

Kristiina Auvinen & Reeta Tauriainen

**SELVITYS KOTIMAISEN KARPALON JA MUSTAHERUKAN
OSMOOSIKUIVAUSMAHDOLLISUUKSISTA**

**SELVITYS KOTIMAISEN KARPALON JA MUSTAHERUKAN
OSMOOSIKUIVAUSMAHDOLLISUUKSISTA**

Kristiina Auvinen & Reeta Taurainen
Opinnäytetyö
Kevät 2021
Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma

Tekijät: Kristiina Auvinen, Reeta Tauriainen
Opinnäytetyön nimi: Selvitys kotimaisen karpalon ja mustaherukan osmoosikuivausmahdollisuuksista
Työn ohjaaja: Jaana Väisänen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2021 Sivumäärä: 34 + 1

Tämä opinnäytetyö pohjautuu selvityksiin, joissa tutkittiin kotimaisten karpaloiden ja mustaherukoiden kuivaamista kokonaisina. Markkinoilla olevat karpalot ja mustaherukat myydään kotimaisten marjojen kuivausprosessin haasteellisuuden takia usein jauheena, vaikka kokonaisille kuivatuille marjoille on kysyntää.

Työ tehtiin tutkimalla osmoottisen esikäsitteilyn vaikutusta karpaloiden ja mustaherukoiden kuivausprosessiin. Ennen osmoosikäsitteilyä marjojen pinnalla olevaa vahakerrosta vaurioitettiin osmoosin nopeuttamiseksi. Tutkimusta varten suoritettiin laboratoriokeiteita Oulun ammattikorkeakoulun laboratoriossa kevään 2020 aikana.

Opinnäytetyön lopputuloksena saatiin selvitettyä, että mustaherukalle ja karpalolle on haasteellista kehittää yhteistä reseptiä osmoosikuivaukseen. Halsualla järjestetty makutesti kuitenkin osoitti, että osmoosikuivaus takaa marjoille miellyttävämmän maun sekä säilyttää paremmin marjojen väri- ja rakenneominaisuudet käsittelemättöminä kuivattuihin marjoihin verrattuna. Yhdistämällä osmoosikäsitteilyyn lyhyt alipaineistus ennen konvektiokuivausta voidaan kotimaisista marjoista saada aikaan lopputulos, jolla on mahdollisuuksia menestyä markkinoilla.

Asiasanat: osmoosikäsitteily, kuivausmenetelmät, karpalo, mustaherukka

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Rural and Agricultural Industries

Authors: Kristiina Auvinen, Reeta Tauriainen

Title of thesis: Osmotic Drying Possibilities of Domestic Cranberries and Blackcurrants

Supervisor: Jaana Väisänen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2021

Number of pages: 34 + 1

The aim of this thesis was to examine the drying of whole domestic cranberries and blackcurrants. Domestic cranberries and blackcurrants on the market are often sold as powder due to the challenge of the drying process, although there is a demand for whole dried berries.

The work was carried out by investigating the effect of osmotic pretreatment on the drying process of cranberries and blackcurrants. Prior to osmotic treatment, the cuticular wax of the berries was damaged to accelerate osmosis. For the study, laboratory experiments were performed in the laboratory of Oulu University of Applied Sciences during the spring 2020.

As the result of the thesis, it was found out that it's challenging to develop a common recipe for blackcurrant and cranberry, when it comes to osmotic drying. However, a tasting event in Halsua showed that osmotic drying guarantees a more pleasant taste for the berries, and it also preserves better color and texture properties of the berries when untreated berries were compared to dried berries. By combining osmotic treatment of domestic berries with a short vacuum treatment before convective drying, it is possible to obtain a result that has potential to succeed in the market.

Keywords: osmotic pretreatment, drying methods, cranberry, blackcurrant

SISÄLLYS

	SISÄLLYS	5
1	JOHDANTO.....	6
2	KUIVAUSMENETELMIÄ.....	7
	2.1 Ilmakuivaus ja pakkaskuivaus	7
	2.2 Osmoosikuivaus	8
	2.2.1 Sokerien merkitys osmoosikuivatuksessa	10
	2.2.2 Osmoosiliotusta edeltävä esikäsittely	10
3	KARPALOT JA MUSTAHERUKKA.....	11
	3.1 Karpalot	11
	3.2 Mustaherukka	12
4	OSMOOSIKOKEET.....	13
	4.1 Alukartoitus	13
	4.2 Esikäsittely	14
	4.3 Sokerilaadun vaikutus lopputulokseen	17
	4.4 Osmoosimenetelmät	18
	4.5 Lämpöhaude	19
	4.6 Alipaine	21
	4.7 Uunikuivaus	24
5	SOKERIPITOISUUDEN MÄÄRITYS JA KUIVA-AINEPITOISUUS.....	26
6	MAKUTESTI.....	27
7	TULOKSET.....	29
8	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	30
9	POHDINTA.....	32
	LÄHTEET.....	33
	LIITTEET	35

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena oli selvittää kotimaisten marjojen soveltuvuutta osmoosikuivaukseen sekä luoda kehityskelpoinen kuivattu tuote kotimaisesta karpalosta ja mustaherukasta osmoosikuivauksen avulla. Osmoosikuivauksessa 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 jatkoKuivatusta uunissa tai kuivurissa. Tässä opinnäytetyössä syvennyttiin tutkimaan kotimaisen karpalon ja mustaherukan kuivausominaisuuksia osmoosimenetelmää hyödyntäen. Opinnäytetyö pohjautuu selvityksiin, jotka tehtiin seuraaville hankkeille: 63 Degrees North – Pohjoisen erikoiskasvit euroiksi, sekä luonnon raaka-aineiden energiatehokasta kuivausta kehittävä MoreNPBiz. Työn ohjaajana toimi MoreNPBiz-hankkeen projektipäällikkö Jaana Väisänen.

Markkinoilla olevat kokonaisia kuivatut karpalot ovat valtaosin kanadalaisia amerikankarpaloita, joten kotimaisille kokonaisena kuivatuille marjoille olisi kysyntää. Malloltaan amerikankarpalo on kuivempi, omenamaisempi ja maultaan miedompi kotimaisiin sukulaisiinsa isokarpaloon ja pikkukarpaloon verrattuna. Rakenteellisten ominaisuuksiensa ansiosta amerikankarpaloita on mahdollista kuivattaa kokonaisina. Kotimaisten iso- ja pikkukarpalon mehukas rakenne luo omat haasteensa kuivauksessa, jonka vuoksi ne myydään usein jauheeksi kuivattuna. Tässä opinnäytetyössä selvitettiin, onko kotimaisia marjoja mahdollista kuivattaa kokonaisena ja saavuttaa hyvä ja kuluttajia miellyttävä lopputulos osmoosia hyödyntäen.

Opinnäytetyötä varten suoritettavat kokeet pohjautuvat olemassa oleviin ulkomaalaisiin tutkimuksiin, joita varioitiin valikoidusti. Kokeissa vertailtiin liikkeen, lämmön sekä alipaineen vaikutusta osmoosin tehokkuuteen. Osmoosikäsittelyn jälkeen marjat kuivattiin konvektiokuivurissa, sekä marjojen sokeripitoisuus määritettiin Brix-mittauksella. Brix-mittaus tilattiin ostopalveluna Oulun yliopiston Kajaanin mittaustekniikan yksiköstä. Kokeet suoritettiin Oulun ammattikorkeakoulun laboratoriossa.

2 KUIVAUSMENETELMIÄ

Sopivan kuivausmenetelmän valintaan vaikuttavat tuotteen ominaisuuksien lisäksi käyttötarkoitus, laatuvaatimukset sekä taloudelliset tekijät. Nykyään valittavana on runsaasti erilaisia kuivausmenetelmiä, jotka voidaan jakaa kolmeen pääryhmään: auringossa kuivaaminen (aurinkokuivurit), ilmakehässä kuivaaminen (jatkuvatoimiset ja erätoimiset kuivurit) sekä ali-ilmakehässä kuivaaminen (pakkas- ja tyhjiökuivaimet). Aurinkokuivausta ei Suomessa harjoiteta ilmasto-olosuhteista johtuvista syistä. Yleisin kuivausmenetelmä Suomessa on ilmakehäkuivaus. (Pyhäjärvi-instituutti.)

Yleisimmin marjoja ja kasviksia kuivataan ilmakehäkuivausmenetelmällä, kuten kaappikuivurilla, tunnelikuivurilla tai lavakuivurilla. Ilmakehäkuivaus voi olla joko lämmin- tai kylmäilmakehäkuivausta. Ilmakehäkuivatuksessa kierrätetään lämmintä tai kylmää ilmaa. Juuresten ja vihannesten kuivatuksessa ilmakehäkuivausmenetelmä on suosittua. Pakkaskuivaus on suositeltavaa niille tuotteille, jotka ovat erittäin herkkiä lämpövaurioille. Pakkaskuivauksessa kustannukset nousevat helposti valitettavan korkeiksi, joten kyseinen menetelmä on kannattavaa vain, jos lopputuotteen laatu oikeuttaa korkeat tuotanto- ja pakkauskustannukset. (Soini 1994, 12-21.)

2.1 Ilmakehäkuivaus ja pakkaskuivaus

Ilmakehäkuivaus voi olla jatkuvatoimista tai erätoimista kuivausta. Jatkuvatoimisessa kuivauksessa kuivuriin syötetään materiaalia kuivattavaksi ja samanaikaisesti kuivunutta materiaalia poistetaan laitteesta. Erätoimisessa kuivurissa kuivaaminen tapahtuu erissä. Suomessa käytössä on pääosin kaappi- ja lavakuivureita. Kaappikuivurissa lämmintä ilmaa puhalletaan kaapissa olevien seulahyllyjen alapuolelta. Kuivuminen on epätasaista, mikäli ilman puhallus tapahtuu pelkästään kaapin alaosaan. Laajamittaisessa tuotannossa kaappikuivurien haasteena on se, että niissä ei voi kuivata suuria määriä kerralla. Tuotekehittelyvaiheessa kaappikuivurit ovat käyttökelpoisia, sillä kuivaus tapahtuu pienissä erissä. Lavakuivuri soveltuu esikuivatun tuotteen jatkuvaan kuivaamiseen, sillä sen avulla on mahdollista poistaa tiiviisti sitoutunut kosteus vähäisillä lämpövaurioilla. Lavakuivuri on myös taloudellinen vaihtoehto, vaikka kuivausaika voi olla pitkä. Tämä johtuu laitteiston

edullisesta hankintahinnasta. Lavakuivurilla kuivatessa materiaalia tulee käännellä säännöllisesti tasaisen tuloksen savuttamiseksi. (Pyhäjärvi-instituutti.)

Lämpövaurioille alttiille tuotteille soveltuu pakkas- eli tyhjiökuivaus. Pakkaskuivauksessa vesi poistuu pakastetusta tuotteesta sublimoitumalla kiinteästä olomuodosta höyryksi. Höyry poistetaan kuivauslaitteistosta tyhjiöpumpun avulla. Pakkaskuivatuksen kustannukset ovat korkeat. Kustannuksia nostaa myös pakkaskuivatun tuotteen vaatimat erikoispakkaukset, sillä tuotteet hapettuvat helposti. (Pyhäjärvi-instituutti.)

2.2 Osmoosikuivaus

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.)

Osmoosikäsittely on tehokas esikäsittelymenetelmä marjojen, vihannesten sekä kasvien kuivauksessa. Osmoosikäsittelyn avulla voidaan tutkimusten mukaan saavuttaa jopa 50 % kosteuden menetys kuivattavasta tuotteesta. (Sjunka & Raghavan 2004, 3.)

Osmoottisessa kuivauksessa marjat upotetaan sokerista ja vedestä valmistettuun hypertoniseen sokeriliuokseen, jonka sokeripitoisuus on suurempi kuin marjoissa. Hypertonisessa liuoksessa osmoottinen paine on suurempi kuin marjojen sisältämässä vedessä. Tämä saa aikaan kaksoisvirtauksen marjojen ja sokeriliuoksen välillä, joka aiheuttaa marjoissa nestepitoisuuden alenemista. Virtaava vesi poistaa marjoista vesiliukoisia aineita, kuten sakkariideja, orgaanisia aineita, happoja ja vitamiineja vähäisissä määrin. Samalla marjoihin imeytyy sokereita hypertonisesta sokeriliuoksesta. (Sjunka & Raghavan 2004, 2.)

Osmoosikuivauksen avulla on mahdollista saavuttaa n. 50 % nesteen poistuma kuivattavissa marjoissa. Venkatachalapaty ja Raghavan osoittivat, että etyylioleaatti liuottaa marjan vahapintaa natriumhydroksidin muodostaessa mikrohuokosia marjan pinnalle. Kemiallisen esikäsittelyn

hyötynä voidaan pitää sitä, että marjan rakenne pysyy ehjänä, jolloin pienikokoinen vesimolekyyli pääsee liikkumaan vapaasti ulos kuivattavasta tuotteesta, mutta suurikokoisempi sokerimolekyyli ei kuitenkaan pysty läpäisemään kalvossa olevaa mikrohuokosta. Kyseisessä tutkimuksessa jatko kuivaus suoritettiin mikroaaltokuivurilla. Havaittiin, että kuivurin tuloilman lämpötilalla on merkittävä vaikutus kuivumisnopeuteen (Venkatachalapathy & Raghavan 1999, 6). Lyhytkestoisen alipaineen on todettu vähentävän tuotteen kosteuspitoisuutta merkittävästi, jopa 40 % seitsemässä tunnissa. Samassa tutkimuksessa neljän tunnin aikana saatiin mansikoiden ja vadelmien kosteuspitoisuus alenemaan 84 %:sta 49 %:iin neljän tunnin aikana lyhytkestoisen alipaineen avulla. (Bórquez, Canales & Redon 2009, 126.)

Osmoosikäsitteilyn aikana alentunut nestepitoisuus vähentää uunikuivausaikaa, joten menetelmä on energiatehokkaampi tavanomaiseen kuivaukseen verrattuna. Osmoosikäsitteilyn avulla saadaan säilytettyä tuotteen rakenne-, maku-, väri- ja ravintoainepitoisuudet paremmin kuin muissa kuivatusmenetelmissä. Myös tuotteen mekaaninen kestävyys paranee, eikä kuivattava elintarvike kärsi yhtä voimakkaasti fysiologista rasitusta kuumailma kuivauksessa kuin tuote, jota ei ole esikäsitelty (Bórquez, Canales & Redon 2010, 125). 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. (Ruokatieto.)

Osmoosikuivauksen yhdistämistä johonkin tavanomaiseen menetelmään on tutkittu siksi, että kuivattujen tuotteiden laatua voitaisiin kehittää ja kuivausaikaa lyhentää sekä pienentää energian kulutusta prosessin aikana. Kuivatessa pelkästään tavanomaisella menetelmällä, kuten mikroaaltokuivausmenetelmällä, höyrynpaine marjojen sisällä kohoaa ja marjat rikkoutuvat. Lisäksi marjojen pitkäaikainen altistuminen kuumakäsittelylle aiheuttaa aromien katoamista. Jos marjat esikäsitellään upottamalla ne 2 % vahvuisen etyylioleaatin ja 0,5 % vahvuisen natriumhydroksidin seokseen, vältetään marjojen räjähtämiseltä mikroaaltokuivatuksen aikana. (Venkatachalapathy & Raghavan 1999, 3.)

2.2.1 Sokerien merkitys osmoosikuivatuksessa

Sokerimolekyylit voi koostua yhdestä tai kahdesta yksinkertaisesta sokerimolekyylisestä eli monosakkaridista. Disakkarideissa sokerimolekyylejä on kaksi, joten niitä kutsutaan kaksoissokereiksi. Fruktosi ja glukoosi ovat monosakkarideja ja ne muodostavat yhdessä lyhytketjuisen disakkaridin, tavallisena pöytä-sokerinakin tunnetun sakkaroosin eli sukroosin. Happamissa olosuhteissa (pH 2,5-4,0) tai kuumennettaessa sukroosi invertoituu, eli sidos glukoosin ja fruktoosin välillä katkeaa. Lopputuloksena syntyy glukoosin ja fruktoosin seosta 1:1. Invertoituminen vaikuttaa sokerin ominaisuuksiin ja lisää kuiva-ainepitoisuutta. (Suomen sokeri 2006, 8-10.)

Fruktosi 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. Glukoosi tunnetaan myös rypälesokerina ja panimosokerina. Glukoosia esiintyy sukroosin lisäksi laktoosin sekä erilaisten rakennepolysakkaridien osana. (Glukoosi 2021.)

2.2.2 Osmoosiliotusta edeltävä esikäsitely

Ennen osmoosikäsitelyä marjojen pinnalla olevaa vahakerrosta on vaurioitettava osmoosin nopeuttamiseksi. Esikäsitely voidaan toteuttaa kemiallisesti tai mekaanisesti. Kemiallinen esikäsitely tapahtuu upottamalla marjat öljyhappoon (Sjunka & Raghavan 2004, 1) tai natriumhydroksidista ja etyylioleaatista valmistettuun emäksiseen liuokseen (Venkatachalapathy & Raghavan 1999, 2).

Kemiallisen esikäsitelyn on havaittu kiihdyttävän osmoosin tehoa. Kokeissa huomioitiin pääosin vain mekaaninen esikäsitely edullisuuden ja käytännöllisyyden vuoksi. Mekaanisessa esikäsitelyssä marjojen vahapintaa voidaan vaurioittaa puhkomalla, hiomalla tai leikkaamalla marjat osiin (Sjunka & Raghavan 2004, 1). Myös kuumavesikäsitely on erinomainen menetelmä aiheuttaa marjojen pintaan mekaanista vauriota. Kuumavesikäsitelyssä eli kaltaamisessa marjat upotetaan kiehuvaan veteen lyhyeksi ajaksi. Kuumavesikäsitelyn aikana marjojen kuori halkeaa. (Arktiset Aromit.)

3 KARPALOT JA MUSTAHERUKKA

Karpalon kuivaaminen kokonaisuena on hidasta ja haastavaa. Vesipitoinen marja pilaantuu helposti pitkässä kuivatuksessa matalassa lämpötilassa (Rontu, sähköpostiviesti 23.6.2020). Kotimaisen karpalon kuivaaminen jauheeksi sen sijaan on yksinkertaisempi ja nopeampi ratkaisu.

Marjan pinnalla olevan vahakerroksen tehtävä on suojata marjaa abioottisilta stressitekijöiltä, joita ovat liiallinen kuivuus, suuret lämpötilan vaihtelut sekä erilaiset maaperän häiriötilat. Vahapinta koostuu pääasiassa pitkäketjuisista alifaattisista yhdisteistä. Triterpenoidit, alkoholit ja rasvahapot ovat tärkeimmät marjavahassa tunnetut yhdisteet. (Klavins & Klavins 2020, 1). Marjan vahapinnan paksuus vaihtelee marjakohtaisesti. Karpalon ja mustaherukan vahapinta on suhteellisen paksu, joten niiden kokonaisuena kuivaus vaikeutuu huomattavasti.

Osmoosikuivausmenetelmää hyödyntäessä marjat on esikäsiteltävä joko kemiallisesti tai mekaanisesti, jotta saadaan vaurioitettua marjan pinnassa olevaa vahakerrosta ja siten nopeutettua nesteen virtausta marjan ja ympäröivän nesteen välillä. (Bórquez, Canales & Redon 2010.)

3.1 Karpalot

Isokarpalo (*Vaccinium oxycoccos*) on monivuotinen, ainavihanta varpu, jonka varsi on maanmyötäinen ja suikerteleva. Isokarpalo kukkii kesä-heinäkuussa. Kukintavaiheessa vain karpalon kukat nousevat hieman suon pinnasta valoa kohti. Isokarpaloa tavataan lähes koko maassa aivan pohjoisinta Lappia lukuun ottamatta. Isokarpalo menestyy märillä ja upottavilla nevoilla ja rämeillä. Hehtaarisato voi olla useita satoja kiloja. Kun puhutaan karpalosta, tarkoitetaan yleensä juuri isokarpaloa. (Luontoportti 2021.)

Toinen Suomessa kasvava karpalolaji on pikkukarpalo (*Vaccinium microcarpum*), joka on isokarpaloa lähes puolta pienempi, joten se jää helposti havaitsematta isokarpalon rinnalla. Pikkukarpalon marjat ovat samaa kokoluokkaa puolukan marjojen kanssa. Pikkukarpalo eroaa isokarpalosta myös kasvupaikan suhteen. Siinä missä isokarpalo viihtyy kosteilla soilla,

pikkukarpalo menestyy kuivemmillä rahkasammalmättäillä ja varpusoilla. Pikkukarpalo onkin yleisempi maan pohjoisosissa, missä maasto on kuivempaa ja karumpaa. (Luontoportti 2021.)

Karpaloiden marjat ovat pektiinipitoisia, jonka ansiosta ne soveltuvat erinomaisesti hyytelöiden ja marmeladien valmistukseen. Luontaisen bentsoehappopitoisuutensa ansiosta ne myös säilyvät erinomaisesti. Karpalon happamat marjat kypsyvät verraten myöhään, vasta syys-lokakuun tienoilla ensimmäisten yöpakkasten aikaan. Pakkanen makeuttaa marjat ja pehmentää niiden rakennetta. Isokarpalon marjat säilyvät syömäkelpoisina seuraavaan kevääseen saakka. (Yrttitarha.)

Valtaosa markkinoilla olevista kokonaisena kuivatuista karpaloista on amerikankarpaloita (*Vaccinium macrocarpon*). Amerikankarpaloa viljellään laajasti Kanadassa ja Yhdysvalloissa. Suomessa amerikankarpaloa ei tavata luontaisena, sillä Suomen kasvuolosuhteet eivät ole sille otolliset. Haasteina ovat mm. Suomen valo-olosuhteet ja amerikankarpalon talvenkestävyys. Amerikankarpalon viljelyä on kuitenkin testattu Suomessa. Lupaavia tuloksia amerikankarpalon viljelystä Suomessa on saatu tunneliviljelyllä. Amerikankarpalo eroaa kotimaisista sukulaisistaan rakenteensa ja kokonsa puolesta. Amerikankarpalon marjat ovat lähes viinirypäleen kokoisia ja rakenteeltaan kiinteämpiä ja kuivempia, hieman omenaa muistuttavia. (Hedelmän- ja marjanviljelijäin liitto 2020.)

3.2 Mustaherukka

Mustaherukka (*Ribes nigrum*) kuuluu Suomen alkuperäiskasveihin ja sitä tavataan luonnonvaraisena lähes koko maassa. Mustaherukka viihtyy lehtokorvissa sekä muilla kosteilla alueilla kuten purojen varsilla ja rantalehdoilla. Luonnonvarainen mustaherukka on varsin yleinen maan eteläosissa, mutta harvinaistuu pohjoiseen mentäessä. (Yrttitarha.)

Suomessa viljellään pääsääntöisesti kahta mustaherukkalajiketta. Nämä lajikkeet ovat Öjebyn ja Mortti, molemmat ovat viljelyvarmoja, härmänkestäviä ja sopivat hyvin teollisuuskäyttöön. Mustaherukan viljelypinta-ala on noin 1 220 hehtaaria ja kasvin satotaso säilyy hyvänä 10-15 vuotta. Mustaherukan keskimääräinen satotaso on noin 3 000 kg/ha. (Ruokatieto.)

4 OSMOOSIKOKEET

Kokeiden tarkoituksena oli kehittää käytännönläheinen osmoosikuivausresepti pakastetuille karpaloille ja mustaherukoille. Alkukartoituksessa mukana tutkimuksissa oli myös tyrni, mutta se karsiutui pois, sillä se ei osoittautunut soveltuvaksi osmoosikuivaukseen. Kehittelyvaiheessa määritettiin sopiva esikäsitelymenetelmä marjan vahapinnan rikkomista varten, osmoosiliotuksessa käytettävän sokeriliuoksen vahvuus ja liuoksen määrän suhde marjoihin sekä liotusaika. Alkukartoitusta seuraavissa tutkimuksissa tarkasteltiin, onko osmoosia mahdollista tehostaa magneettisekoittajan tuottamalla jatkuvalla liikkeellä, lämpöhauteella tai lyhytkestoisella alipaineella. Lopuksi määriteltiin osmoosikäsitellyille marjoille sopiva kuivausaika ja lämpötila. Kuivaus tapahtui Termaks 4/5 TS 8136 230 V -laboratoriuunilla. Kuiva-ainepitoisuus määriteltiin valmiista tuotteesta sekä käsittelemättöminä kuivatuista karpaloista ja mustaherukoista. Valmiin tuotteen sokeripitoisuus määriteltiin refraktometrimittauksella, joka tilattiin ostopalveluna Oulun yliopiston Kajaanin mittaustekniikan yksiköstä. Parhaiksi havaitut tulokset toistettiin ja valmis tuote arvioitiin makutestin avulla.

4.1 Alkukartoitus

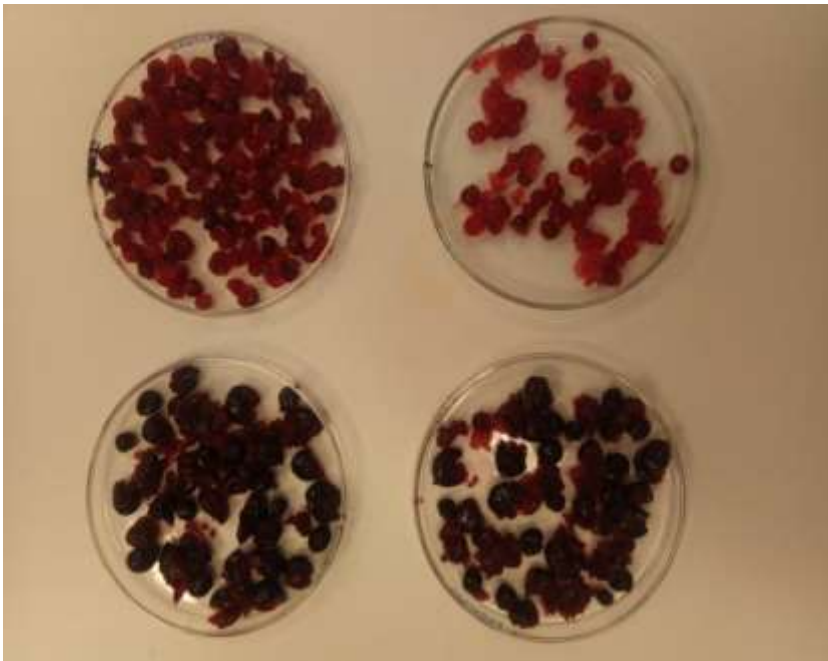
Alkukartoituskokeissa määriteltiin jäisille karpaloille, mustaherukoille ja tyrnille soveltuva esikäsitelymenetelmä, jolla saataisiin vaurioitettua marjojen vahapintaa. Kokeissa huomioitiin mekaaninen esikäsitely kuumalla vedellä. Kuumavesikäsitely tapahtui upottamalla marjat kiehuvaan veteen 1–3 minuutiksi.

Osmoosiliotusta kokeiltiin 60-prosenttisella sukroosiliuoksella ja kahdeksan tunnin uunikuivauksella 80° C:ssa. Tällä menetelmällä marjoista tuli kovia ja erittäin makeita liotusajan pituudesta riippumatta. Koe toistettiin karpalolle, mustaherukalle sekä tyrnille. Karpalo ja mustaherukka pysyivät lähes ehjinä ja kokonaisina, mutta tyrnille tämä kuivausmenetelmä osoittautui sopimattomaksi, joten tyrni karsiutui pois jatkotutkimuksista.

Alkukartoituskokeissa määriteltiin jatkokokeissa käytettävä sokerilaji osmoosikäsitelyä varten. Sokerilajeilla ei havaittu olevan vaikutusta osmoosin tehoon. Rakenteelliset erot olivat havaittavissa vasta osmoosikäsitelyä seuraavan uunikuivauksen jälkeen. Jatkokokeissa ja lopullisessa tuotteessa käytettäväksi sokeriksi valikoitui fruktoosi. Fruktoosikäsitellyille karpaloille ja mustaherukoille osoittautui parhaaksi uunikuivatuslämpötilaksi 60° C.

4.2 Esikäsitely

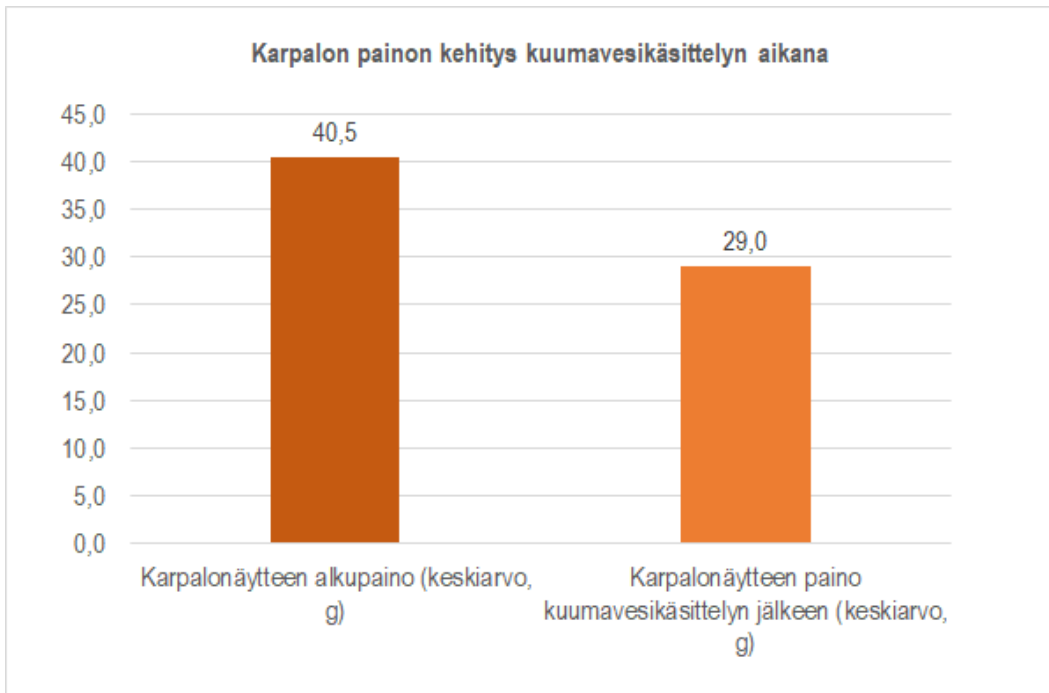
Alkukartoituskokeissa pyrittiin vaurioittamaan marjojen vahakerrosta kuumavesikäsitelyn avulla. Jäiset marjat upotettiin 1–3 minuutiksi kiehuvaan veteen, jonka jälkeen ylimääräinen kosteus poistettiin kevyesti paperipyyhkeellä. Tämä menetelmä osoittautui kuitenkin liian voimakkaaksi ja marjojen rakenne rikkoutui (kuviot 1 ja 2). Hellävaraisemmaksi esikäsitelymenetelmäksi havaittiin marjojen upottaminen kiehausettuun veteen 10 minuutin ajaksi kannella peitettynä. 10 minuutin aikana marjojen kuori halkeaa ja marjojen rakenteen tuhoutuminen on vähäisempää. Tätä menetelmää hyödynnettiin kaikissa kokeissa esikäsitelymenetelmänä. Kuumavesikäsitelyn aikana karpaloitten paino aleni 28 % ja mustaherukoiden 23 % (kuviot 3 ja 4).



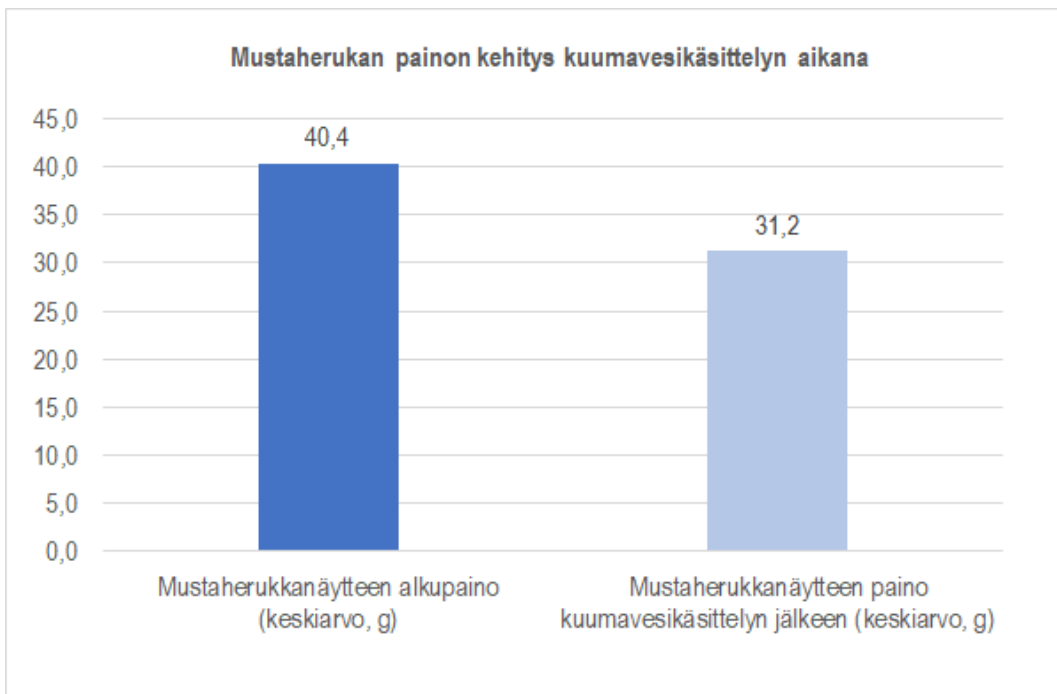
KUVIO 1. Marjojen rakenne rikkoutunut liian voimakkaan esikäsitelyn takia.



KUVIO 2. Mustaherukoiden esikäsittelyä kiehuvaassa vedessä. Tämä menetelmä osoittautui liian voimakkaaksi karpaloille ja mustaherukoille.



KUVIO 3. Kuumavesikäsitteilyn ansiosta karpalon paino aleni 28 %.



KUVIO 4. Kuumavesikäsitteilyn ansiosta mustaherukan paino aleni 23 %.

4.3 Sokerilaadun vaikutus lopputulokseen

Selvityksessä vertailtiin sukroosin, glukoosisiirapin (sokeripitoisuus 23 g / 100 g) ja fruktoosin käyttäytymistä osmoosikuivatuksessa. Fruktoosilla käsitellyt marjat pysyivät rakenteeltaan pehmeinä konvektiokuivatuksesta huolimatta. Sokeriliuoksen vahvuudesta ja osmoosiliotusajasta riippumatta sukroosilla käsiteltyjen marjojen rakenne muuttui lasimaiseksi ja kovaksi uunikuivatuksen jälkeen. Glukoosisiirapilla käsitellyt marjat jäivät puolestaan tahmeiksi ja kuivuminen oli epätasaista (kuvio 5).



KUVIO 5. Glukoosisiirappi jätti marjat tahmeiksi huolellisesta huuhtelusta ja uunikuivatuksesta huolimatta.

Glukoosisiirappia, jonka sokeripitoisuus on 49,2 g / 100 g on kuitenkin käytetty onnistuneesti osmoosikokeissa (Agnieszka & Andrej 2010, 1). Ominaisuuksiltaan parhaaksi sokerilaaduksi osoittautui fruktoosi, jonka avulla saatiin sopivan pehmeärakenteisia ja miellyttävän makuisia marjoja.

Lukuun ottamatta alkukartoituskokeita, kaikkiin kokeisiin ja toistoihin käytettäväksi sokerilajiksi valikoitui fruktoosi, sillä sen avulla marjojen väri-, maku- ja rakenneominaisuudet saatiin säilymään parhaiten. Fruktoosiliuoksen vahvuudeksi valikoitui 60 % ja marjojen ja liuoksen suhteeksi 1:7. Marjojen ja sokeriliuoksen määrät mitattiin painoyksikköinä (g). Sokeriliuoksen väkevyyttä määrittelevissä kokeissa ei havaittu vaikutusta marjojen painon alenemiseen osmoosin aikana. 30–50-prosenttisessa liuoksessa käsitellyissä marjoissa ei ollut havaittavissa makueroa toisiinsa nähden. Fruktoosiliuoksen ollessa vahvempaa kuin 60 % lopputuote oli huomattavan makea. Vahvuudeltaan 60-prosenttinen fruktoosiliuos osoittautui optimaaliseksi lopputuotteen makeuden ja rakenteen kannalta.

4.4 Osmoosimenetelmät

Selvityksessä vertailtiin osmoosin tehokkuutta magneettisekoittajassa, lämpöhauteissa sekä lyhytkestoisessa alipaineessa. Osmoosikäsitelyn jälkeen marjat kuivattiin laboratoriuunissa.

Alkukartoituskokeissa koe-erää varten valmistettiin 60-prosenttinen sukroosiliuos osmoosiliotusta varten. Marjojen ja liuoksen suhteet näytteissä olivat 1:3, 1:6 sekä 1:9. Näytteet olivat huoneenlämmössä osmoosikäsitelyssä 5,5–72 tunnin ajan. Ensimmäisissä kokeissa tutkittiin myös jatkuvan liikkeen vaikutusta osmoosin tehokkuuteen magneettisekoittajan avulla (Heidolph Mr 1000 230 V). Magneettisekoittajat säädettiin toimimaan 733 rpm nopeudella. Magneettisekoittajalla ei ollut osmoosia kiihdyttävää vaikutusta, vaan marjojen painon kehitys oli nousujohteista.

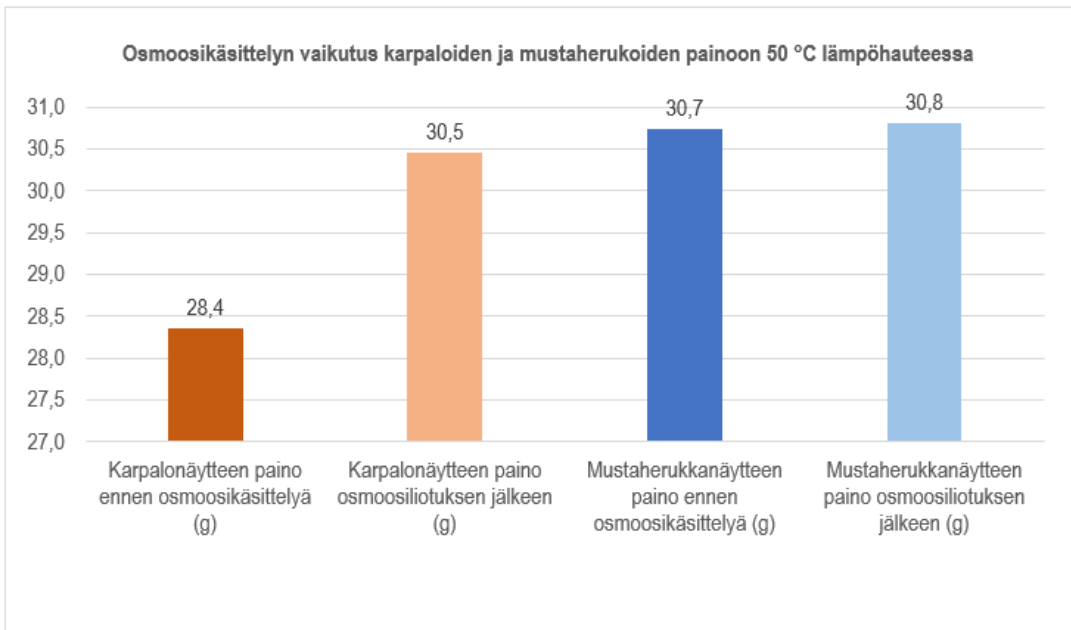
Kokeissa tutkittiin myös lämpöhauteen ja alipaineen (Diaphragm vacuum pump MZ 2C) vaikutusta osmoosin kiihdyttämiseen. Alipaineavusteinen osmoosikäsitely havaittiin tehokkaimmaksi keinoksi laskea marjojen painoa, mutta menetelmänä se on haastava ja hintava laitteistokustannusten vuoksi. Lämpöhauteissa olleissa näytteissä painon muutos jäi vähäiseksi. Kokeet toistettiin eri vahvuisilla (30–75 %) fruktoosiliuoksilla sekä eri sokerilaaduilla (sukroosi, fruktoosi, glukoosisiirappi).

4.5 Lämpöhaude

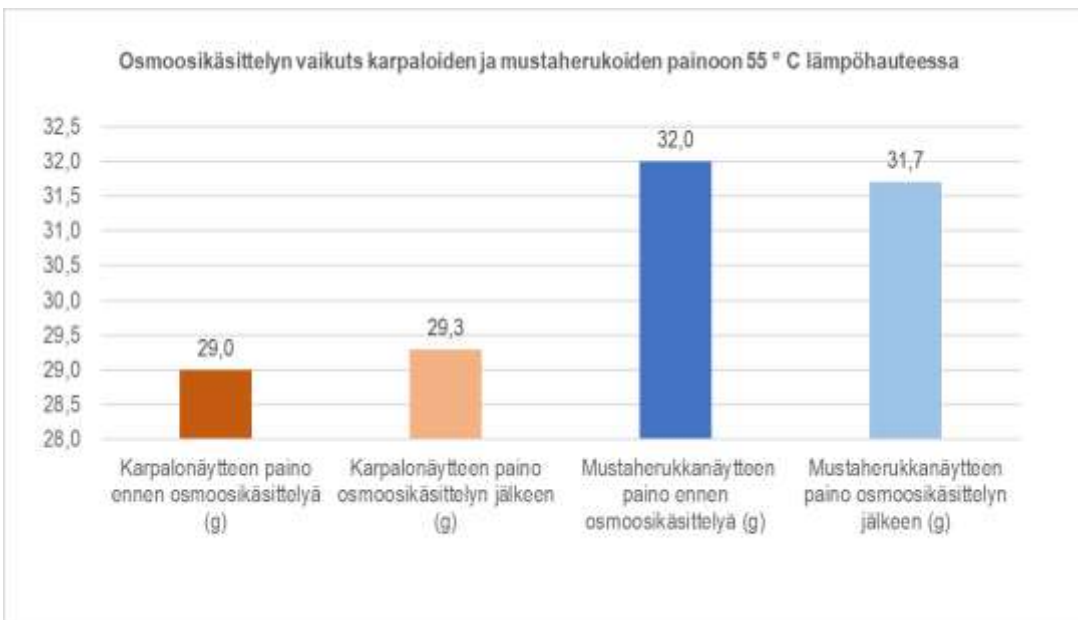
Lämpöhaudekokeissa näytteet olivat 50–60° C:een lämpötilassa 6,5–20,5 tunnin ajan. Kuumavesikäsitellyt ja jäädytetyt marjat sekä fruktoosiliuos pullotettiin ja pullot asetettiin lämpöhauteeseen (kuvio 6). Painon kehitys marjoissa oli pääosin nousujohteista lukuun ottamatta mustaherukoita, jotka olivat 55–60° C:een lämpötilassa 14–20,5 tuntia, jolloin mustaherukoiden paino aleni keskimäärin 1,4 % (kuviot 7, 8 ja 9).



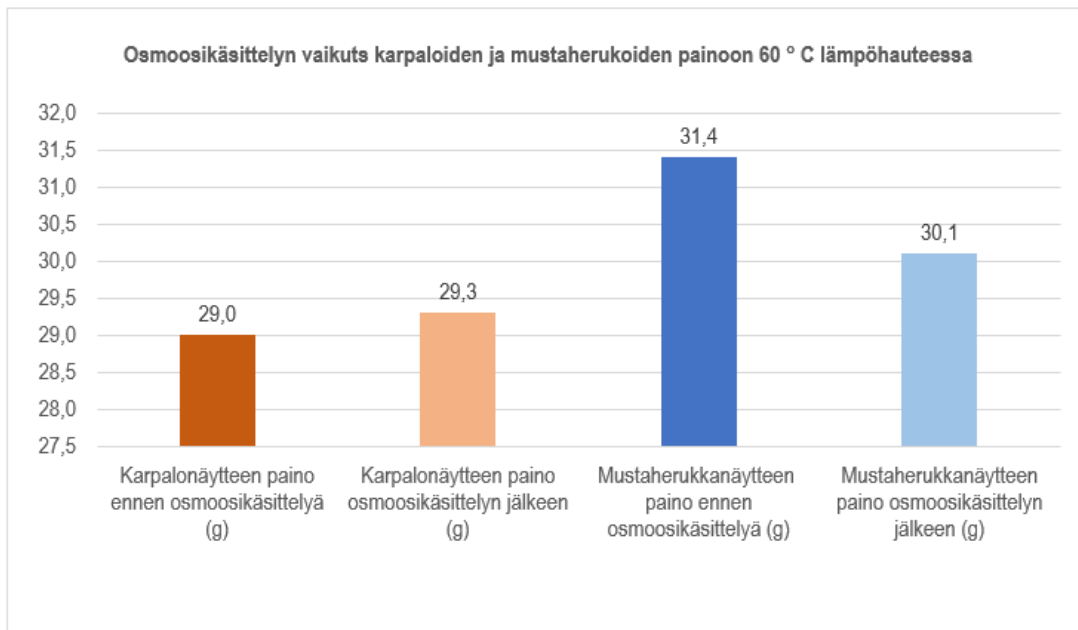
KUVIO 6. Marjanäytteet lämpöhauteessa.



KUVIO 7. 50° C:een lämpöhaudekokeessa karpalon paino nousi 7 %, mustaherukan painon nousu oli marginaalista.



KUVIO 8. 55° C:een lämpöhaudekokeessa karpalon paino nousi prosentin, kun taas mustaherukan paino aleni vain alle prosentin.



KUVIO 9. 60° C:een lämpöhaudekokeessa karpalon paino nousi prosenttiin, kun taas mustaherukan paino aleni 4 %.

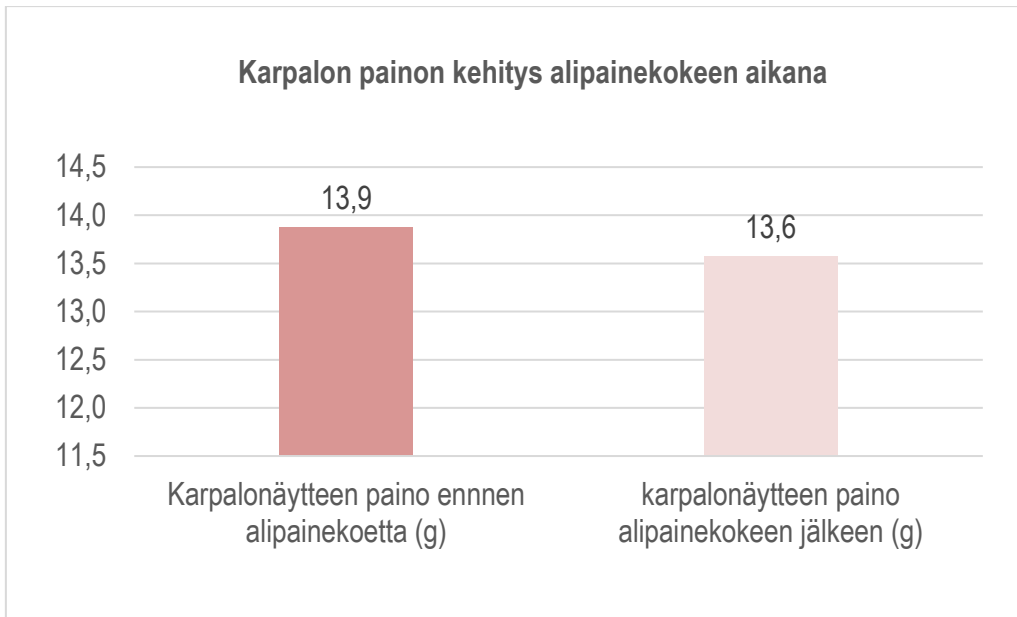
4.6 Alipaine

Lyhytkestoisen alipaineen on todettu vähentävän tuotteen kosteusprosenttia merkittävästi, jopa 40 % 7 tunnissa (Bórquez, Canales & Redon 2010, 126). Kokeissa käytettiin Diaphragm vacuum pump MZ 2C -alipainepumppua sekä 3-kaulaista laboratoriapulloa (kuvio 10).

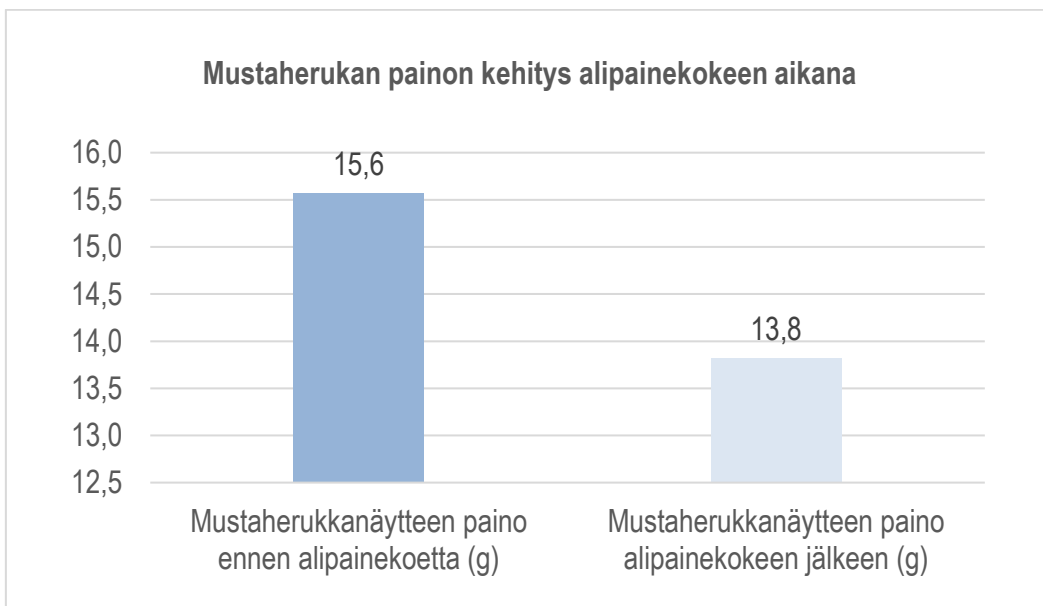


KUVIO 10. Mustaherukkanäyte alipainekokeessa.

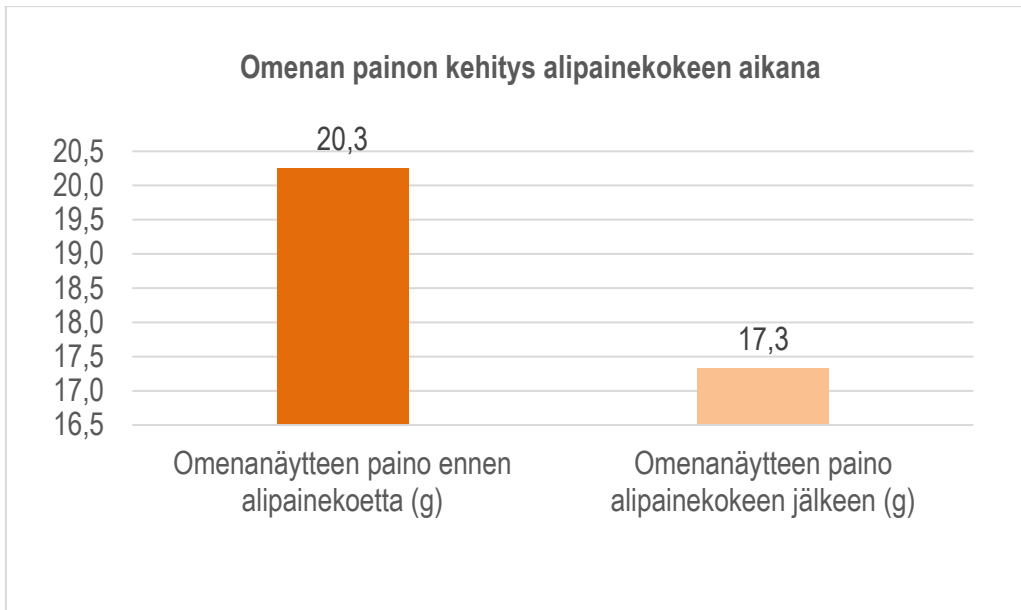
Vakuumikokeissa näytteet olivat fruktoosiliuoksessa 866,6–1133,2 mBar paineessa 15–30 minuutin ajan, jonka aikana marjojen painossa ei tapahtunut merkittävää muutosta. Koe suoritettiin myös 66,7 mBar teholla, jonka aikana marjojen paino laski ensimmäisen 10 minuutin aikana. Vakuumikokeissa karpalon paino aleni 2 %, kun taas mustaherukan paino aleni 11 % (kuviot 11 ja 12). Verrokkikoe suoritettiin myös omenaviipaleilla. Omenan paino aleni alipainekokeessa 14 % 10 minuutin aikana (kuvio 13). Edellä mainituista menetelmistä alipaineen havaittiin olevan tehokkain tapa tehostaa osmoosia. Havaittiin, että mitä korkeampi kuivattavan tuotteen kuiva-ainepitoisuus on, sitä parempia tuloksia saavutetaan yhdistämällä osmoosikäsittelyyn lyhytkestoinen alipaine.



KUVIO 11. Karpalon paino aleni 2 %, kun osmoosia tehostettiin lyhytkestoisella alipaineella.



KUVIO 12. Mustaherukan paino aleni 11 %, kun osmoosia tehostettiin lyhytkestoisella alipaineella.



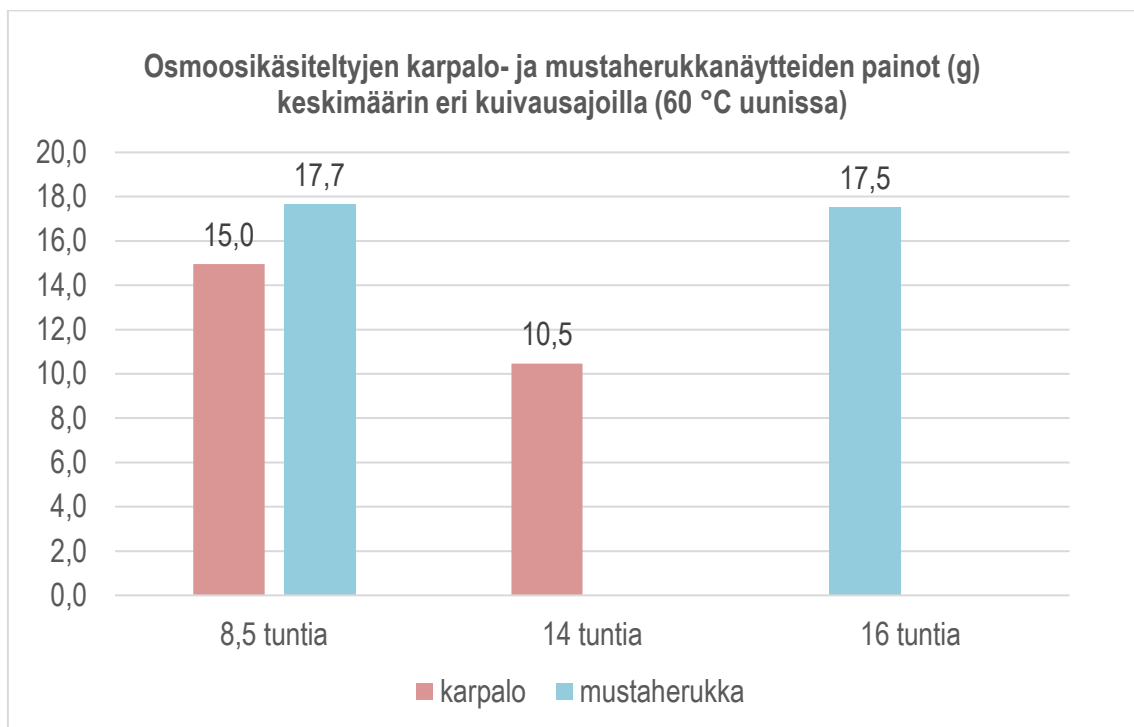
KUVIO 13. Omenan paino aleni 14 %, kun osmoosia tehostettiin lyhytkestoisella alipaineella.

4.7 Uunikuivaus

Osmosiliotuksen jälkeen marjat huuhdeltiin juoksevan veden alla minuutin ajan ylimääräisen fruktoosin poistamiseksi. Huuhtelun jälkeen marjat kuivattiin kevyesti paperipyyhkeillä ja asetettiin lasisiin petrimaljoihin jatkokuivatusta varten. Juoksevalla vedellä huuhtelu rikkoi marjojen rakenteen lähes poikkeuksetta, joten huuhtelumenetelmää muutettiin. Hellävaraisemmaksi huuhtelumenetelmäksi osoittautui marjojen huuhtelu upottamalla ne puhtaaseen kylmään veteen minuutin ajaksi. Kokeiden alussa konvektiokuivaus suoritettiin 80° C:een lämpötilassa noin kahdeksan tunnin ajan Termaks 4/5 TS 8136 230 V -laboratoriounilla. Optimaalista kuivauslämpötilaa määritettäessä huomioitiin myös Sjunkan ja Raghavanin tutkimuksessa esitetty 70° C:een lämpötila (Sjunka & Raghavan 2004, 2).

Optimaaliseksi kuivauslämpötilaksi karpalolle ja mustaherukalle osoittautui 60° C. Osmosikäsitellyt karpalot kuivuivat 14 tunnissa, mutta mustaherukat vaativat 16 tunnin

kuivausajan. Välipunnitus suoritettiin 8,5 tunnin kohdalla. Mustaherukan painon muutos oli vähäistä (1 %) välipunnituksen ja 16. tunnin välillä, mutta rakenteelliset muutokset olivat havaittavissa. Karpalon painon muutos oli selkeämpää: välipunnituksen (8,5 tunnin jälkeen) ja kuivauksen päättymisen (16 tunnin jälkeen) välillä paino laski 30 % (kuvio 14). Verrokkina kuivattiin myös osmoottisesti käsittelemättömät näytteet. Käsittelemättömissä marjoissa ei havaittu kuivumisen merkkejä 16 tunnin aikana. Näytteiden välillä ei kuitenkaan havaittu mittavaa eroa loppupainoissa, vaan ero oli rakenteellinen. Kuiva-ainepitoisuudet määritettiin osmoottisesti käsitellystä sekä käsittelemättömästä tuotteesta. Käsittelemättömän mustaherukkanäytteen kuiva-ainepitoisuus (%) on 16,2 % ja karpalon 9,5 %. Osmoosikäsitellyn mustaherukkanäytteen kuiva-ainepitoisuus on 80,5 % ja karpalon 76,4 %. Kuiva-ainepitoisuuden merkittävä lisääntyminen selittyy sokerin kuiva-ainetta lisäävästä vaikutuksesta (Bórquez, Canales & Redon 2010, 125). Sokerikäsitellyn havaittiin lyhentävän uunikuivausaikaa oleellisesti.



KUVIO 14. Osmoosikäsiteltyjen karpalo- ja mustaherukkanäytteiden painot (g) keskimäärin eri kuivatusajoilla 60 °C:ssa.

5 SOKERIPITOISUUDEN MÄÄRITYS JA KUIVA-AINEPITOISUUS

Opinnäytetyöhön liittyviä tutkimuksia varten määriteltiin karpalon sekä mustaherukan kuiva-ainepitoisuudet ennen osmoosikokeita. Karpalon kuiva-ainepitoisuudeksi osoittautui 9,5 % ja mustaherukan 16,2 %. Tästä huolimatta mustaherukka kuitenkin vaati pidemmän kuivausajan karpaloon verrattuna.

Kokeissa kuivattujen marjojen sokeripitoisuus haluttiin selvittää refraktometrimittauksella. 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 kapillaarielektroforeesin avulla.

Refraktometrimittausta varten pilkottiin kustakin kuivatetusta näytteestä 5 g kuivattuja marjoja, jotka sekoitettiin 30 ml:aan vettä. Näytteet kuumennettiin mikroaaltouunissa neljän minuutin ajan 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. Käsittelemättömien mustaherukoiden kuiva-aineen sokeripitoisuus on keskimäärin 4,5 °Bx. Refraktometrimittauksen perusteella osmoosikäsitteily nostaa mustaherukan sokeripitoisuutta 2,8 Brix-yksikköä. Refraktometrimittaus tilattiin ostopalveluna Oulun yliopiston Kajaanin mittaustekniikan yksiköstä.

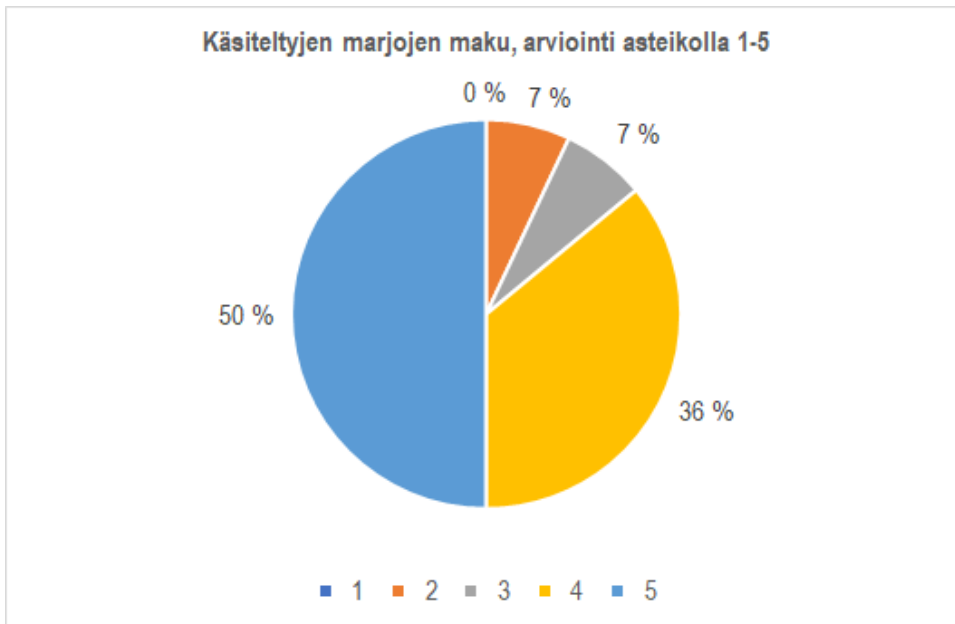
6 MAKUTESTI

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

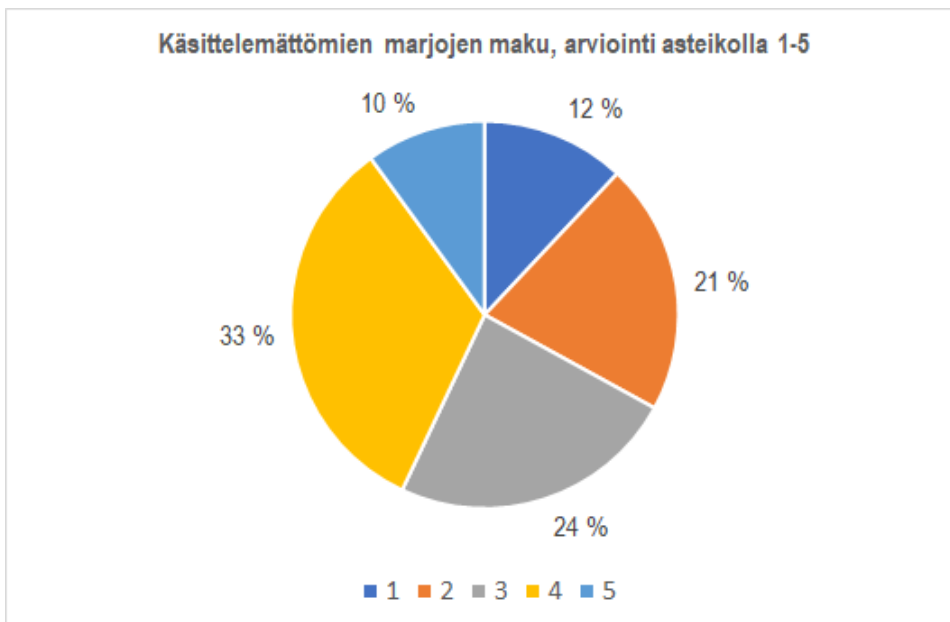
Makutestiä varten laadittiin kaavake, johon maistaja vastasi merkitsemällä maistettavaa marjaa parhaiten kuvaavan vaihtoehdon. Kaavakkeessa arvioitiin marjan makua, ulkonäköä sekä suutuntumaa asteikolla 1–5 (puutteellinen – erinomainen) (LIITE 1).

Makutestin tulokset osoittavat, että osmoosikäsitellyt marjat miellyttivät vastaajia eniten. Puolet vastaajista piti käsiteltyjen marjojen makua erinomaisena, kun taas käsittelemättömien marjojen arviot eivät yltäneet erinomaiseen. Suurin osa käsittelemättömänä kuivattujen marjojen saamista arvioista painottui asteikolla kohtiin 2–4 (kuviot 15 ja 16).

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



KUVIO 15. Käsiteltyjen marjojen maun arviointi asteikolla 1–5 (puutteellinen–erittäin miellyttävä). Puolet vastaajista piti tuotetta erittäin miellyttävänä.



KUVIO 16. Käsittelemättömien marjojen maun arviointi asteikolla 1–5 (puutteellinen–erittäin miellyttävä). Kolmasosa vastaajista piti makua puutteellisena.

7 TULOKSET

Havaittiin, että pelkällä osmoosikäsitelyllä ei saatu kuivattavien marjojen painoa alenemaan merkittävästi. Huomattavin painon aleneminen tapahtui kuumavesikäsitelyn ja uunikuivatuksen aikana. Kuumavesikäsitelyn aikana karpalon paino aleni 28 % ja mustaherukan 23 %. Niissä kokeissa, joissa osmoosia tehostettiin 55° C:een lämpöisellä vesihauteella, karpalonäytteiden paino lisääntyi keskimäärin 1 %. Mustaherukanäytteiden painon aleneminen oli marginaalista, alle prosentin luokkaa. Kun lämpöhaudekoe suoritettiin 60° C:een lämpöisessä vesihauteessa, mustaherukan paino aleni 4 % ja karpalon paino lisääntyi 1 %. Tehokkaammaksi tavaksi tehostaa osmoosia osoittautui lyhytkestoinen, 10 minuuttia kestävä alipaineistus. Kokeessa mustaherukan paino aleni 11 % ja karpalon 2 %. Karpaloita kuivatettiin 60° C:ssa 14 tunnin ajan. Mustaherukoita kuivattiin 16 tuntia. Välipunnitus suoritettiin 8,5 tunnin kuluttua kuivauksen aloittamisesta. Välipunnituksen ja loppupunnituksen välillä karpaloiden paino oli laskenut 30 % ja mustaherukoiden vain prosentin.

Enimmillään karpaloiden paino saatiin alenemaan 60 % ja mustaherukoiden 35 %. Nämä tulokset saatiin kuumavesikäsitelyn, alipaineavusteisen osmoosin sekä uunikuivatuksen avulla.

Refraktometrimittaus osoitti osmoosikäsiteltyjen mustaherukoiden sokeripitoisuuden olevan 7,4 °Bx ja karpaloiden 5,7 °Bx. Refraktometrimittauksella ei kuitenkaan saada tarkkaa tietoa tuotteen fruktoosipitoisuudesta, joten tarkan sokeripitoisuuden määrittelemiseksi suositellaan kapillaarielektroforeesimittausta.

Fruktoosilla käsiteltyjä mustaherukoiden ja karpaloiden maku- ja rakenneominaisuuksia arvioitiin 5.9.2020 Halsualla järjestetyssä makutestissä. Verrokkina testissä oli myös soseena kuivattua, sokerilla käsittelemätöntä mustaherukkaa ja karpaloa. Testiin osallistujat valikoituivat satunnaisesti. Tuotteiden ulkonäköä, makua sekä rakennetta arvioitiin asteikolla 1–5 (puutteellinen – erittäin miellyttävä). Makutesti osoitti, että puolet vastaajista piti käsiteltyjen marjojen makua erinomaisena, kun taas käsittelemättömien marjojen arviot eivät yltäneet erinomaiseen.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Selvityksessä tehdyt tutkimukset osoittivat, ettei pelkällä osmoosikäsitteilyllä saada marjojen kosteuden aiheuttamaa painoa alenemaan kuin marginaalisesti. Merkittävin painon aleneminen tapahtui kuumavesikäsitteilyn aikana, jolloin karpalon paino väheni 28 % ja mustaherukan 23 %. Vähäistä painon alenemista havaittiin niissä tilanteissa, joissa osmoosikäsitteily yhdistettiin 55–60° C:ssa tehtyyn lämpöhaudekäsitteilyyn tai alipaineeseen. Painon aleneminen lämpöhaudekokeissa johtunee kuitenkin lämpötilan aiheuttamasta nesteen poistumisesta, eikä näin ollen ole osmoosin aikaan saamaa. Muissa kokeissa painon kehitys osoittautui nousujohteiseksi osmoosiliotusvaiheissa.

Osmoosikuivaus nopeutti oleellisesti konvektiokuivausaikaa. Kuivatun tuotteen aistinvaraisesti havaittavat rakenteelliset erot ovat huomattavat niihin näytteisiin verrattuna, joihin ei hyödynnetty osmoottista esikäsitteilyä. Tutkimukset todistivat kuiva-ainepitoisuuden lisääntymisen karpalolla ja mustaherukalla jopa 66 % osmoosiliotuksen ansiosta. Kuiva-ainepitoisuuden lisääntyminen selittyi sokerin imeytymisellä marjoihin. Kuiva-ainepitoisuuden lisääntyminen ilmeni marjojen painon nousuna. Mekaaninen esikäsitteily ennen osmoosia rikkoo aina marjan pintaa, jolloin sokerin imeytyminen marjaan on tehokkaampaa. Osmoosikokeissa kuivatettujen karpaloiden ja mustaherukoiden todellista sokeripitoisuutta ei onnistuttu määrittämään, sillä refraktometrimittausmenetelmä ei anna luotettavaa tulosta fruktoosipitoisuudesta. Fruktoosipitoisuuden määrittämiseksi sokeripitoisuus tulisi mitata kapillaarielektroforeesilla.

Magneettisekoittajan tai lämpöhauteen ei havaittu kiihdyttävän nesteen poistumista marjoista ja siten alentavan painoa. Lyhytkestoinen alipaine koettiin menetelmistä tehokkaimmaksi. Kokeissa havaittiin, että mitä suurempi kuivatettavan tuotteen kuiva-ainepitoisuus on, sitä tehokkaammin alipaineistettu osmoosikäsitteily toimii.

Kemiallisen esikäsitteilyn on havaittu kiihdyttävän osmoosin tehoa. Kokeissa huomioitiin pääosin vain mekaaninen esikäsitteily edullisuuden ja käytännöllisyyden vuoksi. Lisäksi haluttiin luoda mahdollisimman vaivattomasti ja edullisin kustannuksin valmistettava tuote. Mekaanisella esikäsitteilyllä, 60-prosenttisella fruktoosiliuoksella sekä lyhytkestoisella alipaineistuksella on mahdollista saada markkinakelpoinen tuote kotimaisesta karpalosta sekä mustaherukasta.

Monessa tutkimuksessa marjat on esikäsitelty kemiallisesti ja osmoosikäsitteily on suoritettu sukroosiliuoksella. Käytössä on ollut myös erikoislaitteistoa. Tässä selvityksessä tutkimusasetelmaa muokattiin yrittäjälle helpommin lähestyttäväksi esikäsittelemällä marjat mekaanisesti ja määrittelemällä tarkoitukseen soveltuva sokerilaatu. Alkukartoituksessa testattiin fruktoosin lisäksi sukroosia ja glukoosisiirappia, mutta ne rajautuivat pois varsinaisista kokeista fruktoosin paremman soveltuvuuden vuoksi.

Havaittiin, että mustaherukalle ja karpalolle on haasteellista kehittää yhteistä reseptiä osmoosikuivatukseen. Mustaherukka vaatii hellävaraisemman ja vähemmän rakennetta rikkovan esikäsitteilymenetelmän, joten kemiallinen esikäsitteily olisi suositeltava. Jäiset karpalot kestivät mustaherukoita paremmin kuumavesikäsitteilyä. Mielenkiintoista oli, että mustaherukka vaati karpaloa pidemmän ajan uunikuivauksessa.

Halsualla järjestetyssä makutestissä oli tarjolla fruktoosikäsiteltyjä kokonaisina kuivattuja marjoja sekä soseena kuivattuja marjoja. Soseena kuivattuja marjoja ei esikäsitelty ennen kuivaamista. Fruktoosikäsitellyt marjat menestyivät makutestissä paremmin.

9 POHDINTA

Selvityksen tavoitteena oli kehittää karpalolle ja mustaherukalle toimiva resepti osmoosikuivatusta varten. Tarkoituksena oli saavuttaa maukas ja markkinakelpoinen kotimainen tuote kaupan hyllyillä olevien ulkomaisten rinnalle.

Osmoosikuivausmenetelmä vaatii runsaasti perehtymistä ja erikoislaitteistoa, mikä voi olla haaste olemassa oleville elintarvikealan yrityksille. Kirjallisuudessa on käytetty kemiallisia käsittelyjä ja hintavaa erikoislaitteistoa, joita suomalaisen yrittäjän on haastava saada käyttöönsä. Lisäksi useissa tutkimuksissa käytetty sukroosi havaittiin toimimattomaksi sokeriksi näissä olosuhteissa. Eri sokerilajeja testaamalla havaittiin fruktoosi parhaiten tarkoitukseen soveltuvaksi, sillä sen avulla marjojen rakenne pysyi miellyttävän pehmeänä konvektiokuivatuksesta huolimatta. Ihminen maistaa fruktoosin makeampana kuin sukroosin, joten se myös taittaa luontaisesti happaman karpalon ja mustaherukan kirpeyttä. Marjojen ja sokeriliuoksen suhde saatiin selville empiirisesti tarkkaillen marjojen rakennetta ja makua aistinvaraisin menetelmin.

Merkittäväksi haasteeksi opinnäytetyössä osoittautui se, että aihetta ei ole juurikaan tutkittu Suomessa. Sopivan lähdemateriaalin löytäminen koettiin haasteelliseksi, sillä monet ulkomaiset aiheeseen liittyvät tutkimukset ovat vaikeasti saatavissa. Kokeet tuloksineen nojaavat siis empiirisiin sovelluksiin ulkomaisesta kirjallisuudesta.

Keskeiseksi tutkimusongelmaksi osoittautui marjojen painon nousu osmoosikäsittelyn jälkeen. Alkuvaiheessa hypoteesina oli painon aleneminen pelkän osmoosikäsittelyn avulla. Merkittävä painon aleneminen tapahtui esikäsittelyvaiheessa ja konvektiokuivauksessa. Tulokset ovat siis jokseenkin ristiriidassa kirjallisuuden kanssa. Painon kertyminen marjoihin kuitenkin selittyy sokerin lisäämällä kuiva-ainepitoisuudella.

Osmoosikäsittely kuitenkin takaa hyvänmakuisia kokonaisena kuivattuja marjoja, joilla on potentiaalia markkinoilla. Kotimaisille marjoille osmoosikäsittely osoittautui haasteelliseksi, mutta markkinakelpoinen lopputulos on mahdollista saavuttaa lisätutkimuksia suorittamalla.

LÄHTEET

Arktiset Aromit Ry. Kuivatut marjat säilyvät kauan huoneenlämmössä. Hakupäivä 10.11.2020.

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

Bórquez, Rodrigo, Canales Edgardo & Redon, J. P. 2009. Osmotic dehydration of raspberries with vacuum pretreatment followed by microwave-vacuum drying. Journal of Food Engineering. Vol 99. Hakupäivä 12.11.2020.

ISSN 0260-8774. Hakupäivä 12.11.2020.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877410000701>.

Hedelmän- ja marjanviljelijäin liitto 2020. Maistuisiko amerikankarpalo? – Uuden puutarhamarjan viljelyä tutkitaan Suomessa. Hakupäivä 6.5.2020.

<https://www.hmlry.fi/ajankohtaista/maistuisiko-amerikankarpalo-uuden-puutarhamarjan-viljelya-tutkitaan-suomessa/>.

Klavins, Linards & Klavins, Maris 2020. Cuticular Wax Composition of Wild and Cultivated Northern Berries. Laboratory of Natural Products Research. Hakupäivä 8.5.2020.

<https://www.mdpi.com/2304-8158/9/5/587/htm>.

Kowalska, Hanna & Lenart, Andrzej 2001. Mass exchange during osmotic pretreatment of vegetables. Journal of Food Engineering. Vol 49. Hakupäivä 19.5.2021.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877400002144?via%3Dihub>.

LuontoPortti. Isokarpalo. Hakupäivä 6.5.2020.

<https://www.luontoportti.com/suomi/fi/kukkakasvit/isokarpalo>.

LuontoPortti. Pikkukarpalo. Hakupäivä 6.5.2020.

<https://www.luontoportti.com/suomi/fi/kukkakasvit/pikkukarpalo>.

Pyhäjärvi-Instituutti. Porkkana. Kuivaaminen. Hakupäivä 6.5.2021.

http://www.pyhajarvi-instituutti.fi/porkkanatiedosto/porkkana/jalostus/jalostus_64.htm.

Rontu, Riitta 2020. Kysymys marjojen kuivatuksesta. Syötteen sieni ja yrtti ky. Sähköpostiviesti 23.6.2020.

Ruokatieto. Herukat ja karviaiset. Hakupäivä 15.5.2021.

<https://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/ruokaketju-ruuan-matka-pelloilta-poytaan/maatilalla-kasvatetaan-ruokaa/puutarhan-marjat-ja-hedelmat/herukat-ja-karviaiset>.

Ruokatieto. Ruokakasvatus. Vesi. Hakupäivä 19.5.2021.

<https://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/lupa-kokata-elintarvikehygienian-perusteet/mikrobiologia/vesi>.

Sjunka, Predrag & Raghavan, Vijaya 2004. Assessment of pretreatment methods and osmotic dehydration for cranberries. Canadian Biosystems Engineering. Hakupäivä 9.11.2020.

<https://www.researchgate.net/publication/238725078>

Soini, Marita 1994: Kuivatut kasvikset. Kuivaus, käyttö ja markkinat, 12-21.

Suomen Sokeri 2006. Sokeri – Auringon energiasta elintarvikkeiden valmistusaineeksi. Hakupäivä 14.3.2021.

https://www.dansukker.fi/Files/Filer/pdf/broschyreer/sokeri_auringon_fi.pdf.

Venkatachalapathy, K., Raghavan, G., Vijaya 1999. Combined osmotic and microwave drying of strawberry. Drying Technology. Hakupäivä 10.11.2020.

https://www.researchgate.net/publication/244602555_Combined_osmotic_and_microwave_drying_of_strawberry.

Wikipedia. Glukoosi 2021. Hakupäivä 8.5.2021, <https://fi.wikipedia.org/wiki/Gluukoosi>

Yrttitarha. Karpalo. Hakupäivä 6.5.2020. <http://www.yrttitarha.fi/kanta/karpalo/>.

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