



MTTK

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Tiedote 13/86

SEPPO PULLI

Kasvinviljelyosasto

ESKO VESTMAN

Kasvinviljelyosasto

VESA TOIVONEN

Kotieläinhoito-osasto

MARJA AALTONEN

Hallintotoimisto

**Yksivuotisten tuorerehukasvien sopeutuminen
Suomen kasvuoloihin**

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
TIEDOTE 13/86

PULLI, S., VESTMAN, E., TOIVONEN, V.
ja AALTONEN, M.

YKSIVUOTISTEN TUOREREHUKASVIEN SOPEUTUMINEN
SUOMEN KASVUOLOIHIN

Kasvinviljelyosasto
31600 JOKIOINEN
(916) 844 11

ISSN 0359-7684

Sisällysluettelo	sivu
1. JOHDANTO	3
2. AIKAISEMMAT TUKIMUKSET	5
3. AINEISTO JA MENETELMÄT	11
3.1 Kokeen tavoite	11
3.2 Koejärjestelyt	11
3.3 Kokeiden perustaminen ja hoito	13
3.4 Näytteiden otto ja havaintojen teko	14
3.5 Kemialliset analyysit	16
3.6 Kasvukausien sääolot ja koekasvien kasvutekijä- vaatimukset	16
3.6.1 Sokerijuurikas ja rehusokerijuurikas	16
3.6.2 Naattinauris ja rehupunajuuri	18
3.6.3 Peruna	18
3.6.4 Rehukaali	20
4. TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELO	21
4.1 Tuoresadot	21
4.2 Kuiva-ainepitoisuus ja kuiva-ainesadot	23
4.3 Juurikkaiden multaisuus	29
4.4 Rehukasvien laatu	30
4.4.1 Sokeripitoisuus ja sokerisadot	30
4.4.2 Kuitupitoisuudet	33
4.4.3 Valkuaispitoisuus ja valkuaissadot	34
4.4.4 Raakarasva	35
4.4.5 Tuhkapitoisuudet	36
4.5 Satojen suhde säätekijöihin	38
4.6 Koetulosten tarkastelu	42
5. TIIVISTELMÄ	46
KIRJALLISUUS	49

1. JOHDANTO

Maatilahallituksen julkaisemassa Suomen virallisessa tilastossa (taulukko 1) ei viime vuosina ole esiintynyt ns. rehukasveja, koska näiden pinta-alat ovat alittaneet käytetyt tilastointirajat. OJALAn (1982) selvityksen mukaan väkeviä tuorerehuja on syötetty tarkkailukarjoissa n. 84 ry/eläin/v mistä määrästä on kuitenkin vähennettävä melanssileikkeen osuus. Maatalouskeskusten liiton arvion mukaan rehujuurikasveja viljellään nykyisin 500-1000 ha, kun vastaava viljelypinta-ala 1960-luvulla oli n. 13000 ha. Perusteina kehitykseen ovat olleet ongelmat viljelyn koneellistamisessa ja varastoinnissa sekä voimaperäisen nurmiviljelyn yleistyminen.

Suomessa on kuitenkin jatkuvasti esiintynyt sopivien lisärehuksvien tarvetta. Etenkin rehujuurikasvien viljelyn edistämiseen on etsitty ratkaisuja 1940-luvulta lähtien. Ensimmäinen yritys tehtiin heti sodan jälkeen naattinauriin viljelykampanjan muodossa (VALLE 1949). Naattinauris pyrittiin säilömään AIV-rehuksi. Se antoi korkeita satoja aina Pohjois-Suomessa saakka, ja enimmillään naattinauriin viljely kohosi 15000 ha:iin (VALLE 1950, 1952, YLLÖ 1956, 1960a). Sadon säilönnässä koettiin kuitenkin pahoja pettymyksiä ja niinpä naattinauriin viljely taantui nopeasti.

Tutkimuksia rehujuurikasvien viljelyn kohentamiseksi kuitenkin jatkettiin. Juurikasvithan ovat peltokasveistamme satoisimpia ja erityisesti korkean sokeripitoisuutensa ansiosta rehuarvoltaan väkirehuihin verrattavia. Sen vuoksi niiden palauttamista viljelykiertoihin pidettiin tärkeänä, etenkin Pohjois-Suomessa, jossa rehuviljojen menestyminen on epävarmaa.

Kokeilut rehujuurikasvien viljelyn työmenekin vähentämiseksi aloitettiin Kasvinviljelyosastolla vuonna 1961. Tavoitteena oli harvalla tarkkuuskylvöllä päästä eroon harvennustyöstä sekä korvata rikkakasvien perkaaminen ja haraaminen valikoi-

villa herbisideillä. Ensimmäinen onnistunut kokeilu saatiin aikaan rehuporkkanalla, jota Suomessa tosin ei viljellä (MUKULA 1966). Sokerijuurikkaalla ja ristikukkaisilla juurikasveilla viljelymenetelmien kehittämistutkimukset etenivät hitaammin. Kuitenkin jo 1960-luvun puolivälistä alkaen on Sokerijuurikkaanviljelyn tutkimuskeskuksen johdolla tehdyissä tutkimuksissa saavutettu merkittävän hyviä tuloksia. Niiden seurauksena on sokerijuurikkaan viljelyn vaatima työpanos, joka aikaisemmin oli ollut noin 450 h/ha, alentunut 70-80 h:iin/ha (BRUMMER 1978, RAININKO ja HELLE 1981).

Tarpeet juurikasvien viljelymahdollisuuksien uudelleen selvittelyyn tämän tutkimuksen osalta perustuvat MTTK:n kasvinviljelyosastolla professori MUKULAN johdolla toimeenpantuihin energiakasvikokeiluihin (VESTMAN 1983) sekä MTTK:n kotieläinhuoltoosastolla professori LAMPILAN johdolla kehitetyn uuden juurikasvien pienemmät varastotappiot ja paremman säilyvyyden takaavan säilöntämenetelmän käyttöön ottoon (LAMPILA 1981). LAMPILAN tutkimuksiin liittyi myös yhteispohjoismainen selvitys tuottaa taloudellisesti energia-alkoholia juurikasveista ottaen huomioon sen, että tislajäte voidaan hyödyntää sellaisenaan käyttämällä se kotieläinten rehuksi. Energia-alkoholin käyttämistä polttoaineena on selvittänyt Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitos. LAMPILAN tutkimuksissa selvitettiin tuorerehuksien pesu-, murskaus-, säilöntä-, käymis- ja tislaustekniikkaa. Lypsylehmillä ja mulleilla keskityttiin rehujen ruokintakokeisiin ja pässejä käytettiin rehujen sulavuustutkimuksiin.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää eri juurikasvilajien, perunan ja rehukaalin satoisuutta ja laatua Etelä- ja Pohjois-Suomessa. Tutkimuskasvien taloudelliseen vertailuun PULLIn (1974) osoittamalla tavalla ei voitu mennä, vaikka uudet vähemmän työvaltaiset menetelmät antaisivat tähän aiheen. Tutkimussuunnitelma laadittiin Seppo Pullin johdolla. Tutkimus toteutettiin vuosina 1982-84. Kenttäkokeiden suorittamisesta vastasi Esko Vestman. Alustavan selvityksen tulok-

sista laati Marja Aaltonen kasvinviljelytieteen laudaturtyönä. Tutkimuksen kemiallisista analyyseistä vastasi Vesa Toivonen. Tutkimusjulkaisun laati Seppo Pulli.

Taulukko 1. Viljelykasvien alat koko maassa keskimäärin vv. 1951-55, 1956-60 ja 1960-64 (S. VIRALL. TIL. 1955, s. 9, 1960, s. 93 ja 1964, s. 8) ja 1983 (S. VIRALL. TIL. 1983, s. 88).

	1951-55		1956-60		1960-64		1983
	1000 ha	%	1000 ha	%	1000 ha	%	1000 ha
Yht. viljakasvit ja herne	895.4	35.6	935.3	35.8	1060.6	39.5	1228.4
Naattinauris	9.6	0.4	5.4	0.2	7.0	0.3	-
Yht. juurikasvit	34.8	1.4	32.1	1.2	37.6	1.4	32.9 ¹⁾
Peltoheinä kuivana	1081.3	43.0	1151.8	44.0	1133.2	42.2	490.3
" säilörehuna	20.6	0.8	18.6	0.7	14.6	0.5	203.8
Yht. nurmikasvit	1356.9	53.9	1438.7	54.8	1414.3	52.6	880.4
Vihantarehu	24.0	1.0	23.2	0.9	13.5	0.5	-
Rehukaali			1.2	0.1	2.2	0.1	-
Rehurapsi			0.5	0.0	0.3	0.0	-
Rehukasvit yht.	24.0	1.0	24.9	1.0	16.0	0.6	-
Muut kasvit, kesanto	113.4	4.5	97.2	4.7	80.8	3.0	52.4
Koko peltoala	2540.2	100.0	2614.9	100.0	2686.2	100.0	2466.6

1) Sokerijuurikas

2. AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET

Lisärehukasveilla tarkoitetaan sellaisia yksivuotisia rehu-
kasveja, joiden sato syötetään tuoreena eläimille tai valmis-
tetaan säilörehuksi. Lisärehukasveihin luetaan herne-kaura ja
virna-kaura seokset, rehukaali, rehurapsi, auringonkukka,
säilörehumaissi, yksivuotinen raiheinä, sekä juurikasvien
naatit. Juurikasvit ja peruna kuuluvat väkevien tuorerehujen
ryhmään. Niiden käyttöä karjanrehuna on suositeltu sekä rehu-
annoksen väkevyyden että sen terveellisyyden parantamiseksi.

Eri puolilla maatamme tehtyjen vihantarehukokeiden perusteella
(taulukot 2, 3, 4, 5 ja 6) voidaan tehdä vertailuja kasvilajien
kesken. Rehukaali on osoittautunut eteläosissa maatamme satoi-
simmaksi tuorerehukasviksi (taulukko 2). Rehukaali vaatii kui-
tenkin melko pitkän kasvuajan, mistä johtuen sen satoisuus

heikkenee pohjoiseen mentäessä. Pohjois-Suomessa ja Lapissa naattinauris on osoittautunut satoisimmaksi rehukasviksi (taulukot 5 ja 7). Rehurapsi eteläisen Suomen kokeissa on yleensä hävinnyt selvästi edellämainituille (taulukot 2 ja 4). Vain Viikissä ja Isossakyrössä tehdyissä kokeissa rehurapsin sadot ovat olleet rehukaalin satojen veroisia (taulukko 6). Lapissa rehurapsi on pitkäaikaisten koesarjojen perusteella toiseksi satoisin tuorerehukasvi (taulukko 7). Italian raiheinä on yleensä ollut satoisuudeltaan ristikukkaisia rehukasveja heikompi (taulukot 2, 4, 5, 6 ja 7). Sen satoisuus kuitenkin riippuu suuresti kasvupaikasta. Hikevillä mailla sadot saattavat nousta varsin korkeiksi. Heikoin sato on useimmissa kokeissa saatu herne-kaurasta tai virna-kaurasta (taulukot 2, 4, 5 ja 7).

Taulukko 2. Lajiekokeiden verranlajikkeiden keskimääräiset sadot vuosina 1960-64 Hankkijan koetilan savimaan kokeissa (RAVANTTI 1965).

Kasvilaji	Tuoresato kg/ha	Kuiva-aine- sato kg/ha	Raakavalkuais- sato kg/ha	Ry/ha
Rehukaali	65580	8970	1308	6903
Naattinauris	87843	8080	1041	6760
Italialainen raiheinä	34290	5390	930	6234
Rehurapsi	50290	5560	1180	5029
Herne-kaura	20630	3840	554	2063
Virna-kaura	20310	4330	622	2031

Taulukko 3. Rehukaalin sato verrattuna juurikasvien satoihin vuosina 1961-64 Hankkijan koetilan savimaan kokeissa (RAVANTTI 1965).

Kasvilaji	Tuoresato kg/ha	Kuiva-aine- sato kg/ha	Raakavalkuais- sato kg/ha	Ry/ha
Lanttu	97900	11570	1305	9141
Rehusokerijuurikas	75580	10130	940	8457
Rehukaali	67610	9310	1250	7116
Turnipsi	93910	9560	1070	7033

Taulukko 4. Keski- ja Etelä-Suomessa paikalliskokeina suoritettujen vihantarehukokeiden keskimääräiset tuore- ja rehuyksikkösadot v. 1959-63 (ANTTINEN 1965).

Kasvilaji	Tuoresato		Rehuyksikkösato	
	kg/ha	sl	ry/ha	sl
Rehunauris	79400	257	6110	257
Rehukaali	63300	205	7040	296
Syysrapsi	50900	165	4630	194
Italian raiheinä	44700	144	4960	209
Hernekaura	30900	100	2380	100

Taulukko 5. Pohjois-Suomessa paikalliskokeina suoritettujen vihantarehukokeiden keskimääräiset tuore- ja rehuyksikkösadot v. 1959-63 (ANTTINEN 1965).

Kasvilaji	Tuoresato		Rehuyksikkösato	
	kg/ha	sl	ry/ha	sl
Rehunauris	70000	266	5380	266
Rehukaali	43700	166	4850	240
Syysrapsi	39000	148	3550	175
Italian raiheinä	33600	128	3730	184
Hernekaura	26300	100	2020	100

Taulukko 6. Lisärehukasvien vertailevien kokeiden tuloksia Viikissä ja Isokyrössä vuosina 1964-65. (RAININKO 1966).

Kasvilaji	Kuiva-ainetta		Raakavalkuaista	
	kg/ha	Isokyrö	kg/ha	Isokyrö
Rehukaali	9320	10250	1370	1480
Rehurapsi	9820	9600	1560	1630
Italian raiheinä	6150	6900	750	1630
Aikainen puna-apila	4320		840	
Apilanurmi säilörehuksi	7580		1670	ei tyypil.
Nurminatanurmi "	8890		1270	800 kg/ha Nos

Edellä käsiteltyjen kasvien lisäksi suhteellisen uutena 1-vuotisena tutkimuskasvina on ollut Westerwoldin raiheinä. Virallisissa lajikekokeissa Westerwoldin raiheinä on osoittautunut erittäin nopeakasvuiseksi. Satoisuudeltaan se on ollut italian raiheinän luokkaa. Maamme pohjoisosissa westerwoldin raiheinä on ollut italialaista raiheinää satoisampi ja kasvu-rytmiltään oloihin italialaista raiheinää soveltuvampi. Etelä-Suomessa on kokeiltu myös maissin kasvattamista säilörehukasvina. Se on kuitenkin osoittautunut liian epävarmaksi (PULLI ym. 1979). Myös auringonkukan viljelyä rasittaa maissin tavoin viljelyn epävarmuus ja edellisen lisäksi sadon heikko laatu (RAVANTTI 1966).

Juurikasveista saadaan jopa rehukaalia parempia satoja (taulukko 3). Etelä-Suomessa lanttu on ollut satoisin juurikasvi. Keski-Suomessa ja Pohjanmaalla se on vielä menestynyt erinomaisesti, joskin turnipsi ja naattinauris ovat päässeet samalle satotasolle. Lapissa viimeksimainitut ovat olleet lanttua satoisampia (taulukko 8). 1960-luvulla rehujuurikas ja rehusokerijuurikas ovat olleet yleensä lanttua heikompia, vaikka edullisina vuosina antoivat suuria satoja (VARIS 1965). Monosiemenisyyden ja uuden viljelytekniikan myötä sokerijuurikkaalla tuotetut ry-määrät tänä päivänä sokerijuurikkaan varsinaisella viljelyalueella ovat niin suuret, että muut viljelykasvit eivät meillä yllä läheskään samalle tasolle (RAININKO ja KESÄVAARA 1978). Sokerijuurikas antaa juuressadon lisäksi runsaan naattisadon. Keski- ja Pohjois-Suomessa tehdyissä paikalliskokeissa vuosina 1958-61 saatiin hehtaarilta keskimäärin 25.1 tn juureksia ja 36.4 tn naatteja (PERHO 1963).

Taulukko 7. Yhteenveto Lapin tutkimusaseman vuosina 1955-70 suoritetuista tuore- ja säilörehukasvien vertailevista kokeista (Lapin tutkimusaseman koetusmonisteet 1955-70).

Kasvilaji	Tuoresato tn/ha	Ka-sato kg/ha	Ka %	Rv-sato kg/ha	Rv % ka
Naattinauris	108.3	9513	8.4	1487	16.4
Rehukaali	65.2	7410	11.4	1166	15.7
Rehusokerijuurikas	53.7	6470	11.5	971	15.0
Herne-kaura	37.0	4180	11.3	893	21.4
Herne-kaura + ital. raih.	62.2	6700	10.8	1215	18.1
Italian raiheinä	43.2	4931	11.5	1011	23.3
Rehurapsi	69.6	8620	12.4	1384	16.0
1. vuoden säilörehunurmi	40.5	6060	14.9	1054	17.4
2. vuoden säilörehunurmi	40.8	6580	16.1	967	14.7

Etelä-Suomesta on saatavissa hyvin niukasti tietoja kokeista, joissa perunaa on verrattu juurikasveihin. Keski- ja Pohjois-Suomessa suoritetuissa vertailuissa peruna on antanut parhaiden juurikasvisatojen veroisia rehuyksikkösatoja (taulukko 8).

Lisärehukasvien kemiallisesta koostumuksesta esitetään tietoja taulukossa 9. Tiedot perustuvat RAININGON (1966) keräämiin tietoihin kotimaisista ja ruotsalaisista julkaisuista. Kaikki taulukossa esitetyt kasvit sisältävät vettä hyvin runsaasti. Raakavalkuaispitoisuus vaihtelee suuresti mutta on ristikukkailla ja raiheinällä karjantuotantoa ajatellen tyydyttävä, jopa hyväkin, sillä runsaasti typpilannoitettuna saattaa raakavalkuaispitoisuus nousta ylikin taulukoissa esitettyjen arvojen. Ristikukkaisten kasvien kuitupitoisuus on pieni. Ne ovatkin jo verraten väkeviä rehujen täyttävyyden vaihdellussa 1.1-1.4 kg/ry. Niiden suuri sokeripitoisuus on karjanruokinnan ja rehunsäilytyksen kannalta edullinen ominaisuus.

Taulukko 8. Perunan ja juurikasvien satotuloksia paikalliskokeissa
vv. 1958-61 (PERHO 1963).

Sato ry/ha Lannoitus: normaali Y-lannosta 2000 kg/ha										
Alue	Vuosi	Kokeita	Nuutti peruna	Turnipsi	Lanttu	Naatti- nauris	Rehusokeri- juurikas	Rehu- juurikas	Sokeri- juurikas	Porkkana
Ryhmä I										
Keski-Suomi	1958	5	8132	6839	6562		5147	5513	8242	3351
	1959	13	10343	11334	11531		6187	6759	8743	5920
	1960	7	12329	9954	10567	9833	7253	7231	10914	
	1961	6	11717	9847	7928	8066	7444	7445	9827	
Keskimäärin ry/ha		31	10630	9494	9147	(8950)	6508	6737	9432	(4636)
Keski- Pohjanmaa	1958	2	9775	8237	6892		7123	7081	9490	
Oulun Tls.	1959	3	5630	8454	8086		6277	6177	10369	
	1960	6	11364	6618	7141	7466	5598	4892	6947	
	1961	7	10592	6168	6271	6875	5089	4407	6766	
Keskimäärin ry/ha		18	9340	7369	7098	(7171)	6022	5639	8393	
			Tilan oma peruna							
										Lannoitus: oulun Y-lannosta 1500 kg/ha
Ryhmä II										
Etelä- Pohjanmaa	1959	9	6353	6742	6501	7648				
	1960	5	8995	8083	7492	7835				
	1961	3	6834	9050	4773	6811				
Keskimäärin ry/ha		17	7394	7958	6255	7431				
Keski- Pohjanmaa	1958	3	6912	7324	4970	7882				
Oulun Talousseura	1959	5	4196	6267	5988	6257				
	1960	10	7469	6163	5851	7506				
	1961	8	6478	5406	3061	5964				
Keskimäärin ry/ha		26	6264	6290	4968	6902				
Peräpohjola	1958	7	8005	4525	2030	6341				
Lappi	1959	10	5663	5749	4194	5978				
	1960	16	6569	7335	6244	7917				
	1961	23	5992	6041	4156	5956				
Keskimäärin ry/ha		56	6557	5913	4156	6548				
Kaikki kokeet			10360							
Keskim. ry/ha 1958-61			6560	7236	6365	7147	5589	5814	8611	

Taulukko 9. Yksivuotisten rehukasvien kemiallinen koostumus normaalilla korjuuasteella (RAININKO 1966).

	Kuiva- ainetta %	Kuiva-aineesta %			Täyttyvyys
		Raaka- valk.	Kuitua	Sokeria	
Naattinauris	8-11	14-18	12-15	18-22	1.2-1.4
Rehukaali	10-14	13-16	17-19	15-18	1.2-1.3
Rehurapsi	12-15	14-18	16-18	10-15	1.1-1.3
Italian raiheinä	13-16	13-17	20-25	6-9	1.3-1.4
Herne-kaura	12-16	15-20	24-28	6-10	1.3-1.4
Maissi	10-15	9-12	19-21	20-23	
Auringonkukka	13-18	11-15	18-22	7-10	
Sokerijuurikkaan naatit	11-14	14-17	11-13	16-18	
Lantun naatit	10-14	14-19	11-13	13-16	

3. AINEISTO JA MENETELMÄT

3.1. Kokeen tavoite

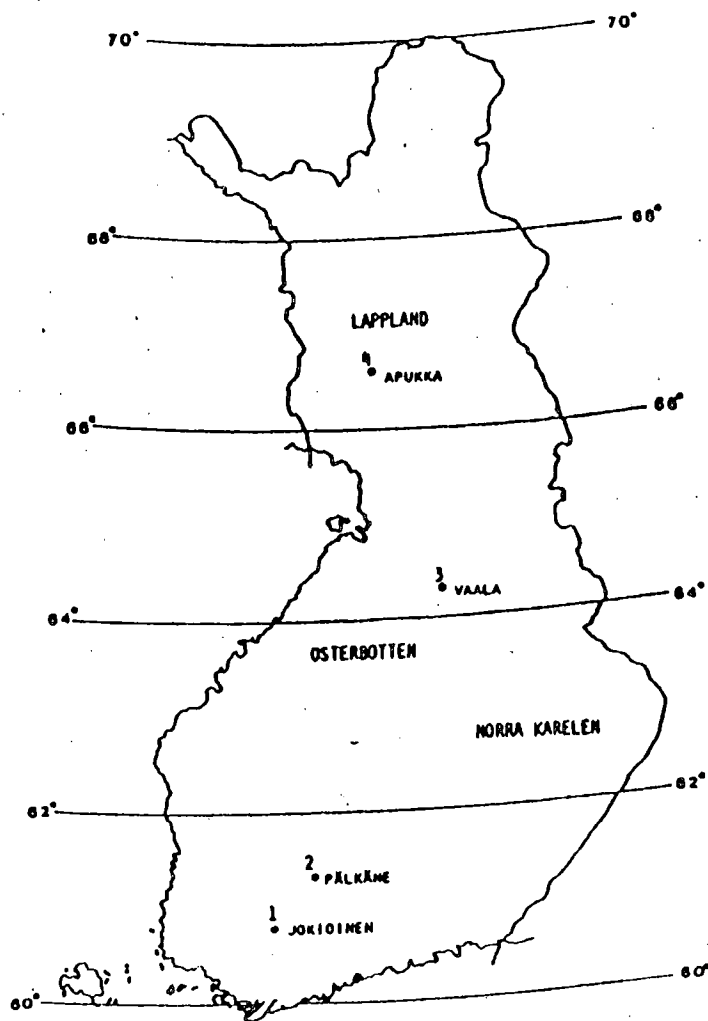
Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää eri juurikasvilajien, perunan ja rehukaalin satotasoja Etelä- ja Pohjois-Suomessa käytettäessä kaikilla 4 koepaikalla samaa viljelytekniikkaa ja kahta eri typpitasoa. Koesarja toteutettiin vv. 1982-84 tutkimusohjelman mukaisena Jokioisten kasvinviljelyosastolla sekä Hämeen, Kainuun ja Lapin tutkimusasemilla (kuva 1).

3.2. Koejärjestelyt

Kenttäkokeet perustettiin kolmena keväänä täysin samanlaisina neljälle eri koepaikalle. Koetyypinä käytettiin osaruutu-menetelmää, jossa koejäsenet olivat seuraavat:

Pääruutu: a₁ = 80 N = 1000 kg Yklv/ha } peruna
a₂ = 160 N = 2000 kg Yklv/ha }
a₁ = 160 N = 1000 kg Yb/ha } muut
a₂ = 260 N = 1600 kg Yb/ha } kasvit
b₁ = peruna, "Saturna"
b₂ = sokerijuurikas, "Monhill"
b₃ = rehusokerijuurikas, "Lamona"
b₄ = naattinauris, "Teutoburger"
b₅ = valkea punajuri, "Albina Vereduda"
b₆ = rehukaali, "Grüner Rig"

KOEPAIKAT: 1. Jokioinen 4. Lappi
 2. Iläme
 3. Kainuu



Kuva 1. Rehukasvikokeen tutkimuspaikalla, joista koepaikat 1 ja 2 edustavat Etelä-Suomea, koepaikat 3 ja 4 Pohjois-Suomea.

3.3. Kokeiden perustaminen ja hoito

Perustaminen:

Juurikasvit kylvettiin Etelä-Suomessa kaikkina koevuosina ennen 15.5. ja Pohjois-Suomessa n. 20.-25.5. Peruna istutettiin yleensä muutamia päiviä juuresten kylvöajan jälkeen. Lapissa v. 1984 kuitenkin istutettiin vasta 4.6. Nostoaikojen erot Pohjois- ja Etelä-Suomen välillä muodostuivat suuremmiksi kuin keväällä kylvöaikojen. Kainuussa ja Lapissa kokeet nostettiin tavallisesti syyskuun puolenvälin jälkeen ja Jokioisissa sekä Hämeessä noin kuukautta tätä myöhemmin. Kasvien kasvuaika jäi pohjoisilla koepaikoilla näin ollen n. 5-6 vk lyhyemmäksi kuin eteläisillä.

Hämeessä koepaikan maalaji oli hieta, Jokioisilla savi, Kainuussa saraturve ja Lapissa hietamoreeni.

Rivivälinä käytettiin perunalle 75 cm:ä ja muille kasveille 45 cm:ä. Peruna istutettiin käsin esi-idätettynä. Lapissa peruna jäi v. 1984 idättämättä. Juurikasvit kylvettiin Planet Juniorilla kylvösyvyyden ollessa juurikasveilla ja rehukaalilla 2-4 cm, perunalla n. 5 cm.

Lannoitteet annettiin rivilannoituksena pääruutuihin kenttäkaavion edellyttämällä tavalla siten, että lannoitusrivit olivat kohtisuorassa kylvöriveihin nähden.

Kylvömäärät:

Kasvilaji	Kylvömäärä kg/ha	Kasvutiheys kpl/rm
Peruna	2600-3000	4 = 1920 kpl/koe
Sokerijuurikas	3	6
Rehusokerijuurikas	3	6
Naattinauris	3.5	kylvötiheys
Valk. punajuuri	11	8
Rehukaali	6.5	kylvötiheys

Koeruuduissa oli tavallisesti 6 kylvöriiviä/koeruutu, joista 4 keskimmäistä korjattiin punnittaviksi. Ruutuja oli siten koepaikkaa kohden vuodessa 48 kpl.

Rikkakasvi- ja tuholaistorjunta:

Rikkakasvi- ja tuholaisruiskutuksia tehtiin tilanteen mukaan. Lisäksi koeruutuja jouduttiin haraamaan ja kitkemään jonkin verran myös käsin. Tuholaisten esiintymisen kannalta oli kesä 1984 hankalin. Sateinen kesä 1984 aiheutti happikato-ongelmia Jokioisissa, mikä heijastui myös ko. vuoden satotuloksiin.

Rehupunajuurikkaassa esiintyi varsin yleisesti kukkavarsia, mikä ilmeisesti on ensisijaisesti lajikekohtainen kysymys. Useat varsikointia koskevat selvitykset (BRUMMER 1963), koskevat lähinnä sokerijuurikasta, eivätkä pidä varsikointia kovin haitallisena ilmiönä. PESSALAN (1985) mukaan punajuuresta on saatavissa lajiketyyppejä, joiden varsikointitaipumus on vähäisempi kuin kokeissa käytetyn "Albina Veredudan".

3.4. Näytteiden otto ja havaintojen teko

Juurikasveista punnittiin erikseen juuri- ja naattisato. Koejäsenet korjattiin aikaisuusjärjestyksessä. Havaintoja tehtiin taimelletulosta, taudeista ja tuholaisista sekä kasvilajien kehitysrytmistä ja kukkavarsien muodostumisesta.

Koepaikoilla määritettiin naattien ja juurikkaiden kuiva-ainepitoisuudet. Juurikkaista määritettiin multavuus-% kerranteittain punnitsemalla yhden rivin sato (n. 10 m) pesemättömänä ja pestynä. Tästä multavuusmääritykseen käytetystä materiaalista pystyttiin laskemaan kpl-määrä riviä kohden ja juurikkaiden keskipaino.

Rehuanalyysiä varten kuivattiin 1 kg tuoresatoa kustakin koejäsenestä. Juurikasveilla näytteet otettiin sekä naateista että juuresta. Näytteet analysoitiin MTTK:n kotieläinhuolto-osastolla.

Näytteiden käsittelystä johtuen sokerimäärityksistä ei saatu kaikkien koepaikkojen osalta tuloksia kolmelta vuodelta vaan pohjoisen tutkimusasemalta jouduttiin kolmannen vuoden tulokset hylkäämään.

Taulukko 10. Keskilämpötilat °C ja sademäärät kymmenen päivän jaksoissa 1-15 (dekadeittain) alkaen 1.5. ja loppuen 27.9. vuosina 1982-84 eteläisillä (E) ja pohjoisilla (P) koepaikoilla (P) koejärviot Jokioinen ja Pälkäne sekä Vaala ja Rovaniemi).

Vuodet	Alue	DEKADIT (1-10) 1.5.-27.9.														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		Keskilämpötilat °C														
1982	E	7.2	6.4	11.7	13.0	8.7	12.5	15.2	19.3	16.2	19.2	14.8	13.5	9.3	10.5	9.6
	P	5.0	3.6	8.4	8.2	6.0	11.1	15.4	16.5	13.1	12.7	12.8	11.3	7.8	7.3	7.2
1983	E	7.8	11.8	13.5	11.6	16.3	13.1	17.3	16.5	16.9	19.0	13.2	12.8	12.9	10.0	7.8
	P	6.2	9.4	9.9	10.4	14.1	12.0	17.2	13.1	15.6	15.0	9.7	9.4	11.6	11.3	4.0
1984	E	7.5	13.4	17.7	15.3	13.4	13.3	15.2	16.5	14.7	19.1	12.0	11.8	10.1	10.1	7.9
	P	3.6	10.4	14.1	11.5	11.6	13.6	11.8	14.6	14.4	17.5	9.5	7.0	6.2	7.3	3.0
		Sademäärät mm														
1982	E	36.3	3.1	27.3	0.1	23.1	8.1	26.2	27.3	2.0	5.5	24.8	69.3	25.7	17.6	15.1
	P	34.7	8.1	36.5	5.0	17.5	8.8	17.8	3.6	14.6	10.6	9.6	69.5	25.3	23.8	23.1
1983	E	7.8	29.4	8.3	24.0	21.8	25.2	11.5	9.9	39.1	5.7	31.5	23.5	20.9	21.8	44.9
	P	0.9	26.9	18.2	33.9	12.4	43.2	6.0	40.9	28.2	18.7	18.6	20.9	14.8	38.7	25.0
1984	E	32.1	0.3	14.5	27.5	18.3	52.8	9.7	36.7	39.9	3.8	28.7	1.6	31.0	29.6	42.2
	P	13.1	6.5	0.8	9.2	28.6	44.8	7.7	37.0	42.1	2.5	15.5	19.1	25.5	21.5	15.0

3.5. Kemiaalliset analyysit

Kemiaalliset analyysit tehtiin Maatalouden tutkimuskeskuksen Kotieläinhoito-osaston laboratoriossa. Näytteiden analysoinnista vastasi Vesa Toivonen.

3.6. Kasvukausien sääolot ja koekasvien kasvutekijävaatimukset

Taulukossa 10 esitetään yhteenveto v. 1982-84 sääoloista koepaikkakunnilla dekadeittain. Huomiota on kiinnitetty vain tehoisan lämpötilasumman kertymään ja kasvukauden sadantaan. Taulukossa 11 esitetään tiedot kasvukausista 1982-84.

Taulukko 11. Yhteenveto kasvukausien 1982-84 sääoloista Jokioisilla, Pälkäneellä, Kainuussa (Pelsonsuo) ja Lapissa (Apukka). (Sääjaksot 1-15)

	Tehoisa lämpötilasumma			Sademäärä mm		
	1982	1983	1984	1982	1983	1984
Jokioinen	1123	1284	1190	345	313	410
Pälkäne	1178	1334	1269	264	337	309
Kainuu	828	1044	1019	326	364	272
Lappi	726	922	887	291	350	306

Kasvukaudet olivat hyvin erilaisia. Vuosi 1984 oli lämpöoloiltaan varsin edullinen, mutta sadeoloiltaan Etelä-Suomessa epäedullinen. Kyseisenä vuonna oli toukokuu lämpimimpiä mitä Etelä- ja Keski-Suomessa on tällä vuosisadalla mitattu. Kertyneeltä lämpösummaltaan oli kasvukausi 1983 koko maata ajatellen paras. Vuosi 1982 oli kokonaisuudessaan huomattavasti viileämpi kuin v. 1983, mutta lähellä pitkän vertailusarjan keskiarvoja. Termisen kasvukauden kehitys oli alkukesästä jäljessä keskimääräisestä kehityksestä lähinnä Etelä-Suomessa.

3.6.1. Sokerijuurikas ja rehusokerijuurikas

Sokerijuurikas ja rehusokerijuurikas vaativat pitkän kasvukauden ja lämpimän kesän tuottaakseen hyvän sadon. Suomi kuuluu BRUMMERIN (1961) mukaan sokerijuurikkaan viljelyn pohjoisimpaan

äärialueeseen, jonka BRANDES ja COONS (1941) määrittelivät ulottuvaksi n. 60. leveysasteelle. BRUMMER (1961) määrittelee sokerijuurikkaan satunnaisen viljelyn pohjoisrajan Itä-Suomessa n. 63. leveysasteelle ja Pohjanmaalla n. 64. leveysasteelle.

Juurikkaat reagoivat voimakkaasti kasvukauden tehoisaan lämpötilasummaan ja vaativat samalla kasvualustaltaan riittävää kosteutta. PULLIn (1985) selvitysten mukaan vuosilta 1960-83 lasketuissa regressiomalleissa lämpötilasumma selitti yksinään n. 50 % sokerijuurikkaan satovaihteluista. BRUMMER tutkimuksissaan (1961) on päätenyt samansuuntaisiin tuloksiin selvittäessään sokerijuurikkaan hehtaarisatojen ja säätekijöiden välistä yhteyttä Suomessa. Käyttämällä satovaihteluiden selittäjinä 40 pentadin (1.4.-17.10.) säätekijöitä BRUMMER (1961) sai pienimmät keskivirheet yhtälöillä, joissa selittäjinä olivat pentadin keskilämpötila ja sademäärä sekä pentadien keskilämpötila yhdessä keskilämpötilan ja sateen yhteisvaikutuksen kanssa. Tällöin selittyi 81 % kokonaisneliösummasta.

Tarkasteltaessa sokerijuurikkaan satotilastoja havaitaan, että 25 tn hehtaarisato saavutetaan lounaisessa Suomessa ja Ahvenanmaalla 95 % varmuudella joka vuosi, kun taas Vaasa - Joensuu -linjan pohjoispuolella ko. satotaso saadaan ainoastaan 50 % todennäköisyydellä (KALLINEN ym. 1978). On kuitenkin huomattava, että naattisadot ovat Keski- ja Pohjois-Suomessa olleet juurisatoon verrattuna suurempia kuin Lounais- ja Etelä-Suomessa.

Sokerijuurikas on pitkän päivän kasvi, mutta päivän pituus ei todennäköisesti ole merkitsevin sokerijuurikkaan kasvua ja kehitystä säätelevistä tekijöistä, toteaa MAKAROV (1950), joka myös korostaa tehoisan lämpötilakertymän merkitystä pohjoisilla viljelyalueilla. ULRICH ym. (1958) ovat todenneet, että sokerijuurikkaan naattisadon määrä suhteessa juurisatoon lisääntyy selvästi siirryttäessä pohjoiseen päin.

Juurikkaiden naatisto kestää pitkähkön ajan n. 5-7°C pakkasta tuhoutumatta (LÜDECKE 1953).

Juurikkaiden varsikoitumisen eli kukkavarsien muodostuminen johtuu BRUMMERIN (1963) mukaan lähinnä alhaisesta lämpötilasta taimettumisvaiheessa, joka virittää juurikkaat kukkimaan jo ensimmäisenä kasvukautena. Ongelma on kuitenkin lähinnä keski-eurooppalainen, sillä Suomessa kylvöt tapahtuvat suhteellisen myöhään keväällä, ja kevään kylmäkausi jää täällä lyhyemmäksi kuin Keski-Euroopassa. Varsikoituminen on pitkälti myös lajikeominaisuus, ja uusilla nykyisin viljelyssä olevilla lajikkeilla tämä taipumus on heikompi.

Rehusokerijuurikasta on pidettävä viljelykasvina sokerijuurikasta vaatimattomampana, vaikkakin hallanarempana kuin sokerijuurikasta.

3.6.2. Naattinauris ja rehupunajuuri

Naattinauris on nopeakasvuinen rehukasvi, joka tästä syystä soveltuu hyvin myös Pohjois-Suomessa viljeltäväksi. Nauriilla on SALOSEN (1961) mukaan luonteenomaista hyvin nopea kasvuunlähtö alkukesällä kylmästä säästä huolimatta. Naattinauris on rehukasvina myös varsin pakkasenkestävä, mikä pidentää sen ruokintakautta syksyllä.

Naattinauriiseen verrattuna on rehupunajuurikkaan alkukehitys hidasta ja kyky kilpailla taimettuvien rikkakasvien kanssa heikko. Suomen kasvuolosuhteissa on useilla rehupunajuurityypeillä hyvin voimakas varsikoitumistaipumus, joka ilmeisimmin johtuu keskieurooppalaisten lajikkeiden erilaisista päivänpituus- ja lämpötilavaatimuksista meidän olosuhteissamme.

3.6.3. Peruna

Vaikka peruna onkin viileän ilmaston kasvi ja viihtyy koko maassa, sen tuotannossa on huomioitava erityisesti tehoisa lämpötilasumma- ja sademäärävaatimukset (VARIS 1975).

Perunan optimikasvulämpötilana pidetään $15-17^{\circ}\text{C}$. KUISMAN (1981) selvitysten mukaan perunan vegetatiivinen kasvu alkaa, kun lämpötila ylittää n. $7-8^{\circ}\text{C}$. Varsiston kehityksen lämpötila-optimi on n. $20-25^{\circ}\text{C}$ ja mukulakehityksen n. $15-18^{\circ}\text{C}$. Perunan yhteyttäminen on tehokkaimmillaan hiukan mukulanmuodostuksen optimia korkeammalla lämpötila-alueella eli n. $20-22^{\circ}\text{C}$:ssa. Kehitysvaiheiden pohjalta perunan lämpötilavaatimukset voidaan jakaa (KUISMA 1981) seuraavasti:

- Alkukehityksessä ja vegetatiivisessa vaiheessa istutuksesta mukulanmuodostuksen alkuun lämpötilavaatimukset ovat melko korkeita.
- Mukulanmuodostusvaiheessa ja mukuloiden lisäkasvun alussa peruna suosii viilleitä olosuhteita.
- Mukuloiden nopean lisäkasvun ja tuleentumisen alun välisenä aikana lämpötilavaatimukset ovat hiukan edellistä vaihetta korkeammat.

Voidaan todeta, että Suomen oloissa perunan kasvua ei rajoita niinkään lämpötilan mataluus kuin tehoisan lämpötilasumman pienuus.

Varhaisperunalla tehoisan lämpötilasumman vaatimukseksi laske-
taan n. 500° , aikaisilla lajikkeilla $800-900^{\circ}$ ja myöhäisillä
 $1050-1100^{\circ}$ (PULLI 1985). Tämä merkitsee käytännössä sitä, että
myöhäisten lajikkeiden viljelyn ehdoton pohjoisraja on suurin-
piirtein Oulun seudulla. Useat Suomessa viljellyt lajikkeet
ovat niin myöhäisiä, että ne joudutaan keräämään tuleentumatto-
mina kesken kasvunsa kevät- ja syyshallojen edelleen häiritessä
viljelyä.

Nostokauden lämpötilan tulisi olla yli 10°C nostovaurioiden
vähentämiseksi. PULLIN (1985) mukaan varsien katkaisua seuraa-
vana 10-14 vrk:n aikana nostokauden lämpötilasumman tulisi
olla $50-80^{\circ}$. Näiden seikkojen merkitys korostuu viljeltäessä
perunaa sen viljelyn äärirajoilla mm. Lapissa.

KUISMA (1981) on perunan satoennustemallissaan arvioinut 6 eniten perunan satoon korreloinnutta säätekijää vv. 1969-79. Nämä tekijät ja niiden korrelaatiokertoimet olivat Etelä-Suomen osalta seuraavat:

Etelä-Suomi (n = 140)	r
1. toukokuun sademäärä	- 0.341 xxx
2. syyskuun keskilämpötila	- 0.812 xxx
3. syyskuun sademäärä	- 0.306 xx
4. haihdunta: istutus -30.6.	0.247 xx
5. toukokuun auringonpaistetunnit	0.194 x
6. heinäkuun sademäärä	0.190 x

3.6.4. Rehukaali

RAVANTIN (1965) Hankkijan kasvinjalostuslaitoksella tekemien tutkimusten mukaan useimmat kokeiden rehukaalit reagoivat voimakkaasti kasvukausien erilaisuuteen. Englantilaiset rehuydinkaalit menestyivät erikoisen hyvin Suomen olosuhteissa. Tällaisia olivat mm. Canell- ja Escofar-lajikkeet.

Suomessa ei ole merkitystä rehuydinkaalin ja tuhatpääkaalin mahdollisella talvenkestävyyserolla, koska ruohovartisen kasvin vihreät osat eivät selviä paleltumatta Suomen talvessa marras-kuuta pitemmälle. RAVANTIN (1964) mukaan rehukaali on syyskuun alussa laadultaan parasta niin säilörehuksi kuin tuoreeltaankin syötettäväksi. Rehukaali paleltuu hänen mukaansa n. $-10 - 12^{\circ}\text{C}$:ssa, joten sen korjuu voidaan suorittaa myöhään syksyllä. Rehun arvo laskee kuitenkin talvea kohti. Lokakuussa tarvitaan RAVANTIN (1964) mukaan rehuyksikköön 7.6 kg tuorerehua, marras-kuussa 8.2 kg ja joulukuussa 9.9 kg.

4. TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

4.1. Tuoresadot

Eri koepaikkojen keskimääräiset tuoresadot esitetään taulukossa 12. Korkein tuoresato korjattiin naattinauriista ja alhaisin perunasta. Lisätty typpilannoitus nosti keskimäärin kokonaistuoresatoja 12 %. Lisätyn aiheuttama juurien tuoresadon nousu oli 16 % ja naattisadon 9 %. Vuoden 1984 runsas sateisuus nosti perunan, mutta alensi muiden rehukasvien satoisuutta (taulukko 12). Vahingollisinta runsas kosteus maassa oli sokerijuurikkaalla ja naattinauriilla. Näillä kasveilla lisätyppi kosteissa oloissa meni lähinnä naattisadon lisäykseen, joten juurisadosta saatiin korkeammalla typpitasolla alhaisimpaa typpitasoa pienempi juurisato. Naattisatojen osuudet kokonaistuoresadosta olivat alemmalla ja korkeammalla N-tasolla seuraavat: sokerijuurikas 55 ja 60 %, rehusokerijuurikas 51 ja 52 %, naattinauris 30 ja 33 % sekä valkoinen punajuurikas 40 ja 42 %.

Naattinauriilla naattisadon osuus jäi suhteellisen vaatimattomaksi johtuen siitä, että naattinauris korjattiin muiden juurikasvien tapaan varsin myöhäisessä vaiheessa kasvukautta, jolloin naatit olivat jo tuleentumisvaiheessa. Huomattavaa kuitenkin on, että kokeissa käytetty Teutoburger lajike on tunnetusti vähänaattisempi ja juurisadoltaan muita naattinaurislajikkeita parempi, mikä on todettu mm. Hankkijan Anttilan koetilan kokeissa (VARIS 1965, 1970). Perunalla ei punnittu naattisatoja, koska perunan varsilla ei ole taloudellista käyttötarkoitusta.

Taulukko 12. Rehukasvien tuoresadot (juuri + naatti) tn/ha kahdella N-tasolla keskimäärin kaikilla koeaikoilla vuosina 1982-84.

Kasvilaji	N kg/ha	Tuoresadot tn/ha						Yht. st.			
		Juuret		Naatit		Yht.	st.				
		-82	-83 -84 keskim.	-82	-83 -84 keskim.						
Peruna	80 160	21.9 29.1	30.1 34.6	35.1 36.5	29.0 33.4	- -	- -	29.0 33.4	100 115		
Sokerijuurikas	160 260	24.5 24.6	29.3 34.1	21.6 20.6	25.1 26.4	41.5 47.1	30.2 42.0	21.9 27.7	31.2 38.9	56.3 65.3	194 225
Rehusokerij.	160 260	29.0 34.1	37.2 41.4	17.9 22.5	28.0 32.7	32.5 45.2	32.1 40.7	21.1 22.2	28.6 36.0	56.6 68.7	195 237
Naattinauris	160 260	68.7 69.9	72.2 77.7	69.6 68.1	70.2 71.9	35.2 44.5	22.0 25.6	33.2 35.7	30.1 35.3	100.3 107.2	346 370
Valk. punaj.	160 260	24.0 27.3	27.5 33.9	22.1 25.4	24.5 28.9	17.4 21.8	18.0 22.3	13.6 17.9	16.3 20.7	40.8 49.6	141 171
RehukaaTi	160 260	- -	- -	- -	- -	64.0 76.4	55.7 66.9	51.2 49.6	57.0 64.3	57.0 64.3	197 222

4.2. Kuiva-ainepitoisuus ja kuiva-ainesadot

Juurikasvit ovat erittäin vesipitoisia kasveja. Tämän vuoksi oikeamman kuvan kasvien käyttökelpoisuudesta eläinten rehuna ja energialähteenä antavat tiedot juurien ja naattien kuiva-aine- ja sokeripitoisuuksista sekä rehun raaka-aineen muista laatuominaisuuksista.

Satojen kuiva-ainepitoisuuksien vertailu eteläisillä ja pohjoisilla koepaikoilla osoitti (taulukko 13), että lyhyemmästä kasvukaudesta ja alhaisemmasta lämpösummasta johtuen kasvien kehitys pohjoisessa oli eteläistä kehitystä hitaampaa. Alemmalla lannoitustasolla juurten ja naattien kuiva-ainepitoisuudet olivat pohjoisessa keskimäärin 1.2 ja 1.5 %-yksikköä etelän pitoisuuksia alemmat. Korkeammalla lannoitustasolla vastaavat erot olivat 0.8 ja 1.4 %-yksikköä. Suurimmat erot etelän ja pohjoisen välillä esiintyivät rehukaalilla (2.7 %-yksikköä) sekä perunalla ja valkoisella punajuurella (2.3 %-yksikköä). Naattinauriin hyvää sopeutuneisuutta pohjoisen olosuhteisiin osoittaa, että sen juuren kuiva-ainepitoisuus pohjoisessa oli jopa eteläistä arvoa suurempi. Myös rehusokerijuurikas ehti pohjoisessa etelän mukaiseen kasvurytmiin, kun kasvurytmiä mitataan kuiva-ainepitoisuuden kehityksellä.

Taulukko 13. Rehuksien juurten ja naattien kuiva-ainepitoisuudet (% ka) kahdella N-tasolla eteläisillä (E) ja pohjoisilla (P) koepaikoilla vuosina 1982-84.

Kasvi- laji	N-taso 1				N-taso 2			
	Juuri		Naatti		Juuri		Naatti	
	E	P	E	P	E	P	E	P
Peruna	23.5	21.2	-	-	23.3	20.4	-	-
Sokerijuurikas	23.6	22.0	14.2	12.8	22.8	21.7	13.3	11.7
Rehusokerij.	19.2	19.0	13.2	12.1	18.0	18.1	11.8	11.5
Naattinauris	9.6	10.1	12.3	11.4	9.0	9.5	11.9	10.6
V. punaj.	15.7	13.4	16.4	14.3	15.1	14.1	15.1	13.9
Rehukaali	-	-	14.6	12.3	-	-	14.5	11.8
keskim.	18.3	17.1	14.1	12.6	17.6	16.8	13.3	11.9

Taulukko 14. Rehukasvien keskimääräiset kuiva-ainesadot tn/ha ja satojen kuiva-ainepitoisuudet %ka kahdella lannoitusallasolla vuosina 1982-84 neljällä koepaikalla.

Kasvilaji ja -lajike	N kg/ha	Juuret ka-sato		Naatit ka-sato		Kokonais ka-sato	
		tn/ha	ka-%	tn/ha	ka-%	tn/ha	ka-%
Peruna	80	6.6	22.3	-	-	6.6	22.3
	160	8.0	21.8	-	-	8.0	22.8
Sokerijuurikas	160	5.3	22.8	4.1	13.5	9.4	18.2
	260	5.6	22.3	5.0	12.5	10.6	17.4
Rehusokerij.	160	5.2	19.1	3.4	12.6	8.6	15.8
	260	5.6	18.1	4.3	11.7	9.9	14.9
Naattinauris	160	6.8	9.9	3.3	11.9	10.1	10.9
	260	6.5	9.2	3.9	11.3	10.4	10.3
Valk. punaj.	160	3.6	14.5	2.5	15.3	6.1	14.9
	260	4.1	14.6	3.0	14.5	7.1	14.6
RehukaaTi	160	-	-	7.7	13.5	7.7	13.5
	260	-	-	8.5	13.1	8.5	13.1

Koevuosien kuiva-ainesadot keskimäärin tutkimuspaikoilla (taulukko 14) osoittivat, että lisätty N-lannoitus nosti kaikilla kasveilla keskimäärin juurten ka-satoa 0.5 tn ja naattien ka-satoa 0.7 tn. Lisätty N-lannoitus laski juurten ka-pitoisuutta keskimäärin 0.5 %-yksikköä. Naattien ka-pitoisuuden vastaava lasku oli 0.8 %-yksikköä. Kokonais-ka-sadoissa peruna, sokerijuurikas ja rehusokerijuurikas hyötyivät n. 20 %-yksikköä lisätyistä 80-100 kg/ha N-lannoituksesta, rehukaali 12 %-yksikköä ja valkoinen punajuurikas 16 %-yksikköä. Naattinauriin vaatimattomuutta ja hyvää sopeutuneisuutta kasvuoloihimme osoittaa, että se jo alemmalla N-tasolla tuotti keskimäärin enemmän kuiva-ainetta kuin muut tutkitut kasvit korkeammalla N-tasolla sokerijuurikasta lukuunottamatta.

Vesipitoisinta juurisadoltaan oli naattinauris (9.2 %) ja kuiva-ainepitoisimmat sokerijuurikkaan juuri (22.8 %) sekä perunan mukulat (22.3 %). Lisätty N-lannoitus ei muuttanut oleellisesti juurien kuiva-ainepitoisuutta ja alensi naattienkin kuiva-ainepitoisuutta ennakoitua merkittävästi vähemmän (taulukko 14). Naattisadon osuus kokonaiskuiva-ainesadosta oli kaikilla kasveilla keskimäärin alemmalla N-tasolla 43 % ja ylemmällä N-tasolla 45 %. Yksityisistä kasveista naattisadon osuudet kokonaissatoon olivat alemmalla ja korkeammalla N-tasolla 44 ja 47 % sokerijuurikkaalla, 40 ja 43 % rehusokerijuurikkaalla, 33 ja 38 % naattinauriilla sekä 41 ja 42 % valkoisella punajuurella. Naattinauriin naattisadon alhaisuuteen vaikutti merkittävästi pitkälle kehittynyt tuleentuminen kokeiden korjuuvaiheessa.

Koepaikkakohtainen tarkastelu

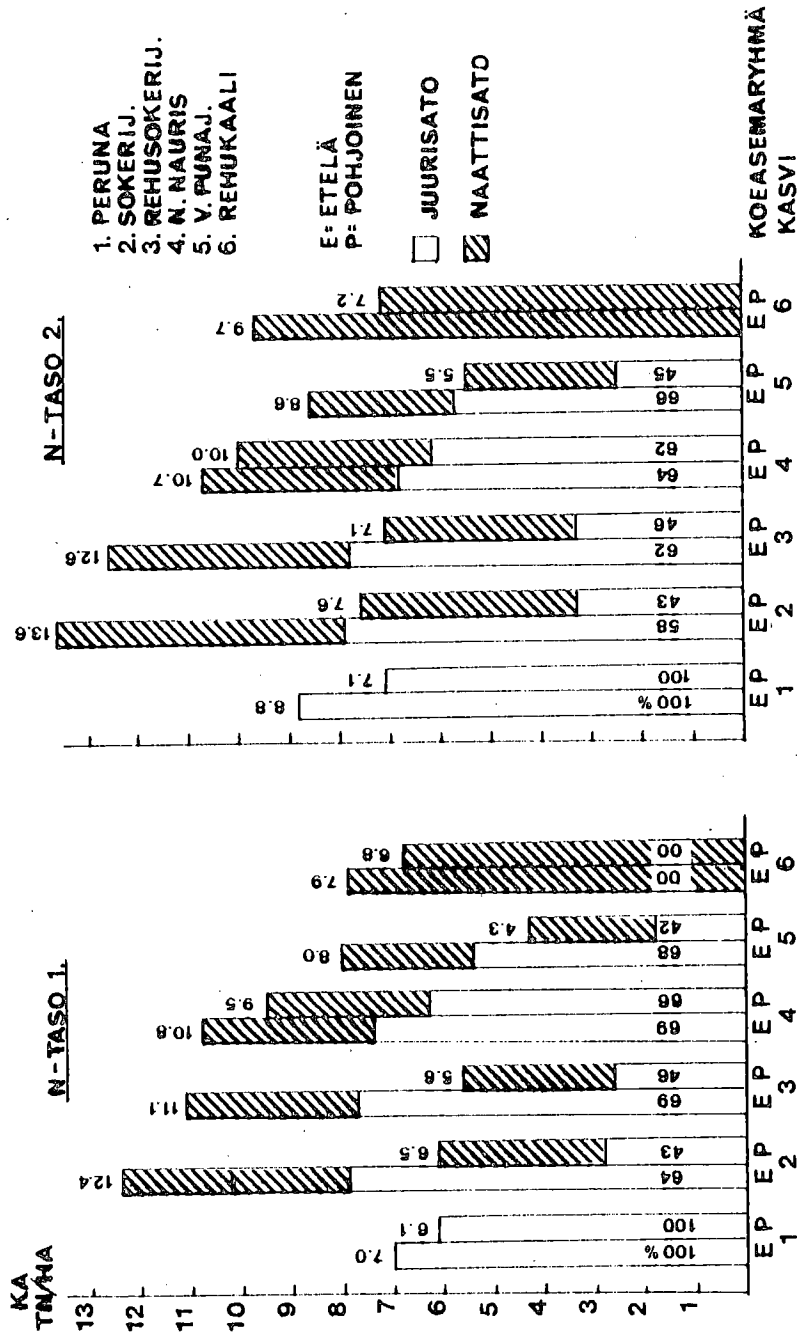
Keskimäärin suurimmat kuiva-ainesadot korjattiin Hämeen tutkimusasemalla, Pälkäneellä, jossa maalajina koko koejakson ajan oli hikevä, hyvät kuivatus- ja kosteusolosuhteet omaava hieta (taulukko 15). Satotaso keskimäärin kaikilla tutkituilla kasveilla Jokioisten hietaisen savimaan kokeissa oli 78 % Pälkäneen satotasosta alemmalla N-tasolla ja 81 % korkeammalla N-tasolla. Vaalan saraturpeella sadot kahdella N-tasolla olivat 59 ja 66 %

Pälkäneen satotasosta sekä Rovaniemellä hietamoreenilla 60 ja 59 %. Peruna, sokerijuurikas, rehusokerijuurikas, naattinauris ja valkoinen punajuuri olivat kaikki satoisimmat Pälkäneellä molemmilla N-tasoilla ja vain rehukaalista saatiin Jokioisilla Pälkänettä hieman parempia tuloksia.

Vertailu etelän ja pohjoisen välillä

Tutkimuksessa Jokioinen ja Pälkäne luetaan Etelä-Suomea sekä Vaala ja Rovaniemi Pohjois-Suomea edustaviksi kasvupaikoiksi. Etelä-pohjoisvertailussa (kuva 2) pohjoisen satotaso jäi etelää alhaisemmaksi kaikilla tutkituilla kasveilla. Lähimmäksi etelän tasoa pohjoisessa pääsi naattinauris, jonka satoisuus alemmalla N-tasolla oli 88 % ja ylemmällä N-tasolla 93 % etelässä tuotetusta sadosta. Toiseksi parhaiten etelä-pohjoisvertailussa selvisi peruna, jonka satoisuus etelän sadoista oli alemmalla N-tasolla 87 % ja korkeammalla N-lannoituksella 81 %. Rehukaalilla vastaavat arvot olivat 86 ja 74 %, sokerijuurikkaalla 52 ja 56 %, rehusokerijuurikkaalla 50 ja 56 % sekä valkoisella punajuurella 54 ja 65 %.

Suurin kuiva-ainesato Etelä-Suomessa alemmalla N-tasolla tuotettiin sokerijuurikkaalla (12.4 tn ka/ha) ja Pohjois-Suomessa naattinauriilla (9.5 tn ka/ha). Myös korkeammalla lannoitus-tasolla samat kasvit olivat runsassatoisimmat, mutta kuiva-ainesadot jonkin verran korkeammat (13.6 ja 10.0 tn ka/ha). Heikkosatoisin rehukasvi Etelä-Suomessa alemmalla lannoitus-tasolla oli rehukaali (7.9 tn ka/ha) ja Pohjois-Suomessa valkoinen punajuuri (4.3 tn ka/ha). Korkeammalla lannoitus-tasolla heikkosatoisin tutkituista kasveista sekä Etelä- että Pohjois-Suomessa oli valkoinen punajuuri (kuva 2).



Kuva 2. Rehuksvien kuiva-ainesadot tn/ha kahdella lannoitusastolla eteläisillä (E) ja pohjoisilla (P) koeaikoilla vuosina 1982-84 sekä juurisatojen osuus (% ka) kokonaiskuiva-ainesadoista.

Taulukko 15. Rehukasvien kokonaiskuiva-ainesadot tn/ha (juuri + naatit) tyyppitasoilla:
 peruna = 80 ja 160 kg/ha, muut rehukasvit = 160 ja 260 kg/ha, eteläisillä
 ja pohjoisilla koepaikoilla vuosina 1982-84.

Kasvillaji	Kokonais-ka-sato tn/ha				
	Jokioinen	Pätkäne	Vaala	Rovaniemi	Keskim.
	N-taso 1.				
Peruna	5.0a	9.0a	6.0ab	6.2ab	6.6a
Sokerijuurikas	11.0b	13.7b	6.0ab	6.9ab	9.4bc
Rehusokerij.	9.8b	13.1b	5.5a	5.7ab	8.6bc
Naattinauris	10.5b	11.1ab	9.6b	9.3b	10.1c
Valk. punaj.	5.8ab	10.2ab	3.7a	4.9a	6.1a
Rehukaali	8.6b	8.5a	7.6b	5.9ab	7.7ab
Keskim.	8.5	10.9	6.4	6.5	8.1A
	N-taso 2.				
Peruna	7.7ab	9.9a	7.1ab	7.1ab	8.0ab
Sokerijuurikas	11.4b	15.8c	8.2ab	6.9ab	10.6d
Rehusokerij.	10.7ab	14.4bc	7.7ab	6.4ab	9.9bcd
Naattinauris	10.1ab	11.3ab	10.1b	10.0b	10.4cd
Valk. punaj.	7.1a	10.3a	5.0a	6.0a	7.1a
Rehukaali	10.3ab	9.1a	8.6ab	5.8a	8.5abc
Keskim.	9.6	11.8	7.8	7.0	9.1B

$$\text{LSD}_{05} \quad (b_1) - (b_0) = 1.0$$

$$(b_1 - c_1) - (b_1 - c_0) = 1.9$$

$$(a_1 b_1 c_1) - (a_1 b_1 c_0) = 3.8$$

4.3. Juurikkaiden multaisuus

Juurikasvien arvo säilörehun raaka-aineena riippuu kasvien satoisuudesta, sadon energia-arvosta, sadon muista laatuominaisuuksista sekä viljelyn kannattavuuteen liittyvistä tekijöistä. Näistä tärkeimpiä ovat työmenekki ja koneistettavuus. Merkittävää osaa juurikasvien käyttökelpoisuudessa säilörehun raaka-aineeksi näyttelee myös se, kuinka puhtaita juurikkaat ovat säilöttäessä, jotta eläinten terveysriskeiltä voitaisiin välttyä. Maatalouden tutkimuskeskuksen kotieläin-hoito-osastolla prof. Lampilan kehittämän menetelmän mukaisesti juurikasvit säilötään juurineen ja naatteineen murskattuina (LAMPILA 1981). Säilönnän nopeuttamiseksi ja hyvän säilöntätuloksen takaamiseksi rehun raaka-aineessa pitäisi olla mahdollisimman alhainen multa-%.

Rehukasvikokeista selvitettiin juurikkaiden multa-% koepaikoittain ja -vuosittain. Koejakson keskimääräiset multa-%:t osoittivat, että maa-aineksista puhtain rehun raaka-aine saatiin nostossa naattinauriista kaikilla koepaikoilla ja suurin multaisuus esiintyi sokerijuurikkaalla (taulukko 16). Merkille pantavaa on, että pohjoisen saraturpeella ja hietamoreenilla juurikkaat haaroivat kevyillä maalajeilla eteläisten koepaikojen hyvät kosteusolosuhteet omaavia hieta- ja savimaita enemmän ja maalajien keveydestä riippumatta juurikkaiden multa-% nousi pohjoisessa eteläisiä paikkoja korkeammaksi. Koska koevuodet olivat keskimääräistä saderikkaampia ja korjuuolosuhteet poikkeuksetta märkiä, tulokset edustavat ilmeisesti keskimääräistä vaikeampia korjuuolosuhteita. Juurikkaat nostettiin kaikilla koepaikoilla käsin, ja multa-% on käsin kopistellun noston lopputulos.

Taulukko 16. Juurikasvien multa-%:t eri koepaikoilla keskimäärin vuosina 1982-84.

Kasvilaji	Jokioinen HtS	Pälkäne Ht	Vaala Ct	Rovaniemi HtMr
Sokerijuurikas	20	15	42	56
Rehusokerij.	21	12	33	39
Naattinauris	5	3	5	4
Valk. punaj.	8	6	25	15

4.4. Rehukasvien laatu

4.4.1. Sokeripitoisuus ja sokerisadot

Juurikasvien juuret luetaan ruokintaopillisesti väkevien tuorerehujen ryhmään niiden sisältämän runsaan energian vuoksi. Pääosa juurikasvien energiasta muodostuu sokereista ja perunalla tärkkelyksestä, jonka märehittäjä hajoittaa pötsitoiminnan tuloksena yksinkertaisiksi sokereiksi.

Tässä tutkimuksessa sokerit määritettiin sekä juurista että naateista jotka määrittystä varten oli kuivattu ohjeiden mukaan. Mukaan on otettu kaikkien kolmen koevuoden tulokset eteläisiltä koepaikoilta ja kahden koevuoden tulokset pohjoisilta koepaikoilta.

Rehukasvien sokeripitoisuudet osoittivat, että kasvien kuiva-ainepitoisuuksista havaittu kasvien pohjoisilla koepaikoilla eteläistä nuorempi kehitysaste heijastui myös kasvien kuiva-aineen sokeripitoisuuksiin (taulukko 17). Juurten sokeripitoisuus eteläisillä koepaikoilla molemmilla N-tasoilla oli 6-7 %-yksikköä pohjoisen sokeripitoisuuksia korkeampi. Naateissa erot pohjoisen ja etelän välillä olivat lähes olemattomat kuvastaen yhteyttämisen samankaltaisuutta korjuuvaiheessa. Huomattavaa on, että naattinauriilla kuiva-aineen sokeripitoisuus jäi muita tutkittuja juurikasveja alhaisemmaksi, mikä yhdessä alhaisen kuiva-ainepitoisuuden kanssa alentaa nauriin viljelyarvoa.

Taulukko 17. Rehukasvien juurten ja naattien sokeripitoisuudet (% sokeria/ka) kahdella N-tasolla eteläisillä (E) ja pohjoisilla (P) koepaikoilla vuosina 1982-84.

Kasvi- laji	N-taso 1				N-taso 2			
	Juuri		Naatti		Juuri		Naatti	
	E	P	E	P	E	P	E	P
Peruna 1)	87	94	-	-	88	88	-	-
Sokerijuurikas	75	65	26	28	72	67	26	26
Rehusokerij.	68	63	18	23	67	63	17	23
Naattinauris	43	35	19	14	38	37	13	13
V. punaj.	66	50	11	9	66	45	11	7
Rehukaali	-	-	28	22	-	-	27	18
keskim.	68	61	20	19	66	60	19	17

1) sisältää tärkkelyksen

Selityksenä pohjoisen juurikasvien juurten alempiin sokeripitoisuuksiin voidaan todeta, että pohjoisessa hitaammasta kehitysrytmistä johtuen juurten varastointikapasiteetti on vaillinainen, koska varastoelimiä korjuuvaiheessa vielä rakennetaan. Kun verrataan juurten kokoa eteläisillä ja pohjoisilla koepaikoilla (taulukko 18) todetaan, että pohjoisen juuri on keskim. vain 58-59 % etelässä kasvatetun juurten koosta. On aivan luonnollista, että tällaisessa kehittyvässä juuressa sokerien varastointi on pahasti kesken, kun se etelässäkin tapahtuu pääosin myöhäissyksyllä. Pohjoisen juurikasvien kehittymättömyyttä kuvaa myös etelän kasveja selvästi voimakkaampi juuren kuitupitoisuus (taulukko 20), mikä on osoituksena rakenteellisten osien erikoistumattomuudesta. Pohjoisen juurikasvin juuren alhaiseen sokeripitoisuuteen on osaselityksenä myös eteläistä merkittävästi korkeampi valkuaispitoisuus (taulukko 21), mikä kehittyy pohjoisen pitkässä päivässä todennäköisesti voimakkaan valohengityksen seurauksena.

Rehukasvien sokeripitoisuudet vaihtelivat tutkimuspaikoittain ja vuosittain melkoisesti. Tulokset tukivat YLLÖn (1960b) havaintoja, joiden mukaan sokeripitoisuuksissa löydetään suurempia vaihteluja kuin valkuaispitoisuuksissa.

Taulukko 18. Juurikasvien juurten koko g/juuri eteläisillä (E) ja pohjoisilla (P) koepaikoilla kahdella lannoituksella vuosina 1982-84.

Koe- kasvi	g/juuri			
	N-taso 1		N-taso 2	
	E	P	E	P
Sokerijuurikas	334	150	362	205
Rehusokerijuurikas	387	165	454	173
Naattinauris	398	418	500	448
V. punajuuri	285	93	307	120
keskim.	351	207	406	237

Pohjoisen ja etelän juurten ja naattien yhteenlasketut sokerisadot (taulukko 19) osoittivat, että pohjoisen alemmat kuiva-ainesadot ja etelää alhaisempi sokeripitoisuus vaikuttivat sen, että pohjoisen pinta-alayksiköltä korjattu sokerisato oli vain 55-59 % etelän sokerisadosta. Lähimmäksi etelän satoja pohjoisessa pääsi peruna, jolla kuitenkin pääosan sokerisadosta muodostaa tärkkelys. Sokerisadon osalta tärkeä vaihtoehto pohjoisessa voisi olla sokerijuurikas. Naattinauriin viljelyarvoa alentaa sen suuri vesipitoisuus ja suhteellisen alhainen sokeripitoisuus.

Taulukko 19. Rehu- ja juurikasvien juurien ja naattien yhteenlasketut sokerisadot (tn/ha) eteläisillä (E) ja pohjoisilla (P) koepaikoilla kahdella lannoitustasolla vuosina 1982-84.

Kasvi- laji	Sokerisato tn/ha			
	N-taso 1		N-taso 2	
	E	P	E	P
Peruna ¹⁾	6.1	5.7	7.7	6.3
Sokerijuurikas	7.1	2.8	7.2	3.3
Rehusokerijuurikas	5.9	2.3	6.0	3.0
Naattinauris	3.9	2.7	3.1	2.8
V. punaj.	3.9	1.1	4.1	1.3
Rehukaali	2.2	1.5	2.6	1.3
keskim.	4.9	2.7	5.1	3.0

¹⁾ sisältää tärkkelyksen

4.4.2. Kuitupitoisuudet

1-vuotiset rehukasvit on tarkoitettu siirtymäkauden lisärehuksi, väkeväksi tuorerehuksi tai säilörehuksi, jolloin niiden käyttökelpoisuuden kulloisessakin tapauksessa määrää niiden energia-arvo tai valkuaispitoisuus tai molemmat. Korkeatuotoksen lehmän nurmisäilörehun raaka-aineelta edellytetään n. 20 % kuitupitoisuutta. Väkevät tuorerehukasvit, juurikasvit, tunnetaan vähäkuituisiksi, jolloin kasvien käyttöperusta on niiden energia- ja valkuaissisältö.

Tutkimuksen tuorerehukasvien vertailut osoittivat, että kuitupitoisinta ja eniten nurmikasveja muistuttavaa säilörehun raaka-ainetta oli rehukaali (taulukko 20). Varsinaisista juurikasveista muita selvästi korkeampi kuitupitoisuus löytyi naattinauriin juurista. Naattisadoissa naattinauriin naatteja kuitupitoisempia olivat vain valkoisen punajuuren naatit. Naattinauriilla alhainen sokeripitoisuus selittyy osittain korkealla kuitupitoisuudella.

Kuitupitoisuuksien etelä-pohjoisvertailusta voidaan todeta, (taulukko 20), että pohjoiset juurisadot olivat eteläisiä kasvustoja keskimäärin 2-2.2 %-yksikköä kuituisempia. Naattisadoissa vastaavat erot olivat 0.5-1.1 %-yksikköä. Kaikilla tutkimuksessa edustetuilla kasveilla kuitupitoisuus lisääntyi etelästä pohjoiseen.

Taulukko 20. Rehukasvien juurten ja naattien kuitupitoisuudet (% ka) kahdella N-tasolla eteläisillä (E) ja pohjoisilla (P) koepaikoilla vuosina 1982-84.

Kasvi- laji	N-taso 1				N-taso 2			
	Juuri		Naatti		Juuri		Naatti	
	E	P	E	P	E	P	E	P
Peruna	2.2	2.4	-	-	2.3	2.4	-	-
Sokerijuurikas	4.9	7.5	12.1	10.0	4.9	7.2	10.5	9.3
Rehusokerij.	5.4	7.0	11.1	10.7	5.3	7.7	10.3	11.2
Naattinauris	12.4	14.6	15.3	15.8	12.0	13.7	14.8	16.3
V. punaj.	5.3	9.5	13.0	16.9	5.5	9.2	14.1	19.2
Rehukaali	-	-	19.7	20.2	-	-	19.7	19.0
keskim.	6.0	8.2	14.2	14.7	6.0	8.0	13.7	15.0

4.4.3. Valkuaispitoisuus ja valkuaisadat

Rehukasvien kuiva-ainesatojen valkuaispitoisuuksien vertailu osoitti (taulukko 21), että pohjoisen pitkässä päivässä juurten valkuaispitoisuus oli alemmalla N-tasolla 4.1 % korkeampi etelässä tuotetun juurisadon valkuaispitoisuuteen verrattuna. Ylemmällä lannoitustasolla pohjoisessa tuotettu juuren valkuaispitoisuus oli 3.7 %-yksikköä korkeampi etelässä tuotettuihin kasveihin verrattuna. Naattisadossa vastaavat erot olivat 3.3 ja 3.9 %-yksikköä. Tämän tutkimuksen perusteella on arvioitavissa, että pohjoisen pitkässä päivässä juurikasvit keräävät tehokkaasti valkuaisa sokerin kustannuksella. Pohjoisen pitkässä päivässä myös sokerijuurikas ja rehusokerijuurikas ovat suhteellisen valkuaisrikkaita kasveja varsinkin naattisadon osalta. Naattinaurista voidaan pitää suhteellisen valkuaisriikkaana sekä juuri- että naattisadon osalta. Tutkituista kasveista rehukaalin valkuaispitoisuus oli alempi mitä on todettu aikaisemmissa tutkimuksissa (ISOTALO 1957).

Taulukko 21. Rehukasvien juurten ja naattien valkuaispitoisuudet (% ka) kahdella N-tasolla eteläisillä (E) ja pohjoisilla (P) koepaikoilla vuosina 1982-84.

Kasvi- laji	N-taso 1				N-taso 2			
	Juuri		Naatti		Juuri		Naatti	
	E	P	E	P	E	P	E	P
Peruna	7.3	8.2	-	-	8.6	9.7	-	-
Sokerijuurikas	4.9	10.1	14.8	21.3	6.2	9.3	18.0	21.9
Rehusokerij.	6.5	10.9	15.7	20.6	7.3	12.5	14.9	21.7
Naattinauris	10.2	14.9	18.1	18.7	13.6	15.7	19.2	21.0
V. punaj.	9.1	14.6	15.5	19.6	10.6	15.6	16.6	19.5
Rehukaali	-	-	12.5	14.6	-	-	13.1	17.5
keskim.	7.6	11.7	15.3	19.0	9.3	12.6	16.4	20.3

Juurikasvien valkuaisadat pinta-ala-yksikköä kohden osoittivat (taulukko 22), että pohjoisessa tuotettiin etelän veroiset valkuaisadat, vaikka kuiva-ainesadat pohjoisessa naattinaurista lukuunottamatta jäivät etelän satoja huomattavasti heikommiksi.

Yksittäisistä kasveista runsaimmat valkuaissadot sekä etelässä, että pohjoisessa saatiin naattinauriista. N-lannoitus nosti etelän valkuaissatoja 28 %. Vastaava nousu pohjoisessa oli 25 %. Pohjoisen kannalta merkittävää on, että suhteellisen runsasenerginen sokerijuurikas tuottaa pohjoisessa myös suhteellisen runsaan valkuaissadon.

Taulukko 22. Rehuksien valkuaissadot (juuri + naatti kg/ha) kahdella N-tasolla eteläisillä (E) ja pohjoisilla (P) koepaikoilla vuosina 1982-84.

Koe- kasvi	N-taso 1		N-taso 2	
	E	P	E	P
Peruna	530	500	760	690
Sokerijuurikas	1060	1070	1520	1250
Rehusokerij.	1100	900	1290	1230
Naattinauris	1370	1540	1670	1770
V. punajuuri	890	750	1080	980
Rehukaali	990	990	1270	1260
keskim.	990	960	1265	1200

4.4.4 Raakarasva

Rehuksista tehdyt raakarasva-analyysit ilmensivät osaltaan tasalaatuisia rehun raaka-aineita. Juurisadoissa naattinauriilla oli jonkin verran muita kasveja korkeampi kuiva-aineen raakarasvapitoisuus, mutta absoluuttiset arvot tämänkin kasvin osalta jäivät alhaisiksi (taulukko 23). Valkoisella punajuurella ja sokerijuurikkaalla juuren raakarasvapitoisuudet nousivat muista kasveista poiketen etelä-pohjoissuunnassa. Juurikasvien naatit olivat raakarasvapitoisuuksiltaan rehuksien luokkaa. Lisätty typpilannoitus ei muuttanut kasvien raakarasvapitoisuuksia.

Taulukko 23. Rehukasvien raakarasvapitoisuus (% ka) kahdella N-tasolla eteläisillä (E) ja pohjoisilla (P) koepaikoilla vuosina 1982-84.

Koe- kasvi	N-taso 1				N-taso 2			
	Juuri		Naatti		Juuri		Naatti	
	E	P	E	P	E	P	E	P
Peruna	0.1	0.2	-	-	0.1	0.2	-	-
Sokerijuuri	0.1	0.4	2.0	1.9	0.1	0.3	1.9	2.0
Rehusokerij.	0.2	0.4	2.1	2.0	0.2	0.3	1.5	1.9
Naattinauris	0.8	0.8	2.0	2.1	0.7	0.8	2.0	2.1
V. punaj.	0.2	0.6	2.2	1.5	0.3	0.6	1.9	1.4
Rehukaali	-	-	2.0	2.3	-	-	1.9	2.4
keskim.	0.3	0.5	2.1	2.0	0.3	0.4	1.8	2.0

4.4.5 Tuhkapitoisuudet

Rehukasvien mineraalipitoisuus selvitettiin määrittämällä juurien ja naattien tuhkapitoisuus koejakson kaikilla koepaikoilla koevuosittain.

Rehukasvien juurisatojen kuiva-aineen tuhka-% sekä alemmalla että korkeammalla lannoitustasolla oli yhteneväinen eteläisillä ja pohjoisilla koepaikoilla (taulukko 24). Naattisadoissa sen sijaan mineraalipitoisuus eteläisillä koepaikoilla oli merkittävästi (40-48 %) korkeampi kuin pohjoisilla koepaikoilla tutkituilla lannoitustasoilla. Naattien tuhka-%:t olivat 3.5-kertaiset juurien tuhkapitoisuuteen nähden eteläisillä ja 2.5-kertaiset pohjoisilla tutkimuspaikoilla. Yksityisistä kasveista naattinauris omaa korkean tuhkapitoisuuden sekä juuri- että naattisadoissa. Rehukaalilla tuhkapitoisuus jäi varsin vaatimattomaksi juurikasveihin verrattuna.

Taulukko 24. Reņukasvien tuhkapitoisuus (% ka) kahdella N-tasolla eteläisillä (E) ja pohjoisilla (P) koepaikoilla vuosina 1982-84.

Kasvi- laji	N-taso 1				N-taso 2			
	Juuri		Naatti		Juuri		Naatti	
	E	P	E	P	E	P	E	P
Peruna	4.9	4.5	-	-	4.9	4.8	-	-
Sokerijuurikas	3.5	3.7	17.8	12.7	3.7	3.7	20.7	14.1
Rehusokerij.	4.6	4.1	24.8	15.2	4.8	5.2	21.5	16.3
Naattinauris	9.2	7.8	20.7	14.6	10.2	8.3	22.6	15.2
V. punaj.	5.3	7.4	26.8	14.9	5.8	7.9	25.2	15.4
Rehukaali	-	-	9.7	10.2	-	-	9.8	10.6
keskim.	5.5	5.5	20.0	13.5	5.9	6.0	20.0	14.3

4.5 Satojen suhde säätekijöihin

Rehukasveista määritettiin kokonaiskuiva-ainesatojen, koepaikkojen, tehoisan lämpötilasumman ja sadesumman väliset korrelaatiot. Näistä tehoisan lämpötilasumman ja sadesumman arvot edustivat toukokuun ensimmäisen päivän ja syyskuun 27 päivän välistä ajanjaksoa ja kuvasivat sellaisenaan kasvukauden kasvuoloja. Korrelaatiovertailuissa koepaikat edustivat kasvupaikan maantieteellistä asemaa, johon luonnollisesti kuuluvat tehoisan lämpötilasumman kehitys ja alueen sadeolot, mutta myös muita kasvutekijöitä, joita em. parametrit eivät kuvaa.

Korrelaatiokertoimiin vaikuttavat säätekijät on esitetty taulukossa 11. Kasvukauden jaksoittamiseen ei katsottu voitavan mennä, koska tutkimuksessa ei punnittu koesatoja kesken kasvukauden.

Korrelaatiolaskelmissa satoja kuvaavat parametrit edustavat kunkin kasvin juurten ja naattien yhteenlaskettuja kokonaiskuiva-ainesatoja (kuva 3). Korrelaatiokertoimet laskettiin kummallekin typpitasolle erikseen, jotta voitaisiin todeta, lisääkö korkeampi typpitaso samalla myös keskeisiä kasvutekijävaatimuksia.

Korrelaatiokertoimia tarkasteltaessa (taulukko 25) voidaan todeta, että tutkituista kasveista perunan sato alemmalla lannoitustasolla oli riippumaton kasvupaikan maantieteellisestä sijainnista. Tähän vaikutti se, että Jokioisten ja Rovaniemen tulokset olivat lähes yhteneväiset (kuva 3).

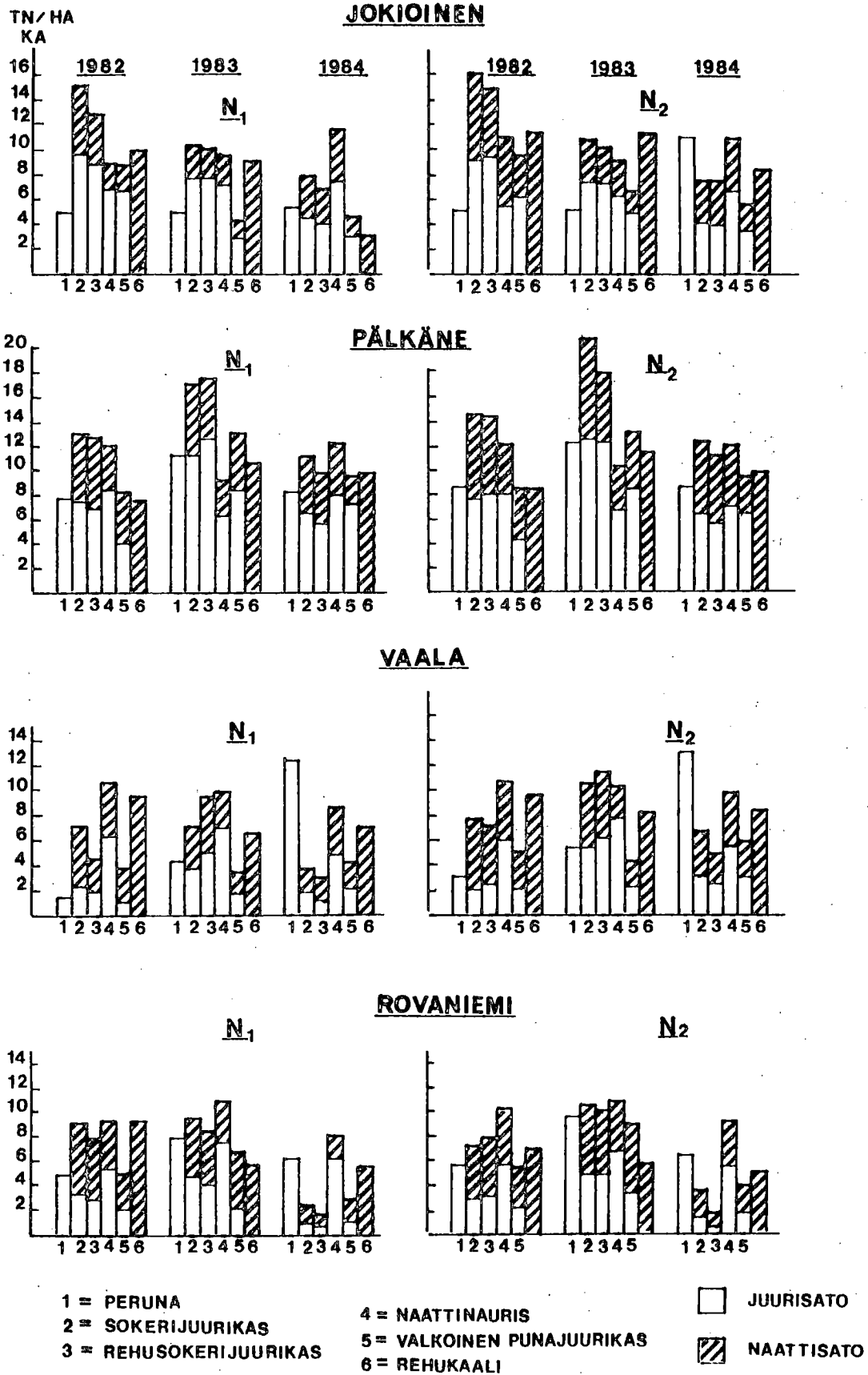
Korkeammalla lannoitustasolla Pälkäneen korkea perunasato aiheutti lievästi negatiivisen korrelaation etelä-pohjois-suunnassa, mutta tulos ei tilastollisesti ollut merkittävä. Myös muitten tekijöiden korreloituminen satoon ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

Sokerijuurikkaan kuiva-ainesatoja korreloivat tilastollisesti merkittävästi sekä koepaikan maantieteellinen asema, että tehoisa lämpötilasumma kummallakin lannoitustasolla (taulukko 25). Korkeammalla lannoitustasolla lämpötilan osuus korrelaatiokertoimen valossa korostuu. Näyttäisi siltä, että tehostunut lannoitus vaatii enemmän lämpöä, jotta kuiva-ainetta ehtisi muodostua annetun kasvuajan sisällä. Kasvupaikan ja kuiva-ainesadon välinen voimakas negatiivinen korrelaatio antaa ymmärtää, että mitä pohjoisemmaksi mennään sen rajoitetuimmiksi sokerijuurikkaan kuiva-ainetuotannon mahdollisuudet käyvät.

Rehusokerijuurikas käyttäytyy lähes sokerijuurikkaan tavoin. Poikkeuksena voitaisiin nähdä, että rehujuurikkaalla lämpötilavaatimukset korostuvat jo alemmalla N-tasolla. Kasvien kuiva-ainepitoisuuden vertailut tukevat myös tätä näkökantaa.

Korrelaatiovertailut naattinauriilla vahvistavat sen tiedon, että naattinauris oli vaatimattomin tutkituista kasveista kasvutekijävaatimusten suhteen. Naattinauriilla ei löydetty tilastollisesti merkittävää korrelaatiota minkään tutkitun kasvutekijän osalta. Maantieteellisestä sijainnista johtuu lievästi negatiivinen korrelaatio, mutta satotaso oli suhteellisen runsas myös pohjoisessa, kuten kuvasta 2 voidaan todeta.

Valkoinen punajuuri oli tutkituista kasveista todennäköisesti sopeutumattomin kasvuoloihimme. Tämä näkyy lämpötilasummavaatimuksista molemmilla lannoitustasoilla. Valkoisella punajuurilla oli tilastollisesti merkityksetön suhde kasvupaikan maantieteelliseen sijaintiin, mutta tämä ei kerro koko totuutta, sillä kasvi menestyi heikosti koko maassa, vaikka Pälkäneen hyvillä lämpötalouden omaavilla hietamailla tulos oli tyydyttävä (kuva 3).



Kuva 3. Rehukavien koepaikkakohtaiset juurten ja naattien kuiva-ainesadot kahdella N-tasolla vuosina 1982-84.

Rehukaali osoittautui yllättäen erittäin vaativaksi kasviksi lämpötilan suhteen korkeammalla lannoitustasolla. Lämpötilan osuutta korosti kasvin voimakas negatiivinen korrelaatio kasvupaikkaan etelä-pohjoissuunnassa. Rehukaali näyttäisi olevan tutkituista kasveista se kasvi, jonka satoisuutta korkealla lannoitustasolla rajoittaa ensisijaisesti alhainen lämpötilasumma pohjoisessa. Samasta syystä kasvin kuiva-ainepitoisuus jää alhaiseksi ja laatu heikoksi pohjoisen olosuhteissa.

Kasvukauden sadesumma ei mukaan otetuissa korrelaatioissa edustanut merkittävää tekijää yhdelläkään tutkituista kasveista. Syynä tähän oli ilmeisesti se, että koejaksolle sattui vain sateisia vuosia, jolloin lämpötilasumman osuus korostui ja sadevaatimukset vastaavasti jäivät vähemmälle huomiolle.

Taulukko 25. Kuiva-ainesatojen ja koepaikkojen, koevuosien lämpötilasumman ja sadesumman väliset korrelaatiot (r) tuorerehukasvien kokeissa Jokioisilla, Hämeen, Kainuun ja Lapin tutkimusasemilla kahdella N-tasolla vuosina 1982-84.

Korrelaatiomuuttuja	Peruna	Sokerijuurikas	Rehusokerij.	Naattinauris	Valk. punaj.	Rehukaali
	N-taso 1					
Koepaikat (KVO, HAM, KAI, LAP)	.03 ⁰	-.55*	-.53*	-.43 ⁰	-.37 ⁰	-.24 ⁰
Lämpötilasumma \geq °C	.39 ⁰	.58*	.65**	.36 ⁰	.61*	.26 ⁰
Sadesumma \geq mm	-.34 ⁰	.09 ⁰	.12 ⁰	.24 ⁰	-.01 ⁰	-.22 ⁰
	N-taso 2					
Koepaikat	-.17 ⁰	.51*	-.50*	-.21 ⁰	-.37 ⁰	-.72**
Lämpötilasumma \geq °C	.45 ⁰	.67**	.62*	.21 ⁰	.61*	.60*
Sadesumma \geq mm	.04 ⁰	.07 ⁰	.12 ⁰	.01 ⁰	.02 ⁰	.22 ⁰

4.6. TULOSTEN TARKASTELU

Rehukasvitutkimuksen ensimmäisen vaiheen päätyttyä on syytä todeta, että tutkimus sellaisenaan vastasi siihen asetettuja toiveita. Tutkittujen rehukasvien satoisuus eri osissa maata voitiin testata yhtenäisen tutkimusohjelman puitteissa. Tutkimuksen perimmäisenä tarkoituksena oli selvittää väkevien tuorerehujen tuotantomahdollisuudet pohjoisessa, jossa maantieteellisestä sijainnista johtuen energiaa sisältävien viljakasvien viljely on riskialtista. Kun lisäksi Maatalouden tutkimuskeskuksen kotieläinhoidon osastolla on prof. Martti Lampilan johdolla kehitetty juurikasvien puristemehutappiot eliminoiva säilöntämenetelmä, sopivien kasvien löytäminen tähän tarkoitukseen olisi ensiarvoisen tärkeätä. Tutkimusohjelma testasi kuusi tärkeätä tuorerehukasvia; perunan, sokerijuurikkaan, rehusokerijuurikkaan, naattinauriin, valkoisen punajuuren ja rehukaalin.

Tutkimukseen olisi ollut syytä sisällyttää myös lanttu, turnipsi, rehurapsi ja Pohjois-Norjassa yleisesti käytetty rehurapsi-ohran seos, jotta täydellinen kuva asiasta olisi voinut syntyä. Aikaisemmissa tutkimuksissa lanttu ja turnipsi ovat menestyneet Etelä-Suomessa (RAVANTTI 1965) naattinauriin veroisesti ja Pohjois-Savossa jopa naattinaurista paremmin (RYYNÄNEN 1964). Lapissa lanttu ja turnipsi paikalliskokeissa ovat tosin hävinneet perunalle ja naattinauriille (PERHO 1963). Lapin pitkäaikaisissa rehukasvien vertailevissa kokeissa myös rehurapsi on osoittautunut luotettavaksi tuorerehukasviksi.

Koska tuorerehukasveista korjataan joko syöttöä tai säilöntää varten tuoresato, toisistaan kuiva-ainepitoisuudeltaan merkittävästikin eroavien kasvien tuoresatojen vertailu on paikallaan jo työmenekin vuoksi. Lisäksi tuorerehun kokonaissäilönässä on tärkeätä, että mahdollisimman vähän vettä ajetaan säilöttäväksi.

Tämän tutkimuksen tuoresatojen vertailuissa naattinauris kaikilla koepaikoilla tuotti keskimäärin 100.3 ja 107.2 tn/ha alemmalla ja korkeammalla typpitasolla. Tämä on n. 65 % enemmän kuin Hankkijan kokeissa 1960-luvulla (RAVANTTI 1965). Merkillepantavaa on, että naattinauriin satotaso koko maassa oli yhteneväisin tutkituista kasveista. Naattinauriin jälkeen seuraavaksi satoisuudessa tulivat rehusokerijuurikas, sokerijuurikas, rehukaali, valkoinen punajuuri ja peruna. Lisätty N-lannoitus nosti kaikilla tutkituilla kasveilla tuoresatoja. Tämän tutkimuksen perusteella naattinauriilla alempi käytetty N-lannoitus oli riittävä. Muilla tutkituilla kasveilla lisätyypellä on merkitystä, mutta käytetty korkeampi N-taso on ylimitoitettu. Tähän viittaavat kuiva-ainesatojen ja kasvutekijöiden väliset korrelaatiokertoimet, joista ilmenee, että lisätty N-lannoitus edellyttää kohonnutta lämpötilasummavaati-
 musta sokerijuurikkaalla, rehusokerijuurikkaalla ja erityisesti rehukaalilla ja valkoisella punajuurella. Pohjoisessa, missä lämpötilasumma on pääasiassa kasvua rajoittava tekijä, N-lannoitus on kompromissi kuiva-ainepitoisuuden ja säätekijöiden välillä.

Naattinauriin viljelyarvoa alentaa sekä juurten että naattien korkea vesipitoisuus. Arvokkain kasvi tässä suhteessa oli sokerijuurikas, jonka juurten kaapitoisuus oli n. 22.5 % ja naattien n. 13 %. Perunan mukuloiden kuiva-ainepitoisuus nousi tutkimuksessa lähes sokerijuurikkaan tasolle, mutta perunan viljelyarvoa alentaa naattisadon käyttökelvottomuus eläinten rehuksi.

Korkein kuiva-ainesato koko maassa saatiin sokerijuurikkaasta korkeammalla N-tasolla. Sokerijuurikkaan satoisuutta nosti merkittävästi sen runsas naattisato, jonka osuus kokonaiskuiva-ainesadosta oli 44-47 % lannoituksesta riippuen. Keskimäärin naattisadot eri kasveilla edustivat 33-47 % osuutta kokonaiskuiva-ainesadoista. Alhaisin naattisato korjattiin naattinauriista. Tähän vaikutti kasvuston pitkälle kehittynyt tuleentuminen kokeiden korjuuvaiheessa. Ylituleentumista voitaisiin välttää YLLÖn (1960) tutkimusten mukaan, jos naatti-

nauriin naattisato korjataan kahdesti kasvukaudessa. Todennäköisesti näin menetellen säilötään entistä suurempi vesisato säilörehutorniin ja nauriin vaurioitumisvaarat lisääntyvät kasvukauden aikaisissa korjuissa.

Etelä-pohjoisvertailuissa korkein kuiva-ainesato eteläisillä koepaikoilla korjattiin sokerijuurikkaasta ja rehusokerijuurikkaasta, pohjoisilla paikoilla naattinauriista, rehukaalista ja sokerijuurikkaasta. Pohjoisessa rehukaali laatuominaisuksiensa puolesta ei kilpaile nauriin ja juurikkaan kanssa. Jos rehukaalin kehitystä voitaisiin jouduttaa istuttamalla rehukaalitamisto, kuten on ehdottanut ISOTALO (1959), satotaso muodostuisi 1.5-kertaiseksi. Pohdittavaksi jää kuinka taloudellista tällainen toiminta on. Pohjoisessa sokerijuurikas ja peruna muodostavat nauriille vakavan vaihtoehdon. Sokerijuurikasta kokonaissäilönnän raaka-aineena pohjoisessa puolustaa sen korkea kuiva-ainepitoisuus, suhteellisen korkeat kuiva-ainesadot, kuiva-ainesadon korkea energiapitoisuus, naattinauriin jälkeen toiseksi korkeimmat valkuaisadot sekä hyvä pakkasenkestävyys myöhäissyksyn kasvuoloissa. Sokerijuurikkaalla ja perunalla on valmis koneellistamistekniikka ja kasvinsuojelu, joita voitaisiin soveltaa pohjoisen säilörehun raaka-aineen tuotantoon.

Rehukasvien laatuanalyysit osoittivat, että oppikirjoissa esitetyt kuiva-ainepitoisuuden arvot 7-10 % nauriilla, 12-20 % rehusokerijuurikkaalla ja 20-25 % sokerijuurikkaalla kattoivat tämän tutkimuksen tulokset sekä etelässä että pohjoisessa. Myös kuiva-aineen sokeripitoisuudet asettuivat LAMPILAN (1981) havaintojen puitteisiin. Poikkeuksena oli rehukaali, jolla kuiva-aineen sokeripitoisuus nousi LAMPILAN esittämän 18 % pitoisuutta huomattavasti korkeammaksi.

Kuiva-ainesatojen sokeripitoisuuksia tarkasteltaessa keskimäinen huomio oli, että etelässä rehun raaka-aine oli sokeripitoisempaa kuin pohjoisessa. Pohjoisen alhaisessa lämpötilassa kehitys oli hitaampaa, mikä heijastui mm. juurikasvien juurten pienempään kokoon. Vastaavasti pohjoisen pitkässä päivässä

valkuaistuotanto on etelän olosuhteita tehokkaampaa. Pohjoisen kasvi oli myös säteilyn luonteesta ja nuoremmasta kehitystasosta johtuen kuitupitoisempaa kuin vastaava kasvi etelän olosuhteissa. Lisäksi pohjoisen kasvit osoittautuivat syystä tai toisesta etelässä kasvatettuja kasveja mineraaliköyhemmiksi.

Maantieteellinen vertailu korrelaatiokertoimien avulla vahvisti, että naattinauris ja peruna edustivat tutkituista kasveista viihtyvää tyyppiä. Näillä kuiva-ainetuotanto oli vähiten riippuvainen leveysasteista. Pohjoinen sijainti korreloi voimakkaimmin negatiivisesti rehukaalin satoon. Sokerijuurikkaan lannoitus on tarkkaan harkittava pohjoisessa, sillä lisätty N-lannoitus lisää kuiva-ainesadon lämpösummavaatimusta.

5. TIIIVISTELMÄ

1-vuotisten tuorerehukasvien sopeutuvuutta maamme eri osiin selvittävässä tutkimussarjassa vuosina 1982-84 Kasvinviljely-osasto Jokioisilla ja Hämeen tutkimusasema Pälkäneellä edustivat etelän olosuhteita, Kainuun tutkimusasema Vaalassa ja Lapin tutkimusasema Rovaniemellä pohjoisen kasvuolosuhteita. Tutkittavat kasvit olivat peruna, sokerijuurikas, rehusokerijuurikas, naattinauris, valkoinen punajuuri ja rehukaali. Tutkimuksissa käytettiin kahta N-lannoitustasoa ja yhteneväistä viljelytekniikkaa kaikilla koepaikoilla. Alempi lannoitustaso oli perunalla 80 kg N/ha, muilla rehukasveilla 160 kg N/ha. Ylempi lannoitustaso perunalla oli 160 kg N/ha, muilla rehukasveilla 260 kg N/ha. Tutkimuksista voitiin tehdä seuraavat johtopäätökset:

1. Korkein tuoresato korjattiin naattinauriista ja alhaisin perunasta. Lisätty N-lannoitus nosti juurien tuoresatoa 16 % ja naattisatoa 9 %. Naattisatojen osuudet kokonais- tuoresadoista olivat alemmalla ja korkeammalla N-tasolla seuraavat: sokerijuurikas 55 ja 60 %, rehusokerijuurikas 51 ja 52 %, naattinauris 30 ja 33 % sekä valkoinen punajuuri 40 ja 42 %.
2. Satojen ka-analyysit osoittivat, että pohjoisessa alemmalla lannoitustasolla juurten ja naattien kuiva-ainepitoisuudet olivat 1.2 ja 1.5 %-yksikköä etelän pitoisuuksia alemmat. Korkeammalla lannoitustasolla vastaavat erot olivat 0.8 ja 1.4 %-yksikköä. Naattinauris sisälsi tutkituista kasveista eniten ja sokerijuurikas vähiten vettä. Naattinauriin hyvää sopeutuvuutta kasvuoloihimme osoitti, että sadon kuiva-ainepitoisuus oli riippumaton etelä-pohjoisvaihtelusta.
3. Koevuosien kuiva-ainesadoissa lisätty N-lannoitus nosti kaikilla kasveilla keskimäärin juurten ka-satoa 0.5 tn ja naateilla 0.7 tn/ha. Kokonaiskuiva-ainesadoissa peruna, sokerijuurikas ja rehusokerijuurikas hyötyivät n.

20 % lisätystä 80-100 kg/ha N-lannoituksesta, rehukaali 12 ja punajuuri 16 %. Naattinauriille alempi lannoitus-taso kuiva-ainetuotosta ajatellen oli riittävä.

4. Jokioisten, Vaalan ja Rovaniemen kuiva-ainesadot olivat 78, 59 ja 60 % Pälkäneen satotasosta alemmalla lannoitus-tasolla. Ylemmällä lannoitustasolla vastaavat arvot olivat 81, 66 ja 59 %.
5. Etelä-pohjoisvertailuissa pohjoisen kuiva-ainesato jäi etelää alemmaksi kaikilla tutkituilla kasveilla. Alemmalla ja korkeammalla lannoitustasolla pohjoisen sadot olivat prosentuaalisesti etelän sadoista seuraavat: naattinauris 88 ja 93 %, peruna 87 ja 81 %, rehukaali 86 ja 74 %, soke-rijuurikas 52 ja 56 %, rehusokerijuurikas 50 ja 56 %, valkoinen punajuuri 54 ja 65 %.
6. Suurin kuiva-ainesato Etelä-Suomessa alemmalla N-tasolla tuotettiin sokerijuurikkaasta (12.4 tn/ha, Pohjois-Suomessa naattinauriista (9.5 tn/ha). Korkeammalla lannoitustasolla saatiin sama paremmuusjärjestys hieman korkeammin sato-tuloksin (13.5 tn ja 10.0 tn).
7. Naattien kuiva-ainesadot kokonaiskuiva-ainesadoista olivat alemmalla ja korkeammalla lannoitustasolla: sokerijuurikas 44 ja 47 %, rehusokerijuurikas 40 ja 43 %, naattinauris 33 ja 38 % sekä valkoinen punajuuri 41 ja 42 %.
8. Juurten sokeripitoisuus eteläisillä koepaikoilla tutki-tuilla kahdella N-tasolla oli 6-7 %-yksikköä pohjoisen sokeripitoisuuksia korkeampi. Naattien sokeripitoisuuksien ero etelän ja pohjoisen välillä oli vähäinen.
9. Pohjoisen alemmat kuiva-ainesadot ja etelää alhaisempi sokeripitoisuus vaikuttivat sen, että pohjoisessa korjattu sokerisato oli vain 55-59 % etelän sokerisadosta.

10. Pohjoiset juurisadot olivat eteläisiä kasvustoja keskimäärin 2 ja 2.2. %-yksikköä kuitupitoisemmat tutkituilla lannoitustasoilla. Naattisadoissa vastaavat erot olivat 0.5 ja 1.1 %-yksikköä.
11. Pohjoisen pitkässä päivässä juurten valkuaispitoisuus oli 1.5-kertainen etelässä tuotetun juuren valkuaispitoisuuteen verrattuna. Naattisadossa vastaava suhde oli 1.2.
12. Pohjoisessa tuotettiin pinta-alayksikköä kohden sama määrä valkuaista kuin etelässä. Suurimmat valkuaisadot sekä etelässä (1670 kg/ha) että pohjoisessa (1770 kg/ha) tuotti naattinauris.
13. Tutkitut rehuksvit olivat vaatimattomia raakaraskan tuottajia, eikä oleellisia eroja lannoitustasojen, leveysasteiden tai kasvien välillä esiintynyt.
14. Rehuksvien juurisatojen mineraalipitoisuus oli sama etelässä ja pohjoisessa. Naattisadoissa mineraalipitoisuus eteläisillä koepaikoilla oli 40 ja 48 % pohjoisia tuhka-pitoisuuksia korkeampi tutkituilla lannoitustasoilla.
15. Tämän tutkimuksen perusteella paras rehun raaka-aine Etelä-Suomessa puristemehutappioista vapaaseen säilöntään on sokerijuurikas, Pohjois-Suomessa naattinauris. Energiasato ja valkuaisato sekä viljelyn koneistettavuus huomioiden sokerijuurikas Pohjois-Suomessa muodostaa naattinauriille merkittävän vaihtoehdon. Kasvutekijöiltään vaatimaton peruna tuottaa pohjoisessa edullisina vuosina hyvän sadon. Perunan viljelyvarmuutta pohjoisessa kuitenkin alentaa sen hallanarkuus ja vaatimattomat valkuaisadot.

KIRJALLISUUS

- ANON 1955-70. Lapin tutkimusaseman koetulosmonisteet vuosilta 1955-70.
- 1955. Suomen virallinen tilasto, Maatalous: Maatalouden vuositilasto s. 9.
 - 1960. Suomen virallinen tilasto, Maatalous: Maatalouden vuositilasto s. 93.
 - 1964. Suomen virallinen tilasto, Maatalous: Maatalouden vuositilasto s. 93.
 - 1983. Suomen virallinen tilasto, Maatalous: Maatalouden vuositilasto s. 88.
- ANTTINEN, O. 1965. Pohjois-Suomen vihantarehukasveista. Maatal. ja koetoim. 19: 77-86.
- BRANDES, E.W. & COONS, G.H. 1941. Climatic relations of sugarcane and sugarbeet. Climate and man. Yearb. Agric. United States Agric. 1941: 421-438.
- BRUMMER, V. 1961. Sokerijuurikkaan hehtaarisatojen ja säätekijöiden välisestä yhteydestä Suomessa. Acta Agr. Fenn. 179 p. Helsinki.
- 1963. Varsikoinnin merkitys sokerijuurikkaan viljelyssä. Koetoim. ja Käyt. 11: 114-121.
 - 1978. Sokerijuurikkaanviljelyn tutkimustoiminta 1953-78. Sokerijuurikkaanviljelyn tutkimuskeskus 1953-78. 75 p. Kokemäki.
- ISOTALO, A. 1957. Rehukaalin viljelymahdollisuuksista Pohjois-Suomessa. Maat. ja Koetoim. 11: 224-229.
- 1959. Tuorerehukasvit Perä-Pohjolan koeaseman kokeissa. Koetoim. ja Käyt. 16: 15.
- KALLINEN, A., POHJONEN, J. & PÄÄKYLÄ, T. 1978. Crop certainty of sugarbeet in Finland. Acta Agric. Scand. 28: 65-75.
- KUISMA, P. 1981. Perunan sadonmuodostuksen biologinen perusta. Suomen Maat.tiet. seur. tiedote No 1, s. 33-37. Maatalous-tieteen päivät. Helsinki.
- LAMPILA, M. 1981. Juurikasveista ja rehukaalista säilörehua ilman puristetappioita. Eripainos Karjataloudesta 57. 12, 1981 (ss. 32-34).
- LÜDECKE, H. 1953. Zuckerrübenbau. 187 p. Hamburg.

- MAKAROV, B.N. 1950. Vlijanije dlinny dnja na razvitije i urozhaj saharnaj srekly pervogo goda zhizni. Doklady akad. No vk. SSSR 74: 837-840.
- MUKULA, J. 1966. Preliminary trials with fodder carrots. Ann. Agric. Fenn. 5: 114-121.
- OJALA, R. 1982. Rehujuurikasvit kotieläinten rehuna. Koetoim. ja Käyt. 11.
- PERHO, H. 1963. Perunan ja juurikasvilajien vertailevien kokeiden satotuloksia. Karjatalous 39: 8-10.
- PESSALA, R. 1985. Suullinen tiedonanto.
- PULLI, 1974. Kotoisten karkearehujen kannattavuudesta maamme keskisatotasolla ja intensiteettiä nostamalla. Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen tiedonantoja 1A. 1974. 39 p.
- 1985. Peltokasvien erikoistuotanto Suomen ilmasto-olosuhteissa. Moniste 160 p., s. 9-15. Maataloustieteen päivät. Helsinki.
 - TIGERSTEDT, P., KARA, O. & BRÜNINGHAUS, G. Adaptation of silage maize varieties under extreme, northern growing conditions in Finland. Maataloustiet. Aikakauskirja 51: 197-209.
- RAININKO, K. 1966. Rehuntuotannon edellytykset ja kehittäminen. Helsingin yliopisto. Kasvinviljelytieteen laitoksen moniste. 74 p.
- & KESÄVAARA, H. 1978. sokerijuurikkaan asema viljelykasvina maassamme. Sokerijuurikkaanviljelyn tutkimuskeskus v. 1953-78. Kokemäki.
 - & HELLE, J. 1982. Sokerijuurikkaanviljelyn työnkäyttö ja kustannukset v. 1981, s. 1-18. Sokerijuurikkaanviljelyn tutkimuskeskus 2/1982.
- RAVANTTI, S. 1964. Rehukaalin hoitotoimenpiteitä kasvukauden aikana. Käytännön Maamies 18: 114-121.
- 1965. Lisärehukasvit. Hankkijan siemenjulkaisu v. 1965, s. 176-200.
 - 1966. Auringonkukka vihantarehukasvien uusi tulokas. Hankkijan Saroilta 1966, 4: 12.
- RYYNÄNEN, A. 1964. Koetuloksia lantunviljelystä. Koetoim. ja Käyt. 18: 122-129.
- SALONEN, A. 1961. Rehukasvien viljelymahdollisuuksista Pohjois-Lapissa. Eripainos Karjatalous-lehdestä n:o 4. 1961.

- ULRICH, A. 1958. Effects of climate on sugar beets grown under standardized conditions. J. Amer. Soc. Sugar Beet Technol. 10: 1-23.
- VALLE, O. 1949. Kokemuksia AIV-nauriista rehukasvina. Karjatalous 25: 582-583.
- 1950. AIV-eli naattinauris. Pellervo 50: 316-317.
 - 1952. Kokemuksia naattinauriista rehukasvina. Maatalous ja Koetoiminta 6: 49-61.
- VARIS, E. 1965. Hankkijan Siemenjulkaisu 1965: 153-166.
- 1970. Hankkijan Siemenjulkaisu 1970: 104.
 - 1975. Peruna. Kasvinviljelyoppi 2. (toim. P. Köppä). s. 168-198.
- VESTMAN, E. 1983. Voidaanko juurikasvien viljelyllä lisätä tilakohtaista rehuomavaraisuutta. Koetoim. ja Käyt. 13.3.1983.
- YLLÖ, L. 1956. Über den einfluss der Anbautechnik auf den Ertrag der Blattrübe in Finnland. Doctorarbeit. Acta Agralia Fennica 41: 1-164.
- 1960a. Kokemuksia naattinauriin viljelystä Perä-Pohjolan koeasemalla. Maatal. ja koetoim. 14: 128-147.
 - 1960b. Vihantarehukasvien valkuais- ja sokeripitoisuuksista. Maatal. ja koetoim. 14: 148-165.

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

1983

1. Maatalouden tutkimuskeskuksen yksiköiden tiedotteet 1975-1982. 48 p.
2. KONTTURI, M. Mallasohra - kirjallisuuskatsaus. 42 p.
3. NORDLUND, A. & ESALA, M. Maatalouden sääpalvelut ulkomailta. Kirjallisuustutkimus. 66 p.
4. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1975-1982. 186 p. + 4 liitettä.
5. SUONURMI-RASI, R. & HUOKUNA, E. Kaliumin lannoitustason ja -tavan vaikutus tuorerehunurmien satoihin ja maiden K-pitoisuuksiin. 13 p. + 8 liitettä.
6. KEMPPAINEN, E. & HEIMO, M. Förbättring av stallgödselns utnyttjande. Litteraturöversikt. 81 p.
7. MULTAMÄKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet. 10 p.
8. LÖFSTRÖM, I. Kasvien sisältämät aineet tuholaistorjunnassa. 26 p.
9. HEIKINHEIMO, O. Kirvojen preparointi ja määrittäminen. 67 p. + 12 liitettä.
10. SAARELA, I. Soklin fosforimalmi fosforilannoitteena. p. 1-13. Humuspitoiset lannoitteet. p. 14-20.
11. YLÄRANTA, T. Jordanalysetoder i de nordiska länderna. 13 p.
12. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Avomaan vihanneskasvien lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1979-82. 21 p.
13. KIVISAARI, S. & LARPES, G. Kylvöajankohdan vaikutus kevätvehnän, ohran ja kauran satoon 10-vuotiskautena 1970-1979 Tikkurilassa. 54 p.
14. ERVIÖ, R. Maaperäkarttaselitys. ESPOO - INKOO. 26 p.
15. BREMER, K. Ydinkasvien tuottaminen kasvisolukkoviljelyn avulla. 63 p.

1984

1. Tiivistelmät eräistä MTTK:n julkaisuista 1983. 74 p.
2. ESALA, M. & LARPES, G. Kevätviljojen sijoituslannoitus savimailta. 35 p.
3. ETTALA, E. Ayrshire-, friisiläis- ja suomenkarjalehmien vertailu kotoisilla rehuilla. 7 p. + 18 liitettä.

4. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Keräkaalin lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1975-83. 22 p.
5. KURKI, L. Tomaattilajikkeet ja hiilidioksidin lisäys. Kasvihuonetomaatin viljelylämpötiloista. Kasvihuonekurkun tuentamenetelmien vertailua. Sijoituslannoitus ja kasvualustan ilmastus kasvihuonekurkulla ja tomaatilla. 21 p.
6. VIJORINEN, M. Italianraiheinä ja viljat tuorerehuna. 17 p.
7. ANISZEWSKI, T. Lupiini viherlannoituskasvina. Arviointeja esikokeiden ja kirjallisuuden pohjalta. 11 p.
8. HUOKUNA, E. & HAKKOLA, H. Koiranheinän ja timotein kasvu ja rehuarvon muutokset säilörehuasteella. 54 p.
9. VALMARI, A. Roudan kehittymisen tilastollinen malli. 33 p.
10. HAKKOLA, H. Kuonakalkituskoekokeiden tuloksia 1978-83. 42 p.
11. SIPPOLA, J. & SAARELA, I. Eräät maa-analyysimenetelmät fosforilannoitustarpeen ilmaisijoina. 20 p.
12. RAVANTTI, S. Terhi-punanata. 37 p.
13. URVAS, L. & HYVÄRINEN, S. Kolme ravinnesuhdetta Suomen maalajeissa. 10 p.
14. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., KERSALO, J. & NORDLUND, A. Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1983. 101 p.
15. MUJSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1976-1983. 202 p. + 4 liitettä.
16. JUNNILA, S. Ympäristötekijöiden vaikutus herbisidien käyttäytymiseen maassa. Kirjallisuustutkimus. 15 p. + 4 liitettä.
17. PESSALA, R., HAKKOLA, H. & VALMARI, A. Kylvöajan merkitys porkkanan viljelyssä. 22 p.
18. NISULA, H. Uusimpia tuloksia Ruukin lihanautakokeista. 39 p.
19. SAARELA, I. Kevätöljykasvien boorilannoitus. 122 p. + 2 liitettä.
20. URVAS, L. Maaperäkarttaselitys. PORI - HARJAVALTA. 28 p. + 14 liitettä.
21. LEHTINEN, S. Avomaavihannesten lannoitus- ja kastelukokeet 1978-1983. 62 p. + 17 liitettä.
22. ANISZEWSKI, T. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima eräillä MTTK:n kiertokoealueilla. Kirjallisuustutkimus ja MTTK:n kolmen tutkimusaseman näytteiden analyysi. p. 1-38.
23. PALDANIUS, E. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima Satakunnan ja Etelä-Pohjanmaan tutkimusasemien maanäytteissä. p. 39-56.

4. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Keräkaalin lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1975-83. 22 p.
5. KURKI, L. Tomaattilajikkeet ja hiilidioksidin lisäys. Kasvihuonetomaatin viljelylämpötiloista. Kasvihuonekurkun tuentamenetelmien vertailua. Sijoituslannoitus ja kasvualustan ilmastus kasvihuonekurkulla ja tomaattilla. 21 p.
6. VUORINEN, M. Italianraiheinä ja viljat tuorerehuna. 17 p.
7. ANISZEWSKI, T. Lupiini viherlannoituskasvina. Arviointeja esikokeiden ja kirjallisuuden pohjalta. 11 p.
8. HUOKUNA, E. & HAKKOLA, H. Koiranheinän ja timotein kasvu ja rehuarvon muutokset säilörehuasteella. 54 p.
9. VALMARI, A. Roudan kehittymisen tilastollinen malli. 33 p.
10. HAKKOLA, H. Kuonakalkituskokeiden tuloksia 1978-83. 42 p.
11. SIPPOLA, J. & SAARELA, I. Eräät maa-analyysimenetelmät fosforilannoitustarpeen ilmaisijoina. 20 p.
12. RAVANTTI, S. Terhi-punanata. 37 p.
13. URVAS, L. & HYVÄRINEN, S. Kolme ravinnesuhdetta Suomen maalajeissa. 10 p.
14. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., KERSALO, J. & NORDLUND, A. Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1983. 101 p.
15. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1976-1983. 202 p. + 4 liitettä.
16. JUNNILA, S. Ympäristötekijöiden vaikutus herbisidien käyttäytymiseen maassa. Kirjallisuustutkimus. 15 p. + 4 liitettä.
17. PESSALA, R., HAKKOLA, H. & VALMARI, A. Kylvöajan merkitys porkkanan viljelyssä. 22 p.
18. NISULA, H. Uusimpia tuloksia Ruukin lihanautakokeista. 39 p.
19. SAARELA, I. Kevätöljykasvien boorilannoitus. 122 p. + 2 liitettä.
20. URVAS, L. Maaperäkarttaselitys. PORI - HARJAVALTA. 28 p. + 14 liitettä.
21. LEHTINEN, S. Avomaavihannesten lannoitus- ja kastelukokeet 1978-1983. 62 p. + 17 liitettä.
22. ANISZEWSKI, T. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima eräillä MTTK:n kiertokoealueilla. Kirjallisuustutkimus ja MTTK:n kolmen tutkimusaseman näytteiden analyysi. p. 1-38.
- PALDANIUS, E. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima Satakunnan ja Etelä-Pohjanmaan tutkimusasemien maanäytteissä. p. 39-56.

23. RINNE, S-L. & SIPPOLA, J. Maatalouden jätteiden kompostointi. 52 p.
I Typpi -ja fosforilisä oljen kompostoinnissa
II Maatalouden jätteet kompostin raaka-aineina
III Kompostin arvo lannoitteena

1985

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1984. 67 p.
2. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., NORLUND, A. & PILLI-SIHVOLA, Y.
Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1984. 127 p.
3. ETTALA, E. Säilörehu Maatalouden tutkimuskeskuksen lypsykarjakokeissa
1970 - luvulla. 270 p.
4. ETTALA, E. Laidun lypsykarjaruokinnassa. 220 p.
5. TUORI, M. & NISULA, H. Ruokintarutiinien merkitys naudoilla. Kirjallisuus-
tutkimus. 38 p.
6. TURTOLA, E. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvin ja lannoitustason vaikutus
typen ja fosforin huuhtoutumiseen savimaasta. 43 p.
7. AURA, E. Avomaan vihannesten veden ja typen tarve.
Nitrogen and water requirements for carrot, beetroot, onion and cabbage. 61 p.
8. Puutarhaosaston tutkimustuloksia. Taimitarha ja dendrologia. 94 p.
9. KEMPPAINEN, E. Kuivikkeen vaikutus lannan arvoon.
Kuivikkeiden ammoniakkin sitomiskyky. 25 p.
10. JAAKKOLA, A., HAKKOLA, H., HIIVOLA, S-L., JÄRVI, A., KÖYLIJÄRVI, J. &
VUORINEN, M. Terästeollisuuden kuonat kalkitusaineina. 44 p.
11. JAAKKOLA, A., ETTALA, E., HAKKOLA, H., HEIKKILÄ, R. & VUORINEN, M.
Siilinjärven kalkki kalkitusaineena. 53 p.
12. TAKALA, M. Asumajätevesien imeyttäminen maahan ja energiapajun viljely
imeytyskentällä. 36 p.
13. JOKINEN, R. & HYVÄRINEN, S. Eri maalajien magnesiumpitoisuus ja sen
vaikutus ravinnesuhteisiin Ca/Mg ja Mg/K. 15 p.
14. JUNNILA, S. Rikkakasvien siementen itämislepo. Kirjallisuuskatsaus. 29 p.
15. MÄKELÄ, K. Talven aikana kuolleiden ryhmäruusujen versoissa esiintyvä
sienilajisto vuosina 1976-1982. 13 p. + 8 liitettä.

17. SÄKÖ, J. Maatalouden tutkimuskeskuksen puutarhaosastolla Piikkiössä kokeillut ja kokeiltavana olevat omenalajikkeet.
Perusrungon merkitys omenapuiden talvehtimisessä 1983-84.
SÄKÖ, J. & LAURINEN, E. Omenapuiden harjuistutus.
HIIRSALMI, H. & SÄKÖ, J. Mansikan jalostus johtanut tulokseen.
18. ETTALA, E., SUVITIE, M., VIRTANEN, E., PITKÄNEN, T., ZITTING, M.,
NÄSI, M., TUOMIKOSKI, T. & NISKANEN, M. Metsä- ja maatalouden sivu-
tuotteet lihamullien rehuna. 51 p.
19. MANNER, R. & AALTONEN, T. Pitko-syysvehnä. 6 p. + 27 liitettä.
20. MANNER, R. & AALTONEN, T. Kartano-syysruis. 5 p. + 13 liitettä.
21. ANISZEWSKI, T. Lupiini viljelykasvina. 134 p.
22. HUOKUNA, E., JÄRVI, A., RINNE, K. & TALVITIE, H. Nurmipalkokasvit puhtaa-
na kasvustona ja heinäseoksena. p. 1-12.
HUOKUNA, E. Apilan pahkahomeen esiintymisestä. p. 13-20.
HUOKUNA, E. & HÄKKINEN, S. Englanninraiheinä säilörehunurmista. p. 21-26.
23. VIRKKUNEN, H., KOMMERI, M., LARPES, E., MICORDIA, A. & LAMPILA, M.
Eri säilötäaineet esikuivatun ja tuoreen säilörehun valmistuksessa
sekä kiinteä ja nouseva väkirehun annostus mullien kasvatuksessa. p. 1-32.
VIRKKUNEN, H., KOMMERI, M., SORMUNEN-CRISTIAN, R. & LAMPILA, M.
Eri säilöntäaineet nurmirehun säilönnässä. p. 33-45.
24. RISSANEN, H., ETTALA, E., MELA, T. & MUSTONEN, L. Laitumen sadetuksen
ja väkirehujen käytön vaikutus lehmien tuotoksiin. p. 1-21.
RISSANEN, H., KOSSILA, V. & VASARA, A. Ureaan, Urea-Fosforihappo-Viher-
jauhoyhdisteen (UPV) ja soijan vertailu raakavalkuaislähteinä maidontuo-
tantokokeissa lehmillä. p. 22-30.
KOSSILA, V., KOMMERI, M. & RISSANEN, H. Monokalsiumfosfaatti ja ureafos-
faatti sekä käsittelemätön olki ja ammoniakilla käsitelty olki mullien
ruokinnassa. p. 31-40.
25. KORTET, S. Puna-apilan paikalliskantojen ekologia. 66 p.
26. MEHTO, U. Viljojen rikkakasvien torjunta ilman herbisidejä.
Kirjallisuustutkimus. 77 p.
27. HUHTA, H. & HEIKKILÄ, R. Rehuviljan viljely Pohjois-Karjalassa.
24 p. + 2 liitettä.

2. KEMPPAINEN, E. Karjanlannan hoito ja käyttö Suomessa. 102 p. + 6 liitettä.
3. KEMPPAINEN, E. & HAKKOLA, H. Lietelanta nurmen peruslannoitteena. 25 p.
4. NIEMELÄINEN, O. Nurmmikkoheinien ominaisuudet. Kirjallisuustutkimus. Tuloksia punanatojen ja niittynurmikan virallisista nurmikon lajikekokeista vuosilta 1977-84. 48 p.
5. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1978-1985. 128 p.+ 4 liitettä.
6. NIEMELÄINEN, O. & PULLI, S. Puna-apilalajikkeiden siemenmuodostus. Tuloksia apilan virallisista siemenviljelyn lajikekokeista vuosilta 1978-84. 42 p.
7. NIEMELÄINEN, O. Syksyn, talven ja kevään lämpö- ja valo-olojen vaikutus koiranheinän, niittynurmikan ja punanadan röyhymuodostukseen. Kirjallisuustutkimus. 51 p.
8. ERVIÖ, L-R. & ERKAMO, M. Pakettipellon viljelyn uudelleen aloittaminen herbisidien avulla.
ERVIÖ, L-R. Korren vahvistaminen timotein siemenviljelyksillä.
HIIVOLA, S-L. Klormekvatin käyttö timotein siemennurmilla.
ERVIÖ, L-R. & HIIVOLA, S-L. Herbisidien käytön vähentäminen viljakasvustossa.
9. KEMPPAINEN, E. & HAKKOLA, H. Säilörehun puristeneste ja virtsa lannoitteina. 43 p.

13. PULLI, S., VESTMAN, E., TOIVONEN, V. & AALTONEN, M.

Yksivuotisten tuorerehukasvien sopeutuminen Suomen kasvuoloihin. 51 p.

