

**PROSESSOINNIN VAIKUTUS AMMATTIKEITTIÖISSÄ KÄYTETTYJEN
PORKKANATUOTTEIDEN RAVINTOSISÄLTÖÖN**

Sari Väänänen

Pro gradu -tutkielma

Ravitsemus- ja elintarvikebiotekniikka

Biotiede

Luonnontieteiden ja metsätieteiden tiedekunta

Itä-Suomen yliopisto

Lokakuu 2012

ITÄ-SUOMEN YLIOPISTO, Luonnontieteiden ja metsätieteiden tiedekunta

Biotiede

Ravitsemus- ja elintarvikebiotekniikka

VÄÄNÄNEN, SARI T.: Prosessoinnin vaikutus ammattikeittiöissä käytettyjen porkkanatuotteiden ravintosisältöön

Pro gradu -tutkielma 48 s.

Tutkielman ohjaajat: FT Sirpa Peräniemi ja FT Eija Muukka

Lokakuu 2012

Avainsanat: Porkkana, alfatokoferoli, beetakaroteeni, E-vitamiini, ammattikeittiö, ruokapalvelut

Porkkana on suomalaisten käyttämistä juureksista suosituin. Kotimaiset kasvikset ry:n mukaan suomalaiset kuluttivat vuonna 2008 juureksia 11,2 kg/hlö, joista porkkanaa n. 8,5 kg (Kasvistase 2008). Porkkanaa käytetään monipuolisesti, joten sen merkitys ravintoaineiden lähteenä on tärkeä. Viimeisten vuosikymmenten aikana elintarvikkeiden raaka-ainetuotannossa ja jalostuksessa sekä ammattikeittiöiden ja elintarviketeollisuuden tuotantoprosesseissa on tapahtunut elintarvikkeiden ravintosisältöön vaikuttavia muutoksia, joita ei huomioida käytännössä. Ammattikeittiöissä ruokavalioiden ravintosisällön laskennassa käytetään ruokapalvelusovellusohjelmia (Aivo, Aterix ja Aromi), joissa ravintoainepitoisuudet perustuvat elintarvikkeiden koostumustietokantoihin (Fineli, Nutrica). Tietokannoissa useiden ruokien ravintosisällöt ovat pääosin laskennallisia.

Tutkimuksen tavoitteena oli laboratorioanalyysien avulla saada selville, onko porkkanan prosessoinnilla vaikutusta ammattikeittiöiden asiakkaiden lautaselle päätyvän annoksen ravitsemukselliseen laatuun. Analyysituloksia verrattiin sekä keskenään että koostumustietokantojen ilmoittamiin määriin. Tutkimukseen valittiin yhteistyökumppaneiksi kahden kunnan julkisen sektorin ruokapalveluista kaksi ammattikeittiötä: Suonenjoen kaupungin keskuskeittiö ja Savon koulutuskuntayhtymän Mesikka -opiskelijaravintola, joista noudettiin näytteet samaan aikaan, kun ensimmäiset asiakkaat saapuivat ruokailuun. Laboratoriotutkimuksissa analysoitiin porkkanan beetakaroteeni- ja alfatokoferolipitoisuudet sekä kalium-, magnesium- ja kalsiumpitoisuudet kokonaisesta porkkanasta, kolmesta erityyppisestä porkkanaraasteesta sekä neljästä eri tavoin käsitellystä lisäkeporkkanakuutiosta. Analyysit tehtiin spektrofotometriaa ja atomiabsorptiospektrometriaa käyttäen.

Tulosten mukaan ravintoaineiden koostumustietokannat yliarvioivat beetakaroteenin saannin porkkanoista. Kokonaisten raakojen porkkanoiden beetakaroteenipitoisuudet olivat huomattavasti alhaisempia kuin ruokapalvelusovellusohjelmissä käytetyt arvot. Raastetuissa porkkanoissa beetakaroteenin hajonta oli suurta. Alfatokoferolin (=E-vitamiini) arvoissa tulosten hajonta oli erityisen suurta kaikissa porkkananäytteissä. Myös kivennäisaineiden (Ca, Mg, K) määrät on elintarvikkeiden koostumustietokannoissa ilmoitettu usein suuremmiksi kuin tämän tutkimuksen analyysit näyttivät. Näytteiden analysoiduissa pitoisuuksissa oli tosin suurta hajontaa, erityisesti magnesiumin määrissä. Raoissa porkkanoissa kaikki analysoidut kaliumin arvot olivat pienempiä kuin ravintolaskentaohjelmien käyttämät arvot.

Tämän tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että ravintolaskentaohjelmiin tarvitaan myös porkkanatuotteiden ravintoarvoista tarkennettuja tietoja.

Tutkielma on osa Lautaslaatuselvitystä, joka tehtiin Savon koulutuskuntayhtymän EkoCentrian Kestävyttä Itä-Suomen ruokapalveluihin -hankkeessa.

UNIVERSITY OF EASTERN FINLAND, Faculty of Natural and Forest Sciences

Biosciences

Nutrition and Food Biotechnology

VÄÄNÄNEN SARI T.: The Effect of Processing on the Nutrient Content of Carrots Used in Professional Kitchens

Master's thesis, 48 pages.

Supervisors: Ph.D. Sirpa Peräniemi ja Ph.D. Nutrition, Eija Muukka

October 2012

Keywords: Carrot, betacarotenoid, professional kitchen, catering services

Carrot is the most popular root vegetable used by Finns. According to the Finnish Horticultural Society Finns consumed 11.2 kg of root vegetables per capita in 2008, with carrot amounting to approx. 8.5 kg (Kasvistase 2008). The usage of carrot is very varied which makes it an important source of nutrients. In recent decades there have been changes in the production processes of ingredients taking place both on raw processing and refinement level as well as in industrial kitchens and food industry in general that have been invisible to the end users. Catering service computer applications such as Aivo, Aterix and Aromi include nutrient content information derived from food composition databases such as Fineli and Nutrica. In these databases most of the nutrient information on foodstuffs has been calculated, not measured.

The aim of the study was to employ laboratory analysis to find out whether processing carrot had an impact on the nutritional value of the end product, a dish served to customers of professional kitchens. Results from the analysis were compared between each other as well as with the values reported in food composition databases. Two co-operation professional kitchen partners were selected for the study from the public sector: the Central Kitchen of the City of Suonenjoki and Savo Consortium of Education Mesikka Student Restaurant, where from the samples were acquired at the times the day's first diners arrived. In the laboratory examination the beta-carotene- and alpha-tocopherol contents as well as potassium, magnesium and calcium levels of three carrot products were analyzed. The products included whole carrots, three types of grated carrot and four different side dish cubed carrots. The study was carried out using spectrophotometric analysis and atomic absorption spectroscopy.

The results indicate that the food composition databases overestimate the levels of beta-carotene present in the carrots. For the whole, raw carrots the values indicated differed significantly from the values used in catering software applications. In grated carrots there was great variation in the amount of beta-carotene between samples. Alpha-tocopherol (=E-vitamin) values were very varied across all carrot samples. Mineral (Ca, Mg, K) amounts are, based on the results, overestimated in food composition databases. The study analysis itself, however, also showed significant variability especially in magnesium values. With raw carrots, all potassium values acquired were less than the values used in software applications.

The results of this study suggest that carrot product nutrition values in food composition databases require adjustment and refinement.

This study is a part of 'Quality On Plate Survey' carried out in Savo Consortium of Education EkoCentria project 'Sustainability for Eastern Finland Catering Services'.

ESIPUHE

”Läheistä ja luonnollista, maukasta ja monipuolista, ravitsevaa ja raastettavaa”

Porkkana on yksinkertaisesti kaikkea tuota, mutta vielä enemmän.

Tutkimukseni aihe sai alkunsa, kun tulin töihin Savon ammatti- ja aikuisopistoon, EkoCentriaan syksyllä 2009. Kestävyyttä Itä-Suomen ruokapalveluihin hankkeessa oli suunniteltu tehtäväksi Lautaslaatuselvitys, jonka avulla perehdyttäisiin julkisen sektorin asiakkaan lautasella tarjottavan muutaman tuotteen todelliseen ravitsemukselliseen laatuun. Siitä alkoi tutkimukseni tie, joka kesti syksyyn 2012 saakka.

Tutkimus liittyy lähiruokaan, vaikka se ei suoranaisesti käy ilmi otsikosta ja sisällöstä. Lähi-ruokateema on ajankohtainen ja tullut koko ajan enemmän esille tutkimuksen teon aikana. Yhdeksi Lautaslaatuselvityksen tutkimuskohteeksi oli valittu ammattikeittiöiden paljon käyttämä porkkana, jota on mahdollista hankkia paikallisena tuotteena. Tutkimusosuuteni päätettiin rajata porkkanaan.

Kiitokseni työni sisällöstä haluan osoittaa FT Eija Muukalle, joka toimi EkoCentriassa ravitsemusasiantuntijana ja Lautaslaatuselvityksen merkittävänä kirjoittajana. Eijan kannustuksen ja tarkennusten avulla pääsin aina eteenpäin työssäni.

Kiitokseni työni onnistumisesta kuuluu Sirpa Peräniemelle, joka auttoi minua laboratorio-työskentelyvaiheessa. Sirpa myös rajoitti ammattitaitoisen sopivasti tutkielmani aihetta, kun se ajoittain rönkyi mielessäni.

Kiitokset ymmärryksestä tyttäriilleni Lauralle ja Ronjalle, joille jouduin useasti sanomaan, että en ennätä nyt, kun pitää kirjoittaa gradua. Meillä syödään edelleenkin paljon porkkanoita.

LYHENTEET

AIVO	Ruokapalvelusovellusohjelma
AIVO Diet 32	Ruokapalvelusovellusohjelma
AROMI	Ruokapalvelusovellusohjelma
AAS	Atomiabsorptiospektrometriamenetelmä, mittausmenetelmä.
Aterix	Ruokapalvelusovellusohjelma
ESR	Euroopan Sosiaalirahasto
Fineli	Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen ravintoaineiden koostumustietokanta
Kela	Kansaneläkelaitos
Nutrica	Kansaneläkelaitoksen Nutrica tietokanta
THL	Terveyden ja hyvinvoinninlaitos
Tike	Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus
UV/vis	Määrittäminen menetelmä, jossa käytetään ultraviolettii- ja näkyvän valon aallonpituusalueen spektrofotometrejä.

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	7
2 PORKKANA RAVINTONA JA TUOTANTOPROSESSISSA	9
2.1 Porkkanan kulutus vihannesten kulutusluvuissa	10
2.2 Porkkana ammattikeittiöiden ravitsemussuosituksissa	11
2.3 Porkkanoista tutkittujen ravintoaineiden merkitys ravitsemuksessa.....	13
2.3.1 Vitamiinit: A- ja E-vitamiinin merkitys ravitsemuksessa	14
2.3.2 Kivennäisaineet: kalsiumin, magnesiumin ja kaliumin merkitys ravitsemuksessa.....	15
2.4 Kasvisten prosessoinnin vaikutuksia vitamiini- ja kivennäisainepitoisuuksiin	17
2.4.1 Prosessoinnin vaikutusten monimuotoisuus ja laajuus	17
2.4.2 Prosessoinnin vaikutus kasvisten karotenoidipitoisuuteen	18
2.4.3 Prosessoinnin vaikutus kasvisten E-vitamiinipitoisuuteen	22
2.4.4 Prosessoinnin vaikutus kasvisten kivennäisainepitoisuuksiin	23
3 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET	23
4 MATERIAALIT JA MENETELMÄT	25
4.1 Näytteet.....	25
4.2 Näytteenotto ja analyysit.....	26
4.3 Määrittymenetelmät.....	28
4.3.1 Beetakaroteenin ja alfatokoferolin määritykset näytteistä	28
4.3.2 Kivennäisaineiden määritykset	28
4.4 Tulosten käsittely	29
5 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	30
5.1 Porkkananäytteiden beetakaroteenipitoisuus	30
5.2 Porkkananäytteiden alfatokoferolipitoisuus.....	32
5.3 Porkkananäytteiden kalsiumpitoisuus	33
5.4 Porkkananäytteiden magnesiumipitoisuus	35
5.5 Porkkananäytteiden kaliumpitoisuus	36
6 POHDINTA	38
6.1 Tutkimustulosten arviointia	38
6.2 Tutkimusasetelman arviointia	41
6.3 Tulosten hyödynnettävyyden arviointia	42
6.4 Jatkotutkimusmahdollisuuksia	43
6.5 Lopuksi	44
Lähteet.....	45

1 JOHDANTO

Ammattikeittiöiden käytössä olevat ruokapalvelusovellusohjelmat käyttävät ravintosisällön laskennassa Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen Fineli -ravintoaineiden koostumustietokantaa tai Kansaneläkelaitoksen Nutrica -tietokantaa. Koostumustietokantojen useat ravintosisältötiedot perustuvat elintarvikkeiden keskimääräisiin laskennallisiin ravintoarvoihin, ja ovat osittain lähes 30 vuotta vanhoja. Vaikka joukkoruokailulla on hyvin merkittävä asema suomalaisessa yhteiskunnassa, niin ammattikeittiöiden tarjoaman ruoan todelliseen ravitsemukselliseen laatuun ei ole juurikaan kiinnitetty huomiota. Ammattikeittiöissä valmistettujen aterioiden oletetaan olevan eri kohderyhmille koostettujen ravitsemussuosituksen mukaisia. Todellisuudessa tilanne saattaa olla hyvinkin toinen. Niinpä esimerkiksi ammattikeittiöissä käytettyjen porkkanatuotteiden ravintosisällöt saattavat poiketa huomattavasti ravintoaineiden koostumustietokantojen arvoista.

Ravintoaineiden koostumustietokannoissa porkkanan ravintosisältötiedot on ilmoitettu laskennallisista perusteista lähes samaksi, vaikka kyseessä olisi eri tavoin käsitelty porkkanatuote: kokonainen, paloittelu, raastettu, keitetty tai soseutettu porkkana. Lisäksi porkkanatuotteiden ravintoarvotiedot ovat saattaneet muuttua viljelymenetelmien, lajikekehittämisen ja ammattikeittiöprosessien muutosten myötä. Ruokapalvelusovellusohjelmat käyttävät samaa porkkanan ravintoarvotietoa kaikissa porkkanaa sisältävissä ruokalajeissa. Ateria koostuu ruokalajeista ja sen ravitsemuksellista laatua verrataan ravitsemussuositukseen. Tutkimuksessa tärkeäksi kysymykseksi nousi se, että miksi ammattikeittiöiden pitäisi seurata ravitsemussuosituksen toteutumista ruokapalvelusovellusohjelmien avulla, jos ruokalajien raaka-aineet eivät ole ravitsemukselliselta sisällöltään sellaisia kuin ravintoaineiden koostumustietokannat ilmoittavat.

Tutkimuksessa analysoituja porkkanatuotteita olivat kokonainen pesty ja kuorittu porkkana, siitä vihannesleikkurilla ammattikeittiössä valmistettu raaste, teollisesti toimivassa pienyrityksessä valmistettu porkkanaraaste sekä raastettu luomuporkkana. Porkkananäytetyypit valittiin yhdessä keskustellen ruokapalveluiden edustajien kanssa, niin että tutkimukseen saatiin nimetään julkisen sektorin ammattikeittiöissä laajasti käytössä olevia porkkanatuotteita. Ammattikeittiöt käyttävät eri menetelmillä eri yrityksissä prosessoituja tai itse keittiössä paloiteltuja ja kypsennettyjä porkkanatuotteita. Tutkimuksessa selvitettiin prosessoinnin vaikutusta eri tavoin käsiteltyjen porkkanatuotteiden ravintosisältöön.

Porkkanatuotteista analysoitaviksi ravintoaineiksi valittiin A-vitamiinin esiaste beetakaroteeni, E-vitamiini eli alfatokoferoli, kalsium, magnesium ja kalium. Beetakaroteeni on yksi suomalaisen ruokavalion tärkeistä antioksidatiivisista vitamiineista ja porkkana lukeutuu sen parhaimpiin lähteisiin. Beetakaroteenin lisäksi tutkimuksissa on kiinnitetty huomiota myös D-, C-, E- ja joidenkin B -ryhmän vitamiinien merkitykseen antioksidatiivisina ja myös antikarsinogeenisina aineina. Edellä mainittujen ravintoaineiden puute on yhdistetty moniin sairauksiin, jonka vuoksi olisi tärkeä tietää niiden todellinen määrä ruokavaliossamme. Porkkanatuotteiden E-vitamiinipitoisuus määritettiin, koska suomalaiset kuluttavat juureksista porkkanaa eniten. Vaikka porkkanatuotteita ei ilmoiteta E-vitamiinin lähteenä, niin niillä saattaisi olla suurempi merkitys E-vitamiinin saannissa kuin on ajateltu. Kalsium, magnesium ja kalium määritettiin porkkanatuotteista, koska haluttiin selvittää, miten vesiliukoiset kivennäisaineet käyttäytyvät eri tavoin prosessoiduissa tuotteissa.

Porkkananäytteet noudettiin kahdesta julkisen sektorin ruokapalvelun ammattikeittiöstä samaan aikaan, kun ensimmäiset ruokailijat saapuivat lounasruokailuun. Näytteet toimitettiin Itä-Suomen yliopiston kemian laboratorion pakastimeen, jossa ne olivat käsittelyyn saakka. E-vitamiini- ja karoteenipitoisuudet määritettiin ultravioletti- ja näkyvän valon aallonpituusalueen (UV/VIS) spektrofotometrejä käyttäen. Ca-, Mg- ja K-pitoisuudet määritettiin atomiabsorptiospektrometrialla (AAS).

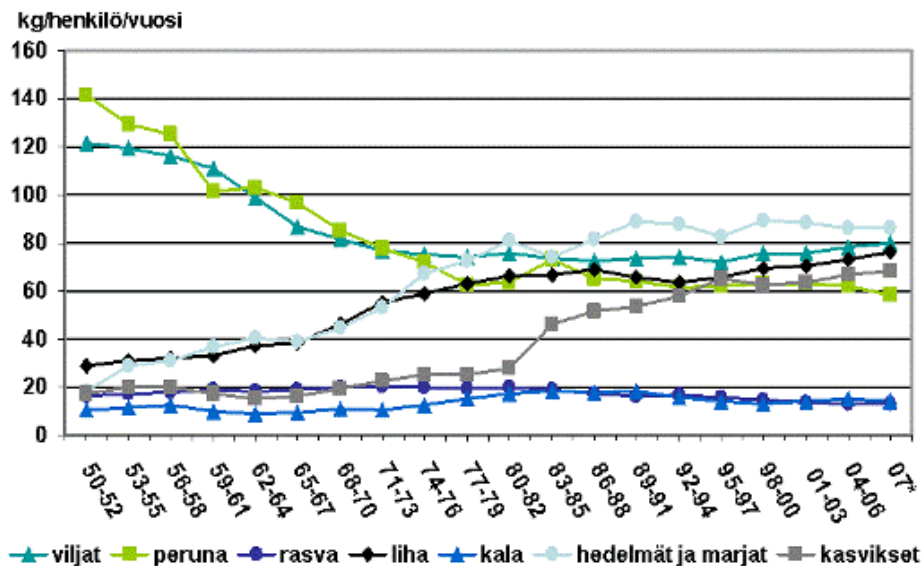
Tutkielma on osa Lautaslaatuselvitystä, joka kuului Euroopan sosiaalirahasto (ESR) ohjelman rahoittamaan Kestävyttä Itä-Suomen ruokapalveluihin (KestITÄ) - hankkeen koulutuspakettiin. Hanketta hallinnoi Savon ammatti- ja aikuisopisto ja se päättyi 6/2012. Lautaslaatuselvityksessä tarkasteltiin muutaman suomalaisessa julkisen sektorin ammattikeittiössä laajasti tarjotun tuotteen ravitsemuksellista laatua. Porkkanatuotteiden lisäksi analysoitiin peruna-, kala- ja mansikkatuotteiden muutamia ravintoaineita.

Tutkielman teoriaosassa kerrotaan porkkanan merkityksestä ammattikeittiöissä kasvisten kulutuslukujen ja porkkanan ravintosisällön kannalta. Sen jälkeen syvennyttään porkkanatuotteista analysoitujen ravintoaineiden tarkasteluun aikaisempien tutkimusten valossa. Tutkimusosassa kuvataan porkkananäytteiden ravintoarvomääritykset ja niistä saadut tulokset. Tuloksia vertaillaan määritettyjen ravintoaineiden osalta tuotekohtaisesti sekä Finelin ja Nutrican ilmoittamiin ravintosisältötietoihin. Pohdintaosuudessa arvioidaan tutkimuksen sisältöä huomioiden myös aluetalous- ja ympäristönäkökulma.

2 PORKKANA RAVINTONA JA TUOTANTOPROSESSISSA

Suomalaisten ruoankäyttö on muuttunut vuosien myötä. Peruselintarvikkeista perunan ja viljan kulutus on vähentynyt eniten, kun taas hedelmien ja marjojen sekä lihan ja kasvisten kulutus on noussut. Tehokkaan valistustyön myötä suomalaiset ovat oppineet käyttämään kasviksia, ja niiden kulutus on lisääntynyt paljon 1980-luvun alusta saakka (kuva 1). Kasvisten kulutusmääriä Suomessa ovat selvittäneet Kotimaiset Kasvikset ry ja maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus (Tike 2009). Kotimaiset Kasvikset ry on toimittanut Kasvistasetta vuoden 2008 loppuun saakka. Kasvistase sisältää tuotekohtaisen kulutusarvion tuoreille kasviksille henkeä kohti vuodessa.

Kulutus Suomessa 1950-2007*



*ennakko

TERVEYDEN JA HYVINVOINNIN LAITOS

Lähde: MMM/Tike/Ravintotase



Kuva 1. Elintarvikkeiden kulutuksen (kg/henkilö/vuosi) muutokset Suomessa 1950-2007. Vuoden 2007 perustuu ennakkotietoon. (Terveiden ja hyvinvoinnin laitos) Kuvassa peruna sekä hedelmät ja marjat eivät kuulu kasvisten ryhmään, vaan kasviksilla tarkoitetaan samaa kuin vihanneksilla tässä tutkimuksessa.

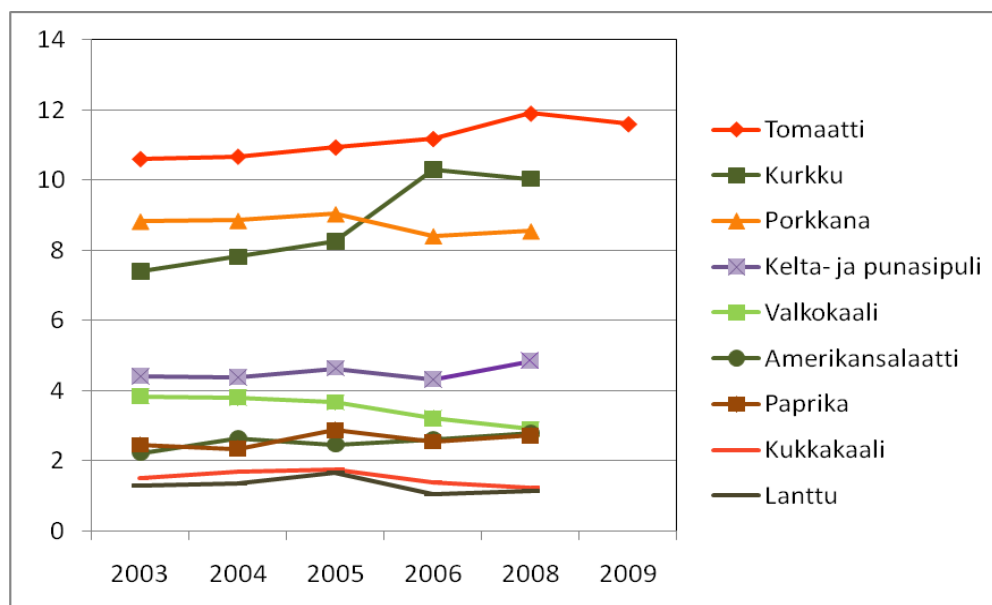
Kotimaiset Kasvikset ry:n arvio kasvisten kulutuksesta perustuu A.C. Nielsenin kuluttajapaneelin tuotekohtaisiin tietoihin kotitalouksien vihanneksista vähittäismyymälöistä. (Kasvistase 2008) Tiken Ravintotaseessa puolestaan elintarvikkeiden kulutusseurantaa varten lasketaan yli 70 tuotteen kotimainen käyttö tuotannon, varaston muutoksen, viennin ja tuonnin perusteella. Kotimainen käyttö jakautuu ruokakäytön lisäksi eläinrehuun, siemenkäyttöön ja

teollisuuden raaka-aineisiin. Ruokakäytön perusteella lasketaan elintarvikkeiden kulutusluvut henkeä kohti vuodessa. (Ravintotase 2009)

Kotimaiset Kasvikset ry:n mukaan kasvisten ryhmään kuuluvat vihannesten ja perunan lisäksi myös marjat, hedelmät ja sienet. Tässä tutkimuksessa vihanneksilla tarkoitetaan niille kieli-toimiston sanakirjassa asetetun määritelmän mukaan kaikkia kasveja, joita käytetään ihmisra-vinnoksi, jotka eivät kuitenkaan ole viljaa, hedelmiä, mausteita, yrttejä tai pähkinöitä (Grön-ros ym. 2009). Porkkanat ovat kasvisten ryhmässä vihanneksia ja luonnollisesti myös juurek-sia.

2.1 Porkkanan kulutus vihannesten kulutusluvuissa

Kasvistaseen mukaan suomalaiset kuluttivat vuonna 2008 tuoreita vihanneksia 56,2 kg/henkilö, joista suosituimpia olivat tomaatti, kurkku ja porkkana (kuva 2). Juureksista porkkanaa käytettiin ehdottomasti eniten. Juureksia käytettiin yhteensä 11,2 kg, joista suurin osa oli porkkanaa 8,54 kg (kuva 2). Vuonna 2009 Tiken Ravintotaseen mukaan tuoreiden vihan-nesten kulutus oli 59,1 kg henkeä kohti vuodessa. Kun kulutuslukuun lisätään pakasteet ja säilykkeet, oli kasvisten kulutus vuonna 2009 henkeä kohti 71,4 kg, kun se vuonna 2010 oli 68,3 kiloa / henkilö. Ravintotaseessa ainoastaan tomaatin kulutusluvut on ilmoitettu erikseen vihannesten ryhmässä. (Ravintotase 2009)



Kuva 2. Kasvisten kulutusmuutokset vuodesta 2003–2009. Sisältää sekä kotimaiset että ulkomaiset tuotteet. (Kasvistase, Kotimaiset Kasvikset ry)

Ammattikeittiöiden käyttämiä elintarvikkeiden kulutuslukuja ei ole erikseen saatavissa. Kuitenkin Kotimaiset Kasvikset ry:n tekemien kulutuslukujen perusteella (kuva 2) voidaan todeta, että myös ammattikeittiöissä käytetyin juures on porkkana erilaisissa muodoissaan sekä kotimaisena että ulkomaisena. Tietohaarukka 2012 mukaan porkkanalla on erittäin hyvä elintarvikeomavaraisuus, vuonna 2010 se oli 93 % ja vuonna 2011 92 %. Tosin porkkanan sekä vienti että tuonti ovat kasvaneet tuonnin ollessa paljon suurempi, joten vain osa kotimaisesta porkkanasta tulee ihmisravinnoksi. (Ruokatieto Yhdistys ry 2010) Koska ulkomaisen porkkanan kulutuksen oletetaan lisääntyvän ammattikeittiöiden valmistamien ruoka-annosmäärien kasvaessa, niin on tärkeää tietää, ovatko porkkanan sisältämien ravintoaineiden määrät samat sekä kotimaisessa että ulkomaisessa porkkanatuotteessa.

2.2 Porkkana ammattikeittiöiden ravitsemussuosituksissa

Ammattikeittiöiden käytössä on ravintolaskentaohjelmia, joista saatavien laskelmien avulla arvioidaan ruokapalvelun tarjoaman ruoan ravitsemuksellista laatua vertaamalla arvoja eri ryhmille asetettuihin ravitsemussuosituksiin. Terveystietokeskuksen ja hyvinvoinnin laitoksen Fineli -ravintoaineiden koostumustietokantaa käyttävät Aterix - ja AIVO - sekä AIVO:n Diet32 – ruokapalvelusovellusohjelmat (Jamix, Aivo). Aromi-ohjelmassa on pohjana Kansaneläkelaitoksen (Kela) koodeihin pohjautuva Nutrica –tietokanta, jonka toimittaminen on lopetettu resurssipulan vuoksi helmikuussa 2012 (Logica Oy, Kela). Finelissä ilmoitetaan suomalaisten elintarvikkeiden keskimääräiset ravintoarvot ja tietokantaa hyödynnetään myös THL:n omissa tutkimuksissa ravinnonsaannin laskennassa. (Fineli)

Ruokapalvelusovellusohjelmissa käytetään porkkanalle Finelin ilmoittamia vitamiini- ja kivennäisainepitoisuuksia (taulukko 1). Finelin -tietokannassa A-, E- ja K- vitamiinipitoisuudet sekä karotenoidit ja folaatti ovat KTL:n tuottamia. Porkkanan sisältämä seleeni määrä on analysoitu julkisessa laboratoriossa ja muut kivennäisainepitoisuudet on saatu elintarvikekoostumustaulukosta, joka on julkaistu Helsingin yliopistossa 1984. (Fineli) Aromi -ohjelma sisältää valmistajalta saatuna tietoina yleensä vain energian, hiilihydraatin, proteiinin ja rasvan määrän. Ohjelmaan on mahdollista syöttää tietoja itse tai liittyä automaattiseen tietojenkäsittelyyn erikoistuneen yrityksen (Logica Oy) vuonna 2011 julkistamaan maksulliseen Sinfos -tuotetietopankkiin, josta tietojen päivitys on mahdollista. (Logica Oy; Sinfos -tuotetietopankki.)

Taulukko 1. Finelin ilmoittamat vitamiini- ja kivennäisainepitoisuudet raa'alle porkkanalle/100 g (Fineli 2012). Ravitsemussuosituksissa mainittujen vitamiinien ja kivennäisaineiden suositeltava saanti aikuisilla naisilla ja miehillä (18–60-vuotiaat) päivittäin. (Fineli, Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2005)

Ravintoaine	Pitoisuus / 100g porkkanaa	yks	Suosittelava saanti naiset-miehet	yks
A-vitamiini (RAE)	774,1	µg	700–900	µg
karotenoidit	11 326,1	µg		
beetakaroteeni	5 096-9 061*	µg	8 400–10 800**	µg
alfatokoferoli	400	µg	8 000-10 000	µg
D-vitamiini	0	µg	7,5	µg
C-vitamiini	6,5	mg	75	mg
K-vitamiini	19	µg		
foliaatti	16,4	µg	300	µg
riboflaviini	0,07	mg	1,3–1,7	mg
tiamiini	0,07	mg	1,1–1,4	mg
B12-vitamiini	0	µg	2	µg
kalsium	29	mg	800	mg
magnesium	14	mg	280–350	mg
kalium	390	mg	3 100-3 500	mg
natrium	19	mg		
fosfori	40	mg	600	mg
rauta	0,5	mg	9	mg
sinkki	0,4	mg	7-9	mg
jodidi	1	µg	150	µg
seleeni	0,2	µg	40–50	µg

* laskettu Kaltin(2005)mukaan, karotenoideista 45-80% on beetakaroteenia

** Retinoliekvivalentti (RE)=1µg retinolia=12µg beetakaroteenia

Valtion ravitsemusneuvottelukunnan laatimassa Suomalaiset ravitsemussuositukset -oppaassa ilmoitetaan eri ikäryhmille ravintoaineiden suositeltava päivittäinen saanti. Ravintoainesuositukset on tarkoitettu käytettäväksi väestön ja ryhmien joukkoruokailusuunnittelussa, joten yksilöiden tarve on lähes aina pienempi. Eri ravintoaineiden päivittäisen saannin täyttääkseen ruokavalion koostumuksen on oltava monipuolinen. Porkkana sisältää lähes kaikkia Finelin ilmoittamia vitamiineja ja kivennäisaineita, mutta on paras A-vitamiinin ja karotenoidien, erityisesti beetakaroteenin lähde (taulukko 1). Porkkana sisältää kohtalaisesti myös C- ja E-vitamiinia verrattuna muihin juureksiin. Vesiliukoinen C-vitamiini on tosin helposti tuhoutuva (Aro ym. 2012).

2.3 Porkkanoista tutkittujen ravintoaineiden merkitys ravitsemuksessa

Vitamiinit ja kivennäisaineet ovat välttämättömiä suojaravintoaineita, joita tarvitaan hyvin pieniä määriä elimistön toimintojen ylläpitoon. Suojaravintoaineiden vähäinen saanti voi johtaa puutostilaan, joka edetessään voi aiheuttaa peruuttamattomia muutoksia elimistössä, sen rakenteissa ja toiminnoissa. Puutostila voi johtua yksittäisen ravintoaineen saannin heikkoudesta, mutta usein siihen on syynä laajempi ravintoaineiden saannin heikkous. Yksittäisen ravintoaineen puutoksen syynä voi olla yksipuolinen ruokavalio tai ravintoaineen liukeneminen tai tuhoutuminen varastoinnin tai ruoan prosessoinnin aikana. Ravintoaineen hyväksikäytettävyys elimistössä vaihtelee eri ihmisillä. Myös ruoan rakenne ja ruoan sisältämien aineiden vuorovaikutukset vaikuttavat ravintoaineiden hyväksikäytettyyteen. (Aro ym. 2012)

Vitamiinien tarve elimistössä on vähäinen (μg - mg/vrk) ja ne on saatava ravinnosta, koska elimistö ei muodosta niitä riittäviä määriä. Vitamiinit jaotellaan vesi- ja rasvaliukoisiin. Vesiliukoiset vitamiinit eivät yleensä varastoidu elimistöön, joten niitä on saatava säännöllisesti, mieluiten ruuasta. Vesiliukoiset vitamiinit eivät ole toksisia, koska ylimäärä erittyy elimistöstä virtsan mukana. Vitamiinit tuhoutuvat helposti ruoanvalmistuksen aikana. Vesiliukoisia vitamiineja ovat C- ja B -ryhmän vitamiinit (B_1 – tiamiini, B_2 – riboflaviini, B_3 – niasiini, B_6 – pyridoksiini, B_{12} – kobalamiini, biotiini, folaatti – foolihappo ja pantoteenihappo). Rasvaliukoiset A-, D-, E- ja K -vitamiinit varastoituvat maksaan, joten niiden päivittäinen saanti ei ole välttämätöntä. (Harden 2009)

Kivennäisaineet luokitellaan makro- ja mikrokivennäisaineiksi sen mukaan, kuinka paljon niitä on elimistössä ja kuinka paljon tarvitsemme niitä päivittäin. Makrokivennäisaineiden (Ca, F, Mg, Na, kloridi, K) päivittäinen tarve on yli 100 mg (taulukko 1). Vaikka terveillä suomalaisilla aikuisilla ei yleensä ole puutosta kivennäisaineista, niin marginaalinen saanti voi olla haitallista ja lisätä riskiä sairastua kroonisiin tauteihin. (Aro ym. 2012) Lisäksi kalsium kuuluu raudan, ruokasuolan ja kuidun ohella ravintoaineisiin, joille on määritelty suositeltu ravintoainetiheys arvioitaessa ruuan ravitsemuksellista laatua joukkoruokailussa. (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2008)

2.3.1 Vitamiinit: A- ja E-vitamiinin merkitys ravitsemuksessa

A-vitamiini parantaa mm. hämäränäköä ja on välttämätön kasvulle ja solujen muodostumiselle. A-vitamiinin saannissa sen esiasteesta ei ole liikasaannin vaaraa, kuten on mahdollista käytettäessä A-vitamiinia (retinoli) sisältäviä eläinkunnan tuotteita. A -vitamiinin tärkeimpiä lähteitä ovat maitorasva, maksa, kananmunat ja rasvaiset kalat sekä osa karotenoideista, jotka toimivat A -vitamiinin esiasteena. Suomalaisessa ruokavaliassa myös kasvikset ovat merkittävä A-vitamiinin lähde ja Finravinto 2007 -tutkimuksen mukaan työikäiset naiset saivat kasviksista 29 % A-vitamiinista, miehet hieman vähemmän. (Haglund ym. 1998, Dutta ym. 2005, Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2005, Finravinto 2007, Harden 2009)

A-vitamiini on eläinkunnan tuotteissa valmiina A-vitamiinina eli retinolina. Kasvikunnan tuotteissa A-vitamiini esiintyy sen sijaan esiasteenaan eli karotenoideina. Karotenoidit, joita on luonnossa noin 600, ovat väriaineita ja antavat kasveille ja hedelmille niiden värin. Karotenoideja ovat mm. alfa- ja beetakaroteeni, lykopeeni, luteiini ja kryptoksantiini. Näistä alfa- ja beetakaroteeni sekä kryptoksantiini toimivat A -vitamiinin esiasteina, joista eniten A-vitamiiniksi muuttuu beetakaroteeni. Suomalaisessa ruokavaliassa porkkanan ja tumman vihreiden kasvien beetakaroteeni on merkittävin A -vitamiinin esiasteista. (Rissanen 2003, Aro 2012)

Suomalaisten ravitsemussuositusten mukaan kasviksia tulisi syödä 0,5 kg ja viittä väriä päivässä. Porkkana on merkittävä karotenoidien, erityisesti beetakaroteenin lähteenä (taulukko 1), sen jälkeen tulevat bataatti (8516 µg/100 g), kuivattu herne (7557 µg/100 g) ja punainen paprika (6196 µg/100 g) (Desobry 1998, Fineli). Lehtikaali on myös hyvä beetakaroteenin lähde sisältäen sitä 2840–14600 µg/100g (Mangels ym 1993). Tutkimusten mukaan beetakaroteeni on elimistössä tehokas antioksidantti (Dutta ym. 2005, Finravinto 2007, Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2005, Harden 2009). Kaltin (2005) mukaan beetakaroteenin osuus karotenoidien määrästä on 45–80 % (Kalt 2005).

Karotenoidien määrään tuotteessa vaikuttaa sadon kypsyysaste, kasvualue ja kasvukauden säätila. On tutkittu mm, että mitä tummempi oranssi väri porkkanassa on, sitä enemmän se sisältää beetakaroteenia. (Oude Griep ym. 2010) Puolalaisen tutkimuksen mukaan lehtikaalin beetakaroteenipitoisuus lisääntyi kasvukauden aikana niin, että 18 viikkoa kasvaneissa oli karotenoideja 18 % ja beetakaroteenia 48 % enemmän kuin 10 viikkoa kasvaneissa lehtikaaleissa (Korus ja Kmiecik 2007). Mangelsin mukaan myös raaka tomaatti sisälsi vain 115–660

µg beetakaroteenia (Mangels ym. 1993). Finelin mukaan tomaatti sisältää 4106,2 µg karotenoideja (Fineli). Karotenoideista lykopeenin lähteenä tomaatti on paras (tuore tomaatti 3000 µg/100 g, ketsuppi 9900–17000 µg/100 g). Lykopeeni on myös paremmin elimistön käytettävissä tomaattipyreestä kuin raaista tomaateista. (Oude Griep ym. 2010)

E-vitamiiniksi kutsutaan rasvaliukoisia tokoferoli- ja tokotrienolihdisteitä, joilla on biologinen aktiivisuus. E-vitamiinivaikutuksen omaavista kemiallisista yhdisteistä tärkein on alfatokoferoli, joka on biologisesti aktiivisin vitamiinimuoto tokoferoleista ja tokotrienoleista. Ravinnon E-vitamiinipitoisuus ilmoitetaankin tavallisimmin alfatokoferolin pitoisuutena. E-vitamiini ylläpitää solukalvojen rakennetta ja on tärkeä antioksidantti eli hapettumisen estoaine. Aikuisilla E-vitamiinin puute on hyvin harvinaista. E-vitamiinia muodostuu ainoastaan kasveissa. Parhaita E-vitamiinin lähteitä ravinnossamme ovat kasviöljyt, vehnänalkiot, täysjyväviljavalmisteet ja pähkinät. (Haglund ym. 1998, Aro ym. 1999) Finravinto 2007 - tutkimuksen mukaan suomalaiset saavat E-vitamiinista 19–25 % levitteistä ja öljyistä, 23–26 % viljatuotteista ja 18–25 % kasviksista, perunoista, marjoista ja hedelmistä (Finravinto 2007). Rasva edistää E-vitamiinin imeytymistä (Aro ym. 2012).

Finelin mukaan porkkana sisältää E-vitamiinia 400 µg (0,4 mg). Määrä on pieni verrattuna E-vitamiinin parhaisiin lähteisiin, mutta kohtalainen verrattuna muihin vihanneksiin kulutusmääräänsä nähden (valkokaali < 10 µg, lanttu 0 µg, tomaatti ja parsakaali 700 µg). (Fineli) Tutkimuksessa selvitettiin alfatokoferolin määrä, koska siitä on puutetta erityisesti koululaisten ruokavaliossa. Porkkana suosittuna juureksena myös lasten ruokavaliossa lisää ruokavaliota alfatokoferolipitoisuutta. (Hoppu ym. 2008)

2.3.2 Kivennäisaineet: kalsiumin, magnesiumin ja kaliumin merkitys ravitsemuksessa

Ihmisen kudoksissa on kivennäisaineista eniten kalsiumia, keskimäärin 1000–1200 g ja suurin osa eli 99 % siitä on luustossa ja hampaissa ja loput solujen ulkoisissa sekä sisäisissä nesteissä. Kalsiumia tarvitaan lukuisten kehon toimintojen säätelyyn sekä entsyymien ja hormonien valmistukseen. Riittävä D-vitamiinin saanti parantaa kalsiumin imeytymistä. Kalsiumin ja D-vitamiinin puute johtaa luunmurtumiin ja vaikeimmassa tapauksessa osteoporoosiin. (Haglund ym. 1998, Emsley 2001, Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2005)

Ravinnon kalsiumista imeytyy noin kolmasosa ja loput erittyvät elimistöä ulosteiden, virtsan ja hien mukana. Ravinnosta saatavan kalsiumin imeytymistä heikentävät runsas kuitupitoisuus sekä fytiini- ja oksaalihappo. Maitovalmisteet ovat suomalaisen ruokavalion tärkeimmät kalsiumin lähteet. Niissä kalsiumin imeytymistä parantavat laktoosi ja proteiini. Maito- ja happanmaitovalmisteiden ja juuston lisäksi kalsiumia saadaan kaloista, tofusta ja muista soijatuotteista, palkokasveista, siemenistä ja pähkinöistä sekä vihreistä lehtivihanneksista, kaalista, sipulista ja punaisista kidneypavuista. (Haglund ym. 1998, Emsley 2001, Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2005, Fineli Aro ym. 2012) Finravinto 2007 -tutkimuksen mukaan suomalaiset saivat kasviksista ja kalaruuista 6–8 % kalsiumin saannistaan ja maitovalmisteista runsaat 60 % (Finravinto 2007). Porkkanoissa kalsiumia on 29 mg /100 g. Määrä on pieni verrattuna parhaisiin kalsiumin saantilähteisiin, mutta merkittävä kuitenkin esimerkiksi vegaanin ruokavaliossa ajatellen porkkanan monipuolista käyttömahdollisuutta. (Fineli)

Magnesiumia on koko elimistössä, mutta suurin osa siitä on luustossa. Magnesiumia tarvitaan lukuisissa elimistön aineenvaihduntareaktioissa. Magnesiumin puutetta esiintyy yleensä vain tiloissa, joissa ravintoaineiden imeytyminen tai munuaisten toiminta on häiriintynyt. Magnesiumia on lähes kaikissa elintarvikkeissa, ja hyviä saantilähteitä ovat vihreät kasvikset, erityisesti palsternakka ja soijapavut sekä täysjyvävilja, erityisesti leseet ja lisäksi mm. mantelit, cashewpähkinät, suklaa, kaakao ja panimohiiva (Emsley 2001, Aro ym. 2012) Finravinto 2007 -tutkimuksen mukaan suomalaisten magnesiumin saannista 32–40 % tulee viljavalmisteista, 15–20 % kasviksista ja hedelmistä ja noin 15 % maitovalmisteista (Finravinto 2007). Porkkanat sisältävät Finelin mukaan magnesiumia 14 mg/100 g porkkanaa. Suositeltavan päivittäisen magnesiumin porkkanoista saadaksesen olisi aikuisen syötävä niitä mahdollisesti 2–2,5 kg. Porkkanoita voidaan pitää kaikkien kivennäisaineiden saannin kannalta tärkeinä elintarvikkeina. (Fineli)

Kalium on natrium- ja kloridi-ionien ohella elimistön osmolaliteettia säätelevä tekijä. Näitä ioneja ei voida korvata millään muulla, joten niiden pysyminen tietyissä rajoissa on elämän perusedellytys. Kaliumin puute aiheuttaa väsymystä, lihasheikkoutta, turvotusta ja rytmihäiriöitä. Ruokavalion sisältäessä suositukseen nähden liikaa natriumia, tasoittaa kaliumin saanti sen aiheuttamia ongelmia. Hyviä kaliumin lähteitä ovat mm. rusinat, pähkinät, taatelit, korintit, maapähkinät, raparperi, banaani, perunat, melonit, sienet, leseet, suklaa ja hedelmämehut. (Haglund ym. 1998, Emsley 2001) Finravinto 2007 -tutkimuksen mukaan suomalaiset saavat noin puolet kaliumin päivittäisestä saantimäärästä kasviksista, marjoista, hedelmistä ja täysjyväviljasta (Finravinto 2007). Porkkanat sisältävät Finelin mukaan kaliumia 390 mg/100g

porkkanaa. Porkkana on kotimaisena ja paljon käytettynä raaka-aineena hyvä lisä perunan ohella kaliumin saannin lähteenä. (Fineli)

2.4 Kasvisten prosessoinnin vaikutuksia vitamiini- ja kivennäisainepitoisuuksiin

2.4.1 Prosessoinnin vaikutusten monimuotoisuus ja laajuus

Erilaisilla prosessoinneilla on todettu olevan vaihtelevia vaikutuksia kasvisten vitamiini- ja kivennäisainepitoisuuksien muutoksiin. Analysoitaessa ravintoaineita käsittelemättömistä kasviksista ja myös kaloista, ovat eri tutkijat löytäneet samoista tuotteista hyvin erilaisia ravintoainepitoisuuksia. Syyksi tähän arvioitiin vuodenajasta, varastointiajasta, kuljetuksista, maantieteellisestä sijainnista sekä analysointimenetelmistä johtuvia eroja. (Steffens 1997, Kumar ym. 2006, Weaver 2008)

Vitamiinitappioiden määrään vaikuttaa erityisesti hapen läsnäolo, valo, lämpö, kuumennusaika ja -lämpötila, veden kanssa kosketuksissa olevan alan määrä, korkea pH ja metallit. Vesiliukoisten ravintoaineiden häviämiseen vaikuttaa niiden liukeneminen keitinveeteen, ei niinkään kuumennusaika ja -lämpötila. Vitamiinipitoisuus säilyy yleensä parhaiten kasvisten höyrytyksessä, mikroaaltouunikypsennyksessä ja wokkauksessa, heikoimmin vedessä keitettäessä. (Leshkova 2006, Harden ym. 2009) Kasvisten kuumennus ja mekaaninen käsittely, kuten raastaminen, rikkoo kasvisolujen soluseinämiä, jolloin hyödylliset yhdisteet kuitenkin imeytyvät tehokkaammin suolistosta elimistöön (Oude Griep 2010).

C-vitamiinin säilyvyyttä prosesseissa on tutkittu paljon. Pakastettujen kasvisten lisääminen kiehuvaan veteen säilyttää C-vitamiinin paremmin kuin, jos kasvikset sulatetaan ennen kypsennystä. Ennen keittämistä sulatettujen pakasteherneiden C-vitamiinitappio oli 3,5 %, mutta pakastepavuilla jopa 19,6 %. Kun pakastekasvikset keitettiin viisi minuuttia jäisinä ja haudutettiin 30 minuuttia, olivat C-vitamiinitappiot pinaatilla 46,5 %, herneillä 25,2 % ja vihreillä pavuilla 18,2 %. Ryöppäyksen aiheuttama C -vitamiinitappio oli kukkakaalilla 28–32 %, parsakaalilla 41–42 % ja porkkanalla 51 %. Toisaalta ryöppäminen lisää kasvisten säilyvyyttä ja säilyttää vitamiinit, kun elintarvike pakastetaan tai säilytetään alhaisessa lämpötilassa. (Gebczynski 2006, Leshkova 2006) Kuitenkaan A-, D- ja E -vitamiinien määrässä tuoreissa tai pakastetuissa kasviksissa ei havaittu eroa. Syynä pidettiin sitä, että pakastetut kasvikset on käsi-

telty tuoreena heti sadonkorjuun jälkeen, jolloin vältetään pitkän säilytysajan aiheuttamat ravintoainetappiot. (Harden ym. 2009)

Elintarvikkeiden prosessoinnin mahdollisesti aiheuttamat ravintoainetappiot vaihtelevat tuotteittain ja valmistusmenetelmittäin, esimerkiksi keitetäänkö kasvis kuoripäällisenä vai kuorituna ja/tai pieneksi pilkottuna. Valmistusmenetelmien aiheuttamista ravintoainetappioista on jossain määrin melko ristiriitaisia tuloksia. Voidaan siis todeta, että luotettavaa tietoa ruuanvalmistuksen aikana tapahtuvista ravintoainetappioiden määristä ei ole tarjolla riittävästi, vaan asiaa pitäisi tutkia enemmän. (Leshkova 2006)

2.4.2 Prosessoinnin vaikutus kasvien karotenoidipitoisuuteen

Tutkimusten perusteella voidaan todeta, että eri tavoin prosessoitujen ja tarjoamismuodoissa olevien porkkanatuotteiden karotenoidipitoisuus vaihtelee. Tutkimustulokset ovat osittain ristiriitaisia keskenään, joka johtuu myös jo aikaisemmin mainituista useista muista kuin vain prosessoinnin eroavaisuuksista. Merkittävin niistä kasvien kohdalla lienee analysoidun raaka-aineen vaihtelevuus. (Steffens 1997, Kumar ym. 2006, Weaver 2008) Tähän lukuun on koottu tutkimustietoa karotenoidien, lähinnä beetakaroteenin säilymisestä kasviksissa käytettäessä erilaisia prosesseja ennen ruoaksi valmistamista ja sen yhteydessä. Porkkanatuotteiden lisäksi tarkastellaan vertailun vuoksi prosessoinnin vaikutusta yleensä kasvien karotenoidipitoisuuksien muutoksiin. Lisäksi tarkasteluun on otettu prosessoinnin vaikutus tuotteiden sisältämien karotenoidien imeytymiseen elimistössä.

Eri karotenoidit reagoivat vaihtelevilla tavoilla erilaisiin kuumennus- ja kypsennyskäsitteilyihin. Kasvien entsyymitoimintaa rajoitetaan ennen pakastusta lyhyen keittoajan, ryöppäyksen avulla. Ryöppäyksessä beetakaroteenin määrän on todettu säilyvän paremmin kuin höyryttämisessä, paistamisessa tai keittämisessä. Ryöppääminen ennen pakastamista vähentää beetakaroteenipitoisuutta tavallisimmin 7–20 %, mutta ryöppäämisen ansiosta vitamiinipitoisuus säilyy jopa 12 kuukautta. (Lee ym. 1989, Puupponen-Pimiä ym. 2003, Koch ja Goldman 2005, Leskova 2006, Miglio ym. 2008) Tosin ryöppäämisen, pakastamisen ja säilytyksen jälkeen porkkanoissa voi olla vain 70 % beetakaroteenista jäljellä (Howard ym. 1999).

Ryöppäyksen ja pakasteena säilytyksen on todettu vaikuttavan heikentävämmiin kokonaiskarotenoidipitoisuuteen kuin beetakaroteenipitoisuuteen. Gebczynskin (2006) tutkimuksessa

karotenoidipitoisuus pieneni 4 % ja beetakaroteenin määrä 3 % ryöppäyksessä. Pakastuksen (12 kuukautta) jälkeen karotenoidien määrä oli vähentynyt 37 % ja beetakaroteenin 24 % eli sen määrä pakastetuissa porkkanoissa säilyi karotenoideista parhaiten. Huomattavaa kuitenkin on, että samalla analysoitiin C-vitamiini, jonka määrä väheni paljon enemmän, 51 % jo ryöppäyksen aikana. (Gebczynski 2006)

Tutkimustulosten ristiriitaisuuden osoittaa hyvin se, että beetakaroteenin määrä porkkanoissa voi ryöppäyksessä myös edellisistä tuloksista poiketen lisääntyä. Duttan ym. (2005) tutkimuksen mukaan ryöppäämiseen käytetyllä keittoajalla oli vaikutusta beetakaroteenin säilymiseen ja lisääntymiseen. Ennen porkkanoiden pakastamista tapahtuva kolmen minuutin ryöppäys säilytti beetakaroteenin paremmin kuin viiden minuutin ryöppäys. Kolmen minuutin ryöppäyksessä beetakaroteenin määrä lisääntyi 84 µg:sta 100,8 µg:aan (20 %), mutta viiden minuutin ryöppäyksessä määrä lisääntyi ainoastaan 88 µg:aan/ g porkkanaa (vajaa 5 %). Lyhyemmän ryöppäysajan ja viiden päivän säilytyksen jälkeen beetakaroteenin lisäys oli jopa 60 %, kun se pidemmän ryöppäyksen jälkeen oli 30 %. Syyksi arveltiin mm. kemiallisten reaktioiden jatkumista. 80 päivän säilytysajan 0 °C:ssa jälkeen beetakaroteenipitoisuus laski noin 40 % kolme minuuttia ryöppäytyissä porkkanoissa. 80 päivää pakastettuna (-18 °C) säilytettyjen porkkanoiden beetakaroteenin määrä laski vain 1,2 %. Ryöppäämisen seurauksena porkkanat muuttivat myös tiivistetyimmiksi, sulavammiksi, menettivät kosteutta ja kiinteät ainesosat tulivat liukoisemmiksi. (Dutta ym. 2005)

Ryöppäämisen lisäksi kasvien kuumennuskäsittelyinä voivat olla vedessä keittäminen, höyrykeitto, painekeitto ja paistaminen. Eri kuumennuskäsittelyjen aiheuttamat muutokset karotenoidipitoisuudessa vaihtelevat. Yleisvähenteenä voidaan todeta sama kuin muidenkin ravintoaineiden kohdalla, että mitä kuumempi lämpötila, niin sitä helpommin karotenoidipitoisuus alenee. Vedessä keittämisen ei ole todettu vaikuttavan kokonaiskarotenoidipitoisuuteen, mutta höyrykeitto ja paistaminen pienentävät sen pitoisuutta. Höyrykeitossa kypsennysaika on pidempi, jolloin hapettuminen yhdessä valon ja lämmön kanssa vähentää karotenoidipitoisuutta. Paistamisessa taas lämpötila nousee +170 °C, mikä arvellaan olevan hävikin syynä. Lämpötilalla (höyrytyslämpötila +115–120 °C) on suurempi vaikutus karotenoidien vähenemiseen kuin vedessä keittämisellä (lämpötila +100 °C). (Miglio 2008)

Beetakaroteenin ja retinolin hävikkiä syntyy ruuanvalmistuksessa sekä pitkässä säilytysajassa että ilman, valon ja lämmön vaikutuksesta. Vedessä keittäminen vähentää vaihtelevasti eri tutkimusten mukaan porkkanan beetakaroteenipitoisuutta noin 11–14 %, höyrykeitto noin 20–

30 %, painekeitto vedessä 25 %, höyry (kuiva kypsennys) 34 % ja paistaminen 24 %. (Harden ym. 2009, Miglio ym. 2008, Pinheiro Sant'Ana 1998) Kuten ryöppäyksellä, niin myös keittämisellä on pienempi vaikutus porkkanan beetakaroteenipitoisuuteen kuin muiden karotenoidien pitoisuuteen (Puupponen-Pimiän ym. 2003). Lämpötilan lisäksi myös keittämisaajan pituudella on vaikutusta hävikkiin. Dietz ym. (1988) tutkimuksessa 30 minuutin keittäminen johti beetakaroteenilla jopa 40 % tappioon (Dietz ym. 1988).

Mangels ym. (1993) tutkimuksessa ero raan ja kypsän porkkanan beetakaroteenipitoisuudessa oli hyvin suuri. Raaka porkkana sisälsi jopa 2930–12200 µg vähemmän beetakaroteenia / 100 g porkkanaa kuin kypsä. Sen sisältämä beetakaroteenipitoisuus oli 1830–14700 µg ja keitetyn, pakatun sekä pakastetun porkkanan beetakaroteenipitoisuus oli 4760–26900 µg / 100 g porkkanaa. Tutkimuksessa samansuuntaisen tuloksen antoi raaka parsakaali, joka sisälsi 480–1080 µg beetakaroteenia, kun kypsässä sitä oli 1000–2600 µg. (Mangels ym. 1993) Keltaista väriä antavat karotenoidit ovat tuoreessa kasviksessa sitoutuneet kasvismateriaaliin, joten niiden pitoisuudet voivat lisääntyä prosessoinnin aikana. Prosessoinnilla ei aina välttämättä vähennetä ravintoainepitoisuutta. (Saarela ym. 2010)

Kasviksen sisältämä väriaine vaikuttaa siihen, kuinka paljon beetakaroteenia vähenee keittämisen vaikutuksesta. Oransseissa ja punaisissa hedelmissä sekä kasviksissa beetakaroteeni on jakautuneena öljypisaroihin ja irtoaa niistä helpommin kuin vihreistä vihanneksista. Tässä muodossa oleva beetakaroteeni on hyvin herkkä hapettumiselle, mikä pääosin tuhoaa sen, joten keittäminen vähensikin beetakaroteenipitoisuutta tuoreella ja pakastetulla paprikalla. Vihreää väriainetta sisältävän parsakaalin keittäminen parantaa beetakaroteenin käytettävyyttä elimistössä, koska vihreiden tuoreiden vihannesten keittäminen parantaa rasvaliukoisten vitamiinien vapautumista. Vaikka ryöpätyn ja pakastetun parsakaalin beetakaroteenin määrä laski 14–25 %, niin silti sen hyväksikäytettävyys parani kasvin soluseinien pehmenemisen vuoksi. (Emsley 2001, Bernhardt ja Schlich 2006, Leshkova 2006)

Yleinen käsitys on, että raat kasvikset ovat ravitsemukselliselta laadultaan parempia kuin kypsennetyt ja siten esimerkiksi porkkanaraaste suositeltavampaa kuin kypsennetyt porkkanapalat. Vaikka osa vitamiineista ja kivennäisaineista säilyy tosin paremmin raaoissa kuin kypsennetyissä kasviksissa, niin asia ei kuitenkaan ole näin suoraviivainen. Elimistö saa siis käyttöönsä vitamiineja ja kivennäisaineita vaihtelevasti sekä kypsistä että raaoista kasviksista, mutta usein kuitenkin se pystyy käyttämään paremmin hyväkseen kypsien kasvisten ravintoaineet. Edellä mainittu pitää paikkaansa tutkimusten mukaan myös karotenoidien ja beetaka-

roteenin kohdalla, joiden hyväksikäytettävyys elimistössä lisääntyy prosessoinnin, kuten mekaanisen tai lämpökäsittelyn avulla. Määrät vaihtelevat tutkimuksesta toiseen, mutta ovat samansuuntaisia. (Rock ym. 1998, Dietz ym. 1988, Archana ym. 1999, Edwards ym. 2002, van het Hof ym. 2000, Bernhardt ja Schlich 2006.)

Mielenkiintoista on, että myös karotenoidit ja flavonoidit ovat helpommin elimistön saatavilla mehusta kuin kokonaisista kasviksista (Oude Griep ym. 2010). Toisaalta kasviksille värin antavat ja kasvin kuoressa sijaitsevat flavonoidit jäävät mehun valmistuksessa kiinteään jätteesseen ja näin pitoisuus mehussa jää pieneksi. (Törrönen 2006)

Lisäksi nautittujen kasvien olomuodolla on todettu olevan vaikutusta ravintoaineiden pitoisuuden plasmassa. Kypsien kasvien syöminen nostaa plasman beetakaroteenipitoisuutta enemmän kuin raakojen kasvien nauttiminen. (Rock ym.1998) Beetakaroteenipitoisuus on suurempi kasvimehua nauttineiden plasmassa kuin raakoja tai kypsennettyjä kasviksia nauttineilla. Syyksi parempaan imeytymiseen arvellaan olevan soseutettujen kasvien ja mehun pienempi partikkelikoko, joka parantaa ravintoaineiden imeytymistä ohutsuoletta. (Archana ym 1999) Kuitenkin tutkimustulos osoittaa, että partikkelikoon pienentäminen esimerkiksi pureskelemalla parantaa beetakaroteenin hyväksikäytettävyttä enemmän raaissa kuin kypsissä porkkanoissa. (McEligot ym.1999, Lemmens ym. 2010) Huomioitavaa on, että kuitupitoisuus on usein raaissa kasviksissa suurempi kuin kypsissä kasviksissa. Kasvien kuidun tiedetään hidastavan ravintoaineiden imeytymistä, mutta mehut sisältävätkin vähemmän kuitua kuin kasvikset sellaisenaan. (Archana ym. 1999)

Hedrén ym. (2002) tutkimus täydentää edellisiä tietoja, koska siinä saatiin selville, että 3 % beetakaroteenista vapautui elimistön käyttöön raaista ja 6 % keitetyistä porkkanapaloista. Kun palat jauhettiin massaksi, irtosi raa'asta porkkanamassasta 21 % ja keitetyistä 27 % beetakaroteenista. Rasvan lisäys jauhettuun raakaan massaansa lisäsi beetakaroteenin käytettävyttä 30 %:iin ja kypsässä massassa 39 %:iin. (Hedrén ym. 2002) Useissa tutkimuksissa on todettu karotenoidien, erityisesti beetakaroteenin imeytymisen parantuvan elimistössä porkkanoista ja muista kasviksista, kun ne tarjotaan rasvaa sisältävien elintarvikkeiden kanssa. Jo hyvin pieni rasvalisäys 3-5 g / aterian saa toivotun vaikutuksen aikaan. (van het Hof. ym. 2000, Hedrén ym. 2002, Livny ym. 2003)

Beetakaroteeni on sitoutuneena proteiineihin ja kasviksen kuumennus auttaa karotenoideja vapautumaan elimistön käytettäväksi. Kuumennuskäsittely heikentää kasvin solukkoa ja pa-

rantaa näin beetakaroteenin käytettävyyttä elimistössä. (Howard ym. 1999) Myös alfa- ja beetakaroteenin hyväksikäytettävyys on kaksi kertaa parempaa pureesta kuin keitetystä ja soseutetusta porkkanasta. Hyväksikäytettävyys raastetusta porkkanasta on heikompaa kuin kypsennetyistä. Tässäkin tutkimuksessa pureen parempi hyväksikäytettävyys verrattuna keitettyyn ja soseutettuun porkkanaan johtui todennäköisesti pienemmästä partikkelikoosta ja/tai voimakkaammasta lämpökäsittelystä. (Edwards ym. 2002)

Teollisesti prosessoidusta porkkanapureesta, esimerkiksi vauvanruoasta, beetakaroteenin hyväksikäytettävyys on parempi kuin keitetystä ja soseutetuista porkkanoista. Syynä tähänkin arvellaan olevan pieni partikkelikoko ja kuumennuksen vaikutus pektiinin hajoamiseen. Väitettä tukee se, että karkeaksi raastetusta porkkanasta hyväksikäytettävyys oli heikompaa, alle 50 %, kun se kypsistä porkkanoista oli noin 65 %. On huomattava kuitenkin se, että porkkanaraasteen läpikulkuaika suolistossa on keitettyjä ja soseutettuja porkkanoita pidempi, mikä vuoksi beetakaroteenille jää enemmän aikaa imeytyä. (Livny ym. 2003)

Myös porkkanan esikäsittelyllä on vaikutusta porkkanasta valmistetun soseen ominaisuuksiin. Tuoreista porkkanoista tehty steriloitu sose oli paremman makuista, hajuista, oranssimman väristä ja vähemmän vetistä kuin pakastetuista porkkanakuutioista tehty sose. Edellä mainittujen seikkojen lisäksi myös beetakaroteenipitoisuus oli suurempi suoraan tuoreesta porkkanasta tehdyssä steriloidussa porkkanasoseessa kuin pakastetuista porkkanakuutioista tehdyssä soseessa. (Särkkä-Tirkkonen 2010)

2.4.3 Prosessoinnin vaikutus kasvien E-vitamiinipitoisuuteen

Kasvikunnan tuotteet, erityisesti kasviöljyt ja siemenet ovat E-vitamiinin pääasiallinen lähde (Aro ym. 2012). Kasvikset eivät ole E-vitamiinin tärkein lähde, jonka vuoksi niiden alfatokoferolipitoisuutta ei ole juurikaan tutkittu. Myöskään varastoinnin, kypsennyksen ja muun prosessoinnin vaikutuksesta kasvien E-vitamiinipitoisuuteen ei ole vielä kovin luotettavia tutkimuksia. Yleensä tiedetään, että ruoanvalmistuksessa E-vitamiini ei liukene veteen eikä kärsi lämmöstä, mutta tuhoutuu hapen ja valon vaikutuksesta. Kuitenkin näyttää siltä, että keittäminen vapauttaa alfatokoferolin tuoreista parsakaaleista. Paprikalla keittäminen taas vähentää alfatokoferolin määrää. E-vitamiinin pisyvyys elintarvikkeiden ruuanvalmistuksessa vaihtelee. (Bernhardt ja Schlich 2006, Leshkova 2006, Harden 2009)

2.4.4 Prosessoinnin vaikutus kasvisten kivennäisainepitoisuuksiin

Prosessoinnilla ei ole suuria vaikutuksia kasvisten kivennäisainepitoisuuteen. Kivennäisaineet eivät tuhoudu valon, lämmön tai hapen vaikutuksesta, vaan liukenemalla veteen tai fyysisesti erottumalla (Aro ym. 2012). Ravintoaineiden pitoisuuden pieneneminen tapahtui hieman eri lailla eri kasviksissa (Lisiewska ym 2009). Lisiewska ym. (2009) tutkimuksen mukaan pakastetuista tuotteista (pinaatti, lehtikaali) valmistetussa ruuassa oli vähemmän kaliumia, magnesiumia, fosforia ja kuparia verrattuna raaoista kasviksista valmistettuun ruokaan.

3 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

Suomalaisessa yhteiskunnassa joukkoruokailulla ja ammattikeittiöiden tarjoamalla ruoalla on merkittävä asema, koska noin kolmannes väestöstä ruokailee päivittäin kodin ulkopuolella. Vuonna 2011 nämä hotelli-, ravintola- ja cateringsektorin noin 17 000 keittiötä valmistivat noin 890 miljoonaa ateriaa, joista julkisen sektorin ammattikeittiöiden tarjoamien annosten osuus oli runsas puolet (Taloustutkimus 2011).

Valtion ravitsemusneuvottelukunta on jo vuodesta 1954 seurannut suomalaisten ravitsemustilaa. Ravitsemusta pyritään ohjaamaan siten, että suomalaisille tyypilliset kansansairaudet ja niistä johtuvat liitännäissairaudet vähenisivät. Joukkoruokailun suunnittelu ammattikeittiöissä tehdään Valtion ravitsemusneuvottelukunnan suositusten pohjalta, ja suositusten perusteella on laadittu tarkempia suosituksia eri kohderyhmille. Laskelmien mukaan ammattikeittiöiden tarjoama ruoka näyttää siis täyttävän ravitsemussuositukset, mutta jos/kun ruokapalvelusovellusohjelmien sisältämät ravintoarvot eivät ole ajan tasalla, niin laskelmista tulee puutteellisia tai virheellisiä.

Ammattikeittiöille suunnatut ruokapalvelusovellusohjelmat (Aivo, Aterix ja Aromi) käyttävät Finelin ja Nutrican ravintosisältötietoja, jotka ovat pääosin laskennallisia ja vanhoja, osittain jopa 1980-luvulta. Tiedot perustuvat aikaisempiin kotimaisiin ja ulkomaisiin tutkimuksiin. Näin ollen ruokavalion koostumus saattaa olla hyvinkin erilainen kuin ravintolaskentaohjelmien perusteella näyttää. Sen vuoksi teollisuuden omien, sekä laskennallisten ravintoarvojen tilalle pitäisi tuottaa uusia raaka-aineiden ja elintarvikkeiden ravintoainekoostumustietoja.

Lautaslaatuselvitys, jonka osana tämä pro gradu työ on, lähti liikkeelle edellä mainitusta epäkohdasta. Lisäksi todettiin, että ammattikeittiöissä ruoanvalmistusprosessit ovat muuttuneet suurten yksiköiden yleistyessä ja keittiössä paikan päällä valmistetun tai esikäsitellyn tilalle on tullut paljon teollisuuden valmistamia tuotteita. Esimerkiksi usein kasvikset tilataan ammattikeittiöön ruoanvalmistuksen ja tarjollepanon helpottamiseksi ja nopeuttamiseksi kuorittuina, paloiteltuna ja raasteena. Säilytyksen ja prosessoinnin mahdollisista vaikutuksista ravintosisältöön ei ole riittävästi tietoa. Lautaslaatuselvitykseen valittiin kasvien ryhmästä analysoitaviksi ammattikeittiössä laajasti käytössä olevat tuotteet eli peruna ja porkkana.

On paljon ammattikeittiöitä, joihin ei enää nykyisin tule kokonaista raakaa pestyä porkkanaa. Se hankitaan pidemmälle jalostettuna, kuten valmiiksi raastettuna tai muuhun muotoon paloiteltuina ja myös valmiiksi kypsennettynä esimerkiksi vakuumiin pakattuna. Elintarviketeollisuuden jalostamissa porkkanatuotteissa säilytys ja kuljetus saattavat tuoda muutoksia tuotteiden ravintosisältöön. Myös elintarviketeollisuusmaisesti toimivien ammattikeittiöiden ruokatuotantoprosessien vaikutuksia porkkanan ravintosisällön mahdollisiin muutoksiin on tärkeä selvittää.

Tutkimuksessa määritettiin laboratorioanalyysin ammattikeittiöissä tarjolla olevien porkkanatuotteiden ravintoarvoja (beetakaroteeni, alfatokoferoli, kalsium, magnesium ja kalium). Porkkanatuotteet olivat kylmänä raasteena tarjottavia ja lämpimänä lisäkkeenä tarjottavia aterian osia. Analyyseissä saatuja arvoja verrattiin yleisesti ruokapalveluissa käytössä olevien ravintolaskentaohjelmien käyttämien ravintoaineiden koostumustietokantojen, Fineli ja Nutrica, ravintoarvoihin. Lisäksi tarkasteltiin keittiössä ja elintarviketeollisuudessa valmistettujen porkkanatuotteiden ravintosisältöjen eroja. Tässä tutkimuksessa porkkananäyteanalyysistä tuloksissa on käytössä vaihteluväli, ei keskiarvo. Tulosten vaihteluväli kertoo täsmällisemmin tulosten hajonnasta.

4 MATERIAALIT JA MENETELMÄT

4.1 Näytteet

Beetakaroteenin ja alfatokoferolin sekä kalsiumin, magnesiumin ja kaliumin pitoisuusanalyysit tehtiin kolmesta eri porkkananäytetyypistä, joita olivat kokonainen porkkana, raastettu porkkana ja keitetty porkkana. Porkkanaraasteista toinen oli keittiössä raastettu ja toinen teollisuuden valmiste. Raasteissa analysoitavana olivat myös luomuporkkanan ravintoarvot. Näytetyyppeinä keitetyjä porkkanoita oli neljää eri olomuotoa. Analysoidut porkkananäytteet ja niiden selitteet on esitelty taulukossa 2.

Taulukko 2. Analysoidut porkkananäytteiden selitteet.

Näytetyyppi	Käsittelymuoto	Selite
Kokonainen porkkana	Pesu	Kokonainen pesty porkkana on tullut keittiöön pestynä ja pakattuna muovipussiin.
Porkkanaraasteet	Keittiössä raastettu	Keittiössä kokonaisesta pestystä porkkanasta vihannesleikkurilla valmistettu raaste.
	Valmisraaste (pk yrittäjä)	Kasviksia käsittelevässä yrityksessä teollisesti raastettu raaste, joka on pakattu muovipussiin kuljetusta varten.
Keitetty porkkana	Keittiössä kuutioitu	Kokonaisesta porkkanasta keittiössä vihannesleikkurilla paloitetu kuutio, kypsennetty tavalliseen tapaan yhdistelmäunissa höyrykeitolla.
	Tuorekuutio (pk yrittäjä)	Tukkupakattu kasviksia käsittelevässä yrityksessä teollisesti paloitetu raaka kuutio, joka kypsennetään keittiössä tavalliseen tapaan yhdistelmäunissa höyrykeitolla.
	Pakastekuutio, ulkolainen	Tukkupakattu ulkolaista alkuperää oleva pakastekuutio, joka höyrykypsytetään yhdistelmäunissa valmistajan ohjeen mukaan.
	Vakuumikuutio, kypsä	Vakuumiin tukkupakattu, kasviksia käsittelevässä yrityksessä paloitetu ja kypsennetty kuutio, joka lämmitetään höyrykeittotoiminnolla yhdistelmäunissa valmistajan ohjeen mukaan.

4.2 Näytteenotto ja analyysit

Porkkananäytteet noudettiin kahdesta julkisen sektorin ruokapalvelun ammattikeittiöstä. Tutkimukseen valitut ammattikeittiöt edustavat tyypillisiä kunnan tai kuntayhtymän ruokapalvelun toimipisteitä. Suonenjoen ruokapalvelut valmistavat ruokaa 1000 annosta / päivä pikkulapsista vanhuksiin sekä sairaalapotilaille. Savon koulutuskuntayhtymän Mesikka opiskelijaravintolassa toimitaan arkipäivinä valmistaen ruokaa lähinnä perus- ja aikuisopiskelijoille sekä oppilaitoksen henkilökunnalle noin 800 annosta / päivä. Ammattikeittiöihin toimitetuissa porkkanatuotteissa toimituspaikat (pk-yritys), porkkanalajikkeet ja luonnollisesti myös niiden kasvupaikat vaihtelevat. Näytteet noudettiin kahdesta eri paikasta, koska haluttiin saada selville tutkimukseen valituista ravintoaineista todennäköisimmät arvot lautasella olevassa annoksessa sekä saada vertailusta totuudenmukaisempaa. Tutkimuksessa tarkasteltiin sen hetkistä todellista tilannetta sesonkiaikaan.

Porkkananäytteet noudettiin samaan aikaan, kun ensimmäiset asiakkaat saapuivat ruokailuun noin klo 11. Siten näytteet edustavat asiakkaille ruokalinjastoon toimitettavia ruokaeriä, ei laboratorio-olosuhteissa valmistettuja näytteitä. Näytteenottoaikataulu suunniteltiin yhteistyössä ruokapalveluvastaavien kanssa, koska yleensä julkisen ruokapalvelun ammattikeittiöissä on viiden tai kuuden viikon kiertävä ruokalista. Ruoanvalmistajille pidettiin syksyllä 2010 (27.8. ja 31.8.) koulutus- ja tiedotustilaisuudet, joissa kerrottiin tutkimuksen taustat ja sen kulku. Lisäksi painotettiin, että on erityisen tärkeää pitää erillään ja hyvin merkittyinä eri porkkananäytteet.

Tutkimuksessa jokaista eri olomuotoa olevaa porkkananäytettä kohti tehtiin kolme eri näytteenottokertaa (taulukko 3). Esimerkiksi keittiössä raastettua porkkanaraastetta noudettiin Mesikka opiskelijaravintolasta kaksi kertaa ja Suonenjoen ruokapalveluista yhden kerran. Jokaisella näytteenottokerralla kutakin porkkananäytettä laitettiin noin 50 g viiteen valmiiksi numeroituun pakastepussiin ilmatiiviisti. Poikkeuksena edellä mainitusta oli luomuporkkanaraaste, jolle tehtiin vain kaksi näytteenottokertaa Mesikka opiskelijaravintolasta. Syynä tähän oli se, että Suonenjoen ruokapalvelut eivät saaneet hankituksi luomuporkkanaraastetta. Näytteet pakastettiin välittömästi ja niiden siirtojen välillä huolehdittiin katkeamattomasta pakkasketjusta (-20 °C). Porkkananäytteet säilytettiin Itä-Suomen yliopiston Kemian laitoksen pakastimessa -20 °C:ssa valolta suojattuna näytteenkäsittelyyn saakka.

Taulukko 3. Analysoidut näytteet.

Näytteenottopaikka	Näytetyypit n.50 g / tuote	Käsittelymuoto	Näytteen- ottokerrat	Näytteiden lukumäärä
Mesikka opiskelija- ravintola	Kokonainen porkkana	Pesty	2	10
	Porkkanaraaste	Keittiössä raastettu	2	10
		Valmisraaste (pk yrittäjä)	2	10
		Luomu	2	10
	Keitetty porkkana	Keittiössä kuutioitu	1	5
		Tuorekuutio (pk yrittäjä)	1	5
		Pakastekuutio [®] , ulkolainen	1	5
Vakuumikuutio, kypsä		1	5	
Suonenjoen ruoka- palvelu	Kokonainen porkkana	Pesty	1	5
	Porkkanaraaste	Keittiössä raastettu	1	5
		Valmisraaste (pk yrittäjä)	1	5
		Luomu	0	0
	Keitetty porkkana	Keittiössä kuutioitu	2	10
		Tuorekuutio (pk yrittäjä)	2	10
		Pakastekuutio [®] , ulkolainen	2	10
Vakuumikuutio, kypsä		2	10	

Porkkananäytepusseissa oli numeroitu siten että, niiden käsittelymuotoa ei pystynyt arvaamaan. Jokaisesta näytteestä analysoitiin kolme rinnakkaisnäytettä, joten jokaista käsittelymuotoa olevasta näytteestä tehtiin 9 määrittystä / analysoitu ravintoaine. Esimerkiksi keittiössä valmistettuja porkkanaraasteinäytteitä oli haettu yhteensä kolme kertaa ja jokaisesta näytteestä tehtiin kolme rinnakkaismäärittystä. Poikkeus on luomuporkkanaraasteen kohdalla, jota ei saatu Suonenjoen ruokapalveluista. Tieteellisen tutkimuksen kriteerit täyttääkseen analyysit pitää tehdä vähintään kaksi kertaa eli kahtena rinnakkaismäärittäksenä tulosten luotettavuuden ja edustavuuden varmistamiseksi (Lehtonen ym. 2004).

Porkkananäytteistä määritettiin beetakaroteeni ja alfatokoferoli sekä kivennäisaineista kalsium, magnesium ja kalium. Ravintoaineanalyysit toteutettiin Itä-Suomen yliopiston Kemian laitoksella Kuopiossa syksyllä 2010 ja ne toteutti tämän gradun tekijä. Työohjeen beetakaroteenin ja alfatokoferolin määrittämisä varten kehitti Itä-Suomen yliopiston yliopistotutkija Sirpa Peräniemi kahden artikkelin perusteella (Scott 2001, Yilmaz 2004). Hän myös valvoi ja tarkasti analyysien suorittamisen eri vaiheita.

4.3 Määrittymenetelmät

4.3.1 Beetakaroteenin ja alfatokoferolin määritykset näytteistä

Beetakaroteeni- ja alfatokoferoli- pitoisuuksien määrittämiä varten ammattikeittiöistä noudetut porkkananäytteet säilytettiin -20 °C:ssa. Näytteet punnittiin (märkäpaino) analyysivaa'alla (Sartorius, tarkkuus 0,1 g) ja kuivattiin kylmäkuivurissa (Edwards), jonka jälkeen ne punnittiin uudelleen (kuivapaino). Näytteitä säilytettiin huoneenlämpötilassa valolta suojattuna määrittämiä saakka. Määrittämiä tehdessä näytteet jauhettiin morttelilla käsin, jonka jälkeen näytteet uutettiin neljä kertaa p.a. laatusella heksaanilla (Merck). Uuttojen välissä näytteet sentrifugoitiin (Sentrifugi: Eppendorf Centrifuge 5810). Uuttoliuoksista mitattiin näytteen absorbanssit 295 ja 450 nm aallonpituuksilla (UV/Vis-Spektrofotometri: Jasco V-530).

Beetakaroteenin tulokset laskettiin suoraan 450 nm aallonpituudella mitatusta absorbanssista sekä märkä-, että kuivapainoa kohden. Alfatokoferoli ei absorboi 450 nm:lla. Alfatokoferoli laskettiin 295 nm aallonpituudella mitatusta absorbanssista yhtälön avulla, johon sijoitettiin laskettu beetakaroteenin konsentraatio. Näin toimittiin, koska alfatokoferolin lisäksi beetakaroteeni absorboi hiukan 295 nm:lla. Tulokset laskettiin kuiva- vai märkäpainoa kohden.

Beetakaroteenistandardiliuosta varten kantaliuos valmistettiin liuottamalla 5 mg beetakaroteenia (Sigma) 50 ml:aan heksaania, josta valmistettiin standardiliuos laimentamalla se heksaanilla 1/100. E-vitamiinistandardiliuosta varten kantaliuos valmistettiin liuottamalla 6,6 mg alfatokoferolia ($\pm\alpha$ -tokoferoli, Sigma) 100 ml:aan heksaania, josta valmistettiin standardiliuos laimentamalla se heksaanilla 1/10. Kantaliuokset säilytettiin jääkaapissa valolta suojattuna. Standardiliuoksista mitattiin absorbanssit (450 nm ja 295 nm aallonpituuksilla) spektrofotometrillä ja laskettiin molaariset absorptiviteetit.

4.3.2 Kivennäisaineiden määritykset

Porkkananäytteiden kalsium-, magnesium- ja kaliumpitoisuuksien analysointiin käytettiin mikrouunitehosteista märkäpolttoa (Mikroaltohajotuslaitteisto: CEM MDS-81D) typpiha-possa, suprapur-laatu (Merck) ja mittaus suoritettiin atomiabsorptiospektrometriamenetel-

mällä, AAS:lla (Perkin Elmer 5100 atomiabsorptiospektrometri), joka on yleisesti käytetty kaikkien metallien kvantitatiiviseen määrittelyyn. Menetelmässä lähetetään liekin läpi tutkittavan aineen jotakin tiettyä emissioaallonpituutta vastaavaa niin sanottua resonanssisäteilyä, jolloin tutkittavan kivennäisaineen atomit absorboivat osan säteilystä. Kun absorption määrää verrataan tunnetun alkuaineen pitoisuuden absorboimaan määrään, niin se kertoo näytteen sisältämän kivennäisaineen pitoisuuden. Näytteen kivennäisainepitoisuus ohjautuu signaalin käsittelyn kautta suoraan tietokoneelle.

Porkkananäytteet säilytettiin pakastimessa -20 ° näytteenkäsittelyyn saakka. Pakastetusta näytteestä punnittiin tarkka määrä (n. 0,5 g) + 3 ml puhdasta typpihappoa (HNO_3), joka käsiteltiin mittausta varten mikroaaltopolttamalla märkäpolttouunissa (20 min teho 40 %, 20 min teho 50 % ja 12 min teho 70 %). Laimennokseen käytettiin milliporevettä. Jokaisesta näytteestä tehtiin kolme rinnakkaisnäytettä. Standardisuora määritettiin käyttäen kalibraatiostandardiliuoksia, jotka oli valmistettu Milli Q vedellä laimentamalla Merckin Titrisol AAS-standardiliuoksista. Tulokset laskettiin märkäpainoa kohden.

4.4 Tulosten käsittely

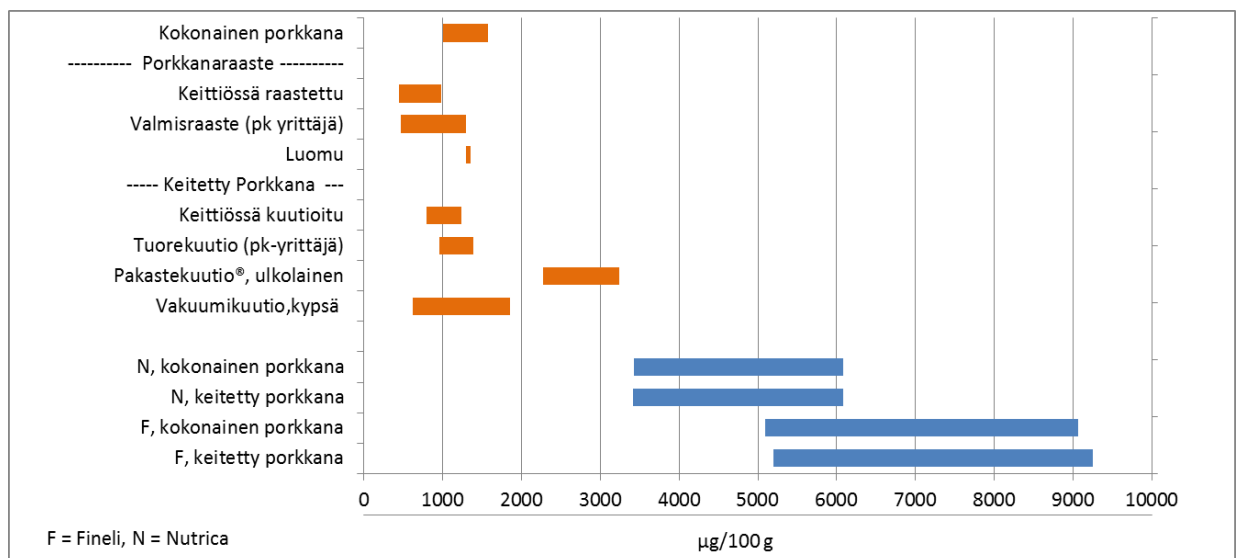
Jokaisesta eri käsittelymuotoa olevasta porkkananäytteestä saatiin yhdeksän määritettyä tulosta (3×3). Kolmelle rinnakkaisnäytteelle laskettiin keskiarvo, ja siten saatiin yhden näytteen tulos / ravintoaine. Kun esimerkiksi keittiössä valmistetulla porkkanaraasteella oli kolme noutokertaa (kaksi kertaa Mesikan opiskelijaravintolasta ja yhden kerran Suomenjoen ruokapalveluista), niin laskettua ravintoarvoa/ näyte saatiin yhteensä kolme arvoa. Tuloksiin näistä kolmesta saadusta arvosta käytettiin suurinta ja pienintä, ja siten saatiin selville ravintoaineen vaihteluväli porkkananäytteessä. Tuloksiin tehtiin Excel-taulukkolaskennan avulla kaikista määritetyistä ravintoaineista eri kuvat, joista näkyvät porkkananäytteet ja niissä olevat määritetyt ravintosisällöt.

Porkkananäytteiden kalsium-, magnesium- ja kaliumtulokset saatiin selville edellä kuvatulla tavalla ja ovat näkyvissä tuloksissa. Tulosten edustavuuden varmistamiseksi porkkananäytteiden beetakaroteeni- ja alfatokoferolipitoisuuksiin laskettiin kaksi rinnakkaisnäytettä poistamalla kolmen rinnakkaisnäytteen arvoista se, jolla oli suurin virheprosentti. Muuten beetakaroteeni- ja alfatokoferolipitoisuuksia laskettaessa toimittiin samoin kuin kivennäisainetulosten laskemisessa.

5 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELO

5.1 Porkkananäytteiden beetakaroteenipitoisuus

Ravintolaskentaohjelmissa ilmoitetaan karotenoidien määrä erottelematta yksittäisiä karotenoideja. Tarkastelussa on käytetty tietoa, että karotenoideista 45–80 % on beetakaroteenia (Kalt 2005) ja sen mukaan tuloksissa on laskettu kuinka paljon Finelin ja Nutrigan (ravintoaineiden koostumustietokantojen) ilmoittamasta karotenoidien määrästä on beetakaroteenia. Finelin tiedoissa kokonaisen ja keitetyn porkkanan sisältämät beetakaroteenimäärät ovat suurempia kuin Nutrigan ilmoittamat arvot. Kokonaisessa porkkanassa voi olla 1676–2981 μg ja keitettyssä 1780–3166 μg enemmän beetakaroteenia / 100 g porkkanaa Finelin kuin Nutrigan mukaan (kuva 3). Nutrigan tietokannassa kokonaisen ja keitetyn porkkanan beetakaroteenipitoisuudet ovat samat. Finelin tietokannan luvuissa kokonainen porkkana sisältää 2 % vähemmän beetakaroteenia kuin keitetty porkkana. Tutkimuksessa analysoiduissa näytteissä ero oli päinvastoin eli kokonaisessa porkkanassa oli 21–22 % (213–344 μg) enemmän beetakaroteenia kuin keittiössä kuutoidussa ja keitettyssä porkkanassa (kuva 3). Huomioitavaa on, että keittiössä kuutioitu porkkana oli samaa erää kuin kokonainen porkkana.



Kuva 3. Analysoitujen porkkananäytteiden beetakaroteenipitoisuuksien $\text{mg}/100\text{ g}$ vaihteluvälit. Vertailuna Finelin (F) ja Nutrigan (N) beetakaroteenin määrä, joka on laskettu kokonaiskarotenoideista 45–80 %; Kaltin (2005) mukaan.

Tutkimuksessa määritettyjen sekä kokonaisten raakojen porkkanoiden että keitettyjen porkkanoiden beetakaroteenipitoisuudet olivat huomattavasti pienempiä kuin Finelin ja Nutrigan

tietokannoissa ilmoitetut arvot (kuva 3). Ainoastaan ulkomaisen pakasteporkkanan osalta päästiin lähelle Nutrigan tietokannan kokonaiselle ja keitetylle porkkanalle ilmoittamaa alinta beetakaroteenin määrää (3420 µg). Tutkimuksessa määritetty ulkomainen pakasteporkkana (100g) sisälsi beetakaroteenia ylimmillään 3243 µg, joka on 177 µg vähemmän kuin Nutrigan tietokannassa ilmoitettu määrä. Alimmillaan ulkomainen pakastekuutio sisälsi 2272 µg beetakaroteenia / 100 g porkkanaa .

Kypsissä vakuumpakatuissa porkkanakuutioissa beetakaroteenin hajonta oli suurinta (kuva 3). Parhaimmillaan ne sisälsivät ulkomaisen pakastekuution jälkeen seuraavaksi eniten beetakaroteenia, mutta alimmillaan niiden beetakaroteenisältö (616 µg) oli jopa 81 % alhaisempi kuin pakastekuutioissa. Tuorekuution (pk-yrittäjän valmistama) beetakaroteenipitoisuuden hajonta oli keitetyistä kuutioista pienin. Kaikkein vähiten hajontaa oli luomuporkkanaraasteen beetakaroteenipitoisuudessa. Luomuporkkanaraaste sisälsi raasteista eniten beetakaroteenia, tosin vain 61 µg enemmän kuin pk-yrittäjän valmistama raaste. Luomuporkkanaraastetta nourettiin vain yhdestä ammattikeittiöstä.

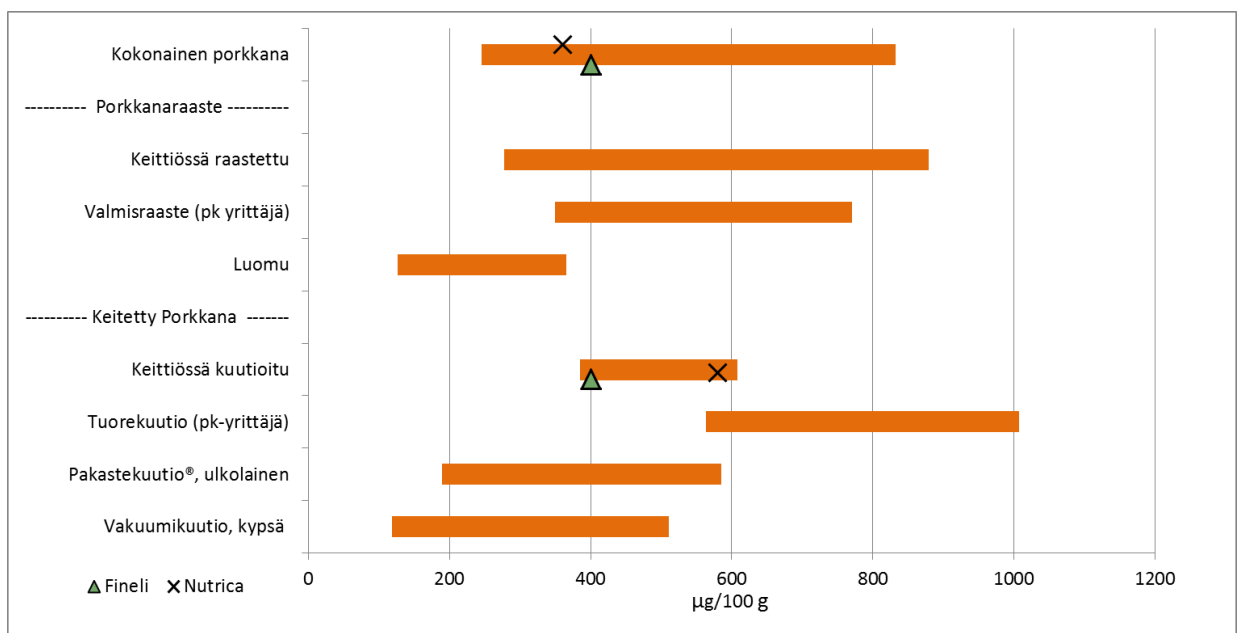
Täyttääkseen koko beetakaroteenin naisten saantisuosituksen tarvitsee keskikokoisia (á 80 g) porkkanoita Finelin mukaan syödä vain 1–2, miesten suositukseen korkeintaan puolikas enemmän. Nutrigan beetakaroteenimäärän mukaan porkkanoita tulisi syödä 2–3 kappaletta. Käytännössä asia näyttäisi olevan toinen, koska porkkanoista analysoidut arvot olivat huomattavasti pienempiä kuin ravintolaskentaohjelmien käyttämät arvot.

Ulkomaisessa pakastetussa porkkanakuutiossa oli näytteistä eniten beetakaroteenia (kuva 3). Kokonaisina porkkanoina niitä pitäisi syödä 3–5 kappaletta, jotta naisten beetakaroteenin saantisuositus täytyisi. Vakuumikuutioissa hajonta oli suurta, naisten pitäisi syödä niitä 6–17 porkkanan verran, miesten suositukseen pääsemiseksi tarvittaisiin 7–22 porkkanaa. Keittiössä itse raastettua porkkanaa tulisi syödä 5–25 kappaleen verran päästäkseen naisten suositukseen ja luomuporkkanaraastetta 8 porkkanan verran.

Ruoan ravitsemuksellista laatua, suomalaisten karotenoidien saantia arvioidaan kasvien kulutuslukujen sekä Finelin ja Nutrigan ilmoittamien karotenoidiarvojen perusteella. Porkkana on laadun arvioinnissa merkittävä elintarvike kulutuslukujensa ja beetakaroteenisältönsä puolesta. Tämän tutkimuksen perusteella porkkana ei olisikaan niin hyvä beetakaroteenin lähde kuin sen ajatellaan Finelin ja Nutrigan tietokantojen ilmoittamien lukujen perusteella olevan.

5.2 Porkkananäytteiden alfatokoferolipitoisuus

Fineli –ravintoaineiden koostumustietokannassa alfatokoferolin (E-vitamiini) määrä ilmoitetaan samaksi sekä keitetyissä että raaissa porkkanoissa. Nutrican tietokannassa alfatokoferolin määrä on 38 % suurempi keitetyissä (580 µg / 100 g) kuin raaissa kokonaisissa (360 µg / 100 g) porkkanoissa. Kokonaiselle porkkanalle Fineli ja Nutrica ilmoittavat lähes saman määrän alfatokoferolia, Finelin arvo on kuitenkin 10 % suurempi kuin Nutrican (kuva 4).



Kuva 4. Porkkananäytteistä analysoitujen alfatokoferolipitoisuuksien (µg/100 g) vaihteluvälit verrattuna Finelin ja Nutrican arvoihin. (normaalisti alfatokoferoli ilmoitetaan milligrammoina, mutta tässä se on mikrogrammoina luettavuuden helpottamiseksi; Fineli 0,4 mg = 400 µg)

Analysoiduissa porkkananäytteissä tulosten hajonta oli erityisen suurta niin kypsissä kuin raaissa porkkanoissa (kuva 4). Tuloksissa hämmentävää on se, että keittiössä raastetussa porkkanassa suurimman määrän mukaan on enemmän alfatokoferolia (879 µg/100 g) kuin suurimman määrän mukaisessa kokonaisessa porkkanassa (832 µg), vaikka kyseessä on juuri samasta kokonaisesta porkkanasta keittiössä tehty raaste. Keittiössä kuutoidun keitetyn porkkanan kohdalla edellä mainittua alfatokoferolin ”lisääntymistä” ei ole havaittavissa.

Tuorekuutoidussa (pk- yrittäjän valmistama) porkkanassa alfatokoferolin määrä oli hajonta huomioon ottaen sama tai suurempi kuin ravintoaineiden koostumustietokannat ilmoittavat (kuva 4). Kypsässä vakuumikuutoidussa porkkanassa oli vähiten alfatokoferolia (119 µg/100 g), joka on 70 % vähemmän kuin Finelin tietokannan ja 79 % vähemmän kuin Nutrican tietokannan ilmoittamat määrät. Ulkomaisissa pakastekuutioissa oli alfatokoferolia vain 71 µg / 100 g enemmän kuin kypsässä vakuumikuutioidussa. Luomuporkkanaraaste sisälsi raasteista

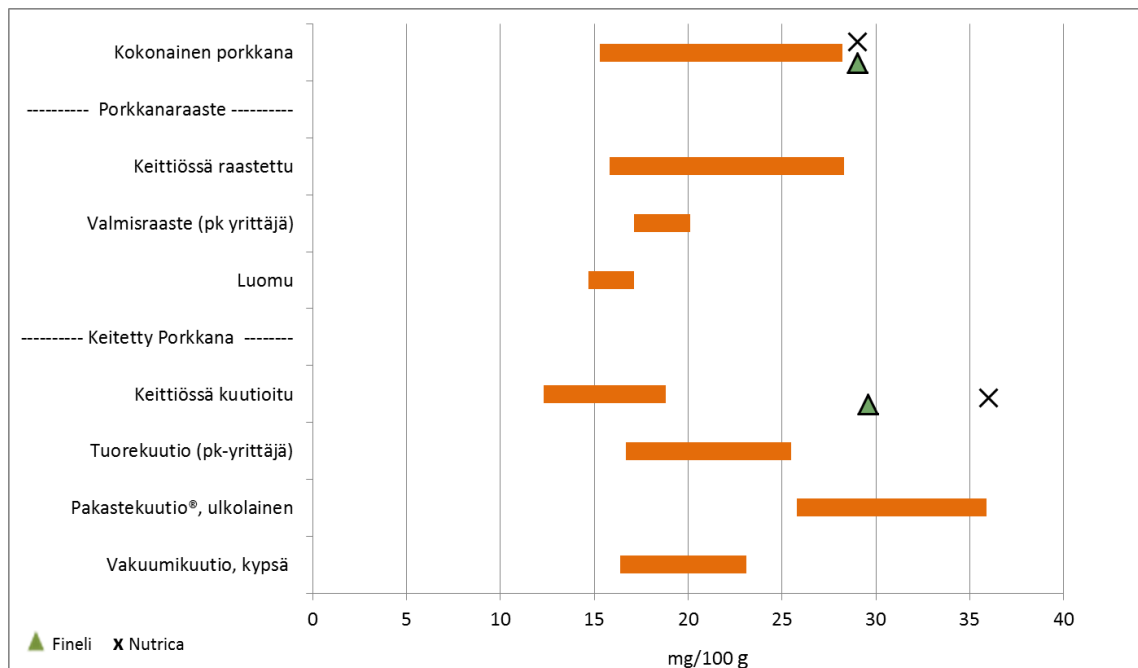
vähiten alfatokoferolia hajonta huomioon ottaen. Kuitenkin luomuporkkanaraasteessa oli enimmillään sama määrä alfatokoferolia kuin keittiössä raastetussa tai pk- yrittäjän valmistamassa raasteessa.

Täyttääkseen koko alfatokoferolin saantisuositus (8 mg = 8 000 µg) porkkanoilla, tulisi naisten suositukseen päästäkseen syödä Finelin mukaan 25 kpl keskikokoisia (á 80 g) kypsiä tai raakoja porkkanoita. Nutrican mukaan suositukseen pääsemiseksi tarvittaisiin 17 keitettyä tai 28 raakaa porkkanaa. Tutkimuksen perusteella suosituksen täyttymiseksi kokonaisia porkkanoita pitäisi niitä syödä 12–41 kappaletta ja pakastekuutioita tulisi syödä 17–53 sekä vakuu- mikuutiota 20–84 porkkanan verran. Paikallisen yrittäjän kuutioimia keitettyjä porkkanoita pitäisi syödä 10–18 kappaleen verran.

Tutkimustulosten mukaan voidaan todeta, että Finelin ja Nutrican koostumustietokannat pitävät melko hyvin paikkaansa porkkanatuotteille ilmoitettujen alfatokoferolin määrien suhteen. Porkkanan ei ilmoiteta olevan tärkeä alfatokoferolin lähde suomalaisten ruokavaliossa. Tutkimuskin osoittaa, että suositeltavan alfatokoferolin määrää ruokavaliossa ei ole järkevä yrittää täyttää pelkästään porkkanoita syömällä, vaan se on täydentäjänä saantisuosituksen täyttymiseksi.

5.3 Porkkananäytteiden kalsiumpitoisuus

Tutkimuksen mukaan luomuporkkanaraaste sisälsi raasteista vähiten kalsiumia (14,7 mg) (kuva 5). Ero kokonaisen porkkanan sisältämään alhaisimpaan kalsiumpitoisuuteen oli hyvin pieni, vain vajaa 4 % eli 0,6 mg/100g porkkanaa (kuva 3). Luomuporkkanaraasteen ja pk - yrittäjän valmistaman raasteen kalsiumsisällön hajonta oli vähäisintä. Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että kalsiumpitoisuus vähenee kokonaisesta porkkanasta 20–33 %, kun se kuutioidaan ja keitetään ammattikeittiössä. Tutkimuksen mukaan keittiössä porkkanaraasteeksi valmistaminen ei tuhoa porkkanan kalsiumia; se sisälsi suunnilleen saman verran kalsiumia kuin kokonainen porkkana.



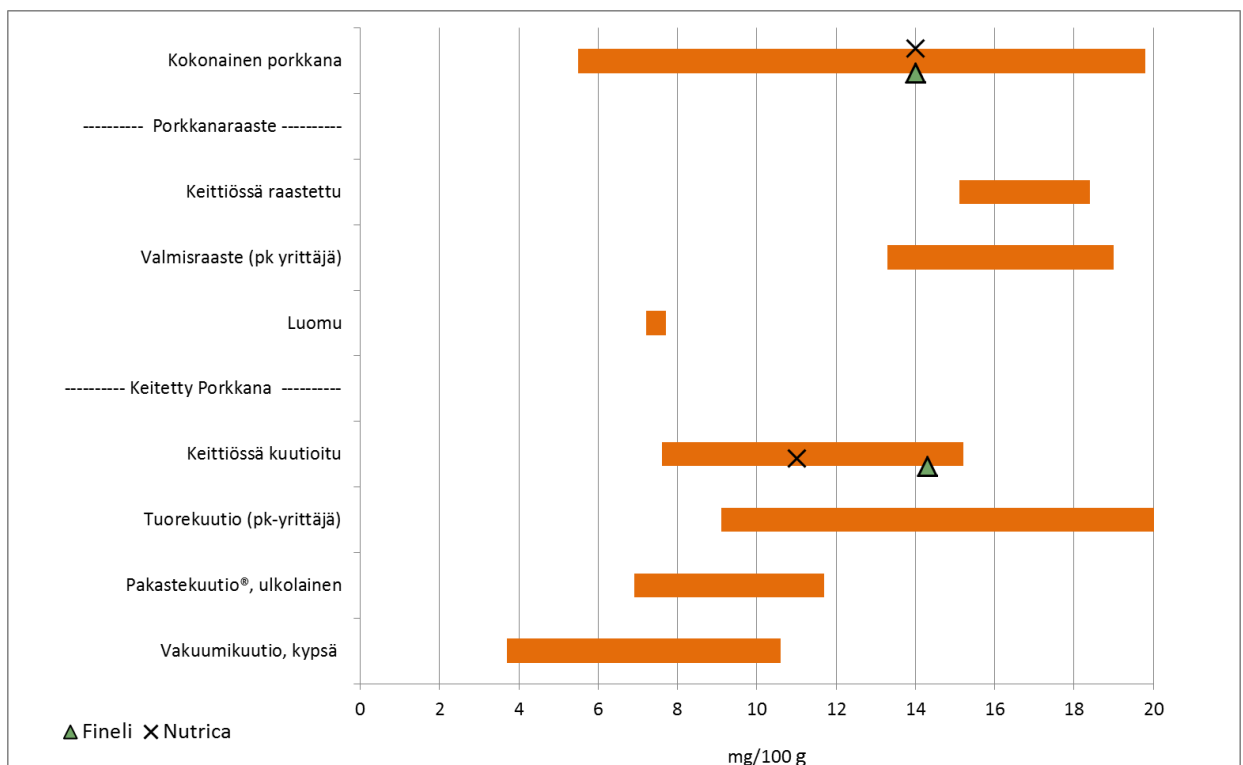
Kuva 5. Porkkananäytteistä analysoitujen kalsiumpitoisuuksien (mg/100 g) vaihteluvälit verrattuna Finelin ja Nutrigan arvoihin.

Finelin mukaan sekä raa'at kokonaiset että keitetyt porkkanat sisältävät yhtä paljon kalsiumia. Nutrigan mukaan keitetyissä porkkanoissa (36 mg/100g) on 19 % enemmän kalsiumia kuin kokonaisissa raaissa porkkanoissa (29 mg/100 g). Kokonaisen porkkanan kalsiumpitoisuus on sama molemmissa tietokannoissa. Finelin ja Nutrigan ravintoaineiden koostumustietokannat yliarvioivat kalsiumin määrän ruokapalvelusovellusohjelmissa. Niiden ilmoittama kalsiumin määrä porkkanoissa on suurempi kuin mitä analyysit antoivat tulokseksi. Ainoastaan ulkomaisen pakastekuution analysoitu kalsiumpitoisuus oli samaa luokkaa ravintoainekoostumustietokantojen kalsiummäärien kanssa (kuva 5).

Täyttääkseen koko kalsiumin saannin porkkanoilla, niitä pitäisi Finelin mukaan syödä 34 kappaletta (á 80 g). Tutkimuksen mukaan porkkanan keskimääräinen kalsiumpitoisuus vaihtelee tavallisimmin 15–25 mg/100g välillä. Vaikka tutkimuksen porkkananäytteitä on verrattu ravintoaineiden koostumustietokantojen ilmoittamiin kalsiummääriin, niin tärkeintä tässä oli selvittää prosessoinnin vaikutusta porkkanoiden kalsiumpitoisuuteen.

5.4 Porkkananäytteiden magnesiumipitoisuus

Tutkimuksessa analysoitujen niin raakojen kuin kypsienkin porkkananäytteiden magnesiumipitoisuuksissa oli suurta hajontaa (kuva 6), ja tulokset erosivat Finelin ja Nutrican arvoista. Finelin ja Nutrican ilmoittamat magnesiumipitoisuudet kokonaisille sekä Finelin arvo keitetyille porkkanoille olivat samat (14 mg/100g porkkanaa). Nutrican arvo keitetyille porkkanoille oli pienempi (11 mg/100g porkkanaa). Erityisen suurta hajontaa oli kokonaisen porkkanan magnesiumipitoisuudessa. Se sisälsi magnesiumia välillä 5,5–19,8 mg, joten pienimmän ja suurimman arvon ero oli 72 %. Vähiten hajontaa oli luomuporkkanaraasteen tuloksessa.



Kuva 6. Porkkananäytteistä analysoitujen magnesiumipitoisuuksien (mg/100 g) vaihteluvälit verrattuna Finelin ja Nutrican arvoihin.

Tutkimuksessa ei tullut esille, että prosessointi vaikuttaisi alentavasti porkkanan magnesiumipitoisuuteen (kuva 6). Näin voidaan todeta, koska tutkimuksessa keittiössä raastettu sekä keittiössä kuutioitu ja kypsennetty porkkana olivat samasta erästä kuin kokonainen porkkana, ja silti kokonaisessa porkkanassa oli alhaisempi magnesiumipitoisuus. Tosin kypsä vakuumikuutio sisälsi vähiten magnesiumia, mikä voisi osoittaa prosessoinnin ja säilytyksen vaikutuksesta vesiliukoiseen kivennäisaineeseen.

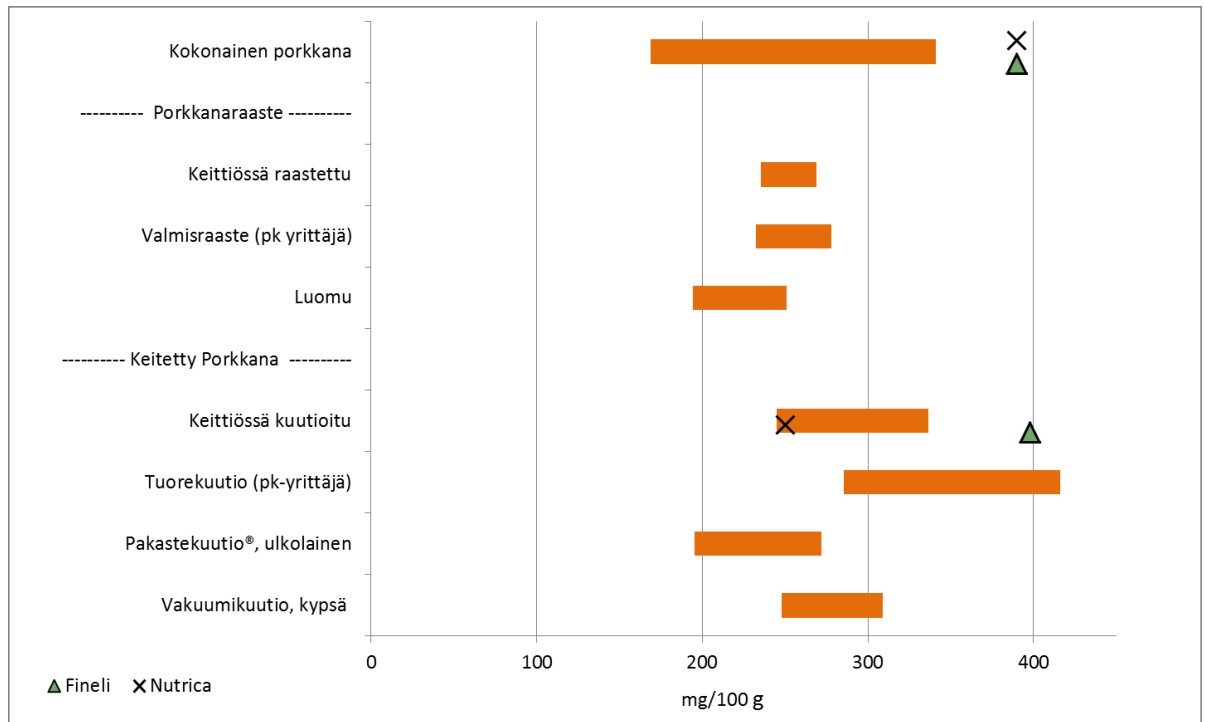
Naisten päivittäisen magnesiumin saantisuosituksen (280 mg/päivä) täyttääkseen tulisi Nutrican ja Finelin mukaan syödä 25 kappaletta (á 80 g) kokonaisia raakoja porkkanoita tai Finelin mukaan myös keitetyt porkkanat tuovat saman määrän magnesiumia. Nutrican mukaan olisi keitettyjä porkkanoita syötävä 32 kappaleen verran. Tutkimustulosten suuren hajonnan vuoksi täyttääkseen koko magnesiumin saannin kokonaisista porkkanoista, pitäisi niitä syödä 18–64 kappaletta. Kypsiä vakuumikuutioita pitäisi syödä enimmillään jopa 95 porkkanan verran saavuttaakseen naisten suosituksen.

Finravinto 2007 -tutkimuksen mukaan suomalaiset saavat reilun kolmasosan magnesiumista viljavalmisteista, viidesosan kasviksista ja hedelmistä. Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että porkkanan sisältämä magnesium täydentää suositusten mukaista saantia. Tutkimuksessa prosessoinnin vaikutus magnesiumipitoisuuteen jäi epäselväksi.

5.5 Porkkananäytteiden kaliumpitoisuus

Ravintoaineiden koostumustietokantojen mukaan raakojen ja keitettyjen porkkanoiden kaliumpitoisuudessa on eroja (kuva 7). Mielenkiintoista on se, että Finelin tietokannan mukaan keitetyissä porkkanoissa on hieman enemmän kaliumia (398 mg / 100g) kuin raaoissa (390 mg/100g), mutta Nutrican tietokannan mukaan asia on päinvastoin (keitetyissä 250 mg, raaoissa 390 mg/ 100 g porkkanaa).

Tutkimuksessa raaoista porkkanoista kaikki määritetyt arvot olivat pienempiä kuin koostumustietokantojen ilmoittamat arvot (kuva 7). Keitetyissä porkkananäytteissä kaliumpitoisuudet vaihtelivat ja sijoittuivat pääasiassa Finelin ja Nutrican ilmoittamien arvojen välille. Ulkomaisen pakastekuution kaliumpitoisuus oli pienempi kuin ravintolaskentaohjelmat ilmoittavat. Porkkanatuotteista määritettyjen analyysien perusteella voidaan todeta, että koostumustietokannat yliarvioivat kaliumin saannin raaoista, osin myös kypsennetyistä porkkanoista.



Kuva 7. Porkkananäytteistä analysoitujen kaliumpitoisuuksien (mg/100 g) vaihteluvälit verrattuna Finelin ja Nutrican arvoihin.

Täyttääkseen koko kaliumin saannin joko raaosta tai keitetyistä porkkanoista olisi Finelin mukaan naisten saantisuositukseen (3,1 g = 3 100 mg) päästäkseen syötävä 10 porkkanaa (á 80 g), miesten yksi enemmän. Nutrican mukaan keitetyissä porkkanoissa on kaliumia jonkin verran vähemmän eli porkkanoita olisi syötävä 16 kappaleen verran. Kun koostumustietokantojen arvoja verrataan tutkimuksesta saatuihin arvoihin, niin todetaan, että edellä mainitut määrät eivät riitä kuin tuorekuution osalta täyttämään kaliumin päivittäisen saannin. Tulosten suuren hajonnan vuoksi kokonaisia porkkanoita olisi naisten syötävä saantisuosituksen täyttämiseksi 11–22 kappaleen (á 80 g) verran. Keittiössä raastetun porkkanan luvuissa ei ollut suurta hajontaa, ja niitä pitäisi syödä 14–16 kappaleen verran.

Pääosa kaliumista saadaan kasvikunnan tuotteista. Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että porkkanat ovat erinomainen ruokavalion osa kaliumin saantisuositukseen pyrittäessä. Tutkimustuloksissa ei kuitenkaan selkeästi käynyt ilmi, onko prosessoinnilla vaikutusta porkkanan kaliumpitoisuuteen. Kaikki muut, paitsi pienyrittäjän valmistaman tuorekuution kaliumpitoisuus ei sopinut kokonaisen porkkanan hajonnan sisään.

6 POHDINTA

6.1 Tutkimustulosten arviointia

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten hyvin ravintoaineiden koostumustietokantojen (Fineli ja Nutrica) kokonaisesta ja keitetystä porkkanasta ilmoitetut ravintoaineiden määrät pitävät paikkaansa. Määritettäviksi ravintoaineiksi valittiin vitamiineista beetakaroteeni ja alfatokoferoli sekä kivennäisaineista kalsium, magnesium ja kalium. Porkkananäytteistä tehdyt määritykset antoivat viitteitä siitä, että ammattikeittiöissä tarjottujen porkkanatuotteiden ja siten myös porkkanaa sisältävien ruokavalion koostumus saattaa olla hyvinkin erilainen kuin ravintoaineiden koostumustietokantojen ja niiden kautta ruokapalvelusovellusohjelmien perusteella näyttää. Erityisesti huomio kiinnittyi beetakaroteeniin, jonka tärkeimpiin lähteisiin porkkana kuuluu. Tämän tutkimuksen mukaan koostumustietokannat yliarvioivat beetakaroteenin sekä kalsiumin ja kaliumin määrät porkkanatuotteissa.

Elintarvikekoostumustietokantoja pidetään ammattikeittiösektorilla luotettavina ja niiden perusteella arvioidaan valmistetun ruuan ravitsemuksellista laatua, koska muuta tietoa ei ole käytettävissä. Herääkin kysymys, että mikä merkitys on ravitsemussuosituksilla, jos niiden seurantaan joudutaan käyttämään virheellisiä tai puutteellisia tietoja? Porkkananäytteistä saadut tulokset olivat tosin osittain ristiriitaisia aikaisempiin tutkimuksiin verrattuna, joten tämän tutkimuksen perusteella voidaan sanoa tulosten kertovan porkkanatuotteiden sisältämien ravintoarvojen suuruusluokista ja vaihtelusta. On todettava myös, että kirjallisuusosiossa esitelty kasvisraaka-aineesta tehdyt ravintoaineanalyysit poikkeavat toisistaan, joka osoittaa niiden olevan haasteellisia tutkittavia.

Tutkimustuloksissa haluttiin osoittaa porkkanatuotteiden sisältämä ravintoaineiden hajonta keskiarvon sijaan. Hajonnan perusteella on mahdollista havaita, kuinka paljon lautasen todellinen ravitsemuksellinen laatu vaihtelee. Ruokapalvelusovellusohjelmat osoittavat ammattikeittiön valmistavan ravitsemussuosituksien mukaisia annoksia, mutta pahimmassa tapauksessa pitkällä aikavälillä yksilön ravintoaineiden saanti voi jäädä hyvinkin alhaiseksi. Vaikka tutkimuksen oletuksena oli, että hajonta porkkanatuotteiden kohdalla on suurta, niin hajonnan suuruus yllätti. Tutkimuksen näytteet noudettiin eri paikosta, mikä tosin lisää hajonnan suuruutta. Tuloksissa päästiin kuitenkin lähelle sitä tavoitetta, että haluttiin nimenomaan osoittaa myös lautasella olevan näennäisesti samanlaisen porkkanatuotteen ravintosisällön vaihtelee-

vuus. Vaikka ruokapalvelusovellusohjelma ilmoittaa ruokailijan saavan tietystä määrästä esimerkiksi porkkanaraastetta tietyn määrän beetakaroteenia, niin todellisuudessa se voi olla jotakin muuta.

Myös ravitsemisalan ammattilaiset ovat kiinnittäneet huomiota koostumustietokantojen puutteellisiin/vääriin ravintoarvoihin. Laskennallisten arvioiden tilalle olisi saatava todellisia ravintoarvotietoja. Erityisesti sairaiden joukkoruokailussa ravitsemushoito on merkittävässä osassa. Ongelma puutteellisista ja vääristä ravintosisällöistä on koostumustietokannoissa myös muiden kuin kasvien kohdalla. Koostumustietokantojen päivittäminen ajan tasalle vaatii lisää resursseja.

Finelin ja Nutrican ilmoittamissa arvoissa tutkimuksessa määritetyt ravintoarvot oli ilmoitettu samoiksi tai laskennallisin perustein suuremmiksi kypsissä kuin raaoissa porkkananäytteissä. Tässä tutkimuksessa porkkananäytteistä analysoidut ravintoaineet vaihtelivat paljon, mutta olivat pääasiassa samaa suuruusluokkaa sekä raaoissa että kypsennetyissä näytteissä. Kirjallisuuden mukaan analysoidut vitamiinit (beetakaroteeni ja alfatokoferoli) ovat paremmin elimistön käytettävissä kypsennetyistä kuin raaoista porkkanoista. Kivennäisaineita on myös vaihtelevasti eri tavoin käsitellyissä porkkanatuotteissa. Kuitenkaan ei ole mahdollista eikä järkevää ilmoittaa ravitsemuksellisesti parhaita porkkanatuotetta. Suosituksena ammattikeittäjille voisikin olla, että porkkanatuotteita pitää tarjota vaihdellen, koska siten niiden sisältämät ravintoaineet saadaan varmimmin elimistön käyttöön.

Raa'at porkkanat tarjotaan julkisen sektorin ammattikeittiöissä paloiteltuina lohkoina ja useimmiten salaattipöydässä raasteena. Kypsennetyt porkkanat ovat tarjolla paloiteltuina tai soseena lämpimänä lisäkkeenä tai kylmän/lämpimän ruoan raaka-aineena. Jonkun verran käytetään myös porkkanamehua. Prosessointi tehdään joko ammattikeittiössä tai nykyisin enenevässä määrin elintarvikealan yrityksessä. Nykyisten ammattikeittiöiden ruoanvalmistusprosessit, kuten yhdistelmä- ja höyrykeitto säilyttävät kivennäisaineet paremmin kasviksissa kuin vedessä keittäminen.

Tutkimuksessa tärkeä tavoite oli selvittää erilaisten prosessointien vaikutusta porkkanan ravitsemukselliseen laatuun. Kirjallisuuskatsaus ja tutkimustulokset osoittavat, että pakastetuissa vihanneksissa ravitsemuksellinen laatu säilyy korkeana ja porkkanoissa beetakaroteeni säilyy paremmin kuin tuoreena säilytettäessä, koska pakastus tapahtuu mahdollisimman nopeasti korjuun jälkeen. Toisaalta vihannekset ryöpätään ennen pakastusta, jolloin vesiliukoisten vi-

tamiinien ja antioksidanttien pitoisuus niissä pienenee. Rasvaliukoiset vitamiinit, kuten A- ja E-vitamiini säilyvät paremmin ja ne jopa imeytyvät paremmin elimistöön käsittelyn jäljiltä. Pakastevihannesten etuna on myös niiden pitkä säilyvyysaika, jolloin kesäkauden vihanneksia voidaan nauttia koko vuoden.

Prosessit vaihtelevat paljon ammattikeittiöissä ja myös elintarviketeollisuudessa. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, onko teollisuuden valmistamassa porkkanaraasteessa, joka on pesty ja lingottu kuivaksi, yhtä hyvä ravitsemuksellinen laatu kuin ammattikeittiössä valmistetussa. Tässä epäonnistuttiin, koska sesonkiaikaan syksyllä edellä mainittua porkkaraastetta ei yleensä tilata keittiöön. Ohjeistus keittiöiden suuntaan jäi hieman epäselväksi, koska siinä korostettiin normaalitoimintaa ja näytteiksi saatiin pk -yrittäjän valmistamaa raastetta, joka on prosessoitu lähes samalla menetelmällä kuin keittiössä itse valmistettu raaste. Myöskään aikaisemmista tutkimuksista ei löytynyt sellaisia, joissa olisi analysoitu porkkanan erilaisten raastamisprosessien vaikutusta ravintoarvoon. Elintarviketeollisuusyritykset keskittävät ravintoarvotutkimukset valmisruokiin lähderaaka-aineen sijaan. Niille ravintosisältötutkimuksia tärkeämpää on luonnollisesti raaka-aineen soveltuvuus tuotantoprosessiin. Myös niissä käytetään osittain Finelin ja Nutrican ilmoittamia ravintoarvotietoja.

Ryöppäyksen, keittämisen ja pakastuksen vaikutuksista karotenoideihin oli tutkimustietoa saatavilla. Valitettavasti niistä saadut tulokset eivät ole suoraan verrannollista suomalaisten ammattikeittiöiden prosesseihin. Ammattikeittiöissä ruuanvalmistusmenetelmät vaihtelevat toimipaikoittain ja maittain. Sen vuoksi muualla kuin Suomessa tehdyt tutkimukset käsittelyn vaikutuksesta elintarvikkeiden ravitsemukselliseen laatuun eivät välttämättä suoraan päde meillä. Keittiön teknologia eri maissa on vaikuttanut siihen, mitä ruuanvalmistusmenetelmiä on tutkittu. Aikaisemmin ammattikeittiöissä sekä tuoreet että pakastetut kasvikset keitettiin vedessä kotitalouskeittiön tyyliin. Nykyisin keittiöiden käytössä ovat monitoimiuunit, jotka kypsentävät kasvikset valitussa lämpötilassa yhdistelmä- tai höyrykeitossa. Puolueetonta tietoa niiden ravintoaineita säilyttävistä prosesseista on mahdotonta saada, koska niiden tekijöinä ovat laitevalmistajat.

Kokonaisista raaoista porkkanoista beetakaroteenin hyväksikäytettävyyys oli tutkimustiedon mukaan huonompaa kuin kypsistä, joten se tulisi huomioida vanhusten ja sairaiden ravitsemuksessa tarjoamalla kypsennettyjä tuotteita, joiden ruuan ravintoainetiheys olisi saatava mahdollisimman korkeaksi. Rasvalisää suositellaan sekä raakana että kypsennettynä tarjottavien porkkanoiden kanssa. Normaali ateria sisältää yleensä riittävän määrän (3–5 g) rasvaa,

joten silloin ylimääräinen rasvalisä ei ole tarpeen. Rasvasisältö on eduksi myös alfatokoferolin imeytymisessä.

Lautaslaatuselvityksen osana tehtiin ammattikorkeakoulun opinnäytetyönä myös aistinvarainen arviointi, jossa ulkomainen porkkanakuutio arvioitiin suutuntumaltaan ja kokonaisuimelyttävyydeltään merkittävästi huonommaksi kuin vastaavat kotimaiset esikypsennetyt vakuu-porkkanat tai keittiössä itse valmistetut porkkanakuutiot. Saatu tulos pakastettujen porkkanoiden vähemmän hyvästä mausta verrattuna muihin tarjolla olleisiin vaihtoehtoihin ei tue porkkanoiden tarjoamista pakastettuna. Vaikka porkkanoiden pakastaminen tuotantoalueella säilyttää niiden ravintoarvon korkealla, niin jäävätkö ne syömättä ja ravintoaineet niistä saamatta? Aistinvaraisen raadin arviointituloksiin viitaten, tulisi pilkottujen porkkanoiden muotoon ja kokoon kiinnittää myös huomiota, sillä erikokoiset palat kypsyvät epätasaisesti, mikä huonontaa porkkanoiden ulkonäköä ja suutuntumaa. (Honkanen ja Hämäläinen, 2011)

6.2 Tutkimusasetelman arviointia

Porkkanatuotteista analysoitavat ravintoaineet oli määritetty ennakkoon Lautaslaatuselvityksen ennakkosuunnittelussa. Karotenoidien, erityisesti beetakaroteenin määrittystä pidettiin luonnollisesti tärkeänä, koska porkkanat ovat niiden merkittävin lähde. Kivennäisaineiden määrittystarpeen lähtökohtana oli ollut alustava ennakkotutkimus laboratoriossa, jossa oli analysoitu porkkanaraasteiden kivennäisainepitoisuuksien eroja. Pienimuotoisessa tutkimuksessa oli simuloitu elintarviketeollisuuden porkkanaraasteelle tekemää pesu-linkous-pakkauskäsittelyä, jonka mukaan kivennäisaineiden hävikki oli ollut suurta. Tämän vuoksi tutkimukseen oli valittu tiettyjä tärkeitä kivennäisaineita, kalsium, magnesium ja kalium. Tutkimussuunnitelman edetessä keskusteltiin myös mahdollisesta lykopeenin analyysistä, joka hylättiin todeten porkkanan sisältävän sitä niin pieniä määriä. Määrittelyiksi valitut ravintoaineet ovat ravitsemussuosituksen kannalta merkittäviä. Uusiin ravitsemussuosituksiin on ehdotettu seleenin saannin lisäämistä, jonka vuoksi sen määrä olisi ollut mielenkiintoista selvittää tutkimukseen valituista porkkanatuotteista. Lisäksi tutkimus oli rajattava tiettyyn määrään näytteitä, ettei siitä olisi tullut liian työlästä toteuttaa pro gradu työnä.

Atomiabsorptiospektrometria -menetelmää käytetään yleisesti kivennäisaineiden määrittämisessä. Näin ollen tutkimuksessa saadut tulokset ovat vertailtavia muista tutkimuksista saatujen kalsium-, magnesium- ja kaliumarvojen kanssa, joissa on käytetty samaa menetelmää. Beeta-

karoteenin ja alfatokoferolin määrittymenetelmät vaihtelevat. Tässä tutkimuksessa käytettiin kahden artikkelin pohjalta asiantuntijan koostamaa menetelmää. Saadut tulokset olivat yhdenmukaisia verrattuna aikaisempiin porkkanoiden tehtyihin beetakaroteenitutkimuksiin. Menetelmänalyysin sijaan tutkimuksessa oli merkittävänä ravitsemisnäkökulma. Siinä keskityttiin ammattikeittäjiä ja ravitsemisalalan asiantuntijoita palvelemaan tutkimusasetelmaan, ei eri menetelmien ja niistä saatujen tulosten vertailuun. Voidaan todeta, että se olisi kokonaan toisen tutkimuksen mielenkiintoinen aihe.

Tulosten tarkastelussa kannatta ottaa huomioon myös määrittymen tekijän kokemattomuus. Esimerkiksi kivennäisaineista määritetyissä arvoissa oli yleisesti paljon hajontaa. Yritin etsiä mahdollisia virheitä omasta työskentelystäni laboratoriossa. Lopulta tulin kuitenkin siihen johtopäätökseen, että porkkanalajikkeet ja maaperä, jossa porkkanat kasvavat vaihtelevat, joten se vaikuttaa myös kivennäisainepitoisuuksiin. Näytteitä noudettiin kahdesta eri ammattikeittäjästä, joilla on eri porkkanatoimittajat.

6.3 Tulosten hyödynnettävyyden arviointia

Aluetaloudellisesta näkökulmasta tarkasteltuna tutkimus herättelee ajattelemaan työllisyyttä ammattikeittäjiä ja pienissä paikallisissa elintarvikealan yrityksissä. Nykyisin ammattikeittäjiä vain osa ruoanvalmistuksen työvaiheista tehdään paikan päällä. Suurin osa käyttää elintarviketeollisuuden komponentteja, puolivalmisteita tai valmisruokia. Tuotteet voivat olla alkuperältään kotimaisia, mutta kasvavassa määrin ne ovat tuontituotteita tai ulkomaisista raaka-aineista ulkomailla valmistettuja. Vaikka tutkimustulokset eivät osoita ulkomaalaisen porkkanatuotteen olevan kotimaista huonompi tai parempi, niin voidaan kuitenkin todeta, että vähemmän prosessoitujen ja paikallisten tuotteiden käyttäminen pääasiassa verotuloja käyttävissä julkisen sektorin ammattikeittäjiä tukisi kestävä kehitys, aluetaloutta ja työllisyyttä.

Kirjallisuusosaan kootun tutkimustiedon perusteella voitiin osoittaa, että eri tavoin prosessoitujen porkkanatuotteiden vaihteleva käyttö on järkevää. Sesonkituotteina porkkanoiden käyttöä voidaan lisätä helposti ammattikeittäjiä ottamalla ne monipuolisesti käyttöön. Porkkanaseen lisäys parantaa esimerkiksi kalamassojen väriä sekä ravintoarvoa. Kaikenlaisten juuresten käytön lisäämisellä voitaisiin vähentää ruokalajien sisältämää lihamäärää, mikä taas pienentää aterioiden ympäristökuormaa. Raakojen pilkottujen porkkanoiden tai niin sanottujen naposteluporkkanoiden tarjoamista välipalatuotteena voitaisiin lisätä. Vaikka pakastami-

nen tuotantoalueella heti sadonkorjuun jälkeen säilyttää porkkanassa beetakaroteeniarvon korkealla, olisi ympäristön kannalta suositeltavampaa tarjota ne vähemmän prosessoituna. Ympäristön kannalta suositeltavaa on myös lähialueella tuotettujen porkkanoiden kylmävarastointi ilman kaukaa kuljettamista.

Uutena ruoanvalmistusmenetelmänä ammattikeittiöihin on tulossa cook & chill, jossa ruoka valmistetaan, pakataan, jäähdytetään, ja kuumennetaan tarjoiluhetkellä uudelleen. Tutkimuksen kirjallisuusosasta käy ilmi, että porkkanoiden ryöppäyksen ja keittämisen aiheuttamia karotenoiditappioita on tutkittu. Myös tässä tutkimuksessa saatiin viitteitä siitä, kuinka paljon ammattikeittiön perusprosessi yhdistelmäuunissa kypsentaen vaikuttaa porkkanan beetakaroteenipitoisuuteen. Tuloksia on kenties mahdollista hyödyntää, kun etsitään sellaista cook & chill prosessia, joka säilyttää parhaiten ravintoaineet porkkanassa.

6.4 Jatkotutkimusmahdollisuuksia

Tutkimuksen kaikki tulokset olivat sesonkiaikaan noudetuista näytteistä. Olisi ollut mielenkiintoista jatkaa tutkimusta tekemällä ravintoaineanalyysit myös keväällä. Vaikka raaka-aineena porkkana on beetakaroteenisällöltään vaihtelevaa, niin suuntaa antavia tuloksia olisi mahdollista saada, jotka tukisivat kenties ammattikeittiöitä suunnittelemaan kausiruokalistoja sekä ravitsemisalán asiantuntijoita kehottamaan asiakkaitaan sesonkiaikaisten tuotteiden käyttöön. Myös muiden kasvisten sesonkiaikaista ravintosisältötutkimusta olisi hyvä saada lisää.

Yksi jatkotutkimusmahdollisuus oli tutkimuksessa puutteelliseksi jäänyt elintarviketeollisuuden valmistaman pestyn ja lingotun porkkanaraasteen ravintosisällön selvittäminen. Olisi mielenkiintoista tietää, kuinka paljon vesiliukoisia kivennäisaineita huuhtoutuu prosessoinnin eri vaiheissa. Jatkotutkimuksella saataisiin kenties selville, onko tuore, juuri valmistettu ja tarjoiltu porkkanaraaste ravitsemukselliselta laadultaan parempaa kuin aikaisemmin tehty. Ammattikeittiöihin tuodaan usean päivän raaste kerrallaan. Epäselvää on, kuinka hyvin ravintoaineet säilyvät siinä. Yritykset ovat tutkineet ja varmistaneet tuotteen hygieenisen laadun säilymisen, mutta ravitsemuksellinen laatu jää helposti toisarvoiseksi. Elintarviketeollisuudessa valmistettujen tuotteiden prosesseiden puolueeton ravintosisältövertailu olisi tarpeellista.

Hygieniasäädösten mukaan ruoka saadaan lämpö- tai kylmäsäilyttää ammattikeittiön ruokalinjastossa enimmillään kaksi tuntia. Liian vähän on tietoa siitä, kuinka paljon lämpö- tai kylmäsäilytysaika vaikuttavat ravintoainepitoisuuksien muutoksiin. Uudessa jo mainitussa cook & chill -menetelmässä on oletettavaa, että kylmä- ja lämpösäilytysajat linjastossa tulevat lyhenemään, mutta valmis ruoka kylmäsäilytetään jopa viisi vuorokautta. Myös tämän prosessin vaikutuksista ravintoainesisältöön olisi saatava lisää puolueetonta tietoa.

6.5 Lopuksi

Porkkanaa suosittuna viljely- ja käyttökasvina on tutkittu paljon. Tutkimukset ovat liittyneet ravintoarvotutkimusten ohella satomääriin ja lajikeominaisuuksiin. Prosessoinnin vaikutusta porkkanan ravintosisältöön on myös analysoitu, mutta yhtään tutkimusta, jossa tuotteita vertaillaan ammattikeittiöissä käytetyt tuotteet huomioiden, ei löytynyt. Se ei yllättänyt, koska maailmanlaajuisesti ammattikeittiöitä ei koeta yhtä merkittävänä kuin Suomessa ja Ruotsissa, joissa julkinen ruokapalvelu on merkittävä yhteiskunnallinen tuote. Kouluruokailulla on pitkät perinteet ja meiltä haetaan mallia siitä muihin maihin. Tämän aseman hyödyntämistä voisi tehostaa esimerkiksi ammattikeittiösektorille suunnatuista ravitsemustutkimuksista.

Oma oppimiseni tutkimuksen teon eri vaiheissa on ollut monipuolista. Mielenkiinto ruoan ravitsemuksellisesta laadusta on edelleen lisääntynyt. Mielestäni oli tärkeää, että tein porkkanoiden ravintoainemääritykset alusta loppuun saakka itse. Ravintoaineanalyysien tekeminen laboratoriossa osoitti minulle haastavuuden ja tarkkuuden määritysten teossa sekä sen, kuinka herkkää ja pienistä asioista koostuvaa tulosten luotettava saaminen on. Jos nyt vielä saisin aloittaa alusta tutkimuksen teon, niin keskittyisin pelkästään porkkanan beetakaroteenin tutkimiseen ja sen muutoksiin erilaisissa porkkanatuotteissa.

Lähteet

- Aivo 2011. <http://www.aivo.se/fi/tuotteet/diet32/>; <http://www.aivo.se/fi/>. Luettu 21.11.2011.
- Aro A, Mutanen M, Uusitupa M, (toim.) Ravitsemustiede. Duodecim Oy. Keuruu.2012.
- Archana J. McEligot, Cheryl L. Rock, Thomas G. Shanks, Shirley W. Flatt, Vicky Newman, Susan Faerber, John P. Pierce. Comparison of Serum Carotenoid Responses between Women Consuming Vegetable Juice and Women Consuming Raw or Cooked Vegetables. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 1999 8; 227.
- Bernhardt S, Schlich E. Impact of different cooking methods on food quality: Retention of lipophilic vitamins in fresh and frozen vegetables. *Journal of Food Engineering.* 2006; 77: 327–333.
- Desobry SA, Netto FM, Labuza TB. Preservation of b-Carotene from Carrots. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* 1998; 38(5):381–396.
- Dietz JM, Kantha Sachi SRI, Erdman JW. Reversed Jr. Phase HPLC analysis of α - and β -carotene from selected raw and cooked vegetables. *Plant Foods for Human Nutrition.* 1988; 38: 333–341.
- Dutta Debjani, Raychaudhuri Utpal, Chakraborty Runy. Retention of β -carotene in frozen carrots under varying conditions of temperature and time storage. *African Journal of Biotechnology.* 2005; Vol. 4 (1): 102–103.
- Edwards AJ, Nguyen CH, You CS, Swanson JE, Emenhiser C and Parker RS. α - and β -Carotene from a Commercial Carrot Puree Are More Bioavailable to Humans than from Boiled-Mashed Carrots, as Determined Using an Extrinsic Stable Isotope Reference Method. *The Journal of Nutrition.* 2002; 132(2): 159–167.
- Emsley J. *Nature's Building Blocks – An A–Z Guide to the Elements.* Oxford University Press, New York, 2001.
- Fineli. Elintarvikkeiden koostumustietokanta. Terveysten ja hyvinvoinnin laitos. <http://www.fineli.fi/>
- Finravinto 2007. Löytyy http://www.ktl.fi/attachments/suomi/julkaisut/julkaisusarja_b/2008/2008b23.pdf
- Gebczynski P. Content of selected antioxidative compounds in raw carrot and in frozen product prepared for consumption. *Electronic journal of polish agricultural universities.* 2005; 9 (3).
- Grönros E-R, Haapanen M, Heinonen TR, Joki L, Nuutinen L, Vilkkamaa-Viitala M. Kielitoimiston sanakirja, 3. osa (S–Ö), hakusana vihannes. Kotimaisten kielten tutkimuskeskus, 2006; 566–567.
- Harden C. The Centre for Food Innovation at Sheffield Hallam University. Frozen Foods - Use and Nutritional Acceptability in Primary School Lunch Provision. The British Frozen Food Federation & Local Authority Catering Association. Report 2009.

- Haglund B, Hakala-Lahtinen P, Huupponen T, Ventola A-L. Ihmisen Ravitseemus. Porvoo 1998.
- Hedrén E, Diaz V and Svanberg U. Estimation of carotenoid accessibility from carrots determined by an in vitro digestion method. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2002; 56: 425–430.
- Honkanen M, Hämäläinen J. KestITÄ-hankkeen lautaslaatuselvityksen aistinvaraisen arvioinnin osuus. *Opinnäytetyö*. 56 s. Savonia ammattikorkeakoulu, Kuopio.
- Hoppu U, Kujala J, Lehtisalo J, Tapanainen H, Pietinen P (toim.) Yläkoululaisten ravitseemus ja hyvinvointi. Lähtötilanne ja lukuvuonna 2007–2008 toteutetun interventiotutkimuksen tulokset. *Kansanterveyslaitoksen julkaisuja*, B30/2008. <http://www.ktl.fi/portal/2920>
- Howard LA, Wong AD, Perry AK, Klein BP. β -carotene and ascorbic acid retention in fresh and processed vegetables. *J Food Sci*. 1999; 64:929–936.
- Jamix Oy. <http://www.jamix.fi/uudetsivut/jamix>. Luettu 22.11.2011.
- Kalt W. Effects of Production and Processing Factors on Major Fruit and Vegetable Antioxidants. *Journal of Food Science*. 2005; 70 (1): R11–R19.
- Kasvistase 2008, http://www.kasvikset.fi/Suomeksi/Asiakkaille/Kasvitieto/Kasvisten_kulutus
- Koch TC & Goldman IL. Relationship of Carotenoids and Tocopherols in a Sample of Carrot Root-Color Accessions and Carrot Germplasm Carrying Rp and rp Alleles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2005; 53: 325–331.
- Korus A. ja Kmiecik W. 2007. Content of carotenoids and chlorophyll pigments in kale (*Brassica oleracea* l. var. *acephala*) depending on the cultivar and the harvest date. <http://www.ejpau.media.pl/volume10/issue1/art-28.html>. Luettu 26.9.2011.
- Kumar S, Aalbersberg B. Nutrient retention in foods after earth-oven cooking compared to other forms of domestic cooking. 2. Vitamins. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2006; 19: 311–320.
- Lehtonen P, Sihvonen M-L. Laboratoriaoalan analyttinen kemia. Edita Prima 2004.
- Lee C. Y., Simpson K. L. and Gerber L. Vegetables as a Major Vitamin A Source in Our Diet. *New York's Food and Life Sciences Bulletin*. Number 126, 1989.
- Lemmens L, Van Buggenhout S, Van Loey AM, Hendrickx ME. Particle size reduction leading to cell wall rupture is more important for the β -carotene bioaccessibility of raw compared to thermally processed carrots. *J Agric Food Chem*. 2010; 58 (24):12769–76.
- Leskova E, Kubikova J, Kovacikova E, Kosicka M, Porubská J, Holcıkova K. Vitamin losses: Retention during heat treatment and continual changes expressed by mathematical models. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2006; 19: 252–276.

- Lisiewska Z, Gebczynski P, Bernas E, Kmiecik W. Retention of mineral constituents in frozen leafy vegetables prepared for consumption. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2009; 22: 218–223.
- Livny O, Reifen R, Levy I, Madar Z, Faulks R, Southon S, Schwartz B. β -carotene bioavailability from differently processed carrot meals in human ileostomy volunteers. *Eur J Nutr*. 2003; 42: 338–345.
- Mangels A, Holden J, Beecher G, Forman M, Lanza E. Carotenoid content of fruits and vegetables: An evaluation of an analytic data. *Journal of the American Dietetic Association*. 1993; 93(3): 284–296.
- McEligot AJ, Rock CL, Shanks TG, et al. Comparison of Serum Carotenoid Responses between Women Consuming Vegetable Juice and Women Consuming Raw or Cooked Vegetables. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*. March 1999; Vol. 8:227–231.
- Miglio C, Chiavaro E, Visconti A, Fogliano V, Pellegrini N. Effects of Different Cooking Methods on Nutritional and Physicochemical Characteristics of Selected Vegetables. *J. Agric. Food Chem*. 2008; 56: 139–147.
- Oude Griep LM, Geleijnse JM, Kromhout D, Ocke MC, Verschuren WM. Raw and Processed Fruit and Vegetable Consumption and 10-Year Coronary Heart Disease Incidence in a Population-Based Cohort Study in the Netherlands. *PLoS ONE*; 2010; 5: (10) e13609.
- Pinheiro Sant'Ana HM, Stringheta PC, Cardoso BSC, Cordeiro de Azeredo RM. Carotenoid retention and vitamin A value in carrot (*Daucus carota* L.) prepared by food service. *Food Chemistry*. 1998; 61: No. 1/2, 145–155.
- Puupponen-Pimiä R, Häkkinen ST, Aarni M, Suortti T, Lampi A-M, Eurola M, Piironen V, Nuutila AM, Oksman-Caldendey K-M. Blanching and long-term freezing affect various bioactive compounds of vegetables in different ways. *J Sci Food Agric*. 2003; 83:1389–1402.
- Ravintotase 2009. http://www.maataloustilastot.fi/mita-suomessa-syotiin-vuonna-2009_fi
- Rissanen T. Association of lycopene and dietary intake of fruits, berries and vegetables with atherosclerosis and cardiovascular diseases. *Kuopion yliopiston julkaisuja D. Lääketiede* 304. Kuopio 2003.
- Rock CL, Lovalvo JL, Emenhiser C, Ruffin MT, Flatt SW, Schwartz SJ. Bioavailability of β -Carotene Is Lower in Raw than in Processed Carrots and Spinach in Women. 1998 American Society for Nutritional Services.
- Ruokatieto. Tietohaarukka 2010 - Tilastotietoa elintarvikealasta. Ruokatieto Yhdistys ry.
- Saarela AM, Hyvönen P, Mättälä S, von Wright A, 2010. Elintarvikeprosessit. 3. uudistettu painos. 389 s. Savonia ammattikorkeakoulun julkaisusarja D.
- Scott JK. Current protocols in food analytical chemistry. 2001; F2.2.1-F2.2.10.
- Steffens, W. Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive

value of freshwater fish for humans. *Aquaculture*. 1997; 151: 97-119.

Särkkä-Tirkkonen M. Elintarvikkeen kokonaislaadun huomioiva analyysijärjestelmä QualityAnalysisCriticalControlPoint. Helsingin yliopisto, Ruralia instituutti. 28.6.2010.

Taloustutkimus Oy 2011. Suurkeittiötutkimus 2011.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. Ruoankulutus Suomessa 1950–2007. Luettu 26.10.2011. http://www.ktl.fi/portal/suomi/tietoa_terveydesta/elintavat/ravitsemus/kalvosarjoja/ruoankulutuksen_trendit/ruoankulutus_1950-2007/

Tike 2009. Mitä suomi syö? <http://www.maataloustilastot.fi/mita-suomi-syo>. Luettu 16.11.2010.

Törrönen R. Tutkimustietoa marjojen terveellisyydestä ja terveysvaikutuksista. Kuopion yliopisto, Kliinisen ravitsemustieteen yksikkö, ETTK. Kuopio 2006.

Yilmaz B, Öztürk M, Kadioglu Y, *Il Farmaco* 59. 2004; 723-727.

Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2005. Suomalaiset ravitsemussuosituksset – ravinto ja liikunta tasapainoon. Edita publishing. Helsinki 2005. <http://www.ravitsemusneuvottelukunta.fi/portal/>

Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2008. Kouluruokailusuositus. http://www.ravitsemusneuvottelukunta.fi/attachments/vrn/kouluruokailu_2008_kevyt_nettiin.pdf

van het Hof KH, West CE, Weststrate JA, Hautvast JGAJ. Dietary Factors That Affect the Bioavailability of Carotenoids. *The Journal of Nutrition*. 2000; 130: 503–506.

Weaver K, Ivester P, Chilton J, Wilson M, Pandey P, Chilton F. The content of favorable and unfavorable polyunsaturated fatty acids found in commonly eaten fish. *J Am Diet Assoc*. 2008;108:1178-1185.