

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/267703601>

Tutkimustietoa marjojen terveellisyydestä ja terveystvaikutuksista

Article

CITATIONS

4

READS

9,728

1 author:



Riitta Törrönen

University of Eastern Finland

114 PUBLICATIONS 9,969 CITATIONS

SEE PROFILE

Tutkimustietoa marjojen terveellisyydestä ja terveysvaikutuksista

Riitta Törrönen
Elintarvikkeiden terveysvaikutusten tutkimuskeskus (ETTK)
Kliinisen ravitsemustieteen yksikkö
Kuopion yliopisto



ESIPUHE

Tämä kirjallisuustutkimus marjojen terveellisyydestä ja terveysvaikutuksista on tehty Kuopion Teknologiakeskus Teknia Oy:n ja Kuopion seudun hyvinvointiosaamiskeskuksen toimeksiannosta. Kiitän kehityspäällikkö Anneli Tuomaista yhteistyöstä.

Raportti sisältää tieteellistä tutkimustietoa marjojen ravintoainekoostumuksesta, flavonoideista ja muista fenoliyhdisteistä sekä niistä vaikutuksista, joilla voi olla merkitystä ihmisen hyvinvoinnille ja terveydelle. Raportti ei käsittele kansanlääkintään liittyvää tietoa tai muita yleisiä käsityksiä marjojen vaikutuksista, joista ei ole olemassa tieteellistä näyttöä.

Raporttia päivitetään, kun merkittävää uutta tietoa julkaistaan. Otan mielelläni vastaan palautetta ja parantamishdotuksia sähköpostilla riitta.torronen@uku.fi.

Kuopiossa joulukuussa 2006

Riitta Törrönen

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	3
2 MARJOJEN RAVINTOAINEET	4
2.1 Hiilihydraatit	4
2.1.1 Sokerit	5
2.1.2 Kuitu	7
2.2 Rasvat.....	7
2.2.1 Metsämarjojen siemenöljyt	9
2.2.2 Tyrnin öljyt.....	11
2.3 Vitamiinit ja antioksidantit.....	12
2.3.1 C-vitamiini	13
2.3.2 E-vitamiini.....	14
2.3.3 Folaatti	15
2.3.4 Karotenoidit.....	16
2.4 Kivennäisaineet	16
2.5 Hapot.....	17
2.6 Yhteenvedo marjojen ravitsemuksellisista ominaisuuksista.....	18
3 MARJOJEN FLAVONOIDIT JA MUUT FENOLYHDISTEET	19
3.1 Fenolihdisteet ja niiden vaikutukset	19
3.2 Pitoisuudet marjoissa	21
3.3 Pitoisuudet suomalaisissa elintarvikkeissa.....	23
3.4 Pitoisuuksiin vaikuttavat tekijät	25
3.5 Prosessoinnin vaikutukset.....	26
3.6 Yhteenvedo marjojen fenolihdisteistä	27
4 TUTKIMUSTIETOA MARJOJEN TERVEYSVAIKUTUKSISTA	28
4.1 Antioksidatiivisuus	28
4.2 Antimikrobisuus	31
4.2.1 Suolistobakteerit	31
4.2.2 Helikobakteeri	31
4.2.3 Suun bakteerit.....	32
4.3 Karpalo ja virtsateiden terveys	32
4.4 Mustikka ja silmien terveys	34
4.5 Mustikka ja aivojen terveys	35
4.6 Marjojen siemenöljyjen terveysvaikutukset.....	36
4.6.1 Mustaherukka	36
4.6.2 Tyrni.....	36
4.6.3 Taikinamarja.....	37
4.7 Marjat ja syöpä	38
4.7.1 Syöpäsolujen kasvu	38
4.7.2 Ruokatorven syöpä	38
4.7.3 Paksusuolen syöpä.....	38
4.8 Haittavaikutuksia	38
4.9 Yhteenvedo marjojen terveysvaikutuksiin liittyvästä tutkimustiedosta	39
LÄHTEET	40

1 JOHDANTO

Marjat ovat Suomen ja muiden pohjoisten alueiden 'hedelmiä'. Suomen ilmastovyöhyke tarjoaa marjakasveille suotuisat kasvuolosuhteet. Suomi onkin maailman parhaita marjamaita, ja meillä on pitkät perinteet marjojen hyödyntämisessä sekä ruokakulttuurissa että lääkinällisissä tarkoituksissa. Huononakin vuotena luonnonmarjoja kypsyy noin 100 kg jokaista suomalaista kohti (www.arctic-flavours.fi/). Suomessa kasvaa noin 50 erilaista luonnonvaraista marjaa, joista 37 on syötäviä. Kerättäväksi soveltuvia, yleisempiä marjoja on kaiken kaikkiaan parikymmentä. Tunnetuimmat ja kaupallisesti arvokkaimmat marjat ovat puolukka, mustikka, vadelma, lakka, karpalo, tyrni ja variksenmarja. Vuotuisesta puolukka- ja mustikkasadosta on arvioitu hyödynnettävän vain 3-10 %. Yleisimmät viljellyt marjat ovat mansikka, vadelma, herukat, karviainen ja tyrni. Uusia tulokkaita ovat pensasmustikka, marja-aronia, marjatuomipihlaja ja makea pihlaja.

Marjat kuuluvat suositusten mukaiseen ruokavalioon ja niillä on monia hyviä ravitsemuksellisia ominaisuuksia. Pohjoisten alueiden asukkaille marjat ovat aina olleet tärkeitä vitamiinien ja hivenaineiden lähteitä. Nykyisin syömme tuontihedelmiä paljon enemmän kuin omia marjojamme, vaikka monet marjat ovat ravintosisällöltään niitä parempia. Toisin kuin monissa hedelmissä, marjoissa kuoretkin ovat syötäviä ja sisältävät arvokkaita ravinteita. Tieteellisen tutkimuksen kohteena marjat ovat viime vuosikymmenen aikana olleet erityisesti sisältämiensä fenoliyhdisteiden sekä siemenöljyjen rasvahappojen takia, ja näistä on nyt paljon tutkimustietoa olemassa, myös suomalaisista marjoista. Marjojen terveysvaikutuksia on selvitetty in vitro –tutkimuksissa, eläinkokeissa ja myös klinisiä tutkimuksia on tehty ja on parhaillaan meneillään meillä ja muualla.

Marjojen ravitsemukselliset ja terveystä edistävät ominaisuudet kiinnostavat niin marja-alan yrittäjiä ja muita toimijoita, ravitsemusasiantuntijoita, tiedotusvälineitä kuin kuluttajiakin. Uusin tieteellinen tieto on kuitenkin näille hankalasti saatavilla ja enimmäkseen hajallaan englanninkielisissä tieteellisissä julkaisuissa. Tiedotusvälineissä ja etenkin luontaistuotteiden markkinoinnissa tutkimukseen perustuva tieto ja kansanperinnetieto monesti sekoittuvat keskenään, tai tieteellistä tietoa tulkitaan väärin.

Tähän katsaukseen on koottu tieteellisiin tutkimuksiin perustuvaa tietoa marjojen ravitsemuksellisista ominaisuuksista ja terveysvaikutuksista. Tiedon lähteenä on käytetty Kansanterveyslaitoksen ylläpitämää Elintarvikkeiden koostumustietopankki Fineliä (www.fineli.fi) ja englanninkielellä julkaistuja alkuperäistutkimuksia eli tieteellisiä artikkeleita ja väitöskirjoja. Marjojen terveellisyydestä ja lääkinällisistä vaikutuksista on lisäksi olemassa paljon perinnetietoa ja muuta yleisesti hyväksyttyä tietoa ja käsityksiä. Niitä käsitellään vain jos niistä on tehty tieteellisiä tutkimuksia.

Katsaukseen koottu tieto osoittaa, että marjojen osuuden lisääminen ruokavaliossa parantaa sen ravitsemuksellista laatua sekä lisää flavonoidien ja muiden fenoliyhdisteiden saantia. Lisäksi se saattaa tuoda myös monenlaisia terveysvaikutuksia ja auttaa sairauksien ennalta ehkäisyssä; näistä vaikutuksista tarvitaan kuitenkin paljon lisätutkimuksia. Mutta jo olemassa oleva tutkimustieto kannustaa kuluttajia lisäämään marjojen käyttöä ja elintarviketeollisuutta kehittämään uusia innovatiivisia ja laadukkaita marjatuotteita oman liiketoimintansa ja kansanterveyden edistämiseksi.

2 MARJOJEN RAVINTOAINEET

Ravintoaineella tarkoitetaan elintarvikkeessa olevaa ainetta, josta saadaan energiaa ja/tai jota tarvitaan kasvuun, elämän ylläpitämiseen ja kehitykseen. Ne ovat kemiallisia yhdisteitä tai alkuaineita, joiden liian vähäinen saanti voi johtaa erilaisiin puutostauteihin. Ihmiselle välttämättömiä ravintoaineita on lähes 50 ja ne jaetaan makro- ja mikroravintoaineisiin. *Makroravintoaineita* ovat hiilihydraatit, proteiinit, rasva ja vesi. Niitä on elintarvikkeissa runsaasti, yleensä useita grammoja sadassa grammassa elintarviketta. Kivennäisaineet ja vitamiinit ovat *mikroravintoaineita*, sillä niiden pitoisuudet elintarvikkeissa ovat pienet, milligrammoja tai mikrogrammoja sadassa grammassa elintarviketta. *Ravintoainekoostumus* kertoo ravintoaineiden määrän eli ravintoarvon sadassa grammassa elintarviketta. Suomessa käytettävien elintarvikkeiden ravintoainekoostumustiedot ovat Kansanterveyslaitoksen ylläpitämässä FINELI[®]-koostumustietopankissa (www.finel.fi).

Elimistö tarvitsee ravintoaineita moneen tarkoitukseen. *Energiaravintoaineet* tuottavat energiaa ('polttoainetta') elintoimintojen ylläpitämiseen ja säätelyyn, kudosten kasvuun ja uudistumiseen, ruumiinlämmön ylläpitämiseen sekä liikuntaan ja työntekoon. Niitä ovat hiilihydraatit, rasvat ja proteiinit (sekä alkoholi). Elintarvikkeiden energiasisältö vaihtelee paljon. Se on yleensä kääntäen verrannollinen elintarvikkeen vesipitoisuuteen ja suoraan verrannollinen sen rasvapitoisuuteen. Tämän vuoksi kasvisten energiapitoisuus on yleensä pienempi kuin eläinkunnan tuotteiden. *Suojaravintoaineisiin* kuuluvat ravintoaineet, joiden puute aiheuttaa niille ominaisen puutostaudin. Niitä ovat proteiinit, vitamiinit ja kivennäisaineet. Proteiinit ja kivennäisaineet toimivat elimistön rakennusaineina. Vitamiinit, kivennäisaineet ja vesi säätelevät elintoimintoja.

Varsinaisten ravintoaineiden lisäksi elintarvikkeissa on monenlaisia muita aineita, jotka voivat vaikuttaa elintoimintoihimme, hyvinvointiimme ja terveyteemme (esimerkiksi flavonoidit). Näiden lisäksi elintarvikkeissa on muun muassa väriaineita, aromiaineita, lisäaineita ja vieraita aineita, jotka vaikuttavat elintarvikkeiden aistittavaan laatuun ja säilyvyyteen.

Marjat koostuvat pääasiallisesti vedestä, jonka osuus niiden painosta on 80-90 %. Kuiva-aineesta suurin osa on hiilihydraatteja (sokereita ja kuitua) sekä orgaanisia happoja; proteiineja (keskimäärin 0,7 g/100 g) ja rasvoja (keskimäärin 0,5 g/100 g) on vähän. Lisäksi niissä on ravitsemuksellisesti tärkeitä vitamiineja ja kivennäisaineita, sekä väriaineita ja aromeja, jotka ovat tärkeitä aistittavalle laadulle. Koska marjat sisältävät runsaasti vettä ja vain vähän rasvaa, niistä saa vain niukasti energiaa, tyrnimarjaa ja ruusunmarjaa lukuun ottamatta 20-50 kcal 100 grammassa (**Taulukko 1**). Pääosa marjojen energiasta saadaan sokereista.

2.1 Hiilihydraatit

Ravinnon tärkeimmät hiilihydraatit ovat sokerit, tärkkelys ja ravintokuitu. Niiden kaikkien perusyksikköinä ovat yksinkertaiset sokerit eli monosakkaridit. Nimitystä 'sokerit' käytetään, kun puhutaan yhdestä (monosakkaridit) tai kahdesta perusyksiköstä (disakkaridit) rakentuneesta hiilihydraatista. Yleisimmät syötävissä kasveissa esiintyvät monosakkaridit ovat *glukoosi* eli rypälesokeri ja *fruktoosi* eli hedelmäsokeri. Tavallinen sokeri eli *sakkaroosi* (ruokosokeri) on yleisin disakkaridi (kaksoissokeri) ja se muodostuu glukoosista ja ja

fruktoosista. Sakkaroosin pilkkoutumista esimerkiksi keittämisen aikana kutsutaan invertoitumiseksi ja syntynyttä glukoosin ja fruktoosin 1:1 seosta *inverttisokeriksi*.

Imeytymisensä perusteella hiilihydraatit jaetaan kahteen ryhmään: imeytyviin ja imeytymättömiin hiilihydraatteihin. Sokerit ja tärkkelys hajoavat ohutsuolessa ja imeytyvät vereen glukoosina (verensokeri eli veren glukoosi). Tärkkelys on kasvien energian varastomuoto. Se on useiden satojen tai tuhansien glukoosiyksiköiden muodostama ketjumainen hiilihydraatti, joka pilkkoutuu melko täydellisesti glukoosiksi ihmisen ruoansulatuskanavassa. Se on tärkein energiaa antava hiilihydraatti. Sitä on viljatuotteissa, perunassa, juureksissa, palkokasveissa ja raaoissa hedelmissä. Elimistö käyttää veren glukoosin energian lähteeksi. Ravitsemussuosituksen mukaan 50-60 % energiansaannista tulisi saada hiilihydraateista. Imeytymättömiä hiilihydraatteja kutsutaan *ravintokuiduksi*. Ne kulkeutuvat hajoamattomina paksusuoleen, jossa bakteerit hajottavat niitä. Niistä ei saada energiaa, mutta ne pitävät yllä suoliston terveyttä.

2.1.1 Sokerit

Sokerit ovat olennainen osa kaikkia marjoja ja hedelmiä. Niiden tasapainoinen maku ja aromi riippuvat sokerin ja hapon (ks. 2.5) suhteesta, ja ilman sokeria ne olisivat happamia ja karvaita. Marjan kypsyysasteesta riippuen sokerit ovat niissä joko vapaina sokereina (glukoosina, fruktoosina, sakkaroosina) tai tärkkelyksenä (Kilpi ja Tiainen 1997). Tärkkelyksen määrä on suurimmillaan raaoissa marjoissa. Kypsymisen aikana tärkkelys pilkkoutuu pienemmiksi sokereiksi, ja marjalle ominainen maku ja aromi muodostuvat. Sokereiden kerääntyminen marjaan jatkuu koko kypsymisen ajan, ja jos marja poimitaan raakana, sokeripitoisuus jää pieneksi. Kypsinä marjat ovat makeimmillaan, mutta ylikypsät marjat voivat sisältää jo huomattavasti vähemmän sokeria. Esimerkiksi kypsään mansikkaan varastoituneen sokerin määrä saattaa marjan ylikypsyessä pudota raa'an mansikan tasolle. Marjojen luontainen invertaasientsyymi voi pilkkoa glukoosista ja fruktoosista muodostuvan sakkaroosin kokonaan tai osittain inverttisokeriksi. Siksi suurin osa kypsän marjan sokereista on inverttisokeria ja sakkaroosin osuus on pieni.

Marjojen kokonaissokeripitoisuuteen vaikuttavat laji, lajike, maaperän ravinteet, päivän pituus, ilman lämpötila ja lämmönvaihtelut (Kilpi ja Tiainen 1997). Kylminä kesinä saadaan happoisempia ja huonommin säilyviä marjoja, lämpiminä sokeripitoisempia ja paremmin säilyviä. Aurinkoisen päivän jälkeen korjatut mansikat sisältävät enemmän sokeria ja ovat säilyvämpiä kuin pilvisenä päivänä kerätyt.

Marjojen sokeripitoisuus on suhteellisen pieni, 4-11 g/100 g (**Taulukot 1 ja 2**). Monissa vihanneksissa ja juureksissa on yhtä paljon sokereita kuin marjoissa. Tuontihedelmissä niitä on 20-25 % enemmän.

Turun yliopistossa (Kallio ym. 2000) on tutkittu kuuden mansikkalajikkeen (Senga Sengana, Jonsok, Korona, Polka, Honeoye ja Bounty) sokeripitoisuudet vuosien 1997 ja 1998 sadoista sekä useiden tyrnimarjalajikkeiden sokeripitoisuudet vuosien 2003 ja 2004 sadoista (Tiitinen ym. 2006) (**Taulukko 2**). Senga-, Jonsok- ja Honeoye-lajikkeissa oli vähemmän sokeria kuin Korona-, Bounty- ja Polka-lajikkeissa. Tavanomaisesti viljeltyjen ja luomuviljeltyjen mansikoiden välillä ei havaittu selkeää eroa. Kotimaisessa Sengassa oli enemmän sokereita kuin puolalaisessa. Tyrnimarjoista tunnistettiin glukoosin ja fruktoosin lisäksi etyyliiglukoosi. Sitä oli erityisen runsaasti Raisa-lajikkeessa, 45 % kaikista sokereista.

Taulukko 1. Marjojen ja hedelmien energia-, sokeri-, kuitu- ja rasvapitoisuuksia (100 grammassa)

Marja/hedelmä	Energia kcal	Sokerit g	Kokonaiskuitu g	Liukenematon kuitu g	Rasva g
Karpalo	22	3,5	3,3	2,8	0,7
Karviainen	29	5,4	3,4	2,3	0,4
Lakka	42	7,8	6,3	5,8	0,5
Mansikka	43	8,4	1,9	1,5	0,2
Mustaherukka	48	7,8	5,8	3,0	0,4
Mustikka	33	6,4	3,3	2,6	0,6
Pihlajanmarja	33	6,3	6,0	5,1	0,0
Punaherukka	47	7,5	5,0	2,3	0,4
Puolukka	34	6,7	2,6	2,1	0,5
Ruusunmarja	94	11,0	6,1	7,3	0,5
Tyrnimarja	79	6,3	6,0	5,1	5,0
Vadelma	34	4,1	3,7	3,3	0,8
Marja, keskiarvo	41	7,2	3,5	2,4	0,5
Appelsiini	43	8,9	2,1	1,2	0,3
Banaani	84	13,5	1,8	1,0	0,4
Greippi	32	6,5	1,4	0,9	0,3
Kiivi	42	6,8	2,7	2,3	0,6
Mandariini	42	8,2	1,9	1,0	0,3
Omena	29	6,6	1,5	0,7	alle 0,1
Päärynä	32	7,0	3,4	1,8	alle 0,1
Sitruuna	36	2,2	2,8	1,2	1,1
Vesimeloni	35	7,1	1,1		0,1
Viinirypäle	68	14,7	1,0	0,9	0,4

Lähde: FINELI[®] Elintarvikkeiden koostumustietopankki (versio 6), Kansanterveyslaitos

Helsingin teknillisessä korkeakoulussa (Viljakainen ym. 2002) on tutkittu viiden Suomessa viljellyn marjan ja kuuden metsämarjan sokeripitoisuudet. Tässä vertailussa eniten sokereita sisälsivät vadelma, valkoherukka ja karviainen (9,6-10,5 g/100 ml marjan mehua), ja vähiten variksenmarja, punaherukka ja karpalo (4,3-4,9 g/100 ml) (**Taulukko 2**).

Taulukko 2. Kotimaisten marjojen sokeripitoisuuksia (g/100 ml marjan mehua)

Marja	Glukoosi	Fruktoosi	Sakkaroosi	Kokonaismäärä	Tutkimus
Mansikka, 6 lajik.	1,9-4,5	2,1-4,1	0,9-3,9	5,4-11,0	Kallio ym. 2000
Mansikka	3,3	3,4	0,06	6,8	Viljakainen ym. 2002
Mustaherukka	3,2	3,6	0,2	7,0	Viljakainen ym. 2002
Punaherukka	2,2	2,4	0	4,6	Viljakainen ym. 2002
Valkoherukka	5,0	4,8	0	9,8	Viljakainen ym. 2002
Karviainen, pun.	4,4	4,7	0,5	9,6	Viljakainen ym. 2002
Mustikka	3,1	4,1	0,06	7,3	Viljakainen ym. 2002
Puolukka	4,2	4,2	0,1	8,6	Viljakainen ym. 2002
Karpalo	2,8	2,1	0,02	4,9	Viljakainen ym. 2002
Vadelma	4,7	5,7	0,05	10,5	Viljakainen ym. 2002
Lakka	2,5	2,7	0	5,2	Viljakainen ym. 2002
Variksenmarja	2,5	1,8	0,04	4,3	Viljakainen ym. 2002
Ruusunmarja, 2 laj.	3,6-3,9	4,4-4,7	0	8,0-8,6	Mattila ym. 2005
Tyrni, useita lajik.	1,5-4,2	0,2-3,5		*	Tiitinen ym. 2006

* lisäksi etyyliiglukoosia 0,3-1,0

2.1.2 Kuitu

Ravintokuiduksi kutsutaan imeytymättömiä hiilihydraatteja. Ne eivät imeydy ihmisen ohutsuoilesta, koska ruoansulatusentsyymit eivät pysty hajottamaan niitä. Vaikka kuitu ei imeydy, sillä on monia tärkeitä tehtäviä ihmisen ruoansulatuskanavassa. Kuitua on kahta eri tyyppiä. Selluloosa ja hemiselluloosa ovat *liukenematonta kuitua*, sillä ne sitovat itseensä vettä mutta eivät liukene siihen. Liukenematon kuitu ylläpitää suoliston toimintaa ja estää ummetusta lisäämällä ulosteen massaa, pehmentämällä sen rakennetta ja lisäämällä kulkeutumisenopeutta. Lisäksi se antaa kylläisyyden tunteen, mutta ei sisällä energiaa. Paksusuolella se vilkastuttaa bakteerien aineenvaihduntaa, millä saattaa olla edullinen vaikutus suoliston terveyteen. Beetaglukaani, pektiini ja kasvikumit muodostavat hyytelömäisiä vesiliuoksia ja niitä kutsutaan *liukenevaksi (geeliiytyväksi) kuiduksi*. Liukeneva kuitu hidastaa mahalaukun tyhjenemistä lisäämällä ruokamassan viskositeettia. Näin se hidastaa sokerin imeytymistä ja tasoittaa veren sokerin vaihteluita. Lisäksi se alentaa veren kolesterolia kiihdyttämällä sen poistumista ulosteeseen. Molempien kuitutyypin on todettu ehkäisevän ainakin paksusuolen syöpää.

Kuitua saadaan kaikista kasvikunnan tuotteista, mutta viljavalmisteet ovat parempi kuidun lähde kuin mitkään muut ruoka-aineet. Useimmissa kasvikunnan tuotteissa on sekä liukenevaa että liukenematonta kuitua. Vehnäissä ja rukiissa on pääasiassa liukenematonta kuitua, kaurassa ja ohrassa on myös liukenevaa beetaglukaania. Pektiniä on marjoissa, hedelmissä, perunassa, vihanneksissa ja juureksissa. Suomalaisten keskimääräinen kuidun saanti jää alle suositellun 25-35 grammaa päivässä. Mitä enemmän ruokavalio sisältää kuitua, sitä enemmän siinä yleensä on myös vitamiineja ja kivennäisaineita.

Useimmissa marjoissa kuitua on noin 3 grammaa 100 grammassa (**Taulukko 1**). Punaherukassa sitä on 5 g/100 g ja mustaherukassa, lakassa, tyrnimarjassa, pihlajanmarjassa ja ruusunmarjassa 6 g/100 g. Mattilan ym. (2005) tutkimuksessa ruusunmarjojen kokonaiskuitupitoisuus oli 6,7 (kurturuusu) ja 15,5 (koiranruusu) g/100 g. Hedelmissä kuitua on vähemmän kuin marjoissa, 1–3 g/100 g. Marjoissa on sekä liukenematonta että liukenevaa kuitua, pektiiniä. Marjat ovat kauran ja kasvien ohella tärkeitä liukenevan kuidun lähteitä ruokavaliossamme.

Marjojen pektiinimäärät vaihtelevat lajin ja kypsyyssasteen mukaan. Runsaasti pektiiniä sisältäviä marjoja ovat puolukka, karpalo, herukat, karviaismarja, vadelma ja pihlajanmarja (Kilpi ja Tiainen 1997). Mansikassa pektiiniä on vähän. Pektinipitoisuus on suurin vähän raaoissa ja juuri kypsyneissä marjoissa.

2.2 Rasvat

Rasvat ovat hyvä energianlähde, koska yksi gramma rasvaa sisältää yli 2 kertaa enemmän energiaa kuin sama määrä hiilihydraatteja tai proteiineja. Ihminen tarvitsee kohtuullisen määrän rasvaa, koska se sisältää välttämättömiä rasvahappoja ja rasvaliukoisia vitamiineja. Elimistössä rasvat toimivat solujen rakennusaineina, osallistuvat hermoston toimintaan, hormoniaineenvaihduntaan ja kasvuun. Elimistö muuttaa myös ylimääräisen hiilihydraatin ja proteiinin rasvaksi, joka varastoituu elimistöön. Nykysuosituksen mukaan rasvan osuus saisi olla korkeintaan 25-35 % päivittäisestä energian saannista.

Suurin osa ravinnon rasvoista on triglyseridejä, jotka koostuvat glyserolista ja rasvahapoista. Rasvahapot luokitellaan kaksoissidosten määrän perusteella tyydyttyneisiin, kertatyydyttymättömiin ja monityydyttymättömiin. Tyydyttyneessä rasvahapossa ei ole yhtään kaksoissidosta, kertatyydyttymättömässä on yksi ja monityydyttymättömässä kahdesta kuuteen kaksoissidosta. Kaikissa rasvoissa on sekä tyydyttyneitä että tyydyttymättömiä rasvahappoja. Niiden suhde ratkaisee, onko rasva pehmeää hyvää rasvaa vai kovaa huonoa rasvaa. Mitä enemmän rasvassa on tyydyttymättömiä rasvahappoja, sitä juoksevampaa se on.

Runsaasti *tyydyttyneitä rasvahappoja* sisältävä ruokavalio nostaa veren kolesterolipitoisuutta ja verenpainetta sekä heikentää elimistön sokeriaineenvaihduntaa. Merkittäviä tyydyttyneen rasvan lähteitä ruokavaliossamme ovat mm. rasvaiset maitovalmisteet, voi, rasvainen liha ja lihavalmisteet sekä leivonnaiset.

Kertatyydyttymättömistä rasvahapoista yleisin on öljyhappo, jota on erityisen runsaasti oliiviöljyssä ja rypsiöljyssä. Niitä on myös avokadossa, pähkinöissä ja siemenissä. Kertatyydyttymättömät rasvahapot alentavat veren kolesterolipitoisuutta.

Yleisimmät *monityydyttymättömät* rasvahapot ovat linolihappo, alfa-linoleenihappo, arakidonihappo, eikosapentaeenihappo ja dokosaheksaeenihappo, joista kaksi ensimmäistä on ihmiselle välttämättömiä. Niitä on runsaasti kasviöljyissä ja margariineissa sekä rasvaisissa kaloissa (lohi, silli, silakka). Kaksoissidostensa vuoksi näiden öljyjen rasvahapot hapettuvat (härskiintyvät) helpommin kuin tyydyttyneet ja kertatyydyttymättömät rasvahapot ja tarvitsevat suojakseen E-vitamiinia tai muita antioksidantteja (ks. 2.3). Näitä öljyjä ei suositella käytettäväksi kuumennettavissa ruoissa. Monityydyttymättömät rasvahapot alentavat veren kolesterolipitoisuutta, verenpainetta ja parantavat elimistön sokeriaineenvaihduntaa.

Elimistö pystyy muodostamaan tyydyttyneitä rasvahappoja sekä n-9- ja n-7-sarjan tyydyttymättömiä rasvahappoja. Sen sijaan n-6- (omega-6-) ja n-3- (omega-3-) sarjan monityydyttymättömiä rasvahappoja, linoli- ja alfa-linoleenihappoa, elimistö ei pysty muodostamaan. Muut rasvahapot eivät pysy korvaamaan niitä ja ne on saatava ravinnosta sellaisenaan. Siksi niitä kutsutaan *välttämättömiksi rasvahapoiksi*. Ne osallistuvat mm. solukalvojen toimintoihin, hermoston kehitykseen ja toimintaan, näön tarkkuuden ylläpitämiseen sekä toimivat hormoninkaltaisten yhdisteiden, eikosanoidien, esiasteena. Eikosanoidit (prostaglandiinit, tromboksaanit ja leukotrieenit) säätelevät lukuisia elintoimintoja, kuten verenpainetta, verihiihtaleiden kasaantumista sekä tulehdus- ja immunologisia reaktioita. Niiden vaikutukset voivat olla joko edullisia tai epäedullisia.

Linolihappo on välttämätön *omega-6-rasvahappo*, jossa on kaksi kaksoissidosta. Se voi muuttua elimistössä arakidonihapoksi, joka toimii solukalvojen rakenneosana sekä tiettyjen eikosanoidien lähtöaineena. Linolihappo toimii ihon pääasiallisena rasvahappona ja sen puute aiheuttaa ihon kuivumista ja hilseilyä. Linolihapon hyviä lähteitä ovat auringonkukkaöljy ja maissiöljy.

Alfa-linoleenihappo on välttämätön *omega-3-rasvahappo*, jossa on kolme kaksoissidosta. Se muuttuu elimistössä *eikosapentaeenihapoksi* (EPA), joka sekin on eräiden eikosanoidien lähtöaine, sekä *dokosaheksaeenihapoksi* (DHA), joka on tärkeä solukalvojen normaalille rakenteelle ja toiminnalle (mm. hermostossa ja silmän verkkokalvolla). Alfa-linoleenihappo on ruokavaliomme määrällisesti tärkein omega-3-rasvahappo (muita omega-3-rasvahappoja ovat

kalanrasvan EPA ja DHA). Alfalinoleenihappoa on paljon rypsiöljyssä ja erityisen paljon pellavasiemenöljyssä.

Terveyden kannalta on merkitystä sillä, missä suhteessa omega-6- ja omega-3-rasvahappoja saadaan ruoasta (Ravinnon välttämättömät rasvahapot, www.margariinitiedotus.fi). Jos ruokavalion omega-6/omega-3 –suhde on korkea, elimistössä muodostuu runsaasti arakidonihappoa. Arakidonihaposta syntyvien eikosanoidien ylituotantoa pidetään osasyynä useisiin länsimaisiin sairauksiin, kuten sydän- ja verisuonisairauksiin, aivoverenkierron häiriöihin, tiettyihin syöpiin, diabetekseen, reumaan ja psoriasisikseen. Pohjoismaisissa ravitsemussuosituksissa (2004) suhde on 3–9:1 (mitä pienempi, sen parempi). Monissa länsimaissa omega-6-rasvahappoja saadaan noin kymmenen kertaa enemmän kuin omega-3-rasvahappoja. Suomalaisessa ruokavaliossa omega-6- ja omega-3-rasvahappojen suhde on parempi (noin 4:1), koska meillä käytetään paljon rypsiöljyä ja rypsiöljypohjaisia margariineja, joista saadaan alfalinoleenihappoa. Rypsiöljyn omega-6/omega-3 –suhde on pienempi (parempi) kuin muiden ruokaöljyjen (rypsiöljy 2:1, soijaöljy 7:1, oliiviöljy 20:1, auringonkukkaöljy 155:1).

Marjoissa on vähän rasvaa, alle gramma sadassa grammassa (**Taulukko 1**). Eniten rasvaa on tyrnimarjassa, 5 g/100 g. Linolihappoa on 31-250 mg ja alfalinoleenihappoa 21-143 mg/100 g. Fineli-tietokannan mukaan näitä välttämättömiä rasvahappoja on eniten karpalossa, puolukassa ja mustikassa. Omega-6- ja omega-3-rasvahappojen suhde on marjoissa ihanteellinen, keskimäärin noin 1:1. Kolesterolia marjoissa ei ole.

Bere (2006) on tehnyt hypoteettisen laskelman, jossa norjalaisten 8-luokkalaisten tyttöjen keskimääräisen ruokavalion energiasta 5 % korvattiin samalla energiamäärällä marjoja (mustikka, puolukka ja lakka). Muutoksen ansiosta ruokavaliossa olisi vähemmän tyydyttynyttä rasvaa ja enemmän monitydyttymättömiä rasvahappoja. Siinä olisi myös vähemmän lisättyä sokeria, enemmän hedelmiä ja kasviksia, kuitua, E-vitamiinia, rautaa ja kalsiumia mutta vähemmän D-vitamiinia. Pohjoisten luonnonmarjojen sisällyttäminen norjalaistyttyjen keskimääräiseen ruokavalioon parantaisi siis monella tavalla sen ravitsemuksellista laatua.

2.2.1 Metsämarjojen siemenöljyt

Marjojen siemenet sisältävät siemenöljyä, jonka tehtävänä on toimia energiavarastona siementen itämistä ja sirkkalehtien kehittymistä varten. Anu Johansson tutki väitöskirjatyössään (Turun yliopisto, 1999) suomalaisten luonnonvaraisten marjojen siemenöljyjä. Tutkittujen marjojen siementen öljypitoisuudet olivat marjalajista riippuen 5-33 % ja öljynsaanto 2-27 g/marjakilo (**Taulukko 3**). Tuottoisimmat marjalajit olivat tuomi, vadelma ja tertuselja (21-27 g öljyä/marjakilo) sekä herukat (7-13 g/kg). Siementen koon ja öljypitoisuuden välillä havaittiin negatiivinen korrelaatio: mitä pienemmät siemenet marjalla on, sitä suurempi on öljypitoisuus (mustikka, juolukka, puolukka, karpalo).

Suomalaisten metsämarjojen siementen öljyt sisältävät terveydelle edullisia kerta- ja monitydyttymättömiä rasvahappoja, erityisesti öljyhappoa sekä ihmiselle välttämättömiä rasvahappoja eli linolihappoa ja alfalinoleenihappoa (**Taulukko 4**). Niiden määrasuhteet vaihtelevat huomattavasti marjalajista toiseen. Esimerkiksi pihlajan ja tuomen siemenissä ei ole juuri ollenkaan alfalinoleenihappoa. Tietyissä marjoissa on lisäksi epätyypillisiä rasvahappoja, joita ei ole muissa marjoissa. Ainoastaan herukat sisältävät ravitsemuksellisesti mielenkiintoisia monitydyttymättömiä rasvahappoja eli gammalinoleenihappoa (omega-6) ja

stearidonihappoa (omega-3). Tutkituista luonnonvaraisista herukkalajeista niitä oli eniten lapinpunaherukassa. Kasvupaikan maantieteellinen sijainti vaikuttaa sekä siementen öljypitoisuuteen että öljyn rasvahappokoostumukseen.

Taulukko 3. Metsämarjojen siemen- ja siemenöljypitoisuudet

Marja	Siementen osuus marjan painosta %	Sadan marjan paino mg	Siementen öljypitoisuus % kuivapainosta	Öljyn saanto g/kg marjaa
Mustaherukka	4,9	90	15,9	7,2
Lapin punaherukka	9,5	240	14,0	12,5
Taikinamarja (alppiherukka)	10,7	360	12,3	12,3
Ahomansikka	7,7	30	19,6	14,2
Vadelma	10,1	180	23,2	22,3
Lillukka	8,5	1480	10,2	8,1
Mesimarja	10,6	330	16,1	16,2
Lakka	12,2	760	11,9	13,7
Pihlajanmarja	4,4	320	19,9	8,2
Tuomi	20,2	2950	14,6	26,9
Tyrni	7,5	1480	10,6	7,5
Puolukka	1,4	30	30,6	4,1
Mustikka	2,9	10	30,5	8,5
Juolukka	2,6	20	23,9	5,9
Karpalo	0,7	60	30,6	2,0
Sianpuolukka	13,8	560	4,7	6,2
Riekonmarja	4,5	330	9,9	4,2
Variksenmarja (etel.)	4,4	100	8,2	3,4
Variksenmarja (pohj.)	3,0	130	7,1	2,0
Terttuselja	6,7	200	32,8	21,0

Lähde: Johansson ym. 1997

Helokkiöljy on tunnettu gammalinoleenihapon lähde. Sitä saadaan jättihelokin siemenistä. Jättihelokin siemenöljyssä on gammalinoleenihappoa 7-10 % eli vähemmän kuin herukoiden siemenöljyssä (11-16 %). Helokkiöljyä käytetään muun muassa atooppisen ihottuman lievittämiseen sekä helpottamaan premenstruaalisen syndrooman oireita (mielialan vaihtelut, rintojen arkuus ja erilaiset kivut).

Taulukko 4. Eräiden metsämarjojen siemenöljyjen rasvahappokoostumukset (prosenttiosuudet rasvahappojen kokonaismäärästä)

Rasvahappo	Mustaherukka	Lapin-punaherukka	Taikinamarja	Vadelma	Lakka
<i>Tyydyttyneet</i>					
Palmitiinihappo	5,2	3,8	5,2	2,5	2,4
Steariinihappo	1,8	1,2	1,1	1,0	1,3
<i>Kertatyydyttymättömät</i>					
Öljyhappo	10,3	13,5	18,6	10,6	14,2
<i>Monityydyttymättömät</i>					
Linolihappo (n-6)	48,2	38,5	36,1	49,5	41,1
Gammalinoleenihappo (n-6)	11,3	16,1	13,3		
Alfalinoleenihappo (n-3)	17,5	19,1	18,2	33,5	35,6
Stearidonihappo (n-3)	3,0	6,0	5,1		

Lähde: Johansson ym. 1997

Marjojen perinteisessä käytössä tuoremarjoina, hilloina ja mehuina siemenet ja niiden sisältämät ravintoaineet jäävät yleensä hyödyntämättä. Usein ne poistetaan ei-toivottuina aineksina jo valmistusprosessin aikana, ja elintarviketeollisuudessa marjojen siemenistä ja kuorista syntyykin suuret määrät puristusjätettä, joka jää hyödyntämättä. Toisaalta ne kestävän rakenteensa ansiosta kulkeutuvat ehjinä ruoansulatuskanavan läpi ja niiden sisältämät ravintoaineet eivät pääse imeytymään elimistöön. Marjojen siemenistä voidaan kuitenkin eristää öljyä, jotka koostumuksensa puolesta soveltuvat erinomaisesti ravitsemukselliseen ja kliiniseen käyttöön täydentämään välttämättömien rasvahappojen saantia.

2.2.2 Tyrnin öljyt

Tyrnimarjan öljyä on tutkinut Baoru Yang väitöskirjatyössään (Turun yliopisto, 2001). Tyrnimarjassa on öljyä sekä siemenessä että pehmeässä siemenettömässä osassa (marjalihassa ja kuoressa) ja näiden öljyjen rasvahappokoostumukset poikkeavat selvästi toisistaan. Marjojen painosta siementen osuus on 4-9 %. Suomalaisten tyrnimarjojen öljypitoisuus on keskimäärin 3,5 %, siemenettömässä osassa öljyä on noin 3 % ja siemenissä 11 % (g/100 g).

Tyrnimarjan määrällisesti tärkein rasvahappo on palmitoleiinihappo, seuraavaksi eniten on palmitiinihappoa, öljyhappoa ja linolihappoa (**Taulukko 5**). Palmitoleiinihappo on kertatyydyttymätön n-7-sarjan (omega-7) rasvahappo, joka on harvinainen kasvukunnassa. Sitä on vain marjan siemenettömän osan öljyssä.

Siemenöljyssä puolestaan on eniten monityydyttymätöntä linolihappoa ja alfa-linoleenihappoa sekä kertatyydyttymätöntä öljyhappoa. Tyrnin siemenöljy on siis hyvä välttämättömien rasvahappojen (linolihapon ja alfa-linoleenihapon) lähde ja sen omega-6/omega-3-suhde on terveyden kannalta edullinen.

Erialaisten rasvahappojen lisäksi tyrniöljyissä on muun muassa E-vitamiinia, karotenoideja ja kasvisteroleja.

Taulukko 5. Tyrnimarjan öljyjen rasvahappokoostumukset (prosenttiosuudet)

Rasvahappo	Siemenet	Siemenetön osa	Koko marja
<i>Tyydyttyneet</i>			
Palmitiinihappo	7,4	27,8	23,6
Steariinihappo	3,0	0,8	1,2
<i>Kertatyydyttymättömät</i>			
Palmitoleiinihappo	alle 0,5	32,8	26,0
Öljyhappo	17,1	17,3	17,2
Vakseenihappo	2,8	9,1	7,8
<i>Monityydyttymättömät</i>			
Linolihappo (n-6)	39,1	9,0	15,3
Alfa-linoleenihappo (n-3)	30,6	3,2	8,8

Lähde: Yang ja Kallio 2001

Korjuuajankohta vaikuttaa tyrnin marjojen öljypitoisuuteen ja rasvahappokoostumukseen. Se vaikuttaa nimenomaan pehmeän marjalihan öljyyn mutta ei juurikaan siemenöljyyn. Paras öljy saanto ja rasvahappokoostumus saadaan, kun marjat kerätään kypsinä, mutta ei ylikypsinä.

2.3 Vitamiinit ja antioksidantit

Vitamiinit ovat elimistölle välttämättömiä aineita, joita tarvitaan pieniä määriä ja joilla kullakin on omat tehtävänsä. Joitakin vitamiineja elimistö pystyy valmistamaan itse, mutta kaikkien vitamiinien saanti on myös ravinnosta useimmiten välttämätöntä. Vitamiinien puutos aiheuttaa tyypillisen sairauden, joka voidaan estää jo varsin pienillä vitamiinimäärillä. Vitamiinit eivät ole kemiallisilta ominaisuuksiltaan yhtenäinen ryhmä, vaan niiden kemialliset rakenteet poikkeavat paljon toisistaan. Ne jaotellaan liukoisuutensa mukaisesti vesiliukoisiin ja rasvaliukoisiin.

Vesiliukoisia ovat C-vitamiini sekä B-ryhmän vitamiinit tiamiini (B1), riboflaviini (B2), niasiini (B3), pyridoksiini (B6), pantoteenihappo, folaatti, biotiini ja kobalamiini (B12). Vesiliukoisia vitamiineja on saatava ravinnosta päivittäin, koska elimistö ei pysty varastoimaan niitä. Elimistön tarpeen ylittävät määrät erittyvät suurimmaksi osaksi virtsaan eivätkä yleensä aiheuta ylisääntä. Keittäminen, paistaminen ja pakastaminen vähentävät vitamiinien määrää elintarvikkeissa.

Rasvaliukoisia vitamiineja ovat A-, D-, E- ja K-vitamiini. Ne varastoituvat elimistöön, joten niitä ei tarvitse saada päivittäin. Niistä kertyy myös liika-annos elimistöön herkemmin kuin vesiliukoisista ja toistuvasti saadut liian suuret määrät voivat aiheuttaa myrkytysriskin. Elintarvikkeiden sisältämät rasvaliukoiset vitamiinit aiheuttavat harvoin myrkytyksiä, mutta myrkytysriski on olemassa käytettäessä vitamiinivalmisteita paljon yli suositeltavien määrien.

Vitamiinien saannissa kannattaa tavoitella tasapainoa. Ihminen voi huonosti, jos hän vitamiineja liikaa tai liian vähän. Ylimäärä aiheuttaa samanlaisia oireita kuin puutos. Liikasaanti ei ole vaarana, jos ottaa vitamiininsa ravinnosta.

Suomalaiset saavat ravinnostaan useimpia vitamiineja yli suositusten ja varsinaiset puutostaudit ovat Suomessa harvinaisia. Väestötasolla vain D-vitamiinin ja folaatin saanti voi olla suosituksiin verrattuna liian vähäistä.

Antioksidantit. Vaikka happi on ihmiselle elintärkeä, se voi olla myös vahingollista. Elimistössä voi pienestä osasta happea muodostua *vapaita happiradikaaleja*. Vapaat happiradikaalit ja muut reaktiiviset happiyhdisteet aiheuttavat niin kutsuttua *oksidatiivista stressiä (hapetusstressiä)*, ja nykykäsityksen mukaan ne edistävät elimistön vanhenemista ja vaikuttavat monien sairauksien syntyyn, kuten sydän- ja verisuonisairauksiin, syöpätauteihin ja ikääntymiseen liittyviin muutoksiin. Luonnossa ja ihmiskehossa on toisaalta myös aineita, jotka suojaavat vapaiden happiradikaalien vaikutuksilta. Näitä aineita kutsutaan *antioksidanteiksi*. Toimiva antioksidatiivinen puolustusjärjestelmä on välttämätön elimistön toiminnalle, hyvinvoinnille ja terveydelle. Ruoasta saatavia antioksidanteja ovat C-vitamiini (ks. 2.3.1) ja E-vitamiini (ks. 2.3.2), seleeni (ks. 2.4), beetakaroteeni, lykopeeni ja muut karotenoidit (ks. 2.3.4) sekä flavonoidit ja muut fenoliyhdisteet (ks. 3). Ne toimivat toisiaan suojaen, tehostaen ja täydentäen.

Seuraavissa kappaleissa käsitellään marjojen tärkeimpiä vitamiineja, C- ja E-vitamiineja, B-vitamiineista folaattia sekä A-vitamiinin esiasteita, karotenoideja. Monet tekijät vaikuttavat marjojen vitamiinipitoisuuksiin. Vaihtelua aiheuttavat perinnölliset tekijät (lajike), ympäristötekijät (kasvupaikan maantieteellinen sijainti, sääolosuhteet) ja marjan kypsäysaste.

2.3.1 C-vitamiini

C-vitamiini (*L-askorbiinihappo*) on antioksidantti, joka suojaa elimistöä haitalliselta hapettumiselta, lisää vastustuskykyä, ehkäisee väsymystä ja tulehduksia, on mukana luuston ja hampaiden muodostumisessa sekä edistää raudan imeytymistä. Sitä saadaan tuoreista marjoista ja hedelmistä, vihanneksista ja perunasta. Suositeltava saanti aikuisille on 75 mg/vrk. Liian pieni saanti aiheuttaa väsymystä, infektioherkkyyttä, verenvuotoa ja ientulehdusta, pitkäaikainen puute voi johtaa keripukkiin.

Askorbiinihappo hapettuu helposti *dehydroaskorbiinihapoksi*, jolla myös on C-vitamiiniaktiivisuutta. Hapettumista edistävät happi, lämpö, valo, metallit ja korkea pH. C-vitamiinin säilyvyys elintarvikkeissa riippuu hyvin paljon olosuhteista.

C-vitamiini on marjojen tunnetuin vitamiini ja antioksidantti. Sitä on erittäin runsaasti ruusunmarjassa ja paljon myös tyrnimarjassa, mustaherukassa, lakassa ja pihlajanmarjassa (**Taulukko 6**). Mattilan ym. (2005) tutkimuksessa ruusunmarjojen C-vitamiinipitoisuus oli 498-796 mg/100 g. Missään tuontihedelmässä sitä ei ole yhtä paljon kuin edellä mainituissa marjoissa. Yksi syy kotimaisten marjojen korkeaan C-vitamiinipitoisuuteen on maamme maantieteellinen sijainti. Suurin mahdollinen C-vitamiinipitoisuus saavutetaan, kun yölämpötila on selvästi päivälämpötilaa alhaisempi.

Taulukko 6. Marjojen ja hedelmien vitamiinipitoisuuksia (100 grammassa)

Marja/hedelmä	C-vitamiini mg	E-vitamiini mg	Karotenoidit mikrog	Folaatti mikrog
Karpalo	20	0,9	50	2
Karviainen	30	0,7	258	8
Lakka	100	3,0	241	30
Mansikka	60	0,6	44	36
Mustaherukka	120	2,2	542	8
Mustikka	15	1,9	310	12
Pihlajanmarja	98	1,2	159	10
Punaherukka	30	0,8	72	12
Puolukka	7,5	1,5	31	2
Ruusunmarja	1250	4,1	11 400	
Tyrnimarja	165	3,0	159	10
Vadelma	38	0,3	96	33
Marja, keskiarvo	44	1,2	159	17
Appelsiini	51	0,4	167	26
Banaani	10	0,2	30	12
Greippi	33	0,3	23	26
Kiivi	67	0,7	227	42
Mandariini	41	0,3	1 137	21
Omena	6	0,2	110	2
Päärynä	6	alle 0,1	132	2
Sitruuna	51	0,2	16	11
Vesimeloni	11	alle 0,1	4 862	2
Viinirypäle	5	0,7	105	2
<i>Suosittelava saanti/vrk</i>	75	8-10		300-400

Lähde: FINELI® Elintarvikkeiden koostumustietopankki (versio 6), Kansanterveyslaitos

MTT:llä on tutkittu C-vitamiinipitoisuuden vaihtelua kotimaisissa ja maahantuoduissa mansikoissa ja mustaherukoissa eri vuosina (Hägg ym. 1995). Kotimaisten mansikoiden C-vitamiinipitoisuus vaihteli eri vuosina (1987, 1988, 1992) välillä 33-58 mg/100 g ja tuontimansikoiden välillä 29-49 mg/100 g. Marjat olivat pakastettuja. Eri osissa Suomea samana vuonna (1992) kasvatettujen tuoreiden mansikoiden C-vitamiinipitoisuus vaihteli välillä 53-64 mg/100 g ja keskiarvo oli 60 mg/100 g. Tutkimuksessa verrattiin myös samassa paikassa (Piikkiö) kasvatettuja eri lajikkeita. C-vitamiinipitoisuudet olivat: Jonsok 50 (vuonna 1987), Hiku 44-56 (1987, 1992, 1993), Senga Sengana 59-65 (1987, 1992, 1993), Korona 72 (1992) ja Bounty 99 (1992) mg/100 g.

Kotimaisten pakastettujen mustaherukoiden C-vitamiinipitoisuus vaihteli eri vuosina välillä 50-134 mg/100 g ja tuontimarjojen välillä 52-129 mg/100 g (Hägg ym. 1995). Eri osissa Suomea samana vuonna kasvatettujen tuoreiden mustaherukoiden C-vitamiinipitoisuus vaihteli välillä 125-151 mg/100 g ja keskiarvo oli 137 mg/100 g.

Kuopion yliopistossa on tutkittu 14 mustaherukkalajikkeen C-vitamiinipitoisuudet (näytteet olivat peräisin MTT Karilan lajiketutkimuksesta; Matala 2000). C-vitamiinipitoisuus oli eri lajikkeilla hyvin erilainen. Suurin se oli Ben Tirran -lajikkeella (171 mg/100 g) ja pienin Polar-lajikkeella (73 mg/100 g). Tässä vertailussa Öjebyn-lajikkeen (nykyinen valtalajike) C-vitamiinipitoisuus oli 81 mg/100 g.

Turun yliopiston tutkimuksessa (Kallio ym. 2002) selvitettiin C-vitamiinipitoisuuksia eurooppalaisesta (alalaji *ramnoides*), venäläisestä (alalaji *mongolica*) ja kiinalaisesta (alalaji *sinensis*) tyrnimarjasta (yhteensä noin 40 näytettä). C-vitamiinipitoisuus määritettiin marjasta puristetusta mehusta. Eri näytteiden välillä oli suuria eroja C-vitamiinipitoisuudessa. Pienin pitoisuus oli alle 0,1 g/l (kahdessa venäläisessä lajikkeessa) ja suurin 13,2 g/l (kiinalaisessa villityrnissä). *Sinensis*-alalajin marjojen C-vitamiinipitoisuus oli suurempi ($8,6 \pm 2,4$ g/l) kuin *ramnoides*-alalajin ($1,7 \pm 0,5$ g/l) tai *mongolica*-alalajin ($0,5 \pm 0,5$ g/l) marjoissa. Satakunnassa kasvatettujen *ramnoides*-alalajin marjojen C-vitamiinipitoisuudet olivat samaa tasoa neljänä peräkkäisenä vuonna (1996-1999). C-vitamiinipitoisuus oli suurimmillaan elokuun lopussa (jolloin seuranta aloitettiin) ja väheni noin puoleen siitä marraskuun loppuun mennessä. Tiitinen ym. (2006) puolestaan tutkivat usean Suomessa kasvatetun tyrnilajikkeen C-vitamiinipitoisuudet. Lajikkeet olivat yhtä lukuun ottamatta venäläisperäistä *mongolica*-alalajia. Mehujen C-vitamiinipitoisuudet olivat 0,29-1,28 g/l.

Ruotsalaisessa tutkimuksessa (Gao ym. 2000) seurattiin kypsyysasteen vaikutusta tyrnimarjan C-vitamiinipitoisuuksiin. Tutkimuksessa oli kolme lajiketta (Botanitjetskaja, Trofimovskaja ja Aromatnaja) ja näytteet kerättiin kuutena päivänä elokuun 6. ja 25. päivän välillä (ennen 6.8. marjat eivät olleet syömiskelpoisia, 25.8. jälkeen ne olivat liian pehmeitä poimittaviksi). Kypsymisen edistyessä marjojen C-vitamiinipitoisuus laski (6.8. 105-110 mg/100 g ja 25.8. 65-93 mg/100 g lajikkeesta riippuen).

2.3.2 E-vitamiini

E-vitamiini on antioksidantti, joka suojaa elimistöä (mm. monityydyttymättömiä rasvahappoja) haitalliselta hapettumiselta ja suojaa solukalvoja. E-vitamiini ei tarkoita yhtä ainoaa yhdistettä, vaan se on yhteisnimitys useille E-vitamiinyhdisteille. Ruoassa E-vitamiini esiintyy tokoferoleina ja tokotrienoleina, joita esiintyy elintarvikkeissa luontaisesti yhteensä kahdeksan, joista tärkein on *alfa-tokoferoli*. Hyviä lähteitä ovat mm. kasviöljyt, margariini,

täysjyvävilja ja pähkinät. Suositeltava saanti on naisille 8 ja miehille 10 mg/vrk. E-vitamiinin puute on Suomessa erittäin harvinainen. Puute aiheuttaa ihon ja limakalvojen kuivumista.

E-vitamiiniyhdisteet hapettuvat helposti ja ovat herkkiä ilman hapelle, valolle ja joillekin metalleille kuten raudalle ja kuparille. Hapelta ja valolta suojattuna elintarvikkeiden E-vitamiini on varsin kestävä.

Myös E-vitamiinia on marjoissa jonkin verran enemmän kuin hedelmissä (**Taulukko 6**). Eniten sitä on ruusunmarjassa, tyrnimarjassa, lakassa ja mustaherukassa. Mattilan ym. (2005) tutkimuksessa ruusunmarjojen E-vitamiinipitoisuus oli 6,2-7,1 mg/100 g. Hedelmistä ainoastaan avokado sisältää E-vitamiinia lähes yhtä paljon (2,1 mg/100 g) kuin nämä marjat.

Tyrnimarjassa on E-vitamiinia sekä siemenissä että pehmytosassa. Turun yliopiston tutkimuksessa (Kallio ym. 2002) selvitettiin E-vitamiinipitoisuuksia eurooppalaisesta (alalaji *rhamnoides*), venäläisestä (alalaji *mongolica*) ja kiinalaisesta (alalaji *sinensis*) tyrnimarjasta (yhteensä noin 40 näytettä). Tutkittujen näytteiden E-vitamiinipitoisuus oli 4-22 mg/100 g, ja siitä oli pehmytosassa 77-97 % ja siemenissä 3-13 %. *Sinensis*-alalajin marjojen E-vitamiinipitoisuus oli suurempi (13 mg/100 g) kuin *rhamnoides*-alalajin (5 mg/100 g) tai *mongolica*-alalajin (6 mg/100 g) marjoissa. Pehmytosassa E-vitamiinipitoisuus oli suurimmillaan syyskuun alkupuolella, siemenissä marraskuun lopussa.

2.3.3 Folaatti

Yhdisteitä, joilla on samankaltaisia ravitsemuksellisia ja kemiallisia ominaisuuksia kuin foolihapolla, nimitetään *folaateiksi*. Ne ovat vesiliukoisia B-ryhmän vitamiineja, ja niitä on luonnossa ainakin 100 erilaista. Foolihappo on saanut nimensä siitä, että sitä on paljon lehtikasviksissa (folium = lehti). Hyviä lähteitä ovat tuoreet kasvikset, hedelmät ja marjat, pavut, täysjyvävilja sekä maksa. Ruoanvalmistuksessa osa folaatista tuhoutuu kuumuuden vaikutuksesta. Folaattia tarvitaan veren punasolujen ja elimistön muiden solujen muodostumiseen ja sen puute aiheuttaa megaloblastisen (suurisoluisen) anemian. Raskauden aikana folaatin puute voi aiheuttaa sikiölle hermostoputken kehityshäiriön (selkäydinvaurion). Tämä Suomessa harvinainen sikiön kehityshäiriö syntyy heti raskauden alussa, joten riittävästä folaatin saannista on huolehdittava jo ennen raskautta. Suositeltava saanti on 300 mikrog/vrk, fertiili-ikäisille naisille 400 mikrog/vrk. Suomessa folaatin saanti ruokavaliosta on niukkaa, mutta riittävää.

Folaatin riittäväällä saannilla saattaa olla merkitystä myös sydän- ja veriuonisairauksien ehkäisyssä, sillä se alentaa veren homokysteiinipitoisuutta. *Homokysteini* on elimistöissä syntyvä aminohappo, joka saattaa lisätä riskiä sairastua sydän- ja verisuonitauteihin. Sitä syntyy eläinvalkuaisen metioniinistä, jota on runsaasti lihassa ja maitotaloustuotteissa. Folaatti poistaa homokysteiniä muuttamalla sen takaisin metioniiniksi, ja liian vähäinen folaatin saanti nostaa veren homokysteiinipitoisuutta.

Marjoilla ei ole kovin suurta merkitystä B-vitamiinien saannissa. Folaattia on eniten mansikassa, vadelmassa ja lakassa, sadasta grammasta saa noin 10 % suositeltavasta päiväsaannista (**Taulukko 6**). Marjojen folaattipitoisuudet ovat samaa tasoa kuin hedelmissä ja vihanneksista tomaatissa ja kurkussa, mutta ovat pienempiä kuin monissa muissa vihanneksissa. Ruotsalaisessa väitöskirjatutkimuksessa (Strålsjö 2003, Strålsjö ym. 2003a) määritettiin seuraavat folaattipitoisuudet marjoista: ruusunmarja 100-180, mansikka 70-90, vadelma 46, tyrnimarja 39, mustikka ja marja-aronia 20, mustaherukka 17 ja pensasmustikka

11 µg/100 g. Sama tutkimusryhmä on raportoinut 13 mansikkalajikkeeseen kolmen satovuoden keskiarvoksi 47 µg /100 g (Strålsjö ym. 2003b). Mattila ym. (2005) määrittivät ruusunmarjan folaattipitoisuudeksi 43-52 µg /100 g.

2.3.4 Karotenoidit

Karotenoidit ovat kasvien väriaineita, karotenoidipitoiset kasvikset ovat väriltään keltaisia, punaisia tai oransseja. Nykyään karotenoideja tunnetaan lähes 600 eri yhdistettä, niitä ovat muun muassa beetakaroteeni, lykopeni ja luteiini. Ihmiselimestössä osa karotenoideista toimii A-vitamiinin esiasteena, ja elintarvikkeiden A-vitamiinipitoisuuteen lasketaan mukaan niiden karotenoidimäärä tietyillä aktiivisuuskertoimilla kerrottuna. Karotenoidit toimivat myös antioksidanteina sekä kasveissa että ihmiselimestössä. Parhaimpia karotenoidien lähteitä ovat tomaatti ja tomaattisose, porkkana ja vihreät kasvikset.

Marjoista karotenoideja on hyvin paljon ruusunmarjassa, muissa marjoissa eniten mustaherukassa ja mustikassa sekä keltaisissa marjoissa eli lakassa, karviaisessa, tyrnimarjassa ja pihlajanmarjassa (**Taulukko 6**). Hedelmissä karotenoideja on erittäin paljon vesimelonissa. Porkkana on tunnettu karotenoidien lähde ja siinä pitoisuus on paljon suurempi (yli 11 326 µg /100 g) kuin marjoissa ja hedelmissä, ruusunmarjaa lukuun ottamatta. Mattilan ym. (2005) tutkimuksessa määritettiin ruusunmarjoille porkkanaan verrattuna kaksinkertaisia pitoisuuksia (18 900-27 000 µg/100 g).

Ruotsalaisessa tutkimuksessa (Gao ym. 2000) seurattiin kypsyyssasteen vaikutusta tyrnimarjan karotenoidipitoisuuksiin. Tutkimuksessa oli kolme lajiketta (Botanitjetskaja, Trofimovskaja ja Aromatnaja) ja näytteet kerättiin kuutena päivänä elokuun 6. ja 25. päivän välillä (ennen 6.8. marjat eivät olleet syömiskelpoisia, 25.8. jälkeen ne olivat liian pehmeitä poimittaviksi). Kypsymisen edistytessä marjojen karotenoidipitoisuus nousi (6.8. 1,0-8,2 mg/100 g ja 25.8. 6,5-13,3 mg /100 g).

2.4 Kivennäisaineet

Marjoissa on mm. kaliumia, kalsiumia, fosforia ja magnesiumia sekä hivenalkuaineista rautaa ja seleeniä (**Taulukko 7**). Niistä saadaan vain vähän natriumia ja suhteessa paljon enemmän kaliumia, mikä on edullista verenpaineen kannalta. Sadasta grammasta marjaa saadaan kalsiumia, fosforia, magnesiumia ja rautaa 1-10 % ja seleeniä alle 1 % suositeltavasta päiväsaannista. Marjojen kivennäisainepitoisuudet ovat samaa tasoa kuin tuontihedelmien. Rautaa marjoissa on kuitenkin hieman enemmän kuin hedelmissä.

Taulukko 7. Marjojen ja hedelmien kivennäisainepitoisuuksia (100 grammassa)

Marja/hedelmä	Natrium mg	Kalium mg	Kalsium mg	Fosfori mg	Magnesium mg	Rauta mg	Seleeni mikrog
Karpalo	0,9	25	13	10	8	0,7	0,1
Karviainen	0,2	200	29	25	10	0,4	0,1
Lakka	1,5	170	16	36	29	0,7	0
Mansikka	0,7	190	21	30	15	0,5	0,1
Mustaherukka	0,5	340	72	58	24	1,2	0,1
Mustikka	0,3	110	19	20	9	0,6	0,1
Pihlajanmarja	1,4	330	41	40	24	0,9	0,1

Punaherukka	0,6	310	40	47	14	0,8	0,1
Puolukka	0,2	80	22	17	9	0,4	0,2
Ruusunmarja	24	410	257		104	0,5	0,2
Tyrnimarja	3,5	133	42	9	30	0,4	0,1
Vadelma	0,7	220	35	37	25	1,1	0,1
Marja-aronia*		202	30	25	14	0,4	
Marja, keskiarvo	0,5	234	37	40	18	0,9	0,1
Appelsiini	1,6	150	54	23	13	0,2	alle 0,1
Banaani	0,3	360	7	26	33	0,4	1,0
Greippi	2,0	160	33	20	11	0,1	0,1
Kiivi	3,0	270	27	40	13	0,3	0,5
Mandariini	1,6	150	37	16	13	0,2	alle 0,1
Omena	0,8	100	3	8	4	alle 0,1	0,1
Päärynä	1,2	132	10	11	6	0,2	0,9
Sitruuna	3,0	160	33	20	11	0,4	0,4
Vesimeloni	2,0	100	7	10	8	0,5	0,1
Viinirypäle	0,9	230	10	20	9	0,2	0,1
<i>Suosittelava saanti/vrk</i>		<i>3100-3500</i>	<i>800</i>	<i>600</i>	<i>280-350</i>	<i>9-15</i>	<i>40-50</i>

Lähde: FINELI[®] Elintarvikkeiden koostumustietopankki (versio 6), Kansanterveyslaitos

* Analyysitulokset: MTT Jokioinen, Kemian laboratorio, marraskuu 2002

2.5 Hapot

Elintarvikkeet ryhmitellään happamuuden eli pH-luvun perusteella lievästi happamiin (pH yli 4,5; mm. liha, kala, maito, peruna, porkkana), happamiin (pH 3,7-4,5; mm. omena, appelsiini, päärynä, tomaatti) ja hyvin happamiin (pH alle 3,7), joihin kuuluvat raparperi ja marjat (Kilpi ja Tiainen 1997).

Marjojen pääasialliset hapot ovat sitruunahappo ja omenahappo. Hapot muodostavat toiseksi suurimman osan marjojen liukoisesta kuiva-aineesta ja ne ovat peräisin kasvisolun aineenvaihdunnasta (esimerkiksi sitruunahappo ja omenahappo ovat sitruunahappokierron välituotteita). Hapot vähenevät kypsymisen aikana, ja happamuus vaikuttaa olennaisesti marjojen makuun. Orgaaniset hapot tehostavat raudan imeytymistä.

Puolukassa, karpalossa ja lakassa on lisäksi bentsoehappoa, joka toimii niissä luonnollisena säilöntäaineena. Bentsoehappo estää hiivojen, homeiden ja bakteerien kasvua.

Turun yliopistossa (Kallio ym. 2000) on tutkittu kuuden mansikkalajikkeeseen (Senga Sengana, Jonsok, Korona, Polka, Honeoye ja Bounty) happopitoisuudet vuosien 1997 ja 1998 sadoista. Senga-, Jonsok- ja Bounty-lajikkeissa oli enemmän omenahappoa ja vähemmän sitruunahappoa kuin Korona-, Polka- ja Honeoye-lajikkeissa (**Taulukko 8**). Kotimaisessa Sengassa oli enemmän happoja kuin puolalaisessa. pH-arvo oli 3,2-3,6.

Helsingin teknillisessä korkeakoulussa (Viljakainen ym. 2002) on tutkittu viiden Suomessa viljellyn marjan ja kuuden metsämarjan happopitoisuudet (**Taulukko 8**). Mehujen pH-arvot olivat välillä 2,37 (karpalo) – 3,52 (variksenmarja). Happopitoisuudet olivat suurimmat karpalossa ja herukoissa (2,7-3,0 g/100 ml marjan mehua), ja pienimmät variksenmarjassa, mansikassa, lakassa ja mustikassa (0,6-1,2 g/100 ml). Bentsoehappoa oli eniten puolukassa ja lakassa, vähemmän karpalossa ja variksenmarjassa.

Tyrnimarjan happokoostumus on selvästi erilainen kuin muissa marjoissa (Tiitinen ym. 2006; **Taulukko 8**). Omenahapon pitoisuus on suurempi ja sitruunahapon pienempi kuin muissa marjoissa. Näiden lisäksi tyrnimarjoissa on runsaasti kiniikkihappoa. Omenahappo ja kiniikkihappo muodostavat yli 98 % tyrnimarjan hapoista.

Taulukko 8. Kotimaisten marjojen happopitoisuuksia (g/100 ml marjan mehua) ja pH-arvoja

Marja	Omena-happo	Sitruuna-happo	Bentsoe-happo	pH	Tutkimus
Mansikka, 6 lajik.	0,2-0,7	0,7-1,6		3,2-3,6	Kallio ym. 2000
Mansikka	0,4	0,7		3,50	Viljakainen ym. 2002
Mustaherukka	0,3	2,4		3,04	Viljakainen ym. 2002
Punaherukka	0,5	2,5		2,91	Viljakainen ym. 2002
Valkoherukka	0,4	2,4		3,04	Viljakainen ym. 2002
Karviainen, pun.	1,1	1,1		2,96	Viljakainen ym. 2002
Mustikka	0,4	0,8		2,98	Viljakainen ym. 2002
Puolukka	0,4	1,8	0,07	2,67	Viljakainen ym. 2002
Karpalo	1,6	1,5	0,02	2,37	Viljakainen ym. 2002
Vadelma	0,3	1,5		3,28	Viljakainen ym. 2002
Lakka	0,8	0,4	0,05	3,20	Viljakainen ym. 2002
Variksenmarja	0,4	0,2	0,006	3,52	Viljakainen ym. 2002
Tyrni, useita lajik.	1,9-3,6	0,05	*		Tiitinen ym. 2006

*sisältää myös kiniikkihappoa 0,9-2,5

2.6 Yhteenvedo marjojen ravitsemuksellisista ominaisuuksista

- Niukasti energiaa
- Energiaan suhteutettuna suuri ravintoainetiheys
- Antioksidanttitiamiineja (C ja E) ja fenolilyhdisteitä enemmän kuin tuontihedelmissä
- Kuitua enemmän kuin tuontihedelmissä
- Sokereita vähemmän kuin tuontihedelmissä
- Edullinen rasvahappokoostumus ja omega-6/omega-3 -suhde
- Ei kolesterolia
- Edullinen natrium/kalium-suhde
- Ei laktoosia eikä gluteenia



3 MARJOJEN FLAVONOIDIT JA MUUT FENOLIYHDISTEET

3.1 Fenoliyhdisteet ja niiden vaikutukset

Varsinaisten ravintoaineiden lisäksi marjoissa on monenlaisia muita aineita, jotka voivat vaikuttaa elintoimintoihimme, hyvinvointiimme ja terveyteemme. Yksi tällainen aineryhmä on *fenoliyhdisteet* (*fenoliset yhdisteet, polyfenolit*). Viime vuosina tehdyissä tutkimuksissa marjat ovat osoittautuneet hyväksi ja monipuolisiksi fenoliyhdisteiden lähteiksi.

Fenoliyhdisteet muodostuvat kasveissa ja niitä on kasvukunnassa tuhansia erilaisia. Syötävissä kasveissa tärkeimmät ryhmät ovat *flavonoidit, fenolihapot, tanniinit, lignaanit* ja *stilbeenit* (Manach ym. 2004). Flavonoidit jaotellaan useaan alaluokkaan, joista tärkeimpiä ovat flavonolit, flavonit, flavanonit, katekiinit (flavanolit), antosyanidiinit, isoflavonoidit sekä katekiineista muodostuneet proantosyanidiinit (eli kondensoidut tanniinit). Melkein kaikki flavonoidit ovat kasveissa sokerijohdannaisina eli glykosideina. Niissä flavonoidiosaan on liittynyt jokin sokeri, tavallisimmin glukoosi, galaktoosi, arabinoosi tai rutinoosi. Kasvikunnasta on tähän mennessä tunnistettu yli 6000 erilaista flavonoidia. Fenoliyhdisteisiin kuuluvat hydroksibentsoehapot ja hydroksikanelihapot sekä ellagihappo, joka on kasveissa pääasiassa polymeerisinä ellagitanniineina (eli hydrolysoituvina tanniineina). **Taulukossa 9** on lueteltu tärkeimmät elintarvikkeissa esiintyvät fenoliyhdisteiden ryhmät ja annettu esimerkkejä niiden hyvistä lähteistä.

Taulukko 9. Tavallisimmat ruoan fenoliyhdisteet ja eräitä esimerkkejä niiden lähteistä

Flavonoidit	Lähteitä
Flavonolit kversetiini, kemferoli, myrisetiini	sipuli, lehtikaali, parsakaali, salaatti, tomaatti, omena, viinirypäle, marjat , tee, punaviini
Flavonit apigeniini, luteoliini	lehtiselleri, paprika, persilja
Flavanonit naringeniini, hesperetiini	sitruhedelmät
Katekiinit (flavan-3-olit) epikatekiini, epigallokatekiinigallaatti	tee, suklaa, punaviini, marjat
Antosyanidiinit syaniidiini, delfinidiini, pelargonidiini, malvidiini	marjat , viinirypäle, kirsikka, luumu, munakoiso, punakaali, punaviini
Isoflavonoidit daidtseiini, genisteiini	soijapapu
Fenolihapot	
Hydroksibentsoehapot gallihappo, p-hydroksibentsoehappo, vanilliinihappo	tee, viini, marjat
Hydroksikanelihapot p-kumaarihappo, kahvihappo, ferulahappo	kahvi, vehnänlese, peruna, omena, marjat
Tanniinit	
Proantosyanidiinit	omena, punaviini, suklaa, marjat
Ellagitanniinit	eräät marjat , pähkinät
Lignaanit sekoisolarisiresinoli, matairesinoli	pellava, ruis, marjat
Stilbeenit resveratrol	viinirypäle, punaviini, marjat

Vaikka fenolihdisteet eivät ole varsinaisia ravintoaineita, niillä saattaa silti olla edullisia vaikutuksia ihmisen hyvinvointiin ja terveyteen. Ne ovat antioksidantteja (ks. 2.3) ja ne voivat siten suojata elimistöä happiradikaalien haitallisilta vaikutuksilta. Radikaalien aiheuttamat hapetusvauriot oletettavasti liittyvät moniin kroonisiin sairauksiin. Ruokavaliossamme fenolihdisteitä on enemmän kuin mitään muita antioksidantteja. Antioksidanttivaikutuksen lisäksi fenolihdisteillä on hyvin monenlaisia muita biologisia vaikutuksia, joista on julkaistu tuhansia tutkimuksia. Monet tutkimustiedot perustuvat kuitenkin 'koeputkioloissa' tehtyihin tutkimuksiin, joista ei suoraan voi tehdä johtopäätöksiä ruoasta saatavien fenolihdisteiden vaikutuksista ihmiseen. Kun fenolihdisteitä tai niitä sisältäviä elintarvikkeita (mm. tee, punaviini, kaakao, suklaa) tai muita valmisteita on tutkittu ihmisillä, on löydetty mm. seuraavia vaikutuksia: suurentaa veren antioksidanttiaktiivisuutta, vähentää LDL-kolesterolin hapettumista ja solujen DNA:n hapetusvaurioita, vähentää verihutaleiden sakkautumistaipumusta, parantaa verisuonten endoteelin toimintaa, alentaa verenpainetta ja tehostaa energia-aineenvaihduntaa, erityisesti rasvojen palamista (Scalbert ym. 2005, Williamson ja Manach 2005). Koe-eläintutkimuksissa on lisäksi havaittu seuraavia vaikutuksia: vähentää kasvainten muodostumista monissa eri elimissä, suojelee aivoja ikääntymisen aiheuttamilta vaurioilta sekä vähentää lihavuuteen liittyviä muutoksia rasva- ja sokeriaineenvaihdunnassa.

Väestötutkimuksissa (epidemiologisissa tutkimuksissa) on selvitetty muutamien flavonoidien (flavonolien, flavonien, flavanonien ja katekiinien) saannin yhteyttä sepelvaltimotaudin, aivohalvauksen, syöpäsairauksien ja eräiden muiden kroonisten sairauksien riskiin. Myös suomalaisella väestöllä on tehty useita tutkimuksia. Arts ja Hollman (2005) ovat tehneet väestötutkimuksista yhteenvedon, jossa todetaan, että runsas flavonoidien (flavonolien ja flavonien ja mahdollisesti katekiinien) saanti näyttäisi suojaavan sydän- ja verisuonisairauksilta. Syöpäsairausiin liittyen suojaavaa vaikutusta on havaittu vain keuhkosyövän osalta. Lisäksi flavonoideista saattaisi olla muutakin hyötyä keuhkojen terveydelle; ne voisivat suojata myös astmalta ja keuhkohtaumataudilta, mutta asian varmistamiseksi tarvitaan lisätutkimuksia. Fenolihdisteiden terveysvaikutusten arviointi väestötutkimusten perusteella on ongelmallista, koska niissä on toistaiseksi tutkittu vain muutamien flavonoidien vaikutuksia. Niissä ei ole otettu huomioon sellaisten tavallisen fenolihdisteiden kuten antosyaanien, proantosyanidiinien ja fenolihappojen saantia, koska näistä ei ole ollut saatavilla kaikki elintarvikkeet kattavia pitoisuustietoja.

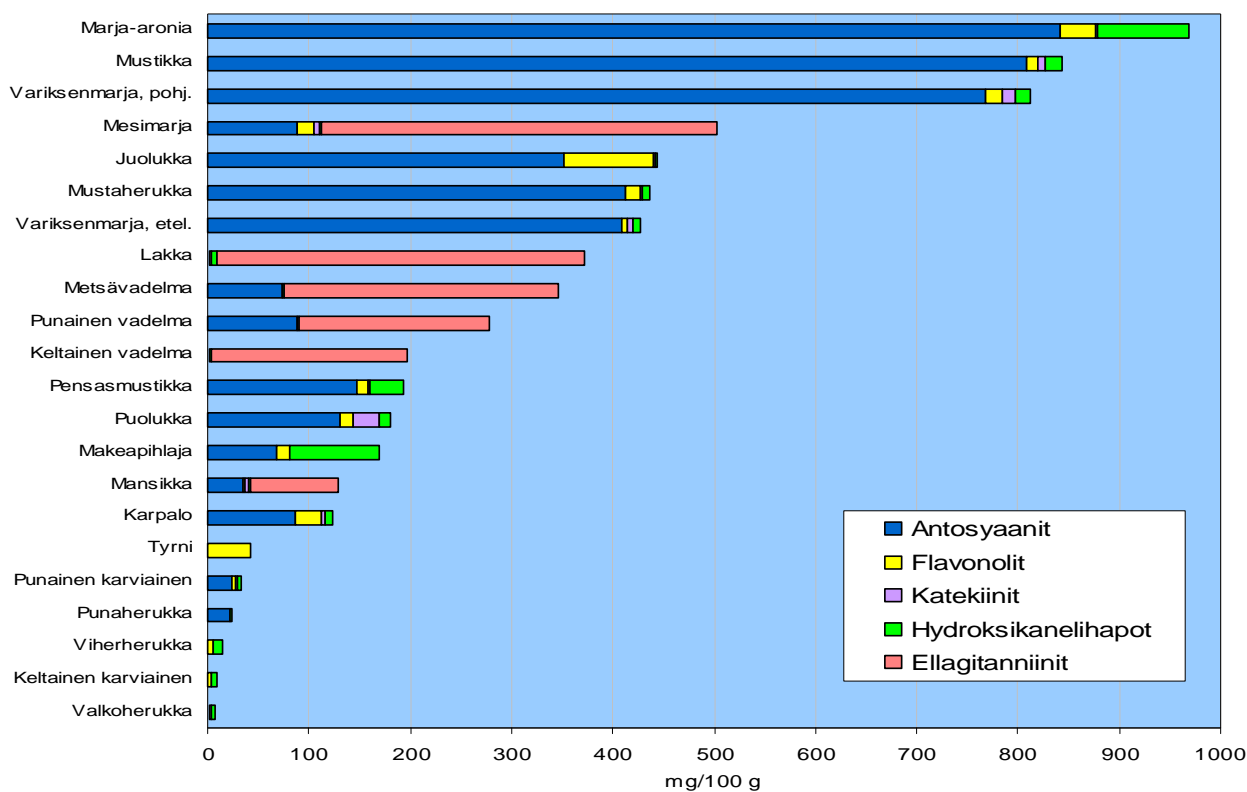
Vaikka fenolihdisteiden terveysvaikutuksia koskeva tutkimustieto näyttääkin lupaavalta, se on silti vielä puutteellista ja osin ristiriitaistakin. Siksi siihen liittyvää tutkimusta tehdään vilkkaasti monissa laboratorioissa eri puolilla maailmaa. Käytettävissä olevan tutkimustiedon perusteella ei siis tässä vaiheessa voida antaa suosituksia siitä, mitä yksittäisiä fenolihdisteitä ruokavaliosta tulisi saada, mikä olisi riittävä määrä tai mikä liikaa. Erityyppisiä fenolihdisteitä saa monipuolisesti ruokavaliosta, joka sisältää vaihtelevasti erilaisia vihanneksia, hedelmiä ja marjoja sekä kahvia ja teetä. Ravitsemussuosituksen mukainen ruokavalio turvaa myös fenolihdisteiden monipuolisen saannin.

Tutkijat varoittavat myös mahdollisista haittavaikutuksista, joita fenolihdisteiden liiallisesta saannista voi olla (Scalbert ym. 2005). Koska fenolihdisteillä näyttää olevan hyvin monenlaisia vaikutuksia, osa niistä voi olla elimistön toiminnalle haitallisia ja jopa lisätä sairauksien riskiä. Suuret määrät voivat teoriassa aiheuttaa haittavaikutuksia, mutta niistä tällä hetkellä tiedetään hyvin vähän. Erilaisista fenoliuutteita sisältävistä ravintolisistä voi saada paljon suurempia määriä kuin normaalista ruokavaliosta. Sen sijaan ravitsemussuosituksen mukaisesta ruokavaliosta fenolihdisteitä saadaan turvallinen määrä.

3.2 Pitoisuudet marjoissa

Kuopion yliopistossa on tutkittu fenolihydsteitä kotimaisista marjoista. Tutkimus keskittyi aluksi flavonoleihin (kversetiini, myrisetiini ja kemferoli) ja ellagihappoon, koska tuossa vaiheessa näiden aineiden mahdollisista terveysvaikutuksista oli eniten tietoa olemassa. Sari Häkkinen väitteli näistä tutkimuksista vuonna 2000. *Flavonolien* pitoisuus oli suurin karpalossa, juolukassa, puolukassa, variksenmarjassa ja mustaherukassa (Häkkinen ym. 1999). Luonnonmarjoissa ja mustaherukassa on enemmän flavonoleja kuin yleisesti käytetyissä kasviksissa ja hedelmissä. Vain sipulissa, lehtikaalissa, kirsikkatomaatissa ja eräissä salaateissa niitä on enemmän kuin näissä marjoissa. Omenaa pidetään yleisesti hyvänä flavonoidien lähteenä. Marjoista kaikki muut paitsi mansikka, vadelma, lakka sekä puna- ja valkoherukka sisältävät flavonoleja yhtä paljon tai enemmän kuin omenat. Marjat ja marjatuotteet ovat meillä sipulin jälkeen seuraavaksi tärkein flavonolien lähde. Niiden osuus suomalaisen väestön flavonolien saannista oli 17 % vuonna 1990 ja 30 % vuonna 1998. Muut merkittävät lähteet olivat omenat ja tee. Häkkisen väitöskirjatyössä havaittiin myös, että mansikassa, vadelmassa, lakassa ja mesimarjassa on runsaasti *ellagihappoa (ellagitanniinia)* (Häkkinen ym. 2000b). Sitä ei juurikaan ole muissa tavallisissa elintarvikkeissa, joten nämä marjat ovat sen tärkeimmät lähteet ruokavaliossamme.

Kaisu Riihisen väitöskirjatyössä marjojen fenolihydsteitä tutkittiin vielä kattavammin ottamalla mukaan myös muita fenolihydsteryymiä kuten antosyaanit, katekiinit, proantosyanidiinit ja fenolihapot. Nämä tulokset on esitetty Kaisu Riihisen väitöskirjassa (2005) ja niistä on yhteenveto (proantosyanidiineja lukuun ottamatta) **kuvas**a 1.



Kuva 1. Fenolihydsteiden pitoisuudet kotimaisissa marjoissa.

Lähteet: Kaisu Riihisen väitöskirja, Kuopion yliopisto ja Määttä-Riihinen ym. 2004a,b

Antosyaanit (syanidiini, delfinidiini, pelargonidiini, peonidiini, petunidiini ja malvidiini) ovat marjoissa määrällisesti tärkeimmät flavonoidit. Ne antavat marjoille niiden punaisen, sinisen tai mustan värin ja niitä on hyvin paljon (300-800 mg/100 g) voimakkaan värisissä marjoissa kuten mustikassa, variksenmarjassa, juolukassa, marja-aroniassa ja mustaherukassa; punaisissa marjoissa niitä on vähemmän (Määttä-Riihinen ym. 2004a,b). Valkoherukka ja viherherukka ovat punaherukan ja mustaherukan värittömiä muunnoksia, eikä niissä ole antosyaaneja. Antosyaanipitoisuus on pieni myös muissa vaaleissa tai keltaisissa marjoissa kuten lakassa ja tyrnimarjassa.

Katekiinit ovat flavonoideja ja niitä on pieniä määriä kaikissa marjoissa, eniten puolukassa (Määttä-Riihinen ym. 2004a). **Proantosyanidiinit** ovat katekiineista muodostuneista erikokoisia tanniineja. Erityisesti viinirypäleen siementen proantosyanidiinien antioksidantti- ja muita vaikutuksia on tutkittu paljon. Proantosyanidiineja on myös marjoissa (Määttä-Riihinen ym. 2004a). Tunnettuja lähteitä ovat kaakao ja suklaa sekä karpalo. Karpalomehun kyky estää virtsatietulehduksia saattaa johtua ns. A-tyypin proantosyanidiineista (ks. 4.3). Riihisen väitöskirjatyössä havaittiin, että samankaltaisia yhdisteitä on myös suomalaisissa *Vaccinium*-suvun marjoissa kuten karpalossa, puolukassa, juolukassa ja mustikassa (Määttä-Riihinen ym. 2005).

Fenolihappoja on kaikissa marjoissa, erityisesti hydroksikanelihappoja (p-kumaarihappo, kahvihappo ja ferulahappo sekä kahvihapon johdannainen klorogeenihappo). Eniten niitä on marja-aroniassa, pihlajanmarjassa ja pensasmustikassa (Määttä-Riihinen ym. 2004a).

Lignaanit (mm. sekoisolarisiresinoli ja matairesinoli) ovat fenoliyhdisteisiin kuuluvia kasviestrogeeneja. Kasviestrogeenit ovat kasviperäisiä yhdisteitä, jotka muuttuvat elimistössä suolistobakteerien avulla yhdisteiksi, joiden rakenne muistuttaa hieman estrogeenin (naissukupuolihormonin) rakennetta ja joilla on lievä estrogeenin kaltainen vaikutus. Lignaaniin lisäksi niihin kuuluvat *isoflavonoidit*. Niiden arvellaan lievittävän vaihdevuosisoireita ja suojaavan muun muassa hormonaalisilta syöviltiltä (rintasyöpä ja eturauhassyöpä) sekä sydän- ja verisuonisairauksilta. Isoflavonoideja on runsaasti soijapavussa, marjoissa niitä ei ole. Koska soijan käyttö on meillä vähäistä, lignaanit ovat tärkeimmät kasviestrogeenit suomalaisen ruokavaliossa. Niitä on paljon kasviksissa, hedelmissä, marjoissa (**Taulukko 10**) ja täysjyväviljassa, erityisesti rukiissa. Kaikkein eniten niitä on pellavan siemenissä. MTT:n tutkimusten mukaan puolukassa, lakassa, mansikassa, mustikassa, pihlajanmarjassa, mustaherukassa ja vadelmassa on vähemmän lignaaneja kuin ruisleivässä mutta yhtä paljon tai enemmän kuin ruissekaleivässä (Kumpulainen 2001).

Taulukko 10. Marjojen lignaanipitoisuuksia ($\mu\text{g}/100\text{ g}$ kuivapainoa).

Marja	Lignaanit	Tutkimus
Karhunvatukka	3 740	Mazur ym. 2000
Mansikka	1 583	Mazur ym. 2000
Puolukka	1 510	Mazur ym. 2000
Karpalo	1 054	Mazur ym. 2000
Mustikka	835	Mazur ym. 2000
Mustaherukka	397	Mazur ym. 2000
Lakka	203	Mazur ym. 2000
Punaherukka	165	Mazur ym. 2000
Vadelma	139	Mazur ym. 2000
Tyrni	51-319	Yang ym. 2006

Elintarvikkeiden tunnetuin *stilbeeni* on *resveratrol*i, ja sen tunnetuimmat lähteet ovat viinirypäleet ja punaviini. Sitä on löydetty myös *Vaccinium*-suvun marjoista (**Taulukko 11**). Pitoisuus oli suurin puolukassa, samaa tasoa kuin viinirypäleissä (Rimando ym. 2004). Resveratrolia on marjoissa paljon vähemmän kuin flavonoideja, esimerkiksi puolukassa on resveratrolia 0,6 mg /100 g kuivapainoa (tuorepainossa noin kymmenesosa siitä) ja flavonoideja 170 mg/100 g tuorepainoa. Marjojen resveratrolipitoisuuksia on tutkittu myös Virossa (Ehala ym. 2005). Mustikan ja puolukan lisäksi sitä löytyi myös karpalosta, mansikasta ja punaherukasta (**Taulukko 11**). Vaikka pitoisuustasot olivatkin erilaisia kuin Rimandon ym. tutkimuksessa, suurin pitoisuus oli puolukassa. Resveratrolin terveysvaikutukset kiinnostavat tutkijoita; tutkimusten mukaan se voisi suojata syövältä, sydän- ja verisuonisairauksilta, diabetekselta ja liikapainolta sekä pidentää elinikää.

Taulukko 11. Marjojen resveratrolipitoisuuksia ($\mu\text{g}/100\text{ g}$ kuivapainoa tai tuorepainoa)

Marja	$\mu\text{g}/100\text{ g}$ kuivapainoa	Tutkimus	$\mu\text{g}/100\text{ g}$ tuorepainoa	Tutkimus
Pensasmustikat (Kanada)	86-107	Rimando ym. 2004		
Pensasmustikat (USA)	1-85	Rimando ym. 2004		
Pensaskarpalo (Kanada)	90	Rimando ym. 2004		
Metsämustikka (Kanada)	77	Rimando ym. 2004		
Metsämustikka (Viro)			678	Ehala ym. 2005
Puolukka (Kanada)	588	Rimando ym. 2004		
Puolukka (Viro)			3 000	Ehala ym. 2005
Karpalo (Viro)			1 929	Ehala ym. 2005
Mustaherukka (Viro)			0	Ehala ym. 2005
Mansikka (Viro)			375	Ehala ym. 2005
Punaherukka (Viro)			1 572	Ehala ym. 2005
Viinirypäle (Kanada)	647	Rimando ym. 2004		
Viinirypäle (USA)	247-635	Rimando ym. 2004		

3.3 Pitoisuudet suomalaisissa elintarvikkeissa

MTT:n ja Kuopion yliopiston yhteistyönä on tutkittu tärkeimpien fenoliyhdisteiden pitoisuudet Suomessa käytettävistä kasvipiperäisistä elintarvikkeista eli hedelmistä, marjoista, vihanneksista, viljatuotteista ja juomista (yhteensä noin 180 näytettä). Niistä määritettiin flavonoidien (antosyaanit, flavonolit, flavonit ja flavanonit), fenolihappojen (hydroksikaneli- ja hydroksibentsoehapot), ellagitanniinien ja proantosyanidiinien pitoisuudet. Tuloksista on tähän mennessä julkaistu fenolihappojen pitoisuudet (Mattila ym. 2005, 2006, Mattila ja Hellström, painossa), muut ovat vielä julkaisuprosessissa. Yhteenvedo näistä tuloksista on esitetty **taulukossa 12** ja **kuvassa 2**.

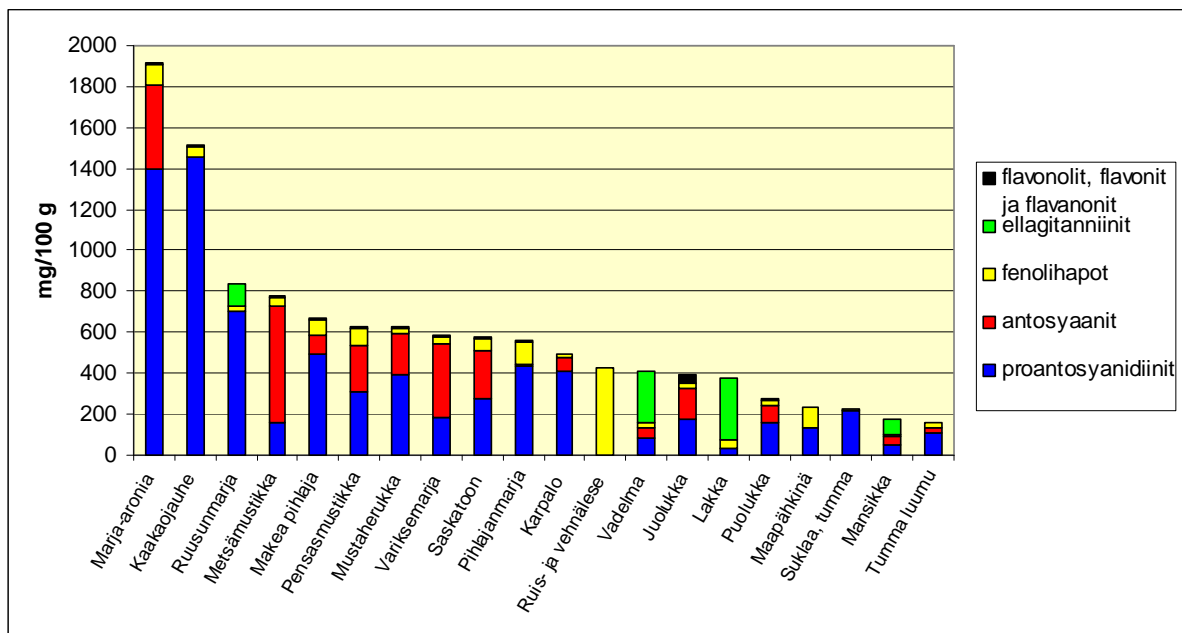
Tutkittujen fenoliyhdisteiden yhteismäärän perusteella marjat ovat suomalaisessa ruokavaliossa parhaita lähteitä: 20 parhaan joukossa on 15 marjaa, kärjessä marja-aronia, ruusunmarja ja metsämustikka (**Kuva 2**). Marjojen lisäksi top 20-listalla on kaakaojauhe, ruis- ja vehnälese, maapähkinä, tumma suklaa ja tumma luumu.

Taulukko 12. Eri fenolihdisteryhmien parhaat lähteet

Yhdisteryhmä	Lähteet paremmuusjärjestyksessä
Antosyaanit	metsämustikka, marja-aronia, variksenmarja, saskatoon, pensasmustikka, mustaherukka, juolukka, makeapihlajanmarja, puolukka, punakaali
Proantosyanidiinit	marja-aronia, kaakaojauhe, ruusunmarja, makeapihlajanmarja, pihlajanmarja, pensasmustikka, karpalo, tumma suklaa, saskatoon, variksenmarja
Flavonolit, flavonit ja flavanonit	greippi, appelsiini, klementiini, verigreippi, juolukka, punasipuli, veriappelsiini, karpalo, sipuli, marja-aronia
Fenolihapot	ruis- ja vehnälese, ruis- ja grahamjauho, maapähkinä, pihlajanmarja, kahvi, marja-aronia, pensasmustikka, ruisleipä, makeapihlajanmarja, soijapapu
Ellagitanniinit	lakka, vadelma, ruusunmarja, mansikka, vadelmahillo, mansikkahillo

Lähde: Mattila ja Törrönen 2006

Tutkimuksessa tuotetut analyysitulokset liitetään Elintarvikkeiden koostumustietopankki Fineliin (www.fineli.fi) ja niiden perusteella tullaan arvioimaan suomalaisen väestön fenolihdisteiden saantia.

**Kuva 2.** Fenolihdisteiden pitoisuudet suomalaisissa elintarvikkeissa – top 20

Lähde: Mattila ja Törrönen 2006

Edellä on esitetty (resveratrolia lukuun ottamatta) pitoisuustietoja suomalaisista marjoista. Marjojen fenolihdisteitä on tutkittu hyvin paljon myös muissa maissa. Marjojen ja muiden elintarvikkeiden flavonoidien ja proantosyanidiinien pitoisuuksia on koottu USDA:n ylläpitämiin tietokantoihin:

Flavonoidit: USDA Database for the Flavonoid Content of Selected Foods, Release 2, 2006
<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/Flav/Flav02.pdf>

Proantosyanidiinit: USDA Database for the Proanthocyanidin Content of Selected Foods, 2004
<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/PA/PA.pdf>

3.4 Pitoisuuksiin vaikuttavat tekijät

Marjojen fenoliyhdisteiden pitoisuuksiin vaikuttavat monet tekijät, kuten lajike, kasvupaikan maantieteellinen sijainti, sääolosuhteet ja kypsyyssaste.

Kuopion yliopistossa (Häkkinen ja Törrönen 2000) on tutkittu lajikkeen, kasvupaikan ja viljelytekniikan vaikutuksia flavonolien (kversetiini, kemferoli ja myrisetiini) ja ellagitanniinien pitoisuuksiin mansikalla ja *Vaccinium*-suvun marjoilla (pensasmustikka, mustikka, juolukka). Mansikkalajikkeista tutkittiin Senga Sengana, Korona, Bounty, Polka, Jonsok ja Honeoye (kasvatettu Sisä-Savossa). Niissä kversetiinipitoisuus vaihteli välillä 0,3 (Senga Sengana, Jonsok) ja 0,5 mg/100 g (Honeoye) ja kemferolipitoisuus välillä 0,2 (Jonsok) ja 0,9 mg/100 g (Honeoye). Kokonaisflavonolipitoisuus oli siten suurin Honeoye-lajikkeella (1,4 mg/100 g) ja pienin Jonsok-lajikkeella (0,5 mg/100 g). Ellagitanniinipitoisuus oli suurin Jonsok- ja Polka-lajikkeilla (52 mg/100 g) ja pienin Senga Sengana-lajikkeella (40 mg/100 g).

Pensasmustikkalajikkeista tutkittiin Northcountry, Northblue, Arne ja Tumma (kasvatettu Piikkiössä). Kversetiinipitoisuus vaihteli välillä 2,5 (Northcountry) ja 6,7 mg/100 g (Tumma) ja myrisetiinipitoisuus välillä 0,8 (Northblue) ja 1,9 mg/100 g (Tumma). Kokonaispitoisuus oli siten suurin (8,6 mg/100 g) Tumma-lajikkeella ja pienin (4,3 mg/100 g) Northcountry-lajikkeella. Luonnonvaraisella mustikalla se oli 2,9 ja juolukalla 31,6 mg/100 g.

Kolmessa paikassa eri puolella Suomea kasvaneiden Senga Sengana -mansikoiden kokonaisflavonolipitoisuus oli 0,9–1,3 mg/100 g. Puolasta tuoduilla Senga Sengana-mansikoilla se oli 1,0 (luokka I) ja 1,1 mg/100 g (luokka II). Suomalaisten ja puolalaisten mansikoiden välillä ei siis havaittu selvää eroa flavonolipitoisuuksissa. Ellagitanniinipitoisuus oli hieman suurempi suomalaisissa (40–48 mg/100 g) kuin puolalaisissa mansikoissa (luokka I 36, luokka II 34 mg/100 g). Kuopiossa kasvatettujen pensasmustikoiden flavonolipitoisuudet olivat hieman alhaisemmat (Northcountry ja Northblue 3,9 mg/100 g) kuin Piikkiössä kasvatettujen (4,3 ja 5,5 mg/100 g).

Tavanomaisen viljelyn ja luomuviljelyn vaikutuksia flavonoli- ja ellagitanniinipitoisuuksiin tutkittiin Polka-, Jonsok- ja Honeoye-lajikkeiden mansikoilla. Selvää systemaattista eroa näiden viljelymenetelmien välillä ei havaittu.

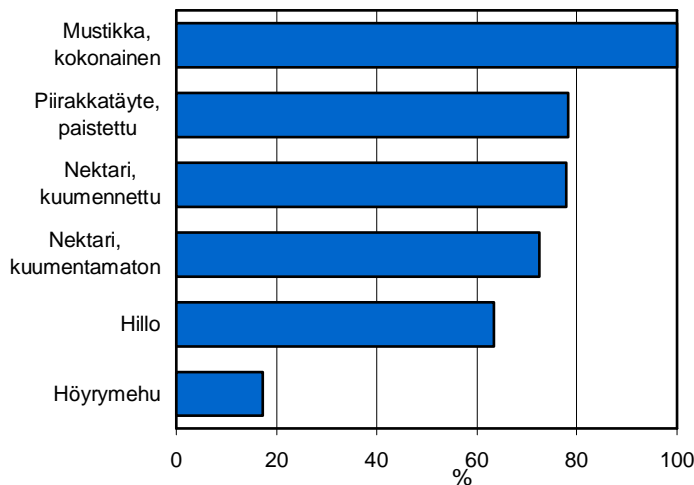
Kuopion yliopistossa on tutkittu myös 14 mustaherukkalajikkeen flavonoidipitoisuuksia (näytteet olivat peräisin MTT Karilan lajiketutkimuksesta; Matala 2000). Eri lajikkeiden antosyaanipitoisuudet olivat välillä 224–500 mg/100 g (nykyinen valtalajike Öjebyn 345 mg/100 g) ja flavonolipitoisuudet 5–14 mg/100 g (Öjebyn 13 mg/100 g).

Eräissä amerikkalaistutkimuksissa (Wang ja Zheng 2001) selvitettiin kasvukauden lämpötilan vaikutusta mansikan fenoliyhdisteisiin ja antioksidanttitehoon. Päivä/yölämpötilat olivat joko 18/12, 25/12, 25/22 tai 30/22 °C. Mansikoiden antosyaani-, flavonoli- ja fenolihappopitoisuudet sekä antioksidanttiteho olivat korkeimmissa kasvulämpötiloissa selvästi suuremmat kuin alemmissa lämpötiloissa.

Ruotsalaisessa tutkimuksessa (Gao ym. 2000) seurattiin kypsyysasteen vaikutusta tyrnimarjan kokonaisfenolipitoisuuteen ja antioksidanttitehoon. Tutkimuksessa oli kolme lajiketta (Botanitjetskaja, Trofimovskaja ja Aromatnaja) ja näytteet kerättiin kuutena päivänä elokuun 6. ja 25. päivän välillä (ennen 6.8. marjat eivät olleet syömiskelpoisia, 25.8. jälkeen ne olivat liian pehmeitä poimittaviksi). Kypsymisen edistyessä sekä marjojen kokonaisfenolipitoisuus että niiden antioksidanttiteho laskivat. Tutkimuksessa havaittiin, että tyrnimarjan antioksidanttitehosta suurin osa johtuu sen sisältämistä fenolihdisteistä.

3.5 Prosessoinnin vaikutukset

Prosessointi/säilöntämenetelmien vaikutuksia on toistaiseksi tutkittu kunnolla vain muutamien marjojen flavonolien (kversetiini, kemferoli ja myrisetiini) ja ellagitanniinien osalta (Häkkinen ym. 2000a,b), tietoa puuttuu erityisesti antosyaanien osalta. Tähänastisten tutkimusten perusteella vaikutukset ovat erilaisia eri marjoilla ja eri yhdisteillä, joten yleistäminen on vaikeaa. Hillon valmistuksessa fenolihdisteet säilyvät melko hyvin; antosyaanit ja C-vitamiini tuhoutuvat herkemmin kuin flavonolit ja ellagitanniinit. Hillon varastoinnin aikana hävikki riippuu lämpötilasta; parhaiten yhdisteet säilyvät pakastetussa hillossa. Mehun valmistuksessa fenolihdisteiden hävikki on harmittavan suurta, koska suurin osa niistä jää kiinteään jätteeseen. Kokonainen marja on siis parempi vaihtoehto kuin mehu. Lisäksi fenolihdisteet säilyvät paremmin kokonaisessa marjassa kuin murskatussa. Huolimatta säilönnässä tapahtuvasta hävikistä, monet marjasäilykkeet ovat silti muihin elintarvikkeisiin verrattuna hyviä flavonoidien ja muiden fenolihdisteiden lähteitä, varsinkin jos ne ovat valmistettu marjoista, joissa näiden yhdisteiden pitoisuudet ovat suuret. **Kuvassa 3** on julkaisemattomia tuloksia prosessoinnin vaikutuksista mustikan flavonoideihin (antosyaanien ja flavonolien yhteismäärä).



Kuva 3. Flavonoidipitoisuus pakastetusta mustikasta (100 %) valmistetuissa tuotteissa

Lähde: Kaisu Riihinen, Kuopion yliopisto

3.6 Yhteenveto marjojen fenoliyhdisteistä

- Marjoissa on monenlaisia fenoliyhdisteitä: antosyaaneja ja muita flavonoideja, fenolihappoja, proantosyanidiineja ja ellagitanniineja
- Antosyaanit ovat marjojen tärkeimmät flavonoidit
- Flavonoidipitoisuuden voi arvioida marjan värin perusteella: mitä tummempi marja, sitä enemmän siinä on flavonoideja (mustat ja siniset > punaiset > keltaiset ja värittömät)
- Antosyaaneja eniten: mustikka, marja-aronia, variksenmarja
- Fenolihappoja eniten: pihlajanmarja, marja-aronia, pensasmustikka
- Proantosyanidiineja eniten: marja-aronia, ruusunmarja, makeapihlajanmarja
- Ellagitanniineja eniten: lakka, vadelma, ruusunmarja
- Kaikkia fenoliyhdisteitä eniten: marja-aronia, ruusunmarja, mustikka
- Muihin elintarvikkeisiin verrattuna marjat ovat ylivoimaisia fenoliyhdisteiden lähteitä



4 TUTKIMUSTIETOA MARJOJEN TERVEYSVAIKUTUKSISTA

Marjojen vaikutuksia elimistön toimintoihin voidaan tutkia monella tavalla. Tutkimukset voidaan jakaa kolmeen kategoriaan: *in vitro* –tutkimukset, koe-eläimillä tehdyt tutkimukset sekä ihmisillä tehdyt kliiniset tutkimukset.

In vitro –tutkimuksilla tarkoitetaan tutkimustekniikoita, jossa koe suoritetaan koeputkessa, soluviljelymaljassa tai muussa vastaavassa, siis elimistön ulkopuolella. Nämä tutkimukset ovat olleet hyvin suosittuja, koska ne ovat paljon helpompia, nopeampia ja halvempia suorittaa kuin koe-eläimillä tai ihmisillä tehdyt tutkimukset. Monissa tapauksissa niissä voidaan tutkia kerrallaan suuria näytemääriä eikä niiden käyttöön liity eettisiä ongelmia. Suurin puute niiden käytössä ja tulosten tulkinnassa on se, että ne eivät kaikissa tapauksissa ennusta kovinkaan hyvin sitä, mitä tapahtuu elimistössä. Ihmisen elimistö koostuu monista eri elimistä ja on toiminnaltaan monimutkainen kokonaisuus aineenvaihduntareaktioita ja niiden säätelyjärjestelmiä, joita 'koeputkitutkimukset' eivät ota huomioon.

In vivo puolestaan tarkoittaa elävässä organismissa – koe-eläimessä tai koehenkilössä – tehtyä tutkimusta. Eläinkokeet tehdään useimmiten hiirillä tai rotilla, ja niiden tulokset kuvaavat tapahtumia elävässä elimistössä. Tutkimuksissa käytetyt koe-eläimet ovat yleensä geneettisesti melko samanlaisia, niillä on sama elinympäristö ja ruokavalio, mikä vähentää yksilöitten välisiä eroja tutkimustuloksissa. Eläimet lopetetaan kokeen päätyttyä ja niiltä voidaan ottaa tutkittaviksi monia eri elimiä, mikä ihmistutkimuksissa ei ole mahdollista. Suomessa eläinkokeiden suorittamiseen tarvitaan lupa valtakunnalliselta eläinkoelautakunnalta. Eläinkokeista saatujen tulosten hyödynnettävyyttä rajoittaa se, niistä ei voi tehdä suoria johtopäätöksiä siitä, mitä vaikutukset ovat ihmisen elimistössä. Riittävä näyttö terveysvaikutuksista saadaan vasta ihmisillä tehdyistä kliinisistä tutkimuksista.

Kliiniset tutkimukset tehdään vapaaehtoisilla koehenkilöillä ja niihin tarvitaan aina lupa sairaanhoitopiirin tutkimuseettiseltä toimikunnalta. Koehenkilöt voivat olla terveitä, johonkin riskiryhmään kuuluvia tai potilaita, joilla on tutkimuksen kannalta olennainen sairaus. Tutkimuksen tulee olla *kontrolloitu* (koeryhmän lisäksi on kontrolliryhmä, joka saa tutkittavan valmisteen sijasta tehotonta lumevalmistetta) ja *satunnaistettu* (koehenkilöt jaetaan satunnaisesti koe- ja kontrolliryhmiin). Kliiniset tutkimukset ovat aikaa vieviä ja kalliita ja ne vaativat suorittajiltaan kliinistä asiantuntemusta. Ruoan terveysvaikutuksissa havaitaan usein suuria eroja eri yksilöiden välillä. Erot johtuvat mm. koehenkilöiden erilaisesta geneettisestä taustasta sekä erilaisista elämäntavoista. Lisäksi ruoan vaikutukset terveyttä kuvaaviin parametreihin ovat yleensä pieniä. Siksi koehenkilöiden määrän tulee olla riittävän suuri, jotta tutkittavien ryhmien välillä voitaisiin osoittaa tilastollisesti merkitseviä eroja.

4.1 Antioksidatiivisuus

Marjojen antioksidatiivisuutta on tutkittu hyvin paljon erilaisilla *in vitro* –menetelmillä (mm. Wang ym. 1996, Heinonen ym. 1998, Prior ym. 1998, Kalt ym. 1999, Wang ja Jiao 2000, Wang ja Lin 2000, Kähkönen ym. 2001, Zheng ja Wang 2003), ja tutkimukset ovat kiistatta osoittaneet, että marjoilla on suurempi antioksidanttiteho kuin useimmilla muilla kasvikunnan tuotteilla. Näistä tutkimuksista on mielenkiintoinen esimerkki norjalaisen tutkimusryhmän (Halvorsen ym. 2002) laaja kartoitus viljojen, juuresten, vihannesten, palkokasvien, hedelmien ja marjojen ym. antioksidatiivisuudesta. Siinä havaittiin yli 1000-kertaisia eroja eri kasvikunnan tuotteiden välillä. Kokonaisantioksidanttimäärä oli suurin ruusunmarjassa,

saksanpähkinässä, granaattiomenassa sekä marjoissa (**Taulukko 13**). Marjoissa oli selvästi enemmän antioksidantteja kuin tavallisissa hedelmissä ja vihanneksissa. Tutkimuksen mukaan norjalaisten kasviantioksidanttien saannista marjojen osuus on 27 %.

Taulukko 13. Antioksidanttipitoisuus (mmol/100 g) kasvikunnan tuotteissa

Viljatuotteet		Juurekset		Vihannekset	
Ohrajauho	0,58-1,09	Inkivääri	3,76	Chilipippuri	2,46
Kaurajauho	0,32-0,59	Punajuuri	1,98	Lehtikaali	2,34
Ruisjauho	0,23-0,47	Peruna	0,09	Punakaali	1,88
Vehnäjauho	0,13-0,33	Porkkana	0,04	Persilja	1,70
				Paprika	1,64
Hedelmät		Marjat		Ruusukaali	1,14
Granaattiomena	11,33	Ruusunmarja	39,46	Pinaatti	0,98
Viinirypäle	1,45	Variksenmarja	9,17	Sipuli	0,67
Appelsiini	1,14	Mustikka	8,23	Parsakaali	0,58
Luumu	1,06	Mustaherukka	7,35	Purjosipuli	0,47
Ananas	1,04	Ahomansikka	6,88	Salaatti	0,34
Kiivi	0,91	Puolukka	5,03	Tomaatti	0,31
Klementiini	0,90	Vadelma, villi	3,97	Kukkakaali	0,23
Greippi	0,83	Pensasmustikka	3,64	Valkosipuli	0,21
Omena	0,29	Vadelma	3,06	Kaali	0,09
Banaani	0,20	Lakka	2,83	Kurkku	0,05
Päärynä	0,18	Pihlajanmarja	2,42		
Vesimeloni	0,04	Mansikka	2,17		
		Punaherukka	1,78		
Saksanpähkinä	20,97	Karviainen	1,45		

Lähde: Halvorsen ym. 2002

Samansuuntaisia tuloksia saatiin myös Helsingin yliopistossa tehdyssä tutkimuksessa (Kähkönen ym. 1999), jossa tutkittiin 92 kasvikunnan tuotteen antioksidatiivisuutta. Marjatuotteiden antioksidanttiteho oli suurempi kuin vilja- ja vihannestuotteiden tai monien yrtti- ja lääkekasviuutteiden. Tehokkaimpia olivat marja-aronia ja variksenmarja sekä pihlajanmarja, lakka, karpalo, puolukka, karviainen, mustikka ja puolukka. Vadelman ja mustaherukan teho oli näitä hieman alhaisempi. Tutkituista marjoista heikoin antioksidanttiteho oli punaherukalla ja mansikalla.

Myös laajassa amerikkalaistutkimuksessa (Wu ym. 2004) on määritetty antioksidanttiteho yli sadasta USA:ssa käytetystä elintarvikkeesta. Siinä tutkittiin hedelmiä, kasviksia, pähkinöitä, kuivattuja hedelmiä, mausteita, viljatuotteita ja lastenruokia; marjoista mukana olivat mansikka, vadelma, karhunvatukka, pensasmustikka ja karpalo. Myös tässä tutkimuksessa marjojen teho oli suurempi kuin muiden elintarvikkeiden, parhaita olivat pensasmustikka ja karpalo.

Elintarvikkeiden antioksidanttitehoa voidaan tutkia monilla eri in vitro -menetelmillä, joiden mittauseriaatteet ovat erilaiset. Siksi niiden antamat tulokset eivät välttämättä ole samanlaisia. Näyte, jolla yhden menetelmän perusteella on hyvä antioksidanttiteho, voi osoittautua heikoksi antioksidantiksi jollain toisella menetelmällä tutkittuna. Tämä tietenkin vaikeuttaa eri tutkimusten tulosten vertailua ja tulkintaa ja johtopäätösten tekemistä niistä. Menetelmät perustuvat yleensä kemialliseen reaktioon, jossa tutkittava näyte 'sieppaa' tai

'sammuttaa' radikaalin, mutta monissa menetelmissä käytetään sellaisia radikaaleja, joita ei esiinny ihmiselimistössä.

Marjat – varsinkin paljon fenolihdisteitä sisältävät marjat – ovat siis in vitro –tutkimusten perusteella parhaita antioksidatiivisia elintarvikkeita. Mutta kun on tutkittu niiden vaikutuksia elimistön antioksidanttikapasiteettiin, tulokset ovat olleet hyvin vaatimattomia.

Amerikkalaistutkimuksessa (Cao ym. 1998) mansikoiden syöminen (240 g) paransi neljän tunnin seuranta-aikana veren antioksidanttikapasiteettia 10-13 %, ja suomalaistutkimuksessa (Marniemi ym. 2000) marjojen syöminen (mustikoita, puolukoita ja mustaherukoita yhteensä 240 g) paransi viiden tunnin aikana veren LDL-partikkeleiden antioksidanttikapasiteettia noin 10 %. Kanadassa on tehty tutkimus (Kay ja Holub 2002), jossa koehenkilöt nauttivat 100 g pakkaskuivaamalla valmistettua mustikkajauhetta (villi pensasmustikka, määrä vastaa 500-650 g tuoretta marjaa) runsaasti rasvaa sisältävän aterian yhteydessä. Rasvan tarkoitus oli aiheuttaa elimistölle samanlaista stressiä kuin 'pikaruoka'. Veren antioksidanttikapasiteetti oli suurentunut 8,5 % tunnin kuluttua ja 15,0 % neljän tunnin kuluttua ateriasta.

Marniemi ym. (2000) tutkivat myös marjojen syönnin pitkäaikaisvaikutuksia. Koehenkilöt (60-vuotiaat terveet miehet) söivät normaalin ruokavalionsa lisäksi päivittäin kahdeksan viikon ajan mustikoita, puolukoita ja mustaherukoita yhteensä 100 g päivässä. C-vitamiinin pitoisuus veressä nousi merkittävästi, mutta vaikutus antioksidanttikapasiteettiin oli vähäinen eikä ollut tilastollisesti merkitsevä. Äskettäin ilmestyneessä tutkimuksessa (Duthie ym. 2006) terveet naiset joivat karpalomehua 0,75 litraa päivässä kahden viikon ajan. Sillä ei ollut vaikutusta veren tai solujen antioksidanttistatukseen, sydän- ja verisuonitautien riskitekijöihin (kokonais-, LDL- ja HDL-kolesteroli-, triglyseridi- ja homokysteiinipitoisuudet) eikä DNA:n hapettumisvaurioihin. Vaikutuksia DNA:n hapettumisvaurioihin ei havaittu myöskään tutkimuksessa (Moller ym. 2004), jossa terveet koehenkilöt joivat mustaherukkamehua 0,5-1 litraa päivässä kolmen viikon ajan. Mustaherukkamehulla ei ollut antioksidatiivisia vaikutuksia myöskään kaneilla tehdyssä kokeessa (Nielsen ym. 2005). Tutkimuksessa (Young ym. 1999), jossa koe-henkilöt joivat viikon ajan mustaherukka- ja omenamehua (1:1) 0,75-1,5 litraa päivässä, veren rasvojen hapettuminen väheni mutta proteiinien hapettuminen lisääntyi.

Myöskään tyrnimarjan flavonoidiuutteella ei ollut vaikutusta koehenkilöiden veren rasvojen hapettumiseen tai veren antioksidanttikapasiteettiin eikä sydän- ja verisuonitautien riskiä kuvaaviin tekijöihin (veren rasvojen pitoisuudet, herkkä-CRP, homokysteiini) neljä viikkoa kestäneessä tutkimuksessa (Suomela ym. 2006).

Tähän mennessä julkaistujen tutkimusten perusteella näyttää siltä, että marjojen syönnin vaikutus veren antioksidanttikapasiteettiin on paljon pienempi kuin in vitro –tutkimusten perusteella voisi odottaa. Vaikutuksia on havaittu yleensä vain tutkimusasetelmissä, joissa veren antioksidanttikapasiteettia on tutkittu muutaman tunnin sisällä marja-annoksen nauttimisesta. Sen sijaan useita viikkoja kestäneellä säännöllisellä marjojen nauttimisella ei odotettuja vaikutuksia ole havaittu.

Ristiriitä in vitro ja in vivo mitattujen antioksidatiivisuustulosten välillä havaittiin myös Tekesin rahoittamassa tutkimushankkeessa "Antioksidatiivisesti vaikuttavien elintarvikkeiden metabolia ja terveysvaikutukset" (Tekes, Elintarvikkeet ja terveys 2001-2004, Teknologiaohjelmaraportti 6/2005), jossa tutkittiin koeputkiolosuhteissa antioksidatiivisesti vaikuttavien elintarvikkeiden terveysvaikutuksia ihmisillä. Vaikka tutkimuksessa käytettiin useita parhaina pidettyjä mittareita, antioksidatiivisia terveysvaikutuksia ei pystytty

todentamaan ihmisissä. Hankkeen johtopäätös oli, että in vitro –antioksidatiivisuustulosten perusteella ei voi ennustaa vaikutuksia elimistössä.

4.2 Antimikrobisuus

4.2.1 Suolistobakteerit

VTT:n tutkimusryhmä (Puupponen-Pimiä ym. 2001, 2005a,b,c, Nohynek ym. 2006) on tutkinut meillä yleisesti käytettyjen marjojen antimikrobisia (mikrobien kasvua ehkäiseviä) ominaisuuksia suoliston bakteereja vastaan. Tutkittujen bakteerien joukossa oli sekä ruokamyrkytyksiä ja suolistoinfektioita aiheuttavia bakteereita että hyödyllisiä maitohappobakteereja. Marjauutteet (lakka, vadelma, mansikka, puolukka, mustaherukka, mustikka, karpalo ja tyrnimarja) estivät *Salmonella*-, *Escherichia*- ja *Staphylococcus*-bakteerien kasvua, mutta eivät *Lactobacillus*- ja *Listeria*-bakteerien kasvua. *Bacillus cereus* –bakteerin kasvu estyi tehokkaasti kaikkien tutkittujen marjauutteiden vaikutuksesta. Myös *Clostridium perfringens* oli herkkä monille marjauutteille, mutta *Campylobacter jejuni* ja *Candida albicans* vain lakka-, vadelma- ja mansikkauutteille. Näissä tutkimuksissa lakka ja vadelma ovat olleet tehokkaimmat kaikkia tutkittuja bakteereja vastaan.

Lakan ja vadelman antimikrobinen vaikutus havaittiin myös Helsingin yliopistossa tehdyssä tutkimuksessa (Rauha ym. 2000). Siinä lakka ja vadelma estivät *Bacillus subtilis* –bakteerin kasvua ja lakka myös *Staphylococcus epidermidis* –bakteerin kasvua.

4.2.2 Helikobakteeri

Helikobakteeri (*Helicobacter pylori*) viihtyy mahan limakalvolla ja voi olla siellä vuosikausia aiheuttamatta ongelmia. Noin 10-20 %:lla helikobakteeritulehdus kuitenkin etenee ja voi johtaa maha- tai pohjukaissuolihaavan syntyyn, ja riskiä lisää tulehduskipulääkkeiden käyttö (Käypä hoito -suositus 2002). Helikobakteeria kantavalla on myös hieman tavallista suurempi riski sairastua mahasyöpään. Jos potilaalta löydetään helikobakteeri ja hänellä on lisäksi maha- tai pohjukaissuolihaava, aloitetaan helikobakteerin häätöhoito yhdellä tai useammalla antibiootilla. Helikobakteerin häätö vähentää haavan uusiutumista ja estää vuodot ja puhkeamiset.

Karpalomehusta eristetty tanniininkaltainen fraktio esti helikobakteerin kiinnittymistä mahan limakalvolle in vitro (Burger ym. 2000, Shmueli ym. 2004). Jos näin tapahtuu myös ihmisen mahassa, karpalovalmisteet voisivat estää helikobakteeritulehduksia. Tutkijat (Shmueli ym. 2004) ovatkin esittäneet, että karpalovalmisteiden käyttö yhdessä antibioottien kanssa helikobakteerin häätöhoidossa parantaisi hoitotulosta.

Marjat voivat vaikuttaa helikobakteeriin myös muulla tavoin kuin estämällä niiden kiinnittymistä mahan limakalvolle. Mustikka-, pensasmustikka-, karpalo-, vadelma- ja mansikkauutteet estivät helikobakteerin kasvua in vitro, tehokkaimpia olivat mustikka ja pensasmustikka (Chatterjee ym. 2004). Klaritromysiini, helikobakteerin häätöhoidossa käytetty antibiootti, tehosti marjojen vaikutusta. Tämänkin tutkimuksen tulos viittaa siihen, että marjavalmiste yhdessä antibiootin kanssa voisi sopia helikobakteeri-infektion hoitoon.

Myös VTT:n tutkimuksissa (Nohynek ym. 2006) on osoitettu marjauutteiden teho helikobakteeria vastaan. Sekä lakka, vadelma, mansikka, mustikka että mustaherukka estivät tehokkaasti helikobakteerin kasvua.

4.2.3 Suun bakteerit

Hampaiden reikiintyminen eli karies on infektio tauti, jonka aiheuttaa useimmiten mutans streptokokki -ryhmän bakteeri, *Streptococcus mutans* tai *Streptococcus sobrinus*. Bakteerit eivät yleensä elä eristäytyneinä yksisoluisina eliöinä vaan kiinnittyneinä pintoihin ja järjestyneinä monimutkaisiksi bakteeriyhdyskunniksi, joita kutsutaan biofilmiksi. Hammasplakki on tyypillinen biofilmi. Biofilmit koostuvat mikrobisoluista sekä niiden tuottamista solunulkoisista biopolymeereistä, jotka yleensä ovat polysakkarideja (limakerros). Biofilmien suojassa elävät bakteerit aiheuttavat hammassairauksia ja voivat olla jopa tuhat kertaa vastustuskykyisempiä antibiootihoidoille kuin samat vapaina kasvavat bakteerit.

Karpalomehusta eristetyn tanniininkaltaisen fraktion on osoitettu estävän *Streptococcus sobrinus* -bakteeria sisältävän biofilmin muodostumista ja hajottavan jo muodostunutta biofilmiä in vitro (Steinberg ym. 2004, 2005). Edullinen vaikutus suuhygieniaan on todettu myös ihmisillä tehdyssä tutkimuksessa. Suuvesi, joka sisälsi karpalosta eristettyä fraktiota, vähensi syljen bakteerien kokonaismäärää sekä hampaiden reikiintymistä aiheuttavan *Streptococcus mutans* -bakteerin määrää (Weiss ym. 2004). Koehenkilöt käyttivät suuvettä kaksi kertaa päivässä 6 viikon ajan.

Viimeksi mainittua esimerkkiä lukuun ottamatta edellä mainitut tulokset ovat in vitro – tutkimuksista, eikä niitä toistaiseksi ole todennettu ihmisen elimistössä. Sen sijaan karpalon antimikrobiset vaikutukset virtsateiden bakteereihin on osoitettu ihmisillä, näitä tutkimuksia kuvataan seuraavassa kappaleessa.

4.3 Karpalo ja virtsateiden terveys

Kansanlääkinnässä – varsinkin Pohjois-Amerikassa – karpalomehua on pitkään käytetty virtsatie tulehduksiin. Kun tehokkaat bakteerilääkkeet (antibiootit) keksittiin, ne syrjäyttivät karpalon käytön 1950-luvulla. Nyt 2000-luvun alussa osa bakteereista pystyy vastustamaan antibioottien bakteereita tappavaa vaikutusta. Siksi karpalon vaikutuksista ja tehosta virtsatie tulehdusten ehkäisyssä ja täydentävässä hoidossa onkin kiinnostuttu uudelleen. Suurin osa tutkimuksista on tehty amerikkalaisella viljellyllä pensaskarpalolla (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) ja siitä tehdyillä mehuilla ja muilla valmisteilla.

Virtsatieinfektio on Suomessa toiseksi yleisin lääkärin hoitoon johtava infektio (Käypä hoito -suositus 2000). Lapsista se vaivaa eniten alle vuoden ikäisiä tyttöjä ja poikia, mutta imeväisiän jälkeen se on pääasiassa naisten sairaus. Jopa puolella naisista on elämänsä aikana ainakin yksi virtsatieinfektio ja 20-40 %:lla tulehdus uusiutuu. Erityisen selvästi sairastumisriski lisääntyy vaihdevuosien jälkeen. Laitoshoidossa olevilla vanhuksilla virtsatieinfektio on yleisempää kuin kotona asuvilla, suurin syy on virtsarakon katetrointi. Lähes 90 % tulehduksista on *Eschericia coli* -bakteerin aiheuttamia. Virtsatieinfektio syntyy, kun peräaukon ympäristön bakteerit pääsevät nousemaan virtsaputkea pitkin virtsarakkoon. Naisilla on lyhyempi virtsaputki kuin miehillä, mikä helpottaa bakteerien kulkua. Bakteeri lisääntyy virtsateiden emäksisessä ympäristössä ja kiinnittyessään limakalvoihin aiheuttaa tulehduksen. Lievimmillään tulehdus rajoittuu rakkoon (kystiitti), hankalimmillaan se on

korkeakuumeinen ja yleiskuntoa heikentävä munuaisiin saakka ulottuva sairaus (pyelonefriitti). Virtsatieinfektioita hoidetaan antibiooteilla ja niiden uusiutumista pyritään ehkäisemään estolääkityksellä. Jos toistuvia infektioita voitaisiin vähentää muilla tavoin kuin lääkkeillä, sillä olisi suuri merkitys potilaan elämänlaadulle sekä lääkekustannusten vähenemisen kautta kansantaloudelle.

Karpalomehun ja -tablettien/kapselien virtsatietulehduksia estävää vaikutusta on tutkittu potilaskokeissa sekä ulkomailla että myös Suomessa. Julkaistuista tutkimuksista on tehty ns. Cochrane-katsaus (Jepson ym. 2004). Cochrane-yhteistyö (Cochrane Collaboration) on kansainvälinen terveydenhuollon ammattilaisten verkosto, jonka tarkoituksena on laatia, pitää yllä ja levittää systemoituja katsauksia tutkimuksista, joissa arvioidaan terveydenhuollon toimenpiteiden vaikutuksia. Näiden systemoitujen katsausten perusteella voidaan siis päätellä, kuinka hoito vaikuttaa. Katsauksessa (Jepson ym. 2004) käytiin läpi kaikki siihen mennessä tehdyt satunnaistetut kontrolloidut kliiniset tutkimukset ja mukaan kelpuutettiin seitsemän tutkimusta. Kolmessa tutkimuksessa koehenkilöinä oli naisia, joilla oli ollut toistuvia virtsatietulehduksia, kahdessa tutkimuksessa oli ikääntyneitä naisia ja miehiä ja kahdessa lapsia, joilla oli virtsarakon katetri. Kolmessa tutkimuksessa (Walker ym. 1997, Kontiokari ym. 2001, Stothers 2002) havaittiin, että karpalovalmisteen nauttiminen vähensi virtsatieinfektioita. Neljässä muussa tutkittiin oireettomia infektioita mittaamalla bakteerien ja valkosolujen esiintymistä virtsassa, ja vain yhdessä niistä (Avorn ym. 1994) karpalovalmisteen nauttiminen vähensi näitä. Katsauksen johtopäätös oli, että karpalomehu voi vähentää oireisia virtsatieinfektioita naisilla. Näissä tutkimuksissa keskeyttäneitä oli paljon, mikä viittaa siihen, että karpalomehun säännöllinen nauttiminen ei onnistu kaikilta (epämiellyttävä maku, korkea hinta). Stothersin (2002) mukaan kustannustehokkaampaa olisi ehkäistä virtsatieinfektioita karpalomehun sijasta karpalotableteilla.

Yksi Cochrane-katsaukseen sisältynyt tutkimus oli tehty Suomessa. Oulun yliopiston lastentautien klinikan ja Oulun yliopistollisen sairaalan tutkimuksessa toistuvista virtsatietulehduksista kärsivät 20-60-vuotiaat naiset joivat kuuden kuukauden ajan päivittäin 50 ml karpalo-puolukkamehutiivistettä (Maija, Marli) tai *Lactobacillus GG*-maitohappobakteerijuomaa (Gefilus, Valio). Mehutiiviste laimennettiin 200 ml:lla vettä ja juotiin yhtenä annoksena iltaisin. Päiväannos sisälsi 7,5 g karpalotiivistettä ja 1,7 g puolukkatiivistettä. Juomaan ei lisätty sokeria. Karpalo-puolukkamehuryhmällä esiintyi seuraavan vuoden aikana *E. coli*-bakteerin aiheuttamia virtsatietulehduksia puolet vähemmän kuin kontrolliryhmällä tai maitohappobakteerijuomaa saaneella ryhmällä.

Kontiokarin tutkimusryhmän uudemmassa kliinisessä tutkimuksessa (2005) oululaiset päiväkotilapset joivat karpalomehua (valmistaja Ocean Spray Cranberries, USA) 3 kk:n ajan. Päiväkodeissa olevista lapsista normaalisti noin 30 %:lla on nenänielussaan hengitystieinfektioita aiheuttavia bakteereita, eikä karpalomehulla ollut vaikutusta tähän. Se ei myöskään vähentänyt hengitystie- tai muiden infektioiden määrää eikä vaikuttanut suoliston bakteerikoostumukseen. Tutkimuksen johtopäätös oli, että karpalon hyödyllinen vaikutus liittyy nimenomaan virtsateiden terveyden ylläpitämiseen.

Virtsatieinfektioita aiheuttavat ulosteperäiset bakteerit ja ruokavaliolla on vaikutusta ulosteen bakteerikoostumukseen. Siksi on todennäköistä, että ruokavaliolla on merkitystä myös virtsatieinfektioiden esiintyvyyteen. Suomessa tehdyssä tapaus-verrokkitutkimuksessa havaittiin, että marjamehujen (kuten mansikka-, vadelma-, lakka-, herukka-, puolukka- ja karpalomehujen) säännöllinen käyttö suojasi virtsatietulehduksilta (Kontiokari ym. 2003, 2004).

Aikaisemmin karpalon vaikutuksen uskottiin perustuvan sen happamuuteen, joka estäisi haitallisten bakteerien lisääntymistä. Nykykäsityksen mukaan vaikutus perustuu karpalon kykyyn estää *E. coli* -bakteerien tarttumista (adheesiota) virtsateiden limakalvoille. *E. coli* -bakteereilla on fimbrioita (hapsuja), joilla ne tarttuvat virtsateiden seinämän soluihin. Karpalossa olevat ainesosat estävät tarttumisen, jolloin bakteeri ei pääse kiinnittymään ja aiheuttamaan tulehdusta, vaan huuhtoutuu virtsan mukana pois elimistöstä. Tämä ns. antiadheesiovaikutus on osoitettu monissa *in vitro* -tutkimuksissa, mm. tutkittaessa karpalomehua (Xafriri ym. 1989), karpalosta eristettyjä ainesosia (Foo ym. 2000) tai karpaloita tai karpalomehua nauttineiden henkilöiden virtsaa (Greenberg ym. 2005, Howell ym. 2005, Di Martino ym. 2006). Karpalo estää myös antibiooteille vastustuskykyisten *E. coli* -bakteerien kiinnittymistä (Howell ja Foxman 2002, Di Martino ym. 2006) ja siten mahdollisesti myös niiden aiheuttamia tulehduksia.

Karpalon antiadhesiivisen vaikutuksen uskotaan perustuvan sen sisältämiin fenolihydristeisiin, A-tyypin proantosyanidiineihin (ks. 3.1, 3.2). Amerikkalaisessa pensaskarpalossa on ainakin seuraavia proantosyanidiineja: monomeeri (epikatekiini), A-tyypin dimeeri(t) ja trimeerit sekä B-tyypin dimeeri(t) ja trimeerit (Foo ym. 2000, Prior ym. 2001) sekä myös isompia A- ja B-tyypin oligomeereja, joiden polymeroitumisaste on 4-10 (Howell ym. 2005). Näistä antiadhesiivista vaikutusta on eniten A-tyypin trimeereillä ja vähemmän dimeereillä (Foo ym. 2000). Läheskään kaikkia A-tyypin lukuisia eri muotoja ei toistaiseksi ole tunnistettu eikä niiden määriä ole pystytty mittaamaan. Niitä ei myöskään ole osoitettu virtsasta.

A-tyypin dimeerejä ja trimeerejä on myös suomalaisissa *Vaccinium*-suvun marjoissa kuten karpalossa, puolukassa, juolukassa ja mustikassa (Määttä-Riihinen ym. 2005).

Ranskan elintarviketurvallisuusvirasto AFSSA on hyväksynyt terveystieteen "auttaa vähentämään tiettyjen *E. coli* -bakteerien kiinnittymistä virtsateiden limakalvoille" pensaskarpalon (*Vaccinium macrocarpon*) mehulle ja mehujauheelle.

Enkovaaran (2005) mukaan karpalomehu tai karpaloa sisältävät ravintolisät sopivat toistuvien virtsatietulehdusten ehkäisyyn. Niitä ei tule käyttää akuutin virtsatietulehduksen hoitoon, koska karpalolla ei ole bakteereita tappavaa vaikutusta. Akuutin virtsatietulehduksen ensisijainen hoito on bakteerilääke.

4.4 Mustikka ja silmien terveys

Mustikan ja sen sisältämien antosyaanien vaikutus hämäränäköön on luontaistuotteiden mainonnasta tuttu väite. Mustikkaa sekä antosyaaneja sisältäviä mustikkauutteita alettiin tutkia ja suosittaa hämäränäön parantamiseksi, kun toisen maailmansodan aikana sotilaslentäjät väittivät, että mustikkahillo parantaa heidän näkökykyään yölennoilla (Enkovaara 2002, 2005). Asiasta on tehty useita tutkimuksia ja alustavat tutkimustulokset olivatkin lupaavia, mutta uudemmissa tutkimuksissa ei ole todettu positiivisia vaikutuksia.

Muutama vuosi sitten ilmestyi katsausartikkeli (Canter ja Ernst 2004), jossa arvioitiin kaikki siihen mennessä tehdyt kliiniset tutkimukset mustikan tehosta hämäränäköön. Tutkijat löysivät kaikkiaan 30 tutkimusta, joista puolet oli tehty 1960-luvulla. Näistä 17:ssä ei ollut lumeryhmää tulosten kontrolloimiseksi, eikä niitä siksi voitu ottaa mukaan arviointiin. Arviointiin kelpasi mukaan 12 tutkimusta, joista viisi oli satunnaistettua kontrolloitua

tutkimusta ja seitsemän ei-satunnaistettua kontrolloitua tutkimusta. Hämäränäön parantumista tapahtui kaikissa seitsemässä ei-satunnaistetussa tutkimuksessa (julkaistu 1965-1983 pääasiassa italian- ja ranskankielillä) ja yhdessä satunnaistetussa tutkimuksessa (julkaistu 1964 ranskaksi). Sen sijaan neljässä uusimmassa tutkimuksessa (julkaistu 1998-2001 englanniksi), jotka olivat satunnaistettuja kaksoissokkotutkimuksia, vaikutusta ei havaittu. Nämä tutkimukset olivat siis parhaiten tehtyjä, mutta niissä oli käytetty pienempiä annoksia kuin muissa. Arvioinnin tehneet tutkijat kiinnittivät huomiota siihen, että tutkimuksissa oli käytetty koehenkilöitä, joilla oli normaali tai normaalia parempi näkökyky eikä siis ongelmia hämärässä näkemisessä. Mustikalla tai mustikkauutteella ei siis ole tehty yhtään lumekontrolloitua tutkimusta koehenkilöillä, joiden näkökyky hämärässä olisi heikentynyt. Jotta saataisiin tieteellisesti todennettua näyttöä mustikan hyödyistä hämäränäölle, tarvitaan hyvän kliinisen tutkimuksen kriteerit täyttäviä lumekontrolloituja satunnaistettuja kliinisiä tutkimuksia henkilöillä, joilla on heikentynyt hämäränäkö. Hyvän hämäränäön ylläpitäminen on tärkeää paitsi liikenteessä pimeään aikaan (mm. rekka-autojen ja linja-autojen kuljettajille) myös ikääntyneille sekä erilaisista silmäsairauksista kärsiville.

On esitetty, että mustikasta olisi apua myös harmaakaihiin, silmänpohjan ikärappeumaan ja diabetekseen liittyviin silmäsairauksiin (Murray 1997). Vaikutus voisi perustua mm. mustikan kykyyn suojata silmää hapetusvaurioilta (antioksidanttivaikutus) ja parantaa silmän verenkiertoa. Luotettavaa tieteellistä näyttöä näistä ei kuitenkaan vielä ole. Mustikan markkinoiminen silmäsairauksien ehkäisyyn ja hoitoon perustuu siis toistaiseksi enemmän uskoon kuin tutkimustietoon (Enkovaara 2002, 2005).

Japanissa on tutkittu mustaherukan vaikutuksia silmien terveyteen (Nakaishi ym. 2000). Terveillä koehenkilöillä tehdyssä lumekontrolloidussa kaksoissokkotutkimuksessa selvitettiin mustaherukan antosyaaneja sisältävän valmisteen vaikutuksia muutama tunti annoksen nauttimisen jälkeen. Valmiste paransi silmän sopeutumista pimeässä näkemiseen ja vähensi näyttöpäätetyöskentelyn aiheuttamaa silmien väsymistä.

4.5 Mustikka ja aivojen terveys

Ikääntyminen aiheuttaa muutoksia aivojen toiminnoissa (Joseph ym. 2005a,b). Se heikentää sekä motorisia toimintoja (tasapaino, lihasvoima, liikkeiden koordinointi) että kognitiivisia toimintoja (muisti, oppiminen ja muut tiedon käsittelyyn liittyvät toiminnot). Näiden toimintojen heikkeneminen voi johtua siitä, että ikääntyvät aivot ovat herkkiä oksidatiiviselle stressille ja tulehdusreaktioille (inflammaatio). Ravitsemus voi olla yksi keino hidastaa näitä muutoksia, sillä tietyt ravintotekijät (esim. fenoliyhdisteet) vähentävät oksidatiivista stressiä ja tulehdusreaktioita.

Amerikkalainen tutkimusryhmä (Joseph ym. 2005a,b, Lau ym. 2005) on vuodesta 1998 lähtien julkaissut mielenkiintoisia tutkimustuloksia mustikan (amerikkalainen pensasmustikka) ja vähäisemmässä määrin mansikan vaikutuksista ikääntyvillä rotilla. Molemmat marjat (ja myös pinaatti) paransivat muistia mutta vain mustikka paransi myös motorisia toimintoja. Siitä, millä eri mekanismeilla mustikka vaikuttaa aivotoimintoihin ja estää ikääntymiseen liittyviä muutoksia, on julkaistu useita tutkimuksia.

USA:ssa on tutkittu ja tutkitaan parhaillaan mustikan vaikutuksia myös ikääntyvillä ihmisillä. Tutkimustuloksia ei ole vielä julkaistu, mutta tietoja niistä on saatavilla tutkimuksen www-sivuilta <http://www.blueberrystudy.com/homepage/index.htm>, kohdasta Results.

2002 Blueberry Health Study –tutkimuksessa tutkittavat söivät mustikoita 1 kupillisen päivässä neljän viikon ajan ja raportoivat tutkimuksen päätyttyä monia positiivisia muutoksia päätöksentekonopeudessa, kivuissa, energisyydessä, unen laadussa, mielialassa, rauhallisuudessa ja terveydentilassa. Toisessa, kaksi vuotta kestäneessä tutkimuksessa, mustikan säännöllinen syönti (1 kupillinen päivässä) paransi muistia henkilöillä, joilla oli odotettavissa muistin heikkenemistä. Parhaillaan on meneillään 2006 Blueberry-Mediterranean Diet Study, jossa tutkitaan mustikan ja Välimeren ruokavalion terveysvaikutuksia. Lisätietoja saa yllä olevasta linkistä, kohdasta Study Description.

4.6 Marjojen siemenöljyjen terveysvaikutukset

4.6.1 Mustaherukka

Anu Johanssonin väitöskirjatyössä (Turun yliopisto, 1999) selvitettiin mustaherukan siemenöljyn vaikutuksia sydän- ja verisuonitautien riskitekijöihin (veren rasvat sekä verihiutaleiden sakkautumistaipumus). Kaksitoista tervettä koehenkilöä nautti sokotetusti joko mustaherukan siemenöljyä tai lumeöljyä (oliiviöljy) 5 g/vrk neljän viikon ajan. Herukkaöljy sisältää omega-3- ja omega-6-rasvahappoja ravitsemussuositusten mukaisessa suhteessa. Lisäksi siinä on kahta harvinaista monityydyttymätöntä rasvahappoa eli gammalinoleenihappoa ja stearidonihappoa. Ainoa havaittu vaikutus oli, että mustaherukkaöljy esti vuodenaikasta johtuvan nousun veren LDL-kolesteroliarvoissa. Samansuuntainen tulos saatiin myös Turun yliopiston ja Kuopion yliopiston tutkimuksessa (Tahvonen ym. 2005), jossa terveet koehenkilöt nauttivat mustaherukkaöljyä 3 g/vrk neljän viikon ajan. LDL-kolesterolin pitoisuus aleni hieman ja HDL/LDL-kolesterolin suhde parani. Vaikutukset veren rasvoihin olivat odotettua pienemmät, mikä voi selittyä sillä, että koehenkilöt olivat nuoria ja terveitä naisia, joiden ruokavalio sisälsi suhteellisen vähän rasvaa ja joiden veren rasva-arvot olivat normaalit.

4.6.2 Tyrni

Tyrnin marjoja on käytetty Kiinassa ja Venäjällä elintarvikkeena ja lääkkeenä yli tuhannen vuoden ajan. Näissä maissa tehdyissä tutkimuksissa siementen sekä pehmytosan öljyillä on todettu olevan monia edullisia vaikutuksia terveyteen. Ne ovat esimerkiksi alentaneet veren kolesteroli- ja muita rasva-arvoja sekä ovat olleet tehokkaita iho- ja limakalvovammojen hoidossa. Tutkimukset on tehty pääasiassa koe-eläimillä ja niissä on ollut monia puutteita. Niiden tulokset tulisikin varmistaa asianmukaisesti suoritettavilla kliinisillä tutkimuksilla. Kiinan ja venäjän kielillä julkaistuista tutkimuksista on englanninkielinen yhteenveto Baoru Yangin väitöskirjassa (Turun yliopisto, 2001).

Ensimmäiset länsimaiset tieteelliset tutkimukset tyrnin vaikutuksista ihmisen terveyteen on tehty viime vuosikymmenen lopulla Turun yliopistossa.

Anu Johanssonin väitöskirjatyössä selvitettiin tyrnin marjaöljyn (öljy siemenestä ja marjan pehmytosasta) vaikutuksia sydän- ja verisuonitautien riskitekijöihin (Johansson ym. 2000). Kaksitoista tervettä koehenkilöä nautti sokotetusti joko tyrniöljyä tai lumeöljyä (kookosöljy) 5 g/vrk neljän viikon ajan. Tyrniöljyllä ei ollut vaikutusta veren rasva-arvoihin (kokonaiskolesteroli, HDL-kolesteroli, LDL-kolesteroli ja triglyseridit), mutta se vähensi verihiutaleiden sakkautumistaipumusta ja siten mahdollisesti veritulppariskiä.

Englannissa tehdyssä tutkimuksessa (Eccleston ym. 2002) terveet tupakoimattomat miehet joivat runsaasti antioksidantteja (C- ja E-vitamiinia, karotenoideja ja flavonoideja) sisältävää tyrnimehua 300 ml päivässä 8 viikon ajan. Kolmasosa koehenkilöistä kuitenkin keskeytti kokeen mehun epämiellyttävän maun vuoksi. Veren kokonaiskolesteroli- tai LDL-kolesterolipitoisuudessa ei tapahtunut muutoksia, kuten ei myöskään verihiutaleiden sakkautumistaipumuksessa tai LDL:n hapettumisherkkyudessa. Sen sijaan HDL-kolesterolin ja triglyseridien pitoisuudet nousivat, mutta muutokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä (mm. pienestä koehenkilömäärästä johtuen). Triglyseridipitoisuuden nousu on ei-toivottu vaikutus ja saattoi johtua siitä, että monet koehenkilöt lisäsivät sokeria mehuun pystyäkseen juomaan sitä. Muutosta ei havaittu myöskään HDL/LDL-kolesterolin suhteessa.

Baoru Yangin väitöskirjatutkimuksessa puolestaan selvitettiin ravintolisänä annettujen tyrnin siemenöljyn ja marjalihaöljyn vaikutusta atooppiseen ihottumaan (Yang ym. 1999a). Atooppiseen ihottumaan liittyy kuiva ja kutiava iho, joka johtuu ihon luontaisten rasvojen vähydestä, sekä koholla olevat seerumin immunoglobuliini (IgE) -arvot. Potilaat nauttivat sokotetusti joko tyrnin siemenöljyä, marjalihaöljyä tai lumeöljyä (paraffiiniöljy) 5 g/vrk neljän kuukauden ajan ihotautilääkärin valvonnassa. Atopian oireet vähenivät tyrniöljyjen nauttimisen aikana, marjalihaöljyllä vaikutus oli selvempi kuin siemenöljyllä, ja vaikutus oli havaittavissa yhden kuukauden jälkeen. Tulosten tulkintaa vaikeuttaa kuitenkin se, että oireet vähenivät myös lumeöljyä saaneessa ryhmässä. IgE-arvoihin öljyjen nauttimisella ei ollut vaikutusta. Marjalihaöljy myös nosti hyödyllisen HDL-kolesterolin pitoisuutta veressä noin 10 %. Ilmeisesti öljyn rasvahapot (alfalinoleenihappo), E-vitamiini, karotenoidit ja kasviterolit yhdessä johtivat positiivisiin vaikutuksiin. Tyrnin öljyillä ei myöskään ollut vaikutusta atopiapotilaiden ihon karheuteen oireettomilla ihoalueilla kämmenselässä ja hartiassa (Yang ym. 1999b).

Rotilla tehdyissä kokeissa tyrnin siemenöljy ja marjalihaöljy sekä estivät mahahaavan kehittymistä että paransivat sitä (Xing ym. 2002). Hiirillä ja rotilla tehdyissä kokeissa on saatu viitteitä siitä, että tyrnin öljyt saattaisivat lievittää tulehdusta ja kipua (Kallio ym. 2001).

4.6.3 Taikinamarja

Turun yliopistossa on tutkittu taikinamarjan (alppiherukan) siemenöljyn soveltuvuutta atooppisen ihottuman hoitoon. Taikinamarjan siemenöljy sisältää luontaisesti keskimäärin 10 % gammalinoleenihappoa ja 3-4 % stearidonihappoa, joiden oletetaan elimistössä muuntuvan rasvahapoiksi, joita tarvitaan mm. tasapainoisen immuunipuolustuksen tarpeisiin. Atopiapotilailta on monissa tutkimuksissa havaittu rasva-aineenvaihdunnan häiriötiloja, jotka heijastuvat eri kudosten normaalista poikkeavina rasvahappokoostumuksina. Tällöin elimistöön syntyy pula mm. tulehdusta lievittävien kudoshormonien esiasteista sekä ihon toimintaan (mm. vedenläpäisevyys) kiinteästi liittyvistä rasvahapoista.

Tutkimuksessa (Johansson ym. 1999) selvitettiin ravintolisänä annetun taikinamarjan siemenöljyn vaikutusta atooppiseen ihottumaan ruoka-aineallergiaa sairastavilla pikkulapsilla. Koehenkilöt nauttivat sokotetusti joko taikinamarjaöljyä tai lumeöljyä (rypsiöljy) 450 mg/vrk 8 tai 16 viikon ajan. Taikinamarjaöljyä saaneella ryhmällä muun muassa ihottuman laajuus ja ihon kutina vähenivät enemmän kuin vertailuryhmällä. Taikinamarjaöljylisä myös korjasi veren rasvahappokoostumusta normaalimpaan suuntaan.

4.7 Marjat ja syöpä

4.7.1 Syöpäsolujen kasvu

Marjojen vaikutuksista syöpäsolujen kasvuun on tehty paljon in vitro –tutkimuksia. Monet marjat (niistä tehdyt erilaiset uutteen) estävät suolistosyöpäsolujen ja monien muiden syöpäsolujen kasvua soluviljelmissä. Tutkimustietoa on ainakin seuraavista marjoista: vadelma, mansikka, mustikka, marja-aronia, karpalo, puolukka, mustaherukka, tyrni ja ruusunmarja (Liu ym. 2002, Katsube ym. 2003, Malik ym. 2003, Meyers ym. 2003, Olsson ym. 2004, Seeram ym. 2004, Zao ym. 2004). Myös suomalaiset marjat (mustikka, mustaherukka, lakka, puolukka, vadelma, mansikka) estävät suolistosyöpäsolujen kasvua (Wu ym. 2007).

4.7.2 Ruokatorven syöpä

USA:ssa on tutkittu koe-eläimillä marjojen vaikutuksia ruokatorven syövässä (Stoner ym. 2006). Rotille aiheutettiin kasvaimia ruokatorveen antamalla niille syöpää aiheuttavaa ainetta (nitrosoamiinien ryhmään kuuluvaa kemikaalia). Kasvainten määrä väheni, jos rotat saivat rehunaan pakkaskuivattua mansikkaa, mustavadelmaa tai karhunvatukkaa. Tutkimuksia tehtiin kahdella tavalla: marjaa sisältävää rehua alettiin syöttää eläimille ennen kuin syöpää aiheuttavaa kemikaalia annettiin tai ensin annettiin syöpää aiheuttavaa kemikaalia ja marjarehua alettiin syöttää vasta sen jälkeen. Molemmissa tapauksissa marjarehu vähensi kasvainten määrää.

USA:ssa on parhaillaan meneillään kliininen tutkimus, jossa pyritään estämään ruokatorven syövän kehittymistä potilailla, joilla on suuri riski saada se (Kresty ym. 2006). Heillä on ns. Barrettin ruokatorvi. Tila liittyy toistuvaan närästyksen, jossa mahahappoa nousee ruokatorveen. Elimistö pyrkii suojaamaan ruokatorvea hapolta muuttamalla sen limakalvoa. Potilailla, joilla on Barrettin ruokatorvi, on muita suurempi riski sairastua ruokatorven syöpään. Tutkimuksessa koehenkilöt nauttivat puolen vuoden ajan pakkaskuivattua mustavadelmaa veteen sekoitettuna (naiset 32 g, miehet 45 g päivässä, vastaa 1,5-2 kupillista tuoretta marjaa). Tutkimuksen tuloksia ei ole vielä julkaistu.

4.7.3 Paksusuolen syöpä

Marjoista voi olla hyötyä myös paksusuolen syövän ehkäisyssä. Amerikkalaistutkimuksessa mustikan ja marja-aronian antosyaaniuutteet vähensivät huomattavasti kasvainten esiasteiden määrää ja vaikuttivat edullisesti muihin paksusuolen syövän kehittymistä kuvaaviin tekijöihin rotilla, joille oli annettu paksusuolen syöpää aiheuttavaa ainetta (Lala ym. 2006). Tutkijat päättelivät, että marjat suojelevat suoliston limakalvoa sitä vahingoittavilta tekijöiltä.

Helsingin yliopistossa on tutkittu kotimaisen mustikan, puolukan ja lakan vaikutuksia suolistosyövän kehittymiseen hiirimallissa. Tuloksia ei ole vielä julkaistu.

4.8 Haittavaikutuksia

Karpalo ja karpalomehu saattavat muuttaa veren hyytymistä estävien lääkkeiden ('verenohennuslääkkeiden') eli antikoagulanttien tehoa (Enkovaara 2005). Tällainen yleisesti käytetty lääke on varfariini (Marevan). Sitä käytetään veritulppien ehkäisyyn, jos niiden vaara

on tavallista suurempi. Lääke hidastaa veren hyytymistä, jolloin veritulppien vaara vähenee. Suuri määrä karpalomehua tai muuta karpalovalmistetta saattaa muuttaa varfariinihoidon tasapainoa ja jopa aiheuttaa vakavia verenvuotoja (Aston ym. 2006). Tämä yhteisvaikutus saattaa perustua siihen, että karpalon fenoliyhdisteet hidastavat lääkkeen aineenvaihduntaa ja siten lisäävät sen tehoa; vaikutusmekanismia ei kuitenkaan vielä tiedetä. Englannissa lääkäreitä on varoitettu varfariinihoidon ja karpalomehun mahdollisista yhteisvaikutuksista ja siellä suositellaan, että varfariinihoitoa saavat potilaat eivät käyttäisi säännöllisesti suuria määriä karpalomehua.

Enkovaara mainitsee kirjoissaan (2002, 2005), että teoriassa myös mustikalla voi olla samanlainen vaikutus. Suuret annokset mustikkaa saattavat voimistaa lääkkeen hyytymistä estävää vaikutusta. Yhtään haittatapausta ei kuitenkaan ole julkaistu.

4.9 Yhteenveto marjojen terveystieteisiin liittyvästä tutkimustiedosta

Vaikutus todettu ihmisillä tehdyissä tutkimuksissa

- suurentaa hieman aterianjälkeistä antioksidanttikapasiteettia veressä
- suojaa virtsatietulehduksilta (am. karpalo, karpalo/puolukka)
- vähentää kariesta aiheuttavia suun bakteereita (am. karpalo)
- parantaa hämärässä näkemistä ??? (mustikka, mustaherukka)
- estää näyttöpäätettyöskentelyn aiheuttamaa silmien väsymistä (mustaherukka)
- alentaa hieman veren LDL-kolesterolin pitoisuutta (mustaherukan siemenöljy)
- nostaa veren HDL-kolesterolin pitoisuutta ? (tyrni, öljy)
- vähentää verihiihtäneiden sakkautumistaipumusta ? (tyrni, öljy)
- lievittää atooppista ihottumaa ? (tyrniin ja taikinamarjan öljy)
- haittavaikutus: voimistaa veren hyytymistä estävien lääkkeiden (Marevan) tehoa (am. karpalo)

Vaikutus todettu koe-eläimillä tehdyissä tutkimuksissa

- estää ikääntymiseen liittyviä muutoksia kognitiivisissa ja motorisissa toiminnoissa (am. mustikka)
- estää kasvainten muodostumista ruokatorvessa (mansikka, mustavadelma, karhunvatukka)
- vähentää kasvainten muodostumista paksusuolella (mustikka, marja-aronia)
- estää ja parantaa mahahaavaa (tyrniöljy)
- lievittää tulehdusta ja kipua (tyrniöljy)

Vaikutus todettu vain in vitro -tutkimuksissa

- suurempi antioksidatiivisuusteho kuin muilla elintarvikkeilla (useimmat marjat)
- estää haitallisten suolistobakteerien kasvua (lakka, vadelma + monet muut)
- estää helikobakteerin kasvua ja kiinnittymistä mahan limakalvolle (am. karpalo, mustikat, vadelma, lakka, mansikka, mustaherukka)
- estää syöpäsolujen kasvua (mustikka, marja-aronia, lakka + monet muut)



LÄHTEET

- Arts ICW, Hollman PCH: Polyphenols and disease risk in epidemiological studies. *Am J Clin Nutr* 81 (suppl): 317S-325S, 2005
- Aston JL, Lodolce AE, Shapiro NL: Interaction between warfarin and cranberry juice. *Pharmacotherapy* 26: 1314-1319, 2006
- Avorn J, Monane M, Gurwitz JH, Glynn RJ, Choodnovskiy I, Lipsitz LA: Reduction of bacteriuria and pyuria after ingestion of cranberry juice. *JAMA* 271: 751-754, 1994
- Bere E: Wild berries: a good source of omega-3. *Eur J Clin Nutr* 2006 Aug 9; [Epub ahead of print]
- Burger O, Ofek I, Tabak M, Weiss E, Sharon N, Neeman I: A high molecular-weight constituent of cranberry juice inhibits *Helicobacter pylori* adhesion to human gastric mucus. *FEMS Immunol Med Microbiol* 29: 295-303, 2000
- Canter PH, Ernst E: Anthocyanosides of *Vaccinium myrtillus* (bilberry) for night vision – a systematic review of placebo-controlled trials. *Surv Ophthalmol* 49: 38-50, 2004
- Cao G, Russell RM, Lischner N, Prior RL: Serum antioxidant capacity is increased by consumption of strawberries, spinach, red wine or vitamin C in elderly women. *J Nutr* 128: 2383-2390, 1998
- Chatterjee A, Yasmin T, Bagchi D, Stohs SJ: Inhibition of *Helicobacter pylori* in vitro by various berry extracts, with enhanced susceptibility to clarithromycin. *Mol Cell Biochem* 265: 19-26, 2004
- Di Martino P, Agniel R, David K, Templer C, Gaillard JL, Denys P, Botto H: Reduction of *Escherichia coli* adherence to uroepithelial bladder cells after consumption of cranberry juice: a double-blind randomized placebo-controlled cross-over trial. *World J Urol* 24: 21-27, 2006
- Duthie SJ, Jenkinson A McE, Crozier A, Mullen W, Pirie L, Kyle J, Yap LS, Christen P, Duthie GG: The effects of cranberry juice consumption on antioxidant status and biomarkers relating to heart disease and cancer in healthy human volunteers. *Eur J Nutr* 45: 113-122, 2006
- Eccleston C, Yang B, Tahvonen R, Kallio H, Rimbach GH, Minihane AM: Effects of an antioxidant-rich juice (sea buckthorn) on risk factors for coronary heart disease in humans. *J Nutr Biochem* 13: 346-354, 2002
- Ehala S, Vaher M, Kaljurand M: Characterization of phenolic profiles of Northern European berries by capillary electrophoresis and determination of their antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 53: 6484-6490, 2005
- Enkovaara AL: Lääkekasvit & rohdustuotteet. WSOY 2002
- Enkovaara AL: 101 luontaistuotetta. Duodecim 2005
- Foo LY, Lu Y, Howell AB, Vorsa N: A-type proanthocyanidin trimers from cranberry that inhibit adherence of uropathogenic P-fimbriated *Escherichia coli*. *J Nat Prod* 63: 1225-1228, 2000
- Foster-Powell K, Holt SHA, Brand-Miller JC: International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *Am J Clin Nutr* 76: 5-56, 2002
- Gao X, Ohlander M, Jeppsson N, Björk L, Trajkovski V: Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrients in fruits of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) during maturation. *J Agric Food Chem* 48: 1485-1490, 2000
- Greenberg JA, Newmann SJ, Howell AB: Consumption of sweetened dried cranberries versus unsweetened raisins for inhibition of uropathogenic *Escherichia coli* adhesion in human urine: a pilot study. *J Altern Complement Med* 11: 875-878, 2005
- Halvorsen BL, Holte K, Myhrstad MC ym.: A systematic screening of total antioxidants in dietary plants. *J Nutr* 132: 461-471, 2002
- Howell AB, Foxman B: Cranberry juice and adhesion of antibiotic-resistant uropathogens. *JAMA* 287: 3082-3080, 2002
- Howell AB, Reed JD, Krueger CG, Winterbottom R, Cunningham DG, Leahy M: A-type cranberry proanthocyanidins and uropathogenic bacterial anti-adhesion activity. *Phytochemistry* 66: 2281-2291, 2005
- Hägg M, Ylikoski S, Kumpulainen J: Vitamin C content in fruits and berries consumed in Finland. *J Food Comp Anal* 8: 12-20, 1995
- Häkkinen S: Flavonols and phenolic acids in berries and berry products. Väitöskirja, Kuopion yliopisto, 2000
- Häkkinen SH, Kärenlampi SO, Heinonen IM, Mykkänen HM, Törrönen AR: Content of the flavonols quercetin, myricetin, and kaempferol in 25 edible berries. *J Agric Food Chem* 47: 2274-2279, 1999
- Häkkinen SH, Kärenlampi SO, Mykkänen HM, Törrönen AR: Influence of domestic processing and storage on flavonol contents in berries. *J Agric Food Chem* 48: 2960-2965, 2000a
- Häkkinen SH, Kärenlampi SO, Mykkänen HM, Heinonen IM, Törrönen AR: Ellagic acid content in berries: Influence of domestic processing and storage. *Eur Food Res Technol* 212: 75-80, 2000b
- Häkkinen SH, Törrönen AR: Content of flavonols and selected phenolic acids in strawberries and *Vaccinium* species: influence of cultivar, cultivation site and technique. *Food Res Int* 33: 517-524, 2000
- Jepson RG, Mihaljevic L, Graig J: Cranberries for preventing urinary tract infections (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2004, Issue 2. Art No.: CD001321

- Johansson A: Availability of seed oils from Finnish berries with special reference to compositional, geographical and nutritional aspects. Väitöskirja, Turun yliopisto, 1999
- Johansson A, Laakso P, Kallio H: Characterization of seed oils of wild, edible Finnish berries. *Z Lebensm Unters Forsch* 204: 300-307, 1997
- Johansson A, Isolauri E, Salminen S, Laakso P, Turjanmaa K, Katajisto J, Kallio H: Alpine currant seed oil as a source of polyunsaturated fatty acids in the treatment of atopic eczema. Kirjassa: *Functional Foods – A New Challenge for the Food Chemists*, toim. Lásztity R, Pfannhauser W, Simon-Sarkadi L, Tömösközi S. Publishing Company of TUB, Budapest, Unkari, 1999, s. 530-536
- Johansson A, Korte H, Yang B, Stanley JC, Kallio HP: Sea buckthorn berry oil inhibits platelet aggregation. *J Nutr Biochem* 11: 491-495, 2000
- Joseph JA, Shukitt-Hale B, Casadesus G, Fisher D: Oxidative stress and inflammation in brain aging: nutritional considerations. *Neurochem Res* 30: 927-935, 2005a
- Joseph JA, Shukitt-Hale B, Casadesus G: Reversing the deleterious effects of aging on neuronal communication and behavior: beneficial properties of fruit polyphenolic compounds. *Am J Clin Nutr* 81(suppl): 313S-316S, 2005b
- Kallio H, Hakala M, Pelkkikangas A-M, Lapveteläinen A: Sugars and acids of strawberry varieties. *Eur Food Res Technol* 212: 81-85, 2000
- Kallio H, Yang B, Wang B, Wang J, Song J, Meng H, Zhao H: Animal experiments on the anti-inflammatory and analgesic effects of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) oils. Kirjassa: *Biologically-active Phytochemicals in Food. Analysis, Metabolism, Bioavailability and Function*, toim. Pfannhauser W, Fenwick R, Khokhar S. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 2001, 69-70
- Kallio H, Yang B, Peippo P: Effects of different origins and harvesting time on vitamin C, tocopherols, and tocotrienols in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) berries. *J Agric Food Chem* 50: 6136-6142, 2002
- Kalt W, Forney CF, Martin A, Prior RL: Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits. *J Agric Food Chem* 47: 4638-4644, 1999
- Katsube N, Iwashita K, Tsushida T, Yamaki K, Kobori M: Induction of apoptosis in cancer cells by bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and the anthocyanins. *J Agric Food Chem* 51, 68-75, 2003
- Kay CD, Holub BJ: The effect of wild blueberry (*Vaccinium angustifolium*) consumption on postprandial serum antioxidant status in human subjects. *Br J Nutr* 88: 389-397, 2002
- Kilpi K, Tiainen I: Marja- ja säilöntäopas. Otava 1997
- Knekt P, Kumpulainen J, Järvinen R, Rissanen H, Heliövaara M, Reunanen A, Hakulinen T, Aromaa A: Flavonoid intake and risk of chronic diseases. *Am J Clin Nutr* 76: 550-568, 2002
- Kontiokari T, Sundqvist K, Nuutinen M, Pokka T, Koskela M, Uhari M: Randomised trial of cranberry-lingonberry juice and *Lactobacillus GG* drink for the prevention of urinary tract infections in women. *BMJ* 322: 1-5, 2001
- Kontiokari T, Laitinen J, Järvi L, Pokka T, Sundqvist K, Uhari M: Dietary factors protecting women from urinary tract infections. *Am J Clin Nutr* 77: 600-604, 2003
- Kontiokari T, Nuutinen M, Uhari M: Dietary factors affecting susceptibility to urinary tract infection. *Pediatr Nephrol* 19: 378-383, 2004
- Kontiokari T, Salo J, Eerola E, Uhari M: Cranberry juice and bacterial colonization in children - A placebo-controlled randomized trial. *Clin Nutr* 24: 1065-1072, 2005
- Kresty LA, Frankel WL, Hammond CD, Baird ME, Mele JM, Stoner GD, Fromkes JJ: Transitioning from preclinical to clinical chemopreventive assessments of lyophilized black raspberries: interim results show berries modulate markers of oxidative stress in Barrett's esophagus patients. *Nutr Cancer* 54: 148-156, 2006
- Kumpulainen J (toim): Suomalaisten elintarvikkeiden ravitsemuksellinen laatu ja kemiallinen turvallisuus. MTT, 2001
- Kähkönen MP, Hopia AI, Vuorela HJ, Rauha J-P, Pihlaja K, Kujala TS, Heinonen M: Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *J Agric Food Chem* 47: 3954-3962, 1999
- Kähkönen MP, Hopia AI, Heinonen M: Berry phenolics and their antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 49: 4076-4082, 2001
- Käypä hoito -suositus: Virtsatieinfektiot. *Duodecim* 116: 782-796, 2000
- Käypä hoito -suositus: Helikobakteeri-infektion diagnostiikka ja hoito, 2002 www.kaypahoito.fi
- Lala G, Malik M, Zhao C, He J, Kwon Y, Giusti MM, Magnuson BA: Anthocyanin-rich extracts inhibit multiple biomarkers of colon cancer in rats. *Nutr Cancer* 54: 84-93, 2006
- Lau FC, Shukitt-Hale B, Joseph JA: The beneficial effects of fruit polyphenols on brain aging. *Neurobiol Ageing* 26S: S128-S132, 2005
- Liu M, Li XC, Weber C, Lee CY, Brown J, Liu RH: Antioxidant and antiproliferative activities of raspberries. *J Agric Food Chem* 50: 2926-2930, 2002

- Malik M, Zhao C, Schoene N, Guisti MM, Moyer MP, Magnuson B: Anthocyanin-rich extract from *Aronia melanocarpa* E induces a cell cycle block in colon cancer but not normal colonic cells. *Nutr Cancer* 46, 186-196, 2003
- Manach C, Scalbert A, Morand C, Rémésy C, Jiménez L: Polyphenols: food sources and bioavailability. *Am J Clin Nutr* 79: 727-747, 2004
- Marniemi J, Hakala P, Maki J, Ahotupa M: Partial resistance of low density lipoprotein to oxidation in vivo after increased intake of berries. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 10: 331-337, 2000
- Matala V: Herukan lajikekokeet käytännön viljelmillä. Kokeiden perustaminen vuosina 1997-1999. Ensimmäisen satovuoden 2000 tulokset. MTT, 2000
- Mattila P, Alanko T, Pihlava J-M, Hellström J, Euroala M, Aro H, Piironen V, Korhonen H: Ruusunmarjojen ravintosisältö ja bioaktiiviset yhdisteet. MTT, Maa- ja elintarviketalous 72, 2005
- Mattila P, Pihlava J-M, Hellström J: Contents of phenolic acids, alkyl- and alkenylresorcinols, and avenanthramides in commercial grain products. *J Agric Food Chem* 53, 8290-8295, 2005
- Mattila P, Hellström J, Törrönen R: Phenolic acids in berries, fruits, and beverages. *J Agric Food Chem* 54, 7193-7199, 2006
- Mattila P, Hellström J: Phenolic acids in potatoes, vegetables, and some of their products. *J Food Comp Anal*, painossa
- Mattila P, Törrönen R: Marjat ylivoimaisesti parhaita fenoliyhdisteiden lähteitä. *Kehittyvä Elintarvike* 2/06: 12-13
- Mazur WM, Uehara M, Wähälä K, Adlercreutz H: Phyto-oestrogen content of berries, and plasma concentrations and urinary excretion of enterolactone after a single strawberry-meal in human subjects. *Br J Nutr* 83: 381-387, 2000
- Meyers KJ, Watkins CB, Pritts MP, Liu RH: Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. *J Agric Food Chem* 51: 6887-6892, 2003
- Moller P, Loft S, Alftan G, Freese R: Oxidative DNA damage in circulating mononuclear blood cells after ingestion of blackcurrant juice or anthocyanin-rich drink. *Mutat Res* 551: 119-126, 2004
- Murray MT: Bilberry (*Vaccinium myrtillus*). *Am J Nat Med* 4: 17-21, 1997
- Määttä-Riihinen KR, Kamal-Eldin A, Mattila PH, González-Paramás AM, Törrönen AR: Distribution and contents of phenolic compounds in eighteen Scandinavian berry species. *J Agric Food Chem* 52: 4477-4486, 2004a
- Määttä-Riihinen KR, Kamal-Eldin A, Törrönen AR: Identification and quantification of phenolic compounds in berries of *Fragaria* and *Rubus* species (family Rosaceae). *J Agric Food Chem* 52: 6178-6187, 2004b
- Määttä-Riihinen KR, Kähkönen MP, Törrönen AR, Heinonen IM: Catechins and procyanidins in berries of *Vaccinium* species and their antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 53: 8485-8491, 2005
- Nakaishi H, Matsumoto H, Tominaga S, Hirayama M: Effect of black currant anthocyanoside intake on dark adaptation and VDT work-induced transient refractive alteration in healthy humans. *Altern Med Rev* 5: 553-562, 2000
- Nielsen ILF, Rasmussen SE, Mortensen A, Ravn-Haren G, Ma HP, Knuthsen P, Hansen BF, McPhail D, Freese R, Breinholt V, Frandsen H, Dragsted LO: Anthocyanins increase low-density lipoprotein and plasma cholesterol and do not reduce atherosclerosis in Watanabe Heritable Hyperlipidemic rabbits. *Mol Nutr Food Res* 49: 301-308, 2005
- Nohynek LJ, Alakomi H-L, Kähkönen MP, Heinonen M, Helander IM, Oksman-Caldentey K-M, Puupponen-Pimiä RH: Berry phenolics: antimicrobial properties and mechanisms of action against severe human pathogens. *Nutr Cancer* 54: 18-32, 2006
- Nordic Nutrition Recommendations 2004. Integrating nutrition and physical activity. Nord 2004: 13. Nordic Council of Ministers, Kööpenhamina 2004
- Olsson ME, Gustavsson K-E, Andersson S, Nilsson Å, Duan R-D: Inhibition of cancer cell proliferation in vitro by fruit and berry extracts and correlations with antioxidant levels. *J Agric Food Chem* 52: 7264-7271, 2004
- Prior RL, Cao G, Martin A, Sofic E, McEwen J, O'Brien C, Lischner N, Ehlenfeldt M, Kalt W, Krewer G, Mainland CM: Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity, and variety of *Vaccinium* species. *J Agric Food Chem* 46: 2686-2693, 1998
- Prior RL, Lazarus SA, Cao G, Muccitelli H, Hammerstone JF: Identification of procyanidins and anthocyanins in blueberries and cranberries (*Vaccinium* spp.). *J Agric Food Chem* 49: 1270-1276, 2001
- Puupponen-Pimiä R, Nohynek L, Meier C, Kähkönen M, Heinonen M, Hopia A, Oksman-Caldentey K-M: Antimicrobial properties of phenolic compounds from berries. *J Appl Microbiol* 90: 494-507, 2001
- Puupponen-Pimiä R, Nohynek L, Hartmann-Schmidlin S, Kähkönen M, Heinonen M, Määttä-Riihinen K, Oksman-Caldentey K-M: Berry phenolics selectively inhibit the growth of intestinal pathogens. *J Appl Microbiol* 98: 991-1000, 2005a

- Puupponen-Pimiä R, Nohynek L, Alakomi H-L, Oksman-Caldentey K-M: Bioactive berry compounds – novel tools against human pathogens. *Appl Microbiol Biotechnol* 67: 8-18, 2005b
- Puupponen-Pimiä R, Nohynek L, Alakomi H-L, Oksman-Caldentey K-M: The action of berry phenolics against human intestinal pathogens. *Biofactors* 23: 243-251, 2005c
- Rauha J-P, Remes S, Heinonen M, Hopia A, Kähkönen M, Kujala T, Pihlaja K, Vuorela H, Vuorela P: Antimicrobial effects of Finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds. *Int J Food Microbiol* 56: 3-12, 2000
- Riihinen K: Phenolic compounds in berries. Väitöskirja, Kuopion yliopisto, 2005
- Rimando AM, Kalt W, Magee JB, Dewey J, Ballington JR: Resveratrol, pterostilbene, and piceatannol in *Vaccinium* berries. *J Agric Food Chem* 52: 4713-4719, 2004
- Scalbert A, Manach C, Morand C, Rémésy C, Jiménez L: Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Crit Rev Food Sci Nutr* 45: 287-306, 2005
- Seeram NP, Adams LS, Hardy ML, Heber D: Total cranberry extract versus its phytochemical constituents: antiproliferative and synergistic effects against human tumor cell lines. *J Agric Food Chem* 52, 2512-2517, 2004
- Shmueli H, Burger O, Neeman I, Yahav J, Samra Z, Niv Y, Sharon N, Weiss E, Athamna A, Tabak M, Ofek I: Susceptibility of *Helicobacter pylori* isolates to the antiadhesion activity of a high-molecular-weight constituent of cranberry. *Diag Microbiol Infec Dis* 50: 231-234, 2004
- Steinberg D, Feldman M, Ofek I, Weiss EI: Effect of high-molecular-weight component of cranberry on constituents of dental biofilm. *J Antimicrob Chemother* 54: 86-89, 2004
- Steinberg D, Feldman M, Ofek I, Weiss EI: Cranberry high molecular weight constituents promote *Streptococcus sobrinus* desorption from artificial biofilm. *Int J Antimicrob Agents* 25: 247-251, 2005
- Stoner GD, Chen T, Kresty LA, Aziz RM, Reinemann T, Nines R: Protection against esophageal cancer in rodents with lyophilized berries: potential mechanisms. *Nutr Cancer* 54: 33-46, 2006
- Stothers L: A randomised trial to evaluate effectiveness and cost effectiveness of naturopathic cranberry products as prophylaxis against urinary tract infection in women. *Can J Urol* 9: 1558-1562, 2002
- Strålsjö L: Foliates in berries. Evaluation of an RPBA method to study the effects of cultivar, ripeness, storage and processing. Väitöskirja, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala 2003
- Strålsjö L, Åhlin H, Witthöft CM, Jastrebova J: Folate determination in Swedish berries by radioprotein-binding assay (RPBA) and high performance liquid chromatography (HPLC). *Eur Food Res Technol* 216: 264-269, 2003a
- Strålsjö L, Witthöft CM, Sjöholm IM, Jägerstad MI: Folate content in strawberries (*Fragaria × ananassa*): effects of cultivar, ripeness, year of harvest, storage, and commercial processing. *J Agric Food Chem* 51: 128-133, 2003b
- Suomela J-P, Ahotupa M, Yang B, Vasankari T, Kallio H: Absorption of flavonols derived from sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) and their effect on emerging risk factors for cardiovascular disease in humans. *J Agric Food Chem* 54: 7364-7369, 2006
- Tahvonen RL, Schwab US, Linderborg KM, Mykkänen HM, Kallio HP: Black currant seed oil and fish oil supplements differ in their effects on fatty acid profiles of plasma lipids, and concentrations of serum total and lipoprotein lipids, plasma glucose and insulin. *J Nutr Biochem* 16: 353-359, 2005
- Tiitinen KM, Yang B, Haraldsson GG, Jonsdottir S, Kallio HP: Fast analysis of sugars, fruit acids, and vitamin C in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) varieties. *J Agric Food Chem* 54: 2508-2513, 2006
- Valtion ravitsemusneuvottelukunta: Suomalaiset ravitsemussuosituksukset – ravinto ja liikunta tasapainoon, 2005
- Viljakainen S, Visti A, Laakso S: Concentrations of organic acids and soluble sugars in juices from Nordic berries. *Acta Agric Scand* 52: 101-109, 2002
- Walker EB, Barney DP, Mickelsen JN, Walton RJ, Mickelsen RA Jr: Cranberry concentrate: UTI prophylaxis. *J Fam Pract* 45: 167-168, 1997
- Wang H, Cao G, Prior RL: Total antioxidant capacity of fruits. *J Agric Food Chem* 44: 701-705, 1996
- Wang SY, Jiao H: Scavenging capacity of berry crops on superoxide radicals, hydrogen peroxide, hydroxyl radicals, and singlet oxygen. *J Agric Food Chem* 48: 5677-5684, 2000
- Wang SY, Lin H-S: Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *J Agric Food Chem* 48: 140-146, 2000
- Wang SY, Zheng W: Effect of plant growth temperature on antioxidant capacity in strawberry. *J Agric Food Chem* 49: 4977-4982, 2001
- Weiss EI, Kozlovsky A, Steinberg D, Lev-Dor R, Greenstein RBN, Feldman M, Sharon N, Ofek I: A high molecular mass cranberry constituent reduces mutans streptococci level in saliva and inhibits in vitro adhesion to hydroxyapatite. *FEMS Microbiol Lett* 232: 89-92, 2004
- Williamson G, Manach C: Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. II. Review of 93 intervention studies. *Am J Clin Nutr* 81 (suppl): 243S-255S, 2005

- Wu X, Beecher GR, Holden JM, Haytowitz DB, Gebhardt SE, Prior RL: Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *J Agric Food Chem* 52: 4026-4037, 2004
- Wu QK, Koponen JM, Mykkänen HM, Törrönen AR: Berry phenolic extracts modulate the expression of p21WAF1 and Bax but not Bcl-2 in HT-29 colon cancer cells. *J Agric Food Chem* 2007, painossa
- Xing J, Yang B, Dong Y, Wang B, Wang J, Kallio HP: Effects of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) seed and pulp oils on experimental models of gastric ulcer in rats. *Fitoterapia* 73: 644-650, 2002
- Yang B: Lipophilic components of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) seeds and berries and physiological effects of sea buckthorn oils. Väitöskirja, Turun yliopisto, 2001
- Yang B, Kallio H: Fatty acid composition of lipids in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries of different origins. *J Agric Food Chem* 49: 1939-1947, 2001
- Yang B, Kalimo KO, Mattila LM, Kallio SE, Katajisto JK, Peltola J, Kallio HP: Effects of dietary supplementation with sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) seed and pulp oils on atopic dermatitis. *J Nutr Biochem* 10: 622-630, 1999a
- Yang B, Kallio HP, Kalimo KO, Mattila LM, Tahvonen RL, Kallio SE, Katajisto JK: Effects of dietary supplementation with sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) seed and pulp oils on fatty acid composition of plasma lipids in patients with atopic dermatitis and measurement of skin surface roughness. Kirjassa: *Functional Foods – A New Challenge for the Food Chemists*, toim. Lásztity R, Pfannhauser W, Simon-Sarkadi L, Tömösközi S. Publishing Company of TUB, Budapest, Unkari, 1999b, s. 124-131
- Yang B, Linko A-M, Adlercreutz H, Kallio H: Secoisolariciresinol and matairesinol of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries of different subspecies and harvesting times. *J Agric Food Chem* 54: 8065-8070, 2006
- Young JF, Nielsen SE, Haraldsdóttir J, Daneshvar B, Lauridsen ST, Knuthsen P, Crozier A, Sandström B, Dragsted LO: Effect of fruit juice intake on urinary quercetin excretion and biomarkers of antioxidative status. *Am J Clin Nutr* 69: 87-94, 1999
- Zafiri D, Ofek I, Adar R, Pocino M, Sharon N: Inhibitory activity of cranberry juice on adherence of type 1 and type P fimbriated *Eschericia coli* to eucaryotic cells. *Antimicrob Agents Chemother* 33: 92-98, 1989
- Zhao C, Giusti MM, Malik M, Moyer MP, Magnuson BA: Effects of commercial anthocyanin-rich extracts on colonic cancer and nontumorigenic colonic cell growth. *J Agric Food Chem* 52, 6122-6128, 2004
- Zheng W, Wang SY: Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries, and lingonberries. *J Agric Food Chem* 51: 502-509, 2003

