

Vertailu luonnonmukaisesti ja tavanomaisesti tuotetun maidon koostumuseroista: meta-analyysi

Tuomo Kokkonen, Seija Makkonen ja Aila Vanhatalo

Helsingin yliopisto, Maataloustieteiden laitos, PL 28, 00014 Helsingin yliopisto

etunimi.sukunimi@helsinki.fi

TIIVISTELMÄ

Luonnonmukaisesti tuotettujen elintarvikkeiden kysyntä kasvaa Suomessa ja muualla maailmassa. Ympäristöystävällisyyden ja eettisyyden lisäksi luomutuotteisiin yhdistetään usein mielikuva terveellisyydestä. Maito on Suomessa suosituin yksittäinen luomutuote. Luonnonmukaisesti tuotettuun maitoon liittyvät terveysväittämät perustuvat muun muassa siihen, että luonnonmukainen tuotanto saattaa vaikuttaa edullisesti maitorasvan koostumukseen. Tutkimustulokset luonnonmukaisen tuotannon vaikutuksista maidon koostumukseen ovat kuitenkin vaihtelevia. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää meta-analyysin avulla luonnonmukaisesti ja tavanomaisesti tuotetun maidon koostumuksen eroja.

Meta-analyysin aineistona käytettiin vuoden 2000 jälkeen julkaistuja vertaisarvioituja tieteellisiä tutkimuksia, joissa oli vertailtu eroja luonnonmukaisesti ja tavanomaisesti tuotetun maidon koostumuksessa. Tutkimusten mukaan ottamisen ehtona oli se, että julkaisuissa oli raportoitu muuttujien keskiarvot, havaintojen lukumäärät ja hajonnat. Rajausehdot täyttäviä tutkimuksia löytyi 13. Tutkimuksissa lehmien ruokintaan oli käytetty karkearehuina nurmirehua, palkokasveja tai maissisäilörehua. Maitonäytteitä oli kerätty lehmäkohtaisesti, tilasäiliöstä tai kuluttajamaitopakkausista. Meta-analyysin aineiston testauksessa käytettiin Mix 2.0 PRO ohjelmaa. Käytettävän aineiston jokaisen parametrin homogeenisuus testattiin käyttäen Q-testiä. Heterogeenisen aineiston tilastollinen analyysi tehtiin käyttäen random-mallia ja homogeenisen aineiston analyysi käyttäen fixed-mallia. Luonnonmukaisesti ja tavanomaisesti tuotetun maidon pitoisuuksien sekä maitotuotoksen erot laskettiin painotettuna keskiarvona. Painokertoimena käytettiin varianssin käänteislukua.

Aineistoon sisältyneissä lypsylehmäkokeissa lehmien päivittäinen maitotuotos oli lähes 3 kg pienempi luonnonmukaisessa kuin tavanomaisessa tuotannossa. Maidon valkuais-, rasva-, α -tokoferoli- ja β -karoteenipitoisuuksissa ei ollut eroa tuotantomuotojen välillä. Luonnonmukaisesti tuotetun maidon monityydyttymättömien rasvahappojen, konjugoidun linolihapon, alfa-linoleenihapon ja omega-3 -rasvahappojen pitoisuus oli suurempi kuin tavanomaisesti tuotetun. Lisäksi luonnonmukaisesti tuotetun maidon omega-3- ja omega-6- rasvahappojen suhde oli suurempi kuin tavanomaisesti tuotetussa. Sen sijaan kertyydyttyneitä rasvahappoja luonnonmukaisesti tuotettu maito sisälsi vähemmän kuin tavanomaisesti tuotettu maito. Luonnonmukainen tuotanto vaikuttaa maidon rasvahappokoostumukseen ihmisterveyden kannalta edullisesti ja vaikutukset selittyvät suurelta osin lehmien ruokinnalla. Luonnonmukaisessa tuotannossa käytetään enemmän laidunruokintaa kuin tavanomaisesti tuotannossa, jolloin lehmät saavat tuoretta, varhaisella kasvuasteella olevaa ruohoa. Lisäksi luomulaitumien ja säilörehunurmien kasvilajistossa on heinäkasvien lisäksi nurmipalkokasveja, jotka vaikuttavat rasvahappojen biohydrogenaatioon pötsissä ja siten edelleen maitorauhasen rasvasynteesiin.

ASIASANAT

Lypsylehmä, luonnonmukainen tuotanto, omega-3-rasvahappo, meta-analyysi

Johdanto

Maito on määrällisesti suosituin luonnonmukaisesti tuotettu elintarvike, neljänneksen osuudella kokonaisympäristöstä vuonna 2014 (Pro Luomu 2015). Kulutuksen kasvusta huolimatta luonnonmukainen maidontuotanto on Suomessa vielä vähäistä, sillä vuonna 2014 meijerit vastaanottivat luonnonmukaisesti tuotettua maitoa 47 miljoonaa litraa eli vain 2 % kokonaisympäristöstä (Pro Luomu 2015). Tuotosseurantatiloilla luonnonmukaisessa tuotannossa olevien karjojen keskipaino on suurempi kuin kaikkien karjojen keskiarvo (49,1 vs. 37,5 lehmää), mutta keskituotos on pienempi (8108 vs. 9112 kg maitoa / vuosi) (ProAgria 2015).

Luonnonmukaisen kotieläintuotannon perustana on rehujen tuotanto luonnonmukaisessa viljelyssä mahdollisimman tilakohtaisesti. Vaatimuksena on tilan 60 %:n rehuomavaraisuus tai rehu tulee olla yhteistyössä lähistön luomutiloilla tuotettua. Kotieläintiloilla luonnonmukainen rehuntuotanto perustuu typensitojakasvien käyttöön ja nurmipalkokasvien viljelyyn heinäkasvien kanssa seoksena karkearehuksi. Nautojen päivittäisestä rehuannoksesta vähintään 60 % on oltava karkearehua. (Evira 2015). Runsaalla karkearehun ja etenkin nurmipalkokasvien käytöllä on vaikutusta maidon koostumukseen (Vanhatalo ym. 2007).

Luonnonmukaisesti tuotettujen elintarvikkeiden kysyntä on kasvussa sekä Suomessa että maailmanlaajuisesti. Puolet suomalaisista kuluttajista arvioi luomukulutuksensa lisääntyvän lähitulevaisuudessa (Mynttinen 2014). Kasvava kiinnostus luonnonmukaisesti tuotettuja kotieläintuotteita kohtaan selittyy osittain sillä, että kuluttajien kiinnostus kotieläinten hyvinvointia ja paikallista tuotantoa kohtaan on lisääntynyt, mutta osittain myös luonnonmukaisesti tuotettujen tuotteiden mahdollisten terveysvaikutusten takia. Koska maidolla ja maitotuotteilla on huomattava osuus suomalaisessa ruokavaliassa, tuotantotavan vaikutus maidon koostumukseen on syytä tuntea. Tässä tutkimuksessa selvitettiin meta-analyysiä käyttäen luonnonmukaisesti ja tavanomaisesti tuotetun maidon koostumuseroja.

Aineisto ja menetelmät

Meta-analyysiin etsittiin tavanomaisen ja luonnonmukaisesti tuotetun maidon koostumusta vertailevia, vuoden 2000 jälkeen julkaistuja, englanninkielisiä vertaisarvioituja tieteellisiä tutkimuksia CAB ABSTRACT-tietokannasta ja löydettyjen tutkimusten lähdeluetteloista. Hakusanoina käytettiin ”organic AND conventional”, ”conventional milk”, ”organic milk”, ”organic cows”, ”organic farming AND cows” ja ”comparison organic”. Tutkimusten mukaan ottamiselle oli ehtona, että tutkimusten tuloksissa oli raportoitu muuttujien keskiarvot, havaintojen lukumäärät ja hajonta. Tutkimuksen tuloksissa tuli olla raportoituna maitotuotos, maidon rasvahappokoostumus tai maidon α -tokoferoli- ja β -karoteenipitoisuus. Rajausehdot täyttäviä tutkimusartikkeleita löydettiin 13 (Taulukko 1). Joistakin julkaisuista meta-analyysiin otettiin kaksi vertailua, jotka erosivat toisistaan esimerkiksi vuodenajan tai karkearehun koostumuksen perusteella,

Luonnonmukaisesti tuotettu maito oli tuotettu kunkin maan sertifioidun järjestelmän ja valvottujen luomusäännösten mukaan. Maitonäytteet oli otettu talvella, kesällä tai koko vuoden aikana, joko lehmäkohtaisesti, tilasäiliöstä tai kuluttajamaitopakkausista. Lehmien ruokintaan oli käytetty karkearehuina nurmirehuja, palkokasveja tai maissisäilörehua. Tutkimusasetelmien erojen takia alkuperäisten tutkimusten välillä oli suuria eroja havaintomäärissä.

Aineiston tilastollisissa analyyseissä käytettiin Mix 2.0 PRO ohjelman versiota 2.014 (MIX 2.0 2013). Tutkittavasta muuttujasta tuli olla mittaustulokset vähintään viidestä kokeesta, jotta se otettiin mukaan meta-analyysiin. Aineiston homogeenisuus testattiin jokaisen muuttujan kohdalla erikseen käyttäen Q-testiä sekä Forest-plot, Galbraith-plot ja Baujat-kuvioita. Heterogeenisen aineiston (maitotuotos, maidon rasvahappo- ja vitamiinipitoisuudet) käsittelyyn käytettiin ohjelman Random-mallia ja homogeenisen aineiston (maidon rasva- ja valkuaispitoisuudet) käsittelyyn Fixed-mallia. Luonnonmukaisesti ja tavanomaisesti tuotetun maidon pitoisuuksien sekä maitotuotoksen ero on ilmoitettu painotettuna keskiarvona. Painokertoimena käytettiin varianssin käänteislukua.

Taulukko 1. Meta-analyysiin sisällytetyt tutkimukset

No.	Tutkimus	Maa	vuodenaika	näyte	laidun ¹	säilörehu ¹	N ²
1	Adler ym. 2013a	Norja	koko vuosi	tilasäiliö	nurmiheinä / puna-apila	nurmiheinä / puna-apila	84 / 84
1	Adler ym. 2013a	Norja	koko vuosi	tilasäiliö	nurmiheinä / muut lajit	nurmiheinä / muut lajit	84 / 84
2	Adler ym. 2013b	Norja	talvi	lehmäkohtainen		nurmiheinä / puna-apila	4 / 4
2	Adler ym. 2013b	Norja	talvi	lehmäkohtainen		nurmiheinä / muut lajit	4 / 4
3	Benbrook ym. 2013	USA	koko vuosi	kuluttajapakkaus			108 / 143
4	Bergamo ym. 2003	Italia	kesä	kuluttajapakkaus			2 / 2
5	Butler ym. 2008	Iso-Britannia	kesä	tilasäiliö	nurmiheinä / valkoapila		24 / 34
5	Butler ym. 2008	Iso-Britannia	talvi	tilasäiliö		nurmiheinä / valkoapila	21 / 10
6	Butler ym. 2011	Iso-Britannia	koko vuosi	kuluttajapakkaus			48 / 40
7	Collomb ym. 2008	Sveitsi	koko vuosi	tilasäiliö	nurmiheinä	nurmiheinä	36 / 36
8	Ellis ym. 2006	Iso-Britannia	koko vuosi	tilasäiliö	nurmiheinä / puna-apila	nurmiheinä / puna-apila	228 / 202
9	Larsen ym. 2010	Ruotsi	kesä	tilasäiliö	nurmiheinä / puna-apila		15 / 15
9	Larsen ym. 2010	Ruotsi	talvi	tilasäiliö		nurmiheinä / puna-apila	10 / 10
10	O'Donnell ym. 2010	USA	talvi	kuluttajapakkaus			111 / 99
11	Popović ym. 2011	Serbia	koko vuosi	tilasäiliö	ei ilmoitettu	ei ilmoitettu	60 / 30
12	Slots ym. 2009	Tanska	koko vuosi	tilasäiliö	nurmiheinä / valkoapila	nurmiheinä / valkoapila	75 / 50
13	Stergiadis ym. 2012	Iso-Britannia	koko vuosi	tilasäiliö	nurmiheinä / valkoapila	nurmiheinä / puna-apila	28 / 29

¹Pääasialliset kasvilajit; ² Näytteiden lukumäärä (luonnonmukaisesti / tavanomaisesti tuotettu maito)

Tulokset ja tulosten tarkastelu

Meta-analyysissä käytetään hyväksi aiemmin tehtyjen tieteellisten kokeiden tutkimustuloksia, joita verrataan toisiinsa tilastollisin menetelmin (St.-Pierre 2001). Meta-analyysi on siten aiheesta löydetyn valintakriteerit täyttävän tutkimusdatan yhteenveto, jolloin tilastollisen analyysin tulos on yleispätevämpi kuin yksittäisten kokeiden tulokset yksinään (Akobeng 2005). Painokertoimien käyttö analyysissä antaa suuremman painon tutkimuksille, joissa on pieni hajonta (St. Pierre 2001, Akobeng 2005). Tässä tutkimuksessa meta-analyysin käyttö mahdollisti asetelmaltaan ja menetelmiltään erilaisten tutkimusten tulosten objektiivisen yhteenvedon.

Luonnonmukaisesti ja tavanomaisesti tuotetun maidon rasvahappokoostumuksen erot on esitetty taulukossa 1. Positiivinen keskiarvojen erotus tarkoittaa sitä, että muuttujan arvo oli suurempi luonnonmukaisesti tuotetussa maidossa ja negatiivinen arvo, että muuttujan arvo oli suurempi tavanomaisesti tuotetussa maidossa. Luonnonmukaisesti tuotetussa maidossa myristiinihapon (C14) alfa-linoleenihapon (ALA), konjugoidun linolihapon (CLA), omega-3-rasvahappojen ja monityydyttymättömien rasvahappojen (PUFA) pitoisuudet olivat suurempia kuin tavanomaisesti tuotetussa maidossa. Kertatydyttymättömien rasvahappojen (MUFA) pitoisuus oli pienempi luonnonmukaisesti tuotetussa maidossa.

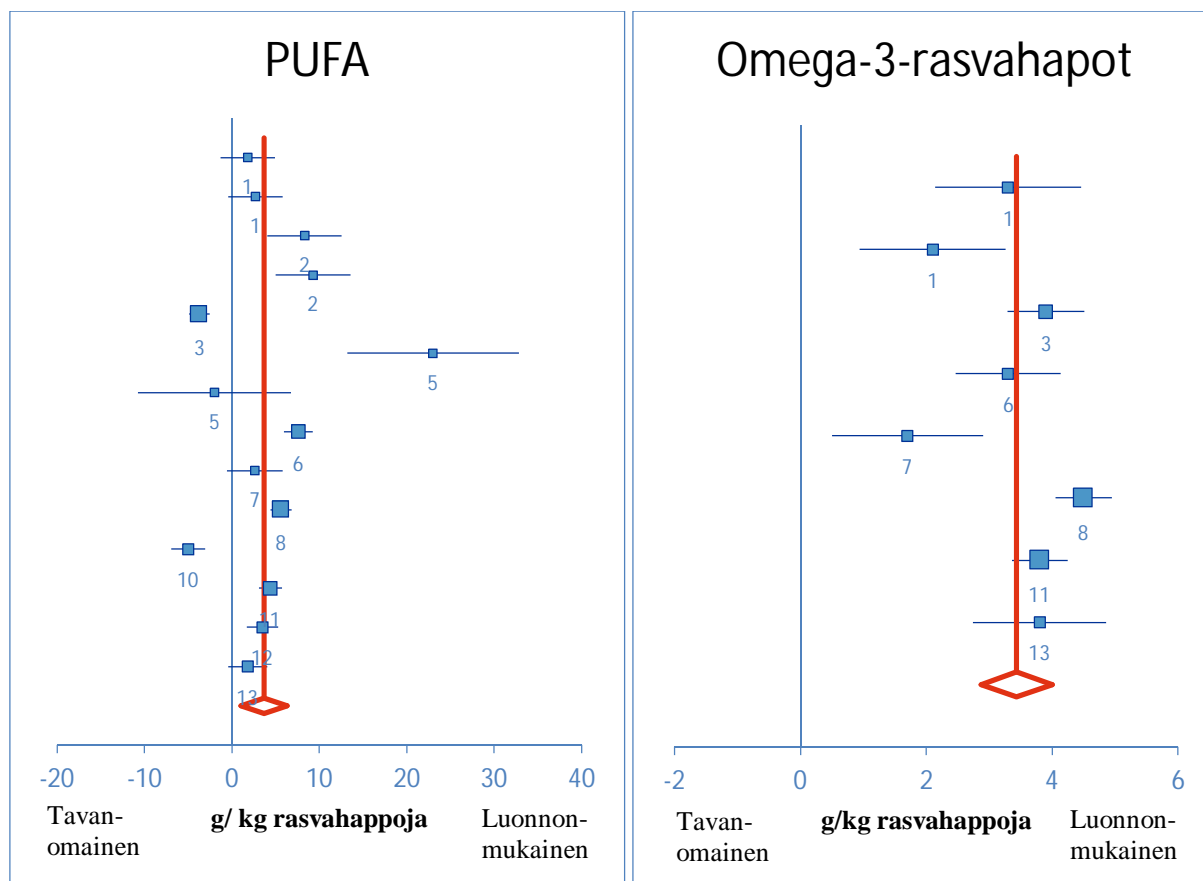
Taulukko 1. Luonnonmukaisesti ja tavanomaisesti tuotetun maidon rasvahappokoostumus

Parametri	Painotettu keskiarvojen erotus	95 % luottamusväli	Tutkimuksien lukumäärä	Havaintojen määrä	Merkitsevyys
Rasvahappojen osuus, g kg⁻¹ rasvahappoja					
MUFA	-9,94	±7,322	14	1764	**
PUFA	3,66	±2,627	14	1763	**
SFA	6,11	±9,952	14	1764	
ALA	2,39	±0,624	12	1137	***
LA	-2,83	±3,188	10	1086	o
CLA	1,23	±0,638	15	1669	***
C12	1,22	±1,723	8	973	
C14	5,63	±2,578	9	1030	***
C16	-1,03	±1,024	9	1030	
omega-3	3,44	±0,563	8	1324	***
omega-6	-1,84	±2,200	10	1412	
Rasvahappojen suhde					
omega-3: omega-6	0,18	±0,069	5	556	***

MUFA = kertatydyttymättömät rasvahapot, PUFA = monityydyttymättömät rasvahapot, SFA = tyydyttyneet rasvahapot, ALA = alfa-linoleenihappo, LA = linolihappo, CLA = konjugoitu linolihappo, C12 = lauriinihappo, C14 = myristiinihappo, C16 = palmitiinihappo, omega-3 = omega-3-rasvahapot yhteensä, omega-6 = omega-6-rasvahapot yhteensä, omega-3: omega-6 = omega-3- ja omega-6-rasvahappojen suhde

Luonnonmukainen tuotanto lisäsi maidon PUFA:n osuutta maitorasvasta keskimäärin 3,66 g/kg rasvahappoja (Kuva 1). Vaikutus vaihteli eri tutkimusten välillä siten, että kahdessa tutkimuksessa, joissa tutkittiin kuluttajapakattuja maitoja (O'Donnell ym. 2010, Bembrook ym. 2013), maidon PUFA:n osuus maitorasvasta oli suurempi tavanomaisesti tuotetussa maidossa. Eri tutkimuksissa havaitut vaikutukset maidon alfa-linoleenihapon ja omega-3-rasvahappojen pitoisuuteen (Kuva 1) olivat samansuuntaisia – luonnonmukainen tuotanto lisäsi niiden osuutta maitorasvasta ja omega-3/omega-6-rasvahappojen suhdetta. Myös CLA:n osalta tulokset olivat varsin yhdenmukaisia, ainoastaan Larsenin ym. (2010) tutkimuksessa tavanomainen tuotanto lisäsi CLA:n osuutta. Myristiinihapon osuudet olivat suurempia luonnonmukaisesti tuotetussa maidossa niissä tutkimuksissa, joissa näytteet otettiin tilasäiliöstä tai kuluttajamaitopakkausista.

Luonnonmukaisen tuotannon vaikutukset maidon rasvahappokoostumukseen ovat määrällisesti melko pieniä mutta ihmisterveyden kannalta niitä voidaan pitää edullisina muutoksina. Maidon omega-3/omega-6-rasvahappojen suhde oli luonnonmukaisesti tuotetussa maidossa 0,18 yksikköä suurempi kuin tavanomaisesti tuotetussa. Luonnonmukaisesti tuotetun maidon omega-3/omega-6-rasvahappojen keskimääräinen suhde (0,56) ylitti Haugin ym. (2007) maidon suotuisille terveysvaikutuksille esittämän tavoitetason. Suuri omega-3-rasvahappojen osuus suhteessa omega-6-rasvahappoihin vähentää sydän- ja verisuonitautien sekä rinta- ja paksusuolen syövän riskiä (Bartsch ym. 1999, Haug ym. 2007). CLA:lla on osoitettu olevan syöpää ehkäiseviä vaikutuksia (Haug ym. 2007). Sen sijaan myristiinihapon saannin kasvulla saattaa olla veren kokonais- ja LDL-kolesterolia lisäävä ja sitä kautta sydän- ja verisuonitautien riskiä lisäävä vaikutus, joskin myristiinihappo lisää myös hyvän HDL-kolesterolin pitoisuutta, mikä neutraloi sen vaikutusta sydänterveyteen (Parodi 2009).



Kuva 1. Monityydyttymättömien (PUFA) ja omega-3-rasvahappojen pitoisuudet tavanomaisesti ja luonnonmukaisesti tuotetussa maidossa. Pystysuora paksu viiva kuvaa keskimääräistä vaikutusta ja timantinmuotoinen kuvio luottamusväliä. Numerot viittaavat yksittäisiin tutkimuksiin, jotka on esitetty taulukossa 1. Neliö osoittaa parametrin keskiarvon ja vaakaviiva 95 %:n luottamusvälin kussakin kokeessa. Painoarvoltaan suurten (ts. hajonnaltaan pienten) tutkimusten tulokset on esitetty suurempina neliöinä.

Luonnonmukaisesti tuotetun tavanomaiseen maitoon verrattuna edullisempi rasvahappokoostumus perustuu osittain tuoreiden karkearehujen käyttöön ruokinnassa, koska luomueläimiä laidunnetaan enemmän kuin tavanomaisessa tuotannossa olevia lypsylehmiä ja tuoreen nurmirehun käyttö ruokinnassa lisää maidon PUFA-pitoisuutta ja kasvattaa omega-3/omega-6-rasvahappojen suhdetta (Coppa ym. 2013). Edullinen muutos näyttää kuitenkin säilyvän myös sisäruokintakaudella, koska suuressa osassa meta-analyysiin sisällytetyistä tutkimuksista maidonäytteitä kerättiin joko ympäri vuoden tai vain talvikaudella. Osittain tämä selittyy pienemmällä väkirehun osuudella luomuruokinnassa kuin tavanomaisessa tuotannossa (Coppa ym. 2013). Toisaalta puna-apilaa sisältävän säilörehun käyttö ruokinnassa lisää PUFA:n ja erityisesti alfa-linoleenihapon osuutta maitorasvassa,

mikä on seurausta alfa-noleenihapon biohydrogenaation vähenemisestä pötsissä (Halmemies-Beauchet-Filleau 2013). Pitkäaikaisissa nurmissa luonnonkasvien (esim. voikukka, rönssyleinikki) osuus lisääntyy ja niillä voi olla pötsin biohydrogenaatioon samankaltaisia vaikutuksia kuin nurmipalkokasveilla (Adler ym. 2013b).

Aineistoon sisältyvissä tuotantokokeissa päivittäinen maitotuotos oli luonnonmukaisessa tuotannossa lehmää kohti lähes 3 kg pienempi kuin tavanomaisessa tuotannossa (Taulukko 2), mutta maidon rasva- ja valkuaispitoisuuksissa ei ollut eroa. Maitotuotoksen ero on samaa suuruusluokkaa kuin suomalaisilla tuotostarkkailutiloilla (ProAgria 2015) havaittu ero luonnonmukaisessa tuotannossa olevien ja kaikkien karjojen välillä. Sitä vastoin tuotostarkkailutiloilla luomukarjojen maidon rasva- ja valkuaispitoisuudet olivat selvästi tavanomaisten karjojen pitoisuuksia pienemmät.

Maidon vitamiinipitoisuudet eivät poikenneet toisistaan (Taulukko 2). Butlerin ym. (2008) mukaan luonnonmukaisesti tuotetun maidon α -tokoferoli- ja β -karoteenipitoisuudet olivat suurempia laidunkauden aikana kuin tavanomaisesti tuotetun maidon, mutta vastaavaa eroa ei havaittu sisäruokintakaudella. Sisäruokintakaudella erot todennäköisesti tasoittuvat, koska säilörehun rasvaliukoisten vitamiinien pitoisuus pienenee säilönnän aikana tai siilon avaamisen jälkeen (Beeckman ym. 2010).

Taulukko 2. Maitotuotos ja maidon koostumus

Parametri	Painotettu keskiarvojen erotus	95 % luottamusväli	Tutkimuksien lukumäärä	Havaintojen määrä	Merkitsevyys
Maitotuotos, kg/pv	-2,97	$\pm 2,203$	7	498	**
Rasvapitoisuus, g/kg	0,17	$\pm 0,737$	7	498	
Valkuaispitoisuus, g/kg	0,05	$\pm 0,393$	7	947	
α -tokoferoli, mg/kg	1,57	$\pm 1,964$	7	611	
β -karoteeni, mg/kg	0,08	$\pm 0,309$	7	611	

Johtopäätökset

Luonnonmukainen tuotanto vaikuttaa maidon rasvahappokoostumukseen ihmisterveyden kannalta edullisesti lisäämällä maidon monitydyttymättömien rasvahappojen, erityisesti alfa-noleenihapon pitoisuutta sekä omega-3/omega-6-rasvahappojen suhdetta. Tuotantomuodolla ei ole vaikutusta maidon α -tokoferoli- ja β -karoteenipitoisuuksiin. Positiiviset vaikutukset rasvahappokoostumukseen selittyvät suurelta osin lehmien ruokinnalla. Luonnonmukaisessa tuotannossa käytetään enemmän laidunruokintaa kuin tavanomaisessa tuotannossa, jolloin lehmät saavat tuoretta, varhaisella kasvuasteella olevaa ruohoa. Lisäksi luomulaitumien ja säilörehunurmien kasvilajistossa on heinäkasvien lisäksi nurmipalkokasveja, jotka vaikuttavat rasvahappojen biohydrogenaatioon pötsissä ja siten edelleen maitorauhasen rasvasynteesiin. Myös luomukarjojen vähäisempi väkirehun käyttö saattaa selittää todettuja muutoksia maidon rasvakoostumuksessa.

Kirjallisuus

- Adler, S.A., Jensen, S.K., Govasmark, E. & Steinshamn, H.** 2013a. Effect of short-term versus long-term grassland management and seasonal variation in organic and conventional dairy farming on the composition of bulk tank milk. *Journal of Dairy Science* 96: 5793-5810.
- Adler, S.A., Jensen, S.K., Thuen, E., Gustavsson, A-M., Harstad, O.M. & Steinshamn, H.** 2013b. Effect of silage botanical composition on ruminal biohydrogenation and transfer of fatty acids to milk in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 96: 1135-1147.
- Akobeng, A.K.** 2005. Understanding systematic reviews and meta-analysis. *Archives of Disease in Childhood* 90: 845-848.
- Bartsch, H., Nair, J. & Owen, R.W.** 1999. Dietary polyunsaturated fatty acids and cancers of the breast and colorectum: emerging evidence for their role as risk modifiers. *Carcinogenesis* 20:2209-18.

- Beeckman, A., Vicca, J., Van Ranst, G., Janssens, G.P.J. & Fievez, V.** 2010. Monitoring of vitamin E status of dry, early and midlate lactating organic dairy cows fed conserved roughages during the indoor period and factors influencing forage vitamin E levels. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 94:736–746.
- Benbrook, C. M., Butler, G., Latif, M.A., Leifert, C. & Davis, D.R.** 2013. Organic production enhances milk nutritional quality by shifting fatty acid composition: A United States-wide, 18-month study. *Plos One* 8:12,e82429.
- Bergamo, P., Fedele, E., Iannibelli, L. & Marzillo, G.** 2003. Fat-soluble vitamin contents and fatty acid composition in organic and conventional Italian dairy products. *Food Chemistry* 82: 625-631.
- Butler, G., Nielsen, J., Slots, T., Seal, C., Eyre, M. & Sanderson, R.** 2008. Fatty acid and fat soluble antioxidant concentrations in milk from high and low input conventional and organic systems: seasonal variation. *Journal of Science of Food and Agriculture* 88: 1431-1441.
- Butler, G., Stergiadis, S., Seal, C., Eyre, M. & Leifert, C.** 2011. Fat composition of organic and conventional retail milk in North-East England. *Journal of Dairy Science* 94: 24-36.
- Collomb, M., Bisig, W., Bütikoter, U., Sieber, R., Bregy, M. & Etter, L.** 2008. Fatty acid composition of mountain milk from Switzerland: comparison of organic and integrated farming systems. *International Dairy Journal* 18: 976–982.
- Coppa, M., Ferlay, A., Chassaing, C., Agabriel, C., Glasser, F., Chilliard, Y., Borreani, G., Barcarolo, R., Baars, T., Kusche, D., Harstad, O.M., Verbič, J., Golecký, J. & Martin, B.** 2013. Prediction of bulk milk fatty acid composition based on farming practices collected through on-farm surveys. *Journal of Dairy Science* 96: 4197-4211.
- Ellis, K.A., Innocent, G., Grove-White, D., Cripps, P., McLean, W.G., Howard, C.V. & Mihm, M.** 2006. Comparing the fatty acid composition of organic and conventional milk. *Journal of Dairy Science* 89: 1938-1950.
- Evira.** 2015. Eviran ohje 18217/7. Luomutuotanto 2 – Eläintuotannon ehdot. Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. http://www.evira.fi/files/attachments/fi/evira/lomakkeet_ja_ohjeet/luomu/luomutuotanto_2_7_elaintuotannon_ohjeet_fi.pdf. Viitattu 22.12.2015.
- Halmemies-Beauchet-Filleau, A.** 2013. Role of forage species and conservation method in ruminal lipid metabolism, mammary lipogenesis and milk fatty acid composition in lactating cow, University of Helsinki, Department of Agricultural Sciences, <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/41735>.
- Haug, A., Hostmark, A. & Harstad, O.** 2007. Bovine milk in human nutrition - a review. *Lipids in Health and Disease* 6: 25-40.
- Larsen M.K., Nielsen, J.H., Butler G., Leifert C., Slots T., Kristiansen G.H. & Gustafsson, A.H.** 2010. Milk quality as affected by feeding regimens in a country with climatic variation. *Journal of Dairy Science*. 93: 2863–2873.
- Mynttinen, S.** 2014. Luomumarkkinoiden ja liiketoiminnan nykytila. Tutkittua tietoa luomusta. Luomuinstituutti. http://luomuinstituutti.fi/wp-content/uploads/sites/2/2014/02/Luomumarkkinan_nykytila_SinikkaMynttinen_04032014.pdf. Viitattu 22.12.2015.
- O'Donnell A.M., Spatny, K.P., Vicini, J.L. & Bauman, D.E.** 2010. Survey of the fatty acid composition of retail milk differing in label claims based on production management practices. *Journal of Dairy Science* 93: 1918–1925.
- Parodi, P.** 2009. Has the association between saturated fatty acids, serum cholesterol and coronary heart disease been over emphasized? *International Dairy Journal* 19: 345–361.
- Popović-Vranješ, A., Savić, M., Pejanović, R., Jovanović, S. & Krajinović, G.** 2011. The effect of organic milk production on certain milk quality parameters. *Acta Veterinaria* 61:415-421.
- ProAgria.** 2015. Tuotosseurannan tulokset 2014. ProAgria Keskusten Liitto. https://proagria.fi/sites/default/files/attachment/tuotosseuranta_2014_sanna_nokka.pdf. Viitattu 22.12.2015.
- Pro Luomu 2015.** Luomu Suomessa 2014. Pro Luomu ry. http://proluomu.fi/wp-content/uploads/sites/3/2015/10/Luomu_Suomessa_2014.pdf. Viitattu 29.12.2015.
- Slots, T., Butler, G., Leifert, C., Kristensen, T., Skibsted, L.H., & Nielsen, J.H.** 2009. Potentials to differentiate milk composition by different feeding strategies. *Journal of Dairy Science* 92: 2057-2066.
- Stergiadis, S., Leifert, C. Seal, C.J., Eyre, M.D., Nielsen, J.H., Larsen, M.K., Slots, T., Steinshamn, H. & Butler, G.** 2012. Effect of feeding intensity and milking system on nutritionally relevant milk components in dairy farming systems in the North East of England. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60: 7270-7281.
- St-Pierre, N.R.** 2001. Integrating quantitative findings from multiple studies using mixed model methodology. *Journal of Dairy Science* 84: 741-755.
- Vanhatalo, A., Kuoppala, K., Toivonen, V. & Shingfield, K.J.** 2007. Effects of forage species and stage of maturity on bovine milk fatty acid composition. *European Journal of Lipid Science and Technology* 109: 856–867.