

# MTT RAPORTTI 46

---

## Pihvirotuisten nautojen teurasominaisuudet ja lihan laatu

Arto Huuskonen (toim.)



---

**Pihvirotuisten nautojen  
teurasominaisuudet ja lihan  
laatu**

---

**Arto Huuskonen (toim.)**



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin.

ISBN: 978-952-487-402-1 (Painettu)  
ISBN: 978-952-487-403-8 (Verkkajulkaisu)  
ISSN 1798-6419  
<http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti46.pdf>  
Copyright: MTT  
Kirjoittajat: Arto Huuskonen (toim.)  
Julkaisija ja kustantaja: MTT Jokioinen  
Julkaisuvuosi: 2012  
Kannen kuva: Maiju Pesonen

---

# Pihvirotuisten nautojen teurasominaisuudet ja lihan laatu

---

Arto Huuskonen (toim.)

MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, arto.huuskonen@mtt.fi

## Tiivistelmä

MTT:n hallinnoiman InnoNauta Kehitys –hankkeen yhtenä keskeisenä tavoitteena oli selvittää rodun ja ruokinnan vaikutuksia naudan ruhojen teuraslaatuun sekä lihan laatuominaisuuksiin. Tutkimusta toteutettiin sekä kasvatus- ja ruokintakokeiden että laajan data-aineiston pohjalta. Tämän lisäksi selvitettiin tila-aineiston perusteella Igenityn geenitestin ja liharotuisten sonnien kasvu- ja teurastulosten sekä kokonaisjalostusarvon välistä korrelaatioita.

Hankkeessa lasketut suomalaisen teurasaineistoon perustuvat tulokset antavat kattavan kuvan nykyisen eläinaineksemme kasvu- ja teurasominaisuuksista. Tulosten perusteella keskikokoisten liharotujen (aberdeen angus ja hereford) kasvutulosta ja ruhon laatua voidaan parantaa merkittävästi käyttämällä risteytyksessä pääterotuja (charolais, limousin, simmental, blonde d’Aquitaine). Pääterotujen eläimillä ei aineistossa saavutettu vastaavan suuruisia risteytyshyötyjä puhtaaseen eläinainekseen verrattuna. Kuitenkin esimerkiksi simmentalin osalta charolais- ja blonde d’Aquitaine-roduilla risteyttäminen näytti parantavan merkittävästi teurasominaisuuksia. Sen sijaan charolais-, limousin- ja blonde d’Aquitaine-rotujen osalta risteytyksillä ei saavutettu juurikaan hyötyä, kun tarkasteltiin pelkästään eläinten kasvu- ja teurasominaisuuksia.

Tutkimusten perusteella liharotuisten nautojen välillä on selkeitä rotueroja tuotanto-ominaisuuksissa. Lähtökohtaisesti yksikään rotu ei kuitenkaan ole ylivoimainen kaikissa ominaisuuksissa, joita tarvitaan emolehmätuotantoon perustuvassa naudanlihantuotannossa. Tämän aineiston pohjalta tarkasteltiin kasvu- ja teurasominaisuuksia, jolloin charolais-, limousin- ja blonde d’Aquitaine-rotujen hyvät ominaisuudet nousivat selkeästi esille. Nämä rodut edustavatkin tyypillisimmillään ns. pääterotuja, joilla on jo jalostuksellisesti kiinnitetty erityisesti huomiota juuri erinomaiseen teurastulokseen. Keskikokoisten aberdeen angus- ja hereford-rotujen eli ns. emorotujen vahvuudet tulevat puolestaan selkeimmin esille tarkasteltaessa emolehmien rehunkäyttökykyä ja toisaalta naudanlihan marmoroitumista sekä naudanlihan rasvahappokoostumusta ihmisen terveyden kannalta. Keskikokoisilla hereford- ja aberdeen angus-rodun sonneilla ruhojen rasvoittuminen alkaa lisääntyä huomattavasti, jos tavoitellaan yli 400 kg:n teuraspainoja. Pääterotujen sonnit pystytään puolestaan kasvattamaan selvästi yli 400 kg:n teuraspainoihin ilman rasvoittumista. Eri liharotujen kasvu- ja teurasominaisuudet ovat erilaisia. Onkin resurssien tuhlausta yrittää saavuttaa hyvä teurastulos samankaltaisella kasvatusstrategialla kaikilla roduilla ja rotuyhdistelmillä.

Hankkeessa toteutetun ruokintakokeen tarkoituksena oli selvittää ruokinnan väkirehutason (20 tai 50 %) ja valkuaisläydennyksen vaikutuksia eläintuotokseen sekä ruhon ja lihan laatuun kasvavilla hereford- ja charolais-rotuisilla sonneilla. Matalammalla väkirehutasolla sonnien rehun syönnissä ei ollut merkittäviä eroja rotujen välillä, vaan seosrehun keskimääräinen syönti oli noin 9 kg kuiva-ainetta päivässä kokeen aikana. Sen sijaan korkeammalla väkirehutasolla charolais-sonnit söivät noin 5 % enemmän rehua kuin hereford-sonnit. Charolais-sonnit käyttivät syömänsä rehun herefordeja tehokkaammin kasvuun ja ne myös kasvoivat hereford-sonneja paremmin. Lisäksi charolais-sonnien teurasprosentti oli korkeampi ja ne luokittoivat hereford-sonneja parempiin lihakkuusluokkiin. Hereford-sonnien ruhot olivat puolestaan selkeästi charolais-sonneja rasvaisempia.

Väkirehutason nostaminen 20 prosentista 50 prosenttiin lisäsi rehun syöntiä ja energian saantia molemmilla roduilla sekä paransi merkittävästi kasvutuloksia. Myös rehun hyväksikäyttö kasvuun oli tehokkaampaa korkeammalla väkirehutasolla ruokittaessa. Ruhojen lihakkuus parani lisääntyneen väkirehuden osuuden seurauksena molemmilla roduilla. Ruhojen rasvaisuus nousi hieman väkirehutason noustessa. Valkuaislisällä ei ollut merkittävää vaikutusta rehun syöntiin, energian saantiin eikä ruhojen teuraslaatuun. Kuitenkin kokeessa havaittiin, että matalammalla väkirehutasolla ruokitut sonnit näyttivät hieman hyötyvän rypsilisän käytöstä. Molemmilla roduilla sekä kasvu että rehun hyväksikäyttö paranivat jonkin verran 20 prosentin väkirehuruokinnalla rypsilis-

sän käytön myötä. Tämä tuotosvaste liittyi todennäköisesti nimenomaan pötsimikrobien energian tarpeeseen. Samanlainen kasvunlisäys on näissä tapauksissa yleensä saavutettavissa lisäämällä rehuannokseen viljaväkirehua. Rehujen hintasuhteista johtuen viljan lisääminen rehuannokseen valkuaisrehun sijaan on yleensä taloudellisesti kannattavampi vaihtoehto.

Rotu osoittautui ruokintaa merkittävämmäksi tekijäksi sekä ruhojen leikkuusaannon että lihan laadun osalta. Näissä ominaisuuksissa molemmilla tutkimuksissa olleilla roduilla on vahvuuksia. Hereford-sonnien liha osoittautui mureammaksi ja enemmän marmoroituneeksi kuin charolais-sonnien liha. Charolais-sonneilla ruhon arvokkaimpien palojen osuudet teuraspainosta olivat puolestaan suuremmat kuin hereford-sonneilla. Myös ruokinnan väkirehutaso vaikutti jonkin verran lihasaantoihin. Arvokkaimpien ja arvokkaiden palojen suhteellinen osuus lihasaannosta lisääntyi hieman ruokinnan väkirehutason noustessa. Vastaavasti lähes arvottomien palojen osuus oli suurempi matalammalla väkirehutasolla ruokittaessa. Valkuaislisällä ei ollut merkittävää vaikutusta leikkuusaantoihin. Lihan laatuominaisuuksiin ruokinnalla ei ollut tässä tutkimuksessa merkittävää vaikutusta.

Rotu vaikutti naudanlihan rasvahappokoostumukseen. Tämän tutkimuksen mukaan suhteellisen aikaisin kypsä hereford-rotu osoittautui paremmaksi lihaksensisäisen rasvan  $n-6/n-3$  -rasvahappojen suhteella mitattuna kuin myöhään kypsä charolais-rotu. Alhainen väkirehutaso ruokinnassa paransi naudanlihan ravitsemuksellista laatua korkeammalla väkirehutasolla ruokittujen nautojen lihaan verrattuna. Valkuaistäydennys ei vaikuttanut tyydyttyneiden, kertatyydyttymättömien tai monityydyttymättömien rasvahappojen suhteelliseen osuuteen ulkofileessä eikä myöskään  $n-6/n-3$  -rasvahappojen suhteeseen. Tutkimuksen perusteella sekä rotuvalinnalla että ruokinnalla voidaan jonkin verran vaikuttaa lihaksen sisäisen rasvan koostumukseen.

Liharotuisilla naudoilla geenitestauksen tekee haasteelliseksi se, että tuotannollisesti merkitsevät SNP-paikat eivät ole kaikilla roduilla samat. Liharodut ovat ominaisuuksiltaan myös hyvin erilaisia. Yhdelle rodulle kehitetty geenitesti, jossa on käytetty tietyn rodun referenssiryhmää, ei voi toimia parhaalla mahdollisella tavalla toisilla roduilla. Toisaalta haastetta lisää eri maiden erilaiset tuotannolliset- ja teurastavoitteet, joiden perusteella testejä on muodostettu. On esimerkiksi havaittu, että Pohjois-Amerikassa validoitu geenitesti ei toimi aivan moitteettomasti Australian angus-populaatiossa.

Tässä hankkeessa verrattiin geenitestin tarjoamia ominaisuuksia muutamiin mitattuihin ominaisuuksiin. Aineiston perusteella geenitestin tulokset eivät antaneet selvää kuvaa kaupallisen geenitestin toimivuudesta niille ominaisuuksille, joita aineistossa oli käsiteltävänä. Tuloksia tulisi todennäköisesti olla huomattavasti enemmän oikeiden johtopäätösten tekemiseksi. Myös emolehmätuotantoon suoraan vaikuttavien ominaisuuksien testaaminen tulisi ottaa huomioon. Lihan syöntilaatuun vaikuttavat eläinten perimä, ruokinta ja kasvatusolosuhteet. Eläinten perimään jokaisen tuottajan tulisi kiinnittää huomiota. Tällä hetkellä ei ole tietoa siitä, mitkä ovat tuotetun pihvilihan syöntilaatuominaisuudet edes keskimäärin. Geenitestejä voidaan kenties käyttää tavoiteltaessa lopputuotteen tasaista laatua ennen kaikkea lihan mureutta.

Hankkeessa saatujen tulosten perusteella nykyisten kaupallisten geenitestien toimivuus suomalaisissa olosuhteissa ja suomalaisella eläinaineksella on vielä kyseenalaista, ja asia vaatisi lisäselvityksiä. Geenitestaus voi tulevaisuudessa olla verrattain huokea vaihtoehto vaikuttaa ominaisuuksiin, joita on joko hankala tai kallis mitata. Selviä hyötyjä voidaan saada niiden ominaisuuksien perinnöllisessä edistymisessä, joiden periytymisaste on alhainen ja joilla tulokset muodostuvat vasta usean vuoden kuluttua sekä ominaisuuksissa, jotka ovat sukupuolisidonnaisia.

---

## Avainsanat:

*naudanlihan tuotanto, rodut, sonnit, hiehot, ruhon laatu, lihan laatu, kasvu, ruokinta, geenitestaus*

---

---

# Carcass characteristics and meat quality of beef cattle

---

Arto Huuskonen (ed.)

MTT Agrifood Research Finland, Animal Production Research, Tutkimusasemantie 15, FI-92400 Ruukki, Finland, arto.huuskonen@mtt.fi

## Abstract

Differences between individual beef breeds in performance, carcass traits and meat quality have been recently evaluated in numerous research reports. However, in Finland, less research has been carried out, and there is a paucity of information on the effects of breed on the performance, carcass traits and meat quality of beef-breed bulls raised to heavy carcass weights with typical Finnish grass silage-grain based rations. Therefore, the central objective of the InnoNauta Kehitys project was to evaluate the growth performance, carcass characteristics, valuable cuts and meat quality parameters of beef breed cattle. The potential for improvement of carcass and meat quality through crossbreeding compared to purebred animals was also evaluated. In addition, the objectives of the feeding experiment with growing Hereford and Charolais bulls were to determine the effects on animal performance, carcass characteristics, valuable cuts, meat quality parameters and fatty acid composition of the *Longissimus dorsi* muscle of (1) the proportion of concentrate in the diet, and (2) the inclusion of rapeseed meal in the barley-based concentrate in total mixed ration feeding.

The material studied here shows that the best performance parameters were attained by Charolais, Limousin and Blonde d'Aquitaine animals which exhibited higher carcass gain and produced heavier carcasses at the constant age compared to Hereford and Aberdeen Angus animals. In addition, Charolais, Limousin and Blonde d'Aquitaine animals were superior for carcass conformation compared to Hereford and Aberdeen Angus animals. However, tenderness and marbling are important properties of beef for consumers, and in those measurements Hereford bulls were superior to Charolais bulls in our study.

In the feeding experiment the later maturing Charolais bulls tended to achieve higher weight gain, produced less fat and had a higher percentage of their meat in high-priced joints compared to the earlier maturing Hereford bulls. On the other hand, Charolais had a lower degree of marbling in their meat compared to Hereford. The growth performance of the bulls increased with increasing concentrate level and increasing the concentrate allowance also improved carcass conformation. In general, rapeseed meal supplementation had no important effects on the performance, carcass traits or meat quality. According to this study, the choice of breed and feeding can affect the composition of the intramuscular fat.

Numerous studies have been conducted to identify different SNP associated with important production traits in beef cattle. This knowledge has led to the commercialization of genetic testing technologies. Beef breeds are different in their characteristics and production traits. The identified SNP behind certain trait might not be same in every breed. Genetic test developed with a reference population of certain breed can not work properly with another breed. The differences in production goals between different countries might also pose major challenges with commercial genetic tests intended for beef cattle.

A few of the traits which the commercial genetic test offered was compared with measured production traits in this experiment. This material did not show a clear evidence of the functionality of the commercial genetic test with measured traits in Finnish production system. Probably the number of results should be higher to make accurate conclusions. This will require further study.

---

## Keywords:

*beef production, breed types, bulls, heifers, carcass traits, meat quality, growth, feeding, genetic testing*

---

---

## Alkusanat

---

Käsillä oleva julkaisu pihvirotuisten nautojen teurasominaisuuksista ja lihan laadusta on osa MTT Ruukin toimipisteen hallinnoiman InnoNauta Kehitys –hankkeen tulosaineistoa. Hankekokonaisuuden keskeisenä teemana oli kotimaisen naudanlihantuotannon jatkuvuuden turvaaminen ja suomalaisen naudanlihantuotannon kilpailukyvyyn ylläpitäminen kansainvälisillä markkinoilla. Tähän teemaan liittyen hankkeessa haluttiin saada kattava kuvan nykyisen liharotuisen eläinaineksemme kasvu- ja teurasominaisuuksista sekä tutkia myös lihan laatuominaisuuksia.

Ulkomaisissa tutkimuksissa on melko laajasti selvitetty eri liharotujen välisiä eroja lihantuotanto-ominaisuuksissa. Lisäksi erilaisia liharoturisteytyksiä on testattu monissa ulkomaisissa tuotantokokeissa. Kuitenkin kotimaista tutkimustietoa liharotuisen nautojen lihantuotanto-ominaisuuksista on saatavilla rajoitetusti. Suomessa nautojen nurmisäilörehuvaltainen ruokinta poikkeaa jonkin verran ulkomailla käytetyistä rehustusmalleista, minkä vuoksi muualla toteutetut tutkimukset eivät ole suoraan meille sovellettavissa. Lisäksi Suomessa teurasruhojen hinnoittelu suosii suuria teuraspainoja. Aikaisemmissa kotimaisissa pihvirotuisilla naudoilla tehdyissä tutkimuksissa on jonkin verran käsitelty ruokinnan tai kasvatusympäristön vaikutusta lihan laatuun ja/tai leikkuusaantoon, mutta rotujen välisiä vertailuja on tehty lähinnä maito-liha-risteytseläimillä. Tämän vuoksi hankkeessa selvitettiin liharotuisen nautojen lihantuotanto-ominaisuuksia sekä kasvatuskokein että teurastamoilta saadun data-aineiston pohjalta. Myös ruokinnan vaikutuksista liharotuisen eläinten lihan laatuun ja ruhon leikkuusaantoihin on olemassa vain vähän tutkittua tietoa, kun käytetään tyypillistä suomalaista nurmisäilörehuun perustuvaa ruokintaa. Hankkeen toteutetun ruokintakokeen tarkoituksena olikin selvittää ruokinnan väkirehutus- ja valkuaisäyden-nyksen vaikutuksia eläintuotokseen sekä ruhon ja lihan laatuun kasvavilla hereford- ja charolais-rotuisilla sonneilla.

InnoNauta Kehitys –hanketta rahoitettiin Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahastosta. Tuki myönnettiin Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen kautta. InnoNauta –hankkeiden yhteistyökumppaneina toimivat A-Tuottajat Oy, TTS Tutkimus, Valio Oy, FinnBeef Ay, Lihateollisuuden tutkimuskeskus, Oulun seudun ammattikorkeakoulu, Savonia-ammattikorkeakoulu ja Itä-Suomen yliopisto. MTT ja InnoNauta –hankkeiden työntekijät kiittävät kaikkia hankkeen rahoittajia ja yhteistyökumppaneita erittäin hyvästä ja toimivasta yhteistyöstä. Erityisen lämpimästi kiitämme A-Tuottajat Oy:tä, HK Agri Oy:tä, Saarioinen Lihanjalostus Oy:tä ja Snellman Lihanjalostus Oy:tä, joiden kautta saimme hankkeen käyttöön laajan data-aineiston Suomessa teurastetuista naudoista. Tämä osoittaa liikeyrityksiltä selkeää halua hyödyntää tutkimustyön tuloksia tehokkaasti.

Hankkeen etenemistä seurasi ohjausryhmä, joka antoi arvokasta palautetta hanketyöntekijöille. InnoNauta –hankkeiden ohjausryhmän puheenjohtajana toimivat Juha Marttila (MTK) ja Maarit Ilola (A-Tuottajat Oy) ja ohjausryhmän jäseninä olivat Anna-Riitta Leinonen (ProAgria Keski-Pohjanmaa), Sanna Suomela (Pro Agria Oulu), Matti Järvi (Oulun seudun ammattikorkeakoulu) sekä naudanlihantuottajat Esa Karjalainen, Merja Kortelainen, Heikki Lehtiniemi, Mintti Lindsberg, Inga Manninen, Kyösti Peltokoski, Eemeli Tuura ja Vivili Ylönen. MTT kiittää hankkeen ohjausryhmää erittäin hyvästä ja toimivasta yhteistyöstä.

Vesannolla 10.9.2012

Arto Huuskonen

MTT Kotieläintuotannon tutkimus

# Sisällysluettelo

<b>1 Charolais- ja hereford-sonnien sekä hf×ch-risteytyssonnien lihantuotanto-ominaisuudet tilakokeessa.....</b>	<b>9</b>
1.1 Johdanto.....	10
1.2 Aineisto ja menetelmät .....	10
1.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu.....	13
1.3.1 Rehujen koostumus ja rehun syönti.....	13
1.3.2 Kasvu- ja teurastulokset .....	13
1.3.3 Leikkuusaannot .....	14
1.3.4 Lihan laatu .....	17
1.4 Yhteenveto ja johtopäätökset .....	17
1.5 Kirjallisuus.....	17
<b>2 Limousin- ja aberdeen angus-sonnien sekä ab×li-risteytyssonnien lihantuotanto-ominaisuudet tilakokeessa.....</b>	<b>19</b>
2.1 Johdanto.....	20
2.2 Aineisto ja menetelmät .....	20
2.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu.....	21
2.3.1 Kokeessa käytettyjen rehujen koostumus .....	21
2.3.2 Kasvu- ja teurastulokset .....	21
2.3.3 Leikkuusaannot .....	23
2.3.4 Lihan laatu .....	25
2.4 Yhteenveto ja johtopäätökset .....	26
2.5 Kirjallisuus.....	26
<b>3 Väkirehutason ja valkuaislisän vaikutukset ruhon ja lihan laatuun hereford- ja charolais-sonneilla .....</b>	<b>29</b>
3.1 Johdanto.....	30
3.2 Aineisto ja menetelmät .....	30
3.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu.....	31
3.3.1 Kokeessa käytettyjen rehujen koostumus .....	31
3.3.2 Ruokintojen sulavuus .....	32
3.3.3 Rehun syönti ja ravintoaineiden saanti .....	34
3.3.4 Kasvu ja rehun hyväksikäyttö .....	36
3.3.5 Ruhon laatu .....	36
3.3.6 Leikkuusaannot .....	37
3.3.7 Lihan laatu .....	40
3.3.8 Ulkofileen rasvahappokoostumus .....	43
3.4 Yhteenveto ja johtopäätökset .....	45
3.5 Kirjallisuus.....	46
<b>4 Puhtaiden liharotuisten nautojen kasvu- ja teurasominaisuudet suomalaisessa teurasaineistossa</b>	<b>50</b>
4.1 Johdanto.....	51
4.2 Aineisto ja menetelmät .....	51
4.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu.....	51
4.3.1 Kasvusaika, kasvu- ja teurastulokset .....	51
4.3.2 Teuraspainon vaikutus ruhon rasvaisuuteen .....	54
4.3.3 Teuraspainon vaikutus ruhon lihakuuteen .....	55
4.4 Yhteenveto ja johtopäätökset .....	57
4.5 Kirjallisuus.....	57
<b>5 Liharotuisten risteytysnautojen kasvu- ja teurasominaisuudet suomalaisessa teurasaineistossa...</b>	<b>59</b>
5.1 Johdanto.....	60
5.2 Aineisto ja menetelmät .....	60
5.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu.....	61
5.3.1 Aberdeen angus .....	61
5.3.2 Hereford.....	62
5.3.3 Limousin.....	63
5.3.4 Charolais .....	64
5.3.5 Simmental .....	65
5.3.6 Blonde d'Aquitaine.....	66
5.4 Yhteenveto ja johtopäätökset .....	67



5.5	Kirjallisuus.....	68
<b>6</b>	<b>Kolmiroturisteytysten kasvu- ja teurasominaisuudet suomalaisessa teurasaineistossa.....</b>	<b>69</b>
6.1	Johdanto.....	70
6.2	Aineisto ja menetelmät .....	70
6.3	Tulokset ja tulosten tarkastelu.....	70
6.3.1	Aberdeen angus×hereford-emojen jälkeläiset.....	70
6.3.2	Aberdeen angus×simmental-emojen jälkeläiset.....	71
6.3.3	Hereford×simmental-emojen jälkeläiset.....	72
6.4	Yhteenveto ja johtopäätökset .....	73
6.5	Kirjallisuus.....	74
<b>7</b>	<b>Geenitestin toimivuus tila-aineistossa.....</b>	<b>75</b>
7.1	Johdanto.....	76
7.2	Aineisto ja menetelmät .....	77
7.2.1	Tutkimusaineisto .....	77
7.2.2	Igenityn geenitestaus ja testissä määriteltävät ominaisuudet .....	77
7.2.3	Tulosten tilastollinen käsittely.....	78
7.3	Tulokset ja tulosten tarkastelu.....	79
7.3.1	Mitatut muuttujat .....	79
7.3.2	Geenitestin muuttujat .....	79
7.3.3	Geenimuuttujien väliset keskinäiset korrelaatiot .....	82
7.3.4	Geenitestin muuttujien ja mitattujen muuttujien väliset korrelaatiot .....	90
7.4	Yhteenveto ja johtopäätökset .....	91
7.5	Kirjallisuus.....	98

---

# 1 Charolais- ja hereford-sonnien sekä hf×ch-risteytyssonnien lihantuotanto-ominaisuudet tilakokeessa

---

Arto Huuskonen<sup>1</sup>, Maiju Pesonen<sup>1</sup> ja Markku Honkavaara<sup>2</sup>

<sup>1</sup> MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, etunimi.sukunimi@mtt.fi

<sup>2</sup> Lihateollisuuden tutkimuskeskus, PL 56, 13101 Hämeenlinna, markku.honkavaara@ltk.fi

## Tiivistelmä

Kotimaista tutkimustietoa pihvirotuisten nautojen lihantuotanto-ominaisuuksista on saatavilla rajoitetusti. MTT:n toteuttamassa tutkimuksessa vertailtiin hereford- (hf), charolais- (ch) ja hereford×charolais-risteytyssonnien lihan- tuotanto-ominaisuuksia. Syksyllä 2009 vieroituksen jälkeen 24 liharotuista sonnia (8 kpl ch, 8 kpl hf, 8 kpl hf×ch) otettiin tilakokeeseen. Sonnit jaettiin roduittain kylmäpihaton karsinoihin, kahdeksan sonnia kuhunkin karsinaan. Eläimet ruokittiin nurmisäilörehu-viljapohjaisella dieetillä. Sonnien rehustuksessa pyrittiin dieetin 40 % väkirehu- tasoon. Karsinakohtainen eläinten syömä rehu punnittiin kokeen ajan. Kaikki kokeessa tehdyt rehut analysoitiin.

Sonnit teurastettiin Atrian Kuopion teurastamossa kahdessa erässä. Ruhon laatu määritettiin luokittelemalla ru- hujen lihakkuus ja rasvaisuus EUROP-luokituksen mukaisesti. Jokaisesta ruhosta leikattiin vasen puolisko Atri- an leikkuutavalla ensin kahdeksaan alkupalaan ja sitten 51 kaupalliseen palaan. Kukin pala punnittiin erikseen. Leikkuussa arvioitiin entrecoten ja ulkofileen marmoroitumisaste sekä mitattiin ulkofileen pH-arvo ja väri. Li- hateollisuuden tutkimuskeskukseen otettiin ulkofileenäyte kemiallista ja aistinvaraista analyysiä sekä leikkuuvas- temittausta varten.

Hereford-sonnit söivät vähemmän verrattuna charolais- ja hereford-charolais-risteytyssonneihin. Hf-sonnien teu- raspaino oli keskimäärin 414 kg, hf×ch-risteytysten 476 kg ja puhtaiden ch-sonnien 507 kg. Puhtaiden ch-sonni- en kasvutulokset ja teurasprosentti olivat korkeammat kuin hf-sonneilla. Risteytyssonnit sijoittuivat tuloksissaan puhtaiden eläinten väliin, kuitenkin lähemmäksi ch-eläinten tuloksia. Lihakkuudeltaan kaikki ryhmät luokittui- vat pihviluokkiin. Hf×ch- ja puhtailla ch-sonneilla rasvaluokka oli keskimäärin 3, kun hf-sonneilla keskimääräi- nen rasvaluokka lähenteli luokkaa 4.

Ulkofileen pH, vesipitoisuus, leikkuuvaste ja väri eivät eronneet tilastollisesti merkitsevästi koeryhmien välillä. Ch- sonneilla ulkofileen proteiinipitoisuus oli suurempi kuin hf- ja hf×ch-sonneilla ( $p < 0,01$ ). Aistinvaraisessa arvios- sa hf-sonnien ulkofile arvioitiin ch-sonnien ulkofilettä mureammaksi ( $p < 0,05$ ), mutta mehukkuudessa tai maus- sa ei ollut merkitseviä eroja rotujen välillä.

Arvopalojen ja lihalajitelmien osuudessa teuraspainoon suhteutettuna oli havaittavissa merkitseviä eroja rotujen välillä. Ch-sonneilla ruhon arvokkaimpien palojen (trimmattu sisäfilee ja ulkofilee sekä entrecote: 10,00–18,90 euroa/kg) osuus teuraspainosta oli suurempi kuin hf-sonneilla ( $p < 0,001$ ). Lisäksi ruhon arvokkaiden palojen (sisä-, ulko-, kulma- ja paahtopaisti sekä N0-lajitelma: 4,30–6,70 euroa/kg) osuus teuraspainosta oli sekä ch- että hf×ch-sonneilla merkitsevästi hf-sonneja suurempi ( $p < 0,001$ ). Vähemmän arvokkaita paloja (N2- ja N3-lajitel- mat: 2,10–2,90 euroa/kg) oli suhteellisesti enemmän hf-sonnien kuin ch-sonnien ruhossa ( $p < 0,05$ ). Lähes arvot- tomia paloja (N5 ja N6-lajitelmat ja luut: 0–0,34 euroa/kg) oli hf-sonnien ruhossa suhteellisesti enemmän kuin sekä ch- että hf×ch-sonneilla ( $p < 0,001$ ).

---

## Avainsanat:

*naudanlihantuotanto, rodut, sonnit, kasvu, ruhon laatu, liban laatu, leikkuusaanto*

---

## 1.1 Johdanto

Ulkomaisissa tutkimuksissa on melko laajasti selvitetty eri liharotujen välisiä eroja lihantuotanto-ominaisuuksissa (muun muassa Bartoň ym. 2006, Bureš ym. 2006, Kaminiecki ym. 2009). Lisäksi erilaisia liharoturisteytyksiä on testattu tuotantokokeissa esimerkiksi Brittein saarilla (Kempster ym. 1982, 1988), Norjassa (Aass & Vangen 1998), Tšekin tasavallassa (Sübrt ym. 1999, Poláh ym. 2004) ja Yhdysvalloissa (Koch ym. 1982, Wheeler ym. 1996). Kuitenkin kotimaista tutkimustietoa liharotuisten nautojen lihantuotanto-ominaisuuksista on saatavilla varsin rajoitetusti. Suomessa nautojen nurmisäilörehuvaltainen ruokinta poikkeaa jonkin verran ulkomailla käytetyistä rehustusmalleista, minkä vuoksi muualla toteutetut tutkimukset eivät ole suoraan meille sovellettavissa. Lisäksi Suomessa teurasruhojen hinnoittelu suosii suuria teuraspainoja. Aikaisemmissa kotimaisissa pihvituksilla naudoilla tehdyissä tutkimuksissa on jonkin verran käsitelty ruokinnan (Manninen ym. 2004, 2011) tai kasvatusympäristön (Huuskonen ym. 2010 a,b) vaikutusta lihan laatuun ja/tai leikkuusaantoon, mutta rotujen välisiä vertailuja on tehty lähinnä maito-liha-risteytyseläimillä (Manninen ym. 1994). Tämän vuoksi InnoNauta Kehitys –hankkeen ensimmäisessä tilakokeessa vertailtiin hereford- (hf), charolais- (ch) ja hereford×charolais-risteytyssonnien lihantuotanto-ominaisuuksia.

## 1.2 Aineisto ja menetelmät

Koe suoritettiin tilakokeena pohjoissavolaisella lihanautatilalla. Syksyllä 2009 vieroituksen jälkeen 24 liharotuisia sonnia (8 kpl ch, 8 kpl hf, 8 kpl hf×ch) otettiin kokeeseen. Sonnit jaettiin roduittain kylmäpihaton karsinoihin, kahdeksan sonnia kuhunkin karsinaan. Eläimet ruokittiin nurmisäilörehu-viljapohjaisella dieetillä, ja lisäksi huolehdittiin eläinten kivennäisen ja vitamiinien tarpeesta. Rehuviljana käytettiin ohran ja kauran seosta (1:1). Sonnien rehustuksessa pyrittiin dieetin 40 % väkirehutasoon. Karsinakohtainen eläinten syömä rehu punnittiin kokeen ajan. Säilörehun, ohran ja kauran kemiallinen koostumus määritettiin Valio Oy:n laboratoriossa NIR-analytiikalla. Säilörehusta määritettiin lisäksi D-arvo NIR-menetelmällä (Nousiainen ym. 2004) ja säilönnällinen laatu puristenestetitrauksella (Moisio & Heikonen 1989). Rehujen energia- ja valkuaisarvot laskettiin MTT:n (2012) kuvaamalla tavalla. Eläimet punnittiin kasvatuksen aikana säännöllisesti yhteensä kuusi kertaa. Teuraspainotavoitteena oli kaikille roduille vähintään 380 kg. Kasvatusajaksi tavoiteltiin noin 12 kuukautta, jolloin sonnien teurasiäksi tuli noin 18 kuukautta. Sonnien päiväkasvu laskettiin loppupainon ja kokeen alun painon erotuksena jaettuna kasvatuspäivillä. Nettokasvu laskettiin teuraspainon ja kokeen alun ruhopainon erotuksena jaettuna kasvatuspäivillä. Ruhopainona kokeen alussa käytettiin elopaino × 0,5. Teurasruhot luokitettiin EUROP-luokituksen mukaisesti.

Eläimet teurastettiin ja leikattiin Atria Suomi Oy:ssä Kuopiossa. Kustakin ruhosta leikattiin vasen puolisko Atrian leikkuutavalla ensin kahdeksaan alkupalaan ja sitten 51 kaupalliseen palaan (Taulukot 1 ja 2). Ruhot paloiteltiin aluksi etu- ja takaneljännekseen. Etuvartin ja takavartin katkaisukohta selkärangassa oli 7. ja 8. kylkiluun välissä. Etuneljännekseen jäävä ulkofileen etuosa leikattiin poikki 3. ja 4. kylkiluun välistä, tällöin ulkofileestä ja etuvartista muodostuvan entrecoten pituus oli neljä kylkiluuta (4.–7.). Ulkofileesellä katkaistiin takaneljänneksestä viimeisen lannenikaman ja ensimmäisen häntäluun nikaman välistä. Ulkofilee ulottui siten 8. kylkiluulta viimeiseen lannenikamaan. Entrecote oli etuselässä oleva ulkofileen etuosa, jonka arvo on hieman alempi kuin ulkofileen. Palat ryhmiteltiin arvon mukaan (-0,04–18,90 euroa/kg) neljään luokkaan: arvokkaimpiin, arvokkaisiin, vähemmän arvokkaisiin ja lähes arvottomiin taulukon 3 mukaisesti.

Leikkuun aikana punnittiin muodostuneet palat ja mitattiin ulkofileen laatu. Leikkaamossa mitattiin ulkofileen pH-arvo ja väri Minolta-värimittarilla sekä arvioitiin ulkofileen marmoroitumisaste (asteikko 0–5; 0=ei marmoroitumista/lihaksen sisäistä rasvaa, 5=erittäin paljon marmoroitunut/sisäistä rasvaa).

Taulukko 1. Naudanruhon etu- ja takaneljänneksen kahdeksan alkupalaa ja niiden leikkuu 51 kaupalliseen palaan. N-lajitelmat on kuvailtu taulukossa 2.

<b>Etuneljännes</b>		<b>Takaneljännes</b>	
<b>Rinta</b>	N0	<b>Sisäfilee</b>	Trimmattu sisäfilee
	N2		N2
	N3		N3
	N6		N6
	Luut		
<b>Etuselkä</b>	Entrecote	<b>Kylkikuve</b>	N0
	N0		N2
	N2		N3
	N3		N5
	N5		N6
	N6		Luut
	Luut		
<b>Lapa</b>	N0	<b>Ulkofileeselkä</b>	Trimmattu ulkofilee
	N2		N0
	N3		N2
	N5		N3
	N6		N5
	Luut		N6
<b>Niska</b>	N0	<b>Suora paisti</b>	Sisäpaisti
	N2		Ulkopaisti
	N3		Kulmapaisti
	N5		Paahtopaisti
	N6		N0
	Luut		N2
			N3
	N5		
	N6		
	Luut		



Taulukko 2. Yhteenvedo naudanruhon paloista ja lajitelmista.

Ruhon osa	Lajitelma / pala	Selite
<b>Koko ruho</b>	Trimmattu sisäfilee	
	Trimmattu ulkofilee	
	Entrecote	Neljä (4.-7.) kylkiluuta pitkä ulkofileen etuosa
	Sisäpaisti	
	Ulkopaisti	
	Kulmapaisti	
	Paahtopaisti	
	N0	Poistettu osa näkyvästä rasvasta, kalvot ja jänteet, rasvaa alle 12 %
	N2	Ei sisällä rasvakasaumia, paksuja kalvoja tai jänteitä, rasvaa alle 20 %
	N3	Ei sisällä rasvakasaumia, paksuja kalvoja tai jänteitä, rasvaa 30 + 2 %
N5	Sisältää jänteet ja kalvot, rasvaa noin 10 %	
N6	Sisältää leikkuussa erotetun rasvan, ei sisällä sisärasvoja, rasvaa noin 70 %	
Luut	Ruhon kaikki luut	

Mittausten jälkeen ulkofileenäytteet pakattiin tyhjiöön ja kuljettiin Lihateollisuuden tutkimuskeskukselle Hämeenlinnaan analysoitaviksi. Hämeenlinnassa ulkofileet analysoitiin kahdeksan päivän raakakypsytyksen jälkeen. Tällöin niistä analysoitiin valuma (vakuumpussiin jäänyt vesi), leikkuuvaste (20 rinnakkaisena noin 70 °C: en kypsennetystä näytteestä). Leikkuuvaste on murealla lihalla 4,2–11,30, normaalilla lihalla 11,31–16,80 ja sitkeällä lihalla 16,81–26,00 kg/cm<sup>2</sup>. Edelleen ulkofileistä analysoitiin vesi-, rasva- ja proteiinipitoisuus sekä aistinvarainen laatu. Aistinvaraista arviointia varten ulkofileistä leikattiin 1,5 cm paksut viipaleet, jotka lämmitettiin 70 °C sisälämpötilaan ”tela-grillissä”. Näytteet tarjoitiin välittömästi LTK:n asiantuntijaraadille, jossa oli 4–6 henkilöä. Raadin jäsenet arvioivat itsenäisesti lihanäytteiden mureuden, mehukkuuden ja maun sekä antoivat mahdolliset kommentit sivumausta. Lihan laatuanalyysissä käytetyt tutkimusmenetelmät on esitelty pääpiirteissään Huuskosen ym. (2010a,b) julkaisuissa.

Tilastollisena testauksena tuloksille tehtiin varianssianalyysi SAS-ohjelmiston GLM-proseduurilla. Testauksessa koekäsittelyä oli eläimen rotu ja havaintoyksikkönä käytettiin yksittäistä eläintä. Tällöin kullakin koekäsittelyllä oli kahdeksan toistoa.

Taulukko 3. Palojen arvonmukainen ryhmittely neljään luokkaan.

Ryhmä	Palat (arvo, euroa/kg)
Arvokkaimmat	Trimmattu sisä- ja ulkofilee sekä entrecote (10,00 – 18,90)
Arvokkaat	Sisä-, ulko-, kulma- ja paahtopaisti sekä N0-lajitelma (4,30 – 6,70)
Vähemmän arvokkaat	N2- ja N3-lajitelmat (2,10 - 2,90)
Lähes arvottomat	N5- ja N6-lajitelmat sekä luut (-0,04 – 0,34)

## 1.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

### 1.3.1 Rehujen koostumus ja rehun syönti

Kokeessa käytetyn nurmisäilörehun kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin 319 g/kg ja D-arvo 667 g/kg ka. Säilörehussa oli muuntokelpoista energiaa 10,7 MJ/kg ka, raakavalkuaista 150 g/kg ka ja NDF-kuitua 547 g/kg ka. Säilörehun OIV-pitoisuus oli keskimäärin 84 g/kg ka ja PVT-arvo 7 g/kg ka. Säilörehun pH-arvo oli kokeen aikana keskimäärin 4,11. Säilörehu sisälsi haihtuvia rasvahappoja 16 g/kg ka, maito- ja muurahaishappoa 42 g/kg ka ja sokeria 60 g/kg ka. Rehussa oli ammoniumtyyppiä 75 g/kg kokonaistyyppiä ja liukoista tyyppiä 552 g/kg kokonaistyyppiä.

Kokeessa käytetyn rehuohran kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin 845 g/kg, ohrassa oli muuntokelpoista energiaa 13,1 MJ/kg ka ja raakavalkuaista 127 g/kg ka. Ohran OIV-pitoisuus oli keskimäärin 104 g/kg ka ja PVT-arvo -44 g/kg ka. Kauran kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin 817 g/kg, siinä oli muuntokelpoista energiaa 11,9 MJ/kg ka ja raakavalkuaista 138 g/kg ka. Kauran OIV-pitoisuus oli keskimäärin 94 g/kg ka ja PVT-arvo -30 g/kg ka.

Eläinten rehun syönti ei muodostunut samanlaiseksi. Hereford-sonnit söivät keskimäärin vähemmän kokeen aikana (9,2 kg ka/vrk) verrattuna charolais- (11,0 kg ka/vrk) ja risteytyssonneihin (10,7 kg ka/vrk). Eläinten rehun syöntiin vaikutti todennäköisesti sekä eläinten erilainen koko että mieltymys syödä rehuja. Erillisuokinnassa varsinkin viljan syönti vaihteli karsinoittain. Säilörehun sulavuus vaihteli jonkin verran kokeen aikana, ja tämä myös näkyi rehun syönnissä. Heikomman sulavuuden karkearehu (D-arvo 650 g/kg ka) vähensi selvästi kaikkien sonnien säilörehun syöntiä verrattuna paremmin sulavaan karkearehuun (D-arvo 670–680 g/kg ka).

### 1.3.2 Kasvu- ja teurastulokset

Sonnit kasvatettiin varsin suuriin teuraspainoihin (Taulukko 4), koska nimenomaan hyvin suurten ruhojen leikkuusaannoista on olemassa vähiten tutkittua tietoa. Hf-sonnien teuraspaino oli keskimäärin 414 kg, hf×ch-risteytysten 476 kg ja puhtaiden ch-sonnien 507 kg. Ch-sonnien nettokasvu oli keskimäärin 29 % parempi ( $p < 0,001$ ) ja teurasprosentti keskimäärin 8 % korkeampi ( $p < 0,001$ ) kuin hf-sonneilla. Risteytyssonnit sijoittuivat tuloksissaan puhtaiden eläinten väliin, kuitenkin lähemmäksi ch-eläinten tuloksia. Charolais-sonnien hereford-sonneja parempi kasvupotentiaali on havaittu myös monissa aiemmissä kasvatuskokeissa (esim. Gregory ym. 1994, Aass & Vangen 1998, Bartoň ym. 2006).

Sonnien teuraspainot olivat tässä raportoidussa tutkimuksessa korkeammat ja kasvutulokset selvästi paremmat kuin mitä Kaminiecki ym. (2009) mittasivat ch- ja hf×ch-sonneille omassa tutkimuksessaan. Sen sijaan Mannisen ym. (2011) tutkimuksessa hf-sonnit kasvoivat selkeästi nyt raportoitavaa koetta paremmin (päiväkasvut 1588–1809 g/pv), mikä todennäköisesti johtui Mannisen ym. (2011) kokeessa käytetystä erittäin hyvin sulavasta säilörehusta (D-arvo 699–750 g/kg ka) sekä siitä, että Mannisen ym. (2011) kokeessa sonnit teurastettiin selvästi tätä koetta matalammissa teuraspainoissa (321–331 kg). Kokeessamme mitatut päiväkasvutulokset hf- ja ch-sonneille (1300 ja 1476 g/pv) ovat yhdenmukaisia Bartoňin ym. (2006) saamien tulosten kanssa (1315 ja 1428 g/pv hereford- ja charolais-sonneille), vaikka Bartoňin ym. (2006) kokeessa teuraspainot olivat selvästi tässä raportoitavaa koetta matalammat (302 ja 362 kg hf- ja ch-sonneille).

Lihakkuudeltaan kaikki rodut luokittuivat pihviluokkiin (vähintään luokka R- EUROP-luokituksessa). Ch-sonnien ruhot olivat keskimäärin 57 % lihakkaampia kuin hf-sonnien ruhot ja 20 % lihakkaampia kuin hf×ch-sonnien ruhot ( $p < 0,001$ ). Charolais-sonnien ylivertaisuus teurasprosentissa ja ruhojen lihakkuudessa hereford-sonneihin nähden on yhdenmukainen tulos Poláchin ym. (2004), Sochorin ym. (2005) ja Bartoňin ym. (2006) havaintojen kanssa. Omassa tutkimuksessamme hereford-sonnien charolais-sonneja matalampi teurasprosentti ja heikompi lihakkuus voivat osittain selittyä myös hf-sonnien matalammalla teuraspainolla, sillä tutkimuksessa on havaittu teuraspainon olevan positiivisesti korreloitu teurasprosentin ja lihakkuuden kanssa (mm. Kempster ym. 1988).

Risteytyssonnien ja puhtaiden ch-sonnien ruhon rasvaluokka oli keskimäärin 2,9 mikä oli merkitsevästi matalampi kuin hf-sonneilla (3,8) ( $p < 0,001$ ). Hereford-eläinten suurempi rasvoittumistaipumus charolais-rotuisiin verrattuna onkin raportoitu myös useissa aikaisemmissä tutkimuksissa (mm. Wheeler ym. 2005, Bartoň ym. 2006).

Taulukko 4. Hereford- (hf), charolais- (ch) sekä hf×ch-sonnien kasvu- ja teurastulokset sekä lihan laatu.

	Rotu			SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>
	hf	hf×ch	ch		
Kokeen kesto, vrk	394	385	376	13,0	
Alkupaino, kg	254	289	312	18,1	o
Loppupaino, kg	764 <sup>a</sup>	827 <sup>b</sup>	865 <sup>b</sup>	14,7	***
Teuraspaino, kg	414 <sup>a</sup>	476 <sup>b</sup>	507 <sup>c</sup>	8,5	***
Päiväkasvu, g/pv	1300 <sup>a</sup>	1391 <sup>ab</sup>	1476 <sup>b</sup>	42,2	*
Nettokasvu, g/pv	729 <sup>a</sup>	861 <sup>b</sup>	937 <sup>c</sup>	22,5	***
Teurasprosentti, g/kg	541 <sup>a</sup>	576 <sup>b</sup>	586 <sup>b</sup>	4,6	***
Lihakkuus, EUROP <sup>3</sup>	7,9 (R) <sup>a</sup>	10,3 (U-) <sup>b</sup>	12,4 (U+) <sup>c</sup>	0,42	***
Rasvaisuus, EUROP <sup>4</sup>	3,8 <sup>a</sup>	2,9 <sup>b</sup>	2,9 <sup>b</sup>	0,21	**
Marmoroitumisaste <sup>5</sup>					
Ulkofilee	1,50 <sup>a</sup>	1,25 <sup>ab</sup>	0,88 <sup>b</sup>	0,202	o
Entrecote	1,19 <sup>a</sup>	0,69 <sup>ab</sup>	0,56 <sup>b</sup>	0,199	o
Ulkofileen					
pH	5,60	5,61	5,58	0,017	
Vesi, g/kg	747	749	750	2,8	
Proteiini, g/kg	213 <sup>b</sup>	216 <sup>b</sup>	220 <sup>a</sup>	1,2	**
Rasva, g/kg	26 <sup>a</sup>	22 <sup>ab</sup>	17 <sup>b</sup>	2,4	o
Valuma, %	0,49 <sup>b</sup>	0,54 <sup>ab</sup>	0,76 <sup>a</sup>	0,087	o
Leikkuuvaste <sup>6</sup> , kg/cm <sup>2</sup>	10,0	10,5	11,9	0,76	
Ulkofileen väri <sup>7</sup>					
L (vaaleus)	36,2	36,4	36,9	0,69	
a (punaisuus)	23,9	23,0	21,6	0,73	
b (keltaisuus)	6,4	6,1	6,0	0,60	
Aistivarainen arvio <sup>8</sup>					
Mureus	6,1 <sup>a</sup>	5,6 <sup>ab</sup>	5,2 <sup>b</sup>	0,22	*
Mehukkuus	5,6	5,3	5,2	0,14	
Maku	5,8	5,5	5,5	0,12	
Yhteispisteet	17,4 <sup>a</sup>	16,4 <sup>ab</sup>	15,9 <sup>b</sup>	0,41	*

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Tilastollisesti merkitsevästi toisistaan eroavat keskiarvot on merkitty taulukkoon eri yläindekseillä.

\*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

<sup>3</sup> Lihakkuus: (1 = heikoin, 15 = paras). 1=P-, 2=P, 3=P+, 4=O-, 5=O, 6=O+, 7=R-, 8=R, 9=R+, 10=U-, 11=U, 12=U+, 13=E-, 14=E, 15=E+.

<sup>4</sup> Rasvaisuus: (1 = rasvaton, 5 = erittäin rasvainen).

<sup>5</sup> Marmoroitumisaste: asteikko 0–5. 0 = ei marmoroitumista, 5 = erittäin paljon marmoroitumista.

<sup>6</sup> Määritetty leikkuumittarilla: mitä suurempi luku, sitä sitkeämpää liha on.

<sup>7</sup> Mitä suurempi lukuarvo, sitä vaaleampi, punaisempi tai keltaisempi.

<sup>8</sup> Mureus, mehukkuus ja maku: subjektiivinen arvostelu, jossa 1 = erittäin huono ja 7 = erittäin hyvä.

### 1.3.3 Leikkuusaannot

Ruhon alkupalojen, arvopalojen ja lihalajitelmien leikkuusaannoissa oli havaittavissa merkitseviä eroja rotujen välillä (Taulukot 5 ja 6). Ch-sonneilla ruhon arvokkaimpien palojen (trimmattu sisäfilee ja ulkofilee sekä entrecote: 10,00–18,90 euroa/kg) osuus teuraspainosta oli suurempi kuin hf-sonneilla (p<0,001). Lisäksi ruhon arvokkaiden palojen (sisä-, ulko-, kulma- ja paahtopaisti sekä N0-lajitelma: 4,30–6,70 euroa/kg) osuus teuraspainosta oli sekä ch- että hf×ch-sonneilla merkitsevästi hf-sonneja suurempi (p<0,001). Vähemmän arvokkaita paloja (N2- ja N3-lajitelmat: 2,10–2,90 euroa/kg) oli suhteellisesti enemmän hf-sonnien kuin ch-sonnien ruhossa (p<0,05). Lähes arvottomia paloja (N5 ja N6-lajitelmat ja luut: 0–0,34 euroa/kg) oli hf-sonnien ruhossa suhteellisesti enemmän kuin ch- ja hf×ch-sonneilla. Yksityiskohtaiset ruhon alkupalojen, arvopalojen ja lajitelmien saannot ja käyvät ilmi taulukoista 5 ja 6.

Taulukko 5. Hereford- (hf), charolais- (ch) sekä hf ×ch-sonnien ruhon puolikkaiden leikkuusaannot kaupallisessa leikkuussa: ruhon etu- ja takaneljännes ja niiden 8 alkupalaa. Kunkin palan kohdalla on ilmoitettu kokonaispaino (kg) sekä osuus kokonaissaannosta (%).

	Rotu			SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>
	hf	hf×ch	ch		
Ruhon etu- ja takaneljännes ja niiden 8 alkupalaa					
Etuneljännes, kg	102,2 <sup>b</sup>	118,0 <sup>a</sup>	125,9 <sup>a</sup>	2,45	***
Etuneljännes, %	48,9	48,8	49,1	0,41	
Rinta, kg	26,9 <sup>b</sup>	30,2 <sup>a</sup>	30,7 <sup>a</sup>	0,73	**
Rinta, %	12,9 <sup>a</sup>	12,5 <sup>ab</sup>	11,9 <sup>b</sup>	0,22	*
Etuselkä, kg	22,6 <sup>b</sup>	27,7 <sup>a</sup>	29,8 <sup>a</sup>	1,09	***
Etuselkä, %	10,8	11,5	11,6	0,38	
Lapa, kg	33,8 <sup>c</sup>	38,1 <sup>b</sup>	41,0 <sup>a</sup>	0,75	***
Lapa, %	16,2	15,8	16,0	0,15	
Niska, kg	18,9 <sup>b</sup>	21,9 <sup>ab</sup>	24,4 <sup>a</sup>	0,89	***
Niska, %	9,1	9,1	9,5	0,32	
Takaneljännes, kg	106,7 <sup>b</sup>	123,5 <sup>a</sup>	130,7 <sup>a</sup>	2,34	***
Takaneljännes, %	51,1	51,2	50,9	0,41	
Sisäfile, kg	4,4 <sup>b</sup>	5,2 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>	0,18	***
Sisäfile, %	2,1	2,2	2,2	0,06	
Kylkikuve, kg	22,8	24,7	24,5	0,78	
Kylkikuve, %	10,9 <sup>a</sup>	10,3 <sup>ab</sup>	9,5 <sup>b</sup>	0,26	**
Ulkofileselkä, kg	17,3 <sup>b</sup>	19,6 <sup>a</sup>	20,9 <sup>a</sup>	0,41	***
Ulkofileselkä, %	8,3	8,1	8,2	0,14	
Suorapaisti, kg	62,3 <sup>c</sup>	74,0 <sup>b</sup>	79,6 <sup>a</sup>	1,49	***
Suorapaisti, %	29,9	30,6	31,0	0,34	o

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Tilastollisesti merkitsevästi toisistaan eroavat keskiarvot on merkitty taulukkoon eri yläindekseillä.

\*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

Hereford-sonneilla arvopalojen osuudet kokonaissaannosta olivat samaa suuruusluokkaa, mitä Manninen ym. (2011) mittasivat omassa kokeessaan hf-sonneilta selvittäessään säilörehun sulavuuden ja väkirehun valkuaisli-sän vaikutuksia sonnien kasvu- ja teurastuloksiin sekä leikkuusaantoon ja lihan laatuun. Myös useissa aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu ruhon arvokkaiden palojen osuuden teuraspainosta olevan charolais-sonneilla merkitsevästi suuremman kuin hereford-sonneilla (esim. Oprządek ym. 2001, Bartoň ym. 2006, Kaminiecki ym. 2009). Vastoin tässä raportoidun kokeen havaintoja Bartoň ym. (2006) raportoivat, että luiden osuus teuraspainosta oli hereford-sonneilla matalampi kuin charolais-sonneilla. Omassa kokeessamme emme havainneet merkitseviä eroja luiden prosentuaalisissa osuuksissa tutkittujen rotujen välillä.





Taulukko 6. Hereford- (hf), charolais- (ch) sekä hf × ch-sonnien ruhon puolikkaiden leikkuusaannot kaupallissa leikkuussa: ruhon kaupalliset palat ja lajitelmat. Kunkin palan kohdalla on ilmoitettu kokonaispaino (kg) sekä osuus kokonaissaannosta (%).

	Rotu			SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>
	hf	hf×ch	ch		
<b>Palat</b>					
Entrecote, kg	3,5 <sup>b</sup>	4,3 <sup>a</sup>	4,6 <sup>a</sup>	0,13	***
Entrecote, %	1,7	1,8	1,8	0,04	o
Trimmattu sisäfile, kg	2,2 <sup>c</sup>	2,7 <sup>b</sup>	3,1 <sup>a</sup>	0,08	***
Trimmattu sisäfile, %	1,05 <sup>b</sup>	1,14 <sup>ab</sup>	1,23 <sup>a</sup>	0,03	**
Trimmattu ulkofile, kg	5,9 <sup>c</sup>	7,2 <sup>b</sup>	8,4 <sup>a</sup>	0,19	***
Trimmattu ulkofile, %	2,8 <sup>b</sup>	3,0 <sup>ab</sup>	3,3 <sup>a</sup>	0,07	**
Sisäpaisti, kg	6,3 <sup>b</sup>	8,8 <sup>a</sup>	9,6 <sup>a</sup>	0,26	***
Sisäpaisti, %	3,1 <sup>b</sup>	3,7 <sup>a</sup>	3,8 <sup>a</sup>	0,10	***
Ulkopaisti, kg	11,8 <sup>a</sup>	14,4 <sup>b</sup>	16,5 <sup>c</sup>	0,35	***
Ulkopaisti, %	5,7 <sup>b</sup>	6,0 <sup>b</sup>	6,4 <sup>a</sup>	0,11	***
Kulmapaisti, kg	6,3 <sup>a</sup>	7,7 <sup>b</sup>	8,3 <sup>b</sup>	0,19	***
Kulmapaisti, %	3,0 <sup>a</sup>	3,2 <sup>ab</sup>	3,2 <sup>b</sup>	0,06	*
Paahtopaisti, kg	2,9 <sup>c</sup>	4,1 <sup>b</sup>	4,6 <sup>a</sup>	0,11	***
Paahtopaisti, %	1,4 <sup>b</sup>	1,7 <sup>a</sup>	1,8 <sup>a</sup>	0,04	***
<b>Lajitelmat<sup>3</sup></b>					
N0, kg	60,4 <sup>c</sup>	75,9 <sup>b</sup>	84,5 <sup>a</sup>	2,21	***
N0, %	28,9 <sup>b</sup>	31,5 <sup>ab</sup>	33,0 <sup>a</sup>	0,75	**
N2, kg	34,4 <sup>b</sup>	42,8 <sup>a</sup>	43,4 <sup>a</sup>	1,83	**
N2, %	16,5	17,8	17,0	0,71	
N3, kg	11,8	7,9	6,4	1,72	o
N3, %	5,7 <sup>a</sup>	3,3 <sup>ab</sup>	2,5 <sup>b</sup>	0,85	*
N5, kg	5,2	5,6	5,4	0,25	
N5, %	2,5 <sup>a</sup>	2,3 <sup>ab</sup>	2,1 <sup>b</sup>	0,10	*
N6, kg	20,9	17,6	15,9	1,60	
N6, %	10,0 <sup>a</sup>	7,3 <sup>b</sup>	6,2 <sup>b</sup>	0,65	**
Luut, kg	36,9 <sup>b</sup>	42,2 <sup>a</sup>	45,5 <sup>a</sup>	1,12	***
Luut, %	17,8	17,5	17,8	0,42	
<b>Palojen arvonmukainen ryhmittely</b>					
Arvokkaimmat palat, kg <sup>4</sup>	11,6 <sup>c</sup>	14,2 <sup>b</sup>	16,1 <sup>a</sup>	0,30	***
Arvokkaimmat palat, %	5,6 <sup>b</sup>	5,9 <sup>ab</sup>	6,3 <sup>a</sup>	0,11	***
Arvokkaat palat, kg <sup>5</sup>	87,7 <sup>c</sup>	110,9 <sup>b</sup>	123,5 <sup>a</sup>	2,73	***
Arvokkaat palat, %	42,0 <sup>b</sup>	46,0 <sup>a</sup>	48,2 <sup>a</sup>	0,82	***
Vähemmän arvokkaat palat, kg <sup>6</sup>	46,2	50,7	49,8	1,61	
Vähemmän arvokkaat palat, %	22,2 <sup>a</sup>	21,0 <sup>ab</sup>	19,4 <sup>b</sup>	0,63	*
Lähes arvottomat palat, kg <sup>7</sup>	63,1	65,4	66,8	1,85	
Lähes arvottomat palat, %	30,3 <sup>a</sup>	27,1 <sup>b</sup>	26,0 <sup>b</sup>	0,53	***
Ruhokilon arvo, €/kg	3,08 <sup>b</sup>	3,28 <sup>a</sup>	3,39 <sup>a</sup>	0,033	***

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Tilastollisesti merkitsevästi toisistaan eroavat keskiarvot on merkitty taulukkoon eri yläindekseillä.

\*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

<sup>3</sup> N0 (poistettu osa näkyvästä rasvasta, kalvot ja jänteet, rasvaa alle 12 %), N2 (ei sisällä rasvakasaumia, paksuja kalvoja tai jänteitä, rasvaa alle 20 %), N3 (ei sisällä rasvakasaumia, paksuja kalvoja tai jänteitä, rasvaa 30 ± 2 %), N5 (sisältää jänteet ja kalvot, rasvaa noin 10 %), N6 (sisältää leikkuussa erotetun rasvan, ei sisällä sisärasvoja, rasvaa noin 70 %), Luut (ruhon kaikki luut).

<sup>4</sup> Arvokkaimmat palat (trimmattu sisäfile ja ulkofile sekä entrecote: 10,00–18,90 euroa/kg), %.

<sup>5</sup> Arvokkaat palat (sisä-, ulko-, kulma- ja paahtopaisti sekä N0: 4,30–6,70 euroa/kg), %.

<sup>6</sup> Vähemmän arvokkaat palat (N2 ja N3: 2,10–2,90 euroa/kg), %.

<sup>7</sup> Lähes arvottomat palat (N5, N6 ja luut: 0–0,34 euroa/kg), %.

#### 1.3.4 Lihan laatu

Charolais-sonnien ulkofile sisälsi proteiinia keskimäärin 3 % enemmän kuin hf-sonnien ulkofile ja 2 % enemmän kuin hf×ch-sonnien ulkofile ( $p<0,01$ ) (Taulukko 4). Vastaavasti hf-sonnien ulkofile sisälsi 53 % enemmän rasvaa kuin ch-sonnien ulkofile. Myös Bureš ym. (2006) havaitsivat, että hf-sonnien liha sisälsi enemmän rasvaa ja vähemmän proteiinia kuin charolais-sonnien liha.

Ulkofileen pH ja väri eivät eronneet merkitsevästi rotujen välillä (Taulukko 4). Kaikkien rotujen ulkofile ja entrecote olivat hyvin vähän marmoroituneita. Kuitenkin hf-sonneilla sekä ulkofile että entrecote arvioitiin enemmän marmoroituneeksi kuin ch-sonnien vastaavat ( $p<0,1$ ). Risteytyssonnien ulkofile ja entrecote eivät eronneet marmoroitumisen osalta merkitsevästi muista roduista. Ulkofileen valuman mitattiin olleen ch-sonneilla 55 % suurempi kuin hf-sonneilla ( $p<0,1$ ).

Ulkofileen aistinvaraisessa arvioinnissa ei havaittu rotujen välisiä merkitseviä eroja mehukkuudessa ja maussa. Sen sijaan hf-sonnien ulkofile arvioitiin 17 % mureammaksi kuin ch-sonnien ulkofilee ( $p<0,05$ ). Ero mureudessa vaikutti myös aistinvaraisesta arvioinnista saatuihin yhteispisteisiin, jotka olivat hf-sonneilla keskimäärin 9 % korkeammat kuin ch-sonneilla ( $p<0,05$ ). Risteytyssonnit eivät eronneet aistinvaraisessa arvioinnissa muista roduista tilastollisesti merkitsevästi minkään arvioidun ominaisuuden osalta. Ch- ja hf-rotujen välinen prosentuaalinen ero aistinvaraisesti arvioidussa mureudessa on suunnilleen samaa luokkaa kuin näiden rotujen välinen ero leikkuuvastemittautuloksissa. Koska leikkuuvastemittauksissa hajonta rotujen sisällä oli suurempaa kuin aistinvaraisessa arvioissa, erot leikkuuvastemittauksissa eivät kuitenkaan muodostuneet tilastollisesti merkitseviksi (Taulukko 4).

Hf-sonnien paremmuus lihan mureudessa liittyy todennäköisesti suurempaan lihaksen sisäisen rasvan osuuteen (marmoroitumiseen), sillä useissa yhteyksissä on havaittu marmoroitumisen ja lihanäytteen mureuden välinen positiivinen yhteys (Gregory ym. 1994, Wheeler ym. 1996). Marmoroituminen tekee kypsennetystä lihasta mureampaa, koska rasva on pehmeämpi kudos verrattuna lihas- ja sidekudokseen. Rasva liukenee suuhun helpommin kuin muut lihaksen rakenneosat. Lihanmaku tunnistetaan paremmin marmoroituneesta lihasta, koska rasva kuljettaa ihmisen suussa maun muodostumiseen tarvittavia molekyylejä. Tästä aiheutuu marmoroituneen lihan usein miellyttävä suutuntuma.

#### 1.4 Yhteenveto ja johtopäätökset

Suunnitelmallinen risteytys tuo etuja sekä lihanautojen loppukasvattajalle että emolehmätuottajalle. Tällöin emolehmätuottaja voi hyödyntää hereford-emojen emo-ominaisuudet ja loppukasvattaja charolais-rodun hyvät teurasominaisuudet. Charolais- ja hereford-rotujen risteytys parantaa teurasruhojen EUROP-luokittumista puhtaisiin hereford-sonneihin verrattuna. Risteytyssonneilla on mahdollista tavoitella pitempää kasvatusaikaa ja suurempia teuraspainoja vähäisemmällä ruhojen rasvoittumisriskillä kuin puhdasrotuisten hf-sonnien teuraskasvatuksessa. Eläinten väliset yksilölliset erot teurasominaisuuksissa voivat kuitenkin risteytyseläimillä olla suuret. Hereford-sonnien rasvoittuminen alkaa lisääntyä huomattavasti, kun tavoitellaan yli 400 kg teuraspainoja. Puhdasrotuiset charolais-sonnit pystytään puolestaan kasvattamaan yli 500 kg teuraspainoihin ilman rasvoittumista. Liharotuisten sonnien kasvu- ja teurasominaisuudet ovat erilaisia. Onkin jonkinasteista resurssien tuhlausta yrittää saavuttaa hyvä teurastulos samankaltaisella kasvatusstrategialla kaikilla roduilla ja rotuyhdistelmillä. Lihanlaadun ja leikkuusaannon osalta molemmilla tutkimuksissa olleilla roduilla on vahvuuksia. Hereford-sonnien liha osoittautui mureammaksi ja enemmän marmoroituneeksi kuin charolais-sonnien liha. Ch-sonneilla ruhon arvokkaimpien palojen osuudet teuraspainosta olivat puolestaan suuremmat kuin hf-sonneilla. Tulosten perusteella pihvirotuisten nautojen teuras- ja lihan laatuominaisuudet ovat erilaisia. Kumpikaan tutkimuksessa mukana ollut rotu ei kuitenkaan ollut ylivertainen kaikissa mitatuissa ominaisuuksissa.

#### 1.5 Kirjallisuus

- Aass, L. & Vangen, O. 1998. Carcass and meat quality characteristics of young bulls of Norwegian cattle and crossbreeds with Angus, Hereford and Charolais. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A, Animal Science* 48: 65–75.
- Bartoň, L., Řehák, D., Teslík, V., Bureš, D. & Zahrádková, R. 2006. Effect of breed on growth performance and carcass composition of Aberdeen Angus, Charolais, Hereford and Simmental bulls. *Czech Journal of Animal Science* 51: 47–53.
- Bureš, D., Bartoň, L., Zahrádková, R., Teslík, V. & Krejčová, M. 2006. Chemical composition, sensory characteristics, and fatty acid profile of muscle from Aberdeen Angus, Charolais, Simmental, and Hereford bulls. *Czech Journal of Animal Science* 51: 279–284.

- Gregory K.E., Cundiff L.V., Koch R.M., Dikeman M.E. & Koohmaraie M. 1994. Breed effects and retained heterosis for growth, carcass, and meat traits in advanced generations of composite populations of beef cattle. *Journal of Animal Science* 72: 833–850.
- Huuskonen, A., Jansson, S., Honkavaara, M., Tuomisto, L., Kauppinen, R. & Joki-Tokola, E. 2010a. Meat colour, fatty acid profile and carcass characteristics of Hereford bulls finished on grazed pasture or grass silage-based diets with similar concentrate allowance. *Livestock Science* 131: 125–129.
- Huuskonen, A., Joki-Tokola, E., Honkavaara, M., Tuomisto, L. & Kauppinen, R. 2010b. Meat quality and fatty acid profile of *M. longissimus dorsi* of growing bulls under insulated, uninsulated and outdoor housing conditions. *Agricultural and Food Science* 19: 214–222.
- Kaminiecki, H., Wójcik, J., Pilarczyk, R., Lachowicz, K., Sobczak, M., Grzesiak, W. & Błaszczak, P. 2009. Growth and carcass performance of bull calves born from Hereford, Simmental and Charolais cows sired by Charolais bulls. *Czech Journal of Animal Science* 54: 47–54.
- Kempster A.J., Cook G.L. & Southgate J.R. 1982. A comparison of the progeny of British Friesian dams and different sire breeds in 16- and 24-month beef production systems. 2. Carcass characteristics, and rate and efficiency of meat gain. *Animal Production* 34: 167–178.
- Kempster A.J., Cook G.L. & Southgate J.R. 1988. Evaluation of British Friesian, Canadian Holstein and beef breed × British Friesian steers slaughtered over a commercial range of fatness from 16-month and 24-month beef production systems. 2. Carcass characteristic, and rate and efficiency of lean gain. *Animal Production* 46: 365–378.
- Koch, R.M., Dikeman, M.E. & Crouse, J.D. 1982. Characterization of biological types of cattle (cycle III). III Carcass composition, quality and palatability. *Journal of Animal Science* 54: 35–45.
- Manninen, M., Honkavaara, M., Jauhiainen, L., Nykänen, A. & Heikkilä, A-M. 2011. Effects of grass-red clover silage digestibility and concentrate protein concentration on performance, carcass value, eating quality, and economy of finishing Hereford-bulls reared in cold conditions. *Agricultural and Food Science* 20: 151–168.
- Manninen, M., Holma, M., Jauhiainen, L. & Suvitie, M. 2004. Väkirehun kasviöljyn ja E-vitamiinin vaikutus naudanlihan koostumukseen. Teoksessa: Toim. Anneli Hopponen ja Marketta Rinne. Maataloustieteen Päivät 2004. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 19: 4 s.
- Manninen, M., Huhta, H., Virkajärvi, P., Joki-Tokola, E., Suvitie, M., Puntila, M.-L. & Röpelin, A. 1994. Risteytyseläinten ruokinta- ja kasvatuskokeet sekä ruhon ja lihan laatu. Teoksessa: toim. Tarja Korhonen ja Minna Toivonen. Naudanlihantuotannon kehittäminen: Naudanlihantuotannon edistämishankkeen loppuraportti. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö. s. 35–80.
- Moisio, T. & Heikonen, M. 1989. A titration method for silage assessment. *Animal Feed Science and Technology* 22: 341–353.
- MTT 2012. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. MTT, Jokioinen. [Viitattu 30.7.2012]. Saatavilla internetistä: <<https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot>>
- Nousiainen, J., Ahvenjärvi, S., Rinne, M., Hellämäki, M. & Huhtanen, P. 2004. Prediction of indigestible cell wall fraction of grass silage by near infrared reflectance spectroscopy. *Animal Feed Science and Technology* 115: 295–311.
- Oprządek, J., Dymnicki, E., Oprządek, A., Słoniewski, K., Sakowski, T. & Reklewski, Z. 2001. A note on the effect breed on beef cattle carcass traits. *Animal Science Paper and Reports* 19: 79–89.
- Poláh, P., Šubrt, J., Bjelka, M., Uttendorfský, K. & Filipčík, R. 2004. Carcass value of the progeny of tested beef bulls. *Czech Journal of Animal Science* 49: 315–322.
- Sochor, J., Simeonovová, J., Šubrt, J. & Buchar, J. 2005. Effects of selected fattening performance and carcass value traits on textural properties of beef. *Czech Journal of Animal Science* 50: 81–88.
- Šubrt, J., Frelich, J., Polach, P. & Voříšková, J. 1999. Analysis of carcass quality in sons of breeding bulls of meat breeds. *Czech Journal of Animal Science* 44: 39–48.
- Wheeler, T.L., Cundiff, L.V., Koch, R. & Crouse, J.D. 1996. Characterization of biological types of cattle (Cycle IV): Carcass traits and longissimus palatability. *Journal of Animal Science* 74: 1023–1035.
- Wheeler, T.L., Cundiff, L.V., Shackelford, S.D. & Koohmaraie, M. 2005. Characterization of biological types of cattle (cycle VII): Carcass, yield, and longissimus palatability traits. *Journal of Animal Science* 83: 196–207.

---

## 2 Limousin- ja aberdeen angus-sonnien sekä ab×li-risteytyssonnien lihantuotanto-ominaisuudet tilakokeessa

---

Arto Huuskonen<sup>1</sup>, Maiju Pesonen<sup>1</sup> ja Markku Honkavaara<sup>2</sup>

<sup>1</sup> MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, etunimi.sukunimi@mtt.fi

<sup>2</sup> Lihateollisuuden tutkimuskeskus, PL 56, 13101 Hämeenlinna, markku.honkavaara@ltk.fi

### Tiivistelmä

Tyypillisellä suomalaisella nurmisäilörehuun ja viljaan perustuvalla dieetillä ruokittujen liharotuisten nautojen ruhon ja lihan laatuominaisuuksista ei ole olemassa juurikaan tutkimustietoa. Tämän vuoksi InnoNauta Kehitys –hankkeen toisessa tilakokeessa vertailtiin aberdeen angus- (ab), limousin- (li) ja aberdeen angus×limousin-risteytyssonnien lihantuotanto-ominaisuuksia nurmisäilörehuun ja rehuviljaan perustuvalla ruokinnalla. Koe suoritettiin tilakokeena pohjoissavolaisella lihanautatilalla. Syksyllä 2010 24 liharotuista sonnia (8 kpl ab, 8 kpl li, 8 kpl ab×li) otettiin vieroituksen jälkeen kokeeseen. Sonnit jaettiin roduittain kylmäpihaton karsinoihin, kahdeksan sonnia kuhunkin karsinaan. Eläimet ruokittiin nurmisäilörehu-viljapohjaisella dieetillä, ja lisäksi huolehdittiin eläinten kivennäisen ja vitamiinien tarpeesta. Rehuviljana käytettiin ohran ja kauran seosta (1:1). Sonnien rehustuksessa pyrittiin dieetin 40 % väkirehutasoon.

Sonnit teurastettiin Atrian Kuopion teurastamossa kahdessa erässä. Ruhon laatu määritettiin luokittelemalla ruhojen lihakkuus ja rasvaisuus EUROP-luokituksen mukaisesti. Jokaisesta ruhosta leikattiin vasen puolisko Atrian leikkuutavalla ensin kahdeksaan alkupalaan ja sitten 51 kaupalliseen palaan. Kukin pala punnittiin erikseen. Leikkuussa arvioitiin entrecoten ja ulkofileen marmoroitumisaste sekä mitattiin ulkofileen pH-arvo ja väri. Lihateollisuuden tutkimuskeskukseen otettiin ulkofileenäyte kemiallista ja aistinvaraista analyysiä sekä leikkuuvastemittausta varten.

Sonnien elopaino kokeen lopussa ja kasvusaika kokeessa olivat roduittain seuraavat: ab (705 kg, 345 pv), li (732 kg, 353 pv) ja ab×li (718 kg, 385 pv). Keskimääräinen teurastusikä oli 545 vuorokautta. Eläinten päiväkasvussa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja rotujen välillä, mutta limousin-sonnien nettokasvu oli 16 % suurempi kuin ab×li-sonnien ( $p<0,01$ ). Limousin-sonnien teuraspaino (439 kg) oli merkitsevästi suurempi kuin ab- (391 kg) ja ab×li-sonneilla (399 kg) ( $p<0,01$ ), mutta ab- ja ab×li-sonnien välillä ei ollut merkitsevää eroa teuraspainossa. Limousin-sonneilla teurasprosentti oli 8 % korkeampi kuin ab- ja ab×li-sonneilla ( $p<0,001$ ). Ruhojen lihakkuuden ja rasvaisuuden osalta limousin-sonnit luokittuivat selkeästi parhaiten. Ab- ja ab×li-sonnien välillä ei ollut merkitsevää eroa ruhojen rasvaisuudessa, mutta lihakkuudessa risteytyssonnit olivat merkitsevästi parempia kuin puhtaat ab-sonnit.

Li-sonneilla sekä ruhon arvokkaimpien palojen (trimmattu sisäfilee ja ulkofilee sekä entrecote: 10,00–18,90 euroa/kg) että ruhon arvokkaiden palojen (sisä-, ulko-, kulma- ja paahtopaisti sekä N0-lajitelma: 4,30–6,70 euroa/kg) osuudet teuraspainosta olivat suuremmat kuin ab-sonneilla tai ab×li-risteytyssonneilla ( $p<0,001$ ). Vähemmän arvokkaita (N2- ja N3-lajitelmat: 2,10–2,90 euroa/kg) ja lähes arvottomia (N5, N6 ja luut: 0–0,34 euroa/kg), paloja oli suhteellisesti enemmän ab-sonnien kuin li-sonnien ruhossa ( $p<0,001$ ). Angus- ja angus×limousin-sonnien ulkofile ja entrecote olivat enemmän marmoroituneita kuin puhtailla limousin-sonneilla. Limousin-sonnien ulkofile sisälsi puolestaan enemmän vettä ja proteiinia sekä vähemmän rasvaa kuin angus-sonnien ulkofile. Muutoin tässä tutkimuksessa ei havaittu merkittäviä rotujen välisiä eroja lihan laatuominaisuuksissa.

---

### Avainsanat:

*naudanlihantuotanto, rodut, sonnit, kasvu, ruhon laatu, lihan laatu, leikkuusaanto*

---

## 2.1 Johdanto

Eri pihvirotujen lihantuotanto-ominaisuuksia on selvitetty laajasti ulkomaisissa tutkimushankkeissa. Limousin- ja/tai aberdeen angus-rotuisten eläinten kasvua sekä ruhon ja lihan laatua ovat tutkineet mm. Chambaz ym. (2003), Bartoň ym. (2006), Cuvelier ym. (2006a,b) ja Alberti ym. (2008). Lisäksi erilaisia liharoturisteytyksiä on testattu tuotantokokeissa mm. Brittein saarilla (Kempster ym. 1982, 1988), Norjassa (Aass & Vangen 1998, Rødbotten ym. 2002), Tšekin tasavallassa (Sübrt ym. 1999, Poláh ym. 2004) ja Yhdysvalloissa (Koch ym. 1982, Wheeler ym. 1996). Suomessa liharotujen välisiä vertailuja on kuitenkin aiemmin tehty lähinnä maito-liha-risteytyseläimillä (Manninen ym. 1994). Tyypillisellä suomalaisella nurmisäilörehuun ja viljaan perustuvalla dieetillä ruokittujen liharotuisten nautojen ruhon ja lihan laatuominaisuuksista ei ole olemassa juurikaan tutkimustietoa. Tämän vuoksi InnoNauta Kehitys –hankkeen toisessa tilakokeessa vertailtiin aberdeen angus- (ab), limousin- (li) ja aberdeen angus×limousin-risteytyssonnien lihantuotanto-ominaisuuksia nurmisäilörehuun ja rehuviljaan perustuvalla ruokinnalla.

## 2.2 Aineisto ja menetelmät

Koe suoritettiin tilakokeena pohjoissavolaisella lihanautatilalla. Syksyllä 2010 vieroituksen jälkeen 24 liharotuisia sonnia (8 kpl ab, 8 kpl li, 8 kpl ab×li) otettiin kokeeseen. Sonnit jaettiin roduittain kylmäpihaton karsinoin, kahdeksan sonnia kuhunkin karsinaan. Eläimet ruokittiin nurmisäilörehu-viljapohjaisella dieetillä, ja lisäksi huolehdittiin eläinten kivennäisen ja vitamiinien tarpeesta. Rehuviljana käytettiin ohran ja kauran seosta (1:1). Sonnien rehustuksessa pyrittiin dieetin 40 % väkirehtasoon. Säilörehun, ohran ja kauran kemiallinen koostumus määritettiin Valio Oy:n laboratoriossa NIR-analytiikalla. Säilörehusta määritettiin lisäksi D-arvo NIR-menetelmällä (Nousiainen ym. 2004) ja säilönnällinen laatu puristenestitruuksella (Moisio & Heikonen 1989). Rehujen energia- ja valkuaisarvot laskettiin MTT:n (2012) kuvaamalla tavalla. Teuraspainotavoitteena oli kaikille roduille vähintään 380 kg. Kasvatusajaksi tavoiteltiin noin 12 kuukautta, jolloin sonnien teurasiäksi tuli noin 18 kuukautta. Sonnien päiväkasvu laskettiin loppupainon ja kokeen alun painon erotuksena jaettuna kasvatuspäivillä. Nettokasvu laskettiin teuraspainon ja kokeen alun ruhopainon erotuksena jaettuna kasvatuspäivillä. Ruhopainona kokeen alussa käytettiin elopaino × 0,5. Teurasruhot luokiteltiin EUROP-luokituksen mukaisesti.

Eläimet teurastettiin ja leikattiin Atria Suomi Oy:ssä Kuopiossa. Kustakin ruhosta leikattiin vasen puolisko Atrian leikkuutavalla ensin kahdeksaan alkupalaan ja sitten 51 kaupalliseen palaan (esitelty yksityiskohtaisesti edellisen artikkelin ”Charolais- ja hereford-sonnien sekä hf×ch-risteytyssonnien lihantuotanto-ominaisuudet tilakokeessa” yhteydessä). Ruhot paloiteltiin aluksi etu- ja takaneljännekseen. Etuvartin ja takavartin katkaisukohta selkärangassa oli 7. ja 8. kylkiluun välissä. Etuneljännekseen jäävä ulkofileen etuosa leikattiin poikki 3. ja 4. kylkiluun välistä, tällöin ulkofileestä ja etuvartista muodostuvan entrecoten pituus oli neljä kylkiluuta (4.–7.). Ulkofileesellä katkaistiin takaneljänneksestä viimeisen lannenikaman ja ensimmäisen häntäluun nikaman välistä. Ulkofilee ulottui siten 8. kylkiluulta viimeiseen lannenikamaan. Entrecote oli etuselässä oleva ulkofileen etuosa, jonka arvo on hieman alempi kuin ulkofileen. Palat ryhmiteltiin arvon mukaan (-0,04–18,90 euroa/kg) neljään luokkaan: arvokkaimpiin, arvokkaisiin, vähemmän arvokkaisiin ja lähes arvottomiin paloihin (esitelty yksityiskohtaisesti edellisen artikkelin ”Charolais- ja hereford-sonnien sekä hf×ch-risteytyssonnien lihantuotanto-ominaisuudet tilakokeessa” yhteydessä raportin sivuilla 11–12).

Leikkuun aikana punnittiin muodostuneet palat ja mitattiin ulkofileen laatu. Leikkaamossa mitattiin ulkofileen pH-arvo ja väri Minolta-värimittarilla sekä arvioitiin ulkofileen marmoroitumisaste (asteikko 0–5; 0=ei marmoroitumista/lihaksen sisäistä rasvaa, 5=erittäin paljon marmoroitunut/sisäistä rasvaa).

Mittausten jälkeen ulkofileenäytteet pakattiin tyhjiöön ja kuljettiin Lihateollisuuden tutkimuskeskukselle Hämeenlinnaan analysoitaviksi. Hämeenlinnassa ulkofileet analysoitiin kahdeksan päivän raakakypsytyksajan jälkeen. Tällöin niistä analysoitiin valuma (vakuumipussiin jäänyt vesi), leikkuuvaste (20 rinnakkaisena noin 70 °C: en kypsennetystä näytteestä). Leikkuuvaste on murealla lihalla 4,2–11,30, normaalilla lihalla 11,31–16,80 ja sitkeällä lihalla 16,81–26,00 kg/cm<sup>2</sup>. Edelleen ulkofileistä analysoitiin vesi-, rasva- ja proteiinipitoisuus sekä aistinvarainen laatu. Aistinvaraista arviointia varten ulkofileestä leikattiin 1,5 cm paksut viipaleet, jotka lämmitettiin 70 °C sisälämpötilaan ”tela-grillissä”. Näytteet tarjottiin välittömästi LTK:n asiantuntijaraadille, jossa oli 4–6 henkilöä. Raadin jäsenet arvioivat itsenäisesti lihanäytteiden mureuden, mehukkuuden ja maun sekä antoivat mahdolliset kommentit sivumausta. Lihan laatuanalyysissä käytetyt tutkimusmenetelmät on esitelty pääpiirteissään Huuskosen ym. (2010a,b) julkaisuissa.

Tilastollisena testauksena tuloksille tehtiin varianssianalyysi SAS-ohjelmiston GLM-proseduurilla. Testauksessa koekäsittelyinä oli eläimen rotu ja havaintoyksikkönä käytettiin yksittäistä eläintä. Tällöin kullakin koekäsittelyllä oli kahdeksan toistoa.

## 2.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

### 2.3.1 Kokeessa käytettyjen rehujen koostumus

Kokeessa käytetyn nurmisäilörehun kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin 381 g/kg ja D-arvo 681 g/kg ka. Säilörehussa oli muuntokelpoista energiaa 10,9 MJ/kg ka, raakavalkuaista 164 g/kg ka ja NDF-kuitua 556 g/kg ka. Säilörehun OIV-pitoisuus oli keskimäärin 84 g/kg ka ja PVT-arvo 40 g/kg ka. Säilörehu oli käymislaadultaan hyvää. Säilörehun pH-arvo oli kokeen aikana keskimäärin 4,62. Säilörehu sisälsi haihtuvia rasvahappoja 11 g/kg ka, maito- ja muurahaishappoa 21 g/kg ka ja sokeria 69 g/kg ka. Rehussa oli ammoniumtyyppä 36 g/kg kokonaistyyppä ja liukoista tyyppä 327 g/kg kokonaistyyppä.

Kokeessa käytetyn rehuohran kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin 863 g/kg, ohrassa oli muuntokelpoista energiaa 13,2 MJ/kg ka ja raakavalkuaista 123 g/kg ka. Ohran OIV-pitoisuus oli keskimäärin 97 g/kg ka ja PVT-arvo -23 g/kg ka. Kauran kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin 871 g/kg, siinä oli muuntokelpoista energiaa 11,5 MJ/kg ka ja raakavalkuaista 138 g/kg ka. Kauran OIV-pitoisuus oli keskimäärin 91 g/kg ka ja PVT-arvo 5 g/kg ka.

### 2.3.2 Kasvu- ja teurastulokset

Sonnien elopaino kokeen lopussa ja kasvusaika kokeessa olivat roduittain seuraavat: ab (705 kg, 345 pv), li (732 kg, 353 pv) ja ab×li (718 kg, 385 pv) (Taulukko 1). Keskimääräinen teurastusikä oli 545 vuorokautta. Eläinten päiväkasvussa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja rotujen välillä, mutta limousin-sonnien nettokasvu oli 16 % suurempi kuin ab×li-sonnien ( $p < 0,01$ ). Ulkomaisissa kokeissa Cuvelier ym. (2006a) eivät löytäneet merkitsevää eroa limousin- ja aberdeen angus-sonnien päiväkasvuissa, kun eläimet kasvatettiin väkirehuvaltaisella ruokinnalla (vilja ja sokerijuurikasleike). Sen sijaan Alberti ym. (2008) havaitsivat omassa kokeessaan väkirehuvaltaisella ruokinnalla ab-sonnien päiväkasvun selvästi li-sonneja paremmaksi (1970 vs. 1460 g/pv), kun molempien rotujen sonnit teurastettiin keskimäärin 428 päivän iässä. Alberti ym. (2008) tulkitsivat, että osa ab-sonnien erinomaisesta kasvutuloksesta saattoi johtua koejakson aikana realisoituneesta kompensatorisesta kasvusta. Kuitenkin myös Chambaz ym. (2003) ovat omassa kokeessaan raportoineet ab-härkien päiväkasvutuloksen li-härkiä paremmaksi, kun eläimet kasvatettiin samaan lihasrasvan sisäisen rasvan pitoisuuteen.

Limousin-sonnien teuraspaino (439 kg) oli merkitsevästi suurempi kuin ab- (391 kg) ja ab×li-sonneilla (399 kg) ( $p < 0,01$ ), mutta ab- ja ab×li-sonnien välillä ei ollut merkitsevää eroa teuraspainossa. Limousin-sonneilla teurasprosentti oli 8 % korkeampi kuin ab- ja ab×li-sonneilla ( $p < 0,001$ ). Kokeessamme havaitut teurasprosentit ovat hyvin linjassa aikaisemmin raportoitujen ulkomaisten havaintojen kanssa. Vastaavan suuruisia teurasprosentteja limousin-eläimille ovat havainneet mm. Bonaïti ym. (1988), Wulf ym. (1996), Cuvelier ym. (2006a) ja Alberti ym. (2008). Aberdeen angus-rodun osalta vastaavia tuloksia ovat raportoineet Barton & Pleasants (1997), Sinclair ym. (2001), Cuvelier ym. (2006a) ja Alberti ym. (2008).

Ruhojen lihakuuden ja rasvaisuuden osalta limousin-sonnit luokittuivat selkeästi parhaiten (Taulukko 1). Ab- ja ab×li-sonnien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa ruhojen rasvaisuudessa, mutta lihakuudessa risteytyssonnit olivat merkitsevästi parempia kuin puhtaat ab-sonnit. Myös Rødbotten ym. (2002) ja Chambaz ym. (2003) ovat havainneet limousin-eläinten luokittuneen selkeästi angus-rotuisia paremmin. Sitä vastoin Alberti ym. (2008) eivät havainneet eroa ruhojen lihakuudessa väkirehuvaltaisella dieetillä ruokittujen li- ja ab-sonnien välillä. Tässä raportoidussa tutkimuksessa angus-sonnien limousin-sonneja matalampi teurasprosentti ja heikompi lihakuus voivat osittain selittyä myös ab-sonnien matalammalla teuraspainolla, sillä aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu teuraspainon olevan positiivisesti korreloitu teurasprosentin ja lihakuuden kanssa (mm. Kempster ym. 1988).

Taulukko 1. Aberdeen angus- (ab), limousin- (li) sekä ab×li-sonnien kasvu- ja teurastulokset sekä lihan laatu.

	Rotu			SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>
	Ab	Li	Ab×Li		
Kokeen kesto, vrk	345 <sup>a</sup>	353 <sup>ab</sup>	385 <sup>b</sup>	10,2	*
Ikä, kokeen alussa, vrk	181 <sup>a</sup>	208 <sup>b</sup>	162 <sup>a</sup>	5,9	***
Ikä kokeen lopussa, vrk	526	561	547	10,9	o
Alkupaino, kg	285 <sup>ab</sup>	325 <sup>a</sup>	276 <sup>b</sup>	11,4	*
Loppupaino, kg	705	732	718	14,9	
Teuraspaino, kg	391 <sup>a</sup>	439 <sup>b</sup>	399 <sup>a</sup>	8,2	***
Päiväkasvu, g/pv	1224	1154	1152	41,5	
Nettokasvu, g/pv	726 <sup>ab</sup>	785 <sup>a</sup>	679 <sup>b</sup>	21,7	**
Teurasprosentti, g/kg	555 <sup>a</sup>	600 <sup>b</sup>	555 <sup>a</sup>	4,3	***
Lihakkuus, EUROP <sup>3</sup>	7,4 (R-) <sup>a</sup>	13,3 (E-) <sup>b</sup>	9,1 (R+) <sup>c</sup>	0,31	***
Rasvaisuus, EUROP <sup>4</sup>	3,8 <sup>a</sup>	2,1 <sup>b</sup>	3,3 <sup>a</sup>	0,19	***
Marmoroitumisaste <sup>5</sup>					
Ulkofilee	1,56 <sup>a</sup>	0,66 <sup>b</sup>	1,25 <sup>a</sup>	0,151	**
Entrecote	1,34 <sup>a</sup>	0,25 <sup>b</sup>	0,94 <sup>a</sup>	0,170	***
Ulkofileen					
pH	5,62	5,58	5,53	0,024	o
Vesi, g/kg	737 <sup>a</sup>	752 <sup>b</sup>	748 <sup>ab</sup>	3,2	*
Proteiini, g/kg	211 <sup>a</sup>	218 <sup>b</sup>	214 <sup>ab</sup>	1,9	*
Rasva, g/kg	38 <sup>a</sup>	21 <sup>b</sup>	33 <sup>a</sup>	1,9	***
Valuma, %	0,78	0,88	0,93	0,127	
Leikkuuvaste <sup>6</sup> , kg/cm <sup>2</sup>	13,2	12,1	11,3	1,74	
Ulkofileen väri <sup>7</sup>					
L (vaaleus)	37,2	36,2	36,6	0,63	
a (punaisuus)	25,0 <sup>ab</sup>	22,7 <sup>a</sup>	25,7 <sup>b</sup>	0,68	*
b (keltaisuus)	7,5	6,5	7,8	0,40	o
Aistivarainen arvio <sup>8</sup>					
Mureus	5,5	5,6	5,6	0,27	
Mehukkuus	5,7	5,4	5,2	0,18	
Maku	5,7	5,7	5,6	0,13	
Yhteispisteet	16,9	16,7	16,4	0,48	

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Tilastollisesti merkitsevästi toisistaan eroavat keskiarvot on merkitty taulukkoon eri yläindekseillä. \*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

<sup>3</sup> Lihakkuus: (1 = heikoin, 15 = paras). 1=P-, 2=P, 3=P+, 4=O-, 5=O, 6=O+, 7=R-, 8=R, 9=R+, 10=U-, 11=U, 12=U+, 13=E-, 14=E, 15=E+.

<sup>4</sup> Rasvaisuus: (1 = rasvaton, 5 = erittäin rasvainen).

<sup>5</sup> Marmoroitumisaste: asteikko 0–5. 0 = ei marmoroitumista, 5 = erittäin paljon marmoroitumista.

<sup>6</sup> Määritetty leikkuumittarilla: mitä suurempi luku, sitä sitkeämpää liha on.

<sup>7</sup> Mitä suurempi lukuarvo, sitä vaaleampi, punaisempi tai keltaisempi.

<sup>8</sup> Mureus, mehukkuus ja maku: subjektiivinen arvostelu, jossa 1 = erittäin huono ja 7 = erittäin hyvä.

Angus-rotuisten eläinten ruhojen suurempi rasvoittumistaipumus ns. pääterotuihin verrattuna on laajalti dokumentoitu myös aiemmissa tutkimuksissa (mm. Chambaz ym. 2003, Bartoň ym. 2006, Alberti ym. 2008). Rodut eroavat toisistaan rasvoittumispisteiden (ts. missä painossa eläin alkaa rasvoittua) osalta (Andersen 1991, Jones ym. 1994, Lowe ym. 1994). Aikuispainoltaan suurikokoiset rodut (esim. charolais, ja simmental) kasvavat nopeammin ja rasvoittuvat hitaammin kuin keskikokoiset rodut (aberdeen angus, hereford, shorthorn, highland cattle) (Jones ym. 1994). Rodut, jotka rasvoittuvat myöhään ja/tai hitaasti, soveltuvat paremmin oloihin, joissa rehua on runsaasti saatavilla ja eläimet voidaan kasvattaa korkeisiin teuraspainoihin. Aikaisin rasvoittuvia rotuja taas voidaan käyttää oloissa, joissa ruokinta on rajoitetumpaa, tai jos eläimet on syytä teurastaa pienemmissä painoissa. Kaikki eläimet eivät menesty samalla ruokinnalla yhtä hyvin. Keskikokoisten, varhain kehittyvien rotujen eläimet ovat paremmin sopeutuneet karkearehun hyödyntämiseen, kun taas väkirehuvaltaisella ruokinnalla suuret rodut pääsevät näyttämään kasvutaipumuksensa. Oloissa, joissa rehun laatua ei voida kovin tark-

kaan taata, saattaa keskikokoisilla roduilla olla etulyöntiasema. Keskikokoiset rodut sietävät enemmän vaihtelua, mikä johtuu rasvan kerääntymisestä ruhoon ja antaa enemmän pelivaraa teurastuksen ajankohdalle. Usein keskikokoiset rodut myös selviävät paremmin rajoitetulla ruokinnalla.

Yleensä teuraspainon kasvu lisää myös ruhojen rasvaisuutta. Keanen ja Allenin (1998) kokeessa painavimmat eläimet olivat rasvaisempia kuin alhaisemmassa painossa teurastetut eläimet. Myös Steen ja Kilpatrick (2000) havaitsivat, että teuraspainon nouseminen lisäsi merkittävästi ruhon rasvaisuutta ja vähensi lihan ja luun osuutta ruhossa. Tässä raportoidussa kokeessa rotuerot olivat kuitenkin selkeästi teuraspainoa merkittävämpi tekijä ruhojen rasvoittumisen osalta, sillä limousin-sonnien ruhot olivat suuremmasta teuraspainosta huolimatta vähärasvaisempia kuin angus- ja risteytyssonnien ruhot.

### 2.3.3 Leikkuusaannot

Rodulla oli selkeä vaikutus ruhojen leikkuusaantoihin (Taulukot 2 ja 3). Limousin-sonneilla sisäfileen ja entrecoten prosentuaaliset saannot olivat merkittävästi suuremmat kuin angus- ja risteytyssonneilla. Puhtaiden angussonnien ja risteytyssonnien välillä ei sitä vastoin ollut tilastollisesti merkittävää eroa sisäfileen ja entrecoten prosentuaalisissa saannoissa. Limousin sonneilla ulkofileen saanto oli 13 % suurempi kuin angus-sonneilla, mutta ulkofileen suhteellisissa saannoissa ei ollut merkittävää eroa risteytyssonnien ja puhdasrotuisten sonnien välillä. Ulko-, sisä- ja kulmapaistin saantojen osalta kaikki rodut erosivat merkittävästi toisistaan: limousin-sonneilla saannot olivat suurimmat ja angus-sonneilla pienimmät (Taulukko 3).

Taulukko 2. Aberdeen angus- (ab), limousin- (li) sekä ab×li-sonnien ruhon puolikkaiden leikkuusaannot kaupallisessa leikkuussa: ruhon etu- ja takaneljännes ja niiden 8 alkupalaa. Kunkin palan kohdalla on ilmoitettu kokonaispaino (kg) sekä osuus kokonaissaannosta (%).

	Rotu			SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkittävyys <sup>2</sup>
	Ab	Li	Ab×Li		
Ruhon etu- ja takaneljännes ja niiden 8 alkupalaa					
Etuneljännes, kg	97,8 <sup>a</sup>	108,7 <sup>b</sup>	98,2 <sup>a</sup>	2,29	**
Etuneljännes, %	49,3	48,9	48,8	0,37	
Rinta, kg	27,0	27,3	25,5	0,65	
Rinta, %	13,6 <sup>a</sup>	12,3 <sup>b</sup>	12,7 <sup>b</sup>	0,20	***
Etuselkä, kg	20,8 <sup>a</sup>	24,6 <sup>b</sup>	21,4 <sup>a</sup>	0,78	**
Etuselkä, %	10,5	11,1	10,6	0,31	
Lapa, kg	31,6 <sup>a</sup>	34,1 <sup>b</sup>	32,4 <sup>ab</sup>	0,71	*
Lapa, %	15,7 <sup>ab</sup>	15,3 <sup>a</sup>	16,1 <sup>b</sup>	0,16	**
Niska, kg	18,9 <sup>a</sup>	22,7 <sup>b</sup>	18,8 <sup>a</sup>	0,79	**
Niska, %	9,5	10,2	9,3	0,27	o
Takaneljännes, kg	100,4 <sup>a</sup>	113,7 <sup>b</sup>	102,8 <sup>a</sup>	2,11	***
Takaneljännes, %	50,7	51,1	51,2	0,37	
Sisäfilee, kg	4,0 <sup>a</sup>	4,8 <sup>b</sup>	4,3 <sup>a</sup>	0,11	***
Sisäfilee, %	2,0	2,1	2,1	0,04	
Kylkikuve, kg	22,3	20,7	21,0	0,72	
Kylkikuve, %	11,3 <sup>a</sup>	9,3 <sup>b</sup>	10,4 <sup>b</sup>	0,26	***
Ulkofileesellä, kg	16,2	17,3	16,5	0,51	
Ulkofileesellä, %	8,2	7,8	8,2	0,19	
Suora paisti, kg	57,8 <sup>a</sup>	70,9 <sup>b</sup>	61,1 <sup>a</sup>	1,25	***
Suora paisti, %	29,2 <sup>a</sup>	31,9 <sup>b</sup>	30,4 <sup>c</sup>	0,31	***

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Tilastollisesti merkittävästi toisistaan eroavat keskiarvot on merkitty taulukkoon eri yläindekseillä.

\*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

Li-sonneilla sekä ruhon arvokkaimpien palojen (trimmattu sisäfilee ja ulkofilee sekä entrecote: 10,00–18,90 euroa/kg) että ruhon arvokkaiden palojen (sisä-, ulko-, kulma- ja paahtopaisti sekä N0-lajitelma: 4,30–6,70 euroa/kg) osuudet teuraspainosta olivat suuremmat kuin ab-sonneilla tai ab×li-risteytyssonneilla (p<0,001). Vähemmän arvokkaita (N2- ja N3-lajitelmat: 2,10–2,90 euroa/kg) ja lähes arvottomia (N5, N6 ja luut: 0–0,34 euroa/



kg), paloja oli suhteellisesti enemmän ab-sonnien kuin li-sonnien ruhossa ( $p < 0,001$ ). Yksityiskohtaiset ruhon alkupalojen, arvopalojen ja lajitelmien saannot ja osuudet käyvät ilmi taulukoista 2 ja 3.

Taulukko 3. Aberdeen angus- (ab), limousin- (li) sekä ab×li-sonnien ruhon puolikkaiden leikkuusaannot kaupallisessa leikkuussa: ruhon kaupalliset palat ja lajitelmat. Kunkin palan kohdalla on ilmoitettu kokonaispaino (kg) sekä osuus kokonaissaannosta (%).

	Rotu			SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>
	Ab	Li	Ab×Li		
<b>Palat</b>					
Trimmattu sisäfilee, kg	2,1 <sup>a</sup>	3,0 <sup>b</sup>	2,4 <sup>a</sup>	0,08	***
Trimmattu sisäfilee, %	1,1 <sup>a</sup>	1,3 <sup>b</sup>	1,2 <sup>a</sup>	0,04	***
Trimmattu ulkofilee, kg	6,0 <sup>a</sup>	7,7 <sup>b</sup>	6,7 <sup>a</sup>	0,23	***
Trimmattu ulkofilee, %	3,1 <sup>a</sup>	3,5 <sup>b</sup>	3,3 <sup>ab</sup>	0,08	**
Entrecote, kg	3,4 <sup>a</sup>	4,1 <sup>b</sup>	3,4 <sup>b</sup>	0,12	***
Entrecote, %	1,7	1,9	1,7	0,05	o
Sisäpaisti, kg	6,4 <sup>a</sup>	9,7 <sup>b</sup>	7,7 <sup>c</sup>	0,28	***
Sisäpaisti, %	3,3 <sup>a</sup>	4,4 <sup>b</sup>	3,8 <sup>c</sup>	0,11	***
Ulkopaisti, kg	11,5 <sup>a</sup>	16,3 <sup>b</sup>	12,9 <sup>c</sup>	0,34	***
Ulkopaisti, %	5,8 <sup>a</sup>	7,4 <sup>b</sup>	6,4 <sup>c</sup>	0,12	***
Kulmapaisti, kg	5,8 <sup>a</sup>	7,9 <sup>b</sup>	6,3 <sup>a</sup>	0,20	***
Kulmapaisti, %	3,0 <sup>a</sup>	3,5 <sup>b</sup>	3,1 <sup>c</sup>	0,05	***
Paahtopaisti, kg	3,0 <sup>a</sup>	4,2 <sup>b</sup>	3,5 <sup>b</sup>	0,14	***
Paahtopaisti, %	1,5 <sup>a</sup>	1,9 <sup>b</sup>	1,8 <sup>b</sup>	0,05	***
Luut, kg	36,0	36,7	35,7	0,82	
Luut, %	18,2 <sup>a</sup>	16,6 <sup>b</sup>	17,8 <sup>a</sup>	0,30	**
<b>Kaupalliset lajitelmat<sup>3</sup></b>					
N0, kg	56,1 <sup>a</sup>	77,0 <sup>b</sup>	60,4 <sup>a</sup>	1,69	***
N0, %	28,4 <sup>a</sup>	34,7 <sup>b</sup>	30,2 <sup>a</sup>	0,54	***
N2, kg	32,0 <sup>a</sup>	40,2 <sup>b</sup>	36,4 <sup>ab</sup>	2,14	*
N2, %	16,2	18,1	18,2	1,07	
N3, kg	16,0 <sup>a</sup>	3,9 <sup>b</sup>	9,5 <sup>ab</sup>	3,08	*
N3, %	8,1 <sup>a</sup>	1,8 <sup>b</sup>	4,7 <sup>ab</sup>	1,50	*
N5, kg	3,7	3,7	3,5	0,12	
N5, %	1,9 <sup>a</sup>	1,7 <sup>b</sup>	1,8 <sup>ab</sup>	0,04	**
N6, kg	15,5 <sup>a</sup>	7,4 <sup>b</sup>	12,0 <sup>c</sup>	0,96	***
N6, %	7,9 <sup>a</sup>	3,4 <sup>b</sup>	5,9 <sup>c</sup>	0,47	***
Arvokkaimmat palat, kg <sup>4</sup>	11,6 <sup>b</sup>	14,8 <sup>a</sup>	12,5 <sup>b</sup>	0,34	***
Arvokkaimmat palat, %	5,9 <sup>a</sup>	6,7 <sup>b</sup>	6,2 <sup>a</sup>	0,11	***
Arvokkaat palat, kg <sup>5</sup>	82,9 <sup>b</sup>	115,0 <sup>a</sup>	90,8 <sup>b</sup>	2,35	***
Arvokkaat palat, %	41,9 <sup>a</sup>	51,8 <sup>b</sup>	45,3 <sup>c</sup>	0,66	***
Vähemmän arvokkaat palat, kg <sup>6</sup>	48,0	44,1	46,0	1,57	
Vähemmän arvokkaat palat, %	24,3 <sup>a</sup>	19,9 <sup>b</sup>	22,9 <sup>a</sup>	0,53	***
Lähes arvottomat palat, kg <sup>7</sup>	55,2 <sup>a</sup>	47,8 <sup>b</sup>	51,2 <sup>ab</sup>	1,38	**
Lähes arvottomat palat, %	27,9 <sup>a</sup>	21,6 <sup>b</sup>	25,5 <sup>c</sup>	0,50	***
Ruhon arvo, €/kg	3,15 <sup>a</sup>	3,62 <sup>b</sup>	3,35 <sup>c</sup>	0,037	***

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Tilastollisesti merkitsevästi toisistaan eroavat keskiarvot on merkitty taulukkoon eri yläindekseillä. \*\*\* ( $p < 0,001$ ), \*\* ( $p < 0,01$ ), \* ( $p < 0,05$ ) ja o ( $p < 0,10$ ).

<sup>3</sup> N0 (poistettu osa näkyvästä rasvasta, kalvot ja jänteet, rasvaa alle 12 %), N2 (ei sisällä rasvakasaumia, paksuja kalvoja tai jänteitä, rasvaa alle 20 %), N3 (ei sisällä rasvakasaumia, paksuja kalvoja tai jänteitä, rasvaa 30 ± 2 %), N5 (sisältää jänteet ja kalvot, rasvaa noin 10 %), N6 (sisältää leikkuussa erotetun rasvan, ei sisällä sisärasvoja, rasvaa noin 70 %), Luut (ruhon kaikki luut).

<sup>4</sup> Arvokkaimmat palat (trimmattu sisäfilee ja ulkofilee sekä entrecote: 10,00–18,90 euroa/kg), %.

<sup>5</sup> Arvokkaat palat (sisä-, ulko-, kulma- ja paahtopaisti sekä N0: 4,30–6,70 euroa/kg), %.

<sup>6</sup> Vähemmän arvokkaat palat (N2 ja N3: 2,10–2,90 euroa/kg), %.

<sup>7</sup> Lähes arvottomat palat (N5, N6 ja luut: 0–0,34 euroa/kg), %.

Limousin-eläimillä ruhon arvokkaiden palojen osuudet leikkuusaannosta ovat useissa aikaisemmissakin tutkimuksissa olleet suuremmat angus-rotuisiin eläimiin verrattuna (mm. Oprządek ym. 2001, Cuvelier ym. 2006a, Alberti ym. 2008). Esimerkiksi Oprządek ym. (2001) raportoivat, että arvopalojen osuudet erosivat merkitse-

västi kaikkien kokeessa mukana olleiden rotujen kesken (aberdeen angus, charolais, hereford, limousin, simmental ja piedmontese), ja arvopalojen saannot olivat suurimmat limousin-rodulla ja pienimmät hereford- ja aberdeen angus-roduilla. Yhdenmukaisesti tässä raportoitujen tulosten kanssa myös Alberti ym. (2008) havaitsivat limousin-sonnien ruhojen luusaannon pienemmäksi kuin aberdeen angus-sonneilla. Niin ikään Oprządek ym. (2001) raportoivat, että korkein luiden osuus havaittiin aberdeen angus- ja hereford-sonneilla (17,5 %) ja matalin limousin-sonneilla (13,9 %)

#### 2.3.4 Lihan laatu

Rodun vaikutukset ulkofileen laatuun on esitetty taulukossa 1. Rotu ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi ulkofileen pH-arvoon, joskin ab×li-sonneilla ulkofileen pH oli hieman matalampi kuin puhtailla ab-sonneilla ( $p=0,07$ ). Ulkofileen keskimääräinen pH-arvo (5,58) oli tässä tutkimuksessa samalla tasolla, mitä Manninen ym. (2011) raportoivat hereford-sonneilla 24h *post mortem*. Myöskään Chambaz ym. (2003) ja Cuvelier ym. (2006a,b) eivät havainneet eroa limousin- ja angus-rotuisten eläinten lihan pH-arvoissa.

Ulkofileen kemiallisen koostumuksen (vesi-, proteiini- ja rasvapitoisuus) osalta rotujen välillä oli merkitseviä eroja. Limousin-sonnien ulkofile sisälsi enemmän vettä ja proteiinia ( $p<0,001$ ) ja vähemmän rasvaa ( $p<0,001$ ) kuin angus-sonnien ulkofile. Risteytyssonnien ulkofile ei eronnut puhtaista roduista vesi- tai proteiinipitoisuuden osalta (Taulukko 1). Sen sijaan rasvapitoisuudeltaan risteytyssonnien ulkofile poikkesi limousin-sonnien ulkofileestä sisältäen tätä enemmän rasvaa ( $p<0,001$ ). Myös Cuvelier ym. (2006a) havaitsivat angus-sonnien lihanäytteen sisältäneen enemmän rasvaa ja vähemmän proteiinia kuin limousin-sonnien lihan. Tulokset tukevat Van Koeveringin ym. (1995) havaintoa siitä, että lihan lisääntynyt rasvapitoisuus näkyy yleensä pienempänä proteiinipitoisuutena.

Ulkofileen vaaleusarvo (L-arvo keskimäärin 36,7) oli naudanlihalle tyypillinen hieman tummahko ja punaisuutta osoittava a-arvo (keskimäärin 24,5) oli myös tavanomainen. Vaaleusarvossa ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja rotujen välillä, mutta angus- ja risteytyssonnien ulkofile oli hieman punaisempaa (suurempi a-arvo) kuin limousin-sonneilla. Käytännössä näillä eroilla ei ole kuitenkaan suurta merkitystä, koska kaikki mittaustulokset kuvastivat ”normaalin” naudanlihan arvoja. Aikaisemmissa ulkomaisissa tutkimuksissa Chambaz ym. (2006) eivät havainneet lihan värissä eroja angus- ja limousin-härkien välillä. Myöskään Cuvelier ym. (2006a,b) eivät raportoineet eroa lihan punaisuudessa (a-arvo) tai keltaisuudessa (b-arvo) angus- ja limousin-sonnien välillä, mutta havaitsivat lihan vaaleutta kuvaavan L-arvon olevan limousin-sonneilla 6 % suurempi kuin angus-sonneilla.

Ulkofileen valuma- ja leikkuuvastemittauksissa ei havaittu merkitseviä rotujen välisiä eroja (Taulukko 1). Honkavaaran (2012) mukaan leikkuuvaste on murealla lihalla 4,2–11,30, normaalilla lihalla 11,31–16,80 ja sitkeällä lihalla 16,81–26,00 kg/cm<sup>2</sup>. Tämän perusteella tutkitut näytteet edustivat keskimääräiseltä mureudeltaan normaalia lihaa. Myöskään Rødbotten ym. (2002), Chambaz ym. (2006) ja Cuvelier ym. (2006b) eivät havainneet omissa tutkimuksissaan eroa lihan leikkuuvasteessa ab- ja li-rotujen välillä. Sen sijaan valuman osalta omat tuloksemme poikkeavat Chambazin ym. (2006) ja Cuvelierin ym. (2006b) raportoimista, joiden mukaan valumahävikki oli pienempi angus-rotuisilla eläimillä verrattuna limousin-eläimiin.

Sekä ulkofileen että entrecoten osalta angus- ja angus×limousin-sonnien liha oli enemmän marmoroitunutta (sisälsi enemmän lihaksen sisäistä rasvaa) kuin puhtaiden limousin-sonnien liha (Taulukko 1). Marmoroituminen määritettiin subjektiivisesti (silmämääräisesti arvioimalla), mutta tulokset ovat varsin yhtenäiset objektiivisesti kemiallisella analyysillä määritetyn lihasnäytteen rasvapitoisuuden kanssa. Onkin havaittu, että mitattu rasvapitoisuus ja marmoroitumisaste korreloivat varsin hyvin keskenään (Jokela & Rinne 1998).

Lihaksen sisäisen rasvaisuuden lisääntymistä pidetään lihan syöntilaatua parantavana ominaisuutena (Jokela & Rinne 1998). Rasvakudosta kertyy eläimen kasvaessa ensiksi sisäelinten ympärille, seuraavaksi lihasten väliin, sitten nahan alle ja viimeiseksi lihaksensisäiseksi rasvaksi (Allen & Kilkenny 1984). Nautojen pintarasvan paksuuntuessa myös marmoroituminen yleensä lisääntyy (Lawrie 1985, Micol ym. 1991). Dolezalin ym. (1982) tutkimuksessa marmoroitumisen ja pintarasvan välinen korrelaatio oli melko korkea ( $r=0,63$ ). Näin ollen jos halutaan parantaa syöntilaatua lihaksen sisäistä rasvapitoisuutta lisäämällä, joudutaan todennäköisesti hyväksymään myös ruhojen pintarasvan tietynasteinen lisääntyminen. Toisin sanoen keinot, joilla ruhojen pintarasvaa voitaisiin vähentää, vähentävät todennäköisesti myös marmoroitumista.

Vaikka useat tutkijat (mm. Koch ym. 1979, Gregory ym. 1994, Wheeler ym. 1996) ovat raportoineet selkeitä yhteyksiä lihan marmoroitumisen ja leikkuuvasteen/aistinvaraisen mureuden välillä, emme havainneet vastavaa yhteyttä tässä kokeessa. Lihan marmoroitumisessa havaituista eroista huolimatta aistinvaraisessa arvioissa ei löydetty tilastollisesti merkitseviä eroja rotujen välillä (Taulukko 1).

## 2.4 Yhteenveto ja johtopäätökset

Limousin-sonnit olivat lihantuotantokyvyltään ylivoimaisia tässä kokeessa verratuista roduista. Limousin-sonnien nettokasvu, teurasprosentti ja lihakkuus olivat merkitsevästi paremmat kuin aberdeen angus- ja ab×li-sonneilla. Puhtaiden limousin-sonnien ruhosta saatiin merkittävästi enemmän arvokkaimpia ja arvokkaita paloja mutta vähemmän lähes arvottomia paloja muihin rotuihin verrattuna. Ab×li-risteytyssonnit sijoittuivat ruhon laadussa ja leikkusaannoissa puhtaiden rotujen väliin, joten risteytyksellä pystyttiin parantamaan ruhon laatuominaisuuksia puhtaisiin angus-sonneihin verrattuna. Risteytyseläinten tulokset eivät tässä kokeessa kuitenkaan olleet aivan yhtä hyviä kuin edellisessä artikkelissa raportoidut hereford×charolais-risteytyksellä saavutetut tulokset puhtaisiin hereford-sonneihin verrattuna. Angus- ja angus×limousin-sonnien ulkofile ja entrecote olivat enemmän marmoroituneita kuin puhtailla limousin-sonneilla. Limousin-sonnien ulkofile sisälsi puolestaan enemmän vettä ja proteiinia ja vähemmän rasvaa kuin angus-sonnien ulkofile. Muutoin tässä tutkimuksessa ei havaittu merkittäviä rotujen välisiä eroja lihan laatuominaisuuksissa.

Tulokset kuvaavat hyvin ns. emo- ja pääterotujen eroja lihantuotannossa. Pääteroduilla, kuten limousin, voidaan tavoitella yli 400 kg:n teuraspainoja ilman riskiä ruhojen merkittävästä rasvoittumisesta. Emoroduilla, kuten aberdeen angus, teuraskypsyys sen sijaan saavutetaan selvästi aikaisemmin kuin pääteroduilla. Loppukasvatusvaiheessa emorotujen rasvoittumistaipumus on suuri, ja suurten teuraspainojen saavuttaminen ilman rasvoittumista onkin emoroduilla haasteellista.

## 2.5 Kirjallisuus

- Aass, L. & Vangen, O. 1998. Carcass and meat quality characteristics of young bulls of Norwegian cattle and cross-breeds with Angus, Hereford and Charolais. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A, Animal Science* 48: 65–75.
- Alberti, P., Panea, B., Sañudo, C., Olleta, J.L., Ripoll, G., Ertbjerg, P., Christensen, M., Gigli, S., Failla, S., Concetti, S., Hocquette, J.F., Jailler, R., Rudel, S., Renend, G., Nute, G.R., Richardson, R.I. & Williams, J.L. 2008. Live weight, body size and carcass characteristics of young bulls of fifteen European breeds. *Livestock Science* 114: 19–30.
- Allen, D. & Kilkenny, B. 1984. *Planned beef production*. 2nd ed. Granada, London, UK. 229 s.
- Andersen, B.B. 1991. Effects of genotype and environment on carcass composition and meat quality in beef. Teoksessa: Ender, K. (Toim.). *Proceedings of the 42nd Annual Meeting of EAAP Satellite Symposium "Beef carcass and meat quality evaluation"*. Rostock, Germany. s. 5–13.
- Barton, R.A. & Pleasants, A.B. 1997. Comparison of the carcass characteristics of steers of different breeds and pre-weaning environments slaughtered at 30 months of age. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 40: 57–68.
- Bartoň, L., Řehák, D., Teslík, V., Bureš, D. & Zahrádková, R. 2006. Effect of breed on growth performance and carcass composition of Aberdeen Angus, Charolais, Hereford and Simmental bulls. *Czech Journal of Animal Science* 51: 47–53.
- Bonaïti, B., Bibé, B., Havy, A. & Ménissier, F. 1988. Comparaison des races bovines Charolaise, Limousine et Maine-Anjou en race pure et en intercroisement. 3. Performances d'abattage des taurillons purs et F1. *Génétique, Sélection, Evolution* 20: 461–476.
- Chambaz, A., Scheeder, M.R.L., Kreuzer, M. & Dufey, P.A. 2003. Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content. *Meat Science* 63: 491–500.
- Cuvelier, C., Cabaraux, J.F., Dufrasne, I., Clinquart, A., Hocquette, J.F., Istasse, L. & Hornick, J.-L. 2006a. Performance, slaughter characteristics and meat quality of young bulls from Belgian Blue, Limousin and Aberdeen Angus breeds fattened with a sugar-beet pulp or a cereal-based diet. *Animal Science* 82: 125–132.
- Cuvelier, C., Clinquart, A., Hocquette, J.F., Cabaraux, J.F., Dufrasne, I., Istasse, L. & Hornick, J.-L. 2006b. Comparison of composition and quality traits of meat from young finishing bulls from Belgian Blue, Limousin and Aberdeen Angus breeds. *Meat Science* 74: 522–531.
- Dolezal, H.G., Smith, G.C., Savell, J.W. & Carpenter, Z.L. 1982. Comparison of subcutaneous fat thickness, marbling and quality grade for predicting palatability of beef. *Journal of Food Science* 47: 397–401.
- Gregory K.E., Cundiff L.V., Koch R.M., Dikeman M.E. & Koohmaraie M. 1994. Breed effects and retained heterosis for growth, carcass, and meat traits in advanced generations of composite populations of beef cattle. *Journal of Animal Science* 72: 833–850.
- Huuskonen, A., Jansson, S., Honkavaara, M., Tuomisto, L., Kauppinen, R. & Joki-Tokola, E. 2010a. Meat colour, fatty

- acid profile and carcass characteristics of Hereford bulls finished on grazed pasture or grass silage-based diets with similar concentrate allowance. *Livestock Science* 131: 125–129.
- Huuskonen, A., Joki-Tokola, E., Honkavaara, M., Tuomisto, L. & Kauppinen, R. 2010b. Meat quality and fatty acid profile of *M. longissimus dorsi* of growing bulls under insulated, uninsulated and outdoor housing conditions. *Agricultural and Food Science* 19: 214–222.
- Jokela, M. & Rinne, M. 1996. Sian ja naudan ruokinnan vaikutus lihan laatuun. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisu. Sarja A 7: 99 s.
- Jones, S.D.M., Thorlakson, B. & Robertson, W.M. 1994. The effect of breed type on beef carcass characteristics and Canadian carcass grade. *Canadian Journal of Animal Science* 74: 149–151.
- Keane, M.G. & Allen, P. 1998. Effects of production system intensity on performance, carcass composition and meat quality of beef cattle. *Livestock Production Science* 56: 203–214.
- Kempster A.J., Cook G.L. & Southgate J.R. 1982. A comparison of the progeny of British Friesian dams and different sire breeds in 16- and 24-month beef production systems. 2. Carcass characteristics, and rate and efficiency of meat gain. *Animal Production* 34: 167–178.
- Kempster A.J., Cook G.L. & Southgate J.R. 1988. Evaluation of British Friesian, Canadian Holstein and beef breed × British Friesian steers slaughtered over a commercial range of fatness from 16-month and 24-month beef production systems. 2. Carcass characteristic, and rate and efficiency of lean gain. *Animal Production* 46: 365–378.
- Koch, R.M., Dikeman, M.E., Jerry Lipsey, R., Allen, D.M. & Crouse, J.D. 1979. Characterization of biological types of cattle – Cycle II: III. Carcass composition, quality and palatability. *Journal of Animal Science* 49: 448–460.
- Koch, R.M., Dikeman, M.E. & Crouse, J.D. 1982. Characterization of biological types of cattle (cycle III). III Carcass composition, quality and palatability. *Journal of Animal Science* 54: 35–45.
- Lawrie, R.A. 1985. *Meat Science*. Pergamon Press, Oxford (4th ed.). 267 s.
- Lowe, D.B., Cuthbertson, A., Homer, D.L.M. & McMenamin, P. 1994. Eating quality of beef from different breeds. Proceedings of the 50th Winter Meeting of British Society of Animal Production. Scarborough, Great Britain. Paper No. 179.
- Manninen, M., Honkavaara, M., Jauhiainen, L., Nykänen, A. & Heikkilä, A-M. 2011. Effects of grass-red clover silage digestibility and concentrate protein concentration on performance, carcass value, eating quality, and economy of finishing Hereford-bulls reared in cold conditions. *Agricultural and Food Science* 20: 151–168.
- Manninen, M., Huhta, H., Virkajärvi, P., Joki-Tokola, E., Suvitie, M., Puntila, M.-L. & Röpelin, A. 1994. Risteytyseläinten ruokinta- ja kasvatuskokeet sekä ruhon ja lihan laatu. Teoksessa: toim. Tarja Korhonen ja Minna Toivonen. Naudanlihantuotannon kehittäminen: Naudanlihantuotannon edistämisyhteistyön loppuraportti. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö. s. 35–80.
- Micol, D., Robelin, J. & Geay, Y. 1991. Growth and development of tissues and biological characteristics of muscle: Influence of zootechnical factors. Teoksessa: Ender, K. (Toim.). Proceedings of the 42nd Annual Meeting of EAAP Satellite Symposium “Beef carcass and meat quality evaluation”. Rostock, Germany. s. 54–68.
- Moisio, T. & Heikonen, M. 1989. A titration method for silage assessment. *Animal Feed Science and Technology* 22: 341–353.
- MTT 2012. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. MTT, Jokioinen. [Viitattu 30.7.2012]. Saatavilla internetistä: <<https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot>>
- Nousiainen, J., Ahvenjärvi, S., Rinne, M., Hellämäki, M. & Huhtanen, P. 2004. Prediction of indigestible cell wall fraction of grass silage by near infrared reflectance spectroscopy. *Animal Feed Science and Technology* 115: 295–311.
- Oprządek, J., Dymnicki, E., Oprządek, A., Słoniewski, K., Sakowski, T. & Reklewski, Z. 2001. A note on the effect of breed on beef cattle carcass traits. *Animal Science Paper and Reports* 19: 79–89.
- Poláh, P., Šubrt, J., Bjelka, M., Uttendorfský, K. & Filipčík, R. 2004. Carcass value of the progeny of tested beef bulls. *Czech Journal of Animal Science* 49: 315–322.
- Rødbotten, R., Hildrum, K.I. & Berg, J. 2002. Effects of concentrate level on carcass composition, tenderness and growth rate of Angus × NRF and Limousin × NRF bulls. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A, Animal Science* 52: 72–80.
- Sinclair, K.D., Lobley, G.E., Horgan, G.W., Kyle, D.J., Porter, A.D., Matthews, K.R., Warkup, C.C. & Maltin, C.A. 2001. Factors influencing beef eating quality – 1. Effects of nutritional regimen and genotype on organoleptic

properties and instrumental texture. *Animal Science* 72: 269–277.

Steen, R.W.J., & Kilpatrick, D.J. 2000. The effects of the ratio of grass silage to concentrates in the diet and restricted dry matter intake on the performance and carcass composition of beef cattle. *Livestock Production Science*: 62:181–192.

Sübrt, J., Frelich, J., Polach, P. & Voříšková, J. 1999. Analysis of carcass quality in sons of breeding bulls of meat breeds. *Czech Journal of Animal Science* 44: 39–48.

Van Koevinger M.T., Gill D.R., Owens F.N., Dolezal H.G., & Strasia C.A. 1995. Effect of time on feed on performance of feedlot steers, carcass characteristics, and tenderness and composition of longissimus muscles. *Journal of Animal Science* 73: 21–28.

Wheeler, T.L., Cundiff, L.V., Koch, R. & Crouse, J.D. 1996. Characterization of biological types of cattle (Cycle IV): Carcass traits and longissimus palatability. *Journal of Animal Science* 74: 1023–1035.

Wulf, D.M., Tatum, J.D., Green, R.D., Morgan, J.B., Golden, B.L. & Smith, G.C. 1996. Genetic influences on beef longissimus palatability in Charolais- and Limousin-sired steers and heifers. *Journal of Animal Science* 74: 2394–2405.

---

### 3 Väkirehutason ja valkuaislisän vaikutukset ruhon ja lihan laatuun hereford- ja charolais-sonneilla

---

Arto Huuskonen<sup>1</sup>, Maiju Pesonen<sup>1</sup>, Markku Honkavaara<sup>2</sup>, Helena Kämäräinen<sup>3</sup>, Tiina Tolonen<sup>4</sup>, Mari Jaakkola<sup>4</sup> ja Vesa Virtanen<sup>4</sup>

<sup>1</sup> MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, etunimi.sukunimi@mtt.fi

<sup>2</sup> Lihateollisuuden tutkimuskeskus, PL 56, 13101 Hämeenlinna, markku.honkavaara@ltk.fi

<sup>3</sup> Itä-Suomen yliopisto, Biotieteiden tiedekunta, PL 1627, 70211 Kuopio, helena.kamarainen@proagria.fi

<sup>4</sup> Oulun yliopisto, Kajaanin yliopistokeskus, CEMIS-Oulu, Salmelantie 43, 88600 Sotkamo, etunimi.sukunimi@oulu.fi

#### Tiivistelmä

Tässä raportoitavan ruokintakokeen tarkoituksena oli selvittää ruokinnan väkirehutason ja valkuaisäydennyksen vaikutuksia eläintuotokseen sekä ruhon ja lihan laatuun kasvavilla hereford- ja charolais-rotuisilla sonneilla. Yhteensä kokeessa oli 48 hereford-sonnia ja 48 charolais-sonnia (32 sonnia/koe). Ruokinnan vertailtavina koetekijöinä olivat väkirehuruokinnan intensiteetti ja valkuaisrehutäydennys. Käytetyt kaksi väkirehutasoa olivat 20 ja 50 % päivittäisestä kuiva-aineen syönnistä. Molempien väkirehutasojen sisällä eläimet oli jaettu kahdelle eri valkuaisruokinnalle. Valkuaisrehuruokinnan vertailtavana koetekijänä oli rypsilisäys: sonnit saivat väkirehuna joko pelkkää ohraa tai ohran ja rypsin seosta. Keskimääräinen rypsiitiivisteiden annostelutaso oli 500 g/eläin/pv. Sonnit saivat vapaasti seosrehua, joka sisälsi edellä mainitussa suhteessa karkearehua ja väkirehua.

Hereford- ja charolais-sonnien välillä ei ollut merkittävää eroa ruhon keskimääräisessä kuiva-ainesyönnissä eikä näin ollen myöskään energian ja ravintoaineiden saannissa. Kokeen aikana ch-sonnien päiväkasvu oli keskimäärin 10 % ja nettokasvu 22 % korkeampi kuin hf-sonneilla. Sekä ruhon että energian hyväksikäytössä ch-sonnit olivat hf-sonneja tehokkaampia. Hereford-sonnien keskimääräinen teuraspaino oli 386 kg ja charolais-sonnien 426 kg. Charolais-sonneilla ruhojen teurasprosentti oli 6 % korkeampi kuin hereford-sonneilla (562 vs. 531 g/kg) ja ruhojen lihakkuus oli 32 % hereford-sonneja parempi. Hf-sonnien ruhot olivat puolestaan selvästi ch-sonneja rasvaisempia (4,5 vs. 2,9).

Väkirehutason nostaminen 20 prosentista 50 prosenttiin lisäsi ruhon syöntiä ja energian saantia molemmilla roduilla sekä paransi merkittävästi kasvutuloksia. Myös ruhon hyväksikäyttö kasvuun oli tehokkaampaa korkeammalla väkirehutasolla ruokittaessa. Ruhojen lihakkuus parani lisääntyneen väkirehun osuuden seurauksena molemmilla roduilla. Ruhojen rasvaisuus nousi hieman väkirehutason noustessa. Valkuaislisällä ei ollut merkittävää vaikutusta ruhon syöntiin eikä ruhojen teuraslaatuun.

Rotu osoittautui ruokintaa merkittävämmäksi tekijäksi sekä ruhojen leikkuusaannon että lihan laadun osalta. Hereford-sonnien liha osoittautui mureammaksi ja enemmän marmoroituneeksi kuin charolais-sonnien liha. Ch-sonneilla ruhon arvokkaimpien palojen osuudet teuraspainosta olivat puolestaan suuremmat kuin hf-sonneilla. Myös ruokinnan väkirehutaso vaikutti jonkin verran lihasaantoihin. Arvokkaimpien ja arvokkaiden palojen suhteellinen osuus lihasaannosta lisääntyi hieman ruokinnan väkirehutason noustessa. Valkuaislisällä ei ollut merkittävää vaikutusta leikkuusaantoihin. Lihan laatuominaisuuksiin ruokinnalla ei ollut tässä tutkimuksessa merkittävää vaikutusta.

Tutkimuksen mukaan hf-rotu osoittautui paremmaksi lihaksensisäisen rasvan  $n-6/n-3$  -rasvahappojen suhteella mitattuna kuin ch-rotu. Alhainen väkirehutaso ruokinnassa paransi naudanlihan ravitsemuksellista laatua korkeammalla väkirehutasolla ruokittujen nautojen lihaan verrattuna. Valkuaisäydennys ei vaikuttanut tyydyttyneiden, kertatyydyttymättömien tai monityydyttymättömien rasvahappojen suhteelliseen osuuteen ulkofileissä eikä myöskään  $n-6/n-3$  -rasvahappojen suhteeseen.

---

#### Avainsanat:

*naudanlihantuotanto, rotu, sonnit, ruokinta, rehut, kasvu, ruhon laatu, lihan laatu, rasvahapot*

---

### 3.1 Johdanto

Nurmisäilörehu on suomalaisen naudanlihan tuotannon perusrehu. Kasvavien lihanautojen ruokinnassa säilörehua yleensä täydennetään viljapohjaisella väkirehulla eläinten energian saannin lisäämiseksi ja kasvutulosten parantamiseksi. Valkuaistäydennyksenä suomalaisilla nautatiloilla käytetään yleisesti rypsi/rapsi -pohjaisia tiivisteitä. Sekä väkirehutasojen että valkuaisäydennyksen merkitystä kasvavien lihanautojen ruokinnassa on tutkittu laajasti. On hyvin tunnettua, että nurmikasvien vanhetessa niiden soluseinämäpitoisuus lisääntyy ja soluseinien eli kuidun sulavuus huononee (Rinne 1995, 2000). Tämän vuoksi varhaisella kehitysasteella korjattu nurmi sulaa paremmin nautojen ruoansulatuskanavassa ja sisältää siten enemmän eläimelle käyttökelpoista energiaa. Säilörehun sulavuuden paraneminen näkyy parempina kasvutuloksina lihanaudoilla ja väkirehulisäyksellä saadut tuotosvasteet pienenevät säilörehun sulavuuden parantuessa (Martinsson 1990, Steen ym. 2002, Randby ym. 2010). Hyvälaatuiseen säilörehuun perustuvalla ruokinnalla onkin todettu päästävän voimakkaiden väkirehuruokintojen kanssa varsin kilpailukykyisiin kasvutasoniin (Muir ym. 1998, Steen ym. 2002, Randby 2010). Hyvälaatuista nurmisäilörehua käytettäessä väkirehun lisäyksellä saatavat kasvun lisäykset ovat yleensä suhteellisen pieniä (Huuskonen 2009).

Valkuaisruokinnan osalta useissa aikaisemmissa tutkimuksissa on raportoitu, että hyvälaatuista säilörehua käytettäessä valkuaislisä ei ole kokeissa yleensä vaikuttanut eläinten tuotantotuloksiin (Huuskonen ym. 2007, 2008, Huuskonen 2009, Manninen ym. 2011). Sonnien rehun syönti, kasvu ja teurastulokset ovat olleet samalla tasolla riippumatta siitä, ovatko eläimet saaneet rypsilisän vai kasvaneet ilman lisävalkuaisista. Kuitenkin on huomattu, että valkuaisäydennys voi parantaa nautojen kasvua silloin, kun ruokinnassa käytettävä säilörehu on huonolaatuista (D-arvo alle 650 g/kg ka, valkuaispitoisuus alle 120 g/kg ka ja/tai rehun säilönnällinen laatu on heikko) (Huuskonen 2009).

Vaikka suomalainen naudanlihan tuotanto perustuu pääosin maitorotuisesta eläinaineksestä saatavaan naudanlihaan, niin liharotuisten nautojen määrä on lisääntynyt merkittävästi viime vuosina (Karhula & Kässi 2010). Liharotuisten nautojen ruokintakokeita on kuitenkin Suomessa toteutettu suhteellisen vähän verrattuna maitorotuisen eläinainekseen. Erityisen vähän on olemassa tutkimustietoa ruokinnan vaikutuksista liharotuisten eläinten lihan laatuun ja ruhon leikkuusaantoihin, kun käytetään tyypillistä suomalaista nurmisäilörehuun perustuvaa ruokintaa. Hereford-sonneilla toteutetun ruokintakokeen pohjalta Manninen ym. (2011) raportoivat, että säilörehun sulavuus ja väkirehun valkuaispitoisuus eivät vaikuttaneet merkittävästi ruhon leikkuusaantoihin ja lihan laatuun nurmisäilörehupohjaisella ruokinnalla. Tässä raportoitavan ruokintakokeen tarkoituksena oli selvittää ruokinnan väkirehutaso ja valkuaisäydennyksen vaikutuksia eläintuotokseen sekä ruhon ja lihan laatuun kasvavilla hereford- ja charolais-rotuisilla sonneilla.

### 3.2 Aineisto ja menetelmät

Koe suoritettiin MTT:n Ruukin toimipisteessä. Koko koe muodostui kolmesta erillisestä osakokeesta. Ensimmäinen kasvatuskoe alkoi joulukuussa 2008, toinen tammikuussa 2010 ja kolmas tammikuussa 2011. Yhteensä näissä kolmessa kokeessa oli 48 hereford-sonnia ja 48 charolais-sonnia (32 sonnia/koe). Rehun syönti, kasvutulokset, ruhon laatu (teurasprosentti, lihakkuus, rasvaisuus) ja ruokintojen sulavuudet määritettiin kaikilta kolmen kokeen sonneilta. Sen sijaan ruhojen kaupallinen leikkuu ja lihan laatumääritykset tehtiin ainoastaan kahden koe-erän sonneilla. Kaikki koe-eläimet olivat keväällä syntyneitä emolehmien vasikoita, jotka oli hankittu lähialueen emolehmätiloilta. Ensimmäisen kesäkauden eläimet laidunsivat kotitiloillaan ja ne siirrettiin MTT:lle vieroituksen yhteydessä. Kokeen alussa hereford-sonnit painoivat keskimäärin 306 kg ja charolais-sonnit vastavasti 333 kg. Kokeen alussa eläimet siirrettiin parsinavettaan, jolloin ne kytkettiin parteen.

Ruokinnan vertailtavina koetekijöinä olivat väkirehuruokinnan intensiteetti ja valkuaisrehutäydennys. Käytetyt kaksi väkirehutasoa olivat 20 ja 50 % päivittäisestä kuiva-aineen syönnistä. Molempien väkirehutasojen sisällä eläimet oli jaettu kahdelle eri valkuaisruokinnalle. Valkuaisrehuruokinnan vertailtavana koetekijänä oli rypsilisäys: sonnit saivat väkirehuna joko pelkkää ohraa tai ohran ja rypsin seosta. Keskimääräinen rypsiitiivisteiden annostelutaso oli 500 g/eläin/pv. Sonnit saivat vapaasti seosrehua, joka sisälsi edellä mainitussa suhteessa karkearehua ja väkirehua. Karkearehuna oli hyvälaatuinen nurmisäilörehu. Ruokinnassa huolehdittiin myös eläinten kivennäisainesten sekä vitamiinien tarpeesta.

Rehujen kemiallinen koostumus määritettiin Ahvenjärven ym. (2000) kuvailemalla tavalla. Säilörehusta määritettiin lisäksi käymislaatu (pH, kokonaistyyppi, liukoinen tyyppi, ammoniumtyppi, haihtuvat rasvahapot ja maito- sekä muurahaihappo) puristenesetetitruokseen pohjautuvalla laatumäärityksellä (Moisio & Heikonen 1989). Säilörehun D-arvo määritettiin NIR-menetelmällä (Nousiainen ym. 2004). Rehujen energia- ja valkuaisarvot

laskettiin MTT:n (2012) kuvaamalla tavalla. Teuraspainotavoitteena oli molemmille roduille vähintään 380 kg. Kasvatusajaksi tavoiteltiin noin 12 kuukautta, jolloin sonnien teurasiäksi tuli noin 18 kuukautta. Sonnien päiväkasvu laskettiin loppupainon ja kokeen alun painon erotuksena jaettuna kasvatuspäivillä. Nettokasvu laskettiin teuraspainon ja kokeen alun ruhopainon erotuksena jaettuna kasvatuspäivillä. Ruhopainona kokeen alussa käytettiin elopaino  $\times 0,5$ . Teurasruhot luokiteltiin EUROP-luokituksen mukaisesti.

Eläimet teurastettiin ja leikattiin Atria Suomi Oy:ssä Kuopiossa. Kustakin ruhosta leikattiin vasen puolisko Atrian leikkuutavalla ensin kahdeksaan alkupalaan ja sitten 51 kaupalliseen palaan (esitelty yksityiskohtaisesti artikkelin ”Charolais- ja hereford-sonnien sekä hf $\times$ ch-risteytyssonnien lihantuotanto-ominaisuudet tilakokeessa” yhteydessä). Ruhot paloiteltiin aluksi etu- ja takaneljännekseen. Etuvartin ja takavartin katkaisukohta selkärangassa oli 7. ja 8. kylkiluun välissä. Etuneljännekseen jäävä ulkofileen etuosa leikattiin poikki 3. ja 4. kylkiluun välistä, tällöin ulkofileestä ja etuvartista muodostuvan entrecoten pituus oli neljä kylkiluuta (4.–7.). Ulkofileelä katkaistiin takaneljänneksestä viimeisen lannenikaman ja ensimmäisen häntäluun nikaman välistä. Ulkofilee ulottui siten 8. kylkiluulta viimeiseen lannenikamaan. Entrecote oli etuselässä oleva ulkofileen etuosa, jonka arvo on hieman alempi kuin ulkofileen. Palat ryhmiteltiin arvon mukaan (-0,04–18,90 euroa/kg) neljään luokkaan: arvokkaimpiin, arvokkaisiin, vähemmän arvokkaisiin ja lähes arvottomiin paloihin (esitelty yksityiskohtaisesti artikkelin ”Charolais- ja hereford-sonnien sekä hf $\times$ ch-risteytyssonnien lihantuotanto-ominaisuudet tilakokeessa” yhteydessä tämän raportin sivuilla 11–12).

Leikkuun aikana punnittiin muodostuneet palat ja mitattiin ulkofileen laatu. Leikkaamossa mitattiin ulkofileen pH-arvo ja väri Minolta-värimittarilla sekä arvioitiin ulkofileen marmoroitumisaste (asteikko 0–5; 0=ei marmoroitumista/lihaksen sisäistä rasvaa, 5=erittäin paljon marmoroitunut/sisäistä rasvaa).

Mittausten jälkeen ulkofileenäytteet pakattiin tyhjiöön ja kuljettiin Lihateollisuuden tutkimuskeskukselle Hämeenlinnaan analysoitaviksi. Hämeenlinnassa ulkofileet analysoitiin kahdeksan päivän raakakypsytyksen jälkeen. Tällöin niistä analysoitiin valuma (vakuumpussiin jäänyt vesi), leikkuuvaste (20 rinnakkaisena noin 70 °C: en kypsennetystä näytteestä). Leikkuuvaste on murealla lihalla 4,2–11,30, normaalilla lihalla 11,31–16,80 ja sitkeällä lihalla 16,81–26,00 kg/cm<sup>2</sup>. Edelleen ulkofileistä analysoitiin vesi-, rasva- ja proteiinipitoisuus sekä aistinvarainen laatu. Aistinvaraista arviointia varten ulkofileestä leikattiin 1,5 cm paksut viipaleet, jotka lämmitettiin 70 °C sisälämpötilaan ”tela-grillissä”. Näytteet tarjottiin välittömästi LTK:n asiantuntijaraadille, jossa oli 4–6 henkilöä. Raadin jäsenet arvioivat itsenäisesti lihanäytteiden mureuden, mehukkuuden ja maun sekä antoivat mahdolliset kommentit sivumausta. Lihan laatuanalyseissä käytetyt tutkimusmenetelmät on esitelty pääpiirteissään Huuskosen ym. (2010a,b) julkaisuissa. Ulkofileen rasvahappokoostumus määritettiin Oulun yliopistolla Kajaanin yliopistokeskuksessa Sotkamossa Jaakkolan ym. (2012) kuvaamalla tavalla.

Tuloksia laskettaessa kaikkien kolmen kokeen tulokset yhdistettiin (lihan laadun ja leikkuusaannon osalta kahden kokeen tulokset). Tulokset analysoitiin SAS-ohjelmiston MIXED-proseduurilla. Tilastollinen malli oli

$$y_{ijkl} = \mu + \delta_i + \alpha_j + \beta_k + \gamma_l + (\alpha \times \beta)_{ij} + (\alpha \times \gamma)_{ik} + (\beta \times \gamma)_{jk} + (\alpha \times \beta \times \gamma)_{ijk} + (\delta \times \alpha)_{li} + (\delta \times \beta)_{lj} + (\delta \times \gamma)_{lk} + (\delta \times \alpha \times \beta)_{lij} + (\delta \times \alpha \times \gamma)_{lik} + (\delta \times \beta \times \gamma)_{ljk} + (\delta \times \alpha \times \beta \times \gamma)_{lijk} + e_{ijkl}$$

missä  $\mu$  on yleiskeskiarvo ja  $e_{ijkl}$  on virhetermi.  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  and  $\delta$  ovat rodun, väkirehutason, valkuaistäydennyksen ja kokeen vaikutukset.

### 3.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

#### 3.3.1 Kokeessa käytettyjen rehujen koostumus

Nurmisäilörehun kemiallinen koostumus ja rehuarvo on esitetty taulukossa 1 erikseen jokaisen kolmen osakokeen osalta. Kokeessa käytetyt säilörehut olivat ravitsemukselliselta koostumukseltaan kohtuullisen hyvälaatuisia. Säilörehun kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin 298 g/kg ja D-arvo 672 g/kg ka. Säilörehussa oli muuntokelpoista energiaa 10,7 MJ/kg ka, raakavalkuaista 151 g/kg ka ja NDF-kuitua 552 g/kg ka. Säilörehun OIV-pitoisuus oli keskimäärin 83 g/kg ka ja PVT-arvo 19 g/kg ka. Säilörehu oli käymislaadultaan hyvää. Säilörehun pH-arvo oli kokeen aikana keskimäärin 4,22. Säilörehu sisälsi haihtuvia rasvahappoja 18 g/kg ka, maito- ja muuraishappoa 44 g/kg ka ja sokeria 72 g/kg ka. Rehussa oli ammoniumtyyppiä 65 g/kg kokonaistyyppiä ja liukoista tyyppiä 511 g/kg kokonaistyyppiä.

Koska ohran ja rypsiiviesteen koostumus vaihteli vain vähän osakokeiden välillä, väkirehujen koostumus- ja rehuarvotiedot on esitetty taulukossa 1 ainoastaan kolmen osakokeen keskiarvoina. Kokeessa käytetyn rehuohran



kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin 885 g/kg, ohrassa oli muuntokelpoista energiaa 13,1 MJ/kg ka ja raakavalkuaista 126 g/kg ka. Ohran OIV-pitoisuus oli keskimäärin 101 g/kg ka ja PVT-arvo -32 g/kg ka.

Kokeessa käytettyjen seosrehujen keskimääräiset laskennalliset koostumukset ja rehuarvot on esitetty taulukossa 2. Väkirehuprosentin nostaminen lisäsi seoksen energiapitoisuutta keskimäärin 6 % ja tärkkelyspitoisuutta keskimäärin 48 %, mutta vähensi NDF-pitoisuutta 23 %. Valkuaistäydennys lisäsi seoksen raakavalkuaispitoisuutta keskimäärin 9 % ja nosti myös seosrehun OIV- ja PVT-arvoja (Taulukko 2).

### 3.3.2 Ruokintojen sulavuus

Rodulla ei ollut vaikutusta dieetin kuiva-aineen, orgaanisen aineen tai raakavalkuaisen sulavuuteen (Taulukko 3). Sen sijaan kuidun sulavuus näytti olevan hereford-sonneilla hieman ( $p=0,09$ ) parempi kuin charolais-sonneilla, mikä voi osaltaan kuvastaa hereford-rodun parempaa karkearehujen käyttökykyä (Pesonen 2011).

Väkirehutason nostaminen paransi dieetin kuiva-aineen, orgaanisen aineen ja raakavalkuaisen sulavuutta, mutta kuidun sulavuus heikkeni 3 % väkirehutason nousun seurauksena. Väkirehulisäyksen kuiva-aineen sulavuutta parantava vaikutus on laajalti dokumentoitu myös aiemmissä tutkimuksissa (mm. Huuskonen ym. 2007, Keady ym. 2007, 2008). Säilörehun korvaaminen ohralla parantaa sulavuutta, koska ohran kuiva-aineen sulavuus on korkeampi kuin säilörehulla (MTT 2012).

Kuidun sulavuuden heikkeneminen ruokinnan väkirehutason noustessa on myös laajalti raportoitu ilmiö (Steen ym. 2002, Huuskonen ym. 2007, Keady ym. 2007, 2008). Yhtenä merkittävimpänä syynä tähän on se, että väkirehun kuitu on yleensä säilörehun kuitua heikommin sulavaa. Toisena syynä on kuidun sulatusnopeuden hidastuminen pötsin pH:n laskun seurauksena (Huhtanen & Jaakkola 1993). Tämä johtuu siitä, että happamuus haittaa pötsin sellulolyyttisten mikrobien toimintaa.

Valkuaistäydennys ei vaikuttanut ruokinnan kuiva-aineen, orgaanisen aineen tai kuidun sulavuuksiin, mutta näytti parantavan raakavalkuaisen sulavuutta (Taulukko 3). Myös Huhtanen ym. (1989) raportoivat raakavalkuaisen sulavuuden parantuneen valkuaislisää tarjottaessa. Tuolloin kuitenkin todettiin, että tyypeä erittyi virtsaan enemmän annettaessa lisävalkuaista. Minsonin (1982) mukaan valkuaisen sulavuuden parantuminen onkin suurimmaksi osaksi näennäistä. Tämä johtuu sotaan erittyvän endogeenisen typen osuuden vähenemisestä sonnan tyypeä ruokinnan valkuaispitoisuuden lisääntyessä.



Taulukko 1. Kokeessa käytettyjen rehujen kemiallinen koostumus ja rehuarvot.

	Säilörehu, koe 1	Säilörehu, koe 2	Säilörehu, koe 3	Säilörehu, (kokeet 1, 2 ja 3)	Ohra	Rypsi
Näytämäärä <sup>1</sup>	16	13	9	38	19	19
Kuiva-aine, g/kg	252	300	343	298	885	881
Orgaaninen aine, g/kg ka	937	936	918	930	975	927
Raakavalkuainen, g/kg ka	164	128	161	151	126	341
NDF, g/kg ka	558	574	523	552	241	331
Sulamaton kuitu (iNDF), g/kg ka	60	51	56	56	43	133
Raakasvasva, g/kg ka	39	35	38	37	16	44
Tärkkelys, g/kg ka	14	7	8	10	524	30
Muuntokelpoinen energia, MJ/kg ka	10,8	10,5	10,9	10,7	13,1	11,7
OIV, g/kg ka	85	79	84	83	101	151
PVT, g/kg ka	20	-1	37	19	-32	111
D-arvo, g/kg ka	678	654	683	672	ND <sup>2</sup>	ND
Säilörehun säilönnällinen laatu						
pH	4,06	4,04	4,56	4,22		
Haihtuvat rasvahapot, g/kg ka	18	18	17	18		
Maito- ja muurahaishappo, g/kg ka	53	48	30	44		
Sokeri, g/kg ka	47	67	101	72		
Kokonaistypettä, g/kg						
Ammoniumtyyppi	69	73	65	69		
Liukoinen tyyppi	534	540	511	528		

<sup>1</sup> Säilörehu: kunkin kolmen osakokeen arvot ilmoitettu erikseen. Väikirehut: ilmoitettu ainoastaan kolmen kokeen keskiarvot, koska koostumus ja rehuarvot vaihtelivat vain vähän osakokeiden välillä.

<sup>2</sup> Ei määritetty.

Taulukko 2. Kokeessa käytettyjen seosrehujen kemiallinen koostumus ja rehuarvot (kolmen osakokeen keskiarvo).

Väkirehutaso, %	20	20	50	50
Valkuaislisä	-	+	-	+
Kuiva-aine, g/kg	344	344	446	446
Orgaaninen aine, g/kg ka	939	937	953	949
Raakavalkuainen, g/kg ka	146	157	139	155
NDF, g/kg ka	490	494	397	403
Raakarasva, g/kg ka	33	34	27	28
Tärkkelys, g/kg ka	113	88	267	230
Muuntokelpoinen energia, MJ/kg ka	11,2	11,1	11,9	11,8
OIV, g/kg ka	87	89	92	96
PVT, g/kg ka	9	18	-7	7

### 3.3.3 Rehun syönti ja ravintoaineiden saanti

Hereford- ja charolais-sonnien välillä ei ollut merkitsevää eroa rehun keskimääräisessä kuiva-ainesyönnissä eikä näin ollen myöskään energian ja ravintoaineiden saannissa (Taulukko 3). Kuitenkin rodun ja väkirehutason välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä yhdysvaikutus kuiva-ainesyönnissä sekä energian ja ravintoaineiden saannissa. Tämä tarkoitti käytännössä sitä, että syönti ja ravintoaineiden saanti lisääntyivät ch-sonneilla selvästi hf-sonneja enemmän väkirehutason nousun seurauksena. Tulos voisi kuvastaa sitä, että väkirehuvaltaisemmalla ruokinnalla ch-sonnien syöntikyky oli hf-sonneja korkeampi ja ne pystyivät hf-sonneja paremmin hyödyntämään ruokinnan korkeamman väkirehutason. Rotukohtaisia eroja liharotuisten eläinten rehun syönnissä on käsitelty laajasti Pesosen (2011) kirjallisuuskatsauksessa.

Väkirehutason nostaminen lisäsi sonnien rehun syöntiä sekä energian ja raakavalkuaisen saantia (Taulukko 3), mikä on yhdenmukainen tulos Caplisiin ym. (2005) ja Keanen ym. (2006) havaintojen kanssa. Sen sijaan kuidun saanti väheni väkirehutason nousun seurauksena. Korvaussuhde (säilörehun kuiva-ainesyönnin väheneminen / yhden kg:n lisäys väkirehun kuiva-ainesyönnissä) oli tässä raportoitavassa kokeessa 0,81 hereford-sonneilla ja 0,60 charolais-sonneilla. Nämä tulokset ovat hyvin linjassa Keanen (2010: korvaussuhde 0,82), Mannisen ym. (2010: korvaussuhde 0,62) ja Randbyn ym. (2010: korvaussuhde 0,75) raportoimien lukujen kanssa. McNameen ym. (2001) mukaan väkirehutaso ja säilörehun laatu ovat pääasialliset korvaussuhteeseen vaikuttavat tekijät. Erittäin hyvälaatuista säilörehua syötettäessä korvaussuhteen on raportoitu olleen 0,91 (Keady & Kilpatrick 2006) tai jopa yli 1,00 (Stten ym. 2002).

Valkuaistäydennys ei tässä tutkimuksessa vaikuttanut sonnien rehun syöntiin eikä energian saantiin. Vastaavia tuloksia on raportoitu aiemmin sekä maitorotuisella (Huuskonen ym. 2007, 2008) että liharotuisella eläinaineksella (Drennan ym. 1994, Manninen ym. 2011). Valkuaistäydennys kuitenkin lisäsi merkitsevästi sonnien raakavalkuaisen saantia sekä OIV:n ja PVT:n laskennallista saantia (Taulukko 3) kuten alkuperäisessä koesuunnitelmassa oli tarkoitettukin.



Taulukko 3. Rodun (B), väkirehutason (C) ja valkuaislisän (RSM) vaikutus rehun syöntiin, ruokinnan sulavuuteen, kasvuun, rehun hyväksikäyttöön ja ruhon laatuun.

Rotu (B)	HF						CH						SEM <sup>1</sup>						Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>												
	20		50		20		50		20		50		20		50		20		50		20		50		20		50				
	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+			
Väkirehutaso, % (C)	11	12	12	11	11	11	12	11	11	11	10,04	10,01	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
Valkuaislisä (RSM)	356	355	310	327	336	342	342	306	299	19,2	0,258	3,1	40,8	24	8,6	111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Eläinmäärä, kpl	8,91	9,07	9,31	9,76	8,94	8,61	8,61	10,04	10,01	0,258	3,1	40,8	24	8,6	111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Kokeen kesto, pv	356	355	310	327	336	342	342	306	299	19,2	0,258	3,1	40,8	24	8,6	111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Syönti																															
Kuiva-aine, kg/pv	8,91	9,07	9,31	9,76	8,94	8,61	8,61	10,04	10,01	0,258	3,1	40,8	24	8,6	111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ME 3, MJ/pv	101	102	111	117	101	96	96	120	119	3,1	40,8	24	8,6	111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Raakavalkuainen, g/pv	1292	1411	1282	1447	1289	1340	1340	1390	1491	40,8	24	8,6	111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OIV, g/pv	775	811	856	923	772	765	765	925	945	24	8,6	111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PVT, g/pv	64	121	-74	-16	62	120	120	-73	-9	8,6	111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NDF, g/pv	4135	4256	3453	3618	4238	4104	4104	3732	3736	111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ruokinnan näennäinen sulavuus																															
kuiva-aine	0,75	0,75	0,79	0,78	0,76	0,76	0,76	0,77	0,79	0,006	0,006	0,01	0,007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
orgaaninen aine	0,77	0,77	0,81	0,8	0,78	0,77	0,77	0,79	0,8	0,006	0,006	0,01	0,007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
raakavalkuainen	0,72	0,77	0,74	0,79	0,73	0,77	0,77	0,73	0,8	0,01	0,01	0,01	0,007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NDF	0,72	0,72	0,71	0,7	0,73	0,72	0,72	0,68	0,7	0,007	0,007	0,01	0,007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Elopaino kokeen alussa, kg	311	311	308	305	327	318	318	325	331	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Elopaino kokeen lopussa, kg	712	726	716	749	730	741	741	769	784	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	
Päiväkasvu, g/pv	1102	1193	1337	1383	1213	1256	1256	1499	1543	55,1	55,1	55,1	55,1	55,1	55,1	55,1	55,1	55,1	55,1	55,1	55,1	55,1	55,1	55,1	55,1	55,1	55,1	55,1	55,1	55,1	
Nettokasvu, g/pv	605	649	746	775	728	768	768	934	939	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	
Rehun hyväksikäyttö																															
Kg ka / nettokasvu-kg	15	14	12,5	12,6	12,5	11,3	11,3	10,7	10,7	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	
MJ / nettokasvu-kg	171	158	149	151	140	126	126	128	128	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	
Ruhon laatu																															
Teuraspaino, kg	375	383	382	402	406	418	418	438	439	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	
Teurasprosentti, g/kg	526	528	533	538	555	563	563	569	560	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Lihakkuus, EUROP 4	6,3	6,1	6,7	6,7	7,5	7,8	7,8	9,8	9,2	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	
Rasvaisuus, EUROP5	4,5	4,5	4,5	4,7	2,7	2,7	2,7	3	3,2	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskiarvo.

<sup>2</sup> Tilastollinen merkitsevyys. \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10). B = rodun vaikutus, C = väkirehutason vaikutus, RSM = valkuaislisän vaikutus, BxC = rodun ja väkirehutason yhdysvaikutus, BxRSM = rodun ja valkuaislisän yhdysvaikutus, CxRSM = väkirehutason ja valkuaislisän yhdysvaikutus, BxCxRSM = rodun, väkirehutason ja valkuaislisän yhdysvaikutus.

<sup>3</sup> Muuntokeelipoinen energia.

<sup>4</sup> Lihakkuus: (1 = heikoin, 15 = paras), 1=P-, 2=P, 3=P+, 4=O-, 5=O, 6=O+, 7=R-, 8=R, 9=R+, 10=U-, 11=U, 12=U+, 13=E-, 14=E, 15=E+.

<sup>5</sup> Rasvaisuus: (1 = rasvaton, 5 = erittäin rasvainen).

### 3.3.4 Kasvu ja rehun hyväksikäyttö

Hereford-sonnit painoivat kokeen alussa keskimäärin 310 kg ja kokeen lopussa 727 kg ja charolais-sonnit vastaavasti 330 ja 758 kg. Hereford-sonnit olivat koeruokinnolla keskimäärin 336 vuorokautta ja charolais-sonnit 318 vuorokautta. Kokeen aikana ch-sonnien päiväkasvu oli keskimäärin 10 % ja nettokasvu 22 % korkeampi kuin hf-sonneilla ( $p < 0,001$ ) (Taulukko 3). Sekä rehun että energian hyväksikäytössä ch-sonnit olivat hf-sonneja tehokkaampia ( $p < 0,001$ ). Charolais-sonnit tarvitsivat yhden nettokasvukilogramman tuottamiseen kokeen aikana keskimäärin 11,3 kg rehun kuiva-ainetta ja 131 megajoulea muuntokelpoista energiaa, kun hereford-sonneilla vastaavat luvut olivat 13,5 kg ka ja 155 MJ. Ch-rodun paremmat kasvu- ja lihanuotanto-ominaisuudet hf-rotuun verrattuna on todettu myös useissa aikaisemmissa tutkimuksissa (mm. Gregory ym. 1994, Aass & Vangen 1998, Bartoň ym. 2006).

Väkirehutason nostaminen paransi sonnien päiväkasvua keskimäärin 21 % (1193 vs. 1444 g/pv) ja nettokasvua keskimäärin 23 % (689 vs. 849 g/pv) ( $p < 0,001$ ). Myös rehun hyväksikäyttö oli tehokkaampaa korkeammalla väkirehutasolla ruokituilla sonneilla. Korkeammalla väkirehutasolla sonnit tarvitsivat yhden nettokasvukilogramman tuottamiseen kokeen aikana keskimäärin 11,6 kg rehun kuiva-ainetta ja 139 megajoulea muuntokelpoista energiaa, kun matalammalla väkirehutasolla vastaavat luvut olivat 13,2 kg ka ja 149 MJ. Korkeammalla väkirehutasolla saavutettu parantunut kasvutulos oli luultavasti seurausta dieetin paremmasta sulavuudesta sekä sonnien lisääntyneestä rehun syönnistä ja energian saannista matalampaan väkirehutasoon verrattuna. Päiväkasvun lisäys oli hereford-sonneilla keskimäärin 75 g/pv ja charolais-sonneilla 91 g/pv yhtä väkirehun kuiva-ainekilogramman lisäystä kohti. Luvut ovat samaa suuruusluokkaa kuin Martinssonin ym. (1990, 84 g/pv) ja Mannisen ym. (2010, 88 g/pv) aiemmissa kokeissa havaitsemat, mutta joissakin kokeissa on raportoitu myös selvästi matalampia väkirehuvasteita (esim. Huuskonen ym. 2007: 27 g/pv).

Laajan lihanauta-aineiston (Huuskonen, julkaisematon) yhteydessä läpikäydyissä ruokintakokeissa yhden väkirehun kuiva-ainekilogramman lisäys syönnissä, lisäsi eläinten päiväkasvua keskimäärin 92 grammaa. Pienimmillään väkirehuvaste oli vain 18 grammaa Steenin ym. (2002) tutkimuksessa härillä säilörehun D-arvolla 688 g/kg ka. Suurin väkirehuvaste (198 g/pv) havaittiin Drennanin ja Keanen (1987) tutkimuksessa härillä erittäin heikon sulavuuden säilörehua (D-arvo 563 g/kg ka) käytettäessä. On myös huomattava, että väkirehulisästä saatuu tuotosvasteeseen vaikuttaa säilörehun laadun lisäksi se, millaisilla väkirehun annostusmäärillä lisäys tehdään. Ensimmäisillä lisäväkirehukilogrammoilla saadaan yleensä parhaat kasvuvasteet, ja väkirehulisäyksestä saatava vaste vähenee väkirehuannoksen lisääntyessä. Esimerkiksi Huuskosen ym. (2007) tutkimuksessa kasvuvaste väkirehulisäykseen oli kokeen aikana keskimäärin edellä mainittu 27 g elopainon kasvua päivässä väkirehukilogrammaa kohti. Kun väkirehuprosentti nousi 30 %:sta 50 %:iin, kasvuvaste oli 33 g päiväkasvua/lisäväkirehu-kg. Väkirehuprosentin edelleen noustessa 50 %:sta 70 %:iin kasvuvaste oli 20 g päiväkasvua/lisäväkirehu-kg (Huuskonen ym. 2007).

Valkuaislisän antaminen ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi päivä- ja nettokasvutuloksiin eikä rehun hyväksikäyttöön, mutta kokeessa havaittiin kuitenkin suuntaa-antava ( $p < 0,1$ ) trendi, jonka mukaan valkuaislisän antaminen paransi kasvutuloksia ja rehun hyväksikäyttöä noin 5 %. Sekä hf- että ch-sonneilla kasvu ja rehun hyväksikäyttö paranivat valkuaislisän käytön myötä jonkin verran nimenomaan matalammalla väkirehutasolla ruokittaessa. Korkeammalla väkirehutasolla vastaavaa valkuaislisän tuomaa etua ei näytetty saavutettavan (Taulukko 3). Tämä tulos sopii hyvin yhteen aiempien tutkimushavaintojen kanssa (Huuskonen 2009). Monissa yhteyksissä on huomattu, että valkuaislisäyksen vaikutus lihanautojen kasvuun voi olla myönteistä silloin, kun väkirehun osuus rehuannoksesta on suhteellisen pieni (alle 25 %). Tämä tuotosvaste liittyy nimenomaan pötsimikrobien energian tarpeeseen. Samanlainen kasvulisäys onkin näissä tapauksissa yleensä saavutettavissa lisäämällä rehuannokseen viljaväkirehua. Tällöin pötsimikrobit saavat käyttöönsä lisää energiaa nopeasti hajoavan tärkkelyksen kautta ja pötsin mikrobivalkuaisuotanto lisääntyy. Mikrobivalkuaisuotannon lisääntyminen lisää puolestaan eläimen käyttöön tulevien ohutsuoletta imeytyvien aminohappojen määrää eikä varsinaiselle valkuaisrehulisälle ole tällöin tarvetta. Rehujen hintasuhteista johtuen viljan lisääminen rehuannokseen valkuaisrehun sijaan on yleensä taloudellisesti kannattavampi vaihtoehto.

### 3.3.5 Ruhon laatu

Hereford-sonnien keskimääräinen teuraspaino oli 386 kg ja charolais-sonnien 426 kg (Taulukko 3). Charolais-sonneilla ruhojen teurasprosentti oli 6 % korkeampi kuin hereford-sonneilla (562 vs. 531 g/kg) ja ruhojen lihakkuus oli 32 % hereford-sonneja parempi (8,6 vs. 6,5). Hereford-sonnien ruhot olivat puolestaan selvästi ch-sonneja rasvaisempia (4,5 vs. 2,9). Charolais-sonnien paremmuus teurasprosentissa ja ruhojen lihakkuudessa on yhdenmukainen tulos Poláchin ym. (2004), Sochorin ym. (2005) ja Bartoňin ym. (2006) havaintojen kanssa. Tässä raportoidussa tutkimuksessa hereford-sonnien charolais-sonneja matalampi teurasprosentti ja heikompi li-

hakkuus voivat osittain selittyä myös hf-sonnien matalammalla teuraspainolla, sillä tutkimuksissa on havaittu teuraspainon olevan positiivisesti korreloitunut teurasprosentin ja lihakkuuden kanssa (mm. Kempster ym. 1988). Hereford-eläinten suurempi rasvoittumistaipumus charolais-rotuisiin verrattuna on raportoitu myös useissa aikaisemmissa tutkimuksissa (mm. Wheeler ym. 2005, Bartoň ym. 2006).

Sonnien teuraspaino oli suuremmalla väkirehutasolla keskimäärin 5 % korkeampi kuin matalammalla väkirehutasolla (416 vs. 396 kg). Korkeammalla väkirehutasolla ruokituilla sonneilla ruhojen teurasprosentti oli 6 % korkeampi kuin matalan väkirehutason sonneilla (550 vs. 543 g/kg) ja ruhojen lihakkuus oli 17 % matalan väkirehutason sonneja parempi (8,1 vs. 6,9). Myös Caplis ym. (2005) ja Keane ym. (2006) ovat havainneet väkirehutason nostamisen parantaneen teurasprosenttia ja ruhojen lihakkuutta. Sen sijaan Huuskonen ym. (2007) eivät havainneet ruokinnan väkirehuprosentin vaikuttaneen teurasprosenttiin tai ruhon lihakkuuteen maitorotuisilla sonneilla.

Korkeammalla väkirehutasolla ruokittujen sonnien ruhot olivat hieman rasvaisempia kuin matalammalla väkirehutasolla ruokittujen sonnien ruhot (3,8 vs. 3,6). Tämä tulos on linjassa useiden aikaisempien tutkimusten kanssa. Ruokinnan energiapitoisuuden pienentäminen karkearehun osuutta kasvattamalla vähentää yleensä ruhojen rasvoittumista (Bowling ym. 1978, Harrison, ym. 1978, McCartor & Smith 1978, Crouse ym. 1984, Fishell ym. 1985, Patil, ym. 1993, Schaake ym. 1993). Useissa tutkimuksissa väkirehumäärän suurentaminen ja sen seurauksena eläinten kokonaisenergian saannin lisääntyminen on lisännyt naudan ruhojen rasvoittumista (Thomas ym. 1988, Aronen ym. 1994, Aronen & Toivonen 1995, Joki-Tokola ym. 1995, Manni 1998, Huuskonen ym. 2007). Mayn ym. (1992) kokeessa havaittiin, että mitä korkeampaa ruokintatasoa kokeessa käytettiin, sen rasvaisempia hereford×aberdeen angus-härkien ruhot olivat. Myös suomalaisessa lihanauta-aineistossa voimakas ruokinta on lisännyt risteytseläinten ruhojen rasvoittumista (Manninen ym. 1994).

Valkuaistäydennyksellä ei havaittu olevan vaikutusta mihinkään ruhon laatua kuvaavista muuttujista (teuraspaino, teurasprosentti, lihakkuus, rasvaisuus) (Taulukko 3). Myös kirjallisuuden perusteella valkuaislisän vaikutukset ruhon koostumukseen ovat yleensä olleet hyvin vähäisiä (esim. McKinnon ym. 1993, Huuskonen ym. 2007, 2008, Huuskonen 2009, Manninen ym. 2011). Bergen ym. (1993) tutkimuksessa runsaimmin valkuaisista saaneiden härkien ruhot sisälsivät kuitenkin vähemmän rasvaa ja enemmän punaista lihaa kuin muiden ryhmien. Arosen & Toivosen (1995) kokeessa valkuaisäydennyksen saaneet sonnit puolestaan olivat rasvaisempia kuin ilman lisävalkuaisista kasvaneet. Dieetin valkuaispitoisuuden nostaminen korvaamalla ohraa soijalla loppukasvatettavien lihanautojen säilörehupohjaisella ruokinnalla on lisännyt ruhojen rasvaisuutta joissakin kokeissa (esim. Steen & Robson 1995, Steen 1996).

### 3.3.6 Leikkuusaannot

Taulukossa 4 on esitetty koetekijöiden vaikutukset ruhon etu- ja takaneljänneksen sekä niistä saatujen kahdeksan alkupalan painoihin ja prosentuaalisiin leikkuusaantoihin. Sekä rotu että väkirehutaso vaikuttivat jonkin verran leikkuusaantoihin mutta valkuaislisällä ei ollut vaikutusta määritettyihin ominaisuuksiin. Hereford-sonneilla rinnan, kylkikupeen ja ulkofileeselän prosentuaaliset osuudet leikkuusaannosta olivat suuremmat kuin charolais-sonneilla. Ch-sonneilla vastaavasti sisäfileen ja suoran paistin prosentuaaliset saannot olivat suuremmat kuin hf-sonneilla. Väkirehutason osalta taulukossa 4 havaittavat merkitsevät erot liittyvät lähinnä tiettyjen palojen kokonaissaantoihin (kg/ruhon puolikas) ja ovat siten yhteydessä saavutettuihin teuraspainoihin. Kuitenkin korkeammalla väkirehutasolla niskan prosentuaalinen osuus leikkuusaannosta oli hieman suurempi kuin matalammalla väkirehutasolla.

Taulukko 4. Rodun (B), väkirehutason (C) ja valkuaisiain (RSM) vaikutus ruhon puolikkaiden leikkuusaantoon kaupallisessa leikkuussa: ruhon etu- ja takaneljännes ja niiden 8 alkupalaa. Kunkin palan kohdalla on ilmoitettu kokonaispaino (kg) sekä osuus kokonaisuannosta (%).

Rotu (B)	HF								CH			SEM <sup>1</sup>			Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>							
	20		8		50		7		20		8		50		7		RSM	B×C	B×RSM	C×RSM	B×C×RSM	
	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+						
Eläinmäärä, kpl	7	8	8	8	7	7	7	8	8	8	8	8	7									
Ruhon etu- ja takaneljännes ja niiden 8 alkupalaa																						
Etu-neljännes, kg	98,9	94,1	97,9	98,3	94,1	94,1	94,1	96,6	103,9	104,6	2,86										0	
Etu-neljännes, %	48,4	48,1	48,1	48,1	47,9	47,9	47,9	48,0	47,9	48,0	0,48											
Rinta, kg	27,5	24,9	26,8	27,2	24,1	24,1	24,1	25,0	27,7	27,1	0,95											0
Rinta, %	13,8	12,9	13,5	13,1	12,4	12,4	12,4	12,5	12,3	12,1	0,45											
Etuselkä, kg	20,3	20,2	20,0	19,9	21,0	21,0	21,0	22,7	23,2	22,8	0,99											
Etuselkä, %	10,1	10,5	10,0	10,4	10,7	10,7	10,7	10,4	10,7	10,3	0,42											
Lapa, kg	31,7	31,0	31,5	31,6	34,3	34,3	34,3	35,0	35,6	36,1	0,91											
Lapa, %	16,3	16,3	16,1	15,7	16,5	16,5	16,5	16,5	16,1	16,7	0,34											
Niska, kg	16,7	16,8	17,3	15,8	16,5	16,5	16,5	18,4	19,1	20,1	0,96											
Niska, %	8,3	8,4	8,5	9,0	8,2	8,2	8,2	8,6	8,8	8,9	0,40											
Takaneljännes, kg	105,1	101,7	105,8	105,9	102,4	102,4	102,4	105,0	113,4	113,3	3,36											
Takaneljännes, %	51,6	51,9	51,9	51,9	52,1	52,1	52,1	52,0	52,1	52,0	0,48											
Sisäfilee, kg	4,1	4,0	4,3	4,0	4,6	4,6	4,6	4,7	4,8	5,0	0,15											0
Sisäfilee, %	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1	2,3	2,3	0,07											
Kylkikuve, kg	22,1	21,7	23,6	23,7	19,4	19,4	19,8	19,8	22,3	22,5	0,85											
Kylkikuve, %	11,3	11,3	11,1	11,3	10,2	10,2	10,3	10,3	9,7	10,1	0,48											
Ulkofileeselmä, kg	15,6	15,6	17,0	16,9	16,5	16,5	16,8	16,8	18,4	17,9	0,59											
Ulkofileeselmä, %	8,2	8,2	8,3	8,6	8,1	8,1	8,1	8,1	8,3	7,7	0,21											0
Suora paisti, kg	59,4	57,2	59,1	58,8	65,7	65,7	67,7	67,7	70,1	69,8	1,64											
Suora paisti, %	30,0	30,3	30,4	29,8	31,6	31,6	31,6	31,6	31,9	31,9	0,59											

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskiarvo.

<sup>2</sup> Tilastollisesti merkitsevästi toisistaan eroavat keskiarvot on merkityt taulukkoon eri yläindekseillä. \*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

Taulukko 5. Rodun (B), väkirehutason (C) ja valkuaisiän (RSM) vaikutus ruhon puolikkaiden leikkuusaantoon kaupallisessa leikkuussa: ruhon kaupalliset palat ja lajitelmat. Kunkin palan kohdalla on ilmoitettu kokonaispaino (kg) sekä osuus kokonaisaannosta (%).

Rotu (B)	HF						CH						SEM <sup>1</sup>
	20		8		50		20		8		50		
	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	
Väkirehutaso, % (C)	7	8	2,2	2,2	2,2	2,2	2,6	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	0,11
Valkuaisiän (RSM)	7	8	2,1	2,2	2,2	2,2	2,6	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	0,11
Eläinmäärä, kpl	2,2	2,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	0,05
Palat	5,1	5,3	2,8	2,8	2,8	3,0	2,8	2,9	3,1	3,1	3,1	2,9	0,24
Trimmattu sisäfilee, kg	3,0	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	3,2	3,5	3,5	3,5	3,7	3,7	0,10
Trimmattu ulkofilee, %	1,4	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	0,06
Entrecote, %	5,8	5,7	6,0	6,0	6,0	6,0	7,0	7,4	7,9	7,9	7,4	7,4	0,26
Sisäpaisti, kg	3,0	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,3	3,3	3,6	3,6	3,4	3,4	0,14
Sisäpaisti, %	10,3	10,5	10,5	10,5	10,8	10,8	12,2	12,9	14,1	14,1	13,6	13,6	0,44
Ulkopaisti, kg	5,3	5,5	5,7	5,7	5,5	5,5	5,8	5,9	6,3	6,3	6,2	6,2	0,21
Ulkopaisti, %	5,8	5,7	5,9	5,9	6,0	6,0	7,1	7,3	7,5	7,5	7,6	7,6	0,24
Kulmapaisti, kg	3,0	3,1	3,2	3,2	3,1	3,1	3,3	3,3	3,3	3,3	3,5	3,5	0,13
Kulmapaisti, %	2,8	2,8	2,9	2,9	2,7	2,7	3,7	3,9	3,9	3,9	3,7	3,7	0,16
Paahtopaisti, kg	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8	1,6	1,6	0,10
Paahtopaisti, %	36,8	36,1	36,8	36,8	35,4	35,4	38,1	38,1	40,7	40,7	41,4	41,4	1,54
Luu, kg	18,1	18,5	18,0	18,0	17,3	17,3	19,5	19,0	18,8	18,8	19,0	19,0	0,55
Luu, %	45,7	48,4	51,4	51,4	52,7	52,7	53,9	55,9	59,7	59,7	64,9	64,9	3,71
Kaupalliset lajitelmat <sup>3</sup>	22,5	24,8	25,1	25,1	25,8	25,8	27,4	27,7	27,7	27,5	29,8	29,8	1,34
N0, kg	30,3	26,5	27,4	27,4	30,3	30,3	33,7	33,1	33,6	33,6	41,9	41,9	3,18
N0, %	14,9	13,5	13,3	13,3	14,8	14,8	17,2	16,4	15,4	15,4	19,2	19,2	1,37
N2, kg	23,5	21,5	23,1	23,1	21,2	21,2	10,5	12,0	18,1	18,1	4,1	4,1	4,67
N2, %	11,5	11,1	11,6	11,6	10,5	10,5	5,5	6,2	8,3	8,3	1,9	1,9	2,37
N3, kg	4,3	4,5	4,6	4,6	4,9	4,9	5,1	4,8	5,1	5,1	5,2	5,2	0,35
N3, %	2,1	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,6	2,4	2,3	2,3	2,4	2,4	0,16
N5, kg	26,6	21,6	21,2	21,2	20,7	20,7	16,2	16,8	14,7	14,7	15,4	15,4	2,33
N5, %	13,1	11,0	10,6	10,6	10,2	10,2	8,3	8,4	6,7	6,7	7,0	7,0	1,17

<sup>1</sup>SEM = Keskiarvon keskiarvo.

<sup>2</sup> Tilastollisesti merkitsevästi toisistaan eroavat keskiarvot on merkitty taulukkoon eri väärinlehdillä.\*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

<sup>3</sup> N0 (poistettu osa näkyvästä rasvasta, kalvor ja jänteet, rasvaa alle 12 %), N2 (ei sisällä rasvakasumia, paksumia kalvoja tai jänteitä, rasvaa alle 20 %), N3 (ei sisällä rasvakasumia, paksumia kalvoja tai jänteitä, rasvaa 30 + 2 %), N5 (sisältää jänteet ja kalvor, rasvaa noin 10 %), N6 (sisältää leikkuussa erotetun rasvan, ei sisällä sisärasvoja, rasvaa noin 70 %), Luut (ruhon kaikki luut).



Taulukossa 5 on esitetty koetekijöiden vaikutukset ruhon kaupallisten palojen ja lajitelmien painoihin ja niiden prosentuaalisiin leikkuusaantoihin. Hereford-sonneilla saadut tulokset ovat samaa suuruusluokkaa kuin Mannin ym. (2011) kokeessa. Taulukossa 6 ruhon puolikkaiden paloille on tehty arvonmukainen ryhmittely neljään eri hintaluokkaan: arvokkaimpiin, arvokkaisiin, vähemmän arvokkaisiin ja lähes arvottomiin paloihin.

Rotu vaikutti selkeästi kaupallisten palojen ja lajitelmien saantoihin. Charolais-sonneilla trimmatun sisäfileen, trimmatun ulkofileen, entrecoteen, sisäpaistin, ulkopaistin, kulmapaistin ja paahtopaistin prosentuaaliset osuudet leikkuusaannosta olivat merkittävästi suuremmat kuin hereford-sonneilla. Lisäksi N0- ja N2-lajitelmien sekä luiden prosentuaaliset osuudet leikkuusaannosta olivat ch-sonneilla suuremmat kuin hf-sonneilla. Hereford-sonneilla puolestaan N3- ja N6-lajitelmien osuudet leikkuusaannosta olivat merkittävästi suuremmat kuin charolais-sonneilla. Taulukosta 6 voidaan havaita, että ch-sonneilla arvokkaimpien palojen ja arvokkaiden palojen osuudet leikkuusaannosta olivat suuremmat kuin hf-sonneilla. Vastaavasti hf-sonneilla vähemmän arvokkaiden ja lähes arvottomien palojen osuudet olivat suuremmat kuin ch-sonneilla. Tämän seurauksena ruhon kaupallinen arvo oli charolais-sonneilla merkittävästi hereford-sonneja korkeampi (3,16 vs. 2,96 €/kg). Myös useissa aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu ruhon arvokkaiden palojen osuuden teuraspainosta olevan charolais-sonneilla merkittävästi suuremman kuin hereford-sonneilla (esim. Oprządek ym. 2001, Bartoň ym. 2006, Kamieniecki ym. 2009). Yhdenmukaisesti tämän kokeen kanssa Bartoň ym. (2006) raportoivat, että luiden osuus teuraspainosta oli hereford-sonneilla matalampi kuin charolais-sonneilla.

Korkeammalla väkirehutasolla trimmatun ulkofileen, entrecoten ja ulkopaistin prosentuaaliset osuudet leikkuusaannosta olivat hieman suuremmat kuin matalammalla väkirehutasolla. Sen sijaan N6-lajitelman osuus leikkuusaannosta oli suurempi matalalla kuin korkeammalla väkirehutasolla. Leikkuusaantojen arvonmukaisesta ryhmittelyä (Taulukko 6) tarkasteltaessa voidaan havaita, että korkeammalla väkirehutasolla arvokkaimpien palojen prosentuaalinen osuus leikkuusaannosta oli hieman suurempi kuin matalammalla väkirehutasolla. Vastaavasti matalammalla väkirehutasolla lähes arvottomien palojen osuus oli suurempi kuin korkeammalla väkirehutasolla. Ruhon kaupallinen arvo oli korkeammalla väkirehutasolla matalaa väkirehutasoa korkeampi (3,02 vs. 3,12 €/kg). Kaiken kaikkiaan väkirehutaso vaikutukset leikkuusaantoihin olivat kuitenkin selkeästi rodun vaikutuksia vähäisemmät. Tulokset ovat pääosin linjassa Caplisen ym. (2005) ja Keanen ym. (2006) havaintojen kanssa, mutta Caplis ym. (2005) raportoivat kasvavilla härillä luiden osuuden vähenneen ruokinnan väkirehutaso nousun seurauksena, mikä on vastoin omia havaintojamme.

Valkuaislisällä ei ollut tilastollisesti merkittävää vaikutusta mihinkään ruhon leikkuusaantoa mittaaviin tuloksiin (Taulukot 4, 5 ja 6). Tilastollisesti suuntaa-antava vaikutus ( $p < 0,1$ ) oli kuitenkin N0-lajitelman saannossa, ja tuloksen perusteella valkuuaislisä lisäsi hieman N0-lajitelman prosentuaalista saantoa. Lisäksi valkuaisäydennys näytti lisäävän suuntaa-antavasti arvokkaimpien palojen prosentuaalista osuutta hereford-sonneilla mutta vastaavaa vaikutusta ei havaittu charolais-sonneilla (Taulukko 6). Myöskään Manninen ym. (2011) eivät havainneet omassa tutkimuksessaan väkirehun valkuaispitoisuuden vaikuttavan ruhon leikkuusaantoihin.

### 3.3.7 Lihan laatu

Lihan laatuanalyysien tulokset on esitetty taulukossa 7. Käytännössä rotu oli koetekijöistä ainut, jolla oli merkittävää vaikutusta tutkittuihin lihan laatuominaisuuksiin. Väkihuruokinta tosin vaikutti hieman lihan väriin (vaaleus, L-arvo), mutta käytännössä tällä erolla ei ole kuitenkaan suurta merkitystä, koska kaikki väriä kuvaavat mittaustulokset kuvastivat ”normaalin” naudanlihan arvoja.

Rotu ei vaikuttanut lihan pH-arvoon (24 h *post mortem* keskimäärin 5,54) (Taulukko 7). Charolais-sonnien ulkofile sisälsi vettä keskimäärin 2 % enemmän ja proteiinia 1 % enemmän kuin hf-sonnien ulkofile. Vastaavasti hf-sonnien ulkofile sisälsi 44 % enemmän rasvaa kuin ch-sonnien ulkofile. Myös Bureš ym. (2006) havaitsivat, että hf-sonnien liha sisälsi enemmän rasvaa ja vähemmän proteiinia kuin charolais-sonnien liha. Ulkofileen valumamittauksessa ei havaittu eroja rotujen välillä, kuten ei myöskään ulkofileen punaisuutta ja keltaisuutta kuvaavissa (a- ja b-arvossa). Sen sijaan ch-sonnien ulkofile vaikutti mittaustulosten perusteella olevan hieman vaaleampaa (suurempi L-arvo) kuin hf-sonnien ulkofile (Taulukko 7).

Taulukko 6. Rodun (B), väkirehutason (C) ja valkuaislisän (RSM) vaikutus ruhon puoliikkaiden leikkusaantoon: palojen arvonmukainen ryhmittely ja ruhon arvo. Kunkin palan kohdalla on ilmoitettu kokonaispaino (kg) sekä osuus kokonaisaannosta (%).

Rotu (B)	HF						CH						SEM <sup>1</sup>
	20		50		50		20		8		8		
	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	
Väkirehutaso, % (C)	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>												
Valkuaislisä (RSM)	B		C		RSM		B×C		B×RSM		C×RSM		B×C×RSM
Eläinmäärä, kpl	7	8	8	8	7	8	8	8	7				
Arvokkaimmat palat, kg <sup>3</sup>	10,5	10,8	11,5	11,8	11,2	11,6	12,9	12,8	0,50	**	***		
Arvokkaimmat palat, %	5,2	5,5	5,5	5,8	5,7	5,7	5,9	5,9	0,14	***	**	0	
Arvokkaat palat, kg <sup>4</sup>	71,7	74,7	79,1	79,8	81,4	84,6	92,2	96,8	5,20	***	**		
Arvokkaat palat, %	35,2	38,1	38,7	39,0	41,4	41,9	42,5	44,5	1,77	***	0		
Vähemmän arvokkaat, kg <sup>5</sup>	53,8	48,0	50,5	51,5	44,3	45,1	51,6	46,0	2,31	**			*
Vähemmän arvokkaat, %	26,4	24,6	25,0	25,3	22,6	22,6	23,8	21,2	1,25	***			
Lähes arvottomat palat, kg <sup>6</sup>	67,6	62,1	62,6	60,9	59,5	59,7	60,4	62,0	2,14	*			
Lähes arvottomat palat, %	33,2	31,8	30,9	29,9	30,3	29,7	27,8	28,5	0,92	***	***		
Ruhon arvo, €/kg	2,86	2,96	2,99	3,04	3,11	3,14	3,20	3,26	0,075	***	*		

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskiarvo.

<sup>2</sup> Tilastollisesti merkitsevästi toisistaan eroavat keskiarvot on merkitty taulukkoon eri yläindekseillä. \*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

<sup>3</sup> Arvokkaimmat palat (trimmattu sisäfilee ja ulkofilee sekä entrecore: 10,00 - 18,90 euroa/kg), %.

<sup>4</sup> Arvokkaat palat (sisä-, ulko-, kulma- ja paahtopaisti sekä N0: 4,30 - 6,70 euroa/kg), %.

<sup>5</sup> Vähemmän arvokkaat palat (N2 ja N3: 2,10 - 2,90 euroa/kg), %.

<sup>6</sup> Lähes arvottomat palat (N5, N6 ja Luut: 0 - 0,34 euroa/kg), %.

Taulukko 7. Rodun (B), väkirehutason (C) ja valkuaisiän (RSM) vaikutus lihan laatuun.

Rotu (B)	HF				CH				SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>					
	20	+	-	50	20	+	-	50		B	C	RSM	B×C	B×RSM	C×RSM
Väkirehutaso, % (C)	7	8	8	7	7	8	8	7							
Valkuaisiä (RSM)	1,97	1,78	2,05	1,58	1,17	1,19	1,52	1,43	0,218	***					
Eläinmäärä, kpl	1,74	1,38	1,43	1,25	0,83	0,91	1,01	1,21	0,238	**					
Marmoroituminen <sup>3</sup>	5,51	5,57	5,55	5,51	5,55	5,53	5,55	5,55	0,022						*
Ulkofilee	722	734	720	731	744	742	735	734	6,1	***	0				
Entrecote	210	211	209	210	211	213	213	214	2,0	*					
Ulkofileen	54	42	58	46	32	32	39	39	6,9	***					
pH	9,3	8,9	8,7	8,3	9,7	10,4	9,4	10,3	0,77	*					
Leikkuuvaste <sup>4</sup> , kg/cm <sup>2</sup>	0,80	0,73	1,22	1,03	1,63	0,76	1,16	1,68	0,358						
Ulkofileen väri <sup>5</sup>	37,0	36,4	37,9	37,9	38,8	39,8	39,8	42,2	0,77	***	**				0
L (vaaleus)	24,6	24,0	24,5	24,2	25,2	23,5	24,7	22,9	1,12						
a (punaisuus)	7,3	6,5	6,7	6,7	7,5	7,2	7,2	6,7	0,75						
b (keltaisuus)															
Ulkofileen aistinvarainen arvio <sup>6</sup>	6,0	5,9	5,9	5,6	5,5	5,4	5,8	5,7	0,28	0					
Mureus	5,8	5,8	5,4	5,3	5,4	5,6	5,6	5,4	0,23			0			
Mehukkuus	5,5	5,5	5,7	5,5	5,6	5,6	5,4	5,5	0,19						
Maku	17,3	17,3	17,0	16,4	16,4	16,5	16,9	16,6	0,58						
Yhteispisteet															

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskiarvo.

<sup>2</sup> Tilastollinen merkitsevyys. \*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,10), ja o (p<0,10). B = rodun vaikutus, C = väkirehutason vaikutus, RSM = valkuaisiän vaikutus, B×C = rodun ja väkirehutason yhdysvaikutus, B×RSM = rodun ja valkuaisiän yhdysvaikutus, C×RSM = väkirehutason ja valkuaisiän yhdysvaikutus, B×C×RSM = rodun, väkirehutason ja valkuaisiän yhdysvaikutus.

<sup>3</sup> Marmoroitumisaste: asteikko 0–5. 0 = ei marmoroitumista, 5 = erittäin paljon marmoroitumista.

<sup>4</sup> Määritetty leikkumittarilla: mitä suurempi luku, sitä sitkeämpää liha on.

<sup>5</sup> Mitä suurempi lukuarvo, sitä vaaleampi, punaisempi tai keltaisempi.

<sup>6</sup> Mureus, mehukkuus ja maku: subjektiivinen arvostelu, jossa 1 = erittäin huono ja 7 = erittäin hyvä.

Molempien rotujen ulkofile ja entrecote olivat vain vähän marmoroituneita (Taulukko 7). Kuitenkin hf-sonneilla sekä ulkofile että entrecote arvioitiin merkittävästi enemmän marmoroituneeksi kuin ch-sonnien vastaavat. Ulkofileen aistinvaraisessa arvioinnissa ei havaittu rotujen välisiä merkittäviä eroja mehukkuudessa ja maussa. Sen sijaan hf-sonnien ulkofile arvioitiin mureammaksi kuin ch-sonnien ulkofilee (suuntaa-antava ero,  $p < 0,1$ ). Leikkuvastemittauksessa hf-sonnien ulkofile todettiin noin 13 % mureammaksi kuin ch-sonnien ulkofile (8,80 vs. 9,94 kg/cm<sup>2</sup>). Hf-sonnien paremmuus lihan mureudessa liittyy todennäköisesti suurempaan lihaksen sisäisen rasvan osuuteen (marmoroitumiseen). Useissa yhteyksissä on havaittu marmoroitumisen ja lihanäytteen mureuden välinen positiivinen yhteys (Gregory ym. 1994, Wheeler ym. 1996).

### 3.3.8 Ulkofileen rasvahappokoostumus

Taulukossa 8 on esitetty koetekijöiden vaikutus ulkofileen rasvahappokoostumukseen (% kokonaisrasvahapoista). Rotu vaikutti merkittävästi useiden rasvahappojen osuuteen ulkofileessä. Charolais-sonnien ulkofile sisälsi suhteellisesti enemmän pentadekanoiiinihappoa (15:0), palmitiinihappoa (16:0), palmitoleiinihappoa (16:1  $n-7$ ), vakseenihappoa (18:1  $n-7$ ), linolihappoa (18:2  $n-6$ ), gammalinoleenihappoa (18:3  $n-6$ ), alfa-linoleenihappoa (18:3  $n-3$ ) ja dihomogammalinoleenihappoa (20:3  $n-6$ ) kuin hereford-sonnien ulkofile. Vastaavasti hf-sonnien ulkofile näytti sisältävän suhteellisesti enemmän kapriinihappoa (10:0), öljyhappoa (18:1  $n-9$ ) ja eikoseenihappoa (20:1  $n-9$ ) kuin ch-sonnien ulkofile. Tyydyttyneiden rasvahappojen prosentuaalisessa osuudessa kokonaisrasvahapoista ei ollut merkittävää eroa rotujen välillä (Taulukko 8). Sen sijaan hereford-sonnien ulkofile näytti sisältävän suhteellisesti enemmän kertatyydyttymättömiä rasvahappoja kuin charolais-sonnien ulkofile. Monityydyttymättömiä rasvahappojen osuus näytti puolestaan olevan suurempi ch- kuin hf-sonnien ulkofileessä. Myös  $n-6/n-3$  -rasvahappojen suhteeseen rotu vaikutti hyvin merkittävästi: suhde oli herefordrotuisilla keskimäärin 3,72 ja charolaisrotuisilla 4,48. Tällöin  $n-6$  rasvahappoihin laskettiin linolihappo (18:2  $n-6$ ), gammalinoleenihappo (18:3  $n-6$ ), dihomogammalinoleenihappo (20:3  $n-6$ ) ja arakidonihappo (20:4  $n-6$ ) ja  $n-3$  rasvahappoihin laskettiin alfa-linoleenihappo (18:3  $n-3$ ) ja eikosapentaenihappo (20:5  $n-3$ ).

Naudanlihan rasvaa on pidetty ravitsemuksellisessa mielessä huonona sen sisältämän tyydyttyneen rasvan vuoksi (Kämäräinen 2011). Kuluttajat mieltävät naudanlihan rasvan olevan kokonaan kovaa, tyydyttynyttä rasvaa. Kuitenkin naudanlihan rasvasta lähes puolet on kerta- ja monityydyttymätöntä rasvaa ja  $n-6/n-3$  -rasvahappojen suhde voi olla hyvä (Givens ym. 2006). Ihmisen ravitsemuksessa  $n-6/n-3$  -rasvahappojen suhteella on merkitystä. Korkea  $n-6/n-3$  -suhde on liitetty useisiin elintapasairauksiin kuten sydän- ja verisuonisairauksiin ja diabetekseen. Optimaalisesta  $n-6/n-3$  -suhteesta ei ole päästy täysin yksimielisyyteen ja eri maissa annetuissa suosituksissa on runsaasti vaihtelua. On kuitenkin esitetty, että tuon suhdeluvun tulisi olla alle neljän ja mieluiten lähellä yhtä (Simopoulos 2002, 2004).

Tässä tutkimuksessa rotu vaikutti useiden kerta- ja monityydyttymättömien rasvahappojen osuuteen analysoituista rasvahapoista ja  $n-6/n-3$  -rasvahappojen suhteeseen. Hereford-rotu osoittautui tässä suhteessa paremmaksi kuin charolais-rotu. Erot rotujen välillä johtuvat todennäköisesti siitä, että tietyn rasvahapon pitoisuuteen vaikuttaa jokin geeni, jolla on erilainen ilmentyminen rotujen välillä (Ojala 1999). Toisaalta hereford-sonneilla ruhon rasvaisuus oli suurempi kuin charolais-sonneilla, ja kirjallisuuden mukaan myös ruhon rasvaisuus voi vaikuttaa lihaksen sisäiseen rasvahappokoostumukseen (De Smetin ym. 2004). Yksityiskohtaisempaa tarkastelua naudanlihan rasvahappokoostumukseen vaikuttavista tekijöistä löytyy Kämäräisen (2011) opinnäytetyöstä.

Matalammalla väkirehutasolla ruokittujen sonnien ulkofile sisälsi suhteellisesti enemmän pentadekanoiiinihappoa (15:0), heptadekaanihappoa (17:0), vakseenihappoa (18:1  $n-7$ ) ja alfa-linoleenihappoa (18:3  $n-3$ ) kuin korkeammalla väkirehutasolla ruokittujen sonnien ulkofile (Taulukko 8). Vastaavasti korkeammalla väkirehutasolla ruokittujen sonnien ulkofile sisälsi suhteellisesti enemmän öljyhappoa (18:1  $n-9$ ) ja linolihappoa (18:2  $n-6$ ) kuin matalammalla väkirehutasolla ruokittujen sonnien ulkofile. Väkihuruokinnalla ei ollut tilastollisesti merkittävää vaikutusta tyydyttyneiden, kertatyydyttymättömien tai monityydyttymättömien rasvahappojen suhteelliseen osuuteen ulkofileessä. Sen sijaan  $n-6/n-3$  -rasvahappojen suhteeseen rotu vaikutti hyvin merkittävästi. Väkihuruu 20 % saaneiden eläinten lihaksen sisäisessä rasvassa oli  $n-6/n-3$  -rasvahappojen suhde 3,16 ja vastaavasti 50 % väkihuruu saaneilla eläimillä 5,03.

Taulukko 8. Rodun (B), väkirehurasen (RSM) vaikutus ulkofleerä rasvahappokoostumukseen (% kokonaisrasvahapoista).

Rotu (B)	HF						CH						SEM <sup>1</sup>																	
	20			50			20			50			B		C		RSM		B×C		B×RSM		C×RSM		B×C×RSM					
	-	+	7	-	+	8	-	+	7	-	+	8	-	+	7	-	+	8	-	+	7	-	+	8	-	+	7			
Väkirehuras, % (C)	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,004				0											
Valkuaislisä (RSM)	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,009	*	0	*	*											***
Eläinmäärä, kpl	0,06	0,03	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,05	0,05	0,07	0,05	0,05	0,018				*											
Rasvahappo	3,05	2,66	2,96	2,96	2,75	3,27	2,85	2,85	2,87	2,90	2,90	2,87	2,90	2,90	0,189			*	*											0
Kapryylihappo, 8:0	0,59	0,43	0,46	0,46	0,56	0,56	0,49	0,49	0,59	0,49	0,49	0,59	0,49	0,49	0,070	**	***	*	***		*									
Kaprinihappo, 10:0	0,42	0,39	0,36	0,36	0,35	0,54	0,53	0,53	0,34	0,37	0,37	0,47	0,37	0,37	0,047	*	***	*	***		*									
Lauriinihappo, 12:0	29,94	28,09	29,02	28,19	28,19	31,03	28,99	28,99	30,16	28,80	28,80	28,80	28,80	28,80	0,697	***	***	*	*		*									
Myristiinihappo, 14:1 n-5	3,71	3,13	3,53	3,45	3,45	3,98	3,87	3,87	4,12	3,73	3,73	3,73	3,73	3,73	0,208	***	***	*	*		*									
Myristoleiinihappo, 14:1 n-5	0,98	1,04	0,93	0,92	0,92	1,05	1,06	1,06	0,84	0,90	0,90	0,84	0,90	0,90	0,059				***		*									
Pentadekanoinihappo, 15:0	0,83	0,78	0,73	0,73	0,59	0,76	0,67	0,67	0,71	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,081															
Palmitiinihappo, 16:0	17,35	19,42	18,53	17,49	17,49	17,30	18,45	18,45	16,23	18,02	18,02	18,02	18,02	18,02	0,903	***	*	*	0		*									0
Palmitoleiinihappo, 16:1 n-7	37,62	38,84	37,77	40,13	40,13	34,77	34,04	34,04	36,87	37,55	37,55	37,55	37,55	37,55	1,129	***	*	*	*		*									
Heptadekaanihappo, 17:0	2,03	1,90	1,96	1,95	1,95	2,34	2,84	2,84	2,16	2,01	2,01	2,16	2,01	2,01	0,164	***	*	*	*		*									*
10-heptadekeenihihappo, 17:1	1,33	1,29	1,64	1,59	1,59	1,53	2,16	2,16	2,24	2,02	2,02	2,24	2,02	2,02	0,158	***	*	*	0		0									*
Steariinihappo, 18:0	0,44	0,41	0,55	0,46	0,46	0,65	1,12	1,12	0,94	0,67	0,67	0,94	0,67	0,67	0,111	***	*	*	0		0									*
Öljyhappo, 18:1 n-9	0,66	0,64	0,52	0,44	0,44	0,80	0,95	0,95	0,59	0,56	0,56	0,75	0,56	0,56	0,075	***	*	*	0		0									*
Vakseenihappo, 18:1 n-7	0,27	0,21	0,18	0,20	0,20	0,27	0,31	0,31	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,057	***	*	*	*		*									
Linolihihappo, 18:2 n-6	0,07	0,12	0,10	0,15	0,15	0,10	0,14	0,14	0,06	0,13	0,13	0,06	0,13	0,13	0,046															
Gammalinoleenihihappo, 18:3 n-3	0,08	0,20	0,14	0,15	0,15	0,09	0,04	0,04	0,10	0,19	0,19	0,045	0,19	0,19	0,045	*			*		*									*
Alfalinooleenihihappo, 18:3 n-3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,015	0,00	0,00	0,015															
Konjuigoitunut linolihihappo, 18:2 c-9, t-11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,018	0,00	0,00	0,018															
Arakidinihappo, 20:0	0,04	0,00	0,09	0,13	0,13	0,38	0,19	0,19	0,25	0,18	0,18	0,106	0,18	0,18	0,106	**			**		*									*
Eikoseenihihappo, 20:1 n-9	0,02	0,00	0,07	0,03	0,03	0,00	0,06	0,06	0,04	0,05	0,05	0,041	0,05	0,05	0,041															
Eikosadienihihappo, 20:2 n-6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,46	0,46	0,00	0,02	0,02	0,186	0,02	0,02	0,186															
Eikosatrienihihappo, 20:3 n-9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,028	0,00	0,00	0,028															
Dihomogammalinoleenihihappo, 20:3 n-6	0,50	0,42	0,32	0,43	0,43	0,31	0,69	0,69	0,57	0,37	0,37	0,128	0,37	0,37	0,128															**
Arakidonihihappo, 20:4 n-6	51,94	51,76	52,05	50,02	50,02	53,40	55,34	55,34	50,59	51,15	51,15	1,772	51,15	51,15	1,772				0		*									**
Eikosapentaenihihappo, 20:5 n-3	44,82	45,27	44,60	46,75	46,75	42,49	39,09	39,09	44,55	44,75	44,75	1,692	44,75	44,75	1,692	**	0	*	0		*									*
Behenihihappo, 22:0	3,24	2,97	3,34	3,24	3,24	4,11	5,58	5,58	4,87	4,10	4,10	0,507	4,10	4,10	0,507	***	***	*	***		*									*
Dokosadienihihappo, 22:2	2,86	2,77	4,63	4,74	4,74	3,26	4,05	4,05	5,73	5,18	5,18	0,557	5,18	5,18	0,557	**	***	*	**		*									**
Tyydyttyneet																														
Kertatydyttyvät																														
Monitydyttyvät																														
n-6/n-3 -rasvahappojen suhde <sup>3</sup>																														

1 SEM = Keskiarvon keskiarvo.

2 Tilastollisesti merkitsevästi toisistaan eroavat keskiarvot on merkitty taulukkoon eri yläindekseillä.\*\*\* (p&lt;0,001), \*\* (p&lt;0,01), \* (p&lt;0,05) ja o (p&lt;0,10).

3 n-6 –sarjan rasvahapot: linoli-, gammalinoleeni-, dihomogammalinoleeni- ja arakidonihihappo. n-3 –sarjan rasvahapot: alfa-linoleeni- ja eikosapentaenihihappo.

Väkirehuruokinnan osalta samansuuntaisia tuloksia on saatu useissa aikaisemmissakin tutkimuksissa (mm. French ym. 2000, Nuernberg ym. 2005, Faucitano ym. 2008, Garcia ym. 2008, Leheska ym. 2008, Warren ym. 2008, Alfaia ym. 2009, Smith ym. 2009), joissa on vertailtu joko väkirehutasen vaikutusta tai laidunrehun tai säilörehun ja seosrehun vaikutusta lihan rasvahappokoostumukseen. Mitä karkearehuvaltaisempi ruokinta on ollut, sitä alhaisempi on yleensä  $n-6/n-3$  -rasvahappojen suhde ja sitä suurempi on alfa-linoleenihappopitoisuus lihan sisäisessä rasvassa (Daley ym. 2010). Toisin sanoen alhainen väkirehutaso naudan ruokinnassa parantaa naudan lihan ravitsemuksellista laatua ihmisen ravitsemuksen kannalta korkeilla väkirehutasoilla ruokittujen nautojen lihaan verrattuna.

Valkuaistäydennys ei vaikuttanut tässä tutkimuksessa tyydyttyneiden, kertatyydyttymättömien tai monityydyttymättömien rasvahappojen suhteelliseen osuuteen ulkofileessä eikä myöskään  $n-6/n-3$  -rasvahappojen suhteeseen. Sen sijaan valkuaislisän saaneiden sonnien ulkofile näytti sisältävän suhteellisesti vähemmän kapriinihappoa (10:0), myristiinihappoa (14:0), palmitiinihappoa (16:0) ja palmitoleiinihappoa (16:1  $n-7$ ) kuin ilman valkuaislisää kasvaneiden sonnien ulkofile.

Ulkomaisissa tutkimuksissa alfa-linoleenihappoa sisältävillä rehuilla (pellavansiemenet, kamelinarouhe, rapsipuriste) on saatu lihan sisäisen rasvan  $n-6/n-3$  -rasvahapposuhdetta parannettua useissa tutkimuksissa (Herdmann ym. 2010, Juárez ym. 2011, Noci ym. 2011). Tässä tutkimuksessa oli rypsiitiiviseen rypsirouhe, jossa oli rasvaa 4,5 % ja rypsiitiiviteen annostelutaso oli 0,5 kg/eläin/pv valkuaisäydennyksen saaneille eläimille. Näin eläimen saama rasvan määrä rypsiitiiviteestä oli 22,5 g/pv, joka on alle 1 % dieetin kuiva-aineesta. He ym. (2011) saivat plasman alfa-linoleenipitoisuuden nousemaan 172,8:sta 829,7:ään  $\mu\text{mol/l}$ , kun dieetin rasvapitoisuus nousi 1,95:sta 6,34:ään % kuiva-aineesta laskettuna. Hen ym. (2011) kokeessa rasvan lisäys tuli säilörehuun perustuvalla ruokinnalla rouhituista pellavan siemenistä. Tämän perusteella voidaan arvioida, että meillä Suomessa käytetyillä ns. ”normaaleilla” täydennysvalkuaisen (rypsi/ripsirouheen) annostasoilla ei ole juuri vaikutusta lihan rasvahappokoostumukseen.

### 3.4 Yhteenveto ja johtopäätökset

Ruokintakokeen tarkoituksena oli selvittää ruokinnan väkirehutasen (20 tai 50 %) ja valkuaisäydennyksen vaikutuksia eläintuotukseen sekä ruhon ja lihan laatuun kasvavilla hereford- ja charolais-rotuisilla sonneilla. Matalammalla väkirehutasolla sonnien rehun syönnissä ei ollut merkittäviä eroja rotujen välillä, vaan seosrehun keskimääräinen syönti oli noin 9 kg kuiva-ainetta päivässä kokeen aikana. Sen sijaan korkeammalla väkirehutasolla ch-sonnit söivät noin 5 % enemmän rehua kuin hf-sonnit. Charolais-sonnit käyttivät syömänsä rehun hereford- ja charolais-sonnit söivät noin 5 % enemmän rehua kuin hf-sonnit. Charolais-sonnit käyttivät syömänsä rehun hereford- ja charolais-sonnit söivät noin 5 % enemmän rehua kuin hf-sonnit. Charolais-sonnit käyttivät syömänsä rehun hereford- ja charolais-sonnit söivät noin 5 % enemmän rehua kuin hf-sonnit. Charolais-sonnit käyttivät syömänsä rehun hereford- ja charolais-sonnit söivät noin 5 % enemmän rehua kuin hf-sonnit. Charolais-sonnit käyttivät syömänsä rehun hereford- ja charolais-sonnit söivät noin 5 % enemmän rehua kuin hf-sonnit.

Väkirehutasen nostaminen 20 prosentista 50 prosenttiin lisäsi rehun syöntiä ja energian saantia molemmilla roduilla sekä paransi merkittävästi kasvutuloksia. Myös rehun hyväksikäyttö kasvuun oli tehokkaampaa korkeammalla väkirehutasolla ruokittaessa. Ruhojen lihakkuus parani lisääntyneen väkirehutan osuuden seurauksena molemmilla roduilla. Ruhojen rasvaisuus nousi hieman väkirehutason noustessa. Valkuaislisällä ei ollut merkittävää vaikutusta rehun syöntiin, energian saantiin eikä ruhojen teuraslaatuun. Kuitenkin kokeessa havaittiin, että matalammalla väkirehutasolla ruokitut sonnit näyttivät hieman hyötyvän rypsilisän käytöstä. Sekä hf- että ch-sonneilla kasvu ja rehun hyväksikäyttö parani jonkin verran 20 prosentin väkirehuruokinnalla rypsilisän käytön myötä. Tämä tuotosvaste liittyi todennäköisesti nimenomaan pötsimikrobien energian tarpeeseen. Samanlainen kasvunlisäys on näissä tapauksissa yleensä saavutettavissa lisäämällä rehuannokseen viljaväkirehua. Rehujen hintasuhteista johtuen viljan lisääminen rehuannokseen valkuaisrehun sijaan on yleensä taloudellisesti kannattavampi vaihtoehto.

Rotu osoittautui ruokintaa merkittävämmäksi tekijäksi sekä ruhojen leikkuusaannon että lihan laadun osalta. Lihanlaadun ja leikkuusaannon osalta molemmilla tutkimuksessa olleilla roduilla on vahvuuksia. Hereford-sonnien liha osoittautui mureammaksi ja enemmän marmoroituneeksi kuin charolais-sonnien liha. Ch-sonneilla ruhon arvokkaimpien palojen osuudet teuraspainosta olivat puolestaan suuremmat kuin hf-sonneilla. Myös ruokinnan väkirehutaso vaikutti jonkin verran lihasaantoihin. Arvokkaimpien ja arvokkaiden palojen suhteellinen osuus lihasaannosta lisääntyi hieman ruokinnan väkirehutason noustessa. Vastaavasti lähes arvottomien palojen osuus oli suurempi matalammalla väkirehutasolla ruokittaessa. Valkuaislisällä ei ollut merkittävää vaikutusta leikkuusaantoihin. Lihan laatuominaisuuksiin ruokinnalla ei ollut tässä tutkimuksessa merkittävää vaikutusta.

Rotu vaikutti naudanlihan rasvahappokoostumukseen. Tämän tutkimuksen mukaan suhteellisen aikaisin kypsä hereford-rotu osoittautui paremmaksi lihaksensisäisen rasvan  $n-6/n-3$  -rasvahappojen suhteella mitattuna

kuin myöhään kypsä charolais-rotu. Alhainen väkirehutaso ruokinnassa paransi naudanlihan ravitsemuksellista laatua korkeammalla väkirehutasolla ruokittujen nautojen lihaan verrattuna. Valkuaistäydennys ei vaikuttanut tyydyttyneiden, kertatyydyttymättömien tai monityydyttymättömien rasvahappojen suhteelliseen osuuteen ulkofileessä eikä myöskään  $n-6/n-3$  -rasvahappojen suhteeseen. Tutkimuksen perusteella sekä rotuvalinnalla että ruokinnalla voidaan jonkin verran vaikuttaa lihaksen sisäisen rasvan koostumukseen.

### 3.5 Kirjallisuus

- Aass, L. & Vangen, O. 1998. Carcass and meat quality characteristics of young bulls of Norwegian cattle and cross-breeds with Angus, Hereford and Charolais. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A, Animal Science* 48: 65–75.
- Ahvenjärvi, S., Vanhatalo, A., Huhtanen, P. & Varvikko, T. 2000. Determination of reticulo-rumen and stomach digestion in lactating cows by omasal canal and duodenal sampling. *British Journal of Nutrition* 83: 67–77.
- Alfaia, C. P. M., Alves, S. P., Martins, S. I. V., Costa, A. S. H., Fontes, C. M. G. A., Lemos, J. P. C., Bessa, R. J. B. & Prates, J. A. M. 2009. Effect of the feeding system on intramuscular fatty acids and conjugated linoleic acid isomers of beef cattle, with emphasis on their nutritional value and discriminatory ability. *Food Chemistry* 114: 939–946.
- Aronen, I., Lampila, M. & Hepola, H. 1994. Comparisons of diets based on grass silage, hay or oat straw supplemented with four levels of concentrates in the feeding of growing Ayrshire bulls. *Agricultural Science in Finland* 3: 15–26.
- Aronen, I. & Toivonen, V. 1995. Säilörehun korjuuasteen ja väkirehütäydennyksen vaikutukset tuotannon tehokkuuteen naudalla. *Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote* 12/95: 33–45.
- Bartoň, L., Řehák, D., Teslík, V., Bureš, D. & Zahrádková, R. 2006. Effect of breed on growth performance and carcass composition of Aberdeen Angus, Charolais, Hereford and Simmental bulls. *Czech Journal of Animal Science* 51: 47–53.
- Berge, P., Culioli, J., Rennere, M., Touraille, C., Micol, D. & Geay, Y. 1993. Effect of feed protein on carcass composition and meat quality in steers. *Meat Science* 35: 79–92.
- Bureš, D., Bartoň, L., Zahrádková, R., Teslík, V. & Krejčová, M. 2006. Chemical composition, sensory characteristics, and fatty acid profile of muscle from Aberdeen Angus, Charolais, Simmental, and Hereford bulls. *Czech Journal of Animal Science* 51: 279–284.
- Bowling, R.A., Riggs, J.K., Smith, G.C., Carpenter, Z.L., Reddish, R.L. & Butler, O.D. 1978. Production, carcass and palatability characteristics of steers produced by different management systems. *Journal of Animal Science* 46: 333–340.
- Caplis, J., Keane, M.G., Moloney, A.P. & O'Mara, F.B. 2005. Effects of supplementary concentrate level with grass silage, and separate or total mixed ration feeding, on performance and carcass traits of finishing steers. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 44: 27–43.
- Crouse, J.D., Smith, S.B. & Prior, R.L. 1984. Bovine muscle glycogen as affected by fasting and refeeding. *Journal of Animal Science* 59: 384–387.
- Daley, C. A., Abbott, A., Doyle, P. S., Nader, G. A. & Larson, S. 2010. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Nutrition Journal* 9: 1–12.
- De Smet, S., Raes, K. & Demeyer, D. 2004. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. *Animal Research* 53: 81–98.
- Drennan, M.J. & Keane, M.G., 1987. Responses to supplementary concentrates for finishing steers fed silages. *Irish Journal of Agricultural Research* 26: 115–127.
- Drennan, M.J., Moloney, A.P. & Keane, M.G. 1994. Effects of protein and energy supplements on performance of young bulls offered grass silage. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 33: 1–10.
- Faucitano, L., Chouinard, P. Y., Fortin, J., Mandell, I. B., Lafrenière, C., Girard, C. L. & Berthiaume, R. 2008. Comparison of alternative beef production systems based on forage finishing or grain-forage diets with or without growth promotants: 2. Meat quality, fatty acid composition, and overall palatability. *Journal of Animal Science* 86: 1678–1689.
- Fishell, V.K., Aberle, E.D., Judge, M.D. & Perry, T.W. 1985. Palatability and muscle properties of beef as influenced by preslaughter growth rate. *Journal of Animal Science* 61: 151–157.
- French, P., Stanton, C., Lawless, F., O'Riordan, E. G., Monahan, F. J., Caffrey, P. J. & Moloney, A. P. 2000. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *Journal of Animal Science* 78: 2849–2855.

- Garcia, P. T., Pensel, N. A., Sancho, A. M., Latimore, N. J., Kloster, A. M., Amigone, M. A. & Casal, J. J. 2008. beef lipids in relation to animal breed and nutrition in Argentina. *Meat Science* 79: 500–508.
- Givens, D. I., Kliem, K. E. & Gibbs, R. A. 2006. The role of meat as a source of n - 3 polyunsaturated fatty acids in the human diet. *Meat Science* 74: 209–218.
- Gregory K.E., Cundiff L.V., Koch R.M., Dikeman M.E. & Koohmaraie M. 1994. Breed effects and retained heterosis for growth, carcass, and meat traits in advanced generations of composite populations of beef cattle. *Journal of Animal Science* 72, 833–850.
- Harrison, A.R., Smith, M.E., Allen, D.M., Hunt, M.C., Kastner, C.L. & Kropf, D.H. 1978. Nutritional regime effects on quality and yield characteristics of beef. *Journal of Animal Science* 47: 383–388.
- He, M. L., Chung, Y. H., McAllister, T. A., Beauchemin, K. A., Mir, P. S., Aalhus, J. L. & Dugan, M. E. R. 2011. Inclusion of Flaxseed in Hay- and Barley Silage Diets Increases Alpha-Linolenic Acid in Cow Plasma Independent of Forage Type. *Lipids* 46: 577–585.
- Herdmann, A., Martin, J., Nuernberg, G., Wegner, J., Dannenberger, D. & Nuernberg, K. 2010. How do n-3 fatty acid (short-time restricted vs unrestricted) and n-6 fatty acid enriched diets affect the fatty acid profile in different tissues of German Simmental bulls. *Meat Science* 86: 712–719.
- Huhtanen, P. & Jaakkola, S. 1993. The effects of forage preservation method and proportion of concentrate on digestion of cell wall carbohydrates and rumen digesta pool size in cattle. *Grass Forage Science* 48: 155–165.
- Huhtanen, P., Näsi, M. & Khalili, H. 1989. By-products from integrated starch-ethanol production from barley in the diets of growing cattle. *Journal of Agricultural Science in Finland* 61: 451–462.
- Huuskonen, A. 2009. Concentrate feeding strategies for growing and finishing dairy bulls offered grass silage-based diets. *MTT Science* 1: 99 s. Väitöskirja.
- Huuskonen, A., Jansson, S., Honkavaara, M., Tuomisto, L., Kauppinen, R. & Joki-Tokola, E. 2010a. Meat colour, fatty acid profile and carcass characteristics of Hereford bulls finished on grazed pasture or grass silage-based diets with similar concentrate allowance. *Livestock Science* 131: 125–129.
- Huuskonen, A., Joki-Tokola, E., Honkavaara, M., Tuomisto, L. & Kauppinen, R. 2010b. Meat quality and fatty acid profile of *M. longissimus dorsi* of growing bulls under insulated, uninsulated and outdoor housing conditions. *Agricultural and Food Science* 19: 214–222.
- Huuskonen, A., Khalili, H. & Joki-Tokola, E. 2007. Effects of three different concentrate proportions and rapeseed meal supplement to grass silage on animal performance of dairy-breed bulls with TMR feeding. *Livestock Science* 110: 154–165.
- Huuskonen, A., Khalili, H. & Joki-Tokola, E. 2008. Need for protein supplementation in the diet of growing dairy bulls fed total mixed ration based on moderate digestible grass silage and barley. *Agricultural and Food Science* 17: 109–120.
- Jaakkola, M., Korpelainen, V., Hoppula, K. & Virtanen, V. 2012. Chemical composition of ripe fruits of *Rubus chamaemorus* L. grown in different habitats. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 92: 1324–1330.
- Joki-Tokola, E., Aronen, I. & Vehkaoja, H. 1995. Rehunurmen typpilannoituksen ja säilörehun korjuuajankohdan sekä väkirehutäydennyksen vaikutukset säilörehun hyväksikäyttöön naudalla. B. Ruukin kentätutkimus. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 12/95: 59–70.
- Juárez, M., Dugan, M. E. R., Aalhus, J. L., Aldai, N., Basarab, J. A., Baron, V. S. & McAllister, T. A. 2011. Effects of vitamin E and flaxseed on rumen-derived fatty acid intermediates in beef intramuscular fat. *Meat Science* 88: 434–440.
- Kaminiecki, H., Wójcik, J., Pilarczyk, R., Lachowicz, K., Sobczak, M., Grzesiak, W. & Błaszczuk, P. 2009. Growth and carcass performance of bull calves born from Hereford, Simmental and Charolais cows sired by Charolais bulls. *Czech Journal of Animal Science* 54: 47–54.
- Karhula, T. & Kässi, P. (2010). Lihanauttilojen taloudellinen tilanne Suomessa ja vertailumaissa. Teoksessa: toim. Arto Huuskonen. Kehitystä naudanlihantuotantoon I. Tampere: Tampereen yliopistopaino Juvenes Print Ltd. *MTT Kasvu* 9: 9–34.
- Keady, T.W.J. & Kilpatrick, D.J. 2006. The effect of forage: concentrate ratio on the performance of bulls slaughtered at a range of live weights. *Proceedings of the British Society of Animal Science. British Society of Animal Science.* s. 50.
- Keady, T.W.J., Lively, F.O., Kilpatrick, D.J. & Moss, B.W. 2007. Effects of replacing grass silage with either maize or whole-crop wheat silages on the performance and meat quality of beef cattle offered two levels of concentrates. *Animal* 1: 613–623.



- Keady, T.W.J., Lively, F.O., Kilpatrick, D.J. & Moss, B.W. 2008. The effects of grain treatment, grain feed level and grass silage feed value on the performance of and meat quality from, finishing beef cattle. *Animal* 2: 149–159.
- Keane, M.G. 2010. A comparison of finishing strategies to fixed slaughter weights for Holstein Friesian and Belgian Blue × Holstein Friesian steers. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 49: 41–54.
- Keane, M.G., Drennan, M.J. & Moloney, A.P. 2006. Comparison of supplementary concentrate levels with grass silage, separate or total mixed ration feeding, and duration of finishing in beef steers. *Livestock Science* 103: 169–180.
- Kempster A.J., Cook G.L. & Southgate J.R. 1988. Evaluation of British Friesian, Canadian Holstein and beef breed × British Friesian steers slaughtered over a commercial range of fatness from 16-month and 24-month beef production systems. 2. Carcass characteristics, and rate and efficiency of lean gain. *Animal Production* 46: 365–378.
- Kämäräinen, H. 2011. Liharotuisen naudan (*Bos taurus*) lihan rasvahappokoostumukseen ja E-vitamiinipitoisuuteen vaikuttavat tekijät. Pro gradu –tutkielma. Kuopio, Itä-Suomen yliopisto, Biotieteiden laitos, Luonnontieteiden ja metsätieteiden tiedekunta. 57 s. + liitteet 2 s.
- Leheska, J. M., Thompson, L. D., Howe, J. C., Hentges, E., Boyce, J., Brooks, J. C., Shriver, B., Hoover, L. & Miller, M. F. 2008. Effects of conventional and grass-feeding systems on the nutrient composition of beef. *Journal of Animal Science* 86: 3575–3585.
- Manni, K. 1998. Väkirehuannoksen jaksotuksen vaikutus naudanlihan tuotantoon kahdella väkirehutasolla. Pro gradu –työ. Helsingin yliopisto: Kotieläintieteen laitos. 53 s.
- Manninen, M., Honkavaara, M., Jauhiainen, L., Nykänen, A. & Heikkilä, A.-M. 2011. Effects of grass-red clover silage digestibility and concentrate protein concentration on performance, carcass value, eating quality and economy of finishing Hereford bulls reared in cold conditions. *Agricultural and Food Science* 20: 151–168.
- Manninen, M., Huhta, H., Virkajärvi, P., Joki-Tokola, E., Suvitie, M., Puntila, M.-L. & Röpelin, A. 1994. Risteytyseläinten ruokinta- ja kasvatuskokeet sekä ruhon ja lihan laatu. Teoksessa: Korhonen, T. & Toivonen, M. (Toim.). Naudanlihan tuotannon kehittäminen. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö. s. 35–72. ISBN 951-47-8945-8.
- Manninen, M., Jauhiainen, L., Ruusunen, M., Soveri, T., Koho, N., & Pösö, R. 2010. Effects of concentrate type and level on the performance and health of finishing Hereford bulls given a grass silage-based diet and reared in cold conditions. *Livestock Science* 127: 227–237.
- Martinsson K. 1990. The effect of forage digestibility and concentrate supplementation on performance of finishing bulls. *Swedish Journal of Agricultural Research* 20: 161–167.
- May, S.G., Dolezal, H.G., Gill, D.R., Ray, F.K. & Buchanan, D.S. 1992. Effects of days fed, carcass grade traits, and subcutaneous fat removal on postmortem muscle characteristics and beef palatability. *Journal of Animal Science* 70:444–453.
- McKartor, M.M. & Smith, G.C. 1978. Effect of protected lipids on feedlot performance and carcass characteristics of short-fed steers. *Journal of Animal Science* 47: 270–275.
- McKinnon, J.J., Cohen, R.D.H., Jones, S.D.M., Laarveld, B. & Christensen, D.A. 1993. The effects of dietary energy and crude protein concentration on growth and serum insulin-like growth factor-I levels of cattle that differ in mature body size. *Canadian Journal of Animal Science* 73: 303–313.
- McNamee, B.F., Kilpatrick, D.J., Steen, R.W.J. & Gordon, F.J. 2001. The prediction of grass silage intake by beef cattle receiving barley-based supplements. *Livestock Production Science* 68: 25–30.
- Minson, D.J. 1982. Effect of chemical composition on feed digestibility and metabolizable energy. *Nutritional Abstracts and Reviews* 52: 591–615.
- Moisio, T. & Heikonen, M. 1989. A titration method for silage assessment. *Animal Feed Science and Technology* 22: 341–353.
- MTT 2012. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. MTT, Jokioinen. [Viitattu 30.7.2012]. Saatavilla internetistä: <<https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot>>
- Muir, P.D., Deaker, J.M. & Bown, M.D. 1998. Effects of forage- and grain-based feeding systems on beef quality: A review. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 41: 623–635.
- Noci, F., Monahan, F. J. & Moloney, A. P. 2011. The fatty acid profile of muscle and adipose tissue of lambs fed camelina or linseed as oil or seeds. *Animal* 5: 134–147.
- Nousiainen, J., Ahvenjärvi, S., Rinne, M., Hellämäki, M. & Huhtanen, P. 2004. Prediction of indigestible cell wall fraction of grass silage by near infrared reflectance spectroscopy. *Animal Feed Science and Technology* 115: 295–311.

- Nuernberg, K., Dannenberger, D., Nuernberg, G., Ender, K., Voigt, J., Scollan, N. D., Wood, J. D., Nute, G. R. & Richardson, R. I. 2005. Effect of grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. *Livestock Production Science* 94: 137–147.
- Ojala, M. 1999. Kotieläinjalostuksen perusteet. Teoksessa: toim. J. Juga, K. Maijala, A. Mäki-Tanila, E. Mäntysaari, M. Ojala & J. Syväjärvi. Kotieläinjalostus. Suomen Kotieläinjalostusosuuskunta: Gummerus Kirjapaino, Jyväskylä. s. 36–98.
- Oprządek, J., Dymnicki, E., Oprządek, A., Słoniewski, K., Sakowski, T. & Reklewski, Z. 2001. A note on the effect breed on beef cattle carcass traits. *Animal Science Paper and Reports* 19: 79–89.
- Patil, A.R., Goetsch, A.L., Lewis, Jr., P.K. & Heird, C.E. 1993. Effects of supplementing growing steers with high levels of partially hydrogenated tallow on feed intake, digestibility, live weight gain, and carcass characteristics. *Journal of Animal Science* 71: 2284–2292.
- Pesonen, M. 2011. Rodun vaikutus liharotuisten nautojen syöntikykyyn ja tuotanto-ominaisuuksiin. Teoksessa: Arto Huuskonen (toim.). Kehitystä naudanlihan tuotantoon II. MTT Kasvu 14: s. 9-71.
- Poláh, P., Šubrt, J., Bjelka, M., Uttendorfský, K. & Filipčík, R. 2004. Carcass value of the progeny of tested beef bulls. *Czech Journal of Animal Science* 49: 315–322.
- Randby, Å.T., Nørgaard, P. & Weisbjerg, M.R. 2010. Effect of increasing plant maturity in timothy-dominated grass silage on the performance of growing/finishing Norwegian Red bulls. *Grass and Forage Science* 65: 273–286.
- Rinne, M. 1995. Säilörehun laadun ja väkirehutäydennyksen vaikutukset naudanlihatuotantoon. Yhteenveto. Teoksessa: Säilörehun laadun ja väkirehutäydennyksen vaikutukset naudanlihatuotantoon. Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 12/95: s. 7–12.
- Rinne, M. 2000. Influence of the timing of the harvest of primary grass growth on herbage quality and subsequent digestion and performance in the ruminant animal. *Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitoksen julkaisuja* 54: 42 s. + 5 liitettä. Helsinki: Helsingin yliopisto, 2000. (Väitöskirja).
- Schaake, S.L., Skelley, G.C., Halpin, E., Grimes, L.W., Brown, R.B., Cross, D.L. & Thompson, C.E. 1993. Carcass and meat sensory traits of steers finished on fescue and clover, summer forage, or for different periods in drylot. *Journal of Animal Science* 71: 3199–3205.
- Simopoulos, A. P. 2002. Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. *Journal of the American College of Nutrition* 21: 495–505.
- Simopoulos, A. P. 2004. Omega-6/Omega-3 essential fatty acid ratio and chronic diseases. *Food Reviews International* 20: 77–90.
- Smith, S. B., Gill, C. A., Lunt, D. K. & Brooks, M. A. 2009. Regulation of fat and fatty acid composition in beef cattle. *Asian-Australasian Journal of Animal Science* 22: 1225–1233.
- Sochor, J., Simeonovová, J., Šubrt, J. & Buchar, J. 2005. Effects of selected fattening performance and carcass value traits on textural properties of beef. *Czech Journal of Animal Science* 50: 81–88.
- Steen, R.W.J. 1996. Effects of protein supplementation of grass silage on the performance and carcass quality of beef cattle. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 127: 403–412.
- Steen, R.W.J., Kilpatrick, D.J. & Porter, M.G. 2002. Effects of the proportions of high or medium digestibility grass silage and concentrates in the diet of beef cattle on liveweight gain, carcass composition and fatty acid composition of muscle. *Grass and Forage Science* 57: 279–291.
- Steen, R.W.J. & Robson, A.E. 1995. Effects of forage to concentrate ratio in the diet and protein intake on the performance and carcass composition of beef heifers. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 125: 125–135.
- Thomas, C., Gibbs, B.G., Beever, D.E. & Thurnham, B.R. 1988. The effect of date of cut and barley substitution on gain and on the efficiency of utilization of grass silage by growing cattle. *British Journal of Nutrition* 60: 297–306.
- Warren, H. E., Scollan, N. D., Enser, M., Hughes, S. I., Richardson, R. I. & Wood, J. D. 2008. Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. I: Animal performance, carcass quality and muscle fatty acid composition. *Meat Science* 78: 256–269.
- Wheeler, T.L., Cundiff, L.V., Koch, R. & Crouse, J.D. 1996. Characterization of biological types of cattle (Cycle IV): Carcass traits and longissimus palatability. *Journal of Animal Science* 74: 1023–1035.
- Wheeler, T.L., Cundiff, L.V., Shackelford, S.D. & Koohmaraie, M. 2005. Characterization of biological types of cattle (cycle VII): Carcass, yield, and longissimus palatability traits. *Journal of Animal Science* 83: 196–207.

---

## 4 Puhtaiden liharotuisten nautojen kasvu- ja teurasominaisuudet suomalaisessa teurasaineistossa

---

Arto Huuskonen<sup>1</sup>, Maiju Pesonen<sup>1</sup> ja Maarit Hyrkäs<sup>2</sup>

<sup>1</sup> MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, etunimi.sukunimi@mtt.fi

<sup>2</sup> MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Halolantie 31A, 71750 Maaninka, maarit.hyrkas@mtt.fi

### Tiivistelmä

Tutkimuksella haluttiin selvittää liharotuisten nautojen kasvu- ja teurasominaisuuksia. Tutkimusaineistona oli teurastamoilta saatu naudan ruhojen teurasaineisto, johon yhdistettiin ProAgria Maatalouden Laskentakeskuksen kautta saadut rotutiedot. Teurastamoaineistoa oli käytössä HK Agri Oy:ltä ja Snellman Lihanjalostus Oy:ltä vuodesta 2007 lähtien, A-Tuottajat Oy:ltä vuodesta 2008 lähtien ja Saarioinen Lihanjalostus Oy:ltä vuodesta 2010 lähtien. Hiehojen osalta alle 300 ja yli 550 vrk:n ikäiset eläimet jätettiin datasta pois. Vastaavasti sonnien osalta alle 365 ja yli 660 vrk:n ikäiset eläimet jätettiin datasta pois. Tutkimuksessa vertailtavia rotuja olivat aberdeen angus (ab), hereford (hf), limousin (li), charolais (ch), simmental (si) ja blonde d'Aquitaine (ba). Eläimen katsottiin edustavan kyseistä rotua, jos sen molemmat vanhemmat olivat ProAgria Maatalouden Laskentakeskuksen aineistossa luokiteltu ao. rodun edustajiksi. Näiden rajausten jälkeen tutkimusaineisto sisälsi 21 643 teurastettua liharotuista sonnia ja 8 743 liharotuista teurashiehoa. Roduittain ja sukupuolittain lopullinen aineisto muodostui seuraavasti: ab 4 068 sonnia, 1 692 hiehoa; hf 6 323 sonnia, 2 385 hiehoa; li 4 335 sonnia, 1 951 hiehoa; ch 4 421 sonnia, 1 794 hiehoa; si 2 152 sonnia, 774 hiehoa; ba 344 sonnia, 147 hiehoa.

Sonnien kasvatusaika (vrk) ja teuraspaino (kg) muodostuivat roduittain seuraaviksi: ab (571 vrk, 368 kg), hf (572 vrk, 368 kg), li (571 vrk, 391 kg), ch (552 vrk, 413 kg), si (565 vrk, 402 kg) ja ba (570 vrk, 393 kg). Teuraspainojen osalta ainoastaan ab- ja hf-rodun sonnit sekä li- ja ba-sonnit eivät eronneet keskenään tilastollisesti merkitsevästi toisistaan. Kaikkien muiden rotujen välillä ero teuraspainossa oli merkitsevä ( $p < 0.001$ ). Sonnien nettokasvu (g/pv), lihakkuusluokka (EUROP) ja rasvaisuusluokka (EUROP) olivat roduittain seuraavat: ab (619 g/pv, R-, 3,3), hf (618 g/pv, R-, 3,2), li (660 g/pv, U-, 2,2), ch (724 g/pv, R+, 2,2), si (686 g/pv, R, 2,3) ja ba (663 g/pv, U-, 1,8). Nettokasvuissa ab ja hf-rodun sonnit sekä li- ja ba-sonnit eivät eronneet keskenään tilastollisesti merkitsevästi toisistaan, mutta kaikkien muiden rotujen välillä ero oli merkitsevä ( $p < 0.001$ ). Ruhojen lihakkuudessa ei ollut tilastollista merkitsevyyttä ab- ja hf-rotujen välillä; kaikki muut erot olivat tilastollisesti merkitseviä. Ruhojen rasvaisuudessa kaikki rodut erosivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi.

Hiehojen keskimääräinen kasvatusaika oli 462 vrk. Teuraspaino (kg), nettokasvu (g/pv), lihakkuusluokka (EUROP) ja rasvaisuusluokka (EUROP) olivat roduittain seuraavat: ab (233 kg, 478 g/pv, O, 3,9), hf (252 kg, 468 g/pv, O, 3,9), li (250 kg, 504 g/pv, R-, 2,9), ch (255 kg, 538 g/pv, R-, 2,9), si (244 kg, 510 g/pv, O+, 3,0) ja ba (252 kg, 500 g/pv, R, 2,3). Teuraspainojen osalta ab- ja hf-rodun hiehot, ba- ja ch-hiehot sekä li- ja ba-hiehot eivät eronneet keskenään tilastollisesti merkitsevästi toisistaan, mutta muiden rotujen välillä ero teuraspainossa oli merkitsevä ( $p < 0.001$ ). Nettokasvuero ba-, li- ja si-rotuisten hiehojen välillä eivät olleet merkitseviä; kaikki muut nettokasvuero olivat tilastollisesti merkitseviä ( $p < 0.001$ ). Ruhojen lihakkuudessa kaikki rodut erosivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi ( $p < 0.001$ ). Ruhojen rasvaisuudessa ei ollut tilastollista merkitsevyyttä ab- ja hf-rotujen eikä ch- ja li-rotujen välillä; kaikki muut erot olivat tilastollisesti merkitseviä ( $p < 0.001$ ).

---

### Avainsanat:

*naudanlihantuotanto, rodut, sonnit, hiehot, kasvu, ruhon laatu*

---

## 4.1 Johdanto

Kotimaista tutkimustietoa pihvirotuisten nautojen kasvu- ja teurasominaisuuksista on saatavilla rajoitetusti. Suomessa nautojen nurmisäilörehuvaltainen ruokinta poikkeaa ulkomailla käytetyistä rehustusmalleista, minkä vuoksi muualla toteutetut tutkimukset eivät ole suoraan meille sovellettavissa. Aikaisemmissa kotimaisissa pihvirotuisten naudoilla tehdyissä tutkimuksissa on käsitelty ruokinnan (Manninen ym. 2004a,b, 2006a,b,c, 2010, 2011) ja kasvatusympäristön (Huuskonen ym. 2009, 2010) vaikutusta eläinten kasvuun ja ruhon laatuun, mutta eri rotujen välisiä vertailuja on tehty lähinnä maito-liha-risteytseläimillä (Manninen ym. 1994). Tässä raportoitavalla tutkimuksella haluttiin selvittää liharotuisten nautojen kasvu- ja teurasominaisuuksia laajan data-aineiston pohjalta. Tutkimus oli osa MTT Ruuikin toimipisteen hallinnoimaa InnoNauta Kehitys –hanketta.

## 4.2 Aineisto ja menetelmät

Tutkimusaineistona oli teurastamoilta saatu naudan ruhojen teurasaineisto, johon yhdistettiin ProAgria Maatalouden Laskentakeskuksen kautta saadut rotutiedot. Teurastamoaineistoa oli käytössä HK Agri Oy:ltä ja Snellman Lihanjalostus Oy:ltä vuodesta 2007 lähtien, A-Tuottajat Oy:ltä vuodesta 2008 lähtien ja Saarioinen Lihanjalostus Oy:ltä vuodesta 2010 lähtien. Yhdistetyssä datassa olivat mukana seuraavat tiedot: eläimen syntymätunnus, teurastuspäivä, teuraspaino, teurastuksessa hylättyjen osien paino, ruhon laatuluokka, ruhon rasvaisuusluokka, eläimen syntymäaika, eläimen sukupuoli, eläimen rotukoodi, eläimen emän rotukoodi ja eläimen isän rotukoodi. Teurasruhot oli teurastamoissa punnittu ja luokiteltu EUROP-luokituksen mukaisesti. Nettokasvutulosten laskemiseksi dataan lisättiin uutena muuttujana eläimen lihapaino syntyessä (alkupaino). Tämä lisättiin oletusarvona siten, että alkupainoksi määritettiin sonnivasikalle 16 kg ja lehmävasikalle 15,2 kg. Vastaavia arvioita A-Tuottajat Oy käyttää päivittäisessä työssään (Herva ym. 2009). Nettokasvu laskettiin teuraspainon ja kokeen alun lihapainon erotuksena jaettuna kasvatuspäivillä.

Tutkimuksessa vertailtavia rotuja olivat aberdeen angus (ab), hereford (hf), limousin (li), charolais (ch), simmental (si) ja blonde d'Aquitaine (ba). Eläimen katsottiin edustavan kyseistä rotua, jos sen molemmat vanhemmat olivat ProAgria Maatalouden Laskentakeskuksen aineistossa luokiteltu ao. rodun edustajiksi. Hiehojen osalta alle 300 ja yli 550 vrk:n ikäiset eläimet jätettiin datasta pois. Vastaavasti sonnien osalta alle 365 ja yli 660 vrk:n ikäiset eläimet jätettiin datasta pois. Näiden rajausten jälkeen tutkimusaineisto sisälsi 21 643 teurastettua liharotuista sonnia ja 8 743 liharotuista teurashiehoa. Roduittain ja sukupuolittain lopullinen aineisto muodostui seuraavasti: aberdeen angus 4 068 sonnia, 1 692 hiehoa; hereford 6 323 sonnia, 2 385 hiehoa; limousin 4 335 sonnia, 1 951 hiehoa; charolais 4 421 sonnia, 1 794 hiehoa; simmental 2 152 sonnia, 774 hiehoa; blonde d'Aquitaine 344 sonnia, 147 hiehoa.

Laajemman teurasaineiston lisäksi laskettiin erirotuisten eläinten ruhojen arvopalojen (fileet ja paistit) saantoja Snellman Lihanjalostus Oy:n teurasaineiston pohjalta. Snellman Lihanjalostus Oy:llä syntyy eläinten teurastuksen yhteydessä tietokanta kaikkien ruhojen arvopalojen osuuksista kussakin teurasruhossa. Teurastettujen sonnien osalta arvopalojen saannot laskettiin samoille kuudelle liharodulle kuin laajemman teurasaineiston muuttajat. Hiehojen osalta blonde d'Aquitaine-rodun tiedot jätettiin pois, koska kyseisiä eläimiä esiintyi vain yksi kappale Snellman Lihanjalostus Oy:n teurasaineistossa.

Tilastollisena käsittelynä tuloksille tehtiin varianssianalyysi SAS 9.2. -ohjelmiston MIXED-proseduurilla. Rotujen välisten erojen tilastollinen merkitsevyys testattiin Tukeyn-Kramerin -testillä.

## 4.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

### 4.3.1 Kasvatusaika, kasvu- ja teurastulokset

Sonnien kasvu- ja teurastulokset käyvät ilmi taulukosta 1. Keskimääräinen kasvatusaika oli ab-, hf-, li- ja ba-rodun sonneilla samanpituisen (570–572 vrk). Lyhin kasvatusaika oli ch-rodun sonneilla (552 vrk). Si-sonnien kasvatusaika oli keskimäärin 565 vrk. Rotujen välillä oli selkeitä eroja teuraspainojen suhteen, sillä ab ja hf-rodun sonnit teurastettiin muita rotuja selvästi alemmassa teuraspainossa (keskimäärin 368 kg). Li- ja ba-sonnit teurastettiin keskimäärin hieman alle 400 kg:n painossa ja si-sonneilla teuraspaino oli 402 kg. Kaikkein suurimpiin painoihin kasvatettiin ch-sonnit (413 kg).

Parhaat nettokasvutulokset saavutettiin ch-sonneilla (keskimäärin 724 g/pv). Si-, ba- ja li-sonneilla keskimääräiset kasvutulokset olivat välillä 660–686 g/pv. Ab- ja hf-sonneilla kasvut olivat 620 g/pv tasolla. Lihakkuudel-

taan parhaita olivat ba- ja li-rotujen sonnit, jotka luokittuivat keskimäärin lihakkuusluokkaan U-. Ch-sonnien lihakkuusluokka oli keskimäärin R+ ja si-sonnien R. Ab- ja hf-sonnit luokittuivat luokkaan R-. Myös ruhojen rasvaisuudessa erot rotujen välillä olivat selkeät. Vähärasvaisimpia olivat ba-sonnien ruhot (keskimääräinen rasvaisuusluokka 1,8). Li-, ch- ja si-sonnien rasvaisuusluokka oli hieman yli 2, kun taas ab- ja hf-sonnien ruhot luokiteltiin hieman yli 3-luokan rasvaisiksi.

Arvopalojen osuudet sonnien teurasruhoissa esitetään taulukossa 2. Yleisesti ottaen arvopalojen saannot olivat isojen rotujen (ba, ch, li, si) sonneilla merkitsevästi suuremmat kuin keskikokoisten rotujen (ab, hf) sonneilla. Tämä suuntaus oli selkeä sekä fileiden että paistien osalta. Hereford- ja angus-sonnit erosivat toisistaan ulkofileen, sisäpaistin, ulkopaistin ja kulmapaistin saannoissa, sillä näissä paloissa saanto oli prosentuaalisesti suurempi hereford- kuin angus-sonneilla. Sen sijaan sisäfileen ja paahtopaistin saannoissa ei ollut eroa ab- ja hf-sonnien välillä.

Sisäfileen prosentuaalinen saanto oli suurin blonde d'Aquitaine-sonneilla; tulos erosi merkitsevästi kaikista muista testatuista roduista. Charolais-, limousin- ja simmental-sonnien välillä ei ollut merkitseviä eroja sisäfileen saannoissa (Taulukko 2). Ulkofileen saanto oli kuitenkin aineiston limousin-sonneilla merkitsevästi suurempi kuin charolais- ja simmental-sonneilla. Sisä- ja ulkopaisteissa ba- ja li-rodun sonneilla saavutettiin merkitsevästi suuremmat prosentuaaliset saannot kuin ch- ja si-sonneilla. Myös kulma- ja paahtopaistin osalta ba-sonneilla mitattiin numeerisesti suurimmat saannot.

Taulukko 1. Liharotuisten sonnien kasvu- ja teurastulokset roduittain (AB = aberdeen angus, BA = blonde d'Aquitaine, CH = charolais, HF = hereford, LI = limousin, SI = simmental).

	AB	BA	CH	HF	LI	SI	SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>
Eläinmäärä, kpl	4 068	344	4 421	6 323	4 335	2 152		
Kasvatusaika, vrk	571 <sup>a</sup>	570 <sup>ac</sup>	552 <sup>b</sup>	572 <sup>a</sup>	571 <sup>a</sup>	565 <sup>c</sup>	3,1	***
Nettokasvu, g/pv	619 <sup>a</sup>	663 <sup>b</sup>	724 <sup>c</sup>	618 <sup>a</sup>	660 <sup>b</sup>	686 <sup>d</sup>	5,7	***
Teuraspaino, kg	368 <sup>a</sup>	393 <sup>bd</sup>	413 <sup>c</sup>	368 <sup>a</sup>	391 <sup>b</sup>	402 <sup>d</sup>	3,2	***
Lihakkuus, EUROP <sup>3</sup>	6,9 <sup>a</sup>	10,3 <sup>b</sup>	9,3 <sup>c</sup>	6,9 <sup>a</sup>	9,7 <sup>d</sup>	8,2 <sup>e</sup>	0,10	***
Rasvaisuus, EUROP <sup>4</sup>	3,3 <sup>a</sup>	1,8 <sup>b</sup>	2,2 <sup>c</sup>	3,2 <sup>a</sup>	2,2 <sup>d</sup>	2,3 <sup>e</sup>	0,04	***

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Tilastollisesti merkitsevästi (p<0,05) toisistaan eroavat keskiarvot on merkitty taulukkoon eri yläindekseillä.

\*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

<sup>3</sup> Lihakkuus: (1 = heikoin, 15 = paras). 1=P-, 2=P, 3=P+, 4=O-, 5=O, 6=O+, 7=R-, 8=R, 9=R+, 10=U-, 11=U, 12=U+, 13=E-, 14=E, 15=E+.

<sup>4</sup> Rasvaisuus: (1 = rasvaton, 5 = erittäin rasvainen).

Taulukko 2. Liharotuisten sonnien arvopalojen leikkuusaannot roduittain Snellman Lihanjalostus Oy:n teurasaineistossa (AB = aberdeen angus, BA = blonde d'Aquitaine, CH = charolais, HF = hereford, LI = limousin, SI = simmental).

	AB	BA	CH	HF	LI	SI	SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>
Eläinmäärä, kpl	178	11	196	288	286	153		
Prosenttia ruhon leikkuusaannosta								
Ulkofilee	3,73 <sup>a</sup>	4,14 <sup>bcd</sup>	4,22 <sup>d</sup>	3,85 <sup>b</sup>	4,42 <sup>e</sup>	4,13 <sup>c</sup>	0,115	***
Sisäfilee	1,35 <sup>a</sup>	1,62 <sup>c</sup>	1,47 <sup>b</sup>	1,34 <sup>a</sup>	1,50 <sup>b</sup>	1,47 <sup>b</sup>	0,040	***
Sisäpaisti	3,62 <sup>a</sup>	4,50 <sup>d</sup>	4,09 <sup>c</sup>	3,77 <sup>b</sup>	4,38 <sup>d</sup>	4,10 <sup>c</sup>	0,128	***
Ulkopaisti	5,96 <sup>a</sup>	7,17 <sup>d</sup>	6,69 <sup>c</sup>	6,14 <sup>b</sup>	7,14 <sup>d</sup>	6,54 <sup>c</sup>	0,175	***
Kulmapaisti	3,39 <sup>a</sup>	3,90 <sup>ce</sup>	3,65 <sup>cd</sup>	3,52 <sup>b</sup>	3,77 <sup>e</sup>	3,60 <sup>c</sup>	0,094	***
Paahtopaisti	1,69 <sup>a</sup>	2,14 <sup>d</sup>	1,98 <sup>cd</sup>	1,73 <sup>a</sup>	1,99 <sup>cd</sup>	1,94 <sup>c</sup>	0,057	***

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Tilastollisesti merkitsevästi (p<0,05) toisistaan eroavat keskiarvot on merkitty taulukkoon eri yläindekseillä.

\*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

Hiehojen osalta rotujen väliset erot teurasaineistojen tuloksissa olivat hyvin samansuuntaisia kuin sonneilla. Luonnollisesti kasvutasot ja teuraspainot sekä lihakkuusluokat olivat sonneja matalammat. Hiehojen kasvu- ja teurastulokset käyvät ilmi taulukosta 3. Keskimääräinen kasvatusaika oli 462 vrk. Ab- ja hf-rodun hiehot teurastettiin muita rotuja matalammassa teuraspainossa (keskimäärin 232–233 kg). Korkeimmat teuraspainot saavutettiin ch- (255 kg) ja ba-rodun (252 kg) hiehoilla.

Korkeimmat nettokasvutulokset saavutettiin ch-hiehoilla (keskimäärin 538 g/pv). Si-, ba- ja li-hiehojen kasvutulokset olivat välillä 500–510 g/pv. Ab- ja hf-hiehojen keskimääräinen kasvu oli selvästi alle 500 g/pv. Lihakkuudeltaan parhaita olivat ba-hiehot luokitettuna keskimäärin luokkaan R. Li- ja ch-rodun hiehojen lihakkuusluokka oli keskimäärin R-. Si-hiehot luokitettiin luokkaan O+ ja ab sekä hf-hiehot luokkaan O. Rasvaisimpia olivat ab- ja hf-hiehot, joilla rasvaisuusluokka oli keskimäärin 3,9. Li-, ch- ja si-hiehojen rasvaisuusluokka oli keskimäärin 3. Selvästi vähiten rasvoituivat ba-hiehot, joiden rasvaisuusluokka oli keskimäärin 2,3.

Arvopalojen osuudet hiehojen teurasruhoissa esitetään taulukossa 4. Myös hiehoilla arvopalojen saannot olivat isojen rotujen (ch, li, si) eläimillä merkittävästi suuremmat kuin keskikokoisten rotujen (ab, hf) edustajilla. Hiehoissa hereford- ja angus-eläimet erosivat toisistaan ulkofileen ja kulmapaistin saannoissa, sillä näissä paloissa saanto oli prosentuaalisesti suurempi hf- kuin ab-hiehoilla. Sen sijaan sisäfileen, sisäpaistin, ulkopaistin ja paah-  
topaistin saannoissa ei ollut eroa ab- ja hf-sonnien välillä (Taulukko 4).

Charolais- ja limousin-hiehojen välillä ei havaittu merkitseviä eroja sisä- tai ulkofileen saannoissa. Sen sijaan simmental-hiehoilla ulkofileen saanto oli merkittävästi pienempi kuin limousin-hiehoilla. Ulko- ja sisäpaisteissa suurimmat saannot saatiin limousin-hiehojen ruhoista; saannot olivat merkittävästi suuremmat kuin muilla tutkituilla roduilla. Kulma- ja paah-  
topaistin osalta suurimmat saannot mitattiin li- ja ch-hiehoilla (Taulukko 4).

Taulukko 3. Liharotuisten hiehojen kasvu- ja teurastulokset roduittain (AB = aberdeen angus, BA = blonde d'Aquitaine, CH = charolais, HF = hereford, LI = limousin, SI = simmental).

	AB	BA	CH	HF	LI	SI	SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>
Eläinmäärä, kpl	1 692	147	1 794	2 385	1 951	774		
Kasvatusaika, vrk	458 <sup>a</sup>	475 <sup>b</sup>	451 <sup>c</sup>	465 <sup>b</sup>	469 <sup>b</sup>	453 <sup>ac</sup>	4,4	***
Nettokasvu, g/pv	478 <sup>a</sup>	500 <sup>b</sup>	538 <sup>c</sup>	468 <sup>d</sup>	504 <sup>b</sup>	510 <sup>b</sup>	6,8	***
Teuraspaino, kg	233 <sup>a</sup>	252 <sup>bcd</sup>	255 <sup>b</sup>	232 <sup>a</sup>	250 <sup>c</sup>	244 <sup>d</sup>	3,1	***
Lihakkuus, EUROP <sup>3</sup>	5,3 <sup>a</sup>	7,7 <sup>b</sup>	6,5 <sup>c</sup>	5,1 <sup>d</sup>	7,2 <sup>e</sup>	5,7 <sup>f</sup>	6,3	***
Rasvaisuus, EUROP <sup>4</sup>	3,9 <sup>a</sup>	2,3 <sup>b</sup>	2,9 <sup>cd</sup>	3,9 <sup>a</sup>	2,9 <sup>c</sup>	3,0 <sup>d</sup>	0,07	***

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Tilastollisesti merkitsevästi (p<0,05) toisistaan eroavat keskiarvot on merkitty taulukkoon eri yläindekseillä.

\*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

<sup>3</sup> Lihakkuus: (1 = heikoin, 15 = paras). 1=P-, 2=P, 3=P+, 4=O-, 5=O, 6=O+, 7=R-, 8=R, 9=R+, 10=U-, 11=U, 12=U+, 13=E-, 14=E, 15=E+.

<sup>4</sup> Rasvaisuus: (1 = rasvaton, 5 = erittäin rasvainen).

Taulukko 4. Liharotuisten hiehojen arvopalojen leikkuusaannot roduittain Snellman Lihanjalostus Oy:n teurasaineistossa (AB = aberdeen angus, CH = charolais, HF = hereford, LI = limousin, SI = simmental).

	AB	CH	HF	LI	SI	SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>
Eläinmäärä, kpl	69	31	29	94	37		
Prosenttia ruhon leikkuusaannosta							
Ulkofilee	3,76 <sup>a</sup>	4,41 <sup>cd</sup>	3,99 <sup>b</sup>	4,59 <sup>d</sup>	4,27 <sup>c</sup>	0,071	***
Sisäfilee	1,44 <sup>a</sup>	1,61 <sup>b</sup>	1,43 <sup>a</sup>	1,64 <sup>b</sup>	1,60 <sup>b</sup>	0,025	***
Sisäpaisti	3,86 <sup>a</sup>	4,59 <sup>b</sup>	4,06 <sup>a</sup>	4,86 <sup>c</sup>	4,50 <sup>b</sup>	0,080	***
Ulkopaisti	5,69 <sup>a</sup>	6,86 <sup>c</sup>	5,92 <sup>a</sup>	7,25 <sup>d</sup>	6,41 <sup>b</sup>	0,101	***
Kulmapaisti	3,61 <sup>a</sup>	4,14 <sup>cd</sup>	3,84 <sup>b</sup>	4,19 <sup>d</sup>	3,93 <sup>c</sup>	0,067	***
Paah- topaisti	1,68 <sup>a</sup>	2,13 <sup>cd</sup>	1,79 <sup>a</sup>	2,13 <sup>d</sup>	2,00 <sup>c</sup>	0,043	***

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Tilastollisesti merkitsevästi (p<0,05) toisistaan eroavat keskiarvot on merkitty taulukkoon eri yläindekseillä.

\*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

Suomalaisen teurasaineiston tulokset ovat pääpiirteissään hyvin samansuuntaisia, kuin mitä ulkomaisissa tutkimuksissa on havaittu (esim. Dufey ym. 2002, Wheeler ym. 2005, Bartoň ym. 2006, Bonesmo ym. 2010). Ruokinnasta tai kasvatusmallista riippumatta mannereurooppalaisten rotujen (ch, li, si, ba) teurasruhot ovat lihakkampia ja suurempia ja niissä on vähemmän rasvaa verrattuna angus- ja hereford-teurasruhoihin (Dufey ym. 2002, Wheeler ym. 2005). Teurassaanto (myytävän lihanosuus) on ollut isoilla roduilla keskimäärin 4–10 % suurempi kuin keskikokoisilla roduilla (Gregory ym. 1994, Wheeler ym. 2005, Bonesmo ym. 2010). Yksityiskohtaisempia tietoja rotuvertailujen tuloksista ulkomaisissa tutkimuksissa on löydettävissä Pesosen (2011) kirjallisuuskatsauksesta.

### 4.3.2 Teuraspainon vaikutus ruhon rasvaisuuteen

Suomalaisen naudanlihantuotannon määrä on pystytty säilyttämään kohtuullisesti kotimaista kysyntää vastaavana teuraspainojen nostamisen ja emolehmätuotannon lisäämisen avulla. Teuraspainojen nousu on kuitenkin samalla lisännyt jonkin verran ruhojen rasvoittumista. Naudan kasvussa tapahtuu fysiologisia muutoksia sukukypsyyden saavuttamisen jälkeen. Tämän jälkeen rasvakudoksen määrä kasvaa lihaksia nopeammin. Teuraspaino pitäisi pystyä valitsemaan siten, että eläin olisi kasvunvaiheessa, jossa rasvaisuus on optimitasolla. Käytännössä on kuitenkin erittäin vaikeaa määrittää tätä pistettä.

Tutkimus- ja teurasaineistoissa teuraspainon kasvu on lisännyt selkeästi ruhojen rasvaisuutta ja vähentänyt lihan ja luun osuutta ruhossa (Owens ym. 1993, Steen & Kilpatrick 1995, Herva ym. 2011). Steenin ja Kilpatrickin (1995) mukaan teuraspainojen madaltaminen olisikin todennäköisesti tehokkain keino rajoittaa ruhojen rasvoittumista. Nykytilanteessa, jossa kotimaisen naudanlihan tarjonta ei kata kysyntää, keskiteuraspainojen mataltamiselle ei kuitenkaan liene Suomessa perusteita. Sen sijaan rotujen välillä voidaan tehdä valintaa sen suhteen, missä vaiheessa eläimet teurastetaan.

Teuraspainon vaikutus ruhojen rasvoittumiseen tuli selkeästi esille myös tässä raportoitavassa teurasaineistossa. Taulukossa 5 on esitetty roduittain sonnien keskimääräiset teuraspainot jokaisessa viidessä rasvaisuusluokassa. Jos tavoitteena pidetään sitä, että liharotuinen sonni luokituu korkeintaan rasvaisuusluokkaan 3, tulisi ab- ja hf-rotujen eläimet teurastaa selkeästi muita rotuja alhaisimmissa teuraspainoissa. Ab-sonnien osalta rasvaisuusluokkaan 3 luokituttava eläin painoi tässä aineistossa keskimäärin 366 kg. Vastaava teuraspaino oli hf-sonneilla 369 kg. Muiden rotujen osalta rasvaisuusluokan 3 sonnit pystyttiin kasvattamaan selkeästi yli 400 kg:n teuraspainoihin. Blonde d'Aquitainen osalta on huomattava, että aineiston koko ei anna selkeää kuvaa rodun rasvoittumistaipumuksesta. Nyt rasvaisuusluokkaan 4 luokitui ainoastaan 9 ba-rodun eläintä, joiden keskimääräinen teuraspaino oli matalampi kuin rasvaisuusluokan 3 sonneilla. Onkin todennäköistä, että nämä 9 sonnia eivät edusta kovinkaan hyvin ba-rodun keskimääräistä eläinainesta.

Myös hiehojen osalta ruhon rasvoittumisen ja teuraspainon välinen yhteys tuli aineistossa selkeästi esille (Taulukko 6). Rotujen väliset erot rasvoittumistaipumuksessa olivat hyvin samansuuntaisia kuin sonneilla. Ab- ja hf-rodun hiehoilla rasvaisuusluokkaan 3 luokituttavat eläimet painoivat aineistossa keskimäärin 215 (ab) ja 212 (hf) kg. Vastaavat teuraspainot olivat si- ja li-rodun hiehoilla 245 (si) ja 253 (li) kg. Rasvaisuusluokkaan 3 luokituttavilla ch- ja ba-hiehoilla keskimääräinen teuraspaino oli selkeästi muita rotuja korkeampi (ch 262 kg ja ba 271 kg).

Taulukko 5. Liharotuisten sonnien keskimääräinen teuraspaino eri rasvaisuusluokissa (AB = aberdeen angus, BA = blonde d'Aquitaine, CH = charolais, HF = hereford, LI = limousin, SI = simmental).

Rasvaisuusluokka	Havaintojen lukumäärä	AB	BA	CH	HF	LI	SI	SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>
1	1 660	244 <sup>a</sup>	371 <sup>b</sup>	362 <sup>b</sup>	224 <sup>a</sup>	342 <sup>c</sup>	351 <sup>bc</sup>	7,4	***
2	8 172	331 <sup>a</sup>	406 <sup>bc</sup>	409 <sup>b</sup>	326 <sup>a</sup>	391 <sup>cd</sup>	395 <sup>d</sup>	4,4	***
3	7 180	366 <sup>a</sup>	412 <sup>bc</sup>	435 <sup>c</sup>	369 <sup>a</sup>	412 <sup>d</sup>	424 <sup>b</sup>	8,8	***
4	3 776	388 <sup>a</sup>	400 <sup>ab</sup>	456 <sup>c</sup>	391 <sup>a</sup>	434 <sup>b</sup>	447 <sup>bc</sup>	16,5	***
5	855	406 <sup>a</sup>		446 <sup>b</sup>	410 <sup>a</sup>	422 <sup>ab</sup>	452 <sup>ab</sup>	19,8	**

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Tilastollisesti merkitsevästi (p<0,05) toisistaan eroavat keskiarvot on merkitty taulukkoon eri yläindekseillä.

\*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

Taulukko 6. Liharotuisten hiehojen keskimääräinen teuraspaino eri rasvaisuusluokissa (AB = aberdeen angus, BA = blonde d'Aquitaine, CH = charolais, HF = hereford, LI = limousin, SI = simmental).

Rasvaisuus- luokka	Havaintojen lukumäärä	AB	BA	CH	HF	LI	SI	SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>
1	219	97 <sup>a</sup>	231 <sup>b</sup>	184 <sup>c</sup>	141 <sup>d</sup>	192 <sup>c</sup>	165 <sup>cd</sup>	9,6	***
2	1 554	178 <sup>a</sup>	246 <sup>b</sup>	230 <sup>c</sup>	180 <sup>a</sup>	236 <sup>bc</sup>	220 <sup>d</sup>	3,9	***
3	2 969	215 <sup>a</sup>	271 <sup>b</sup>	262 <sup>b</sup>	212 <sup>a</sup>	253 <sup>c</sup>	245 <sup>d</sup>	4,6	***
4	2 729	237 <sup>a</sup>	267 <sup>bc</sup>	279 <sup>b</sup>	235 <sup>b</sup>	267 <sup>c</sup>	268 <sup>c</sup>	6,2	***
5	1 272	259 <sup>a</sup>	294 <sup>abc</sup>	303 <sup>b</sup>	259 <sup>a</sup>	280 <sup>c</sup>	282 <sup>c</sup>	20,9	***

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Tilastollisesti merkitsevästi (p<0,05) toisistaan eroavat keskiarvot on merkitty taulukkoon eri yläindekseillä.

\*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

### 4.3.3 Teuraspainon vaikutus ruhon lihakuuteen

Ruhojen rasvaisuuden ja teuraspainon lisäksi lihakuusluokka vaikuttaa merkittävästi eläimestä saatavaan tilityshintaan. Tavoitteena tulisikin olla, että liharotuiset sonnit luokituisivat vähintään lihakuusluokkaan R-. Taulukossa 7 on esitetty tämän aineiston sonnien keskimääräiset teuraspainot lihakuusluokittain. Tarkasteltaessa lihakuusluokkaa R- esille nousevat erityisesti ba- ja li-rotujen hyvät lihakuusominaisuudet jo matalissa teuraspainoissa. Näiden rotujen sonnit luokituiivat kyseiseen lihakuusluokkaan jo keskimäärin 350 kg:n teuraspainossa. Sen sijaan si-sonnit saavuttivat luokan R- vasta keskimäärin 381 kg:n painossa.

Taulukko 7. Liharotuisten sonnien keskimääräinen teuraspaino eri lihakuusluokissa (AB = aberdeen angus, BA = blonde d'Aquitaine, CH = charolais, HF = hereford, LI = limousin, SI = simmental).

Lihakuus- luokka	Havaintojen lukumäärä	AB	BA	CH	HF	LI	SI	SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>
P-	3	-	-	122	151	-	-	-	
P	30	147	-	204	148	124	-	39,8	
P+	123	210	197	216	192	204	200	47,4	
O-	447	283	336	261	268	266	271	58,9	
O	1 433	318 <sup>a</sup>	273 <sup>ab</sup>	294 <sup>bc</sup>	315 <sup>a</sup>	290 <sup>b</sup>	311 <sup>ac</sup>	16,3	***
O+	2 487	350 <sup>a</sup>	292 <sup>b</sup>	325 <sup>c</sup>	345 <sup>a</sup>	317 <sup>b</sup>	344 <sup>a</sup>	10,8	***
R-	4 985	376 <sup>a</sup>	350 <sup>bc</sup>	369 <sup>c</sup>	379 <sup>b</sup>	352 <sup>b</sup>	381 <sup>b</sup>	6,9	***
R	4 513	395 <sup>ab</sup>	381 <sup>ac</sup>	395 <sup>ad</sup>	400 <sup>d</sup>	371 <sup>c</sup>	402 <sup>bd</sup>	5,9	***
R+	2 826	407 <sup>a</sup>	396 <sup>ab</sup>	417 <sup>c</sup>	421 <sup>c</sup>	390 <sup>b</sup>	422 <sup>c</sup>	6,5	***
U-	816	433 <sup>a</sup>	383 <sup>b</sup>	441 <sup>a</sup>	434 <sup>a</sup>	404 <sup>b</sup>	442 <sup>a</sup>	14,1	***
U	2 381	449 <sup>a</sup>	404 <sup>b</sup>	447 <sup>a</sup>	442 <sup>a</sup>	414 <sup>b</sup>	455 <sup>a</sup>	6,0	***
U+	386	443 <sup>ab</sup>	407 <sup>bc</sup>	458 <sup>a</sup>	447 <sup>a</sup>	419 <sup>c</sup>	467 <sup>a</sup>	19,4	***
E-	272	430 <sup>abcd</sup>	419 <sup>a</sup>	470 <sup>b</sup>	495 <sup>abcd</sup>	434 <sup>ac</sup>	487 <sup>bd</sup>	43,8	***
E	839	447 <sup>ab</sup>	432 <sup>ac</sup>	475 <sup>b</sup>	502 <sup>abc</sup>	442 <sup>a</sup>	494 <sup>b</sup>	46,3	***
E+	69	-	476 <sup>ab</sup>	500 <sup>b</sup>	336 <sup>c</sup>	456 <sup>a</sup>	-	32,2	***

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Tilastollisesti merkitsevästi (p<0,05) toisistaan eroavat keskiarvot on merkitty taulukkoon eri yläindekseillä.

\*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

Mielenkiintoista on ab- ja hf-rotujen luokittuminen, sillä näillä roduilla lihakuusluokka R- saavutettiin teuraspainoissa 376 (ab) ja 379 kg (hf). Aikaisemman rasvaisuustarkastelun perusteella voidaan puolestaan havaita, että luokkaan R- luokituvilla ab- ja hf-sonneilla on siten selkeä riski luokitua rasvaisuuden osalta luokkiin 4-5. Näin ollen lihakuusluokan R- saavuttaminen siten, että rasvaisuusluokka on enintään 3, on varsin haastava ab- ja hf-rodun sonneille. Viime kädessä optimaalisen teuraspainon ratkaiseekin se, painotetaanko ruhojen hinnoittelussa enemmän lihakkuutta vai rasvaisuutta.



Taulukko 8. Liharotuisten hiehojen keskimääräinen teuraspaino eri lihakkuusluokissa (AB = aberdeen angus, BA = blonde d'Aquitaine, CH = charolais, HF = hereford, LI = limousin, SI = simmental).

Lihakkuus- luokka	Havaintojen lukumäärä	AB	BA	CH	HF	LI	SI	SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>
P-	7	86	-	117	116	-	-	12,5	
P	66	122 <sup>a</sup>	-	138 <sup>ab</sup>	167 <sup>b</sup>	118 <sup>ab</sup>	165 <sup>ab</sup>	33,6	***
P+	286	186 <sup>a</sup>	143 <sup>a</sup>	169 <sup>a</sup>	188 <sup>a</sup>	203 <sup>a</sup>	174 <sup>a</sup>	23,9	*
O-	1 098	218 <sup>a</sup>	199 <sup>ab</sup>	210 <sup>a</sup>	215 <sup>a</sup>	206 <sup>a</sup>	230 <sup>b</sup>	13,4	***
O	2 130	231 <sup>ab</sup>	217 <sup>ab</sup>	231 <sup>ab</sup>	231 <sup>ab</sup>	225 <sup>a</sup>	237 <sup>b</sup>	9,1	**
O+	2 118	244 <sup>ab</sup>	251 <sup>ac</sup>	251 <sup>c</sup>	249 <sup>c</sup>	239 <sup>a</sup>	248 <sup>bc</sup>	5,6	***
R-	1 526	260 <sup>ac</sup>	249 <sup>abc</sup>	267 <sup>a</sup>	256 <sup>bc</sup>	250 <sup>b</sup>	260 <sup>ac</sup>	5,6	***
R	982	267 <sup>ab</sup>	255 <sup>a</sup>	280 <sup>b</sup>	268 <sup>ab</sup>	260 <sup>a</sup>	272 <sup>ab</sup>	5,7	***
R+	362	262 <sup>ab</sup>	265 <sup>a</sup>	294 <sup>b</sup>	284 <sup>ab</sup>	271 <sup>a</sup>	273 <sup>ab</sup>	18,0	***
U-	41	-	338	292	-	283	298	29,8	
U	92	-	286 <sup>a</sup>	292 <sup>a</sup>	366 <sup>a</sup>	275 <sup>a</sup>	-	34,8	*
U+	10	-	263	288	-	283	-	25,4	
E-	10	-	289	310	-	270	-	25,6	
E	12	-	254	280	-	275	-	23,0	
E+	1	-	327	-	-	-	-		

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Tilastollisesti merkitsevästi ( $p < 0,05$ ) toisistaan eroavat keskiarvot on merkitty taulukkoon eri yläindekseillä.

\*\*\* ( $p < 0,001$ ), \*\* ( $p < 0,01$ ), \* ( $p < 0,05$ ) ja o ( $p < 0,10$ ).

Hiehojen osalta kaikkein korkeimpiin lihakkuusluokkiin (U+, E-, E, E+) luokittui vain yksittäisiä eläimiä. Lihakkuusluokkiin R+, U- ja U luokittui lähinnä vain li-, ch- ja ba-rodun hiehoja sekä seitsemän si- ja hf-rodun hiehoa ja kolme ab-rodun hiehoa. Suurin osa hiehoista luokittui luokkien O- ja R välille. Ba-rodun osalta hiehoaineisto ei antane luotettavaa kuvaa rodun lihakkuusominaisuuksista eri teuraspainoissa, sillä koko aineisto sisälsi ainoastaan 147 ba-rodun hiehoa, jolloin yksittäisten lihakkuusluokkien sisältämät havaintomäärät jäivät varsin pieniksi. Limousinin osalta hyvät lihakkuusominaisuudet nousivat esille myös hiehoaineistossa, sillä esimerkiksi O+ lihakkuusluokkaan luokittuneet li-hiehot saavuttivat luokan muita rotuja alemmassa teuraspainossa (Taulukko 8).

Liharodut voidaan Phillipsin (2010) mukaan jakaa kasvurytmin mukaan kolmeen eri luokkaan: 1. aikainen (angus), 2. keski (hereford) ja 3. myöhäinen (charolais, blonde d'aquitaine, limousin, simmental). Kasvurytmiin vaikuttavat eläimen aikuiskoko ja kudosjakauma (lihas- ja rasvakudoksen suhde) (Field 2007). Kasvurytmin avulla voidaan arvioida lihantuotantoeläimen taloudellinen kasvatusaika. Kasvurytmi määrittää, milloin eläin saavuttaa suku- ja teuraskypsyyden. Sukukypsyyden jälkeen kehoon kerääntyvä rasvanmäärä lisääntyy. Suomalaisen teurasaineiston tulokset näyttävät olevan hyvin samansuuntaisia, mitä rotujen välisistä eroista on esitetty ulkomaisessa kirjallisuudessa (esim. Olesen ym. 2004, Field 2007, Dubouet 2010, Phillips 2010). Esimerkiksi ranskalaisessa teuraskasvatuksessa limousin-rodun ehdottomana valttina pidetään teurasominaisuuksien laaja-alaisuutta. Jo nuoret eläimet (ikä 9 kuukautta) ovat ns. teuraskypsiä, toisaalta hiehoja voidaan kasvattaa 36 kuukauden teurasikään teurasominaisuuksien kärsimättä (Dubouet 2010). Simmental-rodun on puolestaan todettu olevan suhteellisen myöhäinen teuraskasvatuksessa ja hyvä päiväkasvu vaatii rehuilta suurta energiatihyettä (Field 2007, Phillips 2010). Teurasruhoissa simmentalilla voidaan tavoitella suuriakin painoja (Phillips 2010), mutta rasvoittuminen voi kuitenkin asettaa rajoituksensa, koska simmental-eläimet rasvoittuvat herkemmin kuin ranskalaiset rodut (Field 2007).

Eri rotujen erilaiset kasvurytmit ja lihakkuusominaisuudet tulisi ottaa huomioon valittavassa kasvatus- ja rehusstrategiassa. Keskipokoiset ab- ja hf-rodut sopivat paremmin karkearehuvaltaiseen ja vähemmän intensiiviseen kasvatusmalliin (Dufey ym. 2002, Phillips 2010). Isot rodut puolestaan hyötyvät intensiivisestä, väkirehuvaltaisesta kasvatuksesta (Dufey ym. 2002, Phillips 2010). Lihaksen kasvukyky on isoilla roduilla hyvä ja luokittuminen hyviin lihakkuusluokkiin tapahtuu jo matalissakin teuraspainoissa (Phillips 2010). Erilaisilla kasvatusmalleilla pystytään hyödyntämään rotutyypillisiä ominaisuuksia parhaan mahdollisen lopputuloksen saavuttamiseksi sekä yksittäisen tilan että markkinoiden kannalta.

#### 4.4 Yhteenveto ja johtopäätökset

Liharotuisten nautojen välillä on selkeitä rotueroja tuotanto-ominaisuuksissa. Lähtökohtaisesti yksikään rotu ei kuitenkaan ole yliverlainen kaikissa ominaisuuksissa, joita tarvitaan emolehmätuotantoon perustuvassa naudanlihantuotannossa. Tämän aineiston pohjalta tarkasteltiin kasvu- ja teurasominaisuuksia, jolloin ch-, li- ja ba-rotujen hyvät ominaisuudet nousivat selkeästi esille. Ch-, li- ja ba-rodut edustavatkin tyypillisimmillään ns. pääterotuja, joilla on jo jalostuksellisesti kiinnitetty erityisesti huomiota juuri erinomaiseen teurastulokseen. Keskkikokoisten ab- ja hf-rotujen eli ns. emorotujen vahvuudet tulevat puolestaan selkeimmin esille tarkasteltaessa emolehmien rehunkäyttökykyä ja toisaalta naudanlihan marmoroitumista sekä naudanlihan rasvahappokoostumusta ihmisen terveyden kannalta. Keskkikokoisilla hf- ja ab-rodun sonneilla ruhojen rasvoittuminen alkaa lisääntyä huomattavasti, jos tavoitellaan yli 400 kg teuraspainoja. Pääterotujen sonnit pystytään puolestaan kasvattamaan selvästi yli 400 kg teuraspainoihin ilman rasvoittumista. Eri liharotujen kasvu- ja teurasominaisuudet ovat erilaisia. Onkin resurssien tuhlausta yrittää saavuttaa hyvä teurastulos samankaltaisella kasvatusstrategialla kaikilla roduilla ja rotuyhdistelmillä.

#### 4.5 Kirjallisuus

- Bartoň, L., Řehák, D., Teslík, V., Bureš, D. & Zahrádková, R. 2006. Effect of breed on growth performance and carcass composition of Aberdeen Angus, Charolais, Hereford and Simmental bulls. *Czech Journal of Animal Science* 51: 47–53.
- Bonesmo, H., Nordang, L. & Davies, L. 2010. Tactical decisions of concentrate level, slaughter age and carcass weight of bulls of five beef breeds under Norwegian conditions. *Agricultural and Food Science* 19: 101–115.
- Dubouet, C. 2010. La production des bovines allaitants. 3e edition. Conduite. Qualité. Gestion. Guides France Agricole, Paris. 414 s.
- Dufey, P.-A., Chambaz, A. Morel, I. & Chassot, A. 2002. Performances d'engraissement de bœufs de six races à viande. *Revue Suisse Agriculture* 34: 117–124.
- Field, T.G. 2007. Beef production and management decisions. 5th Edition. New Jersey: Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River. 718 s.
- Gregory K.E., Cundiff L.V., Koch R.M., Dikeman M.E. & Koohmaraie M. 1994. Breed effects and retained heterosis for growth, carcass, and meat traits in advanced generations of composite populations of beef cattle. *Journal of Animal Science* 72: 833–850.
- Herva, T., Huuskonen, A., Virtala, A.-M. & Peltoniemi, O. 2011. On-farm welfare and carcass fat score of bulls at slaughter. *Livestock Science* 138: 159–166.
- Herva, T., Virtala, A.-M., Huuskonen, A., Saatkamp, H. W. & Peltoniemi, O. 2009. On-farm welfare and estimated daily carcass gain of slaughtered bulls. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A Animal Science* 59: 104–120.
- Huuskonen, A., Jansson, S., Honkavaara, M., Tuomisto, L., Kauppinen, R. & Joki-Tokola, E. 2010. Meat colour, fatty acid profile and carcass characteristics of Hereford bulls finished on grazed pasture or grass silage-based diets with similar concentrate allowance. *Livestock Science* 131: 125–129.
- Huuskonen, A., Tuomisto, L., Joki-Tokola, E. & Kauppinen, R. 2009. Animal performance and carcass characteristics of growing Hereford bulls under insulated, uninsulated and outdoor housing conditions in Northern Finland. *Agricultural and Food Science* 18: 16–26.
- Manninen, M., Honkavaara, M., Jauhiainen, L., Nykänen, A. & Heikkilä, A.-M. 2011. Effects of grass-red clover silage digestibility and concentrate protein concentration on performance, carcass value, eating quality, and economy of finishing Hereford-bulls reared in cold conditions. *Agricultural and Food Science* 20: 151–168.
- Manninen, M., Holma, M., Jauhiainen, L. & Suvitie, M. 2004a. Väkirehun kasviöljyn ja E-vitamiinin vaikutus naudanlihan koostumukseen. Teoksessa: Toim. Anneli Hopponen ja Marketta Rinne. Maataloustieteen Päivät 2004. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 19: 4 s.
- Manninen, M., Huhta, H., Virkajärvi, P., Joki-Tokola, E., Suvitie, M., Puntila, M.-L. & Röpelin, A. 1994. Risteytyseläinten ruokinta- ja kasvatuskokeet sekä ruhon ja lihan laatu. Teoksessa: toim. Tarja Korhonen ja Minna Toivonen. Naudanlihantuotannon kehittäminen: Naudanlihantuotannon edistämisprojektin loppuraportti. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö. s. 35–80.
- Manninen, M., Jauhiainen, L., Ruusunen, M., Soveri, T., Koho, N. & Pösö, R. 2010. Effects of concentrate type and level on the performance and health of finishing Hereford bulls given a grass silage-based diet and reared in cold conditions. *Livestock Science* 127: 227–237.

- Manninen, M., Nykänen, A., Jauhainen, L. & Suvitie, M. 2006a. Ohra-hernekokoviljasäilörehun ja loppukasvatuksen väkirehuintensiteetin vaikutus hereford-sonnien tuotantoon. Teoksessa: Toim. Leena Rantamäki-Lahtinen ja Kirsi Partanen. Maataloustieteen Päivät 2006. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 22: s. 233.
- Manninen, M., Nykänen, A., Musikka, T. & Ojajärvi, P. 2006b. Herne ja rypsiuriste teuraaksi kasvatettavien hereford-hiehojen valkuaislähteenä vieroituksen jälkeisessä ruokinnassa. Teoksessa: Toim. Leena Rantamäki-Lahtinen ja Kirsi Partanen. Maataloustieteen Päivät 2006. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 22: s. 232.
- Manninen, M., Nykänen, A., Ojajärvi, P., Musikka, T. & Suvitie, M. 2006. Luomukasvustosta valmistettu vehnä-rehuvirnasäilörehu teuraaksi kasvatettavien hereford-hiehojen vieroituksen jälkeisessä ruokinnassa. Teoksessa: Toim. Leena Rantamäki-Lahtinen ja Kirsi Partanen. Maataloustieteen Päivät 2006. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 22: s. 165.
- Manninen, M., Ojajärvi, P. & Suvitie, M. 2004b. Kaura-rehuvirnasäilörehu teuraashiehojen ruokinnassa. Teoksessa: Toim. Marketta Rinne. Maataloustieteen Päivät 2004. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 20: s. 103.
- Olesen, M., Madsen, P., Andersen, B.B., Madsen, N.T. & Andersen, H.R. 2004. Feed intake and production of different biological types of beef breeds. DJF rapport Husdyrbrug nr. 59. 65 s.
- Owens, F.N., Dubeski, P. & Hanson, C.F. 1993. Factors that alter the growth and development of ruminants. *Journal of Animal Science* 71: 3138–3150.
- Phillips, C.J.C. 2010. Principles of cattle production. 2nd Edition. Cambridge: CABI Publications, Cambridge University Press. 233 s.
- Pesonen, M. 2011. Rodun vaikutus liharotuisten nautojen syöntikykyyn ja tuotanto-ominaisuuksiin. Teoksessa: Arto Huuskonen (toim.). Kehitystä naudanlihantuotantoon II. MTT Kasvu 14: s. 9–71.
- Steen, R.W.J. & Kilpatrick, D. 1995. Effects of plane of nutrition and slaughter weight on the carcass composition of serially slaughtered bulls, steers and heifers of three breed crosses. *Livestock Production Science* 43: 205–213.
- Wheeler, T.L., Cundiff, L.V., Shackelford, S.D. & Koohmaraie, M. 2005. Characterization of biological types of cattle (cycle VII): Carcass, yield, and longissimus palatability traits. *Journal of Animal Science* 83: 196–207.

---

## 5 Liharotuisten risteytysnautojen kasvu- ja teurasominaisuudet suomalaisessa teurasaineistossa

---

Arto Huuskonen<sup>1</sup>, Maiju Pesonen<sup>1</sup> ja Maarit Hyrkäs<sup>2</sup>

<sup>1</sup> MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, etunimi.sukunimi@mtt.fi

<sup>2</sup> MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Halolantie 31A, 71750 Maaninka, maarit.hyrkas@mtt.fi

### Tiivistelmä

Tässä raportoitavalla tutkimusosiossa haluttiin selvittää Suomessa teurastettujen liharotuisten risteytysnautojen kasvu- ja teurasominaisuuksia laajan data-aineiston pohjalta. Tutkimusaineistona oli teurastamoilta saatu nautan ruhojen teurasaineisto, johon yhdistettiin ProAgria Maatalouden Laskentakeskuksen kautta saadut rotutiedot. Teurastamoaineistoa oli käytössä HK Agri Oy:ltä ja Snellman Lihanjalostus Oy:ltä vuodesta 2007 lähtien, A-Tuottajat Oy:ltä vuodesta 2008 lähtien ja Saarioinen Lihanjalostus Oy:ltä vuodesta 2010 lähtien. Yhdistetyssä datassa olivat mukana seuraavat tiedot: eläimen syntymätunnus, teurastuspäivä, teuraspaino, teurastuksessa hylättyjen osien paino, ruhon laatuluokka, ruhon rasvaisuusluokka, eläimen syntymäaika, eläimen sukupuoli, eläimen rotukoodi, eläimen emän rotukoodi ja eläimen isän rotukoodi. Teurasruhot oli teurastamoissa punnittu ja luokiteltu EUROP-luokituksen mukaisesti. Nettokasvutulosten laskemiseksi dataan lisättiin uutena muuttujana eläimen lihapaino syntyessä (alkupaino). Tämä lisättiin oletusarvona siten, että alkupainoksi määritettiin sonnivasikalle 16 kg ja lehmävasikalle 15,2 kg. Vastaavia arvioita A-Tuottajat Oy käyttää päivittäisessä työssään. Nettokasvu laskettiin teuraspainon ja kokeen alun lihapainon erotuksena jaettuna kasvatuspäivillä.

Tutkimuksessa vertailtavia rotuja olivat aberdeen angus (ab), hereford (hf), limousin (li), charolais (ch), simmental (si) ja blonde d'Aquitaine (ba). Eläimen katsottiin edustavan kyseistä rotua, jos sen molemmat vanhemmat olivat ProAgria Maatalouden Laskentakeskuksen aineistossa luokiteltu ao. rodun edustajiksi. Kaikkien edellä mainittujen kuuden rodun osalta vertailtiin puhtaiden eläinten kasvu- ja teurasominaisuuksia ns. kaksiroturisteytyseläimiin eli tapauksiin, joissa joko teuraseläimen emä tai isä edusti toista liharotua. Toisin sanoen esimerkiksi aberdeen angus-eläinten osalta vertailtiin puhtaiksi luokiteltujen ab-eläinten kasvu- ja teurastuloksia ab×hf-, ab×li-, ab×ch-, ab×si- ja ab×ba-risteytyseläimiin. Vastaavat vertailut tehtiin hereford-, limousin-, charolais-, simmental- ja blonde d'Aquitaine-rotujen osalta. Vertailut tehtiin sekä teurastetuille hiehoille että sonneille.

Tulosten perusteella keskikokoisten liharotujen (aberdeen angus ja hereford) kasvutulosta ja ruhon laatua voidaan parantaa merkittävästi käyttämällä risteytyksessä pääterotuja (charolais, limousin, simmental, blonde d'Aquitaine). Pääterotujen eläimillä ei aineistossa saavutettu vastaavan suuruisia risteytysyötyjä puhtaaseen eläinainekseen verrattuna. Kuitenkin esimerkiksi simmentalin osalta ch- ja ba-roduilla risteyttäminen näytti tässä aineistossa parantavan teurasominaisuuksia. Sen sijaan charolais-, limousin- ja blonde d'Aquitaine-rotujen osalta risteytyksillä ei saavutettu juurikaan hyötyä, kun tarkasteltiin pelkästään teuraseläinten kasvu- ja teurasominaisuuksia.

---

### Avainsanat:

*naudanlihantuotanto, rodut, risteytykset, sonnit, hiehot, kasvu, ruhon laatu*

---

## 5.1 Johdanto

Kirjallisuuden (Pesonen 2011, kirjallisuusselvitys) perusteella risteytysvaikutuksella on mahdollisuus parantaa emolehmän elinikäistuotosta yli 20 % ja lisätä vasikan vieroituspainoa keskimäärin 10 %. Liharotujen ominaisuudet ovat hyvin erilaisia. Yhdestäkään rodusta ei löydy kaikkia ominaisuuksia, joilla saadaan lukuisissa eri tuotanto-olosuhteissa paras tuotannollinen vaste. Suunnitelmallinen eri rotujen heikkouksien täydentäminen toisen rodun vahvuuksilla antaa suhteellisen nopean työvälineen parantaa emolehmäkarjan tuottavuutta. Risteytyksellä pystytään tuottamaan eläinainesta, jonka tuotannolliset ominaisuudet ja tulokset muodostuvat sekä pihvivaikantuohtajan että loppukasvatustajan hyödyksi.

Fieldin (2007) mukaan angus-rodun käyttö risteytyksissä lisää emolehmien kestävyys- ja hedelmällisyysominaisuuksia sekä tuottaa nupoja jälkeläisiä. Hereford-rotu tuo puolestaan risteytyseläinainekseen tasaisuutta ja kykyä säilyttää tuotanto-ominaisuudet hyvin erilaisissa tuotanto-olosuhteissa sekä parantaa loppukasvatuksessa lihanlaatuominaisuuksia (Short ym. 2002). Angus-hereford-risteytysomolehmien elinikäistuotos on korkein, jos lasketaan tuotettujen, vieroitettujen vasikkakilogrammojen suhde astutettuihin emolehmiin (McNiel 1993, Davis ym. 1994). Ranskalaiset charolais- ja limousin-rodut lisäävät lihaksikkuus- ja kasvuominaisuuksia (Murphy ym. 2008). Limousinin etuna voidaan pitää sitä, että pääsääntöisesti emojen poikimavaikkeudet eivät lisäänty ja vasikoiden elinvoima on hyvä (Short ym. 2002). Simmental-rotua voidaan käyttää puolestaan joko pääterotuna (kasvuominaisuudet) tai risteytysemojen tuotannossa. Risteytysemoissa simmental lisää emolehmän kokoa, maidontuotantomäärää ja kestävyttä (Kress ym. 1990, Field 2007).

Suomessa ei ole juurikaan tehty eri liharoturisteytysten välisiä vertailuja emolehmätuotannossa eikä lihantuotanto-ominaisuuksien suhteen, vaan olemassa olevat kokeet on tehty lähinnä maito-liha-risteytyseläimillä (Manninen ym. 1994). Tässä raportoitavalla tutkimusosiossa haluttiin selvittää Suomessa teurastettujen liharotuisten risteytysnautojen kasvu- ja teurasominaisuuksia laajan data-aineiston pohjalta.

## 5.2 Aineisto ja menetelmät

Tutkimusaineistona oli teurastamoilta saatu nautan ruhojen teurasaineisto, johon yhdistettiin ProAgria Maatalouden Laskentakeskuksen kautta saadut rotutiedot. Teurastamoaineistoa oli käytössä HK Agri Oy:ltä ja Snellman Lihanjalostus Oy:ltä vuodesta 2007 lähtien, A-Tuottajat Oy:ltä vuodesta 2008 lähtien ja Saarioinen Lihanjalostus Oy:ltä vuodesta 2010 lähtien. Yhdistetyssä datassa olivat mukana seuraavat tiedot: eläimen syntymätunnus, teurastuspäivä, teuraspaino, teurastuksessa hylättyjen osien paino, ruhon laatuluokka, ruhon rasvaisuusluokka, eläimen syntymäaika, eläimen sukupuoli, eläimen rotukoodi, eläimen emän rotukoodi ja eläimen isän rotukoodi. Teurasruhot oli teurastamoissa punnittu ja luokiteltu EUROP – luokituksen mukaisesti. Nettokasvutulosten laskemiseksi dataan lisättiin uutena muuttujana eläimen lihapaino syntyessä (alkupaino). Tämä lisättiin oletusarvona siten, että alkupainoksi määritettiin sonnivasikalle 16 kg ja lehmävasikalle 15,2 kg. Vastaavia arvioita A-Tuottajat Oy käyttää päivittäisessä työssään (Herva ym. 2009, 2011). Nettokasvu laskettiin teuraspainon ja kokeen alun lihapainon erotuksena jaettuna kasvatuspäivillä.

Tutkimuksessa vertailtavia rotuja olivat aberdeen angus (ab), hereford (hf), limousin (li), charolais (ch), simmental (si) ja blonde d'Aquitaine (ba). Eläimen katsottiin edustavan kyseistä rotua, jos sen molemmat vanhemmat olivat ProAgria Maatalouden Laskentakeskuksen aineistossa luokiteltu ao. rodun edustajiksi. Kaikkien edellä mainittujen kuuden rodun osalta vertailtiin puhtaiden eläinten kasvu- ja teurasominaisuuksia ns. kaksiroturisteytyseläimiin eli tapauksiin, joissa joko teuraseläimen emä tai isä edusti toista liharotua. Toisin sanoen esimerkiksi aberdeen angus-eläinten osalta vertailtiin puhtaiksi luokiteltujen ab-eläinten kasvu- ja teurastuloksia ab×hf-, ab×li-, ab×ch-, ab×si- ja ab×ba-risteytyseläimiin. Vastaavat vertailut tehtiin hereford-, limousin-, charolais-, simmental- ja blonde d'Aquitaine-rotujen osalta. Vertailut tehtiin sekä teurastetuille hiehoille että sonneille. Hiehojen osalta alle 300 ja yli 550 vrk:n ikäisenä teurastetut eläimet jätettiin datasta pois. Vastaavasti sonnien osalta alle 365 ja yli 660 vrk:n ikäisenä teurastetut eläimet jätettiin datasta pois.

Tilastollisena käsittelynä tuloksille tehtiin varianssianalyysi SAS 9.2. -ohjelmiston MIXED-proseduurilla. Rotuyhdistelmien välisten erojen tilastollinen merkitsevyys testattiin Dunnetin-testillä. Tulostaulukoissa on vertailtu puhtaiden sonnien ja hiehojen tuloksia erikseen kunkin kaksiroturisteytyksen tuloksiin.

## 5.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

### 5.3.1 Aberdeen angus

Lopullinen tulosaineisto sisälsi yhteensä 4 068 puhdasrotuiseksi luokiteltua ab-sonnia ja 1 692 ab-hiehoa (Taulukot 1 ja 2). Sonnien osalta aineistossa yleisimmin esiintyvä risteytys oli hereford (1 483 kpl) ja hiehoilla limousin (765 kpl). Vähiten aineistossa oli ab×ba-risteytyksiä (127 sonnia ja 69 hiehoa). Angus-aineistossa sonnien keskimääräinen kasvatusaika oli 570 vrk, nettokasvu 652 g/pv ja teuraspaino 386 kg. Ruhot luokitettiin lihakkuudeltaan keskimäärin luokkaan R (7,6) ja ruhojen rasvaisuusluokka oli keskimäärin 3,0. Vastaavasti angus-aineiston hiehojen kasvatusaika oli keskimäärin 458 vrk, nettokasvu 499 g/pv, teuraspaino 242 kg, lihakuusluokka O+ (5,7) ja rasvaisuusluokka 3,7.

Kaikki testatut risteytysvaihtoehdot paransivat merkitsevästi sonnien nettokasvua ja nostivat teuraspainoa puhtaisiin ab-sonneihin verrattuna (Taulukko 1). Suurin parannus nettokasvuun (9–10 %) saatiin charolais- ja simmental-risteytyksiä käytettäessä. Näillä rotuyhdistelmillä myös teuraspainot nousivat eniten (8–9 %) puhtaisiin ab-sonneihin verrattuna. Myös ruhojen lihakkuus parani merkitsevästi kaikilla testatuilla risteytyksillä verrattuna puhtaisiin ab-sonneihin. Eniten sonnien ruhon lihakkuutta paransi ch-risteytys (20 %) ja vähiten hf-risteytys (4 %). Hereford-risteytystä lukuun ottamatta kaikki muut risteytykset vähensivät ruhojen rasvoittumista. Hereford-risteytystä käytettäessä ruhon rasvaisuus nousi keskimäärin 6 % puhtaisiin ab-sonneihin verrattuna.

Angus-hiehojen osalta voidaan todeta, että aineistossa olevien ba-risteytysten määrä oli niin pieni, että tämän rotuyhdistelmän osalta tuloksiin on suhtauduttava suurella varauksella. Ba-risteytystä lukuun ottamatta kaikki muut risteytysvaihtoehdot näyttivät parantavan nettokasvutulosta ja nostavan teuraspainoa puhtaisiin ab-hiehoihin verrattuna (Taulukko 2). Samoin kuin sonnien osalta nettokasvu parani eniten (7–9 %) ch- ja si-risteytyksiä käytettäessä. Puhtaisiin ab-hiehoihin verrattuna teuraspainot nousivat eniten (7–9 %) ch- ja li-risteytyksillä. Hereford-risteytystä lukuun ottamatta kaikki muut vaihtoehdot paransivat ruhojen lihakkuutta ja alensivat rasvaisuutta puhtaisiin ab-hiehoihin verrattuna (Taulukko 2). Lihakkuuteen saatiin eniten parannusta (15 %) charolais- ja limousin-risteytyksillä. Sekä sonnien että hiehojen osalta voidaan todeta, että odotetusti parhaat lihan-tuotantotulokset saavutettiin ns. pääterodunristeytyksiä (ba, ch, li, si) käytettäessä.

Taulukko 1. Liharotuisten sonnien kasvu- ja teurastulokset roduittain. Aberdeen angus-risteytykset. (Rotukoodit: AB = aberdeen angus, BA = blonde d'Aquitaine, CH = charolais, HF = hereford, LI = limousin, SI = simmental).

	Rotu						SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>				
	ab×ab	ab×ba	ab×ch	ab×hf	ab×li	ab×si		ab×ba	ab×ch	ab×hf	ab×li	ab×si
Eläinmäärä, kpl	4068	127	1018	1483	1299	805						
Kasvatusaika, vrk	571	572	567	571	572	566	4,9				*	
Nettokasvu, g/pv	619	645	682	647	644	675	8,6	*	***	***	***	***
Teuraspaino, kg	368	384	400	384	383	396	4,9	**	***	***	***	***
Lihakkuus <sup>3</sup>	6,9	7,9	8,3	7,2	7,9	7,7	0,14	***	***	***	***	***
Rasvaisuus <sup>4</sup>	3,3	2,7	2,8	3,5	2,9	2,8	0,08	***	***	***	***	***

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Testillä on testattu poikkeako kyseisen risteytyksen tulos puhtaan ab×ab-eläimen tuloksesta. \*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

<sup>3</sup> Lihakkuus, EUROP: (1 = heikoin, 15 = paras). 1=P-, 2=P, 3=P+, 4=O-, 5=O, 6=O+, 7=R-, 8=R, 9=R+, 10=U-, 11=U, 12=U+, 13=E-, 14=E, 15=E+.

<sup>4</sup> Rasvaisuus, EUROP: (1 = rasvaton, 5 = erittäin rasvainen).

Taulukko 2. Liharotuisten hiehojen kasvu- ja teurastulokset roduittain. Aberdeen angus-risteytykset. (Rotukoodit: AB = aberdeen angus, BA = blonde d'Aquitaine, CH = charolais, HF = hereford, LI = limousin, SI = simmental).

	Rotu						SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>				
	ab×ab	ab×ba	ab×ch	ab×hf	ab×li	ab×si		ab×ba	ab×ch	ab×hf	ab×li	ab×si
Eläinmäärä, kpl	1692	69	556	681	765	390						
Kasvatusaika, vrk	458	452	462	458	468	453	6,5				***	
Nettokasvu, g/pv	478	487	519	494	504	512	9,5	***	***	***	***	
Teuraspaino, kg	233	234	253	240	250	246	4,4	***	***	***	***	
Lihakkuus <sup>3</sup>	5,3	5,8	6,1	5,3	6,1	5,6	0,15	**	***		***	
Rasvaisuus <sup>4</sup>	3,9	3,4	3,5	4,0	3,8	3,6	0,11	***	***	**	***	

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Testillä on testattu poikkeako kyseisen risteytyksen tulos puhtaan ab×ab-eläimen tuloksesta. \*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

<sup>3</sup> Lihakkuus, EUROP: (1 = heikoin, 15 = paras). 1=P-, 2=P, 3=P+, 4=O-, 5=O, 6=O+, 7=R-, 8=R, 9=R+, 10=U-, 11=U, 12=U+, 13=E-, 14=E, 15=E+.

<sup>4</sup> Rasvaisuus, EUROP: (1 = rasvaton, 5 = erittäin rasvainen).

### 5.3.2 Hereford

Aineistossa oli yhteensä 6 323 puhtasrotuisiksi luokiteltua hereford-sonnia ja 2 385 hf-hiehoa (Taulukot 3 ja 4). Yleisimmin esiintyvä risteytys oli aberdeen angus sekä sonneilla (1 483 kpl) että hiehoilla (681 kpl). Vähiten aineistossa oli hf×ba-risteytyksiä (240 sonnia ja 114 hiehoa). Hereford-aineistossa sonnien keskimääräinen kasvatusaika oli 571 vrk, nettokasvu 652 g/pv ja teuraspaino 386 kg. Ruhot luokittuivat lihakkuudeltaan keskimäärin luokkaan R (7,6) ja ruhojen rasvaisuusluokka oli keskimäärin 3,0. Vastaavasti hereford-aineiston hiehojen kasvatusaika oli keskimäärin 465 vrk, nettokasvu 495 g/pv, teuraspaino 244 kg, lihakkuusluokka O+ (5,6) ja rasvaisuusluokka 3,7.

Kaikki risteytysvaihtoehdot nostivat teuraspainoa sekä paransivat nettokasvua ja ruhojen lihakkuutta puhtaisiin hf-sonneihin verrattuna (Taulukko 3). Teuraspaino ja nettokasvu nousivat eniten ch-risteytystä käytettäessä (nettokasvu 11 % ja teuraspaino 9 %). Ruhojen lihakkuus parani eniten ch- ja li-risteytyksillä (14–19 %). Angus-risteytystä lukuun ottamatta kaikki muut risteytykset vähensivät ruhojen rasvoittumista. Angus-risteytystä käytettäessä ruhon rasvaisuus nousi keskimäärin 9 % puhtaisiin hf-sonneihin verrattuna.

Taulukko 3. Liharotuisten sonnien kasvu- ja teurastulokset roduittain. Hereford-risteytykset. (Rotukoodit: AB = aberdeen angus, BA = blonde d'Aquitaine, CH = charolais, HF = hereford, LI = limousin, SI = simmental).

	Rotu						SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>				
	hf×hf	hf×ab	hf×ba	hf×ch	hf×li	hf×si		hf×ab	hf×ba	hf×ch	hf×li	hf×si
Eläinmäärä, kpl	6323	1483	240	1392	1344	1033						
Kasvatusaika, vrk	572	571	572	565	574	570	3,6			***		
Nettokasvu, g/pv	618	647	646	687	648	664	6,5	***	***	***	***	
Teuraspaino, kg	368	384	383	402	387	393	3,8	***	***	***	***	
Lihakkuus <sup>3</sup>	6,9	7,2	7,7	8,2	7,9	7,6	0,10	***	***	***	***	
Rasvaisuus <sup>4</sup>	3,2	3,5	2,6	2,8	2,9	2,8	0,06	***	***	***	***	

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Testillä on testattu poikkeako kyseisen risteytyksen tulos puhtaan hf×hf-eläimen tuloksesta. \*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

<sup>3</sup> Lihakkuus, EUROP: (1 = heikoin, 15 = paras). 1=P-, 2=P, 3=P+, 4=O-, 5=O, 6=O+, 7=R-, 8=R, 9=R+, 10=U-, 11=U, 12=U+, 13=E-, 14=E, 15=E+.

<sup>4</sup> Rasvaisuus, EUROP: (1 = rasvaton, 5 = erittäin rasvainen).

Hereford-hiehojen osalta tulokset ovat hyvin samansuuntaisia kuin sonneilla. Kaikki testatut risteytysvaihtoehdot nostivat teuraspainoa sekä paransivat nettokasvua ja lihakkuutta puhtaisiin hf-hiehoihin verrattuna (Taulukko 4). Hiehojen teuraspaino nousi eniten (9 %) charolais- ja blonde d'Aquitaine-risteytyksiä käytettäessä, nettokasvu lisääntyi eniten (10 %) ch-risteytyksellä ja ruhojen lihakkuus parani eniten (16–18 %) ba-, li- ja ch-risteytyksillä. Vastaavasti kuin hf-sonneilla angus-risteytystä lukuun ottamatta kaikki muut risteytykset vähensivät ruhojen rasvoittumista myös hiehoaineistossa. Angus-risteytystä käytettäessä ruhon rasvaisuus nousi keskimäärin 3 % puhtaisiin hf-hiehoihin verrattuna. Myös hereford-aineistossa parhaat lihantuotantotulokset saavutettiin ns. pääterodunristeytyksiä (ba, ch, li, si) käytettäessä. Aineistosta oli havaittavissa, että simmental-risteytyksillä li-

hantuotantotulokset eivät kuitenkaan parantuneet hereford-eläimillä aivan yhtä merkittävästi kuin angus-eläinten kohdalla. Toisin sanoen simmental-risteytys näytti toimivan paremmin ab- kuin hf-rodulla.

Taulukko 4. Liharotuisten hiehojen kasvu- ja teurastulokset roduittain. Hereford-risteytykset. (Rotukoodit: AB = aberdeen angus, BA = blonde d'Aquitaine, CH = charolais, HF = hereford, LI = limousin, SI = simmental).

	Rotu						SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>				
	hf×hf	hf×ab	hf×ba	hf×ch	hf×li	hf×si		hf×ab	hf×ba	hf×ch	hf×li	hf×si
Eläinmäärä, kpl	2385	681	114	654	624	435						
Kasvatusaika, vrk	465	458	476	464	462	463	5,0	**				
Nettokasvu, g/pv	468	494	502	514	505	487	7,3	***	***	***	***	***
Teuraspaino, kg	232	240	253	253	247	239	3,4	***	***	***	***	***
Lihakkuus <sup>3</sup>	5,1	5,3	6,0	5,9	6,0	5,4	0,11	**	***	***	***	***
Rasvaisuus <sup>4</sup>	3,9	4,0	3,4	3,6	3,6	3,5	0,09	**	***	***	***	***

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Testillä on testattu poikkeako kyseisen risteytyksen tulos puhtaan hf×hf-eläimen tuloksesta. \*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

<sup>3</sup> Lihakkuus, EUROP: (1 = heikoin, 15 = paras). 1=P-, 2=P, 3=P+, 4=O-, 5=O, 6=O+, 7=R-, 8=R, 9=R+, 10=U-, 11=U, 12=U+, 13=E-, 14=E, 15=E+.

<sup>4</sup> Rasvaisuus, EUROP: (1 = rasvaton, 5 = erittäin rasvainen).

### 5.3.3 Limousin

Aineistossa oli yhteensä 4 335 puhdasrotuisiksi luokiteltua limousin-sonnia ja 1 951 li-hiehoa (Taulukot 5 ja 6). Yleisimmin esiintyvä risteytys oli sonneilla hereford (1 344 kpl) ja hiehoilla aberdeen angus (765 kpl). Vähiten aineistossa oli li×ba-risteytyksiä (331 sonnia ja 188 hiehoa). Limousin-aineistossa sonnien keskimääräinen kasvatusaika oli 570 vrk, nettokasvu 664 g/pv ja teuraspaino 392 kg. Ruhot luokittuivat lihakkuudeltaan keskimäärin luokkaan R+ (8,8) ja ruhojen rasvaisuusluokka oli keskimäärin 2,4. Vastaavasti limousin-aineiston hiehojen kasvatusaika oli keskimäärin 465 vrk, nettokasvu 511 g/pv, teuraspaino 251 kg, lihakkuusluokka R- (6,6) ja rasvaisuusluokka 3,2.

Taulukko 5. Liharotuisten sonnien kasvu- ja teurastulokset roduittain. Limousin-risteytykset. (Rotukoodit: AB = aberdeen angus, BA = blonde d'Aquitaine, CH = charolais, HF = hereford, LI = limousin, SI = simmental).

	Rotu						SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>				
	li×li	li×ab	li×ba	li×ch	li×hf	li×si		li×ab	li×ba	li×ch	li×hf	li×si
Eläinmäärä, kpl	4335	1299	331	1280	1344	999						
Kasvatusaika, vrk	571	572	570	563	574	569	3,1		***			
Nettokasvu, g/pv	660	644	667	696	648	669	5,7	***	***	***		
Teuraspaino, kg	391	383	394	406	387	394	3,2	***	***	o		
Lihakkuus <sup>3</sup>	9,7	7,9	9,6	9,1	7,9	8,5	0,12	***	***	***	***	***
Rasvaisuus <sup>4</sup>	2,2	2,9	2,0	2,4	2,9	2,4	0,04	***	***	***	***	***

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Testillä on testattu poikkeako kyseisen risteytyksen tulos puhtaan li×li-eläimen tuloksesta. \*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

<sup>3</sup> Lihakkuus, EUROP: (1 = heikoin, 15 = paras). 1=P-, 2=P, 3=P+, 4=O-, 5=O, 6=O+, 7=R-, 8=R, 9=R+, 10=U-, 11=U, 12=U+, 13=E-, 14=E, 15=E+.

<sup>4</sup> Rasvaisuus, EUROP: (1 = rasvaton, 5 = erittäin rasvainen).

Limousin-sonnien osalta charolais-risteytysten käyttö paransi eläinten nettokasvua 5 % ja lisäsi teuraspainoa 4 % (Taulukko 5). Sen sijaan ab- ja hf-risteytyksillä kasvutulokset olivat puhtaita li-sonneja heikommalla (Dubouet 2010), oli odotettua, että risteytysten käyttö pääasiassa heikensi ruhojen lihakkuutta puhtaisiin li-sonneihin verrattuna (Taulukko 5). Ainoastaan blonde d'Aquitaine-risteytystä käytettäessä saavutettiin puhtasta limousinia vastaava lihakkuus. Blonde d'Aquitaine-risteytys näytti myös vähentävän hieman ruhojen rasvaisuutta puhtaisiin limousin-sonneihin verrattuna. Muilla roduilla risteytettäessä ruhojen rasvaisuus sen sijaan lisääntyi (Taulukko 5).



Limousin-hiehojen osalta tulokset ovat pääosin yhdenmukaiset sonniaineiston kanssa (Taulukko 6). Blonde d'Aquitaine-risteytys paransi suuntaa-antavasti ( $p < 0.10$ ) hiehojen lihakkuutta (3 %) ja vähensi merkitsevästi ( $p < 0.001$ ) ruhojen rasvaisuutta (7 %) puhtaisiin limousin-hiehoihin verrattuna. Muilla risteytyksillä lihakkuus puolestaan heikkeni ja ruhojen rasvaisuus lisääntyi. Charolais-risteytykset lisäsivät hiehojen nettokasvua (5 %) ja teuraspainoa (3 %) puhtaisiin limousin-hiehoihin verrattuna. Pelkästään lihantuotanto-ominaisuuksia tarkasteltaessa näyttäisikin siltä, että blonde d'Aquitaine on lähes ainoa vaihtoehto, jolla voisi tämän aineiston perusteella pystyä hieman parantamaan limousin-ruhojen laatuominaisuuksia.

On kuitenkin pidettävä mielessä, että tässä raportoitavan aineiston perusteella tarkastellaan ainoastaan teuraseläinten kasvua ja ruhon laatua. Käytännön tilatasolla risteytysvaikutusta haetaan tämän lisäksi myös emolehmien osalta, jolloin mm. ympäristöolosuhteet, pellontuotantokyky ja viljelypinta-ala asettavat reunaehdot sille, millaisella emolehmän rotutyypillä muodostetaan tilakohtaisesti paras tuottavuus. Emolehmän osalta tuottavuus muodostuu eläimen koosta, tuotantoiästä (pysyvyydestä) ja vasikan päiväkasvusta vieroitukseen saakka. Emolehmien osalta risteytysvaikutuksia on tarkasteltu mm. Pesosen (2011) kirjallisuusselvityksessä.

Taulukko 6. Liharotuisten hiehojen kasvu- ja teurastulokset roduittain. Limousin-risteytykset. (Rotukoodit: AB = aberdeen angus, BA = blonde d'Aquitaine, CH = charolais, HF = hereford, LI = limousin, SI = simmental).

	Rotu						SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>				
	li×li	li×ab	li×ba	li×ch	li×hf	li×si		li×ab	li×ba	li×ch	li×hf	li×si
Eläinmäärä, kpl	1951	765	188	688	624	515						
Kasvatusaika, vrk	469	468	469	460	462	465	3,9			***	*	
Nettokasvu, g/pv	504	504	508	530	505	512	5,6			***		
Teuraspaino, kg	250	250	252	257	247	252	2,6			***		
Lihakkuus <sup>3</sup>	7,2	6,1	7,4	6,7	6,0	6,2	0,11	***	o	***	***	***
Rasvaisuus <sup>4</sup>	2,9	3,8	2,7	3,2	3,6	3,2	0,06	***	***	***	***	***

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Testillä on testattu poikkeako kyseisen risteytyksen tulos puhtaan li×li-eläimen tuloksesta. \*\*\* ( $p < 0,001$ ), \*\* ( $p < 0,01$ ), \* ( $p < 0,05$ ) ja o ( $p < 0,10$ ).

<sup>3</sup> Lihakkuus, EUROP: (1 = heikoin, 15 = paras). 1=P-, 2=P, 3=P+, 4=O-, 5=O, 6=O+, 7=R-, 8=R, 9=R+, 10=U-, 11=U, 12=U+, 13=E-, 14=E, 15=E+.

<sup>4</sup> Rasvaisuus, EUROP: (1 = rasvaton, 5 = erittäin rasvainen).

### 5.3.4 Charolais

Tulosaineisto sisälsi yhteensä 4 421 puhdasrotuiseksi luokiteltua ch-sonnia ja 1 794 ch-hiehoa (Taulukot 7 ja 8). Sonniensa osalta aineistossa yleisimmin esiintyvä risteytys oli hereford (1 392 kpl) ja hiehoilla limousin (688 kpl). Vähiten aineistossa oli ch×ba-risteytyksiä (229 sonnia ja 101 hiehoa). Charolais-aineistossa sonniensa keskimääräinen kasvatusaika oli 559 vrk, nettokasvu 705 g/pv ja teuraspaino 407 kg. Ruhot luokittuivat lihakkuudeltaan keskimäärin luokkaan R+ (8,8) ja ruhojen rasvaisuusluokka oli keskimäärin 2,5. Vastaavasti charolais-aineiston hiehojen kasvatusaika oli keskimäärin 455 vrk, nettokasvu 531 g/pv, teuraspaino 255 kg, lihakkuusluokka O+ (6,4) ja rasvaisuusluokka 3,2.

Charolais-sonniensa osalta ab-, hf- ja li-risteytykset heikensivät nettokasvutulosta ja madalsivat teuraspainoa puhtaisiin ch-sonneihin verrattuna (Taulukko 7). Si- ja ba-risteytyksillä teuraspainot ja kasvutulokset olivat puhtaiden ch-sonniensa kanssa vastaavalla tasolla. Ruhojen lihakkuutta kaikki risteytysvaihtoehdot näyttivät heikentävän. Mielenkiintoista oli, että myös limousinilla risteyttäminen näytti tässä aineistossa hieman heikentävän lihakkuutta puhtaisiin ch-sonneihin verrattuna. Ruhojen rasvaisuus puolestaan näytti risteytyksen seurauksena lisääntyvän ba-risteytystä lukuun ottamatta (Taulukko 7).

Charolais-hiehojen aineistossa ei ollut sonniaineistosta poiketen rotuyhdistelmien välisiä merkitseviä eroja teuraspainoissa (Taulukko 8). Hf- ja ab-risteytykset heikensivät nettokasvutulosta puhtaisiin ch-hiehoihin verrattuna. Sen sijaan si-, ba ja li-risteytyksillä kasvutulokset olivat puhtaiden ch-hiehojen kanssa vastaavalla tasolla. Sonniaineistosta poiketen limousin-risteytykset paransivat hieman (3 %) ruhojen lihakkuutta puhtaisiin ch-hiehoihin verrattuna. Ruhojen rasvaisuus sen sijaan näytti risteytyksen seurauksena lisääntyvän ba-risteytystä lukuun ottamatta (Taulukko 8). Pelkästään teuraseläinten kasvu- ja teurasominaisuuksia tarkastelemalla näyttääkin siltä, että risteytyksellä ei saavuteta suurta hyötyä charolais-eläinten osalta.

Taulukko 7. Liharotuisten sonnien kasvu- ja teurastulokset roduittain. Charolais-risteitykset. (Rotukoodit: AB = aberdeen angus, BA = blonde d'Aquitaine, CH = charolais, HF = hereford, LI = limousin, SI = simmental).

	Rotu						SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>				
	ch×ch	ch×ab	ch×ba	ch×hf	ch×li	ch×si		ch×ab	ch×ba	ch×hf	ch×li	ch×si
Eläinmäärä, kpl	4421	1018	229	1392	1280	980						
Kasvatusaika, vrk	552	567	553	565	563	553	4,0	***	***	***		
Nettokasvu, g/pv	724	682	714	687	696	725	7,3	***	***	***		
Teuraspaino, kg	413	400	409	402	406	414	4,1	***	***	***		
Lihakkuus <sup>3</sup>	9,3	8,3	9,0	8,2	9,1	8,9	0,14	***	***	*	***	
Rasvaisuus <sup>4</sup>	2,2	2,8	2,2	2,8	2,4	2,3	0,05	***	***	***	*	

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Testillä on testattu poikkeako kyseisen risteityksen tulos puhtaan ch×ch-eläimen tuloksesta. \*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

<sup>3</sup> Lihakkuus, EUROP: (1 = heikoin, 15 = paras). 1=P-, 2=P, 3=P+, 4=O-, 5=O, 6=O+, 7=R-, 8=R, 9=R+, 10=U-, 11=U, 12=U+, 13=E-, 14=E, 15=E+.

<sup>4</sup> Rasvaisuus, EUROP: (1 = rasvaton, 5 = erittäin rasvainen).

Taulukko 8. Liharotuisten hiehojen kasvu- ja teurastulokset roduittain. Charolais-risteitykset. (Rotukoodit: AB = aberdeen angus, BA = blonde d'Aquitaine, CH = charolais, HF = hereford, LI = limousin, SI = simmental).

	Rotu						SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>				
	ch×ch	ch×ab	ch×ba	ch×hf	ch×li	ch×si		ch×ab	ch×ba	ch×hf	ch×li	ch×si
Eläinmäärä, kpl	1794	556	101	654	688	537						
Kasvatusaika, vrk	451	462	452	464	460	445	5,3	***	***	***		
Nettokasvu, g/pv	538	519	539	514	530	544	8,8	***	***			
Teuraspaino, kg	255	253	257	253	257	255	3,9					
Lihakkuus <sup>3</sup>	6,5	6,1	6,8	5,9	6,7	6,1	0,14	***	***	*	***	
Rasvaisuus <sup>4</sup>	2,9	3,5	2,9	3,6	3,2	3,1	0,09	***	***	***	**	

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Testillä on testattu poikkeako kyseisen risteityksen tulos puhtaan ch×ch-eläimen tuloksesta. \*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

<sup>3</sup> Lihakkuus, EUROP: (1 = heikoin, 15 = paras). 1=P-, 2=P, 3=P+, 4=O-, 5=O, 6=O+, 7=R-, 8=R, 9=R+, 10=U-, 11=U, 12=U+, 13=E-, 14=E, 15=E+.

<sup>4</sup> Rasvaisuus, EUROP: (1 = rasvaton, 5 = erittäin rasvainen).

### 5.3.5 Simmental

Aineistossa oli yhteensä 2 152 puhdasrotuisiksi luokiteltua simmental-sonnia ja 774 si-hiehoa (Taulukot 9 ja 10). Yleisimmin esiintyvä risteytys oli sonneilla hereford (1 033 kpl) ja hiehoilla charolais (537 kpl). Vähiten aineistossa oli si×ba-risteityksiä (255 sonnia ja 91 hiehoa). Simmental-aineistossa sonnien keskimääräinen kasvatusaika oli 565 vrk, nettokasvu 688 g/pv ja teuraspaino 402 kg. Ruhot luokittuivat lihakkuudeltaan keskimäärin luokkaan R (8,3) ja ruhojen rasvaisuusluokka oli keskimäärin 2,5. Vastaavasti simmental-aineiston hiehojen kasvatusaika oli keskimäärin 455 vrk, nettokasvu 509 g/pv, teuraspaino 246 kg, lihakkuusluokka O+ (5,8) ja rasvaisuusluokka 3,2.

Risteyttäminen ba- tai ch-rodulla nosti sonnien teuraspainoa (3 %) ja paransi nettokasvua (3–6 %) puhtaisiin si-sonneihin verrattuna (Taulukko 9). Sen sijaan ab-, hf- ja li-risteytys näyttivät alentavan teuraspainoa ja hieman heikentävän kasvutulosta. Ruhojen lihakkuus parani ba- ja ch-risteytysten seurauksena, mutta hf- ja ab-risteytykset heikensivät lihakkuutta verrattuna puhtaisiin si-sonneihin. Ruhojen rasvaisuus näytti risteytyksen seurauksena lisääntyvän ab-, hf- ja li-risteityksillä, mutta ba- ja ch-risteytykset eivät eronneet rasvaisuuden osalta puhtaista si-sonneista.

Simmental-hiehojen osalta voidaan todeta, että aineistossa olevien ba-risteytysten määrä oli niin pieni, että tämän rotuyhdistelmän osalta tuloksiin on suhtauduttava suurella varauksella. Hiehojen aineistossa eläinten nettokasvu parani ch-risteityksellä 7 % puhtaisiin si-eläimiin verrattuna (Taulukko 10). Teuraspainot olivat ch- ja li-risteytyshiehoilla hieman suuremmat kuin puhtailla si-hiehoilla. Yhdenmukaisesti sonniaineiston kanssa ruhojen lihakkuus parani ch- ja li-risteytysten seurauksena. Ruhojen rasvaisuus näytti risteytyksen seurauksena lisääntyvän ab-, hf- ja li-risteityksillä, mutta ch-risteytys ei eronnut rasvaisuuden osalta puhtaista si-hiehoista. Blonde d'Aquitaine-rodulla risteyttäminen näytti vähentävän ruhojen rasvaisuutta puhtaisiin simmental-hiehoihin verrattuna. Yhteen vetona voidaan simmentalin osalta todeta, että ch- ja ba-roduilla risteyttäminen näytti tässä aineistossa parantavan merkitsevästi teurasominaisuuksia.

Taulukko 9. Liharotuisten sonnien kasvu- ja teurastulokset roduittain. Simmental-risteytykset. (Rotukoodit: AB = aberdeen angus, BA = blonde d'Aquitaine, CH = charolais, HF = hereford, LI = limousin, SI = simmental).

	Rotu						SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>				
	si×si	si×ab	si×ba	si×ch	si×hf	si×li		si×ab	si×ba	si×ch	si×hf	si×li
Eläinmäärä, kpl	2152	805	255	980	1033	999						
Kasvatusaika, vrk	565	566	566	553	570	569	3,6			***	o	
Nettokasvu, g/pv	686	675	709	725	664	669	6,7	o	**	***	***	***
Teuraspaino, kg	402	396	414	414	393	394	3,8	o	*	***	***	**
Lihakkuus <sup>3</sup>	8,3	7,7	9,1	8,9	7,6	8,5	0,12	***	***	***	***	
Rasvaisuus <sup>4</sup>	2,3	2,8	2,2	2,3	2,8	2,4	0,05	***			***	*

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Testillä on testattu poikkeako kyseisen risteytyksen tulos puhtaan si×si-eläimen tuloksesta. \*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

<sup>3</sup> Lihakkuus, EUROP: (1 = heikoin, 15 = paras). 1=P-, 2=P, 3=P+, 4=O-, 5=O, 6=O+, 7=R-, 8=R, 9=R+, 10=U-, 11=U, 12=U+, 13=E-, 14=E, 15=E+.

<sup>4</sup> Rasvaisuus, EUROP: (1 = rasvaton, 5 = erittäin rasvainen).

Taulukko 10. Liharotuisten hiehojen kasvu- ja teurastulokset roduittain. Simmental-risteytykset. (Rotukoodit: AB = aberdeen angus, BA = blonde d'Aquitaine, CH = charolais, HF = hereford, LI = limousin, SI = simmental).

	Rotu						SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>				
	si×si	si×ab	si×ba	si×ch	si×hf	si×li		si×ab	si×ba	si×ch	si×hf	si×li
Eläinmäärä, kpl	774	390	91	537	435	515						
Kasvatusaika, vrk	453	453	460	445	463	465	5,8			*	*	***
Nettokasvu, g/pv	510	512	490	544	487	512	8,4			***	***	
Teuraspaino, kg	244	246	240	255	239	252	3,8			***		**
Lihakkuus <sup>3</sup>	5,7	5,6	6,0	6,1	5,4	6,2	0,13			***	***	***
Rasvaisuus <sup>4</sup>	3,0	3,6	2,7	3,1	3,5	3,2	0,09	***	**		***	**

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Testillä on testattu poikkeako kyseisen risteytyksen tulos puhtaan si×si-eläimen tuloksesta. \*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

<sup>3</sup> Lihakkuus, EUROP: (1 = heikoin, 15 = paras). 1=P-, 2=P, 3=P+, 4=O-, 5=O, 6=O+, 7=R-, 8=R, 9=R+, 10=U-, 11=U, 12=U+, 13=E-, 14=E, 15=E+.

<sup>4</sup> Rasvaisuus, EUROP: (1 = rasvaton, 5 = erittäin rasvainen).

### 5.3.6 Blonde d'Aquitaine

Blonde d'Aquitaine-rotuisia eläimiä oli aineistossa selvästi muita tutkittuja rotuja vähemmän. Kuitenkin havaintoja oli niin paljon, että tuloksia voitaneen pitää vähintäänkin suuntaa-antavina. Kaiken kaikkiaan aineistossa oli yhteensä 344 puhdasrotuiseksi luokiteltua blonde d'Aquitaine-sonnia ja 147 ba-hiehoa (Taulukot 11 ja 12). Yleisimmin esiintyvä risteytys oli sekä sonneilla (331 kpl) että hiehoilla (188 kpl) limousin. Vähiten aineistossa oli ba×ab-risteytyksiä (127 sonnia ja 69 hiehoa). Blonde d'Aquitaine-aineistossa sonnien keskimääräinen kasvatusaika oli 567 vrk, nettokasvu 674 g/pv ja teuraspaino 396 kg. Ruhot luokittuivat lihakkuudeltaan keskimäärin luokkaan R+ (8,9) ja ruhojen rasvaisuusluokka oli keskimäärin 2,3. Vastaavasti ba-aineiston hiehojen kasvatusaika oli keskimäärin 464 vrk, nettokasvu 504 g/pv, teuraspaino 248 kg, lihakkuusluokka R- (6,6) ja rasvaisuusluokka 2,9.

Charolais- ja simmental-risteytyksillä teuraspainot olivat korkeammat (4–5 %) puhtaisiin ba-sonneihin verrattuna (Taulukko 11). Myös nettokasvun osalta ch- ja si-risteytykset paransivat tulosta. Sen sijaan ruhojen lihakkuuden osalta kaikki mukana olleet risteytysvaihtoehdot heikensivät selkeästi lihakkuutta puhtaisiin ba-sonneihin verrattuna (Taulukko 11). Myös ruhojen rasvaisuus lisääntyi risteytyksen seurauksena kaikilla tutkituilla rotuyhdistelmillä verrattuna puhtaisiin ba-sonneihin, mikä oli varsin odotettu tulos, koska blonde d'Aquitaine on kirjallisuuden (Dubouet 2010) mukaan myöhäisin ranskalaisista roduista, ja ruhojen rasvoittuminen alkaa siten vasta muita rotuja korkeammassa teuraspainoissa.

Hiehojen osalta koko blonde d'Aquitaine-aineisto on sen verran suppea, että tuloksiin on suhtauduttava varauksella. Aineistossa ch-risteytyksen käyttö näytti lisäävän nettokasvua 8 % puhtaisiin ba-hiehoihin verrattuna (Taulukko 12). Muilla risteytyksillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta nettokasvutuloksiin. Ab-risteytyksillä teuraspainot olivat hieman matalammat kuin puhtailla ba-hiehoilla. Ruhojen lihakkuuden osalta hiehojen tulokset olivat lähes yhdenmukaiset sonniaineiston kanssa. Kaikki mukana olleet risteytysvaihtoehdot (limousinia lukuun

ottamatta) heikensivät selkeästi lihakkuutta puhtaisiin ba-hiehoihin verrattuna. Ruhojen rasvaisuus lisääntyi risteytyksen seurauksena kaikilla tutkituilla rotuyhdistelmillä verrattuna puhtaisiin ba-hiehoihin. Aineistoa tarkastelemalla näyttää siltä, että risteytyksellä ei saavuteta hyötyä blonde d'Aquitaine-eläinten teurasominaisuuksissa.

Taulukko 11. Liharotuisten sonnien kasvu- ja teurastulokset roduittain. Blonde d'Aquitaine -risteytykset. (Rotukoodit: AB = aberdeen angus, BA = blonde d'Aquitaine, CH = charolais, HF = hereford, LI = limousin, SI = simmental).

	Rotu						SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>				
	ba×ba	ba×ab	ba×ch	ba×hf	ba×li	ba×si		ba×ab	ba×ch	ba×hf	ba×li	ba×si
Eläinmäärä, kpl	344	127	229	240	331	255						
Kasvatusaika, vrk	570	572	553	572	570	566	4,9	***				
Nettokasvu, g/pv	663	645	714	646	667	709	9,9	***				***
Teuraspaino, kg	393	384	409	383	394	414	5,6		*			***
Lihakkuus <sup>3</sup>	10,3	7,9	9,0	7,7	9,6	9,1	0,20	***	***	***	***	***
Rasvaisuus <sup>4</sup>	1,8	2,7	2,2	2,6	2,0	2,2	0,07	***	***	***	***	***

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Testillä on testattu poikkeako kyseisen risteytyksen tulos puhtaan ba×ba-eläimen tuloksesta. \*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

<sup>3</sup> Lihakkuus, EUROP: (1 = heikoin, 15 = paras). 1=P-, 2=P, 3=P+, 4=O-, 5=O, 6=O+, 7=R-, 8=R, 9=R+, 10=U-, 11=U, 12=U+, 13=E-, 14=E, 15=E+.

<sup>4</sup> Rasvaisuus, EUROP: (1 = rasvaton, 5 = erittäin rasvainen).

Taulukko 12. Liharotuisten hiehojen kasvu- ja teurastulokset roduittain. Blonde d'Aquitaine -risteytykset. (Rotukoodit: AB = aberdeen angus, BA = blonde d'Aquitaine, CH = charolais, HF = hereford, LI = limousin, SI = simmental).

	Rotu						SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>				
	ba×ba	ba×ab	ba×ch	ba×hf	ba×li	ba×si		ba×ab	ba×ch	ba×hf	ba×li	ba×si
Eläinmäärä, kpl	147	69	101	114	188	91						
Kasvatusaika, vrk	475	452	452	476	469	460	6,1	**	**			
Nettokasvu, g/pv	500	487	539	502	508	490	9,9		**			
Teuraspaino, kg	252	234	257	253	252	240	4,6	**				o
Lihakkuus <sup>3</sup>	7,7	5,8	6,8	6,0	7,4	6,0	0,20	***	***	***		***
Rasvaisuus <sup>4</sup>	2,3	3,4	2,9	3,4	2,7	2,7	0,11	***	***	***	***	***

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Testillä on testattu poikkeako kyseisen risteytyksen tulos puhtaan ba×ba-eläimen tuloksesta. \*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

<sup>3</sup> Lihakkuus, EUROP: (1 = heikoin, 15 = paras). 1=P-, 2=P, 3=P+, 4=O-, 5=O, 6=O+, 7=R-, 8=R, 9=R+, 10=U-, 11=U, 12=U+, 13=E-, 14=E, 15=E+.

<sup>4</sup> Rasvaisuus, EUROP: (1 = rasvaton, 5 = erittäin rasvainen).

## 5.4 Yhteenveto ja johtopäätökset

Eläinaineksen laatu ja suunnitelmallinen käyttö ovat tuotannollisen ja taloudellisen tuloksen kannalta ratkaisevan tärkeitä emolehmiin perustuvassa naudanlihantuotannossa. Emolehmätuotannossa risteytyshyötyä tulisi saada sekä emolehmiä että niiden vasikoista. Tässä raportoidut suomalaisen teurasaineistoon perustuvat tulokset antavat kattavan kuvan nykyisen eläinaineksemme kasvu- ja teurasominaisuuksista. Tulosten perusteella keskikokoisten liharotujen (aberdeen angus ja hereford) kasvutulosta ja ruhon laatua voidaan parantaa merkittävästi käyttämällä risteytyksessä pääterotuja (charolais, limousin, simmental, blonde d'Aquitaine). Pääterotujen eläimillä ei aineistossa saavutettu vastaavan suuruisia risteytyshyötyjä puhtaaseen eläinainekseen verrattuna. Kuitenkin esimerkiksi simmentalin osalta ch- ja ba-roduilla risteyttäminen näytti tässä aineistossa parantavan merkittävästi teurasominaisuuksia. Sen sijaan charolais-, limousin- ja blonde d'Aquitaine-rotujen osalta risteytyksillä ei saavutettu juurikaan hyötyä, kun tarkasteltiin pelkästään teuraseläinten kasvu- ja teurasominaisuuksia.

On kuitenkin muistettava, että tässä raportoitavan aineiston perusteella tarkasteltiin ainoastaan teuraseläinten kasvu- ja ruhon laatua. Käytännön tilatasolla risteytysvaikutusta haetaan koko emolehmiin perustuvasta tuotantoketjusta, jolloin merkittävässä osassa on myös emolehmiä tuottavuus. Esimerkiksi emolehmiä aikuiskoko vaikuttaa suoraan eläimen tarvitsemaan ylläpitoenergian määrään. Aikuiskoolla on myös useita välillisiä vaikutuksia.

tuksia tuotantoon mm. tiineyden keston, syntymäpainon ja kasvuominaisuuksien kautta. Korkeammat syntymäpainot, vaikeammat poikimiset ja suurempi vasikkakuolleisuus ovat yhteydessä suurempaan aikuiskokoon. Toisaalta suurempi aikuiskoko on yhteydessä parempiin kasvuominaisuuksiin. Tästä kaikesta tulisi muodostaa kokonaisuus, jossa suunnitelmallinen eri rotujen heikkouksien täydentäminen toisen rodun vahvuuksilla antaa suhteellisen työväliseen parantaa emolehmäkarjan tuottavuutta. Teuraseläinten kasvu- ja teurasominaisuudet muodostavat yhden keskeisen osa-alueen tässä kokonaisuudessa.

## 5.5 Kirjallisuus

- Davis, K.C., Kress, D.D., Doornboos, D.E. & Anderson, D.C. 1994. Life cycle evaluation of five biological types of beef cattle in cow-calf production system: II. Biological and economic importance. *Journal of Animal Science* 72: 2591–2598.
- Dubouet, C. 2010. *La production des bovines allaitants*. 3e edition. Conduite. Qualité. Gestion. Guides France Agricole, Paris. 414 s.
- Field, T.G. 2007. *Beef production and management decisions*. 5<sup>th</sup> Edition. New Jersey: Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River. 718 s.
- Herva, T., Huuskonen, A., Virtala, A.-M. & Peltoniemi, O. 2011. On-farm welfare and carcass fat score of bulls at slaughter. *Livestock Science* 138: 159–166.
- Herva, T., Virtala, A.-M., Huuskonen, A., Saatkamp, H. W. & Peltoniemi, O. 2009. On-farm welfare and estimated daily carcass gain of slaughtered bulls. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A Animal Science* 59: 104–120.
- Kress, D.D., Doornbos, D.E. & Anderson, D.C. 1990. Performance of crosses among Hereford, Angus and Simmental cattle with different levels of Simmental breeding: V. Calf production, milk production and reproduction of three- to eight-year-old dams. *Journal of Animal Science* 68: 1910–1921.
- Manninen, M., Huhta, H., Virkajärvi, P., Joki-Tokola, E., Suvitie, M., Puntila, M.-L. & Röpelin, A. 1994. Risteytyseläinten ruokinta- ja kasvatuskokeet sekä ruhon ja lihan laatu. Teoksessa: toim. Tarja Korhonen ja Minna Toivonen. *Naudanlihantuotannon kehittäminen: Naudanlihantuotannon edistämiprojektin loppuraportti*. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö. s. 35–80.
- McNiel, M.D., Short, R.E. & Grings, E.E. 2001. Characterization of topcross progenies from Hereford, Limousin, and Piedmontese sires. *Journal of Animal Science* 79: 1751–1756.
- Murphy, B.M., Drennan, M.J., O'Mara, F.P. & McGee, M. 2008. Performance and feed intake of five beef suckler cow genotypes and pre-weaning growth of their progeny. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 47: 13–25.
- Pesonen, M. 2011. Rodun vaikutus liharotuisten nautojen syöntikykyyn ja tuotanto-ominaisuuksiin. Teoksessa: Arto Huuskonen (toim.). *Kehitystä naudanlihantuotantoon II*. MTT Kasvu 14: s. 9–71.
- Short, R.E., MacNiel, M.D., Grosz, M.D., Gerrard, D.E. & Grings, E.E. 2002. Pleiotropic effects in Hereford, Limousin and Piedmontese F2 crossbred calves of genes controlling muscularity including the Piedmontese myostatin allele. *Journal of Animal Science* 80: 1–10.

---

## 6 Kolmiroturisteytysten kasvu- ja teurasominaisuudet suomalaisessa teurasaineistossa

---

Arto Huuskonen<sup>1</sup>, Maiju Pesonen<sup>1</sup> ja Maarit Hyrkäs<sup>2</sup>

<sup>1</sup> MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, etunimi.sukunimi@mtt.fi

<sup>2</sup> MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Halolantie 31A, 71750 Maaninka, maarit.hyrkas@mtt.fi

### Tiivistelmä

Kolmen rodun risteytyksen käyttö on eräs potentiaalinen tapa pihvilihantuotannon tehostamiseen. Tässä mallissa pyritään siihen, että emot ovat kahden emo-ominaisuuksiltaan ja/tai maidontuotannoltaan hyvän rodun risteytyksiä (ab, hf, si). Nämä risteytysmot puolestaan astutetaan pääterodun sonnilla, jolloin mukaan saadaan hyvät lihanuotanto-ominaisuudet. Tässä raportoitavalla tutkimuksella haluttiin selvittää Suomessa teurastettujen kolmiliharotuisten risteytysnautojen kasvu- ja teurasominaisuuksia data-aineiston pohjalta.

Tutkimusaineistona oli teurastamoilta saatu naudan ruhojen teurasaineisto, johon yhdistettiin ProAgria Maatalouden Laskentakeskuksen kautta saadut rotutiedot. Teurastamoaineistoa oli käytössä HK Agri Oy:ltä ja Snellman Lihanjalostus Oy:ltä vuodesta 2007 lähtien, A-Tuottajat Oy:ltä vuodesta 2008 lähtien ja Saarioinen Lihanjalostus Oy:ltä vuodesta 2010 lähtien. Tässä artikkelissa raportoitavassa tutkimuksessa tarkasteluun otettiin kolmiroturisteytykset ja niistä tarkastelun pohjaksi haettiin kolme erilaista emorodun yhdistelmää. Teuraseläimen emän haluttiin olevan jokin seuraavasta kolmesta vaihtoehdosta: ab×hf, ab×si tai hf×si. Tällöin ab×hf emon jälkeläiseksi luokiteltiin eläin, jonka emän rotu oli aberdeen angus ja isän rotu hereford tai emän rotu oli hereford ja isän rotu aberdeen angus. Vastaavalla periaatteella luokiteltiin teuraseläimet ab×si- ja hf×si-emojen jälkeläisiksi. Tämän luokittelun jälkeen näitä kolmea vaihtoehtoa vertailtiin siten, että teurastetun eläimen isä oli jokin kuudesta liharodusta (ab, ba, ch, hf, li, si). Vertailut tehtiin sekä teurastetuille hiehoille että sonneille. Hiehojen osalta alle 300 ja yli 550 vrk:n ikäisenä teurastetut eläimet jätettiin datasta pois. Vastaavasti sonnien osalta alle 365 ja yli 660 vrk:n ikäisenä teurastetut eläimet jätettiin datasta pois.

Tutkimuksessa haettuja kolmiroturisteytyksiä oli aineistossa suhteellisen vähän, ja tuloksissa esiintyi melko suurta hajontaa, joten kaikissa tapauksissa edes numeerisesti suuretkaan rotuyhdistelmien väliset erot eivät tulleet tilastollisesti merkitseviksi. Varsinkin teurashiehojen osalta kunkin rotuyhdistelmän havaintomäärä koostui pääasiassa vain joistakin kymmenistä eläinyksilöistä. Aineiston perusteella voitiin havaita, että ns. pääterotujen eläinainesta isärotuna käyttämällä saavutettiin parhaat kasvu- ja teurastulokset risteytysemojen jälkeläisillä. Havaintomäärän niukkuudesta johtuen tuloksista ei kuitenkaan saatu kovin luotettavaa kuvaa kolmiroturisteytyseläinten teurasominaisuuksista. Toivottavaa olisikin, että vastaavan tyyppinen tutkimus voitaisiin tulevaisuudessa toteuttaa tätä laajemmin data-aineiston pohjalta.

Yleisellä tasolla voidaan todeta, että emolehmän rotutyypin sopivuutta tilan tuotanto-olosuhteisiin voidaan arvioida esimerkiksi tilalla käytössä olevan peltopinta-alan ja eläinmäärään perusteella. Emolehmäkarjan roduksi sopii parhaiten keskikokoinen rotu tai keskikokoisten rotujen risteytys, jos tilalla on rajoitettu peltopinta-alan määrä, suhteessa paljon eläimiä peltohehtaaria kohden tai/ja tilalla hyödynnetään heikkotuottoisia laidunalueita (luonnonlaitumet, rantalaitumet, perinnebiotoopit yms.). Jos tilalla on puolestaan käytössään paljon hyvätuottoista peltolaidunta tai suhteessa vähän eläimiä peltohehtaaria kohden, eikä tilalla käytetä heikkotuottoisia laidunalueita, voi roduksi soveltua myös iso rotu tai keskikokoisen rodun ja simmentalin risteytys.

---

### Avainsanat:

*naudanlihantuotanto, rotu, risteytykset, sonnit, hiehot, kasvu, ruhon laatu*

---

## 6.1 Johdanto

Rotujen risteytyksen hyöty muodostuu heteroosista ja rotujen erilaisten ominaisuuksien täydentymisestä (Pesonen 2011). Heteroosi eli risteytysvaikutus lisää jälkeläisten elinvoimaisuutta. Risteytysvaikutus havaitaan myös heikosti periytyvissä ominaisuuksissa, kuten hedelmällisyydessä. Risteytysemolehmien tuotantoikä on korkeampi, hedelmällisyys on parempi ja vieroitettujen vasikoiden lukumäärä on hieman suurempi kuin puhdasrotuisilla emolehmillä. Suunnitelmallisessa risteytyksessä käytetään yleensä ns. pääterodun siitossonnia kahden tai kolmen emorodun risteytysemolehmälle (Field 2007).

Kolmen rodun risteytyksen käyttö on eräs potentiaalinen tapa pihvilihantuotannon tehostamiseen. Tässä mallissa pyritään siihen, että emot ovat kahden emo-ominaisuuksiltaan ja/tai maidontuotannoltaan hyvän rodun risteytyksiä (ab, hf, si). Nämä risteytysmot puolestaan astutetaan pääterodun sonnilla, jolloin mukaan saadaan hyvät lihantuotanto-ominaisuudet. Tässä raportoitavalla tutkimuksella haluttiin selvittää Suomessa teurastettujen kolmiliharotuisten risteytysnautojen kasvu- ja teurasominaisuuksia data-aineiston pohjalta.

## 6.2 Aineisto ja menetelmät

Tutkimusaineistona oli teurastamoilta saatu naudan ruhojen teurasaineisto, johon yhdistettiin ProAgria Maatalouden Laskentakeskuksen kautta saadut rotutiedot. Teurastamoaineistoa oli käytössä HK Agri Oy:ltä ja Snellman Lihanjalostus Oy:ltä vuodesta 2007 lähtien, A-Tuottajat Oy:ltä vuodesta 2008 lähtien ja Saarioinen Lihanjalostus Oy:ltä vuodesta 2010 lähtien. Yhdistetyssä datassa olivat mukana seuraavat tiedot: eläimen syntymätunnus, teurastuspäivä, teuraspaino, teurastuksessa hylättyjen osien paino, ruhon laatuluokka, ruhon rasvaisuusluokka, eläimen syntymäaika, eläimen sukupuoli, eläimen rotukoodi, eläimen emän rotukoodi ja eläimen isän rotukoodi. Teurasruhot oli teurastamoissa punnittu ja luokiteltu EUROP – luokituksen mukaisesti. Nettokasvutulosten laskemiseksi dataan lisättiin uutena muuttujana eläimen lihapaino syntyessä (alkupaino). Tämä lisättiin oletusarvona siten, että alkupainoksi määritettiin sonnivasikalle 16 kg ja lehmävasikalle 15,2 kg. Vastaavia arvioita A-Tuottajat Oy käyttää päivittäisessä työssään (Herva ym. 2009, 2011). Nettokasvu laskettiin teuraspainon ja kokeen alun lihapainon erotuksena jaettuna kasvatuspäivillä.

Tässä artikkelissa raportoitavassa tutkimuksessa tarkasteluun otettiin kolmiroturisteytykset ja niistä tarkastelun pohjaksi haettiin kolme erilaista emorodun yhdistelmää. Teuraseläimen emän haluttiin olevan jokin seuraavasta kolmesta vaihtoehdosta: ab×hf, ab×si tai hf×si. Tällöin ab×hf emon jälkeläiseksi luokiteltiin eläin, jonka emän rotu oli aberdeen angus ja isän rotu hereford tai emän rotu oli hereford ja isän rotu aberdeen angus. Vastaavalla periaatteella luokiteltiin teuraseläimet ab×si- ja hf×si-emojen jälkeläisiksi. Tämän luokittelun jälkeen näitä kolmea vaihtoehtoa vertailtiin siten, että teurastetun eläimen isä oli jokin kuudesta liharodusta (ab, ba, ch, hf, li, si). Vertailut tehtiin sekä teurastetuille hiehoille että sonneille. Hiehojen osalta alle 300 ja yli 550 vrk:n ikäisenä teurastetut eläimet jätettiin datasta pois. Vastaavasti sonnien osalta alle 365 ja yli 660 vrk:n ikäisenä teurastetut eläimet jätettiin datasta pois.

Tilastollisena käsittelynä tuloksille tehtiin varianssianalyysi SAS 9.2. -ohjelmiston MIXED-proseduurilla. Rotuyhdistelmien välisten erojen tilastollinen merkitsevyys testattiin Tukeyn-Kramerin -testillä. Tulostaulukoissa on vertailtu tuloksia kunkin kolmen valitun emorodun osalta käytettyjen kuuden isärodun suhteen.

## 6.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Tutkimuksessa haettuja kolmiroturisteytyksiä oli aineistossa suhteellisen vähän, ja tuloksissa esiintyi melko suurta hajontaa, joten kaikissa tapauksissa edes numeerisesti suurelta rotuyhdistelmien väliset erot eivät tulleet tilastollisesti merkitseviksi. Varsinkin teurashiehojen osalta kunkin rotuyhdistelmän havaintomäärä koostui pääasiassa vain joistakin kymmenistä eläinyksilöistä. Tulokset on kuitenkin esitetty taulukoissa 1–6 ja niistä voidaan tehdä ainakin suuntaa-antavia päätelmiä haettujen kolmiroturisteytyseläinten teurasominaisuuksista.

### 6.3.1 Aberdeen angus×hereford-emojen jälkeläiset

Aineistossa oli yhteensä 1 270 teurastettua sonnia, jotka olivat aberdeen angus×hereford-emojen jälkeläisiä (Taulukko 1). Näiden eläinten keskimääräinen kasvatusaika oli 577 pv, nettokasvu 654 g/pv ja teuraspaino 392 kg. Ruhot luokitutuivat lihakuudeltaan keskimäärin luokkaan R (7,8) ja ruhojen rasvaisuusluokka oli keskimäärin 3,0. Tuloksista ilmenee, että kun emänä käytettiin ab×hf-emoa, niin yleisimmin isärotunakin käytettiin joko ab- tai hf-sonnia. Näitä yhdistelmiä oli peräti 72 % koko aineiston teuraseläinmäärästä. Kolmiroturisteytys-

neja oli aineiston eläimistä 28 % ja tällöin yleisin isärotu oli charolais (10 % eläimistä). Limousin- ja simmental-sonnien jälkeläisiä oli molempia 8 % eläimistä. Tulosten perusteella voidaan todeta, että risteytys isolla liharodulla toi kuitenkin teuraseläimeen enemmän lihakkuutta ja kasvua sekä vähemmän rasvaa verrattuna ab- ja hf-sonnien jälkeläisiin. Lisäksi jos ab×hf-emolle käytetään isärotuna joko ab- tai hf-sonnia, niin myös täysimääräinen hyöty risteytyksestä jää saamatta verrattuna tilanteeseen, jossa isärotuna käytetään pääterodun sonnia.

Taulukko 1. Kolmirotuisten sonnien kasvu- ja teurastulokset roduittain. Aberdeen angus×hereford-emojen jälkeläiset. (Rotukoodit: AB = aberdeen angus, BA = blonde d'Aquitaine, CH = charolais, HF = hereford, LI = limousin, SI = simmental).

	Isäsonnin rotu						SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>
	AB	BA	CH	HF	LI	SI		
Eläinmäärä, kpl	429	14	132	489	103	103		
Kasvatusaika, vrk	580 <sup>a</sup>	595 <sup>ab</sup>	555 <sup>b</sup>	573 <sup>a</sup>	580 <sup>a</sup>	578 <sup>a</sup>	14,2	***
Nettokasvu, g/pv	623 <sup>a</sup>	641 <sup>ab</sup>	695 <sup>b</sup>	639 <sup>a</sup>	652 <sup>bc</sup>	676 <sup>ab</sup>	26,4	***
Teuraspaino, kg	376 <sup>a</sup>	399 <sup>ab</sup>	399 <sup>b</sup>	381 <sup>a</sup>	392 <sup>ab</sup>	406 <sup>b</sup>	14,8	***
Lihakkuus, EUROP <sup>3</sup>	7,0 <sup>a</sup>	8,2 <sup>b</sup>	8,1 <sup>b</sup>	7,0 <sup>a</sup>	8,3 <sup>b</sup>	8,0 <sup>b</sup>	0,39	***
Rasvaisuus, EUROP <sup>4</sup>	3,4 <sup>a</sup>	2,3 <sup>b</sup>	2,7 <sup>b</sup>	3,4 <sup>a</sup>	3,0 <sup>c</sup>	3,0 <sup>bc</sup>	0,23	***

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Tilastollisesti merkitsevästi (p<0,05) toisistaan eroavat keskiarvot on merkitty taulukkoon eri yläindekseillä.

\*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

<sup>3</sup> Lihakkuus: (1 = heikoin, 15 = paras). 1=P-, 2=P, 3=P+, 4=O-, 5=O, 6=O+, 7=R-, 8=R, 9=R+, 10=U-, 11=U, 12=U+, 13=E-, 14=E, 15=E+.

<sup>4</sup> Rasvaisuus: (1 = rasvaton, 5 = erittäin rasvainen).

Taulukko 2. Kolmirotuisten hiehojen kasvu- ja teurastulokset roduittain. Aberdeen angus×hereford-emojen jälkeläiset. (Rotukoodit: AB = aberdeen angus, BA = blonde d'Aquitaine, CH = charolais, HF = hereford, LI = limousin, SI = simmental).

	Isäsonnin rotu						SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>
	AB	BA	CH	HF	LI	SI		
Eläinmäärä, kpl	181	4	46	183	66	49		
Kasvatusaika, vrk	458	474	469	464	453	462	28,7	
Nettokasvu, g/pv	489 <sup>ab</sup>	540 <sup>abc</sup>	530 <sup>c</sup>	479 <sup>b</sup>	514 <sup>ac</sup>	489 <sup>abc</sup>	39,2	***
Teuraspaino, kg	237 <sup>a</sup>	271 <sup>ab</sup>	263 <sup>b</sup>	236 <sup>a</sup>	246 <sup>ab</sup>	239 <sup>a</sup>	18,2	***
Lihakkuus, EUROP <sup>3</sup>	5,3 <sup>a</sup>	6,8 <sup>ab</sup>	6,2 <sup>b</sup>	5,2 <sup>a</sup>	6,3 <sup>b</sup>	5,7 <sup>ab</sup>	0,62	***
Rasvaisuus, EUROP <sup>4</sup>	4,0 <sup>ab</sup>	3,0 <sup>ac</sup>	3,6 <sup>bc</sup>	4,0 <sup>a</sup>	3,5 <sup>c</sup>	3,5 <sup>c</sup>	0,46	***

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Tilastollisesti merkitsevästi (p<0,05) toisistaan eroavat keskiarvot on merkitty taulukkoon eri yläindekseillä.

\*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

<sup>3</sup> Lihakkuus: (1 = heikoin, 15 = paras). 1=P-, 2=P, 3=P+, 4=O-, 5=O, 6=O+, 7=R-, 8=R, 9=R+, 10=U-, 11=U, 12=U+, 13=E-, 14=E, 15=E+.

<sup>4</sup> Rasvaisuus: (1 = rasvaton, 5 = erittäin rasvainen).

Teurashiehojen osalta aineistossa oli yhteensä 529 eläintä, jotka olivat aberdeen angus×hereford-emojen jälkeläisiä (Taulukko 2). Hiehojen keskimääräinen kasvatusaika oli 463 pv, nettokasvu 507 g/pv ja teuraspaino 249 kg. Ruhot luokitteivat lihakkuudeltaan keskimäärin luokkaan O+ (5,9) ja ruhojen rasvaisuusluokka oli keskimäärin 3,6. Samoin kuin sonnien osalta myös hiehoaineistossa isärotuna oli yleisimminkin joko ab tai hf (69 % havainnoista). Kolmiroturisteytyshiehoja oli aineiston eläimistä 31 % ja tällöin yleisin isärotu oli sonniaineistosta poiketen limousin (12 % eläimistä). Simmental- ja charolais-sonnien jälkeläisiä oli molempia noin 9 % eläimistä. Hiehoaineisto oli kooltaan sonniaineistoa suppeampi, mistä johtuen siinä esiintyi vähemmän tilastollisesti merkitseviä eroja rotuyhdistelmien välillä. Tulosten suunta oli kuitenkin samankaltainen kuin sonneilla: risteytys isolla liharodulla paransi risteytysemojen jälkeläisten lihantuotanto-ominaisuuksia verrattuna ab- ja hf-sonnien jälkeläisiin.

### 6.3.2 Aberdeen angus×simmental-emojen jälkeläiset

Aberdeen angus×simmental-emojen jälkeläisaineistossa oli yhteensä vain 423 teurastettua sonnia (Taulukko 3). Sonnien keskimääräinen kasvatusaika oli 577 pv, nettokasvu 671 g/pv ja teuraspaino 401 kg. Ruhot luokitteui-



vat lihakkuudeltaan keskimäärin luokkaan R (8,2) ja ruhojen rasvaisuusluokka oli keskimäärin 2,6. Aineistosta tulee esille vastaavanlainen tilanne kuin ab×hf-risteytysemojen osalta, sillä yleisimmin käytetty isärotu oli jompikumpi emossa jo esiintyvistä rodusta (70 % havainnoista). Kolmiroturisteytyssonneja oli aineiston eläimistä 30 % ja tällöin yleisimmät isärodut olivat hereford ja limousin (molempia noin 12 % eläimistä). Kolmiroturisteytyseläinten vähäisen havaintomäärän johdosta tilastollisesti merkitsevien erojen määrä jäi tässä aineistossa vähäisemmäksi kuin ab×hf-emojen jälkeläisiä vertailtaessa. Charolaisen ollessa isärotuna saavutettiin korkeimmat teuraspainot (430 kg), parhaimmat nettokasvutulokset (729 g/pv) ja lihakkaimmat ruhot (9,1, R+).

Taulukko 3. Kolmirotuisten sonnien kasvu- ja teurastulokset roduittain. Aberdeen angus×simmental-emojen jälkeläiset. (Rotukoodit: AB = aberdeen angus, BA = blonde d'Aquitaine, CH = charolais, HF = hereford, LI = limousin, SI = simmental).

	Isäsonnin rotu						SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>
	AB	BA	CH	HF	LI	SI		
Eläinmäärä, kpl	175	2	17	54	52	123		
Kasvatusaika, vrk	572	609	568	573	574	568	38,8	
Nettokasvu, g/pv	656 <sup>ab</sup>	624 <sup>ab</sup>	729 <sup>a</sup>	687 <sup>ab</sup>	644 <sup>b</sup>	685 <sup>ab</sup>	71,6	**
Teuraspaino, kg	389 <sup>b</sup>	397 <sup>ab</sup>	430 <sup>a</sup>	407 <sup>ab</sup>	384 <sup>b</sup>	402 <sup>ab</sup>	39,0	*
Lihakkuus, EUROP <sup>3</sup>	7,3 <sup>a</sup>	8,5 <sup>ab</sup>	9,1 <sup>b</sup>	7,8 <sup>ab</sup>	8,3 <sup>b</sup>	8,2 <sup>b</sup>	1,14	***
Rasvaisuus, EUROP <sup>4</sup>	3,1 <sup>a</sup>	2,0 <sup>ab</sup>	2,6 <sup>ab</sup>	3,2 <sup>a</sup>	2,3 <sup>b</sup>	2,4 <sup>b</sup>	0,56	***

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Tilastollisesti merkitsevästi (p<0,05) toisistaan eroavat keskiarvot on merkitty taulukkoon eri yläindekseillä.

\*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

<sup>3</sup> Lihakkuus: (1 = heikoin, 15 = paras). 1=P-, 2=P, 3=P+, 4=O-, 5=O, 6=O+, 7=R-, 8=R, 9=R+, 10=U-, 11=U, 12=U+, 13=E-, 14=E, 15=E+.

<sup>4</sup> Rasvaisuus: (1 = rasvaton, 5 = erittäin rasvainen).

Taulukko 4. Kolmirotuisten hiehojen kasvu- ja teurastulokset roduittain. Aberdeen angus×simmental-emojen jälkeläiset. (Rotukoodit: AB = aberdeen angus, BA = blonde d'Aquitaine, CH = charolais, HF = hereford, LI = limousin, SI = simmental).

	Isäsonnin rotu						SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>
	AB	BA	CH	HF	LI	SI		
Eläinmäärä, kpl	114	2	29	35	39	50		
Kasvatusaika, vrk	454 <sup>a</sup>	459 <sup>ab</sup>	436 <sup>a</sup>	436 <sup>a</sup>	483 <sup>b</sup>	449 <sup>a</sup>	37,2	**
Nettokasvu, g/pv	518 <sup>a</sup>	412 <sup>a</sup>	554 <sup>a</sup>	514 <sup>a</sup>	515 <sup>a</sup>	519 <sup>a</sup>	50,0	*
Teuraspaino, kg	249 <sup>a</sup>	204 <sup>a</sup>	255 <sup>a</sup>	239 <sup>a</sup>	262 <sup>a</sup>	247 <sup>a</sup>	24,9	*
Lihakkuus, EUROP <sup>3</sup>	5,8 <sup>a</sup>	5,5 <sup>abc</sup>	5,8 <sup>a</sup>	4,9 <sup>b</sup>	6,7 <sup>c</sup>	5,8 <sup>a</sup>	0,82	***
Rasvaisuus, EUROP <sup>4</sup>	3,9 <sup>a</sup>	1,5 <sup>b</sup>	3,3 <sup>bcd</sup>	3,9 <sup>ad</sup>	3,6 <sup>ac</sup>	3,3 <sup>c</sup>	0,61	***

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Tilastollisesti merkitsevästi (p<0,05) toisistaan eroavat keskiarvot on merkitty taulukkoon eri yläindekseillä.

\*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

<sup>3</sup> Lihakkuus: (1 = heikoin, 15 = paras). 1=P-, 2=P, 3=P+, 4=O-, 5=O, 6=O+, 7=R-, 8=R, 9=R+, 10=U-, 11=U, 12=U+, 13=E-, 14=E, 15=E+.

<sup>4</sup> Rasvaisuus: (1 = rasvaton, 5 = erittäin rasvainen).

Teurashiehojen osalta aineistossa oli yhteensä 269 eläintä, jotka olivat aberdeen angus×simmental-emojen jälkeläisiä (Taulukko 4). Näiden hiehojen keskimääräinen kasvatusaika oli 453 pv, nettokasvu 505 g/pv ja teuraspaino 243 kg. Ruhot luokittuivat lihakkuudeltaan keskimäärin luokkaan O+ (5,7) ja ruhojen rasvaisuusluokka oli keskimäärin 3,2. Samoin kuin sonnien osalta myös hiehoaineistossa isärotuna oli yleisimmin joko ab tai si (61 % havainnoista). Kolmiroturisteytyshiehoja oli aineiston eläimistä 39 %. Suurimmat teuraspainot (262 kg) ja lihakkaimmat ruhot (6,7, R-) saavutettiin, kun isärotuna oli limousin (Taulukko 4). Numeerisesti paras nettokasvutulos puolestaan saavutettiin, kun isärotuna oli charolais (554 g/pv).

### 6.3.3 Hereford×simmental-emojen jälkeläiset

Hereford×simmental-emojen jälkeläisaineistossa oli yhteensä 825 teurastettua sonnia (Taulukko 5). Sonnien keskimääräinen kasvatusaika oli 561 pv, nettokasvu 670 g/pv ja teuraspaino 390 kg. Ruhot luokittuivat lihak-

kuudeltaan keskimäärin luokkaan R (8,0) ja ruhojen rasvaisuusluokka oli keskimäärin 2,6. Tässäkin aineistossa risteytyssemon rodut olivat selkeästi suosituimmat myös isärotuna (hf- tai si-sonni 62 % havainnoista). Kolmiroturisteytyssemonneja oli aineiston eläimistä 38 % ja tällöin yleisin isärotu oli angus (13 % eläimistä). Limousin- ja charolais-sonnien jälkeläisiä oli molempia noin 11 % eläimistä. Korkeimmat teuraspainot (420 kg), parhaimmat nettokasvutulokset (743 g/pv) ja lihakkaimmat ruhot (8,9, R+) saavutettiin charolaisen ollessa isärotuna. Myös blonde d'Aquitaine-risteytyksillä päästiin varsin hyviin tuotantotuloksiin, mutta havaintojen rajallisen määrän vuoksi tätä voidaan pitää korkeintaan suunta-antavana tuloksena.

Taulukko 5. Kolmirotuisten sonnien kasvu- ja teurastulokset roduittain. Hereford×simmental emojen-jälkeläiset. (Rotukoodit: AB = aberdeen angus, BA = blonde d'Aquitaine, CH = charolais, HF = hereford, LI = limousin, SI = simmental).

	Isäsonnin rotu						SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>
	AB	BA	CH	HF	LI	SI		
Eläinmäärä, kpl	105	23	96	197	90	314		
Kasvatusaika, vrk	561 <sup>ab</sup>	554 <sup>ab</sup>	547 <sup>a</sup>	564 <sup>ab</sup>	575 <sup>b</sup>	565 <sup>ab</sup>	11,8	*
Nettokasvu, g/pv	656 <sup>ab</sup>	704 <sup>ac</sup>	743 <sup>c</sup>	626 <sup>b</sup>	625 <sup>b</sup>	664 <sup>a</sup>	21,7	***
Teuraspaino, kg	383 <sup>ab</sup>	406 <sup>abc</sup>	420 <sup>c</sup>	368 <sup>b</sup>	376 <sup>ab</sup>	390 <sup>a</sup>	12,8	***
Lihakkuus, EUROP <sup>3</sup>	7,3 <sup>ab</sup>	8,7 <sup>cd</sup>	8,9 <sup>d</sup>	7,0 <sup>a</sup>	8,0 <sup>bc</sup>	7,9 <sup>c</sup>	0,36	***
Rasvaisuus, EUROP <sup>4</sup>	3,1 <sup>a</sup>	2,2 <sup>b</sup>	2,4 <sup>b</sup>	2,9 <sup>a</sup>	2,6 <sup>b</sup>	2,5 <sup>b</sup>	0,16	***

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Tilastollisesti merkitsevästi (p<0,05) toisistaan eroavat keskiarvot on merkitty taulukkoon eri yläindekseillä.

\*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

<sup>3</sup> Lihakkuus: (1 = heikoin, 15 = paras). 1=P-, 2=P, 3=P+, 4=O-, 5=O, 6=O+, 7=R-, 8=R, 9=R+, 10=U-, 11=U, 12=U+, 13=E-, 14=E, 15=E+.

<sup>4</sup> Rasvaisuus: (1 = rasvaton, 5 = erittäin rasvainen).

Taulukko 6. Kolmirotuisten hiehojen kasvu- ja teurastulokset roduittain. Hereford×simmental emojen-jälkeläiset. (Rotukoodit: AB = aberdeen angus, BA = blonde d'Aquitaine, CH = charolais, HF = hereford, LI = limousin, SI = simmental).

	Isäsonnin rotu						SEM <sup>1</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>2</sup>
	AB	BA	CH	HF	LI	SI		
Eläinmäärä, kpl	44	11	39	89	43	157		
Kasvatusaika, vrk	455 <sup>a</sup>	490 <sup>a</sup>	445 <sup>a</sup>	469 <sup>a</sup>	452 <sup>a</sup>	466 <sup>a</sup>	16,1	*
Nettokasvu, g/pv	510 <sup>a</sup>	472 <sup>ab</sup>	522 <sup>a</sup>	461 <sup>b</sup>	520 <sup>a</sup>	484 <sup>ab</sup>	23,4	***
Teuraspaino, kg	246	245	245	231	249	239	11,2	o
Lihakkuus, EUROP <sup>3</sup>	5,8 <sup>a</sup>	5,8 <sup>ab</sup>	5,8 <sup>a</sup>	5,1 <sup>b</sup>	6,2 <sup>a</sup>	5,7 <sup>a</sup>	0,36	***
Rasvaisuus, EUROP <sup>4</sup>	3,8 <sup>a</sup>	3,0 <sup>ab</sup>	3,2 <sup>b</sup>	3,6 <sup>ab</sup>	3,3 <sup>b</sup>	3,3 <sup>b</sup>	0,28	***

<sup>1</sup> SEM = Keskiarvon keskivirhe.

<sup>2</sup> Tilastollisesti merkitsevästi (p<0,05) toisistaan eroavat keskiarvot on merkitty taulukkoon eri yläindekseillä.

\*\*\* (p<0,001), \*\* (p<0,01), \* (p<0,05) ja o (p<0,10).

<sup>3</sup> Lihakkuus: (1 = heikoin, 15 = paras). 1=P-, 2=P, 3=P+, 4=O-, 5=O, 6=O+, 7=R-, 8=R, 9=R+, 10=U-, 11=U, 12=U+, 13=E-, 14=E, 15=E+.

<sup>4</sup> Rasvaisuus: (1 = rasvaton, 5 = erittäin rasvainen).

Teurashiehojen aineistossa oli yhteensä 383 eläintä, jotka olivat aberdeen hereford×simmental-emojen jälkeläisiä (Taulukko 6). Hiehojen keskimääräinen kasvatusaika oli 463 pv, nettokasvu 495 g/pv ja teuraspaino 243 kg. Ruhot luokittuivat lihakkuudeltaan keskimäärin luokkaan O+ (5,7) ja ruhojen rasvaisuusluokka oli keskimäärin 3,4. Isärotuna oli yleisimmin joko hf tai si (64 % havainnoista). Suurimmat teuraspainot (249 kg) ja lihakkaimmat ruhot (6,2, O+) saavutettiin, kun isärotuna oli limousin (Taulukko 6). Numeerisesti paras nettokasvutulos puolestaan saavutettiin, kun isärotuna oli charolais tai limousin (520–522 g/pv).

## 6.4 Yhteenveto ja johtopäätökset

Aineiston perusteella voitiin havaita, että ns. pääterotujen eläinainesta isärotuna käyttämällä saavutettiin parhaat kasvu- ja teurastulokset risteytyssemon jälkeläisillä. Havaintomäärän niukkuudesta johtuen tuloksista ei

kuitenkaan saatu kovin luotettavaa kuvaa kolmiroturisteytyseläinten teurasominaisuuksista. Toivottavaa olisikin, että vastaavan tyyppinen tutkimus voitaisiin tulevaisuudessa toteuttaa tätä laajemman data-aineiston pohjalta.

Yleisellä tasolla voidaan todeta, että emolehmän rotutyypin sopivuutta tilan tuotanto-olosuhteisiin voidaan arvioida esimerkiksi tilalla käytössä olevan peltopinta-alan ja eläinmäärään perusteella. Emolehmäkarjan roduksi sopii parhaiten keskikokoinen rotu tai keskikokoisten rotujen risteytys, jos tilalla on rajoitettu peltopinta-alan määrä, suhteessa paljon eläimiä peltohehtaaria kohden tai/ja tilalla hyödynnetään heikkotuottoisia laidunalueita (luonnonlaitumet, rantalaitumet, perinnebiotoopit yms.). Jos tilalla on puolestaan käytössään paljon hyvätuottoista peltolaidunta tai suhteessa vähän eläimiä peltohehtaaria kohden, eikä tilalla käytetä heikkotuottoisia laidunalueita, voi roduksi soveltua myös iso rotu tai keskikokoisen rodun ja simmentalin risteytys.

Kirjallisuuden perusteella risteytysvaikutuksella on mahdollisuus parantaa emolehmän elinikäistuotosta yli 20 % ja lisätä vasikan vieroituspainoa keskimäärin 10 %. Rotujen ominaisuudet ovat hyvin erilaisia. Yhdestäkään rodusta ei löydy kaikkia ominaisuuksia, joilla saadaan lukuisissa eri tuotanto-olosuhteissa paras tuotannollinen vaste. Suunnitelmallinen eri rotujen heikkouksien täydentäminen toisen rodun vahvuuksilla antaa suhteellisen nopean työväliseen parantaa emolehmäkarjan tuottavuutta. Risteytyksellä pystytään tuottamaan eläinainesta, jonka tuotannolliset ominaisuudet ja tulokset muodostuvat sekä pihvivasikantuottajan että loppukasvattajan hyödyksi.

## 6.5 Kirjallisuus

- Field, T.G. 2007. Beef production and management decisions. 5th Edition. New Jersey: Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River. 718 s.
- Herva, T., Huuskonen, A., Virtala, A.-M. & Peltoniemi, O. 2011. On-farm welfare and carcass fat score of bulls at slaughter. *Livestock Science* 138: 159–166.
- Herva, T., Virtala, A.-M., Huuskonen, A., Saatkamp, H. W. & Peltoniemi, O. 2009. On-farm welfare and estimated daily carcass gain of slaughtered bulls. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A Animal Science* 59: 104–120.
- Pesonen, M. 2011. Rodun vaikutus liharotuisten nautojen syöntikykyyn ja tuotanto-ominaisuuksiin. Teoksessa: Arto Huuskonen (toim.). Kehitystä naudanlihantuotantoon II. *MTT Kasvu* 14: s. 9–71.

---

## 7 Geenitestin toimivuus tila-aineistossa

---

Maiju Pesonen<sup>1</sup>, Arto Huuskonen<sup>1</sup> ja Maarit Hyrkäs<sup>2</sup>

<sup>1</sup> MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, etunimi.sukunimi@mtt.fi

<sup>2</sup> MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Halolantie 31A, 71750 Maaninka, maarit.hyrkas@mtt.fi

### Tiivistelmä

Liharotuisille naudoille voidaan kaupallisessa käytössä olevilla geenitesteillä ennustaa eläimen jalostuksellisia ja käyttöominaisuuksia yhteensä 24 ominaisuudelle. Yhdellä testillä saadaan haluttaessa määritys yhdelletoista erilaiselle ominaisuudelle. Testillä voidaan arvioida sekä loppukasvatukselle että emolehmätuotannolle merkittäviä ominaisuuksia. Liharotuisten nautojen geneettisten ominaisuuksien tutkiminen on aloitettu pohjoisamerikkalaisilla tutkimuskarjoilla. Tutkimuskarjojen päärotuna on aberdeen angus, koska angus on käytetyin liharotu Pohjois-Amerikassa. Kaupallisten geenitestien tulokset on validoitu 3 000 angus-rotuisella eläimellä. Igenityn geenitestit on kehitetty Pohjois-Amerikassa, jossa tuotannon tavoitteet ovat hyvin erilaiset esimerkiksi Suomeen verrattuna. Geenitestien tulosten pakkaansa pitävyys Suomen tuotanto-olosuhteissa voi olla siten haasteellista angus-rodullekin. Olosuhteiden, joihin geenitesti on muodostettu, tulisi olla mahdollisimman lähellä olosuhteita, joissa geenitestejä käytetään. Koska geenitestien tulosten toimivuudesta meidän tuotantoympäristössämme ei ole olemassa tutkimustietoa, InnoNauta Kehitys –hankkeessa selvitettiin tila-aineiston perusteella Igenityn geenitestin ja liharotuisten sonnien kasvu- ja teurastulosten sekä kokonaisjalostusarvon välisiä korrelaatioita.

Tutkimukseen käytettiin AtriaNaudan siitossonnikasvatusasemien liharotuisien sonnien seuranta-aineistoa. Edustettuna oli viisi Suomessa käytetyintä liharotua siten, että aberdeen anguksia oli 59, charolaisia 50, herefordeja 41, limousineja 9 ja simmentaleja 34. Tutkimuksen sonnit olivat syntyneet keväällä 2010 ja ne oli valittu jalostusemolehmäkarjoista. Sonnien syntymäpaino ja vieroituspaino oli mitattu kasvatustilalla. Noin puolen vuoden iässä sonnit siirrettiin kahdelle eri kasvatusasemalle, joilla sonnit punnittiin noin kuukauden välein vuoden ikään saakka. Tutkimusaineistossa oli punnitustiedot 193 sonnille. Sonnit rakenearvosteltiin lineaarisella menetelmällä noin vuoden iässä. Rakenearvostelutiedot esitetään aineistossa 172 sonnille. Kokonaisjalostusarvostelutieto esitetään 186 sonnille ja teurastiedot 132 sonnille.

Aineistossa verrattiin geenitestin tarjoamia ominaisuuksia tiettyihin mitattuihin ominaisuuksiin. Aineiston perusteella geenitestin tulokset eivät antaneet selvää kuvaa kaupallisen geenitestin toimivuudesta niille ominaisuuksille, joita aineistossa oli käsiteltävänä. Esimerkiksi aineistoa käsiteltäessä havaittiin negatiivinen korrelaatio geenitestin antaman kasvutuloksen ja mitattujen kasvutulosten välillä. Tämä tarkoittaa sitä, että geenitestin perusteella parhaat kasvutulokset saaneet eläimet kasvoivatkin todellisuudessa heikoimmin tilaolosuhteissa. Toisaalta simmental-sonneilla punaisen lihan saannon ja EUROP-rasvaisuusluokan välillä havaittiin merkitsevä negatiivinen (-0,49) korrelaatio ja rasvan paksuuden ja EUROP-rasvaisuuden välillä merkitsevä positiivinen korrelaatio (0,43). Tätä voidaan pitää geenitestin käytännön sovellettavuuden kannalta positiivisena tuloksena. Toisin sanoen geenitestin antamalla arviolla rasvan paksuudelle oli löydettävissä looginen yhteys myös teurastettujen simmental-sonnien EUROP-luokituksessa määritettyyn pintarasvan määrään. Lisäksi simmental-sonnit, jotka saivat parhaat tulokset geenitestauksessa punaisen lihan saannossa, osoittautuivat EUROP-luokituksessa aineiston suhteellisesti vähärasvaisimmiksi eläimiksi.

Nykyisten kaupallisten geenitestien toimivuus suomalaisiin olosuhteisiin on vielä kyseenalaista. Asia vaatisi lisäselvityksiä. Geenitesti voi tulevaisuudessa kuitenkin olla verrattain huokea vaihtoehto vaikuttaa ominaisuuksiin, joita on joko hankala tai kallis mitata. Selviä hyötyjä saadaan myös niiden ominaisuuksien perinnöllisessä edistymisessä, joiden periytymisaste on alhainen, tulokset muodostuvat vasta usean vuoden kuluttua sekä ovat sukupuolisidonnaisia.

---

### Avainsanat:

*naudanlihantuotanto, liharodut, geenitestausta, kasvu, ruhon laatu, lihan laatu*

---

## 7.1 Johdanto

Käytännössä lihanautojen jalostus ja perinnöllinen edistyminen tapahtuvat nykyään aivan samoin kuin aina ennenkin. Seuraavan polven vanhemmiksi pyritään valitsemaan yksilöitä, joiden tuotannolliset ominaisuudet ovat parempia kuin keskimääräisen eläinryhmän. Suotuisien geenien valintaa on tehty epäsuorasti yksittäisen eläimen ja sen sukulaisten tulosten perusteella. Eläimen tulosten saamiseksi on tarvittu tietty kasvatusaika. Usein tulosten keräämisessä joudutaan tekemään kompromisseja siitä, mitä mitataan. Kaikkia lihantuotanto-ominaisuuksia määrittäviä ominaisuuksia ei saada selville elävästä eläimestä. Esimerkiksi monet lihan syöntilaatuun vaikuttavat tekijät pystytään tarkasti määrittämään vasta, kun lihaa kypsennetään.

Nykypäivänä jalostajalle ja kotieläintuottajalle on tarjolla työnsä tueksi enemmän työvälineitä kuin koskaan ennen. Geenitestaus on yksi vaihtoehto, joka avaa mahdollisuuden eläinten ominaisuuksien arvioimiseen jo hyvin varhaisessa kasvunvaiheessa. Geenitestit mahdollistavat eläimen jalostusarvon arvioimisen heti syntymän jälkeen, mikä nopeuttaa erittäin paljon jalostuksen etenemistä. Lisäksi eläinjalostuksesta syntyvät kustannukset ovat aiempaan verrattuna käytännössä olemattomat. Tuloksen muodostamiseksi tarvitaan eläimen DNA:ta sisältävä näyte. Analysoitavaksi voidaan lähettää karva-, veri- tai kudospäyte.

Viime vuosina geenien tunnistamiseen tarkoitetut analyysityökalut ovat kehittyneet räjähdysmäisesti ja monet yksittäiset sairausgeenit voidaan löytää geenitestien avulla. Todellinen läpimurto oli kuitenkin SNP-merkkityypitys (Single Nucleotide Polymorphism), jonka avulla naudan genomista saadaan kaupallisesti tarjolla olevalla testillä tietoon jopa 50 000 geenipaikkaa. Liharotuisille naudoille kaupallisessa käytössä olevilla testeillä voidaan ennustaa eläimen jalostuksellisia ja käyttöominaisuuksia yhteensä 24 ominaisuudelle. Yhdellä testillä saadaan hahmottaessa määritys yhdelletoista erilaiselle ominaisuudelle. Testillä voidaan arvioida sekä loppukasvatukselle että emolehmätuotannolle merkittäviä ominaisuuksia.

Kaupallisten geenitestien käyttämät SNP-paikat ovat liikesalaisuuksia, joita yksittäinen yritys ei luovuta ulkopuolisille. Muutamissa tutkimuksissa on havaittu geenitestien ominaisuuksien ja mitattujen ominaisuuksien välillä selvä yhteys. Igenityn geenitesti käyttää kahta SNP-merkkiä kalpaiini 1:n (CAPN1) ja yhtä SNP-merkkiä kalpastatiinin (CAST) tunnistamiseen (Gill ym. 2009). Kalpaiinin ja kalpastatiinin eri muotojen on todettu vaikuttavan naudanlihan mureuteen (Page ym. 2002, 2004, Schenkel ym. 2005, Gill ym. 2009). Allais ym. (2011) tekivät havainnon, etteivät käytetyt kalpaiini 1:n ja kalpastatiinin SNP-merkit olleet yhteydessä naudanlihan mureuteen ranskalaisilla blonde d'Aquitaine-, charolais- ja limousin-roduilla. Van Eenennaam ym. (2007) osoittivat, että Igenityn geenitestin mureusarvot ovat yhteydessä naudanlihan leikkuuvoimaan (WBSF). Hall ym. (2009) tutkivat puolestaan nautojen käsittelyhäkkikäyttäytymisen, Igenityn luonnearvon ja lihan leikkuuvoiman välisiä korrelaatioita. Heidän tutkimuksissaan havaittiin tilastollisesti merkittävä positiivinen korrelaatio Igenityn luonnetuloksen ja leikkuuvoiman välillä. Tämä tulos pitäisi käytännössä tulkita siten, että mitä parempi eläimen luonne on, sitä sitkeämpää on eläimen tuottama liha. Tulos ei ole yhdenmukainen aikaisempien tutkimusten kanssa, joissa helpompi käsiteltävyys on yhdistetty mureampaan lihaan (mm. Reverter ym. 2003, King ym. 2006). Toisaalta Hall ym. (2009) tekivät myös havainnon, että mureustuloksella ja leikkuuvoimastes-tin tuloksella oli negatiivinen korrelaatio, eli mitä mureampaa liha on, sitä vähemmän tarvitaan leikkuuvoimaa.

Liharotuisien nautojen geneettisten ominaisuuksien tutkiminen on aloitettu pohjoisamerikkalaisilla tutkimuskarjoilla. Tutkimuskarjojen päärotuna on aberdeen angus, koska angus on käytetyin liharotu Pohjois-Amerikassa. Kaupallisten geenitestien tulokset on validoitu 3000 angus-rotuisella eläimellä (Garrick 2011). Mitä lähempänä testillä arvioitava eläin on geneettisiltä ominaisuuksiltaan validointi- eli referenssipopulaatioita, sitä tarkemman tuloksen testin tulisi antaa. Tällä oletuksella angus-rotuisien eläinten geenitestien tulosten tulisi olla tarkempia kuin muiden rotujen eläinten. Toisaalta validointipopulaation tuotantotavoitteet muodostavat vertailuasteikon, johon yksittäisen eläimen tulosta verrataan. Geenitestien tulokset kertovat vain eläinten geneettisistä ominaisuuksista. Eläimen ilmiasuun ja sen tuotanto-ominaisuuksiin vaikuttavat lisäksi ympäristö ja tuotanto-olosuhteet sekä tuotannolliset tavoitteet. Igenityn geenitestit on kehitetty Pohjois-Amerikassa, jossa tuotannon tavoitteet ovat hyvin erilaiset esimerkiksi Suomeen verrattuna. Geenitestien tulosten pakkaansa pitävyys Suomen tuotanto-olosuhteissa voi olla siten haasteellista angus-rodullekin. Olosuhteiden, joihin geenitesti on muodostettu, tulisi olla mahdollisimman lähellä olosuhteita, joissa geenitestejä käytetään. Testien validointiin käytettyjen eläinten lukumäärä on edelleen liharotuisilla naudoilla melko pieni. Maitorotuisilla naudoilla pystytään runsaan keinosiemennyksen ansiosta käyttämään geenitestin ominaisuuksien validointiin yli 10 000 jälkeläisarsosteltua eläintä. Geenitestien tarkkuus ja tuotannollinen merkitys onkin maitorotuisilla naudoilla eri tasolla kuin liharotuisilla naudoilla.

Koska geenitestien tulosten toimivuudesta meidän tuotantoympäristössämme ei ole olemassa tutkimustietoa, InnoNauta Kehitys –hankkeessa selvitettiin tila-aineiston perusteella Igenityn geenitestin ja liharotuisten sonnien kasvu- ja teurastulosten sekä kokonaisjalostusarvon välisiä korrelaatioita.

## 7.2 Aineisto ja menetelmät

### 7.2.1 Tutkimusaineisto

Tutkimukseen käytettiin AtriaNaudan siitossonnikasvatusasemien liharotuisien sonnien seuranta-aineistoa. Edustettuna oli viisi Suomessa käytetyintä liharotua siten, että aberdeen anguksia oli 59, charolaisia 50, herefordeja 41, limousineja 9 ja simmentaleja 34. Tutkimuksen sonnit olivat syntyneet keväällä 2010 ja ne oli valittu jalostusemolehmäkarjoista. Sonnien syntymäpaino ja vieroituspaino oli mitattu kasvatustilalla. Noin puolen vuoden iässä sonnit siirrettiin kahdelle eri kasvatusasemalle, joilla sonnit punnittiin noin kuukauden välein vuoden ikään saakka. Tutkimusaineistossa on punnitustiedot 193 sonnille. Sonnit rakennearvosteltiin lineaarisella menetelmällä noin vuoden iässä. Rakennearvostelutiedot esitetään aineistossa 172 sonnille. Kokonaisjalostusarvostelutieto esitetään 186 sonnille ja teurastiedot 132 sonnille (Taulukko 1).

Geenitestien tuloksia varten 193 sonnilta otettiin edustava karvanäyte maaliskuussa 2011. Karvanäytteissä karvatuppien tuli olla selvästi näkyvillä DNA:n keruuta varten. Karvanäytteet lähetettiin Suomen Igenityn edustajan kautta analysoitavaksi Iso-Britanniaan. Igenityn tulokset oli saatavilla kaikille roduille ja yhdelletoista erilaiselle ominaisuudelle (Taulukko 2).

### 7.2.2 Igenityn geenitestaus ja testissä määriteltävät ominaisuudet

Igenityn geenitestien tulokset esitetään asteikolla 1–10. Igenityn geenitesti antaa tuloksen 11 eri ominaisuudelle (mureus, marmorointi, residuaalinen syönti, keskimääräinen kasvu, punaisen lihan saanto ja ruhopaino, rasvan paksuus, selkälihaksen pinta-ala, hiehon tiineytyvyys, pitkäikäisyys, poikimahelpous, luonne). Näistä ominaisuuksista mureus ja marmorointi kuvaavat lihan syöntilaatua. Residuaalinen syönti ja keskimääräinen kasvu ilmentävät rehunkäyttökykyä ja kasvuominaisuuksia. Teurasruhon ominaisuuksia kuvaavia parametrejä ovat punaisen lihan saanto ja ruhopaino, rasvan paksuus sekä selkälihaksen pinta-ala. Emolehmätuotantoon vaikuttavia ominaisuuksia ovat puolestaan hiehon tiineytyvyys, pitkäikäisyys, poikimahelpous sekä luonne. Suurin lukuarvo ei välttämättä aina ole paras ja tavoiteltavin tulos. Joissain ominaisuuksissa on hyvä tavoitella kultaista keskitietä. Toisissa ominaisuuksissa suuret luvut kertovat, että eläimellä on keskimääräistä suotuisimmat geenit tuotannon kannalta ja toisissa ominaisuuksissa tulee tavoitella mahdollisimman pieniä lukuja. Testien tuloksia verrataan kaikkien testattujen eläinten joukkoon. Testattujen eläinten joukko voi olla rotukohtainen (Igenity 2012). Tässä esitellään lyhyesti Igenityn geenitestin 11 ominaisuutta ja geenitestin tulosten tulkinta.

Mureuden osalta geenitestin tulos arvioi eläimen geneettistä potentiaalia tuottaa mureaa lihaa. Lihan mureutta arvioidaan Warner-Bratzler leikkuuvoimatestin (WBSF) avulla. WBSF leikkuuvoimatestissä mitataan (standardoituissa olosuhteissa) 14 päivää raakakypsytetyn 1,27 cm paksun kypsennetyin ulkofileen palasen tarvitsema leikkuuvoima. Igenityn tulostuksessa numeroarvo 10 merkitsee eläimen kykyä tuottaa erittäin mureaa lihaa. Arvon 10 saaneen eläimen liha tarvitsee 1,03 kg vähemmän leikkuuvoimaa verrattuna arvon 1 saaneen eläimen lihaan.

Eläimen lihan marmorointia arvioidaan pisteasteikolla 100–999. Marmorointipisteet kertovat, kuinka paljon lihaksen sisäistä rasvaa eläimen lihassa voi olla. Maissa, joissa marmorointi on teurasruhon hinnoittelun peruste, yksi marmorointiluokka on 100 pistettä. Igenityn tulostuksessa numeroarvo 10 kertoo eläimen potentiaalista tuottaa lihaa, jonka marmoroinnin aste on 161,4 pistettä suurempi kuin lukuarvolla yksi.

Residuaalisen syönnin osalta geenitestin tulos arvioi eläimen geneettistä potentiaalia käyttää rehua kasvuun ja ylläpitoon. Matalan residuaalisen syönnin eläin tarvitsee vähemmän rehua yhtä kasvukilogrammaa kohden sekä saavuttaa suuremman päiväkavun pienemmällä rehumäärällä kuin korkean residuaalisen syönnin eläin. Vastavasti aikuiskoon saavuttanut matalan residuaalisen syönnin eläin tarvitsee vähemmän rehua säilyttääkseen kuntosuorituksensa verrattuna korkean residuaalisen syönnin eläimeen. Igenityn tulostuksessa numeroarvon 1 saanut eläin syö rehun kuiva-ainetta 1,89 kg vähemmän päivässä ja saavuttaa saman tuotannollisen tuloksen verrattuna eläimeen, jonka testitulokseksi on 10.

Eläinten kasvukyky on tärkeä ominaisuus sekä pihvivasikantuottajalle että loppukasvatukseen erikoistuneelle tilalle. Eläinten erilaista geneettistä kasvupotentiaalia voidaan käyttää hyväksi arvioitaessa millaiselle rehustukselle eläin kannattaa sijoittaa. Kasvun suhteen Igenityn tulos kertoo eläimen kasvupotentiaalista sekä ennen vieroi-

tusta että loppukasvatusvaiheessa. Jos eläimen tulos on 10, eläimellä on mahdollisuus kasvaa 0,37 kg enemmän päivässä kuin tuloksen 1 saanut eläin samanlaisella rehustuksella.

Punaisen lihan saanto ja ruhopaino kertovat eläimen geneettisestä potentiaalista tuottaa lihaa. Pääsääntöisesti punaisen lihan suurempi saanto merkitsee parempaa luokittumista. Eläimillä, joilla on geneettinen potentiaali suurempaa ruhopainoon ja punaisen lihan muodostamiseen, on yleensä vähemmän rasvaa. Tällaiset eläimet ovat myös lihaksikkaampia kuin ne, joiden punaisen lihantuotantopotentiaali on pienempi. Igenityn geenitestillä tuloksen 10 saavuttanut eläin voi tuottaa 5,3 % enemmän punaista lihaa verrattuna eläimeen, jonka geenitestin tulos on 1.

Eläimen rasvanpaksuus mitataan selkärasvan paksuutena millimetreissä. Teurasruhossa liiallinen rasvan muodostus on ei-toivottu ominaisuus. Ylimääräinen rasvan tuottaminen on myös kallista ja vaatii enemmän rehuja. Toisaalta emolehmä, jonka selkärasvan paksuus on suurempi, säilyttää paremmin hedelmällisyytensä ja sen kylmänkestävyys voi olla parempi. Matalammat numeroarvot Igenityn geenitestituloksessa merkitsevät vähäisempää pintarasvan muodostumista. Numeroarvolla 10 eläinten selkärasvan paksuus voi olla 9,4 mm paksumpi kuin numeroarvolla 1 olevan eläimen.

Selkälihaksen pinta-alan avulla voidaan arvioida arvopalojen saannon osuutta. Suurempi arvopalojen osuus ennustaa mahdollista parempaa luokittumista. Igenityn testituloksella 10 eläimen selkälihaksen pinta-alan on arvioitu olevan 16,51 cm<sup>2</sup> suurempi kuin testituloksella 1.

Hiehon ensimmäinen tiinehtyminen kertoo eläimen hedelmällisyydestä. Jos tiinehtyminen on ensimmäisellä kerralla heikkoa, eläimen tuotantoajan karttuessa hedelmällisyys voi heiketä entisestään. Igenityn testin tulos ennustaa hiehon ensimmäisen tiinehtymisen todennäköisyyttä. Tällöin geenitestin tulos 10 tarkoittaa, että ensimmäisessä tiineystarkastuksessa kyseisen eläimen jälkeläisistä 18,78 % enemmän on tiineitä verrattuna eläimeen, jonka geenitestin tulos on 1. Vastaavasti hieho, joka saavuttaa geenitestin tuloksen 10, on 18,78 % suuremmalla todennäköisyydellä tiine verrattuna hiehoon, jonka geenitestin tulos on 1.

Uudistushiehon kasvatus on taloudellinen investointi, jolta odotetaan mahdollisimman hyvää tuottoa eli mahdollisimman monta jälkeläistä. Pitkäikäisyyden ja karjassa pysymisen osalta Igenityn geenitestin tulos kertoo, millä todennäköisyydellä eläin tai sen naaraspuoliset jälkeläiset pysyvät karjassa yli kuuden vuoden ikäisiksi. Jos eläin saavuttaa geenitestin tuloksen 10, sillä on 16,68 % suurempi mahdollisuus säilyä karjassa verrattuna eläimeen, jonka tulos on 1. Toisin sanoen siitä hiehojen ryhmästä, joka on saavuttanut testituloksen 10, on kuuden vuoden jälkeen 16,68 % enemmän eläimiä tuotannossa verrattuna hiehoryhmään, joiden tulos on 1.

Eläinten kyky poikia avustamatta on sekä eläimiin että eläinten hoitajaan vaikuttava hyvinvointitekijä. Lisäksi poikimisten onnistuminen vaikuttaa merkittävästi tilan taloudelliseen tulokseen. Poikimahelppouden suhteen Igenityn geenitestin tulos ennustaa naaraspuolisten eläinten kykyä poikia avustamatta. Igenityn tuloksella 10 eläimellä on 9,46 % enemmän avustamattomia poikimisia verrattuna eläimeen, jonka tulos on 1.

Eläimen luonne vaikuttaa käsiteltävyyteen, rehunkulutukseen, kasvuun, karjassa pysyvyyteen ja teurastulokseen. Vasikoiden geneettinen luonne voidaan arvioida heti vieroituksen jälkeen. Igenityn tuloksella 10 eläimistä 54,39 prosentilla on käsiteltävämpi luonne verrattuna eläimiin, jotka saavuttavat tuloksen 1.

### 7.2.3 Tulosten tilastollinen käsittely

Tulosten tilastollinen käsittely tehtiin SAS 9.2. -ohjelmiston CORR-proseduurilla. Ensimmäisessä vaiheessa laskettiin korrelaatiokertoimet geenitestauksen eri muuttujien välille. Toisessa vaiheessa laskettiin geenitestauksen muuttujien ja mitattujen muuttujien väliset korrelaatiokertoimet. Koska monet muuttujista eivät olleet normaalisti jakautuneita, käytettiin kaikille muuttujille Spearmanin korrelaatiokertoimia. Tulokset laskettiin erikseen koko aineiston eläimille sekä roduittain angus-, hereford-, charolais- ja simmental-roduille. Limousin-rodun osalta aineistossa ollut eläinmäärä oli niin pieni, ettei tuloksia ole mielekäästä esittää limousin-rodulle erikseen. Tämän lisäksi tulokset laskettiin erikseen myös luokassa ”kaikki muut rodut paitsi angus”, koska kaupallisten geenitestien tulokset ovat validoitu nimenomaan angus-rotuisella eläinaineksella.

## 7.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

### 7.3.1 Mitatut muuttujat

Igenityn geenitestin tuloksia verrattiin liharotuisten sonnien rakennearvostelun lihakkuusarviointiin, kokonaisjalostusarvoon sekä sonnien kasvu- ja teurastuloksiin (EUROP-luokitus) (Taulukko 1.). Mitattujen muuttujien osalta pienimmät keskimääräiset syntymäpainot havaittiin angus-rodulla (41 kg) ja suurimmat simmental- ja charolais-roduilla (48 kg). Tutkitussa aineistossa pienimmät 200 päivän painot mitattiin limousin-sonneilla (269 kg) ja suurimmat simmental-sonneilla (354 kg). Myös vuoden iässä mitattu paino oli matalin limousin-sonneilla (474 kg). Suurimmat vuoden painot tässä aineistossa saavutettiin puolestaan charolais-sonneilla (624 kg). Vaihteluväli painoissa oli kuitenkin melko suuri kaikilla tutkituilla roduilla, minkä pitäisi olla hyvä lähtökohta geenitestauksen tulosaineiston ja mitattujen parametrien vertailun kannalta.

Eläinten punnitustuloksiin perustuva, vuoden ikään laskettu päiväkasvu oli aineiston sonneilla keskimäärin 1400 g/pv (Taulukko 1). Korkeimmat päiväkasvut saavutettiin charolais-sonneilla (1600 g/pv) ja matalimmaksi päiväkasvu jäi limousin-sonneilla (1200 g/pv). Mitatut teuraspainot vaihtelivat 270 ja 530 kg:n välillä. Korkeimmat keskimääräiset teuraspainot mitattiin charolais-sonneilla (462 kg) ja matalimmat hereford-sonneilla (342 kg). Aineiston sonneilla lihakkuusluokka vaihteli välillä 4 (O-) ja 15 (E+) luokan ollessa keskimäärin paras charolais- (12,7; E-) ja matalin hereford-sonneilla (6,8; R-). Rasvaisuusluokka puolestaan vaihteli välillä 1–4 rasvaisuusluokan ollessa keskimäärin matalin limousin-sonneilla (1,9) ja korkein hereford- ja charolais-sonneilla (3,1). Myös kasvu- ja teurastuloksissa mitattujen parametrien vaihteluväli oli suhteellisen suuri sekä koko aineistossa että yksittäisten rotujen sisällä. Eläinten kokonaisjalostusarvo oli keskimäärin 6,8 koko aineistossa (Taulukko 1). Keskimäärin korkein jalostusarvo oli hereford-sonneilla (9,9) ja matalin limousin-sonneilla (0,9). Jalostusarvo vaihteli koko aineistossa välillä (-45) – 32.

### 7.3.2 Geenitestin muuttujat

Igenityn geenitestien tulokset vaihtelivat rotutyypeittäin (Taulukko 2.). Geenitestien tulosten perusteella angussonnien geneettiset ominaisuudet ilmensivät hieman mureempaa ja marmoroituneempaa lihaa sekä korkeampaa residuaalista syöntiä ja pinta-rasvan paksuutta verrattuna muihin rotuihin. Angusten geenitestin tulokset osoittivat eläimille myös kaikista roduista nopeinta kasvua sekä pitkäikäisyyttä. Charolais-sonnien geenitestin tulokset kertoivat korkeammasta punaisen lihan saannosta ja selkälihaksen pinta-alasta sekä pitkäikäisyydestä muihin rotuihin verrattuna. Hereford-sonnien tulokset puolestaan kertoivat keskimääräistä paremmasta lihan mureudesta, yllättävän korkeasta punaisen lihan saannosta, keskimääräistä vähäisemmästä pinta-rasvan paksuudesta, hyvästä hiehojen tiinehtyvyydestä ja rauhallisesta luonteesta. Limousin-sonneilla geenitestin tuloksia oli lukumääräisesti hyvin vähän. Lukumääräisesti pieni otos toi kuitenkin geenitestin valossa rotutyypilliset ominaisuudet esiin. Geenitestin tulos kertoi alhaisesta rehun syönnistä ja hieman hitaammasta kasvutaipumuksesta sekä vähäisestä pinta-rasvan paksuudesta muihin rotuihin verrattuna. Simmentalin osalta geenitesti antoi alhaisen lukuarvon lihan mureudelle ja marmoroitumiselle, yllättävästi myös syönti ja kasvu olivat kuvattu keskimääräistä alhaisemmillä numeroarvoilla. Parhaat arvot simmental sai hiehojen tiinehtyvyydestä ja eläinten luonteesta.



Taulukko 1. Yhteenvedo mitatuista muuttujista.

	Syntymä- paino, kg	200 päivän paino, kg	Vuoden paino, kg	Teuras- paino, kg	Kasvu (0–200 pv), kg/pv	Kasvu (200–365 pv), kg/pv	Kasvu (0–365 pv), kg/pv	Jalostus- arvo <sup>1</sup>	Lihaksik- kuus <sup>2</sup>	Lihak- kuus <sup>3</sup>	Rasvai- suus <sup>4</sup>
<b>Angus</b>											
Havaintoja	59	59	59	43	59	59	59	57	57	43	43
Keskiarvo	41	332	549	343	1,5	1,3	1,4	7,6	80,2	7,2	3,0
Keskihajonta	4,0	33,5	47,5	23,1	0,16	0,19	0,13	10,96	5,06	0,85	0,82
Vaihteluväli	29–61	266–395	444–650	281–388	1,13–1,74	0,89–1,82	1,12–1,68	(-18)–27	70–92	4–9	1–4
<b>Charolais</b>											
Havaintoja	50	50	50	29	50	50	50	47	47	29	29
Keskiarvo	48	331	624	462	1,4	1,8	1,6	6,4	80,0	12,7	3,1
Keskihajonta	5,9	42,8	59,2	54,4	0,21	0,22	0,16	12,80	5,07	1,93	0,69
Vaihteluväli	34–62	263–425	441–712	270–530	0,99–1,90	1,03–2,13	1,10–1,81	(-30)–25	61–89	7–15	2–4
<b>Hereford</b>											
Havaintoja	41	41	41	28	41	41	41	40	38	28	28
Keskiarvo	44	320	526	342	1,4	1,3	1,3	9,9	80,4	6,8	3,1
Keskihajonta	4,4	35,9	41,8	29,0	0,18	0,20	0,11	9,29	4,96	0,65	0,59
Vaihteluväli	34–55	240–410	457–645	297–425	0,96–1,82	0,65–1,64	1,15–1,64	(-14)–30	71–91	6–8	2–4
<b>Limousin</b>											
Havaintoja	9	9	9	7	9	9	9	9	6	7	7
Keskiarvo	42	269	474	383	1,1	1,2	1,2	0,9	79,2	12,3	1,9
Keskihajonta	4,6	30,7	65,5	34,5	0,14	0,36	0,18	21,15	5,78	2,56	0,38
Vaihteluväli	35–50	230–326	340–585	334–418	0,93–1,38	0,67–1,78	0,81–1,48	(-45)–28	74–90	7–15	1–2
<b>Simmental</b>											
Havaintoja	34	34	34	25	34	34	34	33	24	25	25
Keskiarvo	48	354	605	425	1,5	1,5	1,5	5,0	79,4	9,3	2,3
Keskihajonta	6,8	44,8	57,7	44,0	0,21	0,20	0,15	17,41	5,07	1,86	0,46
Vaihteluväli	30–60	266–457	431–688	320–496	1,16–2,01	0,97–1,87	1,10–1,77	(-34)–32	66–89	7–14	2–3
<b>Kaikki rodut keskiarvo</b>											
Havaintoja	193	193	193	132	193	193	193	186	172	132	132
Keskiarvo	45	330	570	387	1,4	1,5	1,4	7,0	80,0	9,0	2,9
Keskihajonta	6,1	42,0	68,1	63,0	0,20	0,30	0,18	13,10	5,02	2,79	0,77
Vaihteluväli	29–62	230–457	340–712	270–530	0,93–2,01	0,65–2,13	0,81–1,81	(-45)–32	61–92	4–15	1–4
<b>Kaikki muut rodut paitsi angus</b>											
Havaintoja	134	134	134	89	134	134	134	129	115	89	89
Keskiarvo	46	329	579	407	1,4	1,5	1,5	6,8	80,0	9,8	2,8
Keskihajonta	6,1	45,3	73,8	65,6	0,2	0,3	0,20	14,0	5,0	3,0	0,7
Vaihteluväli	30–62	230–457	340–712	270–530	0,93–2,01	0,865–2,13	0,81–1,81	(-45)–32	61–91	6–15	1–4

<sup>1</sup> Eläimen kokonaisjalostusvo (Faba). <sup>2</sup> Lineaarisen rakennearvostelun eläimen lihaksikuusarvo/tulos. Keskiarvo 80 pistettä.

<sup>3</sup> Lihakuus: (1 = heikoin, 15 = paras). <sup>4</sup> Rasvaisuus: (1 = rasvaton, 5 = erittäin rasvainen).

Taulukko 2. Yhreenveto geenitestin tuloksista.

	Mureus	Marmoroituminen	Residuaalinen syöinti	Kasvu	Punaisen lihan saanto	Rasvan paksaus	Selkälihaksen pinta-ala	Hiehon tiinehtyvyyys	Pitkäikäisyys	Poikimahelppous	Luonne
<b>Angus (havaintoja 57–59)</b>											
Keskiarvo	6,9	6,6	6,4	6,3	4,6	5,6	4,5	5,3	7,2	5,96	5,5
Keskihajonta	1,78	0,89	0,95	0,76	0,91	1,04	0,80	1,20	0,84	1,19	0,97
Vaihteluväli	3–10	5–9	4–9	5–8	2–6	3–8	3–6	2–8	5–9	3–9	3–8
<b>Charolais (havaintoja 50)</b>											
Keskiarvo	5,2	5,4	5,0	4,5	5,9	5,0	5,3	5,7	6,6	5,3	5,7
Keskihajonta	1,65	0,76	1,35	1,30	0,97	0,97	1,06	1,22	0,86	1,34	1,13
Vaihteluväli	3–9	4–7	2–8	2–7	4–8	3–7	2–8	3–8	5–8	3–9	3–8
<b>Hereford (havaintoja 37–41)</b>											
Keskiarvo	5,8	4,6	5,2	4,6	5,7	4,6	4,0	6,1	5,8	5,5	5,9
Keskihajonta	1,27	0,95	1,02	0,80	0,99	0,75	0,74	0,96	0,95	1,03	0,88
Vaihteluväli	3–9	3–7	3–8	3–6	4–8	3–6	3–6	4–9	4–8	3–8	3–8
<b>Limousin (havaintoja 9)</b>											
Keskiarvo	5,2	5,3	5,0	3,8	6,1	4,9	5,2	5,8	6,6	6,0	5,0
Keskihajonta	1,64	0,71	1,32	0,97	0,93	0,93	0,67	1,09	0,73	0,87	1,50
Vaihteluväli	3–7	4–6	4–8	2–5	5–8	4–6	4–6	4–7	6–8	5–7	5–7
<b>Simmental (havaintoja 33–34)</b>											
Keskiarvo	3,3	4,9	4,2	3,6	5,1	5,0	5,6	6,1	5,9	5,5	6,0
Keskihajonta	1,63	0,85	1,11	0,86	0,93	0,97	1,02	1,15	1,03	1,16	1,07
Vaihteluväli	1–6	4–7	2–7	2–5	3–7	3–7	4–8	4–8	4–8	3–8	4–9
<b>Kaikki rodut keskiarvo (havaintoja 186–193)</b>											
Keskiarvo	5,5	5,5	5,3	4,9	5,3	5,1	4,8	5,7	6,5	5,5	5,7
Keskihajonta	2,01	1,14	1,37	1,40	1,09	1,01	1,06	1,17	1,06	1,18	1,06
Vaihteluväli	1–10	3–9	2–9	2–8	2–8	3–8	2–8	2–9	4–9	3–9	2–9
<b>Kaikki muut rodut paitsi angus (havaintoja 129–134)</b>											
Keskiarvo	4,9	5,1	4,8	4,3	5,6	4,8	5,0	5,9	6,2	5,5	5,8
Keskihajonta	1,80	0,90	1,25	1,11	1,02	0,91	1,14	1,12	0,99	1,18	1,09
Vaihteluväli	1–9	3–7	2–8	2–7	3–8	3–7	2–8	3–9	4–8	3–9	2–9

### 7.3.3 Geenimuuttujien väliset keskinäiset korrelaatiot

Jokaiselle geenitestissä annetulle ominaisuudelle ei ole tällä hetkellä löydetty tarkkaa SNP-paikkaa. Voidaan olettaa, että samaa SNP-sirua on käytetty testissä useamman ominaisuuden analysointiin. Jos kahdelle tai useammalle ominaisuudelle käytetty SNP-sirupaikka on sama, korrelaation näiden ominaisuuksien välillä oletetaan olevan korkea (DeVuyst ym. 2011). Geenitestien ominaisuuksien keskinäiset korrelaatiot testattiin sekä roduittain että koko aineiston kesken (Taulukot 3, 4, 5, 6, 7 ja 8). Limousin-rotu jätettiin testaamatta, koska aineisto oli lukumääräisesti liian pieni tilastolliseen käsittelyyn. Limousin tulokset ovat kuitenkin mukana kokoaineiston käsittelyssä.

Yhdenkään ominaisuuden välille ei muodostunut merkitsevää erittäin korkeaa korrelaatiota edes kokoaineiston testauksessa (Taulukko 3), toisin kuin DeVuyst ym. 2011 havaitsivat omassa tutkimuksessaan marmoroinnin ja luokittumisen geenitestin tulosten välillä (0,94–1,0). Kokoaineiston osalta mureus korreloi merkitsevästi positiivisesti marmoroitumisen, residuaalisen syönnin, kasvun sekä pitkäikäisyyden kanssa ja merkitsevästi negatiivisesti punaisen lihan saannon, selkälihaksen pinta-alan sekä luonteen kanssa (Taulukko 3). Vastaavasti marmoroituminen korreloi merkitsevästi positiivisesti residuaalisen syönnin, kasvun, rasvan paksuuden sekä pitkäikäisyyden kanssa ja merkitsevästi negatiivisesti punaisen lihan saannon, tiinehtyvyyden sekä luonteen kanssa. Kokoaineiston geenimuuttujien välillä havaittiin residuaalisen syönnin korreloivan merkitsevästi positiivisesti kasvun, rasvan paksuuden sekä pitkäikäisyyden kanssa ja merkitsevästi negatiivisesti punaisen lihan saannon, selkälihaksen pinta-alan sekä tiinehtyvyyden kanssa. Kasvu korreloi merkitsevästi positiivisesti rasvan paksuuden sekä pitkäikäisyyden kanssa ja negatiivisesti punaisen lihan saannon ja selkälihaksen pinta-alan kanssa. Punaisen lihan saannolla havaittiin koko aineistossa olevan merkitsevä positiivinen korrelaatio sekä selkälihaksen pinta-alan että luonteen kanssa ja negatiivinen merkitsevä korrelaatio rasvan paksuuden kanssa. Rasvan paksuus puolestaan korreloi merkitsevästi negatiivisesti hiehon tiinehtyvyyden sekä luonteen kanssa. Selkälihaksen pinta-alan ja luonteen välillä havaittiin merkitsevä positiivinen korrelaatio kuten myös hiehon tiinehtyvyyden ja poikimahelppouden välillä. Lisäksi koko aineiston geenimuuttujissa havaittiin merkitsevä negatiivinen korrelaatio pitkäikäisyyden ja luonteen välillä.

Kaiken kaikkiaan ominaisuudet näyttivät korreloivan hyvin erilaisesti eri roduilla (Taulukot 4, 5, 6 ja 7). Muutamia ominaisuuksia korreloivat jollain tasolla merkitsevästi kaikilla roduilla. Rasvan paksuus ja punaisen lihan saanto korreloivat aineistossa erittäin merkitsevästi ( $p < 0,001$ ) negatiivisesti kaikilla roduilla. Geenitestin tulos kertoo suotuisan ominaisuuden teuraseläimen kannalta, eli mitä vähemmän eläimessä on pintarasvaa sitä enemmän se tuottaa punaista lihaa. Angus- ja simmental-roduilla positiivinen merkitsevä korrelaatio havaittiin mureuden ja hiehon tiinehtyvyyden välillä. Charolais-eläimillä puolestaan havaittiin merkitsevä positiivinen korrelaatio (0,44) mureuden ja residuaalisen syönnin välillä ja hereford-eläimillä vastaavasti mureuden ja pitkäikäisyyden välillä (0,42). Simmental-rodulla tuli esille merkitsevä negatiivinen korrelaatio (-0,45) mureuden ja luonteen välillä.

Marmoroitumisen ja ruhon rasvan paksuuden välillä havaittiin merkitsevä positiivinen korrelaatio angus- ja charolais-roduilla ja samoilla roduilla oli marmoroitumisen ja residuaalisen syönnin välillä suuntaa-antava ( $p < 0,1$ ) positiivinen korrelaatio. Anguksella lisäksi marmoroituminen ja hiehon tiinehtyvyys korreloivat negatiivisesti (-0,37) ja marmoroituminen sekä poikimahelppous suuntaa-antavasti negatiivisesti (-0,24) (Taulukko 4). Sekä charolais- että hereford-roduilla havaittiin merkitsevä positiivinen korrelaatio marmoroitumisen ja kasvun välillä. Lisäksi hereford-eläimillä marmoroituminen ja punaisen lihan saanto korreloivat negatiivisesti (-0,45) keskenään.

Residuaalinen syönti korreloi geenitestien tuloksissa anguksella negatiivisesti hiehon tiinehtyvyyden (-0,37) ja poikimahelppouden (-0,26) kanssa. Vastaavasti charolais-eläimillä havaittiin negatiivinen korrelaatio residuaalisen syönnin ja punaisen lihan (-0,42) saannon välillä sekä suuntaa-antava positiivinen korrelaatio residuaalisen syönnin ja rasvan paksuuden (0,27) välillä.

Taulukko 3. Korrelaatiokertoimet geenitestin muuttujien välillä: koko aineisto kaikki rodut.

	Mureus	Marmoroituminen	Residuaali- nen syönti	Kasvu	Punaisen lihan saanto	Rasvan paksuus	Selkähäksen pinta-ala	Hiehon tiineh- tyvyys	Pitkä- ikäisyys	Poikima- helppous	Luonne
Mureus	-										
Marmoroituminen	0,22 **	-									
Residuaalinen syönti	0,39 ***	0,40 ***	-								
Kasvu	0,41 ***	0,54 ***	0,49 ***	-							
Punaisen lihan saanto	-0,17 *	-0,35 ***	-0,35 ***	-0,41 ***	-						
Rasvan paksuus	0,10	0,33 ***	0,32 ***	0,29 ***	-0,66 ***	-					
Selkähäksen pinta-ala	-0,27 ***	0,02	-0,29 ***	-0,24 ***	0,23 **	-0,09	-				
Hiehon tiineytyys	0,09	-0,22 **	-0,20 **	-0,03	0,02	-0,22 **	0,04	-			
Pitkäikäisyys	0,37 ***	0,38 ***	0,26 ***	0,34 ***	-0,09	0,07	0,02	-0,07	-		
Poikimahelppous	0,04	-0,10	0,06	0,08	-0,08	0,02	0,01	0,26 ***	-0,03	-	
Luonne	-0,16 *	-0,17 *	-0,09	-0,08	0,15 *	-0,16 *	0,15 *	-0,01	-0,22 **	0,06	-

(\*) P≤0,1, \* P≤0,05, \*\* P≤0,01, \*\*\* P≤0,001

Geenitestien tulosten välisessä vertailussa havaittiin päiväkasvun ja pitkäikäisyyden välillä anguksella suuntaantava negatiivinen korrelaatio (-0,23), kun taas herefordilla korrelaatio samojen ominaisuuksien välillä oli merkitsevästi positiivinen (0,33). Päiväkasvun ja punaisen lihan saannon välillä oli herefordilla hyvin merkitsevä negatiivinen korrelaatio (-0,58) ja myös charolais-eläimillä vastaava negatiivinen korrelaatio (-0,30) muodostui tilastollisesti merkitseväksi. Päiväkasvun ja hiehon tiinehtyvyyden välillä havaittiin charolaisilla merkitsevä positiivinen (0,31) korrelaatio. Hereford-rodulla päiväkasvu korreloi positiivisesti (0,38) poikimahelppouden kanssa.

Punaisen lihan saannon yhteys poikimahelppouden kanssa oli angus- ja hereford-roduilla päinvastainen: anguksella punaisen lihan saanto ja poikimahelppous korreloivat positiivisesti (0,29), kun taas herefordilla merkitsevästi negatiivisesti (-0,42). Herefordilla punaisen lihan saanto korreloi negatiivisesti (-0,43) myös hiehon tiinehtyvyyden kanssa. Charolais-rodulla havaittiin merkitsevä positiivinen korrelaatio (0,31) punaisen lihan saannon ja selkälihaksen pinta-alan välillä.

Anguksella rasvan paksuus korreloi suuntaantavasti negatiivisesti hiehon tiinehtyvyyden (-0,24), poikimahelppouden (-0,25) ja luonteen (-0,23) kanssa. Simmental-rodulla puolestaan havaittiin merkitsevä negatiivinen korrelaatio (-0,34) rasvan paksuuden ja selkälihaksen pinta-alan välillä.

Selkälihaksen pinta-ala korreloi positiivisesti eläimen luonteen kanssa. Anguksella (0,23) yhteys oli suuntaantava, kun taas charolaisella (0,44) merkitsevästi positiivinen. Charolais-eläimillä havaittiin lisäksi suuntaantava positiivinen korrelaatio (0,24) selkälihaksen pinta-alan ja poikimahelppouden välillä.

Charolais- ja hereford-roduilla hiehon tiinehtyvyyden ja poikimahelppouden välillä havaittiin positiivinen korrelaatio, joka oli herefordilla tilastollisesti merkitsevä ( $p < 0,01$ ) ja charolaisella suuntaantava ( $p < 0,1$ ). Simmental-rodulla havaittiin merkitsevä negatiivinen korrelaatio (-0,48) hiehon tiinehtyvyyden ja luonteen välillä. Charolais-eläimillä nousi esille merkitsevä negatiivinen korrelaatio (-0,29) pitkäikäisyyden ja poikimahelppouden välillä. Simmentaleilla puolestaan havaittiin tilastollisesti suuntaantava negatiivinen korrelaatio (-0,32) pitkäikäisyyden ja luonteen välillä.

Tuloksia käsiteltiin lisäksi yhdistämällä kaikki muut rodut paitsi angus yhteen, jolloin havaintojen määrä nousi ominaisuudesta riippuen 89–134 (Taulukko 1.). Vastaavasti geenitestin tuloksia saatiin 129–134 (Taulukko 2.). Tällöin mureus korreloi merkitsevästi positiivisesti residuaalisen syönnin, kasvun, hiehon tiinehtyvyyden sekä pitkäikäisyyden kanssa ja merkitsevästi negatiivisesti selkälihaksen pinta-alan ja luonteen kanssa (Taulukko 8). Marmoroituminen puolestaan korreloi merkitsevästi positiivisesti kasvun, selkälihaksen pinta-alan sekä pitkäikäisyyden kanssa ja residuaalinen syönti kasvun sekä rasvan paksuuden kanssa. Lisäksi residuaalisen syönnin ja selkälihaksen pinta-alan välillä havaittiin merkitsevä negatiivinen korrelaatio (Taulukko 8). Kasvu korreloi merkitsevästi positiivisesti hiehon tiinehtyvyyden kanssa ja negatiivisesti punaisen lihan saannon sekä selkälihaksen pinta-alan kanssa. Punaisen lihan saanto korreloi merkitsevästi negatiivisesti rasvan paksuuden, hiehon tiinehtyvyyden sekä poikimahelppouden kanssa (Taulukko 8). Lisäksi havaittiin merkitsevä positiivinen korrelaatio hiehon tiinehtyvyyden ja poikimahelppouden välillä sekä merkitsevä negatiivinen korrelaatio pitkäikäisyyden ja luonteen välillä.

Taulukko 4. Korrelaatiokertoimet geenitestin muuttujien välillä: angus.

	Mureus	Marmoroituminen	Residuaalinen syönti	Kasvu	Punaisen lihan saanto	Rasvan paksuus	Selkälihaksen pinta-ala	Hiehon tiinehtyvyys	Pitkäikäisyys	Poikimaheppous	Luonne
Mureus	-										
Marmoroituminen	-0,17	-									
Residuaalinen syönti	-0,14	0,22 (*)	-								
Kasvu	0,11	-0,13	0,00	-							
Punaisen lihan saanto	-0,14	-0,04	-0,17	0,04	-						
Rasvan paksuus	0,01	0,30 *	0,16	0,08	-0,68 ***	-					
Selkälihaksen pinta-ala	-0,21	0,07	-0,19	-0,12	0,21	-0,01	-				
Hiehon tiinehtyvyys	0,28 *	-0,37 **	-0,37 **	0,02	0,10	-0,24 (*)	-0,01	-			
Pitkäikäisyys	0,15	-0,04	-0,04	-0,23 (*)	0,01	-0,19	0,08	0,09	-		
Poikimaheppous	0,22	-0,24 (*)	-0,26 *	-0,14	0,29 *	-0,25 (*)	-0,02	0,17	0,08	-	
Luonne	0,03	-0,06	-0,09	0,03	0,13	-0,23 (*)	0,23 (*)	-0,09	0,03	0,13	-

(\*) P≤0.1, \* P≤0.05, \*\* P≤0.01, \*\*\* P≤0.001

Taulukko 5. Korrelaatiokerroimet geenitestin muuttujien välillä: charolais.

Mureus	Mureus	Marmoroituminen	Residuaalinen syönti	Kasvu	Punaisen lihan saanto	Rasvan paksuus	Selkälihakseen pinta-ala	Hiehon tiinehtyvyys	Pitkäikäisyys	Poikimahelpous	Luonne
Mureus	-										
Marmoroituminen	-0,09	-									
Residuaalinen syönti	0,44 **	0,24 (*)	-								
Kasvu	-0,07	0,31 *	0,17	-							
Punaisen lihan saanto	-0,22	-0,21	-0,42 **	-0,30 *	-						
Rasvan paksuus	0,18	0,36 *	0,27 (*)	0,17	-0,71 ***	-					
Selkälihakseen pinta-ala	-0,20	-0,05	-0,16	-0,04	0,31 *	-0,13	-				
Hiehon tiinehtyvyys	0,18	-0,03	-0,01	0,31 *	-0,01	-0,11	0,17	-			
Pitkäikäisyys	0,21	-0,03	0,09	-0,01	0,15	-0,23	-0,10	0,04	-		
Poikimahelpous	-0,08	-0,16	0,15	0,10	-0,16	0,20	0,24 (*)	0,25 (*)	-0,29 *	-	
Luonne	-0,11	-0,02	-0,10	-0,09	0,17	-0,18	0,44 **	0,16	-0,13	0,19	-

(\*) P≤0.1, \* P≤0.05, \*\* P≤0.01, \*\*\* P≤0.001

Taulukko 6. Korrelaatiokerroimet geenitestin muuttujien välillä: hereford.

	Mure- us	Marmoroituminen	Residuaali- nen syönti	Kasvu	Punaisen lihan saanto	Rasvan paksuus	Selkähäksen pinta-ala	Hiehon ti- nehtyvyys	Pitkä- ikäisyys	Poikima- helppous	Luonne
Mureus	-										
Marmoroituminen	-0,02	-									
Residuaalinen syönti	-0,01	0,23	-								
Kasvu	0,00	0,35 *	0,05	-							
Punaisen lihan saanto	0,23	-0,45 **	-0,19	-0,58 ***	-						
Rasvan paksuus	-0,25	0,02	0,05	0,26	-0,57 ***	-					
Selkähäksen pinta-ala	0,23	0,00	-0,17	0,14	0,17	-0,22	-				
Hiehon tiinehtyvyys	-0,08	0,21	0,09	0,21	-0,43 **	0,07	-0,16	-			
Pitkäikäisyys	0,42 **	0,22	-0,09	0,33 *	0,15	-0,25	0,25	-0,12	-		
Poikimähelppous	-0,05	0,04	0,13	0,38 *	-0,42 **	0,21	-0,23	0,48 **	0,10	-	
Luonne	-0,14	-0,19	0,04	-0,02	0,25	-0,01	-0,06	-0,05	0,13	-0,11	-

(\*) P≤0.1, \* P≤0.05, \*\* P≤0.01, \*\*\* P≤0.001



Taulukko 7. Korrelaatiokertoimet geenitestin muuttujien välillä: simmental.

	Mureus	Marmoroituminen	Residuaalinen syönti	Kasvu	Punaisen lihan saanto	Rasvan paksuus	Selkälihakseen pinta-ala	Hiehon tiinehtyvyys	Pitkäikäisyys	Poikimahelpous	Luonne
Mureus	-										
Marmoroituminen	0,00	-									
Residuaalinen syönti	0,05	-0,21	-								
Kasvu	0,19	0,34	0,12	-							
Punaisen lihan saanto	-0,24	-0,19	-0,18	-0,11	-						
Rasvan paksuus	0,03	-0,04	0,24	0,12	-0,75 ***	-					
Selkälihakseen pinta-ala	0,27	0,21	0,05	0,00	0,22	-0,34 *	-				
Hiehon tiinehtyvyys	0,45 **	0,05	-0,08	0,10	-0,08	-0,04	0,22	-			
Pitkäikäisyys	0,13	-0,03	0,09	0,10	-0,20	0,21	-0,04	0,11	-		
Poikimahelpous	-0,01	-0,20	0,13	0,23	0,02	0,09	0,03	0,28	0,11	-	
Luonne	-0,45 **	-0,01	0,19	0,25	0,08	0,04	0,03	-0,48 **	-0,32 (*)	-0,15	-

(\*) P≤0,1, \* P≤0,05, \*\* P≤0,01, \*\*\* P≤0,001

Taulukko 8. Korrelaatiokertoimet geenitestin muuttujien välillä: kaikki muut rodut paitsi angus.

	Mureus	Marmoroituminen	Residuaalinen syönti	Kasvu	Punaisen lihan saanto	Rasvan paksuus	Selkähäksen pinta-ala	Hiehon tiinehtyvyys	Pitkäikäisyys	Poikimahelpous	Luonne
Mureus	-										
Marmoroituminen	-0,06	-									
Residuaalinen syönti	0,30 ***	0,05	-								
Kasvu	0,18 *	0,25 **	0,23 **	-							
Punaisen lihan saanto	0,11	-0,15 (*)	-0,17 (*)	-0,21 *	-						
Rasvan paksuus	-0,07	0,15 (*)	0,17 *	0,10	-0,61 ***	-					
Selkähäksen pinta-ala	-0,22 *	0,20 *	-0,26 **	-0,17 *	0,15 (*)	-0,09	-				
Hiehon tiinehtyvyys	0,19 *	-0,02	-0,01	0,20 *	-0,18 *	-0,07	0,01	-			
Pitkäikäisyys	0,22 *	0,22 *	0,05	0,10	0,17 (*)	-0,04	0,12	0,02	-		
Poikimahelpous	-0,06	-0,14	0,14	0,15 (*)	-0,20 *	0,12	0,03	0,31 ***	-0,08	-	
Luonne	-0,20 *	-0,15 (*)	0,02	0,02	0,09	-0,09	0,11	-0,03	-0,25 **	0,03	-

(\*) P≤0,1, \* P≤0,05, \*\* P≤0,01, \*\*\* P≤0,001

### 7.3.4 Geenitestin muuttujien ja mitattujen muuttujien väliset korrelaatiot

Geenitestien tulokset testattiin mitattujen ominaisuuksien kanssa sekä roduittain että kokoaineiston välillä (Taulukot 9, 10, 11, 12, 13 ja 14). Tarkoituksena oli selvittää oliko geenitestin tulos samansuuntainen mitattujen parametrien kanssa. Tällöin esimerkiksi merkittävä positiivinen korrelaatio mitatun päiväkasvun ja geenitestien antaman kasvutuloksen välillä osoittaisi, että geenitestin tulos ilmentää tietyllä luotettavuudella myös meidän eläinaineksellemme käytännön olosuhteissa saavutettua kasvutulosta. Esimerkiksi DeVuyst ym. (2011) havaitsivat omassa tutkimuksessaan mitattujen teurastuloksien ja geenitestin tulosten välillä matalan, mutta kuitenkin positiivisen korrelaation. Tosin sanoen geenitestin tulos oli samansuuntainen kuin havaittu teurastulos. Esimerkiksi, kun geenitestin tulos osoitti eläimen omaavan marmoroitumispotentialiaa, se havaittiin teurastuloksissa.

Tässä tutkimuksessa havaitut tilastollisesti merkittävät korrelaatiot mitattujen tulosten ja geenitestin tulosten välillä olivat vaihtelevia. Merkittäviä positiivisia korrelaatioita muodostui angus-rodulle esimerkiksi geenitestin mureuden ja mitattujen kasvuominaisuuksien välille (Taulukko 9). Tällöin geenitestin mureus korreloi positiivisesti syntymäpainon, 200 päivän painon, vuoden painon, teuraspainon ja päiväkasvun kanssa. Geenitestin mureus-arvo näytti korreloivan anguksella positiivisesti myös EUROP-lihakkuusluokan ja kokonaisjalostusarvon kanssa sekä suuntaa-antavasti positiivisesti lineaarisen rakennearvostelun lihakkuusarvon kanssa (Taulukko 9). Geenitestin marmoroitumisarvo näytti angus-rodulla puolestaan korreloivan negatiivisesti eläimen painon, päiväkasvun ja EUROP-lihakkuusluokan kanssa. Residuaalisen syönnin osalta anguksella havaittiin tilastollisesti merkittävä tai suuntaa-antava negatiivinen korrelaatio syntymäpainon, 200 päivän painon, vuoden painon ja päiväkasvun (0–200 vrk) kanssa. Geenitestin päiväkasvutulos puolestaan korreloi suuntaa-antavasti positiivisesti (0,29) EUROP-rasvaisuusluokan kanssa. Sen sijaan geenitestin kasvutuloksen ja mitatun kasvutuloksen välillä ei pystytty osoittamaan merkittävää tai edes suuntaa-antavaa korrelaatiota angus-rodulla. Punaisen lihan saannon, rasvan paksuuden tai selkälihaksen pinta-alan osalta ei löydetty angus-eläimillä positiivisia korrelaatioita minkään mitatun muuttujan kanssa. Sen sijaan hiehon tiinehtyvyydelle saatu geenitestin tulos korreloi suuntaa-antavasti positiivisesti 200 päivän painon ja päiväkasvun (0–200 vrk) kanssa.

Muitten rotujen osalta tilastollisesti merkittäviä korrelaatioita havaittiin vähemmän kuin angus-rodulla. Charolais-eläimillä geenitestin mureus korreloi positiivisesti syntymäpainon ja EUROP-rasvaisuusluokan kanssa (Taulukko 10). Charolais-rodulla havaittiin kuitenkin yllättävät tilastollisesti merkittävät negatiiviset korrelaatiot geenitestin kasvutulosten ja mitattujen kasvutulosten välillä. Käytännössä tämä tulos tarkoittaa sitä, että tässä aineistossa charolais-roduilla geenitestissä parhaat tulokset saaneet eläimet kasvoivat meillä heikoimmin tilaolosuhteissa. Tämän lisäksi charolais-eläimillä havaittiin merkittävä negatiivinen korrelaatio (-0,36) geenitestin kasvutuloksen ja kokonaisjalostusarvon kanssa. Toisaalta charolais-rodulla oli havaittavissa suuntaa-antavia positiivisia korrelaatioita geenitestin punaisen lihan saannon ja mitattujen kasvuominaisuuksien välillä (Taulukko 10).

Herefordeilla ei geenitestin kasvutuloksen ja mitattujen kasvutuloksen välillä pystytty osoittamaan minkäänlaisia merkittäviä korrelaatioita (Taulukko 11). Sen sijaan herefordeilla havaittiin merkittävä positiivinen korrelaatio (0,39) geenitestin mureuden ja syntymäpainon välillä. Residuaalisen syönnin osalta hereford-rodulla havaittiin tilastollisesti merkittävä tai suuntaa-antava negatiivinen korrelaatio 200 päivän painon, vuoden painon, teuraspainon, päiväkasvun, kokonaisjalostusarvon ja lineaarisen rakennearvostelun lihakkuusarvon kanssa. Lisäksi geenitestin selkälihaksen pinta-alan ja EUROP-rasvaisuusluokan välillä oli merkittävä positiivinen korrelaatio (0,52) (Taulukko 11).

Simmentalin osalta havaittiin suuntaa-antava negatiivinen korrelaatio geenitestin mureuden sekä päiväkasvun (0–200 vrk) ja kokonaisjalostusarvon välillä (Taulukko 12). Kuten charolais-rodullakin myös simmentalilla havaittiin yllättävät tilastollisesti merkittävät negatiiviset korrelaatiot geenitestin kasvutulosten ja mitattujen kasvutulosten välillä (Taulukko 12). Edelleen samoin kuin charolais-eläimillä myös simmentaleilla havaittiin negatiivinen korrelaatio (-0,34) geenitestin kasvutuloksen ja kokonaisjalostusarvon kanssa. Punaisen lihan saannon ja EUROP-rasvaisuusluokan välillä havaittiin simmental-eläimillä merkittävä negatiivinen (-0,49) korrelaatio ja rasvan paksuuden ja EUROP-rasvaisuuden välillä merkittävä positiivinen korrelaatio (0,43). Tätä voidaan pitää geenitestin käytännön sovellettavuuden kannalta positiivisena tuloksena. Toisin sanoen geenitestin antamalla arviolla rasvan paksuudelle oli löydettävissä looginen yhteys myös teurastettujen simmental-sonnien EUROP-luokituksessa määritettyyn pintarasvan määrään. Lisäksi simmental-sonnit, jotka saivat parhaat tulokset geenitestauksessa punaisen lihan saannossa, osoittautuivat EUROP-luokituksessa aineiston suhteellisesti vähärasvaisimmiksi eläimiksi.

Myös koko aineistoa käsiteltäessä havaittiin negatiivinen korrelaatio geenitestin antaman kasvutuloksen ja mitattujen kasvutulosten välillä sekä positiivinen korrelaatio geenitestin kasvutuloksen ja EUROP-rasvaluokan kanssa (Taulukko 14). Toisin sanoen myös tässä yhdistetyssä aineistossa geenitestissä parhaat kasvutulokset saaneet

eläimet kasvoivat heikoimmin tilaolosuhteissa (Taulukko 14). Syy negatiiviseen korrelaatioon mitattujen kasvutulosten ja geenitestin kasvutuloksen välillä sekä positiiviseen korrelaatioon rasvaluokan ja geenitestin kasvutuloksen välillä voi johtua geenitestissä käytetystä SNP-merkistä. Leptiinin eri muotoja (TT, CT, CC) voidaan käyttää arvioidessa, kuinka nopeasti eläin saavuttaa teuraskypsyyden ja tietyn pinta-rasvan paksuuden (Buchanan ym. 2002, DeVuyst ym. 2008). Leptiinin geenin TT-muodon omaavat eläimet kasvavat nopeasti, saavuttavat teuraskypsyyden aikaisin ja niiden pintarasvan osuus on paksumpi Angus- ja hereford-populaatioissa näiden eläinten esiintyminen on huomattavasti yleisempää kuin muilla liharoduilla (Buchanan ym. 2002). DeVuyst ym. (2008) havaitsivat myös, että TT-muodon omaavien emojen vasikoiden vieroituspainot olivat korkeampi, joten ominaisuus yhdistettiin korkeampaan maidontuotantopotentiaaliin. Suomalainen teurasluokitus ja hinnoittelu pyrkivät puolestaan minimoimaan pinta-rasvan määrän, joten on hyvin mahdollista, että varsinkaan charolais- ja simmental-populaatioissa ei TT-muotoa ole, jolloin sitä ei myöskään geenitestillä pystytä havaitsemaan.

Geenitestin punaisen lihan saannon ja EUROP-lihakkuusluokan välillä ei pystytty osoittamaan tilastollista korrelaatiota yhdelläkään rodulla (Taulukot 9, 10, 11, 12, 13 ja 14.). Toisaalta geenitestin selkälihaksen pinta-alan ja teuraspainon, mitatun päiväkasvun sekä lihakkuusluokan välillä havaittiin positiivien korrelaatio yhdistämällä koko aineisto (Taulukko 14.) Vastaavasti geenitestin selkälihaksen pinta-alan ja kokonaisjalostusarvon sekä EUROP-rasvaluokan välillä oli negatiivinen korrelaatio (Taulukot 13 ja 14.) Merkitseviä ja suuntaa-antavia positiivisia korrelaatioita havaittiin geenitestin selkälihaksen pinta-alan ja mitatun teuraspainon sekä lihakkuusluokan (EUROP) ja eri kasvuominaisuuksien välillä. Myös geenitestin pitkäikäisyyden ja mitatun päiväkasvun välillä oli positiivinen merkitsevä korrelaatio (Taulukko 14). IGF2-hormoni yhdistetään solujen suurempaan kasvutai-pumukseen. Hormonia löytyy useista eri kudoksista. IGF2-hormonin SNP-merkillä on mahdollista tunnistaa C-alleelia kantavat eläimet, jotka on yhdistetty suurempaan selkälihaksen pinta-alaan ja parempaan teurassaan-toon (Goodall & Schmutz 2003). Onkin mahdollista, että tätä SNP-merkkiä käytetään Igenityn geenitestissä.

Liharotuisilla naudoilla geenitestauksen tekee haasteelliseksi se, että tuotannollisesti merkitsevät SNP-paikat eivät ole kaikilla roduilla samat. Liharodut ovat ominaisuuksiltaan myös hyvin erilaisia (Utrera & Van Velck 2004). Yhdelle rodulle kehitetty testi, jossa on käytetty tietyn rodun referenssiryhmää, ei voi toimia parhaalla mahdollisella tavalla toisella rodulla. Toisaalta haastetta lisää eri maiden erilaiset tuotannolliset- ja teurastavoitteet, joiden perusteella testejä on muodostettu. On esimerkiksi havaittu, että Pohjois-Amerikassa validoitu geenitesti ei toimi aivan moitteettomasti Australian angus-populaatioissa (Van Eenennaam ym. 2011).

## 7.4 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tässä aineistossa verrattiin ainoastaan muutamia geenitestin tarjoamia ominaisuuksia mitattuihin ominaisuuksiin. Aineiston perusteella geenitestin tulokset eivät antaneet selvää kuvaa kaupallisen geenitestin toimivuudesta niille ominaisuuksille, joita aineistossa oli käsiteltävänä. Tuloksia tulisi todennäköisesti olla huomattavasti enemmän kattavien johtopäätösten tekemiseksi. Myös emolehmätuotantoon suoraan vaikuttavien ominaisuuksien testaaminen tulisi ottaa huomioon. Lihan syöntilaatuun vaikuttavat mm. eläimen perimä, ruokinta ja kasvatusolosuhteet (Hocquette ym. 2006). Eläinten perimään jokaisen tuottajan tulisi kiinnittää huomiota. Tällä hetkellä ei ole tietoa siitä, mitkä ovat tuotetun pihvilihan syöntilaatuominaisuudet edes keskimäärin. Geenitestejä voidaan kenties käyttää tavoiteltaessa lopputuotteen tasaista laatua ennen kaikkea lihan mureutta. Nykyisten kaupallisten geenitestien toimivuus suomalaisiin olosuhteisiin on vielä kyseenalaista. Asia vaatiikin lisäselvityksiä. Geenitesti voi tulevaisuudessa olla verrattain huokea vaihtoehto vaikuttaa ominaisuuksiin, joita on joko hankala tai kallis mitata. Selviä hyötyjä saadaan myös niiden ominaisuuksien perinnöllisessä edistymisessä, joiden periytymisaste on alhainen, tulokset muodostuvat vasta usean vuoden kuluttua sekä ovat sukupuolisidonnaisia.

Taulukko 9. Korrelaatiokerroimet geenitestin ja mitattujen muuttujien välillä: angus.

	Mureus	Marmoroituminen	Residuaali- nen syönti	Kasvu	Punaisen lihan saanto	Rasvan paksuus	Selkälihaksen pinta-ala	Hieron tiineh- tyvyys	Pitkä- ikäisyys	Poikima- helppous	Luonne
Syntymäpaino, kg	0,27 *	-0,13	-0,25 (*)	-0,05	-0,13	0,06	0,03	0,10	-0,16	-0,05	0,18
200 päivän paino, kg	0,44 ***	-0,11	-0,34 **	0,06	0,01	-0,18	-0,19	0,23 (*)	0,05	0,08	0,24 (*)
365 päivän paino, kg	0,37 **	-0,23 (*)	-0,23 (*)	0,12	-0,06	-0,09	-0,14	0,14	0,02	0,02	0,18
Teuraspaino, kg	0,33*	-0,35 *	0,11	0,11	0,02	-0,20	-0,18	0,01	0,07	0,16	0,33 *
Päiväkasvu 0–200 päivää, kg/pv	0,42 ***	-0,11	-0,33 *	0,07	-0,00	-0,18	-0,22	0,22 (*)	0,06	0,09	0,21
Päiväkasvu 200–365 päivää, kg/pv	0,00	-0,25 (*)	0,04	0,14	-0,06	-0,00	-0,02	-0,05	-0,06	-0,07	0,07
Päiväkasvu 0–365 päivää, kg/pv	0,33 *	-0,23 (*)	-0,21	0,12	-0,04	-0,10	-0,14	0,13	0,02	0,01	0,15
Kokonaisjalostusarvo	0,32 *	-0,19	-0,06	0,02	-0,09	-0,12	-0,13	0,21	0,08	-0,01	0,12
Lihaksikkuusarvo	0,24 (*)	-0,16	0,02	-0,02	-0,12	-0,08	0,04	-0,03	0,14	0,14	0,12
Rasvaluokka (EUROP)	0,00	0,02	0,06	0,29 (*)	-0,03	-0,02	-0,16	-0,08	0,07	0,00	0,10
Lihakkuusluokka (EUROP)	0,31 *	-0,44 **	0,05	0,23	0,01	-0,22	-0,05	0,07	0,17	0,03	0,23

(\*) P≤0,1, \* P≤0,05, \*\* P≤0,01, \*\*\* P≤0,001

Taulukko 10. Korrelaatiokerroimet geenitestin ja mitattujen muuttujien välillä: charolais.

	Mureus	Marmoroituminen	Residuaalinen syönti	Kasvu	Punaisen lihan saanto	Rasvan paksuus	Selkälihaksen pinta-ala	Hiehon tiheytvyys	Pitkäikäisyys	Poikima-helppous	Luonne
Syntymäpaino, kg	0,25 (*)	0,13	0,14	-0,15	0,24 (*)	-0,11	-0,08	0,01	0,22	-0,15	-0,02
200 päivän paino, kg	0,04	-0,12	-0,05	-0,40 **	0,18	-0,03	-0,28 *	-0,24 (*)	0,12	-0,18	-0,15
365 päivän paino, kg	0,10	-0,19	-0,04	-0,31 *	0,26 (*)	-0,08	-0,09	-0,15	0,18	-0,13	-0,09
Teuraspaino, kg	0,21	-0,04	0,13	-0,11	0,24	-0,10	0,06	-0,07	0,25	-0,02	0,07
Päiväkasvu 0–200 päivää, kg/pv	-0,00	-0,13	-0,06	-0,36 **	0,14	0,00	-0,27 (*)	-0,23	0,08	-0,14	-0,14
Päiväkasvu 200–365 päivää, kg/pv	0,11	-0,07	0,03	0,07	0,26 (*)	-0,16	0,24 (*)	0,08	0,19	0,03	0,19
Päiväkasvu 0–365 päivää, kg/pv	0,06	-0,21	-0,05	-0,31 *	0,26 (*)	-0,09	-0,08	-0,17	0,15	-0,11	-0,06
Kokonaisjalostusarvo	-0,05	-0,21	-0,17	-0,36 *	0,22	-0,06	-0,08	-0,18	0,14	-0,05	-0,04
Lihaksikkuusarvo	0,07	0,10	0,02	0,09	0,15	-0,17	-0,13	0,06	0,19	-0,24	0,03
Rasvaluokka (EUROP)	0,37 (*)	0,16	0,24	-0,21	-0,07	0,07	-0,11	-0,21	0,03	-0,05	0,19
Lihakkuusluokka (EUROP)	-0,02	0,06	-0,09	-0,08	0,23	-0,08	-0,16	0,02	-0,02	0,09	0,03

(\*) P≤0,1, \* P≤0,05, \*\* P≤0,01, \*\*\* P≤0,001

Taulukko 11. Korrelaatiokerroimet geenitestin ja mitattujen muuttujien välillä: hereford.

	Mureus	Marmoroituminen	Residuaalinen syönti	Kasvu	Punaisen lihan saanto	Rasvan paksuus	Selkälihaksen pinta-ala	Hiehon tiheisyys	Pitkä-ikäisyys	Poikimähelppous	Luonne
Syntymäpaino, kg	0,39 *	0,24	-0,01	-0,04	0,14	-0,09	0,18	-0,02	0,29 (*)	-0,30 (*)	-0,23
200 päivän paino, kg	-0,13	-0,01	-0,27 (*)	0,09	-0,08	0,16	0,05	0,16	-0,09	-0,10	-0,03
365 päivän paino, kg	0,12	0,15	-0,31 *	0,09	-0,15	0,17	0,10	0,15	0,15	-0,09	-0,12
Teuraspaino, kg	0,10	0,23	-0,41 *	0,16	-0,02	-0,07	0,04	0,16	0,23	-0,25	0,00
Päiväkasvu 0–200 päivää, kg/pv	-0,20	-0,06	-0,28 (*)	0,09	-0,11	0,16	-0,02	0,17	-0,11	-0,05	0,03
Päiväkasvu 200–365 päivää, kg/pv	0,30 (*)	0,21	-0,06	0,04	-0,06	0,13	0,16	-0,06	0,27 (*)	-0,07	-0,08
Päiväkasvu 0–365 päivää, kg/pv	0,11	0,10	-0,32 *	0,08	-0,15	0,19	0,11	0,14	0,14	-0,06	-0,09
Kokonaisjalostusarvo	0,26	-0,14	-0,46 **	0,03	0,14	-0,10	0,08	0,08	0,17	-0,05	0,11
Lihaksikkuusarvo	0,20	0,06	-0,35 *	0,13	-0,11	0,06	0,11	-0,01	0,50 **	0,03	-0,30 (*)
Rasvaluokka (EUROP)	0,02	-0,14	-0,27	0,29	-0,01	0,11	0,52 **	0,06	0,31	-0,02	-0,05
Lihakkuusluokka (EUROP)	-0,20	0,13	-0,09	0,14	-0,22	0,28	0,03	-0,10	0,12	-0,23	-0,04

(\*) P≤0,1, \* P≤0,05, \*\* P≤0,01, \*\*\* P≤0,001

Taulukko 12. Korrelaatiokertoimet geenitestin ja mitattujen muuttujien välillä: simmental.

	Mureus	Marmoroituminen	Residuaalinen syönti	Kasvu	Punaisen lihan saanto	Rasvan paksuus	Selkälihaksen pinta-ala	Hiehon tiiveyvyys	Pitkäikäisyys	Poikima- helppous	Luonne
Syntymäpaino, kg	0,03	0,15	0,16	0,14	-0,02	-0,14	0,02	0,15	0,16	0,17	-0,20
200 päivän paino, kg	-0,29	0,13	-0,19	-0,30 (*)	0,05	0,01	-0,23	0,01	-0,31 (*)	-0,01	-0,11
365 päivän paino, kg	-0,26	-0,15	-0,07	-0,36 *	-0,00	0,06	-0,23	-0,06	-0,31 (*)	0,13	-0,07
Teuraspaino, kg	-0,16	0,01	-0,01	-0,29	-0,00	-0,10	-0,19	-0,03	-0,19	0,17	-0,13
Päiväkasvu 0–200 päivää, kg/pv	-0,31 (*)	0,11	-0,21	-0,36 *	0,08	-0,02	-0,21	-0,04	-0,39 *	-0,04	-0,06
Päiväkasvu 200–365 päivää, kg/pv	0,07	-0,24	0,16	-0,05	-0,13	0,08	-0,07	0,08	-0,04	0,28	0,02
Päiväkasvu 0–365 päivää, kg/pv	-0,29	-0,14	-0,13	-0,40 *	0,00	0,05	-0,23	-0,04	-0,34 (*)	0,12	-0,05
Kokonaisjalostusarvo	-0,35 (*)	-0,16	-0,16	-0,34 (*)	0,11	-0,03	-0,21	-0,29	-0,46 **	-0,08	0,13
Lihaksikkuusarvo	-0,03	0,30	-0,28	0,03	-0,14	0,07	-0,05	0,30	0,17	0,24	-0,30
Rasvaluokka (EUROP)	0,29	0,30	0,01	0,29	-0,49 *	0,43 *	-0,03	0,17	0,17	0,08	-0,17
Lihakkuusluokka (EUROP)	-0,29	0,01	0,12	-0,27	0,01	0,11	-0,21	-0,16	-0,01	0,13	-0,18

(\*) P≤0,1, \* P≤0,05, \*\* P≤0,01, \*\*\* P≤0,001



Taulukko 13. Korrelaatiokerroimet geenitestin ja mitattujen muuttujien välillä: kaikki muut rodut paitsi angus.

	Mureus	Marmoroituminen	Residuaalinen syönti	Kasvu	Punaisen lihan saanto	Rasvan paksuus	Selkälihakseen pinta-ala	Hiehontyyvyys	Pitkäikäisyys	Poikimaheppous	Luonne
Syntymäpaino, kg	0,02	0,22 *	0,02	-0,11	0,07	0,02	0,20 *	0,00	0,20 *	-0,15 (*)	-0,09
200 päivän paino, kg	-0,22 *	-0,03	-0,19 *	-0,23 **	-0,08	0,07	-0,01	-0,06	-0,09	-0,13	-0,03
365 päivän paino, kg	-0,14	0,12	-0,17 *	-0,14 (*)	0,03	0,10	0,28 **	-0,07	0,15 (*)	-0,13	-0,02
Teuraspaino, kg	-0,04	0,25*	-0,10	-0,15	0,01	0,16	0,34 **	-0,03	0,21 *	-0,02	-0,10
Päiväkasvu 0–200 päivää, kg/pv	-0,24 **	-0,07	-0,19 *	-0,23 **	-0,10	0,07	-0,05	-0,06	-0,13	-0,11	-0,01
Päiväkasvu 200–365 päivää, kg/pv	0,01	0,21 *	-0,06	0,03	0,11	0,11	0,37 ***	-0,04	0,31 ***	-0,09	0,01
Päiväkasvu 0–365 päivää, kg/pv	-0,15 (*)	0,11	-0,18 *	-0,14 (*)	0,03	0,10	0,27 **	-0,08	0,13	-0,12	-0,01
Kokonaisjalostusarvo	-0,03	-0,19 *	-0,16 (*)	-0,09	0,09	-0,05	-0,14	-0,09	-0,13	-0,04	0,13
Lihaksikkuusarvo	0,13	0,15	-0,14	0,15	0,01	-0,10	-0,07	0,10	0,26 **	-0,05	-0,15
Rasvaluokka (EUROP)	0,37 ***	0,08	0,19 (*)	0,30 **	-0,04	0,09	-0,18 (*)	-0,05	0,08	-0,08	0,01
Lihakkuusluokka (EUROP)	-0,09	0,28 **	-0,01	-0,14	0,07	0,21 (*)	0,32 **	-0,06	0,22 *	0,06	-0,17

(\*) P≤0,1, \* P≤0,05, \*\* P≤0,01, \*\*\* P≤0,001

Taulukko 14. Korrelaatiokertoimet geenitestin ja mitattujen muuttujien välillä: koko aineisto.

	Mureus	Marmoroituminen	Residuaali- nen syönti	Kasvu	Punaisen lihan saanto	Rasvan paksuus	Selkälihaksen pinta-ala	Hiehon tii- nehtyvyyys	Pitkä- ikäisyys	Poikima- helppous	Luonne
Syntymäpaino, kg	-0,14 *	-0,17 *	-0,27 ***	-0,37 ***	0,23 **	-0,12 (*)	0,22 **	0,11	-0,12	-0,14 *	0,04
200 päivän paino, kg	-0,03	-0,02	-0,17 *	-0,10	-0,08	0,01	-0,06	0,01	-0,01	-0,07	0,03
365 päivän paino, kg	-0,12	-0,80	-0,28 ***	-0,21 **	0,09	-0,01	0,25 ***	0,03	0,01	-0,10	0,07
Teuraspaino, kg	-0,19 *	-0,16 (*)	-0,29 ***	-0,35 ***	0,15 (*)	-0,06	0,32 ***	0,11	-0,06	0,04	0,07
Päiväkasvu 0–200 päivää, kg/pv	-0,01	0,00	-0,13 (*)	-0,05	-0,12 (*)	0,03	-0,10	-0,01	-0,01	-0,05	0,03
Päiväkasvu 200–365 päivää, kg/pv	-0,13 (*)	-0,12 (*)	-0,22 **	-0,19 **	0,18 *	-0,02	0,34 ***	0,02	0,02	-0,09	0,05
Päiväkasvu 0–365 päivää, kg/pv	-0,12	-0,09	-0,26 ***	-0,18 *	0,08	-0,01	0,23 **	0,01	0,01	-0,10	0,07
Kokonaisjalostusarvo	0,05	-0,16 *	-0,12 (*)	-0,06	0,04	-0,08	-0,13 (*)	-0,00	-0,00	-0,03	0,12 (*)
Lihaksikuusarvo	0,14 (*)	0,05	-0,10	0,09	-0,03	-0,10	-0,03	0,04	0,04	0,01	-0,06
Rasvaluokka (EUROP)	0,30 ***	0,13	0,18 *	0,29 ***	-0,08	0,08	-0,18 *	-0,10	-0,10	-0,06	0,03
Lihakuusluokka (EUROP)	-0,22 *	-0,14	-0,21 *	-0,32 ***	0,14	0,03	0,35 ***	0,07	0,07	0,06	-0,02

(\*) P≤0,1, \* P≤0,05, \*\* P≤0,01, \*\*\* P≤0,001

## 7.5 Kirjallisuus

- Allais, S., Journaux, L., Levéziel, H., Payet-Duprat, N., Raynaud, P., Hocquette, J.F., Lepetit, J., Rousset, S., Denoyelle, C., Bernard-Capel, C. & Renand, G. 2011. Effects of polymorphisms in the calpastatin and  $\mu$ -calpain genes on meat tenderness in 3 French beef breeds. *Journal of Animal Science* 89: 1–11.
- DeVuyst, E.A., Bauer, M.L., Cheng, F.C., Mitchell, J. & Larson, D. 2008. The impact of a leptin gene SNP on beef cattle weaning weights. *Animal Genetics* 39: 284–286.
- DeVuyst, E.A., Biermacher, J.T., Lusk, J.L., Mateescu, R.G., Blaton Jr., J.B., Swigert, J.S., Cook, B.J. & Reuter, R.R. 2011. Relationships between feedlot traits and Igenity panel scores. *Journal of Animal Science* 89: 1260–1269.
- Garrick, D.J. 2011. The nature, scope and impact of genomic prediction in beef cattle in the United States. *Genetics Selection Evolution* 43: 17.
- Gill, J.L., Bishop, S.C., McCorquodale, C., Williams, J.L. & Wiener, P. 2009. Association of selected SNP with carcass and taste panel assessed meat quality traits in commercial population of Aberdeen Angus-sired beef cattle. *Genetic Selection Evolution* 41: 36.
- Goodall, J.J. & Schmutz, S.M. 2003. Linkage mapping of IGF2 on cattle chromosome 29. *Animal Genetics* 34: 313.
- Hall, N.L., Anderson, V.L., Carlin, K.R., Galbreath, J.C. & Berg, E.P. 2009. Working chute behavior of feedlot cattle can be an indication of cattle temperament and beef carcass composition and quality. *Journal of Animal Science* 87 (E-Supplement. 3): 72.
- Hocquette, J.F., Renand, G., Leveziel, H., Picard, B. & Cassar-Malek, I. 2006. The potential benefits of genetics and genomics to improve beef quality: a review. *Animal Science Papers and Reports* 24: 173–189.
- Igenity 2012. Kotisivut. Luettu 08/2012. Saatavilla: [www.igenity.com](http://www.igenity.com)
- Page, B.T., Casas, E., Quaas, R.L., Thallman, R.M., Wheeler, T.L., Shackelford, S.D., Koohmaraie, M., White, S.N., Benett, J.W., Keele, J.W., Dikeman, M.E. & Smith, T.P.L. 2004. Association of markers in the bovine CAPN1 gene with meat tenderness in large crossbred populations that sample influential industry sires. *Journal of Animal Science* 82: 3474–3481.
- Buchanan, F.C., Fitzsimmons, C.J., Van Kessel, A.G., Thue, T.D., Winkelman-Sim, D.C. & Schmutz, S.M. 2002. Association of a missense mutation in the bovine leptin gene with carcass fat content and leptin mRNA levels. *Genetics, Selection and Evolution* 34: 105–116.
- King, D. A., Schuehle, C.E., Randel, R.D., Walsh Jr., T.H., Oliphint, R.A., Baird, B.E., Curley Jr., K.O., Vann, R.C., Hale, D.C. & Savell, J.W. 2006. Influence of animal temperament and stress responsiveness on the carcass quality and beef tenderness of feedlot cattle. *Meat Science* 74: 546–556.
- Reverter, A., Johnston, D. J., Ferguson, D. M., Perry, D., Goddard, M. E., Burrow, H. M., Oddy, V. H., Thompson, J. M. & Bindon, B. M. 2003. Genetic and phenotypic characterization of animal, carcass, and meat quality traits from temperate and tropically adapted beef breeds. 4. Correlations among animal, carcass, and meat quality traits. *Australian Journal Agricultural Research* 54: 149–158.
- Schenkel, F.S., Miller, S.P., Ye, X., Moore, S.S., Nkrumah, J.D., Li, C., Yu, J., Mandell, I.B., Wilton, J.W. & Williams, J.L. 2005. Association of single nucleotide polymorphisms in the leptin gene with carcass and meat quality traits of beef cattle. *Journal of Animal Science* 83: 2009–2020.
- Utrera, A.R. & Van Vleck, L.D. 2004. Heritability estimates for carcass traits of cattle: A review. *Genetic Molecular Research* 3: 380–394.
- Van Eenennaam, A.L., Li, J., Thallman, R.M., Quaas, R.L., Dikeman, M.E., Gill, C.A., Franke, D.E. & Thomas, M.G. 2007. Validation of commercial DNA test for quantitative beef quality traits. *Journal of Animal Science* 85: 891–900.
- Van Eenennaam, A.L., van der Werf J.H.J. & Goddard, M.E. 2011. The value of using DNA markers for beef bull selection in seedstock sector. *Journal of Animal Science* 89: 307–320.

MTT TEKEE TIETEESTÄ ELINVOIMAA

# MTT RAPORTTI

[www.mtt.fi/julkaisut](http://www.mtt.fi/julkaisut)

MTT Raportti -julkaisusarjassa julkaistaan maatalous -ja elintarviketutkimusta sekä maatalouden ympäristötutkimusta käsitteleviä tutkimusraporteja. Lukijoille tarjotaan tietoa MTT:n kaikilta tutkimusaloilta eli biologiasta, teknologiasta ja taloudesta.

MTT, 31600 Jokioinen.

