

# 3. Lapinlehmän heran proteiini- ja aminohappokoostumus

*Heidi Leskinen, Jaakko Hiidenhovi, Anne Tuomivaara ja Päivi Soppela*

## 3.1 TAUSTAA JA TAVOITTEET

Meijeriteollisuudessa syntyy juustonvalmistuksen sivutuotteena kirkasta vihertävän väristä nestettä, heraa. Jokaista juustokiloa kohden syntyy noin 8–9 litraa heraa. Hera on melko laimea liuos, jonka kuiva-ainepitoisuus on noin 6 %. Heran kuiva-aine koostuu pääasiassa laktoosista (4,5 %), heraproteiinista (0,6 %) ja mineraaleista (0,5 %). Lisäksi hera sisältää ei-proteiinityyppiyhdisteitä noin 0,2–0,4 %. Niistä noin 30 % on ureaa, loput aminohappoja ja peptidejä. (Outinen, 2010; Tsakali ym., 2010.)

Heraproteiinien osuus on noin 18–20 % maidon proteiineista, ja sen pääkomponentit ovat  $\beta$ -laktoglobuliini ( $\beta$ -Lg),  $\alpha$ -laktalbumiini ( $\alpha$ -La), naudan seerumin albumiini (BSA) ja immunoglobuliini (Ig). Heran koostumus vaihtelee valmistusprosessin mukaan. Koostumukseen vaikuttavat valmistettavan juuston tyyppi, maidon lämpökäsittelyt sekä kaseiinin poistomenetelmät. (Heinonen, 2016.)

Heraa käytetään moniin tarkoituksiin kuten herajuustojen (esimerkiksi Ricotta) valmistamiseen, laktoosin teollisen valmistuksen lähtöaineena sekä rehujen raaka-aineena. Herasta voidaan erottaa myös maitosuolaa (ValSa®), jonka avulla voidaan tehdä vähemmän suolaa sisältäviä maitotuotteita. Heran proteiinit voidaan teollisuudessa jalostaa kalvosuodatus- ja kuivausprosesseilla erilaisiksi proteiinijauheiksi, joita käytetään urheiluravintovalmisteiden ja äidinmaidonkorvikkeiden raaka-aineena. Maidon heraproteiini on ravitsemuksellisesti yksi kaikkein arvokkaimmista proteiinin lähteistä. (Aho, 2022; Królczyk ym., 2016.)

Heraproteiinien koostumuksesta lapinlehmällä ei ollut lainkaan aiempaa tietoa, minkä vuoksi hankkeessa tehtiin peruskartoitus muutaman pohjoissuomenkarjan maidon heranäytteiden sisältämistä proteiineista. Lapinlehmän heraa ei nykyisellään juurikaan hyödynnetä ja tämän peruskartoituksen toivottiin palvelevan jatkojalostajien tarpeita. Tässä tutkimuksessa tutkittiin erilaisia lapinlehmän maidosta tehtyjen juustojen valmistuksesta syntyneitä heroja. Kontrollina toimi ayrshirelehmien maidosta erotettu hera (hapatteen avulla sekä ilman suolaa että suolalisäyksen kanssa), jota saatiin Luonnonvarakeskuksen Jokioisten tutkimusnavetasta. Heranäytteistä määritettiin proteiinipitoisuus, aminohappo- ja proteiini-koostumus.

## 3.2 AINEISTO JA MENETELMÄT

**Näytteet ja näytteenotto.** Lapinlehmän maidosta peräisin olevaa heraa saatiin yhteensä kolmesta juustolasta Pohjois-Suomesta. Kontrollinäytteinä oli kaksi Luonnonvarakeskuksen tutkimusnavetan ayrshirelehmien maidosta saatua heranäytettä. Lisäksi tutkimuksessa analysoitiin heraa, jota saatiin hankkeen työpajassa tehdyn ricotta-juuston valmistuksesta.

Heraa kerättiin aina yhden juustoerän herasta näytteenottopulloihin. Kerätyt heranäytteet olivat peräisin puhtaasta lapinlehmän maidosta ja kontrollinäytteet puhtaasta ayrshirelehmän maidosta. Joissain heranäytteissä oli suolaa, joka oli lisätty valmistuksen yhteydessä. Näytteet otettiin viimeistään puolen tunnin kuluttua heran erottumisen jälkeen. Näytteet laitettiin heti pakastimeen tai kylmävaraajien kanssa kylmälaukkuun, jonka jälkeen ne siirrettiin mahdollisimman pian pakastimeen. Näytteet kuljetettiin jäisinä Luonnonvarakeskuksen Jokioisten laboratorioon.



Lapinlehmän maito juustoutuu erinomaisesti. Myös juustonvalmistuksessa syntyvä hera on arvokasta raaka-ainetta. Kuva: Anne Tuomivaara.

**Heran proteiinianalyysit.** Analyysit tehtiin Luken Elintarvikkeet ja biotuotteet-ryhmän laboratoriossa Jokioisilla. Herojen kokonaisproteiinipitoisuus (tot Prot) määritettiin Kjeltec TM8400 -laitteella (Foss Analytical Ltd., Höganäs, Ruotsi) ja Kjeldahl-menetelmällä (Lynch ja Barbano, 1999), joka perustuu ISO 20483, ISO 5983-2 ja AOAC 2011.11 menetelmiin. Menetelmällä määritettiin heran orgaanisen kokonaistypen pitoisuus, joka sisältää proteiinitypen ja ei-proteiinitypen (engl. non-protein nitrogen, NPN). Typen määrä muutettiin laskennallisesti proteiiniksi kertomalla typpipitoisuus maitotuotteille sovitulla kertoimella 6,38. Todellinen proteiinipitoisuus (tod Prot) laskettiin vähentämällä NPN-yhdisteiden pitoisuus.

Herojen proteiinikoostumus määritettiin kromatografisesti (Manji ym., 1985). **Taulukossa 4** on esitetty eri heranäytteiden proteiiniyhdisteiden suhteelliset pitoisuudet, jotka on saatu laskemalla piikin pinta-alan prosenttiosuus näytteen sisältämien proteiiniyhdisteiden kokonaispinta-alasta.

### 3.3 TULOKSET JA POHDINTA

**Heran proteiinit.** Ricotta-heran koostumus poikkesi muista heranäytteistä. Tämä oli oletettua, sillä ricotta-juusto valmistetaan herasta, jolloin heraproteiinit muodostavat juustomassan. Tämän vuoksi tulokset on joiltain kohdin esitetty myös ilman ricotta-heran tuloksia.

Heranäytteissä oli eniten peptidejä eli muutamasta aminohaposta koostuvia “pieniä proteiineja” (**taulukko 4**). Heranäytteiden alfa-laktalbumiinin ( $\alpha$ -LA) osuudet olivat heranäytteissä samansuuruisia,

**Taulukko 4.** Heranäytteiden proteiiniyhdisteiden<sup>1</sup> suhteelliset osuudet lapinlehmällä (Hera 1–4, Hera ricotta) ja ayrshirella (Kontrolli 1–2).

Näyte	Osuus totaaliproteiinista (%)					
	Aminohapot	Peptidit	α-LA	BSA	β-LG B	β-LG A
Hera 1	6,15 ± 0,08	45,75 ± 0,04	23,50 ± 0,22	0,11 ± 0,04	9,62 ± 0,17	14,87 ± 0,05
Hera 2	10,79 ± 0,02	34,61 ± 0,29	24,40 ± 0,11	1,88 ± 0,15	10,14 ± 0,15	18,18 ± 0,15
Hera 3	13,77 ± 0,14	36,43 ± 0,31	24,48 ± 0,05	0,63 ± 0,03	24,69 ± 0,09	
Hera 4	19,27 ± 0,03	34,61 ± 0,06	23,07 ± 0,05	0,10 ± 0,03	22,95 ± 0,00	
Hera ricotta	10,84 ± 0,30	81,82 ± 0,25	6,63 ± 0,49	0,56 ± 0,12	0,15 ± 0,05	
Kontrolli 1	6,60 ± 0,12	46,77 ± 0,44	21,11 ± 0,04	0,76 ± 0,04	12,77 ± 0,05	12,00 ± 0,35
Kontrolli 2	7,28 ± 0,08	45,30 ± 0,48	21,11 ± 0,21	0,72 ± 0,412	13,10 ± 0,18	12,49 ± 0,04

<sup>1</sup> Lyhenteet: α-La = alfalaktalbumiini; BSA = bovine serum albumin eli naudan seerumialbumiini; β-Lg B = beetalaktoglobuliinin B-variantti; β-Lg A = beetalaktoglobuliinin A-variantti.

**Taulukko 5.** Heranäytteiden proteiinipitoisuudet.

Näyte	tot Prot (tp-%) <sup>1</sup>	tod Prot (tp-%) <sup>2</sup>	Suola <sup>3</sup>	Heran lähde <sup>4</sup>
Hera 1	1,02 ± 0,00	0,53 ± 0,02		juusto/PSK
Hera 2	1,23 ± 0,04	0,84 ± 0,05	x	leipäjuusto/PSK
Hera 3	0,89 ± 0,00	0,37 ± 0,02		piimä/PSK
Hera 4	1,17 ± 0,04	0,63 ± 0,07		juusto/PSK
Hera ricotta	0,77 ± 0,00	0,45 ± 0,00		ricotta/PSK
Kontrolli 1	1,11 ± 0,04	0,64 ± 0,06		maito + hapate/AY
Kontrolli 2	1,02 ± 0,00	0,64 ± 0,06	x	maito + suola + hapate/AY

<sup>1</sup> tot Prot = sisältää kaikki tyyppiyhdisteet (kerroin, <sup>2</sup> tod Prot = tot Prot-NPN (NPN = ei-proteiinityypiyhdisteet); <sup>3</sup> valmistuksessa käytetty suolaa; <sup>4</sup> PSK = pohjoissuomenkarja, lapinlehmä; AY = ayrshire.

mutta muiden proteiinien määrässä oli vaihtelua. Kontrollinäytteiden proteiiniprofililit olivat hyvin samanlaiset kuten voitiin olettaa (**taulukko 4**). Nämä kontrollinäytteiden tulokset on yhdistetty. Lapinlehmien heroista näytteiden 1 ja 2 koostumukset olivat myös melko samanlaiset kuin kontrollinäytteillä (**taulukko 4**). Heranäytteet 3 ja 4 poikkesivat muista näytteistä erityisesti β-laktoglobuliinivarianttien (β-LG B ja β-LG A) suhteen. Variantti-B:n pitoisuus oli noin kaksinkertainen muihin näytteisiin nähden ja variantti-A puuttui kokonaan. Koska näytteet 3 ja 4 tulivat samalta tilalta, eroavaisuuden syy voi johtua lehmien erilaisesta perimästä. Ricotta-heranäytteestä puuttuivat lähes kokonaan eri heraproteiinit (**taulukko 4**), mikä johtuu siitä, että ricotta-juusto valmistetaan herasta, jolloin heraproteiinit muodostavat juustomassan.

Kontrolliherojen (0,64 %) ja lapinlehmien heranäytteiden (0,37–0,84 %) todelliset proteiinipitoisuudet (tod Prot) olivat samaa suuruusluokkaa kuin kirjallisuudessa esitetyt arvot (**taulukko 5**) (Pienimaa, 2017; Tsakali ym., 2010).

**Taulukko 6.** Aminohappojen pitoisuudet lapinlehmän heranäytteissä.<sup>1</sup>

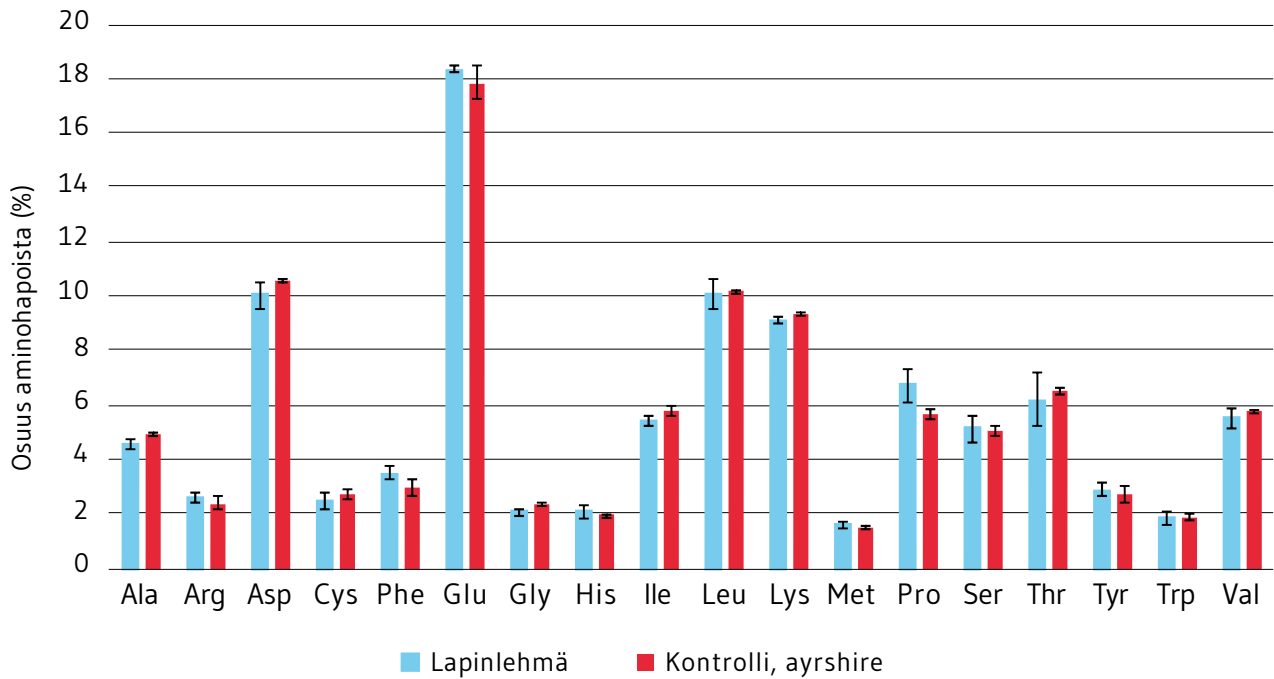
Aminohappojen pitoisuus heranäytteessä (g/kg-tuorepaino)					
	Hera 1	Hera 2	Hera 3	Hera 4	Hera ricotta
Alaniini	0,4	0,6	0,3	0,5	0,3
Arginiini	0,2	0,4	0,2	0,3	0,1
Asparagiinihappo	1,0	1,2	0,7	1,1	0,6
Kystiini + Kysteiini	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
Fenyyialaniini <sup>2</sup>	0,3	0,5	0,3	0,4	0,2
Glutamiinihappo	1,7	2,4	1,3	2,0	1,1
Glysiini	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2
Histidiini <sup>2</sup>	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1
Isoleusiini <sup>2</sup>	0,5	0,7	0,4	0,6	0,4
Leusiini <sup>2</sup>	1,0	1,2	0,7	1,1	0,6
Lysiini <sup>2</sup>	0,9	1,2	0,6	1,0	0,6
Metioniini <sup>2</sup>	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
Proliini	0,5	0,9	0,5	0,8	0,4
Seriini	0,5	0,7	0,3	0,6	0,3
Treoniini <sup>2</sup>	0,6	0,8	0,3	0,8	0,4
Tyrosiini	0,3	0,4	0,2	0,3	0,2
Tryptofaani <sup>2</sup>	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1
Valiini <sup>2</sup>	0,5	0,8	0,4	0,6	0,4
<b>Yhteensä</b>	<b>9,4</b>	<b>13,1</b>	<b>7,0</b>	<b>11,1</b>	<b>6,3</b>
IVA	4,3	5,8	3,1	5,1	2,9
IVA-%	46	45	45	46	46
BCAA	2,0	2,7	1,5	2,3	1,3
BCAA-%	21	21	21	21	21

<sup>1</sup> Lyhenteet: IVA = ihmiselle välttämättömät aminohapot, IVA-% = IVA osuus kokonaisaminohapoista, BCAA = haaroittuneet aminohapot (eng. Branched-chain amino acids), BCAA-% = BCAA osuus kokonaisaminohapoista.

<sup>2</sup> Ihmiselle välttämättömät aminohapot.

**Heran aminohappokoostumus.** Heran aminohappokoostumuksessa ei ollut suuria vaihteluita näytteiden välillä eikä lapinlehmän heran aminohappokoostumus eronnut selkeästi otoksessa käytetyistä ayrshire-lehmien kontrolliheranäytteistä (**taulukko 6, kuva 3**). Tulokset on laskettu tuorepainoa kohti. Lapinlehmän herassa oli kaikki yhdeksän ihmisen tarvitsemaa välttämätöntä aminohappoa (fenyyialaniini, histidiini, isoleusiini, leusiini, lysyiini, metioniini, treoniini, tryptofaani, valiini). Ihmiselle välttämättömillä aminohapoilla (IVA) tarkoitetaan aminohappoja, joita ihmisen elimistö ei pysty valmistamaan itse vaan ne on saatava ravinnosta. Haaroittuneet aminohapot (BCAA), isoleusiini, leusiini ja valiini, kuuluvat näihin välttämättömiin aminohappoihin. Varsinkin kuntosaliharrastajien suuri kiinnostus BCAA-tuotteisiin liittyy siihen, että näitä aminohappoja löytyy suuria määriä lihaskudoksistamme.

Tässä tutkimuksessa lapinlehmän heroille saadut osuudet sekä välttämättömille aminohapoille (45–46 %) että haaroittuneille aminohapoille (21 %) olivat alhaisempia (**taulukko 6**) kuin Valion maidon heralle ilmoittamat vastaavat arvot, 56 % ja 26 % (Valio, 2023). Lapinlehmän heran IVA-% ja BCAA-% arvot ovat kuitenkin yhtä suuria kuin esimerkiksi kananmunan vastaavat arvot, 45 % ja 20 % (DAVA Foods, 2023).



**Kuva 3. Aminohappojen pitoisuudet lapinlehmän heranäytteissä sekä ayrshire-kontrollinäytteissä.** Tulokset on esitetty roduittain ilman ricotta-heraa. Lyhenteet: Ala = alaniini; Arg = arginiini; Asp = asparagiinihappo; Cys = kysteini+kystiini; Phe = fenyyialaniini; Glu = glutamiinihappo; Gly = glysiini; His = histidiini; Ile = isoleusiini; Leu = leusiini; Lys = lysiini; Met = metioniini; Pro = proliini; Ser = seriini; Thr = treoniini; Tyr = tyrosiini; Trp = tryptofaani; Val = valiini.

### 3.4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Heraproteiinien määrässä oli vaihtelua. Myös lapinlehmän heranäytteiden välillä oli eroavaisuuksia, jotka voivat johtua lehmien erilaisesta perimästä ja valmistusprosessista, josta hera on peräisin. Heran aminohappokoostumuksessa ei ollut suuria vaihteluita näytteiden välillä. Lapinlehmän hera on ravitsemuksellisesti arvokas proteiinin lähde. Se sisältää kaikkia ihmiselle välttämättömiä aminohappoja. Tämä korostaa sitä, että myös lapinlehmän hera on arvokas juustonvalmistuksessa muodostuva sivuvirta, jota kannattaisi hyödyntää jatkojalosteissa. Hankkeessa tehty heraproteiinien peruskartoitus tehtiin pienestä otoksesta, mutta tuloksista toivotaan olevan hyötyä lapinlehmän maidon jalostajille. Heratuotteiden kehittämistä on kokeiltu hankkeen maitotyöpajassa (ks. luku 6) ja tulokset osoittavat niillä olevan lupaavia mahdollisuuksia esimerkiksi luonnonmarjamehuihin yhdistettynä. Myös herajauheiden kehittämiseen on kiinnostusta.

## LÄHTEET

- Aho, J. (2022). *Hera ja herasta saatavat jatkojalosteet. Lapinlehmän maidon jatkojalostuksen työpaja II*, 23.-24.3.2022. <https://www.arcticcentre.org/loader.aspx?id=cc97dd80-3b91-43ef-8750-24c668e127a7> (noudettu 02.06.2023)
- DAVA Foods. (2023). *Kananmunan proteiinissa on täydellinen aminohappokoostumus*. <https://www.kultamuna.fi/ravintotietoa-kananmunasta/kananmunan-proteiini-ja-aminohappokoostumus/> (noudettu 02.06.2023)
- Heinonen, R. (2016). *UF-syötteen vaihtelun selvittäminen ja näytteenoton optimointi*. Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö, Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma, HAMK, Hämeenlinna.
- Królczyk, J.B., Dawidziuk, T., Janiszewska-Turak, E., & Sołowiej, B. (2016). Use of Whey and Whey Preparations in the Food Industry – a Review. *Polish Journal of Food and Nutritional Sciences*, 66, 157–165.
- Lynch, J.M., & Barbano, D.M. (1999). Kjeldahl nitrogen analysis as a reference method for protein determination in dairy products. *Journal of AOAC International*, 82(6): 1389–1398.
- Manji, B., Hill, A., Kakuda, Y., & Irvine, D.M. (1985). Rapid Separation of Milk Whey Proteins by Anion Exchange Chromatography. *Journal of Dairy Science*, 68(12), 3176–3179.
- Outinen, M. (2010). *Effect of pre-treatment of cheese milk on composition and characteristics of whey and whey proteins*. Doctoral Dissertation, Aalto University, TKK/University of Technology.
- Pienimaa, I. (2017). *Heratiivisten proteiinipitoisuuden määrittäminen MilkoScan-analysaattorilla. WPC:n mitauskanavan kalibrointi*. Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö, Bio- ja elintarviketekniikan tutkinto-ohjelma, SeAMK, Seinäjoki.
- Tsakali, E., Petrotos, K., D'Alessandro, A., & Goulas, P. (2010). A review on whey composition and the methods used for its utilization for food and pharmaceutical products. *6th International Conference on Simulation and Modelling in the Food and Bio-Industry 2010, FOODSIM 2010, CIMO Research Centre, Braganca, Portugal*.
- Valio (2023). *Proteiinien laaduissa on eroja*. <https://www.valio.fi/hyvinvointi/proteiinien-laaduissa-on-eroja/> (noudettu 02.06.2023)