

# Pensasmustikan bioaktiiviset yhdisteet, varastointikestävyys ja tuotteistaminen

Pirjo Mattila, Tuija Kössö, Tessa Alanko, Mirja Mokka,  
Juha-Matti Pihlava, Jarkko Hellström, Eeva-Liisa Ryhänen  
ja Risto Tahvonen



Maa- ja elintarviketalous 113

33 s.

# **Pensasmustikan bioaktiiviset yhdisteet, varastointikestävyys ja tuotteistaminen**

Pirjo Mattila, Tuija Kössö, Tessa Alanko, Mirja Mokka,  
Juha-Matti Pihlava, Jarkko Hellström, Eeva-Liisa Ryhänen  
ja Risto Tahvonen

ISBN 978-952-487-141-9 (Verkkójulkaisu)

ISSN 1458-5081 (Verkkójulkaisu)

<http://www.mtt.fi/met/pdf/met113.pdf>

MTT

Kirjoittajat

Julkaisija ja kustantaja

MTT, 31600 Jokioinen

Jakelu ja myynti

MTT, Tietohallinto, 31600 Jokioinen

Puhelin (03) 4188 2327, telekopio (03) 4188 2339

Sähköposti [julkaisut@mtt.fi](mailto:julkaisut@mtt.fi)

Julkaisuvuosi

2007

Kannen kuva

Yrjö Tuunanen / MTT:n kuva-arkisto

# Pensasmustikan bioaktiiviset yhdisteet, varastointikestävyys ja tuotteistaminen

Pirjo Mattila<sup>1)</sup>, Tuija Kössö<sup>2)</sup>, Tessa Alanko<sup>1)</sup>, Mirja Mokka<sup>2)</sup>, Juha-Matti Pihlava<sup>3)</sup>, Jarkko Hellström<sup>1)</sup>, Eeva-Liisa Ryhänen<sup>1)</sup> ja Risto Tahvonen<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Biotekniikka- ja elintarviketutkimus, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

<sup>2)</sup>VTT, Tietotie 2, PL 1000, 02044 VTT, etunimi.sukunimi@vtt.fi

<sup>3)</sup>MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Laboratoriot, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

<sup>4)</sup>MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Puutarhatuotanto, Toivonlinnantie 518, 21500 Piikkiö, etunimi.sukunimi@mtt.fi

## Tiivistelmä

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää pensasmustikan käyttömahdollisuuksia elintarviketeollisuudessa. Lisäksi tutkittiin Suomessa viljeltävien pensasmustikkalajikkeiden, Ainon, Alvarin, Arton ja North Bluen, bioaktiivisten yhdisteiden määriä ja säilyvyyttä erilaisissa kylmä- ja pakkausvarastointiolosuhteissa sekä prosessoinnin aikana. Tutkimuksessa testattiin erilaisia pensasmustikoiden vähittäispakkauksia, joilla pyrittiin lisäämään marjojen säilyvyysaikaa. Tutkimuksessa käytetyt marjat olivat satokausilta 2003 ja 2004.

Pensasmustikoiden ravintosisällössä ilmeni sekä lajikkeiden välistä että vuosittaista vaihtelua. Pensasmustikat sisälsivät jonkin verran enemmän fenoliyhdisteitä kuin esimerkiksi mustaherukat, ja fenoliyhdisteiden kokonaismäärä oli lähes metsämustikan luokkaa. Sadassa grammassa tuorepainoa fenoliyhdisteitä oli 78–159 mg, prosyaniidiinejä 125–237 mg, antosyaaneja 71–285 mg ja kversetiiniä 5,5–10,4 mg. Metsämustikan tavoin pensasmustikat sisälsivät suhteellisen vähän C-vitamiinia: 9,7–13,7 mg/100 g. Kaikissa pensasmustikkalajikkeissa havaittiin antioksidatiivisuutta, joka vaihteli 3,9 ja 7,2 prosentin välillä Troloxin antioksidatiivisuudesta kuiva-ainetta kohti laskettuna. Pensasmustikat olivat myös antimikrobisia *Bacillus cereus*- ja *Staphylococcus aureus*-bakteereille.

Tutkimusten mukaan oikein valitulla pakkauksella pensasmustikoiden hengitystoimintaa ja nahistumista voitiin hidastaa, ja siten parantaa etenkin niiden aistinvaraista säilyvyyttä kylmävarastoinnin aikana. Marjojen aistinvarainen laatu saatiin sopivilla pakkausratkaisuilla säilymään kylmävarastossa (+2 °C tai +8 °C) jopa 2–3 viikkoa. Tärkeimmät tuoreiden pensasmustikoiden säilyvyyttä edistävät tekijät ovat alhainen säilytyslämpötila (0–2 °C) ja oikeanlainen pakkaus. Marjojen nahistuminen voidaan estää pakkauksella, joka läpäisee riittävän niukasti vesihöyryä. Toisaalta pakkausmateriaalin tulee läpäistä sopivasti soluhengityksessä syntyvää hiilidioksidia ja orgaanisia kaasuja sekä happea,

jotta pakkauksen sisälle ei pääse muodostumaan liian matalia happipitoisuuksia tai liian korkeita hiilidioksidipitoisuuksia.

Pakkaustavasta riippumatta pensasmustikoiden kemiallinen laatu, eli fenoliyhdisteiden ja C-vitamiinin pitoisuudet, ja bioaktiivisuus, eli antioksidatiivisuus ja antimikrobisuus, säilyivät pidempään kuin aistinvarainen laatu. Myös mikrobiologinen laatu pysyi hyvänä jopa neljä viikkoa, mikäli lähtölaatu oli hyvä. Yleisesti ottaen pensasmustikat kestivät hyvin myös 9–12 kuukauden pakkasvarastoinnin. Mikrobiologisessa ja aistinvaraisessa laadussa ei havaittu juurikaan muutoksia, fenolihapot, kversetiini ja C-vitamiini eivät hävinneet, eikä marjojen antioksidatiivisuudessa ja antimikrobisuudessa tapahtunut suuria muutoksia. Alvar- ja Aino-lajikkeilla myös antosyaanit säilyivät. Sen sijaan Arto-lajikkeen antosyaanipitoisuus laski huomattavasti 6 kuukauden pakkasvarastoinnin jälkeen.

Pensasmustikat soveltuivat monipuolisesti erilaisiksi marjatuotteiksi, kuten hilloiksi, mehuiksi, kuivaukseen, marjapiirakkaan, viiniin sekä konditoriatuotteisiin. Mehujen ja hillojen maku arvioitiin hyväksi ja marjapiirakan joko hyväksi tai melko hyväksi. Fenolihapot ja proantosyanidiinit eivät hävinneet hillonvalmistusprosesseissa, C-vitamiini oli kohtalaisen pysyvä ja antosyaaneista säilyi 23–100 prosenttia, mutta kversetiini tuhoutui täysin. Antioksidatiivisuus ja antimikrobisuus pysyivät hillonvalmistuksessa hyvin. Mehujen valmistusprosesseissa kaikki tutkitut yhdisteet, eli antosyaanit, fenolihapot ja kversetiini, säilyivät.

---

*Avainsanat: pensasmustikka, ravintosisältö, fenoliyhdisteet, pakkaaminen, varastointi, prosessointi, säilöntämenetelmät*

---

# Sisällysluettelo

1 Johdanto .....	6
2 Aineisto ja menetelmät .....	7
2.1 Ravintosisältötutkimukset.....	7
2.2 Vähittäispakkaus- ja kylmävarastointikokeet .....	8
2.2.1 Muunnetun ilmakehän pakkaaminen .....	8
2.2.2 Pakkausmateriaalin kaasujen läpäisevyyden merkitys .....	8
2.2.3 Marjojen pakkaaminen tutkimuksessa.....	9
2.2.4 Marjojen laadun seuraaminen tutkimuksessa .....	9
2.3 Pakkasvarastointikokeet.....	10
2.4 Jalosteiden kehittäminen .....	11
3 Tulokset ja tulosten tarkastelu .....	11
3.1 Pensasmustikkalajikkeiden ravintosisältö.....	11
3.2 Vähittäispakkaus- ja kylmävarastointikokeiden tulokset.....	13
3.2.1 Pakkausten kaasupitoisuudet .....	13
3.2.2 Marjojen painohäviöt.....	14
3.2.3 Marjojen aistinvarainen laatu.....	14
3.2.4 Kylmävarastoitujen marjojen mikrobiologinen laatu .....	15
3.2.5 Bioaktiivisuuden säilyminen kylmävarastoinnin aikana .....	16
3.3 Pakkasvarastointikokeiden tulokset .....	20
3.4 Tuotekokeet.....	22
4 Johtopäätökset.....	26
5 Kirjallisuus.....	27
6 Liitteet.....	29

# 1 Johdanto

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksessa on tehty vuodesta 1948 lähtien pensasmustikkatutkimusta. Ensimmäisen 10 vuoden aikana testattiin Pohjois-Amerikasta tuotuja lajikkeita, jotka kuitenkin osoittautuivat liian pitkää kasvukautta vaativiksi, talvenaroiksi ja versosyöpätaudille alttiiksi. Tästä syystä aloitettiin oma jalostustyö tavoitteena aikainen ja runsas sato sekä hyvä talven- ja taudinkestävyys. Korkea pensasmustikka risteytettiin suomalaisen juolukan kanssa ja jälkeläistö takaisinristeytettiin kerran korkean pensasmustikan kanssa. Tästä aineistosta nimettiin 'Aarne', joka soveltuu hyvin Etelä-Suomeen harrastekäyttöön. Vuonna 1985 risteytettiin korkeat pensasmustikat 'Aarne', 'June' ja 'Rancocas' kanadalaisten matalien varpumustikoiden sekä suuri- ja sinimarjaisen 'Blue Crop' -lajikkeen kanssa. Tästä aineistosta saatiin runsas hyvälaatuinen jälkeläistö, josta valittiin 8 puolikorkeaa ja 3 korkeaa jalostetta jatkotutkimuksiin. Näistä on nimetty kaksi puolikorkeata lajiketta 'Aino' ja 'Alvar', koristekäyttöön soveltuvia jalosteita, 'Siro' 'Sine' sekä koristekäyttöön soveltuvat kanadanmustikan siemenjälkeläiset 'Hele' ja 'Tumma'. Lisäksi on markkinoille tulossa korkeakasvuiset pensasmustikkajalosteet 'Arto' ammatti-tuotantoon ja 'Jorma' harrastetiljelyyn sekä puolikorkea, hyvin talvenkestävä 'Saani' pohjoiseen Suomeen. Näissä jalosteissa on haettu erityisen voimakasta aromia, kotimaisen mustikan happamuutta ('Arto'), korkeaa ja pystyä kasvutapaa ('Jorma') sekä hyvää talvenkestävyyttä ('Saani'). Jalostuksella on nyt onnistuttu hävittämään pensasmustikan pahin tautiongelmia, versosyöpä. Lajikkeissa on riittävä talvenkestävyys Etelä-Suomessa ja jopa Keski-Suomessa ('Aino', 'Saani' ja 'Sine').

Tässä julkaisussa esitellään Maa- ja metsätalousministeriön rahoittaman yhteis-tutkimushankkeen "Pensasmustikan laatu, terveysvaikutteiset yhdisteet ja soveltuvuus elintarvikkeiden valmistukseen" tuloksia. Tämän hankkeen tavoitteena oli luoda edellytykset pensasmustikan lisääntyvälle kulutukselle ja viennille a) selvittämällä Suomessa kehitettyjen pensasmustikkalajikkeiden ravitsemuksellinen arvo, fenoliyhdisteiden pitoisuudet, antioksidanttiominaisuudet ja antimikrobisuus, b) tutkimalla marjojen laatuun vaikuttavien yhdisteiden sekä aistinvaraisen ja mikrobiologisen kauppalaadun säilymistä varastoitaessa kylmiössä ja pakkasvarastossa sadonkorjuun jälkeen, c) tutkimalla erilaisten pakkausmateriaalien soveltuvuutta pensasmustikoille tavoitteena tuoremarjan säilyvyyden parantaminen, d) selvittämällä marjojen soveltuvuus elintarviketeollisuuden raaka-aineeksi erilaisten jalosteiden valmistuksessa sekä e) tutkimaan elintarviketutkimuksen vaikutuksia pensasmustikan bioaktiivisiin komponentteihin. Tutkimuksen kohteina olivat 'Aino', 'Alvar', 'Arto' ja 'North Blue'-pensasmustikkalajikkeet. Hanke toteutettiin vuosina 2003-2005. Tutkimusosapuolina olivat MTT Elintarvikkeiden tutkimus, MTT Puutarhatuotanto, MTT Laboratoriot, VTT ja yrityksiä.

## 2 Aineisto ja menetelmät

### 2.1 Ravintosisältötutkimukset

Syyskesällä 2003 ja 2004 'Alvar', 'Aino', 'North Blue'- ja 'Arto'-lajikkeille tehtiin taulukon 1 mukaiset analyysit. Näytteet analysoitiin joko heti pensas-  
mustikoiden poiminnan jälkeen tai näytteitä varastoititiin -20 °C:n pakkasvaras-  
tossa analyysihetkeen asti.

Taulukko 1. Pensasmustikoista tehdyt analyysit.

Analyysi	Menetelmä	Menetelmän periaate
Kuiva-aine*	sisäinen menetelmä	gravimetrinen (kuivaus 107 °C:n lämpötilassa)
Raakasva*	AOAC 7.003, 7.056 (1980) ja 922.06 (1990)	happohydrolyysin jälkeen määrittäminen eetteriuutolla
Proteiini*	AOAC 7.021 ja 14.068 (1980)	Kjeldahl (muuntokerroin 6,25)
Hiilihydraatit*	Rastas ym. 1989	Hiilihydraatit (g/100 g tp) = 100 – kosteus-% – proteiini-% tp – raakasva-% tp – tuhka-% tp
Energia*	Rastas ym. 1989	laskennallinen: energia (kJ/100 g tp) = 17 x hiilihydraatti-% tp + 17 x proteiini-% tp + 37 x raakasva-% tp
Tuhka*	sisäinen menetelmä	gravimetrinen (poltto 500 °C:n lämpötilassa 17 h)
Sokerit	Li ym. 1980	kaasukromatografinen
Orgaaniset hapot	Haila ym. 1992	kaasukromatografinen
C-vitamiini*	Puupponen-Pimiä ym. 2003	nestekromatografinen
Flavonolit, flavonit ja flavanonit	Mattila ym. 2000	nestekromatografinen
Fenolihapot	Mattila ym. 2006	nestekromatografinen
Prosyaniidiinit	Hellström ym. 2007 Hellström ja Mattila 2004	nestekromatografinen
Antosyaanit	sisäinen menetelmä; Gao ja Mazza 1994	nestekromatografinen, antosyaanien määrittäminen vapaina ja asyloituneina, referenssiyhdisteenä syaniidiini-3-glykosidi
Kivennäisaineet	Mattila ym. 2001	märkäpolton jälkeen määrittäminen ICP- ja ICP-MS:llä
Antioksidatiivisuus	Re ym. 1999	radikaalinsieppausmenetelmä (ABTS)
Antimikrobisuus	sisäinen menetelmä	Agardiffuusiotesti asetoni-vesiuuton jälkeen (liuotus veteen ennen analyysyä)

\*akkreditoitu menetelmä



## 2.2 Vähittäispakkaus- ja kylmävarastointikokeet

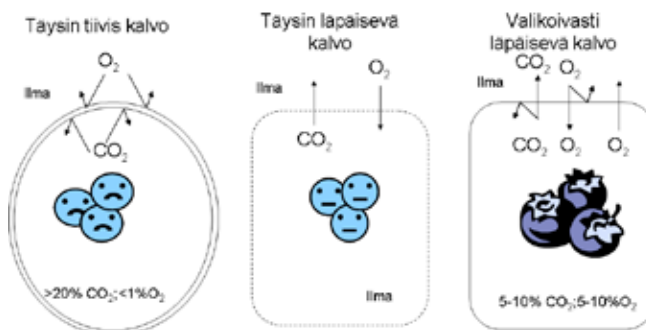
### 2.2.1 Muunnetun ilmakehän pakkaaminen

Yleisesti tiedetään, että kasvien säilyvyyttä voidaan parantaa hidastamalla niiden soluhengitystä. Tehokkain tapa kasvien soluhengityksen hidastamiseen on lämpötilan laskeminen. Soluhengitystä voidaan edelleen alentaa **muunnetulla ilmakehällä** eli pienentämällä tuotteita ympäröivän ilman happipitoisuutta ja nostamalla hiilidioksidipitoisuutta. Kirjallisuudessa pensasmustikoiden säilytysolosuhteiksi suositellaan 5–10 % happipitoisuutta, 15–20 % hiilidioksidipitoisuutta ja 0–5 °C lämpötilaa (Kader, 1989).

Kasvispakkauksen sisälle sopiva kaasukoostumus voidaan luoda kahdella eri tavalla: aktiivisella menetelmällä, jossa kaasukoostumus muutetaan heti pakkaamisvaiheessa tai passiivisella menetelmällä, jossa kaasukoostumus muuttuu ajan kuluessa. Aktiivisessa menetelmässä pakkauksen sisälle laitetaan sopiva kaasukoostumus ennen sen suljentaa. Passiivisessa menetelmässä kasvikset pakataan kaasuja (mm. happea ja hiilidioksidia) valikoivasti läpäiseviin pakkausmateriaaleihin, jolloin kasvien oma soluhengitys ja kaasujen kulkeutuminen pakkausmateriaalin läpi muuntaa pakkauksen sisällä olevan ilman kaasukoostumuksen sopivaksi.

### 2.2.2 Pakkausmateriaalin kaasujen läpäisevyyden merkitys

Pensasmustikoilla on melko suuri soluhengitysnopeus, joten niiden pakkauksilta vaaditaan kaasujen läpäisevyyttä, jotta vältetään anaerobinen kaasutila pakkauksen sisällä (Kuva 1). Pakkauskalvo ei myöskään saa olla liian läpäisevä, sillä silloin pakkauksen sisälle ei muodostu tuotteen säilyvyydelle optimaalisia kaasuosuhteita.



Kuva 1. Pakkausmateriaalin kaasujen läpäisevyyden vaikutus pakkauksen sisätilan kaasukoostumukseen ja kasvien säilyvyyteen (kuva muokattu kirjallisuuslähteestä Day, 1992).

### 2.2.3 Marjojen pakkaaminen tutkimuksessa

Korjuun jälkeen pensasmustikat jäähdytettiin kylmiössä ja pakattiin erilaisiin vähittäispakkauksiin (200 g marjoja/pakkaus) (Taulukko 2, tarkemmin Liitteessä 1). Tutkimuksessa mukana olleiden vähittäispakkauksien sisällä kaasukoostumus:

- 1) ei muuttunut lainkaan (esim. reiällinen rasiapakkaus)
- 2) muuttui passiivisella muunnetun ilmakehän menetelmällä tai
- 3) muuttui aktiivisella muunnetun ilmakehän menetelmällä (valmis kaasuseos).

Vuonna 2003 'Aino'- ja 'Alvar'-pensasmustikkalajikkeille testattiin nykyisin käytössä olevan reiällisen muovirasian lisäksi neljästä erilaisesta pakkausmateriaalista valmistettuja pusseja. 'Alvar'-lajikkeen pakkaukset säilytettiin +2 °C:n ja +8 °C:n lämpötiloissa, mutta 'Aino'-lajikkeen pakkaukset vain +2 °C:n lämpötilassa. Vuonna 2004 'Aino'-, 'North Blue'- ja 'Arto'-pensasmustikkalajikkeita pakattiin nykyisin käytössä olevan reiällisen muovirasian lisäksi kolmeen erilaiseen pakkausmateriaaliin. Vuonna 2004 käytetyssä reiällisessä muovirasiassa ja sen kannessa oli vähemmän reikiä kuin vastaavanlaisessa reiällisessä muovirasiassa, jota käytettiin vuoden 2003 kokeissa. Yksi vuoden 2004 pakkausmateriaaleista (mikrohuokoinen muovinen pussi) oli sama kuin vuoden 2003 kokeissa, sillä sen havaittiin jo silloin soveltuvan pensasmustikoille. Tuolloin säilyvyyskokeissa ko. materiaalin pusseihin ei muodostunut hapetonta tilaa, marjojen painohäviöt olivat vähäisiä eikä marjoissa havaittu virhehajuja. Vuoden 2004 kokeissa pakkaukset säilytettiin +8 °C:n lämpötilassa, joka vastaa keskimääräisiä kaupan kylmäsäilytyslämpötiloja.

### 2.2.4 Marjojen laadun seuraaminen tutkimuksessa

Säilyvyyskokeen aikana pensasmustikoiden laatua seurattiin VTT:llä määrittämällä pakkausten kaasupitoisuudet, marjojen painohäviöt ja aistinvarainen laatu. Pakkausten ja pensasmustikoiden ulkonäön sekä pensasmustikoiden haju- ja raikkauksen heti pakkauksen avaamisen jälkeen arvioi 2–3 henkilön raati käyttäen laatuasteikkoa 0–5 (0=kelpaamaton, 5=erinomainen). Marjojen aistinvaraisen laadun arvioi 4–5 hengen raati käyttäen kuvailevaa menetelmää (asteikko 0–10), joka koostui useasta marjojen ulkonäkö-, haju-, rakenne- ja maakuominaisuudesta. Arvioitavaksi annetuista pensasmustikoista poistettiin homeiset marjat. MTT:llä määritettiin marjojen mikrobiologinen laatu sekä marjojen kemiallisia, antimikrobisia ja antioksidatiivisia ominaisuuksia. Määrittämiä pakkauksista ja marjoista tehtiin säilyvyyskokeen alussa ja 2, 3, 4 tai 5 viikon varastoinnin jälkeen. Rinnakkaisten pensasmustikkapakkausten määrä vaihteli 2–4 eri määrittämissä, koska marjoja oli tutkimukseen saatavilla vain rajoitettu määrä.

Taulukko 2. Vuonna 2003 ja 2004 pensasmustikkalajikkeiden vähittäispakkauskoikeissa testatut pakkausmateriaalit. Pensasmustikoiden määrä 200 g/pakkaus.

Pakkausmateriaalit	Pakkauksen sisälle muodostunut muunnettu ilmakehä	Testattu pensasmustikkalajike	Vuosi
Reiällinen muovirasia kannella	Ei muodostunut muunnettua ilmak.	'Alvar' ja 'Aino'	v. 2003
Vähäreikäinen muovirasia kannella	Ei muodostunut muunnettua ilmak.	'Aino', 'Arto' ja 'North Blue'	v. 2004
Mikrohuokoinen muovinen pussi (koodi: 35PS30)	Passiivisesti	'Alvar' ja 'Aino'	v. 2003
Mikrohuokoinen muovinen pussi (koodi: 35PA60)	Passiivisesti	'Alvar' ja 'Aino', 'Aino', 'Arto' ja 'North Blue'	v. 2003 v. 2004
Mikrohuokoinen muovinen pussi (koodi: 35PA60) ja valmis kaasuseos	Aktiivisesti	'Aino', 'Aino' ja 'North Blue'	v. 2003 v. 2004
Luonnon mineraaleja sisältävä pienitiheksinen polyeteenikalvo (PE-LD)	Passiivisesti	'Alvar'	v. 2003
Luonnon mineraaleja sisältävä pienitiheksinen polyeteenikalvo (PE-LD) (suljettu teipillä)	Ei muodostunut muunnettua ilmak.	'Aino'	v. 2003
Happea hyvin läpäisevä muovikalvo	Passiivisesti	'Alvar'	v. 2003
Biohajoava kelmu kartonkirasian ympärillä	Passiivisesti	'Aino', 'Arto' ja 'North Blue'	v. 2004
Hedelmä- ja vihanneskelmu muovirasian ympärillä	Passiivisesti	'Aino'	v. 2004

## 2.3 Pakkasvarastointikokeet

Vuoden kestävät pakkasvarastointikokeet aloitettiin 'Alvar'-lajikkeella 7.8.2003 ja 'Aino'-lajikkeella 26.8.2003. Vuonna 2004 (26.8.04) aloitettiin 9 kk kestävät kokeet 'Arto'-lajikkeella. Marjat pakkasvarastoitettiin 0,5 litran Minigrip-pusseissa -20 °C:n lämpötilaan. 'Aino'n ja 'Alvar'-lajikkeiden aistinvaraista (12–13 hengen raati) ja mikrobiologista laatua, bioaktiivisten yhdisteiden (C-vitamiini, flavonoidit, fenolihapot ja antosyaanit) määriä, antimikrobisuutta ja antioksidatiivisuutta seurattiin 3, 6, 9 ja 12 kuukauden kuluttua pakastamishetkestä. 'Arto'-lajikkeen aistinvaraista ja kemiallista (flavonoidit, fenolihapot, antosyaanit ja proantosyanidiinit) laatua seurattiin 3, 6 ja 9 kk:n välein pakastamishetkestä. Koulutettu raati arvioi pensasmustikoiden haju-, ulkonäkö-, maku- ja rakenneominaisuuksien voimakkuutta kuvailevalla menetelmällä. Tutkittavia ominaisuuksia olivat hajun raikkaus, virrehajun voimakkuus, muodon eheys, nesteen värin miellyttävyys, vetisyys, kiinteys, kuoren sitkeys, mehukkuus,

maun raikkaus, makeus, happamuus, karvaus/kitkeryys, aromin voimakkuus ja virhemaun voimakkuus. Asteikko oli 0–10, jossa 0 tarkoitti, ettei ominaisuutta ole ja 10, että ominaisuus oli voimakas.

## **2.4 Jalosteiden kehittäminen**

Tuotteistamiskokeita tehtiin pääasiassa 'Aino'- ja 'Alvar'-lajikkeille. Näiden lajikkeiden soveltuvuutta testattiin MTT:ssä kuivaukseen, hilloihin, mehuihin ja marjapiirakkaan. Saarioisten Säilyke Oy valmisti tehdasvalmisteisia 'Aino'- ja 'Alvar'-hilloja sekä -mehuja. Kaikkia näitä tuotteita arvioitiin aistinvaraisesti MTT:ssä (9–13 hengen raati). Arviointilomake on esitetty liitteessä 2. Myös fenoliyhdisteiden pysyvyyttä edellä mainituissa tuotteissa testattiin. Tutkimuksessa mukana olleet leipomot kokeilivat pensasmustikoiden soveltuvuutta konditoriatuotteisiin.

# **3 Tulokset ja tulosten tarkastelu**

## **3.1 Pensasmustikkalajikkeiden ravintosisältö**

Taulukossa 3 on esitetty pensasmustikoiden ravintosisältötutkimuksen tulokset. Eri pensasmustikkalajikkeiden välillä havaittiin vaihtelua. Myös vuosittaista vaihtelua esiintyi joidenkin yhdisteiden kohdalla. Esimerkiksi 'Aino'- ja 'Alvar'-lajikkeen orgaanisten happojen määrä oli selvästi pienempi vuoden 2004 näytteessä verrattuna vuoden 2003 näytteeseen. Fenoliyhdisteitä pensasmustikat sisälsivät enemmän kuin esimerkiksi mustaherukat ja näiden yhdisteiden kokonaismäärä oli lähes metsämustikan luokkaa.

Kaikki tutkitut pensasmustikkalajikkeet olivat hyviä fenolihapojen lähteitä, mutta eniten näitä yhdisteitä esiintyi 'Aino'- ja 'Alvar'-lajikkeissa. Fenolihaipoista eniten esiintyi klorogeenihappoa, jonka pitoisuudet vaihtelivat 66–141 mg/100 g tuorepainoa. Toiseksi eniten esiintyi sitoutunutta syringiinihappoa (3,9–23 mg/100 g) muiden fenolihapojen (ferulahappo, sinapiinihappo, protokatekiinihappo, vanilliinihappo, p-kumaarihappo) pitoisuuksien ollessa pienempiä.

Suurimmat antosyaanipitoisuudet määritettiin 'Aino' ja 'Arto' -lajikkeista. Antosyaanipitoisuuksien vaihteluista on kuitenkin hankala tehdä johtopäätöksiä, koska osa näytteistä analysoitiin pakastamisen jälkeen ja osa tuoreena. Näytteen pakastaminen näytti parantavan analytyttistä uuttumista ja näin suurentavan pitoisuuksia. Vain 'Aino'-lajike sisälsi merkittäviä määriä myös asyloituneita antosyaaneja. Asyloituminen voi stabiloida antosyaanien rakennetta, joten tämä seikka saattaa olla tärkeä elintarvikesovellutuksissa.

Taulukko 3. Vuosien 2003 ja 2004 pensasmustikkasatojen ravintosisältötulokset (tuorepainoa kohden laskettuna). P1-P3: prosyaniidiniketju, jossa 1-3 katekiiniyksikköä; P4-P7: prosyaniidiniketju, jossa 4-7 yksikköä; P8-PP: prosyaniidiniketju, jossa yli 8 yksikköä.

Analyysi	Yksikkö	'Aino' 2003	'Aino' 2004	'Alvar' 2003	'Alvar' 2004	'North Blue' 2003	'North Blue' 2004	'Arto' 2003	'Arto' 2004
<b>Peruskoostumus</b>									
Tuhka	g/100 g	0,21	0,16	0,24	0,19	0	0,07	0	0,14
Kuiva-aine	g/100 g	15,5	17,1	14,1	14,3	10,1	12,3	13,9	14,1
Raakarasva	g/100 g	0,29	< 0,30	0,33	0,49	0	< 0,30	0	< 0,30
Proteiini	g/100 g	0,40	0,47	0,58	0,59	0,27	0,25	0,29	0,34
Hiihihydraatit	g/100 g	14,6	16,5	13,0	13,0	9,8	12,0	13,6	13,7
Energia	kJ/100g	266	288	243	249	171	208	230	239
<b>Sokerit</b>									
Fruktoosi	g/100 g	4,6	5,10	3,9	4,18	3,1	4,02	4,4	4,75
Glukoosi	g/100 g	4,4	5,18	3,8	4,10	3,2	4,40	4,3	4,63
Kokonaissokeri	g/100 g	9,0	10,46	7,7	8,28	6,3	8,42	8,7	9,38
<b>Orgaaniset hapot</b>									
Omenahappo	g/100 g	0,2	0	0,2	0	0,2	0,08	0,2	0
Sitruunahappo	g/100 g	1,2	0,83	0,7	0,16	1,1	2,00	1,4	1,28
Kokonaishapot	g/100 g	1,4	0,83	0,9	0,16	1,3	2,08	1,6	1,28
<b>Kivennäis- ja hivenaineet</b>									
Kalsium	g/kg	0,11	0,10	0,10	0,08	0,05	0,08	0,07	0,05
Kalium	g/kg	0,80	0,87	0,81	0,78	0,59	0,58	0,63	0,62
Magnesium	g/kg	0,07	0,05	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04
Fosfori	g/kg	0,13	0,13	0,14	0,13	0,07	0,10	0,08	0,08
Kupari	mg/kg	0,23	0,3	0,43	0,3	0,23	0,3	0,24	0,3
Rauta	mg/kg	1,8	2,1	2,5	1,8	1,0	1,3	1,3	1,0
Mangaani	mg/kg	22	22	18	17	4,1	2,4	6,5	7,0
Sinkki	mg/kg	1,2	1,0	1,5	1,2	0,45	0,6	0,45	0,4
<b>C-vitamiini</b>	mg/100 g	11,4	13,7	12,8	12,1*	9,7	12,5	12,0	13,7*
<b>Kversetiini</b>	mg/100 g	6,1	10,4	6,0	5,5*	6,7	7,4	9,3	9,4*
<b>Antosyaanit</b>									
Kokonaisantosyaanit	mg/100 g	257	385	71	249 *	153	173	201	334 *
joista asyloituneita	mg/100 g	86	111	4	22*	nd	nd	nd	nd*
<b>Fenolihapot</b>									
Klorogeenihappo	mg/100 g	94	111	140	141	72	67	66	52
Syringiinihappo	mg/100 g	23	19	12	8,6	13	3,9	19	20
Muut	mg/100 g	11	7,6	7,0	7,5	6	7,2	7,0	6,0
Yhteensä	mg/100 g	128	138	159	157	91	78	92	78
<b>Uuttuvat prosyaniidiinit</b>									
P1-P3	mg/100 g		11		15		7		25
P4-P7	mg/100 g		17		16		8		30
P8-PP	mg/100 g		209		110		109		170
Yhteensä	mg/100 g		237		140		125		225
<b>Antioksidatiivisuus</b>	% Troloxin antioksidatiivisuudesta	7,1	6,7	4,9	4,7	3,9	4,9	4,3	7,2*
<b>Antimikrobisuus</b>									
<i>Bacillus cereus</i>	Estorenkään halkaisija/mm	16,5	19,1	17,3	17,6	18,1	26,2	18,3	19
<i>Staphylococcus aureus</i>		15,0	15,9	16,3	16,0	14,3	19,7	14,1	16

\*Pakastettu ennen analyysiä

Antosyaanien ja fenolihappojen lisäksi pensasmustikat sisälsivät kversetiiniä ja prosyanidiineja. Kversetiinin pitoisuus oli *Vaccinium*-suvun marjoille melko tyypillinen n. 5,5–10,4 mg/100 g. 'Aino'-lajikkeen kversetiinipitoisuudet olivat selvästi suuremmat vuoden 2004 näytteessä verrattuna vuoden 2003 näytteeseen. Prosyanidiineja pensasmustikat sisälsivät saman verran tai jopa enemmän kuin metsämustikka (125–237 mg/100 g). Pensasmustikoissa havaittiin myös antioksidatiivisuutta, joka oli suuruudeltaan noin 4–7 % Troloxin antioksidatiivisuudesta painoyksikköä kohden laskettuna. Metsämustikalla vastaava luku oli noin 10–15 %. Pensasmustikat olivat tutkituista mikrobeista jonkin verran antimikrobisia *B. cereukselle* ja *S. aureukselle*. Pensasmustikoiden C-vitamiinipitoisuudet olivat kohtuullisen pienet (9,7–12,8 mg/100 g).

## 3.2 Vähittäispakkaus- ja kylmävarastointikokeiden tulokset

### 3.2.1 Pakkausten kaasupitoisuudet

Kaasutila ei missään testatuissa pensasmustikoiden vähittäispakkauksissa muuttunut säilyvyyskokeen aikana anaerobiseksi (hapettomaksi) ts. mikään pakkausmateriaali ei ollut liian kaasutiivis. Hapettoman tilan tiedetään olevan marjoille ja muillekin kasviksille haitallista. Reiällisissä muovirasiapakkausissa, mineraaleja sisältävän pienitiheyksisen polyteenikalvon (PE-LD) teippisaumaisessa pussissa (v. 2003) ja hedelmä- ja vihanneskelmulla käärityssä muovirasiassa (v. 2004) kaasupitoisuudet eivät muuttunut lainkaan normaalin ilman koostumuksesta varastoinnin aikana. Molemmissa mikrohuokaisen muovin pusseissa kaasukoostumus muuttui ja pysyi säilyvyyskokeen aikana lähellä pensasmustikoiden optimaalisia kaasulosuhteita (5–10 % O<sub>2</sub> ja 15–20 % CO<sub>2</sub>). Koska pakkauksien kaasukoostumus mitattiin ensimmäisen kerran vasta kahden viikon varastoinnin jälkeen, oli mikrohuokaisen muovin pusseissa kaasukoostumus muuttunut sopivaksi mahdollisesti jo aiemmin. Happea hyvin läpäisevän muovikalvon pussissa ja biohajoavalla kelmulla käärityssä kartonkirasiassa happipitoisuus laski ja vastaavasti hiilidioksidipitoisuus kasvoi liian hitaasti varastoinnin aikana lähelle pensasmustikoille suositeltavia kaasulosuhteita.

Tutkimuksessa testattiin pienimuotoisesti myös aktiivisen muunnetun ilmakan pakkausmenetelmää, jossa kasviksille sopiva valmis kaasuseos suljettiin pakkauksen sisälle heti varastoinnin alussa. Pussin sisälle suljettu kaasuseos ja mikrohuokoinen muovinen pussi yhdessä auttoivat pitämään kaasupitoisuudet pensasmustikoille suositeltuina koko säilyvyyskokeen ajan. Valmiin kaasuseoksen ei havaittu lisäävän pensasmustikoiden säilyvyyttä kuitenkaan niin merkittävästi, että sen käyttäminen olisi kannattavaa.

### 3.2.2 Marjojen painohäviöt

Mitä suurempi on pensasmustikoiden pakkausten vesihöyryn läpäisevyys, sitä suurempi on pensasmustikoiden painohäviö. Marjojen painohäviöön vaikuttaa lisäksi mm. kylmäsäilytystilojen kosteusolosuhteet. Kuivissa olosuhteissa (esim. 50 % suhteellisessa kosteudessa) marjat kuivuivat nopeammin kuin kosteissa olosuhteissa (95–100 % suhteellinen kosteus). Mikrohuokaisen muovin, mineraaleja sisältävän pientiheyksisen polyeteenikalvon (PE-LD) ja kassuja hyvin läpäisevän kalvon pusseissa marjojen painohäviöt olivat kahden viikon aikana hyvin vähäiset, alle 0,5-1 g.

Nykyisin käytössä olevassa reiällisessä muovirasiassa pensasmustikoiden (200 g) painohäviö oli kahden viikon aikana n. 2–5 % ja kuivissa säilytysolosuhteissa jopa n. 12 %. Mikäli muovirasioissa olisi vähemmän reikiä ja reiät olisivat kooltaan pienempiä, voitaisiin marjojen painohäviötä vähentää. Biohajoavalla kelmulla käärityissä kartonkirasioissa marjojen painohäviö oli kahden viikon aikana 1–2 % ja kuivissa olosuhteissa jopa n. 11 %. Vastaavasti hedelmä- ja vihanneskelmulla käärityissä muovirasiassa säilytettyjen marjojen painohäviö oli kuivissa säilytysolosuhteissa n. 5 %.

### 3.2.3 Marjojen aistinvarainen laatu

Pensasmustikat säilyivät +8 °C:ssa n. 2–3 viikkoa. Vuoden 2003 kokeissa 'Aino'-pensasmustikalajikkeiden pakkaukset säilytettiin vain +2 °C:n lämpötilassa, mikä lisäsi säilyvyysaikaa jonkin verran. Säilyvyyskokeissa pääasialliset marjojen laatuvirheet syntyivät marjojen ulkonäössä, kun marjat kuivuivat ja rypistyivät. Vuonna 2003 'Alvar'-lajikkeen pakkauskokeissa ongelmia aiheutti varastoinnin aikana marjoissa havaittu *Colletotrichum gloeosporioides*-sienitauti. Sienitauti näkyi marjojen pinnalla oranssin värisinä pisteinä, jotka levisivät marjojen pinnalle (kuva 2). Sienitauti havaittiin ensimmäisenä huonoissa ja kolhiintuneissa marjoissa. Korkea säilytyslämpötila (+8 °C) nopeutti sienitaudin leviämistä ja marjojen pilaantumista.

Vuoden 2003 kokeissa pensasmustikat säilyivät huonoiten reiällisissä muovirasiapakkauksissa, joissa marjat rypistyivät, kuoret sitkistyivät ja mehukkuus väheni varastoinnin aikana. Muissa tutkituissa vähittäispakkauksissa säilytettyjen marjojen aistinvaraiset laatuerot olivat pienet.

Vuoden 2004 kokeissa reiällisessä muovisessa rasiapakkauksessa ja biohajoavalla kelmulla käärityissä kartonkirasiassa pensasmustikat rypistyivät, menettivät kiinteyttä ja kuoret sitkistyivät. Lisäksi 'Aino'-lajikkeen marjat menettivät näissä vähittäispakkauksissa mehukkuutta ja maun tuoreutta säilyvyyskokeen aikana. Marjat säilyivät hieman paremmin hedelmä- ja vihanneskelmulla käärityissä muovirasioissa. Kartonkirasia tuoksui kartongilta, mikä alensi



Kuva 2. *Colletotrichum gloeosporioides* -sienitaudin pilaamia 'Alvar'-lajikkeen pensasmustikoita.

mm. heti pakkausten avaamisen jälkeen arvioitua hajua. Parhaiten pensasmustikoiden aistinvarainen laatu säilyi mikrohuokoisen muovin pusseissa, joihin oli pakkausvaiheessa jätetty joko normaali ilma tai puhallettu valmis kaasuseos ennen suljentaa. Valmiin kaasuseoksen käyttäminen ei näyttänyt parantavan marjojen säilyvyyttä, mutta on huomioitava, että marjojen laatua tarkasteltiin säilyvyyskokeissa vain viikon välein eikä arviointiajankohtina ollut käytettävissä useita rinnakkaisia pakkauksia.

Myös homeiden kasvu marjoissa aiheutti laatuvirheitä. Pakkauksista löytyi yksittäisiä homeisia marjoja 2 viikon varastoinnin jälkeen ja varastoinnin edetessä homeisten marjojen määrä luonnollisesti lisääntyi. Varsinkin umpinaisissa pussipakkauksissa kosteat olosuhteet ja korkea säilytyslämpötila (+8 °C) nopeutti homeiden kasvua.

### 3.2.4 Kylmävarastoitujen marjojen mikrobiologinen laatu

Vuoden 2003 sadon 'Alvar'- ja 'Aino'-lajikkeet erosivat toisistaan mikrobiologiselta laadultaan (bakteerien kokonaismäärä, koliformiset bakteerit, hiivat ja homeet) melko paljon. 'Aino'-lajikkeessa ainoastaan hiivojen määrä ylitti hyvälaatuiselle marjalle asetetun raja-arvon (5000 pmy/g) kolmen viikon varastoinnin jälkeen. Vastaavasti 'Alvar'-lajikkeen kohdalla hyvälaatuiselle marjalle asetetut mikrobiologiset raja-arvot ylittyivät hiivojen kohdalla jo varastointikokeen alussa ja kaikkien muidenkin mikrobien osalta kahden viikon varastoinnin jälkeen. On kuitenkin huomioitava, että rinnakkaisten näytteiden mikrobimää-



rissä oli paljon vaihtelua. Syynä 'Alvar'-lajikkeen runsaasiin mikrobimääriin on hyvinkin todennäköisesti *Colletotrichum gloeosporioides* -sienitauti. Sienitauti iski ensimmäisenä huonoihin ja kolhiintuneisiin marjoihin ja korkea säilytyslämpötila (+8 °C) nopeutti marjojen pilaantumista.

Vuoden 2004 pensasmustikkasadot olivat mikrobiologiselta lähtölaadultaan selvästi parempia kuin vuonna 2003, vaikka myös vuonna 2004 esiintyi jonkin verran *Colletotrichum gloeosporioides* -sienitautia. Koliryhmän bakteerien määrä oli alle 10 pmy/g 'Alvar'- 'Aino'- ja 'North Blue' -lajikkeen marjoilla. Myös muut mikrobit alittivat selvästi hyvälaatuiselle marjalle asetetut rajat. Edelleen 'Aino'- ja 'North Blue' -lajikkeiden mikrobiologinen laatu säilyi hyväksyttävänä jopa 4 viikkoa, vaikka säilytyslämpötila oli melko korkea (+8 °C).

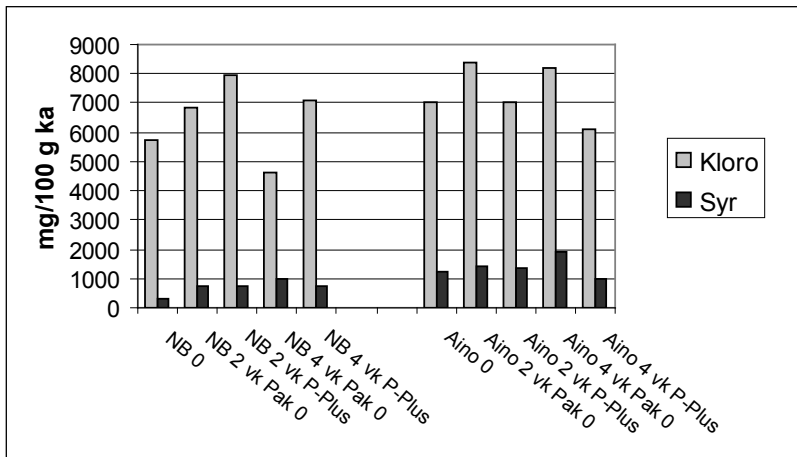
### **3.2.5 Bioaktiivisuuden säilyminen kylmävarastoinnin aikana**

Vuonna 2003 bioaktiivisten yhdisteiden pysyvyyttä seurattiin vain marjoista, jotka oli pakattu reiälliseen muovirasiaan (marjoille yleisesti käytetty pakkaustapa). Vuonna 2004 tutkittiin sekä reiälliseen muovirasiaan että mikrohuokoiseen muoviseen pussiin pakattuja marjoja. Yleisesti ottaen kaikki tutkitut bioaktiiviset yhdisteet (fenolihapot, kversetiini, antosyaanit, prosyanidiinit, C-vitamiini) säilyivät pensasmustikoissa hyvin kylmävarastoinnin aikana. Myöskään marjojen antioksidatiivisuudessa ja antimikrobisuudessa ei tapahtunut suuria muutoksia kylmävarastointikokeiden aikana. Marjojen vähittäispakkaustavalla näytti olevan vain vähän vaikutusta yhdisteiden säilyvyyteen. Tulosten tulkintaa vaikeutti kuitenkin marjojen rasiakohtainen heterogeenisuus.

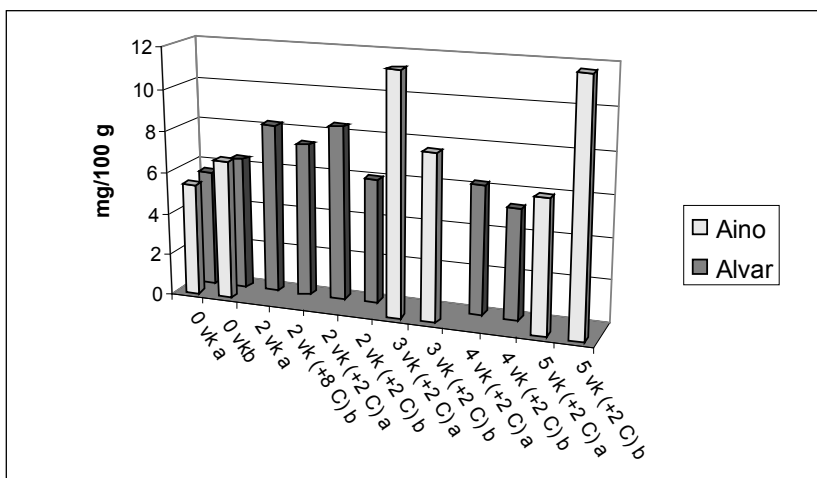
Yleisesti ottaen fenolihapot säilyivät pensasmustikoissa hyvin kylmävarastoinnin aikana. Tuotteen pilaantuminen ja kuivuminen eivät vaikuttaneet paljoakaan fenolihappopitoisuuksiin kuiva-ainetta kohden laskettaessa. Toisaalta yhdisteiden pysyvyydestä oli hankala tehdä johtopäätöksiä, koska marjojen kypsyysaste ja muu laatu vaihteli rasiakohtaisesti. Kuvassa 3 on esitetty 'Aino'- ja 'North Blue'-lajikkeiden säilyvyyskokeen (+8 °C) tulokset. Suuri klorogeenihappopitoisuuden lasku havaittiin neljä viikkoa säilytetyissä reiälliseen muovirasiapakkaukseen pakatuissa 'North Blue'-lajikkeen marjoissa. Toisaalta samalla tavalla pakatuilla 'Aino'-lajikkeen marjoilla laskua ei havaittu vastaavassa ajassa, vaikka marjojen kuiva-ainepitoisuus oli noussut lähtötilanteen noin 16 %:sta 20 %:iin.

Kversetiini oli vuoden 2003 sadon 'Alvar'- ja 'Aino'-lajikkeilla pysyvä ja se näytti 'Aino'-lajikkeella jopa lisääntyvän varastoinnin (+2 °C) aikana (Kuva 4). Tosin rasiakohtaisissa kversetiinipitoisuuksissa oli ajoittain suurta vaihtelua. Vuoden 2004 sadon 'Aino'-lajikkeella tehtyjen kokeiden mukaan kversetiini oli suhteellisen pysyvä myös +8 °C:n lämpötilassa. Neljän viikon kylmä-

säilytyksen jälkeen kversetiiniä oli jäljellä reiällisiin muovirasioihin pakatuissa marjoissa 87 % ja mikrohuokoiseen muoviseen pussiin pakatuissa marjoissa 70 %. 'North Blue' -lajikkeen kohdalla tilanne oli päinvastainen: neljän viikon säilytyksen jälkeen suurimmat pitoisuudet mitattiin marjoista, jotka oli pakattu mikrohuokoiseen pussiin. Näihin pakkauksiin varastoiduissa marjoissa kversetiinihävikkiä ei esiintynyt lainkaan. Reiälliseen muovirasiaan pakattujen 'North Blue' -lajikkeen marjojen kversetiinipitoisuus oli sen sijaan pudonnut noin 62 %:iin lähtötilanteesta.

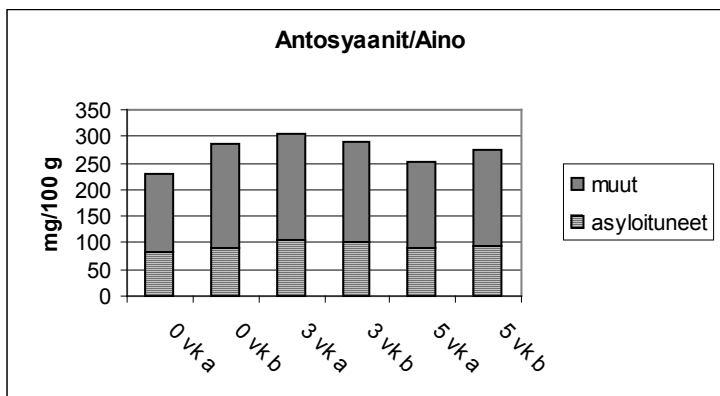
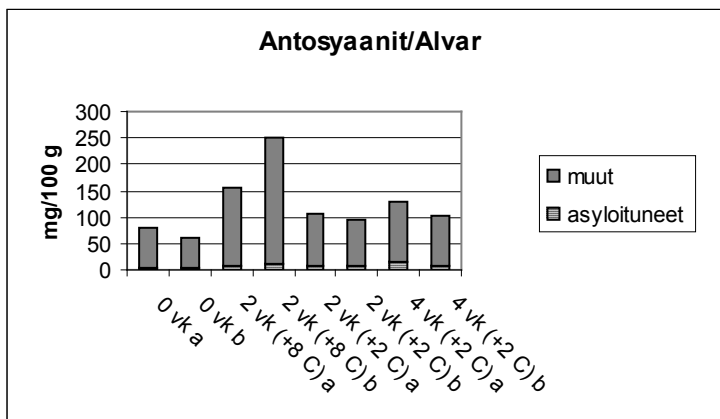


Kuva 3. Kloro- ja syringiinihappojen pisyvyys kylmävarastoinnin (+ 8 °C) aikana 'North Blue' (NB) ja 'Aino' pensamustikoissa kuiva-ainetta kohden laskettuna. Lyhenteet: Pak 0 = reiällinen muovirasia, P-Plus = mikrohuokoinen muovinen pussi.

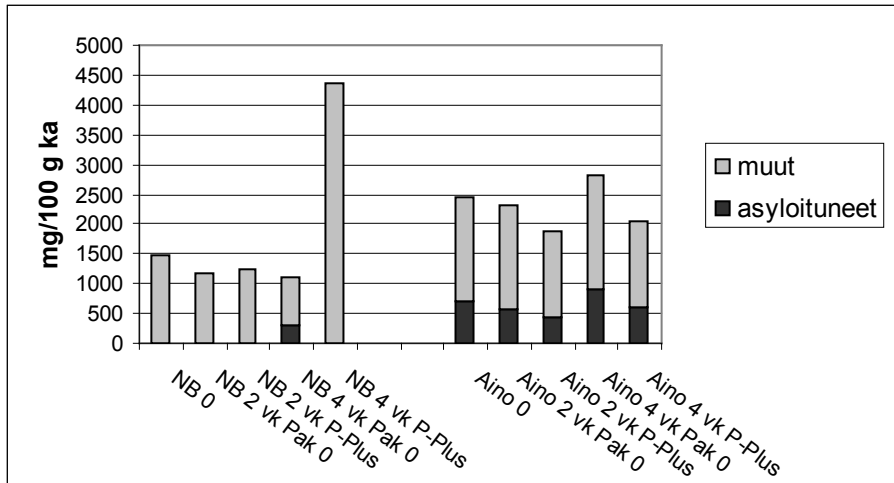


Kuva 4. Reiällisiin muovirasioihin pakattujen pensamustikoiden ('Aino' ja 'Alvar') kversetiinipitoisuudet tuorepainoa kohden varastoinnin (+2 tai +8 °C) aikana. (a ja b ovat kahden eri rasian analyysitulokset).

Antosyaanin pysyvyys pensasmustikoissa oli hyvä sekä +2 °C:n että +8 °C:n lämpötiloissa. Vuonna 2003 'Aino'-lajikkeen antosyaanipitoisuudet säilyivät hyvin koko varastoinnin (+ 2 °C) ajan (Kuva 5). 'Alvar'-lajikkeella havaittiin 2 viikon säilytyksen (+8 °C) jälkeen antosyaanipitoisuuksissa yli kaksinkertainen nousu. Tämä selittyy osaksi marjojen kypsymisellä varastoinnin aikana ja mahdollisesti marjan pehmetessä kyseisten yhdisteiden paremmalla uuttumisella analysointivaiheessa. Vuoden 2004 sadon 'Aino'-lajikkeen antosyaanit olivat kohtalaisen pysyviä kummassakin testatussa pakkaustyypissä + 8 °C:n lämpötilassa (Kuva 6). 'North Blue' -lajikkeen antosyaanit sen sijaan käyttäytyivät poikkeavasti neljän viikon varastoinnin jälkeen. Reiälliseen muovirasiaan varastoiduissa marjoissa tapahtui kemiallisia reaktioita ja osa antosyaaneista näytti asyloituvan antosyaanien kokonaismäärän pysyessä kuitenkin samalla tasolla kuin aiemmilla näytteenottokerroilla. Mikrohuokoiseen muoviseen pussiin varastoitujen marjojen antosyaanipitoisuudet sen sijaan nousivat huomattavasti. Selitystä näille ilmiöille ei kyetty löytämään.



Kuva 5. Reiällisiin muovirasioihin pakattujen 'Alvar' ja 'Aino' pensasmustikoiden antosyaanipitoisuuksien pysyvyys kylmävarastoinnin (+2 °C tai +8 °C) aikana tuorepainoa kohden laskettuna. (a ja b ovat kahden eri rasian analysitulokset).

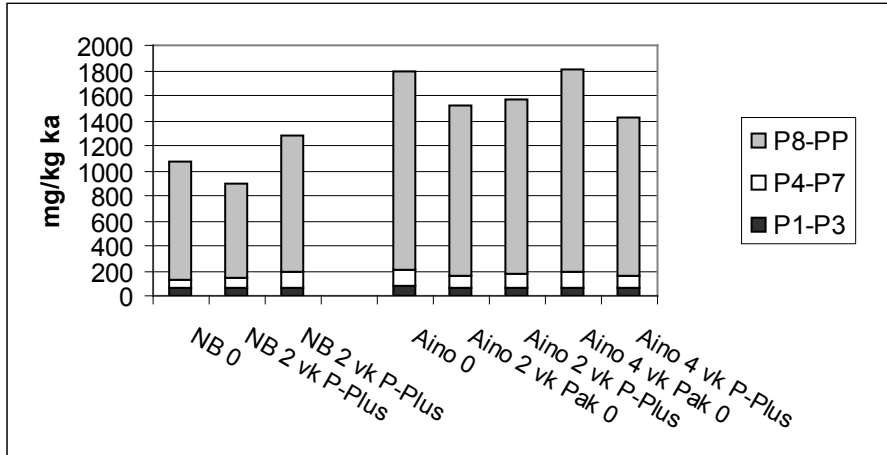


Kuva 6. Erilaisiin vähittäispakkauksiin pakattujen 'North Blue' (NB) ja 'Aino' pensamustikoiden antosyaanipitoisuuksien pisyvyys kylmävarastoinnin (+8 °C) aikana kuiva-ainetta kohden laskettuna. Lyhenteet: Pak 0 = reiällinen muovirasia, P-Plus = mikrohuokoinen pussi

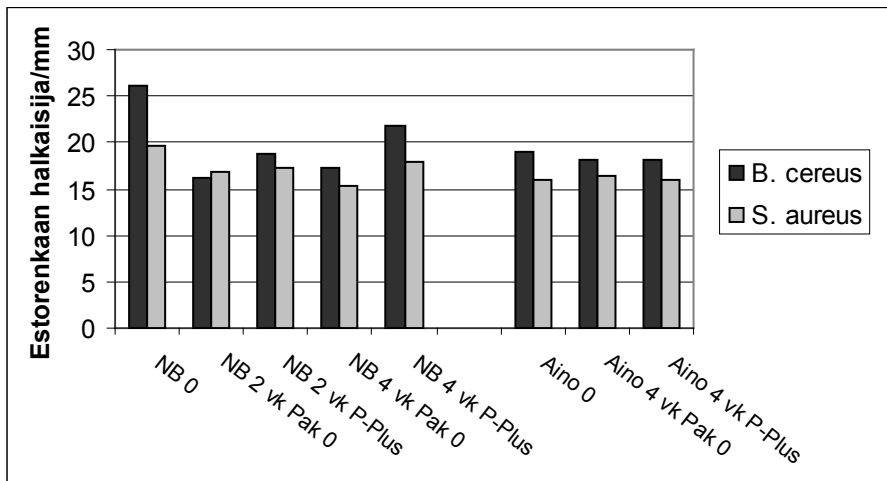
Edellä mainittujen fenoliyhdisteiden lisäksi vuonna 2004 tutkittiin myös 'North Blue'- ja 'Aino'-lajikkeiden marjojen prosyaniidiinien pisyvyyttä kylmäsäilytysolosuhteissa (+ 8 °C). Myös prosyaniidiinit olivat pysyviä käytetyssä lämpötilassa ja vähittäispakkauksissa (kuva 7).

Vuonna 2003 seurattiin 'Aino'- ja 'Alvar'-lajikkeiden C-vitamiinipitoisuuksia kylmäsäilytyksen aikana. C-vitamiinipitoisuudet laskivat 'Alvar'-lajikkeella jonkin verran (lähtönäyte: 13 mg/100 g, neljän viikon säilytys + 2 °C:ssa: 10 mg/100 g). Sen sijaan 'Aino'-lajikkeen marjoissa C-vitamiini-pitoisuus pysyi stabiilina 5 viikon varastoinnin ajan. Tosin rasiakohtainen vaihtelu oli 'Aino'-lajikkeella suurta. Koska C-vitamiinipitoisuus ei ole tärkeä laatutekijä pensamustikoissa, tämän vitamiinin pisyvyyttä ei seurattu enää vuonna 2004.

'Alvar'-, 'Aino'- ja 'North Blue'-lajikkeiden antioksidatiivisuudet pysyivät suhteellisen stabiileina käytetyissä varastointilämpötiloissa ja pakkauksissa. Tosin analytyttistä ja rasiakohtaista vaihtelua ilmeni melko runsaasti. Pensamustikoiden antimikrobisuus *B. cereus*:ta ja *S. aureus*:ta vastaan säilyi myös melko hyvin koko varastoinnin ajan kaikissa tutkituissa olosuhteissa. 'North Blue'-lajikkeen marjojen antimikrobisuus näytti säilyvän jonkin verran paremmin mikrohuokoisissa muovisissa pusseissa verrattuna reiälliseen muovirasiaan pakattuihin marjoihin (Kuva 8). Toisaalta erot saattavat johtua myös marjamateriaalin epätasalaatuisuudesta.



Kuva 7. Erilaisiin vähittäispakkauksiin pakattujen 'North Blue' (NB) ja 'Aino' pensamustikoiden prosyaniidiinipitoisuuksien pysyvyys kylmävarastoinnin (+8 °C) aikana kuiva-ainetta kohden laskettuna. Lyhenteet: Pak 0 = reiällinen muovirasia; P-Plus = mikrohuokoinen muovinen pussi; P1-P3: prosyaniidiiniketju, jossa 1-3 katekiiniyksikköä; P4-P7: prosyaniidiiniketju, jossa 4-7 yksikköä; P8-PP: prosyaniidiiniketju, jossa yli 8 yksikköä.

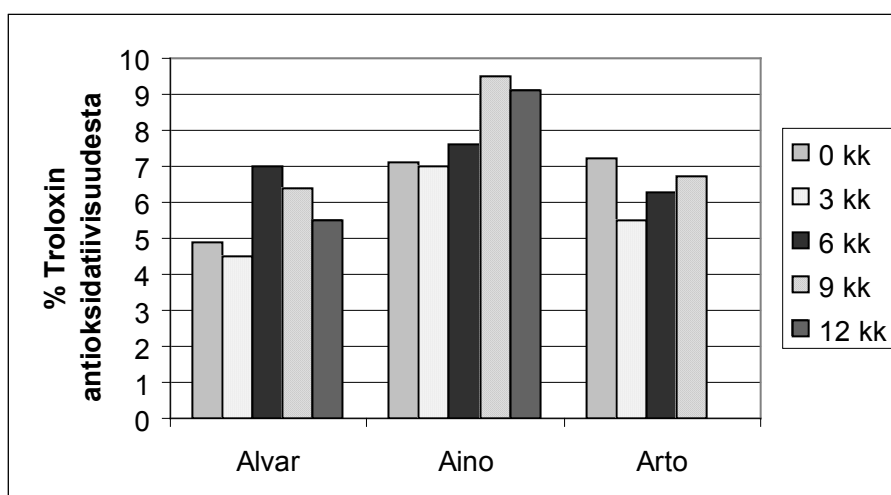


Kuva 8. Erilaisiin vähittäispakkauksiin pakattujen 'North Blue' (NB) ja 'Aino'-lajikkeiden antimikrobisuuden säilyminen kylmävarastoinnin (+8 °C) aikana. Lyhenteet: Pak 0 = reiällinen muovirasia, P-Plus = mikrohuokoinen muovinen pussi.

### 3.3 Pakkasvarastointikokeiden tulokset

Yleisesti ottaen pensamustikoiden laatu säilyi hyvänä 9–12 kk:n pakkasvarastoinnin ajan. Aistinvaraisessa ja mikrobiologisessa laadussa ei havaittu merkit-

täviä muutoksia, fenolihapot olivat hyvin pysyviä eikä marjojen antioksidatiivisuudessa (Kuva 9) ja antimikrobisuudessa havaittu suuria muutoksia varastoinnin aikana. Antioksidatiivisuus ja antimikrobisuus näyttivät joissain tapauksissa jopa kasvavan varastoinnin seurauksena. Tämä saattaa johtua marjan epätasalaatuisuudesta tai antioksidatiivisten ja antimikrobisten ainesosien paremmasta uuttuvuudesta pakastetusta, pehmeämmästä marjasta. Viimeksi mainittua teoriaa puoltaa taulukoiden 4 ja 5 tulokset, joiden mukaan pakastetusta marjasta analysoitiin suurempia pitoisuuksia antosyaaneja ja kversetiiniä kuin tuoremarjasta. Kyseiset yhdisteet samoin kuin fenolihapot ja C-vitamiini säilyivät hyvin 'Alvar'- ja 'Aino'-lajikkeissa koko varastoinnin ajan. Sen sijaan 'Arto'-lajikkeen antosyaanipitoisuus laski huomattavasti 6 kk:n pakkasvarastoinnin jälkeen (Taulukko 6).



Kuva 7. Pensasmustikkalajikkeiden antioksidatiivisuuden säilyminen pakkasvarastoinnin aikana.

Taulukko 4. Ravintoaineiden pysyvyys 'Aino'-lajikkeessa pakkasvarastoinnin aikana (mg/100 g tp).

aika/ kk	C-vitamiini	klorogeeni-happo	kversetiini	asyloituneet antosyaanit	muut antosyaanit	kokonaisantosyaanit
0	11,4	94	6,1	86	171	257
3	13,6	89	12,8	129	274	403
6	11,4	84	11,6	126	259	385
9	12	103	17	129	260	389
12	10,7	84	12,2	84	339	423

Taulukko 5. Ravintoaineiden pysyvyys 'Alvar'-lajikkeessa pakkasvarastoinnin aikana (mg/100 g tp).

aika/ kk	C-vita- miini	kloro- geeni- happo	kver- setiini	asyloituneet antosyaanit	muut anto- syaanit	kokonais- antosyaanit
0	12,8	140	6,0	4	67	71
3	12,6	116	12,9	7	133	140
6	13,1	146	13,2	13	141	154
9	12,2	148	14,7	7	120	127
12	11,5	137	13,7	3	113	116

Taulukko 6. Ravintoaineiden pysyvyys 'Arto'-lajikkeessa pakkasvarastoinnin aikana (mg/100 g tp).

Aika/ kk	klorogeeni- happo	kversetiini	asyloituneet antosyaanit	muut antosy- aanit	kokonais- antosyaanit
0	524	9,4	0	334	334
3	819	8,5	0	328	328
6	970	8,9	0	186	186
9	919	11,3	0	207	207

Vuosina 2003–2004 'Aino'- ja 'Alvar'-lajikkeiden aistinvaraisia ominaisuuksia arvioitiin 3, 6, 9 ja 12 kuukauden pakkasvarastoinnin (–20 °C) jälkeen. Vuosina 2004–2005 tutkittiin samoissa olosuhteissa pakastetun 'Arto'-lajikkeen aistinvaraista laatua 3, 6 ja 9 kuukauden jälkeen. 'Aino' ja 'Arto'-lajikkeet arvioitiin mehukkaammaksi, aromiltaan voimakkaammaksi ja maultaan raikkaammaksi kuin 'Alvar'-lajike. Lajikkeista vetisin oli 'Aino' ja vähiten vetinen 'Arto'. Irronneen nesteen väri oli 'Aino'-lajikkeella miellyttävin ja 'Alvar'-lajikkeella epämiellyttävin. Sen sijaan 'Alvar' ja 'Arto'-lajikkeet arvioitiin muodoltaan eheämmiksi kuin 'Aino'-lajike. Yleisesti ottaen arvioitavissa ominaisuuksissa ei tapahtunut merkittäviä muutoksia 9–12 kk:n säilytyksen aikana. Tosin jotkut arvioijat havaitsivat selvää virrehajua 'Alvar'-lajikkeessa 9 kk:n pakkasvarastoinnin jälkeen. Edellä mainituille tuloksille ei ole tehty tilastollista analyysia, joten ne ovat vain suuntaa antavia.

### 3.4 Tuotekokeet

Pensasmustikoiden soveltuvuutta testattiin hilloihin, mehuihin, kuivaukseen ja marjapiirakkaan. Lisäksi tutkittiin erilaisten bioaktiivisten yhdisteiden pysyvyyttä tuotteissa. Yhdisteiden pysyvyyssvertailuja kuitenkin vaikeutti marjojen heterogeeninen laatu.

## **Hillot**

Tuoreet tai lyhyen aikaa pakasteessa olleet 'Aino'-, 'Alvar'-, 'Arto'- ja 'North Blue' -lajikkeiden marjat sopivat hillojen tekoon, makua tosin oli terästävä sitruunahappolisäyksellä (ks. resepti alla). Pektiinin määrä hilloissa vaihteli paitsi marjan laadun myös lajikkeen mukaan. Paras 'Alvar'- ja 'Aino'-lajikkeiden pensasmustikoista valmistettu hillo saatiin, kun pektiiniä (Grindsten LA110, Danisco) käytettiin 0,5–0,6 % ja lisättiin sitruunahappoa 1,7 %. Vuoden pakasteessa olleiden 'Alvar'-lajikkeen marjojen ominaisuudet olivat erilaiset. Näistä marjoista tehty hillo tarvitsi suuremman pektiinilisäyksen, joka toisaalta vaikutti rakenteeseen marmeladimaisesti. Aistinvaraisissa arvioinneissa 'Alvar'- ja 'Aino'-lajikkeista tehdyt hillot eivät poikenneet toisistaan paljoakaan. Hillot arvioitiin hyvän makuisiksi.

### Käytetty perusresepti:

175 g pensasmustikkaa

225 g sokeria

0,5-0,6 % pektiiniä (Grindsten LA 110, Danisco)

2,98 g (1,7 % marjojen määrästä) sitruunahappoa

100 ml vettä

lisäksi lisättiin Atamonia Atamoni-pussin ohjeen mukaan

Pensasmustikka, sokeri, sitruunahappo ja 25 ml vettä kuumennettiin +80 °C:n lämpötilaan. Pektiini sekoitettiin 75 ml:aan +90 °C:n lämpöistä vettä sauvasekoittimella ja lisättiin seokseen. Kuumennusta jatkettiin +90 °C:n lämpötilassa 3 minuuttia. Tämän jälkeen hilloastiaa jäähdytettiin kylmässä vesialtaassa koko ajan sekoittaen kunnes hillon lämpötila saavutti huoneen lämpötilan.

Myös Saarioisten Säilyke Oy:ssä 'Aino'- ja 'Alvar'-lajikkeista valmistetut hillot arvioitiin aistinvaraisesti MTT:ssä arviointiraadin (10 arvioijaa) toimesta joko sellaisenaan tai vaniljajäätelön kera. Kummankin lajikkeen hilloissa oli käytetty kahta eri tasoa sitruunahappoa. Parhaimmat maku- ja miellyttävyysepisteet saivat ne hillot, joissa oli enemmän sitruunahappoa.

Klorogeeni- ja syringiinihapot sekä prosyaniidiinit kestivät hyvin kaikki hillonvalmistusprosessit. Edelleen C-vitamiini oli melko pysyvä; hilloissa oli jäljellä 70–90 % tuoreen marjan C-vitamiinista. Sen sijaan kversetiiniä ei detektoitu hilloissa lainkaan.

Antosyaanien pysyvyys vaihteli hilloissa. Marraskuussa 2003 tehdyissä erissä 'Alvar'-lajikkeen hillossa oli jäljellä 47 % ja 'Aino'-lajikkeen hillossa vain 23 % pakastettujen marjojen antosyaanipitoisuuksista. Koe toistettiin helmikuussa 2004 ja uudella sadolla syyskuussa 2004. Helmikuun kokeen tuloksena 'Aino'-lajikkeesta tehdyssä hillossa oli jäljellä 59 % pakastemarjan antosyaaneista ja 'Alvar'-lajikkeen hillossa ei tuhoutumista tapahtunut. Syyskuussa 2004 ei antosyaanien tuhoutumista tapahtunut kummallakaan lajikkeella. Saarioisten Säi-



lykkeen valmistamissa hilloissa oli antosyaaneja jäljellä 81 % ('Aino') ja 100 % ('Alvar'). Tulosten perusteella voidaan päätellä, että pienetkin olosuhdemuutokset hillojen valmistuksessa saattavat vaikuttaa antosyaanipitoisuuksiin tai sitten tulosten tulkintaa sekoittaa marjojen heterogeeninen laatu.

Antimikrobisuus määritettiin MTT:ssä helmikuussa 2004 valmistetuista hilloista. 'Aino'- ja 'Alvar'hillojen antimikrobisuus oli samaa luokkaa tai jopa vähän suurempi kuin tuoreen/pakastetun marjan, vaikka hilloissa oli marjaa vain 35 %. Tämä oletettavasti johtuu antimikrobisten yhdisteiden paremmasta analyttisestä uuttuvuudesta hillosta kuin tuoremarjasta. Myös kaikkien 'Alvar'ista ja 'Aino'sta tehtyjen hillojen antioksidatiivisuus testattiin. Antioksidatiivisuus säilyi hilloissa yleisesti ottaen hyvin. MTT:ssä tehdyissä hilloissa oli jäljellä 60-90% tuoreen marjan antioksidatiivisuudesta. Saarioisilla valmistettujen hillojen antioksidatiivisuus oli vielä suurempi.

### ***Kuivaus***

Vuoden 2003 pensasmustikoita (lajikkeet 'Aino' ja 'Alvar') kuivattiin sekä pakas- että uunikuivaamalla. Pensasmustikat tarvitsivat melko pitkän kuivausajan. Yli 85 %:n kuiva-ainepitoisuus saavutettiin uunikuivauksella (39–42 °C) 80 tunnissa ja pakkaskuivauksessa 72 tunnissa. Uunikuivatut marjat olivat maakeita ja rusinamaisia. Pakkaskuivatut marjat taas säilyttivät hyvin muotonsa ja sopisivat näin vaikka koristeluun.

### ***Mehu***

'Aino'- ja 'Alvar'-pensasmustikkalajikkeen mehustusta kokeiltiin kotitalouskäyttöön tarkoitetulla mehulingolla (AEG), höyryttämällä (sähkömehustin, Hackman) ja Rossin ym. (2003) mukaisesti. Rossin ym. (2003) menetelmän mukaisesti marjat ensin höyryryöpättiin, jäädytettiin ja murskattiin. Tämän jälkeen lisättiin pektinaasientsyymiä (Panzym Super E) ja inkuboinnin jälkeen mehu puristettiin.

'Alvar'- ja 'Aino'-lajikkeiden mehulinkous ei onnistunut. Mehut olivat sosemaisia ja 'Alvar'-lajikkeesta valmistetun mehun väri muuttui muutaman minuutin päästä linkouksesta ruskehtavaksi. Jos pastörinti tehtiin heti linkouksen jälkeen, 'Alvar'-lajikkeen mehun väri pysyi hyvänä. 'Aino'-lajikkeen mehu pysyi sinipunaisena ilman pastörintiäkin. Paras mehusaanto saatiin höyryttämällä. Sen sijaan Rossin ym. (2003) mukaan tehtyjen mehujen saannot jäivät alhaisemmiksi. Aistinvaraisissa arvioinneissa 'Aino'-lajikkeen mehu arvioitiin paremman makuiseksi ja miellyttävämmäksi kuin 'Alvar'-lajikkeen mehu. Edelleen Rossin ym. (2003) mukaan valmistettu mehu sai paremmat makupisteet kuin höyrymehu.

Kun mehu valmistettiin Rossin ym. (2003) menetelmällä, antosyaanit, klorogeenihappo ja syringiinihappo olivat pysyviä. Antosyaaneista ja syringiinihapposta n. 25 % kulkeutui mehuun ja loput jäi puristusmassaan. Klorogeenihapposta mehuun kulkeutui enemmän, n. 50–60 %. Myös kversetiini säilyi kyseisessä mehuntekoprosessissa ja siitä meni mehuun 'Aino'-lajikkeella 33 % ja 'Alvar'-lajikkeella 43 %.

Vuonna 2004 arvioitiin ja analysoitiin Saarioisten Säilyke Oy:n 'Aino'- ja 'Alvar'-lajikkeista valmistamia mehuja. Mehuja arvioitiin MTT:llä aistinvaraisesti 13 henkilöä käsittävän raadin toimesta. Kahden lajikkeen mehut eivät poikenneet paljoakaan toisistaan aistinvaraisesti arvioituna. Kummatkin arvioitiin hyvän makuisiksi ja melko miellyttäviksi. 'Alvar'-lajikkeen mehun maku arvioitiin hiukan paremmaksi kuin 'Aino'-lajikkeen. Saarioisilla puristettujen mehujen fenolihappopitoisuudet olivat samaa luokkaa kuin kokonaisissa marjoissa ja mehujen antosyaanipitoisuudet olivat n. 50 % kokonaisen marjan pitoisuudesta. On huomioitavaa, että myös Saarioisten Säilyke Oy:ssä mehut valmistettiin koekeittiössä eikä teollisesti. Koekeittiövalmistus ei vastaa teollisia tuotantomenetelmiä.

### ***Marjapiirakka***

Marjapiirakkakokeilut tehtiin vuoden 2005 keväällä pakastetulle 'Aino'-lajikkeelle. Marjapiirakan pohjana käytettiin alla mainittua reseptiä, jota käyttäen tehtiin yhteensä 5 piirakkaa yhden sisältäessä pelkästään pensasmustikka ja muiden pensasmustikan ohella myös joitain muita marjoja (ks. alla). Piirakat arvioitiin aistinvaraisesti.

#### Marjapiirakan perusresepti:

3 dl sokeria  
4 dl vehnä jauhoja  
2 dl kaurahiutaleita  
2 tl soodaa  
3 dl piimää  
3 dl sulatettua margariinia  
9 dl marjoja

*Piirakka 1:* 9 dl pensasmustikkaa ('Aino'); *piirakka 2:* 6 dl pensasmustikkaa ja 3 dl vadelmaa; *piirakka 3:* 6 dl pensasmustikkaa ja 3 dl metsämustikkaa; *piirakka 4:* 6 dl pensasmustikkaa ja 3 dl marja-aroniaa; *piirakka 5:* 6 dl pensasmustikkaa ja 3 dl mustaherukkaa.

Suurin osa arvioijista piti pelkästä pensasmustikasta valmistettua piirakkaa melko miellyttävänä ja maultaan tyydyttävänä tai hyvänä. Maku- ja miellyttä-

vyyspisteet kuitenkin hieman kohosivat, kun pensasmustikan lisäksi marjapiirakkaan lisättiin vadelmaa, mustaherukkaa tai mustikkaa.

## 4 Johtopäätökset

Hankkeessa selvitettiin ensimmäisen kerran kotimaisten pensasmustikkalajikkeiden bioaktiivisten yhdisteiden määriä ja niiden säilyvyyttä erilaisissa kylmä- ja pakkasvarastointiolosuhteissa sekä prosessoinnin aikana. Lisäksi tuoreille pensasmustikoille testattiin erilaisia vähittäispakkauksia. Myös pensasmustikan käyttömahdollisuuksia elintarviketeollisuuden raaka-aineena tutkittiin.

Pensasmustikoiden ravintosisältö ja bioaktiivisten yhdisteiden määrä vaihteli lajikkeiden välillä. Tämän lisäksi esiintyi myös vuosittais- sekä muuta lajikkeen sisäistä vaihtelua. Resurssipulan vuoksi etenkin sisäisen vaihtelun määrää ei pystytty tutkimaan riittävästi, koska tämä olisi merkinnyt analyysimäärien moninkertaistamista.

Kaikki pensasmustikkalajikkeet sisälsivät fenoliyhdisteitä runsaasti. Yleisesti ottaen eri pensasmustikkalajikkeiden fenoliyhdisteet, C-vitamiini, antimikrobisuus, antioksidatiivisuus sekä mikrobiologinen laatu säilyi erilaisissa varastointiolosuhteissa hyvin pakkaustavasta riippumatta. Tutkimusten mukaan oikein valitulla pakkauksella pensasmustikoiden hengitystoimintaa ja nahistumista voitiin kuitenkin hidastaa ja siten parantaa etenkin marjojen aistinvaraista säilyvyyttä kylmävarastoinnin aikana. Pakkauksen ominaisuuksilla voitiin vaikuttaa merkittävästi pensasmustikoiden painohäviöihin. Tuoreiden pensasmustikoiden pitkän säilyvyyden tärkein tekijä on alhainen säilytyslämpötila.

Pensasmustikat soveltuivat monipuolisesti erilaisiksi marjatuotteiksi. Fenoliyhdisteet säilyivät hyvin mehunvalmistuksessa. Sen sijaan hilloaminen tuhosi osan näistä yhdisteistä.

## 5 Kirjallisuus

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) 1980. Menetelmä 7.021, Automated method – Principle Teoksessa: Horwitz, W. (toim.). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 13 th ed. Washington, D.C.: AOAC. s. 127.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) 1980. Menetelmä 14.068, Kjeldahl method. Teoksessa: Horwitz, W. (toim.). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 13 th ed. Washington, D.C.: AOAC. s. 220.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) 1980. Menetelmä 7.003, Drying in vacuo at 95-100 °C. Teoksessa: Horwitz, W. (toim.). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 13 th ed. Washington, D.C.: AOAC. s. 125.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) 1980. Menetelmä 7.056, Determination. Teoksessa: Horwitz, W. (toim.). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 13 th ed. Washington, D.C.: AOAC. s. 132.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) 1990. Menetelmä 922.06, Fat in flour, acid hydrolysis method. Teoksessa: Helrich, K. (toim.). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15 th ed. Arlington, Virginia.: AOAC. s. 780.
- Day, B. P. F.1992. Chilled food packaging. Teoksessa: Dennis, C. & Stringer, M. (toim.). Chilled Foods: A Comprehensive Guide. Chichester: Ellis Horwood Limited. s. 147–163. ISBN 0-13-132812-3.
- Gao, L. & Mazza, G. 1994. Quantitation and distribution of simple and acylated anthocyanins and other phenolics in blue berries. *Journal of Food Science* 59: 1057–1059.
- Haila, K., Kumpulainen, J. Häkkinen, U., and Tahvonen, R. 1992. Sugar and organic acid contents of vegetables consumed in Finland during 1988–1989. *Journal of Food Composition and Analysis* 5: 100–107.
- Hellström, J., Mattila, P. 2004. HPLC method for the determination of procyanidins in food. Teoksessa: Hoikkala, A., Soidinsalo, O., Wähälä K. (toim.). Polyphenols communications 2004. XXII International Conference of Polyphenols, August 25–28, 2004, Helsinki, Finland. Jyväskylä: Gummerrus. s. 599–600.
- Hellström, J., Sinkkonen, J., Karonen, M., Mattila, P. 2007. Isolation and structure elucidation of procyanidin oligomers from Saskatoon (*Amelanchier aln-*

- ifolia*) berries. Journal of Agricultural and Food Chemistry 55: 157–164.
- Kader, A. A. 1989. A summary of CA requirements and recommendations for fruit other than pome fruits. International Controlled Atmosphere Conference Fifth, Proceedings, June 14–16, 1989, Wenatchee, Washington, USA. Volume 2. Other Commodities and Storage Recommendations. s. 303–328.
- Li, B. W., Schuhmann, P. J., 1980. Gas-liquid chromatographic analysis of sugars in ready-eat-cereals. Journal of Food Science 45: 138–141.
- Mattila, P., Astola, J., Kumpulainen, J. 2000. Determination of flavonoids in plant material by HPLC with diode array and electro array detections. Journal of Agricultural and Food Chemistry 48: 5834–5841.
- Mattila, P., Hellström, J., Törrönen, R. 2006. Phenolic acids in berries, fruits, and beverages.. Journal of Agricultural and Food Chemistry 52: 4477-4486.
- Mattila, P., Könkö, K., Eurola, M., Pihlava, J.-M., Astola, J., Vahteristo, L., Hietaniemi, V., Kumpulainen, J., Valtonen, M., Piironen, V. 2001. Contents of vitamins, mineral elements and some phenolic compounds in cultivated mushrooms. Journal of Agricultural and Food Chemistry 49: 2343–2348.
- Puupponen-Pimiä, R., Häkkinen, S. T., Aarni, M., Suortti, T., Lampi, A.-M., Eurola, M., Piironen, V., Nuutila, A. M., Oksman-Caldentey, K.-M. 2003. Blanching and long-term freezing affect various bioactive compounds of vegetables in different ways. Journal of the Science of Food and Agriculture 83: 1389–1402.
- Rastas, M., Seppänen, R., Knuts, L.-R., Karvetti, R.-L., Varo, P (toim.).1989 Nutrient composition of foods. 2<sup>nd</sup>. Helsinki: Kansaneläkelaitos. s. 17 ja 19.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biology & Medicine 26: 1231–1237.
- Rossi, M., Giussani, E., Morelli, R., Lo Scalzo, R., Nani, R. C., Torreggiani, D. 2003. Effect of fruit blanching on phenolics and radical scavenging activity of highbush blueberry juice. Food Research International 36: 999–1005.

## 6 Liitteet

LIITE 1. Pensasmustikkalajikkeilla testatut erilaiset vähittäispakkaukset.

Vähittäispakkaus:	Materiaali- ja valmistajatiedot:	Pakkaustapa:	Lisätietoja:
Reiällinen muovirasia kannella	Rasia: materiaali: polystyreeni (PS) valmistaja: Plasal, Espanja Kansi: materiaali: polyeteeni-tereftalaatti (PET) valmistaja: Autobar Group Ltd., Iso-Britannia	Marjat rasiassa ja rasian päällä kansi.	Pienille marjoille usein käytetty pakkaustapa. Huomioitava rasian ja kannen reikien määrää ja koko → mitä enemmän ja isompia, sitä helpommin marjat nahistuvat (menettävät kosteuttaan).
Vähäreikäinen muovirasia kannella	Rasia: materiaali: polystyreeni (PS) valmistaja: Plasal-ISAP, Espanja Kansi: materiaali: polyeteeni-tereftalaatti (PET) valmistaja: Infia, Espanja	Marjat rasiassa ja rasian päällä kansi.	Pienille marjoille usein käytetty pakkaustapa. Huom! Rasiassa ja kannessa neljä reikää (vähemmän kuin edellä olevassa rasia-kansipakkausyhdistelmässä).

<p>Mikrohuokoinen muovinen pussi (koodi: 35PS30)</p>	<p>Pussi: materiaali: - kauppanimi: P-Plus valmistaja: Amcor Flexibles Europe Rasia: materiaali: polystyreeni (PS) valmistaja: Plasal, Espanja</p>	<p>Marjat rasiassa ja rasia pussissa. Pussi suljettu käsikäyttöisellä saumajalla.</p>	<p>P-Plus-pakkausmateriaali on kehitetty erityisesti kasviksille. Pussien sopiva kaasujen läpäisevyys perustuu materiaaliin ja saumoihin. Valmistaja lähettänyt pussit pakattavien tuotteiden tietojen perusteella. Huom! 35PS30-materiaalin hapenläpäisevyys tiiviimpi kuin 35PA60:n.</p>
<p>Mikrohuokoinen muovinen pussi (koodi: 35PA60)</p>	<p>Pussi: materiaali: - kauppanimi: P-Plus valmistaja: Amcor Flexibles Europe Rasia: materiaali: polystyreeni (PS) valmistaja: Plasal, Espanja</p>	<p>Marjat rasiassa ja rasia pussissa. Pussi suljettu käsikäyttöisellä saumajalla.</p>	<p>P-Plus-pakkausmateriaali on kehitetty erityisesti kasviksille. Pussien sopiva kaasujen läpäisevyys perustuu materiaalin rakenteeseen ja saumoihin. Valmistaja lähettänyt pussit pakattavien tuotteiden tietojen perusteella.</p>
<p>Mikrohuokoinen muovinen pussi (koodi: 35PA60) ja valmis kaasuseos</p>	<p>Pussi: materiaali:- kauppanimi: P-Plus valmistaja: Amcor Flexibles Europe Rasia: materiaali: polystyreeni (PS) valmistaja: Plasal, Espanja Kaasuseos: -valmistaja: Oy AGA Ab, Suomi</p>	<p>Marjat rasiassa ja rasia pussissa. Pussi suljettu Henkovac E-252 vakuumikammiopakkaus koneella, jolla pussin sisälle puhallettu kaasuseos (10 % CO<sub>2</sub> + 10 % O<sub>2</sub> + 80 % N<sub>2</sub>) ennen suljentaa.</p>	<p>P-Plus-pakkausmateriaali on kehitetty erityisesti kasviksille. Pussien sopiva kaasujen läpäisevyys perustuu materiaalin rakenteeseen ja saumoihin. Valmistaja lähettänyt pussit pakattavien tuotteiden tietojen perusteella.</p>

<p>Luonnon mine- raaleja sisältävä pienitiheyksinen poly-eteenikalvo (PE-LD)</p>	<p>Pussi: materiaali: - valmistaja: PEAKfresh Produce Packaging, Australia Rasia: materiaali: polystyreeni (PS) - valmistaja: Plasal, Espanja</p>	<p>Marjat rasiassa ja rasia pussissa. Pussi suljettu kä- sikäyttöisellä saumaajalla.</p>	<p>PEAKfresh-pakkausmateriaali on kehitetty erityisesti kasviksille. Pussien sopiva kaasujen läpäisevyys perustuu materiaalin rakenteeseen. Pussi on ulkonä- öltään samaa.</p>
<p>Luonnon mine- raaleja sisältävä pienitiheyksinen poly-eteenikalvo (PE-LD) ) (suljenta teipillä)</p>	<p>Pussi: materiaali: - kauppanimi: PEAKfresh valmistaja: PEAKfresh Produce Packa-ging, Australia Rasia: materiaali: polystyreeni (PS) - valmistaja: Plasal, Espanja</p>	<p>Marjat rasiassa ja rasia pussissa. Pussi suljettu pussin omalla teippisau- malla.</p>	<p>PEAKfresh-pakkausmateriaali on kehitetty erityisesti kasviksille. Pussien sopiva kaasujen läpäisevyys perustuu materiaalin rakente- eseen. Pussi on ulkonäöltään samaa. Huom! Pussin sulkemiseen käytettävä teippisauma ei ollut tiivis, joten kaasukoostumus pakkauksen sisällä ei muuttunut.</p>
<p>Happea hyvin läpäi- sevä muovikalvo</p>	<p>Pussi: -pakkausmateriaalin koodi: DPF1142.00 -valmistaja: Dow Chemical Company, Belgia Rasia: materiaali: polystyreeni (PS) valmistaja: Plasal, Espanja</p>	<p>Marjat rasiassa ja rasia pussissa. Pussit suljettu kä- sikäyttöisellä saumaajalla.</p>	<p>Pakkausmateriaalia saatu kalvorullana, josta saumattu käsikäyttöisellä saumaajalla pusseja. Pakkausmateriaalin hapenläpäisevyys 10 000 cm<sup>3</sup>/ m<sup>2</sup>-vrk.</p>



## LIITE 2: PENSASMUSTIKKATUOTTEEN ARVIOINTILOMAKE

Nimi \_\_\_\_\_ pvm: \_\_\_\_\_

Edessäsi on pensasmustikkatuotteita. Tehtäväsi on arvioida niiden laatua 0-5 laatuasteikolla, sekä lopuksi omaa mieltymystäsi 1-9 mieltymysasteikolla. KIITOS !

Tuote:

<i>Näyte</i>	<i>Väri</i>	<i>Ulkonäkö</i>	<i>Haju</i>	<i>Maku</i>	<i>Miellyttävyyys</i>	<i>Kommentit</i>
1						
2						
3						
4						
5						

LAADUN ARVIOINIT: Väri, Ulkonäkö, Haju, Maku

- 5 Erinomainen
- 4 Hyvä
- 3 Tyydyttävä (kauppakelponen)
- 2 Välttävä (voidaan käyttää osana muuta elintarviketta tms.)
- 1 Ei kelpaa ihmisravinnoksi

MIELLYTTÄVYYDEN ARVIO

Miellyttävyyys

- 9 Pidän erittäin miellyttävänä
- 8 Pidän hyvin miellyttävänä
- 7 Pidän melko miellyttävänä
- 6 Pidän hieman miellyttävänä
- 5 En pidä miellyttävänä, enkä epämiellyttävänä
- 4 Pidän hieman epämiellyttävänä
- 3 Pidän melko epämiellyttävänä
- 2 Pidän hyvin epämiellyttävänä
- 1 Pidän erittäin epämiellyttävänä

**Maa- ja elintarviketalous -sarjan elintarviketeemassa ilmestyneitä julkaisuja**

2007

- 113 Pensasmustikan bioaktiiviset yhdisteet, varastointikestävyys ja tuotestaminen. *Mattila, P.* ym. 33 s. Hinta 15 euroa.

2006

- 90 Broilerin fileesuikaleiden tuotannon ympäristövaikutukset ja kehittämismahdollisuudet. *Katajajuuri, J.-M.* ym. 118 s. Hinta 15 euroa.

2005

- 72 Ruusunmarjojen ravintosisältö ja bioaktiiviset yhdisteet. *Mattila, P.* ym. 24 s. Hinta 15 euroa.

2004

- 43 The formation and antimicrobial activity of nisin and plant derived bioactive components in lactic acid bacteria fermentations. *Tolonen, M.* 98 s. Hinta 25 euroa.

Julkaisuviitteet löytyvät sarjojen internetsivuilta <http://www.mtt.fi/julkaisut/sarjathaku.html>.

