

# 2. Lapinlehmän maidon rasvahappokoostumus verrattuna valtarotuihin

Heidi Leskinen, Anne Tuomivaara ja Päivi Soppela

Teoksessa: P. Soppela & A. Tuomivaara (toim.). Lapinlehmään perustuvan erikoistumisen mahdollisuudet osana pohjoisia elinkeinoja. Lappari-elinkeino -hankkeen loppuraportti. Arktisen keskuksen tiedotteita 65, ss. 14-23.

## 2.1 TAUSTAA JA TAVOITTEET

Lehmänmaidossa on rasvaa yleensä muutamia prosentteja (keskimäärin noin 4,4 %; ProAgria Keskusten Liitto, 2023) ja se on suurimmaksi osaksi tyydyttynyttä eli kovaa rasvaa. Lisäksi pehmeänä rasvana on jonkin verran tyydyttymättömiä rasvahappoja. Maidon rasvojen koostumus vaikuttaa maidon muiden ravintotekijöiden ohella muun muassa maidon terveellisyteen. Ihmisen ravitsemuksen kannalta pehmeiden rasvojen saanti ravinnosta on edullista (Valtion ravitsemusneuvottelukunta, 2014).

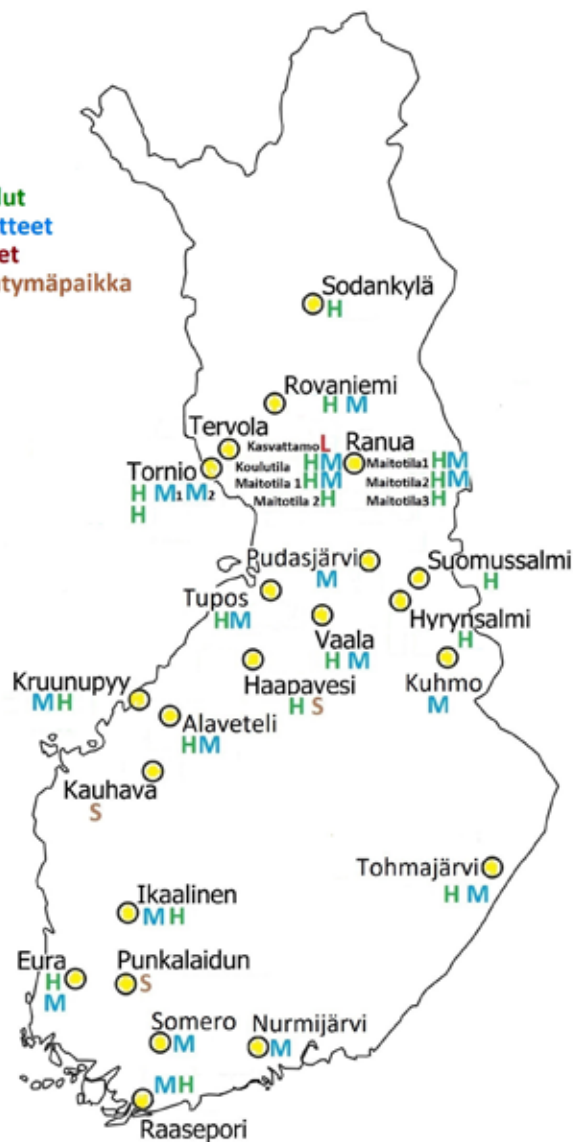
Aiempiä tutkimuksia suomalaisten alkuperäisrotujen maidosta ja erityisesti lapinlehmän maidosta on vähän. Sunds ym. (2021) tutkivat ensimmäisenä länsisuomenkarjan ja itäsuomenkarjan maidon oligosakkarideja. Oligosakkarit ovat hiilihydraatteja, joista eräät voivat toimia ravintokuidun tavoin ja edistää suoliston hyvää mikrobistokantaa (Cheng ym., 2020) ja muokata immuunivastetta (He ym., 2014). Tehdyssä tutkimuksessa (Sunds ym., 2021) länsisuomenkarjan ja itäsuomenkarjan maidon oligosakkaridikoostumuksesta löytyi jonkin verran eroavaisuuksia verrattuna muihin rotuihin. Lapinlehmä ei kuitenkaan ollut mukana tutkimusasetelmassa. Tällaiset tutkimukset eivät ainoastaan anna meille lisää tietoa alkuperäisten nautarotujen erityisistä ominaisuuksista, vaan ne voivat myös auttaa lisäämään alkuperäisroduista saatavien maito- ja lihatuotteiden kysyntää ja lisätä maidontuottajien ja teollisuuden kiinnostusta käyttää näitä rotuja tuotantoketjussa.

Lapinlehmän maidon rasvakoostumuksesta on niukasti aiempia tutkimuksia, mutta maidon makua kuvaillaan täyteläiseksi. Aikaisemmassa tutkimuksessa on saatu viitteitä muun muassa siitä, että lapinlehmän maidossa olisi enemmän omega-3-rasvahappoja ja vähemmän tyydyttyneitä rasvahappoja kuin valtaroduilla (Lönngren, 2011; Tupasela ym., 2014). Koska maito ja maitotuotteet ovat merkittävä tyydyttyneen rasvan lähde ihmisen ruokavaliossa (Kliem & Shingfield, 2016), mahdollinen ero maidon rasvahappokoostumuksessa lapinlehmän ja valtarotujen välillä on kiinnostava ja tarjoaa mahdollisuuden vähentää tyydyttyneen rasvan määrää ihmisen ravitsemuksessa menettämättä maidon muiden ravintoaineiden hyötyjä. Maidon rasvat vaikuttavat osaltaan myös maidon makuun ja tuoteominaisuuksiin.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tutkia lapinlehmän maidon erityispiirteitä, joita voitaisiin hyödyntää lapinlehmän maidon käytössä ja tuotteistamisessa. Koska sisäruokintakaudelta oli niukasti vertailevaa tietoa, tutkimuksessa verrattiin lapinlehmän maidon rasvahappokoostumuksen eroja valtarotuihin, holstein- ja ayrshirelehtiin, jotka ovat Suomen yleisimmät lypsykarjarodut (ProAgria Keskusten Liitto, 2023). Hypoteesimme oli, että lapinlehmän maito sisältää vähemmän tyydyttyneitä rasvahappoja ja enemmän omega-3-rasvahappoja joihin aiemmat tutkimukset (Lönngren, 2011; Tupasela ym., 2014) ovat viitanneet.

## 2.2 AINEISTO JA MENETELMÄT

**Tilat ja tilojen taustatiedot.** Tutkimusta edelsi laaja kartoitusvaihe, jossa etsittiin maitotutkimukseen soveltuvia tiloja, joilla olisi karjassaan sekä lapinlehmärotua että vähintään toista valtarotua. Mukaan saatiin yhteensä 18 maidontuotantotilaa Lapista ja muualta Suomesta (**Kuva 2**). Soveltuvilta tiloilta kerättiin taustatietoja ja lehmien yksilökohtaisia maitotuotostietoja sekä maitonäytteitä vuosien 2020–2021 ja 2021–2022 sisäruokintakausina helmikuun alusta kesäkuun alkuun. Näistä näytteistä määritettiin rasvahappokoostumus.



**Kuva 2. Hankkeen tutkimuksiin osallistuneet tilat.** Maitonäytteitä antaneet tilat on merkitty sinisellä M-kirjaimella (tämä luku) ja haastatteluihin osallistuneet tilat H-kirjaimella (luku 7). Tilat, joilta saatiin lapinlehmän sonnivasikoita kasvatuskokeeseen (luku 5) on merkitty S-kirjaimella ja niiden kasvattajatalo L-kirjaimella (Kuvan koonti: Nuccio Mazzullo).

Maitotiloille toimitettiin taustatietolomakkeet, joiden perusteella päätettiin, sopiiko tila maidon rasvahappokoostumustutkimukseen. Valituilta maidontuotantotiloilta pyydettiin tarkemmat tiedot kaikista tilan lapinlehmä-, ayrshire- ja holstein-rotuisista lehmistä yksilöittäin: rotu, viimeisin poikimispäivä, arvioitu poikimispäivä, jos tiedossa, poikimakertojen lukumäärä ja umpeenmeno. Näytteenottoa varten tehtiin tilakohtaiset näytteenottolistat, joihin oli merkitty tutkimuslehmät nimellä ja koodinumerolla sekä mahdolliset varaeläimet. Yksi tiloista oli luomutila ja muut tavanomaisia tiloja. Tilojen joukossa oli sekä parsinavettoja (11 kpl) että pihattonavettoja (7 kpl). Pääosin lypsy tehtiin tiloilla putkilypsyllä (11 kpl), mutta viidellä tilalla oli käytössä robottilypsy ja kahdella tilalla lypsyasema.

**Eläimet.** Yhdeltä tilalta oli mahdollista saada näytteitä vain lapinlehmiltä. Muilta tiloilta oli näytteitä sekä lapinlehmiltä että valtaroduilta. Aikaisemmissa tutkimuksissa on osoitettu, että lypsylehmän ruokinta vaikuttaa maidon rasvahappokoostumukseen. Muun muassa laidunruokinta (Dewhurst ym., 2006; Ville-neuve ym. 2013), kaura ohran tilalla väkirehussa (Fant ym., 2023) ja puna-apila nurmiheinäkasvien sijaan säilörehussa (Halmemies-Beauchet-Filleau ym., 2014) lisäävät tyydyttymättömien rasvahappojen määrää maitorasvassa. Tämän vuoksi tilojen väliset erot ruokinnassa ja muissa käytänteissä, joilla voi olla vaikutusta maidon rasvahappokoostumukseen pyrittiin huomioimaan keräämällä maitonäytteitä saman tilan sisällä sekä lapinlehmiltä että valtaroduilta. Näytteet kerättiin sisäruokintakausina, jotta voitiin sulkea pois myös tuoreen laidunnurmen vaikutus rasvahappokoostumukseen, mikä olisi voinut vaikuttaa tilojen välisiin eroihin. Näytteenottoihin valittavien eläinten taustatiedoissa pyrittiin ottamaan huomioon myös poikimakertojen määrä (vähintään kaksi poikimista) sekä maidontuotantovaihe (keskilaktaatio), mutta käytännössä näistä kriteereistä jouduttiin joustamaan, jotta eläimiä saatiin riittävästi tutkimukseen. Eläinten

laktaatiopäivien määrä vaihteli välillä 19–343 pv ( $157 \pm 76,6$ , keskiarvo ja keskihajonta) ja poikimakerrat välillä 1–9 ( $3,03 \pm 1,8$ ).

Ainoastaan osa kerätyistä näytteistä analysoitiin, koska tulosten tarkasteluun valittiin vain täysin terveiden lehmäyksilöiden näytteet. Tutkimukseen käytettyjen eläinten lukumäärä on esitetty **taulukossa 1**. Rasvahappokoostumus määritettiin yhteensä 75 lapinlehmän, 56 ayrshirelehmän ja 47 holsteinlehmän maidoista. Kaikilta tiloilta ei ollut saatavilla tuotosseurantatuloksia, minkä vuoksi rasva- ja valkuaistuloksissa oli mukana 50 lapinlehmän näytettä, 35 holsteinlehmän näytettä ja 45 ayrshirelehmän näytettä.

**Näytteenotto.** Jokaisesta eläimestä kerättiin yksilölliset maitonäytteet. Suurimmalla osalla tiloista lehmät lypsettiin kaksi kertaa päivässä, jolloin vuorokauden maitotuotosta edustava maitonäyte yhdistettiin laboratoriossa aamumaito- ja iltamaitonäytteestä tuotoksen mukaan. Lypsyrobotinavetoissa yksilökohtaiset näytteet otettiin kerran päivässä ja robotilypsytilalla numero 5 kaksi kertaa päivän aikana (analyysinäyte koostettu tuotoksen mukaan).

Näytteenoton kriteerinä oli terve lehmä, eli eläin, jolla ei ollut näkyvää ja todettua utaretulehdusta tai muuta sairautta. Maitonäytepullot koodattiin näytelistan koodien mukaan valmiiksi ennen näytteenottoa sekaannusten välttämiseksi. Kerätyt maitonäytteet olivat edustavia näytteitä koko lypsykerrasta eli näytettä ei otettu vain lypsyn alusta, keskeltä tai lopusta. Maitonäytteisiin ei lisätty säilöntäaineita. Näyte laitettiin 30 ml:n maitonäytepulloon mahdollisimman nopeasti lypsyn jälkeen, jotta kerma ei erottuisi maidon pinnalle.

**Taulukko 1.** Tilakohtaiset tutkimuksessa käytettyjen eläinten lukumäärät roduittain.

Tila	Sisäruokintakausi	Rotu		
		PSK <sup>1</sup>	AY <sup>1</sup>	HOL <sup>1</sup>
Tila 1	2020–21	2	2	2
Tila 1	2021–22	3	4	5
Tila 2	2020–21	15		6
Tila 3	2020–21	4	4	
Tila 4	2020–21	2	2	2
Tila 5	2020–21	2	2	2
Tila 6	2020–21	1	2	2
Tila 7	2020–21	4	3	
Tila 8	2020–21	3	1	
Tila 9	2020–21	2	4	
Tila 10	2020–21	2	2	2
Tila 10	2021–22	2		2
Tila 11	2021–22	3	5	1
Tila 12	2021–22	3	2	2
Tila 13	2021–22	7		
Tila 14	2021–22	4	8	8
Tila 15	2021–22	1	4	4
Tila 16	2021–22	4	5	4
Tila 17	2021–22	9	2	1
Tila 18	2021–22	2	4	4
<b>Yhteensä</b>		<b>75</b>	<b>56</b>	<b>47</b>

<sup>1</sup> PSK = pohjoissuomenkarja, lapinlehmä; AY = ayrshire; HOL = holstein

Näytteet laitettiin heti näytteenoton jälkeen kylmälaukkuun kylmävaraajien kanssa ja siirrettiin pakastimeen mahdollisimman nopeasti heti tilalla tai tutkijoiden toimesta tilakäynnin jälkeen. Näytteet kuljetettiin jäisinä Luken Jokioisten laboratorioon.

Mikäli tila oli mukana tuotosseurannassa, tutkimusnäytteet otettiin samaan aikaan tuotosseurantanäytteiden kanssa. Jokaiselta lehmältä kerättiin näytteenottopäivän maitotuotostiedot sekä tuotosseurannassa olleilta lehmiltä rasva- ja valkuaispitoisuudet.

**Ruokinta.** Tilojen käyttämät rehut näkyvät **taulukossa 2**. Lähes kaikilla tiloilla oli käytössä jokin kaupallinen täysrehu tai puolitiiviste. Lukuun ottamatta yhtä tilaa, jossa karkearehuna oli pelkkä kuivaheinä, kaikilla tiloilla karkearehu perustui ainakin osaksi nurmisäilörehuun tai apilapitoiseen säilörehuun. Neljällä tilalla oli käytössä aperuokinta ja muilla tiloilla erillisruokinta.

**Taulukko 2.** Tutkimuksessa mukana olleiden tilojen ruokintatietoja.

Tila	Vapaa ruokinta	Ape- tai erillisruokinta <sup>1</sup>	Väkirehu	Karkearehu
1	kyllä	Erillis	Kaupallinen täysrehu	Nurmisäilörehu (80%), härkäpapu, makealupiini, vehnä (n.20%)
2	kyllä	Erillis	Kaupallinen täysrehu	Apilapitoinen säilörehu, kuivaheinä
3	kyllä	Erillis	Kaupallinen täydennysrehu	Nurmisäilörehu, kuivaheinä, 50% timotei + 50% vehnä syysrehussa
4	kyllä	Ape	-	Apilapitoinen säilörehu, kuivaheinä, säilöheinä, kokoviljasäilörehu
5	kyllä	Erillis	Kaupallinen täysrehu	Nurmisäilörehu
6	kyllä	Erillis	Kaupallinen täysrehu	Apilapitoinen säilörehu, nurmisäilörehu
7	kyllä	Erillis	Kaupallinen täysrehu	Apilapitoinen säilörehu, nurmisäilörehu
8	kyllä	Erillis	Ohra, kaura ja kaupallinen puolitiiviste	Apilapitoinen säilörehu
9	kyllä	Erillis	Kaupallinen täysrehu	Nurmisäilörehu, kuivaheinä
10	kyllä	Erillis	Kaupallinen täysrehu	Apilapitoinen säilörehu, nurmisäilörehu, säilöheinä
11	kyllä	Erillis	Kaupallinen täysrehu, ohra+kaura	Apilapitoinen säilörehu, nurmisäilörehu, kuivaheinä
12	kyllä	Erillis	Ohra, kaupallinen puolitiiviste	Kuivaheinä
13	ei	Erillis	Litistetty kaura, rypsipuriste, kaupallinen valkuastiiviste	Nurmisäilörehu, kuivaheinä
14	kyllä	Ape	Kaupallinen täysrehu	Nurmisäilörehu
15	kyllä	Ape	Ohra, kaura, kaupallinen täysrehu	Nurmisäilörehu
16	kyllä	Erillis	Vilja ja kaupallinen puolitiiviste	Nurmisäilörehu
17	kyllä	Erillis	Kaupallinen täysrehu	Nurmisäilörehu, kuivaheinä, säilöheinä
18	kyllä	Ape	Ohra, rypsi, kaupallinen puolitiiviste	Nurmisäilörehu, kokoviljasäilörehu, kuivaheinä

<sup>1</sup>Osalla aperuokintatiloista myös väkirehukioskit

Jokaiselta tilalta kerättiin mahdollista tulevaa tarvetta varten näytteet myös käytetyistä rehuista, mutta hankkeen puitteissa ei rehunäytteitä analysoitu eikä tiloilta kysytty tarkempia tietoja rehuista. Rehuanalyysien tuloksia olisi myös ollut erittäin vaikea hyödyntää tulosten tarkastelussa, koska tilatasolla rehun syönnin mittaus sekä tarkka karkearehu: väkirehu-suhteen määrittäminen olisi ollut mahdotonta.

**Rasvahappoanalyysit.** Rasvahappoanalyysit tehtiin Luken eläinravitsemuksen laboratoriossa Jokioisilla. Maitonäytteet sulatettiin 40 °C:ssa vesihauteessa. Rasva uutettiin 1 ml:n maitonäytteestä käyttäen ammoniakkaa, etanolia, dietyylieetteriä ja heksaania (Shingfield ym., 2003). Rasvahapot transesteröitiin metyyliesteriksi natriummetoksidi-menetelmällä. Rasvahappojen metyyliesterit kvantitoitiin kaasukromatografisesti (6890 N, Agilent Technologies) käyttäen liekki-ionisaatiodekatoria, CP-Sil 88 kolonnia (100 m × 0.25 mm sisähalkaisija, kalvon paksuus 0.2 µm, Agilent Technologies) lämpötilaohjelmalla (Shingfield ym. 2003) sekä vetyä kantajakaasuna (206.8 kPa, alkuvirtausnopeus alussa 2,1 ml/min). Rasvahappokoostumus laskettiin käyttäen teoreettisia vastekertoimia (Wolff ym., 1995).

**Tulosten tilastollinen analysointi.** Otokokoanalyysi perustui maidon rasvahappotuloksiin kolmelta leh-märodulta yhdeksältä tilalta, (29 ayrshirelehmää, 27 holsteinlehmää, 31 lapinlehmää; kolme tilaa kustakin rodusta). Mukana oli yksi mittaus eläintä kohden. Käytettyjen 87 lehmän tiedot analysoitiin otoskokolas-kentaan tarvittavien varianssikomponenttien arvioimiseksi (tilojen varianssi rotujen kanssa sekä jäännös-varienssi).

Tilastollinen malli oli

rasvahappopitoisuus = rotu(F) + tila(rotu)(R) + residuaali(R)

Jokainen aineisto analysoitiin lineaarisella sekamallilla. Nollahypoteesi oli yksisuuntainen:  $trt A - trt B < 0$  eli käsittelyn B keskiarvo (lapinlehmä) on korkeampi kuin käsittelyn A (muu rotu) keskiarvo. Tutkimuksen tehokkuus (power) on niiden simuloitujen tapausten lukumäärä, joissa B – A:n ylempi 90 %:n luottamus-



Maitotutkimuksen koodattuja näytepulloja lähdössä maatilalle. Kuva: Päivi Soppela.



raja on pienempi kuin 0,90 % luottamusraja johtuu yksisuuntaisesta nollahypoteesista. Simulaatioiden perusteella suositeltiin minimitutkimusasetelmaa sisältäen yhteensä 120 eläintä (8 maatilaa, joissa kussakin olisi 3 rotua ja 5 eläintä jokaista rotua kohden).

Kolmen lypsykarjarodun (56 ayrshire- ja 47 holsteinlehmää ja 75 lapinlehmää) eroavaisuuksia analysoitiin lineaarisilla sekamalleilla aineistossa, joka perustui satunnaistettujen lohkojen (18 lypsykarjatilaa) koejärjestelyyn. Rotujen esiintyminen vaihteli kuitenkin tiloittain: 12 tilalla oli kaikkia kolmea rotua, viidellä tilalla kahta rotua ja yhdellä tilalla vain yhtä rotua. Lehmien lukumäärä tiloittain vaihteli 0–8 ayrshire- ja holstein-rodulla ja 1–15 lapinlehmällä.

Lehmän maidon ominaisuuksia (maitotuotosta, rasvapitoisuutta, valkuaispitoisuutta ja eri rasvahappojen osuuksia) selitettiin rodun (ayrshire, holstein tai lapinlehmä), poikimakertojen (1 tai >1) ja laktaatiopäivän (19–343, jatkuva muuttuja) kiinteillä vaikutuksilla (yhdysvaikutuksia ei löytynyt). Lypsykarjatilan (18 tilaa) ja ruokintakauden (2 kautta) satunnaisvaikutukset huomioivat mallissa lehmähavaintojen korrelaatiota (samankaltaisia vastemuuttujan arvoja samalta tilalta tai samalta ruokintakaudelta). Satunnaisvaikutukset oletettiin normaalijakautuneiksi ja toisistaan riippumattomiksi.

Rotukohtaisten mallikeskiarvojen parivertailuissa käytettiin Bonferroni-menetelmää (merkitsevyytasolla 0,05). Tilastolliset analyysit suoritettiin SAS-ohjelmiston (versio 9.4) GLIMMIX-ohjelmalla.

## 2.3 TULOKSET JA POHDINTA

Maitotuotostulokset ja maidon rasvahappokoostumustulokset on esitetty **taulukossa 3**. Kuten oli odotettavissa, lapinlehmän keskimääräinen maitotuotos oli pienempi (17,3 kg/pv,  $P < 0,05$ ) kuin holstein- (30,7 kg/pv) ja ayrshirelehmien (28,5 kg/pv). Tässä tutkimuksessa rotujen välillä ei ollut eroja maidon rasvapitoisuudessa (lapinlehmä 4,72 %, holstein 4,91 %, ayrshire 4,77 %) eikä valkuaispitoisuudessa (3,5 % kaikilla roduilla). Tulokset ovat yhteneväisiä ProAgria Keskusten Liiton (2023) tuotosseurannan kanssa, jossa v. 2022 lapinlehmällä maidon rasvapitoisuus, 4,47 % oli hyvin samanlainen kuin holsteinilla 4,27 % ja ayrshirella 4,54 %, valkuaispitoisuuksien ollessa 3,4 %, 3,54 % ja 3,67 %, tässä järjestyksessä.

Lapinlehmän maidossa oli hieman vähemmän (67,0 % kokonaisrasvahapoista,  $P < 0,05$ ) tyydyttyneitä rasvahappoja (ns. kova rasva) kuin ayrshiren maidossa (68,6 %), mutta se ei eronnut tilastollisesti merkitsevästi holsteinin maidosta (68,0 %). Lönngren (2011) ja Tupasela ym. (2014) raportoivat samansuuntaisia, mutta suurempia eroja valtarotujen ja lapinlehmän välillä. Heidän tutkimuksessaan tyydyttyneiden rasvahappojen pitoisuudet olivat ayrshire- ja holstein-roduilla 61 % ja 62 %, tässä järjestyksessä, ja lapinlehmällä 56 %. Tutkimuksessamme kertatydyttymättömiä rasvahappoja (ns. pehmeä rasva) oli lapinlehmän maidossa enemmän (29,5 %,  $P < 0,05$ ) kuin ayrshiren maidossa (28,0 %), mutta eroa ei ollut holsteinin maitoon (28,6 %) verrattuna. Nämä erot ovat ravitsemuksellisesti vähäisiä, vaikka pienempi kovan rasvan määrä ja suurempi pehmeän rasvan määrä onkin yleisesti suotuisa ihmisen ravitsemuksen kannalta (Valtion ravitsemusneuvottelukunta, 2014).

Yksittäisistä tyydyttyneistä rasvahapoista voihiapon (4:0) ja palmitiinihiapon (16:0) suhteelliset pitoisuudet kokonaisrasvahapoista olivat pienempiä lapinlehmällä kuin ayrshire-rodulla ( $P < 0,05$ ). Palmitiinihiappo on lehmänmaidossa pitoisuudeltaan suurin tyydyttynyt rasvahappo, joka edustaa kovaa rasvaa.

Yksittäisistä kertatydyttymättömistä rasvahapoista öljyhapon (*cis*-9 18:1, 18:1n-9) suhteelliset pitoisuudet olivat suuremmat lapinlehmällä verrattuna ayrshire-rotuun, mutta holstein ei eronnut muista roduista. Tämä tulos on yhtäpitävä Lönngren (2011) ja Tupasela ym. (2014) aikaisemman tutkimuksen kanssa, jossa lapinlehmällä oli suurempi (31,9 %) määrä öljyhappoa verrattuna ayrshire- ja holstein-rotuihin (27,7 % ja 27,4 %, tässä järjestyksessä), vaikkakin aikaisemmassa tutkimuksessa erot olivat paljon suuremmat ja ero löytyi myös lapinlehmän ja holsteinin välillä. Pitoisuudeltaan pienempien kertatydyttymättömien rasvahappojen osalta rasvahapon *cis*-9 14:1 pitoisuus oli pienin lapinlehmällä ja palmitoleiinihiapon (*cis*-9 16:1) pitoisuus suurempi holstein-rodulla verrattuna ayrshire-rotuun, mutta ei lapinlehmään. Kertatydyttymättömistä *trans*-rasvahapoista merkittävin lehmänmaidossa on *trans*-11 18:1. Sen määrä oli suurempi lapinlehmällä kuin ayrshire- ja holstein-rodulla.

Monitydyttymättömien rasvahappojen osuus kokonaisrasvahapoista oli 3,3–3,5 % eikä pitoisuuksissa ollut eroja rotujen välillä ( $P > 0,05$ ). Aikaisemmassa tutkimuksessa (Lönngren 2011; Tupasela ym. 2014)

**Taulukko 3.** Maitotuotostulokset ja rasvahappokoostumukset roduittain.

	AY <sup>1</sup>	SEM <sup>1</sup>	HOL <sup>1</sup>	SEM <sup>1</sup>	PSK <sup>1</sup>	SEM <sup>1</sup>	P-arvo <sup>2</sup>
<b>Maitotuotos (kg/pv)</b>	28,5 <sup>a</sup>	1,59	30,7 <sup>a</sup>	1,65	17,3 <sup>b</sup>	1,50	<0,001
<b>Rasvapitoisuus (%)</b>	4,77	0,249	4,91	0,266	4,72	0,246	0,670
<b>Valkuaispitoisuus (%)</b>	3,51	0,070	3,50	0,073	3,49	0,071	0,934
<b>Rasvahappokoostumus (% kokonaisrasvahapoista)</b>							
4:0	3,49 <sup>a</sup>	0,111	3,40 <sup>ab</sup>	0,113	3,32 <sup>b</sup>	0,108	0,011
6:0	2,12	0,096	0,10	0,097	0,10	0,095	0,247
8:0	1,24	0,073	1,24	0,073	1,25	0,072	0,844
10:0	2,74	0,177	2,75	0,180	2,90	0,174	0,103
12:0	3,15	0,195	3,16	0,198	3,33	0,190	0,134
14:0	10,85	0,220	10,66	0,231	10,89	0,203	0,498
15:0	0,95 <sup>a</sup>	0,038	0,99 <sup>a</sup>	0,039	0,88 <sup>b</sup>	0,036	<0,001
16:0	29,67 <sup>a</sup>	0,783	29,17 <sup>ab</sup>	0,808	28,08 <sup>b</sup>	0,746	0,016
17:0	0,45	0,046	0,46	0,046	0,44	0,046	0,096
18:0	11,43	0,440	11,37	0,452	11,33	0,422	0,944
<i>cis</i> -9 14:1	0,92 <sup>a</sup>	0,035	0,93 <sup>a</sup>	0,037	0,78 <sup>b</sup>	0,031	<0,001
<i>cis</i> -9 16:1 <sup>3</sup>	1,55 <sup>b</sup>	0,113	1,72 <sup>a</sup>	0,115	1,67 <sup>ab</sup>	0,111	0,013
<i>cis</i> -9 18:1 <sup>4</sup>	19,67 <sup>b</sup>	0,689	20,00 <sup>ab</sup>	0,712	20,88 <sup>a</sup>	0,657	0,042
<i>cis</i> -11 18:1	0,66	0,041	0,66	0,042	0,72	0,039	0,047
<i>trans</i> -11 18:1	1,14 <sup>b</sup>	0,058	1,19 <sup>b</sup>	0,061	1,32 <sup>a</sup>	0,054	0,001
18:2n-6 <sup>5</sup>	1,30	0,054	1,31	0,056	1,32	0,051	0,961
<i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11 18:2	0,46 <sup>b</sup>	0,025	0,49 <sup>ab</sup>	0,026	0,54 <sup>a</sup>	0,023	0,001
18:3n-3	0,41	0,026	0,42	0,026	0,43	0,025	0,713
20:5n-3	0,04	0,002	0,05	0,002	0,05	0,002	0,542
22:5n-3	0,05 <sup>b</sup>	0,003	0,05 <sup>b</sup>	0,003	0,06 <sup>a</sup>	0,002	<0,001
22:6n-3	0,004 <sup>b</sup>	0,0005	0,005 <sup>b</sup>	0,0005	0,006 <sup>a</sup>	0,0004	0,0002
<b>Tyydyttyneet rasvahapot</b>	68,6 <sup>a</sup>	1,00	68,0 <sup>ab</sup>	1,03	67,0 <sup>b</sup>	0,97	0,036
<b>Kertatyydyttymättömät rasvahapot</b>	28,0 <sup>b</sup>	1,02	28,6 <sup>ab</sup>	1,04	29,5 <sup>a</sup>	0,98	0,042
<i>Trans</i> -kertatyydyttymättömät rasvahapot	2,93 <sup>b</sup>	0,228	3,01 <sup>ab</sup>	0,230	3,16 <sup>a</sup>	0,225	0,034
<i>Cis</i> -kertatyydyttymättömät rasvahapot	25,06	0,813	25,58	0,836	26,31	0,778	0,077
<b>Monityyydyttymättömät rasvahapot</b>	3,32	0,093	3,41	0,098	3,51	0,086	0,076
<i>Trans</i> -monityyydyttymättömät rasvahapot	1,14 <sup>b</sup>	0,051	1,20 <sup>ab</sup>	0,053	1,29 <sup>a</sup>	0,048	0,002
<i>Cis</i> -monityyydyttymättömät rasvahapot	2,17	0,073	2,20	0,076	2,22	0,069	0,643
Omega-3-rasvahapot	0,59	0,033	0,61	0,034	0,62	0,032	0,335
Omega-6-rasvahapot	1,52	0,059	1,53	0,061	1,53	0,056	0,934
Konjugoituneet linolihapot	0,52 <sup>b</sup>	0,026	0,55 <sup>ab</sup>	0,027	0,60 <sup>a</sup>	0,024	0,001
Haaroittuneet ja parittoman hiiliketjun rasvahapot	3,91 <sup>b</sup>	0,180	4,09 <sup>a</sup>	0,182	3,79 <sup>b</sup>	0,178	0,0001
<i>Trans</i> -rasvahapot	4,08 <sup>b</sup>	0,228	4,21 <sup>ab</sup>	0,232	4,45 <sup>a</sup>	0,223	0,006

<sup>a-b</sup> Ilman samaa kirjainta olevat keskiarvoestimaatit eroavat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi P < 0,05 (tarkastelu riveittäin saman muuttujan sisällä).

<sup>1</sup> AY = ayrshire; HOL = holstein; PSK = pohjoissuomenkarja, lapinlehmä; SEM = keskiarvon keskivirhe

<sup>2</sup> Rodun vaikutuksen tilastollinen merkitsevyys

<sup>3</sup> Luvussa mukana myös pienempiä määriä haaroittunutta rasvahappoa anteiso 17:0.

<sup>4</sup> Luvussa mukana myös pienempiä määriä rasvahappoja *trans*-13 18:1 ja *trans*-15 18:1.

<sup>5</sup> Luvussa mukana myös pienempiä määriä rasvahappoja *cis*-9, *cis*-15 18:2, *cis*-9 19:1 ja *cis*-7 19:1.

lapinlehmän maidossa oli enemmän omega-3-rasvahappoja kuin valtaroduilla ja lehmänmaidon pitoisuudeltaan suurimman yksittäisen omega-3-rasvahapon, alfa-linoleenihapon (18:3n-3), pitoisuus oli lapinlehmällä 0,71, kun se oli ayrshiren ja holsteinin maidossa 0,54 % ja 0,51 %. Tutkimuksemme ei vahvistanut näitä aiempia tuloksia. Vastoin odotuksiamme omega-3-rasvahappojen kokonaispitoisuus ja alfa-linoleenihapon suhteellinen pitoisuus eivät olleet suurempia lapinlehmän maidossa kuin valtaroduilla. Tutkimuksemme kaikilla roduilla omega-3-rasvahappojen osuus oli 0,6 % ja alfa-linoleenihapon osuus 0,4 % kokonaisrasvahapoista. Sen sijaan dokosaheksaenihapon (DHA, 22:6n-3) osuus oli hieman suurempi (0,006 %,  $P < 0,05$ ) lapinlehmällä verrattuna ayrshire- ja holstein-rotuihin (0,004 % ja 0,005 %, tässä järjestyksessä), mutta tämän rasvahapon määrä maidossa on erittäin pieni ja näin ollen, myös ravitsemuksellinen merkitys sen vuoksi hyvin pieni. Omega-6-rasvahappojen pitoisuuksissa ei ollut eroja rotujen välillä.

Lapinlehmän maidossa oli hieman enemmän (0,60 %,  $P < 0,05$ ) konjugoituneita linolihappoja (CLA) kuin ayrshiren maidossa (0,52 %), mutta eroa holsteinin maitoon (0,55 %) ei ollut. Maidon tärkeimmän CLA-rasvahapon, *cis*-9, *trans*-11 18:2, määrä oli myös lapinlehmällä suurempi ( $P < 0,05$ ) kuin ayrshirellä. Tämä on mielenkiintoinen havainto, koska Lönngrenin (2011) ja Tupaselan ym. (2014) tutkimuksessa vastaavaa eroa ei nähty, vaikka rotujen väliset erot rasvahappokoostumuksessa olivat muuten suuremmat kuin meidän tutkimuksemme. CLA:lla on osoitettu olevan mahdollisia positiivisia terveysvaikutuksia ihmisellä, mutta terveysvaikutuksista tarvitaan vielä lisää tutkimuksia. Huomioitavaa on myös, että erot rotujen välillä olivat pieniä, vaikkakin tilastollisesti merkitseviä. Samoin kuin maidon CLA:n myös *trans*-rasvahappojen määrä oli suurempi lapinlehmällä verrattuna ayrshire-rotuun. Ravitsemuksellisesti ajatellen *trans*-rasvahapot rinnastetaan kovaan rasvaan (Valtion ravitsemusneuvottelukunta, 2014), mutta märehäjäperäiset (esim. lehmän maidon) *trans*-rasvahapot ovat erilaisia kuin teolliset *trans*-rasvahapot, eikä märehäjäperäisten *trans*-rasvahappojen saanti ole tutkimuksissa ollut esimerkiksi yhteydessä sydän- ja verisuonitautien riskiin (Kliem & Shingfield, 2016).

Ihmisen ravitsemuksen kannalta pehmeiden rasvojen saanti ravinnosta on edullista ja tässä tutkimuksessa saatiin viitteitä siitä, että lapinlehmän maidossa on hieman enemmän pehmeitä rasvoja ja hieman vähemmän ns. kovaa tyydyttynyttä rasvaa kuin ayrshire-rodulla. Toisaalta, vaikka tilastollisten testien perusteella löytyi eroja, ne ovat ihmisen ravitsemuksen kannalta ajatellen pieniä. Lönngrenin (2011) ja Tupaselan ym. (2014) tutkimuksessa erot lapinlehmän ja valtarotujen välillä olivat suuremmat kuin tässä tutkimuksessa. Tämä saattaa johtua siitä, että heidän tutkimuksessaan eri rotujen näytteet kerättiin eri tiloilta, jolloin mm. ruokinnan vaikutus voi vaikuttaa tuloksiin. Kaiken kaikkiaan Lönngrenin (2011) ja Tupaselan ym. (2014) tutkimuksessa kerättiin kolmelta tilalta 27 maitonäytettä holstein-rodulta, kolmelta tilalta 29 maitonäytettä ayrshire-rodulta ja kolmelta tilalta 30 maitonäytettä lapinlehmältä.

Lehmät olivat meidän tutkimuksemme sisäruokinnassa, joka vaihteli tilojen välillä. Tutkimusta ei toteutettu kontrolloidussa koeasetelmassa, jossa kaikki eläimet olisivat olleet samalla ruokinnalla ja samoissa olosuhteissa, mutta tuloksiin vääristävästi vaikuttavia virhelähteitä pyrittiin huomioimaan mm. keräämällä maitonäytteitä tilojen sisällä eri roduista ja sulkemalla pois laidunruohon vaikutus.

Lönngrenin (2011) ja Tupaselan ym. (2014) tutkimuksessa näytteet kerättiin touko-kesäkuussa, jolloin ainakin osa lehmistä saattoi syödä laidunrehua. Laidunnuksen, tuoreen ruohon ja apilapitoisen karkearehun tiedetään nostavan mm. maidon omega-3-rasvahappojen ja muiden tyydyttymättömien rasvahappojen määrää kaikilla lehmäroduilla (Dewhurst ym., 2006; Halmemies-Beauchet-Filleau ym., 2013, 2014; Villedeneuve ym. 2013). Lapinlehmä on erinomainen laiduntaja, myös luonnonlaitumilla ja hyvin sopeutunut monenlaiseen kasvilajistoon, pitkään laidunkauteen ja kylmään ilmastoon (ks. luku 7). Tämän hankkeen tilakyselyssä tilalliset raportoivat joitakin lapinlehmän ominaispiirteitä laidunnuksessa: lapinlehmä kulkee laajemmalla alueella, karkailee helpommin laitumelta ja on muutenkin paljon aktiivisempi laiduntaja kuin valtarodut. Lisäksi lapinlehmät syövät tilallisten mukaan monipuolisemmin laitumen kasveja ja ovat hyvin kaikkiruokaisia laitumella sekä hakevat sieltä parhaat palat kauempaakin.

Monipuolisen luonnonlaidunkasvillisuuden on osoitettu lisäävän maidon alfa-linoleenihappopitoisuuksia, CLA:n pitoisuuksia sekä tyydyttymättömien rasvahappojen pitoisuuksia (Coppa ym., 2019). Koska ruokinta, laidunnus ylipäättään sekä erilaiset laidunkasvit vaikuttavat maidon rasvahappokoostumukseen ja lapinlehmät ovat monipuolisia laiduntajia, laidunnuksen vaikutus lapinlehmän maidon rasvahappoihin ansaitsisi oman tutkimuksensa.





Lapinlehmä viihtyy metsälaitumilla. Kuva: Anne Tuomivaara.

Lapinlehmä on ruokittu perinteisen hoitotavan mukaan talvisin yleensä kuivaheinäruokinnalla (ks. luku 7). Kuivaheinäruokinta saattaa esimerkiksi nostaa maidon alfa-linoleenihappopitoisuutta verrattuna nurmisäilörehuun (Shingfield ym., 2005; Villeneuve ym., 2013). Saattaakin olla, että lapinlehmien maidon rasvahappokoostumus voi olla erilainen sellaisilla tiloilla, jotka ovat erikoistuneet suomenkarjan pitoon ja noudattavat enemmän perinteistä ruokintaa. Tämän kaltaiset erot eivät tulleet esille meidän tutkimuksemme toisin kuin Lönngrenin (2011) ja Tupaselan ym. (2014) tutkimuksessa.

## 2.4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Hankkeessa tehdyn maitotutkimuksen tulokset antavat viitteitä siitä, että lapinlehmän maidossa on vähemmän tyydyttyneitä rasvahappoja ja enemmän kertatyydyttymättömiä rasvahappoja kuin ayrshire-rodulla, mutta erot olivat varsin pieniä etenkin ihmisen ravitsemuksen kannalta katsottuna. Hypoteesimme vastaisesti lapinlehmän maidossa ei ollut enemmän omega-3-rasvahappoja verrattuna valtarotuihin. Tuloksia voitaneen kuitenkin käyttää tuotteistamisessa ja brändityössä. Lisätutkimusta tarvitaan vielä sen osalta, miten laidunnus vaikuttaa lapinlehmän maidon rasvahappoihin, koska lapinlehmä on tutkimukseen osallistuneiden tilallisten huomioiden perusteella rotuna hyvä laiduntaja ja käyttää ennakkoluulottomasti hyväkseen erilaisia laitumia ja laidunten kasvillisuutta, minkä voi olettaa heijastuvan maidon rasvahappokoostumukseen.

## LÄHTEET

- Cheng, L., Akkerman, R., Kong, C., Walvoort, M. T. C. & de Vos, P. (2021). More than sugar in the milk: human milk oligosaccharides as essential bioactive molecules in breast milk and current insight in beneficial effects. *Critical reviews in Food Science and Nutrition*, 61(7), 1184–1200. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1754756>
- Coppa, M., Chassaing, C., Sibra, C., Cornu, A., Verbič, J., Golecký, J., Engel, E., Ratel, J., Boudon, A., Ferlay, A. & Martin B. (2019). Forage system is the key driver of mountain milk specificity. *Journal of Dairy Science*, 102, 10483–10499. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16726>
- Dewhurst, R.J., Shingfield, K.J., Lee, M.R.F., & Scollan, N.D. (2006). Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. *Animal Feed Science and Technology*, 131, 168–206.
- Fant, P., Leskinen, H., Ramin, M., & Huhtanen, P. (2023). Effects of replacement of barley with oats on milk fatty acid composition in dairy cows fed grass silage-based diets. *Journal of Dairy Science*, 106, 2347–2360.
- Halmemies-Beauchet-Filleau, A., Kairenius, P., Ahvenjärvi, S., Toivonen, V., Huhtanen, P., Vanhatalo, A., Givens, D.I. & Shingfield, K.J. (2013). Effect of forage conservation method on plasma lipids, mammary lipogenesis, and milk fatty acid composition in lactating cows fed diets containing a 60:40 forage-to-concentrate ratio. *Journal of Dairy Science* 96, 5267–5289. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6571>
- Halmemies-Beauchet-Filleau, A., Vanhatalo, A., Toivonen, V., Heikkilä, T. & Lee, M. R. F. (2014). Effect of replacing grass silage with red clover silage on nutrient digestion, nitrogen metabolism, and milk fat composition in lactating cows fed diets containing a 60:40 forage-to-concentrate ratio. *Journal of Dairy Science*, 97, 3761–3776.
- He, Y., Liu, S., Leone, S. & Newburg, D. S. (2014). Human colostrum oligosaccharides modulate major immunologic pathways of immature human intestine. *Mucosal Immunology*, 7, 1326–1339.
- Kliem, K. E. & Shingfield, K. J. (2016). Manipulation of milk fatty acid composition in lactating cows: Opportunities and challenges. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 118, 1661–1683.
- Lönngrén, T. (2011). *Suomalaisten maataisnautarotujen maidon koostumus- ja juoksettumisominaisuudet*. Pro gradu -työ, Helsingin yliopisto, Elintarvike- ja ympäristötieteiden laitos, ISSN 0355-1180.
- ProAgria Keskusten Liitto (2023). *Lypsykarjan tuotosseurannan tulokset 2022*. ProAgria Tuotosseuranta2022. [https://www.proagria.fi/uploads/Maidon\\_tuotosseuranta\\_tulokset\\_2022.pdf](https://www.proagria.fi/uploads/Maidon_tuotosseuranta_tulokset_2022.pdf) (noudettu 02.06.2023)
- Shingfield, K. J., Ahvenjärvi, S., Toivonen, V., Ärölä, A., Nurmela, K. V. V., Huhtanen, P., & Griinari, J. M. (2003). Effect of dietary fish oil on biohydrogenation of fatty acids and milk fatty acid content in cows. *Animal Science*, 77, 165–179.
- Shingfield, K. J., Salo-Väänänen, P., Pahkala, E., Toivonen, V., Jaakkola, S., Piironen, V. & Huhtanen, P. (2005). Effect of forage conservation method, concentrate level and propylene glycol on the fatty acid composition and vitamin content of cow's milk. *Journal of Dairy Research*, 72, 349–361.
- Sunds, A.V., Bunyatrachata, A., Robinson, R., Glantz, M., Paulsson, M., Leskauskaite, D., Pihlanto, A., Inglingstad, R., Devold, T.G., Vegarud, G.E., Birgisdottir, B.E., Gudjonsdottir, M., Barile, D., Larsen, L.B., & Poulsen, N.A. (2020). Comparison of bovine milk oligosaccharides in native North European cattle breeds. *International Dairy Journal* 114, Article 104917.
- Tupasela T., Joutsjoki, V., & Kantanen, J. (2014). *Suomen Lehmä-Brändi: itä-, länsi- ja pohjoissuomenkarjan maitojen hyödyntäminen erikoistuotteissa loppuraportti 2011-2013*. <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/482709/SLB%20Loppuraportti%2028%203%202014.pdf?sequence=1> (noudettu 02.06.2023)
- Valtion ravitsemusneuvottelukunta (2014). *Terveyttä ruoasta: Suomalaiset ravitsemussuosituksat 2014*. 5. korjattu painos. Helsinki 2018.
- Villeneuve, M.-P., Lebeuf, Y., Gervais, R., Tremblay, G. F., Vuilleumard, J. C., Fortin, J., Chouinard, P. Y. (2013). Milk volatile organic compounds and fatty acid profile in cows fed timothy as hay, pasture, or silage. *Journal of Dairy Science*, 96, 7181–7194.
- Wolff, R. L., Bayard, C. C., & Fabien, R. J. (1995). Evaluation of sequential methods for the determination of butterfat fatty acid composition with emphasis of trans-18:1 acids. Application to the study of seasonal variations in French butters. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 72, 1471–1483.