

Selvitys marjojen osmoottisesta kuivatuksesta

KRISTIINA AUVINEN & REETA TAURIAINEN

63 Degrees North – Pohjoisen erikoiskasvit Euroiksi -hanke



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus

Selvitys marjojen osmoottisesta kuivatuksesta

63 Degrees North – Pohjoisen erikoiskasvit Euroiksi -hanke

Kristiina Auvinen,
Reeta Tauriainen
Raportti
Syksy 2020
Maaseutuelinkeinot
Oulun ammattikorkeakoulu



SISÄLLYSLUETTELO

Johdanto.....	4
1 Osmoottinen kuivatus	6
1.1 Sokerit osmoottisessa kuivatuksessa.....	6
1.2 Sokerit	7
1.3 Muita kuivatusmenetelmiä.....	7
2 Osmoosikokeet.....	8
2.1 Esiselvitys	8
2.2 Esikäsittely.....	10
2.3 Sokeriliuoksen vahvuus	12
2.4 Osmoosikäsittely	13
2.5 Uunikuivatus.....	16
2.6 Brix-mittaus	17
3 Makutesti	19
4 Tulokset.....	21
5 Johtopäätökset.....	22
Lähteet	2
Liitteet	2
LIITE 1. Makutestikaavake	2

JOHDANTO

Osmoosikuivatus on maailmalla yleinen ja hyväksi havaittu kuivatusmenetelmä marjojen, hedelmien ja vihannesten kuivatuksessa. Osmoosikäsittelyn avulla saadaan säilytettyä tuotteen rakenne-, maku-, väri-, ja ravintoainepitoisuudet paremmin muihin kuivatusmenetelmiin verrattuna. Parempi säilyvyys perustuu sokerin erinomaisiin säilöntäominaisuuksiin ja sen kykyyn alentaa aktiivisen veden pitoisuutta. Aktiivinen vesi elintarvikkeissa toimii kasvualustana haitallisille bakteereille ja mikrobeille, jotka aiheuttavat tuotteen pilaantumista ja heikentävät säilyvyyttä.

Osmoosikuivatuksessa kuivattavat tuotteet upotetaan väkevään sokeri- tai suolaliuokseen. Väkevyysero marjojen sisältämän nesteen ja ympäröivän sokeriliuoksen välillä saa aikaan osmoottisen virtauksen, jonka avulla kuivattavan tuotteen nestepitoisuus alenee. Alentunut nestepitoisuus nopeuttaa jatkuivatusta uunissa tai kuivurissa. Tässä selvityksessä kartoitetaan mahdollisuuksia kuivattaa marjoja väkevän sokeriliuoksen avulla.

Osmoosin avulla mansikoiden kosteuspitoisuus on saatu alenemaan 10-50 % 12-48 tunnissa. (K. Venkatachalapathy, G.S.V Raghavan 1999. Viitattu 24.7.2020.) Rodríguezin tutkimuksessa osmoosikäsittelyyn yhdistettiin lyhyt alipaineimpulssi liotuksen alkuvaiheessa, jonka seurauksena mansikoiden ja vadelmien kosteuspitoisuus laski 35 % 4 tunnin aikana. (A. Rodríguez, R. H. Mascheroni 2007. Viitattu 24.07.2020.)

Tämän selvityksen päätavoitteena on kehittää kotimaiselle karpalolle ja mustaherukalle soveltuva osmoosikuivausmenetelmä. Markkinoilla olevat kotimaiset kuivatut marjat myydään usein jauheena, joten kokonaisuina kuivatuille marjoille olisi kysyntää. Tämän selvityksen tarkoituksena on kartoittaa, onko kotimaisia marjoja mahdollista kuivattaa kokonaisuina ja saavuttaa hyvä ja kuluttajia miellyttävä lopputulos. Toisena tavoitteenamme on pohtia, onko osmoosikuivausmenetelmä energiaa säästävää ratkaisua kotimaisten marjojen kuivattamisessa.

Esiselvityksessä kartoitettiin tyrnille, karpalolle sekä mustaherukalle sopivia esikäsittelymenetelmiä. Kokeissa sovellettiin valmista reseptiä, joka ei valitettavasti osoittautunut toimivaksi, vaan lopputuloksena oli kivikovia, lasimaisia ja erittäin sokerisia marjoja. Reseptissä marjat esikäsiteltiin upottamalla ne kolmeksi minuutiksi kiehuvaan veteen, jonka jälkeen ne upotettiin 60 % vahvuiseen sokeriliuokseen (marjoja ja sokeriliuosta suhteessa 1:5). Liotusaika sokeriliuoksessa oli 3 vuorokautta, jonka jälkeen marjat huuhdeltiin ja kuivatettiin 80 °C 7 tunnin ajan. Tässä reseptissä kompastuskiveksi osoittautui liian tehokas kuumavesikäsittelyvaihe, tarpeettoman pitkä osmoosiliotusaika, sekä liian korkea kuivatuslämpötila. Reseptiä muokattiin kirjallisuuden ja tutkimuksien avulla vaihtelevin tuloksin. Selvitykseen liittyvät kokeet suoritettiin Oulun ammattikorkeakoulun laboratoriossa.

Tämä selvitys on osa Haapaveden-Siikalatvan seudun kuntayhtymän hallinnoimaa 63 Degrees North – Pohjoisen erikoiskasvit Euroiksi-hanketta. Hanke on Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahaston yleishyödyllinen maaseudunelinkeinojen aktivointihanke. Hankkeen tavoitteena on muun muassa edistää ja kehittää peltoviljelyn erikoiskasvien viljelyä ja luonnontuotteiden keruuta, tuotteistamista sekä markkinointia. Tavoitteisiin kuuluu myös uusien tuotanto- ja jalostamistapojen mahdollisuuksien selvittäminen.

1 OSMOOTTINEN KUIVATUS

Osmoosissa pienmolekyylit, kuten vesi, kulkevat puoliläpäisevän kalvon läpi diffuusion avulla. Vesi pyrkii tasoittamaan kalvon kummallakin puolella olevia pitoisuuseroja siirtymällä puoliläpäisevän kalvon läpi väkevämpään nesteeseen. (Solunetti n.d. Viitattu 12.9.2020.)

Osmoottisessa kuivatuksessa marjat upotetaan sokerista ja vedestä valmistettuun hypertoniseen sokeriliuokseen, jonka sokeripitoisuus on suurempi kuin marjoissa. Tämä saa aikaan kaksoisvirtauksen marjojen ja sokeriliuoksen välillä, joka aiheuttaa marjoissa nestepitoisuuden alenemisen. Virtaava vesi poistaa marjoista vesiliukoisia aineita, kuten sakkarideja, orgaanisia aineita, happoja ja vitamiineja vähäisissä määrin. Samalla marjoihin imeytyy sokereita hypertonisesta sokeriliuoksesta. (Sunjka & Ragjavan 2004, 2; Viitattu Lenart 1996. Viitattu 1.9.2020.) Osmoosikuivatuksen aikana alentunut nestepitoisuus vähentää uunikuivatusaika, joten menetelmä on energiatehokkaampi tavanomaiseen kuivatukseen verrattuna.

Osmoosikäsittely on tehokas menetelmä marjojen, vihannesten sekä kasvien kuivatuksessa. Jo pelkän osmoosin avulla voidaan tutkimusten mukaan saavuttaa jopa 50 % painonmenetys kuivatettavasta tuotteesta. (A. Venkatachalapathy, G.S .V Raghavan, 1999. Viitattu 24.07.2020.)

Osmoosikuivausta on hyödynnetty hedelmien, marjojen ja kasvien kuivatuksessa. Osmoottisen esikäsittelyn ansiosta tuotteen mekaaninen kestävyys paranee, eikä kuivattava elintarvike kärsi yhtä voimakkaasti fysiologista rasitusta kuumailmakuivatuksessa kuin tuote, jota ei ole esikäsitelty.

1.1 Sokerit osmoottisessa kuivatuksessa

Selvityksessä testattiin eri sokerilaatujen vaikutusta osmoosiin ja kuivatettavien marjojen rakenteeseen. Alkuperäisessä reseptissä käytetty sukroosi eli tavallinen sokeri tuotti kovia ja pintarakenteeltaan lasimaisia marjoja liuoksen vahvuudesta ja uuttoajasta riippumatta. Myös glukoosisiirappia testattiin (sokeripitoisuus 23 g / 100 g). Glukoosisiirappi ei osoittautunut soveliaaksi, sillä lopputuloksena oli liisterimäisen tahmeita marjoja, jotka eivät kuivuneet tasaisesti uunikuivatuksessa. (KUVA 3)

Glukoosisiirappia, jonka sokeripitoisuus on 49.2 g / 100 g on käytetty onnistuneesti osmoosikokeissa. (Agnieszka & Andrej 2010, 2. Viitattu 11.9.2020.) Parhaaksi sokerilaaduksi osoittautui fruktoosi, jonka avulla saavutettiin sopivan pehmeärakenteisia ja miellyttävän makuisia marjoja.

1.2 Sokerit

Tavallisena kidesokerinakin tunnettu sukroosi on fruktoosista ja glukoosista muodostuva lyhytketjuinen disakkaridi. Disakkaridit ovat kaksoissokereita, eli ne muodostuvat kahdesta erilaisesta yksinkertaisesta sokerimolekyylistä eli monosakkaridista. Happamissa olosuhteissa (pH 2,5 - 4,0) tai kuumennettaessa sakkaroosi invertoituu, eli sidos glukoosin ja fruktoosin välillä katkeaa. Lopputuloksena syntyy glukoosin ja fruktoosin seosta 1:1. Invertoituminen vaikuttaa sokerin ominaisuuksiin ja lisää kuiva-ainepitoisuutta. (Fineli n.d, viitattu 21.09.2020.) Fruktoosi eli hedelmäsokeri on hedelmissä ja marjoissa luontaisesti esiintyvä sokeri. Energiapitoisuudeltaan fruktoosi ja sukroosi vastaavat toisiaan. Ihminen maistaa fruktoosin makeampana kuin sukroosin, joten makeutuksessa fruktoosia tarvitaan määrällisesti vähemmän. Fruktoosi kuuluu monosakkaridien ryhmään. (Fineli n.d, viitattu 21.09.2020.) Glukoosi eli rypälesokeri on varsinkin hedelmissä ja marjoissa hedelmäsokerin ohella esiintyvä sokeri. (Kielitoimiston 21.09.2020.)

1.3 Muita kuivatusmenetelmiä

Yleisimmin marjoja ja kasviksia kuivataan ilmakeiväusmenetelmällä (kuten kaappikuivurilla, tunnelikuivurilla tai lavakuivurilla). *Ilmakeiväus* voi olla joko lämmin- tai kylmäilmakeiväusta. Juureksien ja vihannesten kuivatuksessa ilmakeiväusmenetelmä on suosittua. *Pakkaskuiväus* on suositeltavaa niille tuotteille, jotka ovat erittäin herkkiä lämpövaurioille. Pakkasuiväuksessa kustannukset nousevat helposti valitettavan korkeiksi, joten kyseinen menetelmä on kannattavaa vain, jos lopputuotteen korkea laatu oikeuttaa korkeat tuotanto- ja pakkauskuiväusmenetelmän. Nestemäisiä, helposti hapettuvia, tai herkästi lämmössä vaurioituvia tuotteita voidaan kuivata *sumutuskuiväuksen* avulla. *Sumutuskuiväuksessa* neste levitetään kuumaan ilmakeivävirtaan, josta erotellaan tuotteesta kuivuneet partikkelit. *Valssikuiväuksen* avulla saadaan kuivatettua nestemäisistä aineista jauhemaisia lopputuotteita (esim. perunasoseesta perunahiutaleita). Valssikuiväuksessa kuiväusaika on lyhyt, mutta lämpötila tavanomaista korkeampi. Sokeripitoisten tuotteiden kuivättäminen valssikuiväusmenetelmällä on haastavaa, sillä se vaatii erikoistekniikkaa. Lämpöherkille, helposti hapettuville tai runsaasti sokeria sisältäville tuotteille soveltuva menetelmä on tyhjiökuiväus. Tyhjiökuiväuksen kustannukset ovat kuitenkin valitettavan korkeat laite- ja käyttökuiväusmenetelmän takia. *Ekstruuderimenetelmässä* tuote esikuivätetään ensin jollain muulla menetelmällä, jonka jälkeen kuivänettävää tuotetta pidetään ekstruuderissa aluksi suuren paineen alaisena, minkä jälkeen paine vapautetaan. Jälkikuiväus tapahtuu jollain tavanomaisella menetelmällä. (Soini, 1994, s. 12-21. Viitattu 29.7.2020.)

2 OSMOOSIKOKEET

2.1 Esiselvitys

Esiselvityksessä hyödynnettiin valmista reseptiä, jonka avulla on kuivatettu mustaherukoita osmoottisesti.

Reseptissä marjojen esikäsitteily tapahtui upottamalla jäiset marjat 1-3 minuutiksi kiehuvaan veteen. (KUVA 1)

Kiehuva vesi kuitenkin rikkoi marjojen rakenteen lähes täysin jo ensimmäisen minuutin aikana.

Hellävaraisemmaksi esikäsitteilymenetelmäksi havaittiin marjojen upottaminen kiehautettuun veteen 10 minuutin ajaksi kannella peitettynä. 10 minuutin aikana marjojen kuori halkeaa ja marjojen rakenteen tuhoutuminen on vähäisempää.

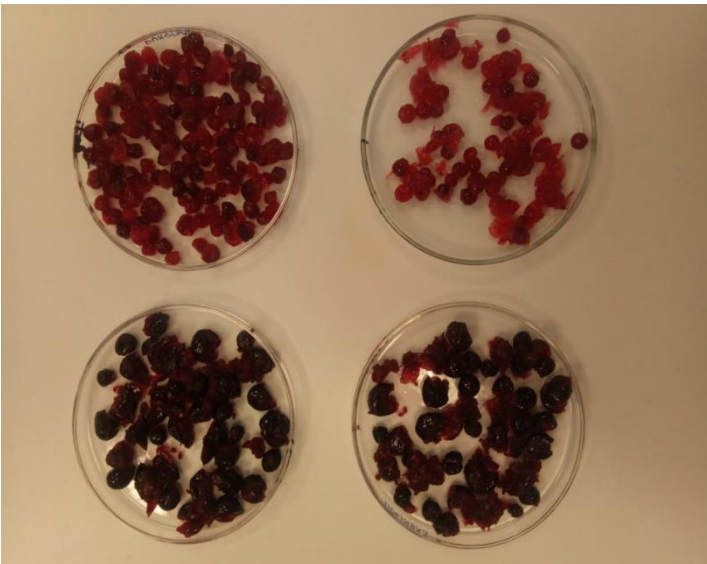
Osmoosia varten valmistettiin 60 % vahva sukroosiliuos. Reseptissä sokeriliuoksen ja marjojen suhde on 1:3 ja 1:6. Näiden lisäksi testattiin osmoosiliotusta suhteella 1:9. Liotusaika oli 5,5 - 72 tuntia huoneenlämmössä. Esiselvityksessä tutkittiin myös magneettisekoittajan (Heidolph Mr 1000 230 V), lämpöhauteen (50-60 °C) ja alipaineen (Diaphragm vacuum pump MZ 2C) vaikutusta osmoosin kiihdyttämiseen. Magneettisekoittajat asetettiin toimimaan 733 rpm nopeudella. Magneettisekoittajalla ei ollut osmoosia nopeuttavaa vaikutusta, vaan lopputulos oli sama kuin niissä näytteissä, joissa ei käytetty magneettisekoittajaa. 1:3 liotetut marjat tuhoutuivat poikkeuksetta sekoituksen aikana (KUVA 2). Alipaineavusteinen osmoosikäsitteily havaittiin tehokkaimmaksi keinoksi laskea marjojen painoa, mutta menetelmänä se on haastava ja hintava laitteistokustannuksien vuoksi. Lämpöhauteessa olleissa näytteissä painon muutos oli vähäistä. Kokeet toistettiin eri vahvuisilla (30 – 75 %) liuksilla sekä eri sokeriladuilla (sukroosi, fruktoosi, glukoosisiirappi). Fruktoosin avulla marjojen väri-, maku-, ja rakenneominaisuudet saatiin säilymään parhaiten, joten fruktoosi valikoitui esiselvitystä seuraavissa kokeissa käytettäväksi sokerilajiksi.

Osmoosiliotuksen jälkeen marjat huuhdeltiin juoksevan veden alla minuutin ajan. Huuhtelun jälkeen marjat kuivattiin kevyesti paperilla ja asetettiin lasiseen petrimaljaan ja uuniin 80 °C asteeseen noin kahdeksaksi tunniksi. Juoksevalla vedellä huuhtelu rikkoi marjojen rakenteen lähes poikkeuksetta.

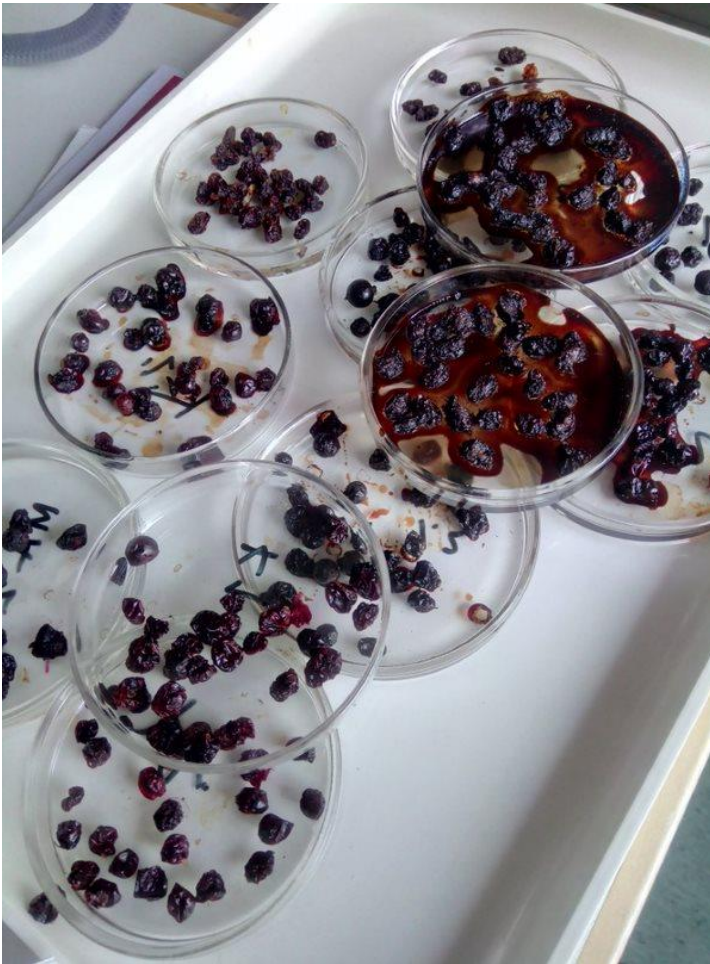
60 % sukroosiliuksella ja kahdeksan tunnin 80 °C uunikuivatuksella marjoista tuli kovia ja erittäin makeita liotusajan pituudesta huolimatta. Reseptin toimivuutta kokeiltiin karpalolle, mustaherukalle sekä tyrnille. Karpalo ja mustaherukka pysyivät lähes ehjinä ja kokonaisina (KUVA 2), mutta tyrnille tämä kuivatustapa osoittautui sopimattomaksi.



KUVA 1. Mustaherukoiden esikäsitteilyä kiehuvaassa vedessä.



KUVA 2. Liian tehokas käsittely rikkoo marjojen rakenteen.



KUVA 3. Glukosisiirapilla käsitellyjä marjoja uunikuivatuksen jälkeen.

2.2 Esikäsitely

Ennen osmoosikäsitelyä marjat on esikäsiteltävä joko kemiallisesti tai mekaanisesti, jotta saadaan vaurioitettua marjan pinnassa olevaa vahakerrosta ja siten nopeutettua nesteen virtausta marjan ja ympäröivän nesteen välillä. (Bórques, Canales & Redon 2010, 1. Viitattu 14.08.2020)

Kemiallinen esikäsitely voidaan toteuttaa upottamalla marjat lyhyeksi ajaksi natriumhydroksidista ja etyylioleaatista valmistettuun seokseen. (Bórques, Canales & Redon 2010, 1. Viitattu 14.08.2020.)

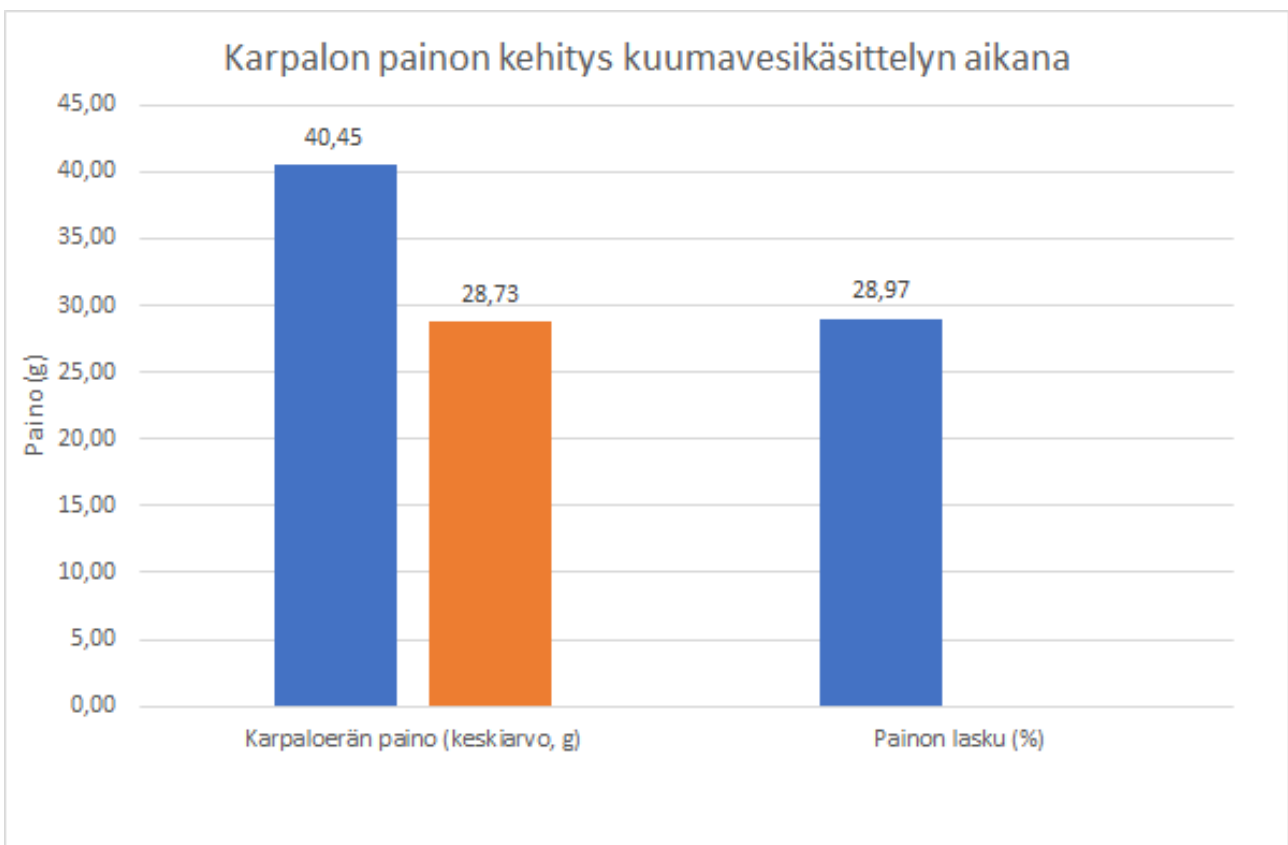
Esikäsitely voidaan suorittaa myös kaltaamalla, jolloin marjat upotetaan kiehuvaan veteen lyhyeksi ajaksi. (Arktiset Aromit n.d, viitattu 13.8.2020.) Tässä selvityksessä suoritetuissa kokeissa esikäsitely suoritettiin kaltausmenetelmällä. Vertailun vuoksi yksi näyte esikäsiteltiin 0,5 % vahvuisella

natriumhydroksidiliuoksella. Kemiallisesti esikäsitellyt marjat menettivät värinsä ja olivat maultaan kitkeriä huolellisesta jälkihuuhtelusta huolimatta.

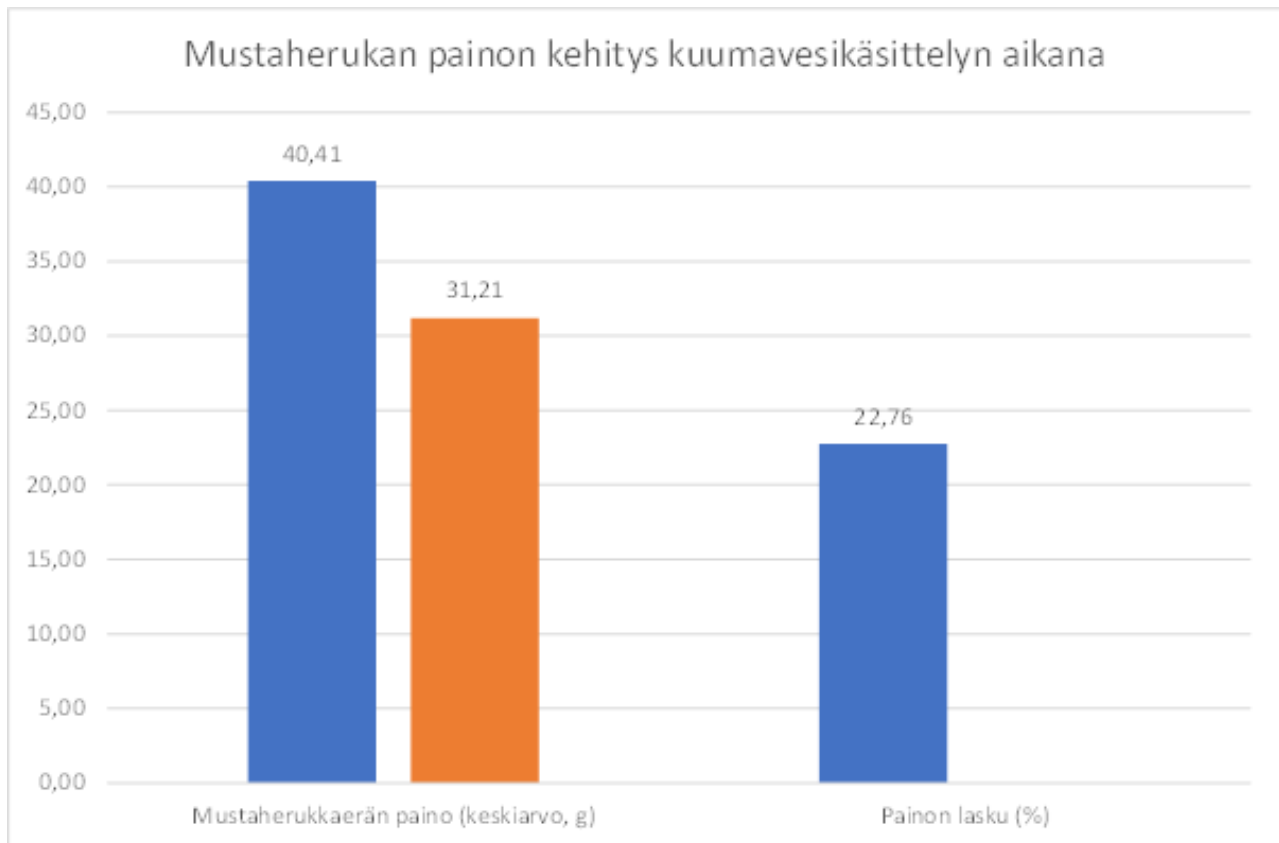
Esiselvitystä seuraavissa osmoosikokeissa marjanäytteitä punnittiin n. 40 g. Esiselvityksessä käytetty kuumavesikäsitely osoittautui liian tehokkaaksi menetelmäksi, joten menetelmää muutettiin.

Kuumavesikäsitely suoritettiin upottamalla marjat kiehautettuun veteen 10 minuutiksi kannella peitettynä. Tämä menetelmä osoittautui hellävaraisemmaksi kuin upotus kiehuvaan veteen. Upotuksen jälkeen marjojen pintakosteus kuivattiin kevyesti käsipyyhepaperilla.

Karpalonäytteiden paino ennen esikäsitelyä oli keskimäärin 40,45 g ja mustaherukan 40,41 g. Pelkän kuumavesikäsitelyn aikana karpalonäytteistä poistui painoa keskimäärin 28,97 %, kun taas mustaherukasta 22,76 % (KUVIO 1, KUVIO 2).



KUVIO 1. Karpalonäytteiden paino aleni keskimäärin 28,97 % kuumavesikäsitelyn aikana.



KUVIO 2. Mustaherukan paino aleni keskimäärin 22,76 % kuumavesikäsitteilyn aikana.

2.3 Sokeriliuoksen vahvuus

Osmosikokeissa käytettiin 60 % fruktoosiliuosta ja kuumavesikäsiteltyjä marjoja 1:7 sekoitussuhteessa. Marjojen ja sokeriliuoksen määrä mitattiin grammoina.

Kokeissa ei havaittu sokeriliuoksen vahvuuden vaikuttavan marjojen painon alenemiseen. Sen sijaan vaikutukset lopullisen tuotteen makeuteen ja rakenteeseen olivat merkittäviä. 60 % alhaisemmassa sokeriliuoksessa makueroa käsittelemättömiin marjoihin ei ollut juurikaan havaittavissa. 60 % vahvemmassa liuoksessa käsitellyt marjat olivat huomattavan makeita.

2.4 Osmoosikäsittely

Lopullisiin osmoosikokeisiin valikoitui esiselvityksen perusteella karpalo ja mustaherukka. Tyrni karsiutui pois kokeista sen haastavuuden vuoksi.

Esiselvitystä seuraavat osmoosikokeet suoritettiin lämpöhauteessa sekä alipaineessa.

Lämpöhauteiden lämpötilat olivat 50-60 °C ja liotusaika 6,5-20,5 tuntia. Vähäistä painon alenemista havaittiin mustaherukalla vain niissä kokeissa, joissa lämpötila oli 55 - 60 °C ja liotusaika 14-20,5 tuntia. Mustaherukan paino aleni keskimäärin 1,37 % korkeammissa lämpötiloissa. (KUVIO 3, KUVIO 4, KUVIO 5)

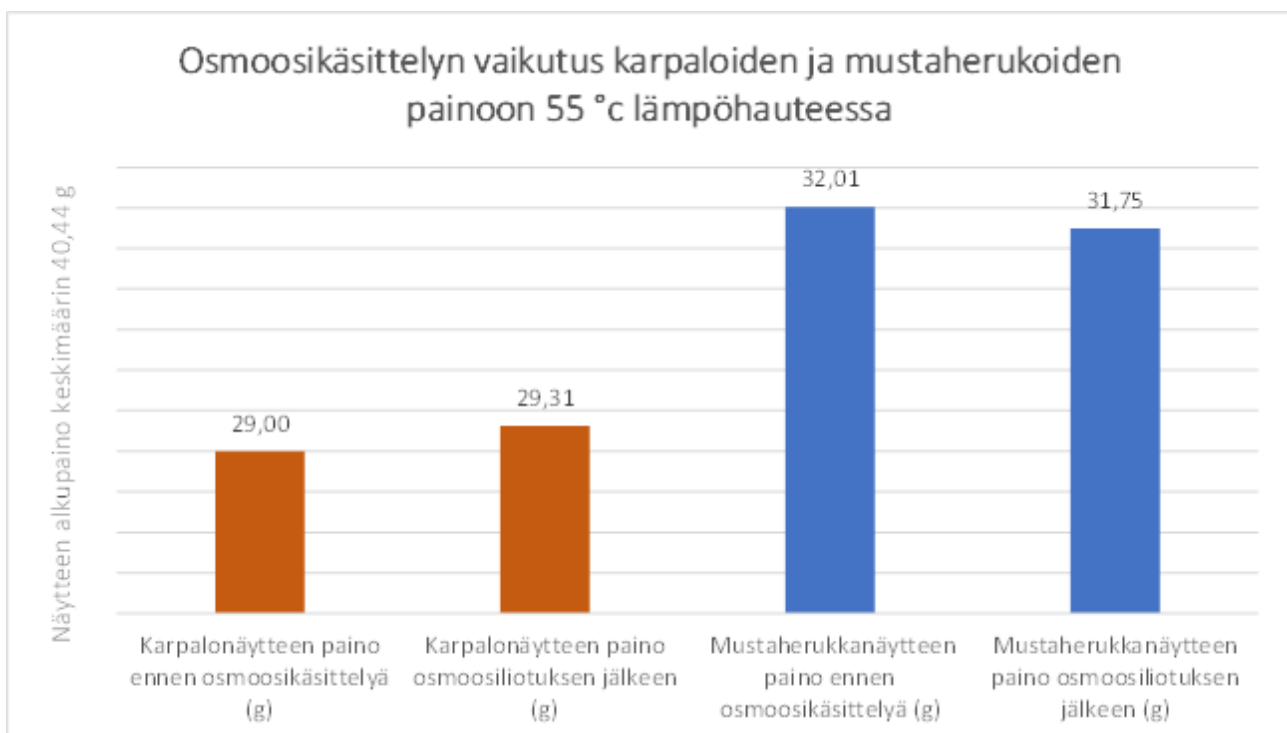
Lyhytkestoisen alipaineen on todettu vähentävän tuotteen kosteusprosenttia merkittävästi, jopa 40 % 7 tunnissa (Rodríguez, 2007). Selvityksessä käytettiin Diaphragm vacuum pump MZ 2C -alipainepumppua sekä 3-kaulaista laboratoriapulloa. (KUVA 4) Paineen ollessa 866,6–1133,2 mBar painon aleneminen ei ollut merkittävää 15–30 min kestäväen kokeen aikana. Huomattavampaa painon laskua tapahtui paineen ollessa 66,7 mBar, jolloin paino aleni ensimmäisen 10 min aikana, jonka jälkeen painon aleneminen hidastui.

Alipainekoe ei vaikuttanut tuotteen kuivumisaikaan uunissa.

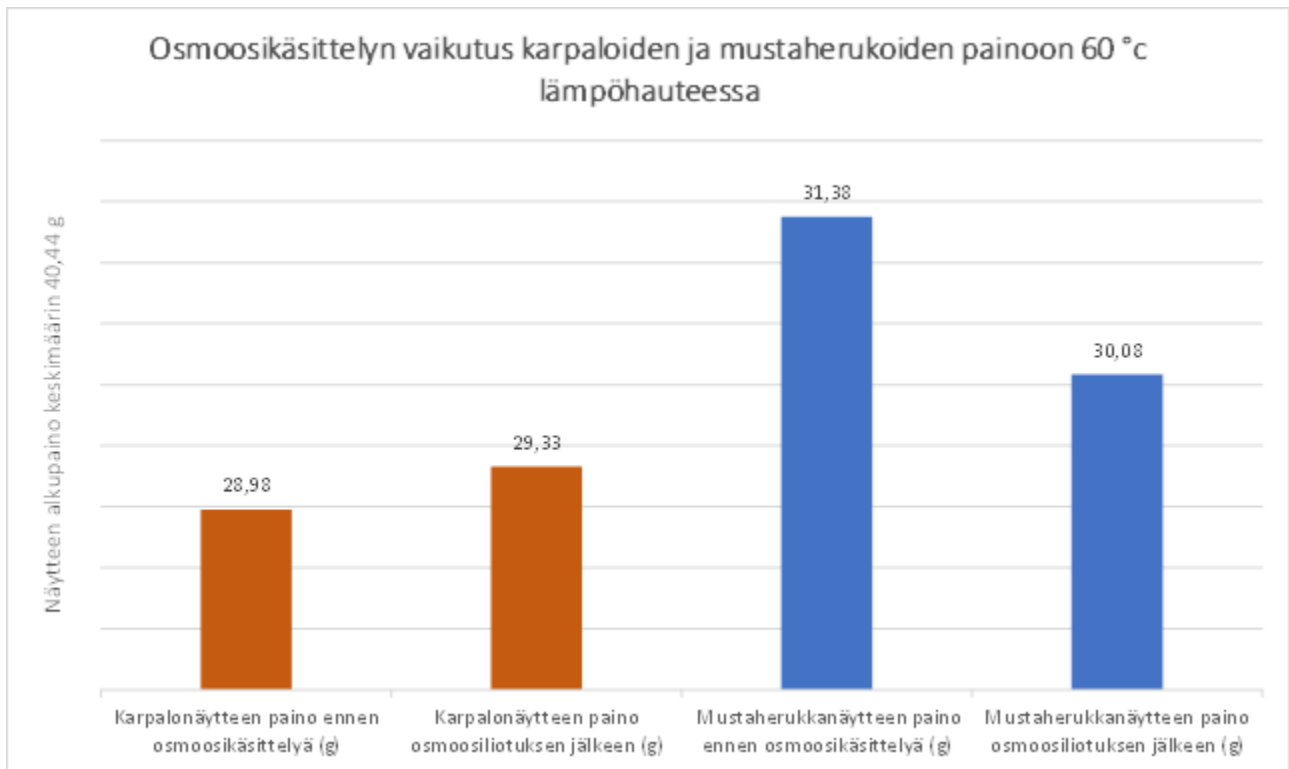
Osmoosikäsittely ei osoittautunut painoa alentavaksi, vaan merkittävin painon väheneminen tapahtui kuumavesikäsittely- ja uunitusvaiheessa. Osmoosikäsitteltyt marjat kuitenkin kuivuivat tasaisemmin ja nopeammin uunissa.



KUVIO 3. Karpalon ja mustaherukan paino lisääntyy 50 °c lämpöhauteessa. Painot keskiarvoja.



KUVIO 4. Karpalon paino nousee 55 °c lämpöhauteessa. Mustaherukan paino alenee. Painot keskiarvoja.



KUVIO 5. Karpalon paino nousee 60°C lämpöhauteessa. Mustaherukan paino alenee. Painot keskiarvoja.



KUVA 3. Marjat osmoosikäsittelyssä lämpöhauteessa, lämpö kohoamassa tavoitelämpötilaan.



KUVA 4. Mustaherukkanäyte alipainekokeessa.

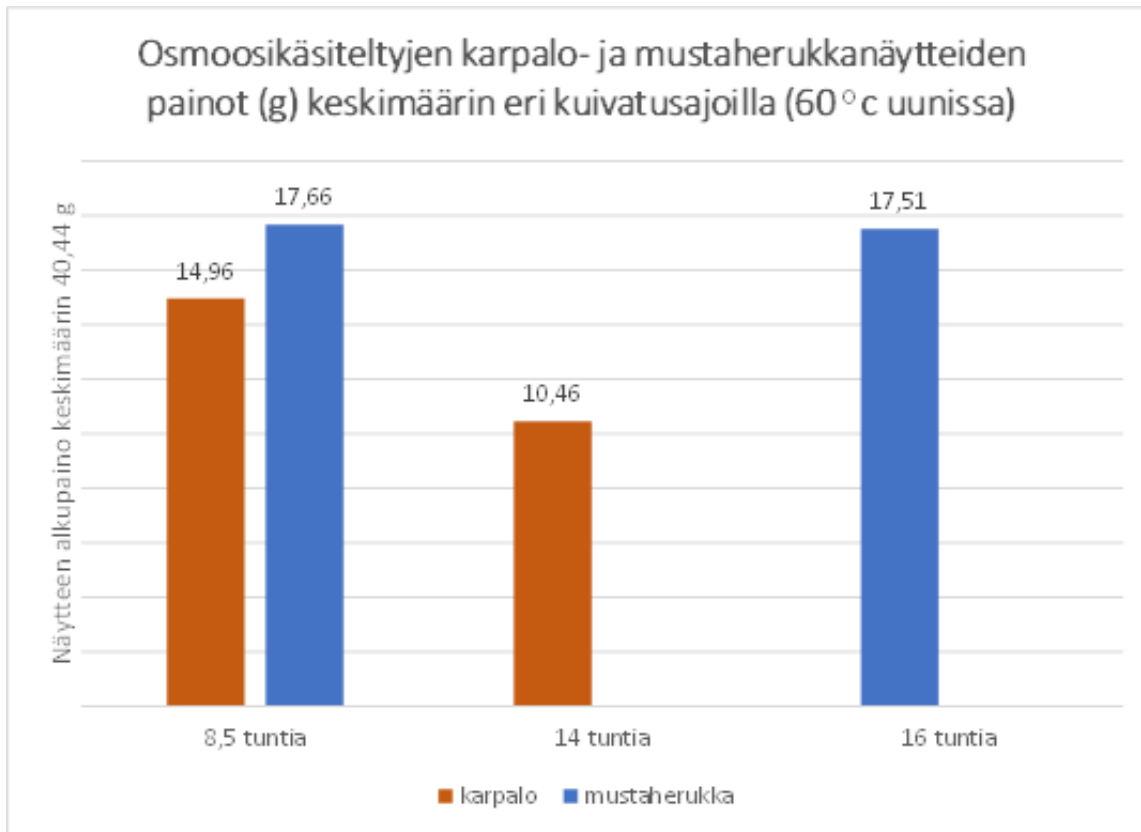
2.5 Uunikuivatus

Osmoosikäsitellyn jälkeen marjoista huuhdeltiin ylimääräinen sokeri ja pintakosteus kuivattiin kevyesti paperilla. Ylimääräinen pintakosteus hidastaa marjojen kuivumista uunissa. Marjat kuivatettiin 60 °C laboratoriuunissa (Termaks 4/5 TS 8136 230 V) 8,5-16 tunnin ajan.

Mustaherukoille optimaaliseksi kuivatusajaksi osoittautui 16 tuntia ja karpaloille 14 tuntia (KUVIO 6). Verrokkina uunissa kuivatettiin myös käsittelemättömät näytteet, joille 16 tunnin kuivatusaika ei ollut riittävä. Käsittelemättömissä näytteissä ei ollut havaittavissa minkäänlaista kuivumista, mutta paino oli lähes sama kuin käsitellyllä kuivuneella näytteellä, jonka kuivatusaika oli 16 tuntia. Energiansäästön kannalta sokerikuivatus on lupaava menetelmä, sillä käsitellyt marjat kuivuvat nopeammin sokerin ansiosta käsittelemättömiin verrattuna.

Käsittelemättömän mustaherukkanäytteen kuiva-ainepitoisuus (%) on 16,21 %, karpalon kuiva-aine puolestaan on 9,48 %. Osmoosikäsitellyn mustaherukkanäytteen kuiva-ainepitoisuus on 80,45 %, karpalonäytteen 76,35 %. Kuiva-ainepitoisuuden lisääntyminen osmoosikäsitellyn aikana selittyy sokerin vaikutuksesta. (Lenart 1996. Viitattu 23.9.2020.)

Uunikuivatuksen jälkeen näytteet olivat jäähtymässä inkubaattorissa n. 30 minuuttia ajan ennen punnitusta.



KUVIO 6. 8,5 tunnin uunikuivatusaika osoittautui riittämättömäksi karpalolle ja mustaherukalle. Karpalolle optimaalisimmaksi kuivatusajaksi osoittautui 14 tuntia ja mustaherukalle 16 tuntia.

2.6 Brix-mittaus

Refraktometrimittauksella saadaan määritettyä nestemäisen aineen sokeripitoisuus tarkasti.

Refraktometrimittari ilmaisee näytteen sokeripitoisuuden °Bx -arvona. 1°Bx vastaa yhtä grammaa sukroosia sataa grammaa kohden ja edustaa liuoksen vahvuutta prosentteina. Fruktosipitoisuuden määrittämiseksi tulisi analyysi tehdä kapillaarielektroforeesilla.

Brix -mittausta varten pilkottiin kustakin kuivatetusta näytteestä 5 g kuivattuja marjoja jotka sekoitettiin 30 ml:aan vettä. Näytteet kuumennettiin mikroaaltouunissa n. 4 minuuttia täydellä teholla, jotta marjoissa oleva sokeri liukenisi veteen. Näytteet siivilöitiin mikrosentrifugiputkeen, jonka tilavuus oli 1,5 ml.

Osmoosikäsiteltyjen mustaherukoiden sokeripitoisuus on keskimäärin 7.4 °Bx ja karpaloiden 5.7 °Bx.

Käsittlemättömien mustaherukoiden kuiva-aineen sokeripitoisuus on keskimäärin 4.5 °Bx.

Refraktometrimittauksen perusteella osmoosikäsitteily nostaa mustaherukan sokeripitoisuutta 2.8 brix-yksikköä. Brix -mittaus tilattiin ostopalveluna Oulun yliopiston Kajaanin mittaustekniikan yksiköstä.

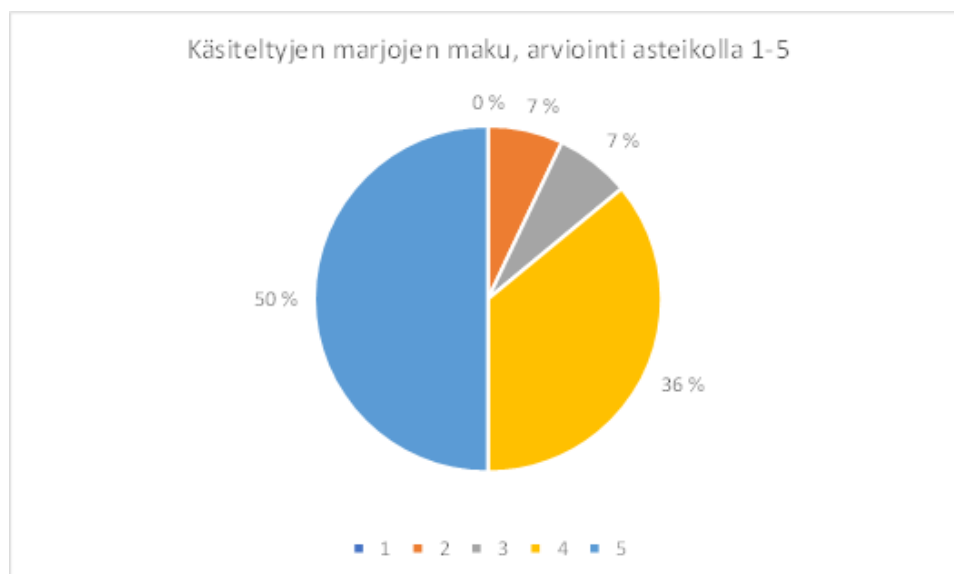
3 MAKUTESTI

Kuivattujen marjojen makutesti suoritettiin 5.9.2020 Halsualla Haapaveden-Siikalatvan 63 Degrees North – Pohjoisen erikoiskasvit euroiksi -hankkeen loppuseminaarin yhteydessä järjestetyillä syysmarkkinoilla. Makutestissä vertailtiin ihmisten makumieltymystä kokonaisina osmoosikuivattujen marjojen sekä soseena kuivatun käsittelemättömän marjan suhteen. Testiin osallistujat valikoituivat satunnaisotannalla tapahtuman osallistujista. Makutestiin vastasi 21 eri-ikäistä osallistujaa.

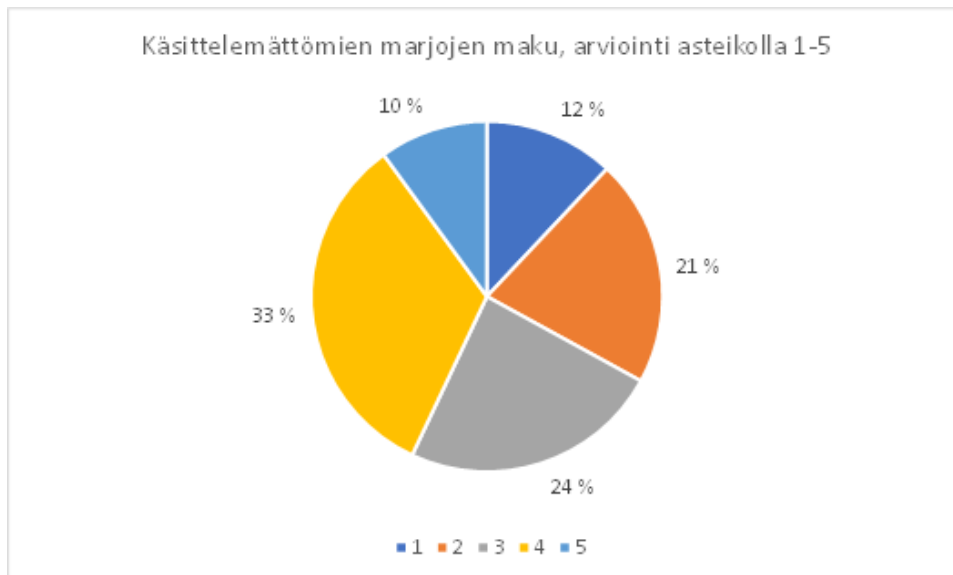
Makutestiä varten laadittiin kaavake, johon maistaja vastasi merkitsemällä maistettavaa marjaa parhaiten kuvaavan vaihtoehdon. Kaavakkeessa arvioitiin marjan makua, ulkonäköä sekä suutuntumaa asteikolla 1-5.(LIITE 1).

Makutestin tulokset osoittavat, että osmoosikäsitellyt marjat miellyttivät vastaajia eniten (KUVIO 7). Puolet vastaajista pitivät käsiteltyjen marjojen makua erinomaisena, kun taas käsittelemättömien marjojen arviot eivät yltäneet erinomaiseen. Suurin osa käsittelemättömänä kuivattujen marjojen saamista äänistä jakautui asteikolla 2-4 (KUVIO 8).

Halsualla järjestetty makutesti vahvisti hypoteesin, että osmoosikuivatus takaa tuotteelle miellyttävämmän maun sekä säilyttää paremmin marjojen väri-, ja rakenneominaisuudet verraten käsittelemättömänä kuivatettuihin marjoihin.



KUVIO 7. Osmoosikäsiteltyjen marjojen makutestin tulokset prosentteina.



KUVIO 8. Käsitlemättömien marjojen makutestin tulokset prosentteina.

4 TULOKSET

Kuumavesikäsitteily osoittautui lähes poikkeuksetta mustaherukalle liian voimakkaaksi esikäsitteilymenetelmäksi. Kuuma vesi rikkoi mustaherukan rakenteen lähes täysin. 10 minuutin upotuskäsitteily kiehautetussa vedessä osoittautui kuitenkin jäisille karpaloille kelvolliseksi menetelmäksi. Mitä jäisempinä marjat esikäsiteltiin, sitä paremmin rakenne pysyi ehjänä kuumavesikäsitteilyn aikana.

Sukroosilla käsitellyistä marjoista tuli poikkeuksetta kovia ja rakenteeltaan lasimaisia. Glukoosisiirapilla käsitellyt marjat jäivät tahmeiksi, eikä kuivuminen uunissa ollut tasaista. Parhaat tulokset saavutettiin fruktoosilla, jonka avulla saatiin säilymään marjojen maku-, väri-, ja rakenneominaisuudet.

Marjojen ja sokeriliuoksen suhde sekä liuoksen vahvuus vaikuttavat oleellisesti lopullisen tuotteen makeuteen, mutta ei aiheuta painonmenetystä marjoissa. Käytettäessä 60 % vahvaa fruktoosiliuosta ja marjojen ja sokeriliuoksen suhteen ollessa 1:3, 1:4, 1:6, tai 1:5, marjoista tuli huomattavan makeita. Suhteen ollessa 1:8 tai 1:9 makuero käsittelemättömään verrattuna oli tuskin havaittavissa. Makeudeltaan miellyttävimmät marjat saavutettiin käyttämällä suhdetta 1:7 ja 60 % fruktoosiliuosta. Kokeissa sokeriliuoksen määrä on mitattu grammoina ja suhteutettu kuumavesikäsiteltyjen marjojen painoon siten, että marjoja on 1 osa ja sokeriliuosta 7 osaa.

Osmosikäsitteilyn ei todettu merkittävästi alentavan marjojen painoa, lukuun ottamatta alipaineavusteista osmoosiliotusta, jossa marjojen paino aleni 10 minuutin alipaineistuksen aikana. 10 minuutin jälkeen painon aleneminen hidastui merkittävästi. Alhaista painon menetystä havaittiin myös mustaherukoilla 55 °C -60 °C lämpötiloissa pitkällä liotusajalla. Lukuun ottamatta alipaineekoetta, alle 55 °C suoritetuissa osmoosikokeissa marjojen painot kasvoivat poikkeuksetta.

Selvityksen perusteella voidaan todeta, että osmoosikäsitteily vaikuttaa pääsääntöisesti lopputuloksen makuun ja rakenteeseen, eikä tuotteen painon alenemiseen. Brix -mittauksen tulos osoittaa, että lopullisen tuotteen (mustaherukka) sokeripitoisuus nousee vain alle 3 brix -yksikköä. Brix mittauksen avulla saadaan selville tuotteen sukroosipitoisuus. Fruktoosipitoisuuden määrittämiseksi tulisi analyysi tehdä kapillaarielektroforeesilla, jota suosittelemme mahdollisissa jatkotutkimuksissa.

Sokerikäsitellyt karpalot kuivuvat 60 °C uunissa n. 14 tunnissa. Mustaherukat vaativat 16 tunnin uunikuivauksen 60 °C:ssa. Verrokkina uunissa kuivatettiin kokonaisia käsittelemättömiä marjoja, sekä kuumavesikäsiteltyjä kokonaisia marjoja. Tämä koe-erä oli 60 °C uunissa 24 tuntia ja lopputulos oli vetinen. Osmosikäsitteily lyhentää marjojen kuivatusaikaa uunissa sokerin ansiosta.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Selvitys osoitti, että pelkällä sokeriliuoskäsittelyllä on mahdollon saada marjojen painoa alenemaan 50 %. Merkittävin painon aleneminen tapahtui kuumavesikäsitelyssä, jolloin karpalon paino väheni 28,97 % ja mustaherukan 22,76 %. Vähäistä painon alenemista havaittiin niissä tilanteissa, joissa osmoosikäsitely yhdistettiin 55–60 °C kuumavesikäsitelyyn tai alipaineeseen. Painon poistuminen edellä mainituissa olosuhteissa johtunee kuitenkin lämpötilan aiheuttamasta nesteen poistumisesta, eikä näin ollen ole osmoosin aikaansaamaa. Osmosiliotuksen jälkeinen painon nousu selittynee imeytyneen sokerin aiheuttamasta kuiva-ainepitoisuuden lisääntymisestä (Sunjka & Ragjavan 2004).

Tutkimuksissa havaittiin, että karpalolle ja mustaherukalle ei ole mahdollista kehittää yhteistä reseptiä sokerikuivatukseen. Mustaherukka vaatii hellävaraisemman esikäsitelymenetelmän karpaloon verrattuna ja vaatii pidemmän kuivatusajan.

Osmosikäsitelyjen ja kuivattujen marjojen rakenne on pehmeämpi ja kiinteämpi ja muistuttaa paljon rusinaa. Väri ja maku säilyvät paremmin sokerikäsitellyissä marjoissa käsittelemättömiin verrattuna. Käsittelemättömänä kuivattujen marjojen maku puolestaan on kitkerä, puumainen ja kova.

Selvityksessä testattiin useita eri osmoosikäsitelymenetelmiä: osmosiliotusta huoneenlämmössä, magneettisekoittajassa, lämpöhauteessa sekä alipaineessa. Kuumavesikäsitelyä keventämällä ja sukroosin vaihtamisella fruktoosiin saavutettiin hyvänmakuinen tuote, joka menestyi Halsualla järjestetyssä makutestissä. Kokeiden tulokset eivät kuitenkaan vastanneet odotuksia osmoosikäsitelyyn kuivattavan vaikutuksen osalta liotusvaiheessa. Selvityksessä havaittiin alipaineen olevan suositeltava ja tehokas menetelmä tukemaan osmoosia.

Todettiin, että osmoosikäsitely lyhentää marjojen uunikuivatusaikaa marjoihin imeytyneen sokerin ansiosta. Sokeri kiihdyttää nesteen haihtumista kuumailmakuivatuksessa.

Osmosikuivausmenetelmä vaatii runsaasti perehtymistä ja erikoislaitteistoa, mikä voi olla haaste olemassa oleville elintarvikealan yrityksille. Osmosikäsitely kuitenkin takaa hyvänmakuisia kokonaisena kuivattuja marjoja, joilla on potentiaalia markkinoilla. Kotimaisille marjoille osmoosikäsitely osoittautui haasteelliseksi, mutta markkinakelpoinen lopputulos on mahdollista saavuttaa lisätutkimuksia suorittamalla.

LÄHTEET

Arktiset Aromit ry. Kuivatut marjat säilyvät kauan huoneenlämmössä. Viitattu 13.08.2020,

<https://www.arktisetaromit.fi/fi/marjat/sailonta/kuivaaminen/>

Fineli, Ravintotekijät. Viitattu 21.09.2020. <https://fineli.fi/fineli/fi/ravintotekijat/2172>

Kielitoimiston sanakirja, rypälesokeri. Viitattu 21.09.2020,

<https://www.kielitoimistonsanakirja.fi/#/ryp%C3%A4lesokeri>

K. Venkatachalapathy , G.S.V Raghavan 1999: Combined osmotic and microwave drying of strawberry. Viitattu 24.7.2020

R.M. Bórquez, E.R. Canales, J.P. Redon 2009: Osmotic dehydration of raspberries whit vacuum pretreatment followed by microwave-vacuum drying, s.1. Viitattu 14.08.2020.

Soni, M. 1994: Kuivatut kasvikset. Kuivaus, käyttö ja markkinat, s. 12-21. Viitattu 29.07.2020

Sjunka, P.S., Raghavan, G.S.V. 2004: Assessment of pretreatment methods and osmotic dehydration for cranberries, s. 2. Viitattu 1.9.2020

Liitteet

LIITE 1. MAKUTESTIKAAVAKE

Makutesti

Arvioi tuotteen ulkonäköä, makua, sekä rakennetta raskittamalla kuvaavin vaihtoehto.

Mustaherukka 1

Ulkonäkö: Puutteellinen Erittäin miellyttävä

Maku: Puutteellinen Erittäin miellyttävä

Rakenne: Puutteellinen Erittäin miellyttävä

Mustaherukka 2

Ulkonäkö: Puutteellinen Erittäin miellyttävä

Maku: Puutteellinen Erittäin miellyttävä

Rakenne: Puutteellinen Erittäin miellyttävä

Karpalo 1

Ulkonäkö: Puutteellinen Erittäin miellyttävä

Maku: Puutteellinen Erittäin miellyttävä

Rakenne: Puutteellinen Erittäin miellyttävä

Karpalo 2

Ulkonäkö: Puutteellinen Erittäin miellyttävä

Maku: Puutteellinen Erittäin miellyttävä

Rakenne: Puutteellinen Erittäin miellyttävä