35,6	1,2	13,8	11,9
5. Jo 0510	36,1	1,1	15,0	11,7
6. Motterwitzer	36,1	1,2	14,5	12,0

**Taulukko VII. Ruokonatalajikkeiden lajiteltu sellusaanto, kappaluku ja keittymättömän materiaalin (tikut) määrä vuonna 1991. Hyrylä 822/91.**  
*Table VII. Pulp yield, kappa number and amount of uncooked rejects for tall fescue varieties in 1991. Hyrylä 822/91.*

Lajike Variety	Sellusaanto Pulp %	Tikut Rejects %	Kappaluku Kappa number	NaOH-jäänn. Residue g/l
1. Hja 2170	34,0	0,3	10,7	11,0
7. Hokuryo	29,5	0,3	11,4	11,1

**Taulukko VIII. Ruokonatalajikkeiden lajiteltu sellusaanto, kappaluku ja keittymättömän materiaalin (tikut) määrä vuonna 1992. Tohmajärvi 432/92 ja Ylistaro 091/92.**

Table VIII. Pulp yield, kappa number and amount of uncooked rejects for tall fescue varieties in 1992. Tohmajärvi 432/92 and Ylistaro 091/92.

Lajike Variety	Sellusaanto Pulp %	Tikut Rejects %	Kappaluku Kappa number	NaOH-jäänn. Residue g/l
<b>Tohmajärvi 432/92</b>				
1. Hja 2170	33,6	0,2	13,7	11,9
2. Hja 86202	32,5	0,3	15,7	11,9
3. Hja 86202	32,5	0,2	15,3	11,9
<b>Ylistaro 091/92</b>				
1. Hja 2170	39,8	1,8	17,3	..
2. Hja 86202	38,9	0,8	14,0	11,9
3. Hja 86208	37,4	2,4	16,7	12,0

**Taulukko IX. Nurminatalajikkeiden lajiteltu sellusaanto, kappaluku ja keittymättömän materiaalin (tikut) määrä vuosina 1991 ja 1992. Jokioinen 819/91-92.**

Table IX. Pulp yield, kappa number and amount of uncooked rejects for meadow fescue varieties in 1991 and 1992. Jokioinen 819/91-92.

Korjuuaika Harvesting	Sellusaanto Pulp %	Tikut Rejects %	Kappaluku Kappa number	NaOH-jäänn. Residue g/l				
					1991		1992	
1. Boris	35,0	0,4	10,1	11,8	35,0	1,1	19,3	11,9
2. Kalevi	35,6	0,3	9,9	11,9	35,3	1,4	20,4	11,7
3. Salten	35,3	0,3	9,5	11,7	33,4	1,7	18,8	11,6
4. Benfesta	36,8	0,3	10,7	11,7	34,9	1,7	20,7	11,5
5. Sv Å 01277	36,9	0,3	9,4	11,5	34,9	1,6	19,8	11,9
6. Jo 0800	35,8	0,2	9,4	12,2	34,2	1,0	19,2	11,8
7. Paulita	26,4	0,2	11,9	11,5	33,4	1,9	19,6	11,0
8. FLP 2/82	32,2	0,4	9,6	11,7	33,3	1,1	18,7	11,4
9. Arno	37,1	0,2	8,8	11,5	34,9	1,5	21,5	11,6

**Taulukko X. Puna-apilalajikkeiden lajiteltu sellusaanto, kappaluku ja keittymättömän materiaalin (tikut) määrä vuonna 1991. Jokioinen 818/91.**

Table X. Pulp yield, kappa number and amount of uncooked rejects for red clover varieties in 1991. Jokioinen 818/91.

Lajike Variety	Sellusaanto Pulp %	Tikut Rejects %	Kappaluku Kappa number	NaOH-jäänn. Residue g/l
1. Venla	18,8	9,0	45,0	13,0
2. Bjursele	20,3	7,9	47,5	13,1
3. Jesper	19,4	9,3	48,0	13,1
4. Sv Å 0379	18,4	10,7	45,0	13,1
5. Björn	18,6	10,8	42,6	13,1
6. Tapa	17,2	11,3	46,4	13,1

## MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

(Tiedotteet vuosilta 1983–90 on lueteltu aiempien vuosikertojen numeroissa.)

**1991**

2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K. & KONTTURI, M. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1983–1990. 146 p. + 2 liitettä.
3. VILKKI, J. Kulta-kevätrypsi. 20 p. + 1 liite.
4. KEMPPAINEN, E. & VUORINEN, M. Maanparannusaineiden vertailu kenttäkokeessa. (Sotkan maanparannuskoe). 22 p.
5. YLÄRANTA, T. Maataloustuotannon vaikutus kasvihuoneilmiöön Suomessa. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen. 18 p.
6. HANNUKKALA, A. E. Puikulan viljelytekniikka Lapissa. 23 p.
7. URVAS, L. & HÄMÄLÄINEN, I. Viljeltyjen moreenimaiden kemialliset ominaisuudet. Kirjallisuuskatsaus. 28 p.
8. JUHANOJA, S. Freesian sadon ajoittaminen. 57 p.
9. LAURILA, L., HIIVOLA, S-L. & KARVONEN, T. Rukiin sakoluku Etelä-Pohjanmaalla. 56 p.
10. HUUSELA-VEISTOLA, E., PAHKALA, K. & MELA, T. Peltokasvit sellun ja paperin raaka-aineena. Kirjallisuustutkimus. 36 p. + 1 liite.
11. TIIRI, J. Muokkauksen vaikutus maan toimintoihin. 82 p.
12. NIEMELÄINEN, O. & HUUSELA-VEISTOLA, E. Typpilannoituksen vaikutus niittynurmikka-, nurmirölli-, puisto- ja punanatanurmikon kasvuun ja kestävyteen. 38 p.
13. HUUSELA-VEISTOLA, E., NIEMELÄINEN, O. & HUHTA, H. Lajikkeen, lannoituksen ja leikkuun vaikutus niittynurmikka-natanurmikon menestymiseen. 33 p.
14. HUUSELA-VEISTOLA, E., NIEMELÄINEN, O. & HUHTA, H. Siemenmäärä nurmikon perustamisessa. 30 p.
15. NIEMELÄINEN, O., HUUSELA-VEISTOLA, E., NISSINEN, O., AHVENNIEMI, P., LAURILA, A. & RAVANTTI, S. Lannoituksen ja leikkuukorkeuden vaikutus nata- ja niittynurmikkalajikkeiden peittävyteen ja kestävyteen nurmikossa. 35 p. + 1 liite.
16. NIEMELÄINEN, O., HUUSELA-VEISTOLA, E. NISSINEN, O. & TALVITIE, H. Nurmikkosiemen-seosten menestyminen eri tavoin kunnostetulla kasvualustalla. 51 p., 5 liitettä.
17. HÄRKÖNEN, E., NIEMELÄINEN, O. & HUUSELA-VEISTOLA, E. Englanninraiheinä nurmikon perustamisessa Suomessa. 26 p. + 1 liite.

18. JUNNILA, S. & ERVIÖ, L-R. Uusien herbisidien tehokkuus ja käyttökelpoisuus viljakasvustoissa. 48 p.
19. ALAVIUHKOLA, T., SUOMI, K. & FRIMAN, T. Uusimmat koetulokset sikatalouden tutkimus-asemalta. 77p.
20. KEMPPAINEN, E., ANISZEWSKI, T. & MIETTINEN, E. Nurmikasvilajien vertailu Pohjois-Kainuussa. 17 p.
21. **Salaatin viljely ja sadon laatu. *Cultivation of lettuce and quality of yield.***  
Yhteistutkimuksen "Salaatin viljelymenetelmien kehittäminen ja viljelytoimien vaikutus salaatin laatuun" loppuraportti. 179 p.  
Toimittaneet RAILI JOKINEN ja RISTO TAHVONEN.
22. AVIKAINEN, H., HARJU, P., KOPONEN, H., MANNINEN, M., MEINANDER, B. & TAHVONEN, R. Desinfointiaineiden soveltuvuus pelto- ja kasvihuonetuotannossa. 52 p. + 2 liitettä.
23. JOKI-TOKOLA, E. Rehun kuiva-ainepitoisuuden, paalien muovitustavan ja säilytyspaikan vaikutus pyöröpaalisäilörehun säilyvyyteen. 27 p.
24. JUHANOJA, S. & HIIRSALMI, A. Tuloksia puiden ja koristepensaiden menestymisen seurannasta vuosina 1970–90. 116 p.

## 1992

1. HAKKOLA, H. & KERÄNEN, T. Rehuviljakokeiden tuloksia 1977-91 Pohjois-Pohjamaan tutkimusasemalta. 22 p.
2. KOSSILA, V. & MÄNTYSAARI, P. Pikkuvasikoiden ruokintakoetuloksia Maatalouden tutkimuskeskuksessa v. 1973-89. 110 p. + 3 liitettä.
3. URVAS, L. Kalium-, mangaani- ja sinkkilannoituksen vaikutus timotein ravinnepitoisuuteen Pohjois-Suomen suonurmilla. 23 p.
4. NISSINEN, O. Yksivuotisten tuorerehukasvien soveltuminen laidun- ja niittoruokintaan Pohjois-Suomessa. 45 p.
5. HANNUKKALA, A.E. Timoteinurmen perustaminen Pohjois-Lapissa. 15 p.
6. MÄKELÄ-KURTTO, R., SIPPOLA, J. & JOKINEN, R. Teollisuuden jätevesilietteet ja niiden hyötykäyttö maataloudessa. (Loppuraportti tutkimushankkeesta "Teollisuuden jätevesilietteet ja niiden mahdollinen hyväksikäyttö maataloudessa".) 51 p. + 40 liitettä.
7. VANHALA, P. Rikkakasvien fyysikaalinen ja mekaaninen torjunta kasvukauden aikana. 68 p.
8. SAASTAMOINEN, M. Sohvi-herne. 41 p. + 2 liitettä.
9. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1984–1991. 109 p. + 2 liitettä.
10. GALAMBOSI, B. & RAHUNEN, I. Yrttien käyttö ja viljely. 39 p. + 1 liite.

11. SIMOJOKI, P., MEHTO-HÄMÄLÄINEN, U., LAITINEN, V. & RÄKKÖLÄINEN, M. Rikkakasvien torjunta ilman herbisidejä. 37 p.
12. **Hiehoikasvatuskokeiden tuloksia.**  
SAIRANEN, S., KOSSILA, V., ARONEN, I. & MICORDIA, A. Risteytyshiehot. P. 4–23.  
KOSSILA, V., SAIRANEN, S., MICORDIA, A., VALMARI, A. & HAKKOLA, H. Hiehot ja hieholehmät. P. 24–40 + 9 liitettä.  
KOSSILA, V., HEIKKILÄ, T. & SAIRANEN, S. Kaksoset ja kolmoset. P. 41–48 + 2 liitettä.  
Toimittaneet VAPPU KOSSILA ja SILJA SAIRANEN.
13. URVAS, L. & HYVÄRINEN, S. Maaperäkarttaselitys. Lapinlahti. 13 p. + 2 liitettä.
14. **Pikkuvasikoiden ruokintakoetuloksia 1990–91.** 57 p. + 1 liite.  
KOSSILA, V., ARONEN, I., TOIVONEN, V. & SAIRANEN, S. Korsirehun korjuuasteen vaikutus pikkuvasikoiden kasvuun ja rehunkulutukseen. P. 4–20.  
KOSSILA, V., ARONEN, I., SAIRANEN, S. & MÄNTYSAARI, P. Piimäjauhe ja maitojauhe-10 verrattuna kurrijauhejuottoon ja ohrajauhoihin lisätyn kauraproteiinin vaikutus vasikoilla. P. 21–40.  
KOSSILA, V., ARONEN, I., SAIRANEN, S. & NOUSIAINEN, J. Probioottien vaikutus pikkuvasikoiden kasvuun, rehunkulutukseen ja terveyteen. Eri suoliston osiin vaikuttavien probioottien yhdysvaikutus. P. 41–57.  
Toimittaneet VAPPU KOSSILA & SILJA SAIRANEN.
15. NISSLÄ, E. Arttu-ohra. 16 p. + 3 liitettä.
16. SALO, T. Typpi- ja kloridilannoituksen vaikutus punajuurikkaan nitraattipitoisuuteen ja satoon. *The effect of nitrogen and chloride fertilization on the nitrate content and yield of beetroot.* 37 p. + 6 liitettä.
17. GALAMBOSI, B. & PIEKKARI, S. Yrtit, mausteet ja rohdokset Suomessa. Luettelo julkaisuisista. 48 p.
18. MÄKELÄ-KURTTO, R., LINDSTEDT, L. & SIPPOLA, J. Laboratorioiden ja analyysimenetelmien välinen vertailututkimus viljelymaan raskasmetalleista. 61 p. + 3 liitettä.

## 1993

1. SAASTAMOINEN, M. Sisko-kaura. 24 p. + 2 liitettä.
2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1985–1992. 108 p. + 2 liitettä.
3. KIVIJÄRVI, P., DALMAN, P. & VALO, R. Vihanneslajikkeet Etelä-Savon tutkimusasemalla vuosina 1983–91. (*Summary: Vegetable varieties tested at the South-Savo Research Station of the Agricultural Research Centre of Finland in 1983–91.*) 34 p.
4. RINNE, S-L., SIPPOLA, J. & SIMOJOKI, P. Omavaraisen viljelyn vaikutus maan ominaisuuksiin. (*Summary: Effect of self-sufficient cultivation on soil properties.*) 26 p. + 12 liitettä.

5. RINNE, K., SUVITIE, M. & RINNE, S-L. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraissella säilörehu-vilja- ja heinä-vilja-urearuokinnalla. Lehmien rehunkulutus, ravinnonsaanti, tuotokset, maidon koostumus sekä hedelmällisyys ja kestävyys 4.–6. lypsykausina. *Comparison of Finnish Ayrshire, Friesian and Finncattle on grass silage-cereal and hay-urea-cereal diets. Feed intake and nutrient supply, production and composition of milk, fertility and culling of the cows during the 4th–6th production years.* 48 p. + 1 liite.
6. VILKKI, J. Helmi-öljypellava. 8 p. + 3 liitettä.
7. VIRKAJÄRVI, P. & HUHTA H. Nurmen viljely polttoturvesoiden jättöalueilla. Timotein fosforilannoitus Tohmajärven Valkeasuolla. *Grass production on cut-away peatlands. Phosphorus fertilization for timothy (Phleum pratense) leys at Valkeasuo, Tohmajärvi.* 27 p. + 2 liitettä.
8. SANKARI, H. Bioenergian tuotantoon soveltuvat peltokasvit. Kirjallisuuskatsaus. Kasvin-tuotannon osaraportti esitutkimukseen "Energian tuottaminen elintarviketuotannosta vapautu-valla peltoalalla." *Suitability of cultivated plants for bioenergy production. Literary survey. The partial report of plant production to the preliminary study entitled "Energy production in the areas released from food production."* 38 p.
9. GALAMBOSI, B., KEMPPAINEN, R., SIKKILÄ, J. & TALVITIE, H. Maustekasvien merkitys me-hiläisille. (*Summary: The significance of culinary herbs to bees.*) 62 p. + 9 liitettä.
10. URONEN, K.R., TAHVONEN, R., JOKINEN, R. & BARTOSIK, M-L. Kasvualustan johtokyvyn vaikutus vaikutus turpeessa viljellyn tomaatin satoon ja sadon laatuun. (*Summary; Samman-fattning.*) 34 p. + 3 liitettä.
11. ARONEN, I., LAMPILA, M. & HEPOLA, H. Säilörehu, heinä ja olki kasvavien ayrshiresonnien ruokinnassa. (*English summary.*) 24 p.
12. SUVELA, M. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Ympärivuotisen karitsoinnin merkitys lihan-tuotantoon ja kannattavuuteen. *Effect of out-of-season lambing on meat production and profi-tability.* 52 p. + 3 liitettä.  
SUVELA, M. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Ympärivuotinen karitsointi ja lihan-tuotanto.  
P. 7–43.  
SUVELA, M. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Tiheän ja normaalin karitsoinnin vertailu. P. 44–52.
13. SIMOJOKI, P. Selluloosatehtaan jätelietteen lannoitusvaikutus. (*Summary: Fertilizer effect of sludge from a sulphate and paper mill.*) 17 p. + 2 liitettä.
14. **Omavaraisen viljelyn kannattavuuslaskelmia.** 33 p. + 4 liitettä.  
MÄKINEN-HANKAMÄKI, S. Laskelmia omavaraisten viljelymenetelmien kannattavuudesta. (*Summary: Calculations on the profitability of self-sufficient cultivation methods.*) p. 7–23.  
RIEPPONEN, L. Omavaraisen ja tavanomaisen viljelyn kannattavuuden vertailu. (*Summary: Comparison of the profitability of self-sufficient and conventional cultivation methods.*) p. 25–33.
15. KEMPPAINEN, E., JAAKKOLA, A. & ELONEN, P. Peltomaiden kalkitustarve ja kalkituksen vaikutus viljan ja nurmen satoon. (*Summary: Effect of liming on yield of cereals and grass.*) 44 p. + 29 liitettä ja 7 kuvalliitettä.
16. VUORINEN, M. & TAKALA, M. Sinimailasen viljelyyn vaikuttavia tekijöitä. (*Summary: Management of alfalfa.*) 17 p. + 1 liite ja 19 liitetaulukkoa.



17. VILKKI, J. Jyty-sareptansinappi. (*English summary.*) 12 p. + 8 liitettä.
18. PÄRSSINEN, P. Antti-nurminata. (*English summary.*) 10 p. + 2 liitettä.
19. LUOSTARINEN, M. & OLIN, A. Maatilojen ympäristönhoito ja -suunnittelu. Lounais-Hämeen maatilojen ympäristönsuunnittelun tulokset ja maatilayhteistyön tutkimusohjelma vuosille 1993–96. (*Abstract: Environmental management and planning by farms. The results of environmental planning by farms in South-West Häme, Finland, and the research plan for farm co-operation during 1993 to 1996.*) 86 p. + 1 liite.
20. HUHTA, H. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvin ja lannoituksen vaikutus ravinteiden huuhtoutumiseen turvemaasta Tohmajärven huuhtoutumiskentällä v. 1983–87. 66 p. + 7 liitettä.

1994

1. LINNA, P. & JANSSON, H. Biotiitti nurmen kaliumlannoitteena. (*Summary: Biotite as a potassium fertilizer in grass production.*) 13 p. + 18 liitettä.
2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., SANKARI, H., KONTTURI, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1986–1993. 112 p. + 1 liite.
3. HAKKOLA, H. Turpeeseen sekoitetun naudanlietelannan lannoitusvaikutus ja varastoinnin aikaiset ravinnehävikit. (*Summary: The fertilization effect of peat manure and nutrient losses during storage.*) 20 p. + 1 liite.
4. EVERS, A-M. Lannoituksen vaikutus kasvisten ravitsemukselliseen laatuun. Kirjallisuustutkimus. (*Summary: The effect of fertilization on the nutritional quality of vegetables. A literature review.*) 22 p.
5. KEMPPAINEN, R. Lannoitustavan vaikutus porkkana-, peruna- ja ohralajikkeiden satoon ja sadon laatuun. Komposti- ja väkilannoituksen vertailu. (*Summary: Effect of fertilization method on yield and yield quality of carrot, potato and barley. Comparison between compost and mineral fertilizer.*) 29 p. + 5 liitettä.
6. KANGAS, A., SIMOJOKI, P. & TALVITIE, H. Kevätviljojen kylvösiemenen taantuminen. (*Summary: Deterioration of the yielding capacity of cereal seed.*) 17 p.
7. VÄNNINEN, I. Kasvihuoneviljelmien tuhoeläimet ja torjunta-aineiden käyttö. Vuoden 1992 kyselytutkimuksen tulokset. (*Summary: Pests and pesticide usage on greenhouse cultivations. Results of a questionnaire survey from 1992.*) 30 p.
8. VIRKAJÄRVI, P. & KARVONEN, K. Mittalautasen soveltuvuus timoteivaltaisen laidunnurmen kuiva-ainemassan määrittämiseen. 21 p. + 1 liite.
9. RANTALA, M., UUSIVIRTA, R., ULMANEN, S. & HANNUKKALA, A. Sellutehtaan kuorijäte lietelannan, sakokaivolietteen ja jätevesien käsittelyssä. (*Summary: The barking waste from a pulp mill in the treatment of cow slurry, septic tank sludge and waste water.*) 54 p.
10. KALLIO, M. & SAIRANEN, S. Kotieläinten luonnonmukainen ruokinta. Kirjallisuuskatsaus. 20 p.

11. REGÅRDH, E. & NIEMELÄINEN, O. Luonnonvaraisten ruohovartisten kasvien siemenlisäyksen kehittäminen. Kirjallisuusselvitys. (*Summary: Developing the seed multiplication of herbaceous wild plants. A literature survey.*) 50 p. + 2 liitettä.
12. PAHKALA, K., MELA, T. & LAAMANEN, L. Agrokuidun tuotanto- ja käyttömahdollisuudet Suomessa. Alustavan tutkimuksen loppuraportti 1990–1992. (*Summary: Prospects for the production and use of agrofibre in Finland. Final report of the preliminary study in 1990–1992.*) 56 p. + 2 liitettä.
13. VIRKAJÄRVI, P. & HUHTA, H. Nurmen viljely polttoturvesoiden jättöalueilla. Timoteinurmen kaliumlannoitus Tohmajärven Valkeasuolla. (*Summary: Grass production on cut-away peatlands. Potassium fertilization of timothy (Phleum pratense) leys at Valkeasuo, Tohmajärvi.*) 23 p. + 10 liitettä.

**JAKELU: MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS**

**Kirjasto**

**31600 JOKIOINEN**

**puh. (916) 1881, telekopio (916) 188 339**

**HINTA: 50 mk (+ alv.)**