



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



## Hyvinvointia elintarvikkeista -hanke

### Kirjallisuusselvitys:

# TUTKIMUSTIETOA MANSIKAN, VADELMAN, MUSTAHERUKAN, MUSTIKAN JA PUOLUKAN TERVEYSVAIKUTUKSISTA

Laatija:  
dosentti Riitta Törrönen  
Kansanterveystieteen ja kliinisen ravitsemustieteen yksikkö  
Itä-Suomen yliopisto

Toukokuu 2017

## Sisällysluettelo

<b>TIIVISTELMÄ SELVITYKSEN TULOKSISTA .....</b>	<b>2</b>
<b>JOHDANTO.....</b>	<b>5</b>
<b>MARJOJEN KOOSTUMUS .....</b>	<b>8</b>
Ravintoaineet .....	8
Polyfenolit.....	11
<b>MANSIKAN TERVEYSVAIKUTUKSET.....</b>	<b>14</b>
Sydän- ja verisuonitaudit ja kakkostyypin diabetes .....	14
Muistisairaudet.....	20
<b>VADELMAN TERVEYSVAIKUTUKSET .....</b>	<b>22</b>
<b>MUSTAHERUKAN TERVEYSVAIKUTUKSET .....</b>	<b>23</b>
Sydän- ja verisuonitaudit ja kakkostyypin diabetes .....	23
Muistisairaudet.....	24
Silmien terveys.....	25
Muut vaikutukset.....	26
<b>MUSTIKAN TERVEYSVAIKUTUKSET.....</b>	<b>28</b>
Sydän- ja verisuonitaudit ja kakkostyypin diabetes .....	28
Muistisairaudet.....	30
Silmien terveys.....	31
<b>PUOLUKAN TERVEYSVAIKUTUKSET.....</b>	<b>35</b>

## TIIVISTELMÄ SELVITYKSEN TULOKSISTA

Marjat ovat osa ravitsemussuositusten mukaista, hyvinvointia ja terveyttä ylläpitävää ruokavaliota, ja niiden tuottamat makuelämykset ja terveysvaikutukset ovat monipuoliset. Ravitsemussuosituksissa korostetaan marjojen käytön tärkeyttä, koska niistä saadaan monipuolisesti kuitua, vitamiineja, kivennäisaineita sekä erilaisia polyfenoleja. Tähän raporttiin on koottu tietoa mansikan (*Fragaria x ananassa*), vadelman (*Rubus idaeus*), mustaherukan (*Ribes nigrum*), metsämustikan (*Vaccinium myrtillus*) ja puolukan (*Vaccinium vitis-idaea*) koostumuksesta sekä suomalaisten ja ulkomaisten tieteellisten tutkimusten tuloksia terveysvaikutuksista. Pääpaino on ihmisillä tehdyissä ns. kliinisissä tutkimuksissa. Suurin osa niistä liittyy sydän- ja verisuonitautien ja kakkostyyppin diabeteksen riskitekijöihin (mm. veren rasvat eli kolesteroli ja triglyseridit, rasvojen hapettuminen ja muu antioksidanttistatus, verensokeri ja insuliini, matala-asteista tulehdusta kuvaavat merkkiaineet, verenpaine, verisuonten toiminta). Ihmisillä tehtyjä tutkimuksia on jonkin verran myös marjojen vaikutuksista silmien terveyteen ja näyttöpäätetyön aiheuttamiin vaivoihin. Marjojen vaikutuksia on tutkittu paljon myös koe-eläimillä, ja näissä tutkimuksissa on saatu mielenkiintoisia tuloksia monista terveysvaikutuksista. Koska eläintutkimuksista ei kuitenkaan voi tehdä luotettavia johtopäätöksiä ihmisen terveyteen, niitä mainitaan vain silloin, kun ihmisillä tehtyjä tutkimuksia ei ole.

Selvitys kattaa pääasiassa 2000-luvulla nykyaikaisilla tutkimusmenetelmillä tehtyjä tutkimuksia. Varsinkin mustikasta on olemassa vanhaa 1960-80-luvuilla pääasiassa italian ja ranskan kielillä julkaistuja tutkimuksia. Niitä ei selvityksessä kuvata, koska eivät täytä nykyaikaisen kliinisen tutkimuksen vaatimuksia. Selvityksen kohteena olevista marjoista eniten kliinistä tutkimustietoa on mansikasta, vähiten vadelmasta ja puolukasta. Marjojen lisäksi tutkimuksissa on usein käytetty valmisteita, jotka sisältävät niistä eristettyjä antosyaaneja. Antosyaanit ovat flavonoideihin kuuluvia polyfenoleja, joita on paljon sinisissä, mustissa ja punaisissa marjoissa. Monet marjojen terveysvaikutukset liitetään antosyaaneihin.

*Mansikan* vaikutuksia sydän- ja verisuonitautien ja kakkostyyppin diabeteksen riskitekijöihin on viime vuosina tutkittu useissa kliinisissä tutkimuksissa. Suurin osa niistä on tehty pakkaskuivatulla mansikkajauheella, mansikalla sellaisenaan tutkimuksia on paljon vähemmän. Melkein kaikki tutkimukset on tehty Yhdysvalloissa California Strawberry Commissionin rahoittamina. Tutkimuksissa on selvitetty 3-12 viikkoa kestäneen päivittäisen mansikan käytön vaikutuksia mm. antioksidanttistatukseen, rasvojen hapettumiseen (lipidiperoksidaatio, hapettunut LDL), veren rasva-aineiden (kolesteroli, triglyseridit), paastosokerin ja tulehdusmerkkiaineiden pitoisuuksiin. Päivittäiset mansikka-annokset ovat vastanneet 100-500 g tuoreita mansikoita. Mansikkajauheen päivittäinen käyttö usean viikon ajan on alentanut kokonaiskolesterolin ja LDL-kolesterolin ('pahan' kolesterolin) pitoisuutta, kun jauheen päivittäiset käyttömäärät ovat vastanneet 320-500 g tuoreita mansikoita. Lisäksi rasvojen hapettumista (lipidiperoksidaatiota) kuvaavissa mittauksissa on tapahtunut paranemista. Ilmeisesti mansikan käyttö on parantanut elimistön antioksidanttitilannetta, mikä on vähentänyt rasvojen hapettumista. Muihin riskitekijöihin selkeitä vaikutuksia ei ole ollut.

Edellä mainittujen tutkimusten lisäksi mansikan vaikutuksia on tutkittu myös ns. ateriatutkimuksissa. Runsaasti hiilihydraattia ja rasvaa sisältävät ateriat nostavat verensokerin, insuliinin ja rasva-aineiden pitoisuuksia ja aiheuttavat muutaman tunnin kestävästä oksidatiivisesta stressistä ja tulehdustilasta. Toistuvat suuret vaihtelut verensokeri- ja insuliinipitoisuuksissa ovat terveydelle haitallisia, sillä ne voivat mm. lisätä näläntunnetta ja syömistä, heikentää kudosten insuliiniherkkyyttä ja aiheuttaa muutoksia verisuonten toiminnassa. Usein toistuessaan ne vaikuttavat pitkällä aikavälillä sairauksien riskitekijöiden kehittymiseen. Useissa tutkimuksissa on selvitetty, voiko mansikka lieventää näitä aterianjälkeisiä haitallisia vaikutuksia. Niissä mansikkaa (esimerkiksi mansikkajauheesta valmistettua juomaa) on nautittu runsashiilihydraattisen ja/tai runsasrasvaisen aterian kanssa ja vaikutuksia on seurattu 2-6 tunnin ajan mm. verensokeriin, insuliiniin, rasvoihin ja tulehdusmerkkiaineisiin. Mansikka-annos on vastannut 100-450 g tuoreita mansikoita. Runsasrasvaisen aterian jälkeen mansikka on alentanut veren rasva-arvoja ja vähentänyt rasvojen hapettumista. Joissakin tutkimuksissa mansikka on pienentänyt hiilihydraattia ja rasvaa sisältäneen aterian aiheuttamia insuliini- ja tulehdusvasteita, mutta sillä ei ole ollut selvää vaikutusta verensokeriin. Nämä vaikutukset on nähty sekä niin, että ko. ateria on sisältänyt mansikkaa, että niin, että ateria on nautittu useita viikkoja kestäneen säännöllisen mansikan käytön jälkeen. Hyödyllinen vaikutus aterianjälkeiseen insuliinipitoisuuteen nähtiin myös tutkimuksessa, jossa mansikkasosetta (150 g) nautittiin vehnäleivän kanssa. Terveillä henkilöillä (joilla ei ole ongelmia insuliinin erityksessä) aterianjälkeisten insuliinipitoisuuksien pieneneminen tarkoittaa sitä, että verensokerin säätelyyn tarvitaan vähemmän insuliinia, ja se on siten terveyden kannalta suotuisa vaikutus.

Viitteitä mansikan mahdollisista terveyshyödyistä on saatu myös muutamasta epidemiologisesta tutkimuksesta, joissa on selvitetty laajojen yhdysvaltalaisen tutkimusaineistojen avulla antosyaanien saannin ja mansikan käytön yhteyttä sairauksien riskiin. Antosyaanien saannilla ja mansikan käytöllä on ollut yhteyttä sydän- ja verisuonitautien, kakkostyypin diabeteksen, matala-asteisen tulehduksen ja heikentyneen kognitiivisen toimintakyvyn (mm. muistin) pienempään riskiin.

*Vadelman* ja *puolukan* terveysvaikutuksia on tutkittu hyvin vähän ihmisillä. Ainoat kliiniset tutkimukset liittyvät aterianjälkeiseen sokeriaineenvaihdunnan säätelyyn. Niissä vadelma ja puolukka eivät tasoittaneet verensokerin nousua, mutta puolukalla saattaa olla hyödyllistä vaikutusta insuliiniin.

*Mustaherukan* terveyshyödyt liittyvät verisuonten toimintaan ja verenkierron parantumiseen. Mustaherukan antosyaaneja sisältävät valmisteet ovat myös parantaneet silmien sopeutumista hämärässä näkemiseen sekä lieventäneet näyttöpäätetyöskentelyn aiheuttamaa silmien väsymistä ja hartioiden lihasjäykkyyttä. Niillä on saatu lupaavia tuloksia myös silmänpainetaudin (glaukooman) oireiden lievittämisessä. Koska edellä mainituista vaikutuksista on vain yksittäisiä tutkimuksia, niiden tulosten varmistamiseksi tarvitaan lisää hyvin toteutettuja kliinisiä tutkimuksia. Kolmessa tutkimuksessa on osoitettu, että mustaherukka tasoittaa sokerin ja hiilihydraattipitoisen aterian aiheuttamaa verensokeri- ja insuliinipitoisuuksien nousua.

Maailmanlaajuisesti mustikan terveysvaikutuksiin liittyvät tutkimukset on tehty pensasmustikoilla. Tutkimustieto *metsämustikan* terveysvaikutuksista on huomattavasti vähäisempää. Sen vaikutuksia sokeri- ja rasva-aineenvaihduntaan ja tulehdustilaan on tutkittu 4-8 viikkoa kestäneissä tutkimuksissa, joissa päivittäiset mustikka-annokset ovat olleet 100-400 g. Selkein vaikutus on ollut matala-asteisen tulehdustilan lieveneminen. Se onkin tärkeä vaikutus, koska matala-asteinen tulehdus liittyy moniin yleisiin sairauksiin. Kolmessa tutkimuksessa mustikka on alentanut hiilihydraatin aiheuttamaa aterianjälkeistä insuliinipitoisuuden nousua, mutta vaikutus verensokeriin ei ollut yhtä selvä.

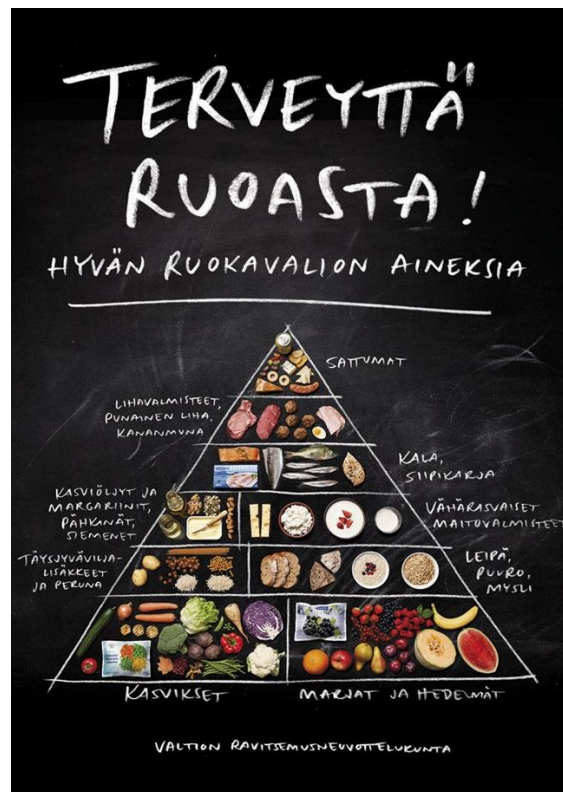
Mustikan hyödyt silmien terveydelle ovat olleet esillä pitkään, mutta luotettavia kliinisiä tutkimuksia sen tehosta yleisissä silmätauteissa ei juuri ole. Merkitys hämäränäölle on edelleen epäselvä, vaikka tutkimuksia on paljon. Uusimmat tutkimukset liittyvät silmien väsymiseen näyttöpäätetyössä. Sekä mustikalla että mustaherukalla tarvitaan lisää huolellisesti toteutettuja kliinisiä tutkimuksia niiden vaikutuksista silmien terveyteen, varsinkin ikääntymiseen liittyvien silmäongelmien ehkäisyyn ja hoitoon. Lisäksi nykyaikana hyvin yleiset älypuhelimet ja näyttöpäätetyö aiheuttavat silmien väsymistä ja heikentävät näkemistä terveilläkin ihmisillä, joten myös siihen tulisi tulevissa tutkimuksissa kiinnittää huomiota.

Tutkimuksissa on saatu viitteitä siitä, että marjoista voisi olla hyötyä myös aivojen terveydelle. Ikääntyminen usein heikentää ns. kognitiivisia toimintoja (muisti, oppiminen ja muut tiedon käsittelyyn liittyvät toiminnot). Kognitiivinen heikentyminen ja muistisairaudet (kuten Alzheimerin tauti) lisääntyvät nopeasti ikääntyvässä väestössä. Iän lisäksi riskitekijät ovat pitkälti samoja kuin sydän- ja verisuonitautteissa ja kakkostyypin diabeteksessa. Koska muistisairauksiin ei ole parantavaa hoitoa, ennaltaehkäisy on tärkeää. Koe-eläimillä tehdyissä tutkimuksissa on vakuuttavasti osoitettu, että marjojen (mm. pensasmustikka ja mansikka) säännöllinen syönti on hyväksi aivojen terveydelle ja ehkäisee ikääntymiseen liittyviä ongelmia. Pensasmustikasta on jo vähän kliinistäkin tutkimusnäyttöä. Siksi olisi tärkeää saada tutkimustietoa myös metsämustikan ja muiden marjojen merkityksestä ikäihmisten kognitiivisen toimintakyvyn ylläpitämisessä ja muistisairauksien ehkäisyssä.

Euroopan Unionissa on voimassa elintarvikkeiden *ravitsemus- ja terveysväitteitä* koskeva lainsäädäntö, joka säätelee sitä, mitä terveellisyyteen viittaavia väitteitä saa esittää pakkausmerkinnöissä ja markkinointiviestinnässä. Ravitsemusväitteellä tarkoitetaan elintarvikkeen hyödyllistä ravintosisältöä käsittelevää väitettä. Marjoista ja niistä valmistetuista tuotteista on tietyin edellytyksin mahdollista käyttää kuituun, C-vitamiiniin ja E-vitamiiniin liittyviä ravitsemusväitteitä. Terveysväitteellä puolestaan tarkoitetaan elintarvikkeen ja terveyden välistä yhteyttä käsittelevää väitettä. Väitteen on perustuttava tieteelliseen näyttöön, jonka riittävyyden arvioi Euroopan elintarviketurvallisuusviranomainen EFSA. Vaikka marjojen terveyshyödyt näyttävät monipuolisilta ja lupaavilta, minkään marjan terveysvaikutuksista ei vielä ole riittävän paljon kliinistä tutkimusnäyttöä terveysväitettä varten. EU:ssa ei olekaan toistaiseksi hyväksytty yhtään marjoihin liittyvää terveysväitettä.

## JOHDANTO

Pohjoisten alueiden asukkaille marjat ovat aina olleet tärkeitä vitamiinien ja kivennäisaineiden lähteitä. Nykypäivänä asiantuntijoiden laatimat ravitsemussuositukset kannustavat lisäämään niiden käyttöä (kuva 1). Suomalaisten ravitsemussuositusten mukaan kasviksia, marjoja ja hedelmiä tulisi nauttia vähintään 500 g eli noin 5-6 annosta päivässä. Tästä määrästä marjoja ja hedelmiä tulisi olla noin puolet. Annos tarkoittaa yhtä keskikokoista hedelmää tai 1 dl:aa marjoja.



Kuva 1. Ruokakolmio, joka kuvastaa eri ruokaryhmien määriä hyvässä ruokavaliossa. Lähde: Suomalaiset ravitsemussuositukset 2014.

Marjoilla on monia hyviä ravitsemuksellisia ominaisuuksia. Ravintoaineiden lisäksi ne sisältävät runsaasti polyfenoleja, joilla on monipuolisia vaikutuksia terveyden ylläpitämisessä ja sairauksien ehkäisyssä. Silti syömme tuontihedelmiä paljon enemmän kuin omia marjojamme, vaikka marjat ovat ravinto- ja polyfenolisisällöltään niitä parempia. Ravitsemuksellisten hyötyjen ohella marjat antavat väriä ja makua ruokavalioon ja ovat kotimaista lähiruokaa.

Marjojen terveysvaikutuksia on tutkittu monella tavalla. Helpointa ja halvinta on tehdä ns. *in vitro* -tutkimuksia. Niissä tutkitaan marjauutteiden tai ainesosien vaikutuksia 'koeputkessa' tai esimerkiksi soluviljelmässä, ei elävässä elimistössä. Tällaisilla menetelmillä on tutkittu

varsinkin marjojen antioksidanttiaktiivisuutta, ruokamyrkytyksiä tai tauteja aiheuttavien bakteerien kasvua estäviä ominaisuuksia ja syöpäsolujen kasvua estäviä vaikutuksia. Marjojen vaikutuksia on tutkittu myös *koe-eläimillä*, yleensä hiirillä ja rotilla. In vitro- ja eläintutkimuksia on tehty paljon, ja niistä on saatu hyvin rohkaisevia tuloksia marjojen monista terveyshyödyistä ja niiden mahdollisista mekanismeista. Niistä ei kuitenkaan voi tehdä suoria johtopäätöksiä vaikutuksista ihmiselimestössä.

Ihmisillä marjojen terveysvaikutuksia voidaan tutkia epidemiologisissa eli väestötutkimuksissa sekä kliinisissä tutkimuksissa. *Epidemiologisissa tutkimuksissa* selvitetään ruoan käytön yhteyksiä sairastumisriskiin pitkällä aikavälillä (vuosia tai vuosikymmeniä). Laajoissa amerikkalaisväestöissä tehdyissä tutkimuksissa on löydetty mielenkiintoisia yhteyksiä antosyaanien saannin/marjojen käytön ja monien kroonisten sairauksien riskin välillä. Näissä tutkimuksissa hyödylliset vaikutukset liittyvät pensasmustikoihin ja mansikoihin, koska ne ovat eniten käytetyt marjat yhdysvaltalaisessa ruokavaliossa. Suomalaisissa väestötutkimuksissa on havaittu, että runsas marjojen syönti on yhteydessä pienentyneeseen metabolisen oireyhtymän (Kouki ym. 2011) ja kakkostyyppin diabeteksen riskiin (Mursu ym. 2014).

*Kliiniset tutkimukset* ovat luotettavin tapa saada tietoa marjojen terveysvaikutuksista. Niissä tutkimukseen osallistuvat henkilöt satunnaistetaan kahteen tai useampaan ryhmään, joista yksi (vertailuryhmä) ei syö marjoja ja muut ryhmät syövät tutkimuksen kohteina olevia marjoja tai marjatuotteita päivittäin muutaman viikon tai kuukauden ajan. Kliinisillä tutkimuksilla voidaan selvittää myös marjojen välittömiä eli aterianjälkeisiä vaikutuksia. Niissä marjoja nautitaan esim. hiilihydraatteja ja/tai rasvaa sisältävän aterian yhteydessä ja vaikutuksia seurataan muutaman tunnin ajan. Tutkittavat henkilöt voivat olla terveitä tai heillä voi olla sairauksien riskitekijöitä, esimerkiksi ylipainoa tai kohonnut verensokeri, kolesteroli tai verenpaine. Tutkittavien tilaa seurataan verinäytteistä tehtävillä määrittäyksillä tai muilla elimistön toimintaa kuvaavilla mittauksilla. Suomalaisilla marjoilla tehdyissä kliinisissä tutkimuksissa on osoitettu, että niillä voi olla myönteisiä vaikutuksia muun muassa verenpaineeseen ja kolesteroliin (Erlund ym. 2008), ja ne voivat tasoittaa aterianjälkeistä verensokerin vaihtelua (Törrönen ym. 2012).

Tähän kirjallisuusselvitykseen on koottu mansikan (*Fragaria x ananassa*), vadelman (*Rubus idaeus*), mustaherukan (*Ribes nigrum*), metsämustikan (*Vaccinium myrtillus*) ja puolukan (*Vaccinium vitis-idaea*) terveysvaikutuksista tehtyjä suomalaisia ja ulkomaisia kliinisiä tutkimuksia, jotka on julkaistu pääasiassa 2000-luvulla. Lisäksi kuvataan epidemiologiset tutkimukset, joita on saatavilla vain mansikasta. Eläintutkimuksiin viitataan silloin, kun kliinisiä tutkimuksia ei ole tai on hyvin vähän. Selvityksen ulkopuolelle on jätetty sellaiset kliiniset tutkimukset, joissa on tutkittu useiden marjojen yhteisvaikutuksia, koska niistä ei voi päätellä minkään yksittäisen marjan tehoa.

Marjojen terveysvaikutuksia selvittäneissä viimeaikaisissa tutkimuksissa mielenkiinto on keskittynyt pääasiassa sydän- ja verisuonitautien (Rodriguez-Mateos ym. 2014) ja kakkostyyppin diabeteksen riskiin ja riskitekijöihin (Edirisinghe ja Burton-Freeman 2016, Guo

ym. 2016). Marjoista uskotaan olevan hyötyä myös aivojen terveydelle ja muistisairauksien ehkäisyssä (Pribis ja Shukitt-Hale 2014, Subash ym. 2014). Näiden ja monien muiden kroonisten sairauksien taustalla on ns. matala-asteinen (tai 'hiljainen') krooninen tulehdus eli inflammaatio. Marjojen sisällyttäminen ruokavalioon saattaa olla yksinkertainen keino tällaisen tulehduksen hillitsemiseksi (Joseph ym. 2014). Tämä selvitys keskittyy mansikan, vadelman, mustaherukan, mustikan ja puolukan merkitykseen näissä yleisissä kansansairauksissa. Mustikka on perinteisesti liitetty myös silmien terveyteen, joten myös siihen liittyviä tutkimuksia käsitellään mustikan ja mustaherukan yhteydessä.

## KIRJALLISUUSVIITTEET

Edirisinghe I, Burton-Freeman B. Anti-diabetic actions of berry polyphenols – review on proposed mechanisms of action. *J Berry Res* 6: 237-250, 2016

Erlund I, Koli R, Alftan G, Marniemi J, Puukka P, Mustonen P, Mattila P, Jula A. Favorable effects of berry consumption on platelet function, blood pressure, and cholesterol. *Am J Clin Nutr* 87: 323-331, 2008

Guo X, Yang B, Tan J, Jiang J, Li D. Associations of dietary intakes of anthocyanins and berry fruits with risk of type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *Eur J Clin Nutr* 70: 1360-1367, 2016

Joseph SV, Edirisinghe I, Burton-Freeman BM. Berries: anti-inflammatory effects in humans. *J Agric Food Chem* 62, 3886-3903, 2014

Kouki R, Schwab U, Hassinen M, Komulainen P, Heikkilä H, Lakka TA, Rauramaa R. Food consumption, nutrient intake and the risk of having metabolic syndrome: the DR's EXTRA study. *Eur J Clin Nutr* 65: 368-377, 2011

Mursu J, Virtanen JK, Tuomainen TP, Nurmi T, Voutilainen S. Intake of fruit, berries, and vegetables and risk of type 2 diabetes in Finnish men: the Kuopio Ischaemic Heart Disease Risk Factor Study. *Am J Clin Nutr* 99: 328-333, 2014

Pribis P, Shukitt-Hale B. Cognition: the new frontier for nuts and berries. *Am J Clin Nutr* 100(suppl): 347S-352S, 2014

Rodriguez-Mateos A, Heiss C, Borges G, Crozier A. Berry (poly)phenols and cardiovascular health. *J Agric Food Chem* 62: 3842-3851, 2014

Subash S, Essa MM, Al-Adawi S, Memon MA, Manivasagam T, Akbar M. Neuroprotective effects of berry fruits on neurodegenerative diseases. *Neur Regener Res* 9: 1557-1566, 2014

Törrönen R, Sarkkinen E, Niskanen T, Tapola N, Kilpi K, Niskanen L. Postprandial glucose, insulin and glucagon-like peptide 1 responses to sucrose ingested with berries in healthy subjects. *Br J Nutr* 107: 1445-1451, 2012

Valtion ravitsemusneuvottelukunta. Terveyttä ruoasta – Suomalaiset ravitsemussuositukset 2014.

[https://www.evira.fi/globalassets/vrn/pdf/ravitsemussuositukset\\_2014\\_fi\\_web.3\\_es-1.pdf](https://www.evira.fi/globalassets/vrn/pdf/ravitsemussuositukset_2014_fi_web.3_es-1.pdf)



## MARJOJEN KOOSTUMUS

Marjojen terveellisyys perustuu osaltaan niiden ravintoainetiheyteen, eli ne sisältävät vain vähän energiaa mutta runsaasti ravitsemuksellisesti tärkeitä aineita kuten kuitua, vitamiineja ja kivennäisaineita. Marjojen sisällyttäminen ruokavalioon auttaa ravitsemussuositusten toteuttamista (kuva 1), ja ne sopivat myös laktoosi-intoleranteille ja keliaakikoille. Erinomaisen ravintoainekoostumuksen lisäksi marjoissa on monenlaisia polyfenoleja, joihin marjojen monet terveysvaikutukset perustuvat. Marjoissa niitä on enemmän kuin muissa ruoka-aineissa. Terveysvaikutusten kannalta marjojen tärkeimpiä polyfenoleja ovat antosyaanit.

### Ravintoaineet

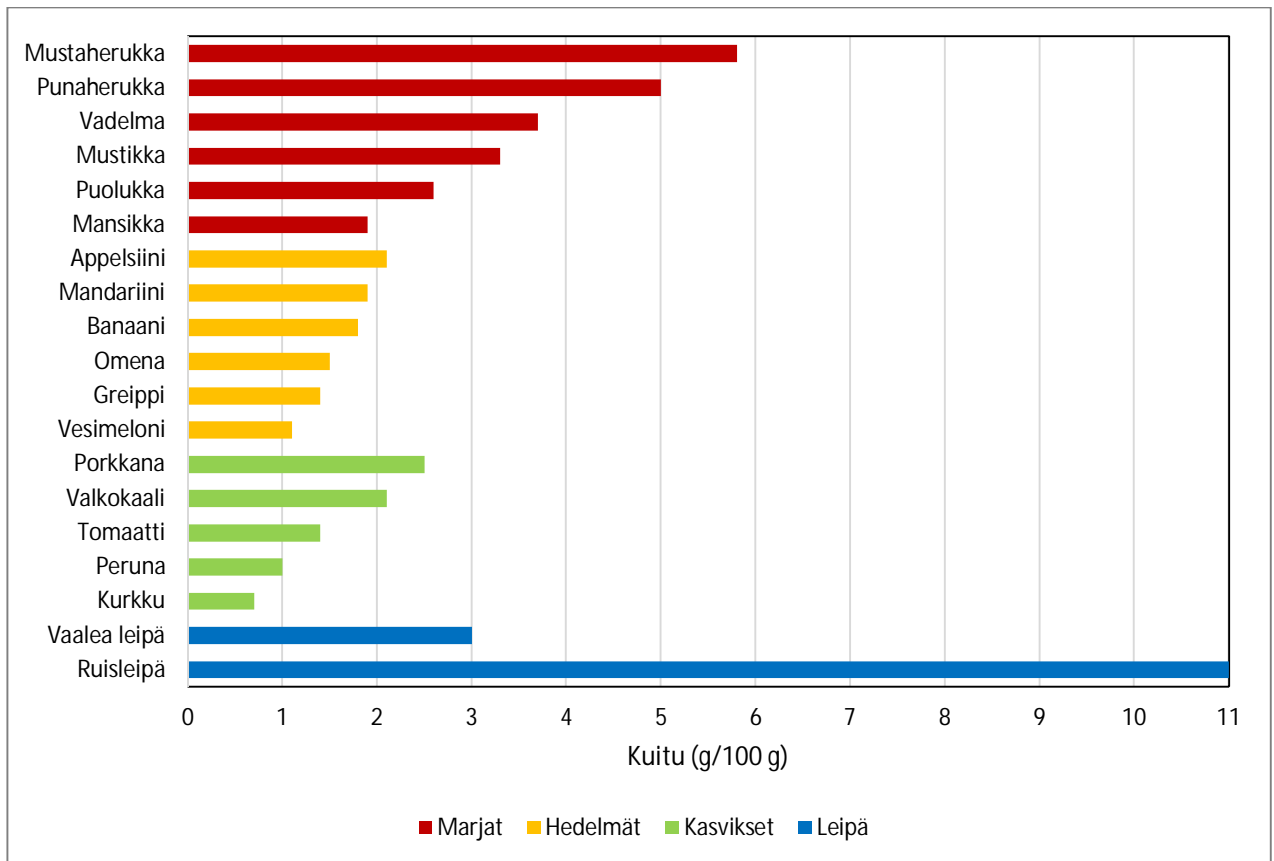
Marjat koostuvat pääasiallisesti vedestä, jonka osuus niiden painosta on 80-90 %. Kuiva-aineesta suurin osa on imeytyviä hiilihydraatteja (sokereita), kuitua sekä orgaanisia happoja. Proteiineja ja rasvaa on vähän. Energiaa marjoissa on niukasti, keskimäärin 49 kcal 100 grammassa. Pääosa energiasta saadaan sokereista, joista tärkeimmät ovat glukoosi ja fruktoosi, sakkaroosia on yleensä vähän. Marjoissa on sokereita suunnilleen saman verran kuin monissa vihanneksissa ja juureksissa, mutta vähemmän kuin tuontihedelmässä. Kuitua ja E-vitamiinia marjoissa on yleensä enemmän kuin tuontihedelmässä. Marjoissa on myös kivennäisaineita kuten kaliumia, magnesiumia, rautaa ja sinkkiä, ja niiden määrät ovat samaa tasoa kuin tuontihedelmässä.

Seuraavissa kuvissa vertaillaan marjojen (mansikan, vadelman, herukoiden, mustikan ja puolukan), tavallisimpien tuontihedelmien ja kasvien kuitupitoisuuksia (kuva 2) sekä C-vitamiinipitoisuuksia (kuva 3). Koostumustiedot on saatu Finelistä, joka on Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen ylläpitämä elintarvikkeiden kansallinen koostumustietopankki (<https://fineli.fi/>). Lisäksi taulukossa 1 esitetään, kuinka suuren osuuden 100 grammaa marjoja tai eräitä tuontihedelmiä kattaa kuidun sekä C- ja E-vitamiinien päivittäisestä saantisuosituksesta. Muiden ravintoaineiden saanti on yleensä pienempää (alle 10 % suosituksesta).

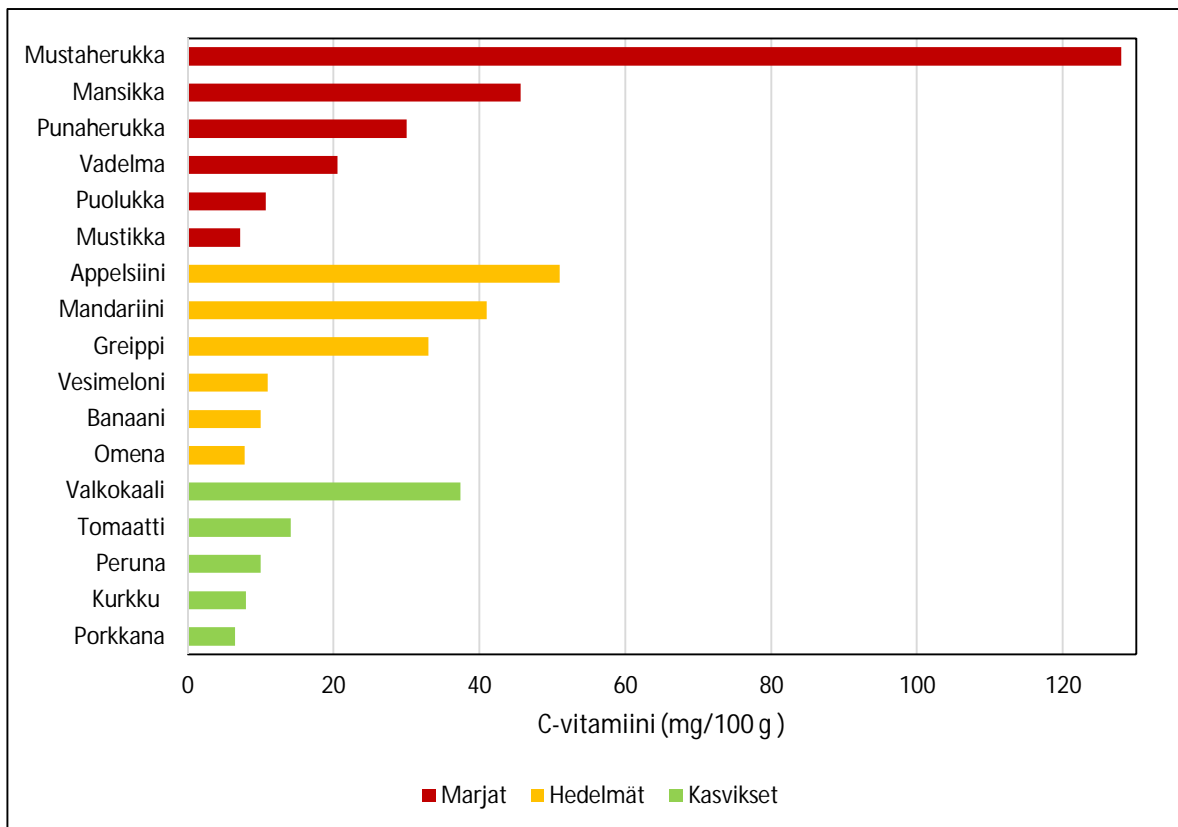
Herukoissa on kuitua enemmän kuin hedelmässä, kasviksissa ja vaaleassa vehnäleivässä, ja 100 grammasta saa noin 20 % kuidun päivittäisestä saantisuosituksesta. Muista marjoista 100 grammasta saa 8-15 % suositeltavasta saannista. Hedelmistä kuidun saanti on vähäisempää.

Mustaherukoissa on C-vitamiinia paljon enemmän kuin muissa marjoissa, hedelmässä ja kasviksissa, ja 100 grammasta saa lähes kaksinkertaisesti suositukseen verrattuna. Mansikasta ja punaherukasta C-vitamiinia saa suunnilleen saman verran kuin sitrushedelmistä, ja mustikka ja puolukka ovat omenan ja banaanin veroisia.

E-vitamiinia saadaan eniten mustaherukasta, mustikasta ja puolukasta ja muistakin marjoista enemmän kuin hedelmistä.



Kuva 2. Marjojen, hedelmien, kasvien ja leipien kuitupitoisuuksia (<https://fineli.fi/>).



Kuva 3. Marjojen, hedelmien ja kasvien C-vitamiinipitoisuuksia (<https://fineli.fi/>).

Taulukko 1. Prosentuaalinen osuus, jonka 100 grammaa marjoja tai eräitä tuontihedelmiä kattaa kuidun sekä C- ja E-vitamiinien päivittäisestä saantisuosituksesta (= 100 %).

	<b>Kuitu</b>	<b>C-vitamiini</b>	<b>E-vitamiini</b>
Mansikka	8 %	61 %	8 % naiset, 6 % miehet
Vadelma	15 %	27 %	11 % naiset, 9 % miehet
Mustaherukka	23 %	171 %	28 % naiset, 22 % miehet
Punaherukka	20 %	40 %	10 % naiset, 8 % miehet
Mustikka	13 %	10 %	24 % naiset, 19 % miehet
Puolukka	10 %	14 %	18 % naiset, 15 % miehet
Appelsiini	8 %	68 %	5 % naiset, 4 % miehet
Mandariini	8 %	55 %	4 % naiset, 3 % miehet
Greippi	6 %	44 %	4 % naiset, 3 % miehet
Vesimeloni	4 %	15 %	<1 % naiset, <1 % miehet
Omena	6 %	10 %	2 % naiset, 2 % miehet
Banaani	7 %	13 %	2 % naiset, 2 % miehet
Suosittelava saanti aikuisille*	25-35 g	75 mg	naiset 8 mg, miehet 10 mg

\* Suomalaiset ravitsemussuosituksat 2014

### *Ravitsemusväitteet*

Marjojen ja niistä valmistettujen tuotteiden pakkausmerkinnöissä ja markkinoinnissa on tietyn edellytyksin mahdollista käyttää eräitä EU:ssa hyväksytyjä ravitsemusväitteitä. Ravitsemusväitteellä tarkoitetaan elintarvikkeen hyödyllistä ravintosisältöä käsittelevää väitettä. Niiden käyttö edellyttää aina ravintoarvon merkitsemistä. Lisätietoja väitteiden käytön kriteereistä ja merkitsemisestä saa Eviran nettisivuilta ja ohjeista.

Eviran www-sivut:

<https://www.evira.fi/elintarvikkeet/valmistus-ja-myynti/elintarvikkeista-annettavat-tiedot/ravitsemus--ja-terveysvaiteet/ravitsemusvaiteet/>

Eviran Ravitsemus- ja terveysväiteopas elintarvikevalvojille ja elintarvikealan toimijoille:

[https://www.evira.fi/globalassets/tietoa-evirasta/julkaisut/oppaat/ravitsemus\\_ja-terveysvaiteopas\\_eviran\\_ohje\\_17052\\_3\\_fi.pdf](https://www.evira.fi/globalassets/tietoa-evirasta/julkaisut/oppaat/ravitsemus_ja-terveysvaiteopas_eviran_ohje_17052_3_fi.pdf)

Esimerkkejä marjoille (ja marjatuotteille) mahdollisista ravitsemusväitteistä:

'Kuidun lähde', jos marja/tuote sisältää kuitua vähintään 3 g/100 g tai 1,5 g/100 kcal

'Runsaskuituinen', jos marja/tuote sisältää kuitua vähintään 6 g/100 g tai 3 g/100 kcal

'C-vitamiinin lähde', jos marja/tuote sisältää C-vitamiinia vähintään 12 mg/100 g

'Sisältää runsaasti C-vitamiinia', jos marja/tuote sisältää C-vitamiinia vähintään 24 mg/100 g

'E-vitamiinin lähde', jos marja/tuote sisältää E-vitamiinia vähintään 1,8 mg/100 g

'Sisältää runsaasti E-vitamiinia', jos marja/tuote sisältää E-vitamiinia vähintään 3,6 mg/100 g

## Polyfenolit

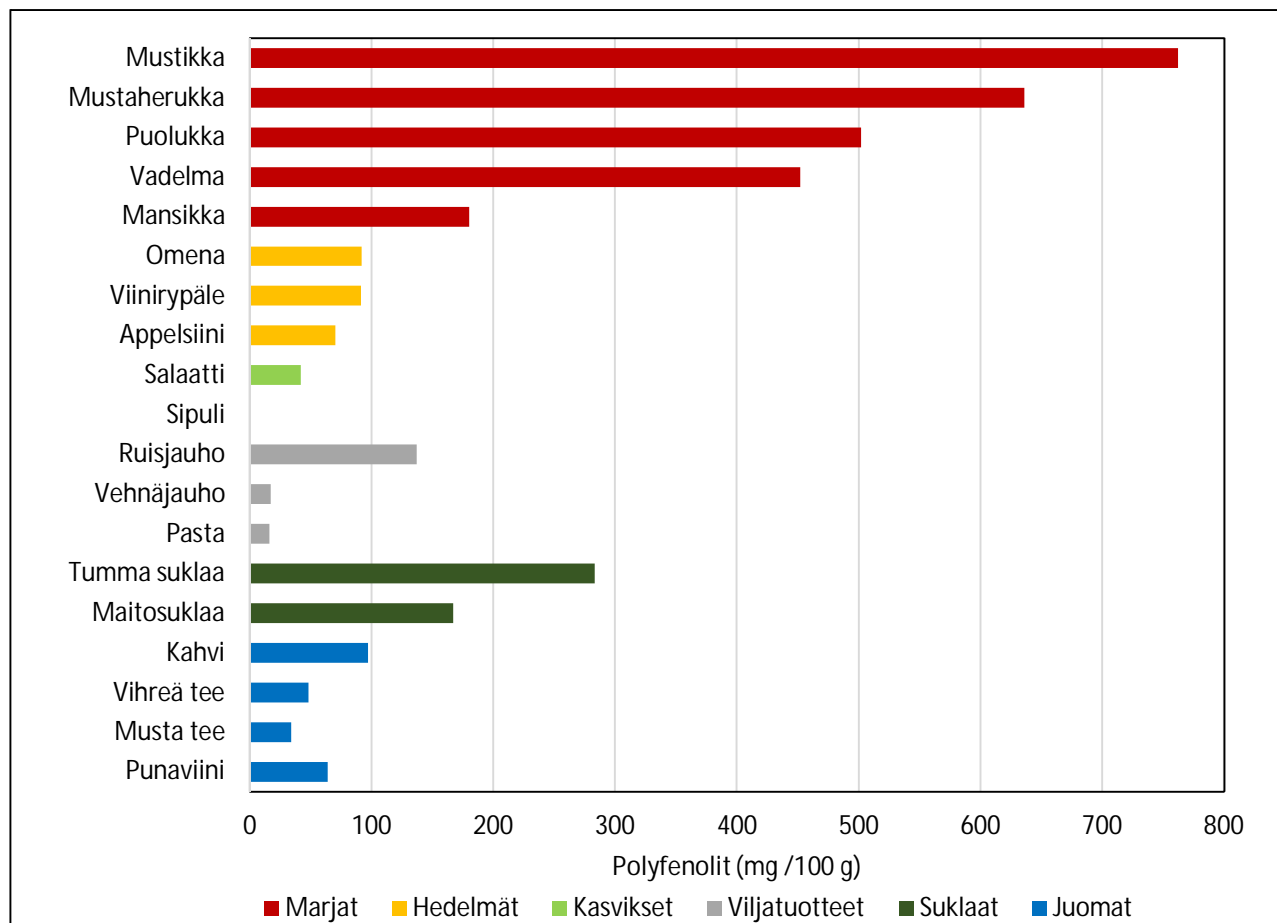
Marjat sisältävät hyvin monenlaisia polyfenoleja (taulukko 2). Tärkeimpiä niistä ovat flavonoidit, fenolihapot sekä tanniinit. Niiden lisäksi marjoissa on lignaaneja, ja myös resveratrolia on löydetty joistakin marjoista. Näiden pitoisuudet ovat kuitenkin selvästi pienemmät kuin edellä mainittujen polyfenolien.

Taulukko 2. Tavallisimmat ruoan polyfenolit ja esimerkkejä niiden lähteistä.

<b>Flavonoidit</b>	
<i>Flavonolit</i> - kversetiini, kemferoli, myrisetiini	sipuli, lehtikaali, parsakaali, salaatti, tomaatti, omena, viinirypäle, <b>marjat</b> , tee, punaviini
<i>Flavonit</i> - apigeniini, luteoliini	lehtiselleri, paprika, persilja
<i>Flavanonit</i> - naringeniini, hesperetiini	sitruhedelmät
<i>Flavanolit (katekiinit)</i> - epikatekiini, epigallokatekiinigallaatti	tee, suklaa, punaviini, <b>marjat</b>
<i>Antosyaanit</i> - syanidiini, delfinidiini, pelargonidiini, malvidiini	<b>marjat</b> , viinirypäle, kirsikka, luumu, munakoiso, punakaali, punaviini
<i>Isoflavonoidit</i> - daidtseiini, genisteiini	soijapapu
<b>Fenolihapot</b>	
<i>Hydroksibentsoehapot</i> - gallihappo, p-hydroksibentsoehappo, vanilliinihappo	tee, viini, <b>marjat</b>
<i>Hydroksikanelihapot</i> - p-kumaarihappo, kahvihappo, ferulahappo, klorogeenihappo	kahvi, viljatuotteet, peruna, omena, <b>marjat</b>
<b>Tanniinit</b>	
<i>Proantosyanidiinit</i> - oligo- ja polymeerit	kaakao, suklaa, omena, punaviini, <b>marjat</b>
<i>Ellagitanniinit</i> - sanguiniini H-6	eräät <b>marjat</b> , pähkinät
<b>Lignaanit</b> - larisiresinoli, pinoresinoli	pellavan siemenet, ruis, <b>marjat</b>
<b>Stilbeenit</b> - resveratrolia	viinirypäle, punaviini, <b>marjat</b>

Marjoissa on enemmän polyfenoleja kuin muissa tunnetuissa polyfenolien lähteissä, kuten hedelmissä, teessä, punaviinissä tai tummassa suklaassa (kuva 4). Lisäksi marjojen polyfenolikoostumus on paljon monipuolisempi kuin esimerkiksi sitruhedelmissä, teessä, kahvissa, suklaassa tai viljatuotteissa (taulukko 2). Keskimäärin suomalaiset aikuiset saavat ruokavaliostaan erilaisia polyfenoleja hieman alle 900 milligrammaa vuorokaudessa (Ovaskainen ym. 2008). Eniten niitä saadaan kahvista ja viljatuotteista, koska niitä kulutetaan paljon. Kahvissa ja viljatuotteissa on pääasiassa vain fenolihappoja, joten polyfenolien saanti

niistä on yksipuolista. Polyfenolien saantia on kuitenkin helppo kasvattaa ja monipuolistaa lisäämällä ruokavalioon marjoja.



Kuva 4. Polyfenolipitoisuudet kotimaisissa marjoissa verrattuna eräisiin muihin polyfenoleja sisältäviin elintarvikkeisiin (MTT:n ja Kuopion yliopiston julkaisemista tutkimuksista).

*Antosyaanit* ovat marjoissa tärkeä polyfenoliryhmä. Ne antavat marjoille niiden punaisen, sinisen tai mustan värin. Antosyaaneja on hyvin paljon tummissa marjoissa, kuten aroniassa, mustikassa, mustaherukassa, variksenmarjassa ja juolukassa. Marjojen antosyaanipitoisuuden voi arvioida niiden värin perusteella: mitä tummempi marja, sitä enemmän siinä on antosyaaneja. Punaisissa marjoissa antosyaaneja on vähemmän kuin mustissa ja sinisissä marjoissa, ja vähiten niitä on keltaisissa tai hyvin vaaleissa marjoissa. Joistakin vaaleista marjoista antosyaanit puuttuvat kokonaan.

Terveysvaikutusten kannalta antosyaanit ovat tällä hetkellä erittäin kiinnostavia. Viime vuosina julkaistuissa laajoissa pääosin yhdysvaltalaisissa väestötutkimuksissa on löydetty yhteyksiä antosyaanien saannin ja seuraavien sairauksien tai terveysongelmien välillä: sydän- ja verisuonitaudit (Mink ym. 2007, Cassidy ym. 2013, 2016a, Goetz ym. 2016), kakkostyyppin diabetes (Wedick ym. 2012, Guo ym. 2016), verisuonten toiminta ja verenpaine (Cassidy ym. 2011, Jennings ym. 2012, Lajous ym. 2016), insuliiniherkkyys ja matala-asteinen tulehdustila (Jennings ym. 2014, Cassidy ym. 2015), ikääntymiseen liittyvä keuhkojen toiminnan

heikkeneminen (Mehta ym. 2016), erektiohäiriöt (Cassidy ym. 2016b), painonhallinta ja kehon rasvan määrä ja jakautuminen (Bertoia ym. 2016, Jennings ym. 2017), kognitiivinen toimintakyky (Devore ym. 2012) sekä terveys ja hyvinvointi vanhuudessa (Samieri ym. 2014).

### KIRJALLISUUSVIITTEET

Bertoia ML, Rimm EB, Mukamal KJ, Hu FB, Willett WC, Cassidy A. Dietary flavonoid intake and weight maintenance: three prospective cohorts of 124 086 US men and women followed for up to 24 years. *BMJ* 352: i17, 2016

Cassidy A, O'Reilly EJ, Kay C, Sampson L, Franz M, Forman JP, Curhan G, Rimm EB. Habitual intake of flavonoid subclasses and incident hypertension in adults. *Am J Clin Nutr* 93: 338-347, 2011

Cassidy A, Mukamal KJ, Liu L, Franz M, Eliassen AH, Rimm EB. High anthocyanin intake is associated with a reduced risk of myocardial infarction in young and middle-aged women. *Circulation* 127: 188-196, 2013

Cassidy A, Rogers G, Peterson JJ, Dwyer JT, Lin H, Jacques PF. Higher dietary anthocyanin and flavonol intakes are associated with anti-inflammatory effects in a population of US adults. *Am J Clin Nutr* 102: 172-181, 2015

Cassidy A, Bertoia M, Chiuve S, Flint A, Forman J, Rimm EB. Habitual intake of anthocyanins and flavanones and risk of cardiovascular disease in men. *Am J Clin Nutr* 104: 587-594, 2016a

Cassidy A, Franz M, Rimm EB. Dietary flavonoid intake and incidence of erectile dysfunction. *Am J Clin Nutr* 103: 534-541, 2016b

Devore EE, Kang JH, Breteler MMB, Grodstein F. Dietary intakes of berries and flavonoids in relation to cognitive decline. *Ann Neurol* 72: 135-143, 2012

Goetz ME, Judd SE, Safford MM, Hartman TJ, McClellan WM, Vaccarino V. Dietary flavonoid intake and incident coronary heart disease: the Reasons for Geographic and Racial Differences in Stroke (REGARDS) study. *Am J Clin Nutr* 104: 1236-1244, 2016

Guo X, Yang B, Tan J, Jiang J, Li D. Associations of dietary intakes of anthocyanins and berry fruits with risk of type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *Eur J Clin Nutr* 70: 1360-1367, 2016

Jennings A, Welch AA, Fairweather-Tait SJ, Kay C, Minihane A-M, Chowienczyk, Jiang B, Cecelja M, Spector T, Macgregor A, Cassidey A. Higher anthocyanin intake is associated with lower arterial stiffness and central blood pressure in women. *Am J Clin Nutr* 96: 781-788, 2012

Jennings A, Welch AA, Spector T, Macgregor A, Cassidy A. Intakes of anthocyanins and flavones are associated with biomarkers of insulin resistance and inflammation in women. *J Nutr* 144, 202-208, 2014

Jennings A, MacGregor A, Spector T, Cassidy A. Higher dietary flavonoid intakes are associated with lower objectively measured body composition in women: evidence from discordant monozygotic twins. *Am J Clin Nutr* 105: 626-634, 2017

Lajous M, Rossignol E, Fagherazzi G, Perquier F, Scalbert A, Clavel-Chapelon F, Boutron-Ruault M-C. Flavonoid intake and incident hypertension in women. *Am J Clin Nutr* 103: 1091-1244, 2016

Mehta AJ, Cassidy A, Litonjua A, Sparrow D, Vokonas P, Schwartz J. Dietary anthocyanin intake and age-related decline in lung function: longitudinal findings from the VA Normative Aging Study. *Am J Clin Nutr* 103: 542-550, 2016

Mink PJ, Scrafford CG, Barraj LM, Harnack L, Hong C-P, Nettleton JA, Jacobs DR Jr. Flavonoid intake and cardiovascular disease mortality: a prospective study in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 85: 895-909, 2007

Ovaskainen M-L, Törrönen R, Koponen JM, Sinkko H, Hellström J, Reinivuo H, Mattila P. Dietary intake and major food sources of polyphenols in Finnish adults. *J Nutr* 138: 562-566, 2008

Samieri C, Sun Q, Townsend MK, Rimm EB, Grodstein F. Dietary flavonoid intake at midlife and healthy aging in women. *Am J Clin Nutr* 100: 1489-1497, 2014

Wedick NM, Pan A, Cassidy A, Rimm EB, Sampson L, Rosner B, Willett W, Hu FB, Sun Q, van Dam RM. Dietary flavonoid intakes and risk of type 2 diabetes in US men and women. *Am J Clin Nutr* 95: 925-933, 2012

## MANSIKAN TERVEYSVAIKUTUKSET

Koostumus: Sadassa grammassa mansikkaa on energiaa 45 kcal. Se sisältää runsaasti C-vitamiinia (45,6 mg/100 g) ja kuitua (1,9 g/100 g ja 4,2 g/100 kcal). Tärkeimmät polyfenolit ovat antosyaanit ja ellagitanniinit.

### Sydän- ja verisuonitaudit ja kakkostyypin diabetes

Viimeisten 10 vuoden aikana mansikalla on tehty useita kliinisiä tutkimuksia liittyen sydän- ja verisuonitautien ja kakkostyypin diabeteksen riskitekijöihin. Suurin osa tutkimuksista on tehty Yhdysvalloissa ja niitä on rahoittanut California Strawberry Commission. Kliinisten tutkimusten lisäksi viitteitä mansikan mahdollisista terveyshyödyistä on saatu myös muutamasta epidemiologisesta tutkimuksesta.

#### *Kliiniset tutkimukset*

Suurin osa kliinisistä tutkimuksista on tehty pakkaskuivatulla mansikkajauheella. Mansikalla sellaisenaan tutkimuksia on paljon vähemmän, ja kaikissa niissä ei ole ollut asianmukaista vertailuryhmää, joten niiden tuloksiin kannattaa suhtautua hieman varauksella. Tutkimuksissa on selvitetty 3-12 viikkoa kestäneen päivittäisen mansikan käytön vaikutuksia mm. antioksidanttistatukseen, rasvojen hapettumiseen (lipidiperoksidaatio, hapettunut LDL), veren rasva-aineiden (kolesteroli, triglyseridit), paastosokerin ja tulehdusmerkkiaineiden pitoisuuksiin. Päivittäiset mansikka-annokset ovat olleet melko suuria, useimmiten 500 g. Pitkäaikaisvaikutusten lisäksi on selvitetty aterianjälkeisiä vaikutuksia eli yhden mansikkaa sisältäneen runsashiilihydraattisen ja/tai runsasrasvaisen aterian vaikutuksia 2-6 tunnin aikana mm. verensokeriin, insuliiniin, kolesteroliin, triglyserideihin ja tulehdusmerkkiaineisiin. Näissä tutkimuksissa mansikka-annos on ollut 100-450 g.

#### *Pitkäaikaistutkimukset mansikalla*

Tuoreilla mansikoilla tehtyyn tutkimukseen (Jenkins ym. 2008) osallistui 28 henkilöä (keski-ikä 62 vuotta), joilla veren rasva-arvot olivat koholla ja jotka olivat noudattaneet keskimäärin 2,5 vuoden ajan kolesterolia alentavaa ruokavaliota. Ruokavalio sisälsi soijaa, liukoisen kuidun lähteitä, kasvisteroleja sisältävää margariinia sekä pähkinöitä. Tutkittavat lisäsivät tähän ruokavalioon kuukauden ajaksi 454 g mansikkaa päivässä. Mansikalla ei ollut vaikutusta veren kolesterolipitoisuuksiin, mutta se vähensi rasvojen (LDL:n) hapettumista. Sillä ei myöskään ollut vaikutusta verenpaineeseen tai paastoverensokeriin. Mansikka lisäsi kolesterolia alentavan ruokavalion maukkautta, mikä voi helpottaa tällaisen ruokavalion noudattamista. Tutkimuksessa ei ollut vertailuryhmää.

Mansikan käytön vaikutusta seerumin antioksidanttikapasiteettiin on tutkittu nuorilla terveillä naisilla (n=21, keski-ikä 29 vuotta), jotka söivät aamiaisen yhteydessä 250 g mansikoita kolmen viikon ajan (Henning ym. 2010). Seerumin antioksidanttikapasiteettia mitattiin monella menetelmällä, mutta vain yhdellä menetelmällä havaittiin paranemista; siinä mitattiin

rasvojen hapettumisen (lipidiperoksidaation) viivästyminen. Tutkimuksessa ei ollut vertailuryhmää.

Italialaisessa tutkimuksessa (Alvarez-Suarez ym. 2014) terveet naiset ja miehet (keski-ikä 27 vuotta, painoindeksi 21,7 kg/m<sup>2</sup>) söivät tuoreita mansikoita kuukauden ajan 500 g päivässä (pääaterioiden välillä aamu- ja iltapäivällä). Kokonaiskolesteroli aleni tutkimusjakson aikana 8,7 %, LDL-kolesteroli 13,7 ja triglyseridit 20,8 %, ja ne palautuivat ennalleen kahden viikon kuluessa mansikoiden syönnin loputtua. HDL-kolesteroli ei muuttunut mansikan vaikutuksesta. Myös antioksidanttistatus parani ja aktivoituneiden verihäntäleiden määrä väheni (aktivoituminen liittyy verisuonitukosten muodostumiseen). Tässäkään tutkimuksessa ei ollut vertailuryhmää.

#### *Pitkäaikaistutkimukset mansikkajauheella*

Ensimmäiseen tutkimukseen (Basu ym. 2009) osallistui keskimäärin 51-vuotiaita naisia (n=16), joilla oli metabolisen oireyhtymän piirteitä eli painoindeksi yli 30 kg/m<sup>2</sup>, vyötärönympäryys yli 88 cm, kohonnut verenpaine, koholla olevat veren triglyseridi- ja kokonaiskolesterolipitoisuudet sekä alentunut HDL-kolesterolipitoisuus. Tutkittavat joivat kaksi kupillista mansikkajuomaa päivässä neljän viikon ajan. Yksi kuppi juomaa sisälsi 25 g mansikkajauhetta ja päiväannos vastasi 500 g tuoreita mansikoita. Neljän viikon kuluttua kokonais- ja LDL-kolesterolipitoisuudet olivat 5 ja 6 % matalammat kuin tutkimuksen alussa. Myös lipidiperoksidaatiota kuvaavien merkkiaineiden (malondialdehydi ja hydroksinonenaali) pitoisuudet alenivat 14 %. Hapettuneen LDL:n pitoisuus väheni hieman, mutta ei tilastollisesti merkitsevästi. Tulehdusmerkkiaineissa (CRP ja adiponektiini) ja paastosokeriarvoissa ei tapahtunut muutosta. Tutkimuksessa ei ollut vertailuryhmää.

Saman tutkimusryhmän toiseen tutkimukseen (Basu ym. 2010) osallistui keskimäärin 47-vuotiaita naisia ja miehiä, jotka olivat ylipainoisia (painoindeksi keskimäärin 37,5 kg/m<sup>2</sup>) ja joilla oli muitakin metabolisen oireyhtymän piirteitä. Osa heistä (n=15) nautti kahdeksan viikon ajan kaksi kertaa päivässä kupillisen mansikkajauhetta (25 g) sisältävää juomaa ja sen yhteydessä kupillisen vettä. Päiväannos vastasi noin 500 g tuoreita mansikoita. Vertailuryhmä (n=12) nautti vastaavan määrän vettä. Muita marjoja ei tutkimuksen aikana saanut syödä. Säännöllinen mansikkajuoman käyttö alensi kokonais- ja LDL-kolesterolin pitoisuuksia 10-11 %. Lisäksi se alensi verisuonen seinämän adheesiomolekyylin (VCAM-1) pitoisuutta 18 %. VCAM-1 on suurentunut metabolisessa oireyhtymässä ja on sydän- ja verisuonisairauksien riskitekijä. Mansikkajuomalla ei ollut vaikutusta glukoosiin, triglyseridien tai HDL-kolesterolin pitoisuuteen eikä verenpaineeseen ja vyötärönympäryykseen.

Saman tutkimusryhmän viimeisimmässä tutkimuksessa (Basu ym. 2014) mansikkajauheen vaikutuksia veren rasva-aineisiin ja muihin sydän- ja verisuonitautien riskitekijöihin tutkittiin keskivartalolihavilla naisilla ja miehillä (n=60, keski-ikä 49 vuotta, painoindeksi 36 kg/m<sup>2</sup>). Heidät jaettiin neljään ryhmään (n=15 kussakin), ja nauttivat 12 viikon ajan yhtä seuraavista vesipohjaisista juomista: 1) juoma, jossa oli vähemmän mansikkajauhetta (25 g/dl, vastaa 250 g tuoretta mansikkaa), 2) sen vertailujuoma, 3) juoma, jossa oli enemmän mansikkajauhetta (50 g/dl, vastaa 500 g tuoretta mansikkaa) ja 4) sen vertailujuoma. Vertailujuomat olivat



mansikan makuisia ja värisiä ja niissä oli sama energia- ja kuitusisältö kuin vastaavissa mansikkajuomissa. Kokonais- ja LDL-kolesterolin ja NMR-menetelmällä määritettyjen pienten LDL-partikkelien pitoisuudet pienenevät enemmän suuremmalla mansikkapitoisuudella kuin pienemmällä. Tilastollisesti merkitsevä ero kokonais- ja LDL-kolesterolissa oli vain suuremman mansikkapitoisuuden ja sen vertailujuoman välillä. Molemmat mansikkajuomat alensivat malondialdehydipitoisuutta (lipidiperoksidaatiota) kontrollijuomaansa verrattuna. Mansikkajuomilla ei ollut vaikutusta kehon rasvan määrään, verenpaineeseen, glukoosiaineenvaihduntaan, HDL-kolesteroliin, triglyserideihin eikä tulehdusmerkkiaineisiin (mm. CRP).

Neljännessä tutkimuksessa (Zunino ym. 2012) lihavat (painoindeksi 30-40 kg/m<sup>2</sup>) mutta muuten terveet 20-50-vuotiaat henkilöt (n=20) nauttivat vaihtovuoroasetelmassa kolmen viikon ajan joko mansikkajauhetta maitopirtelön, jogurtin, tuorejuuston tai vesipohjaisen juoman muodossa tai vastaavaa mansikanmakuista ja väristä vertailuvalmistetta. Tutkimuksen taustaruokavalio oli hyvin kontrolloitu, sillä tutkittavat söivät aamiaiset ja päivälliset tutkimuspaikassa ja saivat myös lounaspakkaukset mukaan tutkimuspaikasta. Viikonloppuja lukuun ottamatta tutkimusjuomat nautittiin valvotusti tutkimuspaikassa tarjottujen aterioiden yhteydessä. Mansikkajauheen määrä vastasi 320 g tuoretta mansikkaa. Tutkittavista mitattiin perusteellisesti rasva-aineenvaihduntaa, tulehdustilaa ja antioksidanttistatusta. Mansikkaruokavalio alensi kokonaiskolesterolipitoisuutta noin 4 %, ja vaikutus oli nähtävissä kahden viikon kuluessa. Lisäksi se alensi pienten HDL-partikkeleiden määrää ja kolesterolipitoisuutta sekä suurensi LDL-partikkelien kokoa. Näitä pidetään sydän- ja verisuonisairauksien, aivohalvausten ja tyypin 2 diabeteksen riskiä vähentävinä vaikutuksina. Sen sijaan mansikalla ei ollut vaikutusta tulehdusmerkkiaineisiin eikä antioksidanttistatukseen.

Kahdessa iranilaisessa tutkimuksessa on tutkittu pakkaskuivatun mansikkajauheen vaikutuksia glukoositasapainoon, antioksidanttistatukseen ja matala-asteiseen tulehdukseen (Moazen ym. 2013) sekä veren rasva-aineisiin ja verenpaineeseen (Amani ym. 2014) kakkostyyppin diabeetikoilla (n=36, joista suurin osa oli naisia, keski-ikä 52 vuotta, painoindeksi 27,9 kg/m<sup>2</sup>). Puolet (n=19) heistä nautti 50 g mansikkajauhetta sisältänyttä juomaa (vastaa 500 g tuoreita mansikoita), ja puolet (n=17) vertailujuomaa kuuden viikon ajan. Mansikalla ei ollut vaikutusta paastoveren glukoosipitoisuuteen, mutta se alensi pitkäaikaista verensokeritasapainoa kuvaavan glykoituneen hemoglobiinin pitoisuutta 5,7 % (Moazen ym. 2013). Mansikka alensi myös tulehdusmerkkiaineen (CRP) pitoisuutta ja lipidiperoksidaatiota kuvaavan malondialdehydin pitoisuutta sekä paransi antioksidanttistatusta. Kokonaiskolesteroli, kokonaiskolesteroli/HDL-kolesteroli –suhde ja verenpaine alenivat sekä mansikka- että vertailuryhmässä, mutta ainoastaan diastolisessa paineessa oli ero ryhmien välillä (Amani ym. 2014). Vertailujuomassa oli yhtä paljon kuitua kuin mansikkajuomassa, mikä saattaa selittää sen, että vertailuryhmässä tapahtui samansuuntaisia muutoksia kuin mansikkaryhmässä.

#### *Ateriatutkimukset mansikkajauheella*

Tämä tutkimus (Burton-Freeman ym. 2010) tehtiin ylipainoisilla ja hyperlipideemisillä naisilla ja miehillä. Neljätoista naista ja kymmenen miestä (keski-ikä 51 vuotta, painoindeksi 29 kg/m<sup>2</sup>) joi päivittäin kuuden viikon ajan mansikkajuoman, joka sisälsi 10 g mansikkajauhetta (vastaa

110 g tuoretta mansikkaa), tai mansikanmakuisen vertailujuoman, joka ei sisältänyt mansikkaa mutta jonka ravintoainekoostumus oli sama kuin mansikkajuoman. Muita marjoja ei saanut syödä. Mansikkajuomalla ei ollut vaikutusta paastoveren kokonais-, LDL- tai HDL-kolesterolin, triglyseridien tai hapettuneen LDL:n pitoisuuksiin. Tutkimuksen alussa ja lopussa tehtiin myös ateriakokeet, joilla haluttiin selvittää mansikkajuoman vaikutuksia runsasrasvaisen aterian jälkeisiin veren rasva-ainepitoisuuksiin kuuden tunnin aikana. Ateria sisälsi rinkeliä, tuorejuustoa, margariinia, täysmaitoa, munaa ja melonia. Tutkimuksen alussa (kun tutkittavat olivat olleet marjattomalla ruokavaliolla viikon ajan) ateria nautittiin sekä mansikkajuoman että vertailujuoman kanssa. Aterian jälkeen triglyseridien, HDL-kolesterolin ja hapettuneen LDL:n pitoisuudet veressä nousivat, mutta mansikkajuoman kanssa nautittuna ne nousivat vähemmän kuin vertailujuoman kanssa. Tutkimuksen lopussa (sen jälkeen kun tutkittavat olivat nauttineet mansikkajuomaa tai vertailujuomaa kuuden viikon ajan) ateria nautittiin vain vertailujuoman kanssa. Mansikkajuomaruokavaliolla olleilla rasvainen ateria nosti veren kokonaiskolesterolin, LDL-kolesterolin, triglyseridien ja hapettuneen LDL:n pitoisuutta vähemmän kuin vertailujuomaruokavaliolla olleilla. Tutkimus osoitti, että vaikka säännöllisellä mansikkajuoman käytöllä ei ollut vaikutusta veren rasva-aineiden paastoarvoihin, se alensi aterianjälkeisiä rasva-arvoja ja vähensi rasvojen hapettumista. Tässä tutkimuksessa suotuisa vaikutus näkyi sekä silloin kun mansikkajuoma nautittiin rasvaisen aterian yhteydessä että silloin kuin rasvaista ateriaa edelsi säännöllinen mansikkajuoman käyttö.

Toinen tutkimus (Edirisinghe ym. 2011) tehtiin ylipainoisilla naisilla (n=14) ja miehillä (n=10), joiden keski-ikä oli 51 vuotta ja painoindeksi 29 kg/m<sup>2</sup>. Tutkittavat nauttivat runsaasti hiilihydraattia ja rasvaa sisältävän aterian maitopohjaisen mansikkajuoman tai vertailujuoman kanssa. Ateria sisälsi rinkeliä, tuorejuustoa, margariinia, keitetyn munan, täysmaitoa ja melonia. Mansikkajuoma sisälsi 10 g mansikkajauhetta, joka vastasi noin 100 g tuoretta mansikkaa. Mansikanmakuinen lumejuoma ei sisältänyt mansikkaa, mutta sen ravintoainekoostumus oli sama kuin mansikkajuoman. Verensokerin, insuliinin ja tulehdusmerkkiaineiden pitoisuuksia seurattiin kuuden tunnin ajan. Mansikkajuoma pienensi aterian aiheuttamaa insuliinipitoisuuden nousua, mutta ei vaikuttanut glukoosipitoisuuteen. Lisäksi se vaimensi aterianjälkeistä tulehdusta eli CRP- ja IL-6-pitoisuuksien nousua. Sillä ei kuitenkaan ollut vaikutusta muihin tulehdusmerkkiaineisiin (TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , PAI-1).

Kolmannessa saman tutkimusryhmän tekemässä tutkimuksessa (Ellis ym. 2011) samat tutkittavat nauttivat päivittäin edellä mainittua maitopohjaista mansikkajuomaa (vastaten noin 100 g tuoreita mansikoita) ja vertailujuomaa kuuden viikon ajan. Muita marjoja ei sinä aikana saanut syödä. Mansikkajuomalla ei ollut vaikutusta verensokeriin, insuliiniin eikä tulehdusmerkkiaineisiin. Kuuden viikon jälkeen tutkittavat nauttivat runsaasti hiilihydraatteja ja rasvaa sisältävän aterian (sama kuin edellä kuvatussa tutkimuksessa) ja sen vaikutuksia verensokeriin, insuliiniin, tulehdusmerkkiaineisiin ja hemostaasiin (verihyytymän/veritulpan muodostumiseen ja liukenemiseen liittyviä tekijöitä) seurattiin kuuden tunnin ajan. Niillä, jotka olivat juoneet mansikkajuomaa edeltäneiden kuuden viikon ajan, aterianjälkeiset PAI-1-, IL-1 $\beta$ - ja IL-6-pitoisuudet olivat alhaisemmat kuin vertailujuomaa juoneilla. Mansikkajuoman käyttö ei vaikuttanut verensokerin, insuliinin, CRP:n ja TNF- $\alpha$ :n pitoisuuksiin eikä

trombosyyttien aggregaatioon. PAI-1 heikentää verihyytymän liukenemista ja on siten sydänveritulpan riskitekijä. Trombosyyttien aggregaatio (kasautuminen) puolestaan liittyy verihyytymän ja veritulpan muodostumiseen. IL-1 $\beta$ -, IL-6-, CRP- ja TNF- $\alpha$ -pitoisuudet kuvaavat tulehdistilaa.

Mansikan määrän vaikutusta tutkittiin keskivartalolihavilla insuliiniresistenteillä henkilöillä (n=21, keski-ikä 40 vuotta, painoindeksi 40 kg/m<sup>2</sup>) (Park ym. 2016). He nauttivat runsaasti hiilihydraattia ja rasvaa sisältävän aamiaisen (sama kuin edellä) yhteydessä maitopohjaisen juoman, jossa oli joko 0, 10, 20 tai 40 g mansikkajauhetta (10 g vastaa noin 110 g tuoretta mansikkaa). Kaikissa aamiaisissa juomineen oli saman verran energiaa, hiilihydraatteja, rasvaa, proteiinia, kuitua ja C-vitamiinia. Vaikutuksia seurattiin kuuden tunnin ajan. Juoma, jossa oli eniten (40 g) mansikkajauhetta, alensi insuliinipitoisuutta, mutta ei selkeästi vaikuttanut glukoosipitoisuuteen. Insuliini:glukoosi -suhde pieneni mansikan määrän kasvaessa. Insuliini- ja glukoosipitoisuudet olivat käänteisessä suhteessa mansikan antosyaanin (pelargonidiiniglukosidin) ja sen aineenvaihduntatuotteen pitoisuuteen veressä. Hapettuneen LDL:n pitoisuus aleni 20 g mansikkajauheannoksella. Tulehdusmerkkiaine IL-6:n pitoisuuteen mansikalla ei ollut vaikutusta. Tutkimuksen johtopäätös oli, että mansikkajauhe, joka vastasi 220 tai 440 g tuoretta mansikkaa, vähensi insuliinin tarvetta aterianjälkeisen verensokeritasapainon säätelyssä. Toisin sanoen se paransi insuliiniherkkyyttä ylipainoisilla henkilöillä, joilla se oli heikentynyt. Vaikutus saattaa liittyä mansikan antosyaaneihin.

Toisin kuin monissa aikaisemmissa tutkimuksissa tässä tutkimuksessa (Richter ym. 2017) ei havaittu edullisia aterianjälkeisiä vaikutuksia. Pakkaskuivattu marjajauhe (40 g, vastaa 450 g tuoreita mansikoita) nautittiin runsasrasvaisen aterian yhteydessä. Ateria sisälsi juustotäytteisiä pannukakkuja kermavaahdon kanssa, mansikanmakuista siirappia, keitettyä kananmunaa ja pekonia. Marjajauhe oli sekoitettu juustotäytteeseen. Vertailuateria ei sisältänyt mansikkaa, mutta sen ravintoainesisältö oli C-vitamiinia ja polyfenoleja lukuunottamatta samanlainen kuin mansikka-aterian. Tutkittavat (n=30) olivat ylipainoisia tai lihavia (painoindeksi 31 kg/m<sup>2</sup>) mutta muuten terveitä naisia ja miehiä (keski-ikä 28 vuotta). Mansikka- tai vertailuaterian nauttimisen jälkeen veren glukoosi-, insuliini- ja triglyseridipitoisuuksia, oksidatiivista stressiä (malondialdehydi ja hapettunut LDL), verenpainetta ja verisuonten jäykkyyttä seurattiin neljän tunnin ajan. Missään näissä ei ollut eroa mansikka- ja vertailuaterioiden välillä.

#### *Ateriatutkimus mansikalla*

Itä-Suomen yliopiston tutkimuksessa (Törrönen ym. 2013) tutkittiin vehnäleivän kanssa nautitun mansikan vaikutuksia aterianjälkeisiin verensokeri- ja insuliinipitoisuuksiin. Tutkittavat (n=15) olivat terveitä naisia (keski-ikä 48 vuotta). Mansikka-ateria sisälsi 117 g valkoista vehnäleipää, jossa oli 50 g imeytyvää hiilihydraattia (täkkelystä), 150 g soseutettua mansikkaa sekä 2 dl vettä. Vertailuateria sisälsi saman verran leipää, 50 g kurkkua ja 3 dl vettä. Veren glukoosi- ja insuliinipitoisuuksia seurattiin kahden tunnin ajan aterian nauttimisesta. Mansikka alensi vehnäleivän aiheuttamaa insuliinivastetta noin 25 % sekä paransi hieman ns. glykeemistä profilia (glukoosikäyrän muotoa).

Kaikissa edellä kuvatuissa tutkimuksissa mansikka-annos on nautittu samanaikaisesti muun aterian kanssa, mutta se ei ehkä ole verensokerin säätelyn kannalta paras käytäntö. Yllättäviä tuloksia saatiin, kun tutkittiin mansikan syönnin ajoitusta suhteessa muuhun ateriaan (Huang ym. 2016). Terveet ylipainoiset henkilöt (n=14) nauttivat mansikkajauheesta (12 g, vastaa yhtä kupillista tuoreita mansikoita) valmistetun juoman kaksi tuntia ennen ateriaa, aterian kanssa tai kaksi tuntia aterian jälkeen, ja vaikutuksia seurattiin kymmenen tunnin ajan. Ateria sisälsi runsaasti hiilihydraatteja ja rasvaa ja koostui voisarvesta voin ja omenamarmeladin kanssa, aamiaismuroista maidon kanssa sekä aamiaismakkaroista. Mansikka lievensi aterian aiheuttamaa verensokerin ja tulehdusmerkkiaineen (IL-6) nousua enemmän silloin, kun mansikkajuoma nautittiin kaksi tuntia ennen ateriaa kuin nautittaessa juoma aterian kanssa. Tehostunut vaikutus voi johtua siitä, että kahden tunnin aikana mansikan antosyaanit ovat ehtineet imeytyä vereen ja vaikuttaa elimistössä (esimerkiksi parantaen kudosten insuliiniherkkyyttä) ennen runsashiilihydraattista ja -rasvaista ateriaa.

### ***Epidemiologiset tutkimukset***

Muutamassa epidemiologisessa tutkimuksessa on selvitetty laajojen yhdysvaltalaisten tutkimusaineistojen avulla antosyaanien ja muiden flavonoidien saannin ja mansikan käytön yhteyttä sairauksien riskiin. Epidemiologiset tutkimukset osoittavat, että mansikan käytöllä ja sairauden riskillä voi olla yhteys, mutta ne eivät todista, että niiden välillä olisi syy-seuraussuhde.

Women's Health Study -tutkimuksessa tutkittiin mansikan käytön yhteyttä sydän- ja verisuonisairauksien riskiin noin 38 000 naisella, joiden keski-ikä oli tutkimuksen alussa 54,4 vuotta (Sesso ym. 2007). Mansikan käyttö oli melko vähäistä: 25,6 % ei syönyt niitä ollenkaan, 41,9 % söi 1-3 annosta kuukaudessa, 24,8 % yhden annoksen viikossa ja 7,7 % vähintään kaksi annosta viikossa. Mansikoiden käytöllä ei ollut 11 vuoden seuranta-aikana selkeää yhteyttä veren rasva-aine- ja CRP-pitoisuuksiin, joskin eniten käyttävillä (vähintään kaksi annosta viikossa) oli lievästi alentunut korkeiden CRP-pitoisuuksien (eli matala-asteisen tulehduksen) riski. Yhdentoista vuoden seuranta-aikana mansikoiden käytöllä ei ollut yhteyttä myöskään sydän- ja verisuonitautien riskiin.

Iowa Women's Health Study -tutkimuksessa, jossa noin 35 000 postmenopausaalista naista seurattiin 16 vuoden ajan, kuolleisuus sepelvaltimotautiin ja yleensä sydän- ja verisuonitauteihin oli hieman pienempi niillä, jotka söivät mansikoita vähintään kerran viikossa kuin niillä, jotka eivät syöneet (Mink ym. 2007). Myös antosyaanien saannilla oli yhteys alentuneeseen riskiin.

Hyvin laajassa tutkimuksessa (Nurses' Health Study I ja II sekä Health Professionals Follow-Up Study; noin 200 000 naista ja miestä) runsas antosyaanien saanti oli noin 20 vuoden seuranta-aikana yhteydessä alentuneeseen kakkostyyppin diabeteksen riskiin (Wedick ym. 2012). Samanlainen yhteys oli mansikan käytöllä. Yhteys oli kuitenkin heikompi kuin pensasmustikan käytöllä.

Framingham Heart Study Offspring Cohort -tutkimuksessa (2375 naista ja miestä) havaittiin, että runsas antosyaanien saanti oli lähes 30 vuoden seuranta-aikana yhteydessä alhaisempaan matala-asteiseen tulehdustilaan (Cassidy ym. 2015). Tulehdustilaa kuvattiin 'tulehduspisteillä' (inflammation score), joka koostui 12 verestä mitatusta tulehdusmerkkiaineesta. Samanlainen yhteys oli mansikan käytöllä. Yhteys oli kuitenkin heikompi kuin punaviinin käytöllä.

## Muistisairaudet

Jo 1990-luvun lopulta alkaen koe-eläimillä tehdyissä tutkimuksissa on havaittu, että mansikka parantaa ikääntyvillä rotilla sekä motorista että kognitiivisista toimintakykyä, mm. työmuistia (Joseph ym. 1999, Shukitt-Hale ym. 2015). Ihmisillä asiaa on toistaiseksi tutkittu hyvin vähän. Mansikan käytön yhteyttä muistiin ja muihin kognitiivisiin toimintoihin on tutkittu yli 70-vuotiailla naisilla (Nurses' Health Study; Devore ym. 2012). Tutkittavia oli 16 000 ja heille tehtiin puhelimitse kuusi erilaista kognitiivista suorituskykyä mittaavaa testiä. Testit tehtiin kolme kertaa noin neljän vuoden seurantajakson aikana. Niillä, jotka söivät mansikoita vähintään kaksi kertaa viikossa, kognitiivinen ikääntyminen oli viivästynyt 1,5-2 vuodella verrattuna niihin, jotka söivät niitä harvemmin kuin kerran viikossa. Kliinisiä tutkimuksia mansikan vaikutuksista ikäihmisten muistiin ja muuhun kognitiiviseen toimintakykyyn ei ole tehty.

## KIRJALLISUUSVIITTEET

- Alvarez-Suarez JM, Giampieri F, Tulipani S, Casoli T, Di Stefano G, González-Paramás AM, Santos-Buelga C, Busco F, Quiles JL, Cordero MD, Bompadre S, Mezzetti B, Battino M. One-month strawberry-rich anthocyanin supplementation ameliorates cardiovascular risk, oxidative stress markers and platelet activation in humans. *J Nutr Biochem* 25: 289-294, 2014
- Amani R, Moazen S, Shahbazian H, Ahmadi K, Jalali MT. Flavonoid-rich beverage effects on lipid profile and blood pressure in diabetic patients. *World J Diabetes* 5: 962-968, 2014
- Basu A, Wilkinson M, Penugonda K, Simmons B, Betts NM, Lyons TJ. Freeze-dried strawberry powder improves lipid profile and lipid peroxidation in women with metabolic syndrome: baseline and post intervention effects. *Nutr J* 8: 43, 2009
- Basu A, Du M, Wilkinson M, Simmons B, Wu M, Betts NM, Fu DX, Lyons TJ. Strawberries decrease atherosclerotic markers in subjects with metabolic syndrome. *Nutr Res* 30: 462-469, 2010
- Basu A, Betts NM, Nguyen A, Newman ED, Fu D, Lyons TJ. Freeze-dried strawberries lower serum cholesterol and lipid peroxidation in adults with abdominal adiposity and elevated serum lipids. *J Nutr* 144: 830-837, 2014
- Burton-Freeman B, Linares A, Hyson D, Kappagoda T. Strawberry modulates LDL oxidation and postprandial lipemia in response to high-fat meal in overweight hyperlipidemic men and women. *J Am Coll Nutr* 29: 46-54, 2010
- Cassidy A, Rogers G, Peterson JJ, Dwyer JT, Lin H, Jacques PF. Higher dietary anthocyanin and flavonol intakes are associated with anti-inflammatory effects in a population of US adults. *Am J Clin Nutr* 102: 172-181, 2015
- Devore EE, Kang JH, Breteler MMB, Grodstein F. Dietary intakes of berries and flavonoids in relation to cognitive decline. *Ann Neurol* 72: 135-143, 2012
- Edirisinghe I, Banaszewski K, Cappozzo J, Sandhya K, Ellis CL, Tadapaneni R, Kappagoda CT, Burton-Freeman BM. Strawberry anthocyanin and its association with postprandial inflammation and insulin. *Br J Nutr* 106: 913-922, 2011

- Ellis CL, Edirisinghe I, Kappagoda T, Burton-Freeman B. Attenuation of meal-induced inflammatory and thrombotic responses in overweight men and women after 6-week daily strawberry (*Fragaria*) intake – A randomized placebo-controlled trial. *J Atheroscler Thromb* 18: 318-327, 2011
- Henning SM, Seeram NP, Zhang Y, Li L, Gao K, Lee R-P, Wang DC, Zerlin A, Karp H, Thames G, Kotlerman J, Li Z, Heber D. Strawberry consumption is associated with increased antioxidant capacity in serum. *J Med Food* 13: 116-122, 2010
- Huang Y, Park E, Edirisinghe I, Burton-Freeman BM. Maximizing the health effects of strawberry anthocyanins: understanding the influence of the consumption timing variable. *Food Funct* 7: 4745-4752, 2016
- Jenkins DJA, Nguyen TH, Kendall CWC, Faulkner DA, Bashyam B, Kim IJ, Ireland C, Patel D, Vidgen E, Josse AR, Sesso HD, Burton-Freeman B, Josse RG, Leiter LA, Singer W. The effects of strawberries in a cholesterol-lowering dietary portfolio. *Metab Clin Exp* 57: 1636-1644, 2008
- Joseph JA, Shukitt-Hale B, Denisova NA, Bielinski D, Martin A, McEwen JJ, Bickford PC. Reversals of age-related declines in neuronal signal transduction, cognitive, and motor behavioral deficits with blueberry, spinach, or strawberry dietary supplementation. *J Neurosci* 19: 8114-8121, 1999
- Mink PJ, Scrafford CG, Barraj LM, Harnack L, Hong C-P, Nettleton JA, Jacobs DR Jr. Flavonoid intake and cardiovascular disease mortality: a prospective study in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 85: 895-909, 2007
- Moazen S, Amani R, Homayouni Rad A, Shahbazian H, Ahmadi K, Jalali MT. Effects of freeze-dried strawberry supplementation on metabolic biomarkers of atherosclerosis in subjects with type 2 diabetes: a randomized double-blind controlled trial. *Ann Nutr Metab* 63: 256-264, 2013
- Park E, Edirisinghe I, Wei H, Vijayakumar LP, Banaszewski K, Cappozzo JC, Burton-Freeman B. A dose-response evaluation of freeze-dried strawberries independent of fiber content on metabolic indices in abdominally obese individuals with insulin resistance in a randomized, single-blinded, diet-controlled crossover trial. *Mol Nutr Food Res* 60: 1099-1109, 2016
- Richter CK, Skulas-Ray AC, Gaugler TL, Lambert JD, Proctor DN, Kris-Etherton PM. Incorporating freeze-dried strawberry powder into a high-fat meal does not alter postprandial vascular function or blood markers of cardiovascular disease risk: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 105: 313-322, 2017
- Sesso HD, Gaziano JM, Jenkins DJ, Buring JE. Strawberry intake, lipids, C-reactive protein, and the risk of cardiovascular disease in women. *J Am Coll Nutr* 26: 303-310, 2007
- Shukitt-Hale B, Bielinski DF, Lau FC, Willis LM, Carey AN, Joseph JA. The beneficial effects of berries on cognition, motor behaviour and neuronal function in ageing. *Br J Nutr* 114: 1542-1549, 2015
- Törrönen R, Kolehmainen M, Sarkkinen E, Poutanen K, Mykkänen H, Niskanen L. Berries reduce postprandial insulin responses to wheat and rye breads in healthy women. *J Nutr* 143: 430-436, 2013
- Wedick NM, Pan A, Cassidy A, Rimm EB, Sampson L, Rosner B, Willett W, Hu FB, Sun Q, van Dam RM. Dietary flavonoid intakes and risk of type 2 diabetes in US men and women. *Am J Clin Nutr* 95: 925-933, 2012
- Zunino SJ, Parelman MA, Freytag TL, Stephensen CB, Kelley DS, Mackey BE, Woodhouse LR, Bonnel EL. Effects of dietary strawberry powder on blood lipids and inflammatory markers in obese human subjects. *Br J Nutr* 108: 900-909, 2012

## VADELMAN TERVEYSVAIKUTUKSET

Koostumus: Sadassa grammassa vadelmaa on energiaa 48 kcal ja C-vitamiinia 20,5 mg. Kuitua siinä on 3,7 g/100 g ja 7,7 g/100 kcal, joten sitä voi sanoa runsaskuituiseksi. Tärkeimmät polyfenolit ovat antosyaanit ja ellagitanniinit.

Käsityksemme vadelman mahdollisista terveysvaikutuksista perustuvat toistaiseksi erilaisiin in vitro –tutkimuksiin sekä koe-eläimillä tehtyihin tutkimuksiin. Niistä julkaistun katsausartikkelin (Burton-Freeman ym. 2016) johtopäätös oli, että vadelma voisi auttaa ehkäisemään kroonisia sairauksia kuten sydän- ja verisuonitauteja, kakkostyypin diabetesta, ylipainoa ja Alzheimerin tautia. Ihmisillä tehtyjä tutkimuksia näistä ei kuitenkaan vielä ole.

### *Kliiniset tutkimukset*

Vadelman vaikutuksista aterianjälkeisen sokeriaineenvaihdunnan säätelyyn on tehty kaksi kliinistä tutkimusta:

Vadelman vaikutusta pannukakun aiheuttamaan kahden tunnin glukoosivasteeseen on tutkittu Englannissa 12 terveellä henkilöllä (keski-ikä 33 vuotta) (Clegg ym. 2011). Pannukakkuannos sisälsi 50 g vadelmaa ja lisäksi sen kanssa tarjottiin toiset 50 g vadelmaa. Vertailupannukakuun oli lisätty glukoosia ja fruktoosia saman verran kuin vadelma-annoksessa oli. Vadelma- ja vertailuaterioissa oli siten samanlainen hiilihydraattikoostumus. Vadelmalla ei ollut vaikutusta pannukakun aiheuttamaan glukoosivasteeseen. Insuliinivastetta tutkimuksessa ei mitattu.

Itä-Suomen yliopiston tutkimuksessa (Törrönen ym. 2013) tutkittiin vehnäleivän kanssa nautitun vadelman vaikutuksia aterianjälkeisiin verensokeri- ja insuliinipitoisuuksiin. Tutkittavat (n=13) olivat terveitä naisia (keski-ikä 48 vuotta). Vadelma-ateria sisälsi 117 g valkoista vehnäleipää, jossa oli 50 g imeytyvää hiilihydraattia (täkkelystä), 150 g soseutettua vadelmaa sekä 2 dl vettä. Vertailuateria sisälsi saman verran leipää, 50 g kurkkua ja 3 dl vettä. Veren glukoosi- ja insuliinipitoisuuksia seurattiin kahden tunnin ajan aterian nauttimisesta. Vadelmalla ei ollut vaikutusta leivän aiheuttamiin verensokeri- ja insuliinipitoisuuksiin.

### **KIRJALLISUUSVIITTEET**

Burton-Freeman BM, Sandhu AK, Edirisinghe I. Red raspberries and their bioactive polyphenols: cardiometabolic and neuronal health links. *Adv Nutr* 7: 44-65, 2016

Clegg ME, Pratt M, Meade CM, Henry CJK. The addition of raspberries and blueberries to a starch-based food does not alter the glycaemic response. *Br J Nutr* 106: 335-338, 2011

Törrönen R, Kolehmainen M, Sarkkinen E, Poutanen K, Mykkänen H, Niskanen L. Berries reduce postprandial insulin responses to wheat and rye breads in healthy women. *J Nutr* 143: 430-436, 2013

## MUSTAHERUKAN TERVEYSVAIKUTUKSET

Koostumus: Sadassa grammassa mustaherukkaa on energiaa 74 kcal. Se sisältää runsaasti C-vitamiinia (128,0 mg/100 g) ja kuitua (5,8 g/100 g ja 7,8 g/100 kcal). E-vitamiinia siinä on 2,2 mg/100 g. Mustaherukassa on paljon antosyaaneja.

Sadassa grammassa punaherukkaa on energiaa 57 kcal. Se sisältää runsaasti C-vitamiinia (30,0 mg/100 g) ja kuitua (5,0 g/100 g ja 8,8 g/100 kcal). Koska tutkimuksia punaherukan terveysvaikutuksista ei ole, tässä kuvataan vain mustaherukkaan liittyviä tutkimuksia.

Mustaherukan (mehun, soseen tai antosyaanivalmisteeseen) vaikutuksia on tutkittu verisuonten toimintaan, aterianjälkeisen sokeriaineenvaihdunnan säätelyyn, silmien terveyteen ja näyttöpäätetyöskentelyn aiheuttamiin vaivoihin.

### Sydän- ja verisuonitaudit ja kakkostyypin diabetes

#### *Kliiniset tutkimukset*

##### *Verisuonten endoteelin toiminta*

Verisuonten endoteeli (sisäkalvo) säätelee verisuonten toimintaa ja aineenvaihduntaa. Endoteelin toiminta on häiriintynyt verenpainetaudissa, sepelvaltimotaudissa, sydämen vajaatoiminnassa, diabeteksessa ja hyperkolesterolemiassa. Endoteelin toimintahäiriössä verisuonten laajaneminen ja supistuminen on häiriintynyt ja veritulppataipumus lisääntynyt, ja se voi johtaa ateroskleroosin kehittymiseen. Endoteelin toimintahäiriö on siten yksi sydän- ja verisuonitautien ja kakkostyypin diabeteksen riskitekijä.

Mustaherukkamehun vaikutusta verisuonten endoteelin toimintaan tutkittiin 20 terveellä naisella ja miehellä (keski-ikä 44 vuotta), jotka joivat 250 ml 20-prosenttista mustaherukkamehua tai vertailujuomaa, molemmat oli makeutettu keinotekoisilla makeutusaineilla (Jin ym. 2011). Verisuonten toimintaa tutkittiin laser-doppler-laitteella ja siihen liittyviä merkkiaineita mitattiin verinäytteistä ennen juomista ja kaksi tuntia sen jälkeen. Tutkimuksessa käytetyllä yhdellä mustaherukkamehuannoksella ei ollut vaikutusta niihin.

Mustaherukkamehun pitkäaikaisemmän käytön vaikutusta verisuonten endoteelin toimintaan ja oksidatiiviseen stressiin tutkittiin terveillä keski-ikäisillä miehillä ja naisilla, jotka käyttivät vain vähän kasviksia ja hedelmiä (Khan ym. 2014). He joivat neljästi päivässä kuuden viikon ajan 250 ml laimeaa (6,4-prosenttista) tai vahvempaa (20-prosenttista) mustaherukkamehua tai vertailujuomaa (maustettua vettä). Kussakin ryhmässä oli 21-22 henkilöä. Verisuonten toiminta (kyky laajentua) parani ja oksidatiivinen stressi (F2-isoprostaanien pitoisuus) väheni vahvemmallalla mehulla. Veren C-vitamiinipitoisuus lisääntyi molemmilla mehuilla.



### *Aterianjälkeinen sokeriaineenvaihdunta*

Itä-Suomen yliopistossa on tehty kaksi tutkimusta mustaherukan vaikutuksista sokerin aiheuttamiin verensokerin ja insuliinin pitoisuuksiin. Ensimmäisessä tutkimuksessa osallistujat (20 tervettä naista, keski-ikä 57 vuotta) nauttivat mustaherukkasosetta (150 g), mustaherukkanektaria (50 % mehu, 300 ml) tai vettä (300 ml), joihin oli lisätty 35 g sakkaroosia (Törrönen ym. 2012). Sokeri lisättiin mustaherukka-annoksiin juuri ennen niiden nauttimista, jotta sakkaroosi ei ehtisi hajota (invertoitua). Pelkkä sakkaroosi nosti verensokeri- ja insuliinipitoisuuksia nopeasti. Ne olivat korkeimmillaan 30 min kuluttua ja laskivat sen jälkeen nopeasti. Verensokeri laski noin tunnin kuluttua alle lähtötason. Mustaherukkasose tasoitti sakkaroosin aiheuttamaa verensokerin jyrkkää nousua ja laskua ja paransi siten ns. glykeemistä profiilia (glukoosikäyrän muotoa). Mustaherukkasose alensi 30 min verensokeripiikkiä 22 % ja insuliinipiikkiä 16 %. Mustaherukkanektari alensi verensokeripiikkiä 30 % ja insuliinipiikkiä 9 %. Samanlaisia tuloksia saatiin toisessakin tutkimuksessa (Törrönen ym. 2017), jossa tutkittiin mustaherukan vaikutuksia invertoituneen sakkaroosin kanssa. Happamissa marjatuotteissa sakkaroosi invertoituu eli hajoaa valmistuksen ja säilytyksen aikana glukoosiksi ja fruktoosiksi. Tässä tutkimuksessa sokeri lisättiin mustaherukkanektariin glukoosina ja fruktoosina, mikä vastaa tilannetta, jossa kaikki sakkaroosi on invertoitunut. Mustaherukka vaimensi invertoituneen sakkaroosin aiheuttamaa verensokeri- (33 %) ja insuliinipitoisuuden nousua (13 %).

Mustaherukka alensi aterianjälkeisiä verensokeri- ja insuliinipitoisuuksia myös kolmannessa tutkimuksessa (Castro-Acosta ym. 2016). Siinä nestemäistä mustaherukkautetta lisättiin vähäsokeriseen (5 g) hedelmäjuomaan kolmena eri pitoisuutena, joissa oli antosyaaneja 150, 300 ja 600 mg. Vertailujuomassa ei ollut mustaherukkaa. Juomiin lisättiin tanniineja niin, että kaikissa oli samanlainen kirpeys/karvaus. Tutkittavat (22 tervettä miestä ja naista, keski-ikä 45 vuotta) nauttivat juoman juuri ennen hiilihydraattipitoista ateriaa, joka koostui vaaleasta leivästä ja aprikoosihillosta (39 g tärkkelystä ja 23 g sakkaroosia). Vaikutuksia seurattiin kahden tunnin ajan. Ainoastaan juoma, jossa oli eniten mustaherukkautetta (600 mg antosyaaneja), alensi aterian aiheuttamaa verensokeri- ja insuliinipitoisuuden nousua vertailujuomaan verrattuna. Mustaherukkautteen määrä juomassa vastaa noin 100 g tuoreita mustaherukoita.

## **Muistisairaudet**

Mustaherukan antosyaanien vaikutuksia on tutkittu Alzheimerin taudin hiirimallissa (Vepsäläinen ym. 2013). Beeta-amyloidin kertyminen aivoihin on yksi Alzheimerin taudin tunnusmerkeistä. Mustaherukka vaikutti edullisesti beeta-amyloidin aineenvaihduntaan hiirten aivoissa. Lisäksi se paransi hiirten suoriutumista monissa käyttäytymistesteissä, erityisesti paikkamuistia vaativissa testeissä. Mustaherukan vaikutuksia kognitiiviseen toimintakykyyn tai merkitystä muistisairauksien ehkäisyssä ei toistaiseksi ole tutkittu ihmisillä.

## Silmien terveys

Mustaherukan antosyaanien vaikutuksia on tutkittu silmien sopeutumiseen pimeässä näkemiseen, näyttöpäätetyöskentelyn aiheuttamaan silmien väsymiseen ja silmänpainetaudin oireisiin.

### *Kliiniset tutkimukset*

#### *Hämäränäkö*

Kirkkaasta valosta hämäärään siirtynyt henkilö ei aluksi näe juuri mitään. Hämäräadaptaation eli hämäärään sopeutumisen vaikutuksesta näkökyky kuitenkin paranee melko pian. Mustaherukan antosyaaneja sisältävän valmiste (jauheen) vaikutuksia hämääräadaptaatioon tutkittiin terveillä henkilöillä Japanissa (Nakaishi ym. 2000). Tutkittavat (n=12) nauttivat mustaherukkakapseleita (antosyaaneja 50, 25 tai 12,5 mg) tai lumevalmistetta, ja hämääräadaptaatiomittaukset tehtiin yksi tunti ennen ja kaksi tuntia annoksen nauttimisen jälkeen. Mustaherukka aiheutti annoksesta riippuvaisen aleneman näkökynnysarvossa (eli paransi silmien sopeutumista hämärässä näkemiseen), mutta vain suurimmalla antosyaaniannoksella (50 mg) muutos oli tilastollisesti merkitsevä.

#### *Silmien väsyminen näyttöpäätetyössä*

Silmien väsyminen (astenopia) on yleinen ongelma erityisesti säännöllisesti näyttöpäätetyötä tekevillä. Raskaassa silmiä rasittavassa työssä katse on kohdistunut samalle etäisyydelle pitkän aikaa aiheuttaen silmien väsymistä, mikä heikentää ohimenevästi mykiön taittokykyä ja näön tarkkuutta. Japanilaisessa tutkimuksessa (Nakaishi ym. 2000) 21 henkilöä nautti ensin 200 ml joko mustaherukkavalmistetta sisältävää mehua (50 mg antosyaaneja) tai lumemehua ja aloitti kahden tunnin kuluttua siitä kaksi tuntia kestävän näyttöpäätetyöskentelyn. Lumeryhmässä silmän taittokyky heikkeni, mutta ei mustaherukkaryhmässä. Mustaherukka siis esti näyttöpäätetyöskentelyn aiheuttamaa näön tarkkuuden huononemista. Subjektiiivisten oireiden osalta mustaherukkaryhmä raportoi vähemmän silmien ja alaselän väsymisoireita.

#### *Glaukooma*

Glaukooma eli silmänpainetauti (vanhalta nimeltään viherkaihi) on sairaus, jossa kohonnut silmänpaine vaurioittaa hitaasti näköhermoa ja johtaa näkökentän supistumiseen eli ns. putkinäköön. Mustaherukan antosyaanien vaikutusta on tutkittu avokulmaglaukoomapotilailla (n=38), jotka käyttivät silmänpainetta alentavia silmätippoja (Ohguro ym. 2012). Puolet heistä nautti 50 mg mustaherukan antosyaaneja sisältäviä kapseleita ja puolet lumekapseleita päivittäin 24 kuukauden ajan. Mustaherukkaryhmässä näkökentän supistuminen väheni ja silmän verenkierto parani, mutta silmänpaineessa ei tapahtunut muutosta. Jatkotutkimuksessa (Ohguro ym. 2013) näistä potilaista tutkittiin vain sellaisia, jotka käyttivät vain yhtä glaukoomalääkitystä (prostaglandiineja; n=21). Heillä mustaherukkakapselien käyttö 24 kuukauden ajan alensi silmänpainetta. Lisäksi 12 ja 18 kuukauden kuluttua näkökenttä oli supistunut vähemmän kuin lumeryhmällä. Mustaherukan antosyaanien vaikutusta silmänpaineeseen tutkittiin myös 12 terveellä henkilöllä, jolla ei siis ollut glaukoomaa (Ohguro

ym. 2013). Puolet heistä käytti neljän viikon ajan mustaherukkakapseleita ja puolet lumekapseleita. Mustaherukkaryhmässä silmänpaine oli alentunut jo kahden viikon kuluttua.

## Muut vaikutukset

Mustaherukan antosyaanien vaikutuksia on tutkittu myös yläraajan verenkiertoon ja hartioiden jäykkyyteen sekä levossa että näppäimistötyöskentelyn aiheuttamassa rasituksessa (Matsumoto ym. 2005). Lepokokeessa yhdeksän tervettä henkilöä söi mustaherukkakapseleita (antosyaaneja 17 mg/kehonpainokilo eli esim. 1200 mg/70 kg) tai lumekapseleita. Yläraajan verenkiertoa mitattiin vasemman käden pitkästä kämmenlihaksesta. Verenkierto parani merkittävästi 1-2 tuntia mustaherukkakapselien nauttimisen jälkeen samaan aikaan kuin veren antosyaanipitoisuus suureni, mutta pysyi koholla pitempään kuin antosyaanitaso. Pidentynyt vaikutus voi johtua antosyaanien aineenvaihduntatuotteista. Lihaksen hapenkulutus ei muuttunut. Näppäimistötyöskentelykokeessa 11 tervettä henkilöä söi mustaherukkakapseleita (antosyaaneja 7,7 mg/kehonpainokilo eli esim. 540 mg/70 kg) tai lumekapseleita päivittäin kahden viikon ajan. Sen jälkeen koehenkilöt kirjoittivat näppäimistöllä 30 minuutin ajan, ja heiltä mitattiin oikeasta trapetsiuslihaksesta verenkiertoa ja oksihemoglobiinia sekä lihaksen sähköistä aktiivisuutta (EMG) ja viskoelastisuutta. Mustaherukka vähensi kirjoittamisen aiheuttamaa hartian lihasjäykkyyttä sekä siitä johtuvaa oksihemoglobiinitason laskua. Se ei kuitenkaan vaikuttanut suoritustasoon (kirjoitusnopeuteen ja virheiden määrään) tai subjektiivisiin oiretuntemuksiin eikä verenpaineeseen tai syketaajuuteen. Tutkijat päättelivät, että mustaherukan antosyaanit voivat vähentää näppäimistötyöskentelyn aiheuttamaa hartioiden lihasjäykkyyttä parantamalla ääreisverenkiertoa ja lihasten hapensaantia.

## KIRJALLISUUSVIITTEET

Castro-Acosta ML, Smith L, Miller RJ, McCarthy DI, Farrimond JA, Hall WL. Drinks containing anthocyanin-rich blackcurrant extract decrease postprandial blood glucose, insulin and incretin concentrations. *J Nutr Biochem* 38: 154-161, 2016

Jin Y, Alimbetov D, George T, Gordon MH, Lovegrove JA. A randomised trial to investigate the effects of acute consumption of a blackcurrant juice drink on markers of vascular reactivity and bioavailability of anthocyanins in human subjects. *Eur J Clin Nutr* 65: 849-856, 2011

Khan F, Ray S, Craigie AM, Kennedy G, Hill A, Barton KL, Broughton J, Belch JFF. Lowering of oxidative stress improves endothelial function in healthy subjects with habitually low intake of fruit and vegetables: a randomized controlled trial of antioxidant- and polyphenol-rich blackcurrant juice. *Free Rad Biol Med* 72: 232-237, 2014

Matsumoto H, Takenami E, Iwasaki-Kurashige K, Osada T, Katsumura T, Hamaoka T. Effects of blackcurrant anthocyanin intake on peripheral muscle circulation during typing work in humans. *Eur J Appl Physiol* 94: 36-45, 2005

Nakaishi H, Matsumoto H, Tominaga S, Hirayama M. Effects of black current anthocyanoside intake on dark adaptation and VDT work-induced transient refractive alteration in healthy humans. *Altern Med Rev* 5: 553-562, 2000

Ohguro H, Ohguro I, Katai M, Tanaka S. Two-year randomized, placebo-controlled study of black currant anthocyanins on visual field in glaucoma. *Ophthalmologica* 228: 26-35, 2012

Ohguro H, Ohjuro I, Yaki S. Effects of black currant anthocyanins on intraocular pressure in healthy volunteers and patients with glaucoma. *J Ocul Pharmacol Ther* 29: 61-67, 2013

Törrönen R, Kolehmainen M, Sarkkinen E, Mykkänen H, Niskanen L. Postprandial glucose, insulin, and free fatty acid responses to sucrose consumed with blackcurrants and lingonberries in healthy women. *Am J Clin Nutr* 96: 527-533, 2012

Törrönen R, Hellström J, Mattila P, Kilpi K. Postprandial glycaemic response to berry nectars containing inverted sucrose. *J Nutr Sci* 6: e4, 1-7, 2017

Vepsäläinen S, Koivisto H, Pekkarinen E, Mäkinen P, Dobson G, McDougall GJ, Stewart D, Haapasalo A, Karjalainen RO, Tanila H, Hiltunen M. Anthocyanin-enriched bilberry and blackcurrant extracts modulate amyloid precursor protein processing and alleviate behavioral abnormalities in the APP/PS1 mouse model of Alzheimer's disease. *J Nutr Biochem* 24: 360-370, 2013

## MUSTIKAN TERVEYSVAIKUTUKSET

Sadassa grammassa mustikkaa on energiaa 65 kcal. Kuitua siinä on 3,3 g/100 g ja 5,1 g/100 kcal, joten sitä voi sanoa runsaskuituiseksi. E-vitamiinia se sisältää 1,9 mg/100 g. Tärkeimmät polyfenolit ovat antosyaanit, joita mustikassa on erittäin paljon. Mustikan hyödyllisten terveysvaikutusten uskotaankin perustuvan niihin.

Mustikkaa on käytetty Euroopassa lähes tuhannen vuoden ajan kansanlääkinnässä erilaisten sairauksien ennaltaehkäisyyn ja hoitoon, kuten ripuliin, keripukkiin ja tulehduksiin, ja mustikanlehtiä diabeteksen hoitoon. Tieteellisiä tutkimuksia on eniten mustikan vaikutuksista verisuonten ja silmien terveyteen. Suurin osa verisuonten terveyteen liittyvistä tutkimuksista on tehty 1960-80-luvuilla, ja useimmat niistä on julkaistu italian tai ranskan kielellä. Niissä on yleensä käytetty mustikasta uutettua antosyaanivalmistetta. Nämä vanhat tutkimukset eivät kuitenkaan täytä nykyaikaisen kliinisen tutkimuksen vaatimuksia, eikä niiden tuloksia voida pitää luotettavina.

Maailmanlaajuisesti mustikkatutkimus on keskittynyt pääasiassa pensasmustikkaan ja sen mahdollisuuksiin ehkäistä sydän- ja verisuonitauteja, kakkostyyppin diabetesta (Shi ym. 2016) ja ikääntymiseen liittyviä muistisairauksia (Shukitt-Hale 2012). Luotettava tutkimustieto metsämustikan terveysvaikutuksista on huomattavasti vähäisempää.

### Sydän- ja verisuonitaudit ja kakkostyyppin diabetes

#### *Kliiniset tutkimukset*

Seuraavassa kuvataan uusimpia kliinisiä tutkimuksia mustikan tai sen antosyaanivalmisteeseen vaikutuksista sydän- ja verisuonitautien ja kakkostyyppin diabeteksen riskitekijöihin. Neljässä tutkimuksessa on tutkittu mustikan käytön pitkäaikaisvaikutuksia (4-8 viikkoa) sokeri- ja rasva-aineenvaihduntaan ja tulehdustilaan. Päivittäiset mustikka-annokset ovat olleet 100-400 g. Kolmessa tutkimuksessa on tutkittu mustikan vaikutuksia aterianjälkeisiin (2-5 tuntia) verensokeri- ja insuliinivasteisiin.

Norjalaisessa tutkimuksessa (Karlsen ym. 2010) tutkittiin mustikkamehun vaikutusta matalasteiseen tulehdukseen ja antioksidanttistatukseen miehillä ja naisilla (keski-ikä 53 vuotta), joilla oli vähintään yksi sydän- ja verisuonitautien riskitekijä. Mehuryhmä (n=31) joi neljän viikon ajan höyrymenetelmällä valmistettua sokeroimatonta mustikkamehua 330 ml päivässä; mehu laimennettiin vedellä yhdeksi litraksi. Vertailuryhmä joi litran vettä päivässä. Mustikkamehu alensi seuraavien tulehdusmerkkiaineiden pitoisuuksia: CRP, IL-6, IL-15 ja MIG. Sen sijaan TNF- $\alpha$ :n pitoisuus yllättäen nousi. Tutkimuksessa mitattiin myös lukuisia muita tulehdusmerkkiaineita, mutta niissä ei tapahtunut muutosta. Myöskään antioksidanttistatuksessa (FRAP, TRAP, ORAC ym.) ei havaittu muutosta mustikkamehun vaikutuksesta.

Turun yliopiston tutkimuksessa (Lehtonen ym. 2011) 80 ylipainoista naista (keski-ikä 44 vuotta, painoindeksi 30 kg/m<sup>2</sup>, vyötärön ympäryys 96 cm) söi 100 g mustikoita noin kuukauden ajan. Tutkimus tehtiin vaihtovuoroasetelmassa ja vertailujaksolla he söivät normaalia ruokavaliotaan. Mustikan vaikutuksesta vyötärön ympäryys pieneni 1,2 cm ja paino aleni 200 g. Lisäksi se alensi verisuonen seinämän adheesiomolekyylin (VCAM-1) pitoisuutta. VCAM-1 on suurentunut metabolisessa oireyhtymässä ja on sydän- ja verisuonisairauksien riskitekijä. Myös matala-asteista tulehdustilaa kuvaavan TNF- $\alpha$ :n pitoisuus aleni hieman. Mustikan käytöllä ei ollut vaikutusta rasvaprosenttiin, verenpaineeseen, paastoglukoosin, kolesterolin ja triglyseridien pitoisuuksiin eikä maksaentsyymiin (ALAT) ja IL-6-tulehdusmerkkiaineeseen. Tutkimuksessa havaittiin myös ei-toivottuja vaikutuksia eli lievästi kohonneet glykoituneen hemoglobiinin ja paastoinsuliinin pitoisuudet ja alentunut adiponektiinipitoisuus. Rasva-aineenvaihduntaa tutkittiin tarkemmin NMR-metabolomiikka-analyysin avulla (Larmo ym. 2013). Siinä nähtiin lieviä positiivisia vaikutuksia lipoproteiineihin (VLDL, IDL ja LDL), triglyserideihin ja kolesteroliin niillä henkilöillä, joilla oli eniten sydän- ja verisuonitautien riskitekijöitä, mutta ei niillä, joilla oli vähemmän riskitekijöitä.

Itä-Suomen yliopiston tutkimuksessa (Kolehmainen ym. 2012) tutkittiin mustikan vaikutuksia glukoosi- ja rasva-aineenvaihduntaan sekä matala-asteiseen tulehdustilaan henkilöillä, joilla oli metabolisen oireyhtymän piirteitä eli ylipainoa sekä kaksi seuraavista: koholla oleva paastosokeri, epänormaalit veren rasva-arvot, vyötärölihavuus tai kohonnut verenpaine. He söivät kahdeksan viikon ajan joko normaalia ruokavaliotaan, jossa marjojen käyttöä oli rajoitettu (vertailuryhmä, n=12, keski-ikä 53 vuotta), tai ruokavaliota, joka sisälsi mustikkaa helppokäyttöisinä kotimaisina valmisteina (mustikkaryhmä, n=15, keski-ikä 50 vuotta). Valmisteet olivat mustikkasose ja kuivattu makea mustikka. Niiden päiväannos vastasi 400 grammaa tuoretta mustikkaa. Glukoosiaineenvaihduntaa tutkittiin oraalisen ja suonensisäisen glukoosirasituskokeen avulla tutkimuksen alussa ja lopussa. Rasva-aineenvaihduntaa tutkittiin tavanomaisten veren rasvamääritysten avulla ja kolesteroliaineenvaihduntaa selvitettiin mittaamalla verestä kolesterolin imeytymistä ja synteisiä kuvaavia aineenvaihduntatuotteita. Mustikan käytöllä ei ollut selvää vaikutusta glukoosi- ja rasva-aineenvaihduntaan. Vaikka mustikkatuotteet sisälsivät sokeria ja tutkittavien sokerin saanti lisääntyi, sillä ei ollut haittavaikutuksia glukoosi- tai rasva-aineenvaihduntaan. Tutkittavilla oli matala-asteinen tulehdustila, eli CRP:n ja muiden tulehdusmerkkiaineiden pitoisuudet olivat koholla. Tutkimuksen aikana niiden pitoisuudet alenivat mustikkaryhmässä ja pysyivät ennallaan tai nousivat vertailuryhmässä. Mustikan vaikutuksia tulehdustilaan selvitettiin myös tutkimalla veren valkosoluista tulehdustilaan liittyvien geenien ilmentymistä. Osalle mustikkaryhmään kuuluvista tehtiin koko genomin kattava transkriptomiikka-analyysi veren valkosoluista ja tulokset varmennettiin QPCR-analyysillä molemmissa ryhmissä. Mustikka- ja vertailuryhmissä löydettiin eroja kolmessa tulehdukseen liittyvässä signaalintireitissä. Tulehdussolujen aktivaatioon liittyvien geenien ilmentyminen väheni mustikkaryhmässä. Sen sijaan vertailuryhmässä, jossa marjojen käyttöä oli rajoitettu, nähtiin tulehdukseen liittyvien geenien ilmentymisen voimistumista. Tulokset osoittavat, että säännöllinen mustikan käyttö lieventää metaboliseen oireyhtymään tyypillisesti liittyvää tulehdustilaa.

Slovakiassa tehdyssä tutkimuksessa (Habanova ym. 2016) 25 tervettä naista (keski-ikä 48 vuotta) ja 11 miestä (keski-ikä 49 vuotta) söivät 150 g pakastettua mustikkaa kolme kertaa viikossa kuuden viikon ajan. Mustikan käyttö alensi kokonaiskolesterolin, triglyseridien, glukoosin, albumiinin ja maksaentsyymien (ALAT, GT) pitoisuuksia ja nosti HDL-kolesterolin pitoisuutta. Naisilla LDL-kolesterolin pitoisuus laski, miehillä nousi. Tutkimuksessa ei ollut vertailuryhmää, mikä heikentää tulosten luotettavuutta.

Mustikkaa sisältävän fermentoidun kaurajuoman (ProViva®) vaikutuksia kahden tunnin glukoosi- ja insuliinivasteisiin on tutkittu 11 terveellä nuorella henkilöllä (Granfeldt ja Björck 2011). Tutkitut juomat olivat fermentoitu kaurajuoma sellaisenaan sekä juomat, joka sisälsivät 10 % ja 47 % mustikkaa. Juomissa oli noin 30 g imeytyvää hiilihydraattia. Suurempi mustikkapitoisuus alensi juoman glukoosivastetta hieman ja insuliinivastetta enemmän kuin glukoosivasteen perusteella olisi voinut odottaa. Pienempi mustikkapitoisuus alensi vain insuliinivastetta. Tutkijat tulkitsevat tuloksia niin, että mustikan lisääminen kaurajuomaan vähensi aterianjälkeistä insuliinin tarvetta.

Itä-Suomen yliopiston tutkimuksessa (Törrönen ym. 2013) tutkittiin vehnäleivän kanssa nautitun mustikan vaikutuksia aterianjälkeisiin glukoosi- ja insuliinipitoisuuksiin. Tutkittavat (n=15) olivat terveitä naisia, joiden keski-ikä oli 48 vuotta. Mustikka-ateria sisälsi 117 g valkoista vehnäleipää, jossa oli 50 g imeytyvää hiilihydraattia (täkkelystä), 150 g soseutettua mustikkaa sekä 2 dl vettä. Vertailuateria sisälsi saman verran leipää, 50 g kurkkua ja 3 dl vettä. Veren glukoosi- ja insuliinipitoisuuksia seurattiin kahden tunnin ajan aterian nauttimisesta. Mustikka alensi vehnäleivän aiheuttamaa insuliinivastetta, mutta ei vaikuttanut glukoosivasteeseen. Kuten edellä kuvatussa tutkimuksessa (Granfeldt ja Björck 2011) tässäkin tapauksessa mustikka vähensi aterianjälkeistä insuliinin tarvetta.

Mustikan antosyaanivalmisteiden (Mirtoselect®, 36 % antosyaaneja) akuutteja vaikutuksia glukoosiaineenvaihduntaan on tutkittu kakkostyyppin diabeetikoilla (Hoggard ym. 2013). Tutkittavat (n=8, keski-ikä 62 vuotta) olivat ylipainoisia miehiä, jotka pyrkivät hoitamaan sairauttaan ruokavalion ja muiden elämäntapojen avulla ilman lääkitystä. Tutkimusvalmisteet olivat 0,47 g mustikkauutetta (vastaa noin 50 g tuoretta mustikkaa) sisältänyt kapseli sekä lumekapseli ilman mustikkaa. Välittömästi kapselin nielemisen jälkeen juotiin juomaa, jossa oli 75 g hiilihydraatteja (polysakkarideja ja sokereita), ja vaikutuksia seurattiin viiden tunnin ajan. Mustikka alensi sekä glukoosi- että insuliinivasteita. Se ei vaikuttanut suolistohormoneihin, haiman muihin hormoneihin, tulehdusmerkkiaineeseen (MCP-1) tai antioksidanttistatukseen.

## **Muistisairaudet**

Jo 1990-luvun lopulta alkaen koe-eläimillä tehdyissä luvuisissa tutkimuksissa on osoitettu, että pensasmustikka parantaa ikääntyvillä rotilla sekä motorista että kognitiivisista toimintakykyä, mm. työmuistia (Joseph ym. 1999, Shukitt-Hale ym. 2015). Myös vaikutusmekanismeja on tutkittu paljon.

Pensasmustikan käytön yhteyttä muistiin ja muihin kognitiivisiin toimintoihin on tutkittu 16 000 yli 70-vuotiaalla naisella, joille tehtiin puhelimitse muistia ja muuta kognitiivista suorituskykyä mittaavia testejä neljän vuoden seurantajakson aikana (Devore ym. 2012). Niillä, jotka söivät pensasmustikoita vähintään kerran viikossa, kognitiivinen ikääntyminen oli viivästynyt 2-2,5 vuodella verrattuna niihin, jotka söivät niitä harvemmin kuin kerran kuukaudessa.

Pienen kliniseen tutkimukseen (Krikorian ym. 2010) osallistui yhdeksän keskimäärin 76-vuotiasta henkilöä, joilla oli ikääntymiseen liittyvää lievää muistin heikentymistä ja siten suurentunut Alzheimerin taudin riski. He joivat 12 viikon ajan pensasmustikkatäysmehua noin puoli litraa päivässä. Vertailuryhmä (n=7) sai juomaa, jossa ei ollut marjaa eikä muitakaan polyfenolien lähteitä. Pensasmustikkamehu paransi suoriutumista muistitesteissä ja alensi glukoosi- ja insuliinipitoisuuksia. Lisäksi tutkimuksessa havaittiin viitteitä masennusoireiden vähenemisestä. Uusimmassa kliinisessä tutkimuksessa (Miller ym. 2017) tutkittavat olivat kognitiiviselta toimintakyvyltään terveitä ikäihmisiä (keski-ikä 67 vuotta). Mustikkaryhmän tutkittavat (n=18) nauttivat kolmen kuukauden ajan päivittäin pensasmustikkajauheesta (24 g, vastaa kupillista tuoreita mustikoita) valmistettua juomaa. Vertailuryhmä (n=19) nautti lumejuomaa, jossa ei ollut mustikkaa. Mustikkaryhmä suoriutui paremmin sanamuistitestissä ja eräissä muissa kognitiivista toimintakykyä mittaavissa testeissä kuin vertailuryhmä.

Metsämustikan vaikutuksia ikäihmisten muistiin tai muuhun kognitiiviseen toimintakykyyn ei toistaiseksi ole tutkittu. Metsämustikan antosyaanien vaikutuksia on tutkittu vain Alzheimerin taudin hiirimallissa (Vepsäläinen ym. 2013). Beeta-amyloidin kertyminen aivoihin on yksi Alzheimerin taudin tunnusmerkeistä. Mustikka vaikutti edullisesti beeta-amyloidin aineenvaihduntaan hiirten aivoissa. Lisäksi se paransi hiirten suoriutumista monissa käyttäytymistesteissä, erityisesti paikkamuistia vaativissa testeissä.

## **Silmien terveys**

Mustikan ja sen antosyaanien vaikutus silmien terveyteen on luontaistuotteiden mainonnasta tuttu väite. Niitä alettiin tutkia ja suosittaa hämäränäön parantamiseksi, kun toisen maailmansodan aikana sotilaslentäjät väittivät, että mustikkahillo paransi heidän näkökykyään yölennoilla. Kaihi ja silmänpohjan ikärappeuma ovat yleisiä ikääntymiseen liittyviä silmäsairauksia. Mustikan tai sen antosyaanien vaikutuksista niihin sekä diabeettiseen retinopatiaan (diabetekseen liittyvä silmäsairaus) on olemassa vain joitakin vanhoja klinisiä tutkimuksia tai uudempia eläintutkimuksia. Uudemmat kliiniset tutkimukset liittyvät glaukoomaan ja silmien väsymiseen näyttöpäätetyössä.

### ***Kliiniset tutkimukset***

#### ***Hämäränäkö***



Mustikan vaikutuksia hämäränäköön on tutkittu toisesta maailmansodasta lähtien. Canter ja Ernst (2004) ovat koonneet aiheesta kattavan katsauksen, joka käsittää siihen mennessä tehdyt noin 30 kliinistä tutkimusta. Suuri osa tutkimuksista on tehty jo 1960-luvulla. Vanhimmissa tutkimuksissa tapahtui hämäränäön paranemista, mutta uudemmissa paremmin tehdyissä tutkimuksissa ei ole todettu yhtä positiivisia vaikutuksia. Arvioinnin tehneet tutkijat kiinnittivät huomiota siihen, että tutkimuksissa oli käytetty henkilöitä, joilla oli normaali tai normaalia parempi näkökyky eikä siis ongelmia hämärässä näkemisessä. Tutkimuksissa on käytetty mustikan antosyaanivalmisteita eikä mustikkaa sellaisenaan. Mustikalla tai mustikkauutteella ei siis ole tehty yhtään lumekontrolloitua tutkimusta henkilöillä, 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 likinäköisille yleisesti. Vuonna 2004 ilmestyneen katsauksen jälkeen aiheesta ei kuitenkaan ole julkaistu uusia kliinisiä tutkimuksia.

#### *Glaukooma*

Glaukooma eli silmänpainetauti on maailmanlaajuisesti yksi merkittävimpiä sokeuden aiheuttajia. Sille on tyypillistä useimmissa tapauksissa kohonnut silmän sisäinen paine. Joillakin glaukoomapotilailla silmänpaineet ovat normaalit, mutta verenkierto on heikentynyt, mikä johtaa näköhermojen tuhoutumiseen. Koreassa tehdyssä tutkimuksessa mustikan antosyaanit paransivat näkökykyä glaukoomapotilailla, joiden silmänpaineet ovat normaalit (Shim ym. 2012). Antosyaanivalmistetta (120 mg/vrk) käytti 132 potilasta keskimäärin kahden vuoden ajan, vertailuryhmä (97 potilasta) ei käyttänyt mitään valmistetta.

#### *Likinäköisyys (myopia)*

Japanilaisessa tutkimuksessa osoitettiin, että fermentoidun mustikkavalmisteen käytöstä (4 viikkoa) oli hyötyä likinäköisillä henkilöillä (Kamiya ym. 2013).

#### *Silmien väsyminen näyttöpäätetyössä*

Silmien väsyminen on yleinen ongelma, jota esiintyy erityisesti säännöllisesti näyttöpäätetyötä tekeville. Sen aiheuttamia oireita ovat esimerkiksi silmien arkuus valolle tai häikäisylle, päänsärky, silmien kuivuminen ja kipeytyminen sekä näön samentuminen. Siihen voi liittyä myös hartoiden, niskan ja selän jäykkyyttä ja päänsärkyä. Joidenkin näiden oireiden on havaittu lieventyvän, kun tutkittavat (n=11) nauttivat päivittäin neljän viikon ajan valmistetta, joka sisälsi kalaöljyä, mustikan antosyaaneja ja luteiinia (Kawabata ja Tsuji 2011). Koska kyseessä oli yhdistelmävalmiste, mustikan osuutta vaikutuksissa ei voi tämän tutkimuksen perusteella arvioida.

Uudemmassa japanilaisessa tutkimuksessa (Ozawa ym. 2015) mustikkavalmisteen käyttö lievensi näyttöpäätetyön aiheuttamia silmien väsymiseen liittyviä oireita. Tutkimukseen osallistui toimistotyöläisiä, jotka tekivät näyttöpäätetyötä päivittäin ja kärsivät silmien väsymisestä. Osa (n=43) nautti mustikkauutetta sisältäviä kapsелеita ja osa (n=37) lumekapsелеita kahdeksan viikon ajan. Mustikkakapselit vähensivät silmien väsymistä sekä

objektiivisten mittausmenetelmien että subjektiivisten tuntemusten perusteella. Monien oireiden lieveneminen oli havaittavissa jo neljän viikon kuluttua mustikan käytön aloittamisesta.

## KIRJALLISUUSVIITTEET

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

Devore EE, Kang JH, Breteler MMB, Grodstein F. Dietary intakes of berries and flavonoids in relation to cognitive decline. *Ann Neurol* 72: 135-143, 2012

Granfeldt YE, Björck IME. A bilberry drink with fermented oatmeal decreases postprandial insulin demand in young healthy adults. *Nutr J* 10: 57, 2011

Habanova M, Saraiva JA, Haban M, Schwarzova M, Chlebo P, Predna L, Gazo J, Wyka J. Intake of bilberries (*Vaccinium myrtillus* L.) reduced risk factors for cardiovascular disease by inducing favorable changes in lipoprotein profiles. *Nutr Res* 36: 1415-1422, 2016

Hoggard N, Cruickshank M, Moar K-M, Bestwick C, Holst JJ, Russell W, Horgan G. A single supplement of a standardised bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) extract (36 % wet weight anthocyanins) modifies glycaemic response in individuals with type 2 diabetes controlled by diet and lifestyle. *J Nutr Sci* 2, e22, 1-9, 2013

Joseph JA, Shukitt-Hale B, Denisova NA, Bielinski D, Martin A, McEwen JJ, Bickford PC. Reversals of age-related declines in neuronal signal transduction, cognitive, and motor behavioral deficits with blueberry, spinach, or strawberry dietary supplementation. *J Neurosci* 19: 8114-8121, 1999

Karlsen A, Paur I, Bøhn SK, Sakhi AK, Borge GI, Serafini M, Erlund I, Laake P, Tonstad S, Blomhoff R. Bilberry juice modulates plasma concentration of NF-κB related inflammatory markers in subjects at increased risk of CVD. *Eur J Nutr* 49: 345-355, 2010

Kamiya K, Kobashi H, Fujiwara K, Ando W, Shimizu K. Effect of fermented bilberry extracts on visual outcomes in eyes with myopia. *J Ocular Pharmacol Ther* 29: 356-359, 2013

Kawabata F, Tsuji T. Effects of dietary supplementation with a combination of fish oil, bilberry extract, and lutein on subjective symptoms of asthenopia in humans. *Biomed Res* 32: 387-393, 2011

Kolehmainen M, Mykkänen O, Kirjavainen PV, Leppänen T, Moilanen E, Adriaens M, Laaksonen DE, Hallikainen M, Puupponen-Pimiä R, Pulkkinen L, Mykkänen H, Gylling H, Poutanen K, Törrönen R. Bilberries reduce low-grade inflammation in individuals with features of metabolic syndrome. *Mol Nutr Food Res* 56: 1501-1510, 2012

Krikorian R, Shidler MD, Nash TA, Kalt W, Vinqvist-Tymchuk MR, Shukitt-Hale B, Joseph JA. Blueberry supplementation improves memory in older adults. *J Agric Food Chem* 58: 3996-4000, 2010

Larmo PS, Kangas AJ, Soininen P, Lehtonen H-M, Suomela J-P, Yang B, Viikari J, Ala-Korpela M, Kallio HP. Effects of sea buckthorn and bilberry on serum metabolites differ according to baseline metabolic profiles in overweight women: a randomized crossover trial. *Am J Clin Nutr* 98: 941-951, 2013

Lehtonen H-M, Suomela J-P, Tahvonen R, Yang B, Venojärvi M, Viikari J, Kallio H. Different berries and berry fractions have various but slightly positive effects on the associated variables of metabolic diseases on overweight and obese women. *Eur J Clin Nutr* 65: 394-401, 2011

Miller MG, Hamilton DA, Joseph JA, Shukitt-Hale B. Dietary blueberry improves cognition among older adults in a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Eur J Nutr* 2017 Mar 10. doi: 10.1007/s00394-017-1400-8. [Epub ahead of print]

Ozawa Y, Kawashima M, Inoue S, Inagaki E, Suzuki A, Ooe E, Kobayashi S, Tsubota K. Bilberry extract supplementation for preventing eye fatigue in video display terminal workers. *J Nutr Health Aging* 19: 548-554, 2015

Shi M, Loftus H, McAinch AJ, Su XQ. Blueberry as a source of bioactive compounds for the treatment of obesity, type 2 diabetes and chronic inflammation. *J Funct Foods* 30: 16-29, 2017

Shim SH, Kim JM, Choi CY, Kim CY, Park KH. Ginkgo biloba extract and bilberry anthocyanins improve visual function in patients with normal tension glaucoma. *J Med Food* 15: 818-823, 2012

Shukitt-Hale B. Blueberries and neuronal aging. *Gerontology* 58: 518-523, 2012

Shukitt-Hale B, Bielinski DF, Lau FC, Willis LM, Carey AN, Joseph JA. The beneficial effects of berries on cognition, motor behaviour and neuronal function in ageing. *Br J Nutr* 114: 1542-1549, 2015

Törrönen R, Kolehmainen M, Sarkkinen E, Poutanen K, Mykkänen H, Niskanen L. Berries reduce postprandial insulin responses to wheat and rye breads in healthy women. *J Nutr* 143: 430-436, 2013

Vepsäläinen S, Koivisto H, Pekkarinen E, Mäkinen P, Dobson G, McDougall GJ, Stewart D, Haapasalo A, Karjalainen RO, Tanila H, Hiltunen M. Anthocyanin-enriched bilberry and blackcurrant extracts modulate amyloid precursor protein processing and alleviate behavioral abnormalities in the APP/PS1 mouse model of Alzheimer's disease. *J Nutr Biochem* 24: 360-370, 2013

## PUOLUKAN TERVEYSVAIKUTUKSET

Koostumus: Sadassa grammassa puolukkaa on energiaa 49 kcal. Kuitua siinä on 2,6 g/100 g ja 5,3 g/100 kcal, joten sitä voi sanoa runsaskuituiseksi. Tärkeimmät polyfenolit ovat antosyaanit ja proantosyanidiinit.

Puolukan terveystvaikutuksia on toistaiseksi tutkittu pääasiassa koe-eläimillä. Niissä puolukkamehu on parantanut verisuonten toimintaa ja alentanut verenpainetta rotilla (Kivimäki ym. 2011, 2012, 2013). Puolukka on ehkäissyt hiirillä runsasrasvaisen rehun aiheuttamaa lihomista, rasvan kertymistä maksaan, verensokerin, insuliinin ja kolesterolin nousua ja matala-asteista tulehdusta (Heyman ym. 2014, Heyman-Lindén ym. 2016). Puolukka oli tehokkaampi kuin monet muut marjat. Ihmisillä tehtyjä tutkimuksia näistä ei vielä ole. Kliinisiä tutkimuksia on tehty vain aterianjälkeisen sokeriaineenvaihdunnan säätelyyn liittyen.

### *Kliiniset tutkimukset*

Turun yliopiston tutkimuksessa seurattiin puolukkajauheen vaikutuksia kahdessa ateriakokeessa terveillä normaalipainoisilla miehillä (keski-ikä 25 vuotta) (Linderborg ym. 2012). Glykemiakokeessa 10 tutkittavaa nautti 200 g rasvatonta jugurttia, johon oli lisätty 50 g glukoosia sekä 40 g puolukkajauhetta (vastaa 270 g tuoretta puolukkaa). Vertailuateria oli muuten samanlainen mutta ilman puolukkajauhetta. Puolukka- ja vertailuateriat nostivat verensokeripitoisuutta yhtä paljon, vaikka puolukka-ateriassa oli enemmän sokereita (50 g glukoosia + puolukkajauheen sisältämää luontaista glukoosia ja fruktoosia, molempia 7,3 g, yhteensä 64,6 g) kuin vertailuateriassa (50 g). Tutkijat arvelivat, että puolukkajauheessa oleva kuitu (16 g) ja/tai polyfenolit tasapainottivat suuremman sokerimäärän vaikutusta. Insuliinipitoisuutta puolukka-ateria nosti hieman maltillisemmin kuin vertailuateria, mutta ero ei ole tilastollisesti merkitsevä. Lipemiakokeessa 13 tutkittavaa nautti 200 g rasvatonta jugurttia, johon oli lisätty 35 g rypsiöljyä sekä 60 g puolukkajauhetta (vastaa 400 g tuoretta puolukkaa), vertailuateria oli ilman puolukkajauhetta. Puolukka-ateria, jossa oli enemmän sokereita (puolukkajauheen glukoosia ja fruktoosia yhteensä 22 g) kuin vertailuateriassa (0 g), nosti hieman sekä verensokeri- että insuliinipitoisuuksia. Triglyseridipitoisuus oli noin neljän tunnin kuluttua hieman korkeampi puolukka-aterian jälkeen kuin vertailuaterian jälkeen. Puolukka ei siis alentanut rasvaa sisältäneen aterian jälkeistä veren rasvapitoisuutta.

Itä-Suomen yliopistossa on tehty kolme tutkimusta puolukan vaikutuksista sokerin ja vehnäleivän tärkkelyksen aiheuttamiin verensokerin ja insuliinin pitoisuuksiin. Ensimmäisessä tutkimuksessa osallistujat (20 tervettä naista, keski-ikä 57 vuotta) nauttivat puolukkasosetta (150 g), puolukkanektaria (50 % mehu, 300 ml) tai vettä (300 ml), joihin oli lisätty 35 g sakkaroosia (Törrönen ym. 2012). Sokeri lisättiin puolukka-annoksiin juuri ennen niiden nauttimista, jotta sakkaroosi ei ehtisi hajota (invertoitua). Pelkkä sakkaroosi nosti verensokeri- ja insuliinipitoisuuksia nopeasti. Ne olivat korkeimmillaan 30 min kuluttua ja laskivat sen jälkeen nopeasti. Puolukkasose tasoitti sakkaroosin aiheuttamaa verensokerin jyrkkää nousua ja laskua ja paransi siten ns. glykeemistä profiilia (glukoosikäyrän muotoa). Se ei kuitenkaan

alentanut 30 min verensokeripiikkiä, mutta alensi insuliinipiikkiä. Puolukkanektarin vaikutukset olivat samantyyppisiä mutta vaimeampia. Samanlaisia tuloksia saatiin toisessakin tutkimuksessa (Törrönen ym. 2017), jossa tutkittiin puolukan vaikutuksia invertoituneen sakkaroosin kanssa. Happamissa marjatuotteissa sakkaroosi invertoituu eli hajoaa valmistuksen ja säilytyksen aikana glukoosiksi ja fruktoosiksi. Tässä tutkimuksessa sokeri lisättiin puolukkanektariin glukoosina ja fruktoosina, mikä vastaa tilannetta, jossa kaikki sakkaroosi on invertoitunut. Tässäkin tapauksessa puolukalla oli suotuista vaikutus insuliinivasteeseen, mutta ei selvää vaikutusta verensokeriin.

Tutkimukseen vehnäleivän kanssa nautitun puolukan vaikutuksista aterianjälkeisiin verensokeri- ja insuliinipitoisuuksiin osallistui 15 tervettä naista (keski-ikä 48 vuotta) (Törrönen ym. 2013). Puolukka-ateria sisälsi 117 g valkoista vehnäleipää, jossa oli 50 g imeytyvää hiilihydraattia (täkkelystä), 150 g soseutettua puolukkaa sekä 2 dl vettä. Vertailuateria sisälsi saman verran leipää, 50 g kurkkua ja 3 dl vettä. Veren glukoosi- ja insuliinipitoisuuksia seurattiin kahden tunnin ajan aterian nauttimisesta. Puolukka alensi vehnäleivän aiheuttamaa insuliinivastetta, mutta ei vaikuttanut verensokerivasteeseen.

Edellä kuvattujen tutkimusten perusteella vaikuttaa siltä, että puolukka ei selkeästi alenna sokerin tai täkkelyksen aiheuttamaa voimakasta aterianjälkeistä verensokerin nousua. Sen sijaan se näyttää alentavan aterianjälkeisiä insuliinipitoisuuksia, mikä viittaa siihen, että verensokerin säätelyyn tarvitaan vähemmän insuliinia.

## KIRJALLISUUSVIITTEET

Heyman L, Axling U, Blanco N, Sterner O, Holm C, Berger K. Evaluation of beneficial metabolic effects of berries in high-fat fed C57BL/6J mice. *J Nutr Metab* 2014: 403041

Heyman-Lindén L, Kotowska D, Sand E, Bjursell M, Plaza M, Turner C, Holm C, Fåk F, Berger K. Lingonberries alter the gut microbiota and prevent low-grade inflammation in high-fat diet fed mice. *Food Nutr Res* 60: 29993, 2016

Kivimäki AS, Ehlers PI, Turpeinen AM, Vapaatalo H, Korpela R. Lingonberry juice improves endothelium-dependent vasodilatation of mesenteric arteries in spontaneously hypertensive rats in a long-term intervention. *J Funct Foods* 3: 267-274, 2011

Kivimäki AS, Ehlers PI, Siltari A, Turpeinen AM, Vapaatalo H, Korpela R. Lingonberry, cranberry and blackcurrant juices affect mRNA expressions of inflammatory and atherothrombotic markers of SHR in a long-term treatment. *J Funct Foods* 4: 496-503, 2012

Kivimäki AS, Siltari A, Ehlers PI, Korpela R, Vapaatalo H. Lingonberry juice lowers blood pressure of spontaneously hypertensive rats (SHR). *J Funct Foods* 5: 1432-1440, 2013

Linderborg KM, Järvinen R, Lehtonen H-M, Viitanen M, Kallio HPT. The fiber and/or polyphenols present in lingonberries null the glycemic effect of the sugars present in the berries when consumed together with added glucose in healthy human volunteers. *Nutr Res* 32: 471-478, 2012

Törrönen R, Kolehmainen M, Sarkkinen E, Mykkänen H, Niskanen L. Postprandial glucose, insulin, and free fatty acid responses to sucrose consumed with blackcurrants and lingonberries in healthy women. *Am J Clin Nutr* 96: 527-533, 2012

Törrönen R, Kolehmainen M, Sarkkinen E, Poutanen K, Mykkänen H, Niskanen L. Berries reduce postprandial insulin responses to wheat and rye breads in healthy women. *J Nutr* 143: 430-436, 2013

Törrönen R, Hellström J, Mattila P, Kilpi K. Postprandial glycaemic response to berry nectars containing inverted sucrose. *J Nutr Sci* 6: e4, 1-7, 2017