

Elena Syväjärvi

Stevioliglykosidien käyttö makeutusaineena

Stevia Rebaudiana Bertoni

Opinnäytetyö

Kevät 2012

Tekniikan yksikkö

Bio- ja elintarviketekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Bio- ja elintarviketekniikka

Tekijä: Elena Syväjärvi

Työn nimi: Stevioliglykosidien käyttö makeutusaineena

Ohjaaja: Jarmo Alarinta

Vuosi: 2012

Sivumäärä: 45

Liitteiden lukumäärä: 8

Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin *Stevia Rebaudiana Bertoni* -kasvista uutettujen stevioliglykosidien käyttöön makeutusaineena. Työ koostuu teoriaosuudesta ja kokeellisesta osuudesta. Teoriaosuuteen on koottu tiivis tietopaketti *Stevia*-kasvista ja sen sisältämistä yhdisteistä. Lisäksi teoriaosuudessa vertaillaan stevioliglykosideja muihin makeutusaineisiin ja tarkastellaan niiden soveltuvuutta makeutusaineeksi hilloihin.

Kokeellinen osuus koostuu stevioliglykosidien kokeilemisesta makeutusaineeksi hilloihin. Kokeissa valmistettiin kolme erilaista hilloa, joista yksi oli sokerilla makeutettu referenssihillo, toinen stevioliglykosideilla ja kolmas sokerilla ja stevioliglykosideilla makeutettu. Hilloja arvioitiin aistinvaraisella arvioinnilla.

Stevioliglykosideilla makeutetun hillon valmistuksessa huomattiin rajoittavia tekijöitä, jotka vaikuttivat lopullisen tuotteen aistinvaraisiin ominaisuuksiin. Referenssihillon ja stevioliglykosideilla ja sokerilla makeutetun hillon välillä ei havaittu kovin suuria eroja aistinvaraisissa ominaisuuksissa.

Avainsanat: stevioliglykosidi, stevia-kasvi, steviosidi, rebaudiosidi A, makeutusaine, hillo

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Biotechnology and Food Processing

Author: Elena Syväjärvi

Title of thesis: Use of steviol glycosides as a sweetener

Supervisor: Jarmo Alarinta

Year: 2012

Number of pages: 45

Number of appendices: 8

The thesis focuses on *Stevia Rebaudiana Bertoni* -plant and its use as a sweetener. The thesis consists of a theoretical part and an experimental part. The theoretical part includes information about the plant and steviol glycosides that it contains. In the theoretical part there is a comparison between steviol glycosides and other sweeteners. Their suitability as a sweetener in jam is also studied.

In the experimental part steviol glycosides were tested as a sweetener in jam. Three different jams were made, one with sugar, one with steviol glycosides and one with both sweeteners. Sensory analyses were used to evaluate the jams.

Some limiting factors were noticed in the jam when sweetened with steviol glycosides. These factors affected the quality of the product. There were no big differences between the jam with sugar and the jam with both sweeteners.

Keywords: steviol glycoside, stevia plant, stevioside, rebaudioside A, sweetener, jam

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Käytetyt termit ja lyhenteet	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Työn tausta	7
1.2 Työn tavoite	7
1.3 Työn rakenne	7
2 STEVIA REBAUDIANA BERTONI	9
2.1 Historia ja tausta	9
2.2 Kasvi	10
2.2.1 Kasvuympäristö	10
2.2.2 Kasvin rakenne	10
3 STEVIOLIGLYKOSIDIT	12
3.1 Steviosidi.....	12
3.2 Rebaudiosidi A.....	13
4 STEVIOLIGLYKOSIDIEN KÄYTTÖ MAKEUTUSAINENA	15
4.1 Stevioliglykosidien ja muiden makeutusaineiden vertailua.....	16
4.1.1 Sokerit.....	16
4.1.2 Sokerialkoholit.....	18
4.1.3 Energiaa sisältämättömät makeutusaineet	18
4.2 Valmistusprosessi	19
4.3 Lainsäädäntö	21
4.4 Turvallisuus.....	23
5 STEVIOLIGLYKOSIDEILLA MAKEUTETTU HILLO.....	24
5.1 Hillo ja erikoishillo.....	24
5.2 Sokerin merkitys hillossa.....	24
6 MATERIAALIT JA MENETELMÄT	26
6.1 Materiaalit	26
6.2 Menetelmät	26

6.2.1 Tutkimuksen tausta.....	26
6.2.2 Tutkimuksen tavoite	27
6.2.3 Tutkimuksen rajaus.....	27
6.2.4 Aistinvarainen arviointi	28
6.2.5 Hillojen valmistus	29
6.2.6 Muut menetelmät	30
7 KOKEELLINEN OSUUS	32
7.1 Työn kulku.....	32
7.1.1 Stevioliglykosidi-makeutusaineen valinta	32
7.1.2 Referenssihillo	33
7.1.3 Stevioliglykosideilla makeutettu hillo	34
7.1.4 Stevioliglykosideilla ja sokerilla makeutettu hillo	35
7.2 Yhteenveto tuloksista	35
8 JOHTOPÄÄTÖKSET	40
9 POHDINTA	41
LÄHTEET	43
LIITTEET	

LIITE 1. Laatuasteikko lomake.

LIITE 2. Voimakkuusarviointi lomake.

LIITE 3. Yhteenveto makeutusaineen valinnan tuloksista.

LIITE 4. Referenssihillon reseptit.

LIITE 5. Stevioliglykosideilla makeutetun hillon reseptit.

LIITE 6. Stevioliglykosideilla ja sokerilla makeutetun hillon reseptit.

LIITE 7. Pääarvioinnin laatuasteikon tulokset.

LIITE 8. Voimakkuusarvioinnin tulokset.

Käytetyt termit ja lyhenteet

Stevioliglykosidit	Stevioliglykosidit ovat <i>Stevia rebaudiana bertonii</i> - kasvista uuttamalla saatuja makealta maistuvia yhdisteitä.
FAO	Food and Agriculture Organization
WHO	World Health Organization
JEFCA	Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives
SCF	Scientific Committee for Food
Flokkutaatio	Prosessi, jossa partikkelien yhteentörmäyksellä aikaansaadaan isompia partikkeleita.
Flavori	Kemiallisten aistimusten yhteisvaikutelma, joka syntyy suussa.
Aromi	Elintarvikkeeseen lisätty hajua tuottava valmiste ravinto-, mauste- tai nautintoaineen ominaisuus.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Työn toimeksiantajana on Foodwest Oy, joka on Seinäjoella toimiva elintarvikekehityksen asiantuntijayritys. Yrityksen toimialaan kuuluvat tuotekehitys, markkinatutkimus, laadunhallinta ja tekniset palvelut. Foodwest Oy tarjoaa monipuolisia palveluitaan monenlaisille elintarvikealan yrityksille.

Työn aihe perustuu yrityksen tarpeeseen saada lisätietoa uudesta makeutusaineesta, jota on Euroopan ulkopuolella käytetty jo pitkään. Aihe on erittäin ajankohtainen, koska stevioliglykosidien käyttö makeutusaineena Suomessa hyväksyttiin 2.12.2011. Kaloriton ja luonnossa elävästä kasvista peräisin oleva makeutusaine herättää varmasti mielenkiintoa elintarvikeyritysten keskuudessa.

1.2 Työn tavoite

Työn tavoitteena on perehtyä Etelä-Amerikasta kotoisin olevaan *Stevia Rebaudiana Bertoni* -kasviin ja sen sisältämiin stevioliglykosideihin. Tavoitteena on myös tarkastella stevioliglykosidien käyttöä makeutusaineena ja kokeilla sen soveltuvuutta makeutusaineeksi marjahilloon.

1.3 Työn rakenne

Työ koostuu teoriaosuudesta ja kokeellisesta osuudesta. Teoriaosuudessa käydään läpi *Stevia Rebaudiana Bertoni* -kasvin historiaa, kasvuympäristöä ja rakennetta. Lisäksi perehdytään *Stevia*-kasvin sisältämiin makealta maistuviin stevioliglykosidi -yhdisteisiin. Kahden pääyhdisteen steviosidin ja rebaudiosidi A:n ominaisuuksia ja kemiallisia koostumuksia käydään läpi tarkemmin.

Työssä vertaillaan myös stevioliglykosidien ja muiden makeutusaineiden ominaisuuksia sekä esitellään stevioliglykosidien uuttamisprosessi. Lisäksi

perehdytään käyttömääriä ja pakkausmerkintöjä koskevaan lainsäädäntöön. Teoriaosuudessa tarkastellaan myös stevioliglykosidien käytön turvallisuutta.

Teoriaosuuden lisäksi testataan stevioliglykosidien soveltumista marjahillon makeuttamiseen ja pohditaan sen aiheuttamia muutoksia maussa, ulkonäössä ja rakenteessa. Kokeellisessa osuudessa käydään läpi sokerin merkitystä hillossa ja pohditaan, millä tavoin stevioliglykosideilla makeutetusta hillosta saataisiin mahdollisimman samankaltainen kuin sakkaroosilla makeutetusta. Kokeellisen osuuden tarkoituksena on selvittää, miten makeutusaineen käyttö vaikuttaa aistinvaraisiin ominaisuuksiin ja miten saadaan valmistettua vähemmän energiaa sisältävä, mutta kuitenkin makeusasteeltaan mahdollisimman sopiva hillo. Stevioliglykosidien käyttöä makeutusaineena arvioidaan aistinvaraisin menetelmin.

2 STEVIA REBAUDIANA BERTONI

2.1 Historia ja tausta

Stevia-kasvi on peräisin Etelä-Amerikasta Paraguaysta. Guarani-intiaanit ovat käyttäneet Steviaa jo vuosisatojen ajan. He löysivät kasvin luonnosta ja alkoivat pureskella lehtiä niiden makeuden vuoksi. Intiaanit kutsuivat Stevia-kasvia nimellä kaa-he-e (makea yrtti). Steviaa alettiin käyttää myös teen ja maten makeuttamiseen. Stevia esiteltiin maahanmuuttajille ja sen käyttö yleistyi ja levisi myös Argentiinaan ja Brasiliaan. (History of use, [viitattu 3.11.2011].)

Paraguayhin vuonna 1882 muuttanut italialais-sveitsiläinen kasvitieteilijä Moisés Santiago de Bertoni (1857–1929) kuuli Mondaiñ-intiaaneilta makeasta yrtistä. Kasvi oli kuitenkin harvinainen eikä Bertoni onnistunut saamaan näytettä siitä. Vasta vuosia myöhemmin Paraguayn pääkaupungissa Acunciónissa Bertoni sai näytteen kyseisestä kasvista tullivirkailija Daniel Candiálta. Näyte sisälsi osia varresta, oksista, lehdistä ja kukinnosta. Murskattujen kasvin osien perusteella hän pystyi tunnistamaan sen ja sijoittamaan sen omaan taksonomiseen luokkaansa eli heimoon *Eupatorieae*. Näytteen huonon laadun takia ei pystytty osoittamaan, mihin sukuun se kuului. Vuonna 1899 Bertoni antoi uudelle kasville nimen *Eupatorium rebaudianum* paraguaylaisen kemistin Ovidio Rebaudin mukaan. Vuonna 1904 Bertoni sai kuivatun näytteen kasvin kukinnosta, mutta joutui sisällissodan takia matkustamaan pois Acunciónista. Paluumatkallaan Acunción hän sai tuoreen näytteen kasvista. Bertoni pystyi tunnistamaan kasvin kuuluvaksi Stevia-sukuun. Vuonna 1905 Bertoni julkaisi kasvin nimellä *Stevia Rebaudiana Bertoni*. (Soejarto 2002, 25–27.)

Stevia-kasvin makeita yhdisteitä stevioliglykosideja on käytetty 1970-luvun loppupuolelta lähtien Japanissa makeutusaineena. Stevioliglykosideilla korvattiin sakariini, joka kiellettiin Japanissa 1970-luvulla. (Carakostas, Curry, Boileau & Brusick 2008, 3.)

Koreassa stevioliglykosidien käyttö makeuttajana hyväksyttiin 1984 (Kim & Choi 2002, 196–197). Yhdysvalloissa stevioliglykosideja on käytetty ravintolisissä

vuodesta 1995 lähtien, mutta vuonna 2008 se hyväksyttiin makeutusaineeksi elintarvikkeisiin (Kraska ym. 2009, 8). Suomessa stevioliglykosidien käyttö makeutusaineena hyväksyttiin 2.12.2011 (Evira 2012).

2.2 Kasvi

2.2.1 Kasvuympäristö

Stevia-suvun kasveja kasvaa luonnossa Etelä-Amerikassa, Keski-Amerikassa ja Pohjois-Amerikan eteläosissa. Kaikkiaan Stevia-suvun kasvilajeja on 220–230. Kasveille suotuisa kasvuympäristö on 500–3500 metriä meren pinnan yläpuolella. Tyypillinen kasvuympäristö voi olla esimerkiksi niitty, pensaikkometsä, metsäiset vuorenrinteet tai havumetsät. Kasvit viihtyvät vuoristoissa puolikuivassa maastossa. (Soejarto 2002, 18–19.)

Stevia Rebaudiana Bertoni -kasvin alkuperäinen kasvuympäristö sijaitsee koillis-Paraguayssa 500–1500 metriä meren pinnan yläpuolella. Maaperän fosfaattipitoisuus on alhainen ja vuoden keskimääräinen lämpötila on noin 24 °C. Vuosittainen sademäärä on 1300–1700 mm. Luonnossa kasvi viihtyy happamassa maaperässä, jonka pH on 4–5, mutta kasvaa viljeltynä myös pH:n ollessa 6,5–7,5. Viljeltäessä optimaalinen lämpötila on 15–30 astetta. Ilmasto ja maaperä vaikuttavat stevioliglykosidien määrään kasvissa. (Kinghorn 2002, 9–10.)

2.2.2 Kasvin rakenne

Stevia Rebaudiana Bertoni on monivuotinen yrtti, jolla on 30–50 cm pitkät rihmamaiset juuret. Sillä on vankka, mutta ohut varsi, joka uusiutuu vuosittain. Villinä kasvaessaan kasvin varsi on ohut ja haarautunut. Sen lehtien pinnalla on pieniä lyhyitä valkoisia karvoja. Kuvioista 1 nähdään, että lehtien reunat ovat sahalaitaiset. Viljeltäessä kasvin varsi muodostaa useita sivuoksia, mikä saa kasvin latvan näyttämään pyöreähköltä ja tiheältä. Murskatuilla lehdillä on

voimakas haju ja kasvin kaikki vihreät osat maistuvat makealta. Kasvi kasvaa noin 70 cm korkeaksi. (Soejarto 2002, 27–28.)

Stevia Rebaudiana Bertoni -kasvi lisääntyy sekä siemenistä että pistokkaista. Sadonkorjuu tapahtuu juuri ennen kukintaa kun stevioliglykosidien määrä lehdissä on suurimmillaan. (Brandle, Starratt & Gijzen 1998, 528–529.)



Kuvio 1. *Stevia Rebaudiana Bertoni* -kasvi. (What is Stevia? [Viitattu 8.5.2012].)

3 STEVIOLIGLYKOSIDIT

Glykosidit ovat orgaanisia yhdisteitä, jotka sisältävät hiilivetyosan. Hiilivetyosa sisältää yhden tai useamman monosakkaridimolekyylin. Hiilivetyosa on yhdistyneenä sokerittomaan yhdisteeseen, jota kutsutaan aglykoniksi. Glykosideja esiintyy paljon kasveissa ja niiden myrkyllisyyden määrittää aglykoni-osa. (Pajarre-Sorsa, [Viitattu 21.3.2012].)

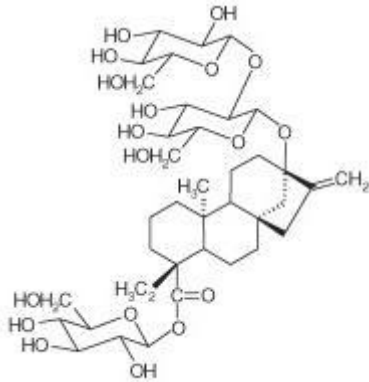
Stevioliglykosidi-yhdisteissä aglykonin eli runko-osan muodostaa stevioli. Stevioliin on kiinnittyneenä hiilivetyosa, kuten esimerkiksi steviosidi tai rebaudiosidi A. (Geuns 2007, 5.)

Stevia-kasvi sisältää makealta maistuvia stevioliglykosidi-yhdisteitä, joita ovat steviosidi, rebaudiosidit A, B, C, D, E ja F sekä steviolibiosidi, rubusosidi ja dulkosidi. Kasvissa esiintyy myös muita yhdisteitä, mutta niiden käyttö makeutusaineena on Suomessa kiellettyä. (Evira 2012.)

Päähdisteitä ovat steviosidi ja rebaudiosidi A. Näiden kahden yhdisteen kemiallisia ominaisuuksia käydään läpi hieman tarkemmin tässä opinnäytetyössä.

3.1 Steviosidi

Stevia-kasvi sisältää eniten steviosidi-yhdistettä (2–10 %), joka on 250–300 kertaa makeampaa kuin sakkaroosi. Steviosidi on puhtaana valkoista kiteistä materiaalia, jonka alkuainekoostumus on $C_{38}H_{60}O_{18}$ ja molekyylipaino 804,88. Kuviosta 2 nähdään steviosidin kemiallinen rakennekaava. Steviosidi liukenee melko huonosti veteen (1 g liukenee 800 ml:aan vettä). Sen veteen liukenevuus on siis 0,13 %. Steviosidin sulamispiste on 196–198 °C ja se on stabiili molekyyli 100 asteen lämpötilassa Ph:n ollessa 3–9. (Kingham 2002, 7–8.)



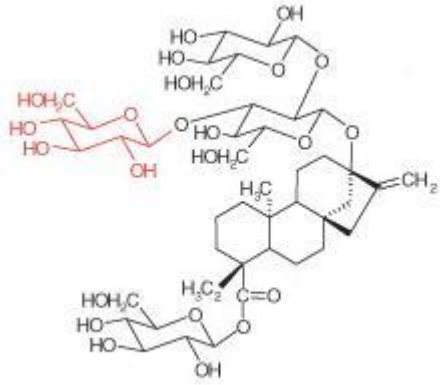
Kuvio 2. Steviosidin rakennekaava. (Bowles, Isayenkova, Lim & Poppenberger 2005.)

3.2 Rebaudiosidi A

Stevia-kasvi sisältää noin 1 %:n rebaudiosidi A-yhdistettä. Yhdisteen molekyylipaino on 966 ja alkuainekoostumus $C_{44}H_{70}O_{23}$. Kuvio 3 näyttää rebaudiosidi A:n kemiallinen rakennekaava. Rakennekaava on hyvin samanlainen kuin steviosidilla. Erona on vain kuviossa punaisella merkitty osuus.

Rebaudiosidi A on Stevia-kasvin sisältämistä yhdisteistä makein ja maultaan melko miellyttävä. Se on 350–450 kertaa makeampi kuin sakkaroosi. Rebaudiosidi A:n sulamispiste on 242–244 °C ja sen veteen liukenevuus on 0,80 %, joka on hieman parempi kuin steviosidi-yhdisteellä. (Kinghorn 2002, 8.)

Rebaudiosidi A:n pysyvyyttä tutkittiin hiilihapotetuissa fosforihappoa ja sitruunahappoa sisältävissä tuotteissa. Tutkimuksen mukaan Rebaudiosidi A:ta sisältävien tuotteiden altistaminen auringonvalolle yhden viikon ajan vähentää makeutusaineen määrää noin 20 %. Toisessa tutkimuksessa rebaudiosidi A-jauhetta säilytettiin 26 viikkoa 40 ± 2 asteessa eikä vähentymistä havaittu. (Kraska ym. 2009, 17.)



Kuvio 3. Rebaudiosidi A:n rakennekaava. (Bowles, Isayenkova, Lim & Poppenberger 2005.)

4 STEVIOLIGLYKOSIDIEN KÄYTTÖ MAKEUTUSAINENA

Stevioliglykosideista valmistettu makeutusaine voi koostua useasta eri yhdisteestä. Eri maissa käytetään eri yhdisteitä ja lainsäädäntö määrää raja-arvot. Esimerkiksi Koreassa makeutusaineen tulee sisältää vähintään 98 % steviosidi-yhdistettä (Kim & Choi 2002, 197). Suomessa sen taas tulee koostua 95 % steviosidista, rebaudiosideista A, B, C, D, E ja F, steviolibiosidista, rubusosidista ja dulkosidista (Evira 2012). Koska makeutusaineiden koostumukset ovat erilaisia, myös valmistusprosesseissa on eroja. Yhteistä kaikille valmistusprosesseille on uuttaminen.

Päähdisteillä steviosidilla ja rebaudiosidi A:lla on hieman erilainen maku. Kun makeutusaine koostuu yli 50 % steviosidi-yhdisteestä, jälkimaku on hieman lakritsainen. Kun taas makeutusaine sisältää yli 50 % Rebaudiosidi A-yhdistettä maku on hienostuneempi ja lakritsaisuus ei tule jälkimaussa niin hyvin esille. Tavallisesti makeutusaine koostuu pääosin näistä kahdesta yhdisteestä. Muita yhdisteitä makeutusaineessa on noin 5 %. (Geuns 2007, 2.)

Stevioglykosideja käytetään niin teollisuudessa kuin makeutusainevalmisteissa. Stevioliglykosideja sisältäviin pöytämakeutusaineisiin lisätään usein jotain täyteainetta, jotta annostelu olisi helpompaa. Suomessa käytetään esimerkiksi maltodekstriiniä, dekstroosia tai laktoosia Canderel-tuotteissa ja hedelmäkuituja Hermesetas-tuotteissa. Lisäksi esimerkiksi Yhdysvalloissa käytetään erytritolia NuStevia-tuotteissa. Makeutusaine voi esiintyä jauheena, nesteinä ja tabletteina.

Seuraavana esitellään stevioliglykosideihin perehtyneen marja-alan yrittäjän Maarit Kiiskisen ajatuksia stevioliglykosidien käytöstä makeutusaineena. Stevioliglykosidien valmistajia on maailmassa vain muutamia. Näistä tunnetuimpia ovat Cargill ja Pure Circle. Jälleenmyyjä on paljon sekä kansainvälisellä että kansallisella tasolla. Pääsyä markkinoille rajoittavat isot sokeri- ja makeutusaineteollisuuden yritykset. Syy stevioliglykosidien hyväksymiseen Euroopassa vasta nyt saattaakin johtua suuryrityksistä, jotka tekevät kaikkensa ettei uusia makeutusaineita pääse markkinoille. (Kiiskinen 2012.)

Stevioliglykosideilla ei yksin saavuteta riittävän korkeaa makeusastetta. Stevioliglykosidien lisäksi tuotteissa voisi kokeilla käyttää esimerkiksi xylitolia, agavesiirappia, vaahterasiirappia tai hunajaa. (Kiiskinen 2012.)

4.1 Stevioliglykosidien ja muiden makeutusaineiden vertailua

4.1.1 Sokerit

Sokereihin kuuluu *tavallinen sokeri* eli sakkaroosi, *hedelmänsokeri* eli fruktoosi, *rypälesokeri* eli glukoosi ja *maitosokeri* eli laktoosi. Sakkaroosi sisältää runsaasti energiaa. Se pilkkoutuu ja imeytyy helposti ja siten myös nostaa verensokeria nopeasti. Se on disakkaridi ja koostuu glukoosista ja fruktoosista. Glukoosi nostaa verensokeritasoa nopeasti kun taas fruktoosin vaikutus on hitaampaa ja vähäisempää. Stevioliglykosidit ovat energiaa sisältämättömiä eivätkä vaikuta verensokeripitoisuuteen. (Lisäaineopas 2005, 37)

Rakenteeltaan ja ominaisuuksiltaan stevioliglykosidit ovat erilaisia kuin sakkaroosi. Tämä aiheuttaa myös muutoksia elintarvikkeissa, joihin stevioliglykosideja käytetään sakkaroosin sijasta. Stevioliglykosideista valmistettu makeutusaine on 200–300 kertaa makeampaa kuin sakkaroosi. Makeutusainetta tarvitsee siis käyttää huomattavasti vähemmän, jolloin tuotteen tilavuus saattaa pienentyä. Tilavuuden pienentyessä muiden aineiden määrää on lisättävä, mikä saattaa vaikuttaa merkittävästi aistinvaraisiin ominaisuuksiin.

On myös huomioitavaa, että muutoksella on vaikutusta kustannuksiin. Vaikka stevioliglykosideista valmistettu makeutusaine onkin huomattavasti kalliimpaa kuin sakkaroosi sen annostelumäärä on niin pieni, että se saattaa jopa vähentää raaka-ainekustannuksia ja varastointiin liittyviä kustannuksia.

Stevioliglykosidi-makeutusaineen makuprofiili on erilainen kuin sakkaroosin. Sillä on hieman karvas ja lakritsimainen jälkimaku, joten se ei välttämättä sovellu makeuttajaksi kaikkiin elintarvikkeisiin. Parhaiten se sopii makeuttajaksi tuotteisiin, joissa on jo valmiiksi melko voimakas maku. Tällöin makeutusaineen voimakas

maku ei erotu niin selkeästi. Usein stevioliglykosideja käytetään sokerin tai hedelmäsokerin kanssa yhdessä, jolloin maku ei tule niin voimakkaasti esille.

Taulukossa 1 on esitelty stevioliglykosidien keskeisimpiä ominaisuuksia. Taulukossa olevat tekijät voivat rajoittaa stevioliglykosidien käyttöä tai olla jopa haluttuja ominaisuuksia.

Taulukko 1. Stevioliglykosidien ominaisuuksia. (Mizutani & Tanaka 2002, 185.)

Stevioliglykosidien ominaisuuksia

- 200–300 kertaa sakkaroosia makeampaa
- kaloriton
- ei aiheuta Maillardin reaktiota
- ei osallistu käymisreaktioon
- ei karamellisoidu
- hieman lakritsimainen, metallinen ja karvas jälkimaku

Sakkaroosi on hampaiden terveydelle haitallista. Sakkaroosin aiheuttama haponmuodostus ja pH:n lasku edesauttavat kariuksen eli hammasmädän syntymistä (Lisäaineopas 2005, 37). Stevioliglykosideja kariesta aiheuttavat bakteerit eivät voi käyttää energialähteenään, mikä vähentää kariuksen syntymistä.

Hedelmäsokeri eli fruktoosi on hedelmissä esiintyvä sokeri. Fruktoosi on noin 1,5 kertaa makeampaa kuin sakkaroosi (Lisäaineopas 2005, 37). Fruktoosilla ja stevioliglykosideilla on samankaltaisia eroavaisuuksia kuin sakkaroosilla ja stevioliglykosideilla.

Suomessa markkinoille on tullut tuotteita, joissa stevioliglykosideja on käytetty fruktoosin kanssa yhdessä. Tällaisia tuotteita ovat Hartwallin Novelle Friss ja Jaffa Super-juomat. Kyseisiä juomia markkinoidaan kevyinä ja luonnollisina tuotteina.

Stevioliglykosidien makeutusteho ei yksin riitä saavuttamaan tarvittavaa makeusastetta. Yksi syy fruktoosin käyttöön saattaa olla se, että se imeytyy hitaammin ja on makeampaa kuin sakkaroosi. Se ei aiheuta yhtä suuria heittäilyjä verensokeripitoisuudessa kuin sakkaroosi. Makeutensa vuoksi sitä tarvitaan pienempi määrä kuin sakkaroosia, jolloin myös tuotteen energiamäärä on pienempi.

4.1.2 Sokerialkoholit

Sokerialkoholeja ovat sorbitoli, mannitoli, ksylitoli, isomaltitoli, laktitoli ja maltitoli. Toisin kuin stevioliglykosidit, sokerialkoholit aiheuttavat usein laksatiivisia vaikutuksia etenkin suurempina määrinä nautittuina. Lisäksi ne ovat vähemmän makeita kuin sokeri, mutta sisältävät kuitenkin yhtä paljon energiaa kuin tavallinen sokeri. Sokerialkoholit kuitenkin imeytyvät hitaammin ja epätäydellisemmin. Yhteistä stevioliglykosidien kanssa sokerialkoholeilla on se, että ne eivät ole niin haitallisia hampaille. Etenkin ksylitolilla on jopa karieskasvua estävä vaikutus. (Lisäaineopas 2005, 37.)

4.1.3 Energiaa sisältämättömät makeutusaineet

Energiaa sisältämättömiä makeutusaineista eniten käytettyjä ovat asesulfaami K, aspartaami ja sakariini. Sakariini ja asesulfaami K ovat täysin keinotekoisia makeutusaineita. Aspartaamia ja asesulfaami K:ta käytetään usein yhdessä, koska ne korostavat toistensa makeutta. Usein myös keinotekoisien makeutusaineiden ADI-arvot ovat niin pieniä, että on parempi käyttää useampaa makeutusainetta, jotta raja-arvot eivät ylittyisi. (Lisäaineopas 2005, 37.)

Aspartaami hajoaa ja menettää makeustehonsa kuumennettaessa eikä siten sovi käytettäväksi leivonnaisissa. Lisäksi se ei sovellu kaikille ihmisille. Se sisältää fenyyliinialaniinia, jota synnynnäistä fenylketonuriaa sairastavien henkilöiden elimistö ei pysty hajottamaan. (Lisäaineopas 2005, 37.)

4.2 Valmistusprosessi

Stevioliglykosidit saadaan erotettua Stevia-kasvista uutamisprosessilla. Lähtömateriaalina prosessissa on *Stevia Rebaudiana Bertoni* -kasvin kuivatut ja murskatut lehdet. Erilaisia uutamisprosesseja on olemassa kymmeniä ja eri maissa käytetään erilaisia menetelmiä. (Wallin 2004, 3–4.)

Uuttamismenetelmät voivat perustua esimerkiksi liuottimiin, värinpoistoon, absorptioon, kromatografiaan, ioninvaihtoon tai yksittäisten glykosidien saostamiseen. Uudempia menetelmiä ovat ultrasuodattaminen, metalli- ionien käyttö ja uutteen kirkastaminen zeoliitillä. (Kraska ym. 2009, 13.)

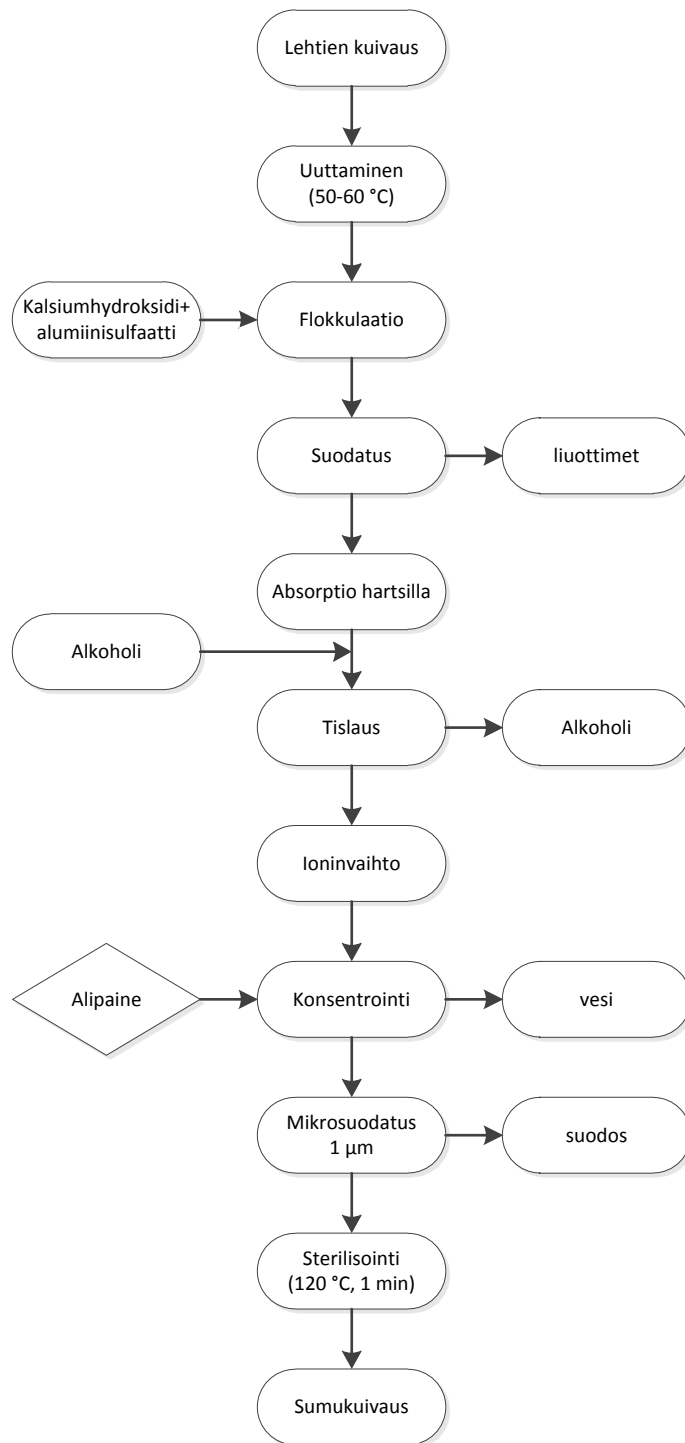
Paraguayssa käytetään seuraavaa menetelmää. Prosessi aloitetaan liottamalla kuivattuja ja murskattuja lehtiä kuumassa vedessä 20–30 minuuttia, koko ajan sekoittaen. Nestemäinen uute erotetaan lehdistä valuttamalla. Apuna käytetään painetta, jotta uutetta saadaan talteen mahdollisimman paljon. Prosessissa on mahdollista käyttää erilaisia uutamis- ja valuttamismenetelmiä. Uutteen annetaan jäähtyä huoneen lämpötilaan. Epäpuhtaudet voidaan poistaa sentrifugoimalla tai antamalla niiden laskeutua liuksen pohjalle. Tässä vaiheessa prosessia uute sisältää makeutusaine-komponentteja, kasvin väriaineita ja muita veteen liukenevia ainesosia. (Wallin 2004, 3.)

Makeat komponentit ja väriaineet uutetaan liuottimella, jossa on butanolia tai isobutanolia ja bentseeniä, kloroformia tai heksaania. Muodostunut faasi erotetaan ja tiivistetään, kunnes saadaan kiinteä massa. Massaan liuotetaan kuumaa metanolia. Jäähdytettäessä glykosidit alkavat kiteytyä. Kiteet erotetaan, pestään kylmällä metanolilla ja uudelleenkiteytetään. Lopullisessa tuotteessa on 95–97 % stevioliglykosideja ja noin 4 % vettä. (Wallin 2004, 3.)

Toisena esimerkkinä esitellään Japanissa käytetty menetelmä. Kuivattuja lehtiä uutetaan 2–3 kertaa 50–60-asteisessa vedessä. Uute flokkuloidaan lisäämällä kalsiumhydroksidia ja alumiinisulfaattia. Seuraavaksi seos suodatetaan ja absorpoidaan hartsilla. Absorpoinnin jälkeen stevioliglykosidit vapautetaan alkoholilla. Alkoholilla saadaan erotettua tislaamalla, jonka jälkeen ioninvaihto suoritetaan ioninvaihtimella. Seos konsentroidaan haihduttamalla siitä vettä

alipaineessa. Lopuksi suoritetaan mikrosuodatus, sterilointi (120 °C:ssa, 1 min) ja sumukuivaus. (Wallin 2004, 3–4.)

Lopullinen tuote sisältää 80–88 % steviosidia, rebaudiosidi A:ta ja C:ta sekä dulkosidia. Lisäksi tuotteessa on 5–10 % muita stevioliglykosideja ja sakkarideja (Wallin 2004, 3). Kuvio 4 kuvaa prosessia.



Kuvio 4. Japanissa käytetty valmistusprosessi. (Wallin 2004, 3–4.)

4.3 Lainsäädäntö

Euroopan komissio antoi lausunnon 10.3.2010 vahvistaen stevioliglykosidien hyväksyttäväksi päiväsaanniksi (ADI) 4 mg painokiloa kohti päivässä.

Lainsäädäntö määrää, mihin elintarvikeryhmiin stevioliglykosideja saa käyttää ja kuinka paljon. (A 12.11.2011/1131.)

Laissa on myös määrätty tarkat ohjeet markkinointia ja pakkausmerkintöjä varten, jotta ne eivät johtaisi kuluttajaa harhaan. Seuraavassa taulukossa esitellään pakkausmerkinnöissä ja markkinoinnissa sallittuja ilmauksia (Taulukko 2).

Taulukko 2. Sallitut ilmaukset. (Evira 2012.)

Sallitut ilmaukset	Lisätietoa ilmauksesta
<ul style="list-style-type: none"> stevioliglykosidit 	Stevioliglykosideista 95 % on steviosideja, rebaudiosideja A, B, C, D, E tai F, steviolibiosideja, rubusosideja tai dulkosideja.
<ul style="list-style-type: none"> rebaudiosidi A 	Stevioliglykosideista 95 % on rebaudiosidi A:ta.
<ul style="list-style-type: none"> steviosidit 	Stevioliglykosideista 95 % on steviosideja.
<ul style="list-style-type: none"> steviakasvista valmistetut stevioliglykosidit 	Korvaavia sanoja sanalle steviakasvi: stevia, steviauute tai stevian lehtiute.
<ul style="list-style-type: none"> steviakasvista valmistettu makeutusaine 	
<ul style="list-style-type: none"> kasvista peräisin oleva makeutusaine 	
<ul style="list-style-type: none"> stevioliglykosideja esiintyy stevian lehdissä 	

Seuraavassa taulukossa (taulukko 3) esitetään kielletyt ilmaukset, jotka saattavat johtaa kuluttajaa harhaan. Erityisesti huomiota on kiinnitettävä siihen, että *Stevia Rebaudiana Bertoni* -kasvia ei ole hyväksytty elintarvikkeissa käytettäväksi ainesosaksi eikä siihen viittaavia ilmauksia siten voi käyttää.

Taulukko 3. Kielletyt ilmaukset. (Evira 2012.)

Kielletyt ilmaukset	Lisätietoa ilmauksesta
<ul style="list-style-type: none"> • stevia tai steviakasvi 	<i>Stevia Rebaudiana Bertoni</i> -kasvin lehtien ja muiden osien käyttö elintarvikkeissa on kiellettyä.
<ul style="list-style-type: none"> • steviaaute 	Sanaa steviaaute ei pidetä stevioliglykosidien synonyyminä.
<ul style="list-style-type: none"> • luontainen makeutusaine • luontaisesti makeutettu • makeutettu luontaisilla ainesosilla • ei keinotekoisia makeutusaineita 	Lisäainelainsäädännössä ei ole jaottelua luonnollisiin tai keinotekoisin lisäaineisiin.

4.4 Turvallisuus

Scientific Committee for Food (SCF) on arvioinut steviosidi-yhdistettä vuosina 1984, 1989 ja 1999. Steviosidi-yhdistettä ei hyväksytty, koska sen turvallisuudesta ei ollut riittävästi tietoa. The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JEFCA) on tarkastellut stevioliglykosidien turvallisuutta vuosina 2000, 2005, 2006, 2007 ja 2009 ja lopulta julkaissut sallittavaksi päiväsaanniksi 4 mg/kg/päivä. *In vivo*-ja *in vitro*-tutkimuksien perusteella JEFCA on todennut, että stevioliglykosidit eivät ole syöpää aiheuttavia eivätkä perimään, lisääntymiseen tai kehittymiseen vaikuttavia aineita. (Efsa 2010, 1-3.)

Ihmisille tehdyissä tutkimuksissa osoitettiin, että 1000 mg:n annokset/hlö/päivä stevioliglykosideja eivät aiheuttaneet haittavaikutuksia. Testiryhmässä oli mukana 2-tyyppin diabetesta sairastavia ihmisiä sekä ihmisiä, joilla on normaali glukoosiaineenvaihdunta. (Efsa 2010, 47.)

5 STEVIOLIGLYKOSIDEILLA MAKEUTETTU HILLO

5.1 Hillo ja erikoishillo

Kauppa- ja teollisuusministeriön hillo- ja marmeladiasetuksen (474/2003) mukaan hillo tarkoittaa sopivan hyytelömäiseksi tehtyä seosta, joka sisältää sokereita, hedelmälihaa tai sosetta ja vettä. Hillo voi sisältää yhtä tai useampaa hedelmää. Hilloissa on käytettävä 1000 g:aa kohti pääsääntöisesti 350 g hedelmälihaa tai sosetta. (A 6.6.2003/474.)

Erikoishillo on sopivan hyytelömäiseksi tehty seos, jossa on sokereita ja vettä sekä yhden tai useamman hedelmälahin tiivistämätöntä hedelmälihaa. Erikoishillo sisältää pääsääntöisesti 450 g hedelmälihaa 1000 g kohti. (A 6.6.2003/474.)

Euroopan komission asetuksessa (1131/2011) on asetettu stevioliglykosidien E960 enimmäismääräksi hilloissa 200 mg/kg. Asetus koskee ainoastaan hilloja, marmeladeja ja hyytelöitä, joiden energiapitoisuutta on vähennetty. (A 12.11.2011/1131.)

5.2 Sokerin merkitys hillossa

Sokeri on merkittävässä roolissa hillon valmistuksessa ja sen määrän vähentäminen aiheuttaa tuotteessa muutoksia, joita täytyy mahdollisesti paikata muilla aineilla. Muutoksia voidaan huomata esimerkiksi rakenteessa, värissä ja säilyvyydessä.

Sokerin määrän pienentäminen vaikuttaa hillon hyytelöitymiseen ja sitä kautta rakenteeseen. Sokerittomissa hilloissa tai vähän sokeria sisältävissä hilloissa voidaan käyttää LM-pektiiniä. LM-pektiini eli low methoxyl -pektiini hyytyy ilman sokeria ja happoa. Se tarvitsee kuitenkin tietyn määrän kalsiumia hyytyäkseen. Hillon kuiva-ainepitoisuuden täytyy olla välillä 10–80 % ja pH:n välillä 2,5–6,5. (Peusa & Piilo 2006, 14.)

Sokerin vähentämisellä voi olla myös vaikutusta hillon väriin. Sokeri parantaa värin säilyvyyttä hilloissa, joten ulkonäön säilyvyyden parantamiseksi voidaan harkita esimerkiksi askorbiinihapon käyttöä.

Sokerin vähentäminen vaikuttaa merkittävästi säilyvyyteen. Sokeri sitoo nestettä ja siten alentaa vedenaktiivisuutta. Mitä pienempi vedenaktiivisuus on, sitä paremmin tuote säilyy. Lisäksi sokeri kasvattaa osmoottista painetta, joka vähentää mikrobien kasvua. (Sokerilla on monta tehtävää 2010.)

Turvallisuuden ja pitkän säilyvyysajan varmistamiseksi hilloon täytyy lisätä säilöntäainetta. Hilloissa käytettyjä säilöntäaineita ovat esimerkiksi kaliumsorbaatti tai natriumbentsoaatti. Säilöntäaineet estävät hiivojen, homeiden sekä bakteerien kasvua.

6 MATERIAALIT JA MENETELMÄT

6.1 Materiaalit

Taulukossa 4 on listattuna kokeellisessa osuudessa käytetyt raaka-aineet. Kukkasmäen Marjatilan mansikkarouhe on pakaste.

Taulukko 4. Kokeissa käytetyt raaka-aineet.

Raaka-aine	Valmistaja/maahantuoja
Mansikkarouhe	Kukkasmäen Marjatila
Obipektin Purple Ribbon D-075	Naturex/Leipurin Oy
Obipektin Purple Ribbon B	Naturex/leipurin Oy
RebA 98%	JL Stevia/Leipurin Oy
Sakkarooosi	Danisco Sugar
Kalsiumsitraatti	Oy Roberts Ab

6.2 Menetelmät

6.2.1 Tutkimuksen tausta

Kokeellisessa osuudessa tutkitaan stevioliglykosidien soveltuvuutta makeutusaineeksi hilloihin. Vastaavia tuotteita ei vielä ole markkinoilla, koska stevioliglykosidit hyväksyttiin makeutusaineeksi Suomessa vasta 2.12.2011. Hillot sisältävät runsaasti sokeria ja siten myös runsaasti energiaa. Suomessa ei juurikaan valmisteta hilloja, joiden sokerimäärää olisi vähennetty. Stevioliglykosideilla makeutetuille hilloille voisi olla kysyntää.

6.2.2 Tutkimuksen tavoite

Työn tavoitteena on kokeilla stevioliglykosidien soveltuvuutta makeutusaineeksi hilloihin. Stevioliglykosidien soveltuvuutta hillon makeuttajana tarkastellaan aistinvaraisella arvioinnilla. Tavoitteena on saada valmistettua hyvänmakuinen ja luonnollinen tuote, jossa on vähemmän energiaa. Työn tavoitteena on myös selvittää, miten stevioliglykosidien käyttö vaikuttaa hillon aistinvaraisiin ominaisuuksiin. Työssä valmistetaan sokerilla makeutettu hillo, sokerilla ja stevioliglykosideilla makeutettu hillo ja pelkästään stevioliglykosideilla makeutettu hillo.

Tavoitteena on selvittää, onko stevioliglykosideja käyttämällä mahdollista valmistaa hilloa ja mitkä tekijät rajoittavat valmistusta. Hypoteesi on, että sokerin korvaaminen stevioliglykosideilla aiheuttaa rakenteellisia muutoksia ja mahdollisesti myös epämiellyttävän jälkimaun.

Päätavoitteena on valmistaa tuote käyttämällä makeutusaineena sekä sokeria että stevioliglykosideja. Tällöin hillon energiapitoisuutta saataisiin laskettua huomattavasti. Tavoitteena on löytää sopiva sokerin ja stevioliglykosidien annostelusuhde kyseiseen hilloon. Resepti pyritään pitämään kuitenkin mahdollisimman yksinkertaisena, jolloin aistinvaraisessa arvioinnissa pystytään arvioimaan nimenomaan stevioliglykosidien vaikutusta.

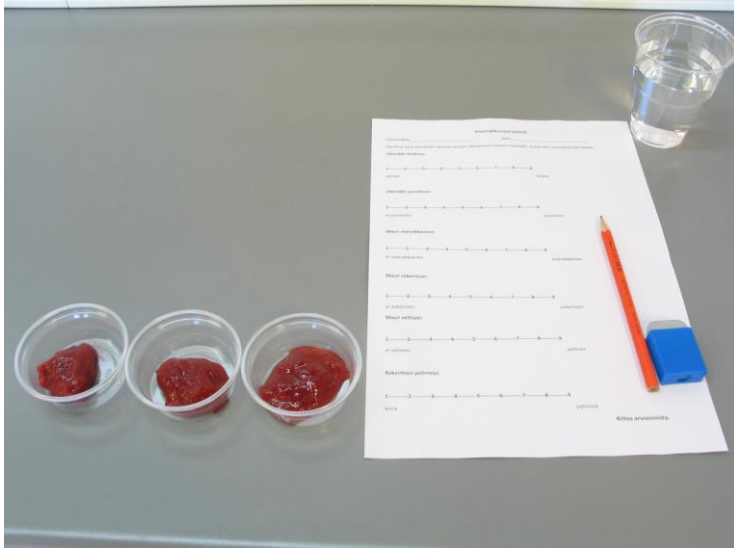
6.2.3 Tutkimuksen rajaus

Tutkimus rajataan koskemaan stevioliglykosidien aiheuttamia muutoksia tuotteen aistinvaraisissa ominaisuuksissa. Työssä halutaan siis saada selville mihin ominaisuuksiin makeutusaineen käyttö vaikuttaa ja miten. Työssä ei kehitellä markkinoille valmista tuotetta.

6.2.4 Aistinvarainen arviointi

Aistinvarainen arviointi on toimintaa, jolla hankitaan tietoa tuotteen aistittavista ominaisuuksista käyttäen erilaisia menetelmiä. Erilaisia menetelmiä ovat erotustestit, mieltymysmenetelmät ja kuvailevat menetelmät. Aistinvaraisessa arvioinnissa voidaan hyödyntää ihmisen kaikkia aisteja. Esimerkiksi ulkonäköä ja rakennetta voidaan arvioida näköaistia käyttäen. Hajua ja aromia arvioidaan hajuaistilla. Makuu- ja tuoksu- aistilla voidaan arvioida flavoria ja tuntoaistilla rakennetta, lämpötilaa ja flavoria. Kuuloaistilla voidaan arvioida esimerkiksi rakenteen rapeutta. (Tuorila, Parkkinen & Tolonen 2008, 11, 15–16.)

Aistinvaraisissa arvioinneissa käytettiin vapaata laatuasteikkoa, jossa on kuvaileva osuus ja pisteytysosuus (Liite 1). Lisäksi käytettiin voimakkuusarviointia, johon koottiin esiarvioinneissa esiin nousseita ominaisuuksia. Hillojen reseptien kehittämissä esiarviointeihin osallistui 2–4 kokenutta arvioijaa. Esiarvioinneissa käytettiin laatuasteikkoa. Pääarviointiin osallistui 12 arvioijaa. Laatuasteikon lisäksi pääarvioinnissa käytettiin voimakkuusarviointia (Liite 2), johon osallistui 6 arvioijaa. Osa pääarviointiin osallistuneista arvioijista oli jo esiarvioinneissa maistanut hilloja ja osa arvioi niitä ensimmäistä kertaa. Osa arvioijista ei tiennyt hillojen sisältävän stevioliglykosideja. Arvioinneissa arvioijan eteen asetettiin näytteet, vettä, arviointipaperi ja kynä. Kuviossa 5 nähdään arviointitilanne.



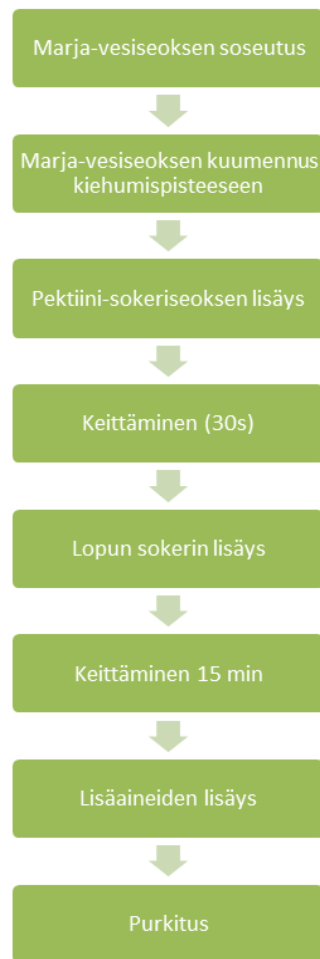
Kuvio 5. Arviointitilanne.

6.2.5 Hillojen valmistus

Hillojen valmistuksessa käytettiin kuvion 6 mukaista menetelmää. Valmistusmenetelmä perustuu pektiinin valmistajan suosituksiin. Hillojen valmistuksessa voidaan käyttää kahdenlaista menetelmää liittyen pektiinin lisäykseen. Pekiinien mukana tulleista spesifikaatioista tai reseptiehdotuksista yleensä selviää, kumpaa tapaa valmistaja suosittelee kyseiselle pektiinille.

Pektiinistä voidaan valmistaa liuos, joka sisältää vettä, pektiiniä ja sokeria tai pektiini voidaan lisätä sokeriin sekoitettuna suoraan hilloon. Tässä työssä käytettiin jälkimmäistä menetelmää. Kuvion mukaista menetelmää käytettiin kaikkien hillonäytteiden valmistuksessa. Stevioliglykosidit lisättiin hilloon pektiiniin sekoitettuna.

Hillot purkitettiin lasipurkkeihin, jotka sterilisoitiin 100-asteisessa uunissa. Korkit sterilisoitiin keittämällä.



Kuvio 6. Mansikkahillon valmistusprosessi.

6.2.6 Muut menetelmät

Refraktometri. Refraktometri on optinen laite, jolla saadaan mitattua nesteen ainepitoisuus. Sen toiminta perustuu valon etenemisnopeuteen, joka ilmaistaan taitekertoimena. (Mäntyvaara 2011.)

Hillojen valmistuksessa käytettiin Atago refraktometriä. Mittaus tapahtuu siten, että nestettä tiputetaan prisman päälle ja valolevy suljetaan. Asteikolta luetaan Brix-arvo, joka kertoo liuenneen kuiva-aineen pitoisuuden. Hilloissa kuiva-aine koostuu pääosin sokerista.

pH-mittari. pH-mittarilla mitataan liuoksen happamuutta tai emäksisyyttä. Sen toiminta perustuu jännite-eron mittaamiseen. Jännite-ero syntyy mitattavan

liuoksen ja elektrodin sisällä olevan nesteen välille. (Solubiologia [viitattu 23.4.2012].)

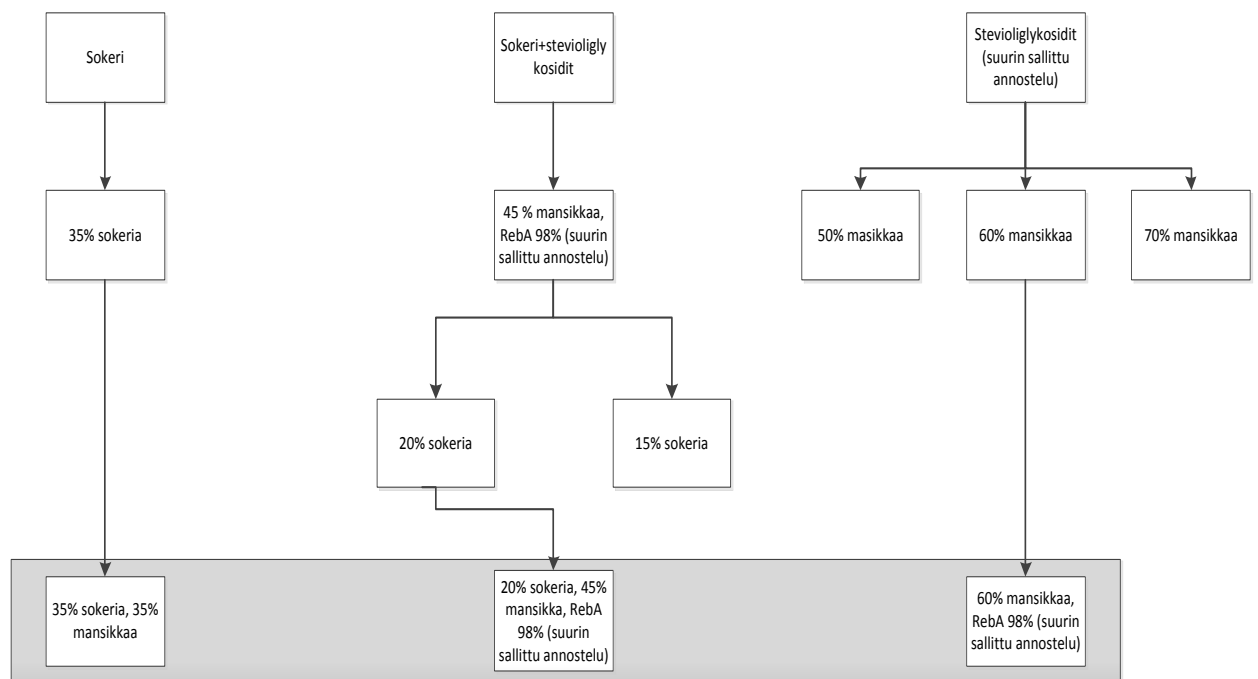
Diet32-ohjelma. Diet32-ohjelma on ravintolaskentaohjelma. Ohjelma on suunniteltu tutkimuskäyttöön, ruoan käytön rekisteröintiin ja ravitsemusneuvontaan. Suomalaisena pää tietokantana ohjelmassa käytetään Kansanterveyslaitoksen Fineli-rekisteriä. (Diet32-kehitysyhteistyötä ravitsemusterapeuttien kanssa! [Viitattu 25.5.2012].)

Hillojen ravintosisällöt laskettiin Diet32-ohjelmalla. Ohjelma toimii siten, että tietokantaan lisätään ensin reseptissä olevat raaka-aineet. Ravintosisältö reseptille saadaan kun syötetään ruokalajin tietoihin oikeat määrät kutakin raaka-ainetta. Ohjelma laskee ravintosisällön tuotteelle käyttäen raaka-aineiden ravintosisältötietoja hyväkseen.

7 KOKEELLINEN OSUUS

7.1 Työn kulku

Kuviossa 7 on esitetty työn kulku. Harmaa pohja kuviossa tarkoittaa pääarviointia. Pääarviointiin valittiin hillot esiarviointien perusteella.



Kuvio 7. Työn kulku.

7.1.1 Stevioliglykosidi-makeutusaineen valinta

Neljästä erilaisesta stevioliglykosidi-näytteestä valittiin aistinvaraisilta ominaisuuksiltaan paras vaihtoehto. Valinta suoritettiin aistinvaraisella arvioinnilla käyttäen vapaata laatuasteikkoa (Liite 1). Arvioinnissa arvioitiin vain makua ja suutuntumaa, koska muissa ominaisuuksissa ei ollut eroavaisuuksia. Arvioijat eivät tieneet, mikä kukin näyte oli. Taulukossa 5 on esitelty eri näytteet ja niiden maahantuojayritykset sekä arvioinnissa käytetyt kirjaintunnukset.

Taulukko 5. Stevioliglykosidi-näytteet.

Näyte	Kirjaintunnus	Maahantuoja
Rebaudiana A 60 %	D	Leipurin Oy
Rebaudiana A 95 %	B	Leipurin Oy
Rebaudiana A 98 %	C	Leipurin Oy
Sweetener Steviol glycosides	A	Bestfoods Oy

Stevioliglykosidit liuotettiin veteen. Annostelussa hyödynnettiin Sweetener Steviol glycosides -näytteen annosteluohjetta, joka on 0,150 g/1000 ml. Kaikki vesiliuokset valmistettiin käyttäen edellä mainittua annostelua. Aistinvaraisen arvioinnin jälkeen pidettiin avoin keskustelu tehdyistä havainnoista. Aistinvaraisessa arvioinnissa annetut pistemäärät ja yhteenveto avoimista vastauksista ovat liitteenä (Liite 3).

Aistinvaraisessa arvioinnissa ei huomattu suuria eroavaisuuksia näytteiden välillä. Voimakkaita sivumakuja ei ollut missään näytteessä. Avointen vastausten perusteella huomattiin, että merkittävin eroavaisuus näytteiden välillä oli makeusaste. Arvioinnin jälkeisen keskustelun ja tulosten perusteella päätettiin, että hillojen valmistukseen valitaan Rebaudiana A 98 % -näyte, joka oli maultaan makein. RebA 98 % sisältää vähintään 98 % rebaudiosidi A-yhdistettä. Lainsäädäntö rajoittaa annostelua hilloissa, joten makeusasteen tulisi olla mahdollisimman korkea.

7.1.2 Referenssihillo

Referenssihillo makeutettiin sakkaroosilla eli tavallisella sokerilla. Sokeri valittiin, koska se on tavallisin hilloissa käytettävä makeuttaja. Sokerilla makeutettu hillon

ensimmäinen resepti valmistettiin käyttämällä LM-pektiiniä Obipectin Purple Ribbon D-075, joka soveltuu myös vähäsokerisiin hilloihin. Hillosta mitattiin Brix, joka oli 45 %. Valmiina hillo oli rakenteeltaan kiinteä, hieman rakeinen ja hyytelömäinen. Maultaan hillo oli makea ja mansikkainen. Ulkonäkö oli hyvin kiinteä ja marmeladimainen.

Aistinvaraisen arvioinnin perusteella päätettiin kokeilla sokerilla makeutetun hillon valmistukseen eri pektiiniä kuin vähäsokerisen ja sokerittoman hillon valmistukseen, jotta rakenteesta saataisiin parempi. Resepti 2 valmistettiin Purple Ribbon B-pektiinillä. Resepti kehitettiin Foodwest Oy:llä aikaisemmin käytössä olleiden reseptien pohjalta. Rakeisen rakenteen vuoksi reseptiä kehitettiin edelleen vähentämällä kalsiumsitraatin määrää. Resepti 3 valittiin pääarviointiin referenssinäytteeksi. Referenssihillon kehittävyvaiheiden kolme reseptiä ovat liitteenä 4.

7.1.3 Stevioliglykosideilla makeutettu hillo

Valmistettiin hillo käyttäen makeutusaineena pelkästään stevioliglykosideja (Rebaudiana A 98 %). Stevioliglykosideja käytettiin suurin sallittu määrä, jonka lainsäädäntö hyväksyy. Valmistukseen käytettiin Purple Ribbon D-075 -pektiiniä. Valmistuksessa huomattiin, että pektiinin liuottaminen on hankalampaa, kun sitä ei sekoiteta sokeriin. Ensimmäisellä reseptillä valmistettaessa käytettiin mansikkaa 70 %, jolloin hillosta tuli tuoresosemaista ja hyvin mansikkaista. Ulkonäöltään hillo oli vaaleampaa kuin sokerilla makeutettu hillo. Brix-arvo oli tuotteella 10 %. Hillo oli miedon makea eikä siinä huomattu voimakkaita sivu- tai jälkimakuja.

Reseptiä kehiteltiin vähentämällä mansikan määrää. Reseptissä 2 mansikan määrä oli 50 %. Brix-arvoksi mitattiin 5 %, joka on liian pieni kyseiselle pektiinille. Koska vettä oli hillossa runsaasti, siitä tuli geelimäistä ja vetistä. Maultaan se oli miedon makea.

Kahdesta kokeillusta reseptissä lähdettiin hakemaan välimuotoa. Reseptissä 3 käytettiin 60 % mansikkaa. Hillo oli rakenteeltaan lusikoitavaa ja sosemaista.

Resepti 3 valittiin pääarviointiin. Stevioliglykosideilla makeutetun hillon kolme reseptiä ovat liitteenä 5.

7.1.4 Stevioliglykosideilla ja sokerilla makeutettu hillo

Stevioliglykosidien lisäksi makeuttajaksi käytettiin sakkaroosia. Myös fruktoosin käyttöä harkittiin, mutta se olisi saattanut aiheuttaa muutoksia rakenteeseen, jolloin stevioliglykosidien vaikutuksia olisi ollut vaikeampi arvioida. Fruktoosi on sakkaroosia hieman makeampaa, joten sen määrä hillossa on pienempi. Siitä johtuen hilloon täytyy lisätä muita ainesosia enemmän. Fruktoosi herättää myös keskustelua terveellisyytensä puolesta. Uudempien tutkimusten mukaan sillä saattaa olla terveyttä heikentäviä vaikutuksia. Lisääntyneellä fruktoosin käytöllä saattaa olla yhteyksiä aineenvaihduntahäiriöihin (Rizkalla 2010).

Aikaisemmin kokeiltujen reseptien pohjalta kehiteltiin resepti, jossa on sekä sokeria että stevioliglykosideja. Reseptissä päätettiin käyttää stevioliglykosidien suurinta sallittua annostelua 200 mg/kg, jolloin sokerin määrä saataisiin mahdollisimman pieneksi ilman, että makeusaste olisi matala.

Hilloja valmistettiin kahdella eri reseptillä. Ensimmäisessä reseptissä käytettiin 45 % mansikkaa ja 20 % sokeria. Reseptissä 2 käytettiin 45 % mansikkaa ja 15 % sokeria. Mansikan määrä oli 45 % molemmissa resepteissä, koska se on erikoishillon pienin sallittu määrä. Mikäli tuotetta alettaisiin valmistaa myyntiin, mansikan määrä olisi pidettävä mahdollisimman alhaisena kustannuksien takia. Pääarviointiin valittiin reseptillä 1 valmistettu hillo, jossa on 20 % sokeria. Toisen hillon makeuden voimakkuus ei ollut riittävä. Hillojen reseptit ovat liitteenä 6.

7.2 Yhteenveto tuloksista

Sokerilla makeutetun hillon valmistuksessa huomattiin, että kalsiumsitraatin määrällä on vaikutusta hillon rakenteeseen. Kun käytetään vähemmän kalsiumsitraattia, rakenteesta tulee sileämpi ja vähemmän rakeinen.

Kalsiumsitraattia ei kuitenkaan voida jättää pois, koska pektiini tarvitsee sitä hyytyäkseen.

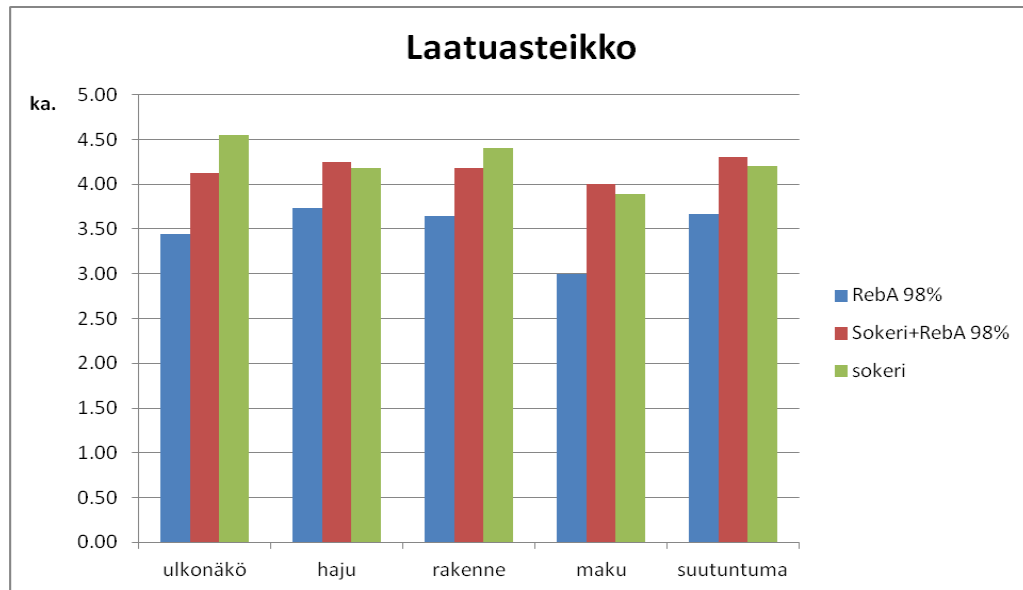
Stevioliglykosideilla makeutetun hillon valmistuksessa huomattiin, että vaikka valmistukseen käytettäisiin suurinta lainsäädännössä sallittua määrää, ei hillosta saada siltikään riittävän makeaa. Lisäksi hillossa on käytettävä runsaasti mansikkaa, joka tuo siihen makeutta ja rakennetta. Sokerin puuttuminen vaikuttaa myös hillon Brix-arvoon. Kun Brix-arvo on matala, pektiini ei toimi halutulla tavalla ja hillon rakenne muuttuu. Sokerin puuttuminen aiheuttaa myös sameutta hillon väriin.

Taulukosta 6 nähdään pääarvioinneissa olleiden näytteiden Brix- ja pH-arvot. Sokerin vähentäminen vähentää happamuutta, mikä taas vaikuttaa hillon säilyvyyteen. Brix-arvo jää hyvin matalaksi stevioliglykosideilla makeutetussa hillossa, mikä tekee hillon rakenteesta sosemaisena.

Taulukko 6. Hillonäytteiden Brix ja pH.

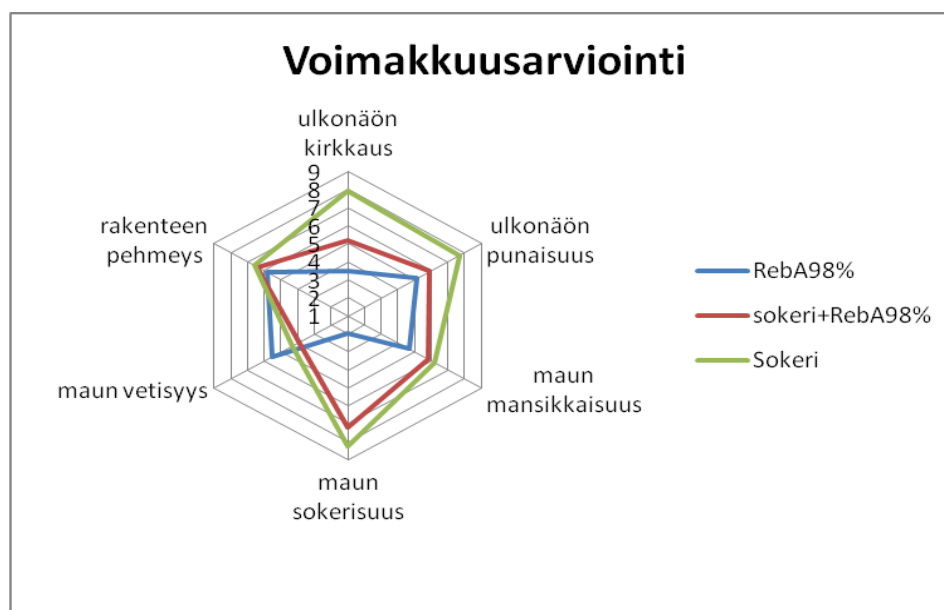
näyte	sokeri	sokeri+RebA 98 %	RebA 98 %
pH	3,18	3,5	3,56
Brix (%)	48	35	9

Pääarvioinnin laatuasteikon tulokset ovat liitteenä 7. Kuviosta 8 nähdään, että sokerilla makeutetulla ja sokerilla ja stevioliglykosideilla makeutetuilla hilloilla ei ollut suuria eroja. Stevioliglykosideja ja sokeria sisältävä hillo sai jopa paremmat arvosanat hajussa, maussa ja suutuntumassa. Sokerin merkitys tuloksien perusteella on tärkeä ulkonäössä ja rakenteessa. Näytteistä heikoimmaksi jäi stevioliglykosideilla makeutettu hillo. Stevioliglykosideilla makeutettu hillo ei ollut riittävän makea. Lisäksi sen rakenne oli sosemainen ja väri samea.



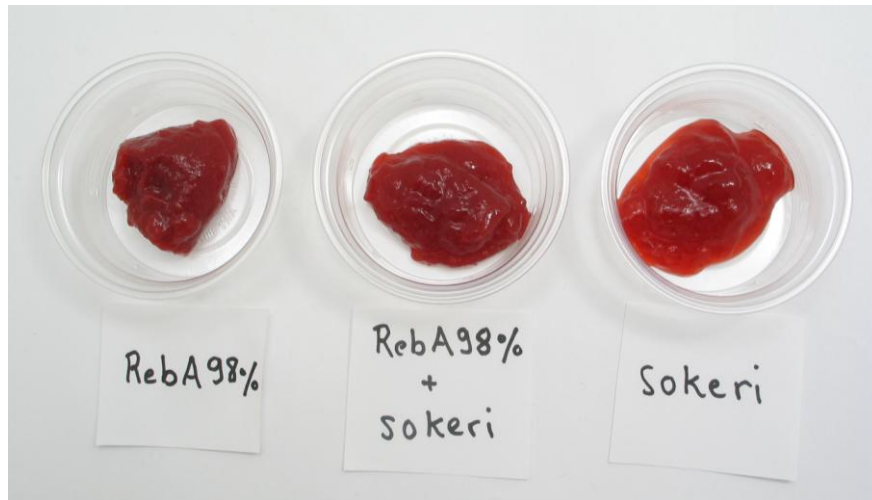
Kuvio 8. Laatuasteikon tulokset.

Voimakkuusarvioinnin tulokset nähdään kuviosta 9. Kun tarkasteltiin yksittäisiä ominaisuuksia, merkittävin ero RebA 98% -makeutusaineella makeutetun hillon ja referenssihillon välillä oli maun sokerisuudessa ja ulkonäön kirkkaudessa. Sokerilla ja RebA 98%:lla makeutetun hillon ja referenssihillon välillä suurimmat erot olivat ulkonäössä. Muissa ominaisuuksissa ylettiin lähes samalle tasolle kuin referenssihillossa. Voimakkuusarvioinnin tulokset ovat liitteenä 8.



Kuvio 9. Voimakkuusarvioinnin tulokset.

Kuviosta 10 nähdään pääarvioinnissa mukana olleet hillonäytteet. Kuvasta nähdään sokerin vaikutus hillon ulkonäköön. Väri sokerilla makeutetussa hillossa on kirkkaampi ja kiiltävämpi.



Kuvio 10. Pääarvioinnin hillonäytteet.

Taulukosta 7 nähdään pääarvioinneissa mukana olleiden hillojen reseptit. Kosteushävikki valmistuksessa oli noin 5 %.

Taulukko 7. Pääarvioinnin hillojen reseptit.

Sokeri		RebA98 %		Sokeri+RebA98 %	
ainesosa	määrä (g)	ainesosa	määrä (g)	ainesosa	määrä (g)
Purple Ribbon B (pektiini)	5	Purple Ribbon D-075 (pektiini)	7	Purple Ribbon D-075 (pektiini)	7
sokeri 1	30	RebA98%	0,2	sokeri 1	30
mansikka	350	mansikka	600	RebA98%	0,2
vesi	294,5	vesi	391,9	mansikka	450
sokeri 2	320	kalsiumsitraatti	0,9	vesi	342,1
kalsiumsitraatti	0,5	yhteensä	1000	sokeri 2	170
yhteensä	1000			kalsiumsitraatti	0,7
				yhteensä	1000

Reseptien pohjalta laskettiin myös ravintoainekoostumukset hilloille. Ravintoarvot nähdään taulukosta 8. RebA 98%:lla ja sokerilla makeutetun hillon energiapitoisuus on noin puolet referenssihillon energiapitoisuudesta. Kuidun ja proteiinien määrään vaikuttaa mansikan määrä. Vähän tai ei ollenkaan sokeria sisältävät tuotteet sisältävät enemmän mansikkaa.

Taulukko 8. Hillonäytteiden ravintoainekoostumukset.

Sokerilla makeutettu mansikkahillo		RebA98:lla makeutettu mansikkahillo		Sokerilla ja RebA98:lla makeutettu mansikkahillo	
Ravintoaine	Määrä (per 100 g)	Ravintoaine	Määrä (per 100 g)	Ravintoaine	Määrä (per 100 g)
Energia kJ	692	Energia kJ	113	Energia kJ	353
Energia kcal	165	Energia kcal	27	Energia kcal	84
Proteiinit g	0,2	Proteiinit g	0,3	Proteiinit g	0,2
Hiilihydraatti g	39,9	Hiilihydraatti g	5,3	Hiilihydraatti g	19,8
Rasva g	0,1	Rasva g	0,1	Rasva g	0,1
Kuitu g	0,7	Kuitu g	1,2	Kuitu g	0,9

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kokeellisen osuuden tulokset tukevat osittain hypoteesia. Stevioliglykosidien käytöllä makeutusaineena mansikkahillossa on vaikutusta aistinvaraisiin ominaisuuksiin. Suurimmat eroavaisuudet referenssihilloon nähden ovat ulkonäössä ja rakenteessa. Rakenteeseen vaikuttaa merkittävästi stevioliglykosidien pieni annostelumäärä. Myöskään yksin stevioliglykosideilla ei saavuteta riittävää makeusastetta. Mansikkahillon valmistus vain stevioliglykosideja käyttämällä on kuitenkin mahdollista, vaikka aistinvaraisissa ominaisuuksissa ei ylletä sokerilla makeutetun hillon tasolle. Epämiellyttäviä jälkimakuja ei hilloissa juurikaan havaittu.

Aistinvaraisilta ominaisuuksiltaan paremmaksi koettiin sokerilla ja RebA 98 % - makeutusaineella makeutettu hillo. Sokerin määrää saatiin laskettua 35 prosentista 20 prosenttiin. Maussa ei havaittu suuria muutoksia referenssihilloon verrattaessa.

9 POHDINTA

Kokeellinen osuus herätti paljon kysymyksiä ja myös ideoita liittyen stevioliglykosidien käyttöön makeutusaineena. Stevioliglykosidit ovat Suomessa vielä uusi makeutusaine eikä niiden käytöstä siten ole vielä paljoa kokemusta. Markkinoilla on vasta muutamia tuotteita, jotka sisältävät kyseistä makeutusainetta. Riippuu tietysti kuluttajien vastaanotosta, tuleeko tuotteita lisää.

Tässä opinnäytetyössä tutkittavaksi tuotteeksi valittiin mansikkahillo. Haluttiin selvittää, miten stevioliglykosidit vaikuttavat hillon aistinvaraisiin ominaisuuksiin. Tämän tutkimuksen pohjalta olisikin hyvä lähteä kehittämään tuotetta, joka olisi valmis markkinoille. Kokeellisessa osuudessa selvisi, mihin ominaisuuksiin tulee kiinnittää huomiota. Sokerilla ja RebA 98 % -makeutusaineella makeutetun hillon ulkonäössä ja rakenteessa ei ylletä sokerilla makeutetun hillon tasolle. Kehitysideoita rakenteen parantamiseksi voisi olla erilaisten pektiinien, sakeuttamisaineiden ja emulgointiaineiden kokeilu. Esimerkiksi ksantaanikumilla voitaisiin saada hillon rakenteeseen geelimäisyyttä. Maun ja ulkonäön piristämiseen voitaisiin kokeilla sitruunahapon tai askorbiinihapon käyttöä, jotka myös vaikuttavat säilymiseen. Jatkokehittelyssä tuotteelle tulisi tehdä myös säilyvyystestejä.

Stevioliglykosideilla makeutettu hillo oli makeusasteeltaan liian matala, vaikka käytettiin lainsäädännössä suurinta sallittua annostelua. Jos lähdettäisiin kehittämään täysin sokeritonta hilloa, stevioliglykosidien lisäksi täytyisi käyttää jotain toista makeutusainetta. Myös hillon marjapitoisuutta lisäämällä siihen saadaan lisää makeutta. Lisäksi makeuden lisäämiseksi kannattaisi kokeilla hedelmäsoseita. Kustannuksien kannalta marja- tai hedelmäpitoisuuden nosto kovin korkeaksi ei ole kannattavaa. Kuluttajien täytyisi olla valmiita maksamaan tuotteesta korkeampi hinta. Erikoishillon kiinnostavuutta voitaisiin mitata kuluttajatutkimuksilla.

Stevioliglykosidien hankinnassa on syytä kiinnittää huomiota makeutusaineen koostumukseen. Onkin syytä tarkistaa, mitä yhdistettä se sisältää ja miten paljon. Eri valmistajien tuotteissa voi olla koostumuseroja, jotka vaikuttavat makeuteen ja

makuun. Tässä työssä käytettiin makeutusainetta, joka sisälsi 98% rebaudiosidi A:ta eikä maussa havaittu suuria virheitä.

LÄHTEET

A 12.11.2011/1131. Euroopan komission asetus. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 1333/2008 liitteen II muuttamisesta stevioliglykosidien osalta.

A 6.6.2003/474. Kauppa- ja teollisuusministeriön asetus hedelmähilloista, hyytelöistä, marmeladeista ja tietyistä vastaavista valmisteista.

Bowles, D. Isayenkova, J. Lim, E-K. & Poppenberger, B. 5.4.2005. Glycosyltransferases: managers of small molecules. [Verkkojulkaisu]. Science direct. [Viitattu 26.5.2012]. Saatavana: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369526605000397>.

Brandle, J.E., Starratt, A.N. & Gijzen, M. 1998. Stevia rebaudiana: Its agricultural, biological, and chemical properties. [Verkkojulkaisu]. Canadian journal of plant science. [Viitattu 8.5.2012]. Saatavana: <http://pubs.aic.ca/doi/pdf/10.4141/P97-114>.

Carakostas, M.C., Curry, L.L., Boileau, A.C. & Brusick, D.J. 2008. The history, technical function and safety of rebaudioside A, a naturally occurring steviol glycoside, for use in food and beverages. [Verkkojulkaisu]. Food and chemical toxicology. [Viitattu 11.1.2012]. Saatavana: <http://missclasses.com/mp3s/Prize%20CD%202010/Previous%20years/Sweeteners/Stevia%20history.pdf>.

Diet32–kehitysyhteistyötä ravitsemusterapeuttien kanssa!. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Aivo Finland Oy. [Viitattu 25.5.2012]. Saatavana: <http://www.aivo.se/fi/tuotteet/diet32/>.

Efsa. 2010. [Verkkojulkaisu]. Scientific Opinion on the safety of steviol glycosides for the proposed uses as a food additive. European Food Safety Authority (EFSA). Parma, Italy. [Viitattu 11.1.2012]. Saatavana: <http://www.efsa.europa.eu/it/scdocs/doc/1537.pdf>.

Evira. 3.2.2012. [Verkkosivu]. Stevioliglykosidit. [Viitattu 6.2.2012]. Saatavana: http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/tietoa_elintarvikkeista/koostumus/elintarvikeparanteet/lisaaaineet/tietoa_yksittaisista_aineista/stevioliglykosidit.

Geuns, J. 26.9.2007. Steviol glycosides as Food Additive. [Verkkojulkaisu]. Spain. EUSTAS. [Viitattu 21.3.2012]. Saatavana: http://www.eustas.org/Steviol_glycosides_summary_application.pdf.

History of Use. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Body ecology. [viitattu 3.11.2011]. Saatavana: <http://www.stevia.net/history.htm>.

- Kiiskinen, M. 2012. Marja-alan yrittäjä. Ruusulan marja- ja viinitila. Keskustelu. 8.5.2012.
- Kim, J. & Choi, Y.H. 2002. Use of stevioside and cultivation of *Stevia rebaudiana* in Korea. Teoksessa: Kinghorn, A.D. *Stevia: The genus Stevia*. London: Taylor & Francis.
- Kinghorn, A.D. 2002. *Stevia: The genus Stevia*. London: Taylor & Francis.
- Kraska, R.C., Mc Quate, R.S., Coughlin, J.R., Guy, R.C., Falk, M.C., Glinsmann, W.H. & Nicolosi, R.J. 3.3.2009. High purity steviol glycosides- Sweetleaf® *Stevia*: Food Usage Conditions for General Recognition of Safety. [Verkkajulkaisu]. GRAS Associates. [Viitattu 6.2.2012]. Saatavana: http://www.accessdata.fda.gov/scripts/fcn/gras_notices/grn000287.pdf.
- Lisäaineopas. 2.11.2005. [Verkkajulkaisu]. Elintarvikevirasto. [Viitattu 28.3.2012]. Saatavana: http://www.evira.fi/attachments/elintarvikkeet/elintarviketietoa/lisaaineet/lis__aineopas.pdf.
- Mizutani, K. & Tanaka, O. 2002. Use of *Stevia rebaudiana* sweeteners in Japan. Teoksessa: Kinghorn, A.D. *Stevia: The genus Stevia*. London: Taylor & Francis.
- Mäntyyvaara, T. 2011. Refraktometrin prisman likaantuminen. [Verkkajulkaisu]. Aalto- yliopisto Sähkötekniikan korkeakoulu. [Viitattu 23.4.2012]. Saatavana: <http://lib.tkk.fi/Dipl/2011/urn100541.pdf>.
- Pajarre- Sorsa, S. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Myrkytystietokeskus. [Viitattu 21.3.2012]. Saatavana: <http://kotisivu.dnainternet.net/rp4/kasvimyrkyista.htm>.
- Peusa, J. & Piilo, T. 2006. Marjat ja hedelmät prosessissa. [Verkkajulkaisu]. Helsinki. Viikki Food Centre. [Viitattu 21.3.2012]. Saatavana: http://www.hbsp.net/viikkifoodcentre/julkaisut/oppaat/fi_FI/oppaat/_files/11736978730003213/default/Marjat%20ja%20hedelmat%20prosessissa.pdf.
- Rizkalla, S.W. 2012. Health implications of fructose consumption: A review of recent data. [Verkkajulkaisu]. *Nutrition&Metabolism*. [Viitattu 23.5.2012]. Saatavana: <http://www.nutritionandmetabolism.com/content/7/1/82>.
- Soejarto, D.D. 2002. Botany of *Stevia* and *Stevia rebaudiana*. Teoksessa: Kinghorn, A.D. *Stevia: The genus Stevia*. London: Taylor & Francis.

- Sokerilla on monta tehtävää. 2010. [Verkkojulkaisu]. Nordic Sugar. [Viitattu 21.3.2012]. Saatavana: http://www.nordicsugar.com/fileadmin/Nordic_Sugar/Brochures_factsheet_policies_news/Download_center/Functional_properties_of_sugar/Functional_Prop_Sugar_FI.pdf.
- Solubiologia. Ei päiväystä. pH-mittari. [Verkkosivusto]. Solunetti. [Viitattu 23.4.2012]. Saatavana: <http://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/ph-mittari/>.
- Tuorila, H., Parkkinen, K. & Tolonen, K. 2008. Aistit ammattikäyttöön. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.
- Wallin, H. 2004. Steviol glycosides. [Verkkojulkaisu]. FDA. [Viitattu 11.1.2012]. Saatavana: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/agns/pdf/jecfa/cta/63/Steviol.pdf>.
- What is Stevia?. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Lebenswert-leben. [Viitattu 8.5.2012]. Saatavana: <http://www.lebenswert-leben.com/en/wissenswertes/mittel-fuers-leben/stevia.html>.

LIITTE

LIITE 1. Laatuasteikko lomake.**LAATUASTEIKKO, vapaa 1 – 5**

Tuote_____

Arvioijan nimi_____

Päivämäärä_____

Pisteet: tuotekeh.näytteet:

- 1 = voimakkaita virheitä
- 2 = selviä virheitä
- 3 = lieviä virheitä
- 4 = hyvä
- 5 = erinomainen

Voit käyttää puolia pisteitä!
 Jos annat 3 tai vähemmän, perustele kantaasi!

Näyte	Ulkonäkö	Pisteet	Haju	Pisteet	Rakenne	Pisteet	Maku	Pisteet	Suutuntuma	Pisteet

Kiitos arvioinnista.

LIITE 2. Voimakkuusarviointi lomake.**Voimakkuusarviointi**

Päivämäärä: _____

Nimi: _____

Merkitse jana-asteikolle näytteen kirjain valitsemasi numeron kohdalle. Arvioi yksi ominaisuus kerrallaan.

Ulkonäön kirkkaus:

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9

samea

kirkas

Ulkonäön punaisuus:

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9

ei punainen

punainen

Maun mansikkaisuus:

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9

ei mansikkainen

mansikkainen

Maun sokerisuus:

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9

ei sokerinen

sokerinen

Maun vetisyys:

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9

ei vetinen

vetinen

Rakenteen pehmeys:

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9

kova

pehmeä

Kiitos arvioinnista.

LIITE 3. Yhteenveto makeutusaineen valinnan tuloksista.

Yhteenveto makeutusaineen valinnan tuloksista

A= Sweetener Steviol glycosides

B= RebA95%

C= RebA98%

D= RebA60%

Pisteytysosuuden tulokset:

näyte	arvioija	maku	suutuntuma
A	1	5	5
	2	4	4
	3	4	4
	4	4	4
	ka.	4.25	4.25
B	1	5	4
	2	4.5	5
	3	3	3
	4	5	5
	ka.	4.375	4.25
C	1	4	4
	2	5	5
	3	3	3
	4	5	5
	ka.	4.25	4.25
D	1	5	5
	2	4	4
	3	4	4
	4	4	4
	ka.	4.25	4.25

Yhteenveto avoimista vastauksista:

Näytteen A makua kuvailtiin makeaksi, hieman lakritsimaiseksi ja metalliseksi sekä pistäväksi. Suutuntuma näytteellä A oli hieman ohut ja sillä oli karvas jälkituntuma.

Näyte B oli miedon makea eikä siinä huomattu voimakkaita sivumakuja. Hieman karvautta havaittiin maussa. Suutuntumaa kuvailtiin täyteläiseksi ja paksuksi.

Näytteen C makua kuvailtiin voimakkaan makeaksi eikä siinä havaittu voimakkaita sivumakuja. Makeus jäi kielen päälle pitemmäksi aikaa. Suutuntumaa kuvailtiin täyteläiseksi ja paksuksi.

Näytettä D kuvailtiin maultaan miedon makeaksi ja myös mieto aniksen maku tuli esiin. Suutuntuma oli hieman ohut.

LIITE 4. Referenssihillon reseptit.**Referenssihillon reseptit**

Resepti 1	
ainesosa	määrä (g)
Purple Ribbon D-075 (pektiini)	5
sokeri 1	30
mansikka	350
vesi	294
sokeri 2	320
kalsiumsitraatti	1
yhteensä	1000

Resepti 2	
ainesosa	määrä (g)
Purple Ribbon B (pektiini)	5
sokeri 1	30
mansikka	350
vesi	294
sokeri 2	320
kalsiumsitraatti	1
yhteensä	1000

Resepti 3	
ainesosa	määrä (g)
Purple Ribbon B (pektiini)	5
sokeri 1	30
mansikka	350
vesi	294,5
sokeri 2	320
kalsiumsitraatti	0,5
yhteensä	1000

LIITE 5. Stevioliglykosideilla makeutetun hillon reseptit.**Stevioliglykosideilla makeutetun hillon reseptit**

Resepti 1	
ainesosa	määrä (g)
Purple Ribbon D-075 (pektiini)	7
RebA98%	0,2
mansikka	700
vesi	291,9
kalsiumsitraatti	0,9
valmista hilloa	1000

Resepti 2	
ainesosa	määrä (g)
Purple Ribbon D-075 (pektiini)	7
RebA98%	0,2
mansikka	500
vesi	491,9
kalsiumsitraatti	0,9
valmista hilloa	1000

Resepti 3	
ainesosa	määrä (g)
Purple Ribbon D-075 (pektiini)	7
RebA98%	0,2
mansikka	600
vesi	391,9
kalsiumsitraatti	0,9
valmista hilloa	1000

LIITE 6. Stevioliglykosideilla ja sokerilla makeutetun hillon reseptit.**Stevioliglykosideilla ja sokerilla makeutetun hillon reseptit**

Resepti 1	
ainesosa	määrä (g)
Purple Ribbon D-075 (pektiini)	7
sokeri 1	30
RebA98%	0,2
mansikka	450
vesi	342,1
sokeri 2	170
kalsiumsitraatti	0,7
valmista hilloa	1000

Resepti 2	
ainesosa	määrä (g)
Purple Ribbon D-075 (pektiini)	7
sokeri 1	30
RebA98%	0,2
mansikka	450
vesi	392,1
sokeri 2	120
kalsiumsitraatti	0,7
valmista hilloa	1000

LIITE 7. Pääarviointin laatuasteikon tulokset.

Pääarviointin laatuasteikon tulokset

Avoimet vastaukset

Näyte X:

Ulkonäöltään näyte X oli samea, harmahtava, kiinteä, tiivis ja survosmainen. Hajua kuvailtiin miedon mansikkaiseksi, raikkaaksi ja viljaiseksi. Rakenne oli paksu, tiivis, sakea ja sosemainen. Maultaan näyte X oli miedon mansikkainen, vetinen, miedon makea, hapan ja hieman kirpeä. Suutuntumaltaan näyte oli ohut, vetinen, pehmeä, tasainen, rakeinen ja siemeninen.

Näyte Z:

Ulkonäöltään näyte Z oli punainen, kiiltävä, raikkaan värinen, hyytelömäinen, kirkas ja kuultavan punainen. Hajua kuvailtiin raikkaan mansikkaiseksi, makeaksi ja hieman miedoksi. Rakenne oli kiinteä, tasainen, pehmeä, hyytelömäinen, marmeladimainen, paksu, joustava ja hillomainen. Maultaan näyte Z oli erittäin makea, mansikkainen ja raikas. Suutuntuma oli pehmeä, täyteläinen, tasainen, rakeinen, jauhomainen ja hiean hyytelömäinen.

Näyte G:

Ulkonäöltään näyte G oli hieman samea, punainen, kiinteä, paksu, tumma, rakeinen, kirkas ja hieman harmahtava. Hajua kuvailtiin mansikkaiseksi, viljaiseksi ja makeaksi. Rakenne oli kiinteä, jämäkkä, paksu, tiivis, lohkeava ja hillomainen. Maultaan näyte G oli mansikkainen, makea, pakkasen makuinen ja viljainen. Suutuntuma oli pehmeä, kiinteä, melko täyteläinen, ohut, vetinen ja hieman rakeinen.

LIITE 7. Pääarvioinnin laatuasteikon tulokset.

X= RebA98%

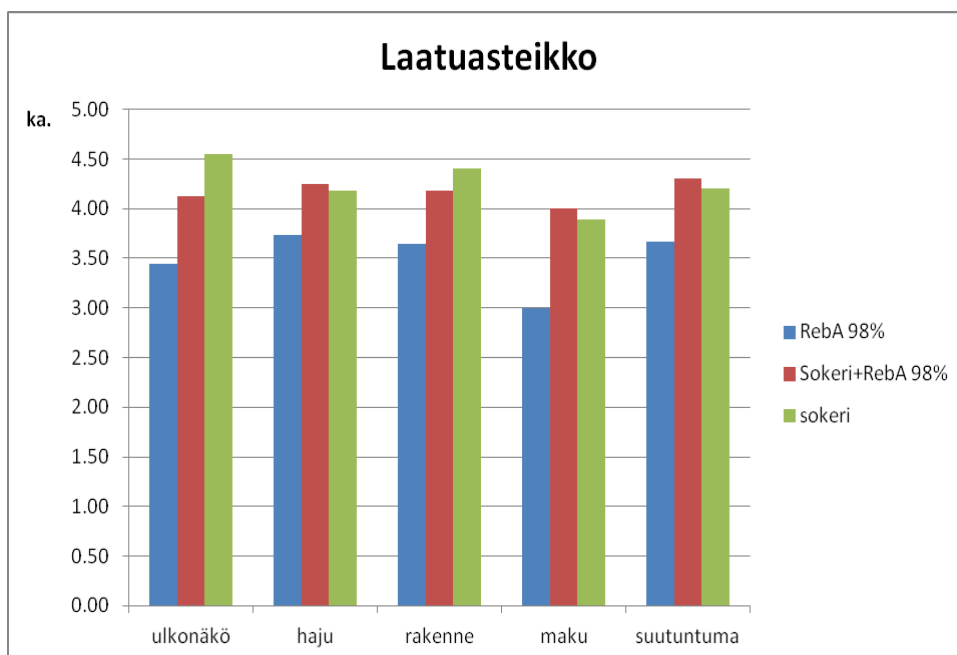
Z=sokeri

G= RebA98%+sokeri

				näyte	
	arvioija	x	g	z	
ulkonäkö	1	4	5	5	
	2	4	5	4	
	3	3	4	4	
	4	3,5	3,5	5	
	5	3	3,5	4,5	
	6	4	4,5	5	
	7	3	4	5	
	8	3	4	4	
	9	3	4	5	
	10	2,5	3	4	
	11	4,5	4,5	5	
	12	4	4	4	
	ka.	3.44	4.13	4.55	
haju	1	5	5	4	
	2	5	4	4	
	3	4	4	4	
	4	3	3	5	
	5	3	4	4,5	
	6	5	4	5	
	7	3	5	4	
	8	4	5	4	
	9	2	5	3	
	10	3,5	4	4	
	11	4	4	5	
	12	3	4	4	
	ka.	3.73	4.25	4.18	
rakenne	1	4	5	5	
	2	3	4	3	
	3	4	4	4	
	4	3	4	5	
	5	3	4	4,5	
	6	4	4,5	5	
	7	4	4	5	
	8	4	4	4	
	9	4	5	4	
	10	3	3	3,5	
	11	4,5	5	5	
	12	4	4	4	
	ka.	3.64	4.18	4.40	
maku	1	4	5	5	
	2	4	3	3	
	3	3	3	4	
	4	3	4	4,5	
	5	3	3,5	4,5	
	6	3	4,5	3,5	
	7	2	4	4	
	8	3	4	3	
	9	2	5	4	

LIITE 7. Pääarviointin laatuasteikon tulokset.

	10	2,5	3,5	3
	11	3	4,5	5
	12	3	4	4
	ka.	3.00	4.00	3.89
suutuntuma	1	5	5	5
	2	3	4	3
	3	4	4	4
	4	3	3,5	5
	5	3	4	4,5
	6	4	4	4,5
	7	4	5	5
	8	4	4	4
	9	3	5	3
	10	4	4	4
	11	3	4,5	5
	12	4	4	4
	ka.	3.67	4.30	4.20



LIITE 8. Voimakkuusarvioinnin tulokset.

Voimakkuusarvioinnin tulokset

F= RebA98%

O= RebA98%+sokeri

L= sokeri

Voimakkuusarviointi							
näyte	arvioija	ulkonäön kirkkaus	ulkonäön punaisuus	maun mansikkaisuus	maun sokerisuus	maun vetisyys	rakenteen pehmeys
F	1	6	7	3	2	4	3
	2	3	6	5	2	6	6
	3	4	5	7	3	5	4
	4	3	5	4	2	3	6
	5	2	6	2	1	9	9
	6	3	2	7	2	6	7
	ka.	3.50	5.17	4.67	2.00	5.50	5.83
O	1	5	7	4	7	6	2
	2	6	7	7	8	2	8
	3	5	5	6	7	4	6
	4	4.5	6	6	6	6	7
	5	6	7	7	7	1.5	8.5
	6	4.5	3.5	5	8	4	7
	ka.	5.17	5.92	5.83	7.17	3.92	6.42
L	1	7	8	6	8	7	5
	2	8.5	8	6	8	4	8
	3	7	6	5	8	4	7
	4	9	8	6	8	7	5
	5	8	8	8	9	1	8.5
	6	8	8	6	8.5	3	6
	ka.	7.92	7.67	6.17	8.25	4.33	6.58

Voimakkuusarviointi

