

Mansikan korjuun ja korjuunjälkeisen käsittelyn avaintekijät

Mirja Mokka

VTT Bio- ja elintarviketekniikka

Juha Sariola

MTT Maatalousteknologian tutkimus

Margareta Hägg

MTT Elintarvikekemian ja -tekniikka



ISBN 951-38-5432-9 (nid.)

ISSN 1235-0605 (nid.)

ISBN 951-38-5433-7 (URL: <http://www.inf.vtt.fi/pdf/>)

ISSN 1455-0865 (URL: <http://www.inf.vtt.fi/pdf/>)

Copyright © Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) 1999

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT), Vuorimiehentie 5, PL 2000, 02044 VTT
puh. vaihde (09) 4561, faksi (09) 456 4374

Statens tekniska forskningscentral (VTT), Bergsmansvägen 5, PB 2000, 02044 VTT
tel. växel (09) 4561, fax (09) 456 4374

Technical Research Centre of Finland (VTT), Vuorimiehentie 5, P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland
phone internat. + 358 9 4561, fax + 358 9 456 4374

VTT Bio- ja elintarviketekniikka, Mikrobiologia ja turvallisuus, Biologinkuja 1, PL 1501, 02044 VTT
puh. vaihde (09) 4561, faksi (09) 455 2103

VTT Bio- och livsmedelsteknik, Mikrobiologi och säkerhet, Biologgränden 1, PB 1501, 02044 VTT
tel. växel (09) 4561, fax (09) 455 2103

VTT Biotechnology and Food Research, Microbiology and Safety, Biologinkuja 1, P.O.Box 1501, FIN-
02044 VTT, Finland
phone internat. + 358 9 4561, fax + 358 9 455 2103

Toimitus Kerttu Tirronen

LIBELLA PAINOPALVELU OY, ESPOO 1999

Mokkila, Mirja, Sariola, Juha & Hägg, Margareta. Mansikan korjuun ja korjuunjälkeisen käsittelyn avaintekijät [The key factors in the harvest and postharvest treatments of strawberries]. Espoo 1999. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT Tiedotteita – Meddelanden – Research Notes 1955. 51 s. + liitt. 4 s.

Avainsanat fruits, berries, strawberry, picking, harvesting, quality, food packaging, food processing, food storage

Tiivistelmä

Mansikka on herkästi pilaantuva marja, jonka laatuun vaikuttaa jokainen vaihe sadonkorjuusta kuluttajalle. Tiedotteessa selvitetään tuoreen mansikan laatuun ja säilyvyyteen vaikuttavia tekijöitä ja annetaan ohjeet, miten mansikoiden kauppakestävyttä voidaan käytännössä parantaa. Raportissa on myös yhteenveto kymmenen mansikkalajikkeen, 'Bountyn', 'Danian', 'Elsantan', 'Honeoyen', 'Jonsokin', 'Koronan', 'Lambadan', 'Noran', 'Polkan' ja 'Senga Senganan', välistä laatu- ja säilyvyseroista.

Suomalaiset mansikkalajikkeet ovat pehmeämaltoisempia kuin useimmat tuontilajikkeet ja siksi alttiimpia käsittelyvaurioille. Poimimalla marjat hellävaraisesti suoraan myyntipakkaukseen ja vähentämällä korjuun jälkeisiä käsittelykertoja voidaan mekaaniset vauriot minimoida. Poimintakypsyyssasteen tulisi olla tasainen sekä lajiketta ja tavoiteltua myyntiaikaa ajatellen valittu. Mitä raaempana mansikat poimitaan, sitä paremmin ne säilyvät, mutta sitä huonommat ovat niiden makuominaisuudet. Osittain kypsänä poimiminen sopii erityisesti niille lajikkeille, esim. 'Bountylle' ja 'Koronalle', joiden maku on tällaisena poimittunakin hyvä ja ehkä vielä kehitty poiminnan jälkeen. Perinteisten lajikkeittemme 'Jonsokin' ja 'Senga Senganan' kauppakestävyys on huonompi kuin usean uuden lajikkeen. Jos näiden lajikkeiden loppusatoa halutaan myydä hyvälaatuisena, olisi mansikat jäähdytettävä pakotetulla ilmavirralla heti poiminnan jälkeen eikä niitä saisi säilyttää myyntipäivänä pitkiä aikoja lämpimässä.

Koska mansikoiden hengitystoiminta jatkuu kiivaana poiminnan jälkeen, ovat nopea jäähdytys ja katkeamaton kylmäketju oleellisia laadun säilyttämiseksi. Lavalle kootuissa laatikoissa mansikat jäähtyvät kylmävarastossa erittäin hitaasti. Sopivasti rei'itetyissä pakkauksissa ja pakotetun ilmankierron periaatteella toimivissa jäähdyttimissä mansikat jäähtyvät nopeasti ja niiden hengitys saadaan minimoituksi, jolloin pilaantuminen hidastuu. Jäähdytetty mansikka kestää kuljetuksen rasituksia paremmin kuin jäähdyttämätön. Tiloille kehitettiin ja testattiin sopivia pakotetun ilmankierron periaatteella toimivia jäähdytyslaitteita. Suositeltava varastointi- ja kuljetuslämpötila on 2 °C. Kuljetukseen suositellaan ainakin pitkillä matkoilla ilmajousitettuja autoja. Laatikot olisi tärinän minimoimiseksi pinottava lavalle huolellisesti ja pinot sidottava toisiinsa teipillä tai muovilla. Lavat olisi lastattava autoon tiiviisti ja kiinnitettävä hyvin, jolloin ne tukevat toisiaan. Myös vähittäiskaupassa mansikat olisi hyvä varastoida 2 °C:ssa ja tuoda myyntitiskiinkin vain lyhyen myyntiajan tarve kerrallaan tai myydä marjat kylmätiskistä.

Mokkila, Mirja, Sariola, Juha & Hägg, Margareta. Mansikan korjuun ja korjuunjälkeisen käsittelyn avaintekijät [The key factors in the harvest and postharvest treatments of strawberries]. Espoo 1999, Technical Research Centre of Finland, VTT Tiedotteita – Meddelanden – Research Notes 1955. 51 p. + app. 4 p.

Keywords fruits, berries, strawberry, picking, harvesting, quality, food packaging, food processing, food storage

Abstract

Strawberries are extremely perishable fruit. Every postharvest step has an influence on the quality and shelf life. This handbook discusses the main factors affecting the postharvest quality of strawberries and describes the methods that can be used to prolong the shelf life and improve the quality. It also summarises the differences between the quality and shelf life of ten different strawberry varieties that are cultivated in Finland. The significance of every postharvest step is illustrated with examples that were obtained as results in a joint research project ‘Improvement of the postharvest quality of strawberries’, which was carried out between VTT, MTT, domestic producers and Finnish packaging and refrigeration companies during 1995-1997.

Because every single treatment of strawberries can cause mechanical injury to the berries, they ought to be picked straight into the selling package as carefully as possible. The degree of ripeness has a significant effect on the quality and the shelf life of strawberries. By picking them when partially ripe, berries do not become damaged by transport vibration as severely as if picked when fully ripe. The amount of mouldy berries is then less and the shelf life can be several days longer. On the other hand, the initial sensory and nutritional quality of partially ripe strawberries are not as good as the quality of ripe strawberries.

The most critical factor influencing postharvest quality is the temperature of strawberries. Precooling as soon as possible after harvesting and storage at low temperatures are essential for decelerating the respiration rate of strawberries. Cooled strawberries have also proved not to be damaged by transport vibration as severely as uncooled strawberries. Perforation of the board cases as well as the containers and cartons increases the stream velocity of the air between the berries and makes the forced air cooling more effective. Two different kind of forced air-cooling systems that are practicable at farms were constructed and tested during the project.

A storage and transport temperature of 2°C is recommended for strawberries. Although there are no significant differences in the shelf life between storage temperatures of 2°C and 5°C, the amount of mouldy berries increase faster at 5°C. Spring suspension has an influence on the intensity of vibration of the trucks. Because low frequencies of vibration are the most injurious for strawberries, trucks with air springs are recommended instead of trucks with leaf springs for transport of strawberries. In the markets strawberries ought to be stored in a cold store and selling at a cold counter is recommended.

Alkusanat

Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) ja Maatalouden tutkimuskeskuksen (MTT) yhteistyönä toteutettiin kolmivuotinen (1995 - 1997) 'Mansikan kauppakestävyuden parantaminen' tutkimushanke, jonka tavoitteena oli kehittää keinoja, joilla mansikan kauppakestävyttä ja myyntiaikaa voidaan pidentää sekä tehdä mansikan vienti mahdolliseksi.

Tutkimushankkeen päävastuu oli VTT Bio- ja elintarviketekniikan tutkimusyksiköllä. Mansikoiden tärinänkestävyydestä ja ravitsemukselliset laatuanalyysit muodostivat osakokonaisuudet, joista vastasivat MTT:n Maatalousteknologian laitos (nyk. MTT Maatalousteknologian tutkimus) ja MTT:n Elintarvikekemian laboratorio (nyk. MTT Elintarvikekemian ja -tekniikka). MTT:n Ekologisen tuotannon tutkimusasema toimi asiantuntijana lajikeasioissa ja toimitti mansikoita lajikevertailukokeisiin.

Tutkimuksen päärahoitus saatiin maa- ja metsätalousministeriön Maatilatalouden kehittämisrahastosta ja Maaseudun kehittämis/tutkimusmäärärahoista. Muita rahoittajia olivat VTT Bio- ja elintarviketekniikka, MTT:n Ekologisen tuotannon tutkimusasema, MTT:n Maatalousteknologian laitos, Pakenso Oy, UPM Pack, Hedelmän- ja Marjanviljelijäin liitto ry, Leppävirran Marjaosuuskunta, Pakkasmarja Oy ja Suonenjoen kaupunki. Esitämme parhaat kiitoksemme ministeriölle ja muille rahoittajille. Lisäksi W.R. Grace Oy:n, Oy Aga Ab:n, ja Morus Oy:n kanssa tehtiin yhteistyötä pakkauskalvoihin ja -kaasuihin sekä jäähdytyslaitteisiin liittyen. Kotimaiset Kasvikset ry toteutti viljelijöille suunnatun mansikan pakkaamiseen ja jäähdyttämisen liittyvän opetusvideon. Kokeellinen osa toteutettiin tiiviissä yhteistyössä Sisä-Savon Marjaosaamis-keskuksen, Pakkasmarja Oy:n, Finnvacuum Oy:n, pakkausyritysten ja useiden mansikanviljelijöitten kanssa. Kiitämme lämpimästi kaikkia projektin toteutukseen osallistuneita aktiivisesta osallistumisesta tutkimukseen.

Maa- ja metsätalousministeriön Maatilatalouden kehittämisrahaston nimeämään valvokuntaan kuuluivat professori Erkki Kaukovirta Helsingin Yliopistosta, johtaja Pirjo Dalman MTT:n Ekologisen tuotannon tutkimusasemalta, toiminnanjohtaja Pekka Metsola Puutarhaliitto ry:stä ja ylitarkastaja Maija Heinonen maa- ja metsätalousministeriöstä. Seurantaryhmään kuuluivat rahoittajien ja yhteistyötahojen edustajat, joita kaikkia kiitämme mitä lämpimimmin aidosta mielenkiinnosta ja aktiivisuudesta projektin suunnittelussa ja seurannassa.

Tutkimuksen tuloksista on kirjoitettu kolme väliraporttia, useita lehtiartikkeleita ja postereita sekä pidetty useita esitelmiä kotimaisissa ja kansainvälisissä tilaisuuksissa (liite 1). Mansikoiden muunnetun ilmakehän pakkaamiseen liittyen tehtiin myös pro gradu -tutkielma. Jotta projektin tulokset palvelisivat mahdollisimman hyvin käytännön tasolla mansikanviljelijöitä ja kaikkia, jotka osaltaan vaikuttavat mansikan laatuun, päätettiin loppuraporttina tehdä tämä opas VTT Tiedotteita – Meddelanden – Research Notes -sarjassa. Tiedotteen kirjoittajien lisäksi tutkimushankkeen tulosten raportointiin ovat osallistuneet tutkijat Mari Eilamo, Arvo Kinnunen, Kyösti Latva-Kala, Eira Laurila ja Kati Randell sekä elintarviket. maist. Anna-Leena Lamberg ja erikoistutkija Helena Liukkonen-Lilja VTT Bio- ja elintarviketekniikasta, tutkija Ulla Häkkinen MTT:n elintarvikemian laboratorion, tutkija Ville Matala MTT:n Ekologisen tuotannon tutkimusosastolta ja Jarmo Röppänen Sisä-Savon Marjaosaamiskeskuksesta. Tutkimuksen toteutukseen ja tulosten käsittelyyn ovat lisäksi osallistuneet laborantti Anuleena Kuvaja, laboratoriomestarit Heidi Eriksson ja Kirsi Norberg, teknikot Heli Nykänen ja Anne Takinen, tutkimusavustajat Anna-Liisa Ruskeepää, Raila Syrjänen ja Ulla Österlund sekä tutkimusharjoittelija Anu Aasmaa VTT Bio- ja elintarviketekniikasta, tutkimusavustaja Kaarlo Koivisto ja teknikko Tapio Paananen VTT Rakennustekniikasta, laboratoriomestari Tuula Kurtelius, fil. yo. Kaija-Leena Ristisuo sekä laborantit Marja Korke, Tarja Vikman, Heidi Sveholm ja Oili Mäkelä MTT:n elintarvikemian laboratorion. Kiitämme heitä kaikkia erinomaisesta työpanoksesta. Lisäksi haluamme kiittää johtavaa tutkijaa Raija Ahvenaista VTT Bio- ja elintarviketekniikasta, joka on antanut tukeaan ja käyttänyt runsaasti aikaa tutkimushankkeessa tuotetun kirjallisen materiaalin lukemiseen antaen kallisarvoisia neuvoja ja kommentteja.

Tiedotteessa annetaan ohjeita mansikan oikeaoppisista korjuunjälkeisistä käsittelyistä. Ohjeet koskevat kaikkia ketjun vaiheita: poimintaa, pakkaamista, jäädytystä, varastointia ja kuljetusta. Lisäksi esitetään tutkimustuloksia, jotka havainnollistavat kunkin vaiheen ja toimintatavan vaikutuksia päälaajikkeittemme 'Jonsokin' ja 'Senga Senganan' laatuun ja säilyvyyteen. Tiedotteessa esitetään myös tulokset tutkimusosasta, jossa verrattiin päälaajikkeittemme 'Jonsokin' ja 'Senga Senganan' sekä uusien mansikkalajikkeitten 'Bountyn', 'Danian', 'Elsantan', 'Honeyoyen', 'Koronan', 'Lambadan', 'Noran' ja 'Polkan' välisiä laatueroja. Toivomme oppaan palvelevan kaikkia, jotka ovat kiinnostuneet kotimaisen mansikan laadun parantamisesta.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKUSANAT	5
1 JOHDANTO	9
1.1 MANSIKAN PILAANTUMINEN	9
1.1.1 Soluhengitys	9
1.1.2 Eteenin tuotto	10
1.1.3 Mekaaniset vauriot	10
1.1.4 Mikrobiologinen pilaantuminen	11
2 MANSIKAN KORJUU JA KORJUUNJÄLKEISET KÄSITTELYT	12
2.1 KORJUUAJANKOHTA	12
2.2 POIMINTAKYPSYYSASTE	12
2.2.1 Poimintakypsyysasteen vaikutus säilyvyyteen	13
2.2.2 Poimintakypsyysasteen vaikutus käsittely- ja kuljetus- kestävyyteen	15
2.2.3 Poimintakypsyysasteen vaikutus mansikan laatuun	17
2.2.4 Poimintakypsyysasteen vaikutus marjan kokoon	20
2.3 POIMINTA JA PAKKAAMINEN	21
2.3.1 Perinteiset pakkaukset	21
2.3.2 Muunnetun ilmakehän pakkaaminen	22
2.4 JÄÄHDYTYS JA VARASTOINTI	27
2.4.1 Lämpötilan merkitys	27
2.4.2 Jäähdytys	27
2.4.3 Pakotetun jäähdytyksen käytännön ratkaisut	29
2.4.4 Varastointi	33
2.5 KULJETUS	36
2.6 VARASTOINTI JA MYYNTI VÄHITTÄISKAUPASSA	37

3 LAJIKKEITTEN VÄLISET EROT	37
3.1 'BOUNTY'	40
3.2 'DANIA'	41
3.3 'ELSANTA'	41
3.4 'HONEOYE'	41
3.5 'JONSOK'	42
3.6 'KORONA'	42
3.7 'LAMBADA'	43
3.8 'NORA'	43
3.9 'POLKA'	43
3.10 'SENGA SENGANA'	43
4 YHTEENVETO: MANSIKAN KORJUUN JA KORJUUNJÄLKEISEN KÄSITTELYN AVAINTEKIJÄT	46
KIRJALLISUUSLUETTELO	47
LIITTEET	
1. TUTKIMUSHANKKEESSA JULKAISTU MATERIAALI	
2. MANSIKAN POIMINTAKYPSYYSASTEET	

1 JOHDANTO

Mansikka on tärkein viljelymarjamme, joka myydään pääosin tuoremarkkinoilla. Mansikan viljelypinta-ala on kasvanut voimakkaasti viime vuosina Suomessa. Vaikka satotasot eivät olekaan nousseet viljelypinta-alan kasvun suhteessa, odotettavissa on mahdollisesti erittäin paljon suurempia satoja kuin mihin on totuttu. Rajasuojan poistuminen Euroopan unioniin liittymiseen myötä on tuonut markkinoillemme entistä enemmän ulkomaista mansikkaa, joka ulkoiselta laadultaan säilyy paremmin kuin kotimainen mansikka. Osa näistä säilyvyyseroista selittyy lajikekohtaisilla eroavuuksilla, mutta suuri merkitys on myös korjuunjälkeisellä laadulla, pakkaamisella, jäädytyksellä, varastoinnilla ja kuljetuksella.

Kotimaisen mansikan tuoreus, maku ja aromi ovat ominaisuuksia, joita kuluttajat arvostavat ja joiden suhteen olemme vahvoilla verrattuna tuontimarkkinoihin. Näitä ominaisuuksia voidaan hyödyntää sekä kotimaan kaupassa tuontia vastaan että myös mansikoiden viennissä, jos vain ulkoinen laatu saadaan säilymään nykyistä paremmin. Kiinnostus mansikoiden vientiin onkin herännyt viime vuosina. Viennillä voitaisiin tasata kotimaan markkinoille tarjottavia marjamääriä.

1.1 MANSIKAN PILAANTUMINEN

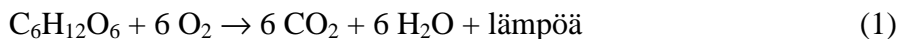
1.1.1 Soluhengitys

Tuoreet marjat ja hedelmät ovat hengittäviä tuotteita, joiden aistinvarainen, ravitsemuksellinen ja mikrobiologinen laatu heikkenevät nopeasti korjuun jälkeen (Keteleer ja Tobbäck 1994). Tuotteiden pilaantumisriskyys on suoraan verrannollinen niiden soluhengityksen nopeuteen. Vaikka mansikoiden hengitysnopeutta voidaan hidastaa jäädyttämisellä, on mansikoiden, kuten yleensäkin marjojen, hengitys matalissakin lämpötiloissa voimakasta verrattuna moniin hedelmiin ja kasviksiin (taulukko 1).

Taulukko 1. Hedelmien, kasvien ja marjojen jaottelu hengitysnopeuden mukaan 5 °C:ssa (Kader 1992a).

Hengitysnopeus 5 °C:ssa		Tuote
Luokitus	[mg CO ₂ / kg•h]	
Hyvin alhainen	< 5	Kuivatut hedelmät ja vihannekset, pähkinät
Alhainen	5–10	Omena, viinirypäle, peruna, sipuli, valkosipuli
Keskisuuri	10–20	Aprikoosi, porkkana, kirsikka, persikka, luumu, pippuri, tomaatti, kaali, lehtisalaatti
Suuri	20–40	Mansikka , mustikka, vadelma, kukkakaali
Hyvin suuri	40–60	Ruusukaali, vihreä papu
Erittäin suuri	> 60	Parsa, parsakaali, herkkusieni, pinaatti, maissi, herne

Soluhengitys on orgaanisten yhdisteiden entsyymattista hapettumista, joka vaatii happea ja jossa muodostuu hiilidioksidia, vettä ja lämpöä (reaktio 1) (Artés *et al.* 1994, Kader 1992a, Yam ja Lee 1995).



Sokerit, lipidit ja orgaaniset hapot ovat pääasialliset soluhengityksessä pilkkoutuvat yhdisteet (Patterson 1989). Näiden hedelmien ja marjojen energiavarastojen kuluminen hengityksen kautta aiheuttaa tuotteiden laadun ja säilyvyyden heikkenemistä (Kader 1992a). Hidastamalla hengitysnopeutta voidaan siis hidastaa pilaantumista.

Jos hengittävää tuotetta varastoidaan hapettomissa olosuhteissa, muuttuu niiden hengitys anaerobiseksi soluhengitykseksi, käymiseksi. Käymisen aikana muodostuu orgaanisia yhdisteitä, jotka aiheuttavat tuotteeseen ei-toivottuja makuja ja hajuja (reaktio 2).



1.1.2 Eteenin tuotto

Eteeni (C_2H_4) on kasvihormoni, jonka muodostuminen lisääntyy hedelmien ja marjojen kypsyessä ja vanhetessa (Artés *et al.* 1994, Kader 1980, Kader 1992a). Eteenin tuottokyky ei kuitenkaan kuvaa hedelmien ja marjojen pilaantumisherkkyttä, mutta eteenille altistaminen kiihdyttää jo pieninä pitoisuuksina (0,1 ppm) useimpien tuotteiden vanhentumista ja pilaantumista jopa matalissa lämpötiloissa. Mansikan eteenin tuottokyky on yksi alhaisimmista (0,1 $\mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{h}$ 20 °C:ssa) verrattuna valtaosaan hedelmiä ja marjoja (Kader 1980). Eteenin merkitys tulee esille lähinnä muunnettuun ilmakehään pakatuissa mansikoissa. Eteenin vaikutusta ja sen poiston merkitystä muunnettuun ilmakehään pakattujen mansikoiden säilyvyyteen on jossain määrin tutkittu (Picón *et al.* 1993, Wills & Kim 1995ab), mutta tulokset eri tutkimusten välillä ovat ristiriitaisia.

1.1.3 Mekaaniset vauriot

Soluhengityksestä johtuvan pilaantumisen lisäksi pääasiallisin syy marjojen pilaantumiseen ovat mekaaniset vauriot (Kader 1992a, Patterson 1989). Mekaanisia vaurioita aiheuttavat mm. varomaton käsittely poimittaessa, marjojen kaataminen, kuljetuksen tärinästä aiheutuva marjojen hieroutuminen ja puristuminen toisia marjoja vasten. Mekaaniset vauriot huonontavat marjojen ulkonäköä, kiihdyttävät soluhengitystä ja eteenin tuotantoa. Vahingoittuneet marjat ovat myös alttiita taudeille ja kosteushäviöille.

1.1.4 Mikrobiologinen pilaantuminen

Harmaahome (*Botrytis cinerea*) on merkittävin mikro-organismi, joka aiheuttaa mansikoiden pilaantumista korjuun jälkeen. Poiminnan jälkeiseen pilaantumisalttiuteen vaikuttavat marjojen käsittely, varastointilämpötila ja -kosteus sekä varastoilman kaasukoostumus (Sommer *et al.* 1992).

2 MANSIKAN KORJUU JA KORJUUNJÄLKEISET KÄSITTELYT

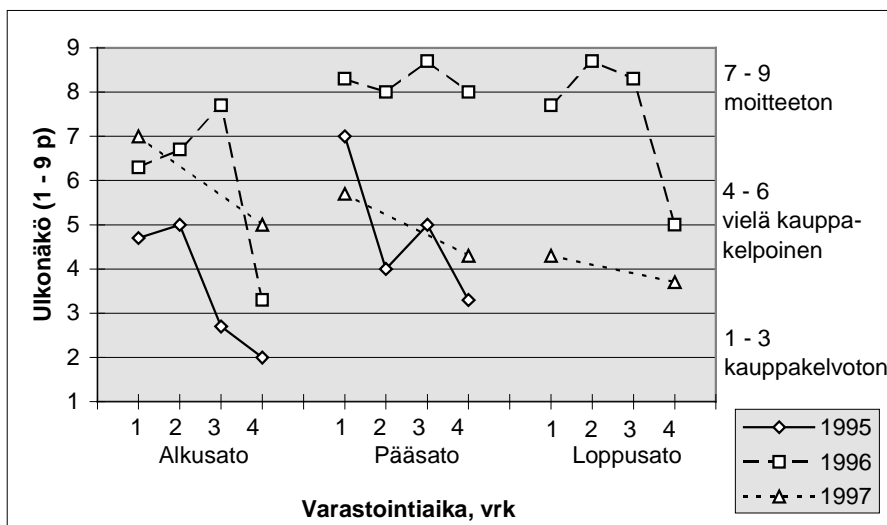
Jokainen vaihe korjuusta kuluttajalle vaikuttaa mansikoiden laatuun. Matka poiminnasta kuluttajalle on usein pitkä ja monivaiheinen. Jos mansikat poimitaan Savossa ja kuljetetaan vaikkapa Helsingin seudulle tai Lappiin, mansikat ovat vähittäiskaupassa tai torilla vasta poimintaa seuraavana päivänä ja matkan varrella on monta mahdollisuutta pilata marjat, jotka vielä poimintahetkellä olivat tuoreita ja laadukkaita. Mansikoiden lämpötilan hallinta – nopea jäähdyttäminen ja katkeamaton kylmäketju – on ehdottomasti tärkein säilyvyyden takaaja, mutta mansikoiden laatuun voidaan vaikuttaa myös vähentämällä käsittelykertojen määrä minimiin sekä pakkaamalla ja kuljettamalla mansikat asianmukaisesti.

2.1 KORJUUAJANKOHTA

Mansikoiden laatuun ja säilyvyyteen vaikuttavat korjuunjälkeisten käsittelyjen lisäksi monet muut tekijät kuten lajike, kasvuston ikä, kasvupaikka, kasvukauden sääolosuhteet jne. Useissa tutkimuksissa (Kenny 1979, Tomalin & Robinson 1971) on havaittu, että loppusadon mansikat pilaantuvat nopeammin kuin alkusadon mansikat. Mansikan kauppakestävyuden parantaminen -tutkimushankkeen kolmen satokauden tuloksissa näkyi voimakkaasti, kuinka erilaisia eri satokaudet ovat. Kuvassa 1 on esitetty 'Jonsokin' ulkonäön perusteella arvioitu kauppakestävyys kolmena tutkittuna satokautena 1995–1997. Kesällä 1996 mansikoiden laatu oli moitteeton koko tutkitun ajanjakson ja mansikat säilyivät kauppakelpoisina vähintään kolme vuorokautta. Kesällä 1997 mansikoiden laatu oli parhaimmillaan alkusadosta ja huononi satokauden loppua kohti. Kesällä 1995 mansikoiden laatu oli parhaimmillaan pääsadon aikana. Myös ravitsemuksellinen laatu vaihteli eri kesinä. Esim. C-vitamiinipitoisuudet olivat vuosina 1995 ja 1996 korkeimmillaan alku- ja pääsadosta, mutta vuonna 1997 useimpien lajikkeitten C-vitamiinipitoisuudet kasvoivat satokauden edetessä (ks. kappale 3, s. 37).

2.2 POIMINTAKYPSYYSASTE

Poimintakypsyysasteen valinnalla voidaan voimakkaasti vaikuttaa mansikoiden laatuun ja säilyvyyteen. Kauppakestävyysaste vaikuttaa periaatteessa kahdella tavalla. Poimintakypsyysaste vaikuttaa voimakkaasti hengitysnopeuteen eli mitä kypsempinä mansikat poimitaan, sitä kiivaampaa on niiden hengitystoiminta ja sitä nopeampaa pilaantuminen (Ingle 1970). Kypsyysaste vaikuttaa myös marjojen kovuuteen ja sitä kautta käsittelyyn ja kuljetukseen aiheuttamaan mekaanisen rasituksen kestoon. ISO 6665-standardi (1983) suosittelee suurimmalle osalle mansikkalajikkeista poimimista 3/4-kypsinä, jolloin marjat ovat kauttaaltaan punaisia, mutta vaaleita.



Kuva 1. Kypsinä poimittujen mansikoiden ulkonäön perusteella arvioitu kauppakestävyys satokausina 1995 - 1997. Lajike 'Jonsok'. Varastointilämpötila 2 °C.

Mansikan kauppakestävyuden parantaminen -tutkimushankkeessa selvitettiin poimintakypsyyssasteen vaikutuksia mansikoiden säilyvyyteen ja kuljetuskestävyyteen sekä aistivaraiseen ja ravitsemukselliseen laatuun. Liitteessä 2 on valokuvoin esitetty kesinä 1995 ja 1996 tutkitut 'Jonsokin' ja 'Senga Senganan' kolme kypsyyssastetta: 1/2-kypsä, 3/4-kypsä ja kypsä. Kesällä 1997 tutkittiin myös 4/5-kypsyyssastetta, joka käytännössä oli hyvin lähellä edellisten kesien 3/4-kypsyyssastetta.

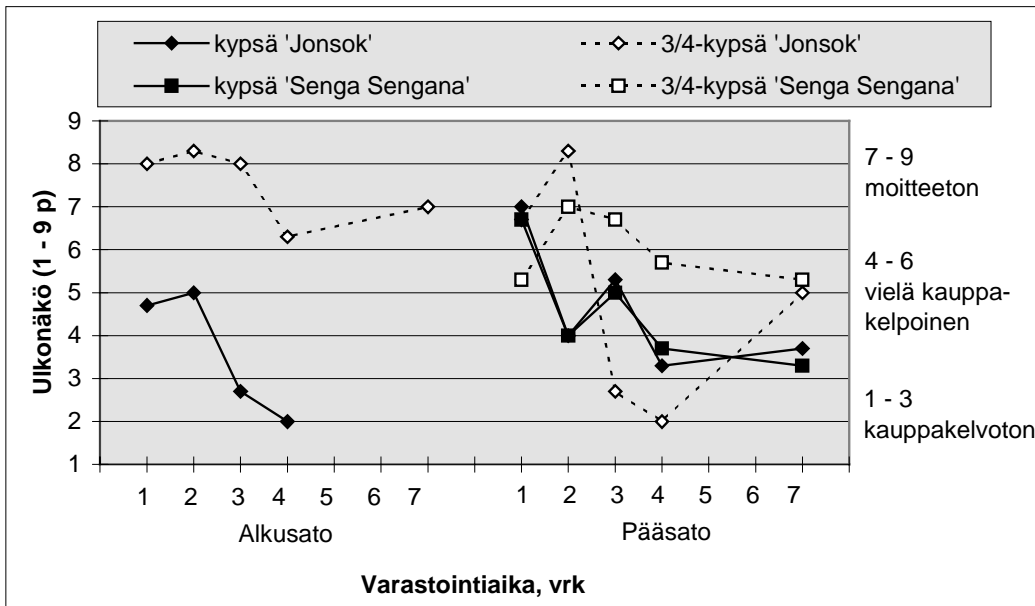
2.2.1 Poimintakypsyyssasteen vaikutus säilyvyyteen

Ulkonäön perusteella arvioitu säilyvyys varastoinnissa

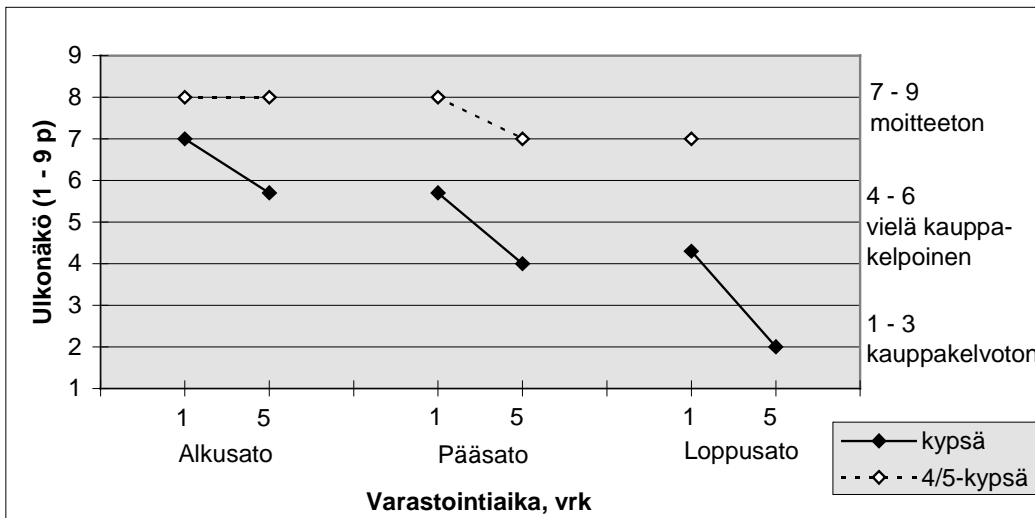
Poimimalla mansikat osittain kypsinä päästään useita päiviä pitempiin säilyvyysaikoihin kuin kypsinä poimittaessa (kuvat 2 ja 3). Toisaalta osittain kypsinä poimittujen mansikoiden makuominaisuudet ovat huonommat ja ravitsemuksellinen laatu, esim. C-vitamiinipitoisuus, huonompi kuin kypsinä poimittujen mansikoiden. Osittain kypsinä poimitut mansikat eivät myöskään juurikaan kypsy kylmävarastoinnissa. Muutoksia värissä, maussa ja ravitsemuksellisessa laadussa ei tapahdu varastoinnin aikana tai ne ovat erittäin pieniä. Poimintakypsyyssaste tulisi valita ajateltua myyntiaikaa ajatellen siten, että lyhyeen säilytykseen mansikat voidaan poimia kypsempinä kuin pitkään säilytykseen. Mansikoita ei kuitenkaan lainkaan kannata poimia raaempina kuin 3/4-kypsinä, koska säilyvyys ei silloin ole parempi, mutta laatuominaisuudet ovat huonommat kuin 3/4-kypsinä poimittaessa.

Oikein valittu ja tasainen kypsyyssaste on erityisen tärkeä loppusadosta, jolloin mansikoiden laatu on usein huonoimmillaan. Monia lajikkeita, mm. päälajikkeitämme 'Jonsokia' ja Senga Sengana', ei kannata poimia aivan täysin kypsinä enää

loppusadosta, jolloin ne kypsinä poimittaessa jo poimintaa seuraavana päivänä ovat usein huonolaatuisia.



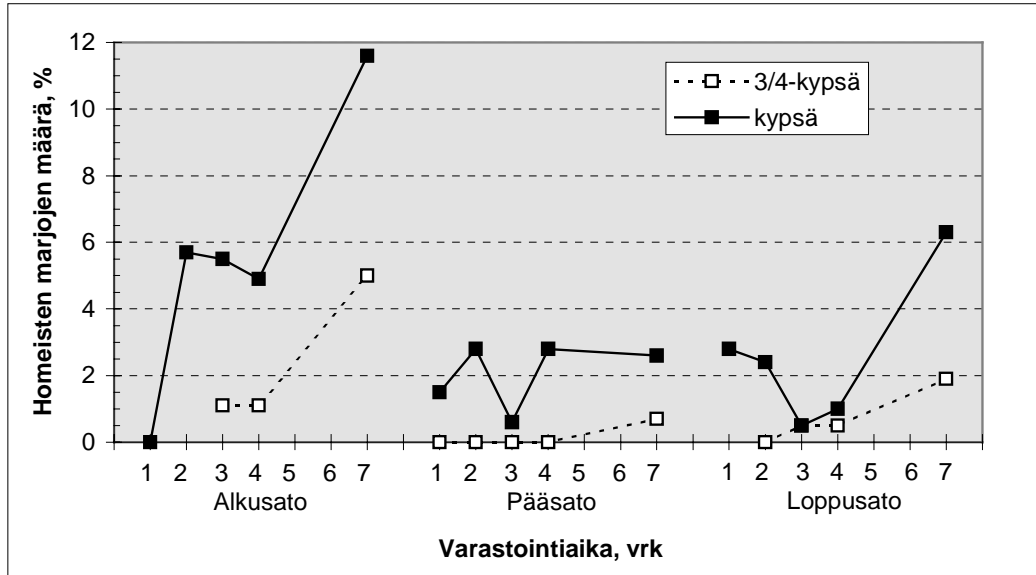
Kuva 2. Mansikoiden poimintakypsyyssasteen vaikutus ulkonäön perusteella arvioituun kauppakestävyyteen kesän 1995 kokeissa.



Kuva 3. Mansikoiden poimintakypsyyssasteen vaikutus ulkonäön perusteella arvioituun kauppakestävyyteen kesän 1997 kokeissa. Lajike 'Jonsok'.

Mansikoiden homehtuminen varastoinnissa

Poimintakypsyysaste vaikuttaa myös homeisten marjojen määrän kasvuun varastoinnissa. Kypsinä poimittujen mansikoiden homehtuminen on runsaampaa kuin osittain kypsinä poimittujen mansikoiden (kuva 4). Luonnollisesti homehtumis-herkkyyteen vaikuttaa voimakkaasti mansikoiden laatu korjuuajankohtana.

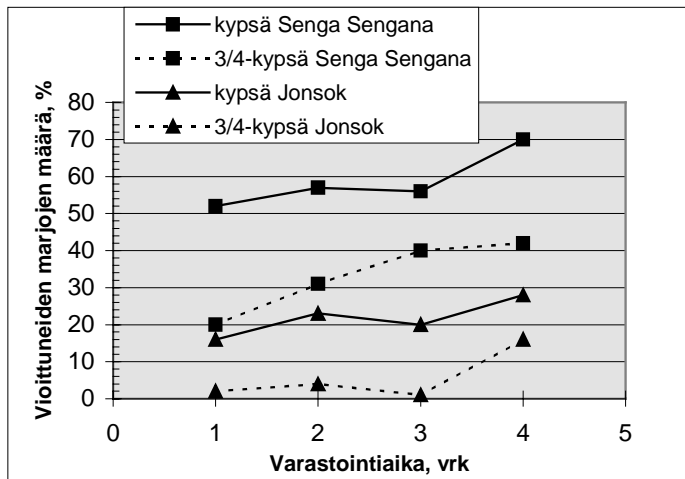


Kuva 4. Mansikoiden poimintakypsyysasteen vaikutus homeisten marjojen määrän kasvuun kesän 1996 kokeissa. Lajike 'Senga Sengana'.

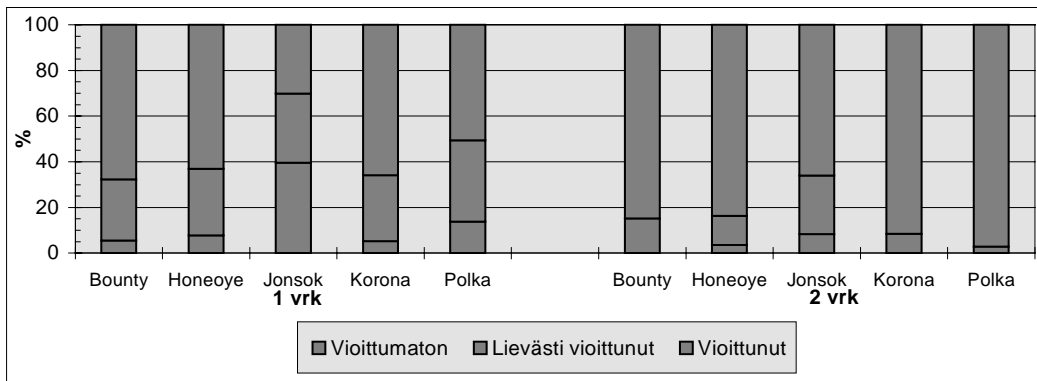
2.2.2 Poimintakypsyysasteen vaikutus käsittely- ja kuljetuskestävyyteen

Poimintakypsyysaste vaikuttaa mansikoiden vaurioitumisherkkyyteen poiminnassa sekä korjuunjälkeisten käsittelyjen ja kuljetuksen aikana. Mitä kypsempinä marjat poimitaan, sitä herkemmin ne vaurioituvat. Kesän 1995 säilyvyyskokeissa voittuneiden marjojen määrää seurattiin varastoinnin aikana (kuva 5). Pinnaltaan voittuneiden marjojen määrä oli pääsadosta kypsinä poimituissa 'Senga Senganoissa' jo poimintaa seuraavana aamuna yli 50 % eikä enää voimakkaasti kasvanut seurantajakson aikana. Useissa poiminnoissa voittuneiden marjojen määrä oli kahden–kolmen ensimmäisen varastointivuorokauden aikana melko pieni, mutta kasvoi sen jälkeen erittäin voimakkaasti.

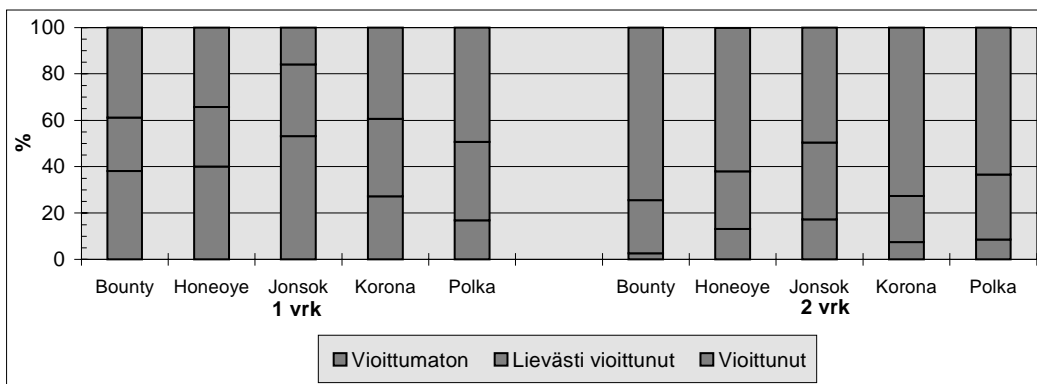
Kypsinä poimittujen mansikoiden suurempi vaurioitumisherkkyys osittain kypsinä poimittuihin verrattuna havaittiin myös kuljetusta simuloivissa täristyskokeissa (kuvat 6 ja 7).



Kuva 5. Poimintakypsyysasteen vaikutus pinnaltaan vioittuneiden marjojen määrään kesän 1995 säilyvyyskokeessa. Lajikkeina olivat alkusadosta poimittu (3.7.1995) 'Jonsok' ja pääsadosta poimittu (17.7.1995) 'Senga Sengana'. Mansikat varastoitiin 2 °C:ssa.



Kuva 6. Kypsinä poimittujen mansikoiden kunto 1 ja 2 vuorokauden kuluttua tärityksestä kesän 1997 ensimmäisessä kuljetusta simuloivassa tärityskokeessa.

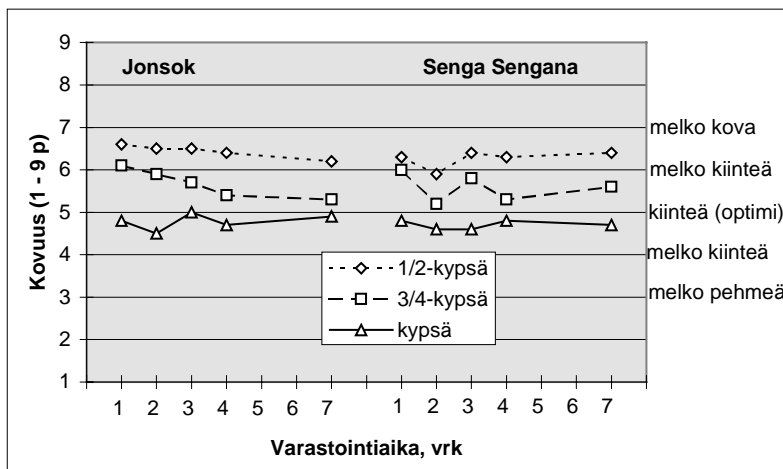


Kuva 7. 3/4-kypsinä poimittujen mansikoiden kunto 1 ja 2 vuorokauden kuluttua tärityksestä kesän 1997 ensimmäisessä kuljetusta simuloivassa tärityskokeessa.

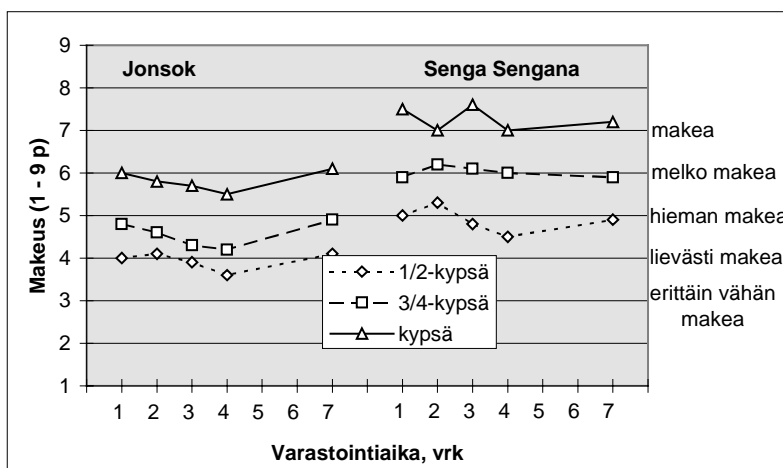
2.2.3 Poimintakypsyysasteen vaikutus mansikan laatuun

Aistittava laatu

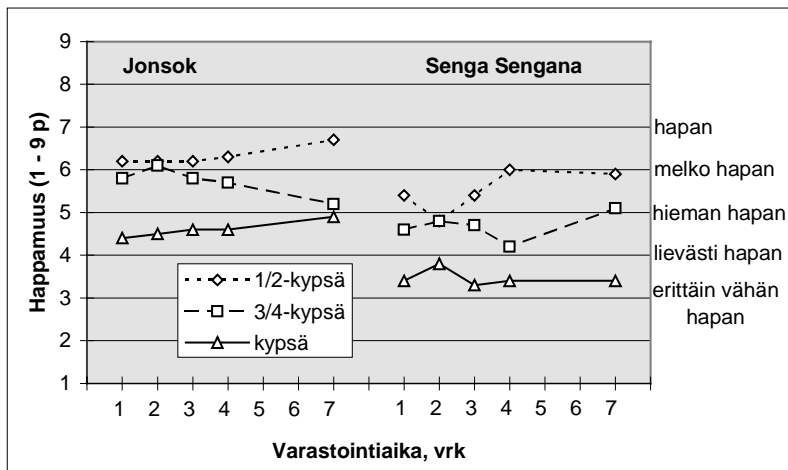
Mitä raaempina mansikat poimitaan, sitä kovempia (kuva 8) ja huonompia makuominaisuuksiltaan ne ovat. Osittain kypsinä poimitut mansikat ovat vähemmän makeita (kuva 9), happamampia (kuva 10) ja maultaan vähemmän mansikkaisia (kuva 11) kuin kypsinä poimitut mansikat. Kuvissa 9–11 näkyvät selkeästi myös ‘Jonsokin’ ja ‘Senga Senganan’ väliset laatuero. Kovuudeltaan ne arvioitiin samanlaisiksi, mutta ‘Senga Sengana’ oli makeampi, vähemmän hapan ja maultaan mansikkaisempi kuin ‘Jonsok’. Kypsänä poimittu ‘Jonsok’ vastasi em. makuominaisuuksiltaan 3/4-kypsänä poimittua ‘Senga Senganaa’.



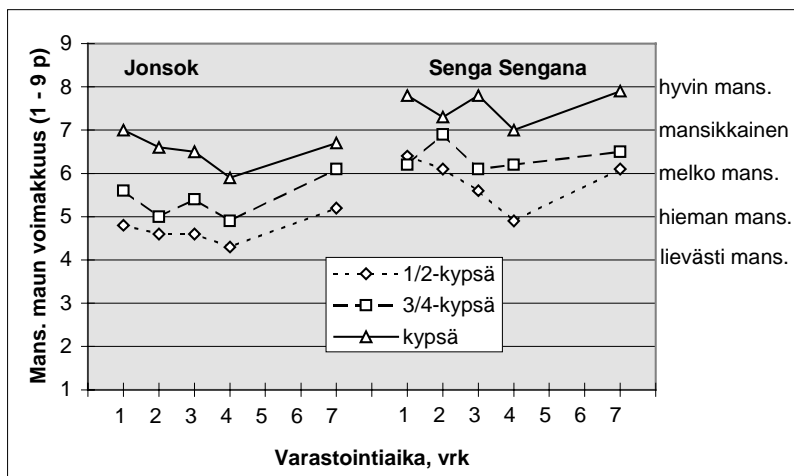
Kuva 8. Mansikoiden aistinvaraisesti arvioitu kovuus kesän 1996 toisessa poiminnassa.



Kuva 9. Mansikoiden makeus kesän 1996 toisessa poiminnassa.



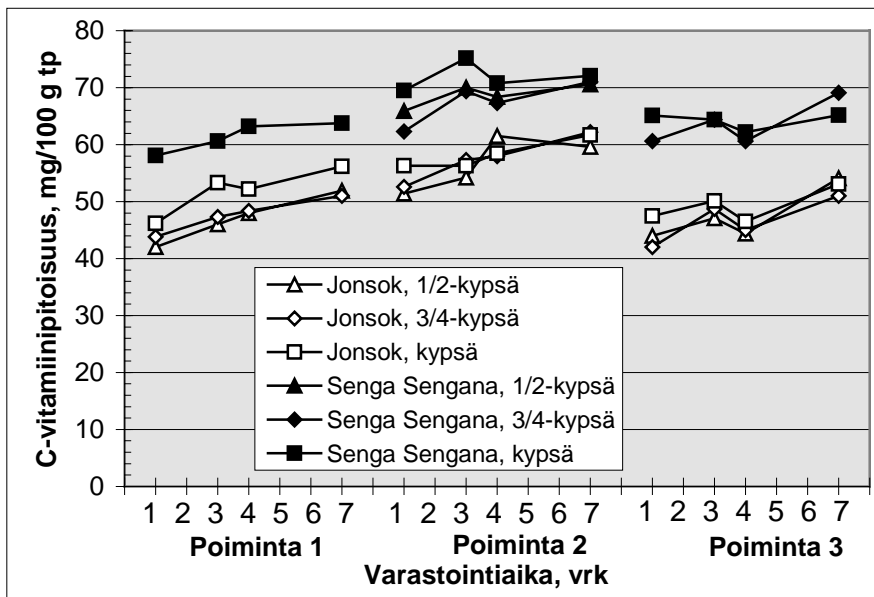
Kuva 10. Mansikoiden happamuus kesän 1996 toisessa poiminnassa.



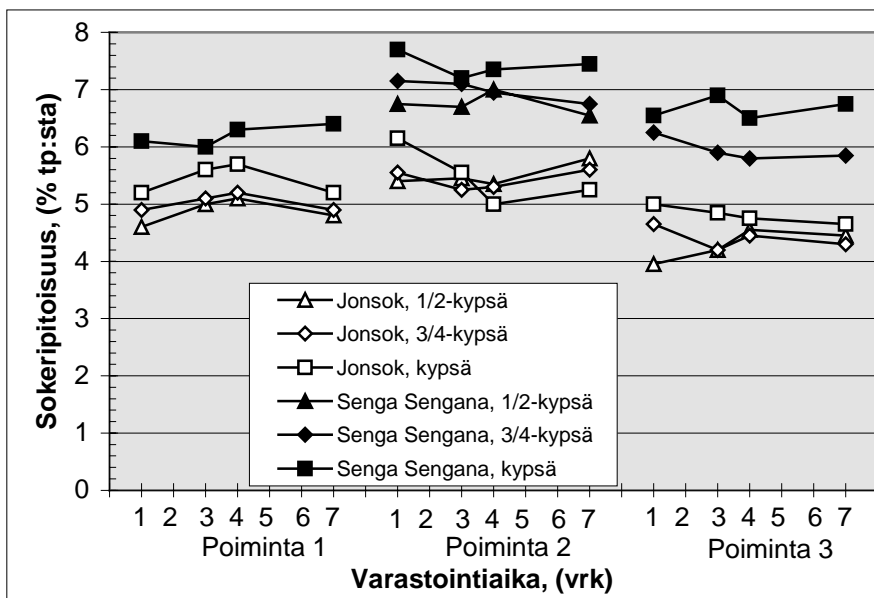
Kuva 11. Mansikoiden mansikan maun voimakkuus kesän 1996 toisessa poiminnassa.

Ravitsemuksellinen laatu

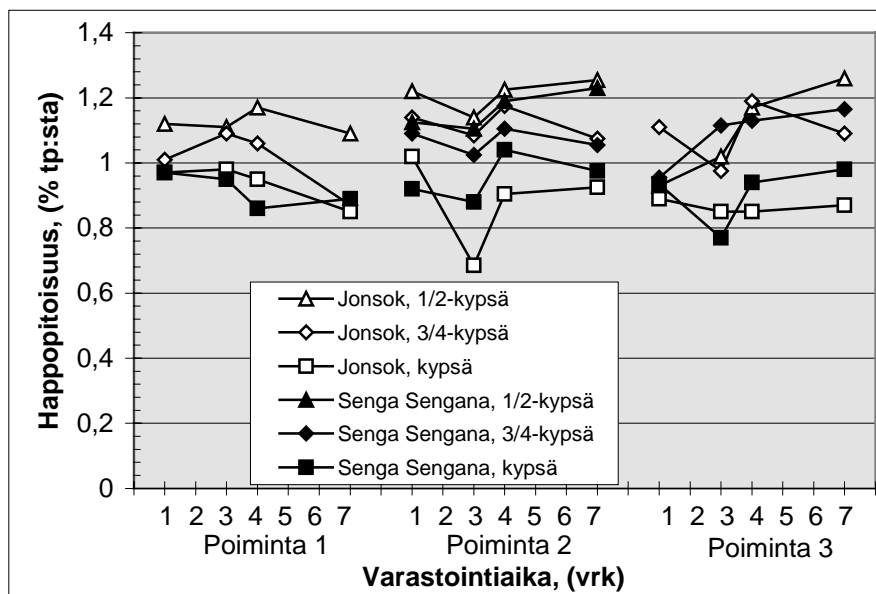
Lajike vaikuttaa mansikoiden C-vitamiini- ja sokeripitoisuuteen enemmän kuin poimintakypsyysaste (kuvat 12 ja 13). ‘Senga Senganan’ C-vitamiini- ja sokeripitoisuudet ovat 1/2-kypsinäkin poimittuina korkeammat kuin ‘Jonsokin’ kypsinä poimituissa marjoissa. Molempien lajikkeitten kypsinä poimittujen marjojen C-vitamiini- ja sokeripitoisuudet ovat hieman korkeammat ja happopitoisuudet matalimmat (kuva 14) kuin osittain kypsinä poimittujen marjojen.



Kuva 12. Mansikoiden C-vitamiinipitoisuus kesän 1996 säilyvyyskokeissa.



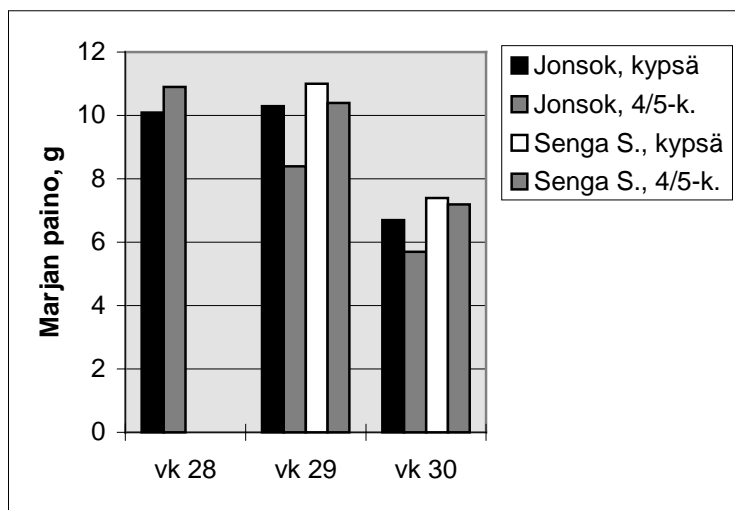
Kuva 13. Mansikoiden sokeripitoisuus kesän 1996 säilyvyyskokeissa.



Kuva 14. Mansikoiden happopitoisuus kesän 1996 säilyvyyskokeissa.

2.2.4 Poimintakypsyysasteen vaikutus marjan kokoon

Mansikoiden vain osittain kypsänä poimiminen pienentää korjuumääriä, sillä marjojen koko on silloin pienempi kuin kypsänä poimittaessa. Kesän 1997 kokeissa tosin 'Jonsokin' alkusadon 4/5-kypsinä poimitut marjat olivat keskimäärin jopa hieman suurempia kuin kypsänä poimitut marjat (kuva 15). Pääsadosta ja loppusadosta 'Jonsokin' 4/5-kypsät marjat olivat 15–18 % pienempiä kuin kypsät marjat. 'Senga Senganalla' erot olivat pienemmät, 3–6 %.



Kuva 15. Kypsyysasteen vaikutus marjojen painoon kesän 1997 kokeissa.

2.3 POIMINTA JA PAKKAAMINEN

Suomalaiset mansikkalajikkeet ovat pehmeämaltoisempia kuin useimmat tuontilajikkeet ja siksi myös alttiita käsittelyvaurioille. Poiminta pitääkin tehdä mahdollisimman hellävaraisesti. Koska käsittelyvaurioita syntyy joka kerta, kun mansikoihin kosketaan tai niitä siirretään pakkauksesta toiseen, olisi mansikat aina, kun se on mahdollista, poimittava suoraan myyntipakkaukseen. Vaikka mansikoiden poimiminen suoraan myyntipakkauksiin vaatiikin muutoksia opituissa käytännöissä ja siirtää vastuuta marjojen laadusta entistä enemmän poimijalle, se tuo oikein toteutettuna parannusta mansikoiden laatuun.

Suomessa valtaosa mansikoista myydään edelleen irtomarjana laatikoissa. Rasian käyttö on kuitenkin aina perusteltua, kun mansikat myydään kuluttajalle laatikkoa pienemmissä yksiköissä. Silloin säästytään marjojen turhalta ruhjomiselta myyntivaiheessa. Käyttämällä marjapakkauksina rasioita estetään myös mikrobi-infektioiden leviäminen terveisiin marjoihin (Chambroy *et al.* 1993).

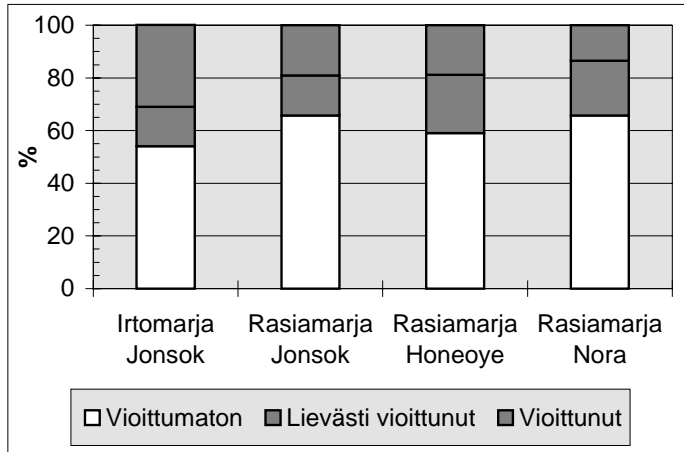
Varastoinnin aikaisia painohäviötä voidaan pienentää käyttämällä kannellisia marjarasioita (Miller *et al.* 1983), peittämällä jäähdetyt mansikat polyeteenikalvolla (Browne *et al.* 1984, Collins & Perkins-Vaetzie 1993) tai PVC-kääreellä (Kenny 1979, Nunes *et al.* 1995a) tai pakkaamalla ne pusseihin (Picón *et al.* 1993). Toisaalta kannellisissa tai muutoin peitetyissä rasioissa mansikat jäähtyvät huomattavasti hitaammin kuin avoimissa pakkauksissa (Kenny 1979) ja jäähdetyksen takia pakkauksessa tulee kuitenkin olla riittävästi ilmanvaihtoreikiä (Singh 1992). Liian tiiviissä pakkauksessa saattaa muodostua anaerobiset olosuhteet pakkauksen sisälle etenkin liian lämpimässä varastossa, jolloin marjoihin muodostuu maku- ja hajuvirheitä.

2.3.1 Perinteiset pakkaukset

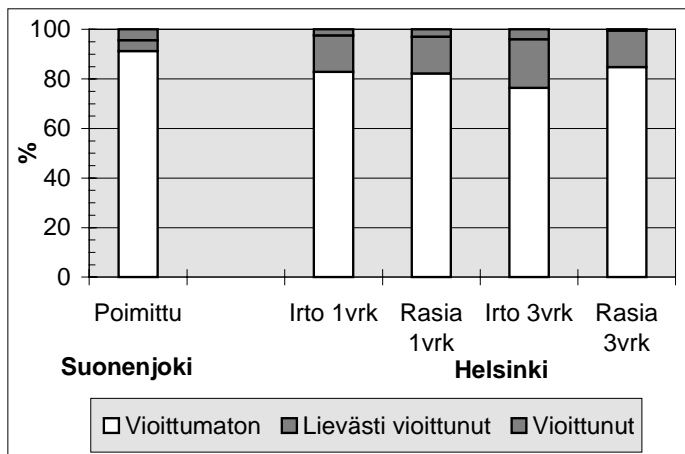
Pakkaus vaikuttaa monin tavoin mansikoiden säilyvyyteen. Pakataanko mansikat laatikkoon vai rasioihin, vaikuttaa marjojen kuljetuksen aikaiseen tärinänkestävyyteen. Kesän 1996 kokeissa havaittiin, että laatikossa oleviin rasioihin poimitut marjat vaurioituivat sekä kuljetusta simuloivassa täristyskokeessa (kuva 16) että todellisessa kuljetuksessa (kuva 17) vähemmän kuin laatikoihin poimitut irtomarjat.

Kun käytetään pakotettua jäähdetystä, mansikoiden jäähtymistä voidaan tehostaa käyttämällä rei'itettyjä mansikkalaatikoita ja -rasioita, jolloin ilma pääsee kiertämään paremmin marjojen välissä tehostaen lämmönsiirtoa (Morey & Lang 1988). 'Mansikan kauppakestävyuden parantaminen' tutkimushankkeessa havaittiin, että rei'ityksestä on sitä enemmän hyötyä, mitä suurempaa jäähdetyksilman virtausnopeutta käytetään. Rasioihin on hyvä sijoittaa reikiä kaikille seinille. Laatikon reiät kannattaa sijoittaa siten, että ne kohdistuvat sekä rasioiden väliin jääviin rakoihin että rasioiden päätyseinillä olevien reikiä kohdille. Käytännössä pakotetun jäähdetyksen periaatteella toimivissa laitteissa ilman virtausnopeudet laatikoiden

väliin jäävissä raoissa ovat korkeintaan 3 m/s, jolloin optimaalisella pakkausten rei'ittämisellä jäähtymisaikoja voidaan lyhentää 10–20 % rei'ittämättömiin pakkauksiin verrattuna.



Kuva 16. Irtomarjojen ja rasiamarjojen vioittuminen kuljetusta simuloivassa tärästyskokeessa kesällä 1996.



Kuva 17. Irtomarjojen ja rasiamarjojen vioittuminen kuljetuksessa Suonenjoki - Kuopio - Helsinki kesällä 1996.

2.3.2 Muunnetun ilmakehän pakkaaminen

MA-pakkaamisen periaatteet

Hedelmien kypsymistä, hengitystä ja etyleenituotantoa, pehmenemistä sekä kypsymiseen liittyviä rakenteellisia muutoksia ilman haitallisia vaikutuksia voidaan hidastaa muuttamalla normaalia ilman kaasukoostumusta (Ben-Yeohoshua *et al.* 1995, Kader 1980, Kader 1992b.). Muunnetun ilmakehän (modified atmosphere)

pakkaaminen eli MA-pakkaaminen perustuu kaasuja valikoivasti läpäiseviin kalvoihin, jolloin pakkauksen sisällä olevan kaasuseoksen ja ulkopuolella olevan ilman vuorovaikutus kalvon läpi luovat pakkaukseen ilmasta poikkeavan kaasukoostumuksen. Kaasukoostumusta ei säädetä pakkaamisen jälkeen. Muunnettu ilmakehä voidaan saada aikaan myös passiivisesti marjojen hengityksen avulla käyttämällä läpäisevää kalvoa ja ilmaa pakkauskaasuna (Exama *et al.* 1993ab, Guise 1986). Pakkausilmaa voidaan myös muuntaa pakkaukseen asetettavilla hapen-, hiilidioksidin- ja eteeninpoistajilla. Säätoilmavarastoinnissa (controlled atmosphere storage) eli CA-varastoinnissa koko tilassa pidetään samaa tarkkaan säädeltyä kaasukoostumusta koko varastoinnin ajan.

Tavallisimmin hengittävien tuotteiden pakkaamisessa ja varastoinnissa alennetaan ilman happi- ja/tai korotetaan hiilidioksidipitoisuutta. Happi on kaasu, joka kiihdyttää hengittävien tuotteiden pilaantumista ja aiheuttaa vitamiinien ja aromiyhdisteiden hajoamista. Happi on kuitenkin tarpeellinen tuoreiden hedelmien, marjojen ja kasvien varastoinnissa anaerobisen hengityksen välttämiseksi. Viime aikoina on kiinnostuttu tuoretuotteiden pakkaamisesta korkeisiin happipitoisuuksiin. Korkeiden happipitoisuuksien on todettu säilyttävän tuotteen värin tehokkaasti, estävän käymistä sekä aerobista ja anaerobista mikrobikasvua. Aerobiset bakteerit kasvavat parhaiten normaali-ilman happipitoisuudessa ja sitä korkeammat pitoisuudet estävät kasvua. Hiilidioksidilla pyritään hidastamaan tuoretuotteiden soluhengitystä. Korkeat hiilidioksidipitoisuudet estävät myös homekasvua.

Argon ja typpioksiduuli ovat melko uusia pakkauskaasuja elintarvikekäytössä. Niiden on todettu parantavan hedelmien ja kasvien säilyvyyttä hidastamalla soluhengitystä ja mikro-organismien kasvua (Day 1996ab). Argonin ja typpioksiduulin käyttöä saattaa rajoittaa niiden korkea hinta, joka on nelin-kuusinkertainen hapen ja hiilidioksidiin verrattuna.

Pakkauksen kaasukoostumuksen vaikutus mansikan laatuun ja säilyvyyteen

Tuoreet marjat ja hedelmät eroavat toisistaan alhaisten happi- ja korkeiden hiilidioksidipitoisuuksien siedon suhteen. Usein ero hyödyllisten ja haitallisten kaasupitoisuuksien välillä on pieni (Kader *et al.* 1989, Kader 1992b). Mansikoiden sielokyky riippuu mm. lajikkeesta, kypsyysasteesta, varastointilämpötilasta ja -ajasta. Tällä hetkellä tuoretuotteiden pakkaamisessa käytetään läpäiseviä kalvoja, joilla pakkaukseen muodostuu tasapainotilassa 3–10 % happipitoisuus ja 3–10 % hiilidioksidipitoisuus (Day 1996ab).

MA-pakkaamisen vaikutuksista mansikoiden laatuun ja säilyvyyteen on tehty runsaasti tutkimuksia. Mansikoiden säilyvyysaika on saatu pidennettyä seitsemään - kahdeksaan (Guise 1986), jopa kymmeneen vuorokauteen (Ke *et al.* 1991). Cameronin (1989) ja Harveyn (1982) mukaan muunnetun ilmakehän ratkaisuja käyttämällä voidaan osittain korvata kylmävarastointia ja -kuljetusta. Mansikoiden pehmenemistä voidaan hidastaa ja jopa parantaa kiinteyttä. Vaikutukset näkyivät Plocharskin (1982) tutkimuksissa neljän tunnin käsittelyn

jälkeen (20 % CO₂). Kypsänä poimituilla marjoilla vaikutus oli suurempi kuin 3/4-kypsänä poimituilla. Muunnettuun ilmakehään pakatut mansikat olivat säilytyksen jälkeen jopa kiinteämpiä kuin käsittelemättömät marjat heti poiminnan jälkeen (Smith 1992).

Mansikoita ympäröivän kaasun CO₂-pitoisuus ei saa muodostua liian korkeaksi eikä O₂-pitoisuus liian alhaiseksi, jottei mansikoiden aineenvaihdunta muutu anaerobiseksi, jolloin virhemakuja ja -hajuja aiheuttavia etanolia, etyyliasettaattia ja asetaldehydiä muodostuu. Kaderin tutkimusten mukaan (Kader *et al.* 1989, Kader 1995) happipitoisuus ei saa laskea alle 2 %:n eikä hiilidioksidipitoisuus nousta yli 15 %:n. Monissa tutkimuksissa (Guichard *et al.* 1992, Harris & Harvey 1973, Li & Kader 1989, Shamaila *et al.* 1992) yli 20 %:n CO₂-pitoisuuksia käytettäessä on havaittu virhemakuja. Brownen *et al.* (1984) tutkimuksessa virhemakuja muodostui jo 10 %:n CO₂-pitoisuuksissa. Colellin ja Martellin (1995) tutkimuksessa yli 10 %:n hiilidioksidipitoisuudet aiheuttivat virhemakuja, mutta ne vähenivät ilmasäilytyksen aikana. Myös muissa tutkimuksissa (Larsen & Watkins 1995, Smith & Skog 1993) on tehty samanlaisia havaintoja virhemakujen vähenemisestä ilmasäilytyksen aikana.

Useissa tutkimuksissa mansikoiden säilyvyys on parantunut hiilidioksidipitoisuuden kasvaessa. Mm. Chambroy *et al.* (1993), Harrisin ja Harveyn (1973) sekä Ken *et al.* (1991) tutkimuksissa 20 %:n hiilidioksidipitoisuudella saatiin parempia tuloksia kuin pienemmillä pitoisuuksilla. Toisaalta jo pienemmillä hiilidioksidipitoisuuksilla on päästy hyviin tuloksiin. Colellin ja Martellin (1995) sekä Guichardin *et al.* (1992) tutkimuksissa 10 %:n ja 30 %:n hiilidioksidipitoisuuksissa mansikoiden säilyvydessä oli vain hieman eroa. Guisen (1986) tutkimuksessa mansikoiden säilyvyys piteni kolmesta - neljästä vuorokaudesta seitsemään, kun käytettiin kalvoa, jolla pakkaukseen muodostui marjojen hengityksen avulla muunnettua ilmaa, jossa oli 4–6 % hiilidioksidia.

Myös homeiden kasvun on todettu hidastuvan hiilidioksidia käytettäessä, kun samalla käytetään alhaisia varastointilämpötiloja (Chambroy *et al.* 1993). Käsitteilyllä on vaikutusta myös mansikoiden säilytyksen jälkeiseen hengitykseen. Kun mansikat siirretään CA-säilytyksen jälkeen ilmaan, kohoaa hengitysnopeus pysyen kuitenkin huomattavasti alhaisempana, kuin ilmassa jatkuvasti säilytetyillä mansikoilla (Li & Kader 1989).

MA-pakkaamisella ei ole todettu olevan vaikutusta mansikoiden kemialliseen ja ravitsemukselliseen laatuun sinä varastointiaikana, jossa mansikat säilyvät laadukaina ja käytettäessä kaasukoostumuksia, jotka eivät aiheuta virhemakuja. (Colelli & Martelli 1995, Ke *et al.* 1991). Agarin *et al.* 1995 tutkimuksissa mansikoiden C-vitamiinipitoisuus laski voimakkaasti, kun käytettiin korkeita (15 - 20 %) hiilidioksidipitoisuuksia, mutta lasku tapahtui vasta 20 varastointivuorokauden kuluttua.

Mansikan MA-pakkaamiseen soveltuvat materiaalit

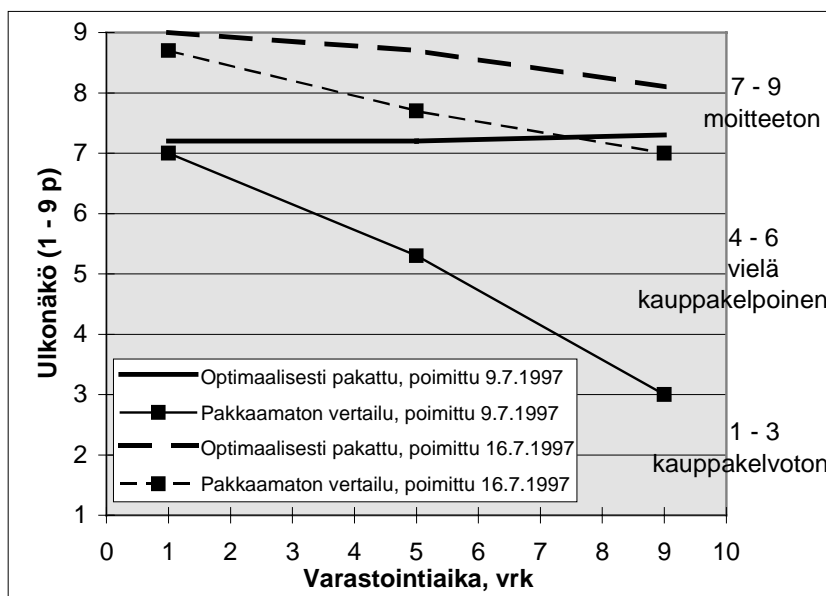
MA-pakkauksessa käytettävällä materiaalilla tulisi olla sellaiset kaasujen läpäisyominaisuudet, että pakkauksessa olisi tasapainon vallitessa tuotteelle ominainen optimi kaasukoostumus. Tasapainotilassa materiaali päästää pakkaukseen happea saman verran kuin sitä soluhengityksessä kuluu ja päästää ympäristöön muodostuvan hiilidioksidin. Materiaalin valintaan vaikuttaa myös tuotteen lämpötila, sillä se vaikuttaa voimakkaasti soluhengitykseen.

Mansikan, kuten muidenkin tuoretuotteiden, joilla on suuri hengitysnopeus, MA-pakkaaminen on ongelmallista, sillä kalvoja, joilla on riittävät läpäisyominaisuudet, ei ole juurikaan tarjolla. Exama *et al.* (1993ab) määrittivät MA-pakkausten kalvon optimihapenläpäisevyydeksi $58800 \text{ cm}^3/(\text{m}^2\text{d})$ ja optimihiilidioksidinläpäisevyydeksi $62880 \text{ cm}^3/(\text{m}^2\text{d})$, kun mansikoita varastoitiin $4 \text{ }^\circ\text{C}$:ssa. Kaupallisten kalvojen selektiivisyys (hiilidioksidin ja hapen läpäisevyyksien suhde) ei myöskään ole mansikalle sopiva (Exama *et al.* 1993ab). Mansikan hengitysosamäärä (hengityksessä syntyvän hiilidioksidin suhde kuluvaan happeen) on normaali-ilmassa noin 1, mutta muunnettu ilma kiihdyttää mansikan hiilidioksidin tuotantoa suhteessa hapen kulutukseen ja hengitysosamäärä nousee arvoon 1,1–1,2 (Lee *et al.* 1996). Kaupallisten kalvojen selektiivisyydet ovat usein moninkertaiset mansikan hengitysosamäärään nähden. Käytännössä mansikan MA-pakkaamisessa kalvo täytyy valita ensisijaisesti hapenläpäisevyyden perusteella, sillä pakkauksen kaasutilan happipitoisuus ei saa päästä liian alhaiseksi (Exama *et al.* 1993ab).

Mansikan, kuten myös muiden voimakkaasti hengittävien tuoretuotteiden pakkaamiseen sopivat mahdollisesti myös mikrohuokoiset ja mikrorei'itetyt kalvot (Émond *et al.* 1995, Fishman *et al.* 1996, Yam & Lee 1995). Mikrorei'itetyillä kalvoilla saadaan pakkaukseen muunnettu kaasukoostumus ja myös kosteushäviöt vähenevät. Tasapainotilan kaasukoostumukseen vaikuttavat kalvon reikien lukumäärä ja koko, kalvon paksuus sekä ympäröivä lämpötila (Renault *et al.* 1994ab). Mikrorei'itettyjen kalvojen heikkouksiin kuuluu, että selektiivisyys erilaisille kaasuille menetetään (Cameron 1989, Keteleer & Tobback 1994, Lee *et al.* 1996).

Mansikan MA-pakkaamisen mahdollisuudet Suomessa

MA-pakkaaminen tuo uusia mahdollisuuksia myös suomalaisen mansikan säilyvyyden parantamiseksi silloin, kun mansikoilta vaaditaan erityisen pitkiä säilyvyysaikoja esim. viennissä. Vuosien 1996 ja 1997 kokeissa havaittiin, että mansikat voidaan silloin poimia kypsinä ja päästä parhaimmillaan yli 9 vuorokauden säilyvyysaikoihin (kuva 18). Laatuun ja laadun tasaisuuteen on kuitenkin kiinnitettävä erityistä huomiota. Huonolaatuisia mansikoita ei kannata pakata muunnettuun ilmakehään. Myös nopea jäähdytys heti poiminnan jälkeen ja katkeamaton kylmäketju ovat välttämättömät. MA-pakattuja mansikoita ei voi säilyttää lainkaan pakkauksissaan lämpimässä, koska marjojen hengitystoiminnan kiihtyessä marjojen maku ja haju pilaantuvat nopeasti. Pakkaukset tulisikin purkaa tai rei'ittää ennen myyntiä. MA-pakkaamisen on joissain tutkimuksissa todettu hidastavan mansikoiden pilaantumista vielä pakkauksen purkamisen jälkeenkin.



Kuva 18. Optimaalisesti MA-pakattujen ja pakkaamattomien mansikoiden ulkonäön perusteella arvioitu kauppakestävyys varastoinnissa kesän 1997 kokeissa. Lajike 'Jonsok'.

Parhaiten mansikat säilyvät erittäin läpäisevissä kalvopakkausissa (hapenläpäisevyys $8000\text{--}10000\text{ cm}^3/\text{m}^2/\text{d}$), joissa pakkauskaasun happipitoisuus on 10–15 % ja siis matalampi kuin ilmassa. Hiilidioksidia kannattaa käyttää, jos vähänkin epäilee mansikoiden mahdollista homehtumista. Hiilidioksidipitoisuus ei saa olla kuitenkaan korkea, sillä pitoisuuden kasvaessa mansikan laatu- ja säilyvyysominaisuudet huononevat. Jo 5 %:n hiilidioksidipitoisuus pakkauskaasussa lienee riittävä.

Lähes yhtä hyvin tuloksiin päästään käyttämällä pakkauskaasuna ilmaa ja pakkaamalla mansikat erittäin läpäisevään tai lievästi mikrorei'itettyyn kalvoon. Ulkonäöltään mansikat eivät kuitenkaan säily aivan yhtä hyvinä kuin käytettäessä sopivaa ilmasta poikkeavaa pakkauskaasua eikä mansikoiden mahdollista homehtumista voida rajoittaa.

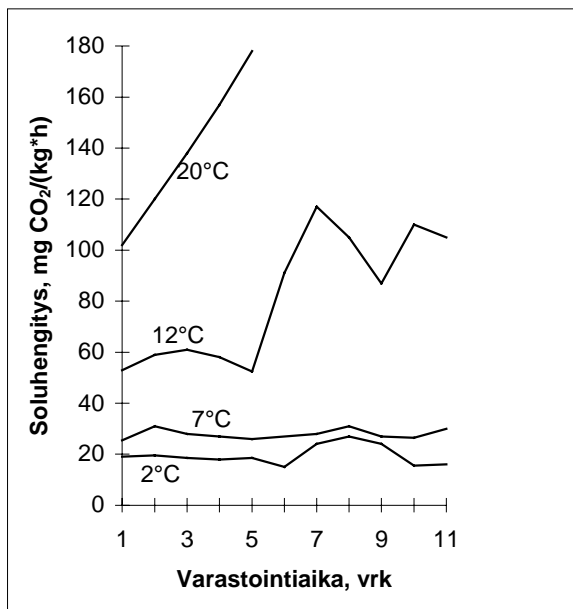
Korvaamalla osa pakkauskaasun tyypestä argonilla voidaan mansikoiden laatua ja säilyvyyttä parantaa. Käyttöä rajoittanee kuitenkin kaasun korkea hinta.

Mansikan muunnetun ilmakehän pakkaamiseen sopivia läpäiseviä kalvoja on valittavasti erittäin niukasti saatavilla, mutta tilanne paranee koko ajan. Kalvoja, jotka on suunniteltu nimenomaan mansikan pakkaamiseen, on myös kehitteillä. Mikrorei'itettyjä kalvoja on jonkin verran tarjolla, mutta niiden hinta on melko korkea.

2.4 JÄÄHDYTYS JA VARASTOINTI

2.4.1 Lämpötilan merkitys

Lämpötila on tärkein yksittäinen mansikoiden säilyvyyteen vaikuttava tekijä, sillä vanheneminen ja etyleenintuotto nopeutuvat lämpötilan noustessa 0–25 °C (Kader 1980). Lämpötila vaikuttaa hedelmien hengitysnopeuteen, pilaajaorganismien kasvuun, painohäviöihin, liukoisen kiintoaineen pitoisuuteen ja happamuuteen (Mitchell 1992, Patterson 1989). Lämpötilan noustessa hengitysnopeus, joka ilmoitetaan hiilidioksidituotantona, kasvaa (Patterson 1989). Lämpötilan nousu 10 °C:lla kaksin-kolminkertaistaa mansikan hengitysnopeuden (Kader *et al.* 1989). Alhaisissa lämpötiloissa hengitysnopeus voi pysyä lähes vakiona jopa 10–12 päivää (Ingle 1970). Mansikan hengitysnopeuden ja lämpötilan välinen yhteys on esitetty kuvassa 19 (Ingle 1970).

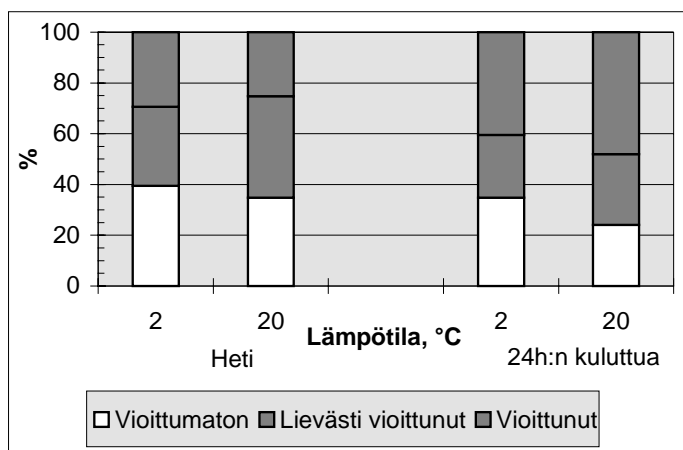


Kuva 19. Kypsien mansikoiden hengitysnopeus eri lämpötiloissa varastointiajan funktiona (Ingle 1970).

2.4.2 Jäähdytys

Jos mansikat eivät mene heti poiminnan jälkeen kuluttajalle, ne on hengitystoiminnan hidastamiseksi ja laadun ylläpitämiseksi jäähdytettävä mahdollisimman nopeasti poiminnan jälkeen (ISO 6665 1983, El Ghaouth *et al.* 1991, Herregods 1995). Mitä nopeammin sadonkorjuun jälkeen jäähdytys tehdään, sitä paremmin mansikat säilyvät. Kennyn (1979) tutkimusten mukaan poiminnan ja jäähdytyksen välinen aika ei saisi olla kolmea tuntia pidempi. Nunesin *et al.* (1995b) tutkimuksissa jäähdytyksen viivästyminen kuudella tunnilla aiheutti askorbiinihapon, liukoisen kiintoaineen ja sokereiden hävikkiä.

Korjuunjälkeisellä jäähdytyksellä on vaikutusta myös mansikoiden mekaanisen rasituksen keston kuljetuksen aikana. Jäähdytetyt mansikat kestävät kuljetuksen rasituksia paremmin kuin jäähdyttämättömät. Mansikan kauppakestävyuden parantaminen -tutkimushankkeessa kesän 1995 kokeissa erot jäähdytettyjen ja jäähdyttämättömien mansikoiden vaurioitumisessa kuljetusta simuloivissa täristyskokeissa eivät näkyneet välittömästi täristyksen jälkeen, mutta vuorokauden kylmävarastoinnin jälkeen vioittuneita marjoja oli jäähdytetyissä mansikoissa selvästi vähemmän kuin jäähdyttämättömissä (kuva 20).



Kuva 20. Jäähdytyksen vaikutus marjojen vioittumiseen täristyksessä kesän 1995 1. kuljetusta simuloivassa täristyskoesarjassa. Lajike 'Senga Sengana'.

Parhaana jäähdytystapana mansikoille pidetään pakotettua jäähdytystä kylmällä, yli 0 °C:n ilmalla, jota suositellaan myös ISO 6665-standardissa (1983). Jäähdytys voidaan toteuttaa siten, että jäähdytysilma pakotetaan virtaamaan lavoille pinottujen laatikoiden läpi ja ilman kulku muualta estetään. Pakotetussa jäähdytyksessä on oleellista, että pakkauksissa ilman kulkusuuntaan nähden on riittävästi ilmanvaihtopinta-alaa (Morey & Lang 1988) ja että laatikoiden sivut ja muut mahdolliset vuotokohdat on tukittu, jotta ilma todella virtaa laatikkopinon läpi marjojen lomitse (Henry 1995). Myös tunnelijäähdytystä, jossa ilma virtaa pakotetusti hihnakuljettimella kulkevien marjojen tai marjalaatikoiden läpi käytetään (Güemes *et al.* 1989).

Jäähtymistä voidaan tehostaa jäähdytysilman virtausnopeutta lisäämällä (Arifin *et al.* 1987, Fikiin 1983). Fikiinin tutkimuksessa (1983) jäähdytysilman nopeuden ollessa 5 m/s irrallaan laatikoihin pakattujen hedelmien jäähdytysaika 5 °C:een lyheni puoleen verrattuna ilman nopeudella 0,3–0,5 m/s tapahtuneeseen jäähdytykseen. Optimiksi ilmavirtausnopeudeksi tuotepintaa kohti osoittautui Mongellin ja Di Renzon (1984) tutkimuksissa 3–4 m/s. Pakotetulla jäähdytyksellä mansikat ovat jäähtyneet joissakin tutkimuksissa 6–8, jopa 10 kertaa nopeammin kuin tavanomaisessa varastojäähdytyksessä (Browne *et al.* 1983, Mitchell *et al.* 1964). Haasin ja Felsensteinin (1985) mukaan tuloilman nopeuden ja jäähtymisajan riippuvuus pitää määrittää jokaiselle pakkaukselle ja täyttötavalle

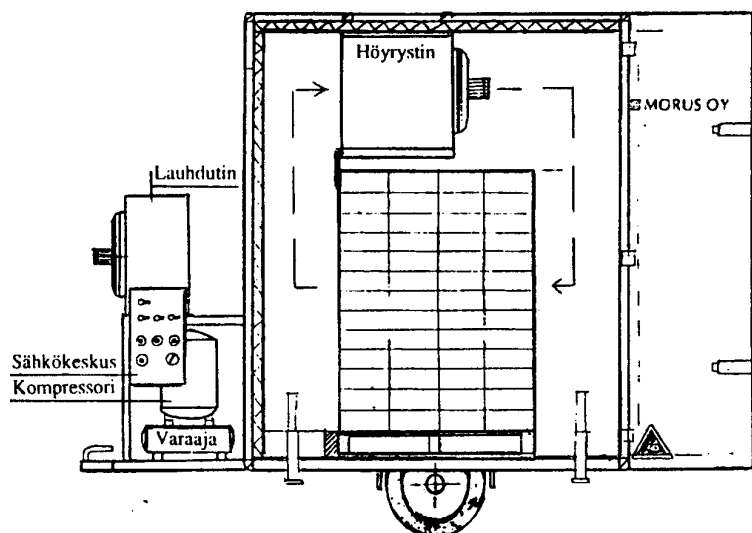
erikseen. Mm. pakkausten rei'itys vaikuttaa optimi-ilmanvirtausnopeuteen. Heidän tutkimuksensa osoittivat, että pakkausten reikien pinta-alan ja jäähdytysilman nopeuden kasvattamisella ei ole jäähtymisen kannalta suurta merkitystä, kun tietyt tuote/pakkausyhdistelmälle ominaiset arvot on saavutettu.

Myös vesijäähdytys sopii Inglen (1970) mukaan mansikoille, vaikkakaan sitä ei yleensä suositella. Vakuumijäähdytyksessä painohäviöt ovat suuremmat kuin tavanomaisessa pakotetussa tai varastojäähdytyksessä eikä sitä suositella marjojen jäähdyttämiseen (Mitchell 1992).

Tavanomaiseen kuivalla ilmalla jäähdyttämiseen saattaa liittyä ilman alhaisen kosteuden takia ongelmia, kuten tuoreen tuotteen kuivumista, rypistymistä, pehmenemistä, värihäviöitä ja säilyvyysajan lyhenemistä. Kosteailmajäähdytyksessä (Ferreira *et al.* 1994, Helsen & Willmott 1989) ja jääpankkijäähdytyksessä (Browne *et al.* 1983) jäähdytysilman lämpötila pidetään lähellä 0 °C:aa ja suhteellinen kosteus yli 97 %:a.

2.4.3 Pakotetun jäähdytyksen käytännön ratkaisut

Mansikan kauppakestävyuden parantaminen -tutkimushankkeessa kehitettiin tiloille sopivia tehokkaita, pakotetun ilmankierron periaatteella toimivia jäähdytyslaitteita. Kuvassa 21 on esitetty siirrettävään konttiin rakennetun jäähdytyslaitteen rakenne ja ilmavirtauksen kierron periaate. Mansikat jäähdytetään lavalla ja konttiin mahtuu kerrallaan enimmillään yli 400 kg mansikoita, jotka jäähtyvät 25 °C:sta 5 °C:een noin tunnissa, kun jäähdytysilman lämpötila on riittävän alhainen, noin 2 °C.



Kuva 21. Siirrettävän jäähdytyskontin rakenne ja toimintaperiaate.

Ennen jäähdyttämisen aloittamista on varmistettava, että ilma ei pääse kiertämään muuta kautta kuin lavalle pinottujen laatikoiden välisistä ja mahdollisesti myös laatikoihin tehdyistä jäähtymistä tehostavista raoista. Kaikki muut mahdolliset reiät ja raot, joita jää lavan ja seinän tai lavan ja katon väliin, on tukittava. Jäähdytysilman virtausnopeuden tulisi olla 3–5 m/s laatikoiden väliin jäävissä raoissa optimaalisen jäähdytystuloksen saavuttamiseksi.

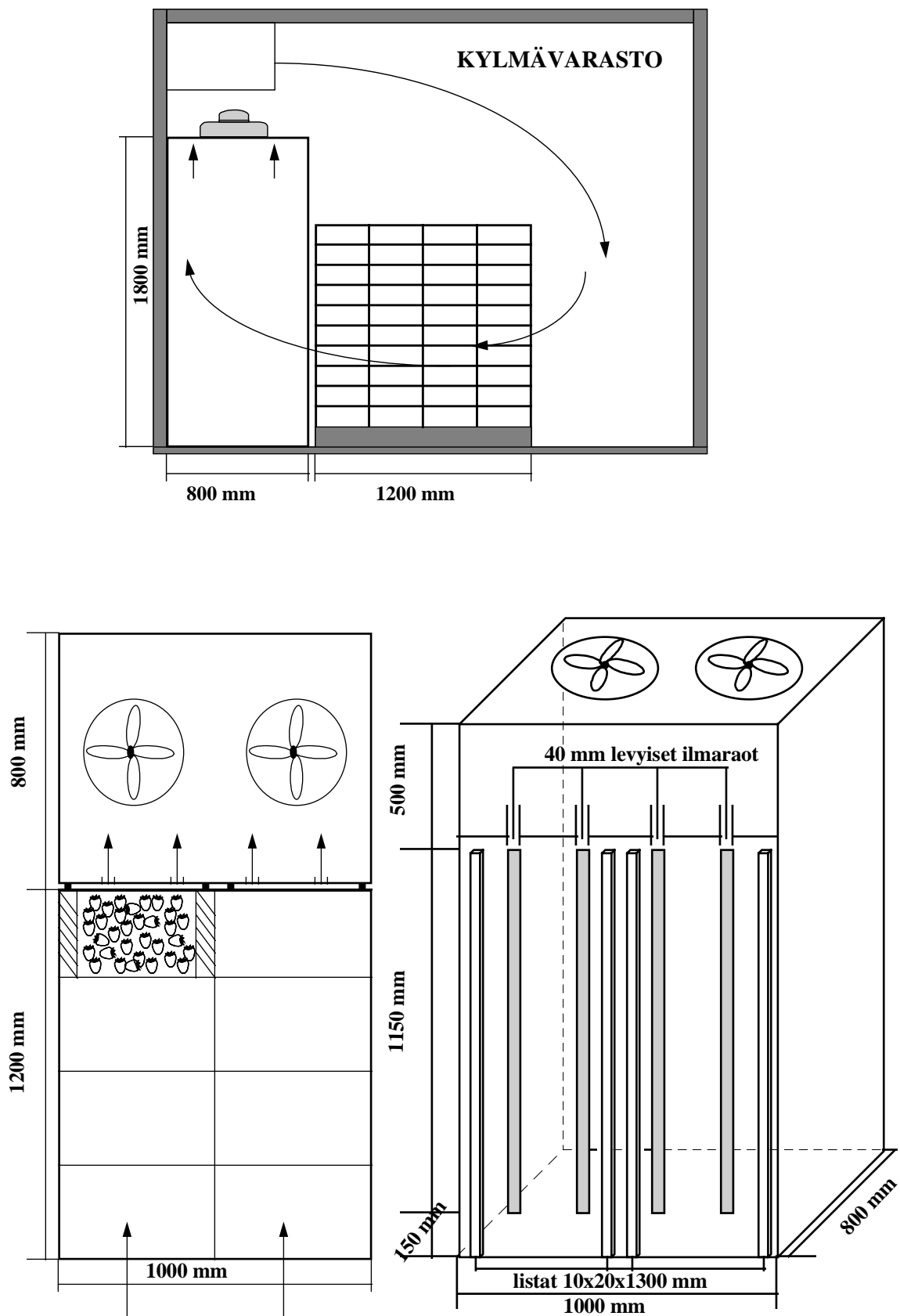
Jäähdytyslaite vaatii oman kylmäkoneiston, minkä vuoksi investointikustannukset nousevat suuriksi. Jos käytetään vain uusia osia, hinta saattaa nousta jopa lähelle 100 000 mk:aa. Samalla toimintaperiaatteella voi jäähdytyslaitteen rakentaa myös kylmävaraston yhteyteen, jolloin hinta hieman putoaa, kun laitteistoa ei tarvitse rakentaa siirrettäväksi.

Kun mansikat jäähdytetään tilavuudeltaan melko pienessä tilassa, ilman suhteellinen kosteus nousee jäähdytyksen aikana lähes 100 %:ksi eivätkä painohäviöt muodostu suuriksi. Kesän 1995 ja 1996 jäähdytyskokeissa mansikoiden painohäviöt vaihtelivat 0,4–0,7 %.

Tutkimushankkeessa testattiin myös investointikustannuksiltaan huomattavasti edellistä edullisempaa pakotetun ilmankierron periaatteella toimivaa jäähdytyslaitteistoa (kuva 22), jollaisia on käytetty pitkään Norjan mansikkatiloilla. Investointikustannukset ovat korkeintaan 10 000 mk, mutta edellytyksenä on olemassa oleva kylmävarasto, jossa on riittävästi kylmätehoa.

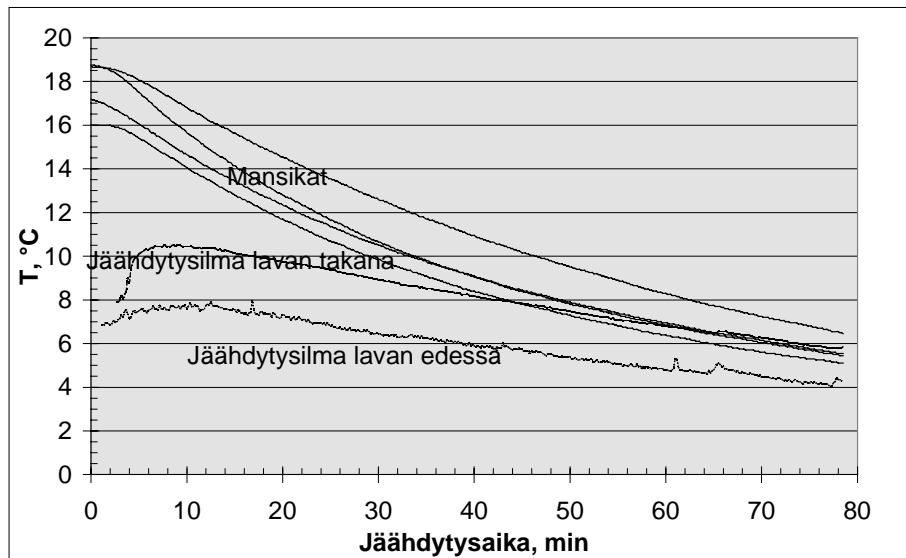
‘Norjan mallin’ mukaisessa jäähdyttimessä kylmävaraston ilmaa imetään pakotetusti marjalavan läpi. Siten jäähdytyksen tehokkuus riippuu suoraan kylmävaraston kylmätehosta. Oleellista myös on, että ilmankierto marjalaatikoitten läpi on riittävä. Jäähdytintä mitoitettaessa ja puhaltimia valittaessa kannattaa tarkkaan miettiä kerrallaan jäähdytettävien mansikoiden määrä. Esimerkkijäähdyttimen (kuva 22) ilmaraokojen korkeus on mitoitettu siten, että FIN-lavalle sijoitetaan 10 kerrosta 5 kg:n marjalaatikoita, jolloin voidaan jäähdyttää 400 kg mansikoita kerrallaan. Jotta jäähtyminen olisi mahdollisimman tasaista eri puolilla lavaa, pitää ilman kulku muualta kuin laatikkokerrosten väliin jäävien rakojen kautta estää peittämällä marjalava sivuilta ja päältä esim. muovipeitteellä. Koska jäähdyttimessä kierrätetään koko kylmävaraston ilmamäärää, saattaa marjojen pinta kuivalla säällä kuivua liikaa. Ilman kostutus voidaan toteuttaa yksinkertaisesti esim. seinälle asetettua kuitukangasta kastelemalla. Toisaalta jäähdytystä voidaan hyödyntää myös mansikoiden pinnan liiallisen kosteuden poistamiseen sateisina poimintapäivinä.

‘Norjan mallin’ mukaan toteutetussa jäähdyttimessä mansikat jäähtyvät tehokkaasti. Kuvassa 23 on esitetty kesällä 1997 saadut mittaustulokset mansikoiden jäähtymisestä ‘Norjan mallin’ mukaan rakennetussa jäähdyttimessä. Mansikat jäähtyivät tunnissa noin 18 °C:sta 5–9 °C:een mansikkalaatikon sijainnin mukaan. Mikäli jäähdytysilman lämpötila olisi ollut optimaalinen 2 °C, jäähtyminen olisi ollut vieläkin nopeampaa. Teoreettisesti voidaan arvioida, että jäähdytysilman lämpötilan ollessa 2 °C, mansikat jäähtyisivät 25 °C:sta 5 °C:een tunnissa. Ilman virtausnopeuksiksi laatikoiden väliin jäävissä raoissa mitattiin 2,5–3,7 m/s.

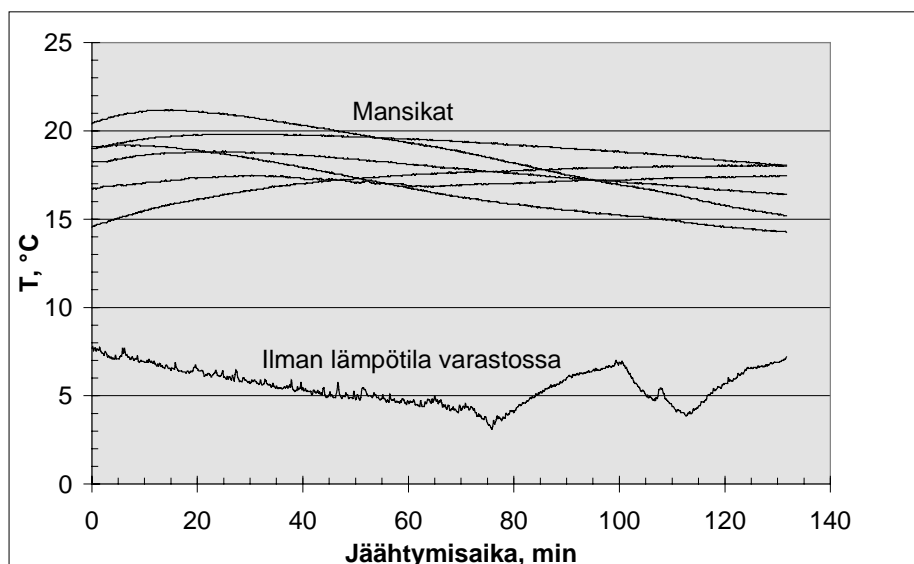


Kuva 22. 'Norjan mallin' mukaisen jäähdytyslaitteen rakenne ja toimintaperiaate.

Samassa kylmävarastossa, jossa testattiin pakotetun jäähdytyksen toimivuutta, seurattiin myös mansikoiden vapaata jäähtymistä (kuva 24). Mansikat jäähtyivät erittäin hitaasti. Varastoinnin alussa marjojen sisälämpötila jopa nousi keskimäärin 0,7 °C ensimmäisen 20 minuutin aikana. Sen jälkeen marjat alkoivat hitaasti jäähtyä, ja kahden tunnin kuluttua seurannan aloittamisesta mansikoiden lämpötilat olivat laskeneet keskimäärin vain 1,2 °C lähtötilanteesta. Jos mansikoita ei jäähdytetä pakotetusti, lämpimien marjojen kiivas hengitys jatkuu vielä monta tuntia kylmävarastossa.



Kuva 23. Mansikoiden jäähtyminen 'Norjan mallin' mukaan toteutetussa jäähdyttimessä.



Kuva 24. Mansikoiden jäähtyminen kylmävarastossa.

2.4.4 Varastointi

Suosittelavat varastointiolosuhteet

Mansikat säilyvät parhaiten matalissa varastointilämpötiloissa. ISO 6665-standardin (1983) mukaan mansikat tulisi siirtää kylmävarastoon välittömästi poiminnan ja esijäähdytyksen jälkeen. Standardissa suositellaan mansikoiden optimisäilytyslämpötilaksi 0–2,5 °C ja suhteelliseksi kosteudeksi 85–90 %. Varastointilämpötilan tulisi olla tasainen, vaihtelun korkeintaan ± 1 °C. Lämpötilassa 0 °C mansikoiden säilyvyys on standardin mukaan parhaimmillaan 3–6 vrk ja 6 °C:ssa vain 1 vrk. Käytännössä suositeltavana jäähdytys- ja varastointilämpötilana voidaan pitää + 2 °C, jolloin varmistetaan, ettei lämpötila missään vaiheessa laske alle 0 °C.

Inglen (1970) sekä Collinsin ja Perkins-Veazien (1993) tutkimusten mukaan lämpötilan vaihteluilla varastoinnin aikana ei suoraan ole vaikutusta säilyvyyteen, vaan sillä, kuinka kauan marjoja säilytettiin kussakin lämpötilassa.

Australiassa on julkaistu viljelijöiden käyttöön ohjekirja (Godfrey 1990), jota voisi kutsua mansikan viljelyn laatukäsikirjaksi. Ohjeet korjuunjälkeisestä jäähdytyksestä ovat yksityiskohtaisemmat kuin ISO 6665-standardissa. Pakatut mansikat tulee jäähdyttää pakotetusti alle 5 °C:een tilalla ja varastoida 0–2 °C:ssa. Jokaisen mansikkaerän lämpötila mitataan ja rekisteröidään poiminnan ja jäähdytyksen jälkeen. Marjojen lämpötila ei saa nousta kuljetuksessa yli 5 °C:een.

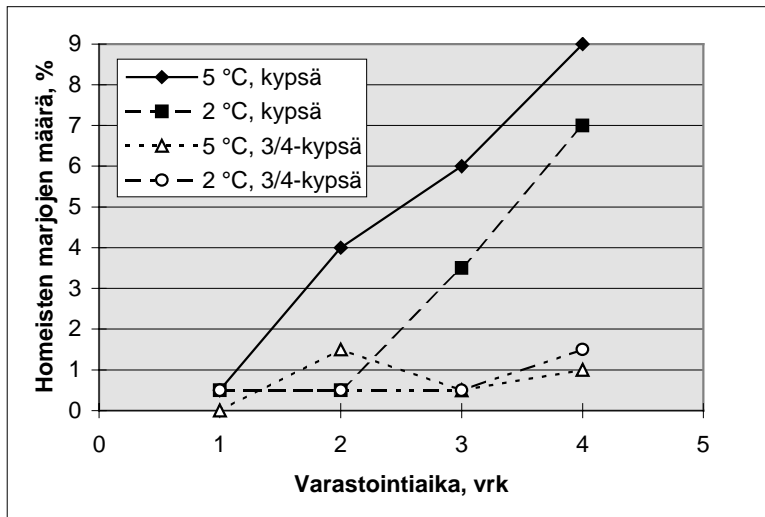
Painohäviöiden minimoimiseksi varastointi-ilman suhteelliseksi kosteudeksi suositellaan vähintään 85 % ja usein yli 90 %. Browne (1983) suosittelee ilman suhteellisen kosteuden pitämistä jopa korkeampana kuin 95 %.

Varastointilämpötilan vaikutus mansikoiden laatuun ja säilyvyyteen

Mansikan kauppakestävyuden parantaminen -tutkimushankkeen kesän 1995 säilyvyyskokeissa tutkittiin varastointilämpötilan vaikutusta mansikoiden laatuun ja säilyvyyteen. Kypsinä poimitut mansikat säilyivät homehtumisen suhteen paremmin 2 °C:ssa kuin 5 °C:ssa (kuva 25). Muutoin aistittavassa laadussa ei varastointilämpötilojen välillä havaittu eroja.

Säilyvyys varastoinnissa

Kuten jo aiemmin on todettu, mansikoiden laatuun ja säilyvyyteen vaikuttavat monet tekijät. Mansikan kauppakestävyuden parantaminen -tutkimushankkeen kolmen satokauden tuloksissa näkyi voimakkaasti, kuinka paljon mansikoiden laatu ja säilyvyys vaihtelevat eri satokausina ja eri poimintakertoina. Kuvassa 1 (s. 13) on esitetty 'Jonsokin' ulkonäön perusteella arvioitu kauppakestävyys kolmena tutkittuna satokautena 1995–1997. Sen säilyvyys vaihteli yhdestä vuorokaudesta lähes viikkoon. Lajikkeitten välillä oli suuria eroja laadussa ja säilyvydessä (ks. kappale 3, s. 37).



Kuva 25. Homeisten marjojen määrä varastoinnissa kesän 1995 ensimmäisessä poiminnassa. Lajike 'Jonsok'.

Kun mansikoita varastoidaan matalassa 2 °C:n lämpötilassa, muutokset aistittavassa rakenteessa – kovuudessa, vetisyudessa – ovat ensimmäisten varastointivuorokausien aikana vähäisiä. Myös makeuden, happamuuden ja mansikan maun voimakkuuden muutokset ovat pieniä. Makeus ja mansikan maun voimakkuus saattavat hieman vähentyä ja happamuus hieman lisääntyä verrattuna korkeampiin varastointilämpötiloihin. Virhemaut lisääntyvät varastoinnin aikana. Lajikkeitten välillä on suuria eroja virhemakujen muodostumisessa (ks. kappale 3, s. 40–44).

Kun mansikoita varastoidaan matalissa lämpötiloissa, ei ravitsemuksellisessa laadussa: C-vitamiinipitoisuudessa, orgaanisten happojen pitoisuudessa ja sokeripitoisuudessa tapahdu muutoksia viikonkaan varastoinnin aikana. C-vitamiinipitoisuus saattaa jopa hieman kasvaa varastoinnin aikana (kuva 12, s. 19).

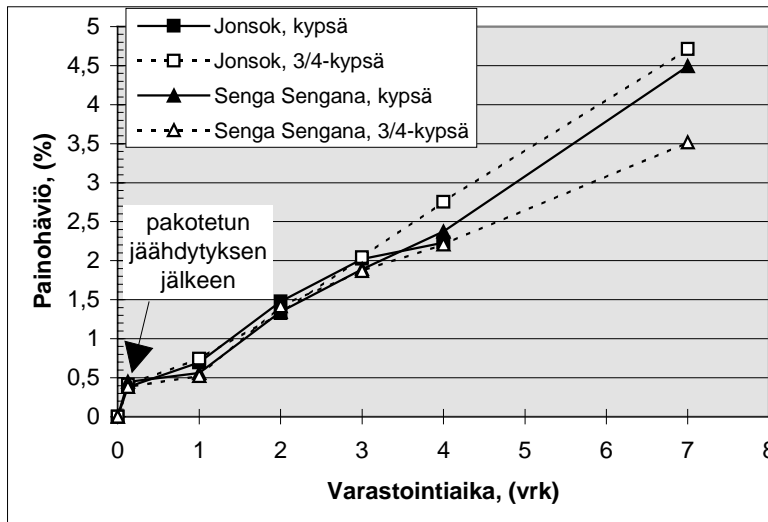
Mansikoiden kypsyminen ja vanheneminen varastoinnissa

Kylmävarastoinnin aikana mansikat kypsyvät erittäin vähän. Osittain kypsinä poimitut mansikat saattavat muuttua hieman punaisemmiksi, mutta kuten edellä on todettu, maku- ja rakenneominaisuuksissa ja ravitsemuksellisessa laadussa tapahtuvat muutokset ovat erittäin vähäisiä. Suurimmat vanhenemisesta ja laadun huononemisesta kertovat muutokset ovat homehtuneiden marjojen määrän lisääntyminen, ulkonäön huononeminen ja makuvirheiden muodostuminen varastointiajan kasvaessa.

Painohäviöt varastoinnissa

Painohäviöt varastoinnissa kasvavat lineaarisesti. Kesän 1996 säilyvyyskokeissa pakotetussa jäädytyksessä painohäviöt olivat noin 0,4 %, kolmen vuorokauden kuluttua noin 2 % ja neljän vuorokauden kuluttua noin 2,5 % (kuva 26).

Kylmävaraston lämpötila oli 1–2 °C ja ilman suhteellinen kosteus 75–80 %. Painohäviöitä voidaan useiden tutkimusten mukaan vähentää käyttämällä vähintään 85 %:n ilmankosteutta varastoinnissa.



Kuva 26. Mansikoiden painohäviöt varastoinnissa kesän 1996 säilyvyyskokeissa.

2.5 KULJETUS

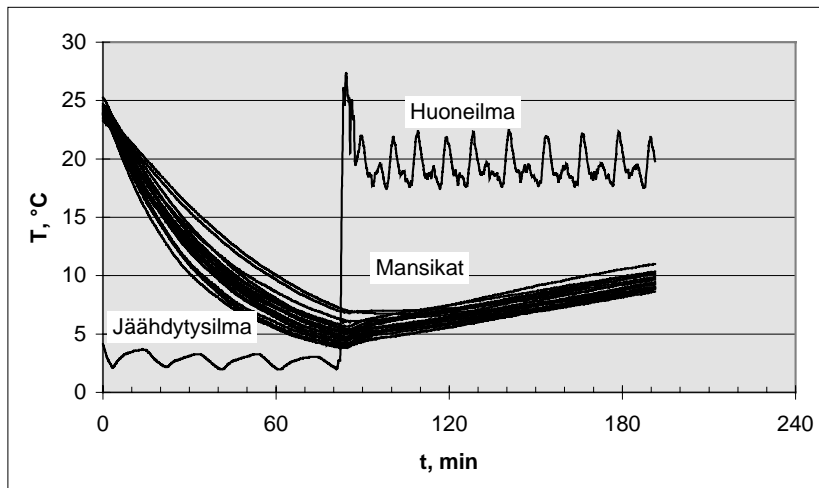
Mansikka on herkkä vaurioitumaan kuljetuksen aikana. Tärinästä johtuen mansikat hieroutuvat ja puristuvat toisiaan vasten, jolloin marjan pintaan tulee painaumia, pinta kuluu ja muuttuu vetiseksi. Marjan pinnan vauriot muodostavat erilaisille mikro-organismeille helpon pääsy tien marjan sisälle. Lopputuloksena mansikan säilyvyys ja ulkonäkö huononevat. Eri mansikkalajikkeiden rasituksenkesto vaihtelee huomattavasti. Suomessa viljeltyt lajikkeet ovat erityisen herkkiä tärinän aiheuttamalle vioittumiselle.

Marjoihin kohdistuva mekaaninen rasitus kuljetuksen aikana riippuu mm. matkan pituudesta, tien laadusta ja auton jousituksesta. Mansikoihin kohdistuvaan tärinään vaikuttavat myös pakkaus (ks. kappale 2.3.1, s. 21) ja mansikkalaatikoiden pakkaus trukkilavalle sekä lavojen pakkaus autoon. Mitä huolellisemmin laatikot on pinottu lavalle ja pinot sidottu toisiinsa ja mitä tiiviimmin lavat on pakattu autoon ja kiinnitetty, sitä vähemmän resonanssista aiheutuvaa tärinää syntyy. Laatikkopinot sidotaan sidontateipillä tai -muovilla. Lavojen kiinnitykseen autossa voidaan käyttää kuorma-liinoja ja apuna esimerkiksi tyhjiä lavoja syrjällään estämään mansikkalaatikoiden ruhjoutumista.

Mansikan kannalta haitallisinta on matalataajuinen 5–10 Hz tärinä (Fischer *et al.* 1992). Näitä matalia taajuuksia esiintyy kuorma-autokuljetuksissa. Pystysuuntainen tärinä on mittauksissa havaittu tärkeimmäksi tärinäkomponentiksi (Hinsch *et al.* 1993). Voimakkainta tärinää on perävaunun takaosassa ja lavan yläosassa

olevissa laatikoissa, jotka alkavat resonoida värinässä (Fischer *et al.* 1992, Hinsch *et al.* 1993). Auton jousitus vaikuttaa värinän voimakkuuteen. Ilmajousituksella varustetussa autossa matalataajuista värinää on selvästi vähemmän kuin lehtijousilla varustetussa autossa (Sharp 1989). Tämä havaittiin myös kesän 1997 kuljetuskokeissa. Etenkin pitkillä kuljetusmatkoilla tällä on vaikutusta mansikoiden vaurioitumiseen.

Jotta mansikoiden hengitystoiminta saataisiin pysymään mahdollisimman vähäisenä, myös kuljetuslämpötilan tulisi olla yhtä matala kuin varastointilämpötilan eli 2 °C. Lyhyillä kuljetusmatkoilla esim. tilalta keräily pisteeseen tai suoraan kauppaan kylmäkuljetuksen järjestäminen on kuitenkin käytännössä yleensä mahdotonta. Jos mansikat on jäädytetty tilalla hyvin, ei niiden lämpötila ehdi tunnin huoneenlämmössä säilytyksen aikana nousta kuin muutamalla asteella (kuva 27). Tilanne on luonnollisesti huonompi, jos ilman lämpötila helteisenä kesäpäivänä pääsee nousemaan kuljetuksessa korkeaksi. Pitemmät kuljetukset olisi aina tehtävä asianmukaisin kylmälaittein varustetuissa autoissa.



Kuva 27. Mansikoiden jäähtyminen ja lämpeneminen kesän 1997 pilot-jäähdetyksokokeissa.

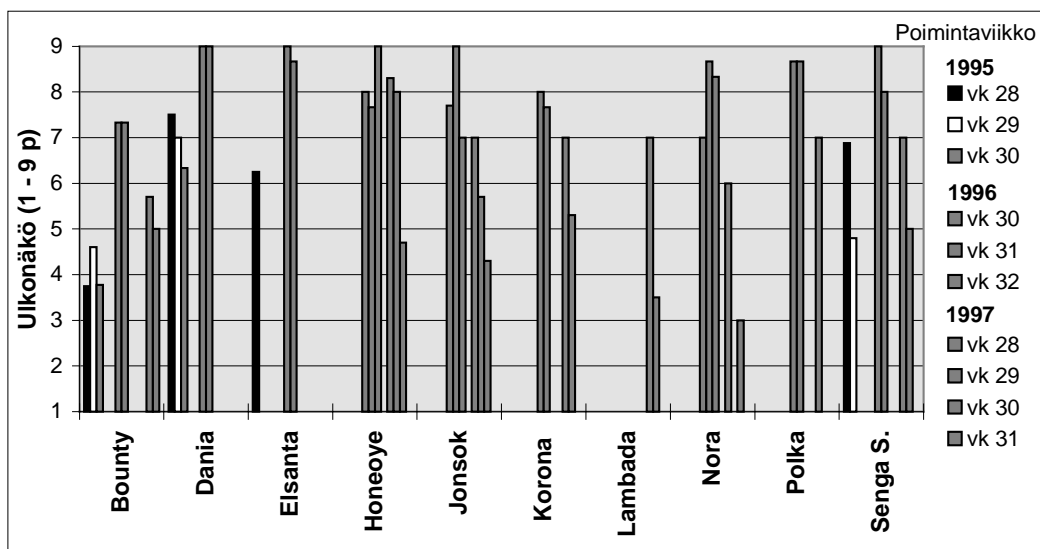
2.6 VARASTOINTI JA MYYNTI VÄHITTÄISKAUPASSA

Mansikat olisi syytä säilyttää kaupassa kylmävarastossa ja tuoda myyntitiskiinkin vain lyhyen myyntiajan tarve kerrallaan. Kesän 1997 kokeissa kypsinä poimitut molemmat päälajikkeemme 'Jonsok' ja 'Senga Sengana', kuten myös useimmat tutkituista uusista lajikkeista säilyivät ulkonäöltään moitteettomina poimintaa seuraavan päivän huoneenlämmössä vain alkusadosta. Silloinkin mansikoiden maku huononi päivän aikana.

3 LAJIKKEITTEN VÄLISET EROT

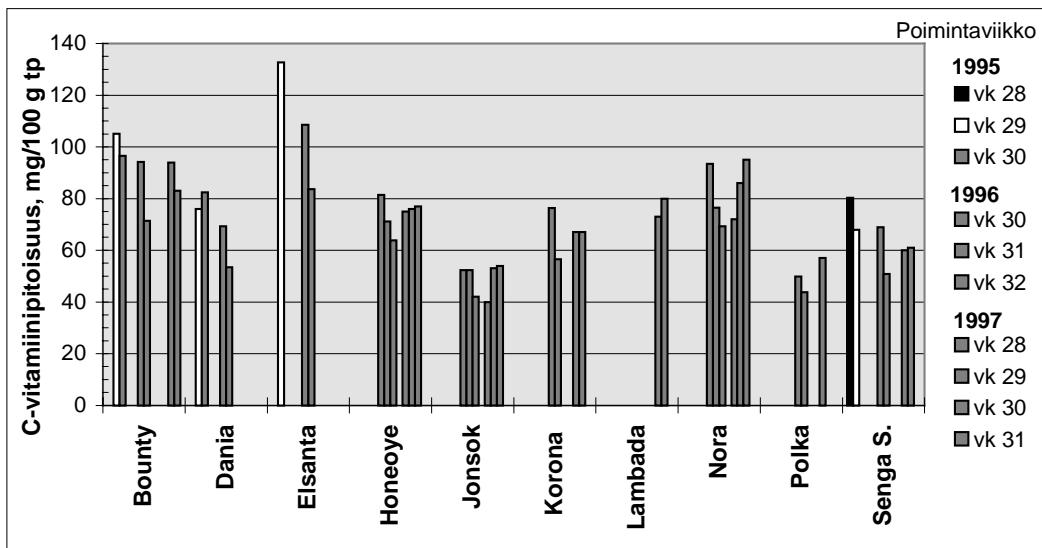
Tutkittujen kymmenen lajikkeen ‘Bountyn’, ‘Danian’, ‘Elsantan’, ‘Honeoyen’, ‘Jonsokin’, ‘Koronan’, ‘Lambadan’, ‘Noran’, ‘Polkan’ ja ‘Senga Senganan’ välillä on merkittäviä eroja laadussa ja säilyvydessä. Lajikkeitten laatu ja säilyvyys vaihtelivat tutkimusvuosina myös eri korjuuajankohtina ja satokausina. Laatu seurattiin kolmena vuonna kylmävarastoinnissa ja yhtenä vuonna kotimaan kauppaa matkivassa kokeessa, jossa mansikoita säilytettiin poimintaa seuraavana päivänä huoneenlämmössä sekä vientiä matkivassa kokeessa, jossa viiden varastointivuorokauden jälkeen mansikoita säilytettiin kahtena myyntipäivänä huoneenlämmössä. Vientiä matkivassa kokeessa olivat mukana lajikkeet ‘Bounty’, ‘Honeoye’, ‘Jonsok’ ja ‘Polka’, jotka poimittiin 4/5-kypsinä.

Mansikoiden laatu on parhaimmillaan alkusadosta tai pääsadosta ja huononee loppusatoa kohti. Mansikat olivat ulkoiselta laadultaan parhaita vuonna 1996 (kuva 28), jolloin myös niiden säilyvyys kylmävarastoinnissa oli hyvä. Merkittävä syy mansikoiden hyvään laatuun ja säilyvyyteen oli silloin hyvin toteutettu jäähdytys poiminnan jälkeen, mitä muina tutkimusvuosina ei pystytty toteuttamaan yhtä hyvin. Homeisten marjojen määrä oli kaikkina satokausina pienimmillään pääsadosta poimituissa mansikoissa. Vaikka mansikoiden laatu ei muutoin vuonna 1997 ollut yhtä hyvä kuin edellisenä vuonna, homeisia marjoja löytyi varastoinnin aikana erittäin vähän, koska mansikat lajiteltiin huolellisesti poiminnan jälkeen.

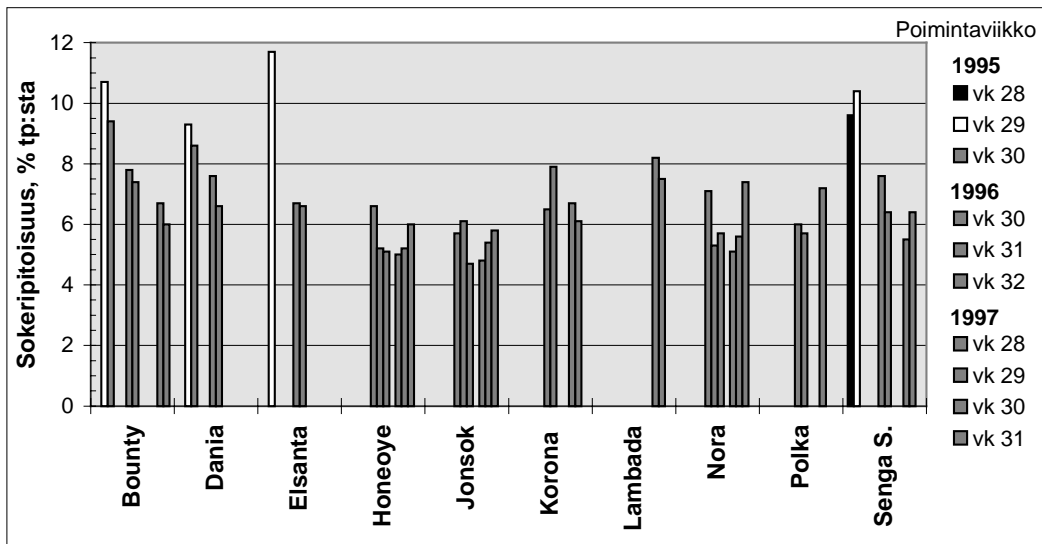


Kuva 28. Mansikkalajikkeitten ulkonäön perusteella arvioitu kauppakelpoisuus poimintaa seuraavana aamuna tutkittuina poimintaviikkoina ja satokausina. Pisteet: 1–3 = kauppakelvoton, 4–6 = vielä kauppakelpoinen, 7–9 = moitteeton.

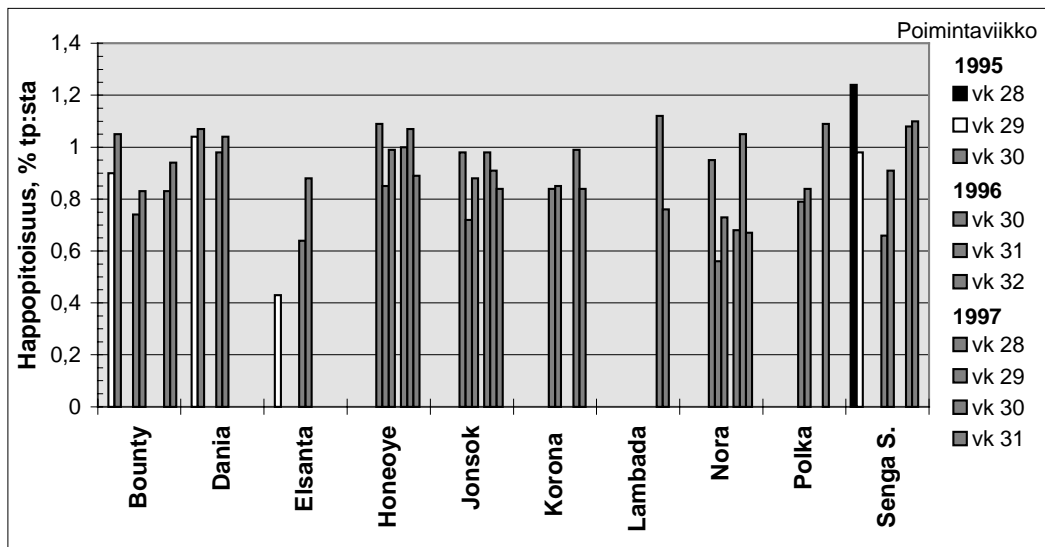
Sääolosuhteet marjojen kasvun ja kypsymisen aikana vaikuttavat merkittävästi mansikoiden ravitsemukselliseen laatuun: C-vitamiini-, sokeri- ja happopitoisuuden ja pitoisuudet vaihtelevat kesän ja poiminta-ajankohdan sään mukaan. Mansikoiden C-vitamiini- ja sokeripitoisuudet olivat korkeimmillaan vuonna 1995 (kuva 29 ja kuva 30). Lajikkeitten väliset erot ovat merkittävät. Korkeita C-vitamiinipitoisuuksia määritettiin ‘Elsantasta’, jopa yli 130 mg 100 g:ssa tuoremarjaa. Myös ‘Bountyn’, ‘Noran’ ja ‘Honeyen’ C-vitamiinipitoisuudet olivat melko korkeat 70–100 mg/100 g tp. Matalimmat pitoisuudet olivat ‘Jonsokilla’ ja ‘Polkalla’, vain n. 50 mg/100 g tp. Monen lajikkeen sokeri- ja happopitoisuuksien erot eri poimintaviikkojen ja satokausien välillä olivat jopa suuremmat kuin lajikkeitten väliset erot (kuva 30 ja kuva 31).



Kuva 29. Mansikkalajikkeitten C-vitamiinipitoisuudet tutkittuina poimintaviikkoina ja satokausina.

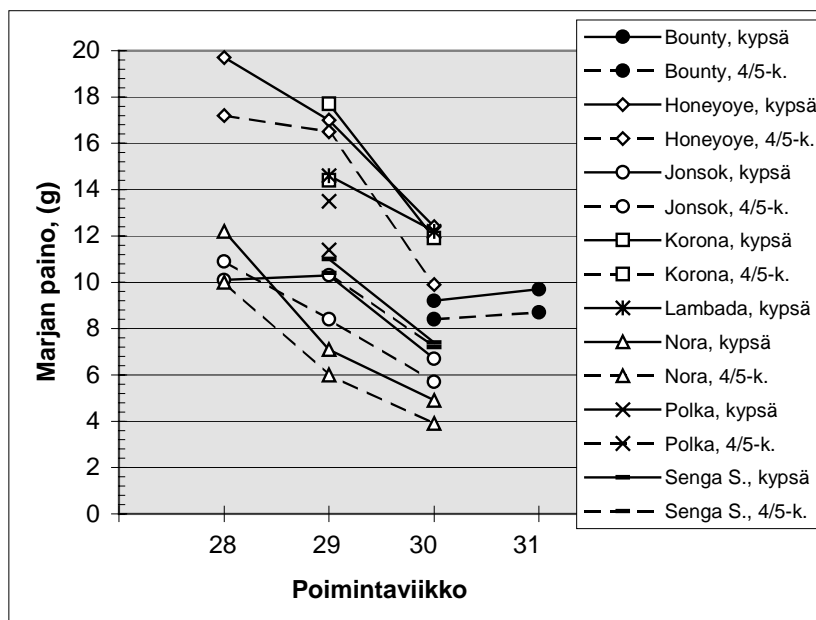


Kuva 30. Mansikkalajikkeitten sokeripitoisuudet tutkittuina poimintaviikkoina ja satokausina.



Kuva 31. Mansikkalajikkeitten orgaanisten happojen pitoisuudet tutkittuina poimintaviikkoina ja satokausina.

Lajikkeitten välillä on suuria eroja marjojen painossa. Kesän 1997 kokeissa kaikki tutkitut lajikkeet oli istutettu kesällä 1995 eli mansikat olivat toisen satovuoden marjoja. Marjojen paino pieneni tasaisesti satokauden edetessä ja 4/5-kypsinä poimittujen marjojen paino oli pienempi kuin kypsänä poimittujen marjojen (kuva 32). Ainoastaan 'Bountyn' marjat olivat keskimäärin samanpainoisia molemmissa poiminnoissa, joissa lajike oli mukana. Suurimmat marjat olivat 'Honeoyella' ja 'Koronalla', pienimmät 'Noralla' ja 'Jonsokilla'.



Kuva 32. Eri lajikkeiden keskimääräiset marjojen painot eri poimintaviikkoina kesällä 1997.

Jotta mansikat säilyisivät poimintaa seuraavan myyntipäivän moitteettomina, olisi useimmat lajikkeet poimittava joko osittain kypsinä tai säilytettävä myös myyntipäivänä kylmässä joko kylmätiskissä tai tuotava pienissä erissä kylmävarastosta myyntiin. Kesä 1997 kotimaan kauppaa matkivassa kokeessa kypsinä poimittaessa ulkonäöltään moitteettomina säilyivät 'Honeoye' kahdessa ensimmäisessä poiminnassa ja 'Jonsok', 'Korona', 'Lambada' sekä 'Senga Sengana' vain ensimmäisessä poiminnassa. 'Honeoye', 'Jonsok', 'Korona' ja 'Bounty' säilyivät 4/5-kypsinä poimittaessa ulkonäöltään moitteettomina kaikissa poiminnoissa, joissa niitä arvioitiin. 'Noran' ja 'Senga Senganan' ulkonäkö säilyi moitteettomana vain ensimmäisessä poiminnassa.

'Honeoye' sopii tutkituista lajikkeista parhaiten vientimarjaksi. Ulkoiselta laadultaan se kestää hyvin pitkän varastoinnin ja säilytyksen kahtena päivänä lämpimässä, jolloin sen väri kehittyy lähes kypsäksi tai kypsäksi. Koska marjat joudutaan vientiä varten poimimaan vain osittain kypsinä, maku kuitenkin kärsii eikä ole läheskään kypsänä poimitun veroinen. Vientiin kelpaavat vain alku- ja pääsadon mansikat.

3.1 'BOUNTY'

'Bounty' on tutkituista kymmenestä lajikkeesta 'Danian' ohella myöhäisin lajike. 'Bounty' arvioitiin maultaan erittäin hyväksi: makeaksi ja mansikkaiseksi. Rakennetta pidettiin mehukkaana ja hieman pehmeänä. 'Bountyn' marjoissa siemeniä on runsaasti, ne ovat isoja ja marjan pinnassa. Etenkin kesän 1995 ja myös kesän 1997 marjoissa siementen karheus, kovuus ja tuntuus vaikuttivat 'Bountyn' aistinvaraisen arvioinnin tuloksiin.

'Bountya' ei voi pitää erityisen hyvin säilyvänä lajikkeena. Sen ulkonäön perusteella arvioitu säilyvyys oli vain vähän parempi tai ei lainkaan parempi kuin 'Senga Senganan'. 'Bounty' osoittautui myös herkäksi homehtumiselle. 'Bountyn' myöhäisyys hankaloittaa sen säilyvyyttä, sillä jo alkusadosta sääolosuhteet ovat usein sellaiset, että sen laatu ei ole yhtä hyvä kuin muiden aikaisempien lajikkeiden laatu alkusadosta, mutta toki parempi kuin samaan aikaan poimittujen aikaisten lajikkeitten laatu.

Kypsänä poimittaessa 'Bounty' ei säily ulkoiselta laadultaan eikä maultaan moitteettomana poimintaa seuraavaa päivää lämpimässä säilytettäessä kuin alkusadosta. Moniin muihin lajikkeisiin verrattuna 'Bountyn' maku ja rakenne ovat hyvät myös 4/5-kypsänä poimittaessa. Jos 'Bountya' joudutaan myyntitilanteessa säilyttämään lämpimässä, se kannattaisikin etenkin loppusadosta poimia 4/5-kypsänä. Vientiin 'Bounty' sopinee vain aivan alkusadosta. Kesän 1997 kokeissa pääsadosta 4/5-kypsinä poimittu 'Bounty' ei säilynyt laadultaan kaupakelpoisena vientiä matkivassa kokeessa.

3.2 ‘DANIA’

‘Dania’ on myöhäinen lajike, joka rakenteeltaan on selkeästi kovempi ja kiinteämpi kuin ‘Jonsok’ ja ‘Senga Sengana’. ‘Daniaa’ ei voi pitää maultaan kovin hyvänä lajikkeena. Kesällä 1995 ‘Dania’ arvioitiin maultaan makeaksi, mutta karvaan, kitkerän ja kirpeän makuiseksi sekä kesällä 1996 happamaksi ja vähemmän makeaksi kuin ‘Bounty’ ja ‘Senga Sengana’, mutta yhtä makeaksi kuin ‘Elsanta’. ‘Danian’ säilyvyys vaihteli tutkimuskesinä voimakkaasti. Vaikka ‘Dania’ säilyi ulkoiselta laadultaan muutoin hyvin, homeisten marjojen määrä kasvoi varastoinnissa voimakkaasti loppusadosta. Kesän 1997 kokeisiin ‘Daniaa’ ei homeisten marjojen runsaan määrän takia poimittu lainkaan.

3.3 ‘ELSANTA’

‘Elsanta’ on ‘Danian’ tavoin rakenteeltaan kova ja kiinteä mansikkalajike, joka säilyy hyvin varastoinnissa, mutta jonka makua ei voi pitää erityisen hyvänä. ‘Elsantan’ maku vaihteli kahtena kesänä erityisesti makeuden suhteen. Kesällä 1995 ‘Elsanta’ arvioitiin makeaksi – myös sen sokeripitoisuus oli erittäin korkea – ja eksoottisen makuiseksi, mutta myös karvaan makuiseksi. Kesällä 1996 marjat olivat happamampia ja vähemmän makeita kuin ‘Bounty’ ja ‘Senga Sengana’ sekä maultaan vähemmän mansikkaisia kuin ‘Bounty’, ‘Senga Sengana’ ja ‘Dania’. ‘Elsantaa’ ei saatu lainkaan kesän 1997 kokeisiin, koska sen kasvusto oli lähes täysin tuhoutunut edellisen talven aikana.

3.4 ‘HONEOYE’

‘Honeoye’ osoittautui lupaavimmaksi uudeksi lajikkeeksi. Molempina kesinä 1996 ja 1997, joina sen laatua ja säilyvyyttä tutkittiin, se oli kestävin lajike ja myös maultaan se arvioitiin kohtuullisen hyväksi. ‘Honeoyen’ marjat ovat suuri-kokoisia, ulkonäöltään moitteettomia, kiinteitä ja kiiltäviä. Alku- ja pääsadosta ‘Honeoye’ säilyi kypsänä poimittaessa ulkonäöltään moitteettomana kylmävarastossa vähintään neljä vuorokautta. Kesällä 1997 ‘Honeoyen’ ulkonäkö ei ollut varastoinnin alussa, poimintaa seuraavana päivänä enää moitteeton, mutta se säilyi muuttumattomana kuusi vuorokautta. ‘Honeoyen’ rakenne on mehukas ja kiinteä. Maku on alku- ja pääsadosta parempi kuin loppusadosta. Sitä on kuvattu raikkaaksi, hedelmäiseksi, persikkaiseksi, mesimarjamaiseksi, alkusadosta makeammaksi, vähemmän happamaksi ja mansikkaisemmaksi kuin loppusadosta.

‘Honeoye’ ei ole herkkä homehtumiselle ja sen alku- ja pääsadon marjat säilyvät kypsänä poimittuna laadultaan moitteettomana myös päivän säilytyksen lämpimässä. Kotimaan kauppaan ‘Honeoyeta’ ei kannata poimia osittain kypsänä kuin mahdollisesti loppusadosta, koska sen makuominaisuudet ovat silloin selvästi huonommat kuin kypsänä poimittaessa. ‘Honeoye’ sopii hyvän säilyvyytensä ansiosta vientimarjaksi, mutta silloin se on poimittava vain osittain kypsänä.

3.5 'JONSOK'

Eniten viljellyn lajikkeemme 'Jonsokin' laatu ja säilyvyys eivät ole kovinkaan hyvät verrattuna moniin uusiin lajikkeisiin. Sen laatu ja säilyvyys vaihteli voimakkaasti eri satokausina ja poimintaviikkoina. Ulkonäön perusteella arvioitu kauppakestävyys vaihteli yhdestä päivästä lähes viikkoon. 'Jonsokin' maku arvioitiin hapahkoksi, ei kovin mansikkaiseksi ja makuvirheitä havaittiin jo kahden vuorokauden kuluttua poiminnasta. 'Jonsok' osoittautui myös herkäksi homehtumiselle.

'Jonsok' voidaan poimia kotimaan kauppaa varten kypsänä vain alkusadosta. Jo satokauden keskivaiheilla 'Jonsok' kannattaa poimia vain osittain kypsänä ja poimintakypsyyssasteen tasaisuuteen kannattaa kiinnittää erityistä huomiota. Loppusadosta 'Jonsokia' ei tämän tutkimuksen mukaan kannata myydä lainkaan enää poimintaa seuraavana päivänä, sillä kypsinä poimitut mansikat eivät säily ja osittain kypsinä poimittujen mansikoiden maku- ja rakenneominaisuudet ovat kehnot.

'Jonsok' ei vaikuta lupaavalta vientimarjalta. Se sopinee vientimarjaksi vain alkusadosta ja silloinkin vain, kun mansikat myydään kylmävarastoinnin jälkeen yhden päivän aikana. Koska mansikat joudutaan poimimaan vientiä varten vain osittain kypsinä, 'Jonsokin' maku, joka kypsänäkään poimittaessa ei ole parhaita, kärsii edelleen.

3.6 'KORONA'

'Korona' on maultaan makea ja mansikkainen lajike. Vaikka sen rakennetta pidetään yleisesti kiinteänä, marjojen pinta on pehmeä ja marjoihin tulee helposti ruhteita. Ydin on usein kova. 'Koronan' säilyvyys vaihteli kahtena tutkimuskesänä. Kesällä 1996 'Korona' säilyi huonommin kuin muut lajikkeet ja myös homeisten marjojen määrä oli merkittävä. Seuraavana satokautena 'Korona' säilyi paremmin, kauppakelpoisena kahdesta viiteen vuorokauden kypsänä poimittaessa.

'Korona' säilyy kotimaan kaupassa kypsänä poimittaessa laadultaan moitteettomana vain alkusadosta. Kypsänä poimittaessa 'Koronan' poiminnan ja poiminnan jälkeiseen käsittelyyn hellävaraisuuteen on syytä kiinnittää huomiota, sillä marjoihin tulee pinnan pehmeiden takia helposti painaumuksia. 'Korona' voidaan poimia myös osittain kypsänä, sillä väri ja maku kehittyvät hieman lämpimässä säilytettäessä. Toisaalta marjoja ei saa poimia liian raakoina, jolloin marjojen kärki ja ydin saattavat jäädä koviksi ja maku raa'aksi.

3.7 ‘LAMBADA’

‘Lambada’ oli mukana tutkimuksessa vain kesällä 1997. Sen alkusadon marjat säilyivät hyvin varastoinnissa ja myös kotimaan kauppaa matkivassa kokeessa. Marjojen rakenne oli kiinteä ja mehukas. Maku arvioitiin erittäin makeaksi hapottomaksi ja melko mansikkaiseksi. Jo toisella poimintaviikolla ‘Lambada’ arvioitiin kuitenkin jo poimintaa seuraavana aamuna kauppakelvottomaksi. Marjat olivat pehmeitä, kolhiintuneita, märkiä ja joukossa oli ylikypsän makuksia mansikoita. Vaikka ‘Lambadan’ laatua ja säilyvyyttä ei tutkittu 4/5-kypsänä poimittuna, osittain kypsänä poimiminen saattaisi hyvin sopia ‘Lambadalle’, koska se on kypsänä erittäin makea ja vähähappoinen.

3.8 ‘NORA’

‘Nora’ on parhaimmillaan makea, raikas, herkullinen, vähähappoinen ja mustikkaisen makuinen mansikkalajike. Sen säilyvyys ei kuitenkaan osoittautunut kovin hyväksi. Kesän 1996 kokeissa, joissa ‘Nora’ säilyi paremmin kuin ‘Jonsok’ ja paremmin kuin kesällä 1997, sen ulkonäkö huononi jo parin ensimmäisen varastointivuorokauden aikana marjojen muuttuessa laikukkaiksi ja kiillottomiksi ja niissä näkyi painaumuksia. ‘Nora’ ei kuitenkaan osoittautunut olevan herkkä homehtumiselle. Se on parhaimmillaan alkusadosta, jolloin se kestää kypsänä poimittuna poimintaa seuraavan päivän lämpimässä. Loppusatoa kohden ‘Noran’ laatu ja säilyvyys huononevat. Maku muuttuu vetiseksi ja rakenne pehmeäksi. ‘Nora’ olisikin syytä poimia alkusadon jälkeen osittain kypsänä, mutta lähes kypsänä, jolloin sen säilyvyys paranee.

3.9 ‘POLKA’

‘Polka’ on maultaan hyvä, neutraali, raikas, makea ja sopivan happoinen mansikkalajike. Rakenteeltaan ‘Polka’ on mehukas ja kiinteä. Alkusadosta ‘Polka’ säilyy kypsänä poimittuna melko hyvin, jopa neljä päivää, mutta loppusadosta säilyvyys on heikompi ja homeisten marjojen määrä kasvaa. Kypsänä poimittu ‘Polka’ ei kuitenkaan kestä lämpimässä säilytystä. Kesän 1997 kokeiden tulosten perusteella arvioituna ‘Polkaa’ ei voi poimia myöskään 4/5-kypsänä, koska sen laatu: ulkonäkö, maku ja rakenne ovat silloin huonot. Marjat ovat kiillottomia, harmaan sävyisiä, mauttomia tai raa’an makuksia ja liian kovia. Tästä syystä sitä ei voi suositella vientimarjaksi.

3.10 ‘SENGA SENGANA’

‘Senga Sengana’, toinen päälajeistamme, on maultaan hapokas, mutta makeampi ja mansikkaisempi kuin ‘Jonsok’. Sen säilyvyys on yhtä huono kuin ‘Jonsokilla’, vain yksi–kaksi päivää poiminnasta, ja laatu vaihtelee satokaudesta ja poiminta-ajankohdasta riippuen. ‘Senga Sengana’ osoittautui myös herkäksi homehtumiselle.

Täysin kypsänä poimittu 'Senga Sengana' ei säily moitteettomana kotimaan kaupassa. Jo alkusadosta 'Senga Sengana' kannattanee poimia vähän raaempaa kuin täysin kypsänä, lähes kypsänä, jolloin sen maku on hyvä ja mansikkainen ja säilyvyys kuitenkin kohtuullinen. Loppusadosta 'Senga Senganaa' ei kesän 1997 kokeiden perusteella arvioituna kannata myydä lainkaan enää poimintaa seuraavana päivänä, sillä kypsänä poimitut mansikat eivät säily ja osittain kypsänä poimittujen mansikoiden maku- ja rakenneominaisuudet ovat kehnot.

4 YHTEENVETO: MANSIKAN KORJUUN JA KORJUUNJÄLKEISEN KÄSITTELYN AVAINTEKIJÄT

Jos mansikoiden laatu ja säilyvyys halutaan optimoida, täytyy jokaiseen vaiheeseen korjuusta kuluttajalle kiinnittää huomiota. Avaintekijät ovat:

POIMINTAKYPSYYSASTE:

Poimintakypsyysaste valitaan lajikkeen ja halutun säilyvyysajan mukaan. Mansikoita ei kannata poimia raaempina kuin 3/4-kypsinä.

Kypsinä poimittujen mansikoiden aistittava laatu on parhaimmillaan, mutta säilyvyysaika on lyhyt. Osittain kypsänä poimittaessa mansikoiden säilyvyys paranee, mutta aistittava laatu huononee. Lajikkeitten välillä on suuria eroja aistittavassa laadussa ja säilyvydessä.

POIMINTA:

Mansikat poimitaan mahdollisimman hellävaraisesti suoraan myyntipakkaukseen.

PAKKAUS:

Pakkauksen valinnalla voidaan vaikuttaa mansikoiden jäähtymiseen, kuljetuskestävyyteen ja säilyvyyteen.

Mansikat jäähtyvät rei'itetyissä pakkauksissa paremmin kuin reiättömissä. Rasioissa olevat mansikat vaurioituvat kuljetuksessa vähemmän kuin irtomansikat laatikossa. Muunnetun ilmakehän pakkaaminen tuo uusia mahdollisuuksia kypsinä poimittujen mansikoiden säilyvyyden parantamiseksi.

JÄÄHDYTYS:

Mansikat jäähdytetään pakotetusti alle 5 °C:een mahdollisimman nopeasti poiminnan jälkeen.

Lämpötila on tärkein yksittäinen mansikoiden säilyvyyteen vaikuttava tekijä. Jäähdytetyt mansikat kestävät kuljetuksen aiheuttamaa tärinää paremmin kuin jäähdyttämättömät.

VARASTOINTI:

Mansikat varastoidaan 2 °C:ssa ja yli 85 %:n ilmankosteudessa.

KULJETUS:

Mansikat kuljetetaan 2 °C:ssa ja ainakin pitemmillä matkoilla ilmajousitetuissa autoissa. Laatikkopinot sidotaan ja lavat kiinnitetään hyvin.

Lyhyillä matkoilla (alle 1 h) hyvin jäähdytetyt mansikat eivät ehdi lämmetä kuin muutaman asteen. Tärinä ilmajousitetussa autossa on vähäisempää kuin lehtijousitetussa autossa. Mitä huolellisemmin laatikot on pinottu ja mitä paremmin laatikkopinot on sidottu ja lavat kiinnitetty, sitä vähemmän resonanssista aiheutuvaa tärinää syntyy.

MYynti VÄHITTÄISKAUPASSA:

Mansikat varastoidaan 2 °C:ssa ja tuodaan myyntitiskiinkin vain lyhyen myyntiajan tarve kerrallaan tai myydään kylmätiskistä.

KIRJALLISUUSLUETTELO

Agar, I.T., Bangerth, F. & Streif, J. 1995. Effect of high CO₂ and controlled atmosphere concentrations on the ascorbic acid, dehydroascorbic acid and total vitamin C content of berry fruits. *Acta Horticulturae*, nro 398, s. 93–100.

Arifin, B.B. & Chau, K.V. 1987. Forced-air Cooling of Strawberries. St. Joseph: ASAE. 15 s. (Paper No. 87-6004).

Artés, F., Aparichio, J., Escriche, A.J. & Marin, J.G. 1994. Respiratory activity, ethylene emission and temperature quotient in cold stored grapefruit. Teoksessa: De Baerdemaeker, J., McKenna B., Janssens, M., Thompson, A., Artés Calero, F., Höhn, E. & Somogyi, Z. (toim.). COST 94, Post-harvest treatment of fruit and vegetables. Leuven: Commission of The European Communities. S. 109–118.

Ben-Yehoshua, S., Fang, D., Rodov, V. & Fishman, S. 1995. New developments in modified atmosphere packaging. *Plasticulture*, nro 106, s. 29–37.

Browne, K.M., Geeson, J.D. & Dennis, C. 1983. Handling berries after harvest. *Grower*, vol. 99, nro 3, s. 17–19.

Browne, K.M., Geeson, J.D. & Dennis, C. 1984. The effects of harvest date and CO₂-enriched storage atmospheres on the storage and self-life of strawberries. *Journal of Horticultural Science*, vol 59, nro 2, s. 197–204.

Cameron, A.C. 1989. Modified atmosphere packaging of small fruits. Teoksessa: Cap 90 Proceedings of the 5th International Conference on Controlled/Modified Atmosphere/Vacuum Packaging. Princeton: USA Schotland Business Research Inc. S. 55–60.

Chambroy, Y., Guinebretiere, M.H., Jaquemin, G., Reich, M., Breuils, L. & Souty, M. 1993. Effects of carbon dioxide on shelf-life and post harvest decay of strawberries fruit. *Sciences des Aliments*, vol. 13, s. 409–423.

Colelli, G. & Martelli, S. 1995. Beneficial effects on the application of CO₂-enriched atmospheres on fresh strawberries. *Advances in Horticultural Science*, vol. 9, nro 2, s. 55–60.

Collins, J.K. & Perkins-Veazie, P. 1993. Postharvest changes in strawberry fruit stored under simulated retail display conditions. *Journal of Food Quality*, vol. 16, s. 133–143.

Day, B.P.F. 1996a. Novel MAP for fresh prepared produce. *The European Food & Drink Review*, Spring 1996, s. 73–80.

Day, B.P.F. 1996b. High oxygen modified atmosphere packaging for fresh prepared produce. *Postharvest News and Information*, vol. 7, nro 3, s. 31–34.

El Ghaouth, A., Arul, J., Ponnampalam, R. & Boulet, M. 1991. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. *Journal of Food Science*, vol. 56, s. 1618–1631.

Émond, J.-P., Boily, S. & Mercier, F. 1995. Reduction of water loss and condensation using perforated film packages for fresh fruits and vegetables. Teoksessa: Kushwaha, L., Serwatowski, R. & Brook, R. (toim.). *Proceedings of a conference 'Harvest and postharvest technologies for fresh fruits and vegetables'*. St. Joseph: ASAE. S. 339–346.

Exama, A., Arul, J., Lencki, R. & Li, Z. 1993a. Suitability of various plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables: gas transfer properties and effect of temperature fluctuation. *Acta Horticulturae*, nro 343, s. 175–180.

Exama, A., Arul, J., Lencki, R.W., Lee, L.Z. & Toupin, C. 1993b. Suitability of plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Journal of Food Science*, vol. 58, s. 1365–1370.

Ferreira, M.D., Brecht, J.K., Sargent, S.A. & Aracena, J.J. 1994. Physiological responses of strawberry to film wrapping and precooling methods. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, vol. 107, s. 265–269.

Fikiin, A.G. 1983. Investigating the factors for intensifying fruit and vegetable cooling. *International Journal of Refrigeration*, vol. 6, nro 3, s. 176–181.

Fischer, D., Craig, W.L., Watada, A.E., Douglas, W. & Ashby, B.H. 1992. Simulated in-transit vibration damage to packaged fresh market grapes and strawberries. *Applied Engineering in Agriculture*, nro 3, s. 363–366.

Fishman, S., Rodov, V. & Ben-Yehoshua, S. 1996. Postharvest life of fruits and vegetables: model of modified atmosphere packages with film perforations. *Acta Horticulturae*, nro 416, s. 129–137.

Godfery, S. 1990. *Strawberry Product Quality Manual*. Victoria, Australia: Department of Agriculture and Rural Affairs. 7 sections.

Güemes, D.R., Pirovani, M.E. & Di Pentima, J.H. 1989. Heat transfer characteristics during air precooling of strawberries. *International Journal of Refrigeration*, vol. 12, nro 3, s. 169–173.

Guichard, E., Chambroy, Y., Reich, M., Fournier, N. & Souty, M. 1992. Effects of carbon dioxide concentration on aroma of strawberries after storage. *Sciences des Aliments*, vol. 12, nro 1, s. 83–100.

Guise, B. 1986. Exchanging gases to extend life. *Food Processing*, vol. 55, nro 9, s. 35–37.

Haas, E. & Felsenstein, G. 1985. Factors affecting the cooling rate of avocados packed in corrugated cartons. *Teoksessa: Refrigeration Science and Technology 1985-5. Technology Advances in Refrigerated Storage and Transport*. Pariisi: International Institute of Refrigeration. S. 291–300.

Harris, C.M. & Harvey, J.M. 1973. Quality and decay of California strawberries stored in CO₂-enriched atmospheres. *Plant Disease Reporter*, vol. 57, nro 1, s. 44–46.

Harvey, J.M. 1982. CO₂ atmospheres for truck shipments of strawberries. *Symposium Series no 1*. Fresno, California: Oregon State University, School of Agriculture. S. 359–365.

Helsen, A. & Willmott, J.J. 1989. Wet air cooling of fruits, vegetables and flowers: current practise in Europe. *Teoksessa: Technical innovations in freezing and refrigeration of fruits and vegetables, Proceedings of the International Conference of Davis, USA, July 9-12, 1989*. Pariisi: International Institute of Refrigeration. S. 169–177.

Henry, R. 1995. Extending the shelf life of berries. *Fruit Grower*, vol. 5, s. 31, 34.

Herregods, M. 1995. Current research on the postharvest handling of fruits and vegetables. *Teoksessa: Herregods, M. & Champ, B.R. (toim.), Postharvest Technology for Agricultural Products in Vietnam. Proceedings of an International Workshop*. Camberra: Australian Center for International Agricultural Research. S. 27–30.

Hinsch, R.T., Slaughter, D.C., Craig, W.L. & Thompson, J.F. 1993. Vibration of fresh fruit and vegetables during refrigerated truck transport. *Transactions of the ASAE*, vol. 36, nro 4, s. 1039–1047.

Ingle, M. 1970. Studies on the post-harvest physiology and handling of strawberries. Morgantown: West Virginia University, Agricultural Experiment Station. (Bulletin nro 596T).

ISO 6665. 1983. Strawberries – guide to cold storage. Sveitsi: International Organisation for standardisation. 3 s.

Kader, A.A. 1980. Prevention of ripening in fruits by use of controlled atmospheres. *Food Technology*, vol. 34, nro 3, s. 51–54.

- Kader, A.A. 1992a. Postharvest biology and technology: an overview. Teoksessa: Kader A.A. (toim.) Postharvest Technology of Horticultural Crops. 2. painos. California: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. S. 15–20. (Publication 3311).
- Kader, A.A. 1992b. Modified atmosphere during transport and storage. Teoksessa: Kader A.A. (toim.) Postharvest Technology of Horticultural Crops. 2. painos. California: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. S. 85–92. (Publication 3311).
- Kader, A.A. 1995. Regulation of fruit physiology by controlled/modified atmospheres. *Acta Horticulturae*, nro 398, s. 59–70.
- Kader, A.A., Zagory, D. & Kerbel, E.L. 1989. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol 28, nro 1, s. 1–30.
- Ke, D., Goldstein, L. O'Mahony, M. & Kader, A.A. 1991. Effects of short-term exposure to low O₂ and high CO₂ atmospheres on quality attributes of strawberries. *Journal of Food Science*, vol 56, s. 50–54.
- Kenny, T.A. 1979. Studies on precooling of soft fruit: strawberries. *Irish Journal of Food Science and Technology*, vol. 3, nro 1, s. 19–31.
- Keteleer, A. & Tobback, P.P. 1994. Modified atmosphere storage of respiring produce. Teoksessa: Leistner L. & Gorris L.G.M. (toim.) Food Preservation by Combined Processes. Final Report Flair Concerted Action No. 7 Subgroup B. Hollanti: Food Linked Agro-Industrial Research. S. 59–64.
- Larsen, M. & Watkins, C.B. 1995. Firmness and concentration of acetaldehyde, ethyl acetate and ethanol in strawberries stored in controlled and modified atmospheres. *Postharvest Biology and Technology*, vol. 5, s. 39–50.
- Lee, L.Z., Arul, J., Lenchi, R. & Castaigne, F. 1996. Methodology for determining the appropriate selectivity of mass transfer devices for modified atmosphere packaging of fresh produce. *Packaging Technology and Science*, vol. 9, s. 55–72.
- Li, C. & Kader, A.A. 1989. Residual effects of controlled atmospheres on postharvest physiology and quality of strawberries. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, vol 144, s. 629–634.
- Miller, W.R., Davis, P.L., Dow, A. & Bongers, A.J. 1983. Quality of strawberries packed in different consumer units and stored under simulated air-freight shipping conditions. *HortScience*, vol 18, nro 3, s. 310–312.
- Mitchell, F.G. 1992. Cooling horticultural commodities. Teoksessa: Kader A.A. (toim.) Postharvest Technology of Horticultural Crops. 2. painos. California: Uni-

versity of California, Division of Agriculture and Natural Resources. S. 53–68. (Publication 3311).

Mitchell, F.G., Maxie, E.C. & Greathead, A.S. 1964. Handling strawberries for fresh market. California, USA: University of California, Division of Agricultural Sciences. (Circular nro 527).

Mongelli, C. & Di Renzo, G. 1984. Experimental pre-cooling tunnel: trials with small fruits. *Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura*, vol 46, nro 1, s. 11–21.

Morey, R.V. & Lang, J.P. 1988. Experimental system for field cooling of fresh produce. *Applied Engineering in Agriculture*, vol 4, nro 3, s. 259–264.

Nunes, M.C.N., Brecht, J.K., Morais, A.M.M.B. & Sargent, S.A. 1995b. Physical and chemical quality characteristics of strawberries after storage are reduced by a short delay to cooling. *Postharvest Biology and Technology*, vol. 6, nro 1/2, s. 17–28.

Nunes, M.C.N., Brecht, J.K., Sargent, S.A. & Morais, A.M.M.B. 1995a. Effects of delays to cooling and wrapping on strawberry quality. *Food Control*, vol. 6, s. 323–328.

Patterson, W.K. 1989. Post harvest handling of small fruits. *Teoksessa: Proceedings of the Annual Meeting—Arkansas State Horticultural Society nro 110*. Arkansas: Arkansas State Horticultural Society. S. 52–61.,

Picón, A., Martínez-Jávega, J.M., Cuquerella, J., Del Río, M.A. & Navarro, P. 1993. Effects of cooling, packaging film, modified atmosphere and ethylene absorber on the quality of refrigerated Chandler and Douglas strawberries. *Food Chemistry*, vol. 48, s. 189–193.

Plocharski, W. 1982. Strawberries - quality of fruits, their storage life and suitability for processing. *Fruit Science Reports*, vol 9, nro 3, s. 111–122.

Renault, P., Houal, L., Jacquemin, G. & Chambroy, Y. 1994b. Gas exchange in modified atmosphere packaging. 2: Experimental results with strawberries. *International Journal of Food Science and Technology*, vol 29, s. 379–394.

Renault, P., Souty, M. & Chambroy, Y. 1994a. Gas exchange in modified atmosphere packaging. 1: A new theoretical approach for micro-perforated packs. *International Journal of Food Science and Technology*, vol 29, s. 365–378.

Shamaila, M., Powrie, W.D. & Skura, B.J. 1992. Analysis of volatile compounds from strawberry fruit stored under modified atmosphere packaging (MAP). *Journal of Food Science*, vol 57, s. 1173–1176.

- Sharp, A.K. 1989. Air transport of strawberries from Australia: requirements and possibilities. *Food Australia*, vol. 41, nro 4, s. 755–759.
- Singh, S.P. 1992. New package system for fresh berries. *Packaging Technology and Science*, vol 5, nro 1, s. 3–10.
- Smith, R.B. 1992. Controlled atmosphere storage of Redcoat strawberry fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, vol 117, s. 260–264.
- Smith, R.B. & Skog, L.J. 1993. Enhancement and loss of firmness in strawberries stored in atmospheres enriched with carbon dioxide. *Acta Horticulturae*, nro 348, s. 328–333.
- Sommer, N.F., Fortlage, R.J. & Edwards, D.C. 1992. Postharvest diseases of selected commodities. Teoksessa: Kader A.A. (toim.) *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. 2. painos. California: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. S. 117–160. (Publication 3311).
- Tomalin, A.W. & Robinson, J.E. 1971. Refrigeration to store soft fruit. *The Grower*, vol 25, nro 9, s. 634.
- Wills, R.B.H. & Kim, G.H. 1995a. Effect of ethylene on postharvest life of strawberries. *Postharvest Biology and Technology*, vol 6, nro 3/4, s. 249–255.
- Wills, R.B.H & Kim, G.H. 1995b. Importance of ethylene on non-climacteric fruit and vegetables. Teoksessa: *Proceedings of the Australian postharvest horticulture conference 'Science and technology for the fresh food revolution'*. Melbourne, Australia, 18–22 September 1995. Australia: University of Newcastle, Department of Food Technology. S. 59–61.
- Yam, K.L. & Lee, D.S. 1995. Design of modified atmosphere packaging for fresh produce. Teoksessa: Rooney M.L. (toim.) *Active Food Packaging*. Glasgow Blackie Academic & Professional. S. 55–73.

TUTKIMUSHANKKEESSA JULKAISTU MATERIAALI

1. Rökkänen, J., Mokka, M. & Lamberg, A.-L. Mansikan kauppakestävyyden parantaminen. Nykytilanteen kartoitus. 27.10.1995. 32 s. + 2 s. liitteitä.
2. Mokka, M., Hägg, M., Sariola, J., Randell, K. & Matala, V. Mansikan kauppakestävyyden parantaminen. Väkiraportti vuoden 1995 kokeista. 29.11.1995. 68 s. + 13 s. liitteitä.
3. Hägg, M., Häkkinen, U., Mokka, M., Randell, K. & Ahvenainen, R. Postharvest quality of strawberries. COST915 Workshop 'Consumer perception and end-product quality', 14.–16.12.1995, Feusisberg, Sveitsi. Poster.
4. Antere, J. (käsikirjoitus ja ohjaus) Hyvästi mössömansikka. Helsinki: Kotimaiset Kasvikset ry, 20 min (Puutarhavideot).
5. Mokka, M. Avaintekijät mansikan korjuunjälkeisessä käsittelyssä. Puutarha, 1996. Vol 99, nro 4, s. 210–211.
6. Mokka, M., Randell, K., Sariola, J., Hägg, M. & Häkkinen, U. Improvement of the postharvest quality of strawberries. NJF-seminar nr. 260, Postharvest i frukt og bær, 23.–24.1.1996, Åse, Norja, NJF-utredning/rapport, 1996. Nro. 108, s. 61–65.
7. Mokka, M., Randell, K., Hägg, M., Häkkinen, U. & Ahvenainen, R. Improvement of the postharvest quality of strawberries. Minimal Processing of Food – A Challenge for Quality and Safety. GDL / EFFoST Conference, 6.–8.11. 1996, Köln, Saksa. Poster.
8. Mokka, M., Sariola, J., Laurila, E., Eilamo, M., Kinnunen, A., Latva-Kala, K., Hägg, M. & Matala, V. Mansikan kauppakestävyyden parantaminen. Väkiraportti vuoden 1996 kokeista. 10.2.1997. 65 s. + 80 s. liitteitä.
9. Mokka, M., Uusien mansikkalajikkeiden säilyvyys. 17. hedelmän- ja marjanviljelyn talviluentopäivät, Helsinki, 11.–13.3.1997. 6 s.
10. Mokka, M., Uudet lajikkeet säilyttävät makunsa. Puutarha & kauppa, 1997. Vol. 1, nro15, s. 18–19.
11. Mokka, M., Tuoreen mansikan laatuun voi vaikuttaa. Maaseudun tulevaisuus 5.7.1997, s. 2.

12. Mokkila, M., Randell, K., Sariola, J., Hägg, M. & Häkkinen, U. Improvement of the postharvest quality of strawberries. 3rd Int. Strawberry Symp., Veldhoven, 29 April–4 May 1996. *Acta Horticulturae*, 1997. Vol. 2, nro 439, s. 553–557.
13. Lamberg, A.-L. Pakkaustavan vaikutus mansikan säilyvyyteen. Helsinki: Helsingin yliopisto, 1997. 96 s. + liitt. 32 s. (EKT-sarja 1132)
14. Mokkila, M. Pakkaustekniikan mahdollisuudet mansikan tuoreuden säilyttäjä. 18. hedelmän- ja marjanviljelyn talviluentopäivät, Helsinki, 10.–12.3.1998. 4 s.
15. 7. Mokkila, M., Sariola, J., Lamberg, A.-L., Laurila, E., Randell, K., Häkkinen, U., Latva-Kala, K., Kinnunen, A., & Matala, V. Mansikan kauppakestävyuden parantaminen. Väkiraportti vuoden 1997 kokeista. 31.3.1998. 67 s. + 12 s. liitteitä.
16. Hägg, M., Häkkinen, U., Mokka, M., Randell, K. & Ahvenainen, R., Postharvest quality of strawberries. *Agri-Food Quality II. Quality Management of Fruits and Vegetables - from Field to Table*, 2nd Int. Conf., Turku, 22–25 April 1998.
17. Mokka, M., Häkkinen, U., Hägg, M., Randell, K. & Laurila, E., The quality and shelf life of some new Finnish strawberry varieties. 2nd Int. Conf. *Agri-Food Quality II. Quality Management of Fruits and Vegetables – from Field to Table*, Turku, 22-25 April 1998.
18. Mokka, M., Lamberg, A.-L., Häkkinen, U., Kinnunen, A., Latva-Kala, K. & Ahvenainen, R. The effect of modified atmosphere packaging on the shelf-life of strawberries. 2nd Int. Conf. *Agri-Food Quality II. Quality Management of Fruits and Vegetables – from Field to Table*, Turku, 22-25 April 1998.
19. Mokka, M., Pakkaustekniikan mahdollisuudet mansikan tuoreuden säilyttäjä. *Puutarha & kauppa*, 1998. Vol. 2, nro 19, s. 13–15.

MANSIKAN POIMINTAKYPSYYSASTEET



1/2-kypsänä poimittu 'Jonsok'



3/4-kypsänä poimittu 'Jonsok'



Kypsänä poimittu 'Jonsok'

MANSIKAN POIMINTAKYPSYYSASTEET



1/2-kypsänä poimittu 'Senga Sengana'



3/4-kypsänä poimittu 'Senga Sengana'



Kypsänä poimittu 'Senga Sengana'