

Opinnäytetyö (AMK)

Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma

Elintarviketekniikka

2013

Mikael Fabritius

# ENTSYMAATTISESTI PURISTETUN MUSTAHERUKKAMEHUN AISTINVARAINEN JA KROMATOGRAFINEN TUTKIMUS



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Bio- ja elintarviketekniikka | Elintarviketekniikka

Syksy 2013 | 39 sivua

Ohjaajat:

Oskar Laaksonen, FT, Turun yliopisto

Leenamajja Mäkilä, FM, Turun yliopisto

Tommi Laaksonen, lehtori, Turun ammattikorkeakoulu

Mikael Fabritius

# ENTSYMAATTISESTI PURISTETUN MUSTAHERUKKAMEHUN AISTINVARAINEN JA KROMATOGRAFINEN TUTKIMUS

Työn tarkoituksena oli tutkia viidestä eri mustaherukkalajikkeesta puristettua mehua kemiallisesti käyttäen kaasukromatografia sekä aistinvaraisen arvioinnin avulla. Kromatografisen analyysin avulla mehuista tutkittiin sokeri- ja happopitoisuudet. Aistinvaraisessa arvioinnissa keskityttiin mehun makuominaisuuksien arviointiin. Työ oli osa laajempaa CurrantFood -projektia, jonka tarkoituksena oli mm. kehittää uusia käyttökohteita mustaherukalle.

Ennen mehun puristusta marjoille tehtiin entsyymaattinen käsittely ja puristus suoritettiin käyttämällä pientä laboratoriomittakaavan levypuristinta. Aistinvarainen arviointi suoritettiin koulutetun raadin avulla käyttäen kuvailevia menetelmiä.

Tulosten tilastollisessa tarkastelussa havaittiin lajikkeiden välillä useita eroavaisuuksia, jotka olivat tilastollisesti merkittäviä, mutta eivät erityisen suuria. Selvin korrelaatio havaittiin mehujen sisältämien sokerien ja aistitun makeuden välillä. Lisäksi maun kokonaisvoimakkuus korreloi jonkin verran happamuuden ja karvauuden kanssa.

Tiettyjen ominaisuuksien osalta, kuten esimerkiksi astringoivuus, täyteläisyys ja marjaisuus, ei havaittu ollenkaan tilastollisesti merkittäviä lajikkeiden välisiä eroja.

## ASIASANAT:

mustaherukka, mehu, entsyymi, aistinvarainen arviointi, kuvailevat menetelmät, kaasukromatografi, kromatografia

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Biotechnology and Food Technology | Food Technology

Autumn 2013 | 39 pages

Instructors:

Oskar Laaksonen, PhD, University of Turku

Leenamajja Mäkilä, M.Sc., University of Turku

Tommi Laaksonen, Senior Lecturer, Turku University of Applied Sciences

Mikael Fabritius

# SENSORY AND CHROMATOGRAPHIC ANALYSIS OF ENZYMATICALLY PRESSED BLACK CURRANT JUICES

The purpose of the thesis was to study juice pressed from five different cultivars of black currant. The analyses were conducted using a gas chromatograph to study the amount of sugars and acids in the juice. The taste properties of the juice were studied by sensory evaluation. The thesis was part of a larger project called CurrantFood. The purpose of the CurrantFood project was to develop new applications for black currant.

The berries were treated enzymatically before juice pressing. The juice pressing was conducted using a laboratory scale plate extractor. The sensory evaluation was carried out using descriptive methods.

A statistical analysis of the results found a number of differences between cultivars that were statistically significant. The scope of the differences, however, was relatively small. A clear correlation was detected between the amount of sugars in the juice and the perceived sweetness. Also, the total intensity of the juice somewhat correlated with the perceived sourness and bitterness.

Some of the studied properties such as astringency, roundness and berryiness did not show any statistical variance between cultivars.

KEYWORDS:

black currant, juice, enzyme, sensory evaluation, descriptive methods, gas chromatograph, chromatography

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
<b>2 MUSTAHERUKKA</b>	<b>8</b>
2.1 Käyttö	8
2.2 Ominaisuudet ja terveysvaikutukset	9
2.3 Levinneisyys ja viljely	10
<b>3 KAASUKROMATOGRAFIA</b>	<b>13</b>
3.1 Toimintaperiaate	13
3.2 Laitteisto	14
3.2.1 Kantajakaasu ja sen säätely	14
3.2.2 Injektori	15
3.2.3 Kolonni ja uuni	16
3.2.4 Detektori	17
3.2.5 Kromatogrammin käsittelyohjelmisto	17
<b>4 AISTINVARAISEN ARVIOINNIN KUVAILEVAT MENETELMÄT</b>	<b>19</b>
4.1 Arviointiraati	19
4.2 Arviointilaboratorio	20
4.3 Henkilöstö	20
4.4 Näytteet	20
4.5 Näytteiden lukumäärä	21
4.6 Vastauslomakkeet ja ohjeistus	21
4.7 Kuvailevat menetelmät	21
<b>5 ENTSYMIKÄSITELLYN MEHUN VALMISTUS</b>	<b>23</b>
5.1 Marjalajikkeet	23
5.2 Marjojen esikäsittely	24
5.3 Mehun puristus	24
<b>6 AISTINVARAISEN ARVIOINNIN TOTEUTUS</b>	<b>26</b>
6.1 Arviointiraadin koulutus	26
6.2 Arviointilaboratoriot	27
6.3 Arvioinnin suoritus	27
6.4 Arvioitavat ominaisuudet	28

6.5 Compusense® 5.2- tietokoneohjelma	29
<b>7 MEHUJEN ANALYSOINTI KAASUKROMATOGRAFILLA</b>	<b>30</b>
7.1 Näytteiden valmistus	30
7.2 Laitteisto ja analyysin parametrit	31
7.3 Korjauskertoimien määrittäminen	31
7.4 Tulosten laskeminen	32
<b>8 TULOKSET</b>	<b>33</b>
8.1 Mehun saanto	33
8.2 Kromatografisen analyysin tulokset	33
8.3 Aistinvaraisen arvioinnin tulokset	34
8.4 Tulosten tilastollinen tarkastelu	35
<b>9 YHTEENVETO</b>	<b>38</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>39</b>

## LIITTEET

- Liite 1. Aistinvaraisen arvioinnin tulokset
- Liite 2. Kromatografisen analyysin tulokset
- Liite 3. Aistinvaraisessa arvioinnissa käytetty koulutuslomake

## KUVAT

Kuva 1 Mustaherukan ravintosisältö <sup>1</sup>	10
Kuva 2 Mustaherukan ( <i>Ribes nigrum</i> ) levinneisyys pohjoisella pallonpuoliskolla <sup>6</sup>	11
Kuva 3 Esimerkki mustaherukkamehun kromatogrammista <sup>10</sup>	18
Kuva 4 Esimerkki näytteiden numeroinnista aistinvaraisessa arvioinnissa	29

## TAULUKOT

Taulukko 1 Mehun saanto ja pH	33
Taulukko 2 Sokerien kromatografisen analyysin tulokset	34
Taulukko 3 Happojen kromatografisen analyysin tulokset	34
Taulukko 4 Sokerit ja hapot yhteensä	34
Taulukko 5 Kielellä aistittavat ominaisuudet	35

Taulukko 6 Muut suussa aistittavat makuominaisuudet	35
Taulukko 7 Sokerien varianssianalyysi	36
Taulukko 8 Happojen varianssianalyysi	36
Taulukko 9 Sokerien ja happojen varianssianalyysi	36
Taulukko 10 Kielellä aistittavien ominaisuuksien varianssianalyysi	37
Taulukko 11 Muiden suussa aistittavien makuominaisuuksien varianssianalyysi	37

# 1 JOHDANTO

Tutkimuksen tarkoituksena oli kerätä perustietoa eri mustaherukkalajikkeiden ominaisuuksista. Mustaherukka on teollisuudelle tärkeä marja, josta voidaan valmistaa esimerkiksi mehua ja hilloa. Entsyymaattinen käsittely voi olla teollisuuden kannalta hyvinkin merkittävä taloudellinen asia, koska se vaikuttaa mehun saantoon ja makuominaisuuksiin.

Olemassa olevaa aineistoa mehuista, joille ei ole tehty entsyymikäsittelyä, voidaan hyödyntää jatkossa, kun tuloksia verrataan tässä tutkimuksessa saatuihin tuloksiin. Työ on osa suurempaa kokonaisuutta, jossa tutkitaan mustaherukan ominaisuuksia ja uusia käyttötapoja. Esimerkiksi mehun puristuksesta syntyneestä puristekakusta kehiteltiin muita tuotteita. Työn toimeksiantajana oli Turun yliopisto. Työ suoritettiin biokemian laitoksella elintarvikekemian ja elintarvikekehityksen osastolla.

## 2 MUSTAHERUKKA

Mustaherukka (*Ribes nigrum*) on herukoiden sukuun kuuluva pensas, joka tunnetaan myös nimellä musta viinimarja. Mustaherukkapensas kasvaa keskimäärin noin 1,5 m korkeaksi ja sitä esiintyy luonnonvaraisena pohjoisella pallonpuoliskolla, etenkin Pohjois-Euroopassa ja Aasiassa. Mustaherukka on myös yleisesti viljelty kasvi näillä alueilla, koska pensas antaa runsaan sadon ja marjalla on todettu olevan useita positiivisia terveysvaikutuksia. Kypsien mustaherukoiden halkaisija on usein hieman alle 1 cm, ja niiden pinta on musta ja kiiltävä. Mustaherukka on Euroopassa varsin tunnettu marja, mutta Yhdysvalloissa se on suhteellisen tuntematon, koska sen viljely kiellettiin 1900-luvun alussa sen levittämien kasvitautien vuoksi. Kielto on yhä voimassa joissakin osavaltioissa.<sup>1,2</sup>

### 2.1 Käyttö

Mustaherukan marjat soveltuvat syötäväksi sellaisenaan, ja lisäksi niitä voidaan käyttää esimerkiksi mehuissa, hilloissa, hyytelöissä ja makeisissa. Mustaherukkaa käytetään myös viinin ja liköörin valmistuksessa. Mustaherukan siemenissä on öljyä, joka sisältää useita ihmiselle tärkeitä rasvahappoja. Öljyä voidaan käyttää ravintolisänä. Suurin osa mustaherukkasadosta menee mehun valmistukseen. Esimerkiksi Iso-Britanniassa jopa 95 % koko sadosta käytetään erilaisiin mehuihin ja juomiin.<sup>1,2,3</sup>

Mustaherukan marjoja käytetään violetina väriaineena, ja lehdistä voidaan valmistaa keltaista väriainetta. Kuivattuja lehtiä käytetään myös teen valmistuksessa<sup>4</sup>



## 2.2 Ominaisuudet ja terveysvaikutukset

Mustaherukat sisältävät hyvin runsaasti C-vitamiinia. Noin 30 g mustaherukoita riittää kattamaan ihmisen päivittäisen C-vitamiinin tarpeen. Runsaasti C-vitamiinia sisältävien marjojen käytön on todettu lieventävän tiettyjen sairauksien, kuten esimerkiksi flunssan, vaikutuksia. C-vitamiini toimii myös antioksidanttina, joka ehkäisee vapaiden radikaalien vaikutuksia kehossa. C-vitamiinia tarvitaan myös uusien solujen muodostumisessa ja kudonvaurioiden korjauksessa. <sup>1,5</sup>

Mustaherukka on myös hyvä A-vitamiinin ja sen esiasteen,  $\beta$ -karoteenin lähde. A-vitamiinia tarvitaan ylläpitämään ihon rakennetta ja kimmoisuutta. Lisäksi se vaikuttaa näköaistiin ja etenkin pimeänäköön. A-vitamiinilla saattaa olla syöpää ehkäisevä vaikutus, koska se vaikuttaa sääntelevästi solujen jakautumiseen.  $\beta$ -karoteeni toimii myös antioksidanttina. <sup>1,6</sup>

Mustaherukka sisältää muita tärkeitä vitamiineja, kuten pantoteenihappoa (B5), pyridoksiinia (B6) ja tiamiinia (B1), joita tarvitaan kehon metaboliassa. Lisäksi mustaherukka on hyvä raudan lähde. Rautaa tarvitaan veren punasolujen tuotannossa. Mustaherukka sisältää myös runsaasti muita tärkeitä mineraaleja, kuten kuparia, kalsiumia, fosforia, mangaania, magnesiumia ja kaliumia. Mustaherukan ravintosisältö on esitetty tarkemmin kuvassa 1. <sup>1</sup>

Mustaherukka sisältää runsaasti antosyaniineja, joilla on joidenkin tutkimusten mukaan havaittu olevan mm. syöpäsoluja tuhoavia, ja niiden kasvua ehkäiseviä vaikutuksia. Lisäksi ne saattavat myös lieventää tai ehkäistä bakteerien aiheuttamia tulehduksia. <sup>4</sup>

Black currants (*Ribes nigrum*),  
Nutrition Value per 100 g.  
ORAC Value (Anti-oxidant level) 7950.  
(Source: USDA National Nutrient data base)

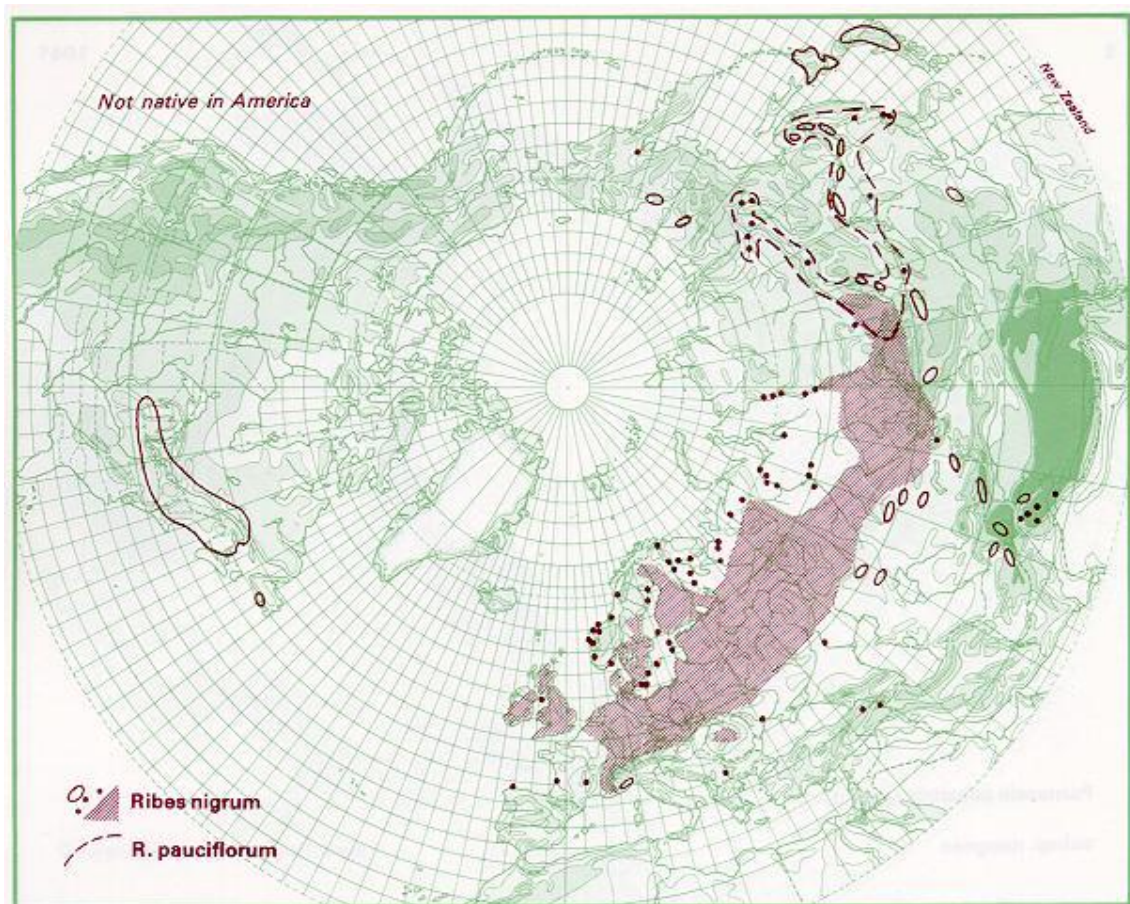
Principle	Nutrient Value	Percentage of RDA
Energy	63 Kcal	3%
Carbohydrates	15.38 g	12%
Protein	1.4 g	2.5%
Total Fat	0.41 g	2%
Cholesterol	0 mg	0%
Dietary Fiber	4.3 g	11%
<b>Vitamins</b>		
Folates	8 mcg	2%
Niacin	0.300 mg	2%
Pantothenic acid	0.398 mg	8%
Pyridoxine	0.066 mg	5%
Riboflavin	0.050 mg	4%
Thiamin	0.050 mg	4%
Vitamin A	230 IU	7.5%
Vitamin C	181 mg	301%
<b>Electrolytes</b>		
Sodium	2 mg	0%
Potassium	322 mg	7%
<b>Minerals</b>		
Calcium	55 mg	5.5%
Copper	0.086 mg	9.5%
Iron	1.54 mg	19.5%
Magnesium	24mg	6%
Manganese	0.256mg	11%
Phosphorus	59 mg	8.5%
Zinc	0.27 mg	2%

Kuva 1 Mustaherukan ravintosisältö <sup>1</sup>

### 2.3 Levinneisyys ja viljely

Mustaherukkaa esiintyy luonnonvaraisena pohjoisella pallonpuoliskolla aina Brittein saarilta Venäjän itäosiin saakka. Levinneisyysalue on esitetty kuvassa 2. Mustaherukka viihtyy hyvin alueilla, joissa lämpötila laskee talvella pakkasen puolelle, mutta se ei kuitenkaan siedä liian kylmää ilmastoa. Keväällä

mustaherukka vaatii 800-1600 tunnin ajan alle 7 °C lämpötilan. Mikäli lämpötila on korkeampi, kukinnot saattavat jakautua epätasaisesti pensaassa, ja marjoista tulee huonolaatuisempia. Lämpötila ei kuitenkaan saa olla liian alhainen hallavaurioiden vuoksi. Mustaherukka kukkii toukokuun ja kesäkuun aikana. Lämpimiä alueita varten on kehitetty lajikkeita, jotka sietävät paremmin korkeampia lämpötiloja. Mustaherukka vaatii myös kostean ja ravintorikkaan maaperän. <sup>1,2,3</sup>



Kuva 2 Mustaherukan (*Ribes nigrum*) levinneisyys pohjoisella pallonpuoliskolla <sup>7</sup>

Mustaherukka ei siedä kovin hyvin happamuutta, ja se kasvaa parhaiten maaperässä, jonka pH-arvo on 6,7-7,0. Jotta sato olisi mahdollisimman suuri, täytyy pensaista leikata vuosittain vahingoittuneet ja vanhat oksat pois. Leikattavien oksien määrä on suunnilleen viidesosa koko pensaasta. Vanhat oksat eivät tuota niin paljon marjoja kuin uudet, ja oksat on hyvä leikata

syksyisin satokauden päätyttyä, kun lehdet alkavat tippua. Pensaat vaativat usein myös tukemista, jotta marjat eivät olisi kosketuksissa maan kanssa.<sup>2,4</sup>

## 3 KAASUKROMATOGRAFIA

Kaasukromatografia on hyvin yleisesti laboratorioissa käytetty analyysimenetelmä, jota voidaan käyttää sekä kvalitatiiviseen että kvantitatiiviseen analyysiin. Lisäksi sitä voidaan käyttää yhdisteiden puhtauden määrittämiseen ja prosessin seurantaan yhdessä esimerkiksi massaspektrometrin kanssa tunnistusanalyysissä.<sup>8</sup>

### 3.1 Toimintaperiaate

Kromatografia on kemiallisten yhdisteiden erotusmenetelmä, joka perustuu liikkuvan faasin ja paikallaan olevan eli stationäärin faasin käyttöön. Kaasukromatografia on kromatografinen menetelmä, jossa analysoitavia yhdisteitä kuljettava faasi on kaasu ja stationäärinen faasi on yleensä esimerkiksi neste tai polymeeri, joka on pakattu kolonniin. Kaasunestekromatografiassa stationäärinen faasi on imeytetty kiinteään kantajafaasiin, kun taas kapillaari-kaasukromatografiassa kolonnissa on pelkkä stationäärinen nestefaasi. Kaasu-kiinteäkromatografiassa on vain stationäärinen kiinteä faasi.<sup>8,9</sup>

Eri yhdisteet kulkeutuvat kolonnissa eri nopeuksilla. Seoksen komponentit erottuvat kolonnissa ja saapuvat detektoriin yksitellen. Aikaa, joka kuluu injektioinnista detektoriin saapumiseen, kutsutaan retentioajaksi. Kun yhdiste saapuu detektoriin, se aiheuttaa näkyvän piikin kromatogrammissa. Mitä suurempi piikki on, sitä enemmän kyseistä yhdistettä näyteseoksessa on.<sup>8,9</sup>

Näyteseoksen yhdisteiden tulee olla helposti höyrystyviä. Kolonnin lämpötilan tulee olla riittävän korkea, että seoksen kaikki komponentit höyrystyvät välittömästi injektioinnin jälkeen. Lämpötila ei kuitenkaan saa olla niin korkea, että komponentit hajoavat.<sup>9</sup>

Useita yhdisteitä ei voi analysoida sellaisenaan kaasukromatografilla, vaan ne täytyy ennen analyysia muuttaa esimerkiksi helposti höyrystyvään muotoon. Esimerkiksi rasvahapot ovat erittäin huonosti höyrystyviä, mutta ne voidaan muuttaa metyloinnin avulla metyyliesterimuotoon. Rasvahappojen metyyliesterijohdannaiset ovat helposti höyrystyviä ja soveltuvat hyvin analyysiin. Johdannaismuotoon muuttamisella voidaan saada myös muita hyötyjä, kuten lämmönkestävyyden nousu ja erottumisen tehostuminen, eli selkeämmät piikit kromatogrammissa.<sup>9</sup>

Näyteseoksen yhdisteiden erottumista toisistaan voidaan kontrolloida vaihtamalla kolonnityyppiä ja muuttamalla analyysin parametreja, kuten lämpötilaa ja kantajakaasun virtausnopeutta. Mikäli useammalla kuin yhdellä seoksen komponentilla on lähes sama retentioaika, parametrien muuttaminen tai kolonnin vaihtaminen voi olla tarpeen, jotta piikit erottuvat paremmin toisistaan. Eri komponentit voidaan tunnistaa analysoimalla ensin kyseisten yhdisteiden standardiliuokset. Standardin avulla saadaan määritettyä retentioaika tietylle yhdisteelle, ja jos varsinaisessa näyteseoksessa on kyseistä yhdistettä, sillä on kromatogrammissa sama retentioaika.<sup>9</sup>

## 3.2 Laitteisto

Kaasukromatografilaitteisto koostuu useimmiten seuraavanlaisesta laitekokonaisuudesta: kantajakaasun säätely, injektor, kolonni, uuni ja detektor. Lisäksi laitteisto on yleensä liitetty tietokoneeseen tulosten käsittelyn helpottamiseksi.

### 3.2.1 Kantajakaasu ja sen säätely

Kantajakaasu toimii liikkuvana faasina ja kuljettaa höyrystyneen näytteen kolonnissa eteenpäin detektorille. Kaasun valinnalla ja virtausnopeutta säätelemällä voidaan vaikuttaa eri komponenttien erottumiseen kolonnissa. Kantajakaasu voi myös vaikuttaa detektorin toimintaan, joten oikean kaasun

valitseminen on tärkeää. Kantajakaasun tulee olla inertti kaasu, joka ei reagoi kolonnin materiaalien tai näytekomponenttien kanssa. Kantajakaasun virtaus täytyy olla tarkoin säädetty oikeaan arvoon, eikä virtausnopeus saa vaihdella.<sup>8,9</sup>

Yleisesti käytettyjä kantajakaasuja ovat mm. helium, vety, typpi, argon ja hiilidioksidi. Komponenttien erottumiseen vaikuttaa kaasun diffuusiovakio. Kaasuilla, joilla on pieni diffuusiovakio, saadaan parempi erotustehokkuus. Viskositeetin ja diffuusiovakion suhteen tulee olla myös mahdollisimman pieni ja tästä syystä helium ja vety ovat suositeltuja ja yleisimmin käytettyjä kantajakaasuja. Vetyä käytettäessä täytyy kuitenkin huomioida myös sen räjähdysvaarallisuus.<sup>8,9</sup>

Kantajakaasun puhtauden tulee olla vähintään 99,99 %, mutta usein se on jopa 99,999 %. Tämän lisäksi kaasu voidaan vielä ennen analyysijä ajaa erilaisten molekyyli-suodattimien ja silikageelin läpi parhaan mahdollisen puhtauden takaamiseksi. Epäpuhtaudet, kuten esimerkiksi ilma, vesihöyry ja hiilivedyt voivat aiheuttaa reaktioita näyteseoksessa tai vaikuttaa detektorin toimintaan ja näin ollen antaa vääriä tuloksia. Epäpuhtaudet voivat myös pitkällä aikavälillä vaikuttaa kolonnin toiminnan heikkenemiseen.<sup>8,9</sup>

### 3.2.2 Injektori

Injektori on laite, jonka avulla saadaan näyte siirrettyä kolonniin. Yleisemmin käytetty injektorin on S/SL- injektorin (split / splitless). Näyte ruiskutetaan mikrolitraruiskulla injektoriin. Injektorissa olevan kammion lämpötila on säädetty riittävän korkeaksi näytteen höyrystämiseksi. Splitless-tilassa toimiessaan kantajakaasu ottaa koko höyrystyneen näytteen mukaansa kolonniin. Tätä käytetään usein, kun tutkittavan näytteen komponenttien konsentraatiot ovat pieniä. Split-tilaa käytetään, kun konsentraatiot ovat suuria, ja osa näytteestä poistetaan erillisen venttiilin kautta ennen kolonniin injektointia.<sup>8,9</sup>

Näyte voidaan myös syöttää kolonniin ilman lämmitystä tai sen kiehumispisteen alla olevassa lämpötilassa. Tämän jälkeen kolonnin lämmitetään, kunnes

näyteliuos höyrystyy ja analyysi voi alkaa. Tätä menetelmää voidaan käyttää komponenteille, jotka ovat herkkiä korkeille lämpötiloille.<sup>9</sup>

### 3.2.3 Kolonni ja uuni

Parhaimman erotustehokkuuden saavuttamiseksi täytyy valita oikea stationäärifaasi, oikea liikkuvan faasin nopeus ja optimaalinen uunin lämpötila. Oikean laitteiston valinnassa tulee huomioida mm. stationäärisen faasin kalvon paksuus, joka vaikuttaa erotustehokkuuteen ja nopeuteen. Lisäksi uunin tulee soveltua erilaisille lämpötilaohjelmille, joissa lämpötilan säätö on nopeaa ja tarkkaa. Laitteisto on hyvä testata ennen varsinaisia analyysejä standardiliuoksilla, jotta voidaan varmistua laitteiston soveltuvuudesta kyseisille komponenteille.<sup>8,9</sup>

Kapillaarimuodossa olevien kolonnien sisähalkaisija on yleensä 0,2-0,7 mm ja pituus 10-100 m. Kapillaarikolonnissa stationäärifaasi on kiinnitetty kolonnin sisäpinnalle. Stationäärifaasilla pakattu kolonni voi olla myös valmistettu lasista tai metallista ja tällöin sen sisähalkaisija on tyypillisesti 2-6 mm ja pituus 1-3 m. Kaasu-nestekromatografiassa (GLC) stationäärifaasina toimii immobilisoitu neste tai polymeeri, mikä tarkoittaa sitä, että kolonnissa on partikkeleita, jotka on päällystetty stationäärifaasilla. Stationäärifaasi voi olla myös täysin kiinteä, jolloin puhutaan kaasu-kiinteäkromatografiasta (GSC). Kiinteä faasi voi olla esimerkiksi molekyylisuodatin tai hiiltä.<sup>9</sup>

Komponenttien erottumiseen kolonnissa vaikuttaa myös lämpötila ja höyrynpaine. Tästä syystä analyyseissä käytetään usein tasaisen lämpötilan sijaan muuttuvaa lämpötilaohjelmaa. Lämpötilaa muuttamalla saadaan muutettua komponenttien etenemisnopeutta ja näin ollen tehostettua erottumista. Näin voidaan myös nopeuttaa kaikkein hitaimpien komponenttien etenemistä ja analyysin kokonaisaikaa saadaan nopeutettua. On erittäin tärkeää, että uuni pystyy noudattamaan tarkkaan määrättyä lämpötilaohjelmaa, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia. Lämpötilaohjelman tarkkuuden tulee olla alle 0,1 °C.<sup>9</sup>



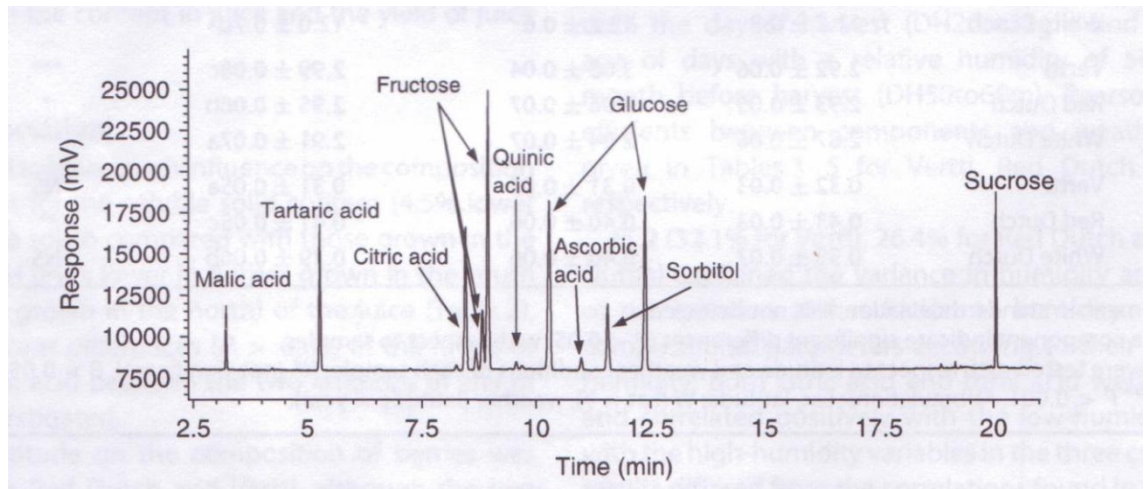
### 3.2.4 Detektori

Detektori reagoi kolonnista ulos tulevaan höyryyn. Detektorin toiminnassa tulee ottaa huomioon, että seoksessa olevien komponenttien konsentraatiot eivät ole liian pieniä, jotta ne eivät sekoittuisi kromatogrammissa pohjaviivan taustakohinaan. Muodostuneen piikin tulisi olla vähintään kaksinkertainen pohjaviivan kohinaan verrattuna.<sup>8,9</sup>

Yleisimmin käytetty detektori on liekki-ionisaatiodetektori (FID). Ionisaatiodetektori ionisoi saapuvan kaasuvirran, ja syntynyt virta rekisteröidään. Tämä sopii hyvin käytännössä kaikille orgaanisille yhdisteille, eikä se reagoi veteen, hiilidioksidiin tai muihin kantajakaasun epäpuhtauksiin. Tällöin pohjaviiva on hyvin tasainen. Myöskään lämpötilan tai kantajakaasun virtausnopeuden vaihtelut eivät vaikuta merkittävästi pohjaviivaan. Sillä on myös hyvä lineaarisuus, eli se antaa oikean signaalin sekä laimeille että väkevämmille konsentraatioille.<sup>9</sup>

### 3.2.5 Kromatogrammin käsittelyohjelmisto

Laitteisto siirtää saadun kromatogrammin useimmiten suoraan tietokoneen ohjelmistolle, jonka avulla kromatogrammia voidaan tulkita. Kromatogrammissa näkyy pohjaviiva ja komponenttien aiheuttamat piikit. Esimerkki mustaherukkamehun kromatogrammista on esitetty kuvassa 3. Kromatografi ei itsessään tunnista eri komponentteja, vaan ne pitää tunnistaa standardiliuosten avulla. Kun standardiliuksella ja tietyllä piikillä on kromatogrammeissa sama retentioaika, voidaan tästä päätellä, että kyseessä on todennäköisesti sama yhdiste. Kun tiedetään standardiliuoksen konsentraatio ja sen aiheuttaman piikin pinta-ala, voidaan tästä laskea näytteessä olevan yhdisteen konsentraatio.<sup>8,9</sup>



Kuva 3 Esimerkki mustaherukkamehun kromatogrammista <sup>10</sup>

Tiettyjen yhdisteiden muodostamat piikit voivat olla kromatogrammissa niin lähellä toisiaan, että aina ei voida määrittää, mistä toinen piikki alkaa ja mihin toinen loppuu. Tällaisessa tilanteessa on syytä tehostaa erottumista esimerkiksi kantajakaasun virtausnopeutta tai lämpötilaohjelmaa muuttamalla. Myös kolonnin vaihtaminen voi olla tarpeen. <sup>9</sup>

## 4 AISTINVARAISEN ARVIOINNIN KUVAILEVAT MENETELMÄT

Elintarvikkeen aistinvaraisessa arvioinnissa näytettä tutkitaan ihmisen eri aistien avulla. Aistittavaan laatuun vaikuttaa mm. maku, haju, suutuntuma, ulkonäkö ja rakenne. Aistinvarainen arviointi on edelleen hyvin tärkeä osa elintarvikkeiden tuotantoprosessissa. Vaikka muut analyttiset menetelmät ja laitetekniikka ovat kehittyneet, ne eivät ole pystyneet syrjäyttämään aistinvaraista arviointia. Vaikka analyttisiä menetelmiä käytettäessä ei huomattaisi merkittävää muutosta näytteen laadussa, ihminen voi silti huomata eron esimerkiksi maussa tai hajussa.<sup>11,12</sup>

Aistinvaraista arviointia voidaan käyttää esimerkiksi raaka-aineiden ja lopputuotteen laadun tarkkailussa. Myös varastonäytteitä tutkitaan aistinvaraisesti, jotta voidaan varmistua, että tuote säilyy käyttökelpoisena koko sen varastointi- ja myyntiajan. Aistinvarainen arviointi on tärkeä osa uusien elintarvikkeiden kehitystä ja sitä käytetään myös kilpailevien tuotteiden tarkkailussa. Suuri osa kehitettävistä tuotteista ei pääse edes markkinoille asti, vaan ne hylätään jo kehitysvaiheessa aistinvaraisen arvioinnin seurauksena.<sup>11,13</sup>

### 4.1 Arviointiraati

Koehenkilöillä tulee olla normaali haju- ja makuaistin herkkyys, joita voi tehostaa koulutuksen avulla. Yliherkkyys jollekin tietylle maulle tai hajulle voi olla haitta. Henkilön iällä ei ole merkitystä raadin valinnassa, joten kaikenikäiset jäsenet voidaan hyväksyä raatiin.<sup>11</sup>

Miehet ja naiset saattavat reagoida eri tavalla tiettyihin hajuihin, joita esiintyy esimerkiksi kosmetiikkateollisuudessa, mutta elintarviketeollisuudessa tällaiset hajut ovat harvinaisia. Sukupuolella ei ole käytännössä merkitystä elintarvikkeiden aistinvaraisessa arvioinnissa.<sup>11</sup>

Ennen arviointia ei saisi syödä tai juoda mitään voimakkaan makuista, josta saattaa jäädä sivumakuja. Myös tupakointia ja voimakkaiden kosmetiikkatuotteiden käyttämistä on vältettävä. Mikäli koehenkilöllä on jokin tilapäinen aisteihin vaikuttava sairaus, kuten esimerkiksi flunssa, on osallistumista testeihin vältettävä.<sup>11</sup>

#### 4.2 Arviointilaboratorio

Aistinvarainen arviointi vaatii tarkkaa keskittymistä, joten kaikkien ulkoisten ärsykkeiden minimoiminen on tärkeää. Arviointitila tulee olla äänieristetty ja mahdollisimman hajuton. Valaistus saattaa myös vaikuttaa tiettyjä tuotteita arvioitaessa, joten valaistuksen on hyvä olla säädeltävissä halutunlaiseksi. Koehenkilöt tulee eristää toisistaan siten, etteivät he voi kommunikoida keskenään arviointien aikana.<sup>11</sup>

Näytteiden välillä koehenkilö nollaa aistinsa useimmiten huuhtelemalla suunsa vedellä. Veden tulee olla esimerkiksi aktiivihiihliuodatettua, jolloin mahdolliset sivumaut saadaan poistettua.<sup>11</sup>

#### 4.3 Henkilöstö

Henkilöstön tulee olla koulutettu, kuten missä tahansa muussa kemian alan laboratoriossa. Analyysien valmisteluun kuuluu usein erilaisten liuosten valmistusta, ja oikeiden pitoisuuksien laskeminen ja oikeat työmenetelmät ovat hyvin tärkeitä.<sup>11</sup>

#### 4.4 Näytteet

Eri arvioijien saamien näytteiden välillä ei saisi olla eroavaisuuksia. Rinnakkaisnäytteillä tulisi olla mahdollisimman samankaltainen muoto, väri ja ulkonäkö. Myös näytemäärä kullekin arvioijalle tulee olla sama. Näytteen lämpötilalla on merkittävä vaikutus mm. hajun ja maun voimakkuuteen, joten

kaikkien näytteiden tarjoilulämpötilan tulee olla sama. Näytettä tulee olla riittävästi, jolloin arvioija saa hyvän kuvan näytteen kokonaisuudesta. Näytteet tulee esittää arvioijalle täysin satunnaisessa järjestyksessä. Näytteiden nimeämisessä käytetään usein kolminumeroista numerointia, joka on arvottu satunnaisesti.<sup>11,12</sup>

#### 4.5 Näytteiden lukumäärä

Kerralla arvioitavien näytteiden lukumäärä riippuu vahvasti näytteiden laadusta. Esimerkiksi hyvin mausteisia tai voimakkaita näytteitä voi arvioida kerralla vain yhden. Miedompia näytteitä voi arvioida useampia kerralla, mutta on otettava huomioon, että ihmisen aistit turtuvat vähitellen aistinvaraisen arvioinnin aikana. Näytemäärän kasvaessa loppupään näytteille aistimukset eivät välttämättä ole niin tarkkoja kuin ensimmäisille näytteille. Mikäli näytteestä tarkastellaan vain ulkonäköä, näytteitä voi olla kerralla arvioitavana huomattavasti enemmän.<sup>11,13</sup>

#### 4.6 Vastauslomakkeet ja ohjeistus

Vastauslomakkeiden tai käytetyn tietokoneohjelmiston tulee olla mahdollisimman selkeä, jotta väärinkäsityksiltä vältytään. Näytteet annetaan arvioijalle samassa järjestyksessä kuin ne ovat merkitty lomakkeisiin. Vastaamisessa voidaan käyttää myös tietokonetta ja erityisesti aistinvaraiseen tutkimukseen kehitettyä ohjelmistoa.<sup>11,12</sup>

#### 4.7 Kuvailevat menetelmät

Kuvaileva menetelmä on aistinvaraisen arvioinnin analyttinen menetelmä, jossa koulutettu raati arvioi näytteiden aistittavien ominaisuuksien voimakkuutta. Kuvailevilla menetelmillä voidaan määrittää tuotteelle aistinvaraisen laadun kokonaiskuva. Kuvailevilla menetelmillä voidaan tutkia makua, hajua, ulkonäköä ja rakennetta. Näiden perusteella pystytään muodostamaan näytteelle

ominaisuusprofiili. Ominaisuuksien kvantitatiivinen määrittäminen onnistuu myös kuvailevilla menetelmillä.<sup>12,13</sup>

Arviointiraati tulee kouluttaa ennen varsinaisia arviointeja. Henkilöiden aistien herkyys tulisi olla hyvällä tasolla tutkittavien ominaisuuksien osalta. Raadin tulisi koostua vähintään 10 henkilöstä tilastollisen tarkastelun luotettavuuden takaamiseksi. Arvioijan tulee olla mahdollisimman objektiivinen arvioinneissaan, eivätkä esimerkiksi erilaiset ennakkokäsitykset saa vaikuttaa arviointeihin. Mikäli henkilöllä on jotain tarkempaa ennakkotietoa testattavasta tuotteesta, kyseisen henkilön ei tule osallistua tähän arviointiin.<sup>12,13</sup>

Koulutuksen tarkoituksena on tutustuttaa arviointiraati käytettäviin menetelmiin ja tutkittaviin ominaisuuksiin. Koulutusvaiheessa raati kokoontuu samaan tilaan arvioimaan vertailunäytteitä ja keskustelemaan tuloksistaan. Vertailunäytteiden avulla voidaan määrittää kiintopisteet tietyille voimakkuuksille. Esimerkiksi käytettäessä asteikkoa 0-10, missä 10 on voimakkain mahdollinen aistimus ja 0 on pienin mahdollinen aistimus tai ei aistimusta ollenkaan. Tällöin hieman laimeampi vertailunäyte voidaan asettaa asteikolle kohtaan 4, ja hieman voimakkaampi näyte kohtaan 7. Arvioijat voivat näitä kiintopisteitä apunaan käyttäen määrittää tutkittavan näytteen voimakkuuden tietyn ominaisuuden suhteen. Kun käytetään vertailunäytteitä ja vastaavia kiintopisteitä, niin näin saadaan yhtenäistettyä raadin arviointeja.<sup>12,13</sup>

Koulutuksen aikana on tärkeää saada raadin jäsenille itsevarmuutta omiin arviointeihinsa. Kouluttamattomalla raadilla tulokset saattavat olla usein melko hajanaisia, kun taas koulutetulla raadilla tulokset ovat yhtenäisempiä. Mikäli arviointien välillä on pitkiä taukoja, saattaa lisäkoulutus olla tarpeen ennen seuraavia arviointeja. Kullekin tuoteryhmälle järjestetään erillinen koulutus, jossa tutustutaan juuri kyseiseen tuoteryhmään ja sen aistittaviin ominaisuuksiin.<sup>12,13</sup>

## 5 ENTSYMIKÄSITELLYN MEHUN VALMISTUS

Kaikki marjat olivat MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus) Piikkiön vuoden 2010 satoa. Työssä tutkittiin kaikkiaan viiden eri lajikkeen ominaisuuksia. Mehua valmistettiin suhteellisen pieni määrä laboratoriomittakaavassa, koska marjoja oli saatavilla rajoitetusti. Mehun määrä mitoitettiin niin, että se riitti juuri sopivasti aistinvaraiseen arviointiin ja kromatografiseen analyysiin.

### 5.1 Marjalajikkeet

Kaikkien muiden paitsi Ola- lajikkeen kasvatuksessa käytettiin erillistä kastelua.

Mortti: On ollut markkinoilla vuodesta 1989 lähtien. Yleisimmin suomessa viljelty lajike, joka soveltuu hyvin modernille mekaaniselle poiminnalle.<sup>14</sup>

Marski: Mortin ja Hedda- lajikkeiden risteytys. Marja on suurempi kuin Mortilla ja lajike on melko uusi.<sup>14</sup>

Mikael: MTT Piikkiön vuonna 2011 rekisteröimä lajike. Maultaan hyvin makea ja saattaa olla tulevaisuudessa hyvinkin suosittu lajike.<sup>14</sup>

Jaloste 15: Ollut testauksessa viimeiset 10 vuotta ja on osoittautunut sietämään hyvin talvea ja tuottaa suurimman sadon. Saattaa tulla markkinoille vielä vuoden 2013 aikana. Voimakas aromi.<sup>14</sup>

Ola: On ollut markkinoilla vuodesta 1995 lähtien. Wellington XXX ja Lepään Musta- lajikkeiden risteytys. Ei ole saavuttanut suurta suosiota.<sup>14</sup>

## 5.2 Marjojen esikäsittely

Punnittiin 410 g pakastettuja marjoja lajikekohtaisesti. Lämmitettiin marjoja mikroaaltouunissa 1,5 minuuttia 350 W teholla. Sekoitettiin lusikalla ja toistettiin käsittely vielä kolme kertaa.

Murskattiin marjoja sauvasekoittimella 30 sekunnin ajan. Punnittiin 380 g marjasosetta 4 litran minigrip -pussiin. Laskettiin näytepuski 45 °C:een vesihauteeseen ja pidettiin näytettä vesihauteessa, kunnes sen lämpötila oli noussut 45 °C:een lämpötilaan.

Nostettiin näytepuski pois vesihauteesta ja lisättiin entsyymiliuos. Lisättävän entsyymin määrä oli 0,15 mg entsyymiä / g näytettä. Pussin sisältö sekoitettiin lusikalla. Entsyymien kokonaismäärä näytteessä oli 57 mg. Entsyyminä käytettiin Pectinase 714L -entsyymiä, jonka koostumus oli 33 % polygalakturonaasia, 33 % pektinaasia ja 33 % Beta-glukanaasia.

Asetettiin näyte takaisin vesihauteeseen ja annettiin sen lämmitä takaisin 45 °C:een lämpötilaan. Jatkettiin lämmitystä 4 tuntia siitä hetkestä, kun lämpötila oli noussut takaisin 45 °C:een entsyymien lisäyksen jälkeen. Lämpötilaa seurattiin tallentavalla lämpömittarilla, jonka avulla näytteen lämpötilakäyrän hyväksyttävyyden varmistettiin inkuboinnin jälkeen. Käytetty entsyymi toimii parhaiten 45-55 °C:een lämpötilassa. Lämpötila haluttiin pitää mahdollisimman alhaisena, jotta se vaikuttaisi näytteeseen mahdollisimman vähän.

## 5.3 Mehun puristus

Mehun puristus suoritettiin välittömästi inkuboinnin jälkeen. Punnittiin 350 g entsyymikäsiteltyä marjasosetta. Puristuksessa käytettiin levypuristinta, jonka suodattimena oli kaksi vaippaharsoa päällekkäin suodattamaan suurimmat kiinteät partikkelit ja siemenet.

Kaadettiin marjasose puristimeen ja lisättiin puristuspainetta 1,5 minuutin aikana arvoon 200 kg / cm<sup>2</sup> ja annettiin olla tässä paineessa vielä 30 sekuntia.



Valutettiin saatu mehu dekanterilasiin ja kaavittiin puristuksen jälkeen vielä puristimen sisälle jäänyt mehu samaan astiaan. Punnittiin saatu mehu. Laskettiin saatujen tulosten perusteella saanto. Tehtiin esikäsittely ja puristus kullekin lajikkeelle 2-5 kertaa saatavilla olevien marjojen määrästä riippuen. Sekoitettiin saman lajikkeen puristuserät yhteen astiaan ja mitattiin pH. Pakastettiin näytteet -20 °C:een lämpötilassa ja pidettiin niitä siellä analyysihin asti.

## 6 AISTINVARAISEN ARVIOINNIN TOTEUTUS

Tutkimusta mainostettiin Turun yliopiston biokemian ja elintarvikekemian laitoksen ja Turun ammattikorkeakoulun Lemminkäisenkadun toimipisteen ilmoitustauluilla. Raati koostui pääasiassa elintarvikekemian laitoksen henkilökunnasta ja opiskelijoista, sekä Funktionaalisten elintarvikkeiden kehittämiskeskuksen henkilökunnasta. Aiempaa kokemusta ei edellytetty, mutta suurin osa raadin jäsenistä oli osallistunut aistinvaraisiin arviointeihin aikaisemmin. Koulutus tapahtui osana suurempaa mustaherukkamehujen tutkimusprojektia. Koulutukseen osallistui kaikkiaan 17 henkilöä, joista neljä ei osallistunut tutkimuksen tähän osaan ja lopullinen raati koostui 13 henkilöstä.

### 6.1 Arviointiraadin koulutus

Koulutus koostui kahdesta erillisestä koulutuskerrasta ja se toteutettiin noin viiden hengen pienryhmissä. Koulutuksessa raadin jäsenet totutettiin mustaherukkamehujen sisältämiin eri makuihin ja hajuihin. Hajuominaisuuksista arvioitiin mehumainen tuoksu, raikkaus ja hajun kokonaisvoimakkuus. Makuominaisuuksista arvioitiin happamuus, makeus ja karvas. Lisäksi arvioitiin kahta erilaista suutuntumaan vaikuttavaa astringoivaa ominaisuutta. Astringoivuus voi olla esimerkiksi suuta kuivattava tai supistava tunne. Loput suussa aistittavat ominaisuudet olivat täyteläisyys, marjaisuus, maun kokonaisvoimakkuus ja jälkimaku.

Koulutusta varten valmistettiin perusmauista ja suutuntumaan vaikuttavista ominaisuuksista makuliukset vertailunäytteiksi. Hajuja arvioitaessa vertailunäytteinä käytettiin kahta erilaista mustaherukkamehua. Toinen oli kaupallinen, makeuttamaton mehu ja toinen tuorepuristettu ns. extra virgin -mehu.

Mitta-asteikkona käytettiin jana-asteikkoa asteikolla 0-10, missä 0 oli erittäin mieto aistimus ja 10 erittäin voimakas aistimus. Ensimmäisellä koulutuskerralla

raati tutustutettiin vertailunäytteisiin ja makuliukoisiin. Jäsenet saivat itsenäisesti maistella ja haistella vertailunäytteitä, minkä jälkeen he merkitsivät havaitsemansa aistimukset vastauslomakkeen asteikolle. Tämän jälkeen tuloksista keskusteltiin yhdessä ja vertailtiin tuloksia toisiinsa. Koulutuksen päätavoitteena oli saada eri jäsenten arvioinnit vertailunäytteistä mahdollisimman yksimielisiksi. Vertailunäytteille asetettiin asteikolle tietyt kiintopisteet, joihin varsinaisia näytteitä voi verrata.

Toisella koulutuskerralla oli vertailunäytteiden lisäksi neljä eri mehunäytettä, jotka arvioitiin itsenäisesti. Arviointien jälkeen keskusteltiin jälleen tuloksista arviointien yhtenäisyyden takaamiseksi. Keskustelu tässä vaiheessa on tärkeää, koska eri jäsenet voivat kokea saman näytteen hyvin eri tavalla.

## 6.2 Arviointilaboratoriot

Arvioinnit suoritettiin kahdessa eri laboratoriossa. Toinen sijaitsi Turun yliopiston biokemian ja elintarvikekemian laitoksella (Vatselankatu 2, 20014 Turun yliopisto) ja toinen Funktionaalisten elintarvikkeiden kehittämiskeskuksessa (Itäinen pitkäkatu 4 A, 20014 Turun yliopisto). Laboratoriot ovat standardoitu ISO 8589:2007- standardin mukaan.

Arviointipisteet olivat järjestetty niin, että suurin osa ulkoisista ja ylimääräisistä ärsykkeistä pystyttiin minimoimaan ja saatavilla oli myös aktiivihillisuodatettua vettä. Jokaisella arviointipisteellä oli tietokone, johon jäsenet kirjasiivat tuloksensa.

## 6.3 Arvioinnin suoritus

Tarvittava määrä näytteitä sulatettiin ennen arviointeja. Tarjottimelle aseteltiin lasillinen vettä ja vehnäkeksi makuainin neutraloimiseksi, sekä kaikki koulutuksessa mukana olleet vertailunäytteet. Varsinaisia näytteitä annosteltiin 20 ml näytteen riittävyyden takaamiseksi. Näytteet kaadettiin 100 ml dekantterilaseihin, joihin asetettiin kellolasi päälle kanneksi. Kaikki viisi näytettä

arvioitiin yhdellä arviointikerralla, ja tämän lisäksi suoritettiin vielä kaksi rinnakkaisarviointia.

Näytteet oli numeroitu satunnaisesti kolminumeroisella numerosarjalla ja näytteiden esillepano oli sattumanvaraista. Numerointi ja esillepano muuttui kullakin arviointikerralla. Raati kirjasi tuloksensa tietokoneelle käyttäen Compusense® 5.2 -tietokoneohjelmaa. Tietokoneohjelma sisälsi kaikki tarvittavat ohjeet arvioinnin suorittamiseksi ja lisäksi henkilökunta avusti tarvittaessa.

#### 6.4 Arvioitavat ominaisuudet

Varsinaisissa arvioinneissa keskityttiin mehujen makuominaisuuksiin ja hajuominaisuudet jätettiin kokonaan pois. Arvioitavat ominaisuudet ja niiden määrittelyt olivat:

Happamuus: Kielellä aistittava hapan ominaisuus

Makeus: Kielellä aistittava makea ominaisuus

Karvaus: Kielellä aistittava karvas ja kitkerä ominaisuus

Astringoivuus A: Suuta ja kieltä pehmeästi kuivattava ja peittävä tunne

Astringoivuus B: Suuta vetävä, supistava ja rutistava tunne

Maun kokonaisvoimakkuus: Näytteestä aistittavien kaikkien makujen muodostaman kokonaisuuden yhteisvoimakkuus

Marjaisuus: Mustaherukkaisen ja marjaisan maun voimakkuus näytteissä

Täyteläisyys: Rungas ja monipuolinen makuominaisuus ja tunne suussa. Vastakohtana vetinen, laimea ja yksinkertainen.

Jälkimaku: Näytteestä nielemisen jälkeen aistittavien kaikkien makujen muodostaman kokonaisuuden yhteisvoimakkuus.

## 6.5 Compusense® 5.2 -tietokoneohjelma

Compusense® 5.2 on aistinvaraisen arvioinnin toteuttamiseen kehitetty tietokoneohjelmisto. Ohjelman avulla luotiin arvioinnin ohjeistus ja määritettiin näytteiden satunnaisnumerointi sekä esillepano. Kuvassa 4 on esimerkki näytteiden numeroinnista ja esillepanosta kullekin arviointipisteelle. Eri arviointikertojen tulokset voitiin helposti koota yhtenäiseksi kokonaisuudeksi, josta määritettiin tutkimuksen lopputulokset.

Blinding Codes for Session 2			
Sample Number	Blinding Code	Product Code	Product Name
1	821	1a	separoimaton EV-mehu
2	978	1b	separoitu EV-mehu
3	123	2	puristekakkumehu
4	855	3	entsyymimehu

Layout for Session 2										
Sample Set	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>STATION:1</b>										
1	4-855	3-123	2-978	1-821						
6	2-978	3-123	4-855	1-821						
11	1-821	2-978	4-855	3-123						
16	3-123	1-821	2-978	4-855						
<b>STATION:2</b>										
2	2-978	1-821	3-123	4-855						
7	2-978	4-855	1-821	3-123						
12	2-978	1-821	3-123	4-855						
17	4-855	3-123	2-978	1-821						
<b>STATION:3</b>										
3	2-978	1-821	3-123	4-855						
8	1-821	2-978	3-123	4-855						
13	1-821	3-123	4-855	2-978						
18	1-821	2-978	4-855	3-123						
<b>STATION:4</b>										
4	1-821	4-855	2-978	3-123						
9	3-123	1-821	2-978	4-855						
14	2-978	1-821	4-855	3-123						
<b>STATION:5</b>										
5	3-123	1-821	4-855	2-978						
10	1-821	3-123	4-855	2-978						
15	1-821	2-978	4-855	3-123						

Kuva 4 Esimerkki näytteiden numeroinnista aistinvaraisessa arvioinnissa

## 7 MEHUIEN ANALYYSINTI

### KAASUKROMATOGRAFILLA

Kromatografinen analyysi suoritettiin kolmessa eri vaiheessa. Ensin valmistettiin näytteet analyysiä varten, minkä jälkeen suoritettiin itse analyysi. Analyysien jälkeen laskettiin lopulliset tulokset.

#### 7.1 Näytteiden valmistus

Koeputkeen pipetoitiin 0,25 ml mehunäytettä, 0,25 ml sorbitolistandardia (0,50057 g / 100 ml), 0,25 ml viinihappostandardia (0,50003 g / 100ml) ja 4,25 ml mQ-vettä. Sekoitettiin näytettä 30 sekuntia Vortex Genie -laitteella keskinopeudella.

Sentrifugoitiin 5 minuuttia 3000 rpm nopeudella. Suodatettiin sentrifugoitu näyte 0,45 µm suodattimen (VWR, 0,45 µm, PTFE -kalvo) läpi.

Pipetoitiin 0,3 ml suodatettua liuosta 1,5 ml näytepulloon. Jokaisesta näytteestä tehtiin yhteensä neljä rinnakkaismääritystä.

Haihdutettiin liuotin pois noin 50 °C lämpötilassa typpivirtauksen avulla. Säilytettiin haihdutettuja näytteitä eksikaattorissa vähintään 12 tuntia ennen seuraavaa vaihetta.

Lisättiin 600 µl TriSil -reagenssia ja sekoitettiin 5 minuuttia Vortex Genie-laitteella alhaisella nopeudella. Inkuboitiin näytteitä 30 minuuttia 60 °C lämpötilassa.

## 7.2 Laitteisto ja analyysin parametrit

Käytettiin Hewlett-Packard 5890 Series II -kaasukromatografia, jossa oli liekki-ionisaatiotektori (FID). Kolonni oli Supelco Simplicity-1 fused silica column (pituus 30 m, sisähalkaisija 0,25 mm, kalvon paksuus 0,25 µm).

Kantokaasuna käytettiin Heliumia, jonka virtausnopeus oli 1,4 ml / min. Injektorin lämpötila 210 °C ja detektorin lämpötila 290 °C.

Kolonnin lämpötilaohjelma: 2 min 150 °C lämpötilassa, jonka jälkeen kolonnia lämmitettiin 210 °C lämpötilaan 4 °C / min nopeudella. Lopuksi kolonni lämmitettiin 275 °C lämpötilaan 40 °C / min nopeudella, ja annettiin olla tässä lämpötilassa 10 minuuttia. Näytemäärä oli 1 µl.

## 7.3 Korjauskertoimien määrittäminen

Ennen varsinaisten näytteiden analyysinä määritettiin kullekin tutkittavalle yhdisteelle sille ominainen korjauskertoimen, joka tulee huomioida lopullista näytteen konsentraatiota laskettaessa.

Valmistettiin standardiliuokset tutkittaville yhdisteille: Omenahappo (0,502 g / 100 ml), kiinihappo (0,503 g / 100 ml), askorbiinihappo (0,502 g / 100 ml), sitruunahappo (0,504 g / 100 ml), fruktoosi (0,508 g / 100 ml), glukoosi (0,508 g / 100 ml), sakkaroosi (0,509 g / 100 ml).

Lisäksi valmistettiin standardiliuokset, joita käytettiin sisäisinä standardeina: sorbitoli (0,506 g / 100 ml) ja viinihappo 0,520 (g / 100 ml). Sorbitolia käytettiin sisäisenä standardina sokereille (fruktoosi, glukoosi ja sakkaroosi) ja viinihappoa käytettiin sisäisenä standardina hapoille (omenahappo, kiinihappo, askorbiinihappo ja sitruunahappo)

Korjauskertoimet laskettiin kaavalla:  $k_a = \frac{C_s \cdot A_a}{C_a \cdot A_s}$ , missä  $k_a$  = korjauskerroin,

$C_s$  = sisäisen standardin konsentraatio,  $C_a$  = tutkittavan yhdisteen konsentraatio,  $A_s$  = sisäisen standardin pinta-ala,  $A_a$  = tutkittavan aineen pinta-ala.

Laskettiin korjauskertoimet:

$k_{\text{fruktoosi}} = 0,7523$ ,  $k_{\text{glukoosi}} = 0,9418$ ,  $k_{\text{sakkaroosi}} = 0,6860$ ,  $k_{\text{kiinihappo}} = 1,1516$ ,  
 $k_{\text{komenahappo}} = 0,8613$ ,  $k_{\text{sitruunahappo}} = 0,7705$ ,  $k_{\text{askorbiinihappo}} = 0,9934$ ,

#### 7.4 Tulosten laskeminen

Kun korjauskertoimet oli määritetty, voitiin tutkittavien yhdisteiden konsentraatiot laskea johtamalla kohdassa 7.2.2 mainitusta yhtälöstä seuraavanlaisen yhtälön:

$C_a = \frac{C_s \cdot A_a}{k_a \cdot A_s}$ . Tulokset ovat muodossa g / 100 ml mehunäytettä.



## 8 TULOKSET

Aistinvaraisesta arvioinnista ja kromatografisesta analyysistä saatujen tulosten keskiarvot ja keskihajonnat laskettiin käyttämällä Microsoft Excel 2007 - taulukkolaskentaohjelmaa.

### 8.1 Mehun saanto

Taulukossa 1 on esitetty eri marjalajikkeista puristettujen mehujen saanto ja pH-arvo.

Taulukko 1 Mehun saanto ja pH-arvo

Lajike	Saanto ja keskihajonta (%)	pH
Jaloste 15	72,5 ± 0,6	2,7
Mikael	77,1 ± 1,8	2,8
Ola	71,7 ± 2,7	2,9
Marski	73,6 ± 1,0	2,9
Mortti	71,1 ± 1,6	2,9

### 8.2 Kromatografisen analyysin tulokset

Tulokset ovat esitetty taulukoissa muodossa g / 100 ml näytettä. Näytteiden eri sokerien pitoisuudet on esitetty taulukossa 2. Näytteiden eri happojen pitoisuudet on esitetty taulukossa 3. Taulukossa 4 on sekä sokerien että happojen kokonaispitoisuudet. Kromatografisen analyysin kaikki tulokset ovat liitteessä 2.

Taulukko 2 Sokerien kromatografisen analyysin tulokset

Lajike	Fruktoosi	Glukoosi	Sakkarooosi
Jaloste 15	4,9 ± 0,1	4,5 ± 0,1	0,2 ± 0,0
Mikael	4,7 ± 0,0	4,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Ola	6,0 ± 0,1	4,8 ± 0,1	0,2 ± 0,0
Marski	4,2 ± 0,0	3,9 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Mortti	6,1 ± 0,1	5,7 ± 0,2	0,1 ± 0,0

Taulukko 3 Happojen kromatografisen analyysin tulokset

Lajike	Kiinihappo	Omenahappo	Sitruunahappo	Askorbiinihappo
Jaloste 15	0,03 ± 0,0	0,24 ± 0,0	3,8 ± 0,1	0,07 ± 0,0
Mikael	0,04 ± 0,0	0,16 ± 0,0	3,1 ± 0,0	0,05 ± 0,0
Ola	0,04 ± 0,0	0,16 ± 0,0	3,3 ± 0,0	0,16 ± 0,0
Marski	0,03 ± 0,0	0,14 ± 0,0	2,9 ± 0,0	0,03 ± 0,0
Mortti	0,05 ± 0,0	0,28 ± 0,0	3,2 ± 0,2	0,05 ± 0,0

Taulukko 4 Sokerit ja hapot yhteensä

Lajike	Sokereita yhteensä	Happoja yhteensä
Jaloste 15	9,6 ± 0,1	4,2 ± 0,1
Mikael	9,2 ± 0,1	3,3 ± 0,0
Ola	10,9 ± 0,1	3,6 ± 0,0
Marski	8,2 ± 0,0	3,1 ± 0,0
Mortti	11,9 ± 0,2	3,5 ± 0,2

### 8.3 Aistinvaraisen arvioinnin tulokset

Tulokset ovat esitetty taulukoissa asteikolla 0-10. 0 tarkoittaa pienintä mahdollista aistimusta tai ei aistimusta ollenkaan ja 10 tarkoittaa voimakkainta mahdollista aistimusta. Taulukossa 5 on esitetty kielellä aistittavien ominaisuuksien tulokset ja taulukossa 6 on esitetty muiden suussa aistittavien

ominaisuuksien tulokset. Kaikki aistinvaraisen arvioinnin tulokset ovat liitteessä 1.

Taulukko 5 Kielellä aistittavat ominaisuudet

Lajike	Happamuus	Makeus	Karvaus	Astringoivuus A	Astringoivuus B
Jaloste 15	7,1 ± 2,2	1,7 ± 1,6	5,8 ± 1,9	5,4 ± 2,1	5,8 ± 2,2
Mikael	6,1 ± 1,8	2,5 ± 1,6	4,8 ± 2,4	5,6 ± 2,1	5,3 ± 1,9
Ola	5,5 ± 2,1	2,8 ± 1,5	4,8 ± 2,2	5,9 ± 2,1	5,5 ± 1,7
Marski	5,9 ± 2,4	2,1 ± 1,4	5,7 ± 2,2	5,2 ± 2,0	5,1 ± 2,4
Mortti	5,4 ± 1,9	3,2 ± 1,7	4,2 ± 2,0	5,6 ± 1,9	5,0 ± 1,9

Taulukko 6 Muut suussa aistittavat makuominaisuudet

Lajike	Maun kokonaisvoimakkuus	Marjaisuus	Täyteläisyys	Jälkimaku
Jaloste 15	7,3 ± 1,4	4,6 ± 2,3	3,4 ± 1,6	6,7 ± 1,6
Mikael	6,4 ± 1,3	4,5 ± 1,9	3,5 ± 1,7	6,0 ± 1,3
Ola	6,3 ± 1,2	4,7 ± 1,6	4,1 ± 1,8	5,6 ± 1,3
Marski	6,6 ± 1,6	4,3 ± 2,2	3,3 ± 1,9	6,3 ± 1,5
Mortti	6,3 ± 1,4	4,9 ± 1,5	4,4 ± 1,8	5,6 ± 1,4

#### 8.4 Tulosten tilastollinen tarkastelu

Tulosten tilastollinen tarkastelu suoritettiin käyttämällä SPSS Statistics 17.0-ohjelmaa. Tilastollisessa tarkastelussa käytettiin yksisuuntaista varianssianalyysiä. Varianssianalyysin p-arvo oli alle 0,05. P-arvo ilmoittaa tulokseen liittyvän erehtymisriskin. Tässä tapauksessa erehtymisriski on alle 5 %.

Varianssianalyysin avulla voidaan päätellä, mitkä näytteet eroavat tilastollisesti merkittävästi toisistaan tutkittavan ominaisuuden osalta. Alla olevissa taulukoissa ovat kirjaimet ilmaisevat näytteiden samankaltaisuuden tai eroavaisuuden kyseisen ominaisuuden osalta. Mikäli eri näytteillä on sama

kirjain, se tarkoittaa, että näytteet ovat keskenään samankaltaisia. Esimerkiksi happojen yhteismäärää tutkittaessa voidaan havaita, että Mikael, Ola ja Mortti ovat keskenään samankaltaisia. Lisäksi Mikael ja Marski ovat keskenään samankaltaisia. Jaloste 15 eroaa kaikista muista näytteistä happojen kokonaismäärän osalta.

Sokerien varianssianalyysi on esitetty taulukossa 7 ja happojen varianssianalyysi on esitetty taulukossa 8. Sokerien ja happojen kokonaismäärän varianssianalyysi on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 7 Sokerien varianssianalyysi

Lajike	Fruktoosi	Glukoosi	Sakkaroosi
Jaloste 15	B	C	A
Mikael	B	D	B
Ola	A	B	A
Marski	C	E	B
Mortti	A	A	B

Taulukko 8 Happojen varianssianalyysi

Lajike	Kiinihappo	Omenahappo	Sitruunahappo	Askorbiinihappo
Jaloste 15	AB	B	A	B
Mikael	AB	C	CD	C
Ola	AB	C	B	A
Marski	B	D	D	D
Mortti	A	A	BC	C

Taulukko 9 Sokerien ja happojen varianssianalyysi

Lajike	Sokereita yhteensä	Happoja yhteensä
Jaloste 15	C	A
Mikael	D	BC
Ola	B	B
Marski	E	C
Mortti	A	B

Kielellä aistittavien makuominaisuuksien varianssianalyysi on esitetty taulukossa 10 ja muiden suussa aistittavien ominaisuuksien varianssianalyysi on esitetty taulukossa 11.

Taulukko 10 Kielellä aistittavien ominaisuuksien varianssianalyysi

Lajike	Happamuus	Makeus	Karvaus	Astringoivuus A	Astringoivuus B
Jaloste 15	A	C	A	A	A
Mikael	AB	ABC	AB	A	A
Ola	B	A	AB	A	A
Marski	AB	BC	A	A	A
Mortti	B	AB	B	A	A

Taulukko 11 Muiden suussa aistittavien makuominaisuuksien varianssianalyysi

Lajike	Maun kokonaisvoimakkuus	Marjaisuus	Täyteläisyys	Jälkimaku
Jaloste 15	A	A	A	A
Mikael	B	A	A	AB
Ola	B	A	A	B
Marski	AB	A	A	AB
Mortti	B	A	A	B

## 9 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin vain entsyymikäsiteltyjä mustaherukkamehuja. Saatuja tuloksia voidaan myöhemmin verrata käsittelemättömiin mehuihin, jolloin saadaan selville entsyymikäsitelystä vaikutukset mustaherukkamehujen ominaisuuksiin. Tietojen avulla esimerkiksi teollisuus voi jatkossa optimoida prosessejaan paremmin eri lajikkeille, kun lajikekohtaiset ominaisuudet ovat selvillä.

Tutkitut lajikkeet erosivat toisistaan merkittävästi sekä kemiallisen koostumuksen että aistinvaraisen laadun osalta. Suurimmassa osassa ominaisuuksista oli tilastollista vaihtelua, mutta tiettyjen aistinvaraisten ominaisuuksien osalta näytteet olivat keskenään samankaltaisia.

Maun kokonaisvoimakkuus ja jälkimaku oli kaikilla mehuilla melko korkea. Näihin saattoivat vaikuttaa esimerkiksi suhteellisen korkea happamuus, karvaus ja astringoivuus. Sokeripitoisuus korreloi melko hyvin aistitun makeuden kanssa.

## LÄHTEET

1. Nutrition facts in the food 2010. Black currant nutrition facts. Viitattu 11.6.2013 <http://www.nutrition-and-you.com/black-currants.html>
2. BlackCurrants 2007. Extensive information about black currants. Viitattu 11.6.2013 <http://www.black-currant.com/black-currant/>
3. FruitGateway. Black currant cultivation and winter chilling. Viitattu 11.6.2013 [http://www.fruitgateway.co.uk/blackcurrant\\_cultivation.asp](http://www.fruitgateway.co.uk/blackcurrant_cultivation.asp)
4. AgroProducts 2008. Black Currant. Viitattu 12.6.2013 <http://www.agriculturalproductsindia.com/fruits/fruits-blackcurrant.html>
5. University of Maryland Medical Center 2011. Vitamin C (Ascorbic acid). Viitattu 11.6.2013 <http://www.umm.edu/altmed/articles/vitamin-c-000339.htm>
6. Office of Dietary Supplements. National Institutes of Health. Vitamin A. Viitattu 11.6.2013 <http://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminA-HealthProfessional/>
7. Naturhistoriska Riksmuseet, Stockholm 1998. Viitattu 12.6.2013 <http://linnaeus.nrm.se/flora/di/grossularia/ribes/ribenigv.jpg>
8. Simonen, T. 1998. Orgaanisen kemian synteettiset työmenetelmät. s. 147-153. TummaVuoren kirjapaino Oy.
9. Braithwaite, A; Smith, F.J. 1999. Chromatographic methods. s. 165-254. Kluwer Academic Publishers
10. Zheng, J. 2009. Effects of latitude and weather conditions on sugars, fruit acids and ascorbic acid in currant (*Ribes sp.*) cultivars. Turun yliopisto
11. Jellinek, G.1990. Sensory Evaluation of Food – Theory and Practice. s. 17-36. Ellis Horwood Ltd.
12. Kemp, S; Hollowood, T; Hort, J. 2009. Sensory Evaluation A practical handbook. s. 11-117. Wiley-Blackwell Ltd
13. Stone, H; Sidel, J. 2004. Sensory Evaluation Practices. s. 69-246. Elsevier Academic Press.
14. CurrantFood –projektin tiedot MTT Piikkiön mustaherukkalajikkeista. 2012. Turun yliopisto

## Aistinvaraisen arvioinnin tulokset

ID	Arviointi	Näyte	Happamuus	Makeus	Karvaus	Astringoiuus A	Astringoiuus B	Kokonaisvoimakkuus	Marjaisuus	Täyteläisyys	Jälkimaku
1	1	Jaloste 15	7,1	2	2	4,9	3	4	4	3	4
2	1	Jaloste 15	8	0,9	5,3	3	6,9	8,4	4,2	4	8
3	1	Jaloste 15	7,1	2	8	7,1	4	8,9	4	5,1	10
4	1	Jaloste 15	7,8	1	2,5	5,7	3,7	7,2	3	3,3	5,3
5	1	Jaloste 15	8	0,4	7,1	6,9	6,4	8	1,5	1,1	8,4
6	1	Jaloste 15	9,6	0,3	6,2	7,2	9,4	8,4	2,8	0,9	9,1
7	1	Jaloste 15	8,9	0,5	8	8	8	6,6	0,9	2	6,4
8	1	Jaloste 15	9,4	3,1	6,6	5,3	5,2	9	6,7	5,1	6,3
9	1	Jaloste 15	4	3	2,8	4,8	5,7	6,2	4,4	2,3	5,8
10	1	Jaloste 15	9,5	1	6,4	2	2	4	3	1	4
11	1	Jaloste 15	5,1	3,5	4,3	2	3,4	6,4	7,4	5,2	6,2
12	1	Jaloste 15	0,3	0,3	6,2	5,6	5,9	7	9,8	5,6	7,7
13	1	Jaloste 15	6,2	6,2	8,1	8,1	8	8,9	5,8	3,6	8,1
1	2	Jaloste 15	7,1	2	4	5,8	6,9	6	6	5	5,1
2	2	Jaloste 15	8	1	5	4,3	5,7	9,2	5,1	5,4	8,4
6	2	Jaloste 15	9,5	1	7,3	8	9,4	6	0,9	2	9,4
5	2	Jaloste 15	5	1	6	6,3	6,9	7	4	2	7,1
10	2	Jaloste 15	8	0,2	7	2	2	5	3	1	3
8	2	Jaloste 15	8,1	3,2	6,6	6,8	7,1	8	3,5	2,9	6
7	2	Jaloste 15	8,9	0,2	8,9	6,5	6,4	6,9	1,5	3	6
11	2	Jaloste 15	6,1	1	2,3	2	4,4	6,4	6,5	3,6	6,5
4	2	Jaloste 15	8,1	1,9	2,9	5,5	4,8	8,1	4	3,2	5,8
9	2	Jaloste 15	6,4	3,5	7,3	5,7	3,6	7	5,7	4	5,8
3	2	Jaloste 15	8	0	7,1	6,4	5,1	8,5	3	2,9	8
12	2	Jaloste 15	0,1	0,1	6,5	5,8	7,3	8,6	7,8	6,1	8,1
13	2	Jaloste 15	5,1	5,1	4,9	8,1	6,1	7,6	6,7	2,7	7,9
1	3	Jaloste 15	6	2	3	5,1	6	6	6	6	6,1
2	3	Jaloste 15	8	0,3	7,2	5	6,8	8	4,2	4,9	7,4
6	3	Jaloste 15	9,4	1	7,2	7,2	8,6	6,2	2,2	0,8	8,5
3	3	Jaloste 15	7,1	0,6	8	4	7	8	3,5	3	7,1
5	3	Jaloste 15	8	1,5	8	7,6	7	8	2	2	8
9	3	Jaloste 15	4,3	3,7	5,5	6,2	6,3	7,9	4,4	4	4,8
12	3	Jaloste 15	9,6	0	5,3	5,3	8	9,9	9,3	6,1	5,8
11	3	Jaloste 15	5,2	3,7	4	0,6	1,4	6,4	8,1	6,1	5,4
8	3	Jaloste 15	8,9	3,2	5,4	6	6,8	8,4	6,6	3,1	5,4
10	3	Jaloste 15	9	0	6,3	4	2,5	7	7,1	2	7
4	3	Jaloste 15	7,3	0,9	2,5	0,9	0,9	7	3	2,5	4,9
13	3	Jaloste 15	8,1	4,7	7,1	5,3	7,1	9,4	7,2	2,8	8,2



7	3	Jaloste 15	7,5	1,5	7,5	8,4	8,4	6	2,3	4,4	7
1	1	Mikael	5,1	5	3,1	3	4	6	6,9	6	6
2	1	Mikael	3,5	4,9	2	2	4	5,8	7	6,1	4
3	1	Mikael	4,9	0,4	9,6	6,6	4	10	1	2	8,9
4	1	Mikael	7,6	0,8	2,8	5,1	4,8	7,4	2,5	2,8	5,5
5	1	Mikael	5	1	7,7	7	4,9	6,4	2	1,5	6,4
6	1	Mikael	5,6	4,4	0,7	7,6	8,2	5,2	3	2,5	6,4
7	1	Mikael	8,9	0,4	8,4	6,6	6,6	7,6	1	2	6
8	1	Mikael	8,9	2,5	6,4	7,2	6,3	9,1	6,4	3,7	7
9	1	Mikael	3	2,8	4	4,5	4,9	5,9	5,1	4,3	6
10	1	Mikael	6	2,5	4,5	4	4	5	5	1	5
11	1	Mikael	5,6	3,5	1,7	2	5,9	7,1	6,9	6	6,6
12	1	Mikael	1,9	1,9	2,3	3	4,9	4,5	6,2	4,2	6,1
13	1	Mikael	6,1	6,1	6,3	8,1	5,9	6,9	6,2	1,8	7,9
1	2	Mikael	4,9	2	3	5,1	4	5,1	6	4,9	4,9
2	2	Mikael	7,5	1,8	6,9	6,4	2	6,4	3,3	2,5	6
6	2	Mikael	9,4	0,6	8,9	7,1	9,3	6,8	0,2	0,2	9,3
5	2	Mikael	6	2,4	3,7	4	3,5	6,4	5,6	4	5
10	2	Mikael	8	2	6,6	3	2,5	4,5	6	1,5	4
8	2	Mikael	8	3,8	5,4	5,7	5,3	7,6	5,3	4,2	5,6
7	2	Mikael	8	1	8,2	8,7	8,8	6	2	2,5	5,3
11	2	Mikael	7,1	3	2	2,9	3	6,9	4	7,2	6,5
4	2	Mikael	8,7	1	3,1	6,5	6,2	8,6	3,7	3,1	6,1
9	2	Mikael	5,9	3	6,6	6,3	4	6,7	5,4	4,6	5,2
3	2	Mikael	6	1,4	0,4	8	5,1	6	5,1	3	6,4
12	2	Mikael	2	2	5,3	6,1	6,7	6,8	6,3	4,2	6,7
13	2	Mikael	5,3	5,3	6,8	8,1	7,7	7,2	6,2	2,6	7,8
1	3	Mikael	6	2	4	7	7,1	4	2,9	2,8	4
2	3	Mikael	6,9	2	6,2	6,9	8,5	8	5,3	6	8
6	3	Mikael	5,9	4,2	2,8	6,5	6,3	5,1	3,5	3,5	5
3	3	Mikael	6	1,5	3	5	6,6	5,7	6	5,3	5,1
5	3	Mikael	6	2,9	4	7,6	6	6,4	5,5	3	7,1
9	3	Mikael	4,2	3,1	4	5,2	4,8	6	4,3	5,2	4
12	3	Mikael	3,7	0,3	5,6	6,5	6,1	4,1	5,2	5,2	6,1
11	3	Mikael	4,4	5,2	1,1	1	1,1	5,8	4,4	6	4,6
8	3	Mikael	7,2	4,5	5,7	5,3	4,3	7,4	5,6	5,1	4,9
10	3	Mikael	6	2,4	6	2	3	6	5	0,2	5,6
4	3	Mikael	7,3	1	2,2	3,6	3,5	6,8	2,3	2,5	5,8
13	3	Mikael	6	3,1	6,7	9,8	5,7	6,2	5,2	2,8	6,8
7	3	Mikael	8	0,6	8	8	8	7,1	0,9	2	6
1	1	Ola	6	2	4	5,8	5,7	4	4	3	4
2	1	Ola	4,2	5,4	2,5	5,2	3,1	5,3	3,8	4	4
3	1	Ola	6	3	8	2	4,9	7,1	4	6	6
4	1	Ola	7,4	1,1	2,5	5,6	5	6,8	2,6	3,5	5,2
5	1	Ola	3,5	2,6	4	4,4	4	5	4,4	5,1	4,4

6	1	Ola	5,2	4,6	0,6	8,4	6,6	4,9	2,9	1,1	5,1
7	1	Ola	8,4	0,7	8,3	7,6	7,6	7	1,7	3,5	6
8	1	Ola	4,6	3,4	4	5,6	3,8	6,6	7,1	4,3	5,8
9	1	Ola	2,3	2,8	6	5,6	4	6,8	3,9	4,8	6,2
10	1	Ola	8	2,5	5	3	3	5,7	5	1,5	5,6
11	1	Ola	4,2	4,9	1,3	3,1	0,9	6	4,8	6,4	4,9
12	1	Ola	0,2	0,2	5,8	5,8	6,5	6,2	6,9	6,1	7,4
13	1	Ola	3,2	3,2	5,8	7,8	6,3	9,1	5,5	3	8,8
1	2	Ola	6	4	4	6,8	5,2	7	6,8	6	6,1
2	2	Ola	5,7	1,5	8	8	7,7	6,5	6,4	6,9	7
6	2	Ola	7	4,2	7,7	4	8	4,6	4,1	3	5,1
5	2	Ola	2	2	5,6	7	4,9	4,5	5	4,5	5,4
10	2	Ola	9	2	6,5	4	3,6	6	5	1,6	4
8	2	Ola	7,7	4,3	5,6	5,2	5,9	7,3	5,2	3,8	5,1
7	2	Ola	7,1	1	6,9	5,5	5,6	5,6	1,5	3,7	4
11	2	Ola	5,2	3,5	2	2	4,1	5,7	6,2	5,7	6,3
4	2	Ola	8,1	1,9	2,7	6,7	6,8	8,1	3,4	3,1	5,9
9	2	Ola	3,4	3,6	6,8	4	4,6	5,7	4,8	5,2	4,9
3	2	Ola	7	1,3	2	8,4	3	5,6	5	4,4	4
12	2	Ola	2,1	2,1	4,9	8,9	7,2	5,2	4,6	4,2	5,9
13	2	Ola	4,9	4,9	6,2	8,7	6,8	6,1	5,7	2,2	6,1
1	3	Ola	6	3,5	4	6,3	6,8	5	4	4	4
2	3	Ola	5,2	2,1	4,2	8,9	8	7,6	5,2	6,1	6,9
6	3	Ola	6,1	4,7	1,9	7,8	6,2	5,1	4,1	0,9	5,2
3	3	Ola	5,1	2,9	2	8	6,6	6,5	6	5,6	4
5	3	Ola	4,3	2	4	4	3,5	6	6	5,6	6
9	3	Ola	3,4	3,8	4,6	3,8	5,7	5,4	5,9	4	4,1
12	3	Ola	4,6	1,4	7,7	7,6	7,6	6,2	7,7	6,1	8,1
11	3	Ola	4,7	4,5	2	2	4	6	6,9	8	5
8	3	Ola	8,1	3,3	4,9	6,4	6,8	8	6,8	3,2	6
10	3	Ola	7,1	1,6	5	5	4,9	7	5,4	0,6	4
4	3	Ola	7,1	0,8	3,2	4,2	6,3	7,1	2,3	3,3	5,6
13	3	Ola	6,2	5,2	6,2	9,4	6,1	8,4	3,2	1,5	8,3
7	3	Ola	9	0,2	9	8,3	8,4	8	0,6	3	6,4
1	1	Marski	4,9	3,1	4	4	4,9	6,9	6,8	4	4
2	1	Marski	7,4	2	6,3	4,8	3	7,1	3	6	6
3	1	Marski	9	0,2	6,4	6,3	4	9	5,1	4	8
4	1	Marski	7,9	1,5	2	5,4	5,5	7,4	3	3,6	5,8
5	1	Marski	3,5	3,8	1	7	5	6	4,4	5	4,4
6	1	Marski	9,1	1,5	7,1	4	9,1	6,8	0,6	0,6	7,5
7	1	Marski	9,4	0,2	9,4	6,6	6,7	7	0,5	2	8,2
8	1	Marski	8,1	2,8	6,8	6,4	6,4	8,6	5,7	3,3	7,1
9	1	Marski	4,2	3,5	7,6	4,1	4,7	7,9	4,1	3	7,3
10	1	Marski	7	1	9	2	2	4	4,6	0,5	5
11	1	Marski	4	4	4,4	0,8	0,8	4,2	4,8	3,4	6

12	1	Marski	0,6	0,6	4,7	4,6	5,6	6,5	7,4	8,1	6,1
13	1	Marski	2,3	2,3	7,1	7,1	7,2	8,2	7,1	3	8,1
1	2	Marski	4,8	4	4	7	5,1	6	6	4,9	6
2	2	Marski	6	2,5	3,8	7	3,1	6	5,8	6,8	6,8
6	2	Marski	3	4,7	2,8	8,8	9,4	4	3,7	3,1	8,1
5	2	Marski	2	2	8	2,4	2	4,4	3	2	6
10	2	Marski	4	1	6,5	3	3	6	2	1	6
8	2	Marski	8	2,5	6,4	6,3	6,8	7,8	6,4	4	5,2
7	2	Marski	9	0,2	9	8,4	8,4	7,1	0,2	3,1	8
11	2	Marski	6,7	3,2	2	1,9	2,2	6,4	6,5	6,8	4,9
4	2	Marski	6,8	0,9	3,4	5,1	4,5	6,2	2,8	2,4	5,4
9	2	Marski	3,8	2,9	4,4	4,3	4,2	5	5,3	3,8	4,6
3	2	Marski	6	1	8	4,9	6,5	8,9	0,9	2	9
12	2	Marski	0,6	0,6	5,8	6,2	6,1	8,7	7,8	6,2	7,1
13	2	Marski	4,1	4,1	8,1	6,5	9,1	8,9	5,9	1,8	9,4
1	3	Marski	7	3	4,9	6	6,8	4	4	3	4,9
2	3	Marski	7	0,6	6,8	4	2	6,6	3,7	4	7
6	3	Marski	9,2	2,2	8	4,9	9,1	4	2	0,8	6,4
3	3	Marski	6	2	6,9	8	4	6	4,9	4	5
5	3	Marski	5,1	3	6,3	2	3,5	6	3	2,4	6
9	3	Marski	4	3	6,7	4,8	3,9	4,6	3,8	2,2	4,1
12	3	Marski	5,8	0	5,7	6,8	5,2	9,4	8,4	1	7,6
11	3	Marski	7	4,3	1,2	2	1,2	6,4	7	6,1	5,3
8	3	Marski	8,7	3,8	4,8	6,4	7,1	8,4	6,4	3,8	4,7
10	3	Marski	4	1	7	3	2	5	5	0,6	6
4	3	Marski	5,9	0,9	3,1	4	4,2	6,1	2	2,3	4
13	3	Marski	8,1	3	5	6,2	7,3	6,9	5,2	1,7	9,1
7	3	Marski	8,9	0,2	9	8,4	8,4	7,1	0,3	3,1	6,9
1	1	Mortti	6	3,2	3	4,9	5,2	6	6,9	6	7
2	1	Mortti	6,4	5,6	3	7,1	3	6,9	7,8	6,9	6,4
3	1	Mortti	6	2	9	7,1	5	9,1	2	3	8
4	1	Mortti	6,8	0,9	2,3	5,9	5,6	7,7	3	4,1	5,8
5	1	Mortti	3,7	2	4	5,3	4,9	6	5	4	4,4
6	1	Mortti	4,2	5,5	0,8	5,6	7,6	5,4	4	1,8	4,8
7	1	Mortti	6,3	2,6	6,4	7,5	7,7	6,4	2,8	4	4,5
8	1	Mortti	7	4,8	5	4,9	3,8	7,1	5,2	4,2	4,6
9	1	Mortti	4,1	4,3	4,4	6	3,6	6,4	4,4	5,1	6,2
10	1	Mortti	6	6	4	3	3	3	3,6	1	3
11	1	Mortti	6,9	2,7	0,4	3,5	1	6,2	5,7	7,5	4,9
12	1	Mortti	0,3	0,3	3,4	4	5	5,6	7,2	6,1	6,2
13	1	Mortti	2,9	2,9	6,9	5	3,6	7,3	6,6	4,3	8,2
1	2	Mortti	4	5,1	5,1	6	5,1	6	6	6	6
2	2	Mortti	6	0,8	6,9	9	6,9	7,6	2,5	6	6,9
6	2	Mortti	6,9	4,1	4	8	8,1	3	4,1	2,3	4,9
5	2	Mortti	2,3	3	4	4,3	4	6	5,7	5,6	5,6

10	2	Mortti	3	4,4	6	4	3,5	5	3,4	1,5	5,1
8	2	Mortti	7,9	3	5,7	7,4	6,4	8,6	4,9	2,5	6,4
7	2	Mortti	7,1	1,2	7,2	6,7	6,8	6,6	1,5	3	6
11	2	Mortti	5,3	3,2	1,3	1,4	3,5	6,8	6,1	7,2	5,4
4	2	Mortti	6,9	0,9	2	4,2	4,6	6,2	2,8	2,8	5
9	2	Mortti	4,3	4,2	3	4,9	4	6,4	5,2	3,9	5,2
3	2	Mortti	7,1	3,4	2	7,4	4	8	4,5	5,1	8
12	2	Mortti	0,2	0,2	7,1	8,1	7,2	8,1	3,8	5,7	7,3
13	2	Mortti	6,1	6,1	5,2	9,4	6,4	5,9	5,9	2,6	7,6
1	3	Mortti	6	4,9	4	4	4	4	6	6	5,1
2	3	Mortti	4,8	2,6	4	7,4	5	6,9	5,8	4,4	7,1
6	3	Mortti	5	3,8	4	6,7	9,1	4,1	5,2	2	4
3	3	Mortti	6	5	1	6,8	5	6	5,2	5,8	4
5	3	Mortti	4	3	3	4,6	4	6	5,6	5,1	4,5
9	3	Mortti	3,3	4,2	5,3	5,9	4,6	4,8	5,1	3,3	5,6
12	3	Mortti	5,6	1,8	5,8	6,8	6,2	6	7,5	6	6,4
11	3	Mortti	4,8	4,2	1,6	2,6	2,7	5,6	6	6,6	4
8	3	Mortti	7,3	5,7	4,2	4,7	3	6,8	5,6	5,3	4,2
10	3	Mortti	7	0,5	4	2	2	5	5	1	3
4	3	Mortti	7,9	0,9	2,7	3,2	2,5	6,9	3,3	3,3	4,8
13	3	Mortti	8,9	4	5,1	6,9	8,2	8,9	5,7	3,8	5,7
7	3	Mortti	5	3,5	5	7,5	7,6	7,1	4,4	6	7,6

## Kromatografisen analyysin tulokset

Lajike	Rinnakkainen	Fruktosi	Glukoosi	Sakkarooosi	Kiinihappo	Omenahappo	Sitruunahappo
Jaloste 15	1	4,8067	4,6261	0,1825	0,0463	0,2470	3,9075
Jaloste 15	2	5,0116	4,5705	0,1848	0,0311	0,2484	3,9407
Jaloste 15	3	4,8550	4,4730	0,1792	0,0324	0,2360	3,6581
Jaloste 15	4	4,9712	4,4502	0,1789	0,0349	0,2385	3,6881
Mikael	1	4,6751	4,2830	0,1284	0,0309	0,1613	3,0765
Mikael	2	4,7335	4,2666	0,1203	0,0426	0,1606	3,0357
Mikael	3	4,7843	4,3046	0,1230	0,0437	0,1608	3,0615
Mikael	4	4,7737	4,3186	0,1245	0,0418	0,1583	3,0088
Ola	1	5,8974	4,6679	0,1670	0,0311	0,1554	3,2236
Ola	2	5,9502	4,7681	0,1847	0,0511	0,1573	3,2567
Ola	3	6,0706	4,7887	0,1741	0,0334	0,1610	3,3289
Ola	4	5,9910	4,7791	0,1688	0,0349	0,1585	3,2480
Marski	1	4,2533	3,8751	0,1137	0,0265	0,1367	2,8456
Marski	2	4,2246	3,8576	0,1153	0,0308	0,1395	2,9211
Marski	3	4,2449	3,8736	0,1154	0,0300	0,1349	2,8410
Marski	4	4,2290	3,9049	0,1160	0,0306	0,1348	2,8283
Mortti	1	5,9653	5,5456	0,1184	0,0372	0,2653	2,9809
Mortti	2	5,9761	5,6124	0,1159	0,0485	0,2658	3,0627
Mortti	3	6,1699	5,8215	0,1161	0,0552	0,2950	3,3165
Mortti	4	6,1671	5,8916	0,1199	0,0589	0,2945	3,2337

# Aistinvaraisessa arvioinnissa käytetty koulutuslomake

1

## MUSTAHERUKAN AISTITTAVAN LAADUN ARVIOINTI

Nimi: \_\_\_\_\_ Pvm: \_\_\_\_\_ Koodi: \_\_\_\_\_

### KOULUTUS, Vertailunäytteet

#### OHJEET:


Tarkastele edessäsi olevien vertailunäytteiden makua annetussa järjestyksessä kunkin ominaisuuden kohdalla. Aseta näytteet janalle sopivaan kohtaan. Janan vasemmassa laidassa kyseistä ominaisuutta ei ole lainkaan ja oikeassa laidassa mahdollisimman paljon.

Lisäksi arvioi vertailunäytteiden sopivuutta mustaherukkanäytteille. Jos ne eroavat mielestäsi mainituista voimakkuuksista, voit asettaa vertailunäytteet alla oleville janoille niihin kohtiin, joihin ne mielestäsi paremmin kuuluvat.

#### Hajuominaisuudet

##### **MEHUMAINEN TUOKSU (H1), näytteen mehumainen haju**

Ei mehumainen Erittäin mehumainen



0 10


Ympyröi vertailunäytteen H1 maun sopivuus mustaherukalle: *hyvä* tai *huono*

Ympyröi vertailunäytteen H1 voimakkuuden sopivuus: *hyvä* tai *huono*

Onko arvioitu ominaisuus mielestäsi tärkeä mustaherukkanäytteille? *KYLLÄ* tai *Ei*

##### **RAIKKAUS, (H2) raikas ja mustaherukkainen haju**

Ei raikas Erittäin raikas



0 10

Ympyröi vertailunäytteen H2 maun sopivuus mustaherukalle: *hyvä* tai *huono*

Ympyröi vertailunäytteen H2 voimakkuuden sopivuus: *hyvä* tai *huono*

Onko arvioitu ominaisuus mielestäsi tärkeä mustaherukkanäytteille? *KYLLÄ* tai *Ei*

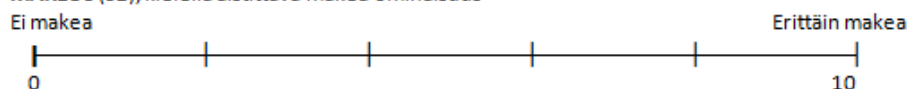
**Hajun kokonaisvoimakkuus**, näytteistä aistittavien KAIKKIEN hajujen muodostaman kokonaisuuden yhteisvoimakkuus.

**Suussa aistittavat ominaisuudet****HAPPAMUUS (S1), kielellä aistittava hapan ominaisuus**

Ympyröi vertailunäytteen S1 maun sopivuus mustaherukalle: *hyvä* tai *huono*

Ympyröi vertailunäytteen S1 voimakkuuden sopivuus: *hyvä* tai *huono*

Onko arvioitu ominaisuus mielestäsi tärkeä mustaherukkanäytteille? *KYLLÄ* tai *Ei*

**MAKEUS (S2), kielellä aistittava makea ominaisuus**

Ympyröi vertailunäytteen S2 maun sopivuus mustaherukalle: *hyvä* tai *huono*

Ympyröi vertailunäytteen S2 voimakkuuden sopivuus: *hyvä* tai *huono*

Onko arvioitu ominaisuus mielestäsi tärkeä mustaherukkanäytteille? *KYLLÄ* tai *Ei*

**KARVAUS (S3), kielellä aistittava karvas ja kitkerä ominaisuus**

Ympyröi vertailunäytteen S3 maun sopivuus mustikalle: *hyvä* tai *huono*

Ympyröi vertailunäytteen S3 voimakkuuden sopivuus: *hyvä* tai *huono*

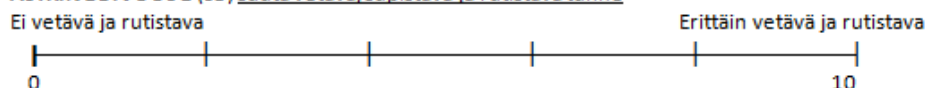
Onko arvioitu ominaisuus mielestäsi tärkeä mustikkanäytteille? *KYLLÄ* tai *Ei*

**ASTRINGOIVUUS A (S4), suuta ja kieltä pehmeästi kuivattava ja peittävä tunne**

Ympyröi vertailunäytteen S4 maun sopivuus mustaherukalle: *hyvä* tai *huono*

Ympyröi vertailunäytteen S4 voimakkuuden sopivuus: *hyvä* tai *huono*

Onko arvioitu ominaisuus mielestäsi tärkeä mustaherukkanäytteille? *KYLLÄ* tai *Ei*

**ASTRINGOIVUUS B (S5) suuta vetävä, supistava ja rutistava tunne**

Ympyröi vertailunäytteen S5 maun sopivuus mustaherukalle: *hyvä* tai *huono*

Ympyröi vertailunäytteen S5 voimakkuuden sopivuus: *hyvä* tai *huono*

Onko arvioitu ominaisuus mielestäsi tärkeä mustaherukkanäytteille? *KYLLÄ* tai *Ei*

**Jatkuu vielä toisella puolella.**

**Loput suussa aistittavat ominaisuudet**

**Täyteläisyys**, täyteläinen on runsas ja monipuolinen makuominaisuus ja tunne suussa, vastakohtana vetinen, laimea ja yksinkertainen

Onko arvioitu ominaisuus mielestäsi tärkeä mustaherukkanäytteille? *KYLLÄ* tai *Ei*  
Kumpaa arvioisit mieluummin näytteistä: *Täyteläisyyttä* vai *Vetisyyttä*

**Marjaisuus**, mustaherukkaisen, marjaisen maun voimakkuus näytteissä

**Maun kokonaisvoimakkuus**, näytteistä aistittavien **KAIKKIEN** makujen muodostaman kokonaisuuden yhteisvoimakkuus.

**Jälkimaku**, näytteistä **NIELEMISEN/SYLKEMISEN** jälkeen aistittavien **KAIKKIEN** makujen muodostaman kokonaisuuden yhteisvoimakkuus.

Voit lisäksi halutessasi kommentoida ominaisuuksia, voimakkuuksia tai vertailunäytteitä (tai mitä tahansa mieleen tulevaa):

---

---

---

---

---

---

---

---