



34

*Terhi Suojala  
Raili Pessala*

**Viljelyntoimien vaikutus  
varastoitavan porkkanan,  
sipulin ja keräkaalin  
satoon ja laatuun**

*Terhi Suojala*  
*Raili Pessala*

---

# **Viljelytoimien vaikutus varastoitavan porkkanan, sipulin ja keräkaalin satoon ja laatuun**

**Effects of cultivation practices on the yield and quality  
of carrot, onion and white cabbage for storage**

---

**Maatalouden tutkimuskeskus**

ISBN 951-729-511-1

ISSN 1238-9935

*Copyright*

Maatalouden tutkimuskeskus

Terhi Suojala ja Raili Pessala

*Julkaisija*

Maatalouden tutkimuskeskus, 31600 Jokioinen

*Jakelu ja myynti*

Maatalouden tutkimuskeskus, tietopalveluyksikkö, 31600 Jokioinen

Puh. (03) 4188 7502, telekopio (03) 418 8339

*Painatus*

Yliopistopaino, 1998

Sisäsivujen painopaperille on myönnetty pohjoismainen joutsenmerkki.

Kansimateriaali on 75-prosenttisesti uusiokuitua.

## Tiivistelmä

---

*Avainsanat: aistittava laatu, avomaanvibannekset, kastelu, lajikkeet, lannoitus, sadonkorjuu, varastointi, varastokestävyys, varastotaudit, viljelykierto*

---

Varastovihannesten laadun kehittäminen ja hävikin minimointi -tutkimushankkeen tavoitteina oli selvittää, mitkä viljelytekijät vaikuttavat varastoidun sadon laatuun ja miten varastohävikkiä voidaan pienentää. Erityisesti tutkittiin sadonkorjuuajan vaikutusta. Koekasveina olivat porkkana, keräkaali ja sipuli. Tutkimusta tehtiin MTT:n tutkimuspaikoilla ja vihannestiloilla vuosina 1995–97. Tilakokeissa pyrittiin saamaan todenmukainen kuva varastokestävyuden vaihtelusta ja sadonkorjuuajan merkityksestä. Samalla alettiin kerätä aineistoa varastokestävyuden vaihtelun selittämiseksi. Kenttäkokeissa tutkittiin lisäksi lajikkeen, lannoituksen ja kastelun merkitystä.

Lannoituksen vaikutus tuotteiden säilyvyyteen oli kokeissa vähäisempi kuin yleisesti uskotaan. Kastelu oli kuivina koevuosina tarpeen hyvän sadon saavuttamiseksi, eikä se ainakaan heikentänyt sadon säilyvyyttä. Tasapainoinen lannoitus ja kastelu ovat oleellisia, jotta varastoitava kasvinosa

pystyy kehittymään täysikokoiseksi sekä koostumukseltaan ja rakenteeltaan tyyppilliseksi.

Porkkanan varastokestävyuden ratkaisevat varastotaudit. Tilakokeet osoittivat, että varastotautien määrä ja kokonaishävikki lisääntyivät sen mukaan, mitä enemmän pellossa oli aiemmin viljelty porkkanaa. Sadonkorjuun ajoittuminen vaikutti huomattavasti tautien runsauteen: korjuukauden lopulla nostetut porkkanat säilyivät paremmin kuin varhain korjattu sato. Tulos oli samansuuntainen kaikilla koepaikoilla molempina koevuosina. Myös porkkanoiden aistittava laatu parani sadonkorjuuta viivästettäessä.

Keräkaalikokeissa havaittiin, että liian varhainen sadonkorjuu lisäsi varastoinnin aikaista painohävikkiä. Korjuu aika ei vaikuttanut varastotauteihin. Aistittava laatu parani sadonkorjuuta lykättäessä. Sipulikokeissa varhainen sadonkorjuu lisäsi uusien versojen muodostumista varastoinnin jälkeen.

---

**Suojala, T.<sup>1)</sup> & Pessala, R.<sup>1)</sup>** 1998. Effect of cultivation practices on the yield and quality of carrot, onion and white cabbage for storage. Publications of Agricultural Research Centre of Finland. Serie A 34. Jokioinen: Agricultural Research Centre of Finland. 117 p + 5 app. ISSN 1238-9935, ISBN 951-729-511-1.

<sup>1)</sup> Agricultural Research Centre of Finland, Plant Production Research, Horticulture, Toivonlinnantie 518, 21500 Piikkiö. [terhi.suojala@mtt.fi](mailto:terhi.suojala@mtt.fi), [raili.pessala@mtt.fi](mailto:raili.pessala@mtt.fi)

---

## Abstract

---

*Key words: crop rotation, fertilization, harvest time, irrigation, outdoor vegetables, sensory quality, storability, storage diseases, varieties*

---

The objectives of this research were to establish which preharvest factors affect the quality of outdoor vegetables after storage and how storage losses can be minimized. Special emphasis was laid on studying the effect of harvest time. Experimental plants were carrot, white cabbage and onion. The study was conducted at the research units of the Agricultural Research Centre (MTT) and on vegetable farms in 1995–1997. The aims of the farm experiments were to obtain a realistic picture of variation in storability and the significance of harvest time. A start was made on collecting data to explain the variation in storage losses between farms. The importance of variety, fertilization and irrigation was also studied in the field experiments.

The effect of fertilization on storage losses was not as significant as is often expected. In the dry experimental seasons, irrigation was essential for a good yield, and it had no adverse effects on storability of vegetables. Well-balanced nutrition and irrigation

ensure the normal development and maturity of the storage organ and thus mitigate the risk of poor storability.

The storability of carrot depends on the incidence of storage diseases. The data collected in farm experiments showed that the abundance of infections and storage losses increased in relation to the frequency of carrot cultivation in the same field. The timing of harvest also influenced the incidence of disease infections, carrots harvested at the end of the season having smaller storage losses than carrots harvested earlier. The results were uniform at all locations and in both years. In addition, the sensory quality of carrots improved when the harvest was delayed.

In white cabbage, too early a harvest time increased weight losses during storage, but harvest time had no effect on the incidence of storage diseases. Sensory quality improved towards the end of the harvest period. In onion experiments, a very early harvest increased the amount of sprouting after storage.

# Alkusanat

Vuonna 1995 käynnistyi maa- ja metsätalousministeriön maatilatalouden kehittämisrahaston rahoittamana Varastovihannesten laadun kehittäminen ja hävikin minimointi -tutkimushanke, jonka tavoitteena oli tuottaa tietoa viljelytoimien vaikutuksesta avomaanvihannesten varastokestävyyteen ja varastoidun sadon laatuun. Laajasta tutkimusalueesta keskityttiin kahden kasvu- ja varastointikauden aikana erityisesti lannoituksen, kastelun ja sadonkorjuuajan vaikutuksiin. Osa tutkimuksesta jatkuu vielä projektin päätyttyä. Tutkimus oli osa Maatalouden tutkimuskeskuksen (MTT) laajaa avomaanvihannesten tutkimusohjelmaa ”Laatuvihannesten hyvät viljelymenetelmät”. Projektin tutkijana toimi MMM Terhi Suojala, joka on kirjoittanut pääosan tästä julkaisusta.

Tutkimusta on tehty MTT:n puutarhatuotannon tutkimuslaitoksella hyvässä yhteistyössä MTT:n muiden tutkimusyksiköiden, Helsingin yliopiston kasvintuotantotieteen laitoksen, VTT:n Bio- ja elintarviketekniikan, Saarioisten Säilyke Oy:n ja Kotimaiset Kasvikset ry:n kanssa. Tutkimuksen tukena olleeseen tutkimusryhmään kuuluivat

johtava tutkija Raija Ahvenainen VTT:ltä, puutarha-asiamiehet Eija Laitinen ja Minna Oravuo MTK:sta, kehityspäällikkö Terhi Taulavuori Maaseutukeskusten liitosta, viljelypäällikkö Elisa Tikanmäki Saarioisten Säilyke Oy:stä, toimitusjohtaja Jouko Tikkanen Kotimaiset Kasvikset ry:stä, yliassistentti Irma Voipio Helsingin yliopistosta sekä vanhempi tutkija Marja Aaltonen, professori Risto Tahvonen ja tutkija Sanna-Liisa Taivalmaa MTT:stä. Valvojakuntaan kuuluivat Eija Laitinen, Minna Oravuo, Elisa Tikanmäki ja maa- ja metsätalousministeriön edustajana ylitarkastaja Seija Ahonen. Lämpimät kiitokset kaikille tutkimusryhmän ja valvojakunnan jäsenille osallistumisesta tutkimuksen toteutukseen sekä arvokkaista ajatuksista ja ideoista projektin eri vaiheissa.

Erityinen kiitos kuuluu projektissa mukana olleille porkkanan, sipulin ja kaalin viljelijöille, jotka antoivat mahdollisuuden tehdä kokeita omilla pelloillaan ja innostivat tutkimuksessa eteenpäin. Kiitämme myös Satakunnan maa- ja metsäinstituuttia (nykyisin Huittisten ammatti- ja yrittäjäopisto), joka antoi varastotilaa tutkimuksen käyttöön.

Piikkiössä marraskuussa 1997

*Raili Pessala*  
tutkimuksen johtaja

# Sisällys

Tiivistelmä	3
Abstract	4
Alkusanat	5
1 Johdanto	8
2 Tutkimuksen yleinen toteutus	8
2.1 Kenttä- ja tilakokeet	8
2.2 Varastointikokeet	9
2.3 Laadun analysointi	10
2.3.1 Kuiva-ainepitoisuuden määrittäminen	10
2.3.2 Sokeri- ja typpianalyysit	10
2.3.3 Keräkaalin kovuuden mittaus	10
2.3.4 Aistittavan laadun arviointi	11
2.3.4.1 Keräkaali	11
2.3.4.2 Porkkana	11
2.4 Tilastolliset menetelmät	12
3 Sääolot koevuosina	13
4 Porkkana	13
4.1 Lajikekokeet	13
4.1.1 Aineisto ja menetelmät	13
4.1.2 Tulokset	14
4.2 Typpitasokoe	17
4.2.1 Aineisto ja menetelmät	17
4.2.2 Tulokset	17
4.2.3 Tulosten tarkastelu	18
4.3 Sadonkorjuun ajoittuminen	19
4.3.1 Aineisto ja menetelmät	19
4.3.1.1 Tilakokeet	19
4.3.1.2 Kokemäen koe	21
4.3.2 Tulokset	21
4.3.2.1 Tilakokeet	21
4.3.2.2 Kokemäen koe	37
4.3.3 Tulosten tarkastelu	46
4.4 Mekaanisten vaurioiden vaikutus porkkanan säilyvyyteen	49
4.4.1 Aineisto ja menetelmät	49
4.4.2 Tulokset	49
4.4.3 Tulosten tarkastelu	50
4.5 Esikasvien vaikutus porkkanan varastokestävyyteen	51
4.5.1 Aineisto ja menetelmät	51
4.5.2 Tulokset ja niiden tarkastelu	53
4.6 Yhteenveto	55

5 Sipuli	55
5.1 Lajikekokeet	55
5.1.1 Aineisto ja menetelmät	55
5.1.2 Tulokset	56
5.2 Kastelu ja lannoitus	58
5.2.1 Aineisto ja menetelmät	58
5.2.2 Tulokset	58
5.2.3 Tulosten tarkastelu	63
5.3 Sadonkorjuun ajoittuminen	65
5.3.1 Aineisto ja menetelmät	65
5.3.1.1 Piikkiön koe	65
5.3.1.2 Tilakokeet	67
5.3.2 Tulokset	68
5.3.2.1 Piikkiön koe	68
5.3.2.2 Tilakokeet	72
5.3.3 Tulosten tarkastelu	76
5.4 Yhteenveto	79
6 Keräkaali	80
6.1 Lajikekokeet	80
6.1.1 Aineisto ja menetelmät	80
6.1.2 Tulokset	80
6.2 Kastelu ja lannoitus	81
6.2.1 Aineisto ja menetelmät	81
6.2.2 Tulokset	82
6.2.3 Tulosten tarkastelu	86
6.3 Sadonkorjuun ajoittuminen	88
6.3.1 Aineisto ja menetelmät	88
6.3.2 Tulokset	89
6.3.2.1 Köyliön kokeet	89
6.3.2.2 Pälkäneen koe	99
6.3.2.3 Piikkiön kokeet	101
6.3.3 Tulosten tarkastelu	109
6.4 Yhteenveto	113
7 Johtopäätökset	114
Kirjallisuus	116
Liitteet	



# 1 Johdanto

Lyhyen kasvukauden vuoksi avomaanvihanneksia joudutaan Suomessa varastomaan pidempään kuin monissa Euroopan maissa. Pitkä varastointiaika lisää tuotteiden hävikkiä ja voi heikentää niiden laatua. Hävikki aiheuttaa investointien ohella merkittävimmät varastokustannukset (Lehtimäki 1995), joten sen vähentämiseen tarvitaan keinoja, etenkin kun vihannesten tuottajahinnat laskivat tuntuvasti Suomen liittyttyä Euroopan unioniin. Tuonnin lisääntyttyä ja sen myötä vihannestarjonnan monipuolistuttua kotimaiset varastovihannekset ovat joutuneet uuteen kilpailutilanteeseen. Siksi kotimaisten vihannesten laadun olisi oltava mahdollisimman hyvä myös varastokauden lopulla, jotta laatutietojen kuluttajien luottamus kotimaisiin tuotteisiin säilyy.

Avomaanvihannesten varastokestävyyden tiedetään vaihtelevan huomattavasti vuosittain ja tiloittain. Syitä vaihteluun ei kovin hyvin tunneta. Viljelytoimien vaikutuksesta säilyvyyteen on olemassa sekä kokemusperäistä että tutkimustietoa Suomesta ja muista Pohjoismaista (mm. Suhonen 1971, Vihannesten ja perunan varastointi 1971, Tahvonen 1981, 1983a, 1983b, Ballvoll 1985, Evers 1989). Tämän tutkimushankkeen yhteydessä julkaistiin kirjallisuuskatsaus kasvu- ja sadonkorjuuolojen vaikutuksesta avomaanvihannesten varastokestävyyteen (Suojala & Pessala 1996). Sen mukaan tärkeimmät varastokestävyyteen vaikuttavat tekijät ovat lajike, viljelykierto, lannoitus ja sadonkorjuun ajoittuminen. Sadonkorjuun yhteydessä syntyvät vauriot ja sääolot korjuuhetkellä säätelevät myös säilyvyyttä. Eri tekijöiden merkitys vaihtelee kasvilajeittain. Aikaisempien tutkimusten jälkeen uudet lajikkeet sekä viljely- ja varastointitekniikan kehittyminen ovat parantaneet varastointiedellytyksiä huomattavasti.

Toisaalta kenttäkokeissa on saatu usein ristiriitaisia tuloksia varsinkin viljelytekni-

kan vaikutuksista, joten kokonaisuuksien ymmärtäminen edellyttää vielä uudenlaista tutkimusotetta. Tästä tutkimuksesta suuri osa on tehty vihannestiloilla. Tilakokeiden motiivina on ollut toisaalta saada mahdollisimman todenmukainen kuva tutkittavasta ilmiöstä ja sen vaihtelusta tilojen välillä. Toisaalta on kerätty viljelytietoja selittämään keskimääräistä varastointitulosta eri koepaikoilla.

Tämän tutkimushankkeen päätavoitteena oli selvittää, mitkä viljelytekijät vaikuttavat varastoidun sadon laatuun ja miten varastohävikkiä voidaan pienentää. Yksi erityistavoite oli tutkia, mikä on varastoitavien vihannesten optimaalinen sadonkorjuuaika, ja löytää keinoja sen määrittämiseen. Tutkimuksen koekasveina olivat tärkeimmät Suomessa varastoitavat avomaanvihannekset: porkkana, keräkaali ja sipuli. Tilakokeissa kerättiin tietoja varastohävikin vaihtelusta vuosittain ja tiloittain ja aloitettiin varastokestävyyttä selittävän aineiston kokoaminen.

## 2 Tutkimuksen yleinen toteutus

### 2.1 Kenttä- ja tilakokeet

Tutkimukseen liittyi MTT:n tutkimusyksiköissä tehtyjä kenttäkokeita ja vihannestilojen sadolla tehtyjä varastointikokeita. Kenttäkokeissa tutkittuja muuttujia olivat lajike, kastelu, lannoitus ja sadonkorjuun ajoittuminen. Kokeita tehtiin MTT:n puutarhatuotannon tutkimuslaitoksessa Piikkiössä, Hämeen tutkimusasemalla Pälkäneellä ja Satakunnan tutkimusasemalla Kokemäellä sekä vihannestiloilla vuosina 1995–96. Tilakokeissa tutkittiin erityisesti sadonkorjuuajan vaikutusta säilyvyyteen. Lisäksi porkkanatiloilla selvitettiin samalla esikasvien merkitystä sadon säilyvyyden säätelyssä. Tilakokeita tehtiin vuonna 1995 yhdellä kaalitulalla ja yhdeksällä porkkana-

**Taulukko 1.** Varastovihannesten laadun kehittäminen ja hävikin minimointi -tutkimushankkeen kenttäkokeet vuosina 1995–1996. MTT:n koepaikkojen lyhenteet ovat: PTL = puutarhatuotannon tutkimuslaitos, Piikkiö, HÄM = Hämeen tutkimusasema, Pälkäne, SAT = Satakunnan tutkimusasema, Kokemäki.

Laji	Kokeen nimi	Vuosi	Koepaikka	Maalaji	Muuttujat
Keräkaali	Lajikkeiden varastokestävyys	1995	PTL	m LjS	lajike
		1996	HÄM	KHt	lajike
	Kastelu ja lannoitus Sadonkorjuuajan vaikutus säilyvyyteen *	1995-96	PTL	m HtS/LjS	kastelu, lannoitus
		1996	HÄM	KHt	korjuuaika
		1995-96	PTL	m LjS	korjuuaika
1995-96	Köyliö, tilakoe	rm/m HHt	korjuuaika		
Sipuli	Lajikkeiden varastokestävyys	1995	PTL	m KHt	lajike, kastelu, korjuuaika
		1995-96	PTL	m/rm KHt	kastelu, lannoitus
	Kastelu ja lannoitus Sadonkorjuuajan vaikutus säilyvyyteen *	1996	PTL	KHt	istutusaika, korjuuaika
		1996	HÄM, tilakokeet monia		korjuuaika
Porkkana	Lajikkeiden varastokestävyys *	1995-96	SAT	m/s KHt	lajike
		1995	Eurajoki, tilakoe	vm KHt	typpitaso
	Tyypitason vaikutus säilyvyyteen Sadonkorjuuajan vaikutus säilyvyyteen *	1996	SAT	m KHt	lajike, korjuuaika
		1995-96	HÄM, tilakokeet monia		korjuuaika
Mekaanisten vaurioiden vaikutus säilyvyyteen	1996	PTL	m KHt	korjuuaika, vauriot, jäähdytys- tapa	

\* Kokeet jatkuvat edelleen kasvukaudella 1997.

tilalla, vuonna 1996 yhdellä kaalitulalla, kahdella sipulitulalla ja 15 porkkanatulalla. Mukana olleet tilat on lueteltu liitteessä 1.

Tutkimusprojektin kokeet ja niissä tutkitut muuttujat on esitetty kasvilajeittain taulukossa 1. Kenttäkokeiden viljelytiedot on esitetty liitteessä 2 ja kunkin kokeen tarkempi toteutus seuraavissa luvuissa.

## 2.2 Varastointikokeet

Varastointikokeet järjestettiin eri varastoissa. Sipulit ja Piikkiön kenttäkokeiden kaalit varastoititiin Piikkiössä, muiden keräkaalikoikeiden ja vuoden 1995 porkkanatulakokeiden sato Saarioisten Säilyke Oy:n varastossa Sahalahdella. Muiden porkkanakokeiden sato varastoititiin Satakunnan maa- ja metsäinstituutin varastossa Kokemäellä.

Vihannekset varastoititiin normaaleissa varasto-oloissa. Tavoiteltu lämpötila oli kokeissa noin 1 °C, tosin lämpötila ei kaikissa varastoissa pysynyt haluttuna koko aikaa. Porkkana- ja keräkaalikoikeissa tavoiteltu suhteellinen kosteus oli 95–98 % ja sipulikoikeissa 70 %. Sipulivarastojen suhteellinen kosteus nousi valitettavasti yli 80 %:n, mikä näkyi sipuleiden juurten muodostuksena.

Ennen varastointia sipulit kuivatitiin syksyllä 1995 lämmitetyssä ja tuuletetussa muovihuoneessa, jonka lämpötila oli kuivausvaiheessa 20–25 °C ja loppuvaiheessa 25–30 °C. Vuoden 1996 sipulisato kuivatitiin verkkosäkeissä lasikasvihuoneeseen rakennetussa kuivaamossa, jossa lämmiin kuivausilma johdettiin puhaltimen ja ilmakehän kautta sipulisäkkien läpi. Kuivausilman lämpötila oli noin 30 °C.

Keräkaali- ja porkkanaerät varastoitettiin valkoisissa ristiinkudotuissa polypropyleenisäkeissä (vahvuus 75 g/m<sup>2</sup>) ja sipulit verkkosäkeissä. Sadon säilyminen tarkistettiin useimmissa kokeissa kolmena ajankohdana varastoinnin kuluessa. Varastokokeita analysoitaessa mitattiin varastoinnin aikainen painohävikki prosentteina varastoon viedyn sadon painosta. Porkkanat lajiteltiin terveisiin ja eri varastotautien pilaamiin. Keräkaalikokeissa havainnoitiin eri varastotautien esiintyminen, ja harmaahomeen runsaus arvioitiin asteikolla: laikku, alle 5 %, 5–25 %, 25–50 % ja yli 50 % pinnasta harmaahomeen peitossa. Tautien havainnoinnin jälkeen kaalit kauppakunnostettiin ja määritettiin kauppakunnostushävikki. Kokonaishävikki laskettiin paino- ja kauppakunnostushävikin summana. Sipulikoikeissa sipulit lajiteltiin myyntikelpoisiin, eri varastotautien pilaamiin, versoneisiin ja juurtuneisiin. Varastostaoton jälkeen myyntikelpoiset sipulit vietiin neljäksi viikoksi 17 °C:een lämpötilaan kaupakestävyysskokeeseen, minkä jälkeen ne lajiteltiin kuten edellä.

## 2.3 Laadun analysointi

### 2.3.1 Kuiva-ainepitoisuuden määrittäminen

Kuiva-ainepitoisuus määritettiin kuivamalla tuoretta näytettä, kunnes sen paino ei enää alentunut. Kuivauslämpötila oli vuoden 1995–1996 kenttä- ja varastointikokeissa 60 °C ja vuoden 1996–97 kokeissa 70 °C. Jälkimmäisenä koevuonna porkkana- ja sipulinäytteet, joista analysoitiin ravinnepitoisuuksia, kuivattiin kuitenkin 60 °C:n lämpötilassa.

Liukoisien kuiva-aineen määrä mitattiin Atago PR-1 -refraktometrillä tuoreista vihanneksista puristetusta nesteestä. Kaaleista pitoisuus mitattiin erikseen kerästä (lohko kerän keskiosan ja ulkolehtien puolivälistä), kerän sisällä olevasta varresta (lohko

koko varren pituudelta) ja sen alaosa (noin 1 cm:n paksuinen viipale). Mittaukset tehtiin joka kaalista erikseen, mutta tilastollisissa analyyseissä käytettiin viiden mittauksen keskiarvoa.

### 2.3.2 Sokeri- ja typpi-analyysit

Koemateriaalista analysoitiin liukoisten sokerien (fruktoosi, glukoosi ja sakkaroosi) pitoisuudet MTT:n elintarvikekemian laboratoriossa. Analyysit tehtiin pakastetuista vihanneksista. Keräkaali ja sipuli pakastettiin silppuna, porkkana raasteena. Sokerit analysoitiin kaasukromatografiolla. Tulokset on esitetty prosentteina tuorepainosta. Lisäksi laskettiin sakkaroosin ja monosakkaridien (fruktoosi, glukoosi) suhde, jota käytetään kuvaamaan kasvien kehitysvaihetta.

Sipulin ja keräkaalin lannoituskokeissa analysoitiin kasvien kokonaistyyppipitoisuus Kjeldahl-menetelmällä MTT:n maanviljelyskemian ja -fysiikan tutkimusallalla.

### 2.3.3 Keräkaalin kovuuden mittaaminen

Keräkaalien kovuutta mitattiin korjuuaikakokeissa ja vuoden 1995 lannoituskokeessa Lloyd LRX -aineenkoetuslaitteella. Keräkaaliin työnnettiin teräksinen mittauspaukko (halkaisija 8 mm) vakionopeudella (10 mm/min) kuuden senttimetrin syvyyteen. Laite mittasi työntöön tarvittavan voiman koko mittauksen ajan. Kaalien kovuutta kuvaamaan käytettiin mittaukseen tarvittua keskimääräistä voimaa ("keski-voima") ja kymmenen maksimivoiman keskiarvoa ("maksimivoima"). Mittayksikkönä on newton (N). Mittaus tehtiin jokaisesta koerudusta viidestä kaalista, joiden mittauksista laskettua keskiarvoa käytettiin analysoitaessa tuloksia.

### 2.3.4 Aistittavan laadun arviointi

#### 2.3.4.1 Keräkaali

Keräkaalin aistittavaa laatua arvioitiin korjuuaikakokeissa molempina varastokausina VTT Bio- ja elintarviketekniikan tutkimusyksikössä sadonkorjuun jälkeen lokakuussa sekä varastoinnin jälkeen tammi- ja touku-kuussa. Kaudella 1995–96 arvioidut näytteet oli yhdistetty koekentän lohkoista, kaudella 1996–97 eri koelohkojen kaalit pidettiin erillään, jolloin kukin arvioija sai samasta koelohkosta peräisin olleet vertailtavat näytteet.

Kaalinäytteet arvioitiin profiilimenetelmällä (VTT-4492-94), jossa aistittavat ominaisuudet ja niiden voimakkuuksien ankkurointi oli määritelty seuraavasti:

Väri: valkoinen, keltainen – vihreä

Rakenne / mehukkuus: kuiva – mehukas

Rakenne / purtavuus: vaikea purra – helppo purra

Maku / makeus: ei lainkaan makea – erittäin makea

Maku / karvaus: ei lainkaan karvas – erittäin karvas

Maun voimakkuus: latteaa, mieto – voimakas

Maun virheettömyys: voimakas virhemaku – ei virhemakua.

Arvioinnissa käytettiin portaaton graafista jana-asteikkoa, jolla annetut arviot muunnettiin tuloksia koottaessa numeerisiksi (asteikko 0–10).

Ominaisuudet arvioitiin kaalilohkoista, joita kukin arvioija sai 4–6 kappaletta kustakin näytteestä. Vuonna 1995–96 arviointiin osallistui 10–11 arvioijaa ja vuonna 1996–97 yhteensä 12 arvioijaa (4 arvioijaa/lohko). Näytteet esitettiin arvioijille koodattuina ja satunnaistetussa järjestyksessä.

#### 2.3.4.2 Porkkana

Porkkanan aistittavaa laatua arvioitiin kaudella 1995–96 VTT Bio- ja elintarviketek-

niikan tutkimusyksikössä tiloilla tehtyjen korjuuaikakokeiden sadosta sekä tammi-kuussa typpitasokokeesta ja lajikekokeesta. Korjuuaikakokeiden ja typpitasokokeen porkkanat arvioitiin profiilimenetelmällä (VTT-4492–94), jossa arvioitavat ominaisuudet ja niiden ankkurointi oli määritelty seuraavasti:

Väri: vaalea – oranssi

Värin tasaisuus: kirjava – tasainen

Rakenne / mehukkuus: kuiva – mehukas

Rakenne / purtavuus: vaikea purra – helppo purra

Maku / makeus: ei lainkaan makea – erittäin makea

Maku / karvaus: ei lainkaan karvas – erittäin karvas

Maun voimakkuus: latteaa, mieto – voimakas

Maun virheettömyys: voimakas virhemaku – ei virhemakua

Arvioinnissa käytettiin portaaton graafista jana-asteikkoa, jolla annetut arviot muunnettiin tuloksia koottaessa numeerisiksi (asteikko 0–10).

Pestyt ja kuoritut porkkanat leikattiin pituussuunnassa 2–3 palaksi, jotka pilkottiin vielä pienemmiksi tikuiksi. Kukin arvioija sai arvioitavakseen 10 porkkanatikkuja. Syksyllä porkkanoita arvioitiin myös keitettyinä (keitto vesihöyryssä 30 minuuttia, jäähdytys ennen arviointia). Näytteet esitettiin arvioijille koodattuina ja satunnaistetussa järjestyksessä.

Lajikekokeen porkkanat arvioitiin järjestystestillä (menetelmä VTT-4442–91), jossa arvioitavat porkkanat asetettiin paremmuuden mukaiseen järjestykseen niin, että paras sai sijaluvun 1 ja huonoin sijaluvun 9. Lisäksi lajikkeiden kokonaislaatu arvioitiin Karlsruhen laatuasteikolla: 9 = erinomainen, 8 = erittäin hyvä, tyypillinen, 7 = hyvä, melko tyypillinen, 6 = tyydyttävä, hieman poikkeava, 5 = keskinkertainen, jonkin verran poikkeava, 4 = välttävä, poikkeava, 3 = puutteellinen, selviä virheitä, 2 = huono, erittäin selviä virheitä, 1 = erittäin huono, täysin muuttunut. Arvioin-

**Taulukko 2.** Arvioidut ominaisuudet ja niiden ankkurointi porkkanan aistittavan laadun arvioinnissa varastokaudella 1996–1997.

Ominaisuus	Asteikko								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mehukkuus		ei lainkaan mehukas	hiukan mehukas		mehukas		selvästi mehukas		erittäin mehukas
Makeus		ei lainkaan makea	hiukan makea		makeahko		makea		erittäin makea
Karvaus		erittäin karvas puumainen, pehmeä	karvas		karvaanoloinen		hieman karvas		ei lainkaan karvas
Kovuus		erittäin pehmeä	lievästi puumainen, pehmeä		hieman kova		'naksahtava'		erittäin 'naksahtava'
Kumimaisuus		erittäin kumimainen	kumimainen		lievästi kumimainen		aavistuksen kumimainen		ei lainkaan kumimainen
Väriin tasaisuus		erittäin epätasainen väri	selvästi epätasainen väri		lievästi epätasainen väri		aavistuksen epätasainen väri		erittäin epätasainen väri
Maku yleensä	erittäin huono	huono	puutteellinen	välttävä	keskin-kertainen	tydyttävä	hyvä	erittäin hyvä	erinomainen

tia varten porkkanat käsiteltiin kuten edellä. Arviointi tehtiin sekä raaoista että keitetyistä porkkanoista, ja arviointiin osallistui 9 (keitetty) tai 10 (raaka) arvioijaa. Järjestystestissä kunkin arvioijan antamista sija-luvuista laskettiin summa, jolloin pienin summa merkitsi parasta laatua. Kokonaislaatu-arvioista laskettiin keskiarvo, jonka suuri arvo merkitsi hyvää laatua.

Kaudella 1996–97 porkkanan aistittava laatu arvioitiin MTT:n elintarvikkeiden tutkimuslaitoksen aistinvaraisessa laboratoriossa. Korjuu-aikakokeista peräisin olevien raakojen porkkanoiden laatuominaisuuksia arvioitiin viisiporaisella välimatka-asteikolla 1–3–5–7–9. ”Yleismakua” arvioitaessa käytettiin yhdeksänporaista asteikkoa 1–9. Arvioidut ominaisuudet ja niiden ankkurointi on esitetty taulukossa 2.

Arviointiin osallistui yhteensä 12 arvioijaa (3 tai 4 arvioijaa / lohko). Arvioinnissa käytettiin 6–7 cm:n mittaisia tikkuja, joita kukin arvioija sai 5–6 kappaletta. Syksyn arviointikerralla porkkanoiden päistä poistettiin muutama senttimetri, porkkana leikattiin pituussuunnassa kahteen osaan ja puolikkaat pilkottiin neljäksi tikuksi (pak-sut porkkanat useampaan osaan). Näytteiden tasalaatuisuuden parantamiseksi varastoinnin jälkeen tehdyissä arvioinneissa käytettiin vain porkkanan keskiosasta peräisin

olevia tikkuja. Saman koelohkon porkkanoiden arvioista laskettiin keskiarvot, joita käytettiin tilastollisissa analyyseissä.

## 2.4 Tilastolliset menetelmät

Koetulokset analysoitiin pääasiassa varianssianalyysillä SAS-ohjelmiston GLM- ja MIXED-ohjelmilla (SAS Institute 1990, 1992). MIXED-ohjelmaa käytettiin etenkin silloin, kun aineistossa oli puuttuvia havaintoja ja koemalliin sisältyi useampi kuin yksi virhetermi. Keskiarvojen tilastollista merkitsevyyttä testattiin Tukeyn testillä (merkitsevyytaso 0,05) ja kontrastilauseilla. Erityisesti korjuuajan myötä tapahtuneita muutoksia kuvaamaan käytettiin myös polynomimalleja, joilla analysoitiin kehityksen suuntaa ja suunnan muutoksia. Lisäksi tuloksia käsiteltiin korrelaatio- ja regressioanalyysillä esimerkiksi selvittäessä kehitysvaihetta kuvaavien muuttujien yhteyksiä muihin mittauksiin.

Vuoden 1996 tilakokeissa kunkin koepaikan lohkokotain satunnaistetut kokeet käsiteltiin yhdessä niin, että tila oli kiinteä tekijä ja koekentän lohko oli tilan sisäinen (nested) satunnaistekijä. Kun tilan ja korjuuajan yhdysvaikutus oli tilastollisesti

merkitsevä, analyysijä tehtiin myös tilakohtaisesti.

Varastointikokeet, joissa satoa otettiin varastosta useana ajankohtana, analysoitiin toistettujen mittauksen varianssianalyysillä, jossa voidaan tutkia käsittelyjen vaikutusten lisäksi varastointiajan päävaikutusta sekä ajan ja käsittelyjen yhdysvaikutuksia. Käsittelyjen keskiarvoja verrattiin kontrasteilla ja ajan vaikutusta tutkittiin trendikontrasteilla.

Aistittavan arvioinnin tulokset analysoitiin lohkokokeena, jossa ensimmäisenä varastokautena arvioija oli lohkokotekijä. Toisen koevuoden analyysissä lohkokotekijä oli koe kentän todellinen lohko, jolta peräisin olevien näytteiden tuloksista laskettiin keskiarvo. Näin koe kentän lohkojen välinen vaihtelu pyrittiin erottamaan käsittelyjen välisestä vaihtelusta.

Tilastollisten analyysien tulokset on esitetty merkitsevyytensä (p-arvot) tekstissä ja taulukoissa. Mitä pienempi merkitsevyytensä on, sitä voimakkaampi on tutkitun muuttujan vaikutus mitattuun vasteeseen. Tilastollisen merkitsevyyden rajana käytetään usein arvoa  $p=0,05$ .

## 3 Sääolot koevuosina

Sää tietoja kerättiin Ilmatieteen laitoksen sääasemilta Piikkiöstä, Kokemäeltä, Pälkäneeltä ja Jokioisista. Lisäksi vuoden 1996 tilakokeissa käytettiin lämpötilatietoja Ilmatieteen laitoksen Laitilan Palttilan peltosääasemalta ja Forssaan koepellolle sijoitetulta MTT:n Hardi Metpole -sääasemalta.

Sääolot olivat molempina koevuosina poikkeukselliset (Liite 3). Vuonna 1995 toukokuun lämpötila oli keskimääräinen, mutta sateita saatiin runsaasti. Kesäkuu oli normaalia lämpimämpi ja melko runsasasteinen, mutta sitä seurasi erittäin kuiva heinäkuu. Ongelmia aiheuttivat elokuun runsaat sateet, jotka olivat hukuttaa kaalikasvustot Piikkiössä. Syys- ja lokakuu olivat

jälleen lämpimiä ja kuivia. Tehoisan lämpösumman kertymä oli kasvukauden aikana Piikkiössä 1477 °C, Kokemäellä 1356 °C ja Pälkäneellä 1426 °C eli 107–144 °C keskimääräistä suurempi.

Vuoden 1996 alkukesä oli epätavallisen viileä aina heinäkuuhun asti. Elokuu oli sen sijaan hyvin lämmin ja vähäsateinen. Alkukesän sademäärät olivat normaalia suurempia, mutta kohtuullisia, kunnes heinäkuussa satoi jälleen ennätysellisen runsaasti, mikä aiheutti ongelmia Piikkiön tiiviillä savimailla. Syys-lokakuussa kuivuus jatkui. Ensimmäiset syyskuun tulivat varhain syyskuussa, jolloin etenkin porkkanakasvustot voittuivat tiloilla. Lokakuu oli taas keskimääräistä lämpimämpi. Lämpösummaltaan (Piikkiössä 1241 °C, Kokemäellä 1193 °C ja Pälkäneellä 1180 °C) kasvukausi jäi 56–102 °C keskimääräistä viileämmäksi.

## 4 Porkkana

### 4.1 Lajikekokeet

#### 4.1.1 Aineisto ja menetelmät

Porkkanalajikkeiden varastointikokeet toteutettiin Satakunnan tutkimusasemalla tehdyistä lajikekokeista. Vuonna 1995 mukana oli yhdeksän lajiketta (Taivalmaa et al. 1996, Taulukko 3). Vuonna 1996 kokeessa oli 'Narbonnea' ja 'Newburgia' lukuunottamatta eri lajikkeet, ja koalue viljeltiin luonnonmukaisesti. Varastointikokeet täydensivät muulla rahoituksella tehtyjä lajikekokeita, mistä johtuu lajikkeiden vaihtuminen. Luomulajikekoe ja sen varastointikoe jatkuvat vielä kaudella 1997–98. Molempina vuosina koemallina oli satunnaisesti täydellisten lohkojen koe, jossa oli neljä lohkoa.

Porkkanat varastoitiin 10 kg:n erissä. Syksyn 1995 sadon säilyminen analysoitiin tammi-huhtikuussa kolmena ajankohtana,

**Taulukko 3.** Varastointikokeiden porkkanalajikkeet vuosina 1995 ja 1996. Jalostajien lyhenneet: BZ = Bejo Zaden, NiZ = Nickerson-Zwaan, Vil = Vilmorin, Téz = Tézier, LD = L. Dæhfeldt, RZ = Rijk Zwaan.

1995	Porkkanalajikkeet	1996
'Narbonne' F <sub>1</sub> BZ		'Nantes Express 20'
'Nerac' F <sub>1</sub> BZ		'Nasha' F <sub>1</sub> LD
'Newburg' F <sub>1</sub> BZ		'Splendid' F <sub>1</sub> RZ
'Navarre' F <sub>1</sub> BZ		'Napoli' F <sub>1</sub> BZ
'Nanda' F <sub>1</sub> NiZ		'Duke 370' LD
'Nansen' F <sub>1</sub> NiZ		'Fancy 405' LD
'Bolero' F <sub>1</sub> Vil/NiZ		'Newburg' F <sub>1</sub> BZ (peitattu ja peittaamaton)
'Gringo' F <sub>1</sub> Téz/NiZ		'Nabora' F <sub>1</sub> LD
'Normandy' F <sub>1</sub> BZ		'Narbonne' F <sub>1</sub> BZ (peitattu ja peittaamaton)

syksyn 1996 sato yhdellä kertaa helmikuussa. Lajikkeiden kuiva-ainepitoisuus määritettiin molempina vuosina ennen ja jälkeen varastoinnin. Lisäksi vuoden 1995 kokeesta arvioitiin porkkanalajikkeiden aistittava laatu raakana ja keitettynä järjestystestillä ja Karlsruhen laatuasteikolla.

#### 4.1.2 Tulokset

Vuoden 1995 kokeessa varastotaudit pilasivat eri lajikkeita eri tavoin (varastotaudit;  $p=0,006$ , kauppakelpoisten porkkanoiden osuus:  $p=0,005$ ): parhaiten säilyivät lajikkeet 'Bolero', 'Nansen', 'Nanda', 'Newburg' ja 'Narbonne' (Kuva 1). Selvästi eniten varastotaudeista kärsi Gringo-lajike, jonka varastotappiot olivat suurimmat kaikkina varastointiaikoina. Varastotauteja esiintyi melko runsaasti myös lajikkeilla 'Nerac' ja 'Navarre'. Suurimmat tuhot aiheutti pahkahome, mutta myös mustamätää ja harmaahometta esiintyi melko runsaasti.

Eri lajikkeiden välillä ei ollut eroja painohävikissä varastoinnin aikana ( $p=0,329$ ). Painohävikki oli tammikuussa 4,5–6 %, helmikuussa 6–7,5 % ja huhtikuussa 7–10 %. Varastoinnin kesto vaikutti kaikkien lajikkeiden paino- ja kokonaishävikkiin samansuuntaisesti, eli lajikkeiden väliset erot pysyivät yhtä suurina varastoinnin kuluessa. Tammikuun varastoerässä kauppakelpoisia porkkanoita oli 72–87 %

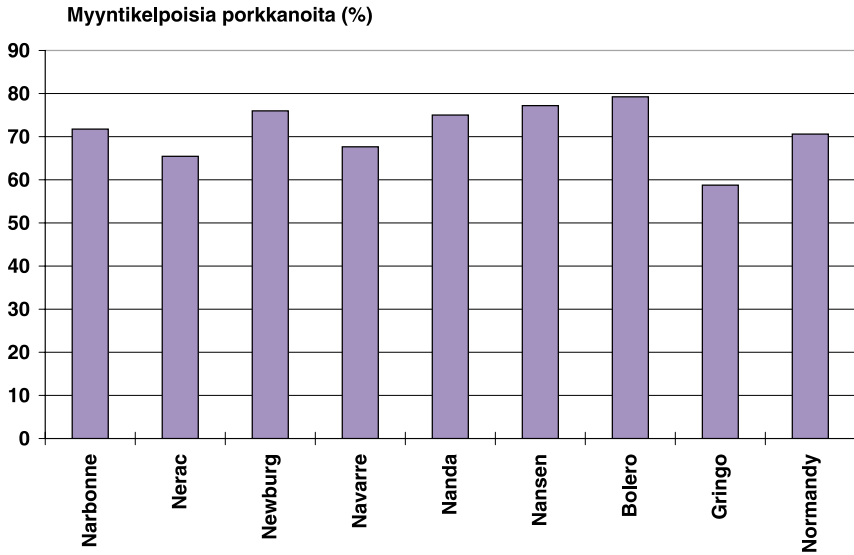
varastoon viedystä painosta, helmikuun lopussa 54–80 % ja huhtikuun alussa 50–74 %.

Vuoden 1996 kokeessa lajikkeiden väliset erot varastoinnin aikaisessa painohävikissä tai myyntikelpoisten porkkanoiden osuudessa olivat vähäisiä eivätkä tilastollisesti merkitseviä. Noin viiden kuukauden varastoinnin jälkeen painohävikki oli eri lajikkeilla keskimäärin 6–8 % ja myyntikelpoisia porkkanoita 60–80 % varastoon viedystä määrästä (Kuva 2). Parhaiten säilyi Splendid-lajike, heikoimmin 'Newburg'.

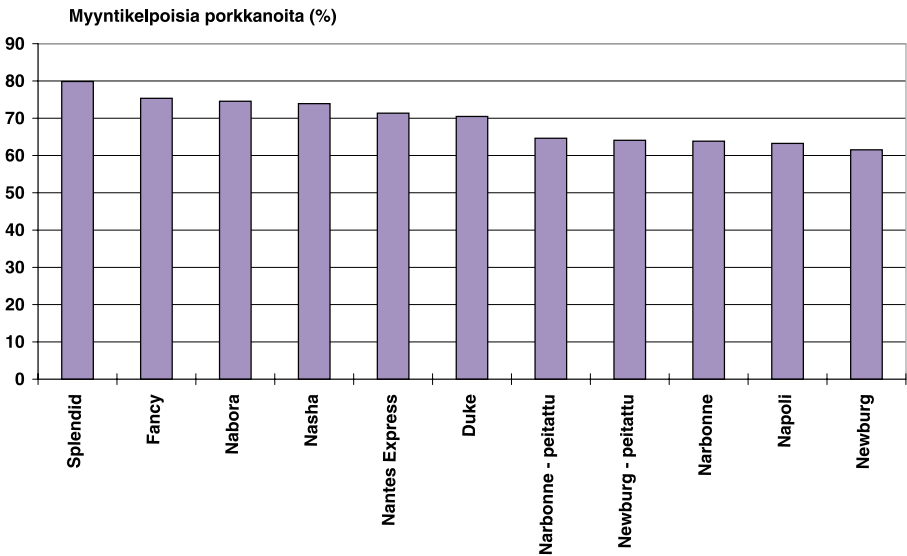
Varastotautien esiintymisessä oli pieniä eroja lajikkeiden välillä ( $p=0,027$ ). Suurin hävikin aiheuttaja oli harmaahome, joka pilasi 3–16 % varastoon viedystä määrästä eri lajikkeissa (Kuva 4). Kaikkiaan tautien pilaamia porkkanoita oli 4–18 %. Eniten varastotaudeista kärsivät lajikkeet 'Napoli', 'Newburg' (peitattu) ja 'Narbonne', vähiten lajikkeet 'Splendid' ja 'Fancy'. Nahistumisen vuoksi myyntikelvottomia porkkanoita oli 7–20 % varastoon viedystä määrästä, mutta lajikkeiden välillä ei ollut merkitseviä eroja nahistumisessa.

#### Aistittava laatu

Vuoden 1995 lajikkeiden aistittavassa laadussa ei ollut kovin suuria eroja tammikuussa. Raakana parhaiksi arvioitiin 'Nansen', 'Narbonne', 'Nerac', 'Bolero' ja 'New-



**Kuva 1.** Myyntikelpoisten porkkanoiden määrä (kolmen varastointiajan keskiarvo) porkkanan lajikekokeessa kaudella 1995–96.



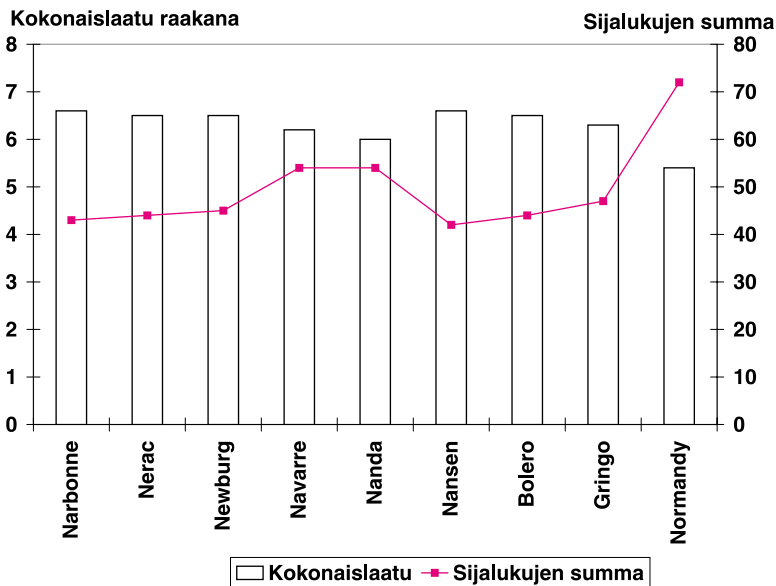
**Kuva 2.** Myyntikelpoisten porkkanoiden määrä varastoinnin jälkeen porkkanan lajikekokeessa kaudella 1996–97.

burg’ (Kuva 3). Keitetynä parhaita lajikkeita olivat ‘Newburg’, ‘Nansen’ ja ‘Bolero’ (Kuva 4). Sekä keitetynä että raakana Normandy-lajike oli laadultaan heikoin. Useimpien lajikkeiden aistittava laatu arviointiin keitetynä hieman paremmaksi kuin raakana.

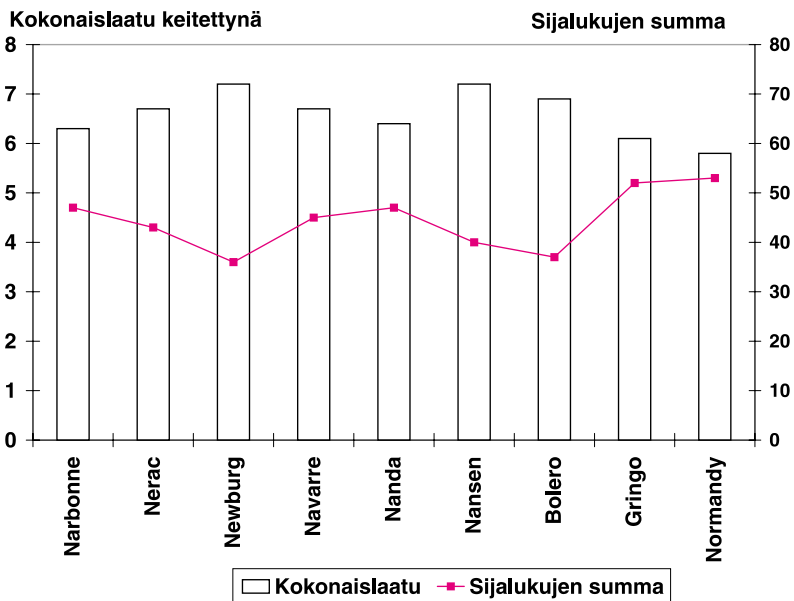
### Kuiva-ainepitoisuus

Lajikkeiden väliset erot kuiva-ainepitoisuudessa olivat melko vähäisiä. Vuonna 1995 kuiva-ainepitoisuus oli alin lajikkeilla ‘Newburg’, ‘Nanda’ ja ‘Nansen’ (Taulukko 4). Varastointi ei merkittävästi vaikuttanut kuiva-ainepitoisuuksiin.





**Kuva 3.** Porkkanalajikkeiden aistinvarainen laatu raakana tammikuussa 1996 neljän kuukauden varastoinnin jälkeen. Suurempi kokonaislaadun arvo ja pienempi sijalukujen summa merkitsee parempaa laatua.



**Kuva 4.** Porkkanalajikkeiden aistinvarainen laatu keitettyinä tammikuussa 1996 neljän kuukauden varastoinnin jälkeen. Suurempi kokonaislaadun arvo ja pienempi sijalukujen summa merkitsee parempaa laatua.

Vuoden 1996 kokeessa kuiva-ainepitoisuudet olivat edellistä vuotta korkeammat (Taulukko 4). Korkein kuiva-ainepitoisuus oli lajikkeella 'Narbonne', alhaisin lajikkeil-

la 'Nasha' ja 'Splendid'. Kuiva-ainepitoisuus ei merkittävästi muuttunut varastoinnin aikana.

**Taulukko 4.** Porkkanalajikkeiden kuiva-ainepitoisuus syksyllä ja erittaisen varastoinnin jälkeen vuosien 1995 ja 1996 lajikekoikeissa

1995 Lajike	Kuiva-ainepitoisuus % tuorepainosta				1996 Lajike	Kuiva-ainepitoisuus % tuorepainosta	
	10.10.	11.1.	22.2.	2.4.		30.9.	26.2.
'Narbonne'	10,3	10,7	10,4	10,2	'Nantes'	13,3	12,6
'Nerac'	10,5	10,7	10,9	10,7	'Nasha'	12,1	11,9
'Newburg'	9,5	9,4	9,3	9,6	'Splendid'	11,5	11,8
'Navarre'	10,3	10,1	10,7	9,7	'Napoli'	12,5	12,5
'Nanda'	9,9	9,8	10,2	9,7	'Duke'	12,8	13,1
'Nansen'	9,9	10,0	10,5	9,5	'Fancy'	12,6	12,7
'Bolero'	10,8	10,6	11,4	10,3	'Nabora'	13,1	13,1
'Gringo'	10,2	10,7	10,4	10,3	'Newburg'	12,6	12,8
'Normandy'	10,1	10,0	10,9	10,5	'Newburg' (peitattu)	12,4	12,5
					'Narbonne'	13,5	13,4
					'Narbonne' (peitattu)	13,1	13,6

**Taulukko 5.** Koeruutujen typpilannoitus eri koejäsenissä porkkanan typpitasokokeessa kesällä 1995.

Koejäsen	Puut. PK-lannos ennen kylvöä N kg/ha	Oulunsalpietari ennen kylvöä N kg/ha	Lisälannoitus 6.7. N kg/ha	Typpeä yhteensä kg/ha
1	20	0	0	20
2	20	40	0	60
3	20	80	0	100
4	20	120	0	140
5	20	80	40 (Oulunsalp.)	140
6	20	40	40 (NK-lannos)	100

## 4.2 Typpitasokoe

### 4.2.1 Aineisto ja menetelmät

Porkkanan typpitasokoe toteutettiin tilakokeena Eurajoella yhteistyössä Lännen Tehtaiden ja viljelijän kanssa. Kokeen ensisijaisena tarkoituksena oli tutkia typpilannoituksen vaikutusta satoon, mutta kenttäkokeen sadosta tehtiin myös varastointikoe. Koejäsenet on esitetty taulukossa 5. Koejäsenissä 1–4 koko typpimäärä annettiin kertalannoituksena, koejäsenissä 5 ja 6 osa typpistä lisättiin heinäkuun alussa. Koemalli oli satunnaistettujen täydellisten lohkojen koe, jossa toistoja oli neljä. Porkkanat korjattiin varastoon 5.10. Sadonkorjuu tehtiin käsin, ja porkkanat kuljetettiin heti varastoon. Porkkanat varastoitettiin noin 5 kg:n

erissä. Porkkanoiden säilyminen varastossa arvioitiin kolme kertaa tammi-huhtikuussa.

Juurten sisältämien sokereiden määrä analysoitiin sadonkorjuun yhteydessä. Eri tavalla lannoitettujen porkkanoiden aistittava laatu arvioitiin tammikuussa noin 3,5 kuukauden varastoinnin jälkeen. Mukana arvioinnissa olivat vain koejäsenet 1–4.

### 4.2.2 Tulokset

#### Varastokestävyys

Typpilannoituksella ei ollut vaikutusta porkkanoiden säilyvyyteen varastossa (Taulukko 6). Myyntikelpoisten porkkanoiden osuus oli tammikuun alkupuolella 65–80 %

**Taulukko 6.** Porkkanoiden varastohävikki typpitasokokeessa.

	Koejäsen Painohävikki			Tautien pilaama osuus			Myyntikelpoisten porkkanoiden osuus		
	10.1.	% 21.2.	2.4.	10.1.	% 21.2.	2.4.	10.1.	% 21.2.	2.4.
1	5,7	7,9	9,5	20	24	33	74	67	57
2	5,8	8,0	7,4	12	24	29	82	67	63
3	5,8	6,8	7,7	28	21	22	66	71	70
4	6,0	6,3	8,0	19	29	39	74	65	53
5	5,8	7,5	8,7	18	15	28	76	77	63
6	6,2	6,6	8,8	25	22	24	69	71	69
P-arvot	Lannoitus (L)	0,396		0,719			0,698		
	Var.aika (V)	0,004		0,065			0,318		
	L*V	0,144		0,477			0,558		

**Taulukko 7.** Liukoisten sokereiden pitoisuudet sadonkorjuun jälkeen ja kuiva-ainepitoisuudet ennen ja jälkeen varastoinnin porkkanan typpitasokokeessa.

Typen määrä kg/ha	Frktoosi %	Glukoosi %	Sakkaroosi %	Yhteensä %	Sakkaroosi /monos.	Kuiva-ainepitoisuus %			
						5.10.	11.1.	22.2.	9.4.
20	1,1	1,2	3,2	5,4	1,5	11,3	11,0	11,2	11,2
60	1,0	1,1	3,0	5,1	1,5	11,3	11,3	11,2	10,3
100	1,0	1,1	2,9	5,0	1,4	11,0	10,5	11,3	10,6
140	1,1	1,3	3,1	5,4	1,3	11,1	10,6	10,8	10,5
100 + 40	1,2	1,3	2,8	5,3	1,2	10,8	11,0	10,8	10,7
60 + 40 NK	1,2	1,3	2,7	5,2	1,1	10,9	11,3	10,7	10,7
P-arvot	0,173	0,212	0,663	0,658	0,440	Typpi (N)	0,119		
						Varast.aika (V)	0,309		
						N*V	0,200		

varastoon viedystä määrästä, helmikuussa 65–75 % ja huhtikuun alussa 55–70 %. Pääosan varastotappioista aiheuttivat mustamatä ja harmaahome, joka saastutti etenkin suurimpia porkkanoita lehtien jäänteistä alkaen.

### Porkkanoiden laatu

Typpilannoituskäsittelyillä ei ollut vaikutusta porkkanoiden kuiva-aine- tai sokeripitoisuuksiin (Taulukko 7).

Kuiva-ainepitoisuus ei muuttunut varastoinnin aikana. Myöskään aistittavassa laadussa ei havaittu eroja typpikäsittelyjen välillä (Taulukko 8).

### **4.2.3 Tulosten tarkastelu**

Tässä kokeessa ei havaittu typpilannoituksen määrällä ja lannoituksen jakamisella olleen vaikutusta porkkanoiden säilyvyyteen, kuiva-aine- tai sokeripitoisuuksiin tai aistittavaan laatuun. Kasvukaudella tehdyt maan liukoisen typen mittaukset osoittivat, että eniten lannoitetut koeruudut sisälsivät vielä syksylläkin enemmän kasveille käyttökelpoista typpeä kuin niukasti lannoitetut ruudut. Typen helpompi saatavuus ei kuitenkaan näkynyt säilyvystuloksissa tai porkkanoiden aistinvaraisessa laadussa. Toisaalta myöskään lannoituksen vähentäminen ei heikentänyt porkkanoiden laatua.

**Taulukko 8.** Tyypitason vaikutus porkkanan aistittavaan laatuun. Arviointi tehtiin 25.1.1996 eli noin 3,5 kuu-kauden varastoinnin jälkeen. Taulukossa on esitetty kymmenen arvioijan arvioiden keskiarvot.

Typen määrä kg/ha	Väri	Värin tasaisuus	Mehuk- kuus	Rapeus	Purtavuus	Makeus	Karvaus	Maun voimak- kuus	Maun virheettö- myys
20	6,0	6,0	6,3	6,2	6,8	6,2	4,5	5,6	5,3
60	6,0	4,9	5,3	5,9	6,5	4,6	3,3	4,3	6,1
100	6,6	5,1	6,1	5,7	6,3	4,7	2,2	5,2	5,8
140	6,2	4,4	6,2	6,8	6,9	5,3	3,5	4,8	6,0
P-arvot	0,521	0,241	0,512	0,428	0,771	0,133	0,111	0,234	0,908

Se ei myöskään vaikuttanut suuresti saatoon, sillä varastoitujen porkkanoiden keskipaino oli kaikissa käsittelyissä likimain sama (noin 200-230 grammaa). Ainoastaan pienimmän tyypilannoituksen saaneet porkkanat olivat hieman pienempiä (keskipaino noin 180 grammaa).

Typen vaikutuksista porkkanoiden säilyvyyteen on aikaisemmissa tutkimuksissa saatu osittain ristiriitaisia tuloksia. Yleensä lannoituskokeissa typen ei ole havaittu heikentäneen säilyvyyttä (mm. Dragland 1978, Aura 1985, Evers 1989, Kidmose & Henriksen 1994). Peschke (1994) totesi tutkimuksissaan kuitenkin, että porkkanan typpipitoisuuden noustessa juurten vastustuskyky tauteja vastaan heikkeni ja sienet pystyivät paremmin kasvamaan porkkanan solukoissa. Rungas typpilannoitus lisää siis teoriassa varastotautien riskiä, mutta vaikutus ei ole usein tullut kokeissa selvästi ilmi.

## 4.3 Sadonkorjuun ajoittuminen

### 4.3.1 Aineisto ja menetelmät

#### 4.3.1.1 Tilakokeet

#### Koepaikat ja korjuuajat

Korjuuajan vaikutusta porkkanan sadon määrään ja varastokestävyyteen tutkittiin vihannestilojen porkkanasadosta. Vuonna

1995 kokeissa oli mukana kahdeksan tilaa Satakunnasta ja Hämeen tutkimusasema Pälkäneellä. Tutkimusasema on käsitelty tuloksissa yhtenä tilana, koska koejärjestelyt olivat aivan samat. Kaikilla koepaikoilla viljeltiin Fontana F<sub>1</sub> BZ -lajiketta. Satoa korjattiin käsin kolme kertaa kahden viikon välein (A = 12.9., B = 26.9, C = 10.10.). Kokeisiin otetut porkkanat korjattiin samasta kohdasta peltoa, mutta erityisiä koeruutuja ei tehty.

Vuoden 1996 kokeissa oli mukana kuusi Fontana-lajiketta viljellyttä tilaa Huittisista ja Köyliöstä ja yhdeksän Panther F<sub>1</sub> SG -lajiketta viljellyttä tilaa Forssasta ja Laitilasta. Jokaisen tilan peltolohkolle merkittiin koealue, johon sijoitettiin koeruudut korjuukertoja varten satunnaistettujen täydellisten lohkojen koemallin mukaisesti. Korjuuruutujen järjestys arvottiin erikseen joka tilalle. Lohkoja eli toistoja oli kolme. Korjuupäiviä oli neljä kahden viikon välein (A = 10.-11.9., B = 23.-25.9., C = 7.-9.10., D = 21.-22.10.).

Viljelijöiltä saatiin tiedot koelohkon viljelyhistoriasta ja viljelytoimista koevuonna. Lisäksi vuonna 1996 otettiin ensimmäisenä korjuupäivänä koealueelta maanäytteet viljavuusanalyysiin (perustutkimus ja liukoinen tyyppi) (Liite 4).

#### Sadon määrän seuranta

Vuonna 1995 sadon määrän muutosta seurattiin laskemalla varastoon vietyjen pork-

**Taulukko 9.** Varastointiaikojen pituus (vrk) porkkanan korjuuajakokeissa vuosina 1995-96.

Vuosi	Korjuu- aika	Varastokestävyyden analysointipäivä		
		19.1.	28.2.	17.4.
1995	A = 12.9.	129	169	218
	B = 26.9.	115	155	204
	C = 10.10.	101	141	190
		7.-8.1	25.-26.2.	15.-16.4.
1996	A = 10.-11.9.	119	168	217
	B = 23.-24.9.	105	154	203
	C = 7.-9.10.	91	140	189
	D = 21.-22.10.	77	126	175

kanoiden keskipaino. Syksyllä 1996 sadon määrä laskettiin kokonaissatona korjattua pinta-alaa kohti ja tulokset muutettiin hehtaarisadoksi.

#### Näytteiden käsittely

Jokaisella korjuukerralla analysoitiin porkkanoiden kuiva-ainepitoisuus, liukoisen kuiva-aineen määrä ja sokeripitoisuudet. Syksyllä 1995 näyte koostui viidestä porkkanasta, vuonna 1996 20 porkkanasta. Molempina vuosina otettiin kolme rinnakkaisnäytettä. Määrittäjänsä varten kustakin porkkanasta otettiin pitkittäissuunnassa lohko, jotka yhdistettiin kokoomänäytteeksi. Sokerimäärittäjänsä näytteet pakastettiin raasteena.

#### Varastointikokeet

Varastointierän koko oli molempina vuosina noin 10 kg. Syksyllä 1995 jokaisella korjuukerralla varastointiin yhdeksän säkkiä eli kolme säkkiä jokaista varastointiaikaa varten. Syksyllä 1996 otettiin joka ruudusta kolme säkkiä, jolloin toistot saatiin koealueen lohkoista.

Porkkanoiden säilyminen varastossa analysoitiin kolme kertaa varastokaudella:

tammikuussa, helmikuun lopulla ja huhtikuun puolivälissä. Analyysikertojen väli oli talvella 1996 noin kuusi viikkoa ja talvella 1997 seitsemän viikkoa. Eri aikaan korjattujen porkkanoiden varastointiajan pituus on esitetty taulukossa 9.

Varastoinnin jälkeen porkkanoista otettiin jälleen koeruduittain näytteet kuiva-aine- ja sokerimäärittäjänsä. Näytteen koko oli sama kuin syksyllä. Fontana-lajikkeesta määrittäjänsä tehtiin molempina vuosina joka varastointiaikana kaikkien tilojen sadosta, Panther-lajikkeesta vuoden 1996 sadosta vain tilojen 1, 3 ja 9 porkkanoista tammi- ja huhtikuussa.

#### Aistittavan laadun arviointi

Syksyn 1995 sadon aistittavaa laatua arvioitiin tilan 9 porkkanoista sadonkorjuun jälkeen sekä tammi- ja huhtikuussa. Syksyllä arvioitavana olivat 26.9., 10.10. ja 24.10. korjatut porkkanat, talvella 12.9., 26.9. ja 10.10. nostetut porkkanat. Lisäksi tilan 2 eri korjuupäivien porkkanoita arvioitiin tammi- ja huhtikuussa sekä tilan 5 porkkanoita tammikuussa. Syksyllä 1996 aistittava laatu arvioitiin Panther-lajiketta viljelleiden tilojen 1, 3 ja 9 sadosta. Samojen tilojen porkkanat arvioitiin myös tammi- ja huhtikuussa.

#### 4.3.1.2 Kokemäen koe

Kokemäen kokeessa tutkittiin korjuuajan vaikutusta tilakokeiden molemmilla lajikkeilla samalla koepaikalla. Lisäksi kokeessa seurattiin tarkemmin porkkanoiden kasvua ja kehitystä kasvukaudella ja sadon lisäystä korjuukaudella.

Kokeessa olivat mukana lajikkeet Fontana F<sub>1</sub> BZ ja Panther F<sub>1</sub> SG pääruututekijänä. Osaruututekijänä oli korjuuaika, joita oli kuusi 9–12 päivän välein (Taulukko 10). Koe järjestettiin satunnaistettujen täydellisten lohkojen kokeena, jossa oli neljä lohkoa. Porkkana viljeltiin neljän rivin penkeissä, joista sato korjattiin kahdesta keskimmäisestä rivistä. Sadonkorjuun jälkeen porkkanat lajiteltiin kauppakelpoisiin, pieniin (alle 50 g), haljenneisiin, epämuotoisiin, haaraisiin ja muista syistä kauppakelvottomiin. Varastoon vietiin kustakin ruudusta kolme noin 10 kg:n säkillistä kauppakelpoisia porkkanoita. Lisäksi sadonkorjuun yhteydessä otettiin 20 porkkanan näyte, josta analysoitiin kuiva-ainepitoisuus, liukoisen kuiva-aineen määrä ja eri sokereiden pitoisuus (vain lohkoista 1–3). Aistittavan laadun arviointiin otettiin kustakin ruudusta 18 porkkanaa.

Varastohävikki analysoitiin kolmena aikana tammi-huhtikuussa kuten tilakokeissa. Varastointiaikojen pituus on esitetty taulukossa 10. Jokaisella kerralla analysoitiin jälleen porkkanoiden kuiva-aine- ja sokeripitoisuudet sekä tammi- ja huhtikuussa porkkanoiden aistittava laatu.

### 4.3.2 Tulokset

#### 4.3.2.1 Tilakokeet

##### Sadon kasvu

Porkkanasadon kasvua seurattiin vuonna 1995 laskemalla porkkanan keskipaino varastoon viedyistä eristä. Keskipainot ja korjuukertojen välinen sadonlisäys on esitetty

**Taulukko 10.** Sadonkorjuupäivät ja varastointiaikojen pituudet eri korjuuaikojen näytteissä Kokemäen kokeessa vuonna 1996.

Korjuuaika	Varastokestävyyden analysointipäivä		
	7.1.	25.2.	16.4.
5.9.	124	173	223
16.9.	113	162	212
26.9.	103	152	202
7.10.	92	141	191
16.10.	83	132	182
28.10.	71	120	170

taulukossa 11. Keskimääräinen kasvu kahden ensimmäisen korjuukerran välisenä aikana oli 19 % ja toisen ja kolmannen korjuukerran välisenä aikana 13 %.

Syksyllä 1996 varhaiset syyshallat voittivat koepaikkojen porkkanakasvustoja jo syyskuun puolivälissä (Kuva 5). Porkkanan lehdistö kärsi pakkasista huomattavasti, mikä aiheutti edellisvuotista vähäisemmän kasvun (Taulukko 12). Keskimääräinen sadonlisäys korjuukertojen välillä oli Panther-lajikkeella 12 % (A- ja B-korjuun välillä), 5 % (B- ja C-korjuun välillä) ja 5 % (C- ja D-korjuun välillä) ja Fontana-lajikkeella 6, 1 ja 10 %. Tiloilla 6 ja 12 ei saatu viimeisen korjuupäivän satotulosta, koska hirvet ja ohikulkijat olivat vieneet osan sadosta. Saman tilan sisälläkin koeruutujen välinen vaihtelu oli melko suurta, mikä selittää sadon laskun joinakin seurantajaksoina. Lisäksi tilalla 11 koealue jouduttiin toisen ja kolmannen korjuukerran välissä siirtämään eri kohtaan peltoa, mikä aiheutti notkahduksen sadon määrässä.

Sadon kasvua mallinnettiin polynomimalleilla, jotka ottavat huomioon lohkojen välisen vaihtelun. Mallien mukaan sato määrä ei muuttunut lainkaan korjuukaudella Panther-tiloilla 7 ja 8. Tilalla 1 sato ei enää lisääntynyt toisen korjuukerran jälkeen. Tilalta 6 ei saatu viimeisen korjuupäivän satotulosta hirvituhojen takia, mutta sato ei muuttunut aiemmilla korjuukerroilla. Muilla tiloilla kasvu jatkui viimeiseen korjuukertaan asti. Fontana-tiloilla 12, 14 ja 15 sato ei mallien mukaan muuttunut

**Taulukko 11.** Porkkanan keskipaino tiloittain eri korjuupäivinä vuonna 1995 ja muutos korjuupäivien välisinä kahden viikon jaksoina (verrattuna ensimmäiseen korjuupäivään).

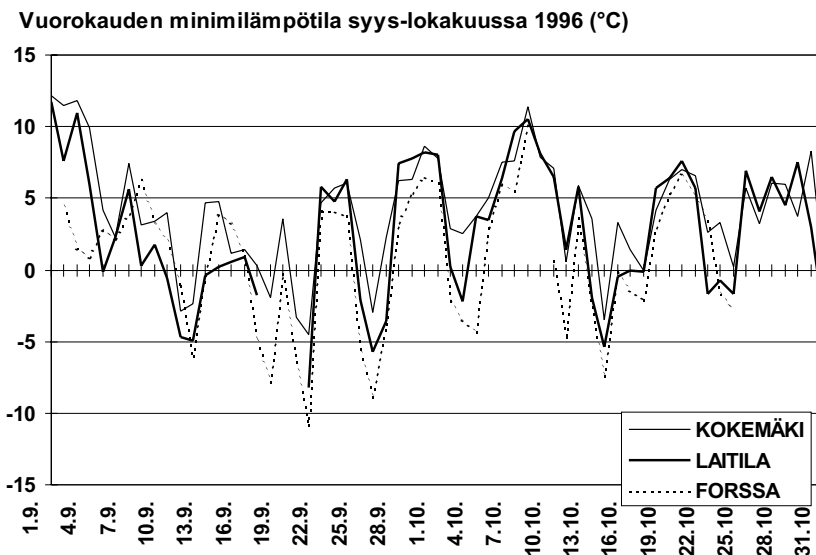
Tila	Keskipaino (g)			Muutos (%)		
	Korjuupäivä A	B	C	Ajanjakso A -B	B - C	Yhteensä
1	190	232	220	22	-6	16
2	100	131	160	31	29	60
3	209	284	ei mittausta	36	ei mittausta	36
4	177	187	206	6	11	16
5	185	217	270	17	29	46
6	144	170	173	18	2	20
7	152	160	186	5	17	22
8	114	140	147	23	6	29
9	79	92	103	16	14	30
Keskiarvo				19	13	31

korjuukaudella. Muilla tiloilla kasvu jatkui viimeiseen korjuupäivään asti.

#### Kuiva-ainepitoisuus

Syksyllä 1995 kuiva-ainepitoisuus muuttui eri tavalla eri tilojen sadossa (Kuva 6). Useimmilla tiloilla pitoisuus nousi sadonkorjuuta viivästettäessä, mutta muutamilla tiloilla ei tapahtunut suuria muutoksia syksyn mittaan. Keskimääräinen korjuuajan

vaikutus oli tilastollisesti merkitsevä ( $p=0,017$ ): kolmannen korjuukerran porkkanoiden pitoisuus oli muita korkeampi. Liukoisen kuiva-aineen pitoisuuksiin korjuu-aika ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi, vaikka mittaustulokset seurailivat kuiva-ainepitoisuuden muutoksia (korrelaatiokerroin 0,67,  $p<0,001$ ). Mittausten välinen vaihtelu oli kuitenkin suurta. Liukoisen kuiva-aineen ja kokonaissokeripitoisuuden korrelaatiokerroin oli 0,72 ( $p<0,001$ ).



**Kuva 5.** Vuorokauden minimilämpötilat koepeltojen läheisyydessä syys-lokakuussa. Pisteet ovat Kokemäellä alimpia havaittuja arvoja maanpinnalla, Forssassa keskiarvoja kolmesta 20 cm:n korkeudelta 10 minuutin välein tehdystä mittauksesta ja Laitilassa tuntikeskiarvoja 5 cm:n korkeudelta mitatuista arvoista.

**Taulukko 12.** Porkkanan kokonaissato tiloittain eri korjuupäivinä vuonna 1996 ja muutos korjuupäivien välisinä kahden viikon jaksoina (verrattuna ensimmäiseen korjuupäivään).

Lajike	Tila	Kokonaissato (1000 kg/ha)				Muutos (%)			Yhteensä
		Korjuupäivä				Ajanjakso			
		A	B	C	D	A - B	B - C	C - D	
'Panther'	1	63	72	74	73	16	3	-3	16
	2	41	47	51	54	16	11	7	34
	3	52	63	63	71	21	-2	16	36
	4	39	46	44	52	17	-4	19	33
	5	54	65	72	71	19	14	-2	31
	6	67	65	65	ei mittausta	-3	1	ei mittausta	-2
	7	28	29	34	37	6	16	9	32
	8	33	35	34	36	9	-4	6	11
	9	65	70	75	67	7	8	-12	3
Keskiarvo						12	5	5	21
'Fontana'	10	49	53	62	66	8	18	8	35
	11	55	60	54*	69	10	-11*	27	26
	12	43	47	48	ei mittausta	8	2	ei mittausta	10
	13	41	46	44	52	12	-4	19	27
	14	32	30	31	30	-8	3	-1	-7
	15	40	42	40	40	5	-3	-2	0
Keskiarvo						6	1	10	15

\* Koeruudut siirrettiin eri kohtaan peltoa.

Varastoinnin aikana kuiva-ainepitoisuus muuttui eri tavoin eri korjuukertojen porkkanoissa (Kuva 7). Tammikuussa kuiva-ainepitoisuus oli korkein keskimmäisen korjuukerran sadossa ( $p=0,003$ ), helmikuun lopussa korjuukertojen välillä ei ollut eroja ( $p=0,277$ ). Helmikuussa pitoisuudet olivat alemmat kuin edellisillä mittauskerroilla.

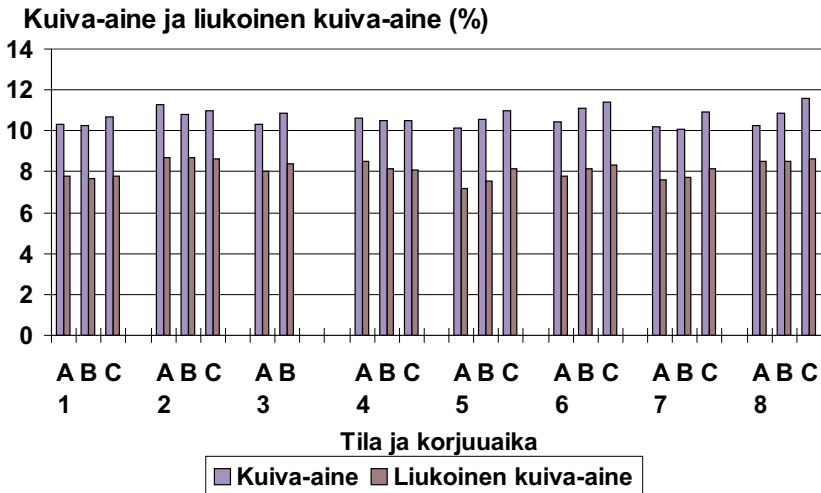
Vuonna 1996 porkkanan juuren kuiva-aineen ja liukaisen kuiva-aineen pitoisuudet laskivat syksyllä sadonkorjuun siirtyessä. Panther-lajikkeeseen pitoisuudet laskivat useimpien tilojen sadossa jatkuvasti viimeiseen korjuuseen asti, mutta tiloilla 7 ja 9 viimeisen korjuukerran porkkanoissa kuiva-ainepitoisuus oli jälleen korkeampi (Kuva 8). Fontana-lajikkeesta ei viimeisen korjuun porkkanoista analysoitu kuiva-ainepitoisuutta. Kolmannen korjuupäivän porkkanoiden pitoisuus oli merkittävästi alempi kuin kahden ensimmäisen korjuukerran sadon pitoisuus (Kuva 9). Kaikkien Fontanatilojen porkkanoiden pitoisuudet muuttui-

vat likimain samalla tavalla, vaikka pitoisuudet olivatkin erilaiset eri koepaikoilla.

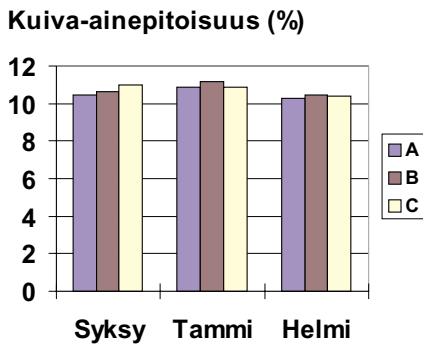
Liukaisen kuiva-aineen määrä seuraili kuiva-ainepitoisuuden muutoksia, mutta vaihtelu mittaustuloksissa oli suurempaa. Panther-lajikkeella liukaisen kuiva-aineen pitoisuus muuttui korjuuajan myötä eri tavoin eri koepaikoilla. Kaikilla tiloilla pitoisuus laski korjuun viivästyessä, mutta mittaustuloksissa oli enemmän vaihtelua kuin kuiva-ainetuloksissa, joten korjuuajkojen väliset erot eivät olleet yhtä merkitseviä. Korrelaatiokerroin kuiva-ainepitoisuuden ja liukaisen kuiva-aineen määrän välillä oli 0,65 ( $p<0,001$ ) ja kokonaissokeripitoisuuden ja liukaisen kuiva-aineen välillä 0,65 ( $p<0,001$ ).

Fontana-lajikkeella liukaisen kuiva-aineen pitoisuus oli ensimmäisen korjuun porkkanoissa keskimäärin 8,7 %, toisessa korjuussa suurin, 9,0 %, josta pitoisuus laski kolmanteen korjuuseen mennessä yli yhden yksikön eli 7,9 %:iin (Kuva 9). Kaikki korjuukertojen väliset erot olivat tilastolli-





**Kuva 6.** Porkkanan juuren kuiva-aineen ja liukoisen kuiva-aineen pitoisuus eri tiloilla ja eri korjuukertoina syksyllä 1995.



**Kuva 7.** Eri aikaan korjattujen porkkanoiden kuiva-ainepitoisuus syksyllä, tammikuun alussa ja helmikuun lopussa. Pylväät ovat keskiarvoja yhdeksän tilan sadosta.

sesti merkitseviä. Vaikka tilojen välillä oli vaihtelua pitoisuuksissa, korjuuajkojen väliset muutokset olivat samansuuntaisia kaikilla koepaikoilla. Kuiva-ainepitoisuus ei muuttunut ensimmäisen ja toisen korjuun välillä. Korrelaatiokerroin kuiva-ainepitoisuuden ja liukoisen kuiva-aineen määrän välillä oli Fontana-lajikkeella 0,82 ( $p < 0,001$ ) ja kokonaissokeripitoisuuden ja liukoisen kuiva-aineen välillä 0,77 ( $p < 0,001$ ).

Varastoinnin aikana Panther-lajikkeen kuiva-ainepitoisuutta seurattiin tilojen 1, 3 ja 9 porkkanoista (Kuva 10). Varastointi-

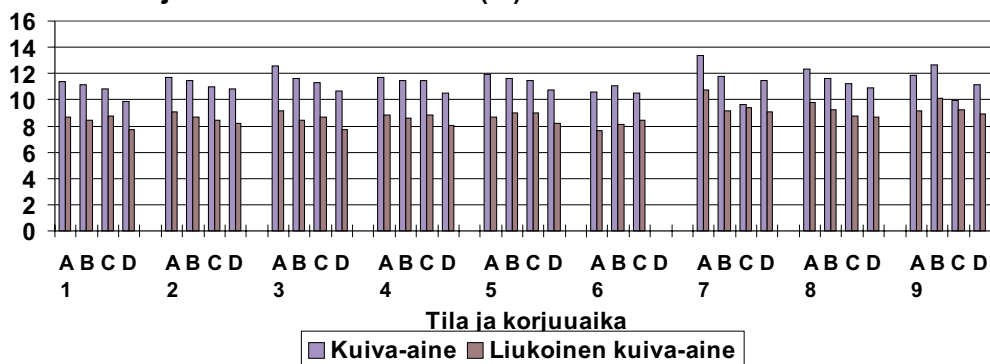
ajalla ei ollut suoraa vaikutusta kuiva-ainepitoisuuteen, mutta korjuuajkojen väliset erot olivat hieman erilaiset eri aikoina ja eri tiloilla. Kaikilla analyysikerroilla kuiva-ainepitoisuus oli korkein varhaisimpien korjuiden porkkanoissa ja matalin viimeisten korjuiden porkkanoissa.

Fontana-lajikkeessa kuiva-ainepitoisuudet laskivat varastoinnin aikana hieman varsinkin varastointikauden lopulla (Kuva 10). Lasku oli suurinta ensimmäisen korjuukerran porkkanoissa. Eri koepaikkojen ja korjuukertojen porkkanoissa muutos oli samansuuntaista, joten vielä varastoinnin lopullakin ensimmäisen sadonkorjuun porkkanoiden kuiva-ainepitoisuus oli korkein.

#### Sokeripitoisuudet

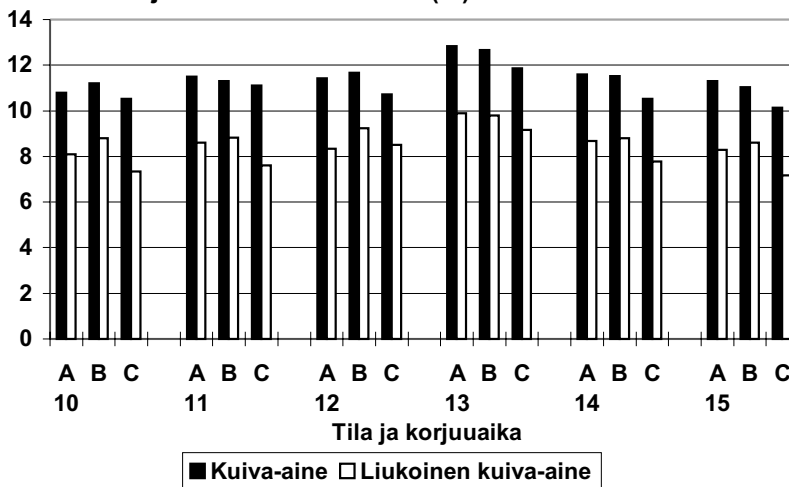
Vuonna 1995 sekä korjuu-aika ( $p = 0,002$ ) että varastointiaika ( $p = 0,004$ ) vaikuttivat liukoisten sokereiden määrään ja eri sokereiden suhteisiin. Tuloksissa on yhdistetty kaikkien tilojen tulokset. Sokereiden kokonaispitoisuus oli alin ensimmäisen korjuukerran porkkanoissa ja ero muihin säilyi varastoinnin aikana samansuuruuisena. Keskimäärin ero oli vain 0,2–0,3 %-yksikköä (Kuva 11). Varastoinnin kuluessa sokeripi-

### Kuiva-aine ja liukoinen kuiva-aine (%)



**Kuva 8.** Panther-lajikkeen porkkanoiden kuiva-aineen ja liukoisin kuiva-aineen pitoisuus eri tiloilla ja eri korjuukertoina syksyllä 1996.

### Kuiva-aine ja liukoinen kuiva-aine (%)



**Kuva 9.** Fontana-lajikkeen porkkanoiden kuiva-aineen ja liukoisin kuiva-aineen pitoisuus eri tiloilla ja eri korjuukertoina syksyllä 1996.

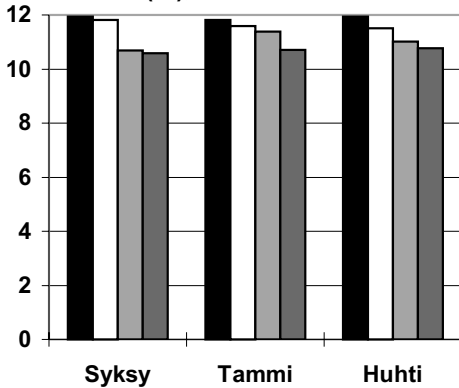
toisuus laski hieman mutta nousi jälleen helmikuun ja huhtikuun välillä.

Eniten porkkana sisältää sakkaroosia, jonka määrä oli ensimmäisen korjuun porkkanoissa merkitsevästi alempi kuin muissa ( $p < 0,001$ ). Sadonkorjuun jälkeen pitoisuus oli korkein viimeisen korjuukerran sadossa, mutta muina analysikertoina keskimmäisen korjuupäivän porkkanat sisälsivät eniten sakkaroosia (yhdyvaikutus korjuuai-

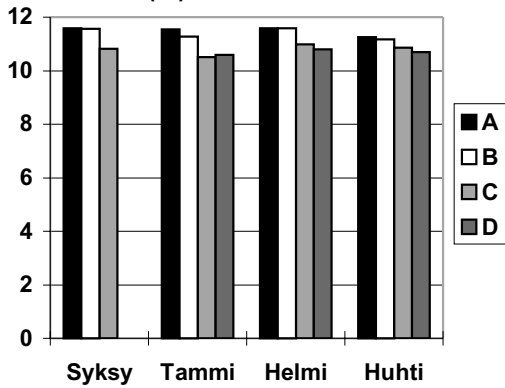
ka\*varastointiaika  $p = 0,042$ ). Varastoinnin kuluessa sakkaroosipitoisuus laski helmikuun analysikertaan asti mutta nousi helmi-huhtikuussa noin 0,4 %-yksikköä.

Fruktoosin pitoisuus oli korkein ensimmäisen korjuupäivän sadossa ( $p = 0,049$ ). Varastoinnin alkupuolella pitoisuus nousi, mutta kevättalvella se laski ( $p = 0,001$ ). Glukoosipitoisuuden korjuuaika ei vaikuttanut ( $p = 0,175$ ). Varastoinnin kuluessa

Kuiva-aine (%), 'Panther'



Kuiva-aine (%), 'Fontana'



**Kuva 10.** Eri aikaan korjattujen porkkanoiden kuiva-ainepitoisuus syksyllä ja erimittaisen varastoinnin jälkeen kaudella 1996-97. Panther-lajikkeen pylväät ovat keskiarvoja kolmen tilan sadosta, Fontana-lajikkeen pylväät kuvaavat kuuden tilan satoja.

glukoosin määrä aluksi nousi, mutta tammi-kuun jälkeen se ei enää muuttunut ( $p=0,005$ ).

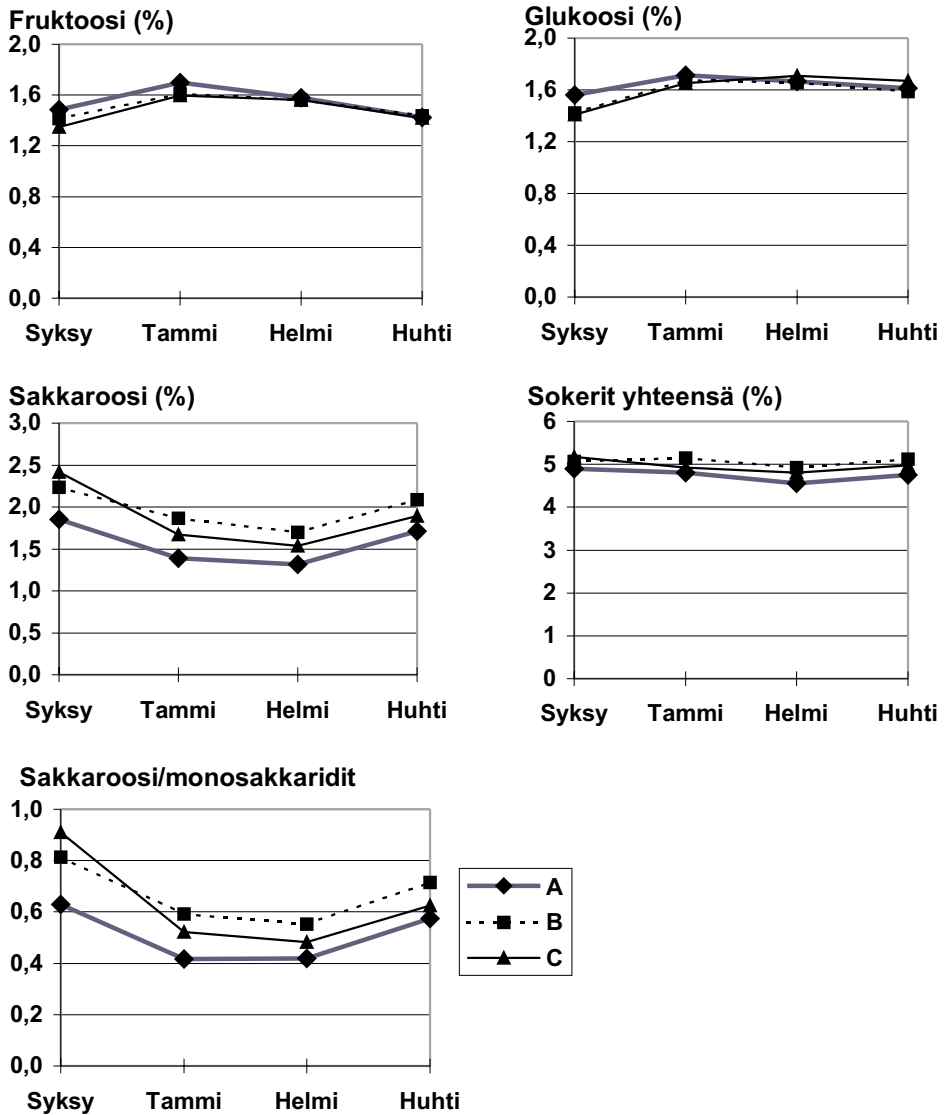
Sakkaroosin ja monosakkaridien (fruktoosi ja glukoosi) määräsuhde, jota on pidetty korjuukypsyuden kuvaajana, muuttui selvästi korjuuajan ( $p<0,001$ ) ja varastoinnin ( $p<0,001$ ) myötä. Muutos johtui lähinnä sakkaroosipitoisuuden muutoksista. Syksyllä suhde oli 0,63 varhaisimman korjuun porkkanoissa, 0,81 toisen korjuun sadossa ja 0,91 kolmannen korjuun sadossa. Ensimmäinen korjuu erosi tilastollisesti merkittävästi muista. Varastointikaudella suhde oli suurin keskimmaisen korjuun porkkanoissa. Syksyn aikana suhde laski selvästi, eniten viimeisen korjuun porkkanoissa. Helmi- ja huhtikuun välillä suhde kääntyi taas nousuun sakkaroosipitoisuuden kasvaessa.

Korjuukertojen välillä syksyllä havaitut erot sokereiden määrässä pysyivät enimmäkseen samansuuruisina varastoinnin aikana. Ainoastaan sakkaroosipitoisuus ja sen myötä sakkaroosin ja pelkistävien sokereiden suhde laskivat viimeisen korjuun porkkanoissa enemmän kuin muissa.

Vuonna 1996 sokeripitoisuuden muutokset olivat hyvin erisuuntaisia kuin edeltävänä vuonna. Kokonaissokeripitoisuus laski sadonkorjuuta viivästettäessä. Fontana-lajikkeessa sokeripitoisuus oli ensimmäi-

sillä korjuukerroilla edellisvuotista korkeampi eli 6,0–6,1 %, mutta kolmannella korjuukerralla pitoisuus oli keskimäärin 4,8 % (Kuva 12). Viimeisen korjuun sadosta ei sokeripitoisuutta mitattu. Tilastollisen analyysin mukaan pitoisuus muuttui kaikilla tiloilla samansuuntaisesti. Kokonaissokeripitoisuuden muutokset seurailivat sakkaroosipitoisuuden muutoksia (korrelaatiokerroin 0,89): sakkaroosin määrä oli suurin kahden ensimmäisen korjuupäivän porkkanoissa ja alin kolmannella korjuukerralla. Sakkaroosin suhde pelkistäviin sokereihin oli vuonna 1996 selvästi edellisvuotista korkeampi: ensimmäisellä korjuukerralla 1,6, toisella 1,7 ja kolmannella 1,1. Glukoosipitoisuus ei muuttunut korjuun viivästyessä. Myös fruktoosipitoisuuden muutokset olivat vähäisiä, mutta niiden suunta vaihteli tiloittain.

Panther-tiloilla sokeripitoisuuden muutokset vaihtelivat tiloittain. Keskimäärin pitoisuus oli suurin kahdella ensimmäisellä korjuukerralla (5,9–6,2 %) ja kahdella viimeisellä kerralla alempi (4,8 %) (Kuva 13). Osalla tiloista pitoisuus laski heti ensimmäisen korjuun jälkeen, mutta useimmilla pitoisuus nousi ensin ja laski toisesta sadonkorjuupäivästä alkaen. Lasku saattoi olla jopa 1–2 %-yksikköä. Tiloilla 3, 8 ja 9 sokeripitoisuus oli viimeisen korjuun sadossa jälleen korkeampi kuin edellisen korjuun sa-

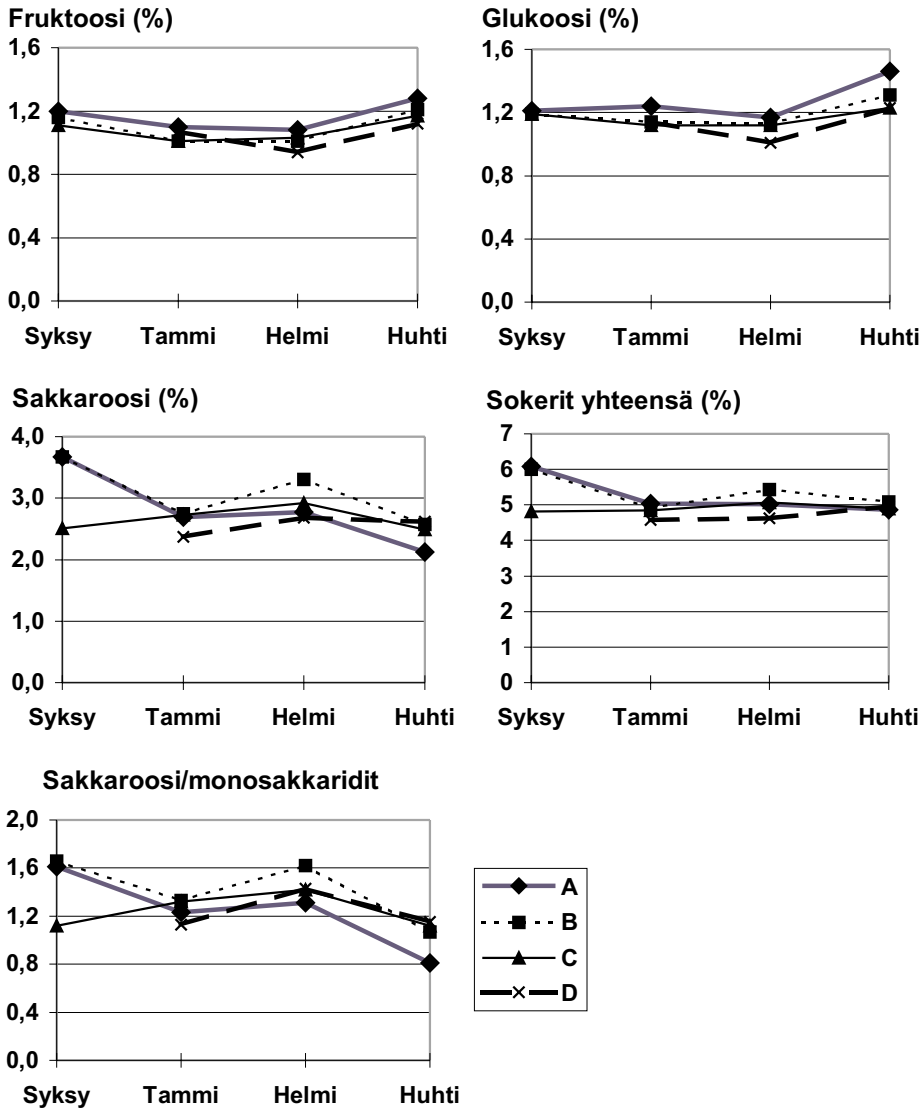


**Kuva 11.** Eri aikaan korjattujen porkkanoiden juurten sokeripitoisuudet ja sakkaroosin ja monosakkaridien suhde syksyllä ja varastoinnin jälkeen kaudella 1995-96. Pisteet ovat keskiarvoja yhdeksän tilan näytteistä.

dossa. Muutokset seurailivat sakkaroosipitoisuuden muutoksia (korrelaatiokerroin 0,97). Samalla sakkaroosin ja pelkistävien sokereiden suhde laski korjuun viivästyessä. Fruktoosi- ja glukoosipitoisuudet olivat keskimäärin suurimmat toisen korjuukerran sadossa.

Varastoinnin aikaiset muutokset olivat erisuuntaisia kuin edellisenä vuonna. Varastointiajan vaikutus vaihteli tiloittain ja kor-

juuajoittain. Fontana-lajikkeella ensimmäisen ja toisen korjuun porkkanoiden kokonaissokeripitoisuus laski sadonkorjuun ja tammikuun välillä ja pysyi sen jälkeen suunnilleen vakiona (Kuva 12). Kolmannen korjuupäivän porkkanoiden pitoisuus ei juurikaan muuttunut koko varastointikaudella eikä neljännen korjuun pitoisuus tammihuhtikuun aikana, jolloin pitoisuutta mitattiin. Tulos oli samansuuntainen kaik-

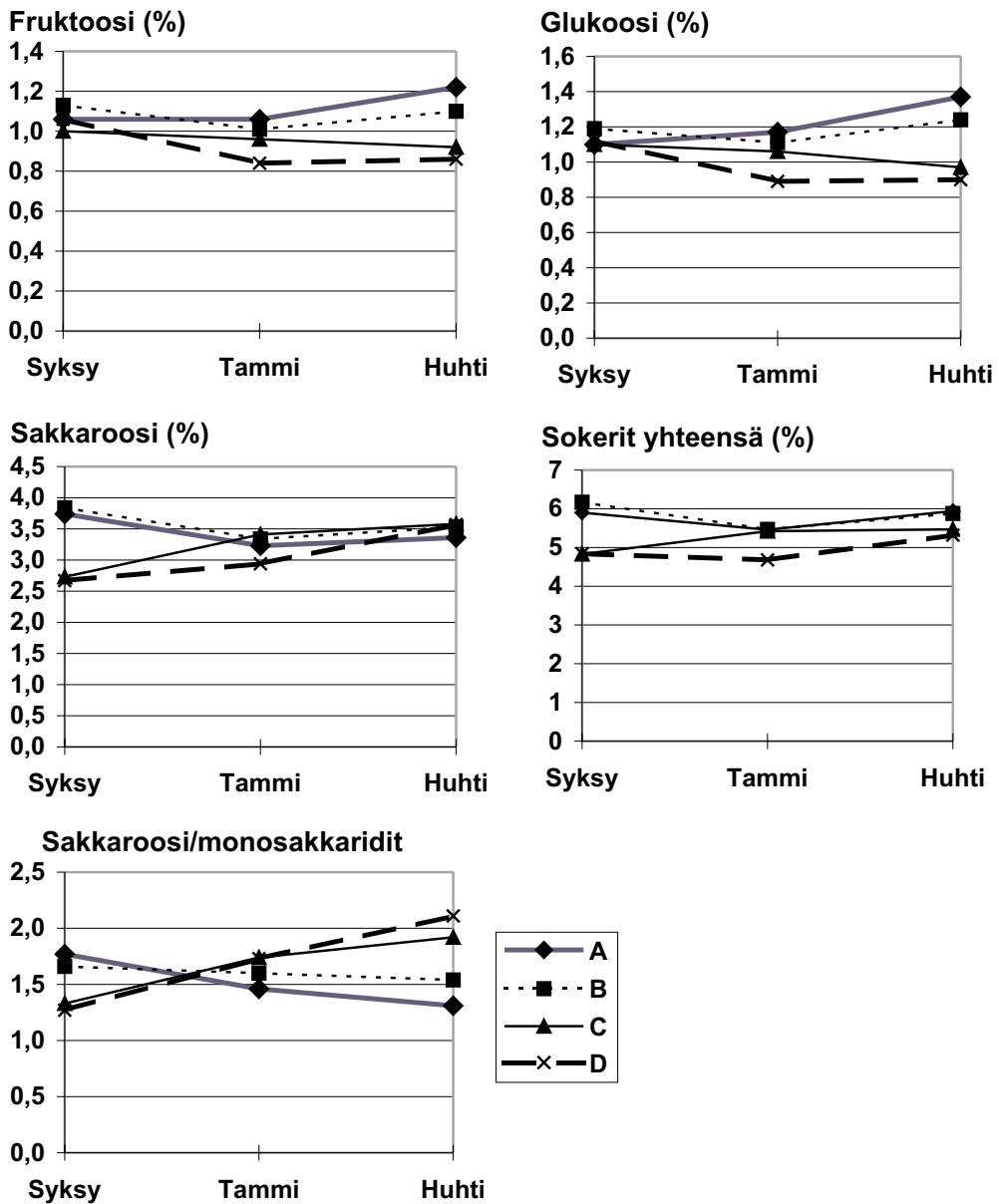


**Kuva 12.** Eri aikaan korjattujen Fontana-lajikkeen porkkanoiden juurten sokeripitoisuudet ja sakkarooosin ja monosakkaridien suhde syksyllä ja varastoinnin jälkeen kaudella 1996-97. Pisteet ovat keskiarvoja kuuden tilan näytteistä.

kien tilojen sadossa. Varastoinnin lopulla pitoisuus oli 4,9–5,1 % eri korjuukertojen sadossa eli sama kuin edellisenä vuonna.

Kokonaissokeripitoisuuden muutokset seurailivat sakkarooosipitoisuuden muuttamista helmikuun lopun analyysikertaan asti. Samalla sakkarooosin ja muiden sokereiden suhde laski ensimmäisen ja toisen korjuun porkkanoissa ja pysyi likimain ennallaan tai nousi hieman kolmannen korjuun

porkkanoissa. Helmikuun lopun analyysissä toisen korjuun porkkanoiden sakkarooosipitoisuus ja sakkarooosin suhde muihin oli muita korkeampi. Varastokauden lopulla huhtikuussa sakkarooosin pitoisuus laski kaikkien korjuukertojen porkkanoissa, jolloin myös määräsuhte laski selvästi. Kun varastoinnin alkaessa suhde oli suurin ensimmäisten korjuukertojen sadossa, huhti-



**Kuva 13.** Eri aikaan korjattujen Panther-lajikkeen porkkanoiden juurten sokeripitoisuudet ja sakkarooosin ja monosakkaridien suhde syksyllä ja varastoinnin jälkeen kaudella 1996-97. Pisteet ovat keskiarvoja kolmen ti-

kuussa tilanne oli päinvastainen: suhdeluku oli suurin viimeisen korjuun porkkanoissa.

Fruktoosin ja glukoosin määrät pysyivät pääosan varastointikautta suunnilleen samoina kuin syksyllä tai laskivat hieman. Helmikuun lopun jälkeen pitoisuudet nou-

sivat kaikkien korjuukertojen sadossa. Muutosten suuruus vaihteli koepaikoittain.

Panther-lajikkeella varastoinnin vaikutusta sokereiden määrään seurattiin vain kolmen tilan porkkanoista ja mittaukset tehtiin tammikuun alussa ja huhtikuun puolivälissä (Kuva 13). Eri tiloilla pitoisuu-

det muuttuivat eri tavoin. Tilalla 1 ensimmäisen korjuun porkkanoiden kokonaissokeripitoisuus nousi varastoinnin aikana ja oli tammi- ja huhtikuun analyysikerroilla korkein. Muiden korjuuiden pitoisuus laski hieman syksyn ja tammikuun välillä ja kohosi sitten taas huhtikuuhun mennessä. Tilalla 3 ensimmäisen korjuukerran porkkanoiden sokeripitoisuus laski ennen tammikuuta ja nousi sen jälkeen lievästi. Toisen ja kolmannen korjuun porkkanoiden pitoisuus nousi hieman syystalvella ja pysyi sitten likimain ennallaan. Viimeisen korjuun porkkanoiden pitoisuudessa ei tapahtunut muutoksia, vaan varastointikaudella viimeisen korjuun porkkanat sisälsivät vähiten sokereita. Tilalla 9 ensimmäisen ja toisen korjuun porkkanoiden pitoisuus laski varastoinnin aikana hieman, kolmannen ja neljännen korjuun sadossa pitoisuus pikemmin nousi. Kuitenkin vielä varastoinnin lopullaakin pitoisuus oli alin myöhään korjatuissa porkkanoissa.

Vaikka muutosten suunta ja nopeus vaihtelivat eri tiloilla, kaikilla kokonaissokeripitoisuus oli varastoinnin lopulla alempi myöhään korjatuissa porkkanoissa ja korkein ensimmäisen tai toisen korjuun porkkanoissa. Pitoisuudet vaihtelivat 5 ja 6 %:n välillä.

Sakkaroosipitoisuus nousi kahden viimeisen korjuun porkkanoissa varsinkin varastoinnin alkupuolella. Ensimmäisten korjuuiden porkkanoissa suuntaus oli laskeva. Fruktoosi- ja glukoosipitoisuudet nousivat varastoinnin loppupuolella kahden ensimmäisen korjuun sadossa ja laskivat kahden viimeisen korjuun porkkanoissa kaikilla kolmella koepaikalla. Näin sakkaroosin ja pelkistävien sokereiden suhde laski ensimmäisten korjuupäivien porkkanoissa ja nousi viimeisten korjuupäivien sadossa. Kun suhde oli syksyllä eri korjuupäivien sadossa keskimäärin 1,8, 1,7, 1,3 ja 1,3, oli sen varastoinnin lopussa 1,3, 1,5, 1,9 ja 2,1. Eri aikaan korjattujen porkkanoiden sokeriaineenvaihdunta toimi siis eri tavalla. Erityisesti kaksi ensimmäistä korjuukertaa poikkesivat kahdesta viimeisestä.

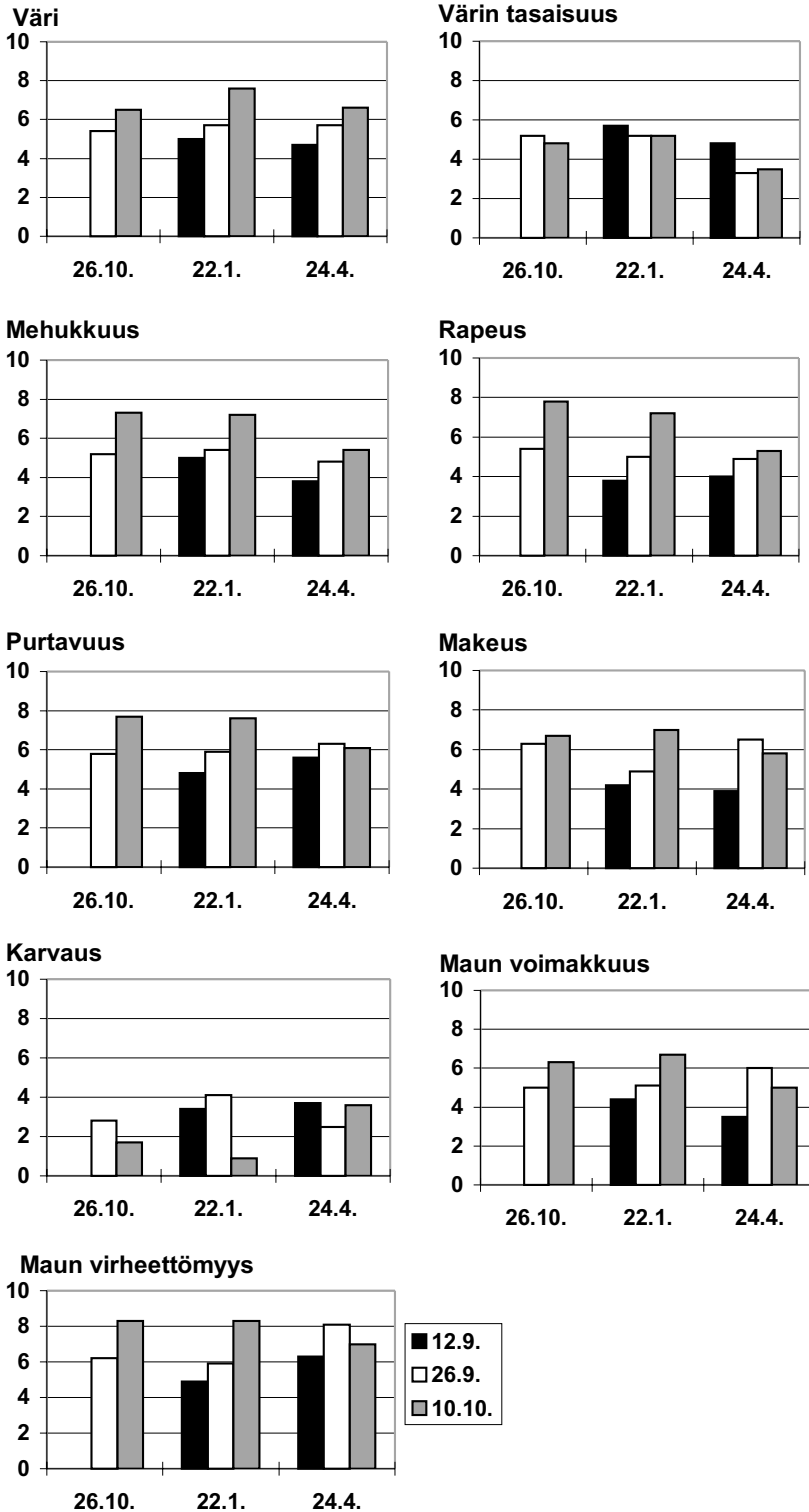
## Aistittava laatu

### 1995

Tilalla 9 viljeltyjen porkkanoiden aistittava laatu parani selvästi korjuuta viivästettäessä: syksyn arviointikerralla, jossa verrattiin 26.9., 10.10. ja 24.10. nostettuja porkkanoita, lokakuussa korjatut porkkanat olivat mehukkaampia ( $p < 0,001$ ), helpommin purtavia ( $p = 0,002$ ), rapeampia ( $p < 0,001$ ), väriltään tasaisempia ( $p = 0,010$ ) ja maultaan virheettömämpiä ( $p = 0,015$ ) ja voimakkaampia ( $p = 0,045$ ) kuin syyskuun lopulla korjatut porkkanat (Kuva 14). Porkkanoiden karvauudessa tai makeudessa ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja. Keitetynä arvioitujen porkkanoiden aistittaviin ominaisuuksiin korjuuaika ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi.

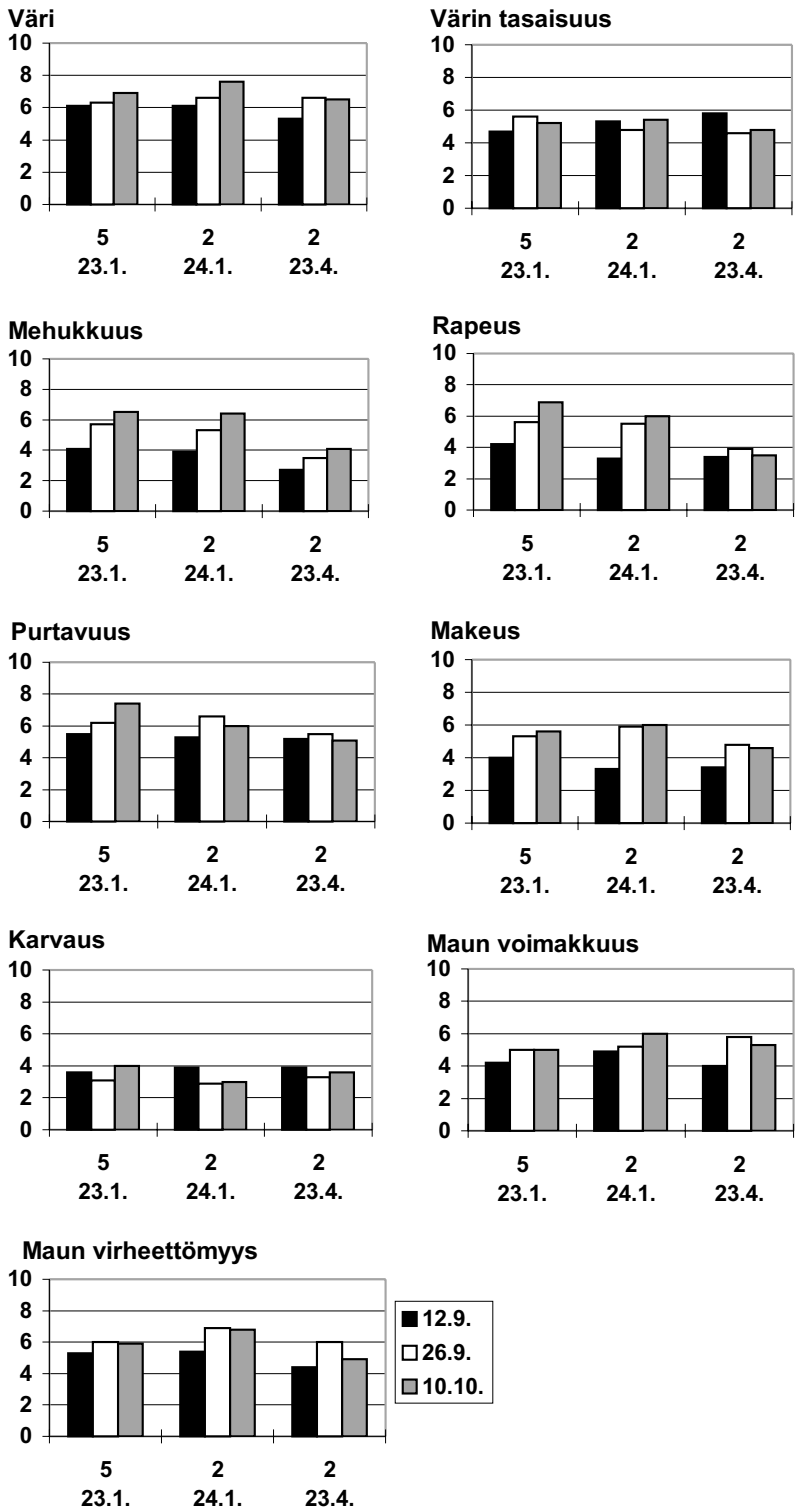
Tammikuussa arvioitavina olivat saman koepaikan 12.9., 26.9. ja 10.10. korjatut porkkanat. Lokakuussa nostetut porkkanat erottuivat muita mehukkaampina ( $p = 0,005$ ), helpommin purtavina ( $p < 0,001$ ), rapeampina ( $p < 0,001$ ), vähemmän karvaina ( $p < 0,001$ ), makeampina ( $p < 0,001$ ), voimakkaamman ( $p = 0,021$ ) ja virheettömämmän makuisina ( $p = 0,003$ ) sekä väriltään oranssimpina ( $p < 0,001$ ) kuin aikaisempien korjuuiden näytteet. Huhtikuuhun mennessä korjuukertojen väliset erot olivat vähentyneet: viimeisen korjuun porkkanat arvioitiin muita mehukkaammiksi ( $p = 0,024$ ) ja voimakkaamman värisiksi ( $p = 0,012$ ) sekä maultaan voimakkaammiksi ( $p < 0,001$ ) kuin ensimmäisen korjuun porkkanat. Ensimmäisen korjuun porkkanat olivat lisäksi vähiten makeita ( $p = 0,001$ ). Muissa arvioituissa ominaisuuksissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Arvioidut ominaisuudet eivät juurikaan muuttuneet varastoinnin myötä.

Tilan 2 porkkanoista ensimmäisen korjuukerran näytteet arvioitiin aistinvaraiselta laadultaan heikoimmiksi tammikuussa: ne olivat vähemmän mehukkaita



Kuva 14. Tilan 9 eri aikaan korjattujen porkkanoiden aistittava laatu varastokaudella 1995-96.





Kuva 15. Eri aikaan korjattujen porkkanoiden aistittava laatu varastokaudella 1995-96. Vaaka-akselin alla olevat luvut ovat tilan numero (2 ja 5) ja arviointipäivä.

( $p=0,003$ ), rapeita ( $p<0,001$ ), makeita ( $p<0,001$ ) ja väriltään vaaleampia ( $p=0,009$ ) kuin myöhempien korjuukertojen porkkanat (Kuva 15). Muissa ominaisuuksissa ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja. Huhtikuussa ainoa tilastollisesti merkitsevä ero oli värissä ( $p=0,019$ ): ensimmäisen korjuun näytteet arvioitiin edelleen muita vaaleammiksi.

Tilan 5 porkkanoita arvioitiin vain tammikuussa. Viimeisen korjuupäivän porkkanat olivat ensimmäiseen korjuukertaan verrattuna mehukkaampia ( $p=0,015$ ), helpommin purtavina ( $p=0,005$ ), rapeampia ( $p=0,002$ ) ja makeampia ( $p=0,014$ ) (Kuva 15).

### 1996

Korjuuajalla ei ollut vaikutusta porkkanoiden makeuteen tai karvauteen (Kuva 16). Väri muuttui tasaisemmaksi sadonkorjuuta viivästettäessä ( $p=0,009$ ). Tila tai varastoinnin kesto ei vaikuttanut värin tasaisuuteen. Porkkanat olivat vähemmän kovia ( $p=0,030$ ) ja enemmän kumimaisia ( $p=0,014$ ) ensimmäisellä sadonkorjuukerralla verrattuna kahteen viimeiseen. Varastoinnin aikana porkkanat muuttuivat vähemmän koviksi ( $p=0,003$ ) ja enemmän kumimaisiksi ( $p=0,013$ ). Porkkanoiden mehukkuuteen korjuuaika vaikutti eri tavoin eri tiloilla (Kuva 16). Tilan 1 sadossa korjuuajalla ( $p=0,081$ ) tai varastointiajalla ( $p=0,563$ ) ei ollut vaikutusta arvioituun mehukkuuteen. Tilalla 3 ensimmäisen korjuun porkkanat olivat vähemmän mehukkaita kuin muut ( $p=0,008$ ) ja ero säilyi kaikilla arviointikerroilla. Mehukkuus ei vähentynyt tilastollisesti merkitsevästi varastoinnin myötä ( $p=0,163$ ). Tilalla 9 korjuu-aika ei vaikuttanut mehukkuuteen ( $p=0,318$ ), mutta varastoinnin aikana porkkanat muuttuivat vähemmän mehukkaiksi ( $p=0,009$ ).

Korjuuajan vaikutus yleisarvioon porkkanoiden mausta vaihteli koepaikoittain (Kuva 16). Tilalla 1 myöhempien korjuuiden porkkanat saivat paremman yleisarvion

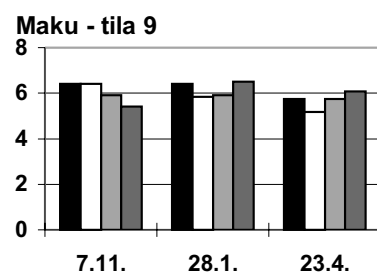
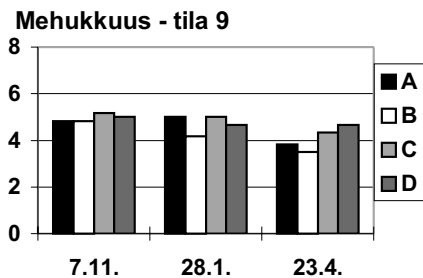
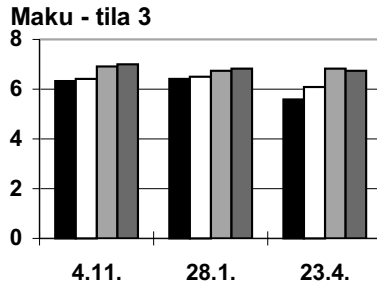
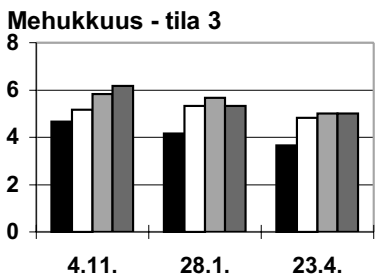
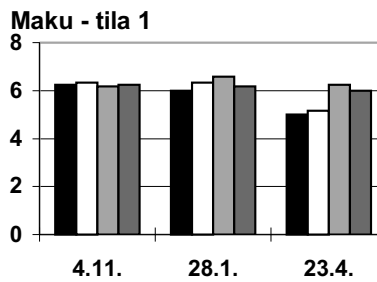
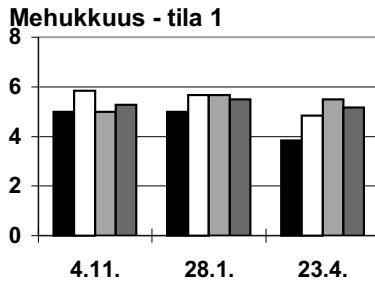
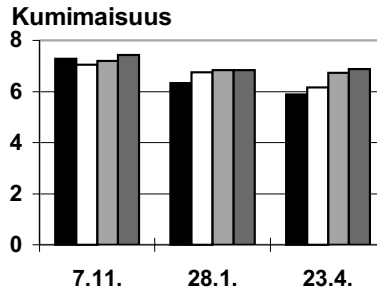
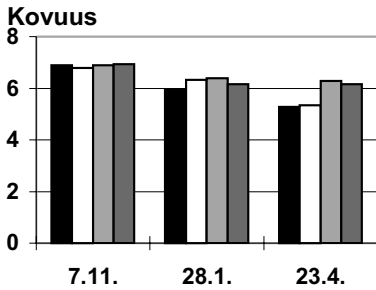
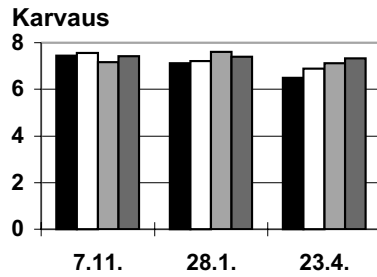
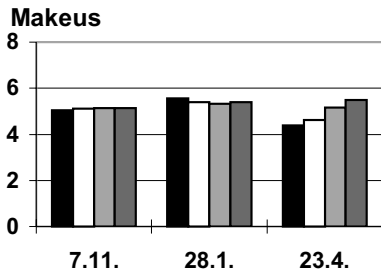
( $p=0,021$ ) varsinkin huhtikuussa, mutta varastointiajan vaikutus ( $p=0,323$ ) tai korjuu- ja varastointiajan yhdysvaikutus ( $p=0,498$ ) ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Tilalla 3 kahden viimeisen korjuun porkkanat arvioitiin yleismaultaan paremmiksi kuin kahden ensimmäisen korjuun näytteet ( $p=0,019$ ). Varastoinnin kuluessa maku ja korjuukertojen väliset erot pysyivät suunnilleen samoina. Tilalla 9 ensimmäisen korjuun porkkanat arvioitiin maultaan toisen ja kolmannen korjuun porkkanoita paremmaksi ( $p=0,044$ ). Varastointiajalla ei ollut vaikutusta yleismakuun ( $p=0,292$ ).

### Varastokestävyys

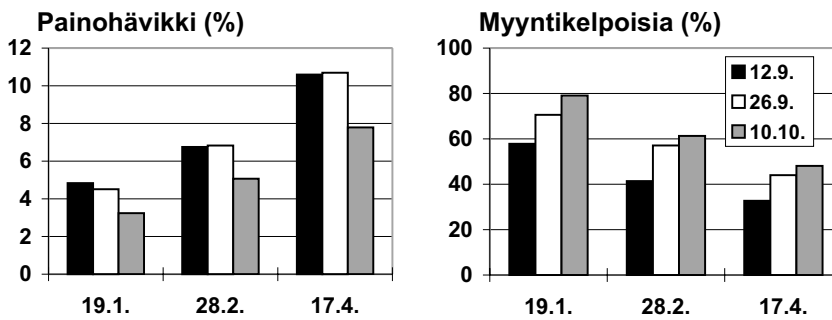
Vuonna 1995 porkkanoiden varastokestävyys parani sadonkorjuuta siirrettäessä. Painohävikki oli pienin viimeisen korjuukerran porkkanoissa, kahden ensimmäisen korjuun välillä ei ollut eroja ( $p=0,002$ , Kuva 17). Korjuukertojen väliset erot säilyivät likimain yhtä suurina koko varastokauden ajan. Myyntikelpoisten porkkanoiden osuus oli pienin ensimmäisen korjuun sadossa ja suurin viimeisen korjuun porkkanoissa. Kaikki korjuukertojen väliset erot oli tilastollisesti merkitseviä ( $p<0,001$ ). Kaikkien tilojen keskiarvona laskettu ero ensimmäisen ja viimeisen korjuun välillä hävikissä oli tammikuussa noin 20 %, huhtikuun puolivälissä hieman vähemmän. Tautien piläämien porkkanoiden osuus oli suurin ensimmäisen korjuun sadossa ( $p<0,001$ ), kahden viimeisen korjuun välinen ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

Yksittäisillä tiloilla korjuuaikojen välinen ero hävikissä saattoi olla vielä suurempi (Kuva 18). Mitä enemmän varastotauteja porkkanoissa esiintyi, sitä suurempi korjuuajan vaikutus oli. Jos tauteja oli vähän, eivät korjuukertojen väliset erotkaan olleet kovin suuria.

Vuoden 1996 aineistoa analysoitiin monipuolisemmin erilaisen koejärjestelyn ansiosta. Korjuuajan vaikutus painohävikkiin oli samansuuntainen kaikilla tiloilla (Kuva 19): Panther-lajikkeella painohävikki pie-



**Kuva 16.** Eri aikaan korjattujen porkkanoiden aistittava laatu varastokaudella 1996-97. Mehukkuus ja maku on esitetty erikseen kolmen tilan sadosta, muut pylväät ovat keskiarvoja eri tilojen näytteistä.



**Kuva 17.** Varastoinnin aikainen painohävikki ja myyntikelpoisten porkkanoiden määrä eri aikaan korjatussa sadossa varastokaudella 1995-96. Luvut ovat keskiarvoja yhdeksän tilan tu-

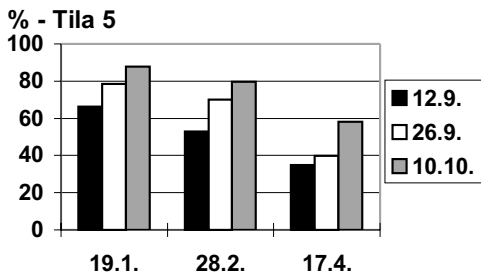
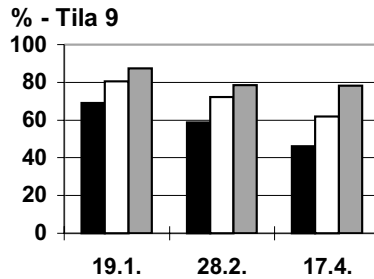
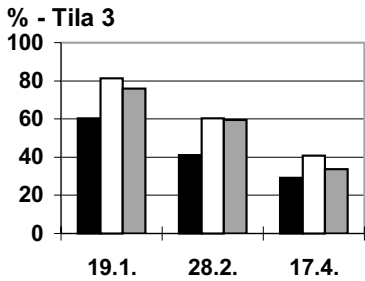
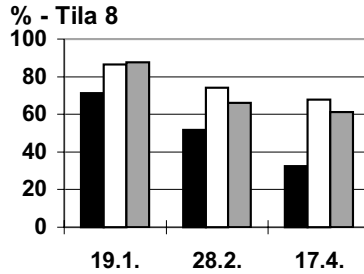
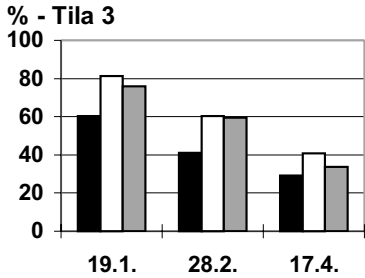
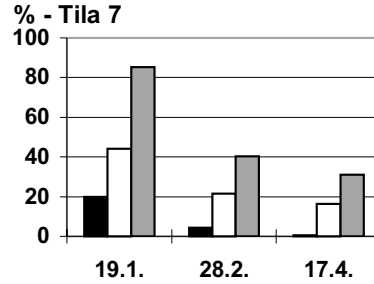
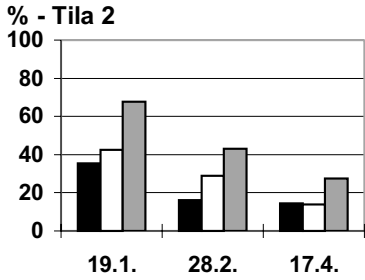
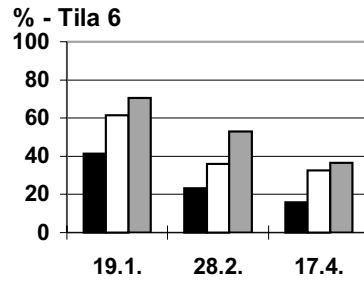
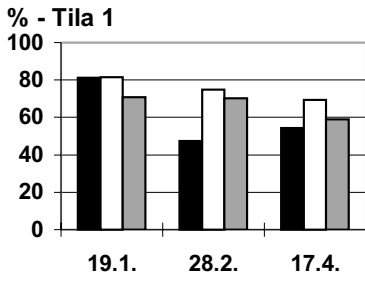
neni kolmanteen korjuukertaan asti, ja kahdella viimeisellä korjuukerralla painohävikki oli likimain sama. Fontana-lajikkeella painohävikki väheni myös kolmanteen korjuuseen asti, mutta viimeisen korjuupäivän sadossa se oli lähes yhtä suuri kuin ensimmäisen korjuukerran porkkanoissa. Varastoinnin aikana painohävikki lisääntyi suoraviivaisesti. Panther-lajikkeella korjuukertojen väliset erot suurenivat kevästä kohti, Fontana-lajikkeella ne pysyivät suunnilleen yhtä suurina kaikkina analysiesikertoina.

Korjuuajan vaikutus myyntikelpoisten porkkanoiden määrään ja tauteihin vaihteli tiloittain, joten tulokset on esitetty tilakohtaisesti. Panther-tiloista korjuuajan vaikutus oli tilastollisesti merkitsevä kaikilla muilla tiloilla paitsi tilalla 9, jolla korjuuajien paremmuus muuttui varastointiajan myötä (Kuva 20). Kaikilla muilla tiloilla A-korjuun porkkanat säilyivät heikoimmin ja säilyvyys parani korjuuta lykättäessä. Tiloilla 1, 4, 5, 7 ja 8 porkkanoiden säilyvyys parani tilastollisesti merkitsevästi kolmanteen korjuupäivään asti. Tiloilla 2, 3 ja 6 säilyvyys ei enää parantunut toisen korjuun jälkeen merkitsevästi, joskin ero olikin yleensä myöhemmän korjuun hyväksi. Sadonkorjuun viivästyttäminen kolmannesta neljanteen kertaan ei kuitenkaan heikentänyt varastokestävyyttä, paitsi tilalla 7, jossa D-korjuun sato säilyi hieman huonommin kuin kaksi viikkoa aiemmin korjatut porkkanat. Tilalla 6 toinen korjuukerta oli säilyvyydeltään parempi kuin kolmas kerta. Ti-

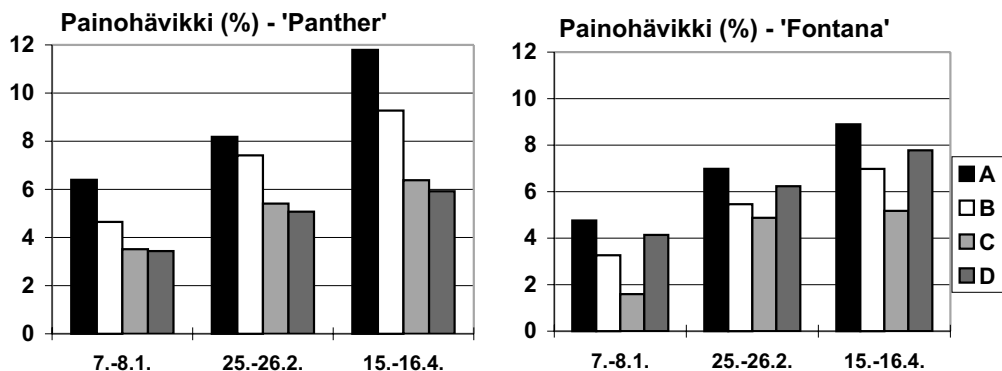
lalla 9 korjuuajan vaikutus muuttui varastointiajan kuluessa: tammikuussa kahden viimeisen korjuun porkkanat olivat säilyneet parhaiten, mutta huhtikuun puolivälissä niissä oli vähiten myyntikelpoisia porkkanoita.

Fontana-lajikkeella ensimmäinen korjuu oli varastokestävyydeltään merkitsevästi heikoin kaikilla muilla tiloilla paitsi tilalla 11, jolla korjuuajien ei lainkaan vaikuttanut säilyvyyteen (Kuva 21). Tiloilla 10 ja 12 sadon varastokestävyyks ei enää parantunut toisen korjuun jälkeen mutta se ei myöskään heikentynyt. Tilalla 13 varastokestävyyks parani toiseen korjuuseen asti, mutta lisäksi viimeinen korjuu oli vielä selvästi parempi kuin toinen korjuu. Tiloilla 14 ja 15 varastokestävyyks parani kolmanteen korjuuseen asti ja oli samanlainen kahdella viimeisellä korjuukerralla.

Keskimäärin korjuukertojen välinen ero varastohävikissä oli Panther-lajikkeella 20 %-yksikköä, huhtikuussa hieman enemmän. Fontana-lajikkeella ero oli jopa 30 %, ja varhaisin korjuupäivä erottui säilyvyydeltään selvästi heikoimpana. Useimmilla koe-paikoilla Panther-lajikkeen säilyvyys ei enää parantunut enää kolmannen korjuukerran (7.-9.10.) jälkeen eikä Fontana-lajikkeen enää toisen korjuuajan jälkeen (25.9.). Huomattavaa on, että hävikki ei yhdelläkään tilalla lisääntynyt selvästi korjuuta viivästettäessä. Myöskään syyskuun ankarat pakkasyöt, jolloin lämpötila laski lähelle



**Kuva 18.** Korjuuajan vaikutus myyntikelpoisten porkkanoiden määrään eri tilojen sadossa varastokaudella 1995-96.



**Kuva 19.** Varastoinnin aikainen painohävikki eri aikaan korjatussa porkkanasadossa varastokaudella 1996-97. Panther-lajikkeen pylväävät ovat keskiarvoja yhdeksän tilan sadosta, Fontana-lajikkeen pylväävät kuuden tilan sadosta.

-10 °C, eivät heikentäneet säilyvyyttä näkyvistä vioituksista huolimatta.

#### 4.3.2.2 Kokemäen koe

##### Sadon kasvu

Kokonais- ja kauppakelpoisen sadon lisääntyminen jatkui Kokemäen kokeessa melko pitkään. Korjuuajan vaikutusta mallinnettiin polynomimalleilla. Kokonais- ja kauppakelpoisen sadon kasvu noudatti toisen asteen yhtälöä eli alkusyksyn nopeampaa kasvua seurasi hitaamman kasvun vaihe. Mallien mukaan sadon määrä kasvoi syksyllä samansuuntaisesti molemmilla lajikkeilla. Näytti kuitenkin siltä, että 'Fontanan' kasvu jatkui syksyllä pidempään kuin 'Pantherin' kasvu, vaikka tilastollisesti lajikkeiden välillä ei ollut eroa korjuuajan vaikutuksessa (Kuva 22). Fontana-lajikkeen kokonais- ja kauppakelpoinen sato oli keskimäärin 5000 kg/ha suurempi kuin 'Pantherin' sato. Koko sadon perusteella laskettu keskipaino oli 'Fontanalla' 78 grammaa ja 'Pantherilla' 65 grammaa ja kauppakelpoisen sadon perusteella lasketut keskipainot olivat 104 ja 83 grammaa.

Sadonkorjuun siirtyessä pienten, alle 50 grammaa painavien porkkanoiden osuus väheni, jolloin kauppakelpoisen sadon osuus kasvoi (Taulukko 13). Fontana-lajik-

keella kauppakelpoisten porkkanoiden osuus oli sadonkorjuukauden alussa 68 % ja lopussa 79 %, Panther-lajikkella alussa 63 % ja lopussa 77 %.

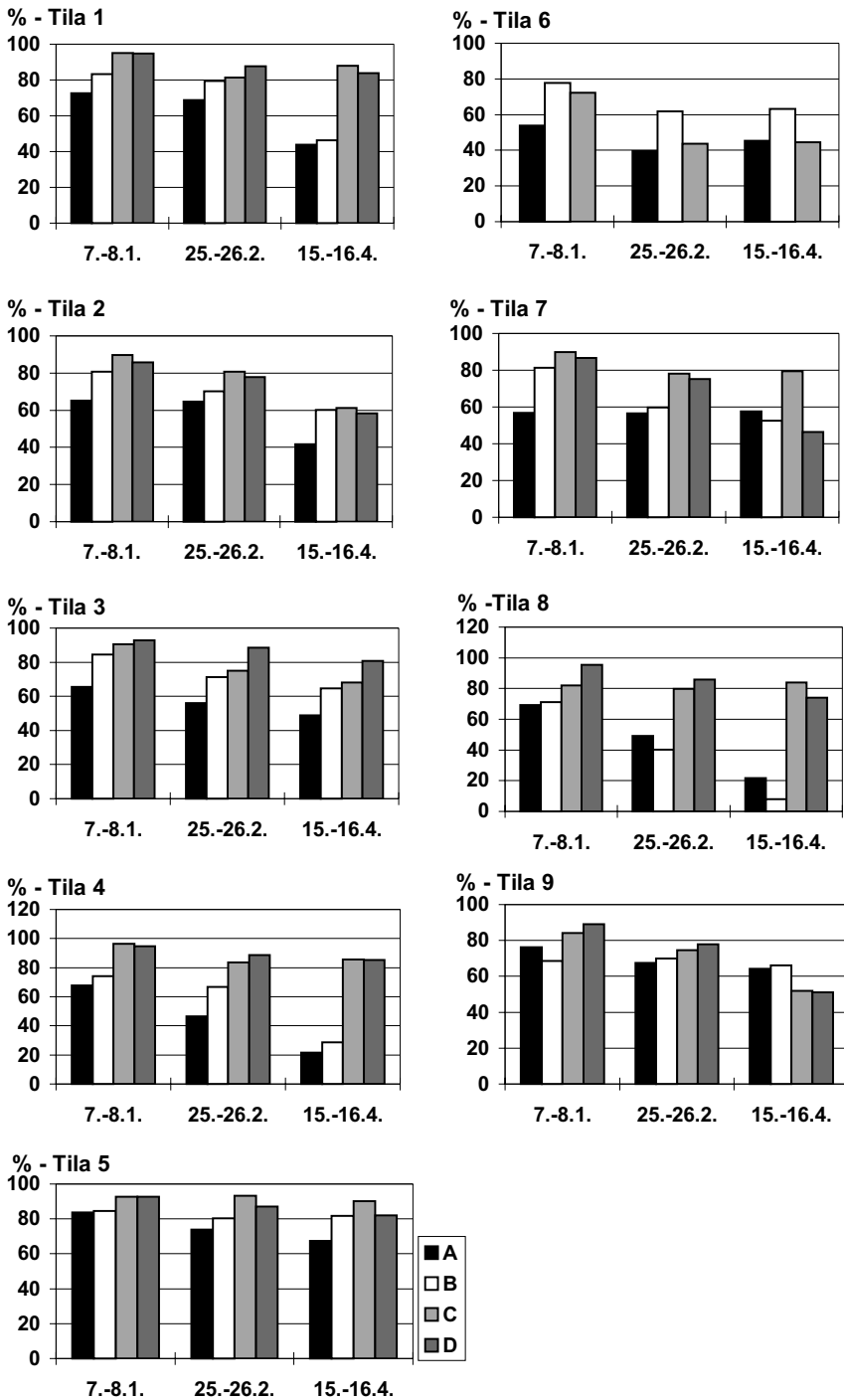
##### Kuiva-ainepitoisuus

Sadonkorjuun jälkeen tehdyissä mittauksissa lajikkeella ( $p=0,499$ ) tai korjuuajalla ( $p=0,077$ ) ei ollut vaikutusta juurten kuiva-ainepitoisuuteen. Pitoisuudet vaihtelivat molemmilla lajikkeilla 11 ja 12 %:n välillä. Myöskään liukoisen kuiva-aineen pitoisuus ei muuttunut korjuuajan myötä ( $p=0,165$ ), mutta Panther-lajikkeen pitoisuus (9,2) oli hieman Fontana-lajikkeen pitoisuutta (8,9) korkeampi ( $p=0,010$ ).

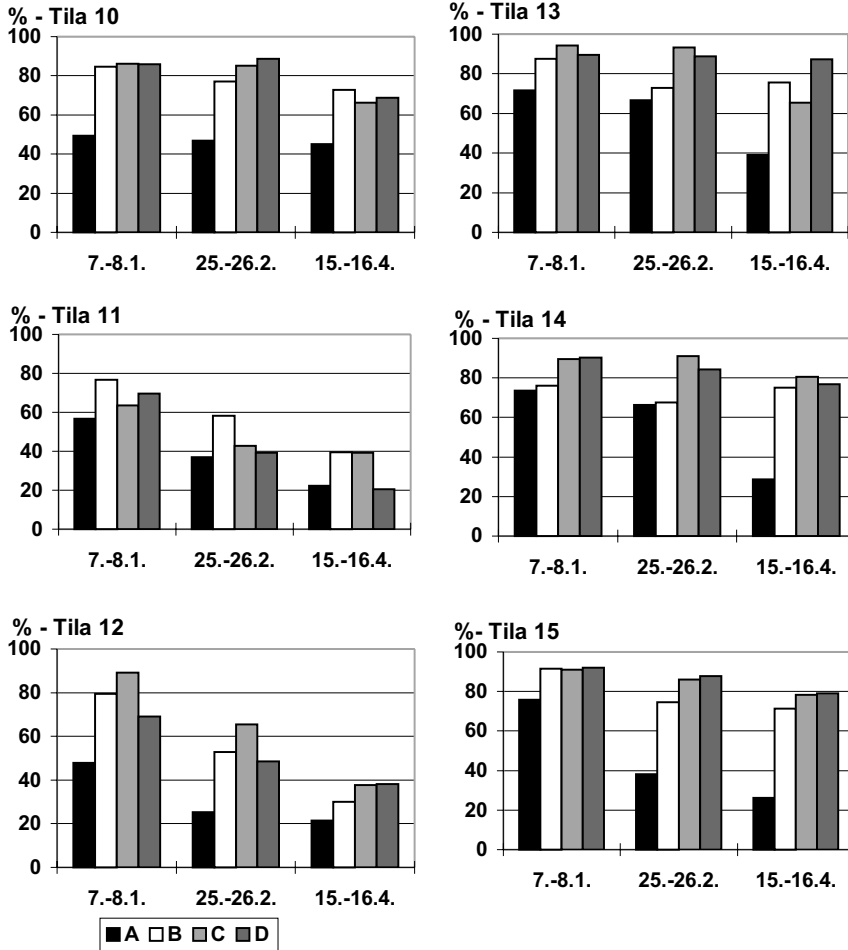
Varastoinnin aikana kuiva-ainepitoisuus laski hieman molemmilla lajikkeilla, aluksi nopeammin, tammikuun jälkeen hitaammin (Kuva 23). Eri korjuuajojen välillä oli pientä vaihtelua muutoksen nopeudessa, joten varastoinnin lopulla ensimmäisten korjuukertojen porkkanoiden kuiva-ainepitoisuus oli alin. Muutokset olivat kuitenkin vähäisiä.

##### Sokeripitoisuudet

Liukoisten sokereiden määrät muuttuivat sadonkorjuukaudella eri tavalla Fontana- ja Panther-lajikkeissa (Kuva 24). Fruktosi- ja



Kuva 20. Korjuujan vaikutus myyntikelpoisten porkkanoiden määrään (lajike 'Panther') eri tilojen sadossa varastokaudella 1996-97.



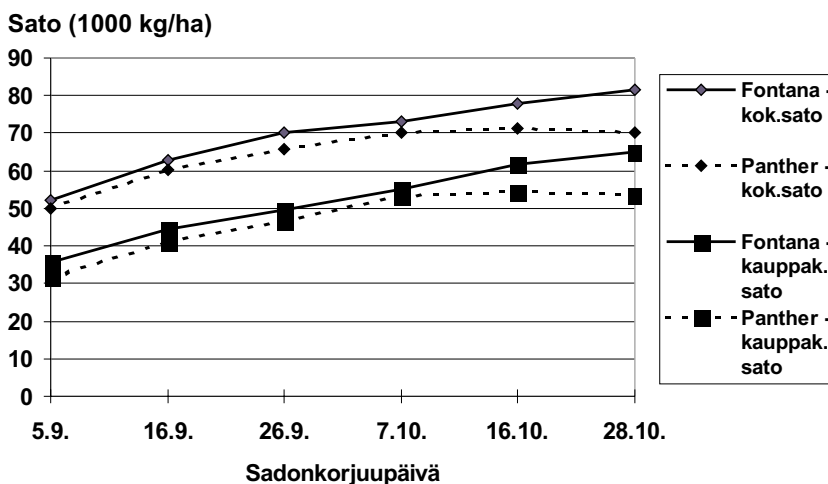
**Kuva 21.** Korjuuajan vaikutus myyntikelpoisten porkkanoiden määrään (lajike 'Fontana') eri tilojen sadossa varastokaudella 1996-97.

Panther-lajikkeissa (Kuva 24). Fruktoosi- ja glukoosipitoisuudet laskivat Fontana-lajikkeella ensimmäisen korjuun jälkeen, nousivat sitten hieman ja laskivat taas lokakuun lopussa. Panther-lajikkeella pitoisuudet olivat alimmillaan viidennellä korjuukerralla, josta ne taas hieman nousivat viimeiseen korjuuseen mennessä. Sakkaroosin määrä pysyi Fontana-lajikkeella aluksi samalla tasolla mutta oli neljännellä ja viidennellä korjuukerralla korkeampi ja laski taas lokakuun lopussa. Panther-lajikkeen sakkaroosipitoisuus nousi selvästi sadonkorjuukauden alussa ja tasaantui kolmannen korjuun jälkeen.

Liukoisten sokereiden kokonaismäärä seuraili molemmilla lajikkeilla sakkaroosin määrää (korrelaatiokerroin Fontana-lajikkeella 0,80,  $p < 0,001$ , Panther-lajikkeella 0,93,  $p < 0,001$ ). Fontana-lajikkeella määrä laski ensimmäisen korjuun jälkeen mutta oli korkeimmillaan neljännellä ja viidennellä korjuukerralla. Panther-lajikkeella pitoisuus nousi aluksi ja pysyi sitten suunnilleen ennallaan.

Lajikkeiden välillä oli melko suuria eroja sokerikoostumuksessa. Panther-lajikkeen sakkaroosipitoisuus vaihteli 2,6 ja 4,1 %:n välillä, Fontana-lajikkeen pitoisuus 2,8 ja 3,6 %:n välillä (lajikkeen vaikutus,





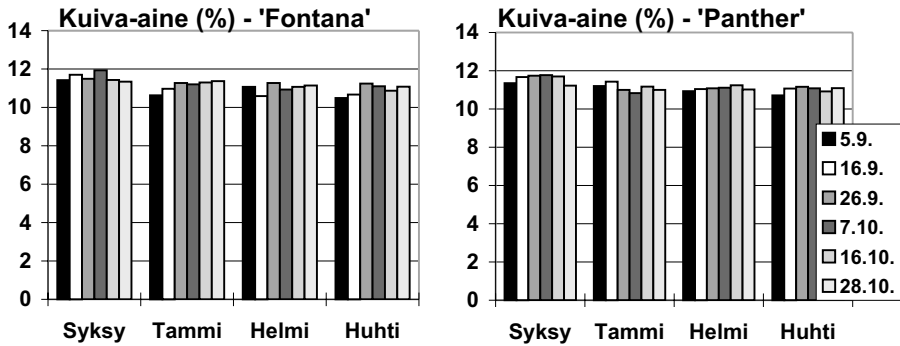
**Kuva 22.** Fontana- ja Panther-lajikkeiden porkkanoiden kokonais- ja kauppakelpoisen sadon lisääntyminen syksyllä 1996 Kokemäellä.

$p < 0,001$ ). Fontana-lajikkeella taas fruktoosin ja glukoosin pitoisuudet olivat korkeammat ( $p = 0,013$ ,  $p < 0,001$ ), joten sokeiden yhteismäärässä ei ollut lajikkeiden välillä eroja ( $p = 0,635$ ). Sen sijaan sakkaroosin ja monosakkaridien määräsuhde oli Panther-lajikkeella selvästi korkeampi kuin Fontana-lajikkeella ( $p = 0,002$ ). 'Fontanalla' suhde nousi neljanteen korjuuseen asti ja laski sitten, 'Pantherilla' nousu jatkui kymmenen päivää kauemmin.

Varastoinnin aikana sokereiden määrät muuttuivat eri tavoin eri korjuukertojen porkkanoissa. Myös lajikkeiden välillä oli eroja. Fruktoosipitoisuus ei Fontana-lajikkeella muuttunut varastoinnin aikana juurikaan. Korjuuaikojen väliset erot olivat eri analyysikertoina erilaiset: tammikuussa pitoisuus oli korkein varhain korjatuiissa, helmikuun lopussa pitoisuudet olivat likimain samanlaiset, huhtikuussa korkeimmat pitoisuudet mitattiin neljännen ja viidennen korjuun näytteistä. Panther-lajik-

**Taulukko 13.** Sadon jakautuminen eri laatuluokkiin porkkanan korjuuajakokeessa Kokemäellä syksyllä 1996.

Lajike	Korjuupäivä	Kauppakelpoiset (< 50 g) %	Pienet %	Haljenneet %	Epämuotoiset %	Haaraiset %	Muut %
'Fontana'	5.9.	68	19	< 1	11	1	0
	16.9.	71	15	< 1	13	1	0
	26.9.	71	11	3	13	1	0
	7.10.	76	11	0	12	1	0
	16.10.	79	8	< 1	11	1	0
	28.10.	79	9	< 1	10	1	1
'Panther'	5.9.	63	29	< 1	7	1	0
	16.9.	68	20	< 1	10	2	0
	26.9.	71	16	0	12	2	0
	7.10.	75	14	0	9	2	0
	16.10.	76	12	< 1	9	2	0
	28.10.	77	12	0	9	3	1



**Kuva 23.** Eri aikaan korjattujen Fontana- ja Panther-lajikkeiden porkkanoiden kuiva-ainepitoisuus syksyllä ja erimittaisen varastoinnin jälkeen kaudella 1996-97 Kokemäen kokeessa.

keella korjuukertojen väliset erot olivat suurimmillaan tammikuussa, jolloin varhain korjatut porkkanat sisälsivät eniten fruktoosia. Suuntaus säilyi samana varastoinnin loppuun asti, joskin korjuukertojen väliset erot pienenevät. Keskimääräinen fruktoosipitoisuus ei muuttunut kovin paljon varastoinnin aikana.

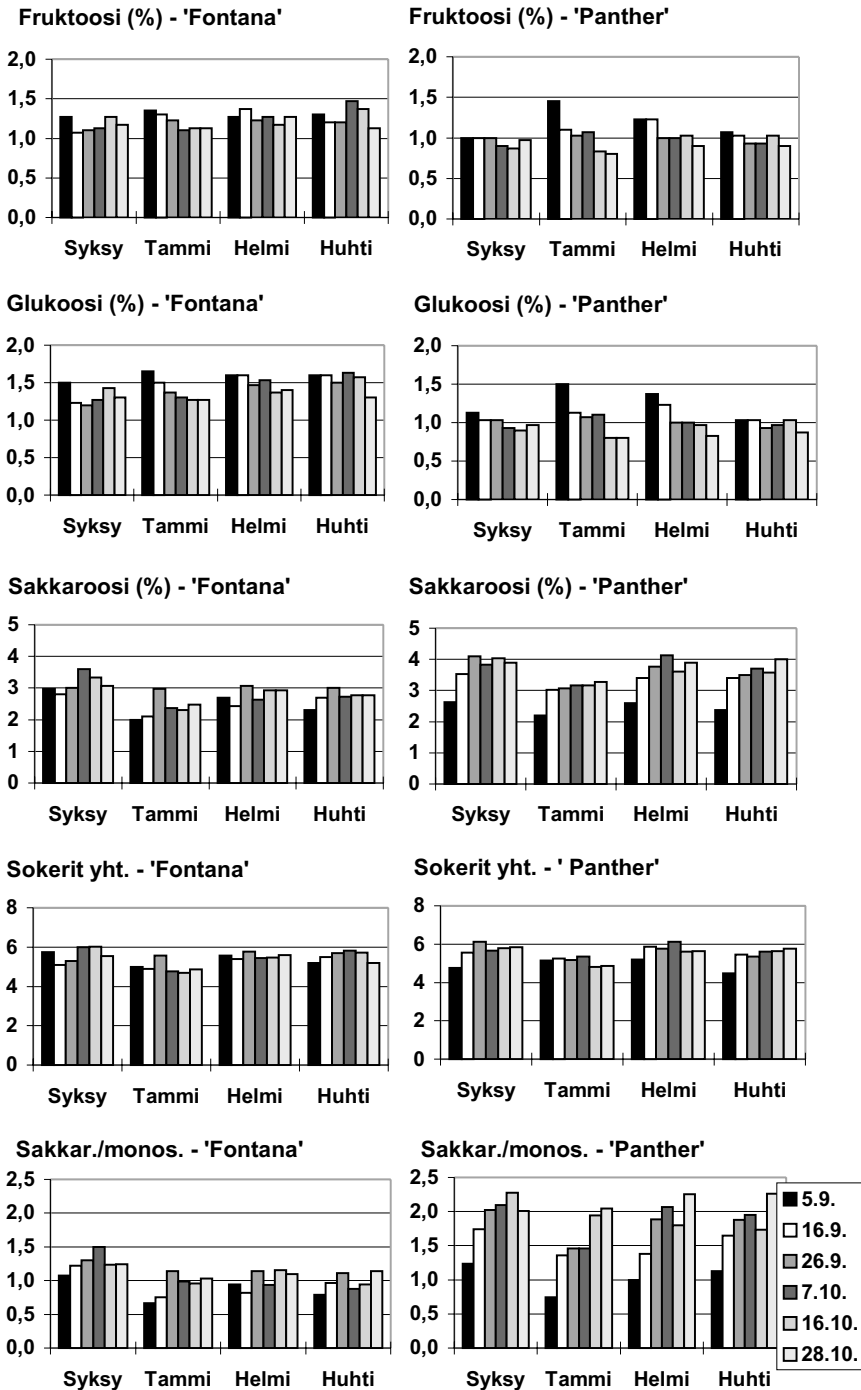
Glukoosin määrä nousi Fontana-lajikkeella varastoinnin aikana keskimäärin 0,2 %-yksikköä. Vaikka muutos oli eri korjuukertojen sadossa hieman erilaista, ensimmäisten korjuukertojen porkkanat sisälsivät keskimäärin enemmän glukoosia kuin viimeisten korjuuiden sato. Panther-lajikkeella ensimmäisen korjuukerran porkkanoiden glukoosimäärä nousi varastoinnin alkuvaiheessa ja laski sitten. Muiden korjuuerien pitoisuudessa ei tapahtunut kovin suuria muutoksia. Kaikilla analyysikerroilla suuntaus oli se, että varhain korjatut porkkanat sisälsivät enemmän glukoosia kuin myöhempien korjuuiden sato, mutta erot pienenevät varastoinnin lopussa.

Fontana-lajikkeella sakkaroosin määrä laski varsinkin varastoinnin alkuvaiheessa ja nousi jälleen tammikuun jälkeen. Korjuukertojen väliset erot pitoisuudessa vaihtelivat hieman analyysikerroittain, mutta pitoisuus oli keskimäärin korkeampi, kun porkkanat oli nostettu maasta myöhemmin. Panther-lajikkeella erot korjuukertojen välillä olivat selvemmät ja pysyivät

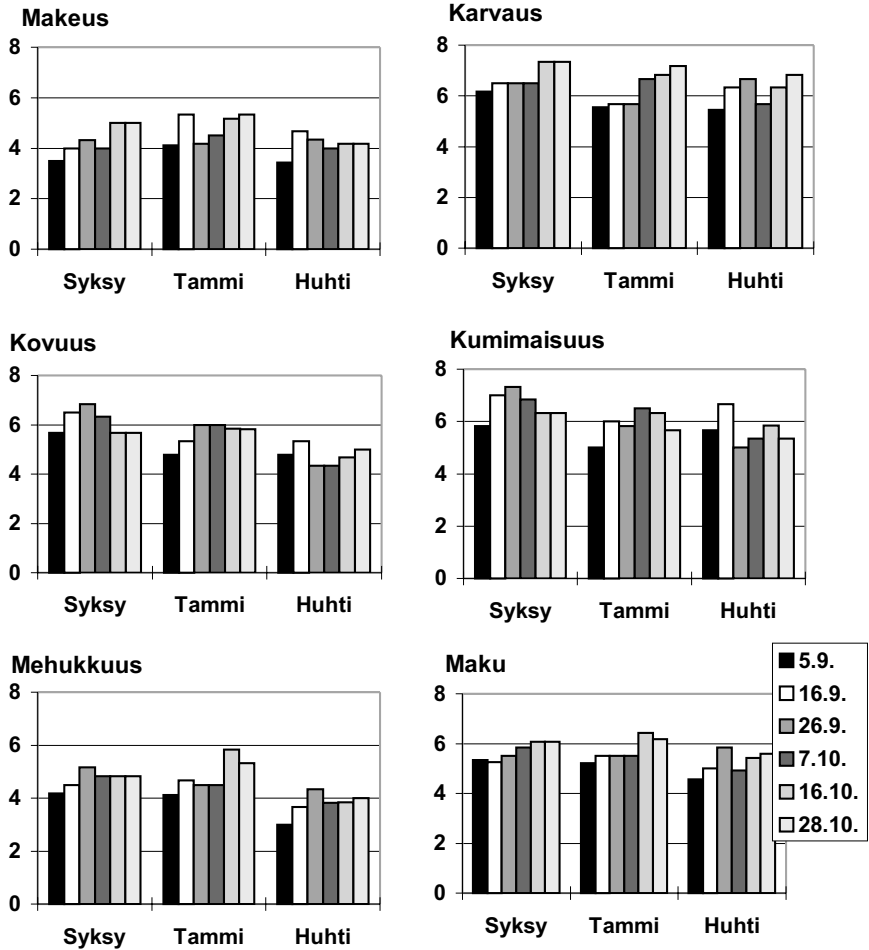
suunnilleen samanlaisina varastoinnin loppuun asti: myöhemmin korjatuissa porkkanoissa sakkaroosipitoisuus oli korkeampi. Myös 'Pantherin' sakkaroosipitoisuus laski ennen tammikuun analyysikertaa ja nousi jälleen kevättalvella.

Kokonaissokeripitoisuus laski Fontana-lajikkeella ennen tammikuuta mutta kääntyi sitten taas nousuun. Korjuukertojen väliset erot olivat eri analyysikerroilla erilaiset: tammikuussa kolmannen korjuun porkkanat sisälsivät eniten sokereita, helmikuun lopussa pitoisuuksissa ei ollut eroja, huhtikuussa alimmat pitoisuudet olivat ensimmäisen ja viimeisen korjuun sadossa. Panther-lajikkeessa sokereiden kokonaismäärä oli korkeimmillaan helmikuussa, josta se hieman laski huhtikuuhun mennessä. Tammikuun analyysikerralla korjuuajkojen välillä ei ollut eroja, helmikuun lopussa pitoisuudet olivat korkeimmat keskimääisten korjuukertojen sadossa, huhtikuussa ensimmäisen korjuun porkkanat sisälsivät vähiten sokereita.

Varastoinnin alkuvaiheessa Fontana-lajikkeessa sakkaroosin ja muiden sokereiden suhde laski ja pysyi sitten likimain samana. Panther-lajikkeessa suhde kääntyi tammikuun jälkeen taas nousuun. Molemmilla lajikkeilla suhde oli yleensä sitä korkeampi, mitä myöhemmin porkkanat oli korjattu, mutta mittauksen välillä esiintyi vaihtelua.



**Kuva 24.** Eri aikaan korjattujen Fontana- ja Panther-lajikkeiden porkkanoiden juurten sokeripitoisuudet ja sakkaroosin ja monosakkaridien suhde syksyllä ja varastoinnin jälkeen kaudella 1996-97 Kokemäen kokeessa.



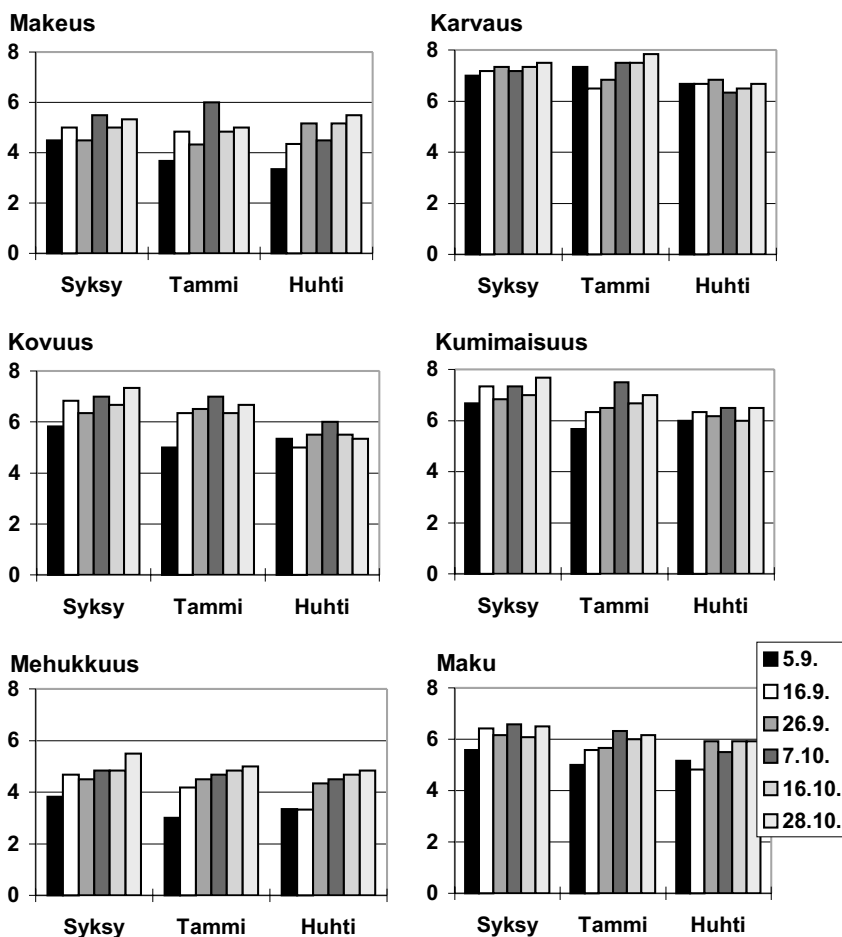
**Kuva 25.** Eri aikaan korjattujen Fontana-lajikkeen porkkanoiden aistittava laatu sadonkorjuun jälkeen sekä tammi- ja huhtikuun lopussa kaudella 1996-97 Kokemäen kokeessa.

### Aistittava laatu

Porkkanoiden aistittavaa laatua seurattiin heti sadonkorjuukauden päätyttyä marraskuun alussa sekä varastoinnin jälkeen tammikuun ja huhtikuun lopussa (Kuvat 25 ja 26). Lajikkeet eivät eronneet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi minkään arvioitun ominaisuuden suhteen. Korjuuaika vaikutti porkkanoiden mehukkuuteen ( $p < 0,001$ ), karvauteen ( $p = 0,004$ ), makeuteen ( $p < 0,001$ ), maun yleisarvioon

( $p < 0,001$ ) ja kumimaisuuteen ( $p = 0,026$ ): mehukkuus lisääntyi, karvaus väheni ja maun yleisarvio parani sadonkorjuun siirtyessä myöhempään. Myös makeus lisääntyi sadonkorjuun siirtyessä, mutta muutos ei ollut yhtä suoraviivainen. Fontana-lajikkeella havaitut erot makeudessa olivat pienempiä kuin Panther-lajikkeella. Varhain korjatut porkkanat arvioitiin myös kumimaisemmiksi. Korjuuaika ei vaikuttanut porkkanoiden kovuuteen ( $p = 0,157$ ) tai värin tasaisuuteen ( $p = 0,417$ ).

Varastoinnin aikana porkkanat muuttuivat rakenteeltaan pehmeämmiksi



**Kuva 26.** Eri aikaan korjattujen Panther-lajikkeen porkkanoiden aistittava laatu sadonkorjuun jälkeen sekä tammi- ja huhtikuun lopussa kaudella 1996-97 Kokemäen kokeessa.

( $p=0,009$ ) ja kumimaisemmiksi ( $p=0,033$ ). Muihin arvioituihin ominaisuuksiin varastointiajalla ei ollut vaikutusta. Korjuuaikojen välillä havaitut erot säilyivät samanlaisina varastoinnin aikana.

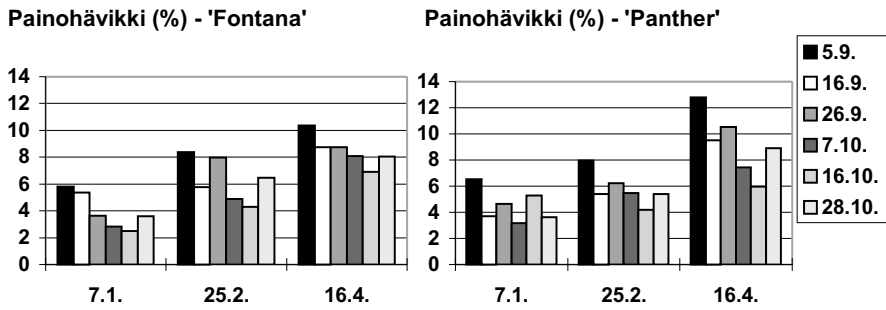
Myöhäinen sadonkorjuu oli siis hyödyksi porkkanoiden aistittavan laadun kannalta. Varastoinnin kuluessa porkkanoiden rakenne muuttui heikommaksi, mutta muuten laadussa ei havaittu muutoksia.

### Varastokestävyys

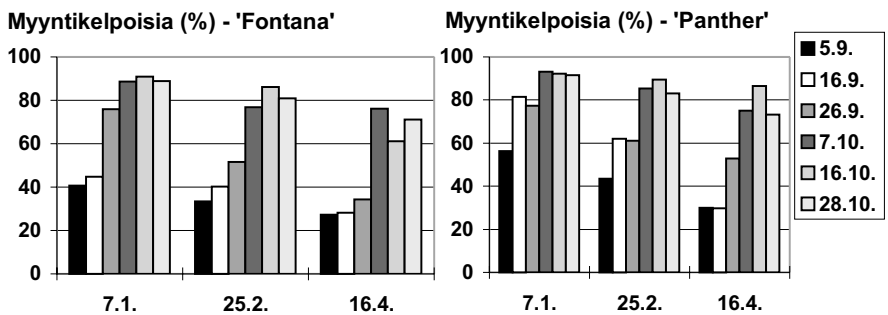
Korjuuaika vaikutti huomattavasti porkkanoiden varastokestävyyteen. Varastoinnin

aikainen painohävikki oli molemmilla lajikkeilla suunnilleen yhtä suurta ( $p=0,463$ ). Korjuuaika vaikutti samalla tavalla molempien lajikkeiden painohävikkiin (Kuva 27): vaikka tuloksissa oli melkoisesti vaihtelua, keskimäärin painohävikki laski sadonkorjuuta siirrettäessä ( $p<0,001$ ). Viimeisen korjuukerran porkkanoissa painohävikki oli jälleen hieman suurempi. Varastoinnin kuluessa painohävikki lisääntyi melko suoraviivaisesti ( $p<0,001$ ).

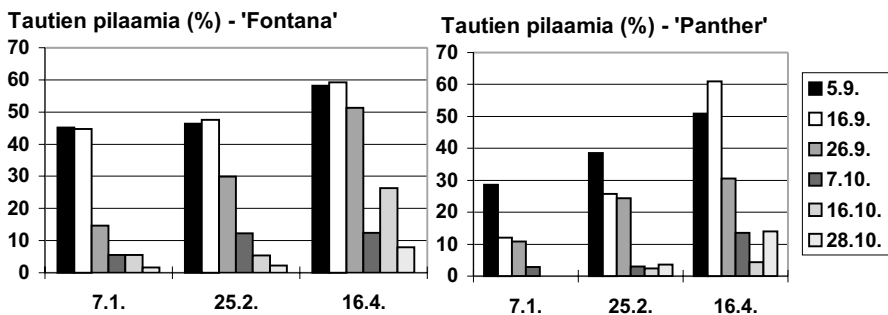
Varastoinnin jälkeen Panther-lajikkeen porkkanoista oli suurempi osa myyntikelpoisia kuin Fontana-lajikkeessa ( $p=0,039$ ) (Kuva 28). Korjuuajan vaikutus myyntikelpoisten porkkanoiden määrään



**Kuva 27.** Eri aikaan korjattujen Fontana- ja Panther-lajikkeiden porkkanoiden painohävikki varastokaudella 1996-97 Kokemäen kokeessa.



**Kuva 28.** Eri aikaan korjattujen Fontana- ja Panther-lajikkeiden porkkanoiden osuus erimittaisen varastoinnin jälkeen varastokaudella 1996-97 Kokemäen kokeessa.



**Kuva 29.** Tautien pilaama osuus eri aikaan korjatuissa Fontana- ja Panther-lajikkeiden porkkanoissa erimittaisen varastoinnin jälkeen varastokaudella 1996-97 Kokemäen kokeessa.

vaihteli lajikkeittain ja analyysikerroittain (yhdysvaikutus lajike\*korjuuaika\*varastointiaika,  $p=0,002$ ). Fontana-lajikkeella kolmen ensimmäisen korjuun sato säilyi heikosti, mutta muiden korjuukertojen välillä ei ollut suuria eroja (kolmannen asteen trendikontrasti,  $p=0,001$ ). Esimerkiksi

huhtikuun puolivälissä kolmen ensimmäisen korjuun sadosta vain noin 30 % oli myyntikelpoista, kun taas viimeisten korjuukertojen sadosta myyntikelpoista oli 60-75 %. Varastoinnin kuluessa myyntikelpoisten porkkanoiden osuus väheni lineaarisesti ( $p=0,005$ ). Myös Panther-lajikkeella

varhaisimpien korjuukertojen sato säilyi heikoimmin (toisen asteen trendikontrasti,  $p < 0,001$ ). Erot korjuukertojen välillä suurenivat varastoinnin kestäessä (yhdysvaikutus korjuu\*varastointiaika,  $p = 0,010$ ). Huhtikuun puolivälissä kahden ensimmäisen korjuukerran sadosta oli myyntikelpoista noin 30 %, kolmannen korjuun sadosta noin 50 % ja viimeisten korjuukertojen sadosta 70–85 %.

Varastotauteja esiintyi Fontana-lajikkeessa hieman enemmän kuin Panther-lajikkeessa (Kuva 29), mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0,076$ ). Korjuu- ja varastointiajan vaikutus oli kuitenkin erilainen eri lajikkeilla (yhdysvaikutus lajike\*korjuuaika\*varastointiaika,  $p = 0,001$ ). Varastotautien määrä väheni Fontana-lajikkeella selvästi korjuuta siirrettäessä ( $p < 0,001$ ). Ensimmäisten korjuukertojen sadosta tautien pilaamia porkkanoita oli eri varastointiaikoina 45–60 %, kolmannen korjuun sadosta 15–50 % ja viimeisten korjuukertojen sadosta vain 5–25 %. Panther-lajikkeella kolmen ensimmäisen korjuun sadossa tauteja esiintyi selvästi runsaammin kuin viimeisten korjuupäivien porkkanoissa. Huhtikuussa parhaiten säilyneessä, 16.10. korjatussa erässä oli tautien pilaamia porkkanoita vain noin 5 %, mutta heikoimmin säilyneessä, 16.9. korjatussa erässä jopa 60 %. Porkkanoita pilasivat sekä mustamätä, harmaahome että pakkahome.

### 4.3.3 Tulosten tarkastelu

#### Sadon määrä

Sadon kasvu jatkui vuoden 1995 kokeessa useimmilla koepaikoilla viimeiseen korjuuseen asti. Painon lisäys ei ollut yhteydessä porkkanoiden keskimääräiseen kokoon. Sadonkorjuupäivien välisten jaksojen keskilämpötila oli 8–9 °C eli keskimääräistä syysäättä lämpimämpi (Liite 5/1), joten kasvulle oli hyvät edellytykset.

Myös vuonna 1996 sato lisääntyi joka kolmannella tilalla viimeiseen korjuuseen asti lokakuun loppupuolelle, huolimatta kasvustoja pahasti vioittaneista syyskuun yöpakkasista. Joka kolmannella tilalla kasvu pysähtyi toiseen tai kolmanteen korjuukertaan. Kolmanneksella tiloista sato ei lisääntynyt tilastollisesti merkitsevästi koko kuuden viikon seurantajaksona. Kahden ensimmäisen korjuun välillä syyskuussa keskilämpötila oli 5–7 °C, seuraavien korjuukertojen välillä syys-lokakuun vaihteessa 6,5–8,6 °C ja kahden viimeisen korjuun välillä 5–7 °C (Liite 5/2). Vaikka syyskuu olikin keskimääräistä kylmempi, sitä seurasi lämmin lokakuu. Osa kasvustoista pystyi siis hyödyntämään lokakuun lämmön, vaikka lehdistö olikin kärsinyt pahasti hallaöistä. Kasvua saattoi rajoittaa myös poikkeuksellinen kuivuus.

Kokemäen kokeessa, jota pakkaset eivät yhtä pahasti vioittaneet, kasvu jatkui syksyllä lähes lokakuun loppuun, vaikka erityisesti Panther-lajikkeen kasvu hidastui lokakuun alussa. Sadonkorjuupäivien välisten jaksojen keskilämpötila oli 7–8 °C. Vasta ennen viimeistä korjuukertaa keskilämpötila oli alempi eli 5,9 °C (Liite 5/3).

Nilssonin (1987a) tutkimuksessa Nantes Express OE 20 -lajikkeen kasvu päättyi toisena vuonna syyskuun lopulla ja toisena vuonna lokakuun puolivälissä. Kasvun jatkumisen on todettu vaihtelevan lajikkeittain (Fritz & Habben 1975, 1977), eli lajikkeiden välillä lienee eroja kyvyssä hyödyntää loppusyksyn lyheneviä ja viileitä päiviä.

#### Kuiva-aine- ja sokeripitoisuudet

Porkkanoiden koostumus poikkesi selvästi eri koevuosina. Syksyllä 1995 porkkanoiden kuiva-ainepitoisuus ja sakkaroosi- ja kokonaissokeripitoisuus nousivat hieman korjuuta lykättäessä, kuten myös aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu (Nilsson 1987b). Erityisen selvää oli sakkaroosin ja monosakkaridien suhteen kasvu, mitä on pidetty biokemiallisen korjuukypsyyden mittarina (Phan & Hsu 1973, Fritz &

Weichmann 1979). Vuonna 1996 muutokset olivat kuitenkin päinvastaisia: kuiva-ainepitoisuus ja erityisesti sakkaroosin määrä ja kokonaisokeripitoisuus laskivat reilusti toisen ja kolmannen korjuukerran välillä. Samalla sakkaroosin ja monosakkaridien suhde laski selvästi, vaikka se Fontana-lajikkeella pysyikin jatkuvasti korkeampana kuin edellisenä vuonna.

Sokeripitoisuuden lasku johtunee syyskuun kovista pakkasista, jotka tuhosivat suuren osan kasvien lehdistöä. Tämän jälkeen porkkanat alkoivat kasvattaa uusia lehtiä, mikä kulutti juureen kerättyjä varastoyhdisteitä. Kokemäellä, jossa kasvusto säilyi vahingoittumattomana, kuiva-ainepitoisuus sokeripitoisuudet eivät laskeneet. Panther-lajikkeella sakkaroosi- ja kokonaisokeripitoisuudet sekä sakkaroosin ja monosakkaridien suhde jopa nousivat selvästi korjuukaudella. Panther-lajikkeen sakkaroosin ja monosakkaridien suhde oli korkeampi kuin Fontana-lajikkeen suhde. Näin Panther-lajike oli kenties fysiologisesti pidemmälle kehittynyt, koska myös sen kasvu oli päättynyt aiemmin. Toisaalta kyse voi olla vain lajikeominaisuudesta.

Myös varastoinnin aikaiset muutokset olivat lähes päinvastaisia eri koevuosina: vuoden 1995 sadossa fruktoosin ja glukooosin määrät nousivat varastoinnin alkupuolella ja laskivat sitten. Sakkaroosipitoisuus laski ensin ja nousi varastokauden lopulla. Syksyn 1996 sadossa fruktoosi- ja glukooosipitoisuudet laskivat helmikuuhun asti ja nousivat sitten, sakkaroosin määrä puolestaan vaihteli analyysi- ja korjuukerroittain. Sokereiden kokonaismäärä ei juuri muuttunut varastoinnin aikana. Panther-lajikkeella syys- ja lokakuun korjuukertojen porkkanoiden sokeripitoisuudet muuttuivat selvästi eri tavoin: syyskuussa korjattujen porkkanoiden fruktoosi- ja glukooosipitoisuudet nousivat ja sakkaroosi- ja kokonaisokeripitoisuudet laskivat, lokakuussa korjattujen porkkanoiden muutokset olivat päinvastaisia. Eri aikaan korjattujen porkkanoiden sokeriainevaihdunta toimi siis eri tavoin. Aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu fruktoosin ja glukooosin määrän

nousevan ja sakkaroosin pitoisuuden ja suhteellisen osuuden vähenevän varastoinnin aikana (Rutherford 1981, Nilsson 1987b, LeDily et al. 1994), kuten tässäkin tutkimuksessa kävi vuoden 1995 sadon varastoinnin alkuvaiheessa. Myöhemmin keväällä sakkaroosin määrä kuitenkin nousi taas selvästi. Nilsson (1987b) esitti muutosten liittyvän vernalisaatioon, jossa tarvitaan monosakkarideja hengityksen lähtöaineina.

### Aistittava laatu

Porkkanoiden aistittava laatu parani molempina vuosina sadonkorjuuta siirrettäessä. Erityisen mielenkiintoista on, että vuoden 1996 sadossa, jossa myöhempien korjuukertojen porkkanat olivat kärsineet pakkasista ja sisälsivät vähemmän sokereita, aistittava laatu ei ainakaan heikentynyt, pikemmin parani sadonkorjuuta siirrettäessä. Varastointi ei suuremmin heikentänyt porkkanoiden laatua: vaikutus tuntui lähinnä rakenteessa eli porkkanoiden mehukuuden ja kovuuden vähenemisenä, mutta tämäkin tuli ilmi vain joissakin arvioinnissa.

### Varastokestävyys

Molempina koevuosina porkkanoiden säilyvyys parani huomattavasti sadonkorjuun siirtyessä myöhemmäksi. Myyntikelpoisia porkkanoita oli keskimäärin sitä enemmän, mitä myöhemmin sato oli korjattu. Myös porkkanoiden varastoinnin aikainen painohävikki pieneni korjuuta viivästettäessä, paitsi Fontana-tiloilla vuonna 1996, jolloin viimeisen, 21.–22.10. korjatun erän painohävikki oli jälleen suurempi. Samoin Kokemäen kokeessa viimeisen korjuukerran porkkanoiden painohävikki oli edelliskertaisia porkkanoita suurempi molemmilla lajikkeilla. Myös Weichmann & Käppel (1977) ja Nilsson (1987b) havaitsivat, että korjuukauden lopulla nostettujen porkkanoiden painohävikki oli jälleen suurempi kuin edellisten korjuukertojen sadon hävik-



ki, vaikka korjuukauden alussa painohävikki pieneni korjuuta viivästettäessä.

Kaikkien koepaikkojen keskiarvona laskettu ero varastohävikissä heikoimman ja parhaimman korjuukerran välillä oli tilakoikeissa 20–30 %, Kokemäen kokeessa jopa 40–60 %. Korjuuajan vaikutus vaihteli tiiloittain sen mukaan, kuinka paljon varastotauteja sadossa esiintyi. Jos porkkanat olivat säästyneet taudeilta, ei korjuuajalla ollut yhtä suurta merkitystä. Kuitenkin esimerkiksi vuonna 1996 säilyvyys parani korjuuta siirrettäessä 13 tilalla 15:stä. Noin joka toisella tilalla säilyvyys parani tilastollisesti merkitsevästi kolmanteen korjuukertaan eli lokakuun 10. päivän tienoille asti ja lopuilla toiseen korjuuseen asti. Merkittävää on, että vain yhdellä tilalla myöhempi korjuu heikensi säilyvyyttä, tosin hyvin vähän.

Myöhään korjatut porkkanat joutuvat olemaan vähemmän aikaa varastossa, mutta tämä ei selitä parempaa varastointitulosta, sillä myös varastointiaikaa kohden laskettu hävikki pieneni korjuuta lykättäessä. Parempi säilyvyys voi liittyä sääoloihin ennen korjuuta ja sen aikana tai eroihin porkkanan koostumuksessa. Sääet olivat korjuupäivinä pääasiassa hyvät molempina vuosina (Liite 5). Ennen ensimmäistä korjuuta sää oli lämpimin, joten myös maan ja porkkanoiden lämpötila oli korkeampi kuin myöhemmin syksyllä. Syyskuussa 1996 sattuneet kovat yöpakkaset aiheuttivat porkkanoiden yläpäähän jopa näkyviä pakkasvaurioita eli poikittaisia halkeamia, mutta vauriot eivät heikentäneet säilyvyyttä. Maa ja kasvusto olivat yleensä korjuupäivinä kuivia, mutta viimeinen sadonkorjuu tehtiin syksyllä 1996 Forssassa sateessa. Tämä ei kuitenkaan havaittavasti lisännyt hävikkiä, vaikka saksalaisen tutkimuksen (Fritz & Weichmann 1979) mukaan korkea ilmankosteus ja sateet ennen korjuuta lisäävät varastotappioita. Tutkimuksessa ei siis saatu selviä viitteitä korjuupäivän sääolojen vaikutuksesta säilyvyyteen.

Koska korjuuoloilla ei pystytty selittämään säilyvyyden paranemista syksyn edetessä, luonnollisin selitys saattaa olla porkkanoiden rakenteen tai kemiallisisten omi-

naisuuksien muuttuminen. Porkkanoiden kuiva-aine- ja sokeripitoisuudet muuttuivat koevuosina täysin päinvastaisesti ja säilyvyyden muutos oli kuitenkin molempina vuosina sama, joten varastosokereiden määrä ei liene kehitysasteen kuvaajana kovin merkityksellinen. Säilyvyyden paraneminen aiheutui varastotautien pienemmästä määrästä, joten selittäväenä tekijänä on jokin tauti-infektioita säätelevä asia. Päinvastoin kuin tässä tutkimuksessa, aikaisemmin on havaittu, että nuoret porkkanat ovat vastustuskykyisimpiä mustamätää vastaan (Davies & Lewis 1980, Villeneuve et al. 1993). Davies & Lewis (1980) arvelivat iän merkityksen johtuvan joko porkkanoiden vaurioitumisalttiudesta tai haavojen paranemisedellytyksistä. Myöhäisen sadonkorjuun aiheuttama parempi säilyvyys saattaa selittyä juuri porkkanoiden vauriokestävyyden lisääntymisestä ja syntyneiden vaurioiden paremmasta korjautuvuudesta. Tästä saatiin viitteitä myös kokeessa, jonka tulokset esitetään luvussa 4.4.

#### Milloin sato kannattaa korjata varastoon?

Molempina koevuosina varastoitavan porkkanan myöhäinen sadonkorjuu oli eduksi sadon määrän, aistittavan laadun ja säilyvyyden kannalta. Jos kasvusto on hyvässä kunnossa ja sääet lämpimät, voidaan vielä lokakuussa saada merkittävää sadonlisää. Liian aikainen sadonkorjuu lisää varastotappioiden riskiä. Korjuuajan merkitys vaihtelee peltolohkoittain sen mukaan, kuinka paljon taudinaiheuttajia on menossa sadon mukana varastoon. Jos porkkanat ovat säästyneet taudeilta, ei pahoja varastointiongelmia ole odotettavissa, korjattiinpa porkkanat milloin tahansa.

Sadonkorjuun aloittamista ei voi jättää kovin myöhään, jotta koko pinta-ala saada varmastikin korjattua ennen talven tuloa. Tietoa korjuuajan vaikutuksesta voi kuitenkin hyödyntää niin, että aikaisin korjatut ja todennäköisesti heikommin säilyvät porkkanat myydään aiemmin kuin myöhemmin

korjattu ja varastokestävyydeltään parempi sato.

#### **4.4 Mekaanisten vaurioiden vaikutus porkkanan säilyvyyteen**

##### **4.4.1 Aineisto ja menetelmät**

Syksyllä 1996 tutkittiin, miten porkkanoiden alttius mekaanisille vaurioille ja vaurioiden korjautuvuus muuttuvat sadonkorjuun ajoittumisen mukaan. Porkkanat saatiin kokeeseen Kokemäen korjuuaikakoikeesta, ja satoa korjattiin 17.9., 1.10. ja 14.10. Puolet porkkanoista käsiteltiin MTT:n kasvintuotannon tutkimuslaitoksella täristyslaitteella, jolla jäljiteltiin korjuukoneen aiheuttamaa mekaanista stressiä. Porkkanat levitettiin 60 kappaleen erissä neliömetrin kokoiselle alustalle, jossa niitä täristettiin puoli minuuttia vakionopeudella. Täristyksen jälkeen porkkanat jaettiin eri jäähdytyskäsittelyihin: osa vietiin suoraan 0 °C:een, osa pidettiin 3 tai 7 vuorokautta 10 °C:een lämpötilassa ennen kylmävarastointia. Porkkanat varastoitettiin rei'itetyissä muovipusseissa. Yhden varastoterän koko oli 60 porkkanaa, joka oli jaettu kolmeen pussiin. Toistoja oli kolme koe-kentän eri lohkoista.

Ensimmäisellä korjuukerralla porkkanat olivat 10 °C:een varastossa muovilaatikoissa ja laatikoiden päälle oli levitetty muovi. Tarkoituksena oli, että porkkanoiden pinta olisi kuivunut, mutta porkkanat kuivuivat liikaa. Niinpä seuraavilla kerroilla porkkanat pantiin suoraan muovipusseihin. Porkkanoiden säilyminen analysoitiin 12.–14. maaliskuuta kuten muissakin porkkanakokeissa.

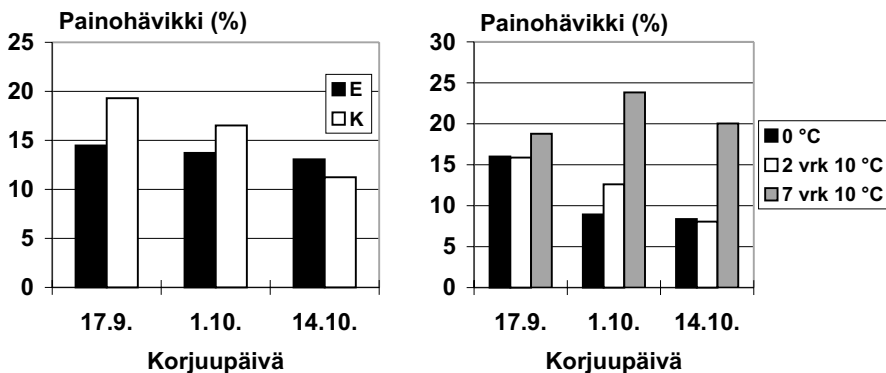
##### **4.4.2 Tulokset**

Varastoinnin aikaiseen painohävikkiin vaikuttivat korjuuaika ( $p=0,001$ ), vaurioittamiskäsittely ( $p=0,055$ ) ja korjuun jälkei-

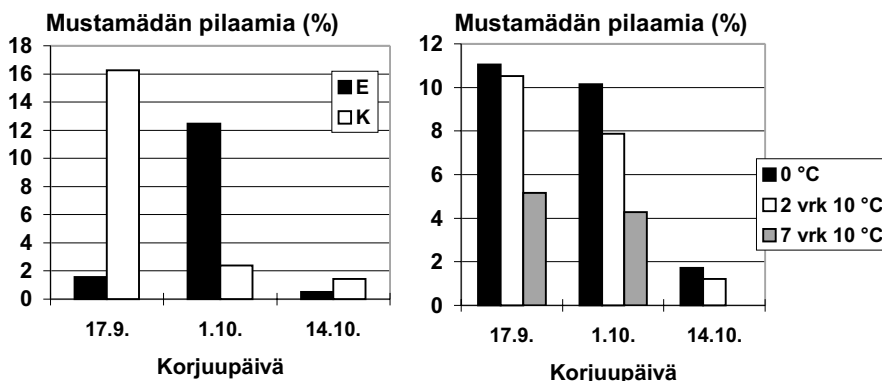
nen lämpötila ( $p<0,001$ ). Myös tekijöiden väliset yhdysvaikutukset olivat merkitseviä. Keskimäärin painohävikki väheni korjuuta viivästettäessä täristämättömissä (Kuva 30): ensimmäisen korjuukerran painohävikki oli keskimäärin 17 %, toisen korjuukerran 15 % ja kolmannen 12 %. Täristetyissä porkkanoissa korjuuajan vaikutus oli suurempi kuin täristämättömissä: kahden ensimmäisen korjuukerran porkkanoissa painohävikki oli täristetyissä porkkanoissa suurempi, kolmannella kerralla eroa ei enää ollut. Porkkanoiden pitäminen 10 °C:n lämpötilassa sadonkorjuun jälkeen lisäsi painohävikkiä merkittävästi: vaikutus oli erityisen suuri kahdella viimeisellä korjuukerralla.

Mustamädän esiintymiseen vaikuttivat korjuuaika ( $p<0,001$ ) ja sadonkorjuun jälkeinen lämpötila ( $p=0,048$ ) (Kuva 31). Ensimmäisen ja toisen korjuun porkkanoissa oli merkitsevästi enemmän mustamätää kuin viimeisen korjuukerran näytteissä. Täristyskäsittelyllä ei ollut selvää vaikutusta mustamädän esiintymiseen ( $p=0,214$ ): ensimmäisen korjuun sadossa mustamätää oli runsaammin täristetyissä porkkanoissa, toisella korjuukerralla täristämättömissä ja kolmannella kerralla käsittelyjen välillä ei ollut eroja. Porkkanoissa, joita pidettiin korjuun jälkeen 7 vuorokautta 10 °C:n lämpötilassa, esiintyi vähemmän mustamätää kuin heti 0 °C:een viedyissä porkkanoissa. 2 vuorokauden lämpökäsittely ei vielä merkitsevästi vähentänyt mustamädän esiintymistä.

Vaikka lämpökäsittelyt vähensivät mustamädän tuhoja, muut varastotaudit, lähinnä harmaahome lisääntyivät lämpimässä. Näin lämpökäsittelyt eivät vaikuttaneet tautien kokonaismäärään ( $p=0,733$ ). Varastotautien pilaama osuus väheni korjuuta viivästettäessä ( $p<0,001$ ) etenkin vaurioitetuissa porkkanoissa (Kuva 32), täristämättömissä porkkanoissa ei varastotautien määrä muuttunut korjuuajan myötä (yhdysvaikutus,  $p<0,001$ ). Vaurioiden merkitys varastotautien kannalta ilmeni vain ensimmäisellä korjuukerralla, jolloin



Kuva 30. Korjuuajan, täristyskäsittelyn (E = ei täristystä, K = täristus) ja sadonkorjuun jälkeisen lämpötilan vaikutus porkkanan painohävikkiin.



Kuva 31. Korjuuajan, täristyskäsittelyn (E = ei täristystä, K = täristus) ja sadonkorjuun jälkeisen lämpötilan vaikutus mustamädän pilaamien porkkanoiden osuuteen.

täristetyt porkkanat kärsivät selvästi enemmän varastotaudeista.

Myyntikelpoisten porkkanoiden määrä lisääntyi korjuuta viivästettäessä etenkin vaurioitetuissa porkkanoissa, mutta täristämättä ei (Kuva 33). Korjuun jälkeinen 10 °C:n lämpötila vähensi myyntikelpoisten porkkanoiden määrää ( $p < 0,001$ ) lisätessään haihduntaa, nahistumista ja varastotaudeista etenkin harmaahometta.

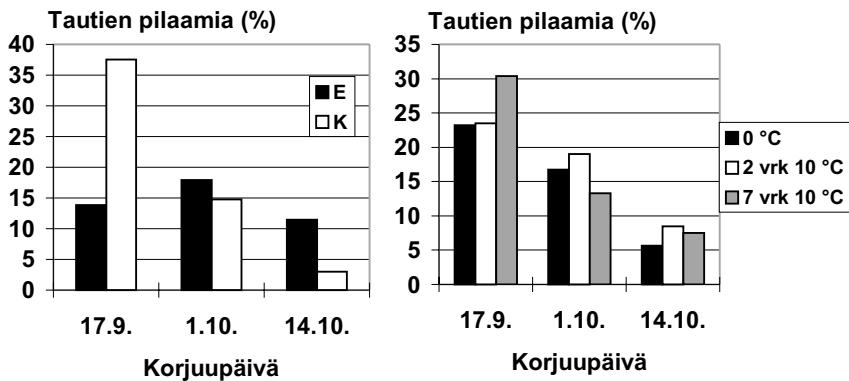
#### 4.4.3 Tulosten tarkastelu

Mekaanisten vaurioiden merkitys näkyi selvästi vain ensimmäisellä korjuukerralla, jolloin täristetyt porkkanat kärsivät eniten taudeista, erityisesti mustamädästä, ja run-

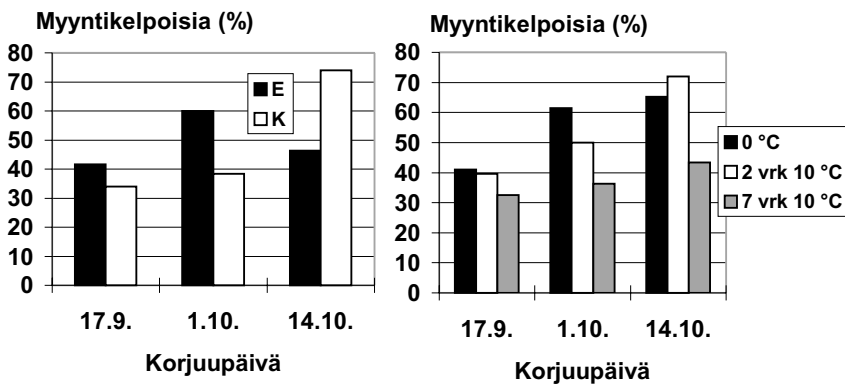
saammasta painohävikistä. Tulos viittaa siihen, että myöhemmin korjatut porkkanat sietivät paremmin täristuksen mekaanista rasitusta, joka ei juurikaan aiheuttanut silmin havaittavia vaurioita.

Pitämällä porkkanoita viikon ajan 10 °C:n lämpötilassa pystyttiin vähentämään mustamädän leviämistä, mutta haitat olivat kuitenkin tätä hyötyä suuremmat. Muut varastotaudit, lähinnä harmaahome, lisääntyivät lämpökäsittelyn seurauksena. Korkea lämpötila lisäsi myös haihduntaa ja heikensi näin porkkanoiden laatua.

Kokeen tulos tukee aikaisempia tutkimuksia porkkanan kehitysvaiheen ja jäähdytyslämpötilan merkityksestä. Varhain nostetut porkkanat ovat altteimpia korjuun yhteydessä syntyville vaurioille, mikä voi osittain selittää tautien runsauden aikaisin



**Kuva 32.** Korjuuajan, täristyskäsittelyn (E = ei täristystä, K = täristys) ja sadonkorjuun jälkeisen lämpötilan vaikutus varastotautien pilaamaan osuuteen.



**Kuva 33.** Korjuuajan, täristyskäsittelyn (E = ei täristystä, K = täristys) ja sadonkorjuun jälkeisen lämpötilan vaikutus myyntikelpoisten porkkanoiden osuuteen varastoinnin jälkeen.

korjatuissa porkkanoissa. Sadonkorjuuta lykättäessä varastotautiongelmat vähenevät, ainakin jos syksyn korjuuolot ovat suotuisat.

Myös muissa tutkimuksissa on pystytty vähentämään mustamädän aiheuttamia varastotuhoja lämpötilakäsittelyillä (esim. Hoftun 1993, Villeneuve et al. 1993), mutta samalla varastotappiot ovat muista syistä voineet lisääntyä. Käsittelyjä ei siksi yleisesti käytetä. Hollantilaisessa tutkimuksessa (Schoneveld & Versluis 1996) päädyttiin suositukseen, että märkinä korjatut porkkanat tulisi pitää 10–12 °C:n lämpötilassa ennen kylmävarastointia, jotta haavat ehtisivät parantua. Porkkanat eivät kuitenkaan

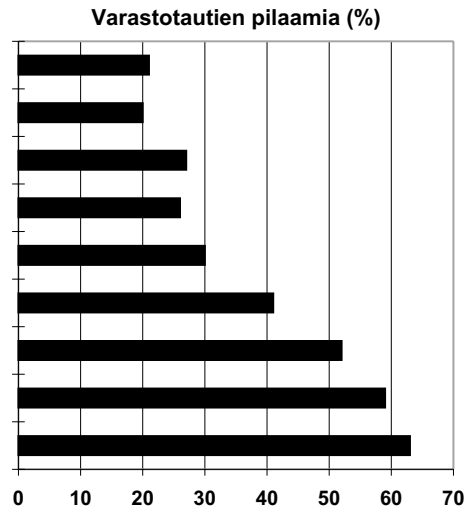
saa päästä kuivumaan esikäsittelyn aikana. Tulokset riippuvat kuitenkin siitä, mitä tauteja porkkanoissa on.

## 4.5 Esikasvien vaikutus porkkanan varastokestävyteen

### 4.5.1 Aineisto ja menetelmät

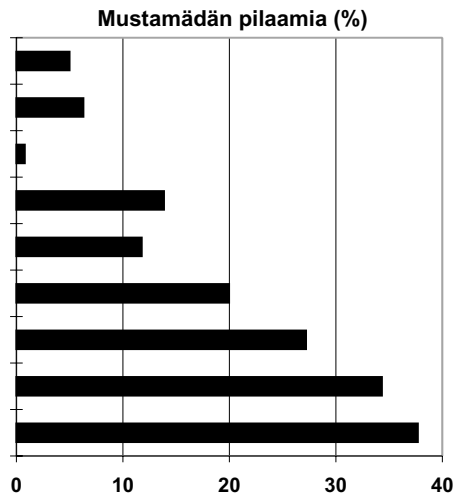
Porkkanatilakokeissa pyydettiin viljelijöiltä tiedot lohkon viljelyhistoriasta ja kasvukaudella tehdyistä viljelytoimista. Lisäksi vuonna 1996 analysoitiin ensimmäisen sadonkorjuun yhteydessä maan ja porkkanoiden

Esikasvit				
Vuosi				
1990	1991	1992	1993	1994
vilja/ nurmi	vilja/ nurmi	vilja/ nurmi	nurmi	kaali
sokeri- juurikas	sok.juur./ vilja	avomaan- kurkku	kesanto/ peruna	ohra
kaura/ punajuuri	ohra	rypsi	kaura	ohra
viherke- santo	viherke- santo	viherke- santo	viherke- santo	kaura
kaura/ punajuuri	peruna	avoke- santo	<b>porkkana</b>	<b>porkkana</b>
<b>porkkana</b>	punajuuri	ohra	ohra/ punajuuri	ohra
peruna	kaura	vehnä	<b>porkkana</b>	vehnä
<b>porkkana</b>	<b>porkkana</b>	punajuuri	kesanto/ peruna	<b>porkkana</b>
kaura/ punajuuri	ohra	sipuli	sipuli	<b>porkkana</b>



Kuva 34. Esikasvit ja varastotautien pilaama osuus (kolmen varastointiajan keskiarvona) tilakokeissa kaudella 1995-96.

Esikasvit				
Vuosi				
1990	1991	1992	1993	1994
vilja/ nurmi	vilja/ nurmi	vilja/ nurmi	nurmi	kaali
sokeri- juurikas	sok.juur./ vilja	avomaan- kurkku	kesanto/ peruna	ohra
kaura/ punajuuri	ohra	rypsi	kaura	ohra
viherke- santo	viherke- santo	viherke- santo	viherke- santo	kaura
kaura/ punajuuri	peruna	avoke- santo	<b>porkkana</b>	<b>porkkana</b>
<b>porkkana</b>	punajuuri	ohra	ohra/ punajuuri	ohra
peruna	kaura	vehnä	<b>porkkana</b>	vehnä
<b>porkkana</b>	<b>porkkana</b>	punajuuri	kesanto/ peruna	<b>porkkana</b>
kaura/ punajuuri	ohra	sipuli	sipuli	<b>porkkana</b>

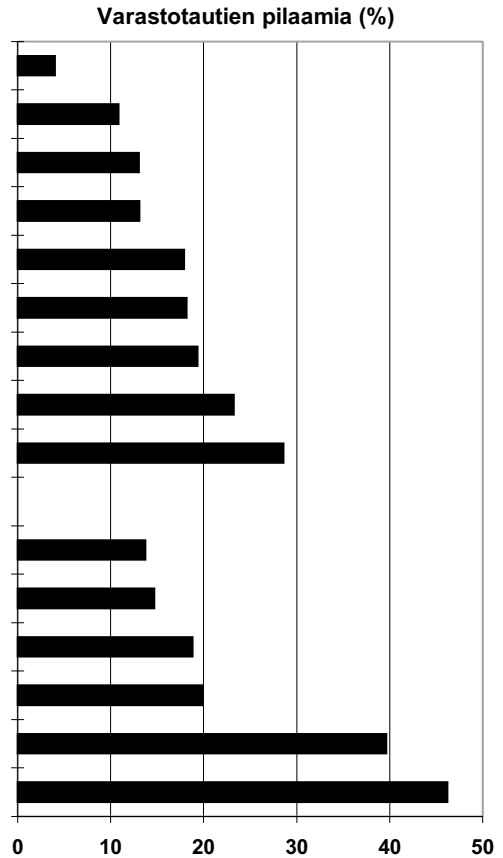


Kuva 35. Esikasvit ja mustamädän pilaama osuus (kolmen varastointiajan keskiarvona) tilakokeissa kaudella 1995-96.

ravinnetila (Liite 4), mutta aineiston pienyyden takia tuloksia ei esitetä tässä. Keskimääräistä säilyvyyttä selitettiin peltolohkon viljelyhistorialla eli porkkanan viljelyn taajuudella.

Esikasvien vaikutuksen tilastollista merkittävyyttä tutkittiin varianssianalyysillä, jossa erilaisen viljelytaustan peltojen sadon säilyvyyttä verrattiin kontrasteilla. Vertailtavana olivat pellot, joilla ei oltu lainkaan viljelty porkkanaa tai joiden doku-

Esikasvit				
Vuosi				
1991	1992	1993	1994	1995
'Panther'				
	ohra	ohra	rypsi	ohra
		heinä	heinä	kaura
ohra	ohra	peruna/ ohra	ohra	peruna/ ohra
	ohra	<b>porkkana</b>	ohra	ohra
	kaura	kaura	<b>porkkana</b>	<b>porkkana</b>
	kaura	kaura	kaura	<b>porkkana</b>
	<b>porkkana</b>	<b>porkkana</b>	ohra	punajuuri
		ohra	ohra	rypsi
		kaura	<b>porkkana</b>	<b>porkkana</b>
'Fontana'				
	ohra	ohra	rypsi	kaura
ohra	ohra	kaura	ohra	kesanto
kaura	kaura	kaura	ohra	kaura
peruna/ sok.juur.	peruna/ sok.juur.	peruna/ sok.juur.	peruna/ sok.juur.	peruna
<b>porkkana</b>	punajuuri	punajuuri	punajuuri	ohra
lanttu	<b>porkkana</b>	<b>porkkana</b>	?	<b>porkkana</b>



**Kuva 36.** Esikasvit ja varastotautien pilaama osuus (kolmen varastointiajan keskiarvona) tilakokeissa kaudella 1996-97.

mentoituun viljelyhistoriaan sisältyi yksi tai kaksi vuotta porkkanaa.

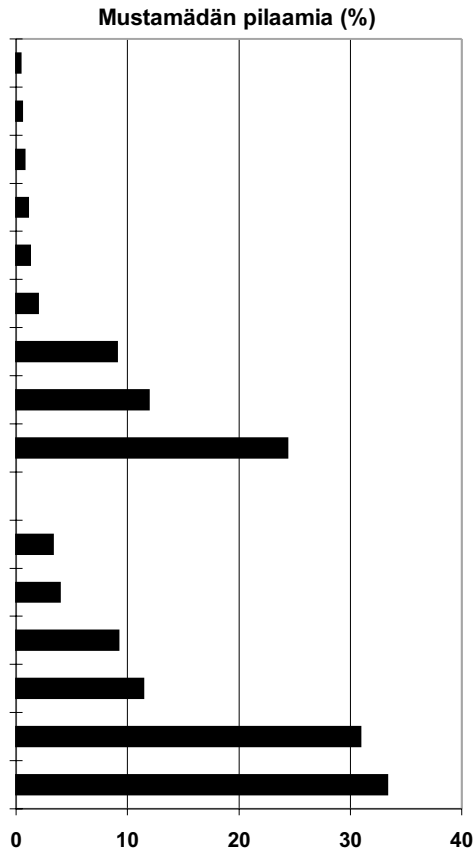
#### 4.5.2 Tulokset ja niiden tarkastelu

Vuonna 1995 mukana olleista yhdeksästä tilasta neljällä ei viljelykiertoon sisällynyt porkkanaa neljän edeltävän vuoden aikana. Näiden tilojen porkkanat säilyivät merkittävästi paremmin kuin niiden peltojen porkkanat, joilla oli viljelty porkkanaa edeltävinä vuosina ( $p < 0,001$ ) (Kuvat 34 ja 35). Varastotautien pilaama osuus oli keskimäärin 49 % pelloilla, joilla oli viljelty porkkanaa,

ja 24 % muilla pelloilla ( $p < 0,001$ ). Mustamädän pilaamat osuudet olivat vastaavasti 26 ja 6 % ( $p < 0,001$ ).

Vuonna 1996 kuudesta Fontana-lohkosta neljällä ei oltu viljelty porkkanaa lainkaan 4-5 edeltävän vuoden aikana. Näiden tilojen porkkanat säilyivät merkittävästi paremmin kuin porkkanat, jotka olivat peräisin pellolta, joiden viljelyhistoriaan sisältyi porkkanaa yhtenä tai useana vuonna ( $p < 0,001$ ) (Kuvat 36 ja 37). Varastotaudit pilasivat keskimäärin 43 % porkkanoista niillä lohkoilla, joilla oli viljelty porkkanaa, ja vain 17 % muilla. Mustamädän pilaamat osuudet olivat vastaavasti 32 ja 7 %.

Esikasvit				
Vuosi				
1991	1992	1993	1994	1995
<b>'Panther'</b>				
	ohra	ohra	rypsi	ohra
ohra	ohra	peruna/ ohra	ohra	peruna/ ohra
	kaura	kaura	kaura	<b>porkkana</b>
		heinä	heinä	kaura
		ohra	ohra	rypsi
	ohra	<b>porkkana</b>	ohra	ohra
	<b>porkkana</b>	<b>porkkana</b>	ohra	punajuuri
	kaura	kaura	<b>porkkana</b>	<b>porkkana</b>
		kaura	<b>porkkana</b>	<b>porkkana</b>
<b>'Fontana'</b>				
	ohra	ohra	rypsi	kaura
ohra	ohra	kaura	ohra	kesanto
kaura	kaura	kaura	ohra	kaura
peruna/ sok.juur.	peruna/ sok.juur.	peruna/ sok.juur.	peruna/ sok.juur.	peruna
lanttu	<b>porkkana</b>	<b>porkkana</b>	?	<b>porkkana</b>
<b>porkkana</b>	punajuuri	punajuuri	punajuuri	ohra



**Kuva 37.** Esikasvit ja mustamädän pilaama osuus (kolmen varastointiajan keskiarvona) tilakoikeissa kaudella 1996-97.

Panther-lajikkeella mukana oli monenlaisia viljelykiertoja. Lohkoilla, joilla ei ollut annettujen tietojen mukaan viljelty porkkanaa 3-5 edeltävän vuoden aikana, kasvoi paremmin säilyviä porkkanoita kuin pelloilla, joissa oli viljelty porkkanaa vähintään yhtenä vuonna (myyntikelpoisten porkkanoiden osuus,  $p=0,086$ ). Varastotautien pilaama osuus oli ensimmäisen vuoden porkkanapelloilla 13 % ja muilla 17 % ( $p<0,001$ ). Mustamädän pilaamien porkkanoiden keskimääräiset osuudet olivat alle 1 % pelloilla, joilla ei oltu viljelty porkkanaa, ja 6 % muilla lohkoilla. Tautien runsaudessa oli eroja myös sen mukaan, oliko

porkkanaa viljelty yhtenä vai kahtena vuonna (tautien yhteismäärä,  $p=0,070$ , mustamätä,  $p<0,001$ ). Lohkoilla, joiden lähivuosien viljelyhistoriaan sisältyi 1 vuosi porkkanaa, mustamätää esiintyi keskimäärin 1 %:ssa porkkanoita ja kaikkia varastotauteja yhteensä 16 %. Pelloilla, joilla oli viljelty porkkanaa kahtena vuonna, mustamädän pilaama osuus oli keskimäärin 11 % ja kaikkien varastotautien yhteismäärä 19 %.

Aineiston pienuuden takia ei turvallises- ta viljelykierrosta voi antaa suosituksia, mutta mitä enemmän porkkanaa kiertoon sisältyi, sitä enemmän varastotaudit, erityisesti mustamätä, aiheutti ongelmia. Toinen

kokeissa runsaana esiintynyt tauti oli harmaahome, johon ei voi vaikuttaa viljelykierrolla.

## 4.6 Yhteenveto

Porkkanalajikkeista olivat vuoden 1995–96 varastointikokeissa parhaiten säilyviä ‘Bolero’, ‘Nanda’, ‘Newburg’ ja ‘Nantura’. Aistittavalta laadultaan parhaiksi arvioitiin ‘Newburg’, ‘Nansen’ ja ‘Bolero’ sekä raakana että keitettynä. Vuoden 1996–97 kokeessa oli eri lajikkeet, joiden väliset erot varastokestävyudessa olivat varsin pieniä.

Korjuuaikakokeissa tutkittiin Fontana- ja Panther-lajikkeiden sadon kasvua ja varastokestävyuden riippuvuutta sadonkorjuuajasta. Sato kasvoi selvästi vielä lokakuussa, mutta koepaikkojen välillä oli vaihtelua kasvun päättymisessä. Selvää selitystä vaihteluun ei löytynyt. Kokemällä tehdysä kokeessa, jossa olivat mukana molemmat lajikkeet, osoittautui, että lajikkeet eroavat kyvyssään hyödyntää loppukesän viileitä lämpötiloja.

Porkkanoiden säilyvyys parani selvästi sadonkorjuun siirtyessä myöhempään molempina koevuosina. Korjukertojen väliset erot hävikissä olivat keskimäärin kymmeniä prosentteja ja sitä suurempia, mitä enemmän porkkanoissa oli varastotauteja.

Alustavien tulosten mukaan yksi selitys varastokestävyuden paranemiseen saattaa olla parempi vauriokestävyys. Korjuuaika vaikutti myös sadon aistittavaan laatuun, joka parani syksyn mittaan. Lokakuussa korjattujen porkkanoiden laatu oli vielä varastoinnin lopullakin parempi kuin aikaisempien korjuukertojen sadon laatu. Varastointi ei kovin paljon heikentänyt arvioituja laatuominaisuuksia. Kuiva-aine- ja sokeripitoisuuksien muutokset syksyn ja varastoinnin aikana olivat erilaisia eri vuosina, joten niillä ei näyttänyt olevan yhteyttä varastokestävyteen. Syyskuun 1996 pakkaset olivat poikkeuksellinen ilmiö, joka ei

kuitenkaan havaittavasti lisännyt varastohävikkiiä.

Koevuosina syksyn säät olivat poikkeuksellisen otolliset myöhäiselle sadonkorjuulle. Niinpä sadon kasvu jatkui varsin myöhään ja korjuuolot olivat hyvät. Sateisina ja kylminä syksyinä tulos voisi olla toinen. Korjuuaikakokeita jatketaan vielä varastokaudella 1997–98.

Porkkanan varastoinnin onnistumisen ratkaisee varastotautien esiintyminen sadossa. Tilakokeista kerätyt esikasvitiedot osoittivat varastotautien runsauden lisääntyvän sen mukaan, mitä enemmän pellossa on aiemmin viljelty porkkanaa.

Porkkanan typpilannoituksen vaikutusta varastokestävyteen tutkittiin vain yhtenä vuonna, jolloin varastohävikki ei riippunut lannoituksesta. Vaikka lannoituskokeissa käsittelet eivät useinkaan ole vaikuttaneet säilyvyyteen, ravinnetilan merkitystä säilyvyyden kannalta ei pidä vähätellä. Tiloilta kerättyjen tietojen mukaan lannoituskäytäntö ja porkkanoiden ravinnepitoisuudet vaihtelevat huomattavasti. Koska aineisto oli kuitenkin melko pieni, ei selviä yhteyksiä varastokestävyteen löytynyt.

# 5 Sipuli

## 5.1 Lajikekokeet

### 5.1.1 Aineisto ja menetelmät

Lajikkeita tutkittiin sekä taimista että pikkuistukkaista kasvatettuina. Istukaskokeessa verrattiin lajikkeita ‘Sturon’ ja ‘Centurion’, ja tulokset on esitetty luvussa 5.2. Taimisipulikokeen tavoitteena oli selvittää taimikasvatusmenetelmään soveltuvien sipulilajikkeiden varastokestävyys sekä tutkia kastelun ja korjuuajan vaikutusta sadon määrään ja varastokestävyteen.

Osaruutumenetelmällä suoritettussa kokeessa kastelu oli pääruututekijä, lajike osa-



ruututekijä ja korjuuaika osa-osaruututekijä. Vertailtavat lajikkeet olivat 'Hygro' F<sub>1</sub> BZ (Bejo Zaden), 'Hysam' F<sub>1</sub> BZ, 'Jumbo' SG (Sluis & Groot), 'Orion' VDH (Van der Have) ja 'Sellhurst' SG.

Taimet istutettiin avomaalle 15.5. Kasvelu tehtiin sadettamalla kolme kertaa heinäkuussa (13., 19. ja 26.7.), 15 mm kerralla. Sato korjattiin kahdessa erässä 21.8. ja 28.8. Sipulit punnittiin kuivatuksen jälkeen lokakuussa. Varastointikoe perustettiin marraskuun alussa.

Varastosta otettiin sipulieriä analysoitavaksi tammi-, maaliskuu- ja toukokuussa. Sipuleiden kauppakestävyyttä testattiin varastointikokeiden päätyttyä laittamalla myyntikelpoinen sato neljäksi viikoksi 17 °C:een lämpötilaan. Kauppakestävyysvarastointi tehtiin tammikuussa ja maaliskuussa varastosta otetuille erille.

Sipuleiden kuiva-ainepitoisuus määritettiin marraskuun alussa sekä varastoinnin jälkeen maaliskuussa. Varastoinnin päätyttyä arvioitiin lajikkeittain sipulin kuoren väri ja kestävyys.

## 5.1.2 Tulokset

### Sato

Siemenen taimettuminen oli Jumbo-lajikkeella heikompi kuin muilla. Tämän vuoksi taimiryhmässä oli 'Jumbolla' keskimäärin 3,6 sipulia, kun lajikkeilla 'Hygro', 'Hysam' ja 'Sellhurst' niitä oli keskimäärin 4,6 ja 'Orionilla' 4,1. Täten 'Jumbon' kasvusto oli harvempi ja sipulin keskipaino suurempi kuin muilla lajikkeilla. Lajikkeen keskipaino oli suurin eli 90 grammaa kasteluruuduissa toisella korjuukerralla. Samalla lannoituksella viereisessä kokeessa kasvaneiden, pikkuistukkaista lisättyjen Sturon- ja Centurion-lajikkeiden sipuleiden keskipainot olivat 104 ja 88 grammaa. Muiden taimista istutettujen lajikkeiden sipulin keskipaino oli selvästi istukasmenetelmän sipuleiden keskipainoa alempi. Sipulisadossa la-

jike-erot olivat pieniä, ainoastaan Orion oli muita lajikkeita heikkosatoisempi (Kuva 38).

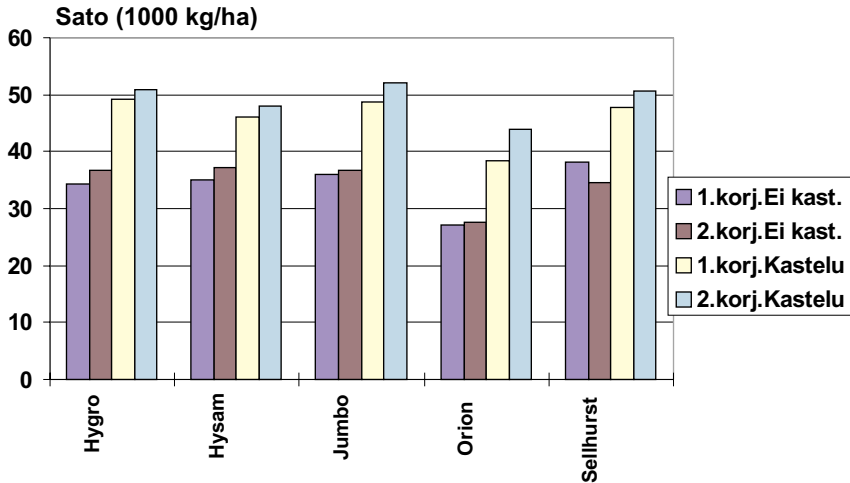
Vuoden 1995 heinäkuu oli vähäsateinen: Piikkiössä satoi vain 32 mm. Heinäkuussa annettu kastelu lisäsi huomattavasti kaikkien lajikkeiden satoa. Kastelemattomat sipulit olivat korjuuvaiheessa jo niin tuleentuneita, ettei niiden sato juurikaan lisääntynyt korjuuiden välillä, mutta hitaammin tuleentuneiden, kasteltujen sipuleiden keskipaino kohosi viikon aikana keskimäärin lähes 10 g. Kokonaissato lisääntyi viikon aikana keskimäärin noin 3000 kg/ha (Kuva 38).

### Varastokestävyys

Sipulit säilyivät hyvin tammi-maaliskuulle, mutta sen jälkeen varaston liian korkea kosteuspuiteisuus aiheutti juurten kasvua. Toukokuun analysoinnissa juurten muodostuminen oli suurin hävikin aiheuttaja. Tammikuun erässä kaikki sipulit olivat myyntikelpoisia ja painohävikki oli 2–3 %. Maaliskuun alussa analysoiduissa sipulierissä painohävikki oli 3–4 % ja toukokuun erissä 4–6 %. Varastotauteja sipuleissa oli hyvin vähän, tammikuussa ei vielä yhtään. Toukokuussa tautien vioittamia oli vähän enemmän kuin maaliskuussa; määrät vaihtelivat eri koejäsenillä 0–10 %.

Orion-, Sellhurst- ja Hygro-lajikkeilla kastelun vaikutus näkyi varastoinnin aikana pienempänä kokonaishävikkinä. Hysam- ja Jumbo-lajikkeilla kastelun vaikutus oli vähäinen, ja viimeainitulla lisäksi kastellut sipulit kestivät varastointia vähän heikommin (Kuva 39). Toukokuussa juuren muodostusta oli selvästi enemmän kastelemattomissa kuin kastelluissa sipuleissa.

Korjuuajan vaikutusta tutkittiin vain kastelluilla sipuleilla. Jumbo- ja Sellhurst-lajikkeilla korjuuaika ei vaikuttanut sadon säilyvyyteen varastossa. 'Hysamilla' ja 'Orionilla' toisen korjuun sato säilyi paremmin varastossa kuin ensimmäisen ja



Kuva 38. Korjuuajan ja kastelun vaikutus sipulilajikkeiden kokonaissatoon.

'Hygrolla' ensimmäisen korjuun sipulit vähän paremmin kuin toisen (Kuva 40).

Kokonaishävikki kolmen varastosta-  
oton keskiarvona oli suurin Sellhurst-lajik-  
keella (20 %) ja pienin Hygrolla (10,5 %).  
Jos olosuhteista johtuva juurten muodostu-  
minen jätetään huomioimatta, ovat lajik-  
keiden väliset erot varastokestävyydessä to-  
della pieniä.

Neljän viikon säilytys 17 °C:n lämpöti-  
lassa aiheutti tammikuun sipulierän kaste-  
lukoehärsenelle 2,5-3 %:n painohävikin ja  
ei-kastelluille 3-3,5 %:n painohävikin.  
Maaliskuun erässä vastaavat luvut olivat  
keskimäärin 3,7 % ja 4,4 %. Sipuliviljelmän  
kastelu siis pienensi vähän sipulin haihtu-  
mishävikkiä varastoinnin jälkeen tehdyssä  
kauppakestävyysskoeksessa. Korjuuajalla ei  
ollut mitään vaikutusta sipulin säilyvyyteen  
kauppakestävyysskoeksessa ja lajike-erot oli-  
vat pieniä.

#### Kuiva-ainepitoisuus

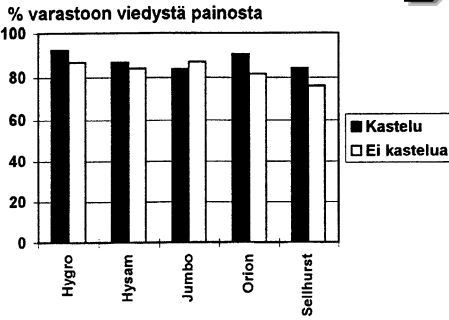
Lajike-erot sipulin kuiva-ainepitoisuudessa  
olivat selviä: 'Orionin' pitoisuus oli korkein  
ja 'Jumbon' alhaisin. Sipuleiden kuiva-aine-  
pitoisuus kohosi hieman varastoinnin aika-  
na (Taulukko 14).

#### Kuoren väri ja kestävyys

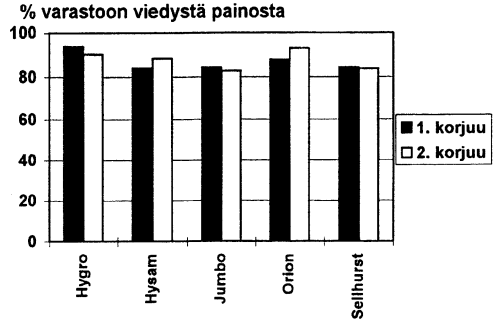
Vaalein kuori oli lajikkeella 'Orion', ja mui-  
ta tummakuorisempia olivat 'Hygro' ja  
'Hysam'. Havaintoja kuoren kestävydestä  
tehtiin eri aikoina, varastoinnin ja kauppa-  
kestävyysskoeksessa päättyessä. Lajikkeet  
'Orion' ja 'Sellhurst' olivat muita lajikkeita  
heikkokuorisempia.

#### Tilakokeen tulokset vuonna 1996

Vuonna 1996 varastoitettiin tilakokeena jär-  
jestetyn taimisipulin lajikekokeen satoa.  
Kokeen lajikkeet olivat 'Hygro', 'Hysam',  
'Jagro', 'Jumbo' ja 'Sellhurst'. Koe antoi hy-  
vin samansuuntaisen tuloksen kuin Piikki-  
ön koe. Painohävikki oli toukokuussa 3-6 %  
ja varastotauteja esiintyi vähän. Huhti-tou-  
kokuussa sipulit muodostivat juuria myös  
tässä kokeessa. Erityisesti Jagro-lajikkeella  
juurettuminen oli runsasta. Jumbo- ja  
Hysam-lajikkeet säilyivät muita paremmin.



**Kuva 39.** Kastelun vaikutus sipulilajikkeiden myyntikelpoiseen osuuteen varastoinnin jälkeen (kolmen varastointiajan keskiarvo).



**Kuva 40.** Korjuuajan vaikutus sipulilajikkeiden myyntikelpoiseen osuuteen varastoinnin jälkeen (kolmen varastointiajan keskiarvo).

## 5.2 Kastelu ja lannoitus

### 5.2.1 Aineisto ja menetelmät

Sipulin kastelu- ja lannoituskokeissa tutkitut muuttujat olivat vuonna 1996 kastelu ja lannoitus ja vuonna 1995 lisäksi lajike. Vuonna 1996 kokeisiin ei saatu Centurion-lajikkeiden istukkaita, joten mukana oli vain Sturon-lajike. Koejärjestelyt on esitetty taulukossa 15. Koemallina oli satunnaistettujen täydellisten lohkojen koe neljällä toistolla. Kastelun vaikutusta tutkittiin myös edellä esitetyssä lajikekokeessa (luku 5.1).

Vuonna 1995 sipuli viljeltiin viiden rivin penkeissä, joissa riviväli oli 25 cm ja penkkien etäisyys 50 cm. Istutus tehtiin käsin. Satomäärä laskettiin kolmen keskimmäisen rivin sadosta. Osa ruuduista kärsi kovien sateiden jälkeen pellolla seisseestä vedestä. Nämä ruudut on käsitelty tilastollisissa analyyseissä puuttuvina mittauksina.

Naatit ja irtokuoret poistettiin kuivauksen jälkeen, ja sadon määrä laskettiin puhdistuksen jälkeen. Kuivauksen aikainen painonmenetys mitattiin erillisistä näytesipuleista (5 kpl/ruutu). Samoista sipuleista määritettiin myös kuiva-ainepitoisuus ja sipulin ja naattien kokonaistypen määrä.

Vuoden 1996 koe tehtiin pääasiassa edellisen vuoden tapaan, mutta viljelypenkeissä oli vain neljä riviä ja sato laskettiin

kaikkien neljän rivin sipuleista (penkkien päät jätettiin suoja-alueiksi). Koelajike oli 'Sturon'. Lannoituskäsittelyjen välissä oli yksi suojapenkki. Satomäärä ja sipulien keskipaino laskettiin kuivauksen jälkeen, jolloin niihin sisältyy kuivien naattien paino. Samalla määritettiin kuivauksen aikainen painonmenetys.

Kuivauksen jälkeen sipulit siirrettiin molempina vuosina kylmävarastoon. Sipuleiden säilyminen analysoitiin tammi-, maalisi- ja toukokuussa, jolloin määritettiin varastoinnin aikainen painohävikki ja lajiteltiin sipulit terveisiin, versoneisiin, uusia juuria muodostaneisiin ja varastotautien piilaamiin. Vuoden 1996 kokeen sipuleista poistettiin tässä vaiheessa myös naatit ja irtokuoret. Varastokestävyyden analysoinnin jälkeen terveet sipulit vietiin kaupakestävyyden määrittämistä varten neljäksi viikoksi 17 °C:n lämpötilaan. Tämän jälkeen ne lajiteltiin kuten edellä. Kevättalvella 1996 kaupakestävyysoetta ei tehty toukokuun varastoerästä, koska suuri osa sipuleista oli muodostanut uusia juuria.

### 5.2.2 Tulokset

#### Sadon määrä

Vuonna 1995 koeruutujen sato korjattiin kahtena kertana viiden päivän välein, mutta eri korjuupäivien välillä ei ollut eroja sa-

**Taulukko 14.** Sipulilajikkeiden kuiva-ainepitoisuus marraskuussa ja maaliskuussa.

Lajike	Kuiva-ainepitoisuus (%)					
	2.11.			15.3.		
	Ei kastelua	Kastelu	Keskiarvo	Ei kastelua	Kastelu	Keskiarvo
'Hygro'	12,1	12,1	12,1	11,9	12,3	12,1
'Hysam'	12,6	12,6	12,6	12,7	12,8	12,7
'Jumbo'	11,4	11,7	11,6	11,8	12,2	12,0
'Orion'	13,6	13,8	13,7	15,2	13,8	14,5
'Sellhurst'	11,7	11,7	11,7	12,1	12,1	12,1
Keskiarvo	12,3	12,4	12,3	12,73	12,6	12,7

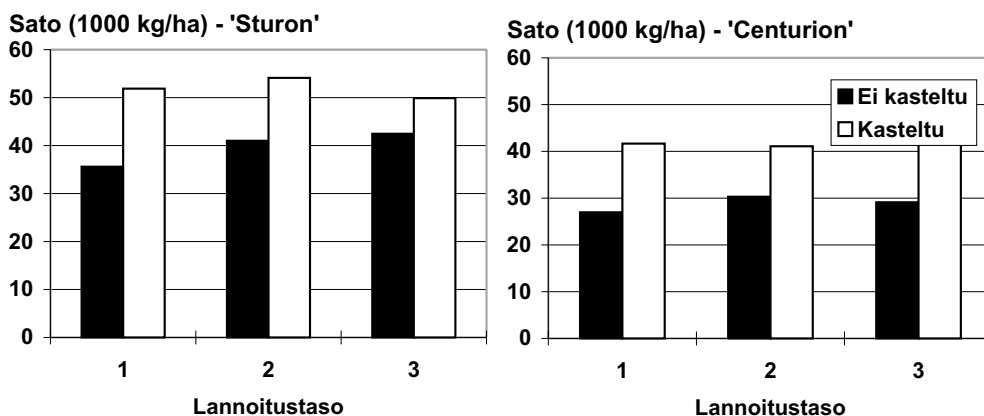
**Taulukko 15.** Sipulin kastelu- ja lannoituskokeen koejärjestelyt vuosina 1995-96.

	Vuosi		
	1995	1996	
Pääruutu	Kastelu mm		
K = kastelu	3 x 15	15	
E = ei kastelua	0	0	
Osaruutu	Lannoitustaso N-P-K, kg/ha		Lannoite
1	50-35-70	50-35-70	Puutarhan Y 1 500 kg/ha
2	100-53-130	100-53-130	Puutarhan Y 1 750 kg/ha + NK-lannos 192 kg/ha
3	125-70-165	150-70-190	Puutarhan Y 1 1000 kg/ha + NK-lannos 192 kg/ha (-96 2 kertaa)
Osa-osaruutu	Lajike (vain v. 1995)		
	'Sturon'		
	'Centurion'		

dossa. Kasvusto olikin jo ensimmäisenä korjuupäivänä hyvin tuleentunut. Tulokset on tässä esitetty korjuupäivien mittausten keskiarvona. Kastelu lisäsi satoa keskimäärin noin 10 tonnia/ha (Kuva 41) ( $p=0,015$ ). Sipuleiden keskipainoa kastelu lisäsi Sturon-lajikkeella noin 30 grammaa ja Centurion-lajikkeella noin 25 grammaa (Taulukko 16). Lannoituksella ei ollut vaikutusta satoon ( $p=0,718$ ). Lajikkeista 'Sturon' tuotti keskimäärin 10 tonnia suuremman hehtaarisadon kuin 'Centurion' ( $p<0,001$ ).

Myös vuonna 1996 kastelu lisäsi kokonaissatoa noin 5 tonnia/ha ( $p=0,024$ ) ja sipuleiden keskipainoa noin 10 grammaa

huolimatta siitä, että koeruudut kasteltiin vain kerran elokuun alussa (Kuva 42, Taulukko 17). Sen sijaan lannoituksen lisääminen alimmasta tasosta ei kovin paljon vaikuttanut kokonaissadon määrään ( $p=0,056$ , Kuva 42), vaikka maan liukoinen tyyppi oli mittausten mukaan vähissä ennen viimeistä lisälannoitusta, joka annettiin vain korkeimmalle lannoitustasolle (Taulukko 18). Eniten lannoitettujen sipuleiden keskipaino oli 10–15 grammaa suurempi kuin vähiten lannoitettujen sipuleiden keskipaino (Taulukko 17). Satomäärät olivat kaikissa käsittelyissä korkeat, noin 45–50 tonnia/ha.



Kuva 41. Sipulin kokonaissato kastelu- ja lannoituskokeessa vuonna 1995.

#### Kasvuston kehitysvaihe sadonkorjuun aikaan

Vuoden 1995 kokeessa kuivuus nopeutti tuleentumista, joten kastellut ruudut säilyivät pidempään kasvussa (Kuva 43). Kastelun vaikutus ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä ( $p=0,153$ ). Myös lannoitus vaikutti tuleentumisen ajoittumiseen ( $p=0,001$ ): eniten lannoitetut ruudut alkoivat tuleentua ensimmäisenä ja niiden tuleentuminen eteni nopeimmin, vähiten lannoitettujen sipuleiden tuleentuminen alkoi myöhemmin. Centurion-lajike alkoi tuleentua 'Sturonia' myöhemmin ( $p<0,001$ ). Molempien lajikkeiden tuleentuminen eteni kuitenkin nopeasti, ja korjuupäivinä lehdet olivat jo lähes kuivuneet. Kuivauksen aikainen painon menetys vaihteli 9 ja 14 %:n välillä (Taulukko 16). Kasteltujen sipuleiden naatisto oli sadonkorjuun aikaan hieman rehevämpi kuin kastelemattomien ruutujen naatisto, joten niiden kuivauksessa vettä haihtui hieman enemmän.

Vuonna 1996 kastelu ei vaikuttanut merkitsevästi tuleentumiseen ( $p=0,266$ ). Sen sijaan lannoituskäsittelyt tuleentuivat eri nopeudella ( $p=0,014$ ). Runsaimmin lannoitetut ruudut tuleentuivat nopeimmin (Kuva 44), mutta ero muihin käsittelyihin oli vain muutamia päiviä. Kahden alemman lannoitustason välillä ei ollut eroja tuleentumisen etenemisessä.

Lannoituksen vaikutus näkyi vuonna 1996 mitatussa lehtien ja sipuliosan suhteessa (Taulukko 17). Lisälannoitetuissa koejäsenissä naatit olivat sadonkorjuun aikaan rehevämpiä, jolloin sipulin ja lehtien tuorepainosuhte oli alhaisempi kuin niukasti lannoitetuilla sipuleilla. Vähiten lannoitettujen sipuleiden lehtien kuiva-ainepitoisuus oli kuitenkin korkein, joten kuivapainon perusteella lasketussa sipulin ja naattien painosuhteessa ei ollut eroja käsittelyiden välillä. Lannoituksen vaikutus naattien rehevyyteen tuli ilmi myös mitattaessa kuivauksen aikainen painon menetys: suurimmassa lannoituskäsittelyssä naatteineen kuivattujen sipuleiden paino väheni noin 12 %, kun pienimmän lannoituksen saaneiden sipuleiden paino väheni 8-9 % 16 vuorokauden kuivauksen aikana. Korjuuhetkellä kasvusto oli jo täysin tuleentunut. Kastelu ei vaikuttanut kuivauksen aikaiseen painon menetykseen tai sipulin ja lehtien tuorepainojen suhteeseen, mutta sen sijaan se nosti kuivapainon mukaan laskettua painosuhdetta.

#### Kuiva-aine- ja typpipitoisuudet

Sipulin kuiva-ainepitoisuuteen kastelu ja lannoitus eivät vaikuttaneet kumpanakaan koevuonna (Taulukot 16–17). Vuonna 1995 Centurion-lajikkeen kuiva-ainepitoi-

**Taulukko 16.** Sipulin keskipaino, kuivauksen aikainen painonmenetys ja sipulin kuiva-ainepitoisuus kuivauksen jälkeen kastelu- ja lannoituskokeessa vuonna 1995. Luvut ovat keskiarvoja kahden korjuukerran mittauksista.

Kastelu	Lannoitus	Keski- paino g	Kuivaus- hävikki %	Sipulin kuiva- ainepitoisuus %
'Sturon'				
Ei	1	77	11	15,1
	2	85	11	14,9
	3	85	11	14,6
Kyllä	1	107	13	14,6
	2	107	16	14,7
	3	113	13	15,3
'Centurion'				
Ei	1	57	13	15,7
	2	65	9	15,5
	3	62	11	15,5
Kyllä	1	87	13	16,3
	2	86	14	15,7
	3	84	14	16,1
P-arvot				
Kastelu (K)		0,013	0,056	0,231
Lannoitus (L)		0,739	0,970	0,595
K*L		0,406	0,320	0,275
Lajike (Lj)		< 0,001	0,716	< 0,001
K*Lj		0,282	0,635	0,164
L*Lj		0,558	0,418	0,563
K*L*Lj		0,875	0,767	0,281

suus oli merkitsevästi korkeampi kuin Sturon-lajikkeen kuiva-ainepitoisuus.

Sipulin ja naattien typpipitoisuus mitattiin vuonna 1995 sadon kuivauksen jälkeen (Kuva 45). Naattien typpipitoisuuteen, joka oli alhainen, käsittelyt eivät vaikuttaneet ( $p < 0,10$ ). Sipulin typpipitoisuus sen sijaan vaihteli eri koejäsenissä: kastelemattomien ruutujen sipulien typpipitoisuus oli keskimäärin korkeampi kuin kasteltujen ruutujen pitoisuus ( $p = 0,043$ ). Centurion-lajikkeen pitoisuus oli hieman Sturon-lajikkeen pitoisuutta korkeampi ( $p = 0,020$ ) ja vähiten lannoitettujen sipuleiden typpipitoisuus oli muita alhaisempi ( $p = 0,002$ ).

### Varastokestävyys

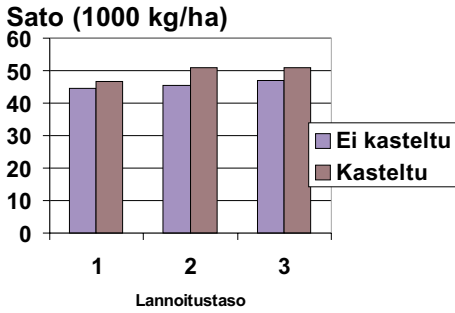
#### 1995

Vuoden 1995 sipulit säilyivät varastossa keskimäärin hyvin, mutta varastoilman lii-

ka kosteus aiheutti juurten muodostumista maalisi- ja toukokuussa analysoituihin varastoeriin (Taulukko 19). Varastotauteja esiintyi runsaammin vasta toukokuussa, jolloin lähinnä harmaahome oli pilannut 10-20 % varastoon viedyistä sipuleista.

Eri korjuupäivien tulokset käsiteltiin erikseen. Jälkimmäisen korjuupäivän sipuleiden painohävikki oli suurempi kuin ensimmäisen korjuukerran sipuleiden, mutta tauteja esiintyi myöhemmin korjatuissa sipuleissa vähemmän.

Lannoituskäsittelyt eivät lainkaan vaikuttaneet paino- tai kokonaishävikkiin, tautien runsauteen tai juurtumiseen ( $p < 0,10$ ), joten tulokset on esitetty taulukossa 19 lannoituskäsittelyiden keskiarvona. Kastelu vaikutti ainoastaan painohävikkiin: kesän aikana sadetettujen sipuleiden varastoinnin aikainen painohävikki oli pienempi kuin kastelemattomien. Tämä saattaa johtua kasteltujen sipuleiden suuremmasta koosta.



**Kuva 42.** Sipulin ('Sturon') kokonaissato kastelu- ja lannoituskokeessa vuonna 1996.

Eniten varastointitulokseen vaikutti lajike: Sturon-lajikkeen painohävikki oli pienempi kuin Centurion-lajikkeen, eivätkä 'Sturonin' sipulit muodostaneet yhtä herkästi uusia juuria. Tautien esiintymisessä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja lajikkeiden välillä.

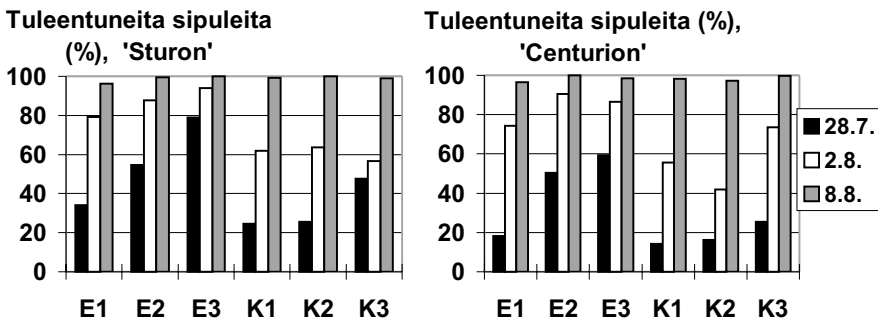
Varastoinnin jälkeisissä kaupparekistävyysskokeissa painohävikki oli neljän viikon aikana Sturon-lajikkeella pienempi kuin Centurion-lajikkeella (Taulukko 20). Lisäksi kasteltujen sipuleiden painohävikki oli pienempi kuin kastelemattomien ruutujen sadon. Lannoitus ei vaikuttanut painohävikkiin. Juurtumista esiintyi maaliskuun varastoerässä, mutta käsittelyt eivät vaikuttaneet juurten muodostumiseen. Tauteja ilmaantui sipuleihin hyvin vähän kaupparekistävyysskokeiden aikana: Centurion-lajikkeessa vain muutama sipuliin, Sturon-lajikkeeseen hieman enemmän.

1996

Vuonna 1996 sipulit säilyivät vielä edellisvuotista paremmin, mutta jälleen ongelmana oli varastoilman liika kosteus ja sen myötä juurten kehittyminen sipuleihin (Taulukko 21). Varastotauteja esiintyi vain muutamissa yksittäisissä sipuleissa toukokuussa. Sipulit siirrettiin varastoon heti kuivauksen jälkeen, jolloin mukana olivat kuivat naatit. Kuivauksen jälkeen naattien paino oli 3–4 % koko sipulin painosta. Painohävikki on laskettu prosentteina varastoon viedystä painosta, muu hävikki varastoinnin jälkeisestä painosta, jossa ei ole enää mukana naattien painoa.

Kastelu ei tänä vuonna vaikuttanut painohävikkiin (koealue kasteltiin vain kerran), mutta lannoituksen lisääminen vähensi varastoinnin aikaista painohävikkiä. Kahden suurimman lannoituskäsittelyn välillä ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Ilmiö liittyyneen jälleen siihen, että runsaammin lannoitetut sipulit olivat suurempikokoisia kuin vähemmän lannoitetut. Kastelu ei vaikuttanut sipuleiden juurtumisalttiuteen. Lannoituksen vaikutus oli erilainen eri kastelukäsittelyissä. Vähiten lannoitetut sipulit muodostivat vähiten juuria varastoinnin aikana. Kastelluissa sipuleissa oli toukokuussa juurtuneita eniten suurimman lannoituksen saaneissa sipuleissa.

Kaupparekistävyysskokeissa kastelu- ja lannoituskäsittelyt eivät vaikuttaneet sipu-

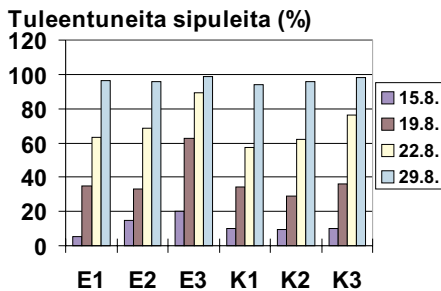


**Kuva 43.** Tuleentuneiden sipuleiden osuus kastelu- ja lannoituskäsittelyissä (E = ei kastelua, K = kastelu; 1, 2, 3 = lannoitustasot) eri päivinä vuonna 1995.

**Taulukko 17.** Sipulin ('Sturon') keskipaino kuivauksen jälkeen, kuivauksen aikainen painonmenetys, sipulin ja lehtien painosuhte ja kuiva-ainepitoisuudet korjuuhetkellä kastelu- ja lannoituskokeissa vuonna 1996.

Kastelu	Lannoitus	Keski-paino g	Kuivaus-hävikki %	Sipuli/lehdet -suhde		Lehtien paino % kok.p.	Kuiva-ainepitoisuus	
				Tuore-paino	Kuiva-paino		lehdet %	sipuli %
Ei	1	123	8	14,3	7,5	6,3	29,5	15,4
	2	127	9	12,8	7,7	7,6	25,2	15,3
	3	133	12	9,0	6,6	10,5	20,1	14,6
Kyllä	1	128	9	18,2	10,1	5,4	28,7	15,6
	2	145	11	7,6	7,3	12,2	15,1	14,7
	3	143	12	13,5	8,3	7,1	23,3	14,3
P-arvot	Kastelu (K)	0,047	0,397	0,621	0,029	0,946	0,417	0,209
	Lannoitus (L)	0,026	< 0,001	0,005	0,143	0,004	0,016	0,271
	K*L	0,361	0,264	0,016	0,147	0,002	0,085	0,652

leiden hävikkiin neljän viikon aikana 17 °C:ssa (Taulukko 22). Neljän viikon aikana sipuleiden painohävikki oli tammi- ja maaliskuun erissä 3–4 %, toukokuussa 4–4,5 %. Sipuleista alkoi versoa tammikuun varastoerässä 5–11 %, maaliskuun erässä 4–15 % ja toukokuun erässä 25–45 %. Tauteja ei sipuleihin juurikaan ilmaantunut. Juurten muodostuminen oli ongelma varsinkin maaliskuun varastoerässä, mutta ei toukokuussa, jolloin varastoilma oli ilmeisesti kuivempi. Toukokuussa sipulit alkoivat myös nahistua. Eri aikoina tehtyjen kaupakestävyyskokeiden välisiin eroihin saattoivat kuitenkin vaikuttaa erot koeoloissa.



**Kuva 44.** Tuleentuneiden sipuleiden ('Sturon') osuus kastelu- ja lannoituskäsittelyissä (E = ei kastelua, K = kastelu; 1, 2, 3 = lannoitustasot) eri päivinä vuonna 1996.

### 5.2.3 Tulosten tarkastelu

#### Sadon määrä

Lannoituksen vaikutus sipulin satoon osoitautui kokeissa melko vähäiseksi. Toisena vuonna lannoituksen lisäyksestä ei ollut lainkaan hyötyä, seuraavana vuonnakin varsin vähän, vaikka maassa oli niukasti liukoista typpeä heinäkuussa molempina vuosina. Kastelu sen sijaan lisäsi satoa selvästi molempina vuosina ja tehosti myös ravinteiden hyväksikäyttöä. Lämmin loppukesä mahdollisti ilmeisesti typen vapautumisen maan orgaanisesta aineksesta, jolloin kasvien typen tarve tuli tyydytettyä niukemmalakin lannoituksella. Myöskään Auran (1985) tutkimuksessa sato ei lisääntynyt, kun typpilannoitusta lisättiin tasosta 50 kg/ha tasolle 100 tai 150 kg/ha.

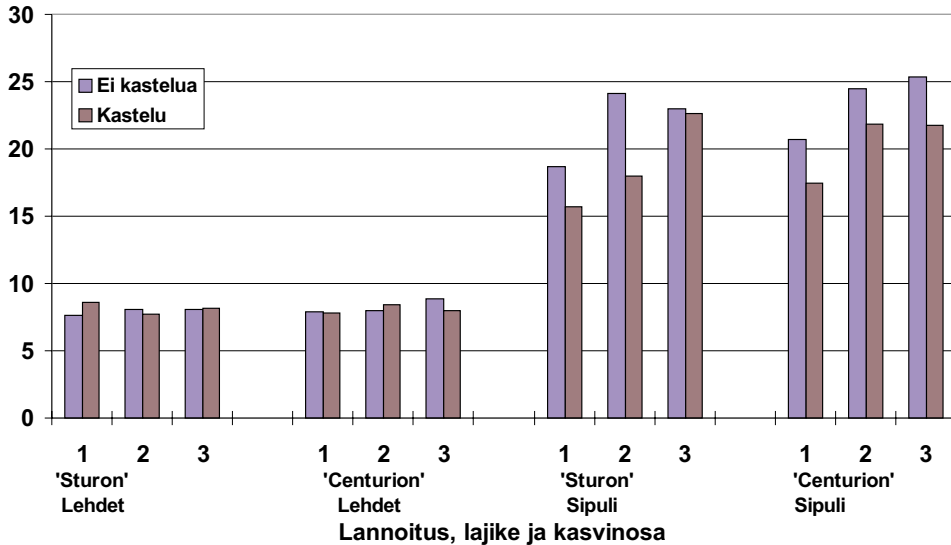
Kuivuus nopeutti tuleentumista etenkin vuonna 1995, jolloin kasteltu kasvusto säilyi pidempään vihreänä. Tämä saattoi selittää osan kastelun aiheuttamasta sadonlängästä. Eniten lannoitetut ruudut alkoivat tuleentua aikaisemmin, mutta erot käsittelyjen välillä olivat vain muutamia päiviä.



**Taulukko 18.** Sipulipellon liukoisen tyypin määrä 30 cm:n kerroksessa kastelu- ja lannoitus-kokeessa vuosina 1995-96.

		Typeä (kg/ha)							
		1995				1996			
Kastelu	Lannoitus	11.5.	28.6.	13.7.	22.8.	9.5.	6.6.	1.7.	11.7.
Ei	1	14	32	14	14	12	100	70	13
	2	14	69	73	64	12	75	70	30
	3	14	93	69	61	12	100	71	42
Kyllä	1	24	60	14	14	12	88	47	2
	2	24	54	65	14	12	88	102	13
	3	24	96	69	62	12	88	77	30

### Typipitoisuus (mg/g kuiva-ainetta)



**Kuva 45.** Lehtien ja sipuliosan tyypipitoisuus kuivauksen jälkeen kastelu- ja lannoituskokeessa vuonna 1995 (1, 2, 3 = lannoitustasot).

Runsasampi lannoitus näkyi sipulien korkeampana tyypipitoisuutena ja vuonna 1996 rehevänä lehdistönä ja suurempana kuivaushävikkinä. Lehtien tyypipitoisuuden lannoitus ja kastelu eivät vaikuttaneet. Lehtien alhainen tyypipitoisuus johtunee myöhäisestä sadonkorjuuajasta, sillä korjuuhetkellä lehdet olivat jo pitkälle kuivuneet.

Koetekijöillä ei ollut merkittävää vaikutusta sipuleiden varastokestävyyteen. Samaa tulokseen on päädytty myös monissa

muissa lannoitus- ja kastelukokeissa (mm. Kepka & Sypien 1971, Dragland 1975, Rieckels 1977, Tahvonon 1981, Aura 1985). Vuoden 1995 sadossa kasteltujen sipuleiden painohävikki oli pienempi kuin kastelemattomien, vuonna 1996 lannoituksen lisääminen vähensi painohävikkiä. Ilmiö näyttää liittyvän sipulin kokoon: suuremmasta sipulista haihdunta on pienempää. Varastotauteja kokeissa ei juuri ilmennyt.

**Taulukko 19.** Sipulin varastointitulokset kastelu- ja lannoituskokeessa vuonna 1995-96 eri analysikertoina (TA = tammikuu, MA = maaliskuu, TO = toukokuu). Tulokset ovat keskiarvoja eri lannoituskäsittelyistä ja esitetty prosentteina varastoon viedystä painosta. Varastointiajan ja käsittelyiden välisistä yhdysvaikutuksista on esitetty ainoastaan tilastollisesti merkitsevät p-arvot.

Lajike	Korjuu	Kastelu	Painohävikki			Myyntikelpoisia			Juurtuneita			Varastotautien pilaamia		
			TA	MA	TO	TA	MA	TO	TA	MA	TO	TA	MA	TO
'Sturon'	1	Ei	2,1	3,2	4,7	98	59	40	0	35	35	0	3	20
		Kyllä	2,1	2,8	4,3	98	58	34	0	34	40	0	5	22
	2	Ei	2,5	3,8	5,4	97	70	38	0	22	41	0	3	15
		Kyllä	2,4	3,5	5,0	97	79	36	0	17	47	1	1	12
'Centurion'	1	Ei	2,3	3,6	5,4	97	48	24	0	46	43	0	3	21
		Kyllä	2,0	3,3	4,8	98	52	23	0	44	57	0	1	16
	2	Ei	2,8	4,1	5,9	97	60	27	0	35	58	0	1	10
		Kyllä	2,4	3,7	5,1	98	61	32	0	36	52	0	0	11
P-arvot			1. korjuu	2. korjuu	1. korjuu	2. korjuu	1. korjuu	2. korjuu	1. korjuu	2. korjuu	1. korjuu	2. korjuu		
			Kastelu (K)	0,036	0,026	0,876	0,362	0,332	0,763	0,597	0,645			
			Lannoitus (L)	0,767	0,794	0,742	0,681	0,499	0,972	0,302	0,539			
			K*L	0,383	0,598	0,344	0,821	0,441	0,992	0,530	0,874			
			Lajike (Lj)	0,002	0,036	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,188	0,142			
			K*Lj	0,335	0,227	0,402	0,947	0,456	0,543	0,140	0,368			
			L*Lj	0,150	0,280	0,565	0,364	0,386	0,531	0,850	0,784			
			K*L*Lj	0,259	0,201	0,657	0,173	0,209	0,408	0,900	0,196			
			Varast.aika (V)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001			
			Lj*V	0,043		0,017	0,008	0,013	0,003					
			K*L*Lj*V						0,033					

## 5.3 Sadonkorjuun ajoittuminen

### 5.3.1 Aineisto ja menetelmät

Sipulin korjuuajan vaikutusta satoon ja sadon varastokestävytyteen tutkittiin vuonna 1996 puutarhatuotannon tutkimuslaitoksella tehdyssä kenttäkokeessa sekä kahdella tilalla ja Hämeen tutkimusasemalla tehdyissä kokeissa. Piikkiön kokeessa tutkittavina muuttujina olivat istutusaika ja korjuu-aika, muissa kokeissa ainoastaan korjuu-aika. Kaikissa kokeissa lajikkeena oli 'Sturon'. Tutkimusasema on käsitelty tuloksissa yhtenä tilana, koska koejärjestelyt olivat kaikkialla samat.

#### 5.3.1.1 Piikkiön koe

Piikkiön kokeen istutusajat olivat 14.5., 23.5. ja 3.6. Kokeessa istutusaika oli pääruututekijä ja korjuu-aika osaruututekijä. Koe järjestettiin satunnaistettujen täydellisten lohkojen kokeena, jossa oli neljä lohkoa. Sipulit istutettiin käsin 7,5 cm:n etäisyyksille. Riviväli oli 25 cm.

Sipuleiden kasvua seurattiin kasvukauden aikana ja korjuupäivinä 10 päivän välein. Tässä esitetään tulokset ainoastaan korjuupäiviltä. Näytteeksi otettiin kolme sipulia joka korjuuruudusta eli 18 sipulia jokaisesta istutusruudusta. Sipuleista mitattiin lehtien ja sipuliosan tuore- ja kuivapainot. Lisäksi sadonkorjuupäivien näytteistä määritettiin sipulin liukoinen kuiva-aine ja fruktoosin, glukoosin ja sakkaroosin pitoi-

**Taulukko 20.** Sipuleiden säilyminen kaupakestävyysskoikeissa vuonna 1995-96 eri analysikertoina (TA = tammikuu, MA = maaliskuu). Tulokset on esitetty prosentteina alkupainosta ja keskiarvoina eri lannoituskäsittelyistä. Varastointiajan ja käsittelyiden välisistä yhdysvaikutuksista on esitetty ainoastaan tilastollisesti mer-

Lajike	Korjuu	Kastelu	Painohävikki		Myyntikelpoisia		Juurtuneita		Tautien pilaamia		
			TA	MA	TA	MA	TA	MA	TA	MA	
'Sturon'	1	Ei	3,1	3,8	94	88	0	8	3	0	
		Kyllä	2,9	3,2	97	85	0	11	0	1	
	2	Ei	3,2	4,1	95	84	0	6	<1	5	
		Kyllä	2,9	3,6	96	86	0	5	<1	6	
'Centurion'1		Ei	3,7	4,5	96	87	0	9	0	0	
		Kyllä	3,2	4,3	97	92	0	4	0	0	
	2	Ei	3,6	4,6	96	88	0	7	<1	0	
		Kyllä	3,3	4,4	96	88	0	7	<1	0	
P-arvot			1. korjuu	2. korjuu	1. korjuu	2. korjuu	1. korjuu	2. korjuu			
			Kastelu (K)	0,035	0,040	0,508	0,626	0,826	0,989		
			Lannoitus (L)	0,895	0,067	0,176	0,112	0,133	0,300		
			K*L	0,481	0,738	0,225	0,550	0,133	0,860		
			Lajike (Lj)	<0,001	<0,001	0,155	0,294	0,210	0,589		
			K*Lj	0,745	0,420	0,289	0,757	0,165	0,676		
			L*Lj	0,369	0,559	0,796	0,274	0,723	0,280		
			K*L*Lj	0,464	0,372	0,974	0,726	0,834	0,273		
			Varast.aika (V)	0,006	<0,001	0,014	0,008	0,014	0,019		
			Lj*V	0,004							

**Taulukko 21.** Sipulin ('Sturon') varastointitulokset vuonna 1996-97 eri analysikertoina (TA = tammikuu, MA = maaliskuu, TO = toukokuu). Tautien pilaamat osuudet ja myyntikelpoisten sipuleiden osuudet puuttuvat maaliskuulta. Painohävikki on esitetty prosentteina varastoon viedystä painosta, muut osuudet varastoinnin jälkeisestä painosta.

Kastelu	Lannoitus	Painohävikki			Myyntikelpoisia		Juurtuneita sipuleita			Varastotautien pilaamia		
		TA	MA	TO	TA	TO	TA	MA	TO	TA	TO	
Ei	1	3,2	4,6	6,0	99	41	0	4	57	0	1	
	2	2,9	4,3	5,4	100	35	0	17	65	0	0	
	3	2,7	4,1	5,1	100	40	0	3	60	0	0	
Kyllä	1	3,3	4,4	5,6	99	57	0	0	42	0	1	
	2	3,0	4,4	5,4	100	37	0	11	63	0	0	
	3	2,7	4,2	5,2	100	34	0	4	66	0	0	
P-arvot		Kastelu (K)			0,992	0,381		0,352				
		Lannoitus (L)			0,007	0,003		<0,001				
		K*L			0,596	0,012		0,032				
		Varast.aika (V)			<0,001	<0,001						
		K*V			0,882	0,409		0,734				
		L*V			0,885	0,001		<0,001				
		K*L*V			0,883	0,017		0,059				

**Taulukko 22.** Sipulin ('Sturon') kauppakestävyyskokeiden tulokset kevättalvella 1997 eri analyysikertoina (TA = tammikuu, MA = maaliskuu, TO = toukokuu).

Kastelu	Lannoitus	Painohävikki %			Myyntikelpoisia %			Juurtuneita %			Tautien pilaamia %			Versoneita %		
		TA	MA	TO	TA	MA	TO	TA	MA	TO	TA	MA	TO	TA	MA	TO
Ei	1	3,9	3,2	4,2	90	47	50	0	46	0	<1	0	0	6	4	29
	2	3,6	3,9	4,5	88	60	43	0	30	0	0	0	0	8	5	31
	3	3,7	3,7	4,3	90	54	43	0	40	0	1	0	0	5	5	34
Kyllä	1	3,9	3,6	4,1	85	68	51	0	14	0	<1	0	<0	11	15	27
	2	3,5	4,0	4,4	87	62	40	0	18	0	0	0	0	9	15	37
	3	3,1	3,7	4,6	91	51	35	0	40	0	0	2	0	6	6	46
P-arvot Kastelu (K)		0,894			0,840			0,157*			0,115					
Lannoitus (L)		0,567			0,529			0,281			0,653					
K*L		0,843			0,489			0,283			0,984					
Varast.aika (V)		0,003			<0,001						<0,001					
K*V		0,180			0,252						0,505					
L*V		0,005			0,194						0,021					
K*L*V		0,349			0,341						0,148					

\* Vain maaliskuun tulokset mukana analyysissä.

suudet. Tuleentumista seurattiin kaksi kertaa viikossa 8.8. alkaen laskemalla kuhunkin istutusruutuun merkityltä alueelta niiden sipuleiden osuus, joiden niska oli taittunut.

Sato korjattiin kuivattavaksi ja varastoon kuutena kertana elo-syyskuussa 10-11 päivän välein. Satomäärä laskettiin 4-5 m<sup>2</sup>:n alalta korjatuista sipuleista (tarkka pinta-ala mitattiin erikseen joka ruudusta). Sipulit kuivattiin, kunnes naatit ja sipulin kaulaosat olivat täysin kuivat. Kuivauksen kesto vaihteli eri korjuupäivien sadossa 14 ja 24 vuorokauden välillä. Siirrettäessä sipulit varastoon laskettiin kuivauksen aikainen painonmenetys. Varastokestävyys analysoitiin tammi-, maalisi- ja toukokuussa. Lisäksi tutkittiin jokaisen varastoerän kauppakestävyys kylmävarastoinnin jälkeen.

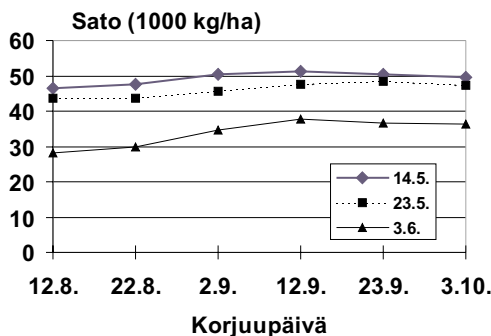
### 5.3.1.2 Tilakokeet

Vuonna 1996 korjuuaikakokeita tehtiin lisäksi Hämeen tutkimusasemalla Pälkäneellä ja kahdella sipulitilalla, jotka sijaitsivat Laitilassa ja Lappi Tl:ssä. Tilat on merkitty tuloksia esiteltäessä kirjaimilla A-C. Koealueet merkittiin tavanomaiseen ta-

paan viljellyille pelloille. Yksi korjuuruutu oli yhden penkin levyinen, ja niin pitkä, että siitä saatiin tarvittava määrä sipuleita (koko vaihteli koepaikoittain). Korjuupäiviä oli neljä: 13.8., 27.8., 11.9. ja 24.–25.9. Koe tehtiin joka koepaikalla satunnaistettujen lohkojen kokeena, jossa oli kolme lohkoa.

Sadonkorjuun yhteydessä havainnoitiin tuleentumisaste eli kuinka suuri osuus ruudun sipuleista oli siinä vaiheessa, että niiden kaula oli taittunut. Ruudun sato jaettiin kolmeen varastoerään, joiden paino punnittiin ennen ja jälkeen kuivauksen. Lisäksi joka ruudusta otettiin kymmenen sipulin näyte, josta mitattiin lehtien ja sipuliosan tuore- ja kuivapainot. Lisäksi sipuliosasta mitattiin liukaisen kuiva-aineen pitoisuus ja pakastettiin näyte liukoisten sokereiden määrittämiseksi.

Korjuusää oli kahtena ensimmäisenä korjuupäivänä aurinkoinen ja lämmin, seuraavilla kerroilla pilvipoutainen. Kolmannen korjuupäivän sato korjattiin yöpakkasista kohmeisena yhdellä tilalla.



**Kuva 46.** Eri aikaan istutettujen ja korjattujen sipulien kokonaissato vuonna 1996.

### 5.3.2 Tulokset

#### 5.3.2.1 Piikkiön koe

##### Sadon määrä ja kuivaustarve

Sipulin hehtaarisato oli sitä suurempi, mitä aiemmin sipulit oli istutettu ( $p=0,042$ , Kuva 46). Ensimmäisen istutusajan sato kuivauksen jälkeen oli kaikkien korjuuaikojen keskiarvona laskettuna noin 49 tonnia, toisen istutusajan sato 46 tonnia ja kolmannen istutusajan sato 34 tonnia hehtaarilla. Etenkin kolmas istutusaika erosi siis muita heikompana. Sadon määrä kasvoi korjuukaudella noin kolmanteen korjuukertaan (2.9.) asti ( $p<0,001$ ). Kasvu jatkui eri istutuserissä yhtä kauan, sillä istutus- ja korjuuajan yhdysvaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevää ( $p=0,758$ ). Kesäkuun puolella istutetut sipulit eivät siis pystyneet hyödyntämään syksyn kasvuaikaa sen pidempään kuin 11 tai 20 päivää aiemmin istutetut sipulit.

Sipuleiden keskipainoon istutusaika ( $p=0,034$ ) ja korjuuaika ( $p<0,001$ ) vaikuttivat kuten hehtaarisatoonkin. Ensimmäisen istutuserän sadossa keskipaino oli 94 grammaa, toisessa 90 grammaa ja kolmannessa 66 grammaa. Keskipaino kasvoi tilas-

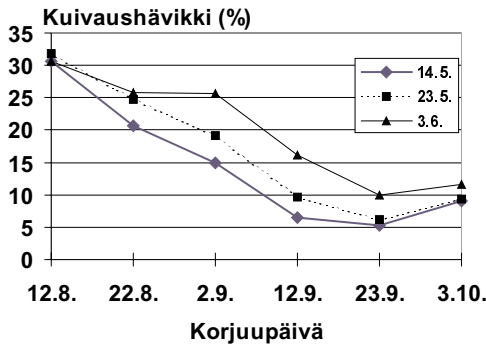
tollisesti merkitsevästi kolmanteen korjuukertaan asti.

Kuivauksen aikainen painon menetys vaihteli istutus- ja korjuuajoittain (Kuva 47). Keskimäärin kuivaushävikki oli sitä suurempi, mitä myöhemmin sipulit oli istutettu ( $p=0,020$ ). Korjuun viivästyessä painohävikki laski toiseksi viimeiseen korjuukertaan (23.9.) asti ( $p<0,001$ ). Viimeisellä korjuukerralla kuivaushävikki oli jälleen hieman suurempi, koska sipulit olivat sadonkorjuun aikaan sateesta märkiä. Myös istutus- ja korjuuajan välinen yhdysvaikutus oli tilastollisesti merkitsevää ( $p<0,001$ ). Tämä johtuu siitä, että vaikka ensimmäisillä korjuukerroilla kaikkien istutuserien kuivaushävikki oli likimain sama, korjuukauden lopulla viimeisen istutuserän sipulit olivat tuoreempia ja niiden kuivauksessa haihtui enemmän vettä kuin muiden istutuserien satoa kuivattaessa.

Varastoinnin jälkeisen lajittelun yhteydessä laskettiin kuivien lehtien ja irtokuorien osuus koko kasvin painosta. Lehtien osuus koko kasvin painosta oli kahden ensimmäisen istutuksen sadossa 4-6 % ja viimeisen istutuksen sadossa 5-7 %.

##### Kasvuston kehitysvaihe sadonkorjuupäivinä

Istutusaika vaikutti merkitsevästi sipuleiden tuleentumiseen ( $p<0,001$ , Kuva 48). Tuleentuminen alkoi ensin aikaisimmassa istutuserässä ja viimeksi kesäkuun alussa istutetussa kasvustossa. Erot istutuserien välillä olivat kuitenkin vain muutamia päiviä, kun taas istutusaikojen välit olivat 9 ja 11 vuorokautta. Loppukesä oli hyvin lämmin ja kuiva, joten tuleentuminen eteni nopeasti kaikissa ruuduissa. Tuleentumisen alkamisesta (alle 10 % tuleentuneita) yli 90 %:n tuleentumiseen kului 10-15 vuorokautta. Ensimmäisen korjuun aikaan varhaisimman istutuskerran sipuleista oli tuleentunut 30 %, myöhempien istutusten sipuleista alle 10 %. Toisen korjuun aikaan tuleentuneita sipuleita oli ensimmäisessä istutuserässä jo 100 %, toisessa yli 90 % ja kol-

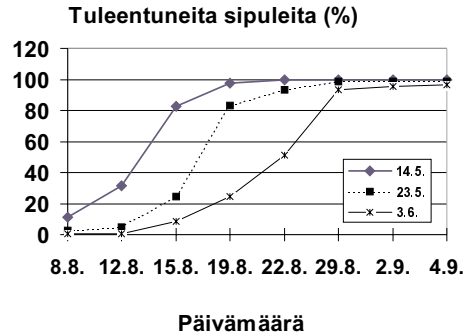


**Kuva 47.** Eri aikaan istutettujen ja korjattujen sipulien kuivaushävikki vuonna 1996.

mannessa 50 %. Kolmannella korjuukerralla sipulit olivat kaikissa ruuduissa täysin tuleentuneet.

Ensimmäisen sadonkorjuun aikaan lehtien tuorepaino oli noin 50 % koko kasvin painosta. Tämän jälkeen lehtien osuus väheni nopeasti; nopeimmin aikaisin istutetuissa sipuleissa (yhdyksvaikutus istutusaika\*korjuuaika,  $p=0,002$ ). Muina korjuupäivinä lehtien osuus kasvin kokonaispainosta oli suurin viimeisen istutuserän sipuleissa. Viimeisinä korjuupäivinä lehtien osuus koko kasvin painosta oli enää alle 10 %. Kuivaushävikki oli suorassa suhteessa lehtien osuuteen koko kasvin tuorepainosta: kun lehtien osuus tuorepainosta laski 10 %-yksikköä, kuivaushävikki pieneni 5–6 %-yksikköä.

Sipuleiden tuleentuminen ja lehdistön ränsistyminen etenivät istutusjärjestyksessä, mutta ajallisesti ero oli pienempi kuin istutusaikojen välinen aika. Ensimmäisenä sadonkorjuupäivänä istutuserien välillä ei ollut vielä eroja lehtien suhteellisessa osuudessa tai kuiva-ainepitoisuudessa. Aikaisin istutetuilla sipuleilla oli paitsi suurempi sipuliosa, myös rehevämpi lehdistö. Ensimmäisen korjuukerran jälkeen tuleentuminen eteni nopeimmin varhaisimmassa istutuserässä, jolloin tämän lehtien kuiva-ainepitoisuus nousi ja lehtien painon osuus koko kasvin painosta väheni muita istutuseriä nopeammin. Lehtien kuihtuessa tuleentumisen jälkeen niiden kuiva-ainepitoisuus nousi nopeasti ja oli enimmillään yli 50 %. Kui-



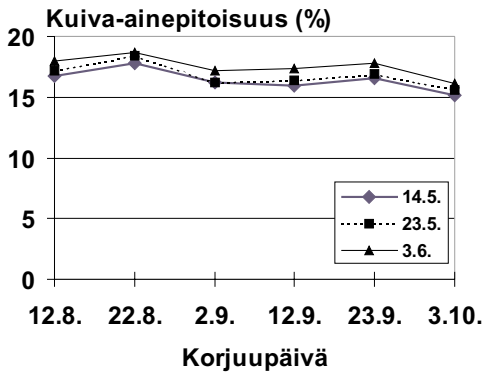
**Kuva 48.** Eri aikaan istutettujen sipuleiden tuleentuminen syksyllä 1996.

va-ainepitoisuus oli alin viimeisen istutuserän sipuleissa. Viimeisellä korjuukerralla kasvusto oli kosteahko ja lehtien kuiva-ainepitoisuus hieman alempi kuin edellisellä korjuukerralla.

#### Kuiva-aine- ja sokereipitoisuudet

Istutusaika vaikutti sipulin kuiva-ainepitoisuuteen korjuuhetkellä ( $p=0,003$ , Kuva 49). Pitoisuus oli korkein viimeisen istutuserän sipuleissa. Kahden varhaisemman istutuserän välinen ero ei ollut tilastollisesti merkitsevää. Kuiva-ainepitoisuus muuttui sadonkorjuukaudella kaikissa istutuserissä samansuuntaisesti. Kahden ensimmäisen korjuukerran välillä pitoisuus nousi, sitten laski ja pysyi suunnilleen ennallaan toiseksi viimeiseen korjuupäivään (23.9.) asti ja laski taas viimeiseen korjuuseen mennessä. Korjuukaudella suuntaus oli siis laskeva. Pitoisuudet olivat varsin korkeita, 15–18 %, mutta määrittystä tehtäessä sipuleista ei poistettu kuivia ulkokuoria. Liukoisen kuiva-aineen pitoisuuteen istutus- ( $p=0,113$ ) tai korjuuaika ( $p=0,152$ ) ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi, eli pitoisuus ei seurannut kuiva-ainepitoisuuden muutoksia (korrelaatiokerroin 0,49,  $p=0,04$ ).

Liukoisten sokereiden analyysituloksissa oli melko suurta vaihtelua (Kuva 50). Istutusaika ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi fruktoosi- ja glukoosipitoisuuksiin tai sokereiden yhteismäärään. Sen sijaan



**Kuva 49.** Sipuliosan kuiva-ainepitoisuus eri aikaan istutetuissa sipuleissa korjuukaudella 1996.

sakkaroosin pitoisuus sekä sakkaroosin ja monosakkaridien suhde olivat suurimmat varhaisimman istutuserän sipuleissa korjuuaikojen keskiarvona laskettuna. Sadonkorjuukaudella sipuleiden fruktoosipitoisuus nousi varsinkin syyskuussa. Samalla glukoosi- ja sakkaroosipitoisuudet, sokereiden kokonaismäärä sekä sakkaroosin ja muiden sokereiden suhde laskivat hieman. Mittausten välinen vaihtelu oli kuitenkin melko suurta, eikä sokeripitoisuus korreloinut kuiva-ainepitoisuuden ( $r=0,28$ ,  $p=0,27$ ) tai liukoisen kuiva-aineen kanssa ( $r=-0,05$ ,  $p=0,86$ ).

### Varastokestävyys

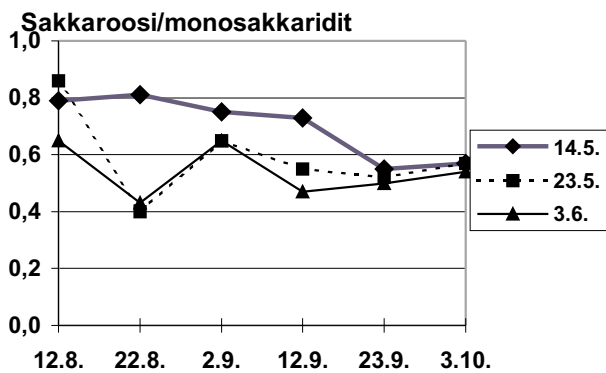
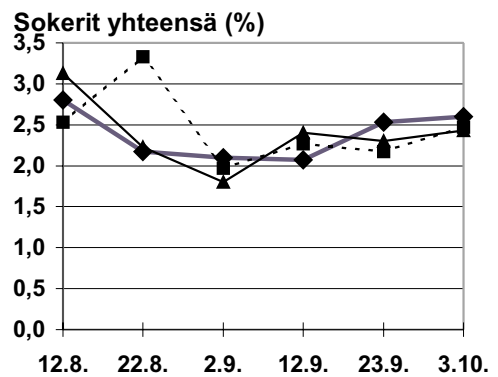
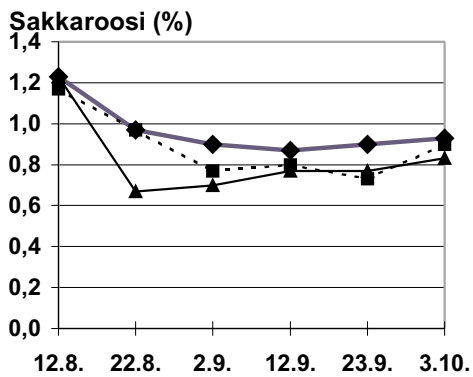
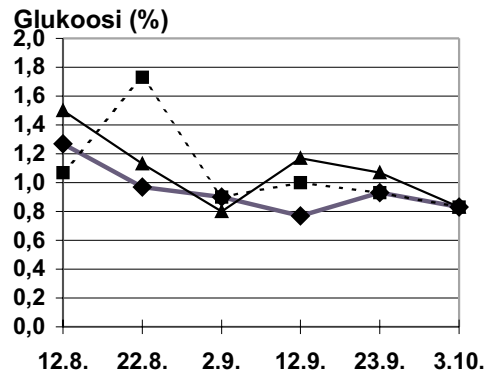
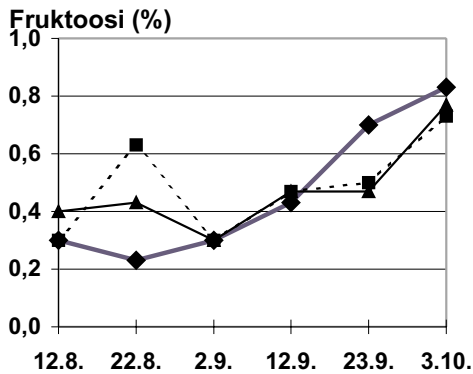
Sipuleiden varastoinnin aikainen painohävikki oli suurin viimeisen istutuserän sadossa (Taulukko 23), jonka sipulit olivat kooltaan pienimpiä. Myös korjuuaika vaikutti painohävikkiin: painohävikki oli suurin ensimmäisen ja viimeisen korjuukerran sadossa. Myös kolmannen korjuukerran (2.9.) sipuleiden painohävikki oli muita korkeampi. Vaikutus oli samansuuntainen eri aikaan istutetuissa erissä. Varastoinnin kuluessa painohävikki kasvoi tammi- ja maaliskuun välillä keskimäärin 0,5–1,2 %-yksikköä ja maalisi- ja toukokuun välillä 1,6–2,7 %-yksikköä, eli haihdunta kiihtyi varastokauden lopulla.

Suurin hävikin aiheuttaja varastointiko-keissa oli sipuleiden juurtuminen (Taulukko 23), joka johtui varastoilman liiasta kosteudesta. Istutus- tai korjuuajalla ei ollut vaikutusta juurtuneiden sipuleiden määrään. Varastotauteja sipuleihin ilmaantui hyvin vähän, eikä istutus- tai korjuuajojen välillä ollut eroja tautien esiintymisessä. Näin koetekijöillä ei ollut vaikutusta myöskään myyntikelpoisten sipuleiden kokonaismäärään (tai kokonaishävikkiin).

Myös kauppakestävyyskokeessa viimeisen istutuserän sipulit haihduttivat enemmän kuin aiemmin istutetut, suurikokoisemmat sipulit (Taulukko 24). Korjuuajan vaikutus painohävikkiin vaihteli istutusa-joittain: ensimmäisen istutuserän sadossa korjuukertojen väliset erot olivat varsin pienet, toisen istutuksen sadossa painohävikki oli ensimmäisen ja kahden viimeisen korjuukerran sadossa hieman muita suurempi, kolmannen istutuksen sadossa haihdunta oli suurinta ensimmäisillä korjuukerroilla ja laski sadonkorjuuta viivästettäessä. Mitä pidempään sipuleita oli varastoitu ennen kauppakestävyyskoetta, sitä suurempaa haihdunta oli.

Kauppakestävyyskokeessa sipuleiden juurtumista esiintyi vain maaliskuussa, jolloin juurtuneita oli eniten ensimmäisen ja viimeisen korjuukerran sadossa. Korjuuajan vaikutus oli samansuuntainen kaikkien istutuserien sipuleissa, eikä istutuserillä ollut keskimäärin eroa juurtumisherkkydessä. Varastotauteja esiintyi kauppakestävyysko-keiden sipuleissa hyvin satunnaisesti, eikä koetekijöillä ollut niihin vaikutusta.

17 °C:n varastoinnin aikana versoneiden sipuleiden määrä vaihteli istutus- ja korjuu-ajoittain. Eniten versomista esiintyi ensimmäisen istutuksen sadossa, vähiten viimeisen istutuksen sadossa. Korjuuajan vaikutus oli kaikissa istutuserissä samansuuntainen, mutta se vaihteli varastointiajoittain: tammikuun erässä versoneita sipuleita oli eniten kahden viimeisen korjuukerran sipuleissa, maalisi- ja toukokuun erissä ensimmäisen korjuukerran sipuleissa. Tammikuun erässä versoneiden sipuleiden osuus oli 0–15 %, maaliskuun erässä 2–15 % ja



**Kuva 50.** Liukoisten sokereiden pitoisuudet ja sakkaroosin ja monosakkaridien suhde eri aikaan istutetuissa ja korjatuissa sipuleissa vuonna 1996.

toukokuun erässä 14–60 %. Versomisaltiutus lisääntyi siis erityisesti maaliskuun ja toukokuun välisenä aikana.

Myyntikelpoisten sipuleiden kokonaismäärä 4 viikon jälkeen riippui sadonkorjuujasta, mutta istutusaikojen välillä ei ollut

eroja. Tammikuussa korjuukertojen väliset erot olivat vielä pienet, toisessa ja neljännessä korjuuerässä oli eniten myyntikelpoisia sipuleita. Maaliskuussa erot olivat jo suuremmat: heikoimmin olivat säilyneet ensimmäisen ja viimeisen korjuun sipulit.



**Taulukko 23.** Sipulin varastohävikki Piikkiön korjuuajakokeessa vuonna 1996-97 eri analyysikertoina (TA = tammikuu, MA = maaliskuu, TO = toukokuu). Painohävikki on laskettu prosentteina varastoon viedystä painosta, muut tulokset varastoinnin jälkeisestä painosta. Tautien pilaamien sipuleiden osuus ja sen myötä myyntikelpoisten sipuleiden määrä puuttuvat maaliskuulta.

Istutus- aika	Korjuu- aika	Painohävikki			Myyntikelpoisia		Juurtuneita sipuleita			Varastotautien pilaamia	
		TA	MA	TO	TA	TO	TA	MA	TO	TA	TO
14.5.	12.8.	2,4	3,3	4,7	100	33	0	7	66	<1	1
	22.8.	1,0	1,6	3,2	99	25	0	13	75	<1	4
	2.9.	1,8	2,8	4,6	100	48	0	<1	52	0	1
	12.9.	1,1	2,2	3,7	100	40	0	1	59	0	1
	23.9.	1,5	2,3	4,3	100	45	0	3	54	0	1
	3.10.	2,9	3,2	5,8	100	25	0	7	75	0	<1
23.5.	12.8.	2,8	3,6	5,3	100	41	0	13	59	0	1
	22.8.	1,4	1,8	3,3	100	45	0	5	54	<1	2
	2.9.	2,1	2,8	4,9	100	41	0	7	57	0	2
	12.9.	1,5	1,9	3,2	100	41	0	1	59	0	<1
	23.9.	1,6	2,3	3,9	100	28	0	4	72	<1	<1
	3.10.	2,9	3,0	5,2	100	35	0	5	65	<1	<1
3.6.	12.8.	3,1	4,6	6,6	98	27	0	19	72	2	1
	22.8.	1,6	2,7	4,8	97	33	0	13	64	3	3
	2.9.	1,6	3,5	4,9	100	32	0	6	68	0	<1
	12.9.	1,2	2,1	4,1	100	45	0	6	55	0	1
	23.9.	2,2	2,7	4,3	98	35	0	<1	62	2	3
	3.10.	3,3	4,2	7,5	100	39	0	0	61	0	0
P-arvot	Istutus (I)	0,009			0,531		0,636				
	Korjuu (K)	<0,001			0,340		0,069				
	I*K	0,215			0,109		0,067				
	Var.aika (V)	<0,001			<0,001		<0,001				
	I*V	0,172			0,771		0,848				
	K*V	0,011			0,518		0,252				
	I*K*V	0,195			0,153		0,314				

Myös toukokuussa erityisesti ensimmäisen ja myös kahden viimeisen korjuukerran sipulit olivat säilyneet muita heikommin.

### 5.3.2.2 Tilakokeet

#### Sadon määrä ja kuivaustarve

Sadon määrä vaihteli tiloittain ( $p < 0,001$ ) ja korjuuajoittain ( $p < 0,001$ ) (Kuva 51). Sadon kasvu loppui eri koepaikoilla eri aikaan (yhdyksivaikutus tila\*korjuu-aika,  $p < 0,001$ ). Tilalla A hehtaarisato ei enää kasvanut tilastollisesti merkitsevästi toisen korjuukerran (27.8.) jälkeen, tilalla B ei lainkaan korjuukaudella ja tilalla C kasvu jatkui viimeiseen

korjuukertaan asti. Sipulin keskipainon kasvu seuraili hehtaarisadon kasvua (Kuva 51). Erot kasvun päättymisen ajoittumisessa selittyvät kasvuston kehitysvaiheella: tilalla B kasvusto oli ensimmäisellä korjuukerralla tuleentunut jo noin 70 %:sesti, tilalla C tuleentumisaste oli viimeiselläkin korjuukerralla vasta 80–95 %. Kasvun päättymisen ajoittui suunnilleen siihen vaiheeseen, jossa kaikki sipulit olivat tuleentuneet mutta lehdistö ei vielä ollut kuivunut. Tilojen väliseen eroon hehtaarisadossa vaikuttanee erilainen kasvu-tiheys: tiloilla A ja B tiheys oli noin 20 kpl/m<sup>2</sup> ja tilalla C 2,5–kertainen eli noin 50 kpl/m<sup>2</sup>.

**Taulukko 24.** Sipulin kauppakestävyyskokeiden tulokset keväällä 1997 eri aikoina (TA = tammikuu, MA = maaliskuu, TO = toukokuu). Tulokset on laskettu prosentteina alkupainosta.

Istutus- aika	Korjuu- aika	Painohävikki			Myyntikelpoisia			Juurtuneita			Tautien pilaamia			Versoneita		
		TA	MA	TO	TA	MA	TO	TA	MA	TO	TA	MA	TO	TA	MA	TO
14.5.	12.8.	4,6	4,9	5,6	87	53	31	0	35	0	0	1	0	8	10	60
	22.8.	3,7	4,4	5,7	87	56	48	0	35	0	0	0	0	9	4	45
	2.9.	3,9	4,2	6,0	82	68	52	0	16	0	0	<1	0	13	12	36
	12.9.	3,7	4,7	5,8	89	61	41	0	23	0	0	4	0	8	5	44
	23.9.	3,8	5,2	6,1	83	59	33	0	28	0	<1	3	0	12	5	35
	3.10.	4,2	4,7	6,4	85	51	48	0	33	0	<1	0	0	12	10	39
23.5.	12.8.	4,7	4,9	5,0	90	42	44	0	39	0	<1	1	0	5	15	46
	22.8.	3,2	4,3	5,2	96	59	57	0	33	0	1	<1	0	0	4	36
	2.9.	3,5	4,6	5,1	88	61	61	0	31	0	<1	1	0	8	3	22
	12.9.	3,4	4,1	5,4	94	60	60	0	33	0	0	0	0	2	2	27
	23.9.	4,0	4,6	6,1	80	60	48	0	28	0	0	<1	1	14	7	37
	3.10.	4,1	4,8	6,5	83	44	55	0	45	0	0	0	10	14	5	21
3.6.	12.8.	5,9	6,2	7,5	90	53	40	0	32	0	1	2	3	4	12	43
	22.8.	4,6	4,4	7,3	95	69	64	0	25	0	0	0	0	0	1	14
	2.9.	4,1	5,4	8,3	94	58	65	0	34	0	0	0	0	2	2	19
	12.9.	3,8	4,6	5,8	93	73	62	0	19	0	1	1	0	2	3	20
	23.9.	4,3	4,1	5,2	90	63	68	0	31	0	0	0	0	6	2	14
	3.10.	4,3	5,3	6,1	92	45	49	0	44	0	0	<1	0	4	5	16
P-arvot	Istutus (I)	0,004			0,116			0,385*						0,006		
	Korjuu (K)	<0,001			<0,001			0,046						<0,001		
	I*K	<0,001			0,510			0,553						0,177		
	Var.aika (V)	<0,001			<0,001									<0,001		
	I*V	0,451			0,067									0,017		
	K*V	0,073			0,031									<0,001		
	I*K*V	0,110			0,745									0,564		

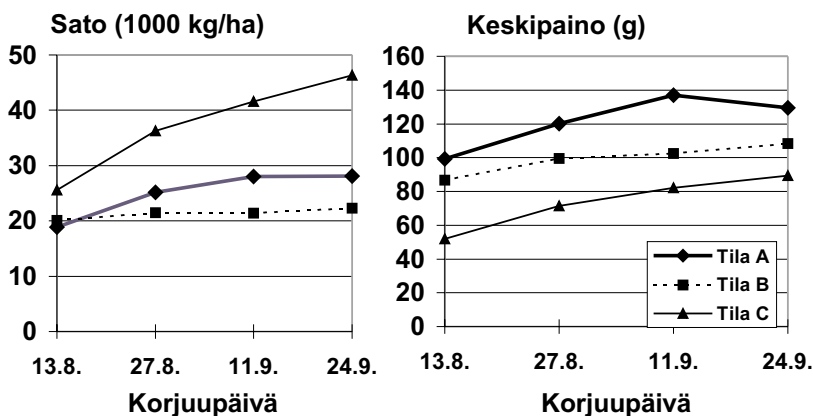
\* Analyysissä mukana vain maaliskuun koe.

### Kasvuston kehitysvaihe korjuupäivinä

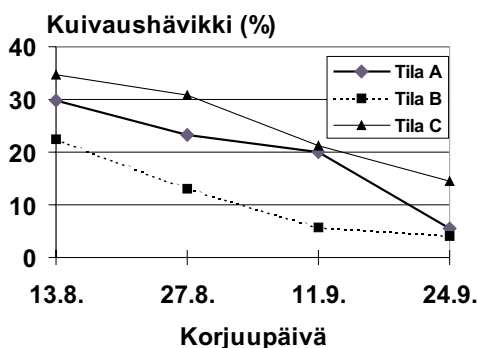
Kuivauksen aikainen painohävikki laski kaikilla tiloilla sadonkorjuuta viivästettäessä (Kuva 52). Tilalla C kasvusto oli korjuukaudella tuorein, joten kuivaushävikki vaihteli ensimmäisen korjuukerran 35 %:sta viimeisen korjuun 14 %:iin. Tilalla A kuivaushävikki laski 30 %:sta 6 %:iin ja tilalla B, jonka sipulit olivat pisimmälle kehittyneet, hävikki laski 22 %:sta 4 %:iin. Kuivauksen tarve siis väheni selvästi sen jälkeen, kun sadon kasvu oli jo päättynyt.

Tuleentumisen jälkeen lehdet lakastuivat, niistä haihtui vettä ja niiden kuiva-ainepitoisuus nousi. Lehtien osuus koko kasvin painosta oli pienin tilalla B, jonka kasvusto oli pisimmälle tuleentunut. Syksyn

edetessä lehtien osuus laski noin 30 %:sta vain 2 %:iin. Tilalla A lehtien osuus koko kasvin painosta oli ensimmäisellä korjuukerralla 43 % ja se laski tasaisesti viimeisen korjuun 5 %:iin asti. Tilalla C, jonka kasvusto säilyi pisimpään tuleentumatta ja vihreänä, lehtien paino oli ensimmäisenä korjuupäivänä 42 % ja viimeisenäkin vielä 15 % koko kasvin painosta. Kun kasvusto oli täysin tuleentunut, lehtien paino oli noin 15–20 % koko kasvin painosta (Kuva 53). Lehtien suhteellinen osuus selitti suoraan kuivauksen aikaisen painohävikin (korrelaatio 0,96,  $p < 0,001$ ). Kuivauksen jälkeen lehtien osuus kasvin painosta oli tilan A sadossa 3,3–4,9 %, tilan B sadossa 2,9–3,6 % ja tilan C sadossa 3,5–5,7 %.



Kuva 51. Korjuuajan vaikutus sipulin kokonaissatoon ja keskipainoon tilakokeissa vuonna 1996.



Kuva 52. Sipulin kuivaushävikki eri tilojen sadossa korjuukaudella 1996.

#### Kuiva-aine- ja sokeripitoisuudet

Sipulin kuiva-ainepitoisuus vaihteli tiloitain ( $p=0,016$ ), mutta korjuuajasta ei vaikuttanut pitoisuuteen ( $p=0,559$ ) (Kuva 54). Sen sijaan liukoisen kuiva-aineen pitoisuus muuttui korjuukaudella ( $p=0,003$ ): ensimmäisenä korjuupäivänä pitoisuus oli merkitsevästi alhaisempi kuin muina korjuukertoina.

Liukoisten sokereiden pitoisuudet vaihtelivat tiloitain ja korjuuajoittain, eikä selvää yhtenäistä korjuuajan vaikutusta havaittu (Kuva 55). Kokonaissokeripitoisuudessa ei tilojen välillä ollut merkitseviä eroja

( $p=0,169$ ). Korjuuajan viivästyessä sokeripitoisuus laski hieman ( $p=0,015$ ). Vaikka muutos oli hieman erilainen eri koepaikkojen sipuleissa, ei tilan ja korjuuajan yhdysvaikutus ollut tilastollisesti merkitsevä ( $p=0,115$ ). Myös glukoosipitoisuuden muutos oli kaikilla tiloilla samansuuntainen (yhdysvaikutus  $p=0,329$ ), vaikkakin tilojen välillä oli eroja pitoisuudessa ( $p=0,002$ ). Keskimäärin pitoisuus oli suurin ensimmäisen ja pienin viimeisen korjuukerran sipuleissa ( $p=0,033$ ). Fruktosii- ja sakkaroosipitoisuudet sekä sakkaroosin ja muiden sokereiden suhde muuttui eri tavoin eri tiloilla ja tulokset olivat melko vaihtelevia. Esimerkiksi sakkaroosipitoisuus laski korjuuta viivästettäessä tilalla A; muilla koepaikoilla se ei muuttunut. Fruktosiiipitoisuus nousi hieman tilalla A, selvemmin tilalla B ja laski tilalla C. Pitoisuudet olivat kuitenkin melko alhaisia. Sokeripitoisuuksilla ei ollut yhteyttä muihin sadonkorjuun yhteydessä mitattuihin ominaisuuksiin.

#### Varastokestävyys

Sipulit säilyivät varastossa hyvin (Taulukko 25). Varastoilman liällinen kosteus aiheutti kuitenkin uusien juurten muodostumista. Koepaikkojen tai korjuuajojen välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja sipulei-

**Taulukko 25.** Tilakokeiden sipuleiden säilyminen varastossa talvella 1996-97 eri analyysikertoina (TA = tammikuu, MA = maaliskuu, TO = toukokuu). Painohävikki on laskettu prosentteina varastoon viedystä painosta, muut tulokset varastoinnin jälkeisestä painosta. Tautien pilaamien sipuleiden osuus ja sen myötä myyntikelpoisten sipuleiden määrä puuttuvat maaliskuulta.

Tila	Korjuu-aika	Painohävikki			Myyntikelpoisia		Juurtuneita			Tautien pilaamia	
		TA	MA	TO	TA	TO	TA	MA	TO	TA	TO
A	13.8.	1,9	2,7	4,5	100	9	0	47	90	0	1
	27.8.	1,6	2,2	3,4	100	36	0	23	64	0	1
	12.9.	1,7	2,5	3,5	100	43	0	25	54	0	3
	25.9.	1,0	1,9	3,2	100	34	0	12	66	<1	0
B	13.8.	1,8	2,5	5,1	95	15	0	23	79	6	6
	27.8.	1,6	1,6	4,4	98	31	0	21	66	2	4
	12.9.	2,0	2,9	4,4	96	28	0	17	66	4	6
	25.9.	2,0	3,6	6,2	93	19	0	24	74	7	7
C	13.8.	2,3	3,3	5,4	99	30	0	33	69	1	1
	27.8.	2,0	2,7	5,3	99	64	0	4	32	1	4
	11.9.	1,3	2,3	3,7	100	38	0	3	61	<1	1
	26.9.	1,5	3,5	4,8	100	42	0	0	57	<1	1
P-arvot	Tila (T)	0,26			0,021		0,039				
	Korjuu (K)	0,39			0,011		0,001				
	T*K	0,30			0,505		0,233				
	Var.aika (V)	<0,001			<0,001		<0,001				
	T*V	0,055			0,076		0,154				
	K*V	0,055			0,023		0,009				
	T*K*V	0,897			0,434		0,309				

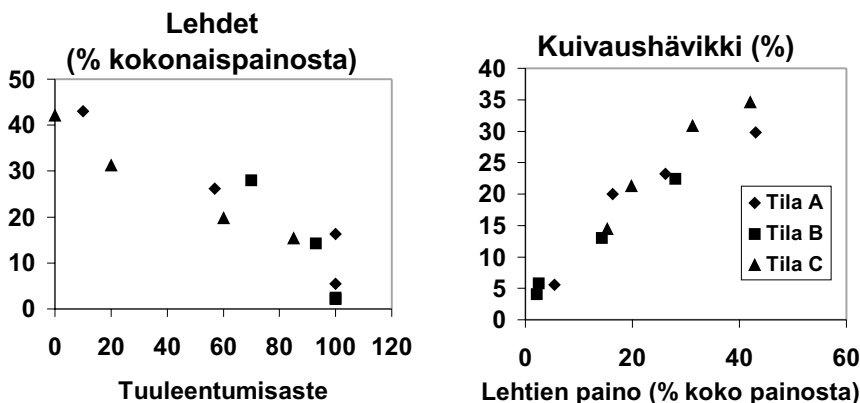
den painohävikissä. Varastoinnin kuluessa painohävikki lisääntyi selvästi ( $p < 0,001$ ). Varastotauteja esiintyi hyvin vähän, eikä korjuukertojen välillä ollut eroja. Tilan B sipuleissa tauteja oli hieman enemmän kuin muissa.

Juurtuneiden sipuleiden osuus vaihteli paitsi tiloittain, myös korjuuajoittain. Korjuuajan vaikutus oli kaikilla tiloilla samansuuntainen mutta muuttui varastointiajan myötä: maaliskuussa juurtuneita sipuleita oli selvästi eniten ensimmäisen korjuukerran sadossa ja sitä vähemmän, mitä myöhemmin sipulit oli korjattu. Toukokuussa juurtuneita sipuleita oli keskimäärin eniten ensimmäisen korjuukerran sadossa ja vähiten keskimmaisten korjuukertojen sipuleissa. Viimeisen korjuukerran sadossa juurtuneita sipuleita oli jälleen enemmän.

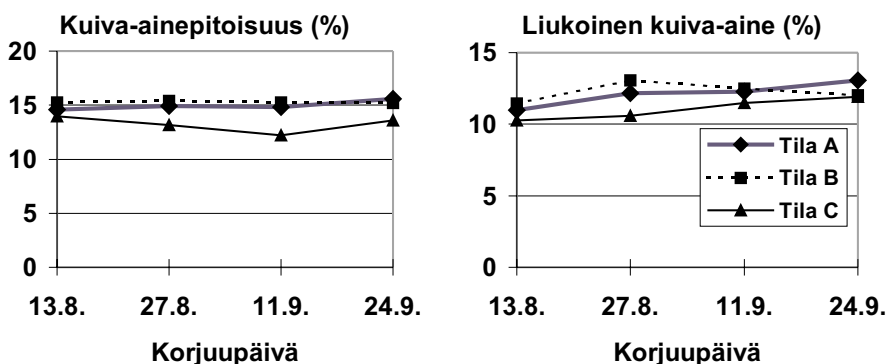
Myyntikelpoisten sipuleiden määrää vähensi lähinnä juurtuneiden sipuleiden runsaus. Vähiten myyntikelpoisia sipuleita oli

varastoinnin jälkeen ensimmäisen korjuukerran sadossa, joka poikkesi tilastollisesti merkitsevästi kahdesta seuraavasta korjuukerrasta. Viimeinen korjuukerta oli säilyvydeltään jälleen hieman edellisiä heikompi. Korjuuajan vaikutus oli kaikilla tiloilla samanlainen.

Kauppakestävyyskokeissa neljän viikon aikana 17 °C:n lämpötilassa painohävikki oli tammikuun erässä 3–4 % ja maaliskuu- ja toukokuun erissä 4–9 % (Taulukko 26). Painohävikki vaihteli tiloittain, korjuuajoittain ja varastointiajoittain. Tilalla A painohävikki ei lisääntynyt kovin paljon kevään kuluessa, mutta tiloilla B ja C maaliskuu- ja toukokuuhun asti varastoidut sipulit menettivät kauppakestävyyskokeessa selvästi enemmän painoa kuin tammikuun erä. Keskimäärin pienin painohävikki kauppakestävyyskokeen aikana oli toisen ja kolmannen korjuukerran sipuleissa. Korjuu-



**Kuva 53.** Sipulin tuleentumisasteen ja lehtien osuuden yhteys sekä lehtien osuuden ja kuivaushävikin yhteys tilakokeissa vuonna 1996.



**Kuva 54.** Sipulin kuiva-ainepitoisuus ja liukoisen kuiva-aineen määrä eri tilojen sadossa korjuukaudella 1996.

kertojen väliset erot olivat suuremmat toukokuussa kuin tammi- ja maaliskuussa.

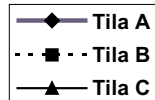
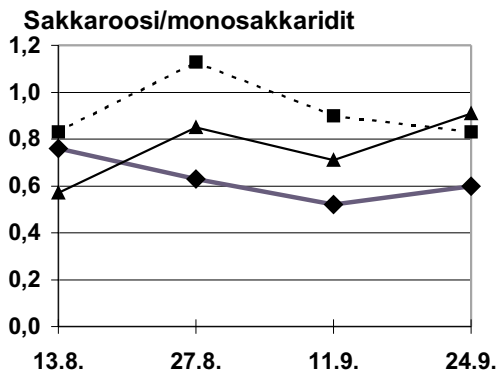
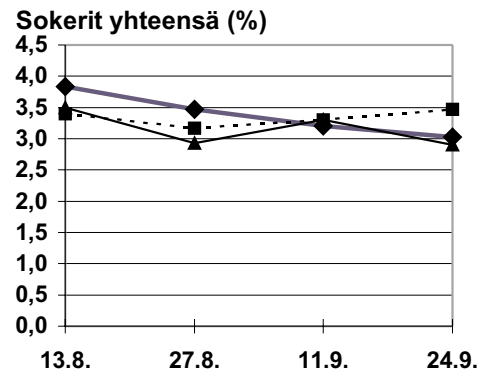
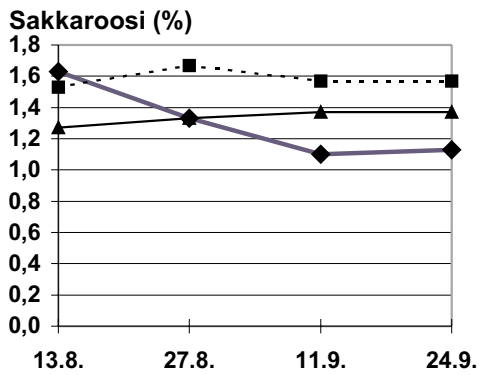
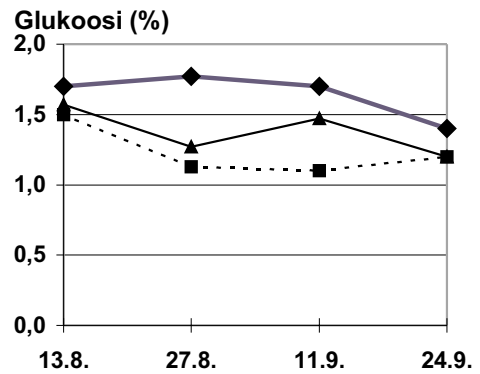
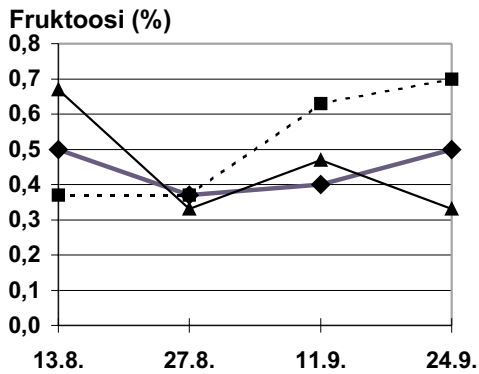
Sipulit juurtuivat vain maaliskuun erässä, jolloin korjuukertojen välillä ei ollut eroja juurten muodostumisen runsaudessa. Varastotauteja esiintyi hyvin vähän, eikä viljelypaikalla, korjuuajalla tai varastoinnin kestolla ollut vaikutusta niiden runsauteen. Kauppakestävyyskokeen aikana sipulit alkoivat herkästi kasvattaa uusia versoja varsinkin toukokuussa. Tilojen välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja versomisalttiudessa, ja korjuuajan vaikutus oli kaikilla tiloilla samansuuntainen: ensimmäisen korjuukerran sipulit versoivat herkimmin, kahden keskimmäisen korjuukerran sipulit vähiten. Varsinkin toukokuussa korjuukertojen väliset erot olivat erityisen suuret.

Myyntikelpoisten sipuleiden kokonaismäärä kauppakestävyyskokeen jälkeen vaihteli korjuuajoittain ja muuttui varastointiajan kuluessa. Myös korjuuajan vaikutus oli hieman erilainen tammi-, maaliskuu- ja toukokuussa ja eri tilojen sadossa. Keskimäärin ensimmäisen korjuun sato säilyi heikoimmin ja toisen korjuun sato parhaiten.

### 5.3.3 Tulosten tarkastelu

#### Sadon kasvu

Piikkiön kokeessa, jossa mukana oli eri istutusaikoja, kesäkuun alkuun jäänyt istutus oli liian myöhäinen hyvän sadon saamiseksi.



**Kuva 55.** Korjuuajan vaikutus liukoisten sokereiden pitoisuuksiin ja sakkaroosiin ja monosakkaridien suhteeseen tilakokeissa vuonna 1996.

Vaikka istukkaat lähtivät nopeammin kasvuun, ne eivät pystyneet hyödyntämään loppukesän jo lyheneviä päiviä aikaisemmin istutettuja sipuleita paremmin. Sadon lisäys lakkasi kaikissa istutuserissä suunnilleen samanaikaisesti syyskuun alussa. Syksyn kuivuus nopeutti tuleentumista tavanomaisesta, joten kosteampina vuosina kasvu olisi saattanut jatkua pidempään. Korkean läm-

pötilan ja veden puutteen tiedetään nopeuttavan tuleentumista (Brewster et al. 1986, Mondal et al. 1986). Brewsterin (1990) mukaan suurin osa vuosittaisesta vaihtelusta tuleentumisen ajoittumisessa voidaan selittää kasvukauden aikana kertyneellä lämpösummalla.

Tilakokeissa sadon lisäys lakkasi eri aikoina eri koepaikoilla, mutta kasvu päättyi

**Taulukko 26.** Sipulin kauppakestävyyskokeiden tulokset kevättalvella 1997 eri aikoina (TA = tammikuu, MA = maaliskuu, TO = toukokuu). Tulokset on laskettu prosentteina alkupainosta.

Tila	Korjuu- aika	Painohävikki			Myyntikelpoisia			Juurtuneita			Tautien pilaamia			Versoneita		
		%	TA	MA	TO	%	TA	MA	TO	%	TA	MA	TO	%	TA	MA
A	13.8.	3,5	4,6	6,8	87	35	28	0	53	0	0	0	0	9	7	65
	27.8.	2,9	4,0	4,4	95	48	83	0	45	0	1	1	0	2	1	8
	12.9.	3,1	4,5	4,7	94	20	57	0	68	0	1	7	0	1	3	14
	25.9.	3,3	4,7	5,1	93	20	43	2	71	0	1	1	3	1	4	28
B	13.8.	3,3	5,2	5,9	94	13	44	0	74	0	1	3	7	2	5	42
	27.8.	3,5	4,5	4,9	93	37	47	0	57	0	2	0	6	1	1	7
	12.9.	3,1	4,3	5,5	96	29	19	0	52	0	1	7	0	0	8	23
	25.9.	3,5	4,3	6,6	90	9	39	2	79	0	2	7	5	1	0	20
C	13.8.	4,2	8,6	8,9	88	21	41	0	45	0	0	0	1	8	29	37
	27.8.	3,8	5,5	6,6	89	37	55	0	52	0	<1	0	0	7	4	26
	11.9.	3,7	6,3	6,8	90	37	64	0	36	0	1	0	2	4	26	20
	26.9.	3,8	6,1	7,7	83	34	54	0	45	<1	<1	2	2	13	12	25
P-arvot Tila (T)		<0,001			0,244			0,080*			0,089					
Korjuu (K)		<0,001			0,012			0,410			0,002					
T * K		0,262			0,308			0,437			0,712					
Var.aika (V)		<0,001			<0,001						<0,001					
T * V		0,003			0,100						0,246					
K * V		0,009			0,227						0,002					
T * K * V		0,181			0,046						0,195					

\* Analysissä vain maaliskuun aineisto.

siinä vaiheessa, kun kaikki sipulit olivat tuleentuneet. Tämä suuntaus näkyi myös Piikkiön kokeessa. Sadon kasvun päättymisen jälkeen kasvusto ränsistyi vähitellen, lehtien osuus koko kasvin painosta pieneni ja lehtien kuiva-ainepitoisuus nousi. Samalla kuivauksen aikainen painohävikki laski merkittävästi, mikä merkitsee pienempää kuivaustarvetta ja energian säästöä. Kuivaushävikki oli kaikissa kokeissa suorassa suhteessa lehtien suhteelliseen osuuteen. Lehtien osuuden laskiessa 10 %-yksikköä kuivaushävikki pieneni 5–6 %-yksikköä.

#### Kuiva-aine- ja sokeripitoisuudet

Piikkiön kokeessa sipulin kuiva-ainepitoisuus laski sadonkorjuun siirtyessä. Sipulit joutuivat kuluttamaan kesän aikana kerää-

mään varastoyhdisteit, kun yhteyttäminen ei enää ollut mahdollista lehdistön huonon kunnan takia. Tilakokeissa korjuuaika ei vaikuttanut sipulin kuiva-ainepitoisuuteen.

Sokereiden pitoisuuksissa ei havaittu yhdenmukaisia muutoksia. Rutherford & Whittle (1982) havaitsivat, että vuosina, jolloin sipulin säilyvyys oli hyvä, sipulin fruktoosipitoisuus oli korkea. Piikkiön kokeessa sipuleiden fruktoosipitoisuus kaksinkertaistui korjuukaudella, mikä saattaisi merkitä parempaa säilyvyyttä. Kaikissa kokeissa sipulin kokonaissokeripitoisuus laski hieman korjuukaudella. Koska tulokset olivat kovin vaihtelevia, ei sokeripitoisuuksilla todennäköisesti ole käyttöä sipulin kehitysvaiheen kuvaajana, ainakaan yhden koevuoden perusteella.

## Varastokestävyys

Sadonkorjuun ajoittuminen ei kovin selvästi vaikuttanut sipuleiden säilyvyyteen varastossa. Varastoinnin aikainen painohävikki oli suurin normaalia aiemmin tai myöhemmin korjatuissa erissä. Tautien esiintymiseen korjuuajalla ei havaittu vaikutusta millään koepaikalla, mutta varastotauteja esiintyi kaikkiaan hyvin vähän. Piikkiön kokeessa korjuuajakojen välillä ei ollut eroja sipuleiden juurtumisalttiudessa, mutta tilakokeissa juurtumista esiintyi eniten ensimmäisen ja viimeisen korjuukerran sadossa. Syyskuun pakkasyöt eivät ilmeisesti heikentäneet säilyvyyttä, vaikka yhdellä tilalla (A) kolmannen korjuukerran sipulit nostettiin maasta kohmeisina.

Kauppakestävyyskokeissa painohävikki oli keskimäärin suurin varhain ja myöhään korjatuissa erissä, mutta erot eivät olleet kovin selviä. Taudit eivät tulleet ongelmaksi myöskään kylmävarastoinnin jälkeen, mutta sipulit olivat alttiita versomaan varsinkin toukokuun erässä. Piikkiön kokeessa versoneita sipuleita esiintyi eniten ensimmäisen korjuukerran sadossa, joka oli korjattu täysin tuleentumattomana. Myös muiden koepaikkojen sadossa versomista esiintyi eniten ensimmäisen korjuupäivän sipuleissa, ja vähiten toisella ja kolmannella korjuukerralla.

Yleensä sipulin optimaalinen korjuu-aika on määritelty vaiheeseen, jossa valevarsi on taittunut 50–80 %:lla kasveista (Komochi 1990). Tätä aikaisemmin korjatut sipulit olivat myös tässä tutkimuksessa säilyvydeltään heikoimpia. Korjuun lykkäytyminen tämän vaiheen yli ei kuitenkaan tässä tutkimuksessa aiheuttanut merkittäviä ongelmia, vaikka riskejä tiedetään olevan mm. versomisalttiuden ja varastotautien lisääntyminen (Dowker & Fennell 1974, Tucker & Drew 1982, Füstos et al. 1994) sekä kuorien vaurioituminen (Kepka & Sypien 1971, Tucker & Drew 1982). Tässä tutkimuksessa ei havainnointi korjuuajan vaikutusta sipulin kuorten kestävyysasteeseen. Viimeinen korjuukerta (Piikkiön kokeessa 3.10., muilla koepaikoilla 25.–26.9.) oli kuitenkin säilyvydeltään hieman edellisiä kertoja hei-

kompi. Eroja ilmeni lähinnä painohävikissä ja kauppakestävyyskokeiden aikaisessa versomisalttiudessa.

## **5.4 Yhteenveto**

Lajikekokeissa erot sipulin satoisuudessa olivat pieniä, ainoastaan Orion-lajike oli selvästi muita heikkosatoisempi. Sadetus heinäkuussa lisäsi huomattavasti satoa kaikilla lajikkeilla. Eri lajikkeet säilyivät varastossa hyvin tammi-maaliskuulle, mutta sen jälkeen varaston liian korkea kosteuspiitoisuus aiheutti juurten kasvua. Viljelmän kastelu heijastui Orion-, Sellhurst- ja Hygro-lajikkeilla pienempänä varastohävikkinä. Korjuun viivästyttäminen viikolla elokuussa paransi Hysam- ja Orion-lajikkeiden varastokestävyyttä. Kokonaishävikki kolmen varastostaoton keskiarvona oli suurin Sellhurst-lajikkeella, 20 %, ja pienin Hygrolla, 10,5 %.

Sipulin sadon kasvuun vaikuttavat mm. yhteyttävän lehtialan määrä ja tuleentumisen ajoittuminen. Kastelu- ja lannoituskokeissa kastelu lisäsi ensimmäisenä koevuonna lehdistön kokoa ja viivästytti tuleentumista, mikä selittää suurehkon sadonlisäyksen. Toisenakin koevuonna yksi ainoa kastelu paransi satoa. Lannoituksen lisäämisellä ei pystytty kovin paljon vaikuttamaan sadon määrään, vaikka runsaampi lannoitus rehevöitti hieman kasvustoa. Lannoituksen lisääminen nopeutti kasvuston kehitystä, jolloin lehdet kasvoivat täyteen tiheyteensä aiemmin ja tuleentuminen alkoi nopeammin. Erot käsittelyjen välillä olivat kuitenkin vain muutamia päiviä. Kastelu- ja lannoituskäsittelyt vaikuttivat sipulin säilyvyyteen ainoastaan vaikuttamalla sipulin kokoon. Varastoinnin aikainen painohävikki oli sitä pienempi, mitä suurempia sipulit olivat.

Korjuuajakokeissa sadon lisäys päättyi likimain silloin, kun kasvusto oli täysin laakoontunut mutta lehdet eivät olleet vielä kuivuneet. Sää oli korjuukaudella lämmin ja kuiva, joten tuleentuminen eteni nopeasti. Sadonkorjuu-aika vaikutti huomattavasti



sipulien kuivaustarpeeseen, joka pieneni sitä mukaa, mitä myöhemmin sato korjattiin. Kovin aikainen sadonkorjuu oli haitaksi varastokestävyydelle, sillä se lisäsi etenkin versomista varastoinnin jälkeen. Varastokestävyys ei näyttänyt heikkenevän kovin pian tuleentumisen jälkeen. Enimmäkseen sipulit säilyivät varastossa hyvin, ja varastotauteja esiintyi hyvin vähän.

## 6 Keräkaali

### 6.1 Lajikekokeet

#### 6.1.1 Aineisto ja menetelmät

Keräkaalin lajikekoe suoritettiin vuonna 1995 Piikkiössä ja vuonna 1996 Hämeen tutkimusasemalla Pälkäneellä. Piikkiön kokeessa lajikkeet olivat 'Lennox' F<sub>1</sub> BZ (Bejo Zaden), 'Albion' F<sub>1</sub> NiZ (Nickerson-Zwaan), 'Bartolo' F<sub>1</sub> BZ, 'Hilton' F<sub>1</sub> BZ, 'Kalorama' F<sub>1</sub> RZ (Rijk Zwaan), 'Krypton' F<sub>1</sub> NiZ ja 'Lion' F<sub>1</sub> NiZ. Koe kylvettiin 19.4., istutettiin avomaalle 31.5-1.6. ja sato korjattiin 26.10. Lajikkeista saatiin varastoitavaa satoa 2-4 kerranteesta ja kutakin lajiketta varastoitiin vain 10-20 kerää kutakin ulosottokertaa kohti. Kaalierät otettiin varastosta analysoitavaksi tammi-, maaliskuun toukokuussa.

Pälkäneen kokeessa lajikkeet olivat 'Albion', 'Bartolo', 'Hilton', 'Kalorama', 'Krypton' ja 'Lion'. Taimet kasvatettiin Niitty-Seppälän tilalla Pälkäneellä. Kylvöpäivä oli 22.4., ja avomaalle taimet istutettiin 25.5. Sato korjattiin 15.10. Kokeessa oli neljä toistoa. Ruuduilta korjattiin varastoon 15 kerää, yhteensä 60 kpl/lajike.

Pälkäneen sato varastoitiin Sahalahdella Saarioisten Säilyke Oy:n varastossa. Varastointia jatkettiin vuoden 1997 kesäkuulle asti. Koe analysoitiin 24.6., joten varastointiajan pituus oli vähän yli kahdeksan kuukautta.

### 6.1.2 Tulokset

Vuoden 1995 kasvukausi oli epäedullinen kaalin kasvulle, ja Piikkiön kokeessa keräkaali kasvoi heikosti liiallisen märkyyden vaivaamassa maassa. Myöskään vuoden 1996 säät eivät olleet suotuisia kaalin viljelylle, ja Pälkäneen kokeessakin kaalit jäivät pienikokoisiksi.

#### 1995

Piikkiössä 1995 varastoitujen keräkaalien paino oli 1-1,4 kg. Kerät säilyivät varsin hyvin. Tammikuussa harmaahometta esiintyi muutamassa kerässä, joten varastotappiot muodostuivat vain painohävikistä, joka oli 3 % varastoon viedystä painosta, ja kevyen kauppakunnostuksen aiheuttamasta hävikistä. Kokonaishävikki vaihteli eri lajikkeilla runsaasta 5 %:sta reiluun 10 %:iin.

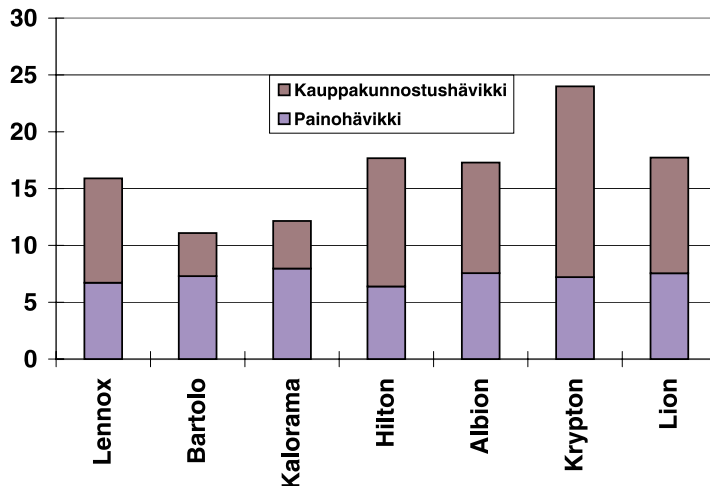
Maaliskuuhun mennessä kerien painosta oli huvennut haihduntaan ja hengitykseen 6-7 %. Taudeista ei vielä ole ollut suurempaa harmia, mutta tämänkertaisiin eriiin oli sattunut eniten kaaliruton (*Phytophthora porri*) saastuttamia kerä, jotka jouduttiin lajittelussa hylkäämään kokonaan. Tautia esiintyi satunnaisesti eri lajikkeissa. Toukokuussa painohävikki oli 10-12 % ja tautivioitukset edelleen pieniä. Kokonaishävikki vaihteli 15 ja 25 %:n välillä.

Lajikkeiden välillä ei ilmennyt merkittäviä eroja säilyvyydessä, sillä kaikki säilyivät keskimäärin hyvin. Pienimmät varastotappiot olivat lajikkeilla 'Bartolo' ja 'Kalorama' ja suurimmat lajikkeella 'Krypton'. Lajikerot aiheutuivat lähinnä joistakin poikkeuksellisen huonosti säilyneistä eristä (Kuva 56).

#### 1996

Pälkäneen varastointikokeeseen korjatut keräkaalit olivat 1,4-1,9 kg:n painoisia. Pääasiallinen sadon pilaja varastoinnin aikana oli harmaahome. Painohävikki oli va-

## Hävikki (%)



**Kuva 56.** Kaalilajikkeiden paino- ja kauppakunnostushävikki kolmen varastointiajan keskiarvona kaudella 1995-96.

rastoinnin aikana 12–17 %. Kokonaishävikki oli runsaasta harmaahomesaastunnan vuoksi kaikilla lajikkeilla hyvin suuri - 55–87 % (Kuva 57). Harmaahomeen saastuttamista keristä osa oli kauppakunnostuksen jälkeen käyttökelpoisia. Krypton-lajikkeen sato säilyi varastossa paremmin kuin muiden. Yli kahdeksan kuukautta kestäneen varastoinnin jälkeen sen sadosta oli yli puolet vielä käyttökelpoista.

## 6.2 Kastelu ja lannoitus

### 6.2.1 Aineisto ja menetelmät

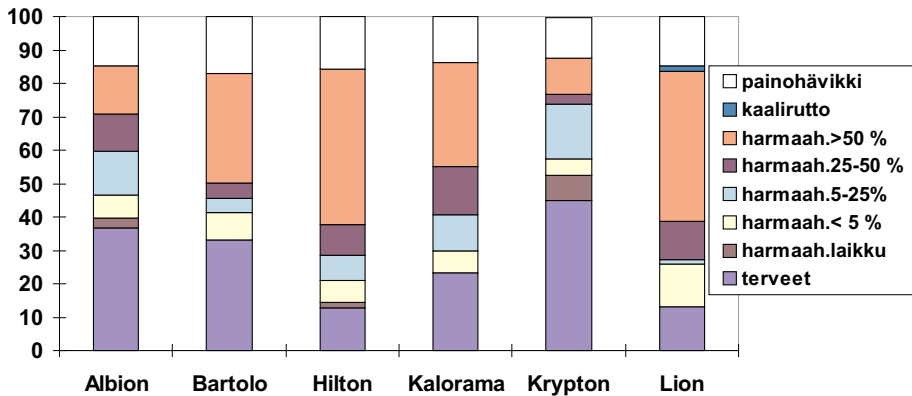
Tutkittavina muuttujina olivat vuonna 1995 kastelu (2 tasoa), lannoitus (3 tasoa) ja korjuuaika (3 kertaa kahden viikon välein) (Taulukko 27). Vuonna 1996 korjuuajan vaikutusta tutkittiin erillisessä kokeessa, joten tässä kokeessa olivat mukana vain kastelu ja lannoitus. Lajikkeena oli molempina vuosina 'Lennox' F<sub>1</sub> BZ. Koemalli oli vuonna 1995 lohkokkain satunnaistettu osa-osaruutukoe ja vuonna 1996 lohkokkain satunnaistettu osaruutukoe. Vuonna 1995 lohkoja oli kolme ja vuonna 1996 neljä.

Kastelun tarvetta seurattiin mittaamalla kasveille käyttökelpoisen veden määrää maahan 20 cm:n syvyyteen upotetuilla kipsiblokeilla. Korkeampi kastelutaso sadetettiin, kun kasveille käyttökelpoisen veden määrä oli laskenut alle 50 %:n. Alempaa kastelutasoa sadetettiin vain äärimmäisen kuivina aikoina, jolloin maassa oli kasveille käyttökelpoista vettä enää alle 5 %. Kastelu tehtiin itsekulkevalle sadetuskoneella.

Maan mineraalityypen määrää mitattiin Kemiran kehittämällä pikamenetelmällä, ja lannoitussuunnitelmaa muokattiin mittaustulosten mukaan. Molempien kesien runsaat sateet aiheuttivat ravinteiden huuhtoutumista kasvien juuriston ulottuvilta, joten lannoitusta jouduttiin lisäämään suunnitelmasta.

Sadonkorjuun yhteydessä määritettiin vuonna 1995 kerien kuiva-ainepitoisuus ja liukoisen kuiva-aineen pitoisuus, arvioitiin kerien kiinteys ja mitattiin niiden kovuus. Mittaukset tehtiin joka ruudusta viidestä kaalista. Viimeisen korjuukerran kerän ja ulkolehtien typpipitoisuus analysoitiin MTT:n maanviljelyskemian ja -fyysiikan tutkimusallalla. Sadonkorjuun jälkeen vietiin varastointikokeisiin kustakin ruudusta säkillinen kaalia tammi-, maaliskuu- ja touko-

## % varastoon viedystä painosta



**Kuva 57.** Kaalilajikkeiden painohävikki, varastotautien pilaama osuus ja terveiden kerien osuus varastoinnin jälkeen kaudella 1996-97.

kuussa tehtyjä analyysejä varten. Vuoden 1995 kokeessa varastoerän koko oli 9 kaalia, vuoden 1996 kokeessa 15 kaalia.

### 6.2.2 Tulokset

#### Sadon määrä

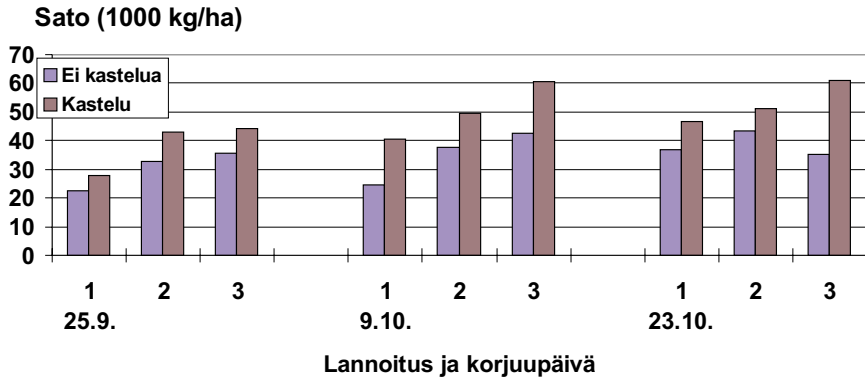
Vuonna 1995 runsaampi kastelu lisäsi keräkaalin kokonaissatoa keskimäärin 10 tonnia hehtaarilla (Kuva 58). 50 mm:n sadetuksen saaneiden ruutujen keskisato oli noin 35

tonnia/ha ja 145 mm:n sadetuksen saaneiden ruutujen kokonaissato 47 tonnia/ha. Kastelu oli kokeessa pääruututekijä, joten kastelun vaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä ( $p=0,103$ ). Lannoituksen lisääminen alimmasta tasosta seuraavaan nosti kokonaissatoa 33 tonnista hehtaarilla 43 tonniin hehtaarilla ( $p=0,003$ ). Lannoituksen lisääminen tästä ei enää lisännyt kokonaissatoa merkitsevästi: suurimman lannoitustason kokonaissato oli keskimäärin 46 tonnia hehtaarilla.

Korjuuajankohta vaikutti suuresti sadon määrään ( $p<0,001$ ). Ensimmäisenä

**Taulukko 27.** Keräkaalin kastelu- ja lannoituskokeen koejärjestelyt vuosina 1995-96.

	1995	1996
Pääruutu		Kastelu mm
1	50	40
2	145	120
Osaruutu		Lannoitustaso N-P-K, kg/ha
1	197-49-158	220-49-168
2	272-70-245	320-70-260
3	347-91-332	410-91-342
Osa-osaruutu	Korjuu aika (vain v. 1995)	
1	25.9.	
2	9.10.	
3	23.10.	



**Kuva 58.** Keräkaalin kokonaissato kastelu- ja lannoituskokeessa vuonna 1995 eri korjuupäivinä.

korjuupäivänä (25.9.) kokonaissato oli keskimäärin 34 tonnia/ha, kahden viikon kuluttua (9.10.) 43 tonnia/ha ja neljän viikon kuluttua (23.10.) 46 tonnia/ha. Kahden viimeisen kerran välinen sadonlisäys ei ollut enää tilastollisesti merkitsevä.

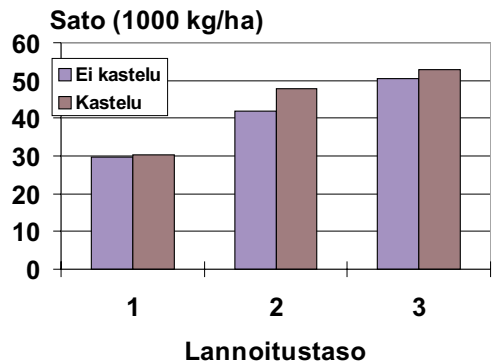
Vuonna 1996 sato korjattiin yhdellä kertaa. Vaikka loppukesä oli jälleen epätavallisen kuiva, runsaamman kastelun antama sadonlisäys oli keskimäärin vain 3 000 kg/ha (Kuva 59) eikä se ollut tilastollisesti merkitsevä ( $p=0,473$ ). Sen sijaan lannoituksen lisääminen nosti satoa selvästi ( $p<0,001$ ). Alhaisimmalla lannoitustasolla kokonaissato oli keskimäärin 30 tonnia/ha, keskimmaisella lannoitustasolla 45 tonnia/ha ja korkeimmalla lannoitustasolla 52 tonnia/ha.

#### Kerien laatu

Vuonna 1995 runsaampi lannoitus alensi kuiva-ainepitoisuutta (Taulukko 28). Keskimäärin kuiva-ainepitoisuus oli alimmassa lannoituskäsittelyssä 10,1 %, seuraavassa 9,6 % ja korkeimmassa lannoituskäsittelyssä 9,3 %. Kuiva-ainesadossa erot lannoituskäsittelyjen välillä olivat siis pienemmät kuin tuoresadon erot. Kuiva-ainepitoisuus nousi korjuuta siirrettäessä: ensimmäisellä korjuukerralla kuiva-ainepitoisuus oli 9,2 %, ja kahdella viimeisellä kerralla 9,9 %.

Niinpä kuiva-ainesato lisääntyi syksyn mitaan suhteellisesti enemmän kuin tuoresato.

Liukoinen kuiva-aine mitattiin erikseen kerästä, kerän keskellä olevasta varresta koko pituudelta ja varren alaosasta (Taulukko 28). Kerän liukoisen kuiva-aineen pitoisuuteen vaikutti vain korjuuaika: pitoisuus oli korkein kolmannella korjuukerralla. Varren pitoisuuksiin vaikuttivat sekä lannoitus että korjuuaika: korkeimman lannoitustason kaalien pitoisuudet olivat korkeimmat, ja korjuun siirtyessä pitoisuus nousi ensimmäisen kerran 7,6 %:sta toisen kerran 8,0 %:iin ja kolmannen korjuupäivän 9,1%:iin. Varren alaosassa pitoisuudet olivat hieman alempia kuin koko varresta



**Kuva 59.** Keräkaalin kokonaissato kastelu- ja lannoituskokeessa vuonna 1996.

**Taulukko 28.** Kaalien koostumus kastelu- ja lannoituskokeessa vuonna 1995.

Korjuu- aika	Kastelu	Lannoitus	Kuiva-aine-		Liukoinen kuiva-aine		Kiinteys arvio (1-9)	Kovuus		
			pitoisuus %	kerä %	varsi %	varren ala %		keskivoima N	maksimivoima N	
23.9.	Ei	1	9,2	7,5	7,8	7,3	5,7	121	157	
		2	8,9	7,5	7,3	6,8	7,2	133	165	
		3	8,9	7,1	7,2	6,4	6,7	122	156	
	Kyllä	1	9,8	7,6	8,3	7,6	6,4	126	160	
		2	9,5	7,3	7,9	7,1	7,4	143	174	
		3	8,9	7,5	7,2	6,6	7,3	134	170	
	Keskiarvo			9,2	7,4	7,6	7,0	6,8	130	164
	9.10.	Ei	1	11,4	6,8	7,8	7,0	5,0	131	164
			2	10,0	7,2	7,9	6,9	6,9	129	159
3			9,4	7,5	7,5	6,9	7,6	132	166	
Kyllä		1	9,6	7,3	8,8	7,2	7,1	146	178	
		2	10,2	7,2	7,9	6,7	7,1	144	176	
		3	9,1	7,3	7,7	6,8	7,6	136	170	
Keskiarvo			9,9	7,2	8,0	6,9	6,9	136	169	
23.10.		Ei	1	10,7	8,5	9,1	9,0	6,5	131	179
			2	9,7	8,4	8,9	8,8	7,8	131	178
	3		9,7	8,2	8,7	8,5	5,3	126	178	
	Kyllä	1	10,1	8,4	9,6	9,1	8,3	151	186	
		2	9,8	8,3	9,0	8,7	8,2	144	183	
		3	9,8	8,6	9,2	9,1	7,9	139	181	
	Keskiarvo			9,9	8,4	9,1	8,9	7,3	137	181
	P-arvot									
	Kastelu (Ka)			0,611	0,489	0,084	0,552	0,038	0,035	0,073
Lannoitus (L)			<0,001	0,881	0,006	0,020	0,011	0,168	0,674	
Korjuu (Ko)			<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,074	0,002	<0,001	
Ka*L			0,016	0,564	0,301	0,634	0,072	0,790	0,821	
Ka*Ko			0,002	0,964	0,982	0,566	0,068	0,250	0,335	
L*Ko			0,061	0,423	0,613	0,178	0,005	0,005	0,116	
Ka*L*Ko			0,012	0,377	0,252	0,616	0,099	0,267	0,335	

mitatut tulokset, mutta erot olivat samansuuntaiset.

Eniten kastellut ja lannoitetut kerät arvioitiin silmävaraisesti kiinteimmiksi, mutta kahden korkeimman lannoitustason välillä ei ollut eroja (Taulukko 28). Mitattu kovuus ei kuitenkaan vaihdellut lannoituskäsittelyjen välillä. Kiinteys ei muuttunut korjuuajan myötä. Sen sijaan korjuun siirtäessä kaali muuttui mittausten mukaan kovemmaksi. Myös kastelun lisääminen lisäsi

kaalien kovuutta. Silmävaraisesti arvioitu kiinteys ja mitattu kovuus eivät korreloineet kovin selvästi keskenään, mutta ne kuvaavatkin eri asioita. Kerien keskipaino korreloi keskivoiman kanssa ( $r=0,70$ ,  $p=0,001$ ) mutta ei maksimivoiman kanssa ( $r=0,50$ ,  $p=0,034$ ).

Viimeisen sadonkorjuupäivän (25.10.) sadosta analysoitiin kokonaistypen pitoisuus kerästä ja ulkolehdistä (Taulukko 29).

**Taulukko 29.** Kerän ja ulkolehtien typpipitoisuudet (mg/g kuiva-ainetta) 25.10.1995 korjatuis-  
sa kaaleissa.

	Typpipitoisuus mg/g kuiva-ainetta			
	Kerä Kastelu		Ulkolehdet Kastelu	
Lannoitustaso	1	2	1	2
1	26,6	21,4	26,0	20,0
2	25,7	24,1	31,4	24,8
3	30,1	24,1	33,2	28,4
P-arvot Kastelu (K)	0,060		0,067	
Lannoitus (L)	0,009		<0,001	
K*L	0,039		0,698	

Kerän pitoisuuteen vaikutti lähinnä lannoitus, mutta pitoisuus muuttui eri tavalla lannoituksen lisääntyessä sen mukaan, kuinka aluetta oli kasteltu. Vähällä kastelulla viljeltyjen kaalien kerissä typpipitoisuus oli korkein suurimmassa lannoituskäsittelyssä, mutta alempien lannoitustasojen välillä ei ollut eroja. Sen sijaan runsaammin kasteluissa ruuduissa kahden suurimman lannoituskäsittelyn välillä ei ollut eroja, mutta niiden pitoisuus oli selvästi korkeampi kuin alimman lannoitustason kerien pitoisuus. Runsaammin kasteltujen kaalien typpipitoisuudet olivat alempia kuin vähemmän kasteltujen, mutta toisaalta kaalit olivat myös suurempia kooltaan.

Ulkolehtien typpipitoisuus nousi lannoituksen lisääntyessä, mutta kahden korkeimman lannoituskäsittelyn välillä ei ollut merkitseviä eroja. Kastelu alensi hieman myös ulkolehtien typpipitoisuutta.

### Maan typpitila

Alkukesän 1995 runsaat sateet huuhtoivat maasta typpeä, koska pitoisuudet pysyivät varsin alhaisina koko kesän (Taulukko 30). Erityisesti kasteluissa ruuduissa liukoista typpeä oli loppukesällä kovin vähän, ilmeisesti koska kasvu oli voimakkaampaa kuin niukemmin kasteluissa ruuduissa.

Myös kasvukausi 1996 oli sääoloiltaan hankala. Maan typpipitoisuus pysyi kohta-

laisen korkeana heinäkuun alkuun asti, minkä jälkeen suuret sateet veivät typen juurten ulottuvilta (Taulukko 30). Tämän jälkeen kahden viikon välein seurattu maan liukoisen typen määrä pysyi alhaisena lisälannoituksesta huolimatta, joten kasvit kulluttivat annettua typpeä samaan tahtiin kuin sitä lisättiin.

### Varastokestävyys

#### 1995

Keräkaalit säilyivät varastossa hyvin (Taulukko 31). Varastotaudeista suurin ongelma oli kaalirutto, jonka aiheuttaa *Phytophthora porri* -sieni. Koska tauti pilaa kaalin täysin käyttökeltottomaksi, se aiheuttaa satunnaisenakin suurta vaihtelua tautien määrään. Kaaliruttoa esiintyi eri käsittelyissä, eikä koetekijöillä ollut vaikutusta sen runsauteen. Harmaahometta, joka on varastokaalin tavallisin pilaaaja, esiintyi hyvin vähän, eikä koejäsenten välillä ollut eroja harmaahomeen runsaudessa.

Painohävikkiin vaikuttivat sekä lannoitus että korjuu-aika. Lannoituksen ja korjuuajan vaikutukset muuttuivat kuitenkin eri tavalla varastointiajan myötä ja eri kastelukäsittelyissä eli käsittelyjen ja varastointiajan yhdysvaikutus oli tilastollisesti merkitsevä. Suuntaus oli se, että lannoituksen li-

**Taulukko 30.** Kaalipellon liukoisen typen määrä 30 cm:n kerroksessa kastelu- ja lannoituskokeessa vuosina 1995-96.

		Typeä kg/ha											
		1995					1996						
Kastelu	Lannoitus	18.5.	29.6.	20.7.	7.8.	22.8.	9.5.	6.6.	2.7.	22.7.	6.8.	19.8.	2.9.
Ei	1	12	34	45	60	81	23	50	91	25	35	57	10
	2	12	28	42	83	63	23	75	91	25	36	73	41
	3	12	12	98	103	143	23	100	93	25	25	51	49
Kyllä	1	12	12	55	6	12	23	60	64	25	15	24	9
	2	12	28	90	12	5	23	73	99	25	36	73	24
	3	12	14	32	34	26	23	125	91	25	24	47	24

sääntyessä ja korjuuajan siirtyessä painohävikki pieni, koska kaalien koko oli suurempi. Alhaisin lannoitustaso erosi muista suuremmalla painohävikillään, kahden korkeimman tason välillä ei ollut eroja. Tammikuussa painohävikki oli eri korjuukertojen kaaleissa 4–6,5 % varastoon viedystä painosta, maaliskuussa 7–10 % ja toukuu-kuussa 12–15 %. Kaalit olivat melko pieni-koikoisia (keskipaino 1–1,5 kg), mikä selittää suurehkon painohävikin.

### 1996

Keräkaalit säilyivät talvella 1996–97 varastossa erittäin hyvin (Taulukko 32). Painohävikki oli tammikuussa keskimäärin 3,2 %, maaliskuussa 3,9 % ja toukokuussa 6,1 %. Alimman lannoituskäsittelyn kaalien painohävikki oli muita suurempi, mutta kahden korkeamman lannoituskäsittelyn välillä ei ollut eroja. Kastelu ei vaikuttanut painohävikkiin. Kastelulla ja lannoituksella ei ollut myöskään vaikutusta varastotautien eli lähinnä harmaahomeen esiintymiseen, joka oli hyvin vähäistä. Tammikuussa harmaahome oli saastuttanut 5 % kaaleista, maaliskuun erässä saastuneita kaaleja oli 7 % ja toukokuussa 15 %. Edellisen vuoden ongelmatautia, kaaliruttoa, esiintyi ainoastaan muutamissa kaaleissa.

Kauppakunnostushävikki määritettiin vain toukokuun erästä, jossa se oli 7–13 % varastoon viedystä painosta. Kokonaishävikki oli siis toukokuussa vain 13–19 % eri kastelu- ja lannoituskäsittelyissä, joiden välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja.

### 6.2.3 Tulosten tarkastelu

#### Sato

Kastelun merkitys korostui kuivana loppukesänä 1995, jolloin runsaammin kasteluista ruuduista saatiin suurempi sato kuin niukasti sadetetuista. Vaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä, koska kastelu oli pääruututekijä, toistoja oli vain kolme ja vaihtelu melko suurta. Käytännön kannalta kastelun vaikutus oli kuitenkin yhtä merkittävä kuin lannoituksen antama sadonlisäys. Vuonna 1996, jolloin loppukesä oli myös kuiva, runsaammalla kastelulla ei saatu yhtä suurta sadonlisää.

Alkukesän sateet huuhtelivat kesällä 1995 maan liukoista typpeä kasvin juurten ulottuvilta, joten lannoitusta jouduttiin lisäämään suunnitellusta melkoisesti. Siitä huolimatta maan liukoisen typen määrä pysyi loppukesällä alhaisena erityisesti runsaammin kastelluissa koeruuduissa. Tämä lienee johtunut kasvien tehokkaammasta

**Taulukko 31.** Keräkaalin kastelu- ja lannoituskokeen varastointitulokset vuonna 1995-96 eri analyysikertoina (TA = tammikuu, MA = maaliskuu, TO = toukokuu). Taulukossa on esitetty keskiarvo kolmen korjuupäivän sadon varastointituloksista. Painohävikki on esitetty prosentteina varastoon viedystä painosta, tautien pilaamat osuudet varastoinnin jälkeisestä painosta. Varastointiajan ja käsittelyjen välisistä yhdysvaikutuksista on esitetty ainoastaan tilastollisesti merkitsevät p-arvot.

Kastelu	Lannoitus	Painohävikki			Harmaahomeen pilaamia			Kaaliruton pilaamia		
		TA	MA	TO	TA	MA	TO	TA	MA	TO
Ei	1	6,2	9,9	16,2	0	1	0	1	1	2
	2	5,6	9,1	13,4	0	4	1	8	0	9
	3	5,1	8,2	13,0	0	3	9	3	0	7
Kyllä	1	5,7	9,5	13,8	0	3	0	0	2	4
	2	4,8	7,3	13,5	0	0	2	0	1	8
	3	4,3	9,3	12,8	1	4	3	1	3	9
P-arvot	Kastelu (K)	0,399								
	Lannoitus (L)	0,069								
	K*L	0,688								
	Korjuuaika (Ko)	<0,001								
	K*Ko	0,372								
	L*Ko	0,177								
	K*L*Ko	0,415								
	Varast.aika (V)	0,001								
	K*L*V	0,024								
	K*L*Ko*V	<0,001								

**Taulukko 32.** Keräkaalin kastelu- ja lannoituskokeen varastointitulokset vuonna 1996-97 eri analyysikertoina (TA = tammikuu, MA = maaliskuu, TO = toukokuu). Hävikki on esitetty prosentteina varastoon viedystä painosta, pilaantuneiden kaalien osuus varastoinnin jälkeisestä painosta.

Kastelu	Lannoitus	Painohävikki			Harmaahomeen pilaamia			Kauppakunnostus-
		TA	MA	TO	TA	MA	TO	hävikki
Ei	1	4,7	3,9	7,2	0	7	7	12
	2	2,7	3,9	5,8	3	17	21	13
	3	3,0	4,0	5,6	3	4	24	8
Kyllä	1	2,9	4,3	6,5	0	9	11	7
	2	3,7	3,0	5,6	12	0	2	6
	3	2,8	4,2	6,0	5	3	21	6
P-arvot	Kastelu (K)	0,577			0,490			0,719
	Lannoitus (L)	0,029			0,573			0,681
	K*L	0,449			0,398			0,449
	Varast.aika (V)	<0,001			0,070			
	K*V	0,987			0,408			
	L*V	0,238			0,250			
	K*L*V	0,075			0,449			



**Taulukko 33.** Keräkaalin korjuuaikakokeiden koepaikat ja korjuupäivät vuosina 1995-96.

Koepaikka	Korjuupäivä				
1995					
Köyliön Vanhakartano, Köyliö	13.9.	27.9.	11.10.		
PTL, Piikkiö	25.9.	9.10.	23.10.		
1996					
Köyliön Vanhakartano, Köyliö	10.9.	24.9.	8.10.	22.10.	
Hämeen tutkimusasema, Pälkäne	11.9.	25.9.	9.10.	23.10.	6.11.
PTL, Piikkiö	26.9.	3.10.	10.10.	17.10.	24.10.

typenotosta verrattuna vähemmän kastelutuihin ruutuihin, joissa kasvu oli heikompaa. Vuonna 1996 maan typpivarat laskivat hyvin vähiin heinäkuun alkupuolen sateissa, minkä jälkeen typen määrät pysyivät pieninä lisälannoituksesta huolimatta. Runsaampi lannoitus lisäsi satoa, mutta kahden korkeimman lannoitustason välinen ero oli suhteellisen pieni molempina vuosina, mutta käytännön kannalta kenties merkityksellinen. Lannoituksen lisääminen nosti kasvin typpipitoisuutta.

Lannoituksen lisääntyessä ja korjuun viivästyessä kaalien keskipaino nousi, mistä johtunee pienempi varastoinnin aikainen painohävikki. Varastotauteja esiintyi molempina koevuosina melko vähän, eikä käsitteilyllä ollut vaikutusta niiden runsauteen. Typpilannoituksen määrään vaikutuksesta keräkaalin varastohävikkiin on melko ristiriitaisia tuloksia, mutta useimmiten vaikutusta ei ole ollut (Dragland 1976a, Nilsson 1979, Aura 1985) tai se on ollut hyvin vähäinen (Dragland 1976b, Freyman et al. 1991). Auran (1985) tutkimuksessa kastelu ei vaikuttanut varastokestävyyyteen, mutta Dragland (1976a) havaitsi kastelun lisänneen lievästi harmaahomeen aiheuttamia varastotappioita.

Tässä tutkimuksessa oleellisinta oli kaalin kasvaminen riittävän suureksi, jotta haihduttavaa pintaa oli vähän painoon verrattuna. Vuoden 1995 kokeessa kerän keskipaino ja varastointiaikojen keskiarvona laskettu painohävikki korreloivat keskenään ( $r=-0,80$ ,  $p<0,001$ ). Yhteyttä ku-

vaavan regressiomallin mukaan keskipainon lisääntyessä 100 grammalla painohävikki väheni keskimäärin 0,4 %-yksikköä. Painohävikkiin oli yhteydessä myös kaalin kovuus ( $r=-0,78$ ,  $p<0,001$ ), johon puolestaan vaikutti kerän koko.

## 6.3 Sadonkorjuun ajoittuminen

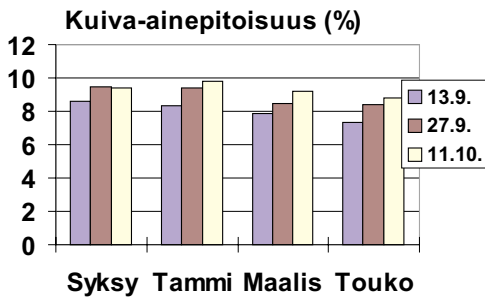
### 6.3.1 Aineisto ja menetelmät

#### Koepaikat ja korjuuajat

Keräkaalin korjuuajan vaikutusta sadon määrään, laatuun ja varastokestävyyyteen tutkittiin molempina koevuosina usealla paikalla (Taulukko 33). Korjuuaikoja oli eri kokeissa kolmesta viiteen. Kaikilla koepaikoilla koemallina oli satunnaistettujen täydellisten lohkojen koe, jossa lohkoja oli kolme, paitsi Pälkäneen kokeessa neljä.

#### Mittaukset sadonkorjuun yhteydessä

Sadon määrän kehittymistä syksyllä seurattiin laskemalla kerän keskipaino varastoon viedyistä kaaleista ja joissakin kokeissa lisäksi hehtaarisato. Sadonkorjuupäivinä määritettiin kuiva-ainepitoisuus (vuonna 1995 vain kerästä, vuonna 1996 erikseen kerästä ja kerän sisällä olevasta varresta), varren, varren alaosan ja kerän liukoisen



**Kuva 60.** Eri aikaan korjattujen keräkaalien kuiva-ainepitoisuus syksyllä ja varastokaudella 1995-96 Köyliön kokeessa.

kuiva-aineen pitoisuus sekä fruktoosi-, gluukoosi- ja sakkaroosipitoisuudet. Kuiva-aine- ja sokerimäärityksissä käytettiin viidestä kerästä yhdistettyä koostenäytettä. Liukoinen kuiva-aine mitattiin erikseen joka kerästä, mutta tuloksia analysoitaessa käytettiin mitausten keskiarvoa. Samoista kaaleista määritettiin kaalien kovuus.

Köyliön ja Piikkiön kokeiden sadosta arvioitiin myös aistittava laatu. Arvioitavana oli kaikkien korjuukertojen sato, paitsi vuoden 1996 Piikkiön kokeessa vain ensimmäisen, kolmannen ja viimeisen korjuukerran sato, jolloin vertailtavien näytteiden korjuu-aikojen väli oli kaksi viikkoa kuten muissakin kokeissa.

#### Varastointikokeet

Varastoon vietiin joka ruudusta kolme säkिलistä kaalia, jotka analysoitiin tammi-, maaliskuu- ja toukokuussa. Piikkiön kokeessa vuonna 1996 hävikki analysoitiin 16, 24 ja 32 viikon kuluttua sadonkorjuusta, eikä samoina kalenteripäivinä. Vuonna 1995 varastoerän koko oli 9-10 kaalia, vuonna 1996 15 kaalia. Varastohävikkiä kuvattiin laskemalla painoja ja kauppakunnostushävikit. Piikkiön kokeessa vuonna 1995 kaaleja ei kauppakunnostettu.

Varastoinnin jälkeen Köyliön ja Piikkiön kokeissa analysoitiin kaalien kuiva-aine- ja sokeripitoisuudet sekä kaalien kovuus kuten syksyllä. Tammi- ja toukokuussa arvioitiin myös kaalien aistittava laatu.

## **6.3.2 Tulokset**

### *6.3.2.1 Köyliön kokeet*

#### Sadon määrä ja laatu

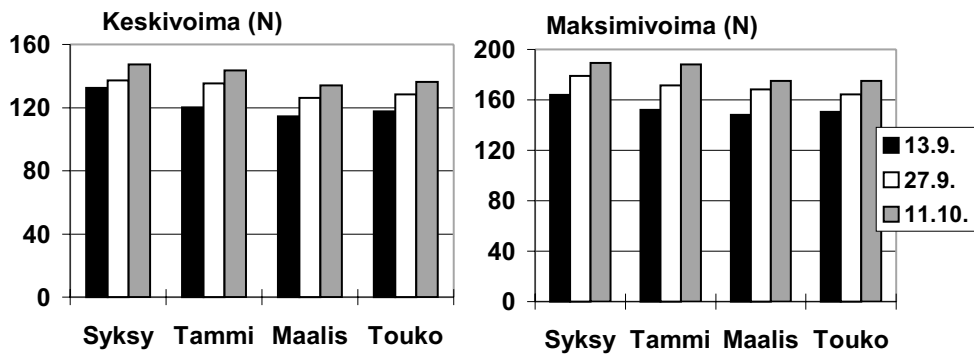
#### 1995

Syksyllä 1995 tarvittava määrä kaaleja (35 kappaletta) korjattiin koeruuduista niin, että luteiden voittamat monihaaraiset kaalit jätettiin peltoon. Näin korjuuruutujen koko vaihteli 14 ja 16 m<sup>2</sup>:n välillä. Hehtaarisato kasvoi neljän viikon aikana (13.9.–11.10.) noin 10 tonnia ja keskipaino noin 0,5 kg (Taulukko 34), mutta muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Korjuuruutujen vaihteleva koko aiheutti vaihtelua etenkin hehtaarisatoon.

Kerän kuiva-ainepitoisuus ja liukoisen kuiva-aineen määrä nousivat varsinkin ensimmäisen ja toisen korjuukerran välillä (Taulukko 34), joten kuiva-ainesato kasvoi tuoresatoa enemmän. Varressa liukoisen kuiva-aineen lisääntyminen jatkui kolmannen korjuuseen saakka. Varastoinnin aikana kerän kuiva-ainepitoisuus laski (Kuva 60). Toukokuuhun mennessä pitoisuus laski ensimmäisen korjuun kaaleissa 1,2 %-yksikköä, toisen korjuun kaaleissa 1,1 %-yksikköä ja kolmannen korjuun kaaleissa vain 0,6 %-yksikköä. Ensimmäisen korjuukerran kaalien kuiva-ainepitoisuus oli siis koko varastokauden ajan muita alempi ja se laski nopeimmin.

Kaalien kovuus kasvoi sadonkorjuukaudella (Taulukko 34). Varastoinnin aikana kaalien kovuus väheni hieman kaikkien korjuukertojen kaalissa, eli sadonkorjuun aikaan korjuukertojen välillä havaitut erot kaalien kovuudessa säilyivät varastoinnin aikana (Kuva 61).

Muutokset kerän sokeripitoisuudessa korjuukaudella olivat varsin vähäiset (Taulukko 34): glukoosipitoisuus oli keskimmaisella korjuukerralla (27.9.) hieman muita kertoja korkeampi ja sakkaroosipitoisuus oli



Kuva 61. Eri aikaan korjattujen keräkaalien kovuus syksyllä ja varastokaudella 1995-96 Köyliön kokeessa.

korkein viimeisen korjuun sadossa. Kokonaissokeripitoisuus nousi hieman korjuuta viivästettäessä, mutta muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Sen sijaan sakkaroosin ja muiden sokereiden suhde nousi hieman, mutta koska kerässä sakkaroosia on hyvin vähän, muutos on melko vähäinen.

Varren sokeripitoisuuksissa muutokset olivat hieman suurempia: sakkaroosipitoisuus yli kolminkertaistui ja kokonaissokeripitoisuus lähes kaksinkertaistui neljän viikon aikana. Lisäys muutti myös sakkaroosin ja muiden sokereiden määräsuhdetta, joka 13.9. korjatussa sadossa oli 0,3 ja 11.10. korjatussa sadossa 1,3.

Varastoinnin aikana kerän kokonaissokeripitoisuus laski ja korjuuaikojen väliset erot säilyivät suunnilleen yhtä suurina: ensimmäisen korjuukerran kaalien sokeripitoisuus oli jatkuvasti muita alhaisempi (Kuva 62). Kerän sakkaroosipitoisuus vaihteli analyysikerroittain, mutta keskimäärin pitoisuus oli korkein viimeisen korjuun sadossa ja pitoisuus nousi alku- ja loppupalvel- la mutta laski tammi- ja maaliskuun välillä. Sakkaroosin ja monosakkaridien (fruktoosi, glukoosi) suhde seuraili sakkaroosipitoisuuden muutoksia. Fruktoosi- ja glukoosipitoisuudet laskivat varastoinnin aikana melko

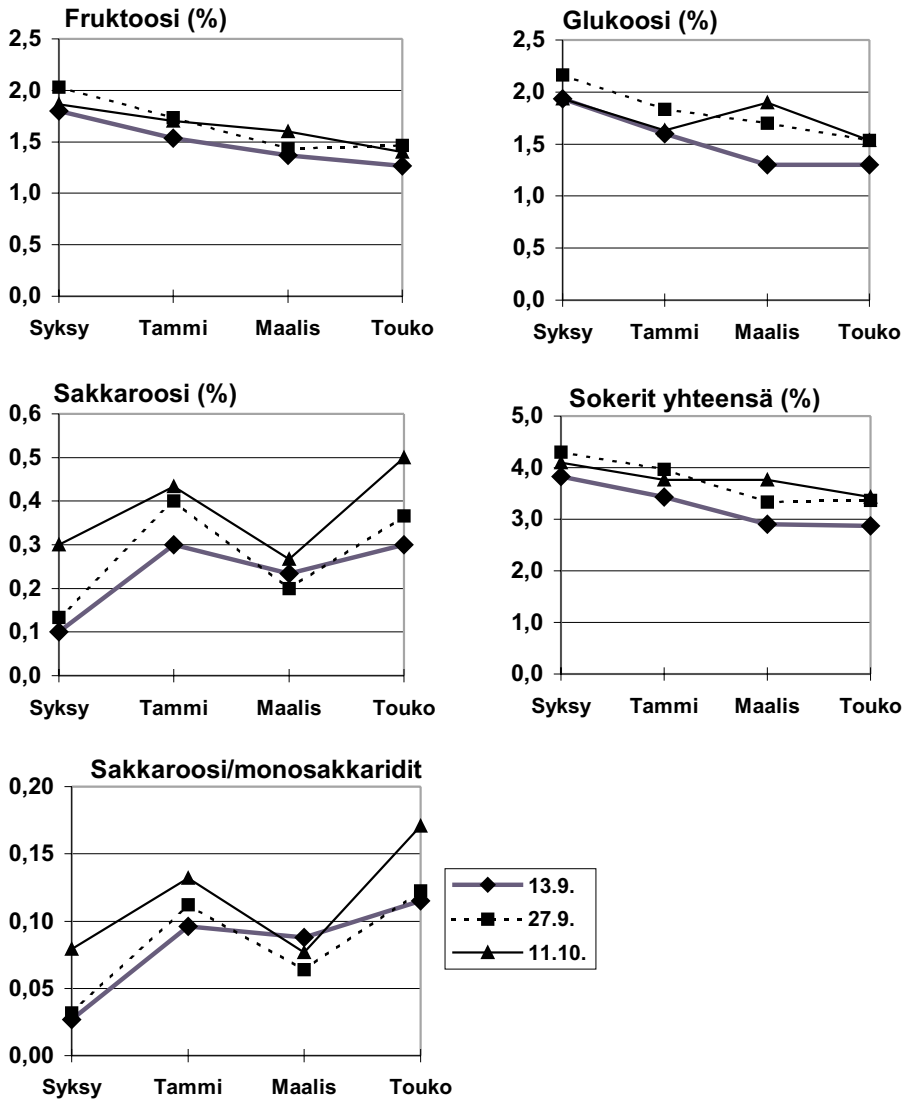
Taulukko 34. Keräkaalin hehtaarisato, kerän keskipaino, kerien kuiva-ainepitoisuudet, kovuus ja kerän ja varren sokeripitoisuudet Köyliön korjuuaikakokeessa vuonna 1995.

Korjuupäivä	Hehtaarisato tn/ha	Keskipaino kg	Kuiva-ainepit. %	Liukoinen kuiva-aine			Kovuus	
				varren ala	varsi	kerä	keskivoima N	maksimivoima
13.9.	51,8 a	2,56 a	8,6 a	-	6,4 a	6,7 a	133 a	164 a
27.9.	53,9 a	2,93 a	9,4 b	6,7 a	7,3 ab	7,6 b	137 a	179 b
11.10.	62,8 a	3,04 a	9,4 b	7,3 b	7,8 b	7,3 b	147 b	189 b
P-arvot	0,079	0,112	0,039	0,019	0,039	0,008	0,006	0,005

Korjuupäivä	fruktoosi		Kerä sakkaroosi yhteensä			glukoosi		Varsi sakkaroosi yhteensä		
	%	%	%	%	sakk./monos.	%	%	%	%	sakk./monos.
13.9.	1,8 a	1,9 a	0,1 a	3,8 a	0,03 a	0,7 a	0,7 a	0,5 a	1,9 a	0,3 a
27.9.	2,0 a	2,2 b	0,1 a	4,3 a	0,03 a	0,9 a	0,8 a	1,1 b	2,8 b	0,7 b
11.10.	1,9 a	1,9 a	0,3 b	4,1 a	0,08 b	0,7 a	0,7 a	1,8 c	3,2 c	1,3 c
P-arvot	0,123	0,020	0,004	0,081	0,004	0,265	0,250	0,003	<0,001	0,036

Samalla kirjaimella merkityt korjuupäivät eivät eroa merkitsevästi toisistaan (Tukeyn testi, p=0,05).

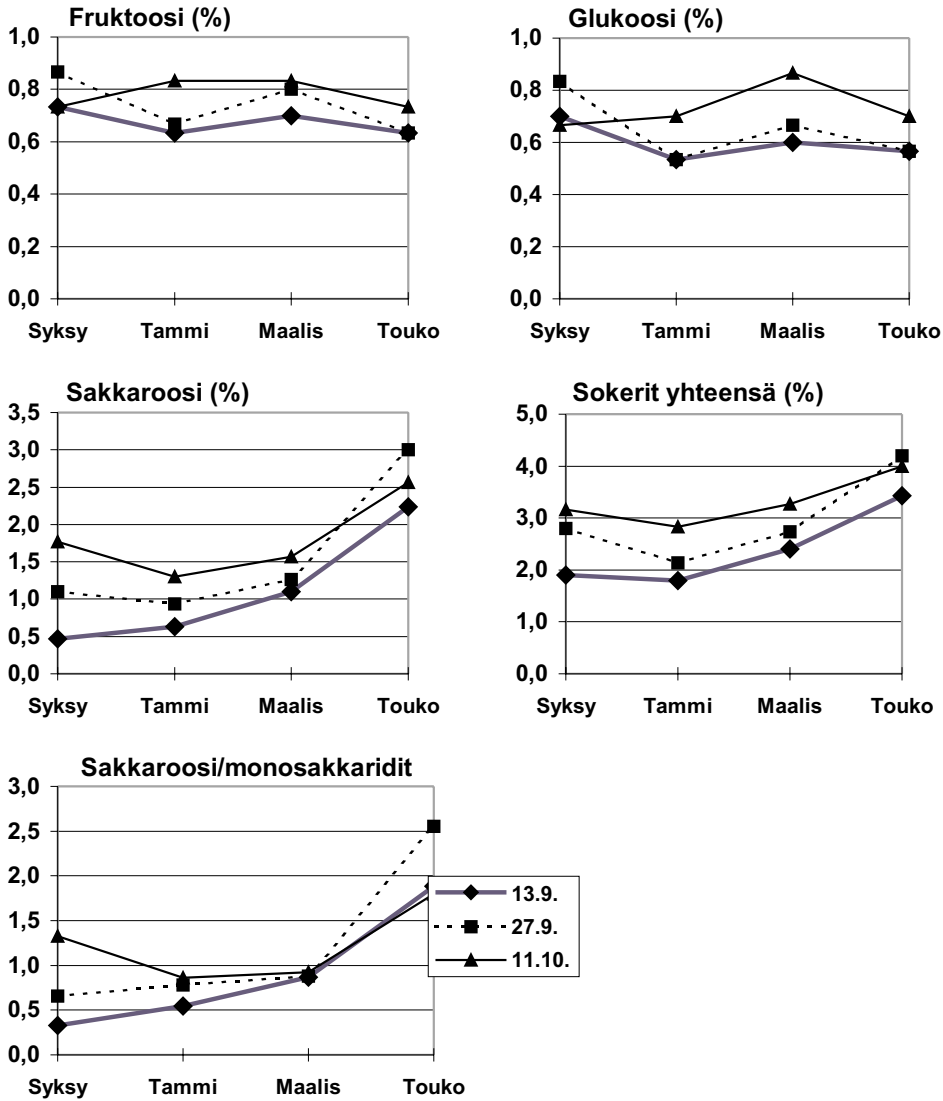


**Kuva 62.** Korjuuajan vaikutus keräkaalin kerän sokeripitoisuuksiin ja sakkaroosin ja monosakkaridien suhteeseen syksyllä ja varastokaudella 1995-96 Köyliön kokeessa.

suoraviivaisesti, ja ensimmäisen korjuukerran sadossa ne olivat alimmat.

Varren fruktoosipitoisuuteen ei korjuu-aika tai varastoinnin kesto vaikuttanut (Kuva 63). Glukoosipitoisuudessa ei korjuu-aikojen välillä ollut eroja. Varastointiajan vaikutus ei myöskään ollut selvä, sillä analyysikertojen välissä glukoosin määrä laski ja nousi vuorotellen. Sen sijaan varren sakkaroosipitoisuus, sokereiden kokonais-

määrä ja sakkaroosin ja monosakkaridien suhde muuttuivat selvästi varastoinnin kuluessa. Pitoisuudet ja suhde olivat pienimmät ensimmäisen korjuukerran kaaleissa, joissa ne kuitenkin nousivat koko varastointikauden ajan. Toisen ja erityisesti kolmannen korjuun kaaleissa pitoisuudet ja suhde laskivat varastoinnin alkuvaiheessa ja nousivat sitten selvästi tammikuun jälkeen.



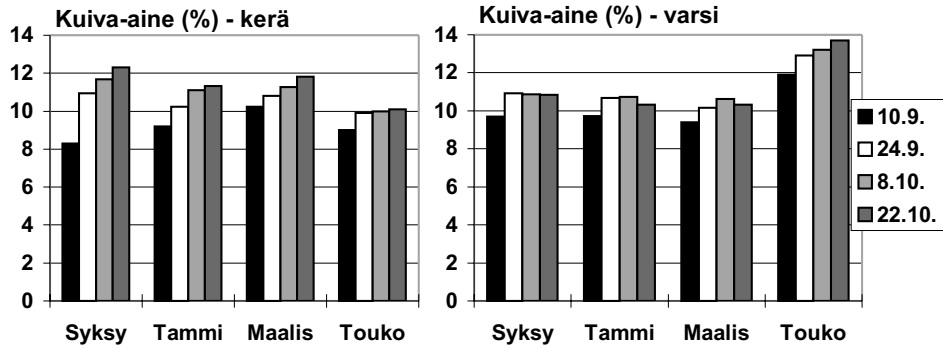
**Kuva 63.** Korjuuajan vaikutus keräkaalin varsiosan sokeripitoisuuksiin ja sakkarooosin ja monosakkaridien suhteeseen syksyllä ja varastokaudella 1995-96 Köyliön kokeessa.

1996

Vuonna 1996 sadon kasvua seurattiin laskemalla keskipaino varastoon vietyjen kaalien perusteella (Taulukko 35). Keskipaino kasvoi kuuden viikon aikana puolitoistaker-taiseksi. Viimeisen kahden korjuukerran välillä kasvu oli hitaampaa, mutta tilastollisen polynomimallin mukaan keskipaino

kasvoi lineaarisesti eli yhtä paljon viimeiseen korjuukertaan asti.

Sadonkorjuun viivästyessä kerän ja varren kuiva-ainepitoisuudet nousivat hieman ja liukoisen kuiva-aineen pitoisuudet selvemmin (Taulukko 35). Varastoinnin aikana kerän kuiva-ainepitoisuus laski (Kuva 64). Korjuuaikojen väliset erot pysyivät ennallaan maaliskuuhun asti, eli kuiva-ainepitoisuus oli sitä alhaisempi, mitä myöhem-



**Kuva 64.** Eri aikaan korjattujen keräkaalien kerän ja varsiosan kuiva-ainepitoisuus syksyllä ja varastokaudella 1996-97 Köyliön kokeessa.

min kaalit oli korjattu. Toukokuussa korjuukertojen väliset erot olivat pienemmät kuin edellisillä analyysikerroilla. Varren kuiva-ainepitoisuus ei suuresti muuttunut maaliskuuhun mennessä, mutta toukokuussa pitoisuudet olivat selvästi korkeammat kuin edellisillä kerroilla. Ensimmäisen korjuukerran kaaleissa varren kuiva-ainepitoisuus oli alempi kuin muiden korjuukertojen sadossa.

Sadonkorjuun siirtyessä kaalit muuttuivat hieman kovemmiksi (Taulukko 35). Muutokset olivat suurimpia ensimmäisen ja toisen korjuukerran välillä. Varastoinnin aikana kerien kovuus väheni hieman (Kuva 65). Muutos oli lineaarista ja kaikkien korjuuaikojen kaaleissa samansuuntaista, joten korjuuaikojen erot säilyivät likimain ennallaan. Erityisesti ensimmäisen korjuukerran kaalit poikkesivat muista vähäisemmällä kovuudellaan, mutta keskimäärin kovuus

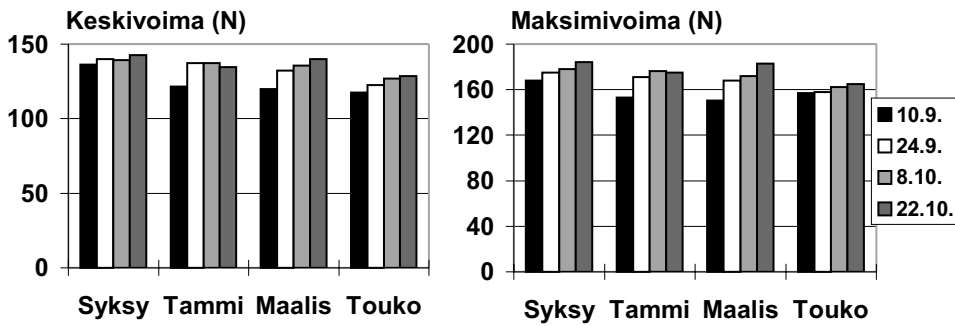
**Taulukko 35.** Keräkaalin hehtaarisato, kerän keskipaino, kerien kuiva-ainepitoisuudet, kovuus ja kerän ja varren sokeripitoisuudet Köyliön korjuuaikakokeessa vuonna 1996.

Korjuupäivä	Keskipaino kg	Kuiva-ainepitoisuus %		Liukoinen kuiva-aine %			Kovuus N	
		kerä	varsi	varren ala	varsi	kerä	keskivoima	maksimivoima
10.9.	1,64 a	8,3 a	9,7 a	6,8 a	7,0 a	7,3 a	136 a	168 a
24.9.	1,98 ab	10,9 a	10,9 a	8,3 b	8,7 b	8,6 b	140 a	175 ab
8.10.	2,28 b	11,7 a	10,9 a	9,4 b	10,3 c	9,0 b	139 a	178 b
22.10.	2,36 b	12,3 a	10,9 a	9,8 b	11,2 c	9,8 c	143 a	184 b
P-arvot	0,003	0,067	0,069	0,003	<0,001	0,002	0,407	0,048

Korjuupäivä	Kerä		Kerä yhteensä			Varsi		Varsi yhteensä	
	fruktoosi %	glukoosi %	sakkaroosi %	sakkaroosi %	sakk./monos.	fruktoosi %	glukoosi %	sakkaroosi %	sakk./monos.
10.9.	2,1 a	2,2 a	0,07 a	4,4 a	0,01 a	0,9 a	0,9 a	0,9 a	2,6 a
24.9.	2,2 a	2,3 a	0,27 b	4,8 ab	0,06 b	0,9 a	0,9 a	2,1 b	3,9 b
8.10.	2,3 a	2,4 a	0,33 b	5,0 bc	0,07 bc	0,9 a	0,9 a	2,8 c	4,6 c
22.10.	2,4 a	2,6 a	0,40 c	5,4 c	0,08 c	0,8 a	0,9 a	2,9 c	4,6 c
P-arvot	0,222	0,091	<0,001	0,019	0,003	0,564	0,842	<0,001	0,002

Samalla kirjaimella merkityt korjuupäivät eivät eroa kontrastien mukaan merkitsevästi toisistaan. Keskipainon vertailu on tehty Tukeyn testillä.



Kuva 65. Eri aikaan korjattujen keräkaalien kovuus syksyllä ja varastokaudella 1996-97 Köyliön kokeessa.

lisääntyi sen mukaan, mitä myöhemmin kaalit oli korjattu. Toukokuussa mitatuissa näytteissä korjuuaikojen väliset erot olivat pienemmät kuin muina analyysikertoina, mutta korjuu- ja varastointiajan yhdysvaikutus oli merkitsevä vain kun vastemuuttujana oli maksimivoima ( $p=0,045$ ).

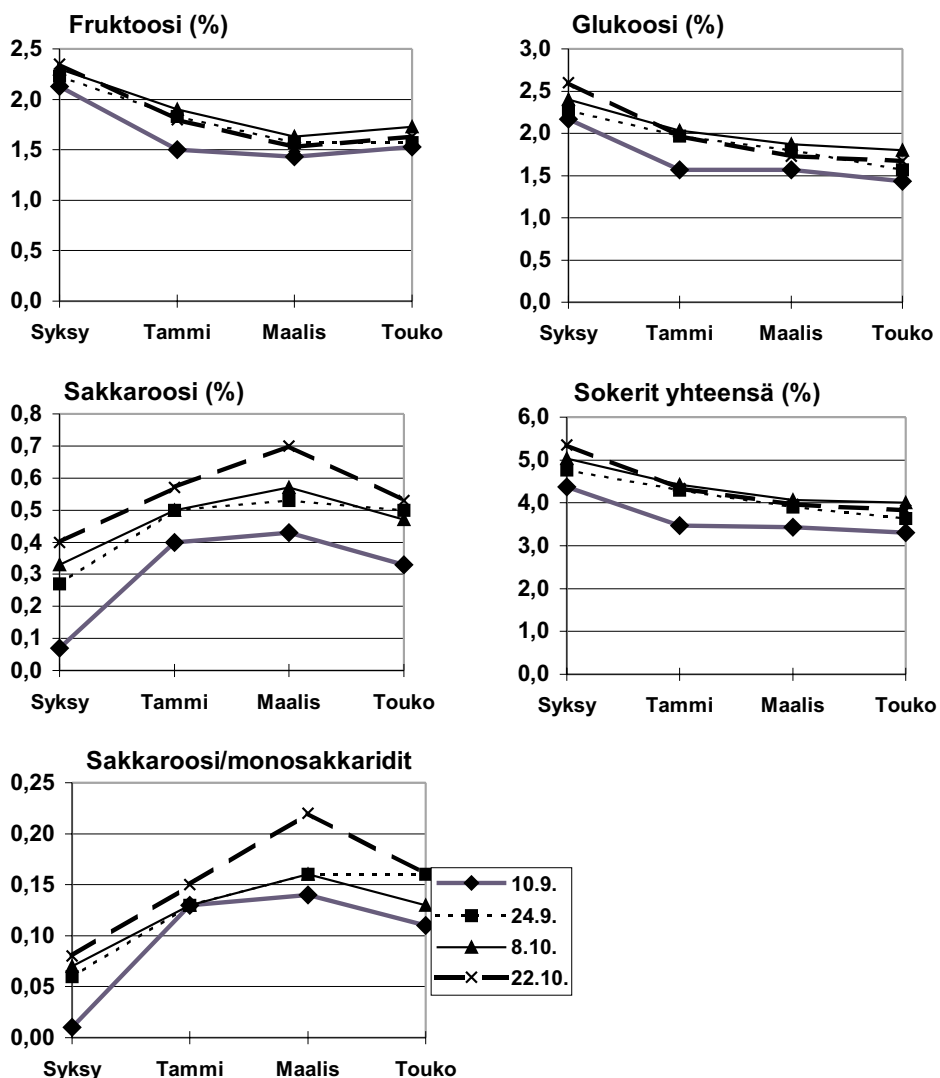
Korjuuaika ei vaikuttanut kerän tai varren fruktoosi- ja glukoosipitoisuuksiin (Taulukko 35). Sen sijaan sakkaroosi- ja kokonaissokeripitoisuus sekä sakkaroosin ja monosakkaridien suhde nousivat sekä varressa että kerässä. Varressa sakkaroosipitoisuus ei enää noussut kolmannen korjuukerran (8.10.) jälkeen, kerässä nousu jatkui vielä tämänkin jälkeen.

Kerän fruktoosi- ja glukoosipitoisuudet laskivat varastoinnin aikana noin 2–2,5

%:sta 1,5–2 %:iin (Kuva 66). Syksyiset erot eri korjuukertojen kaalien pitoisuuksissa säilyivät varastoinnin aikana: mitä myöhemmin kaalit oli korjattu, sitä enemmän ne sisälsivät fruktoosia ja glukoosia. Kerän sakkaroosipitoisuus nousi maaliskuuhun asti mutta laski sen jälkeen hieman. Myös sakkaroosia oli vähiten ensimmäisen korjuukerran sadossa. Sakkaroosin ja monosakkaridien suhde seuraili sakkaroosipitoisuuden muutoksia. Muutosten myötä kokonaissokeripitoisuus laski varastoinnin aikana noin yhden prosenttiyksikön. Korjuukertojen väliset erot säilyivät suunnilleen ennallaan, eli varhaisimman korjuukerran kaalien sokeripitoisuus oli lähes yhden prosenttiyksikön alempi kuin viimeisen korjuupäivän sadon pitoisuus.

Taulukko 36. Varastohävikki ja harmaa-homeisten kaalien osuus eri korjuukertojen sadossa Köyliön kokeessa vuonna 1995-96 eri analyysikertoina (TA = tammikuu, MA = maaliskuu, TO = toukokuu). Painohävikki on laskettu prosentteina varastoon viedystä painosta, kauppakunnostushävikki ja harmaa-homeisten kaalien osuus varastoinnin jälkeisestä painosta.

Korjuupäivä	Painohävikki			Kauppakunnostushävikki			Harmaa-homeisten kaalien osuus		
	TA	MA	TO	TA	MA	TO	TA	MA	TO
13.9.	3,0	5,0	10,6	6	14	25	5	42	46
27.9.	2,5	3,9	7,8	5	7	9	0	17	42
11.10.	-	-	-	5	13	11	3	42	25
P-arvot	Korjuu (K)		0,286	0,057		0,563			
	Varast.aika (V)		0,011	0,149		0,041			
	K*V		0,394	0,081		0,512			

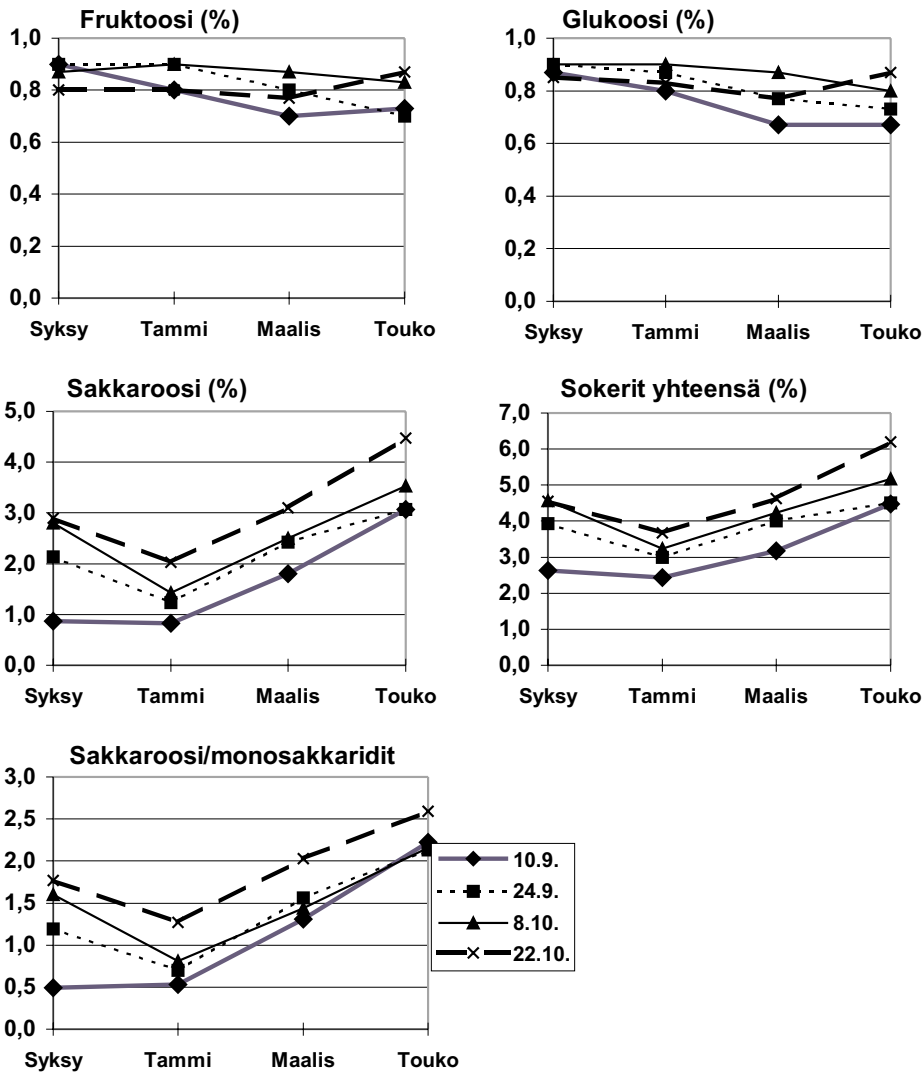


**Kuva 66.** Korjuuajan vaikutus keräkaalin kerän sokeripitoisuuksiin ja sakkaroosin ja monosakkaridien suhteeseen syksyllä ja varastokaudella 1996-97 Köyliön kokeessa.

Varressa sokeripitoisuuksien muutokset olivat osittain vastakkaisia kuin kerässä (Kuva 67). Fruktoosipitoisuuteen ei korjuu- tai varastointiajalla ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta. Glukoosipitoisuus oli keskimäärin korkein kolmannen korjuukerran sadossa, mutta korjuuaikojen väliset erot olivat varsin epäselviä. Varastoinnin kuluessa glukoosipitoisuus laski hieman. Sakkaroosipitoisuus laski varastoinnin alkuvaiheessa kaikissa muissa paitsi ensimmäisen

mäisen korjuukerran kaaleissa. Tammi-kuun jälkeen sakkaroosin määrä nousi jyrkästi ja oli varastoinnin lopulla toukokuussa 3–4,5 %. Pitoisuus oli korkein viimeisen korjuukerran kaaleissa. Varren kokonaissokeripitoisuus seuraili sakkaroosipitoisuuden muutoksia ja oli korkeimmillaan varastoinnin lopulla 4–6 %. Sakkaroosin ja monosakkaridien suhde nousi sakkaroosin määrään mukaan.





**Kuva 67.** Korjuuajan vaikutus keräkaalin varsiosan sokeripitoisuuksiin ja sakkarooisin ja monosakkaridien suhteeseen syksyllä ja varastokaudella 1996-97 Köyliön kokeessa.

### Varastokestävyys

1995

Varastoinnin aikaista painohävikkiä ei saatu viimeisen korjuukerran kaaleista syksyisen mittausvirheen takia. Kahden ensimmäisen korjuukerran välillä ei ollut merkittäviä eroja painohävikissä, vaikkakin toisen korjuun sadossa hävikki oli kaikkina ana-

lyysikertoina alempi kuin ensimmäisen korjuun sadossa (Taulukko 36). Kauppakunnostushävikki oli keskimäärin muita suurempi ensimmäisen korjuukerran sadossa, mutta ero tuli ilmi vasta toukokuun varastoterässä. Harmaahometta esiintyi kaaleissa melko paljon, mutta korjuuajalla ei ollut vaikutusta sen runsauteen. Kokonaishävikki oli tammikuussa alle 10 %, maaliskuussa noin 10–20 % ja toukokuussa 10–35 %.

**Taulukko 37.** Varastohävikki eri korjuukertojen sadossa Köyliön kokeessa vuonna 1996-97 eri analyysiker-  
toina (TA = tammikuu, MA = maaliskuu, TO = toukokuu). Hävikki on laskettu prosentteina varastoon viedystä

Korjuu- päivä	Painohävikki			Kauppakunnostus hävikki			Kokonaishävikki			Harmaahomeisten kaalien osuus		
	TA	MA	TO	TA	MA	TO	TA	MA	TO	TA	MA	TO
10.9.	3,9	7,6	11,1	5	9	9	9	17	20	0	16	28
24.9.	3,6	6,6	9,8	5	6	8	8	12	18	2	6	7
8.10.	3,9	6,7	9,4	4	6	7	8	12	17	0	2	12
22.10.	2,5	5,8	8,8	4	6	10	7	11	19	0	11	33
P-arvot	Korjuu (K)	0,004		0,071			0,018			0,158		
	Varast.aika (V)	<0,001		0,005			<0,001			0,018		
	K*V	0,621		0,197			0,334			0,294		

## 1996

Kokeen kaalit säilyivät jälleen hyvin, eikä korjuuajalla ollut vaikutusta tautien runsauteen tai kauppakunnostuksen aiheuttamaan hävikkiin (Taulukko 37). Sen sijaan eri aikaan korjattujen kaalien painohävikki oli erisuuruista: suurinta haihdunnasta joh-  
tuva hävikki oli varhaisimman korjuun kaa-  
leissa ja pienintä viimeisen korjuukerran sa-  
dossa. Kahden keskimmäisen korjuukerran  
näytteissä painohävikki oli keskimäärin sam-  
manlainen. Varastoinnin kuluessa painohä-  
vikki lisääntyi melkoisesti: tammikuussa se  
oli noin 2,5–4 %, maaliskuussa 6–8 % ja  
toukokuussa 9–11 %. Kokonaishävikki oli  
ensimmäisen korjuukerran sadossa merkit-  
sevästi korkeampi kuin muissa varastoeris-  
sä. Tammikuussa kokonaishävikki oli alle  
10 %, maaliskuussa 11–17 % ja toukokuus-  
sa noin 20 %.

## Aistittava laatu

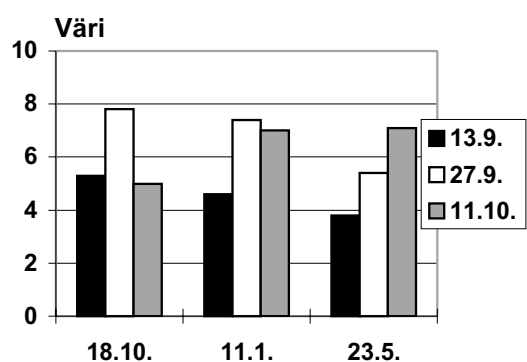
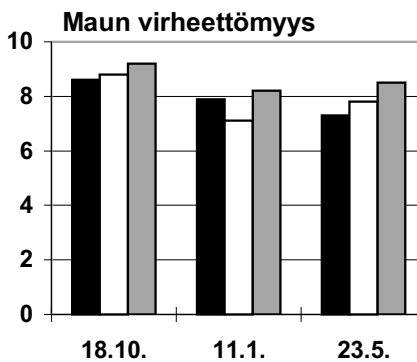
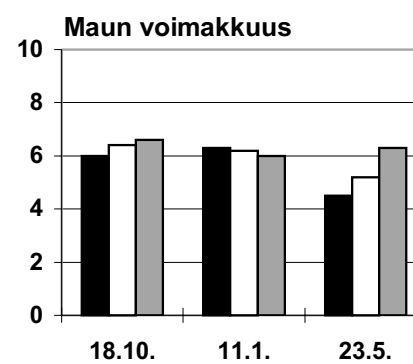
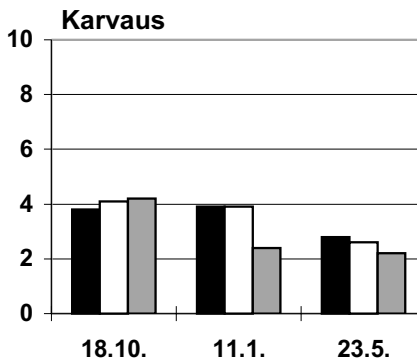
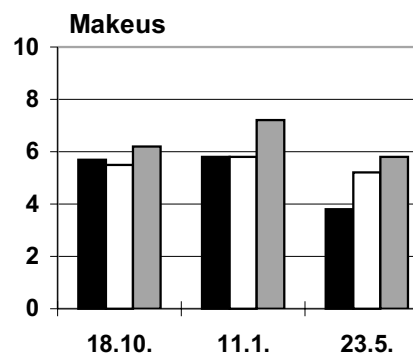
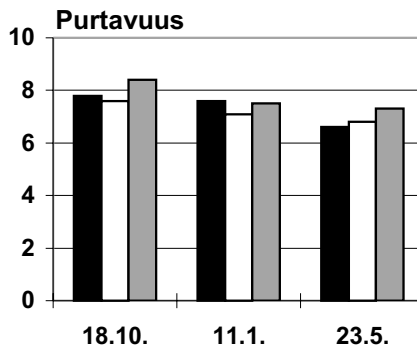
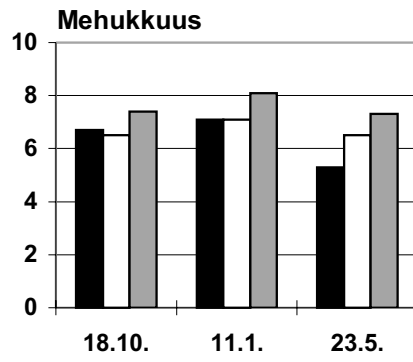
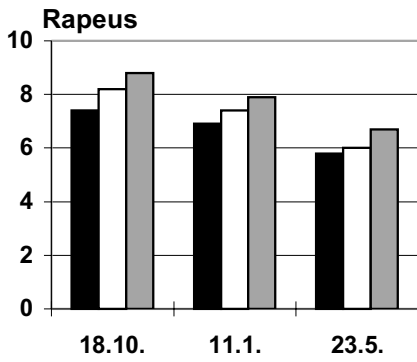
### 1995

Kaalien aistittava laatu arvioitiin heti sa-  
donkorjuun jälkeen ja tammi- ja touko-  
kuussa. Eri arviointikertojen tulokset analy-  
soitiin erikseen, joten varastoinnin keston  
vaikutusta ei voitu testata. Lokakuussa eri

korjuupäivien kaalit eivät juuri eronneet  
toisistaan aistittavalta laadultaan (Kuva  
68). Viimeisen korjuukerran kaalit olivat  
rapeampia kuin ensimmäisen korjuupäivän  
kaalit ( $p=0,011$ ). Keskimmäisen korjuu-  
kerran kaalit arvioitiin muita vihreämmiksi  
( $p<0,001$ ), mikä saattoi johtua satunnaisista  
eroista näytteiden valmistelussa. Muissa  
ominaisuuksissa ei ollut tilastollisesti mer-  
kitseviä eroja korjuuaikojen välillä.

Tammikuussa näytteiden välillä oli sel-  
vempiä eroja: viimeisen korjuukerran kaalit  
arvioitiin muita makeammiksi ( $p=0,010$ )  
ja ensimmäisen korjuun kaalit väriltään  
muita vaaleammiksi ( $p=0,001$ ). Viimeisen  
korjuun kaalit olivat myös hieman mehuk-  
kaampia ( $p=0,053$ ) ja vähemmän karvaita  
( $p=0,032$ ) kuin aikaisempien korjuukerto-  
jen kaalit. Myös toukokuussa viimeisen kor-  
juun kaalit arvioitiin makeammiksi  
( $p=0,043$ ) ja väriltään vihreämmiksi  
( $p=0,003$ ) kuin ensimmäisen korjuukerran  
näytteet. Muissa ominaisuuksissa ei havait-  
tu tilastollisesti merkitseviä eroja.

Varastoinnin jälkeen eri ominaisuuksis-  
ta annettiin hieman heikompia arvioita  
kuin heti sadonkorjuun jälkeen. Aistittava  
laatu näytti heikkenevän eniten kahden en-  
simmäisen korjuun kaalessa, joten korjuu-  
ajan merkitys suureni. Vielä toukokuussa  
laatu arvioitiin kuitenkin hyväksi.



**Kuva 68.** Eri korjuukertojen kaalien aistinvarainen laatu syksyllä ja tammi- ja toukokuussa Köyliön kokeessa varastokaudella 1995-96.

Kaaleja arvioitiin syksyllä sadonkorjuukauden päätyttyä sekä tammi- ja toukokuussa (Kuva 69). Varastointiaika ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi yhteenkään arvioituista ominaisuuksista, eli kaalien aistittava laatu pysyi hyvänä varastoinnin loppuun asti. Korjuuaika vaikutti selvästi kaalien laatuun: kahden viimeisen korjuukerran kaalit olivat makeampia ( $p < 0,001$ ), mehukkaampia ( $p < 0,001$ ) ja rapeampia ( $p < 0,001$ ) kuin kahden ensimmäisen korjuun kaalit. Ensimmäisen korjuukerran kaalit erottuivat muista karvaampina ( $p = 0,008$ ), maultaan miedompina ( $p = 0,011$ ) ja vaikeammin purtavina ( $p = 0,004$ ). Niiden makua ei myöskään pidetty yhtä virheettömänä kuin muiden näytteiden makua ( $p = 0,060$ ). Kaalien värisssä ei havaittu eroja korjuuaikojen välillä ( $p = 0,694$ ). Havaitut erot säilyivät varastoinnin aikana. Kaalien maku siis parani sadonkorjuuta lykättäessä, mutta mikään arvioitu ominaisuus ei enää parantunut merkitsevästi toiseksi viimeisen korjuukerran

eli 9.10. jälkeen, mutta ei myöskään huonontunut.

### 6.3.2.2 Pälkäneen koe

#### Sadon määrä ja laatu

Varastoon vietyjen kaalien keskipaino ei lisääntynyt enää toisen korjuukerran (25.9.) jälkeen (Taulukko 38). Kerän ja varsiosan kuiva-ainepitoisuus kasvoi kuitenkin vielä tämän jälkeen, lokakuun alkupuolelle asti. Viimeisellä korjuukerralla, joka oli vasta marraskuun puolella, kuiva-ainepitoisuudet olivat jälleen hieman alemmat. Kaalien kovuutta mitattiin vain kolmella ensimmäisellä korjuukerralla, joiden välillä ei havaittu eroja.

Liukoisien kuiva-aineen pitoisuus nousi kerässä toiseen korjuukertaan (25.9.) asti (Taulukko 38). Sokeripitoisuuden nousu lakkasi samaan aikaan (Taulukko 38). Varsiosassa liukoisien kuiva-aineen määrä nousi kolmanteen korjuukertaan (9.10.) asti. Varren sakkaroosi- ja kokonaissokeripitoi-

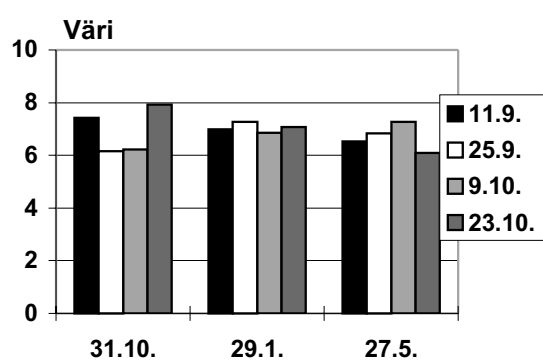
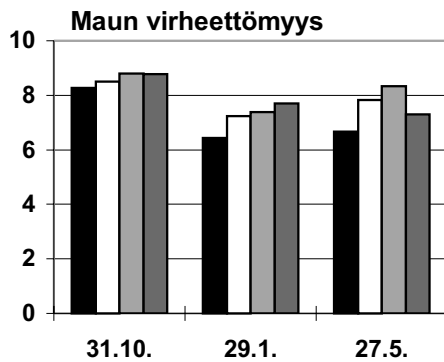
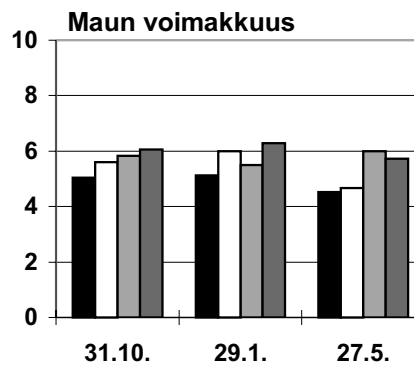
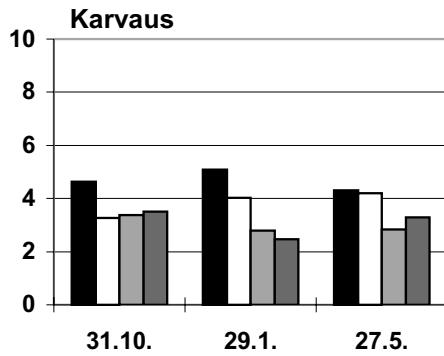
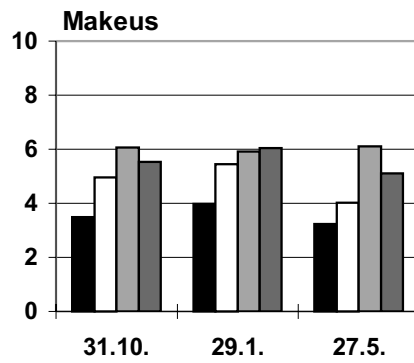
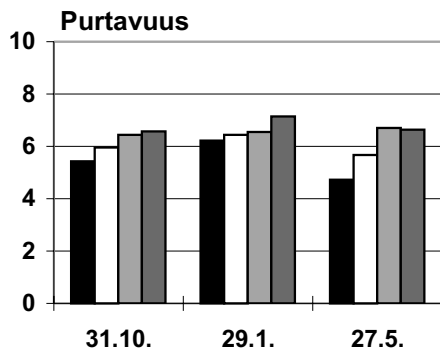
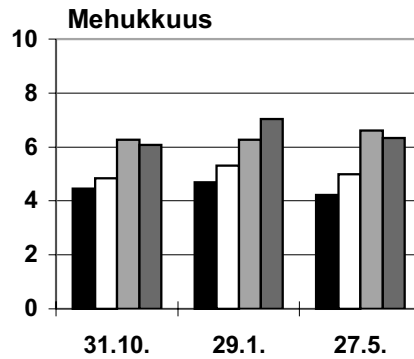
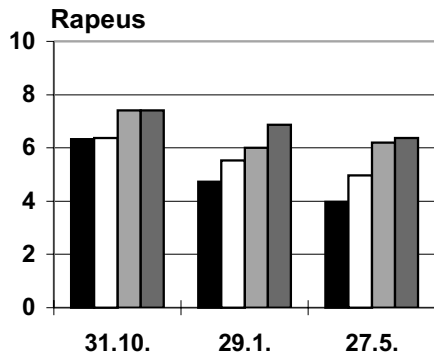
**Taulukko 38.** Kaalien keskipaino, kuiva-ainepitoisuus, kovuus ja kerän ja varren sokeripitoisuudet Pälkäneen kokeessa syksyllä 1996.

Korjuupäivä	Keskipaino kg	Kuiva-ainepitoisuus		Liukoinen kuiva-aine			Kovuus	
		kerä %	varsi %	varren ala %	varsi %	kerä %	keskivoima N	maksimivoima
11.9.	1,45 a	8,8 a	10,6 a	6,9 a	7,2 a	8,6 a	135	170
25.9.	1,69 b	10,1 a	11,1 a	8,3 b	8,3 a	9,5 b	142	178
9.10.	1,67 b	13,6 b	12,3 b	10,1 c	10,1 b	9,5 b	142	176
23.10.	1,76 b	14,9 b	13,1 c	10,9 c	10,7 b	9,4 b	-	-
6.11.	1,75 b	14,2 b	12,3 b	11,0 c	11,0 b	9,3 ab	-	-
P-arvot	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,018	0,387	0,438

Korjuupäivä	fruktoosi %	glukoosi %	Kerä		sakk./ monos.	fruktoosi %	glukoosi %	Varsi		sakk./ monos.
			sakkaroosi %	yhteensä %				sakkaroosi %	yhteensä %	
11.9.	2,2 a	2,3 a	0,1 a	4,6 a	0,02 a	1,0 a	1,0 a	1,1 a	3,1 a	0,57 a
25.9.	2,8 b	2,7 b	0,2 ab	5,7 b	0,04 a	1,0 a	1,0 a	2,0 b	4,0 b	1,09 ab
9.10.	2,7 b	2,8 b	0,2 ab	5,6 b	0,03 a	0,8 a	0,9 a	2,6 c	4,4 bc	1,58 bc
23.10.	2,7 b	2,8 b	0,2 ab	5,7 b	0,05 a	0,9 a	1,0 a	3,1 d	5,0 c	1,73 cd
6.11.	2,5 ab	2,7 b	0,3 b	5,5 b	0,06 a	0,7 a	0,9 a	3,4 d	4,9 c	2,27 d
P-arvot	0,005	<0,001	0,059	<0,001	0,110	0,082	0,524	<0,001	<0,001	<0,001

Samalla kirjaimella merkityt korjuupäivät eivät eroa merkitsevästi toisistaan (Tukeyn testi,  $p = 0,05$ ).



**Kuva 69.** Eri korjuukertojen kaalien aistinvarainen laatu syksyllä ja tammi- ja toukokuussa Köyliön kokeessa varastokaudella 1996-97.

suudet nousivat vielä tämänkin jälkeen, toiseksi viimeiseen korjuuseen asti, ja sakkaroosin ja monosakkaridien suhde aina viimeiseen korjuukertaan asti. Varren fruktoosi- ja glukoosipitoisuuksissa ei havaittu korjuukaudella muutoksia.

### Varastokestävyys

Sadonkorjuun ajoittuminen ei vaikuttanut tautien esiintymiseen (Taulukko 39). Harmaahomeen lisäksi kaaleissa esiintyi pahkahometta. Sen sijaan varastoinnin aikainen painohävikki vaihteli korjuuajoittain: painohävikki pieneni sadonkorjuuta viivästettäessä, mutta neljännen korjuukerran kaalien painohävikki oli myös melko suuri. Kauppakunnostuksen tarve ja kokonaishävikki olivat suurimmat ensimmäisen korjuukerran kaaleissa. Kokonaishävikki oli tammikuussa noin 10 % varastoon viedystä painosta, maaliskuussa 13–19 % ja toukokuussa 20–30 %.

#### 6.3.2.3 Piikkiin kokeet

### Sadon määrä ja laatu

#### 1995

Syksyllä 1995 sadon määrän ja laadun kehittymistä seurattiin kastelu- ja lannoitus-

kokeen eniten lannoitetusta ja kastellusta koejäsenestä, joka vastasi parhaiten normaalia viljelykäytäntöä. Taulukossa 40 on esitetty sadon määrän ja laadun muuttuminen korjuukaudella. Sadon määrä kasvoi toiseen korjuukertaan eli 9.10. asti.

Kerien kuiva-ainepitoisuus nousi viimeiseen korjuupäivään saakka, samoin liukoisen kuiva-aineen määrä varressa. Varastoinnin aikana kerän kuiva-ainepitoisuus nousi hieman, mutta muutos oli vain muutamia prosenttia kymmenyksiiä (Kuva 70). Viimeisen korjuun kaalien kuiva-ainepitoisuus oli jatkuvasti korkein.

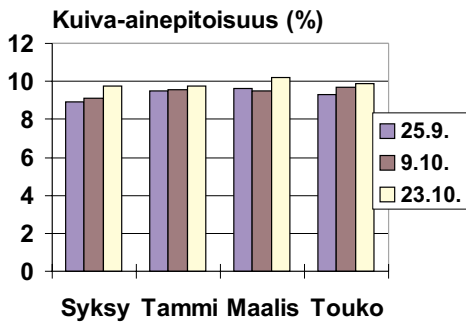
Kerien kovuus ei muuttunut korjuukaudella merkittävästi. Varastoinnin aikana kaalien kovuus väheni hieman (Kuva 71). Viimeisen korjuukerran kaalit olivat mittauksen mukaan kovimpia.

Muutokset kerän sokeripitoisuuksissa syksyllä olivat vähäisiä, mutta sakkaroosin ja monosakkaridien suhde nousi (Taulukko 40). Varren sakkaroosipitoisuus nousi selvästi, mutta kokonaissokeripitoisuudessa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja korjuupäivien välillä. Sakkaroosin lisääntyessä sakkaroosin ja monosakkaridien suhde nousi 0,8:sta 1,5:een neljän viikon aikana.

Varastoinnin aikana kerän fruktoosi- ja glukoosipitoisuudet laskivat vajaasta 2 %:sta 1,2–1,6 %:iin (Kuva 72). Korjuukertojen väliset erot vaihtelivat analyysikerroittain, joten selvää vaikutusta korjuun ajoittumisella ei ollut. Kerän sakkaroosipitoisuus nousi varastoinnin aikana, ja pitoi-

**Taulukko 39.** Varastoinnin aikainen hävikki eri korjuukertojen sadossa Pälkäneen kokeessa vuonna 1996-97 eri analyysikerroina (TA = tammikuu, MA = maaliskuu, TO = toukokuu). Hävikki on laskettu prosentteina varastoon viedystä painosta, tautien pilaama osuus varastoinnin jälkeisestä painosta.

Korjuupäivä	Painohävikki %			Kauppakunn.hävikki %			Kokonaishävikki %			Harmaahomeisia %			Tautien pilaamia %		
	TA	MA	TO	TA	MA	TO	TA	MA	TO	TA	MA	TO	TA	MA	TO
11.9.	5,9	9,3	12,2	6	10	19	12	19	31	12	18	17	12	25	31
25.9.	4,6	7,5	11,1	5	7	8	10	14	19	6	0	26	6	4	26
9.10.	4,5	6,9	10,3	5	7	11	9	13	21	6	5	19	6	7	25
23.10.	5,0	8,1	12,6	5	8	7	10	17	19	7	12	8	7	17	8
6.11.	2,5	5,4	8,4	6	9	12	8	14	21	19	23	36	19	35	42
P-arvot	Korjuu (K) <0,001			0,055			0,012			0,171			0,195		
	Varast.aika (V)<0,001			0,004			<0,001			0,019			0,054		
	K*V			0,046			0,341			0,615			0,757		



**Kuva 70.** Eri aikaan korjattujen kaalien kerän kuiva-ainepitoisuus syksyllä ja varastokaudella 1995-96 Piikkiön kokeessa.

suus oli keskimäärin korkein viimeisen korjuun kaaleissa. Sakkarosin ja monosakkariidien suhde nousi varastoinnin aikana sakkarosipitoisuuden tapaan. Kerän kokonaissokeripitoisuus laski varastoinnin myötä 0,5–1 %-yksikköä. Korjuukertojen väliset erot vaihtelivat analyysikerroittain, mutta yleensä pitoisuus oli korkein viimeisen korjuun kaaleissa.

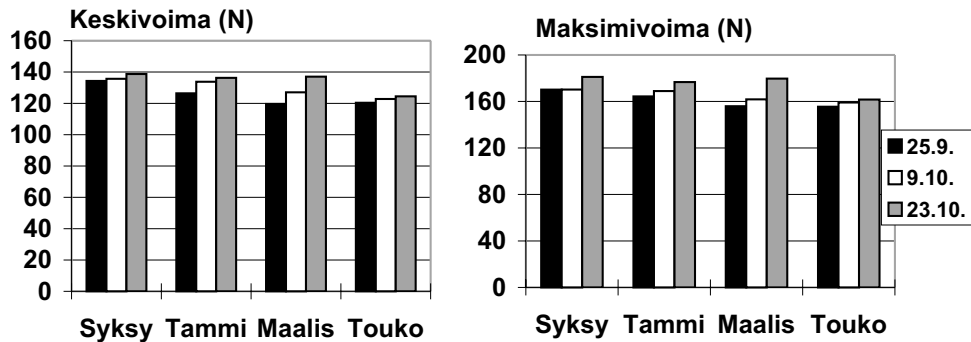
Varsiosan fruktoosi- ja glukoosipitoisuuksiin korjuu- tai varastointiaika ei vaikuttanut (Kuva 73). Sakkarosipitoisuus ja sen myötä kokonaissokeripitoisuus nousivat varsinkin tammikuun jälkeen, ja pitoisuudet olivat suurimmat viimeisen korjuukerran kaaleissa. Sakkarosin ja monosakkariidien suhde ei tilastollisen analyysin mukaan riippunut korjuuajasta, mutta varastoinnin

kuluessa suhde nousi noin kaksinkertaiseksi.

1996

Satoa korjattiin viikon välein syyskuun lopusta lokakuun lopulle. Hehtaarisato ja kerän keskipaino kasvoivat vielä pitkälle lokakuuhun, vaikkakaan viimeisten korjuupäivien välillä ei ollut enää tilastollisesti merkitsevää eroa (Taulukko 41). Kerien kovuus ei muuttunut sadonkorjuuajan myötä.

Kerän kuiva-ainepitoisuus laski hieman korjuukaudella, mutta oli taas viimeisenä korjuupäivänä edellisiä kertoja korkeampi (Taulukko 41). Varren kuiva-ainepitoisuus puolestaan nousi korjuukauden aikana. Liukoisen kuiva-aineen määrä oli varressa ja kerässä alin toisella korjuukerralla, mutta muuten pitoisuudet, jotka olivat jo ensimmäisellä korjuukerralla korkeita, eivät muuttuneet. Varastoinnin aikana kuiva-aine- ja sokeripitoisuuksien muutoksia seurattiin kahdeksan viikon välein alkaen kahdeksan viikon kuluttua kustakin sadonkorjuusta (Kuva 74). Kerän kuiva-ainepitoisuus laski varastoinnin kuluessa kaikissa korjuuerissä. Keskimmäisen korjuukerran (10.10.) kaalien pitoisuus oli jatkuvasti alin. Varren kuiva-ainepitoisuus puolestaan nousi varastoinnin aikana, erityisesti varastokauden lopulla. Korjuukertojen väliset erot varren kuiva-ainepitoisuudessa olivat



**Kuva 71.** Eri aikaan korjattujen keräkaalien kovuus syksyllä ja varastokaudella 1995-96 Piikkiön kokeessa.

**Taulukko 40.** Kokonaissato, kaalien kuiva-ainepitoisuus, kovuus ja kerän ja varren sokeripitoisuudet Piikkiön kokeessa syksyllä 1995.

Korjuupäivä	Kokonaissato tn/ha	Kerän kuiva-aine		Liukoinen kuiva-aine			Kovuus	
		kuiva-aine %	varr. %	alao. %	varsi %	kerä %	keskivoima N	maksimivoima N
25.9.	44,0 a	8,9 a	6,6 a	7,2 a	7,5 a	134 a	170 a	
9.10.	60,4 b	9,1 a	6,8 a	7,7 ab	7,3 a	136 a	170 a	
23.10.	61,0 b	9,8 b	9,1 b	9,2 b	8,6 a	139 a	181 a	
P-arvot	0,022	0,007	0,010	0,030	0,144	0,301	0,591	

Korjuupäivä	fruktoosi %	glukoosi %	Kerä			fruktoosi %	glukoosi %	Varsi		
			sakkaroosi %	yhteensä %	sakk./ monos.			sakkaroosi %	yhteensä %	sakk./ monos.
25.9.	1,8 a	1,9 a	0,1 a	3,9 a	0,03 a	0,7 a	0,7 a	1,1 a	2,5 a	0,8 a
9.10.	1,7 a	1,9 a	0,2 b	3,8 a	0,06 a	0,6 a	0,6 a	1,4 ab	2,7 a	1,2 ab
23.10.	1,9 a	1,9 a	0,3 c	4,1 a	0,09 b	0,7 a	0,6 a	1,9 b	3,3 a	1,5 b
P-arvot	0,132	0,640	0,003	0,128	0,004	0,673	0,694	0,016	0,080	0,054

Samalla kirjaimella merkityt korjuupäivät eivät eroa merkitsevästi toisistaan (Tukeyn testi, p=0,05).

melko vähäiset, mutta keskimäärin kuiva-ainepitoisuus oli korkein viimeisten korjuukertojen kaaleissa.

Kerän sokeripitoisuudet vaihtelivat korjuukerroittain (Taulukko 41), eikä muutoksen suunta ollut kovin selvä. Kolmannella korjuukerralla (10.10.) pitoisuudet olivat alimpia. Varren fruktoosi- ja glukoo-

sipitoisuudet eivät muuttuneet, mutta sakkaroosin määrä ja kokonaissokeripitoisuus nousivat sadonkorjuun siirtyessä. Samoin sakkaroosin ja monosakkaridien suhde nousi ensimmäisen korjuupäivän 2,6:sta viimeisen korjuukerran 3,6:een.

Kerän fruktoosi- ja glukoosipitoisuudet laskivat varastoinnin aikana jyrkästi, eten-

**Taulukko 41.** Sadon määrä, kaalien kuiva-ainepitoisuus, kovuus ja kerän ja varren sokeripitoisuudet eri korjuuaikoina Piikkiössä syksyllä 1996.

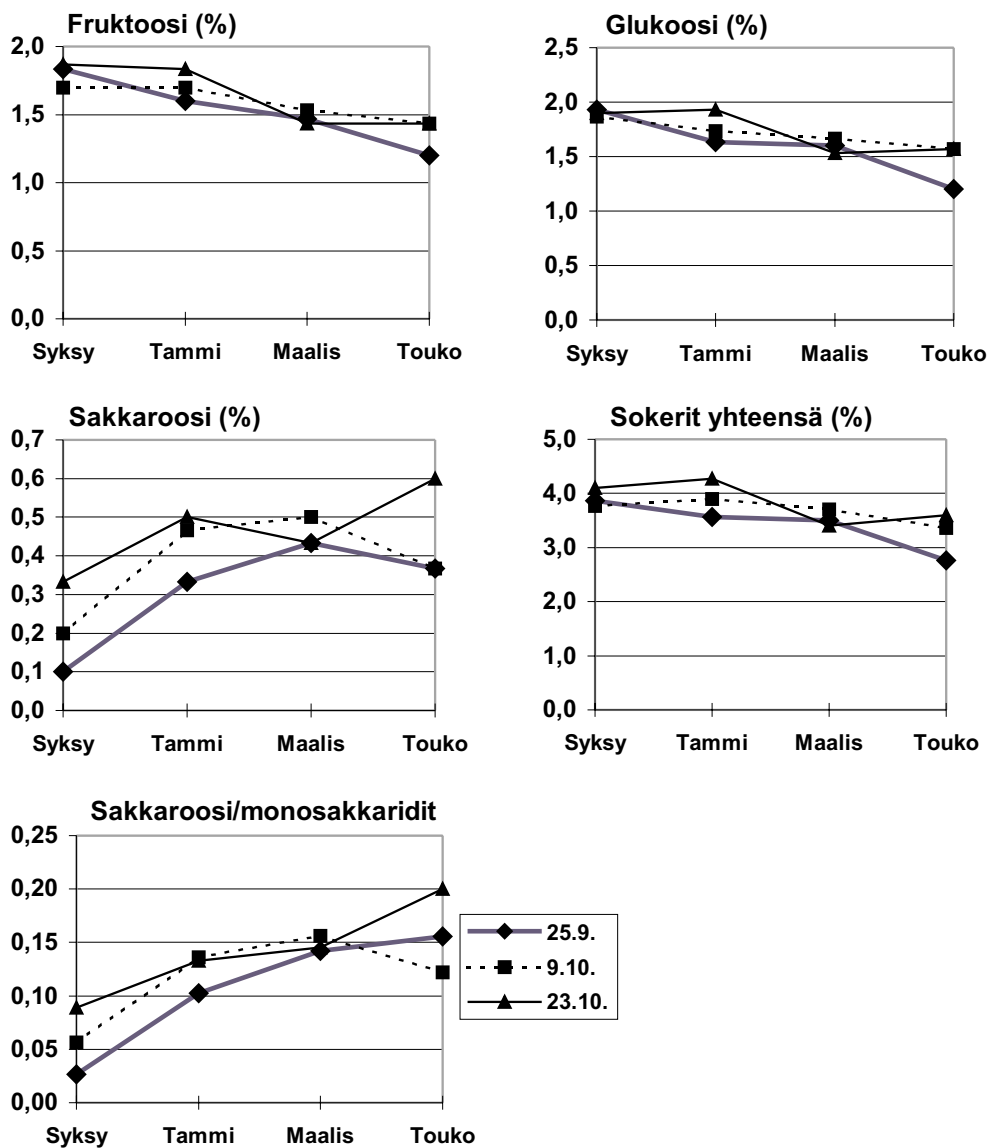
Korjuupäivä	Hehtaari- sato tn/ha	Keski- paino kg	Kuiva-ainepitoisuus			Liukoinen kuiva-aine			Kovuus	
			kerä %	varsi %	varren ala %	varsi %	kerä %	keskivoima N	maksimivoima N	
26.9.	34,7 a	1,07 a	11,3 a	12,2 a	10,5 a	10,9 a	9,6 a	145 a	173 a	
3.10.	34,4 a	1,07 a	11,3 a	12,6 ab	9,7 a	9,6 b	8,6 b	137 a	166 a	
10.10.	39,6 ab	1,23 ab	10,5 b	12,9 ab	10,7 a	11,2 a	9,1 ab	127 a	152 a	
17.10.	40,8 ab	1,28 ab	10,7 ab	12,6 ab	10,9 a	11,3 a	9,2 ab	130 a	160 a	
24.10.	48,4 b	1,52 b	11,2 ab	13,7 b	10,6 a	11,4 a	9,3 a	149 a	183 a	
P-arvot	0,041	0,020	0,011	0,059	0,157	0,009	0,005	0,149	0,086	

Korjuupäivä	fruktoosi %	glukoosi %	Kerä			fruktoosi %	glukoosi %	Varsi		
			sakkaroosi %	yhteensä %	sakk./ monos.			sakkaroosi %	yhteensä %	sakk./ monos.
26.9.	2,7 a	2,8 a	0,2 a	5,7 b	0,04 a	0,6 a	0,6 a	3,1 a	4,3 a	2,6 a
3.10.	2,4 ab	2,6 b	0,4 abc	5,4 b	0,07 ab	0,7 a	0,8 a	3,8 bc	5,2 cd	2,6 a
10.10.	2,2 b	2,3 c	0,2 ab	4,7 a	0,05 a	0,6 a	0,7 a	3,4 ab	4,6 ab	2,9 a
17.10.	2,7 a	2,9 a	0,5 bc	6,1 c	0,09 ab	0,6 a	0,6 a	3,9 bc	5,1 bc	3,3 a
24.10.	2,3 b	2,5 bc	0,6 c	5,4 b	0,12 b	0,5 a	0,7 a	4,4 c	5,6 d	3,6 a
P-arvot	0,001	<0,001	0,007	<0,001	0,009	0,461	0,359	<0,001	<0,001	0,291

Samalla kirjaimella merkityt korjuupäivät eivät eroa merkitsevästi toisistaan (Tukeyn testi, p=0,05).



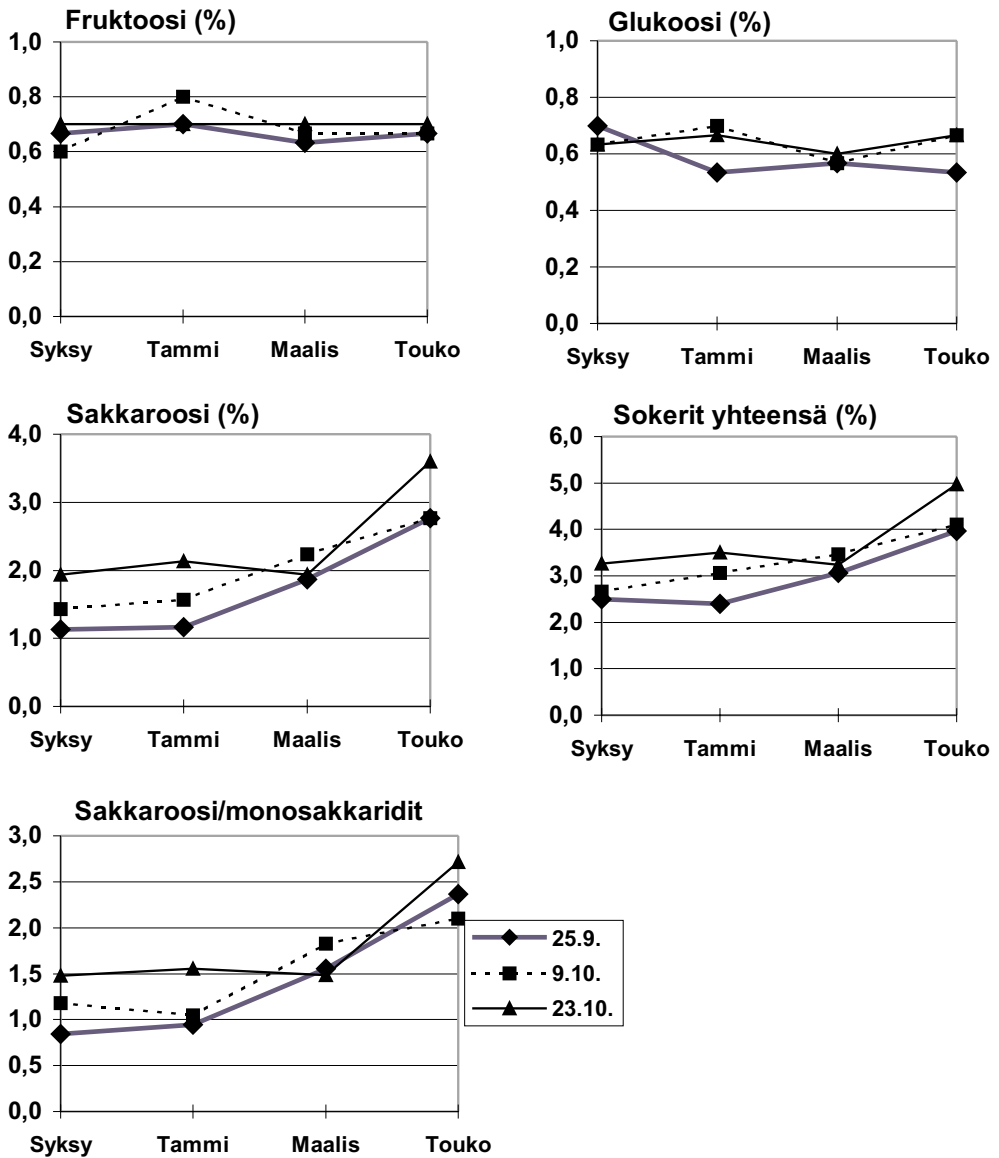


Kuva 72. Korjuujan vaikutus keräkaalin kerän sokeripitoisuuksiin ja sakkarooosin ja monosakkaridien suhteeseen syksyllä ja varastokaudella 1995-96 Piikkiön kokeessa.

kin 16 ensimmäisen viikon aikana, minkä jälkeen pitoisuudet eivät juuri muuttuneet (Kuva 75). Korjuukertojen väliset erot vaihtelivat analyysikerroittain. Sakkarooosipitoisuus nousi varsinkin varastoinnin alkupuoliskolla ja pysyi sen jälkeen suunnilleen ennallaan. Korjuukertojen väliset erot säilyivät samanlaisina varastokaudella: sakkarooosia oli vähiten ensimmäisen ja kolman-

nen korjuukerran kaaleissa ja eniten viimeisten korjuupäivien kerissä. Eri sokereiden määrien muutosten myötä kokonaissokeripitoisuus laski varastoinnin aikana, varsinkin 16 ensimmäisen viikon aikana.

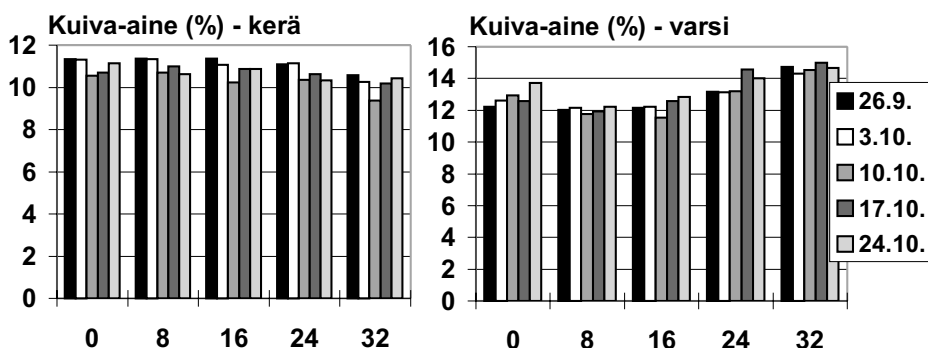
Varren fruktoosi- ja glukoosipitoisuudet laskivat varastoinnin aikana (Kuva 76). Fruktoosin määrät olivat alimmat kahden viimeisen korjuukerran näytteissä, glukoo-



**Kuva 73.** Korjuuajan vaikutus keräkaalin varsiosan sokeripitoisuuksiin ja sakkaroosin ja monosakkaridien suhteeseen syksyllä ja varastokaudella 1995-96 Piikkiön kokeessa.

sin määrässä ei ollut merkitseviä eroja korjuukertojen välillä. Varren sakkaroosipitoisuus laski varastoinnin alkupuolella mutta kääntyi hitaaseen nousuun 8–16 viikon kuluttua sadonkorjuusta. Kokonaissokeripitoisuuden muutokset seurasivat sakkaroosipitoisuuden muutoksia. Keskimäärin sakkaroosi- ja kokonaissokeripitoisuudet olivat

korkeimmat viimeisten korjuukertojen sadossa, mutta mittaustuloksissa oli melko suurta vaihtelua. Sakkaroosin ja monosakkaridien suhde alkoi nousta noin kahdeksan viikon kuluttua sadonkorjuusta. Suhde oli kolmen ensimmäisen korjuukerran kaaleissa likimain sama, mutta tämän jälkeen sitä



**Kuva 74.** Eri aikaan korjattujen kaalien kerän ja varsiosan kuiva-ainepitoisuus syksyllä ja varastokaudella 1996-97 Piikkiön kokeessa. Vaaka-akselilla on varastoinnin kesto sadonkorjuusta.

korkeampi, mitä myöhemmin kaalit oli korjattu.

1996

### Varastokestävyys

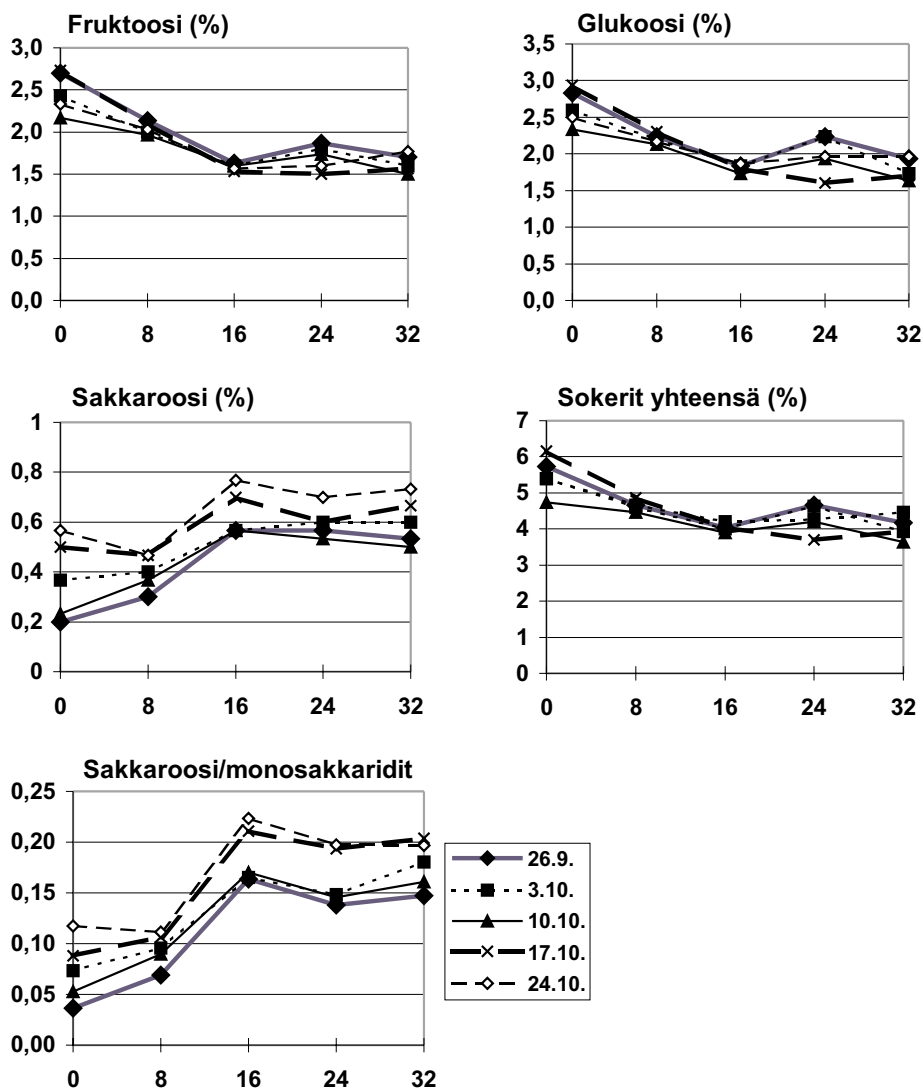
1995

Kaalit säilyivät varastointikokeessa hyvin lukuunottamatta kaaliruton aiheuttamaa hävikkiä, joka pilasi muutamissa näytteissä yksittäisiä keriä kokonaan (Taulukko 42). Tautien esiintymiseen korjuuajalla ei ollut vaikutusta. Painohävikki, joka oli tammikuussa 3–6 %, maaliskuussa 7–12 % ja toukokuussa 11–16 %, oli pienin viimeisen korjuun sadossa ja suurin ensimmäisen korjuukerran kaaleissa.

Korjuukertojen väliset erot varastohävikissä olivat melko vähäiset (Taulukko 43). Korjuuajan vaikutus painohävikkiin oli tilastollisesti merkitsevä, mutta koska erot olivat alle yhden prosenttiyksikön, ei niillä ole käytännöllistä merkitystä. Varastointituloksiin aiheutti vaihtelua kaalirutto, joka pilasi satunnaisesti kokonaisia keriä myyntikelvottomiksi. Kaaliruttoa esiintyi kolmannen ja viimeisen korjuukerran sadossa, mutta vain yksittäisissä kerissä. Tauti aiheutti kuitenkin muita suuremman hävikin näissä erissä. Harmaahomeen runsaudessa ei ollut eroja korjuukertojen välillä. Kokonaishävikki oli 16 viikon kuluttua sadonkorjuusta 8–14 %, 24 viikon kuluttua 11–28 % ja 32 viikon kuluttua 14–30 %.

**Taulukko 42.** Kaalien varastohävikki Piikkiön kokeessa vuonna 1995-96 eri analysikertoina (TA = tammikuu, MA = maaliskuu, TO = toukokuu). Painohävikki on laskettu prosentteina varastoon viedystä painosta, tautien pilaamat osuudet varastoinnin jälkeisestä painosta.

Korjuuaika	Painohävikki %			Harmaahomeen pilaamia %			Kaaliruton pilaamia %		
	TA	MA	TO	TA	MA	TO	TA	MA	TO
25.9.	5,8	9,6	15,7	0	0	6	3	0	18
9.10.	3,8	11,8	11,5	0	7	5	0	0	5
23.10.	3,5	6,5	11,1	3	5	0	0	10	4
P-arvot	Korjuu (K)		0,028	Varastointiaika (V)			0,004		
	K*V		0,164						



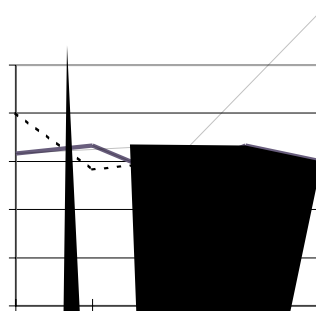
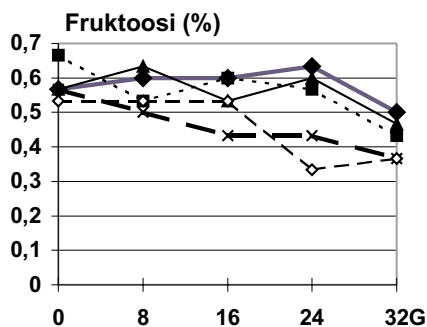
**Kuva 75.** Korjuuajan vaikutus keräkaalin kerän sokeripitoisuuksiin ja sakkaroosin ja monosakkaridien suhteeseen syksyllä ja varastokaudella 1996-97 Piikkiön kokeessa. Vaaka-akselilla on varastoinnin kesto sadonkorjuusta.

### Aistittava laatu

#### 1995

Heti sadonkorjuun jälkeen korjuukertojen väliset erot kaalien aistittavassa laadussa olivat vähäiset (Kuva 77): viimeisen korjuukerran kaalit arvioitiin vähemmän karvaiksi kuin ensimmäisen korjuun näytteet ( $p=0,014$ ) ja viimeisen korjuupäivän kaalit

olivat väriltään vaaleimpia ( $p=0,002$ ). Muihin arvioituihin ominaisuuksiin korjuu-aika ei vaikuttanut. Tammikuussa eri korjuupäivien näytteiden välillä oli enemmän tilastollisesti merkitseviä eroja: ensimmäisen korjuupäivän kaalit olivat vähemmän makeita ( $p<0,001$ ), mehukkaita ( $p<0,001$ ), rapeita ( $p<0,001$ ), karvaampia ( $p=0,021$ ) ja vaikeammin purtavia ( $p=0,005$ ) kuin muut näytteet. Niiden ma-



kua ei myöskään pidetty yhtä virheettömänä ( $p=0,022$ ).

Toukokuussa korjuukertojen välillä oli merkitseviä eroja rapeudessa ( $p=0,041$ ) ja purtavuudessa ( $p=0,034$ ): ensimmäisen korjuun kaalit arvioitiin vähemmän rapeiksi ja vaikeammiksi purra kuin muut näytteet. Lisäksi niiden maku ei ollut yhtä virheetön kuin muiden näytteiden maku ( $p=0,001$ ).

Varastoinnin kuluessa etenkin ensimmäisen korjuukerran kaalien rakenne näytti heikkenevän, sillä tammi- ja toukokuun arviointikerralla mehukkuudesta, rapeudesta

ja purtavuudesta annettiin heikompi arvio kuin sadonkorjuun jälkeen. Muuten varastointi ei näyttänyt heikentäneen kaalien aistittavaa laatua.

#### 1996

Sadonkorjuun jälkeen ja tammi- ja toukokuussa arvioitiin ensimmäisen, kolmannen ja viidennen korjuukerran kaalien aistittavaa laatua (Kuva 78). Varastointiaika vaikutti ainoastaan kaalien rapeuteen, joka

**Taulukko 43.** Varastoinnin aikainen hävikki eri korjuukertojen sadossa Piikkiön kokeessa vuonna 1996-97 16, 24 ja 32 viikon varastoinnin jälkeen. Hävikki on laskettu prosentteina varastoon viedystä painosta, tautien esiintyminen varastoinnin jälkeisestä painosta.

Korjuu- aika	Painohävikki %			Kauppakunn.hävikki %			Kokonaishävikki %			Harmaahomeisia %			Tauteja yhteensä %		
	16 vk	24 vk	32 vk	16 vk	24 vk	32 vk	16 vk	24 vk	32 vk	16 vk	24 vk	32 vk	16 vk	24 vk	32 vk
26.9.	2,7	4,2	5,7	6	11	8	8	15	14	9	15	3	9	15	3
3.10.	-	4,2	6,2	-	7	14	-	11	20	-	2	12	-	7	12
10.10.	3,0	4,3	5,6	11	19	25	14	23	30	4	11	26	13	20	26
17.10.	2,6	4,2	6,2	6	7	7	8	11	13	2	17	7	2	17	7
24.10.	2,7	3,8	5,3	8	25	9	10	28	14	5	23	29	7	43	29
P-arvot	Korjuu (K)	0,018		0,015			0,016			0,234			0,032		
	Varast.aika (V)	<0,001		0,256			0,152			0,177			0,140		
	K*V	0,065		0,155			0,161			0,445			0,443		

heikkeni varastoinnin kuluessa ( $p=0,005$ ). Muita ominaisuuksia varastointi ei heikentänyt.

Korjuun viivästyessä kaalien aistittava laatu parani: ensimmäisen korjuukerran kaalit olivat vähemmän makeita ( $p=0,027$ ) ja mehukkaita ( $p=0,030$ ) sekä karvaampia ( $p=0,007$ ) kuin muut vertailut näytteet. Erot säilyivät varastoinnin loppuun asti. Korjuuaika ei vaikuttanut muihin arvioituihin ominaisuuksiin - väriin, rapeuteen, purtavuuteen, maun voimakkuuteen tai virheettömyyteen.

### 6.3.3 Tulosten tarkastelu

#### Sadon kasvu

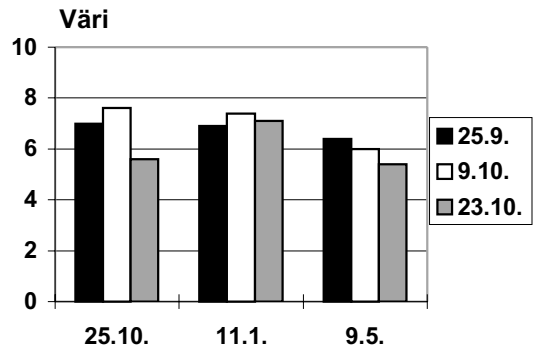
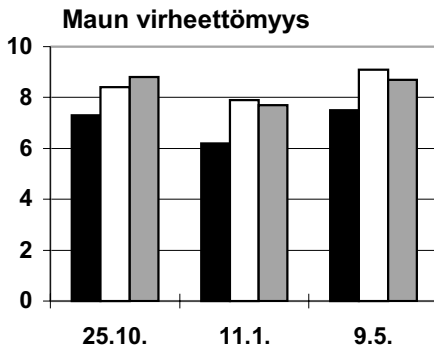
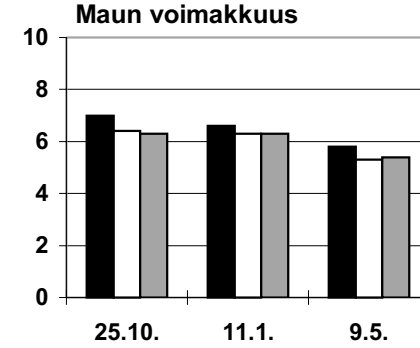
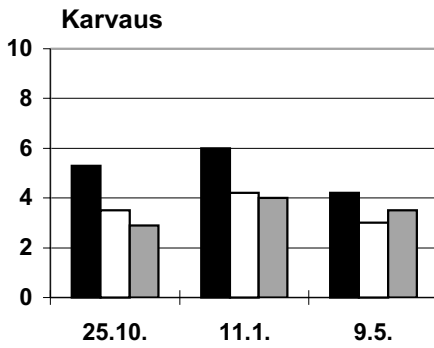
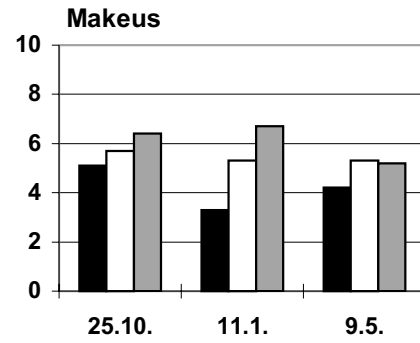
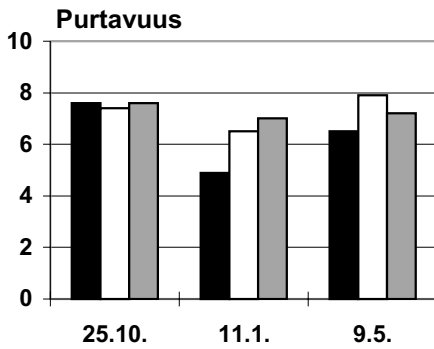
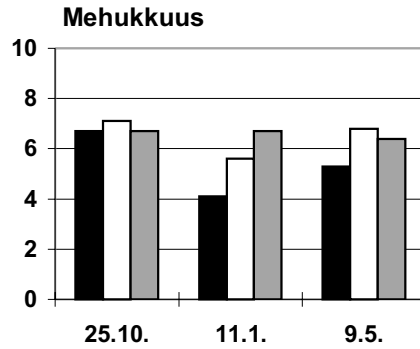
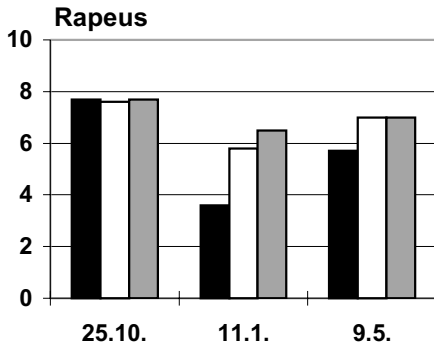
Keräkaalin kasvu jatkui molempina koevuosina pitkälle lokakuuhun. Vaikka sadon lisäys ei usein ollut tilastollisesti merkitsevä enää lokakuun alkupuolen jälkeen, kerät olivat sitä suurempia, mitä myöhemmin ne oli korjattu. Kuiva-ainesato kasvoi vielä tuoresatona pidempään, sillä kerien kuiva-ainepitoisuus nousi sadonkorjuuta lykätessä. Molempina koevuosina sää suosi kasvun jatkumista, sillä lokakuu oli keskimääräistä lämpimämpi.

Norjalaisessa tutkimuksessa (Apeland & Dragland 1975) eri lajikkeiden kerien kasvu jatkui etenkin toisena koevuonna koko lokakuun. Lajikkeet erosivat toisistaan siinä, kuinka pitkän ajan ne vaativat maksimipainon saavuttamiseen. Kerien allaolevien lehtien paino kääntyi laskuun jo syyskuun alussa lehtien alkaessa kuolla. Nilsson (1988a) havaitsi, että Etelä-Ruotsissa kerien kasvu lakkasi joka vuosi lokakuun puolivälissä, mutta kuiva-ainesato kasvoi vielä sen jälkeen viimeiseen korjuuseen asti. Eri vuosien ja korjuupäivien kerän kuivapaino korreloi istutuksen jälkeen kertyneen lämpösumman kanssa (Nilsson 1988b).

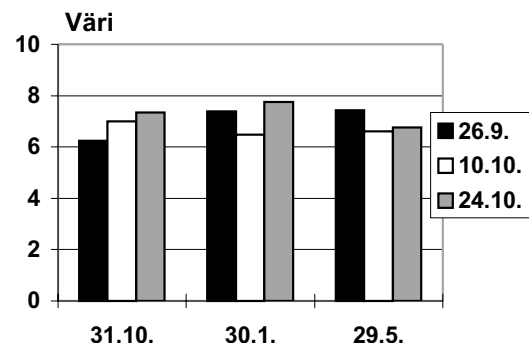
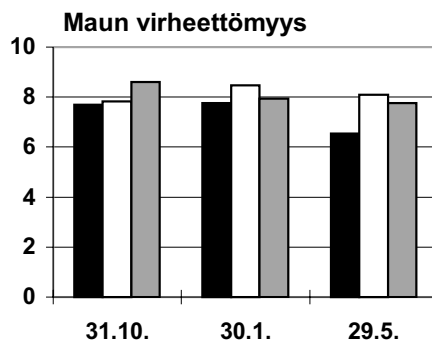
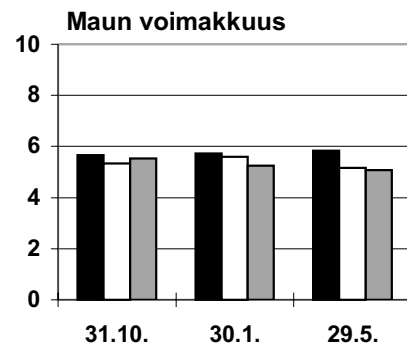
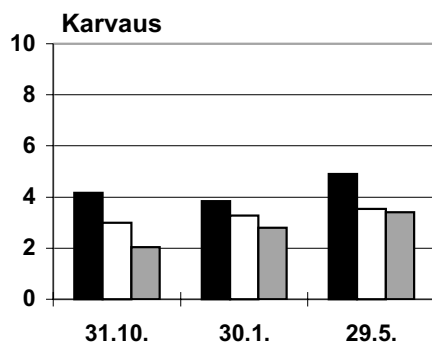
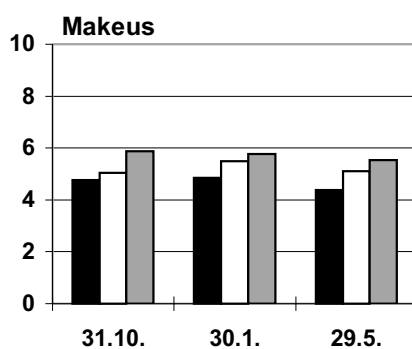
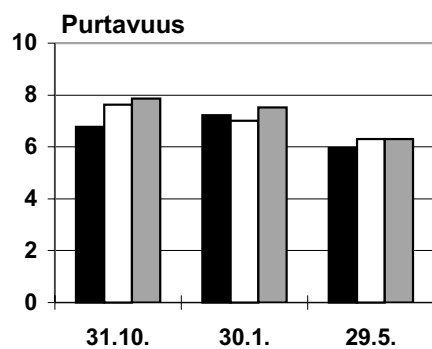
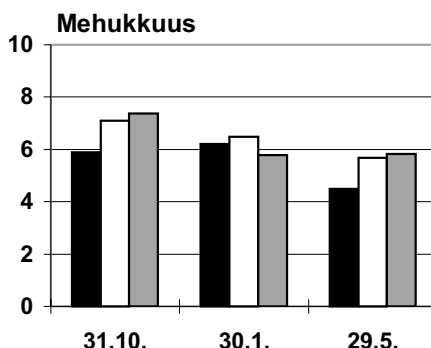
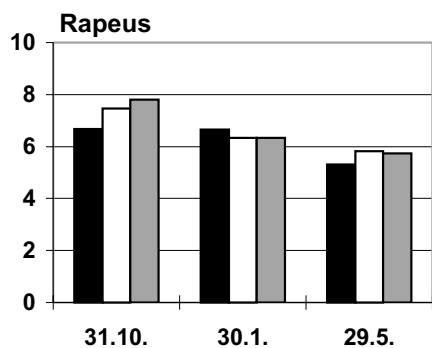
#### Kuiva-ainepitoisuus ja kaalien kovuus

Kuiva-ainepitoisuus muuttui sadonkorjuukaudella ja varastoinnin aikana. Korjuun viivästyessä kerän ja yleensä myös varsiosan kuiva-ainepitoisuus nousi. Samaan aikaan kerät muuttuivat kiinteämmiksi ja kovemmiksi. Yhteystämistuotteita varastoidaan kerään, kun uusia lehtiä ei enää muodostu. Apelandin & Draglandin (1975) mukaan uusien lehtien synty lakkaa syyskuun puolivälissä.

Varastoinnin aikana kerän kuiva-ainepitoisuus laski vähitellen, mutta korjuukerto-



**Kuva 77.** Eri korjuukertojen kaalien aistinvarainen laatu syksyllä ja tammi- ja toukokuussa Piikkiön kokeessa varastokaudella 1995-96.



**Kuva 78.** Eri korjuukertojen kaalien aistinvarainen laatu syksyllä ja tammi- ja toukokuussa Piikkiön kokeessa varastokaudella 1996-97.



jen väliset erot säilyivät. Varren kuiva-ainepitoisuus nousi selvästi varastoinnin lopulla, maalisi- ja toukokuun välillä. Kaalit muuttuivat varastoinnin aikana myös vähemmän koviksi, mutta myöhään korjatut kaalit säilyivät kovimpina.

### Sokeripitoisuudet

Sokereiden osuus keräkaalin kuiva-aineesta on noin 50 %. Keräkaalin pääasiallisia varastosokereita ovat fruktoosi ja glukoosi, mutta varsiosassa sakkaroosin osuus on selvästi suurempi. Sadonkorjuun lähetessä sakkaroosin suhteellinen osuus kuitenkin lisääntyy sekä kerässä että varressa, mitä on pidetty korjuukypsyysden osoittajana (Schneider 1976).

Sokeripitoisuudet olivat vuonna 1996 selvästi korkeammat kuin edellisenä syysynä. Myös sakkaroosin osuus sokereiden yhteismäärästä oli korkeampi vuonna 1996. Nilssonin (1988b) mukaan kerän kokonais-sokeripitoisuus korreloi istutuksen jälkeisen säteily- ja lämpösumman kanssa ja varsiosan pitoisuus lämpösumman kanssa, jolloin lämpiminä vuosina sokeripitoisuuden tulisi olla korkeampi. Näin ei kuitenkaan käynyt tässä tutkimuksessa, sillä ennätyslämpiminä kesänä 1995 sokereiden määrä oli alhaisempi kuin keskimääräistä viileämpänä kesänä 1996.

Korjuuajan vaikutus eri sokereiden pitoisuuksiin kerässä ja varressa oli johdonmukainen ja seuraili aikaisempien tutkimusten tuloksia (mm. Schneider 1976, Nilsson 1988a,b): syksyn mittaan kerän kokonais-sokeripitoisuus kasvoi hieman ja sakkaroosipitoisuus, joka oli vain 0,1–0,5 % tuorepainosta, nousi 2–3-kertaiseksi. Varsiosassa, jossa sakkaroosia on enemmän (0,5–4 % tuorepainosta), sakkaroosipitoisuus ja sokereiden yhteismäärä nousivat selvästi. Näin erityisesti varren sakkaroosin ja monosakkaridien suhde nousi. Nilssonin (1988b) mukaan sakkaroosin kertymisen ajoittumiseen vaikuttavat koko kasvukauden lämpösума ja syksyn alhaiset lämpötilat.

Varastoinnin aikaiset muutokset sokeripitoisuuksissa olivat myös yhdenmukaisia: kerän fruktoosi- ja glukoosipitoisuudet laskevat melko suoraviivaisesti, joten kokonais-sokeripitoisuus laski toukokuuhun mennessä keskimäärin yhden prosenttiyksikön, vaikka sakkaroosin määrä hieman nousikin. Varren fruktoosi- ja glukoosimäärät eivät varastoinnin aikana juuri muuttuneet, mutta sakkaroosin määrä ja kokonais-sokeripitoisuus laskevat ensin hieman ja nousivat sitten selvästi varastoinnin loppupuolella. Vain vuoden 1996 Piikkiön kokeessa muutokset varsiosan sokeripitoisuudessa olivat pienempiä. Varren sokeripitoisuuden nousu liittyy varastosokereiden kuljetukseen kerästä varteen uutta kasvua varten, kuten myös Nilsson (1993) on esittänyt. Tässä tutkimuksessa varren sokeripitoisuuden muutokset olivat kuitenkin selvästi suurempia kuin Nilssonin (1993) kokeissa. Varastoinnin alkuvaiheessa kerän sakkaroosipitoisuus nousi eniten ja varren sakkaroosipitoisuus laski vähiten varhain korjatuissa kaaleissa, joissa siis pellolla alkanut sakkaroosin kertyminen jatkui vielä varastossakin, kuten myös Schneider (1976) havaitsi ennenaikaisesti korjattuja kaaleja seurattessaan.

### Varastokestävyys

Korjuuajan vaikutus varastokestävyyteen oli melko vähäinen. Kaikki kaalit säilyivät varastointikokeissa hyvin: toukokuun lopulla kokonaishävikki oli kaupakunnostuksen jälkeen eri kokeissa 20–30 % varastoon viedystä painosta. Tautien esiintyminen eri korjuuerissä oli satunnaista: varsinkin Piikkiön kokeissa vaivana ollut kaalirutto pilasi yksittäisiä keriä eri koeruutujen sadossa ja aiheutti näin ylimääräistä vaihtelua varastohävikkiin. Harmaahomeen esiintymiseen korjuuajan ei havaittu vaikuttaneen yhdessäkään kokeessa. Haihdunnan ja hengityksen aiheuttamaan painohävikkiin sadonkorjuuajan sen sijaan vaikutti kaikissa kokeissa: varhain korjatut kaalit olivat alttiimpia haihduttamaan kuin myöhempien

korjuukertojen kerät. Myöhemmin korjattujen kaalien lyhyempi varastointiaika ei yksin selitä eroa, vaan korjuun siirtyessä kaalit kiinteytyvät ja pystyvät paremmin estämään veden hukkaa.

### Aistittava laatu

Sadonkorjuuaika vaikutti merkittävästi myös kaalien aistittavaan laatuun. Myöhempien korjuukertojen kaalit arvioitiin mehukkaammiksi, hieman makeammiksi, rapeammiksi ja vähemmän karvaiksi kuin syyskuussa nostetut kaalit. Vaikka erot eivät aina olleet tilastollisesti merkitseviä, suuntaus oli yleensä selkeä: eri ominaisuuksista annetut arviot paranivat sadonkorjuun siirtyessä. Varastoinnin kuluessa aistittava laatu ei juurikaan heikentynyt. Ainoastaan kaalien rapeus ja mehukkuus näyttivät hieman heikkenevän samalla kuin kerien kuiva-ainepitoisuus ja kovuus vähenivät.

### Sadonkorjuuajan optimointi

Korjuun ajoittuminen vaikutti merkittävästi sadon määrään ja laatuun, mutta vaikutus varastokestävytyteen oli melko vähäinen. Samanlaiseen tulokseen päätyi myös Nilsson (1993). Varastointierän koon pitäisi olla entistä suurempi, jotta vaikutus saataisiin varmemmin esiin. Varastotautien sattumanvarainen esiintyminen aiheuttaa tuloksiin helposti niin suurta vaihtelua, että käsittelyjen väliset erot jäävät peittoon. Pienempi painohävikki sadonkorjuun siirtyessä antaa kuitenkin viitteitä siitä, että myöhään korjatut kaalit ovat säilyvyydeltään parempia. Niiden korkeammat kuiva-ainepitoisuudet merkitsevät myös suurempaa vararavintomäärää varastoinnin ajaksi, joten teoreettisesti niillä on paremmat mahdollisuudet säilyä hyväkuntoisina pitkän varastoinnin aikana. Tulosten mukaan ei kuitenkaan liene mitään selvää kehitysvaihetta, jossa kaalien säilyvyys oli selvästi aikaisempaa tai tulevaa parempi, joten

korjuukypsyuden indikaattorien tarpeellisuutta voidaan kysyä.

Myöhäinen sadonkorjuu näytti kuitenkin olevan edullinen monista syistä: sadon määrän kasvu, säilyvyyden pienikin paraneminen ja aistittavan laadun paraneminen merkitsevät parempaa varastointitulosta. Myöhäisellä sadonkorjuulla ei koevuosina ollut mitään epäedullisia vaikutuksia, joskin sadonkorjuuolot olivat suotuisat. Sateisena syksynä tilanne voi olla toinen. Viljelijöiden on lisäksi aloitettava korjuu ajoissa, jotta sato saadaan ajoissa varastoon. Tietoa korjuuajan vaikutuksesta voi kuitenkin hyödyntää niin, että varhain korjatut erät myydään ensin ja viimeisenä korjatut erät saavat olla varastossa pisimmälle kevääseen.

## **6.4 Yhteenveto**

Kaalilajikkeiden varastokestävytydestä saatiin eri koevuosina osittain päinvastaiset tulokset, joten uusien varastokaalilajikkeiden etsiminen vaatii monen vuoden kokemusta. Piikkiön kokeen kaalit säilyivät hyvin varastossa ja lajike-erot olivat pieniä. Hävikki oli pienin lajikkeilla 'Bartolo' ja 'Kalorama' ja suurin Krypton-lajikkeella, joka puolestaan Pälkäneen kokeessa seuraavana vuonna säilyi parhaiten. Tämän lajikkeen varastoerissä esiintyi Piikkiössä enemmän kasvitauteja, kaaliruttoa ja harmaahometta, mutta näiden esiintyminen tuskin liittyi lajikkeen ominaisuuksiin.

Kastelu- ja lannoituskokeissa sekä kastelun että lannoituksen lisääminen paransivat satoa. Lannoitustasot olivat korkeita, koska maan liukoinen tyyppi oli runsaiden sateiden vuoksi jatkuvasti vähissä. Runsaampi typpilannoitus nosti kerien ja ulkolehtien typpipitoisuutta. Kastelu- ja lannoituskäsittelyillä ei ollut suurta vaikutusta kaalien varastokestävytyteen, sillä kaalit säilyivät kaikissa käsittelyissä hyvin. Oleellista oli kerän kasvaminen riittävän suureksi, jolloin sen haihdunta oli vähäistä suhteessa kaalin painoon. Niinpä kaalien koon kasvassa kastelua ja lannoitusta lisättäessä varastoinnin aikainen painohävikki pieneni.

Kaalien koko kasvoi vielä lokakuussa, sillä molempien koevuosien lokakuut olivat keskimääräistä lämpimämpiä. Kuiva-aiheen lisäys eli todellinen kasvu jatkui vielä pidempään kuin tuoresadon kasvu. Kasvun loppuvaiheessa kaalien sokerikoostumus muuttui: erityisesti sakkaroosin suhteellinen osuus nousi sekä kerässä että kerän sisällä olevassa varressa. Korjuun siirtyessä kaalit muuttuivat myös kiinteämmiksi ja hieman kovemmiksi ja niiden aistittava laatu parani. Erot aistittavassa laadussa säilyivät varastoinnin loppuun asti, eli loppusyksyllä korjatut kaalit olivat laadultaan parhaita vielä toukokuussa. Varastointi ei kovin paljon heikentänyt aistittavaa laatua.

Sadonkorjuun ajoittuminen ei vaikuttanut varastotautien runsauteen, mutta varastoinnin aikainen painohävikki riippui korjuuajasta. Yleensä painohävikki väheni sen mukaan, mitä myöhemmin kaalit oli korjattu. Erityisesti liian varhain korjatut kaalit kärsivät suuresta painohävikistä, joka myös aiheutti suuremman kauppakunnostustarpeen.

Varastoinnin aikana kaalit muuttuivat vähemmän koviksi, mikä näkyi hieman myös kaalien rapeutta arvioitaessa. Sokeripitoisuudet ja sokereiden suhteet muuttuivat erityisesti varsiosassa varastoinnin loppupuolella. Myös kerän kokonaissokeripitoisuus laski 0,5-1 %-yksikköä, mutta tämä ei juurikaan tullut ilmi kaalien makeutta arvioitaessa. Sokeripitoisuuden muutokset kuvaavat kaalien fysiologista tilaa, mutta niiden tulkitseminen ja hyödyntäminen vaatii lisätutkimuksia.

## 7 Johtopäätökset

Tutkimushankkeen tavoitteeksi asetettiin selvittää, mitkä kasvutekijät eniten vaikuttavat vihannesten varastokestävyyteen. Kenttäkokeissa tutkituista tekijöistä merkityksellisimmiksi osoittautuivat sadonkorjuu-aika, lajike ja kastelu. Porkkanan tilakokeissa todettiin esikasvien suuri merkitys

varastotautien esiintymiselle. Sen sijaan lannoituksen vaikutus tuotteiden säilyvyyteen oli kokeiden mukaan pienempi kuin yleisesti uskotaan. Toisaalta kokeissa tutkittiinkin enemmän lannoituksen vähentämisen kuin lisäämisen vaikutuksia.

Eri kasvien varastokestävyyttä uhkaavat eri ongelmat, jolloin myös kasvutekijöiden merkitys vaihtelee lajeittain. Porkkanan varastoinnin onnistumisen ratkaisee tautien esiintyminen, johon viljelykierto vaikuttaa merkittävästi. Viljelykiertojen vaikutusten tutkiminen lienee tehokkainta ja luotettavaa keräämällä tiloilta entistä enemmän tietoa peltolohkojen viljelyhistoriasta ja sadon säilymisestä joko koeoloissa tai viljelijän omissa varastoissa. Toisaalta on kehitettävä ennustemenetelmiä, joilla tautiriskit voidaan arvioida jo syksyllä.

Sadonkorjuuajan merkitys osoittautui porkkanalla erityisen suureksi, sillä eri korjuukertojen väliset erot hävikissä olivat keskimäärin kymmeniä prosentteja. Myös lajikkeiden väliset erot ovat huomattavia. Keräkaalikokeissa sadonkorjuu-aika vaikutti erityisesti sadon määrään ja aistinvaraiseen laatuun, ja kovin aikainen korjuu osoittautui epäedulliseksi myös varastokestävyyden kannalta.

Sipulin varastoinnissa oleellista näyttää olevan ulkoinen laatu ja sen säilyminen erityisesti vähittäismyynnin aikana. Laatua heikentävät varsinkin varastokauden lopulla kuoren irtoaminen, uusien versojen kasvu ja tautien ilmeneminen. Yhden koevuoden perusteella ei johtopäätöksiä voi tehdä, mutta sadonkorjuun ajoittumisella lienee tärkeä merkitys myös laadun säilymiselle varastoinnin jälkeen.

Tutkimushankkeen toinen keskeinen tavoite oli tutkittujen lajien optimaalisen korjuuajan määrittäminen ja sen indikaattorien kehittäminen. Korjuuajan vaikutus osoittautui tärkeäksi kaikilla koekasveilla. Koevuosien syksyt olivat lämpimiä, jolloin sadon kasvu jatkui pitkään, aistittava laatu ja säilyvyys paranivat sadonkorjuun siirtyessä myöhempään. Sipulin korjuun siirtäminen merkitsi myös energian säästöä kuitvaustarpeen vähetessä. Sääoloiltaan erilaisi-

na koevuosina tulos voisi olla erilainen. Tutkimuksen jatkaminen on siis tärkeää, ja korjuuaikakokeita tehdäänkin vielä kaudella 1997–98.

Sadonkorjuuajan vaikutus voi johtua joko eroista syksyn säässä ja korjuuoloissa tai kasvin kehitysvaiheen muutoksista. Tässä tutkimuksessa ei saatu selviä tuloksia korjuukauden säiden vaikutuksista, sillä korjuusäät olivat yleensä hyvät. Syksyn 1996 kovat pakkaset olivat poikkeuksellinen ilmiö, mutta niiden ei havaittu heikentäneen sipuleiden tai porkkanoiden säilyvyyttä. Sääolojen vaikutusten selvittämiseksi olisi kerättävä lisäaineistoa koepelloille sijoitettavilta sääasemilta eri paikoilla ja eri vuosina.

Kasvin kehitysvaiheen ja optimaalisen korjuuajan yhteyden selvittämiseksi on toivottu selviä mittausten menetelmiä, joilla voitaisiin todeta kasvin korjuukypsyyden. Koska kasvien laatu, varastokestävyys ja esimerkiksi kemiallinen koostumus muuttuvat vähitellen, ei näytä kovin todennäköiseltä, että mikään yksittäinen mittaus voisi ennustaa sadon laatua ja varastokestävyyttä. Tässä tutkimuksessa seuratut ominaisuudet, kuten kuiva-ainepitoisuus, liukoisen kuiva-aineen määrä, eri sokereiden pitoisuudet tai

suhteet, eivät ennakoineet johdonmukaisesti varastokestävyyttä. Kasvin sisäisten muutosten seuranta auttaa kuitenkin ymmärtämään kasvien toiminnassa syksyllä ja varastoinnin aikana tapahtuvia ilmiöitä ja laadun ja säilyvyyden perusteita.

Varastokestävyuden ymmärtämiseksi tarvitaan perinteisen kenttäkoetutkimuksen lisäksi tiedon keräämistä tiloilta ja vaikutusmekanismien selvittämistä yksittäisissä ongelmissa. Tiloilta kerättävän tiedon avulla voidaan selittää sadon määrän, laadun ja varastokestävyuden vaihtelua viljelytoimilla ja säätiedoilla, kunhan materiaali on riittävän kattava ja monipuolinen. Vaikutusmekanismeja selvitetessä avoimia kysymyksiä ovat mm., mitkä ovat kasvun minimilämpötilat ja muut minimivaatimukset syksyllä, miten kasvien rakenne muuttuu syksyllä ja onko sillä yhteyttä varastokestävyuden muutoksiin, mikä säätelee varastoyhdisteiden kertymistä? Yhdistämällä kontrolloiduissa oloissa tehtävien kokeiden tulokset ja tiloilta kerätyt tiedot voitaneen toivottavasti laatia malleja, jotka selittävät havaittuja ja toistaiseksi huonosti ymmärrettyjä ilmiöitä vihannesten varastokestävydessä.

# Kirjallisuus

---

- Apeland, J. & Dragland, S.** 1975. Vekst og utvikling hos fire kvitkålssorter etter utplantning på friland. Forskning og forsøk i landbruket 26: 363-374.
- Aura, E.** 1985. Avomaan vihannesten veden ja typen tarve. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 7/85. Jokioinen. 61 p. (ISSN 0359-7652)
- Balvoll, G.** 1985. Lager og lagring. Oslo: Landbruksförlaget. 112 p. ISBN 82-529-1104-8.
- Brewster, J.L.** 1990. The influence of cultural and environmental factors on the time of maturity of bulb onion crops. *Acta Horticulturae* 267: 289-296.
- , **Mondal, M.F. & Morris, G.E.L.** 1986. Bulb development in onion (*Allium cepa* L.). IV. Influence on yield of radiation, its efficiency of conversion, the duration of growth and dry matter partitioning. *Annals of Botany* 58: 221-233.
- Davies, W.P. & Lewis, B.G.** 1980. The inter-relationship between the age of carrot roots at harvest and infection by *Mycocentrospora acerina* in storage. *Annals of Applied Biology* 95: 11-17.
- Dowker, B.D. & Fennell, J.F.M.** 1974. Some responses to agronomic treatments of different genotypes of onion bulbs, *Allium cepa* L. *Journal of Horticultural Science* 49: 1-14.
- Dragland, S.** 1975. Nitrogen- og vassbehov hos kepaløk. Forskning og forsøk i landbruket 26: 93-113.
- 1976a. Nitrogen- og vassbehov hos kvitkål. Forskning og forsøk i landbruket 27: 355-374.
- 1976b. Nitrogen- og vassbehov hos kvitkål med god vasstilgang i veksttida. Forskning og forsøk i landbruket 27: 375-391.
- 1978. Nitrogen- og vassbehov hos gulrot. Forskning og forsøk i landbruket 29: 139-159.
- Evers, A.-M.** 1989. Effects of different fertilization practices on the quality of stored carrot. *Journal of Agricultural Science in Finland* 61: 123-134.
- Freyman, S., Toivonen, P.M., Perrin, P.W., Lin, W.C. & Hall, J.W.** 1991. Effect of nitrogen fertilization on yield, storage losses and chemical composition of winter cabbage. *Canadian Journal of Plant Science* 71: 943-946.
- Fritz, D. & Habben, J.** 1975. Determination of ripeness of carrots (*Daucus carota* L.). *Acta Horticulturae* 52: 231-238.
- & **Habben, J.** 1977. Einfluß des Erntezeitpunktes auf die Qualität verschiedener Möhrensorten. *Gartenbauwissenschaft* 42: 185-190.
- & **Weichmann, J.** 1979. Influence of the harvesting date of carrots on quality and quality preservation. *Acta Horticulturae* 93: 91-100.
- Füstos, Zs., Pankotai Gilinger, M. & Ombodi, A.** 1994. Effects of postharvest handling and cultivars on keeping quality of onions (*Allium cepa* L.) in storage. *Acta Horticulturae* 368: 212-219.
- Hoftun, H.** 1993. Nedkjøling av gulrot. Verknad på lagringsevne og kvalitet. *Norsk landbruksforskning* 7: 147-155.
- Kepka, A.K. & Sypien, M.A.** 1971. The influence of some factors on the keeping quality of onions. *Acta Horticulturae* 20: 65-71.
- Kidmose, U. & Henriksen, K.** 1994. Ernæringsmæssig kvalitet af gulerødder, - i relation til kvælstoftilførsel og lagring. Statens Planteavlsvforsøg. Rapport nr. 2: 75-81.
- Komochi, S.** 1990. Bulb dormancy and storage physiology. In: Rabinowitch, H.D. & Brewster, J.L. (eds.). *Onions and allied crops*. Vol. I. Boca Raton, FL: CRC Press. p. 89-111. ISBN 0-8493-6300-0.
- Le Dily, F., Villeneuve, F. & Boucaud, J.** 1994. Qualité et maturité de la racine de carotte: influence de la conservation au champ et au froid humide sur la composition biochimique. *Acta Horticulturae* 354: 187-199.
- Lehtimäki, S.** 1995. Puutarhatuotteiden varastointikustannukset Suomessa. Puutarhaliiton julkaisuja nro 284. Helsinki: Puutarhaliitto. 62 p. ISBN 951-8942-20-X.
- Mondal, M.F., Brewster, J.L., Morris, G.E.L. & Butler, H.A.** 1986. Effects of the size of adjacent plants, shading by neutral and leaf filters, irrigation and nitrogen regime and the relationship between the red:far-red spectral ratio in the canopy and leaf area index. *Annals of Botany* 58: 207-219.
- Nilsson, T.** 1979. Yield, storage ability, quality and chemical composition of carrot, cabbage and leek at conventional and organic fertilizing. *Acta Horticulturae* 93: 209-223.

- 1987a. Growth and chemical composition of carrots as influenced by the time of sowing and harvest. *Journal of Agricultural Science* 108: 459-468.
- 1987b. Carbohydrate composition during long-term storage of carrots as influenced by the time of harvest. *Journal of Horticultural Science* 62: 191-203.
- 1988a. Growth and carbohydrate composition of winter white cabbage intended for long-term storage. I. Effects of late N-fertilization and time of harvest. *Journal of Horticultural Science* 63: 419-429.
- 1988b. Growth and carbohydrate composition of winter white cabbage intended for long-term storage. II. Effects of solar radiation, temperature and degree-days. *Journal of Horticultural Science* 63: 431-441.
- 1993. Influence of the time of harvest on keepability and carbohydrate composition during long-term storage of winter white cabbage. *Journal of Horticultural Science* 68: 71-78.
- Peschke, J.** 1994. Inhaltsstoffe und Anfälligkeit von Möhren (*Daucus carota* L.) im Nacherntestadium unter dem Einfluß von Sorte, Herkunft und Anbaubedingung. Giessen: Fischer-Löw. 161 p. Academic dissertation. ISBN 3-929465-05-1.
- Phan, C. & Hsu, H.** 1973. Physical and chemical changes occurring in the carrot root during growth. *Canadian Journal of Plant Science* 53: 629-634.
- Riekels, J.W.** 1977. Nitrogen-water relationships of onions grown on organic soil. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 102: 139-142.
- Rutherford, P.P.** 1981. Some biological changes in vegetables during storage. *Annals of Applied Biology* 98: 538-544.
- **& Whittle, R.** 1982. The carbohydrate composition of onions during long-term cold storage. *Journal of Horticultural Science* 57: 349-356.
- SAS Institute Inc. 1990. SAS/STAT User's guide, Version 6, 4th ed. Vol. 2. Cary, NC: SAS Institute Inc. 1686 p. ISBN 1-55544-376-1
- SAS Institute Inc. 1992. SAS Technical report P-229, SAS/STAT Software: Changes and enhancements, Release 6.07. Cary, NC: SAS Institute Inc. 620 p.
- Schneider, A.** 1976. Zusammenhang zwischen Reifegrad und Lagerverlusten bei Weißkohl. *Gartenbau* 23: 269-271.
- Schoneveld, J.A. & Versluis, H.P.** 1996. Natmaken, drogen en helen van peen en witlofwortels. Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollgrond, Lelystad. Verslag nr. 221. 57 p.
- Suhonen, I.** 1971. Eräiden vihanneslajien säilyvyydestä kylmävarastossa. Helsinki: Helsingin yliopisto. Väitöskirja.
- Suojala, T & Pessala, T.** 1996. Kasvu- ja sadonkorjuulojen vaikutus avomaanvihannesten varastokestävyYTEEN. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 9. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 34 p. ISBN 951-729-472-7
- Taivalmaa, S., Pessala, R. & Talvitie, H.** 1996. Porkkanalajikkeet syynissä. *Puutarha* 99(3): 130-131.
- Tahvonen, R.** 1981. Storage fungi of onion and their control. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland* 53: 27-41.
- 1983a. *Botrytis allii* Munn -sienen infektoituminen sipuliin kasvukaudella ja sadonkorjuun aikana. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland* 55: 303-308.
- 1983b. Short-term parallel storage in the prediction of storage losses caused by *Botrytis cinerea* Pers ex. Fr. on cabbage. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland* 55: 309-314.
- Tucker, W.G. & Drew, R.L.** 1982. Post-harvest studies on autumn-drilled bulb onions. The effect of harvest date, conditioning treatments and field drying on skin quality and on storage performance. *Journal of Horticultural Science* 57: 339-348.
- Vihannesten ja perunan varastointi. 1971. 2. tarkistettu eripainos Puutarha-Uutisista. Helsinki: Puutarha-Uutiset. 92 p.
- Villeneuve, F., Bosc, J.-P. & Luneau, C.** 1993. La conservation en chambre froide: étude de quelques facteurs. *Acta Horticulturae* 354: 221-232.
- Weichmann, J. & Käppel, R.** 1977. Harvesting dates and storage-ability of carrots (*Daucus carota* L.). *Acta Horticulturae* 62: 191-196.

## LIITE 1

---

Tilakokeisiin osallistuneet tilat vuosina 1995-96.

---

Tila	Paikkakunta
Ellilä	Lappi Tl.
Huiskala	Laitila
Hyytiäinen	Forssa
Kalmi	Huittinen
Korkeakoski	Eurajoki
Kuuri-Riutta	Pori
Känkänen	Forssa
Köyliön Vanhakartano	Köyliö
Laurila	Laitila
Lehtinen	Forssa
Marttila	Köyliö
Nisu	Huittinen
A. Norri	Huittinen
O. Norri	Huittinen
Ranta	Uusikaupunki
Rantanen	Laitila
Suni	Köyliö
Tuuna	Laitila
Tyykilä	Eurajoki
M. Vinnikainen	Forssa
A. & I. Vinnikainen	Forssa

---

## LIITE 2 (1/4)

---

### Kenttäkokeiden viljelytiedot

#### Keräkaali

Varastolajikkeiden vertailu 1995, Piikkiö

esikasvi	nurmikesanto
maalaji	LjS
viljavuustiedot	kevät 1995: pH 7,3, jl 0,7, Ca 3400, K 220, P 25, Mg 525, B 1,5, Mn 5,8
istutuspäivä	31.5.-1.6.
istutustiheys	50 x 60 cm (33 333 kpl/ha)
lannoitus	Puutarhan Y-lannos 1 1000 kg/ha 30.6. Puutarhan NK-lannos 346 kg/ha 24.7. Puutarhan NK-lannos 231 kg/ha 10.8. Kalkkisalpietari 240 kg/ha 29.8. Puutarhan NK-lannos 231kg/ha 7.9. Kalkkisalpietari 194 kg/ha Yhteensä N-P-K kg/ha 272-70-245
kastelu	ennen istutusta 20 mm, 4.7., 17.7., 25.7. (15 mm/kerta), 1.8., 8.8., 16.8., 22.8. (25 mm/kerta)
sadonkorjuu	26.10.

Varastolajikkeiden vertailu 1996, Pälkäne

esikasvi	nurmi
maalaji	KHt
lajike	Lennox
istutuspäivä	22.-23.5.
istutustiheys	50 x 60 cm (33 000 kpl/ha)
lannoitus	Puutarhan Y-lannos 1 1100 kg/ha 1.7. Peltokalkkisalpietari 450 kg/ha 12.7. Oulunsalpietari 250 kg/ha Yhteensä N-P-K kg/ha 250-77-154
kastelu	istutuksen jälkeen 9 mm, 16.8. 20 mm, 22.8. 9 mm (yhteensä 38 mm)

Kastelu ja lannoitus 1995, Piikkiö

esikasvi	nurmikesanto
maalaji	HtS/ LjS
lajike	Lennox
viljavuustiedot	kevät 1995: pH 7,3, jl 0,7, Ca 3400, K 220, P 25, Mg 525, B 1,5, Mn 5,8
istutuspäivä	31.5.-1.6.
istutustiheys	50 x 60 cm (33 000 kpl/ha)
lannoitus	Puutarhan Y-lannos 1 700-1000-1300 kg/ha 30.6. Puutarhan NK-lannos 231-346-538 kg/ha 24.7. Puutarhan NK-lannos 231-231-231 kg/ha 10.8. Kalkkisalpietari 240-240-240 kg/ha 29.8. Puutarhan NK-lannos 0-231-385 g/ha 7.9. Kalkkisalpietari 194-194-194 kg/ha Yhteensä N-P-K kg/ha Taso 1 197-49-158 Taso 2 272-70-245 Taso 3 347-91-332
kastelu	3.7., 17.7., 25.7. 15 mm/kerta 1.8., 8.8. (koko alue), 16.8., 22.8. (koko alue) 25 mm/kerta Yhteensä: kasteluruudut 145 mm, muut 50 mm



## LIITE 2 (2/4)

---

### Kastelu ja lannoitus 1996, Piikkiö

esikasvi	kaura/peruna
maalaji	m HtS
lajike	Lennox
viljavuustiedot	syksy 1995: pH 6,9, jl 1,1, Ca 4150, P 23, K 284, Mg 491
istutuspäivä	27.5.
istutustiheys	50 x 60 cm (33 000 kpl/ha)
kalkitus	kevät 1996: 4000 kg/ha
lannoitus	Puutarhan Y-lannos 1 700-1000-1300 kg/ha 18.6. Puutarhan NK-lannos 231-346-538 kg/ha 11.7. Puutarhan NK-lannos 308-308-308 kg/ha 25.7. Puutarhan NK-lannos 0-231-385 kg/ha 8.8. Peltokalkkisalpietari 290-290-290 kg/ha 22.8. Oulunsalpietari 0-72,5-145 kg/ha 10.9. Peltokalkkisalpietari 270-270-270 kg/ha Yhteensä N-P-K kg/ha Taso 1 220-49-168 Taso 2 320-70-260 Taso 3 410-91-342
kastelu	29.-31.7. 25 mm, 8.8. 15 mm (koko alue), 19.8. 25 mm (koko alue), 27.8. 25 mm, 10.9.30 mm Yhteensä: kasteluruudut 120 mm, muut 40 mm

### Korjuuaikakoe 1996, Piikkiö

lajike	Lennox
esikasvi	kaura
maalaji	m LjS
viljavuustiedot	syksy 1995: pH 6,8, jl 1,1, Ca 4250, K 285, P 18, Mg 387
istutuspäivä	31.5.-1.6.
istutustiheys	50 x 60 cm (33 333 kpl/ha)
lannoitus	Puutarhan Y-lannos 1 1300 kg/ha 18.6. Puutarhan NK-lannos 538 kg/ha 11.7. Peltokalkkisalpietari 390 kg/ha 25.7. Puutarhan NK-lannos 346 kg/ha 16.8. Peltokalkkisalpietari 258 kg/ha 10.9. Peltokalkkisalpietari 270 kg/ha Yhteensä N-P-K kg/ha 380-91-302
kastelu	17.6., 8.8., 19.8., 27.8. 25 mm, 10.9. 30 mm (yhteensä 130 mm)

### Korjuuaikakoe 1996, Pälkäne

esikasvi	nurmi
maalaji	KHt
lajike	Lennox
istutuspäivä	22.-23.5.
istutustiheys	50 x 60 cm (33 000 kpl/ha)
lannoitus	Puutarhan Y-lannos 1 1100 kg/ha 1.7. Peltokalkkisalpietari 450 kg/ha 12.7. Oulunsalpietari 250 kg/ha Yhteensä N-P-K kg/ha 250-77-154
kastelu	istutuksen jälkeen 9 mm, 16.8. 20 mm, 22.8. 9 mm (yhteensä 38 mm)

## LIITE 2 (3/4)

---

### Sipuli

Lajikkeiden varastokestävyyys 1995, Piikkiö

lajikkeet	Jumbo, Orion, Hysam, Hygro, Sellhurst
esikasvi	kaura
maalaji	m Kht
viljavuustiedot	kevät 1995: pH 6,8, jl 0,9, Ca 1300, K 120, P 25, Mg 100, B 0,5, Mn 4,3
kylvöpäivä	6.4. (lyhytpäiväkäsittely, 11 h:n päivä, 20.4.-12.5.)
istutuspäivä	15.5.
istutustiheys	taimiryhmänväli 15 cm, riviväli 40 cm (167 000 taimiryhmää/ha)
lannoitus	Puutarhan Y-lannos 1 750kg/ha 30.6. Puutarhan NK-lannos 192 kg/ha Yhteensä N-P-K kg/ha 100-53-130
kastelu	13.7., 19.7., 26.7. 15 mm/kerta (kasteluruudut)
sadonkorjuuajat	21.8., 28.8.

Kastelu ja lannoitus 1995, Piikkiö

lajike	Sturon, Centurion
esikasvi	kaura
maalaji	m KHT
viljavuustiedot	kevät 1995: pH 6,8, jl 0,9, Ca 1300, K 120, P 25, Mg 100, B 0,5, Mn 4,3
istutuspäivä	15.5.
istutustiheys	5 rivin penkki, taimiväli 7,5 cm, riviväli 25 cm (444 000 kpl/ha)
koeruudun koko	1,5 x 7,5 m = 11,25 m <sup>2</sup> (brutto)
lannoitus	Puutarhan Y-lannos 1 500-750-1000 kg/ha 30.6. Puutarhan NK-lannos 0-192-192 kg/ha Yhteensä N-P-K kg/ha Taso 1 50-35-70 Taso 2 100-53-130 Taso 3 125-70-165
kastelu	13.7., 19.7., 26.7. 15 mm/kerta
sadonkorjuuajat	17.8., 22.8.

Kastelu ja lannoitus 1996, Piikkiö

lajike	Sturon
esikasvi	kaura
maalaji	rm KHT
viljavuustiedot	kevät 1996: pH 7,1, jl 1,3, Ca 2000, K 240, P 44, Mg 260, B 0,7, Mn13
istutuspäivä	20.5.
istutustiheys	4 rivin penkki, taimiväli 7,5 cm, riviväli 25 cm (427 000 kpl/ha)
lannoitus	Puutarhan Y-lannos 1 500-750-1000 kg/ha 18.6. Puutarhan NK-lannos 0-192-192 kg/ha 15.7. Puutarhan NK-lannos 0-0-192 kg/ha Yhteensä N-P-K kg/ha Taso 1 50-35-70 Taso 2 100-53-130 Taso 3 150-70-190
kastelu	6.-7.8. 15 mm
sadonkorjuu	4.9.

Sadonkorjuuajan vaikutus varastokestävyyteen 1996, Piikkiö

lajike	Sturon
esikasvi	nurmikesanto
maalaji	KHt
viljavuustiedot	syksy 1995: pH 6,6, jl 1,0, K 240, P 30, Mg 170
istutuspäivät	14.5., 23.5., 3.6.

## LIITE 2 (4/4)

---

### Porkkana

Lajikekoe 1995, Kokemäki

esikasvi	auringonkukka
maalaji	m Kht
viljavuustiedot	1995 pH 5,5, Ca 1220, K 133, P 26, Mg 167
kylvöpäivä	1.6.
kylvötiheys	96-117 siementä/m <sup>2</sup> , 2-rivi, 75 cm:n harju
lannoitus	31.5. Puutarhan Y1 600 kg/ha 7.8. Oulunsalpietari 73 kg/ha Yhteensä N-P-K kg/ha 80-42-84
multaus	8.8.
kastelu	24.8. 20 mm
sadonkorjuu	18.-21.9.

Luomulajikekoe 1996, Kokemäki

esikasvi	apila
maalaji	s KHT
viljavuustiedot	1996: pH 5,7, Ca 1330, P 14, K 111, Mg 222, B 0,7, Cu 10, Mn 21, Zn 1.12
kylvöpäivä	24.5., tasamaa, rivikylvö
kylvötiheys	114 kpl/m <sup>2</sup>
lannoitus	Puutarhan Bio-lannos 2000 kg/ha Yhteensä N-P-K kg/ha 80-40-60
sadonkorjuu	23.9.

Korjuuaikakoe 1996, Kokemäki

lajikkeet	'Fontana', 'Panther'
esikasvi	kaura
maalaji	m KHT
viljavuustiedot	28.5. (lannoituksen jälkeen) pH 6,0, jl 1,5, Ca 1300, K 174, P 31, Mg 137
kylvöpäivä	22.5., tasamaa, 2-rivikylvö
kylvötiheys	114 kpl/m <sup>2</sup>
lannoitus	21.5. Puutarhan Y-lannos 1 600 kg/ha 30.7. Oulunsalpietari 73 kg/ha Yhteensä N-P-K kg/ha 80-42-84
kastelu	29.8. 20 mm 9.-10.9. 20 mm 11.-12.9. 20 mm
multaus	7.8.

### LIITE 3 (1/2)

Kuukauden keskilämpötila, lämpösummakertymä ja sademäärä Piikkiössä, Kokemäellä ja Pälkäneellä vuosina 1995 ja 1996 ja vertailuarvot jaksolta 1961-90.

Piikkiö	Keskilämpötila (°C)			Tehoinen lämpösumma (°C) kuukausittain		
	1995	1996	1961-90	1995	1996	1961-90
Huhtikuu	3,3	1,7	4,8	21	5	13
Toukokuu	8,6	8,5	9,5	125	118	143
Kesäkuu	17,0	12,8	14,7	359	235	290
Heinäkuu	16,0	14,5	16,4	341	295	354
Elokuu	15,7	17,5	15,1	332	386	314
Syyskuu	11,0	9,1	10,5	180	125	168
Lokakuu	8,3	7,2	5,9	119	77	60
Yhteensä				1477	1241	1342
	Sademäärä (mm)					
	1995	1996	1961-90			
Toukokuu	82	64	33			
Kesäkuu	58	55	38			
Heinäkuu	32	138	77			
Elokuu	105	32	82			
Syyskuu	23	38	65			
Lokakuu	84	22	69			
Yhteensä	384	362	364			

Pälkäne	Keskilämpötila (°C)			Tehoinen lämpösumma (°C) kuukausittain		
	1995	1996	1961-90	1995	1996	1961-90
Huhtikuu	2,1	2,2	2,2	0	11	
Toukokuu	8,8	8,3	9,6	136	103	146
Kesäkuu	17,0	13,2	14,8	359	246	292
Heinäkuu	15,7	14,2	16,3	330	286	352
Elokuu	15,5	17,5	14,6	325	387	299
Syyskuu	10,5	8,5	9,7	164	107	145
Lokakuu	7,5	6,1	4,7	100	51	36
Yhteensä				1426	1180	1282
	Sademäärä (mm)					
	1995	1996	1961-90			
Toukokuu	65	46	37			
Kesäkuu	76	47	50			
Heinäkuu	37	106	74			
Elokuu	60	7	82			
Syyskuu	33	24	61			
Lokakuu	51	61	58			
Yhteensä	322	291	362			

### LIITE 3 (2/2)

Kokemäki	Keskilämpötila (°C)			Tehoisa lämpösumma (°C) kuukausittain		
	1995	1996	1961-90	1995	1996	1961-90
Huhtikuu	2,8	2,6	2,5	16	11	14
Toukokuu	8,7	8,5	9,5	130	118	145
Kesäkuu	16,1	13,2	14,4	333	247	282
Heinäkuu	15,2	14,1	15,8	316	284	315
Elokuu	14,4	16,7	14,2	292	363	306
Syyskuu	10,3	8,3	9,6	158	105	142
Lokakuu	8,0	6,9	5,0	111	67	45
Yhteensä				1356	1193	1249
	Sademäärä (mm)					
	1995	1996	1961-90			
Toukokuu	74	57	33			
Kesäkuu	90	49	48			
Heinäkuu	42	111	71			
Elokuu	72	26	77			
Syyskuu	29	27	65			
Lokakuu	74	52	54			
Yhteensä	381	322	348			

## LIITE 4

Koelohkojen viljavuus- ja lannoitustiedot porkkanan tilakokeissa vuosina 1995-96. Vuoden 1995 maalajitiedot on saatu viljelijöiltä, vuoden 1996 maalaji ja viljavuus on määritetty ensimmäisenä sadonkorjuupäivänä (10.-11.9.) koealueelta otetusta näytteestä Viljavuuspalvelussa.

Tila	Kylvö-päivä	Maa-laji	Viljavuustiedot							Lannoitus yhteensä (kg/ha)		
			pH	jl	Ca	P	K	Mg	liuk. N	N	P	K
1995												
1	8.5.	Kht									25	75
2	28.5.	rm Kht								86	30	170
3	8.5.	Ht										
4	8.5.	Kht, Hk, S								105	60	183
5	12.5.	Kht, Hht										
6	8.5.	erm HtMr / Mt								69/92	55/79	81/113
7	5.5.	Mt								30	25	100
8	6.5.	Mm								100	54	130
9	-	Kht										
1996												
1	13.5.	Mm	5,8	2,2	4330	7,6	114	487	32	60	43	128
2	14.5.	Mm	5,7	4,2	7520	33	130	737	47	60	42	84
3	24.5.	Mm	6,0	2,0	4070	7,6	124	569	36	60	50	80
4	15.5.	Mm	5,4	3,3	3350	8,2	107	556	45	63	63	144
5	13.5.	rm As	6,7	2,7	8960	14	322	545	29	76	70	104
6	20.5.	Mt	5,3	4,4	2610	18	114	427	63	122	70	212
7	30.5.	Mm	5,5	2,5	2850	8,8	104	219	52	96	32	112
8	18.5.	Mt	5,2	3,7	2660	6,7	148	213	94	38	83	208
9	20.5.	Mt	5,4	3,2	3200	26	71	409	75	122	63	257
10	20.5.	m KHt	7,0	2,8	2560	75	108	100	22	96	22	187
11	14.5.	m KHt	5,4	2,7	931	64	70	151	22	129	63	140
12	20.5.	Mm	5,6	3,9	3340	15	228	423	79	105	42	129
13	14.5.	Mm	6,1	1,8	5240	9,3	131	289	21	42	52	62
14	22.5.	Mm	4,8	4,7	2120	12	160	156	86	70	49	98
15	14./19.5.	Mm	4,9	2,8	2240	11	233	135	45	95	67	133

## LIITE 5

1. Korjuupäivän keskilämpötila sekä korjuuta edeltäneen jakson keskilämpötila ja sademäärä koepaikkoja lähimmillä Ilmatieteen laitoksen mittauspajoilla (H = Huittinen, K = Kokemäki) syksyllä 1995.

Korjuu- aika	Keskilämpötila (°C)				Sademäärä (mm)		
	korjuupäivänä		14 vrk ennen korjuuta		7 / 14 vrk ennen korjuuta		
	H	K	H	K	H	K	
A = 12.9.	9,3	9,9	12,8	12,9	2 / 53	1 / 25	
B = 26.9.	11,0	11,4	8,1	8,6	17 / 17	16 / 16	
C = 10.10.		10,8	11,5	8,9	9,2	17 / 41	17 / 30

2. Korjuupäivän keskilämpötila sekä korjuuta edeltäneen jakson keskilämpötila ja sademäärä syksyllä 1996. Forssan (F) keskilämpötila on 1,5 metrin korkeudelta 10 minuutin välein tehtyjen mittausten keskiarvo. Laitilan (L) keskilämpötila on laskettu 2 metrin korkeudelta mitatuista tuntikeskiarvoista. Kokemäen (K) keskilämpötila on Ilmatieteen laitoksen virallinen keskilämpötila 2 metrin korkeudelta. Sademäärät on mitattu Kokemäeltä (K) ja Jokoisilta (J).

Korjuu- aika	Keskilämpötila			Keskilämpötila			Sademäärä	
	korjuupäivänä			14 vrk ennen korjuuta			7 / 14 vrk ennen korjuuta	
	F	L	K	F	L	K	K	J
A	5,4	4,7	4,1	9,1*	12,9	12,6	1 / 14	0 / 2
B	8,0	9,3	6,8	5,3	7,2**	6,6	0 / 4	0 / 4
C	8,9	11,5	11,2	6,5	8,6	8,4	3 / 18	6 / 19
D	5,7	3,8	4,8	5,2	6,9	6,7	11 / 32	21 / 34

\* Vain 8 edeltävää vuorokautta

\*\* 4 päivän mittaustulokset ovat puutteellisia, joten keskiarvossa on mukana vain 8 vuorokauden keskilämpötilat.

3. Korjuupäivän keskilämpötila sekä korjuuta edeltäneen jakson keskilämpötila ja sademäärä Kokemäellä syksyllä 1996.

Korjuu- aika	Keskilämpötila		Sademäärä
	korjuupäivänä	edell. korjuun jälkeen	
5.9.	8,7		13 / 17
16.9.	7,7	7,5	4 / 4
26.9.	4,9	6,9	0 / 4
7.10.	10,5	8,2	6 / 18
16.10.	4,3	7,6	21 / 25
28.10.	5,4	5,9	2 / 12

Julkaisija



31600 JOKIOINEN

		Julkaisun sarja ja numero Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 34	
		Julkaisuaika (kk ja vuosi) Kesäkuu 1998	
Tekijä(t) Terhi Suojala Raili Pessala		Tutkimushankkeen nimi	
		Toimeksiantaja(t) Maatalouden tutkimuskeskus	
Nimike Viljelytoimien vaikutus varastoitavan porkkanan, sipulin ja keräkaalin satoon ja laatuun			
Tiivistelmä <p>Varastovihannesten laadun kehittäminen ja hävikin minimointi -tutkimushankkeen tavoitteina oli selvittää, mitkä viljelytekijät vaikuttavat varastoidun sadon laatuun ja miten varastohävikkiä voidaan pienentää. Erityisesti tutkittiin sadonkorjuuajan vaikutusta. Koekasveina olivat porkkana, keräkaali ja sipuli. Tutkimusta tehtiin MTT:n tutkimuspaikoilla ja vihannestiloilla vuosina 1995-97. Tilakokeissa pyrittiin saamaan todenmukainen kuva varastokestävyuden vaihtelusta ja sadonkorjuuajan merkityksestä. Samalla alettiin kerätä aineistoa varastokestävyuden vaihtelun selittämiseksi. Kentäkokeissa tutkittiin lisäksi lajikkeen, lannoituksen ja kastelun merkitystä. Lannoituksen vaikutus tuotteiden säilyvyyteen oli kokeissa vähäisempi kuin yleisesti uskotaan. Kastelu oli kuivina koevuosina tarpeen hyvän sadon saavuttamiseksi, eikä se ainakaan heikentänyt sadon säilyvyyttä. Tasapainoinen lannoitus ja kastelu ovat oleellisia, jotta varastoitava kasvinosa pystyy kehittymään täysikokoiseksi sekä koostumukseltaan ja rakenteeltaan tyyppilliseksi. Porkkanan varastokestävyuden ratkaisevat varastotaudit. Tilakokeet osoittivat, että varastotautiin määrä ja kokonaishävikki lisääntyivät sen mukaan, mitä enemmän pellossa oli aiemmin viljelty porkkanaa. Sadonkorjuun ajoittuminen vaikutti huomattavasti tautien runsauteen: korjuukauden lopulla nostetut porkkanat säilyivät paremmin kuin varhain korjattu sato. Tulos oli samansuuntainen kaikilla koepaikoilla molempina koevuosina. Myös porkkanoiden aistittava laatu parani sadonkorjuuta viivästettäessä. Keräkaalikokeissa havaittiin, että liian varhainen sadonkorjuu lisäsi varastoinnin aikaista painohävikkiä. Korjuuaika ei vaikuttanut varastotauteihin. Aistittava laatu parani sadonkorjuuta lykättäessä. Sipulikokeissa varhainen sadonkorjuu lisäsi uusien versojen muodostumista varastoinnin jälkeen.</p>			
Avainsanat aistittava laatu, avomaanvihannekset, kastelu, lajikkeet, lannoitus, sadonkorjuu, varastointi, varastokestävyys, varastotaudit, viljelykierto			
Toimintayksikkö Puutarhatuotanto, 21500 Piikkiö			
ISSN 1238-9935	ISBN 951-729-511-1	<input checked="" type="checkbox"/> Tuloksia voi soveltaa luomuviljelyssä	
Myynti: MTT tietopalveluyksikkö, 31600 JOKIOINEN Puh. (03) 4188 7502 Telekopio (03) 4188 339		Sivuja 117 s.+ 5 liitettä	Hinta 70,00 mk + alv



Yliopistopaino 1998  
ISBN 951-729-511-1  
ISSN 1238-9935